



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Saf Hat ve Hibrit Mısırların Mikorizal Etkinliklerinin Belirlenmesi ve Bu Etkinliklerin Fosfor Alımına Etkisi

Marfaa Hasan Mahmood MAHMOOD

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME Anabilim Dalı

Ocak-2021
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Marfaa Mahmood tarafından hazırlanan " Saf Hat ve Hibrit Mısırların Mikorizal Etkinliklerinin Belirlenmesi ve Bu Etkinliklerin Fosfor Alımına Etkisi" adlı tez çalışması 04/02/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Başkan: Prof. Dr. Süleyman SOYLU	……..
Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Emel ATMACA	……..
Üye: Doç. Dr. Çağdaş AKPINAR	……..

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Sait GEZGİN
FBE Müdürü

Bu tez çalışması BAP tarafından 19201067 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza
Marfaa Hasan Mahmood MAHMOOD

Tarih: 04/02/2021

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Saf Hat ve Hibrit Mısırların Mikorizal Etkinliklerinin Belirlenmesi ve Bu Etkinliklerin Fosfor Alımına Etkisi

MARFAA MAHMOOD

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emel ATMACA

2021, 95 Sayfa

Jüri
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emel ATMACA
Üye: Prof. Dr. Süleyman SOYLU
Üye: Doç. Dr. Çağdaş AKPINAR

Bu çalışma, popülasyon ıslahı sonucu geliştirilmiş mısır hat ve hibrit çeşide ait tohumlarda Arbusküler Mikorizal Mantar (AMF) birlikteliğini nasıl etkilediğini belirlemek için yapılmıştır**.** Çalışmada yerel popülasyon at dişi mısır çeşidi (G1, G2, G3) ve aynı çeşidin hibrit tohumu (G4) kullanılmıştır. Çalışma sera koşullarında 2 farklı fosfor dozu (0-100 mg kg^{-1}, MAP gübresinden), 2 farklı mikoriza uygulaması (+AMF sporu, -AMF sporu, Shubhodaya ticari mikrobiyal gübreden), 4 farklı mısır tohumu (G1, G2, G3, G4) kullanılarak, 3 tekerrürlü olacak şekilde toplam 48 saksı ile Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre yürütülmüştür. Bu çalışmada mısır saf hat ve hibrit mısır çeşidinde tohumlar arasındaki mikorizal bağımlılığın farklılığı ortaya konulmuştur. Ayrıca bu farklılıkta AMF spor aşılaması ve fosforlu gübre uygulamasının etkisi belirlenmiştir.

Çalışmanın sonunda, bitki boyu, üst yaş ve kuru ağırlıkları ile P, K, Ca da en yüksek değerler AMF spor aşılaması yapılan, fosforlu gübrenin 100 mg kg^{-1} dozunda uygulandığı G3 mısır çeşidinde elde edilmiştir. Bitki mikro besin elementlerinde ise en yüksek değerler AMF spor aşılamasının yapılmadığı G4 mısır çeşidinde elde edilmiştir. Yine bitki kökünde en yüksek yaş-kuru ağırlık değeri, kök mikorizal infeksiyon oranı ve iz element değerleri AMF spor aşılaması yapılan, fosforlu gübrenin 100 mg kg^{-1} dozunda uygulandığı G3 mısır çeşidinde elde edilmiştir. Çalışmadaki parametreler üzerinde AMF spor aşılaması, fosforlu gübre ve mısır çeşitlerinin etkisi istatistiksel olarak bazı parametrelerde önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$), bazılarında ise önemsiz bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Arbusküler mikorizal spor, hibrit, Fosforlu gübre, mısır, saf hat.

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF MYCORRHIZAL ACTIVITIES OF PURE LINE AND HYBRID CORNS AND EFFECTS OF THESE ACTIVITIES ON PHOSPHORUS INTAKE

Marfaa Mahmood

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION DEPARTMENT

Advisor: Asst. Prof. Dr. Emel ATMACA

2021, 95 Pages

Jury
Advisor Asst. Prof. Dr. Emel ATMACA
Prof. Dr. Süleyman SOYLU
Assoc. Prof. Dr. Çağdaş AKPINAR

This study was carried out to determine how the association of Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF) in the seeds of the corn line and hybrid varieties developed as a result of population breeding are affected. In the study, the local population corn variety (G1, G2, G3) and the hybrid seed of the same cultivar (G4) were used. The study was carried out under greenhouse conditions and designed in line with a randomized plot design in 3 replicates with a total of 48 pots by using 2 different phosphorus doses (0-100 mg kg -1 , from MAP fertilizer), 2 different mycorrhiza applications (+AMF spore and -AMF spore from commercial microbial fertilizer to Shubhoda) and 4 different corn seeds (G1, G2, G3, G4). In this study, the difference of mycorrhizal dependence between seeds in pure line and hybrid corn varieties has been demonstrated. In addition, the effect of AMF spore inoculation and phosphorus fertilizer application on this difference was determined. At the end of the study, the highest values in plant height, above-ground fresh and dry matter along with P, K and Ca content were obtained in G3 maize variety in which AMF spore inoculation and phosphorus fertilizer at a dose of 100 mg kg -1 were applied. In terms of plant micronutrients, the highest values were obtained in G4 maize cultivar in which AMF spore inoculation was not applied. Additionally, the highest fresh-dry matter value of the plant root, root mycorrhizal inoculation rate and trace element values were obtained in the G3 corn variety, where AMF spore inoculation and phosphorus fertilizer at a dose of 100 mg kg -1 were
applied. The effect of AMF spore inoculation, phosphorus fertilizer and corn varieties on the parameters of the study was found to be statistically significant in some parameters (P <0.01 and P <0.05), but insignificant in others.

Keywords: Arbuscular mycorrhizal spores, Hybrid, Phosphorus fertilizer, Maize, Pure line.

ÖNSÖZ

Çalışmanın her aşamasında bana destek olan yardımını hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üy. EMEL ATMACA'ya anlayışı ve sabrı için teşekkürler ederim.

Çalışmamda her zaman derin bilgileri ile bana destek olan ve Bölümümüz Laboratuvar imkanlarından yararlanmamı sağlayan Sayın Bölüm Başkanımız Prof. Dr. Sait GEZGİN Hocama, tezimle ilgili bana fikir veren ve tez konusunda yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Erdoğan Eşref HAKKI Hocama, Laboratuvar çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Bölümümüz Öğr. Üyesi çok değerli Doç. Dr. Ummahan ÇETİN KARACA Hocama ayrıca yine laboratuar çalışmalarımda yardımlarını gördüğüm Öğr. Gör. Nesim DURSUN ve Öğr. Gör. Dr. Hamza NEGİŞ'e ve hem materyal sağlamamda hem de verdiği bilgilerle bana çok yardımları olan Tarla Bitkileri Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Süleyman SOYLU Hocama teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca Yüksek Lisans Tezimde verdiği maddi destek için Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordünatörlüğüne ve tezimde kullandığım mısır tohumlarının teminini sağlayan Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan aileme de sonsuz teşekür ederim.

Marfaa Hasan Mahmood MAHMOOD

KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....iv

ABSTRACT.....v

ÖNSÖZ.....vi

İÇİNDEKİLER..... vii

SİMGELER VE KISALTMALAR.....x

1. GİRİŞ.....1

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....2

2.1. Mısır bitkisi ile ilgili bilgiler.....2

2.2. Mikoriza ile ilgili çalışmalar 4

2.3. Fosfor.....6

3. MATERYAL VE YÖNTEM.....9

3.1. Materyal 9
3.1.1. AMF sporu 9
3.1.2. Mısır tohumu.....10
3.1.3. Deneme toprağı.....11
3.1.4. Denemede kullanılan toprak özellikleri.....11
3.1.5. Denemede kullanılan kimyasal gübre.....13
3.1.6. Denemede kullanılan saksı.....13
3.2.Metot.....13
3.3. Denemede Yapılan Analizler.....15
3.3.1. Deneme toprağında hasat sonrası yapılan analizler.....15
3.3.1.1. Toprak reaksiyonu (pH).....15
3.3.1.2. Elektriksel iletkenlik (EC).....15
3.3.1.3 Organik madde.....15
3.3.1.4. Kireç (% $CaCO_3$).....15
3.3.1.5. Toplam N.....15
3.3.1.6. Bitkiye yarayışlı fosfor.....15
3.3.1.7. Değişebilir Ca, Mg, Na, K.....15
3.3.1.8. Alınabilir (Yarayışlı) B.....15
3.3.1.9. İz elementler.....15
3.3.1.10.Yapılan bazı mikrobiylojik analizler.....16
3.3.1.10.1.Mikoriza sporlarının izolasyonu ve sayımı 16
3.3.1.10.2.Toprakta mikrobiyal solunum 16
3.3.1.10.3.bakteri izolasyonu ve sayımı.....16

3.3.1.10.4.Mantar izolasyonu ve sayımı 16
3.3.2. Mısır Bitkisinde hasat sonrası yapılan analizler.....17
3.3.2.1. Mısır bitkisinintoprak üstü ve kök aksamlarında yapılan besin element analizleri.....17
3.3.2.2Mısır bitkisinde hasat sonrası yapılan ölçümler.....17
3.3.2.2.1.Üst aksam yaş ağırlığı (g).....17
3.3.2.2.2.Kök yaş ağırlığı (g).....17
3.3.2.2.3.Üst aksam kuru ağırlığı (g).....17
3.3.2.2.4.Kök kuru ağırlığı (g).....17
3.3.3. Yapılan bazı mikrobiyolojik analizler.....18
3.3.3.1. Köklerin mikorizal enfeksiyon için boyanması.....18
3.3.3.2. Mikoriza sporlarının izolasyonu ve sayımı.....19
3.4. İstatistiksel analizler.....19

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....20
4.1.Deneme toprağında hasat sonrası yapılan bazı analizler.....20
4.1.1.Deneme toprağına ait pH sonuçları.....20
4.1.2.Deneme toprağına ait EC sonuçları 21
4.1.3.Deneme toprağının ait kireç ($CaCO_3$) değerleri.....22
4.1.4.Deneme toprağına ait Azot (N) değerleri.....23
4.1.5.Deneme toprağına ait organik madde (O.M.) değerleri.....24
4.1.6.Deneme toprağının bazı mikro ve makro besin element analiz sonuçları.....25
4.1.6.1.Deneme toprağının Fosfor (P) içeriği.....25
4.1.6.2.Deneme toprağının Potasyum (K) içeriği.....26
4.1.6.3.Deneme toprağının Kalsiyum (Ca) içeriği.....27
4.1.6.4.Deneme toprağının Magnezyum (Mg) içeriği.....28
4.1.6.5.Deneme toprağının Bor (B) içeriği.....29
4.1.6.6.Deneme toprağının Demir (Fe) içeriği.....30
4.1.6.7.Deneme toprağının Bakır (Cu) içeriği.....31
4.1.6.8.Deneme toprağının Mangan (Mn) içeriği.....32
4.1.6.9.Deneme toprağının Çinko (Zn) içeriği.....33
4.1.6.10. Deneme toprağının mikoriza soprlarının izolasyon ve sayımı 34
4.2.Hasat sonrası mısır bitkisinin bazı büyüme parametreleri ve bitki besin element analiz sonuçlarına ait değerler aşağıda verilmiştir.....36
4.2.1.Hasat sonrası mısır bitkisinde ölçülen bazı büyüme parametrelerine ait değerler.....36
4.2.1.1.Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki boyuna ait değerler.....36
4.2.1.2.Farklı Mısır çeşitlerinde belirlenen üst aksam yaş ağırlığı değerleri.....37
4.2.1.3.Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen üst aksam kuru ağırlığı ortalama değerleri.....38
4.3.Hasat sonrası mısır bitkisinin yeşil aksamına ait bazı makro ve mikro besin elementi analiz sonuçları.....39
4.3.1. Mısır bitkisi üst aksamı Fosfor (P) içeriğine ait analiz sonuçları.....39
4.3.2. Mısır bitkisi üst aksamı Potasyum (K) içeriğine ait analiz sonuçları.....40

4.3.3. Mısır bitkisi üst aksamı Kalsiyum (Ca) içeriğine ait analiz sonuçları.....42
4.3.4. Mısır bitkisi üst aksamı Magnezyum (Mg) içeriğine ait analiz sonuçları....43
4.3.5. Mısır bitkisi üst aksamı Demir (Fe) içeriğine ait analiz sonuçları.....44
4.3.6. Mısır bitkisi üst aksamı Bakır (Cu) içeriğine ait analiz sonuçları.....46
4.3.7. Mısır bitkisi üst aksamı Mangan (Mn) içeriğine ait analiz sonuçları.....47
4.3.8. Mısır bitkisi üst aksamı Çinko (Zn) içeriğine ait analiz sonuçları.....48
4.4. Hasat sonrası mısır bitkisi köklerinde ölçülen bazı gelişim parametrelerine ait değerler.....49
4.4.1. Mısır bitkisi kök uzunluğu.....49
4.4.2. Msır bitkisi kök yaş ağırlığı.....50
4.4.3. Mısır bitkisi kök kuru ağırlığı.....51
4.5. Hasat sonrası mısır bitkisi köklerine ait makro ve mikro besin element analiz sonuçları.....52

4.5.1.Mısır bitkisi kök Fosfor (P) içeriği.....52

4.5.2.Mısır bitkisi kök Potasyum (K) içeriği.....53

4.5.3.Mısır bitkisi kök Kalsiyum (Ca) içeriği.....54

4.5.4.Mısır bitkisi kök Magnezyum (Mg) içeriği.....55

4.5.5.Mısır bitkisi kök Demir (Fe) içeriği.....56

4.5.6.Mısır bitkisi kök Bakır (Cu) içeriği.....58

4.5.7.Mısır bitkisi kök Mangan (Mn) içeriği.....59

4.5.8.Mısır bitkisi kök Çinko (Zn) içeriği.....60

4.5.9.Hasat sonrası mısır kök infeksiyon oranı (%).....61

5. BULGULAR VE TARTIŞMA..... 62

5.1. Deneme toprağında yapılan bazı kimyasal ve biyolojik sonuçlarının değerlendirilmesi 62

5.2. Mısır bitkisi üst aksamına ait bazı ölçümler ve makro-mikro besin element analizlerinin değerlendirilmesi.....65

5.3. Mısır bitkisi köklerine ait bazı ölçümler, makro-mikro besin element analizleri ve kök infeksiyon oranının değerlendirilmesi.....68

6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....71

6.1.SONUÇLAR.....71

6.2.ÖNERİLER.....73

KAYNAKLAR.....74

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler ve Kısaltmalar

AMF : Arbusküler Mikorizal Fungus

AB : Arbüsküler Mikoriza

VA : Vesiküler-Arbüsküler

VAM : Vesiküler-Arbüsküler Mantar

O.M.: Organik madde

N : Azot

P : Fosfor

Ca : Kalsiyum

Mg : Magnezyum

Cu : Bakır

Fe : Demir

Mn : Mangan

Zn : Çinko

Na : Sodyum

K : Potasyum

B : Bor

KOH : Potasyum Hidroksit

NH_4OH : Amonyum hidroksit

H_2O_2 : Hidrojen Peroksit

N : Normalite

G : Glomus

H_2O : Su

EC : Elektriksel iletkenlik

mm : Milimetre

cm : Santimetre

m^2 : Metrekare

µ : Mikron

kg : Kilogram

g : Gram

% : Yüzde

ppm : Milyonda bir kısım

°C : Santigrat Derece

TUİK : Türkiye İstatistik Kurumu

FAO : Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

KDK : katyon değişim kapasitesi

DTPA : Dietilen Triamin Penta Acetic Asit

GDO : Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar

ICP : Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer

pH : Asitlik – bazlık derecesini ifade eden ölçü birimi

G1 : At dişi popülasyon mısır (Başlangıç materyali)

G2 : At dişi popülasyon (2 döngü tamamlanmış materyal)

G3 : At dişi popülasyon (4 döngü tamamlanmış materyal)

G4 : At dişi mısıra ait (DEKALB 5741) tohum.

1. GİRİŞ

Mısır, hemen hemen tüm dünyada geniş olarak yetiştirilen ve genetik çeşitliliği büyük olan ve çeşitli çevresel özelliklere uyum sağlayabilen en önemli tarla bitkilerinden biridir (Hayati ve ark., 2019). Mısır üretiminini ve verimliliğini etkileyen en önemli hususlar;, düşük toprak verimliliği, zayıf organik madde, çok düşük besin içeriği, özellikle azot (N), fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg) gibi, düşük pH, ve düşük baz değişim oranlarıdır (Halim ve Rembon, 2013). Arbusküler Mikorizal Mantarlar (AMF) bitkilerlele karşılıklı ilişki içerisinde olan simbiyotik mantarlardır (Akib, 2018). Bu mantarlar, bitkinin kök yüzey alanını genişletme rolüne sahiptir, böylece besin alımını, özellikle P alımını (Davamani ve Roy-Bolduc 2010) ve ayrıca H_2O alımını da artırır (Talanca, 2010). Bitkinin kuraklığa karşı direncini arttıran mikorizal hifler, bitki köklerinin nüfuz edemediği toprak gözeneklerindeki suyu emebilir (Santoso, 2007) ve bitki fosfor ihtiyacının yaklaşık % 50'sini, azotun % 40'ını ve potasyumun % 25 karşılar (Setiadi, 1996). Mısır, dünyada ıslah çalışmalarının en yoğun şekilde sürdürüldüğü bitki olma özelliğini taşımaktadır. Yabancı döllenen bir bitki olan mısırın düşük verimli köy çeşitlerinin diğer bir deyimle; doğal popülasyonların tüketimi sadece yöresel bazda kalmıştır. Ancak hibrid çeşitlerin geliştirilmesiyle, geniş üretim alanlarında köy çeşitleri yerlerini hibrid çeşitlere bırakmıştır. Mısırın piyasadaki boyutunda hibrit tohum varlığı baskın durumda iken, mısırın eski türlerinin yani doğal popülasyonların varlığında ise topraktaki mikroorganizmalarının faaliyetlerinin daha baskın olması ise manidardır. Özellikle toprakta fosforun çözünmesi ve bitkiye taşınmasında bitki kökleri ile önemli bir birliktelik (ortaklık) oluşturan Arbusküler Mikorizal Mantar (AMF) yapıların melezleme çalışmalarına maruz kalmamış doğal popülasyon mısır kökleri ile infeksiyon yeteneklerinin daha yüksek olmasınabağlı olarak topraktan kaldırdığı fosfor miktarının daha fazla olması oldukça dikkat çekicidir. Ayrıca mikorizal olan bitkilerin olmayanlara göre maksimum büyümeye ulaşabilmek için daha düşük seviyelerde toprak fosforuna ihtiyaç duymaları ise bitkisel üretimde kullanılacak fosforlu gübre dozunu azaltması sebebi ile çok önemlidir. Bu konular dikkate alındığında bitkiler tarafından fosforun alımında önemli bir engel olan kireçli toprak koşullarında saf hat mısır tohumlarının, hibrit mısır tohumlarına kıyasla topraktaki arbusküler spor varlığı ile olan etkileşimi ve bu etkileşimde hangisinin daha baskın olduğunu belirlemek için yapılmıştır. Ayrıca toprağa yarayışlı fosforunun bitki tarafından alımında AMF sporlarının etkisi de belirlenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Arbusküler mikorizal mantarlar (AMF), konukçu bitkilerinin köklerini kolonize eden mantarlardır (Parniske, 2008; Smith ve Read, 2008; Bonfante ve Genre, 2010). Doğal ve tarımsal ekosistemlerde yaygın olarak bulunan ve toprak rizosferindeki en 'mikrobiyal simbiontlardır (Smith ve Read, 2008). Mikorizal ortak yaşam karasal ekosistemlerde birçok gelişmiş bitki türleri ile kurulabilmekte olup, bazı bitkiler açısından mikorizal ortak yaşam bitkinin çeşidi, yetiştiği toprak ve toprak içerisindeki besin elementi durumuna göre zorunlu bir hal almaktadır. Birçok tarla bitkisi için olduğu gibi mısır bitkisi için de mikorizal ortak yaşam kısmen gerekli bir yaşamı ifade eder. Özellikle AMF sporu üretimlerinde üzerinde kolay işlem yapılması, infekte olduğu zaman köklerin sarımtırak bir renk alması gibi bazı kolaylıklar oluşturması sebebi ile mısır bitkisi çok kullanılan bir materyal haline gelmiştir. Yani mısır ve AMF birlikte uyumlu çalışma gösteren bir ikilidir. Bu bağlamda çalışmamızda farklı saf hat ve aynı genotipe ait hibrit mısır tohumlarına aşılanan AMF sporlarının bu tohumlar arasındaki mikorizal bağımlılık oranını ortaya koyarak, bu ortak yaşamda AMF'nin bitkinin fosfor alımı üzerinde etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.1. Mısır bitkisi ile ilgili bilgiler

Mısır bitkisi dünya geneline bakıldığında 161.821.251 ha ekim alanı 521.78 kg/da verime sahip olup 844 milyon tonluk üretimi iler tahıl üretiminde birinci sıradadır. Ülkemizde ise 593.552 hektar ekim alanı, 726.1 kg/da verimi ve 4.310.000 ton üretim miktarı ile buğday ve arpadan sonra gelmektedir (Anonymous, 2012). Geçtiğimiz yirmi yılda dünyada mısır ekim alanı %20, mısır üretimi %71, mısır verimi ise %42'lik artış göstermiştir. Ülkemizde ise mısır ekim alanında %16, mısır üretiminde %112, mısır veriminde ise %97'lik bir artışın olduğu görülmüştür. Bu verim artışının en önemli sebebi ise, yetiştirme tekniklerinin son yıllarda çok gelişmesi ve yüksek verim kapasitesi olan melez türlerin ekiminin yaygınlık kazanmasıdır (Anonymous, 2012). Türkiye'de mısır bitkisi başta Akdeniz, Karadeniz ve Marmara Bölgeleri olmak üzere tüm bölgelerde yetiştirilmektedir. Mısır, besin maddeleri bakımından zengin bir içeriğe sahip olup, insanların ve hayvanların beslenmesinde önemli bir role sahiptir. Ayrıca nişasta bazlı şekerlerin yanı sıra yem, nişasta ve yağ sanayisinde hammadde olarak kullanıldığı için de oldukça öneme sahip bir üründür. Türkiye'de üretilen mısırın hemen hemen hepsi iç piyasada tüketilmektedir. Özellikle entansif hayvancılığın gelişmesiyle birlikte yem sanayisinde mısır ihtiyacının artması ve hibrit tohumluk kullanımının

yaygınlık kazanması neticesinde mısır üretiminde artış sağlanmıştır. Mısır, entansif tarım koşullarında yetiştirilmek için oldukça elverişli bir bitkidir. İnsan beslenmesinde de doğrudan ve dolaylı şekilde kullanılması bakımından da oldukça önemlidir. Mısırın kullanım alanı oldukça geniştir. Çerezlik, konserve, gevrek, ekmek ve çeşitli fırın ürünleri olarak insanların besin ihtiyacı için kullanılırken, konsantre yem kaynağı olması sebebiyle de kanatlı ve besi hayvanlarının rasyonlarına katılmaktadır (Sade, 2002). Dünya genelinde yetiştirilen mısır yedi gruba ayrılmaktadır, Bunlar; şeker mısır, unlu mısır, kavuzlu mısır, at dişi mısır, cin mısır ve mumlu mısırdır. Bu sıralananlar içerisinde ise en fazla yetiştirilen tür, sert mısır ile at dişi mısırdır. Şeker mısır ile cin mısır çeşidi ise çoğunlukla çerezlik olarak tüketilen mısır çeşitleridir. Diğer mısır çeşitlerinin ekonomik anlamda çok değeri bulunmamaktadır (Elçi, 1987). 2018 yılı FAO verilerine bakıldığında Dünya mısır üretiminin son beş piyasa yılı zarfında 1 milyar tonluk seviyeyi koruduğu görülmektedir. Konya şartlarına uygun mısır çeşitlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırmada, ülkesel mısır entegre ürün yönetimi projesi kapsamında geliştirilen tek melez mısır genotiplerinin performansları değerlendirilmiş ve dane verimi ile bazı bitkisel özellikler incelenmiştir. Araştırmada kullanılan çeşitler, daha önceki senelerde öne çıkan materyallerden oluşmasına rağmen 2011 senesinde farklı bir performans tablosu ile karşılaşılmış ve bu durum, iklim ile çevre faktörlerinin çeşit geliştirme üzerinde çok önemli olduğunu göstermiştir. İncelenen özellikler yönüyle 21 tek melez mısır genotiplerinden ADA 9.10, ADA 9.4, ADA 9.7, ADA 6.15 ve ADA 9.8'in bölge koşulları için uygun oldukları sonucuna varılmıştır (Tezel ve ark., 2012).

Bitki türleri arasında P alım oranı veya akışı bakımından farklılıkların olduğu kadar, özellikle bitkilerin gelişim aşamaları arasında da P alımı açısndan farklılıklar bulunmaktadır. Bhadoria ve ark. (2004). Tüm canlı organizmalar ve bitkiler için önemli olan esaslı bitki besin elementlerinden birisi olan fosfor, bitkilerde organik ve inorganik bileşikler halindebulunmakta (Blair, 1993) ve bitki kuru ağırlığının yaklaşık % 0.3-0.5'ini oluşturmaktadır (Schachtman ve ark., 1998; Ragothama, 1999; Rausch and Bucher 2002). Bitkiler, toprak çözeltisinden fosfor elementini çoğunlukla H 2 PO^{-4} ve $HPO^{=4}$ şeklinde absorbe etmektedirler (Ragothama, 1999; Hinsinger, 2001; Rausch and Bucher 2002; Dodor ve ark., 2003; Vance ve ark.,2003). Fosfor, bitki bileşiminde, enerji transferi gibi hayatsal bir fonksiyonunun olmasının yanısıra nükleik asitler, koenzimler, nükleotidler, fosfoproteinler, fosfolipidler ve şeker fosfatlar gibi önemli işlevlerde gerekli olan birçok enzim içinde mutlak bulunması

gereken bir elementtir. (Schactman ve ark., 1998; Rahothama, 1999; Rausch and Bucher 2002; Vance ve ark., 2003). Fosforun özellikle mısır gelişimi üzerine etkisini araştıran Iqbal ve Chauhan (2003) bitki gelişimini ve verim bileşenlerini etkileyen esas faktörün fosfor olduğunu belirterek, yaptıkları araştırmada mısır dane veriminin, yaprak uzama oranı ve yaprak alan indeksinin uygulanan fosfor dozu ile birlikte sırasıyla pozitif korelasyon göstererek (r=0.740, 0.806 ve 0.814) değiştiğini, bu yaprak bileşenlerindeki artışla beraber bitkinin fotosentez oranında da artışların olduğunu belirtmişlerdir. Mısırda klasik olarak yapılması gereken gübrelemelerin çeşitli etmenlere bağlı olarak değişmekle birlikte 8-10 kg/da olduğu ve gübrenin tamamının tohum yatağına mibzerle verilmesi gerektiği bildirilmiş olup, Fosfor noksanlığında bitkilerin özellikle kuru ağırlıklarında ve yaprak alanlarında önemli bir azalma söz konusu olacağı, noksanlık ile birlikte bitki gelişimi ve fotosentezin de bundan olumsuz yönde etkileneceği bildirilmiştir (Rodriguez ve ark., 2000; Assuero ve ark., 2004).

2.2. Mikoriza ile ilgili çalışmalar

Arbüsküler mikorizal funguslar (AMF) doğal olarak yeryüzündeki bitkilerin % 90'ını infekte etmektedirler (Gadkar ve ark., 2001; Smith ve Read., 2008). Çoğu bitki türü ile simbiyotik ilişkiler geliştiren toprak mantarlarıdır (Johnson ve ark., 1997; Rodriguez ve Sanders 2014). Bu mantarlar bitki kökünü ve kökün etrafındaki toprağı kolonize eder ve konakçı bitkiye su sağlar aynı zamanda toprak çözeltisinden besinleri alabilir, onları taşıyabilir ve bitkiye aktarabilir. Böylece, AM mantarları bitkinin su stresi etkilerini hafifletmesine ve bitki büyümesini ve verimini artırmasına yardımcı olur. (Augé 2001; Ruiz- Lozano 2003; Busso ve ark., 2008; Sheng ve ark., 2008; Zhu ve ark., 2012). Arbuscular mikoriza mantarları, simbiyotik bitki köklerinden karbon bileşikleri ve diğer beslenme gereksinimlerini elde eder. (Barea ve Jeffries 1995; Smith ve Read 2008; Alizadeh ve Nadian 2010). Yapılan birçok çalışmada, özellikle düşük veya orta P içeriğine sahip topraklarda, AM mantarları tarafından kolonize edilmiş bitkilerde artan bitki P alımını rastlanmıştır (Liu ve ark., 2000).Mikoriza bitkinin bitki besin elementleri ve su alımını arttırarak bitki gelişimine olumlu katkı sağlar. Böylece bitki için kimyasal gübre kullanma ihtiyacı azalır. Ayrıca, kuraklık ve strese karşı da bitkiyi koruyarak bitkinin direncini artırır. Seralarda yapılan kontrollü şartlarda denemeler sonucunda mikorizal fungusun başta fosfor olmak üzere toprakta bitkilerin yavaş aldığı elementlerin alımını ciddi oranda artırdığı belirlenmiştir. Mikoriza, topraktaki sporları

ile ekosistemdeki bitkilerin nerdeyse % 90'ında infekte olabilmektedir. Mikorizal mantar, ürettiği hiflerle bitki kök yüzey alanını artırmakta ve kökten uzakta bitki için gerekli besin elementlerini dahi hifleri ile alabilmektedir. Hiflerin çapları ve hiflerin meydana getirdiği geniş yüzey alanlarının etkisi ve fosforun, mikoriza hiflerinin vakuollerinde polifosfat olarak biriktirilmesi ile ATP'ye alternatif bir enerji oluşturması, mikoriza hiflerinin besin elementlerinden fosforu etkin bir şekilde almasını sağlar (Smith ve Gianinazzi-Pearson, 1988). Mikorizanın bitki üzerinde ne kadar etkili olduğu etkisi ürettiği birim kuru madde ve birim kök uzunluğu başına alınan fosfor miktarı ile belirlenmektedir. Rizosfer tekniği ile yapılan ölçümlerde mikorizal mantar ile infekte olan bitkinin aldığı fosforun % 80'inin, çinkonun %25'inin, potasyumun %10'unun, azotun %25'inin ve bakırın %60'ının mikoriza hifleri aracılığı ile alındığı belirtilmektedir (Smith ve Gianinazzi-Pearson, 1988). AMF'nin bitkinin demir, mangan, kalsiyum, bor ve alüminyum alımında da etkili olduğu belirtilmektedir. AMF'nin toprakta olması, bitkilerle infekte olması toprağın verimliliğine ve ortamdaki fosfor konsantrasyonuna bağlı olarak değişim göstermektedir. Topraktaki fosforun düşük olması durumunda bazı bitkiler fosfordan daha iyi yararlanabilmek için AMF ile adaptasyon mekanizmaları geliştirmişlerdir, topraktaki fosfor seviyesinin yüksek olması durumunda ise AMF aktivitesi azalmaktadır, kökler infekte edilememekte ya da infekte edilse dahi besin maddesi alımı sağlanamamaktadır. AMF ile infekte olan bitkinin başta fosfor olmak üzere çeşitli besin elementleri alabilmesi üç kritere bağlıdır. Bu kriterler; toprak, fungus ve bitkidir. Bu üçü arasındaki ilişki besin elementlerinin alımının gerçekleşmesine yol açmaktadır. AMF'nin fosfor alımını artırması, bitkiye, topraktaki fosfor içeriğine ve fungusun infeksiyon etkinliğine bağlı olarak gerçekleşmektedir. Bu da genellikle bitki için gerekli besin maddelerinin topraktaki düzeyine, AMF'nin bitki ve toprak ortamı ile adaptasyonuna ve AMF'nin etkinlik kabiliyetine göre değişmektedir (Aydın, 2006). Gerçekleştirilen bir çalışmada tarla koşullarında AMF sporları ile bitki kökleri arasındaki yaşamsal ilişkinin mısır kalitesi ve verimliliği üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada tarımsal açıdan önemli olan Arbüsküler Mikorizal Fungusları (AMF) bir karışım olarak içeren "Endo-Roots" ticari isme sahip bir preparattan yararlanılmıştır. Neticede mısır bitkisinin yeşil aksam veriminde diğer kontrol bitkilerine göre önemli bir değişiklik görülmezken, dane verimi ile mikoriza uygulamasından olumlu sonuç alındığı belirtilmiştir. Koçan veriminde de olumlu bir değişimin olduğu saptanmıştır (Çetinkaya ve Dura, 2010). Sönmez ve ark, (2016)'nın yaptıkları çalışmada beş farklı biyogübreyi mısır bitkisinin yetiştirildiği killi tın tekstüre

sahip bir toprağa uygulamışlar ve agrerat oluşumunu takip etmişlerdir. 90 günlük inkübasyon müddeti neticesinde, biyogübre uygulamaları sayesinde makro–agregaların arttığı görülmüştür. Sonuç olarak, biyogübrelerin, toprak ıslahı ve verimliliğinin artırılmasında üreticilerin tercih eder duruma gelmeleri için yeterli düzeyde araştırmanın yapılması oldukça önemlidir. Ayrıca uygulanan ortama kolaylıkla adapte olabilen mikroorganizmaların seçilerek çoğaltılması, tarla ve sera şartlarındaki etkinlik düzeyinin kısa ve uzun dönemli araştırmalar ile belirlenmesi ve pratiğe kazandırılması da ciddi ehemmiyet taşımaktadır. Mısır bitkisi fosfor eksikliği yaşadığında kök gelişimini artırarak kök/gövde oranını artırır. Böylece fosfordan daha etkin biçimde faydalanır (Ahmad ve ark., 2001). Mısır bitkisinde yaprak alan indeksi de fosfor eksikliğinden etkilenen bir başka parametredir. Mısır bitkisindeki toplam yaprak alanı fosfor stresi altında düşerek, fotosentezde azalmalar ortaya çıkmakta, yaprak alanı düştüğünden ötürü de mısır bitkisinin gelişimi negatif anlamda etkilenmektedir (Colomb ve ark., 2000; Rodríguez ve ark., 2000).

2.3. Fosfor

Toprakların genelinde bulunan fosfor hareketsizdir ve bitkilerin faydalanabileceği oran çok düşüktür. Hâlbuki bitkiler için fosfor oldukça önemli bir besin maddesidir. Toprakta yer alan toplam fosfor içeriği azot ya da potasyum gibi diğer bitki için gerekli besin maddelerine nazaran çok düşük miktarda yer almaktadır (Kırtok, 1998). Bitki dokularında yer alan fosforun kuru ağırlığı % 0.3 ile % 0.5 arasında değişme göstermektedir (Schachtman ve ark., 1998). Mısır bitkisi ihtiyacı olan fosforu kökleri ile topraktan H_2PO_4 ve HPO_4 şeklinde absorbe etmektedirler. pH oranı düşük topraklarda H_2PO_4 iyonu konsantrasyonunda artış görülürken, pH oranı yüksek topraklarda ise HPO_4 iyonu konsantrasyonunda artış görülmektedir (Kırtok, 1998; Güzel ve ark, 2002). Topraklarda bulunan fosfor bitki kökleri tarafından absorbe edildiğinde, toprak çözeltisinin P konsantrasyonunda oluşan azalma, toprakta organik ve inorganik toprak fosforu tarafından tamponlanmaktadır. Toprakların fosfor tamponlanma gücü bilhassa çevre ile barışık gübreleme sistemi açısından çok önemlidir (Ehlert ve ark, 2003). Yapılan bir çalışmada araştırmacılar, bitkinin aldığı toplam fosforun % 23-34'ünün inorganik kaynaklardan, % 48-59'unun ise organik kaynaklardan sağlandığı ve mikorizal hiflerin bitkilerin topraktan fosfor almasını artırdığını belirtmişlerdir (Tarafdar ve Marschner, 1994). Toprakta bulunan fosforun çoğunluğu çözünemeyen bileşiklerden meydana geldiğinden toprakta bulunan fosforun yalnızca %1'lik hatta

daha düşük bir kısmı bitkilerin kullanabileceği şekildedir (Brohi ve ark., 1994). Topraklarda yer alan fosforun hızlı şekilde dönüştüğü ve fosforun toprakta bulunan kalsiyum fosfatlar, alüminyum oksitler ve yüzey altındaki ve derinliklerindeki demir bileşiklerince çökelerek faydasızlaştığı belirtilmektedir (McDowell, 2003; Bertrand ve ark., 1999; Scherer, 2002; Alam ve Ladha, 2004; Daroub ve ark., 2003; Pardo ve ark., 2003,). Yapılan bazı çalışmalara göre, kurak ve yarı kurak iklim şartlarında fosfor yüksek miktarlarda Ca-fosfatlar şeklinde tutulmaktadır ve bilhassa düşük organik madde içeriği, yüksek pH ve karbonat fosforun çökelerek bitkiler açısından faydalılık oranının düşmesine yol açmaktadır (Sardi ve Csatho, 2002; Braschi ve ark., 2003; Gahrooee, 2003). Fosfor, azottan sonra bitkiler için en gerekli olan makro besin elementidir. Fakat toprak şartlarının elverişsizliği sebebiyle bitki tarafından alımı kısıtlı olabilir. AMF ile infekte olan bitki, rizosfer pH'sını değiştirerek fosfor başta olmak üzere çeşitli besin elementlerinin alımını artırmaktadır (Li ve ark., 1991; Ortaş, 1994). Tarla bitkileri üzerine yapılan araştırmalarda bu bitkilere AMF uygulanması sonucunda bitkilerin verimliliğinin arttığı tespit edilmiştir. Bunun sebebi, fungus hifleri ile bitkilerle simbiyotik bir yaşama geçerek bitki kökünün erişemediği yerlerdeki besin elementlerini, fosforu suyu köklere taşımalarıdır (Marschner, 1993; George, 1992). Tarla koşullarında değişik fosfor seviyelerine sahip AMF, *G. intraradices* ile aşılandıkları buğdayın gelişimi ve verimliliği araştırılmıştır. Ulaşılan sonuçlara göre, aşılanan bitkilerin diğer bitkilere nazaran kuru madde ağırlığının ve verimliliğinin daha yüksek olduğu fark edilmiştir (Mohammad ve ark., 2004). Topraktaki fosfor konsantrasyonu ile AMF infeksiyon arasında negatif bir ilişki söz konusudur. Yapılan araştırmalarda topraktaki fosfor konsantrasyonu artınca kök infeksiyon yüzdesinin azaldığı anlaşılmıştır (Curtis, 1999; Uyanoz ve Karaarslan, 2011; Karaarslan ve Uyanöz, 2010; Amijee ve ark., 1989; Koide ve Li, 1990; Schubert ve Hayman, 1978; Koide, 1991). AMF rizosfer bölgesindeki mikrobiyal aktiviteyi artırmaktadır. Şöyleki, *Glomus fasciculatum*'un rizosfer bölgesindeki aktinomiset yoğunluğunu % 350-400 arttırdığını bulmuştur (Bagyaraj, 1991). Fosfor eksikliği yaşayan mısırın genotipik farklılıklarından ötürü fosfor kullanımının farklı olduğu ve fosfor eksikliği durumunda kök ağırlığını artırıp kök salgıları (sitrat, malat, asit-fosfataz) ile bitki için faydasız haldeki fosfor bileşiklerinin çözünürlüklerini artırarak alabildikleri bilinmektedir (Neumann ve Romheld, 1999; Grimal ve ark., 2001; Yum ve ark., 2001).

Li ve ark. (2004) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmaya göre, fosfor eksikliği durumunda mısır bitkisinin kök uzunluğu % 24 civarında artmakta ve organik fosforun

uygulandığı veya fosfor uygulanmayan şartlar ile ile KH_2PO_4 formunda fosfor uygulanan şartlar kıyaslandığında kültür mısır ve nohut mısır üretiminde köklerden % 82 daha fazla asit fosfataz salgılanmaktadır. Topraklardaki fosfor miktarı ne kadar yüksek solursa olsun, bitkilere faydalı olabilecek fosfor konsantrasyonu çok kısıtlıdır. Her sene toprağa uygulanan fosforlu gübreler, ortalama % 80-85 civarında topraklarda adsorpsiyon ve çökelme yoluyla ya da organik bileşikler meydana getirdiğinden dolayı bu durum oluşmaktadır (Holford, 1997; Schachtman ve ark., 1998; Richardson, 1994; Abel ve ark., 2002; Daroub ve ark., 2003; Leytem ve Westermann, 2003; Shibata ve Yano, 2002; Zhu ve ark., 2003; Korkmaz ve ark., 2004; Shin ve ark., 2004). Topraklarda 170'ten fazla fosfor bileşiğinin yer aldığı bilinmektedir (Holford, 1997). Toprakta fosfor (P), organik ve inorganik (P) olmak üzere iki formda yer almaktadır (Chacon ve dezzo, 2004). Gerçekleştirilen çalışmalarda topraklarda bulunan fosforun yaklaşık %20-80'inin organik fosfordan meydana geldiği belirtilmektedi (Ron Vaz ve ark., 1993; Richardson, 1994; Condron, 2003; Oehl ve ark., 2004). Topraklardaki bitkiler için yararlı fosfor miktarının düşük olması, fosfor kullanımın ise her geçen gün daha da artması, bitki yetiştirilmesinde gerekli fosfor rezervlerinin gün geçtikçe azalmasına yol açmaktadır (Gahoonia ve ark., 1999). Bitkiler için gerekli diğer besin elementlerinden farklı olarak toprağa uygulanan fosforlu gübrenin büyük bir miktarı bitkilerin faydalanamayacağı bir şekildedir. (Holford, 1997; Richardson, 1994; Daroub ve ark., 2003; Leytem ve Westermann, 2003; Shibata ve Yano, 2003; Zhu ve ark., 2003; Shin ve ark., 2004). Bulunduğumuz iklim kuşağı, coğrafya ve jeolojik yapısı gereği topraklarımızda düşük organik madde içerikleri, yüksek pH, yüksek kil ve kireç bulunmaktadır (Dinç ve ark., 1988). Toprağın bu kimyasal özelliği fosforun bitkilere faydalılık oranı ciddi ölçüde düşürmektedir (Mengel ve Kirkby, 1987; Rodriguez ve ark., 2000; Gallet ve ark., 2003; Fransson ve ark., 2003). Yeryüzündeki fosfor miktarına bakıldığında yer kürenin üst kabuğunda ortalama % 0.1 (Brinck, 1978) topraklarda ise % 0.06 (Lindsay, 1979) oranında olduğu belirtilmektedir. Tarım topraklarındaki fosfor miktarının oldukça düşük miktarda olması, bulunan miktarın ise büyük kısmının topraklarda farklı şekillerde reaksiyona girmesi sonucu demir, alüminyum oksit ve kalsiyum fosfatlar tarafından bitkilerin faydalanamayacağı formlarda tutulması sebebiyle, gereksinim duyulan oldukça mühim bir makro besin elementidir (Bertrand ve ark., 1999; Lu ve Cooner, 1999; McGechan ve Lewis, 2002; Dodor ve ark., 2003; Gallet ve ark., 2003; Alam ve Ladha, 2004).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma S.Ü. Ziraat Fakültesi Dekanlığı'na ait bulunan kontrollü olmayan koşullara sahip cam bir serada yürütülmüştür. Deneme süresince bitkilerin yetiştirildiği seranın sıcaklık değerleri termometre cihazıyla, nem değerleri ise higrometre cihazıyla ölçülerek ortalama değerleri 22.41 ºC ve %41.39 olarak belirlenmiştir. Yüksek Lisans Tezi olarak planlanıp yürütülmüş olan bu çalışma 2 farklı fosfor dozu (0-100 mg kg^{-1}), 2 farklı AMF spor aşılaması (+AMF sporu, -AMF sporu), 4 mısır genotipi (Populasyon ıslahı ile geliştirilmiş 3 adet at dişi saf hat ve bir adet hibrit çeşit) materyal ve uygulamaları ve ile 4 tekerrür olacak şekilde toplam 64 saksı ile kurulmuştur ve yürütülmüştür.

3.1. Materyal

Çalışmada kullanılan toprak, bitki, ticari mikrobiyal ve ticari kimyasal gübre materyaline ait özellikler hakkında aşağıda bilgi verilmiştir.

3.1.1. AMF sporu

Denememizde mikrobiyal gübre olarak içeriğinde 10000 adet/50 g AMF spor ihtiva eden SHUBHODAYA ticari isimli mikrobiyal gübreden saksı başına 200 adet AMF sporu gelecek şekilde 1'er g verilmiştir. Denemede kullanılan mikrobiyal gübreye ait görseller Şekil 1 ve 2'de verilmiştir.





Şekil 1. Denemede kullanılan ticari mikrobiyal gübre.

Şekil 2. Denemede saksılara verilmek üzere tartılan AMF gübresi.

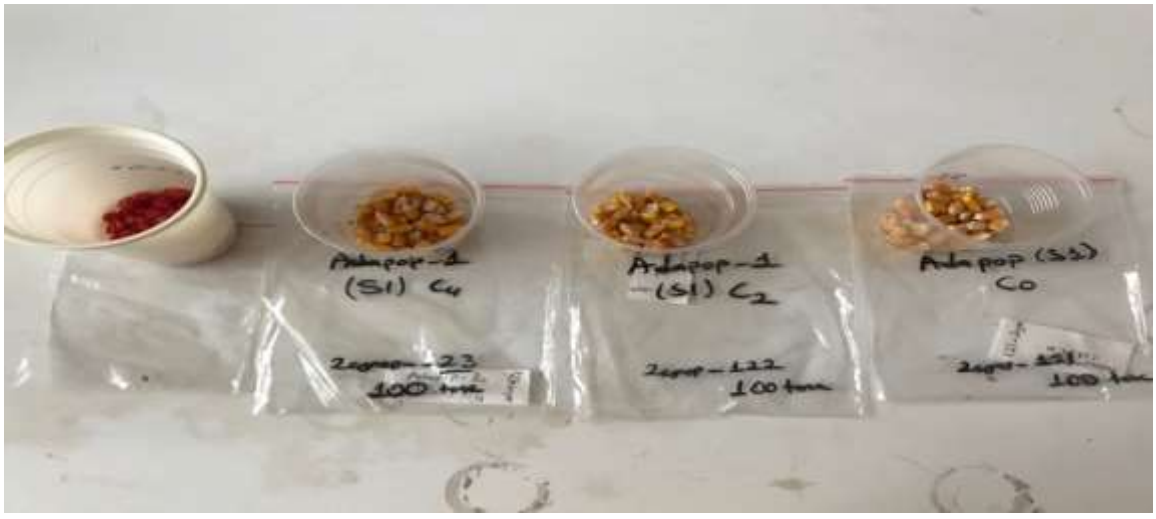
3.1.2. Mısır tohumu

Denemede kullanılan mısır bitkisi tohumları Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Araştırmada kullanılan mısır hatları; ADA mısır popülasyonu üzerinde yürütülen popülasyon ıslahı farklı dönemlerdeki ıslah çalışma döngülerinden elde edilmiş hatlardır. Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsünde yürütülen populasyon ıslahında uygulanan yöntem "S1 Tekrarlamalı Seleksiyon Yöntemi" olup bu yönteme göre başlangıç materyaline Adapop 1-C_0, 1 döngü tamamlamış materyale Adapop1(S_1)-C_1, 2 döngü tamamlamış materyale Adapop1(S_1)-C_2, 3 döngü tamamlamış materyale Adapop1(S_1)-C_3, 4 döngü tamamlamış materyale Adapop1(S_1)-C_4 ve bu şekilde devam ettirilerek tanımlanan adlandırılma sistemine göre bir kodlama verilmiştir. Her ıslahta bir döngü 3 yıl sürmekte olup; 6 döngüden sonra yaklaşık 20 yılda tekrarlamalı seleksiyon yöntemi ile populasyon ıslahı tamamlanmış olmaktadır. Kullanılan populasyonla mısırda protein, methionin ve lizin artşına gidilmiştir.

Çalışmamızda bu populasyonun başlangıç materyali Adapop1-C_0 (G1), 2 döngü tamamlanmış materyali Adapop1(S_1)C_2 (G2) ve 4 döngü tamamlanmış materyali Adapop1(S_1)-C_4 (G3) mısır hatları kullanılmıştır. Ayrıca aynı piyasada ticari olarak satılan ve Ülkemizde yaygın ekimi yapılan atdişi hibrit mısır çeşidi (DEKALB DKC 5741) (G4) ait tohumlarda materyal olarak kullanılmıştır

- G_1 At dişi popülasyon mısır (Başlangıç materyali)
- G_2 At dişi popülasyon (2 döngü tamamlanmış materyal)
- G_3 At dişi popülasyon (4 döngü tamamlanmış materyal)
- G_4 At dişi mısıra ait (DEKALB 5741) tohum.

Denemede kullanılan mısır tohumlarına ait görüntüler, Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan mısır tohumları.

3.1.3. Deneme toprağı

Deneme için gerekli olan toprak örneği Selçuk Üniversitesi Kampüs yerleşkesinden 3.21.2019 tarihinde, 38°1'35" K, 32°30'25" D koordinatlarında ve 1220 m rakıma sahip bir alandan alınmıştır Şekil 4'de deneme toprağının alındığı alana ait bir görsel sunulmaktadır.



Şekil 4. Deneme toprağının örneklendiği yer.

3.1.4. Denemede kullanılan toprak özellikleri

Denemede kullanılan toprak örneği 4 mm'lik elekten elenerek kullanılmıştır. Toprak örneklerinin deneme öncesi bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik analizleri uygun metotlarla yapılmıştır. Denemede kullanılan toprağa ait bazı analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge sonuçlarından da görüldüğü gibi deneme toprağının pH'sı 8.2 olup, "hafif alkalin"(Richards, 1954; Ülgen ve Yurtseven, 1974), EC değeri 280.6 µs/cm olup "hafif tuzlu" (Richards, 1954; Ülgen ve Yurtseven, 1974), organik maddesi 1.47 ile "az" (Ülgen ve Yurtsever, 1974) % kireç içeriği 37.1 ile "çok fazla kireçli" (Ülgen ve Yurtsever, 1974) sınıfına girmekte olup, tekstür sınıfı ise "Kumlu killi tın"dır (Ülgen ve Yurtsever, 1974), P 12 ppm olup "Az" (FAO, 1990), alınabilir K 24.13 ppm "Çok az", alınabilir Mg 24.32 ppm "Çok az", yine alınabilir Ca 1464.99 ppm "Yeterli", B 0.08 ppm "Yetersiz", Fe 1.59 ppm "çok az" (Lindsay ve Norwell, 1969), Cu 0.25 ppm "Az" (Follet, 1969), Zn 0.5 ppm "az" (FAO, 1990), Mn 3.72 ppm "orta" (FAO, 1990), tarla kapasitesi değeri % 0.24 toprak rutubet kapsamı ise 11.71 %, deneme toprağının spor sayımı ise 13 adet/10 g toprak olup, "orta" (Sharif ve Moavad, 2006) olarak belirlenmiştir, deneme toprağının fungus bakteri sayıları ise sırasıyla $5x10^3$ ve

$3x10^6$ adet/10 g toprak olarak, mikrobiyal solunum ise orta derecede düşük toprak aktivitesi olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Deneme kullanılan toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine ait analiz sonuçları.

% kum	39.84
% silt	54.56
% kil	5.6
Tekstür Sınıfı	Kumlu killi tın
pH (1:2,5 toprak: saf su)	8.2
EC µS/cm (1:5 toprak: saf su)	280.66
% Organik Madde	1.47
% $CaCO_3$	37.12
P (ppm)	12
K (ppm)	24.13
Mg (ppm)	24.32
Ca (ppm)	1464.99
B (ppm)	0.08
Fe (ppm)	1.59
Cu (ppm)	0.25
Zn (ppm)	0.5
Mn (ppm)	3.72
AMF spor sayısı	13 adet/10 g toprak
Bakteri sayımı sonuçları	$5x10^3$
Mantar sayımı sonuçları	$3x10^6$
Mikrobiyal solunum	10.45 mg CO_2/100 g FKT/24sa

Deneme toprağının analize hazırlanmasına ait görseller ise Şekil 5. ve 6'da verilmiştir.



Şekil 5. Deneme topraklarının 4 mm.lik elekten elenmesi.
Şekil 6. Elenmiş olan toprak örneklerinin 3 kg'lık saksılara doldurulması

3.1.5. Denemede kullanılan kimyasal gübre.

AMF çalışmalarında diğer gübrelere göre mikoriza ile daha sinerjistik bir etkileşim içerisinde olan (Youssef ve ark., 2017) yani AMF spor oluşturmada daha fazla olumlu etkisi bulunan MAP gübresinden (%61 P_2O_5 12-61-0) ($NH_4H_2PO_4$) 100 ppm P olacak şekilde 3 kg.lık saksılara 1,126 g tartılarak denemenin kurulmasından iki hafta sonra bitkilere iki farklı dozda (0-100 mg kg^{-1}) (saf suda eritilerek) verilmiştir.

3.1.6. Denemede kullanılan saksı

Denemede 3 kilogram kapasiteye sahip kahverengi saksılar kullanılmış olup, spor kaybını önlemek için saksı tabanlarına kaba filtre kâğıdı yerleştirilmiştir.

3.2. Metot

Bir sera çalışması olarak kurulan bu deneme 3 kg.lık saksılara 2 farklı P (dozu) (0-100 mg kg^{-1}), 2 farklı AMF spor uygulaması (+AMF sporu, -AMF sporu) ve 4 farklı mısır tohumu (3 adet hat, 1 adet hibrit tohumu) ile 4 tekerrür olacak şekilde toplam 64 saksı ile Tesadüf Parselleri deneme desenine göre 3 faktörlü bir deneme olarak yürütülmüştür..

Çalışmada doğal popülasyon ile hibrit mısır tohumlarından elde edilen AMF infeksiyon durumu ve buna bağlı olarak bitkide fosfor alımına ait verilerin kıyaslanması yapılmıştır. Denemede kullanılan mısır tohumlarına %5'lik Sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisi ile yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Tohumların sterilizasyonuna ait görseller ise Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Mısır tohumlarının %5'lik NaOCl ile yüzey sterilizasyonu.

Denemede kullanılan mısır tohumlarına topraktaki doğal AMF sporlarına takviye olarak ticari AMF sporları da (+AMF olan saksılara) tohum altına gelecek şekilde verilmiştir. Mısır tohumu toplam 64 saksının her birine 6 adet olacak şekilde 10 Nisan 2019 tarihinde ekilmiştir. Tohum ekimine ait görsel Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Mısır bitkisinin tohum ekim işlemi.

Tohum çıkışını takiben her saksıda 3 bitki kalacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Çimlenen bitkilere ait görseller, Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Seyreltilmesi yapılmış, iki haftalık mısır bitkilerinin genel görüntüsü.

Yaklaşık 10 hafta süren (70 gün) bu denemede mısırlar sapa kalkma döneminden önce 20 Haziran 2019'da toprak yüzeyinin 1 cm üzerinden eşit olarak kesilmek suretiyle hasat edilmiştir. Denemenin sonunda hasat yapılan bitkilerde bitki boyu, kök uzunluğu,

bitki yaş ağırlık ve kök yaş ağırlık ölçümleri yapılmış ve daha sonra bitki yeşil aksam ve kökler önce musluk suyuyla sonra saf suyla yıkanarak ve iki gün boyunca etüvde 70C° kurumaya bırakılmıştır. Tamamen kuruyan bitki yeşil aksamı ve kökleri önce hassas terazi kullanılarak kuru ağırlıkları ölçülmüş ve daha sonrada ICP cihazında analiz yapılması için öğütülerek, analize hazır halde getirilmiştir. Ayrıca köklerin bir kısmı kök infeksiyon oranını belirleyene kadar %20'lik alkol çözeltisi içerisine konulmuştur.

3.3. Denemede Yapılan Analizler

3.3.1. Deneme toprağında yapılan analizler (hasat öncesi-hasat sonrası)

3.3.1.1. Toprak reaksiyonu (pH) 1:5'luk toprak:su saf süspansiyonunda pH metre ile belirlenmiştir (Richards, 1954)

3.3.1.2. Elektriksel iletkenlik (EC) 1:5'luk toprak:su karışımında iletkenlik aleti (EC metre) kullanılarak tayin edilmiştir (U. S. Salinty Lab. Staff, 1954).

3.3.1.3. Organik madde Organik maddenin oksidasyonu esasına dayanan "Smith Weldon" yöntemi uygulanarak tayin edilmiştir (Smith ve Weldon, 1941).

3.3.1.4. Kireç (% $CaCO_3$) Sheibler kalsimetresi kullanılarak, kireç miktarı asit (1:3'lük HCl) ile karıştırılan toprak, kalsiyum karbonatın parçalanması sonucu açığa çıkan CO_2'in standart sıcaklık ve basınç altındaki hacmi esas alınarak belirlenmiştir (Hızalan ve Ünal, 1965).

3.3.1.5. Toplam N Kjeldahl yöntemine göre toprakların toplam azot miktarları belirlenmiştir (Bremner, 1965).

3.3.1.6. Bitkiye yarayışlı fosfor pH'sı 8.5 olan 0.5 M $NaHCO_3$ çözeltisinde ekstarkte edilebilen fosfor, molibdofosforik mavi renk yöntemine göre belirlenmiştir (Olsen ve ark., 1954).

3.3.1.7. Değişebilir Ca, Mg, Na, K (Kacar, 1997) tarafından bildirildiği şekilde 1 N amonyum asetat (pH=7.0) ile ekstrakte edilerek süzekteki Ca, Mg, Na ve K miktarı ICP-AES ile belirlenmiştir.

3.3.1.8. Alınabilir (Yarayışlı) B toprakta alınabilir bor miktarının belirlenmesinde bölgede bu zamana kadar yaptığımız çalışmalarda (Cart wright ve ark., 1983) tarafından bildirildiği şekilde 0.01 M $CaCl_2$ + 0.01 M Mannitol yöntemi ile belirlenmiştir.

3.3.1.9. İz elementler Toprak örnekleri dietilentriaminpentaasetikasit (DTPA) çözeltisinde ekstrakte edildikten sonra süzükteki Fe, Cu, Zn ve Mn, ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer) (Varian-Vista) aletinde okunmuştur (Lindsay ve Norwell, 1978)

3.3.1.10. Yapılan bazı mikrobiyolojik analizler

3.3.1.10.1. Mikoriza sporlarının izolasyonu ve sayımı Topraktaki sporların izolasyonu ile ilgili olarak birçok işlem ileri sürülmüş olup, en kolay ve pratik olanı toprak ve bitki kökleri ayırt edildikten sonra aşağıda belirtilen şekilde yıkama işlemlerinden geçirip, mikroskop altında tanımlamak ve sayısallaştırmaktır. Bu sistemdeki temel prensip toprak-su karışımının metal eleklerden geçirilmesi, gravitasyon esasına dayandırılır ve işlem aşağıda belirtildiği gibi yapılmıştır (Gerdeman ve Nicolson, 1963).

1. 100 g kuru toprak 500 ml'lik bir behere alınarak tartılmıştır,
2. Üzerine yeterli miktarda su ilave edilerek yaklaşık 30 dakika beklenmiştir.
3. 38-250 μm çapındaki elekler üst üste yerleştirilerek lavaboya yakın bir yere konulmuştur.
4. Toprak su süspansiyonu iyice karıştırılıp, bir iki dakika bekletildikten sonra eleklerden geçirilmiştir. Bu işlem çözeltideki su berraklaşana kadar devam etmiştir.
5. Eleklerin üzerinde tutulan sporlar ve toprak materyali 100 ml hacmindeki tüplere piset yardımıyla aktarılıp ve 5 dakika 2000 devir/da hızla santrifüj edilmiştir.
6. Tüplerdeki üst çözelti kısmı ortamdan uzaklaştırılıp, tüplerin dibindeki toprak, spor ve diğer maddeler %50'lik şeker çözeltisi ile yeniden süspanse edilerek 2000 devir/dakika hızda 1 dakika süre ile santrifüj edilmiştir.
7. Petri kutularına saf su ile aktarılan sporlar x90 büyütme ile stereo mikroskop altında sayıma alınmış ve sonuç adet spor/ 10 g toprak olarak ifade edilmiştir.

3.3.1.10.2. Toprakta mikrobiyal solunum Isermayer (1952)'in topraktan çıkan CO_2'in Baryum hidroksit tarafından tutularak $BaCO_3$ oluşturulması ve kullanılmayan bazın HCl ile geri titre edilmesine esasına dayanan metodu kullanılarak yapılmıştır.

3.3.1.10.3. Bakteri izolasyonu ve sayımı Koch Yöntemi ile yapılmıştır (Drews, 1983).

3.3.1.10.4. Mantar izolasyonu ve sayımı Koch Yöntemi ile yapılmıştır (Drews, 1983).

3.3.2. Mısır bitkisinde hasat sonrası yapılan analizler.

3.3.2.1. Mısır bitkisinin toprak üstü ve kök aksamlarında yapılan besin element analizleri

Yaklaşık 70 günlük bir vejetasyon periyodu sonunda bitkiler hasat edilerek, hasattan sonra bitkilerin toprak üstü aksamları ve köklerinde bazı makro ve mikro besin element analizleri yapılmıştır. Bitkinin toprak üstü aksamı ve kökleri tamamen temizleninceye kadar musluk suyu ile yıkandıktan sonra sırasıyla bir kez saf su, bir kez 0,2 N HCl çözeltisi, iki kez saf su ve bir kez de iyonize su ile yıkanarak, kaba filtre kâğıdı üzerinde fazla suları alınmıştır. Daha sonra kese kâğıdına ayrı ayrı konulan bitki kısımları 70ºC' de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kuruyan bitki örneklerinin toprak üstü ve kök kısımlarının ağırlıkları belirlendikten sonra bitkiler havanda öğütülmüştür. Öğütülen bitki örneklerinden 0,3 gram tartılıp 25 ml'lik balonjojeye aktarılarak, sülfürik asitle (H_2SO_4) yaş yakma esasına göre yakılmıştır. Soğuduktan sonra deiyonize su ile derecesine tamamlanarak elde edilen süzükler Whatman 42 filtre kâğıdından süzülerek berraklaştırılmış ve süzükteki bitki besin elementleri ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer) (Varian-Vista) cihazı ile belirlenmiştir (Lindsay ve Norwell, 1978).

3.3.2.2. Mısır bitkisinde hasat sonrası yapılan ölçümler

Mısır bitkisinde hasat sonrası bitki büyüme parametrelerini belirlemek için yapılan ölçümler.

3.3.2.2.1. Üst aksam yaş ağırlığı (g) Deneme saksılarındaki mısır yapraklarının yaş ağırlıkları hassas terazide (± 0,1 g) tartılarak belirlenmiştir.

3.3.2.2.2. Kök yaş ağırlığı (g) Deneme saksılarındaki mısır köklerinin yaş ağırlıkları hassas terazide (± 0.1 g) tartılarak belirlenmiştir.

3.3.2.2.3. Üst aksam kuru ağırlığı (g) Deneme saksılarındaki mısır yapraklarının kese kağıtlarına yerleştirilerek, sıcaklığı 60°C ayarlı etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmesi sonucunda duyarlı terazide (± 0.1 g) ölçülen kuru ağırlıkları alınmıştır.

3.3.2.2.4. Kök kuru ağırlığı (g) Yaş ağırlıkları saptanan mısır köklerinin kese kağıtlarına yerleştirilerek, sıcaklığı 60°C ayarlı etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmesi sonucunda duyarlı terazide (± 0.1 g) ölçülen kuru ağırlıkları alınmıştır.

3.3.3. Yapılan bazı mikrobiyolojik analizler

Hasat sonrası mısır bitkisinin köklerinde ve rizosfer bölgesinde yapılan bazı mikrobiyolojik analizler şunlardır:

3.3.3.1. Köklerin mikorizal infeksiyon için boyanması

Bitki kök örneklerinde mikorizal infeksiyon yüzdelerinin belirlenmesi için bitkiler (Koske ve Gemma, 1989) 'nın metoduna göre boyanarak mikroskop altında incelenmiştir.

Bu amaçla;

1. Boyama yapılan bitkinin kökleri, çoğunlukla genç ve beslenme kökleri olarak adlandırılan ince kökler 1 cm uzunluğunda kesilerek boyama tüpleri içerisine yerleştirilmiştir.
2. Bitki kökleri yerleştirilen tüplerin üzerine % 10'luk KOH, köklerin üzerini örtecek kadar ilave edilmiştir.
3. KOH'li bitki kökleri otoklavda 30 dakika süreyle köklerin haşlanması için bekletilmiştir.
5. Kökler haşlandıktan sonra su ile iyice yıkanmış ve boyanma aşamasına geçilmiştir.
6. Otoklavdan veya etüvden çıkarılan tüplerdeki KOH boşaltılarak tüplerin içindeki kökler saf sudan geçirilerek iyice süzülmüştür.
7. Tüplerin üzerine kökleri aşacak kadar 2 N HCl ilave edilmiş ve kökler bagetle karıştırılarak homojenize olması sağlanmıştır ve 10 dakika veya daha fazla bir süre kökler temizleninceye kadar bekletilmiştir.
8. Tüplerdeki HCl boşaltılarak iyice süzülmüştür (su ile yıkanmaz).
9. Tüplerin üzerine % 0.1'lik Trypan blue dökülmüş, baget ile karıştırılarak homojen olması sağlanmıştır, 65°C'lik etüvde 10-15 dakika bekletilmiştir.
10. Tüplerdeki Trypan blue dökülerek Milchsaure (Lactic acid) ilave edilmiş ve 65°C'lik etüvde 15 dakika bekletilmiştir.
11. Etüvden çıkarılan örnekler petri kaplarına boşaltılarak kök sayısı ve enfeksiyonlu kökler tayin edilmiştir (Koske ve Gemma, 1989). Mikorizanın kolonizasyon yoğunluğunun tespit edilmesinde birçok metot kullanılmakta ve çoğunda da belirli aralıklardaki kök sayılarındaki mikoriza oluşumu dikkate alınmaktadır. Mikorizal infeksiyonun tahmininde, en yaygın kullanılan yöntem (Giovanneti ve mosse, 1980) tarafından geliştirilen "gridline intersect" metodudur. Boyanan kökçüklerin mikroskop altında belirlendiği grid aralık yöntemine göre; 9 cm çapında bir petri kabına 1 cm uzunluğunda kesilmiş kökler rasgele dağıtılarak kök infeksiyonu tayin edilmiştir.

3.3.3.2. Mikoriza sporlarının izolasyonu ve sayımı.

Topraktaki sporların izolasyonu ile ilgili olarak birçok işlem ileri sürülmüş olup, en kolay ve pratik olanı toprak ve bitki kökleri ayırt edildikten sonra aşağıda belirtilen şekilde yıkama işlemlerinden geçirip, mikroskop altında tanımlamak ve sayısallaştırmaktır. Bu sistemdeki temel prensip toprak-su karışımının metal eleklerden geçirilmesi, gravitasyon esasına dayandırılır ve işlem aşağıda belirtildigi gibi yapılmıştır (Gerdeman ve Nicolson, 1963).

1. 100 g kuru toprak 500 ml'lik bir behere alınarak tartılmıştır,
2. Üzerine yeterli miktarda su ilave edilerek yaklaşık 30 dakika beklenmiştir.
3. 250-38 µm çapındaki elekler üst üste yerleştirilerek lavaboya yakın bir yere konulmuştur.
4. Toprak su süspansiyonu iyice karıştırılıp, bir iki dakika bekletildikten sonra eleklerden geçirilmiştir. Bu işlem çözeltideki su berraklaşana kadar devam etmiştir.
5. Eleklerin üzerinde tutulan sporlar ve toprak materyali 100 ml hacmindeki tüplere piset yardımıyla aktarılıp ve 5 dakika 2000 devir/dak hızla santrifüj edilmiştir.
6. Tüplerdeki üst çözelti kısmı ortamdan uzaklaştırılıp, tüplerin dibindeki toprak, spor ve diger maddeler %50'lik şeker çözeltisi ile yeniden süspanse edilerek 2000 devir/dakika hızda 1 dakika süre ile santrifüj edilmiştir.
7. Petri kutularına saf su ile aktarılan sporlar x90 büyütme ile stereo mikroskop altında sayıma alınmış ve sonuç adet spor/ 10 g toprak olarak ifade edilmiştir.

3.4. İstatistiksel analizler

Deneme kapsamında elde edilen sonuçlar Tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. F testi yapılmak suretiyle farklılıkları tespit edilen uygulamaların ortalama değerleri LSD önem testine (%5 ve %1) göre gruplandırılmıştır. MINITAB Ver. 16.0 programında uygulamalar arasındaki standart sapmalar tespit edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Yapılan bu çalışma fosforun MAP gübresinden karşılanarak iki farklı dozda (0-100 mg kg^{-1}) ve AMF sporunun da ticari mikorizal gübreden karşılanarak yine iki farklı dozda uygulandığı (aşılanarak ve aşılamasız),4 farklı mısır genotipinin (G1-G2-G3-G4), 3 kg.lık saksılarda yetiştirildiği 70 günlük bir süreçde tamamlanmıştır. Bu sürecin ardından yani, mısırların sapa kalkma dönemi öncesinde bitkilerin hasadı yapılmıştır. Hasadı yapılan bitkilere ait saksıdaki topraklarda, ve bitki alt ve üst aksamlarında yapılan bazı analiz ve ölçümlere ait sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

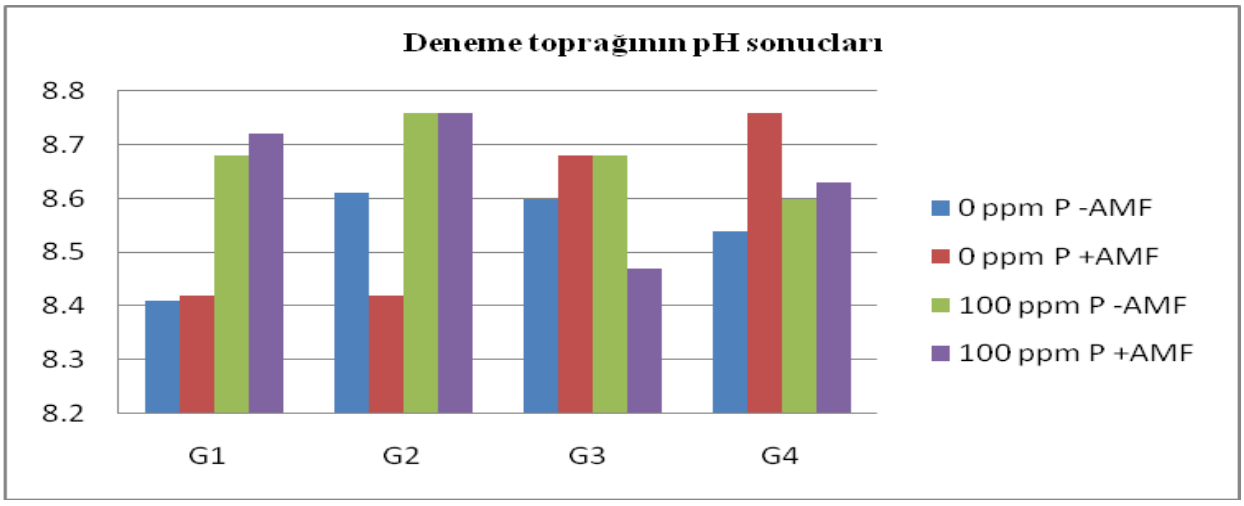
4.1. Deneme toprağında hasat sonrası yapılan bazı analizler

4.1.1. Deneme toprağına ait pH sonuçları

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G1, G2, G3 ve G4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının toprak pH değeri üzerine olan etkisine ait rakamlar, Çizelge 2'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 10'da verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, kullanılan farklı fosfor dozlarının, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun toprak pH sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak ($p<0.01$, $p<0.05$) önemli bulunmamıştır. Tablo 2'nin incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek pH değeri G4 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozu ve +AMF uygulamasının yapıldığı saksılarda (8.76) saptanırken, en düşük pH değeri ise yine G1 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve -AMF uygulamasında (8.41) elde edilmiştir.

Çizelge 2. Deneme toprağının pH değerleri.

Deneme toprağının pH değerleri						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	**8.41 ± 0.2**	8.61 ± 0.4	8.6 ± 0.1	8.54 ± 0.2	8.55 ± 0.2
	+AMF	8.42 ± 0.3	8.42 ± 0.02	8.68 ± 0.1	**8.76 ± 0.3**	
100 ppm P	-AMF	8.68 ± 0.2	8.76 ± 0.2	8.68 ± 0.3	8.60 ± 0.07	8.66 ± 0.1
	+AMF	8.72 ± 0.1	8.76 ± 0.2	8.47 ± 0.1	8.63 ± 0.2	
ÇEŞİT ORT.		8.55 ± 0.2	8.63 ± 0.2	8.60 ± 0.2	8.63 ± 0.19	
-AMF ORT.		8.61 ± 0.2				
+AMF ORT.		8.60 ± 0.1				



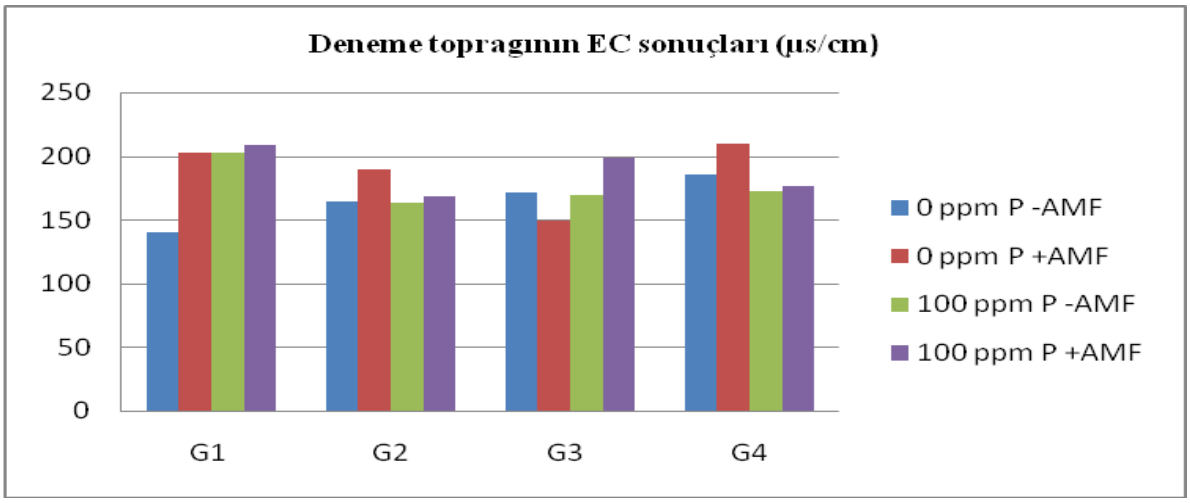
Şekil 10. Deneme toprağının hasat sonrası pH değerleri.

4.1.2. Deneme toprağına ait EC sonuçları

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının toprak EC sonuçları üzerine olan etkisine ait rakamlar Çizelge 3'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 11'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, kullanılan fosfor dozlarının, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun toprak EC ortalama değerleri arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 3'ün incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek değer G_4 mısır çeşidinde, 0 ppm P dozunda ve +AMF uygulamasında (209.7 µs/cm) saptanırken, en düşük değer ise G_1 mısır çeşidinde, 0 ppm P dozunda ve -AMF uygulamasında (139.9µs/cm) saptanmıştır.

Çizelge 3. Deneme toprağının EC değerleri.

Deneme toprağının EC µs/cm sonuçları						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	**139.9 ± 3.12**	164.8 ± 6.64	171.73 ± 7.10	185.86 ± 5.56	176.60 ± 5.4
	+AMF	202.96 ± 5.66	189.13 ± 4.9	148.76 ± 6.37	**209.7 ± 4.40**	
100 ppm P	-AMF	202.16 ± 6.0	163.56 ± 9.73	169.7 ± 10.52	172.6 ± 3.36	115.5 ± 5.63
	+AMF	209 ± 1.21	167.93 ± 4.61	198.43 ± 3.65	176.5 ± 6.27	
Çeşit ORT.		188.5±3.9	171.35 ± 6.45	172.15 ±13.75	186.16 ± 4.85	
-AMF ORT.		171.28 ± 6.4				
+AMF ORT.		187.67 ± 4.6				



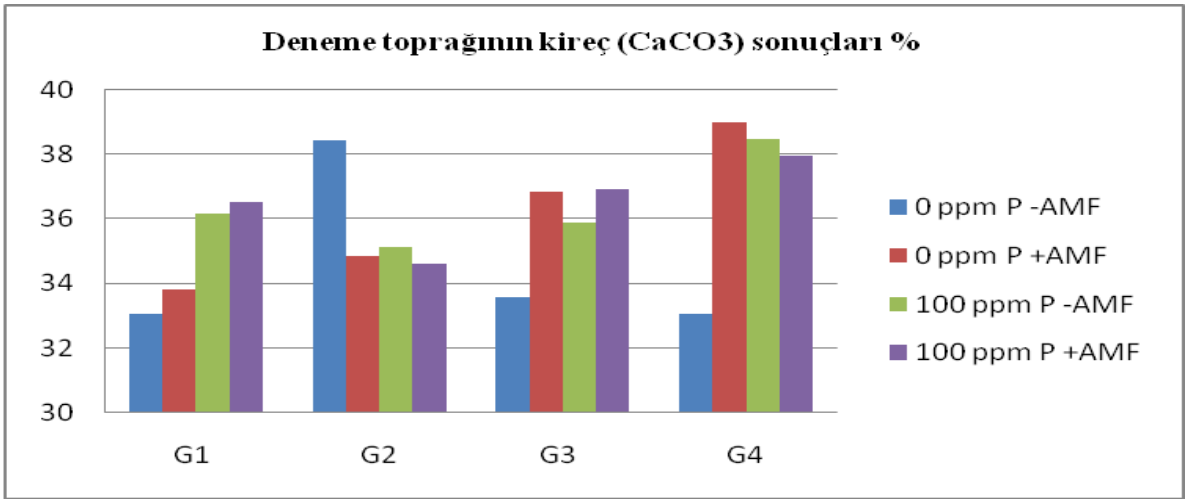
Şekil 11. Toprak EC değerleri.

4.1.3. Deneme toprağının ait kireç ($CaCO_3$) değerleri

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm p) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının toprağın ($CaCO_3$) içeriği üzerine olan etkisine ait rakamlar Çizelge 4'te ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 12'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun toprak ($CaCO_3$) içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Fakat kullanılan fosfor dozlarının toprak ($CaCO_3$) içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi ise istatistiksel önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Tablo 4'ün incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek ($CaCO_3$) içeriği G_4 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve +AMF uygulamasında (39.01 %) saptanırken, en düşük ($CaCO_3$) içeriği ise G_1 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve -AMF uygulamasında (33.06 %) saptanmıştır.

Çizelge 4. Deneme toprağının hasat sonrası kireç ($CaCO_3$) değeri %.

Deneme toprağına kireç ($CaCO_3$) değerleri %						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	**33.06 ± 0.8**	38.44 ± 0.1	33.58 ± 2.2	33.07 ± 1.6	
	+AMF	33.84 ± 0.4	34.87 ± 2.0	36.86 ± 2.1	**39.01 ± 0.4**	35.11 ± 2.5 B
100 ppm P	-AMF	36.17 ± 1.9	35.13 ± 1.7	35.91 ± 0.4	38.47 ± 1.2	
	+AMF	36.53 ± 3.7	34.62 ± 1.9	36.94 ± 1.1	37.97 ± 2.0	36.82 ± 2.1 A
Çeşit ORT.		34.90 ± 1.7	35.7 ± 1.4	35.82 ± 1.45	37.13 ± 1.3	
-AMF ORT.		35.47 ± 1.2				
+AMF ORT.		36.33 ± 1.7				



Şekil 12. Deneme toprağının hasat sonrası kireç ($CaCO_3$) değerleri %.

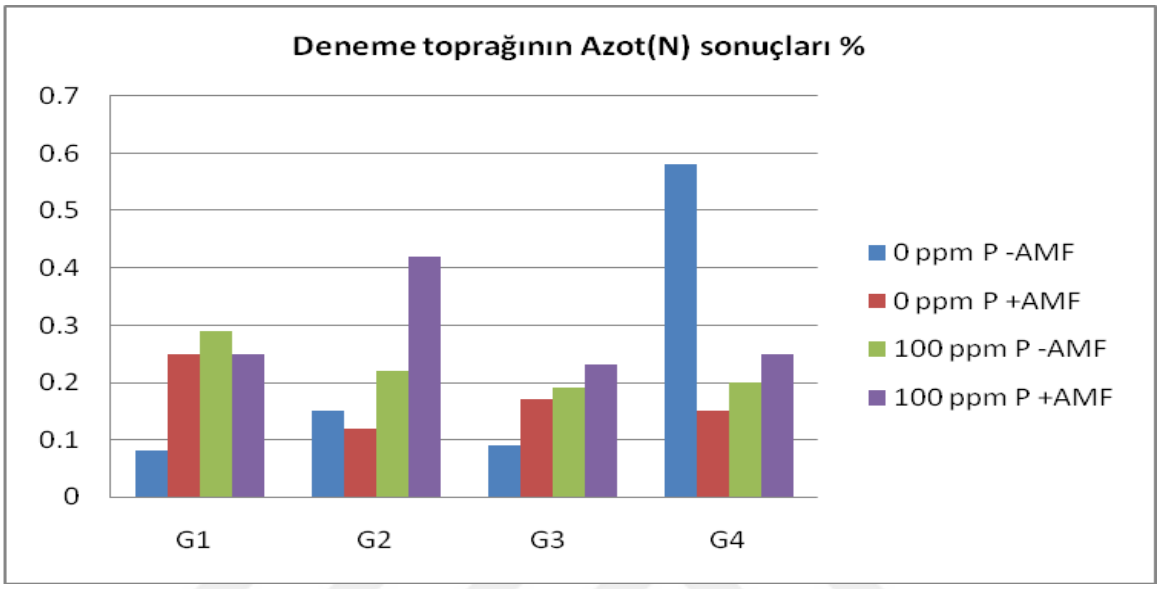
4.1.4. Deneme toprağına ait Azot (N) değerleri

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının toprak (N) içeriği üzerine olan etkisine ait rakamlar Çizelge 5'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 13'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin ve AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) toprak azot içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunurken. Aynı şekilde AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun etkisi de istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Fakat kullanılan fosfor dozlarının toprak (N) içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak ($p<0.01$, $p<0.05$) önemli bulunmamıştır. Tablo 5'in incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek (N) içeriği G_2 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunun ve +AMF uygulamada (0.42 %) saptanırken. En düşük (N) içeriği G_1 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve -AMF uygulamasında (0.08 %) saptanmıştır.

Çizelge 5. Deneme toprağının Azot (N) değerleri %

Deneme toprağının Azot (N) değerleri %						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	0.08 ± 0.02 D	0.15 ± 0.01 D	0.09 ± 0.01 D	0.58± 0.07 A	0.19 ± 0.02
	+AMF	0.25 ± 0.05 BCD	0.12 ± 0.02 D	0.17 ± 0.02 CD	0.15 ± 0.05 D	

100 ppm P	-AMF	0.29 ± 0.01 BCD	0.22 ± 0.04 BCD	0.19± 0.02 CD	0.20 ± 0.05 BCD	0.25 ± 0.02
	+AMF	0.25 ± 0.01 BCD	**0.42 ± 0.01AB**	0.23 ± 0.01 BCD	0.25 ± 0.02 BCD	
Çeşit ORT.		0.21± 0.02 A	0.22 ± 0.02AB	0.17 ± 0.04 B	0.29 ± 0.04 A	
-AMF ORT.		0.22 ± 0.02A				
+AMF ORT.		0.22 ± 0.02 B				



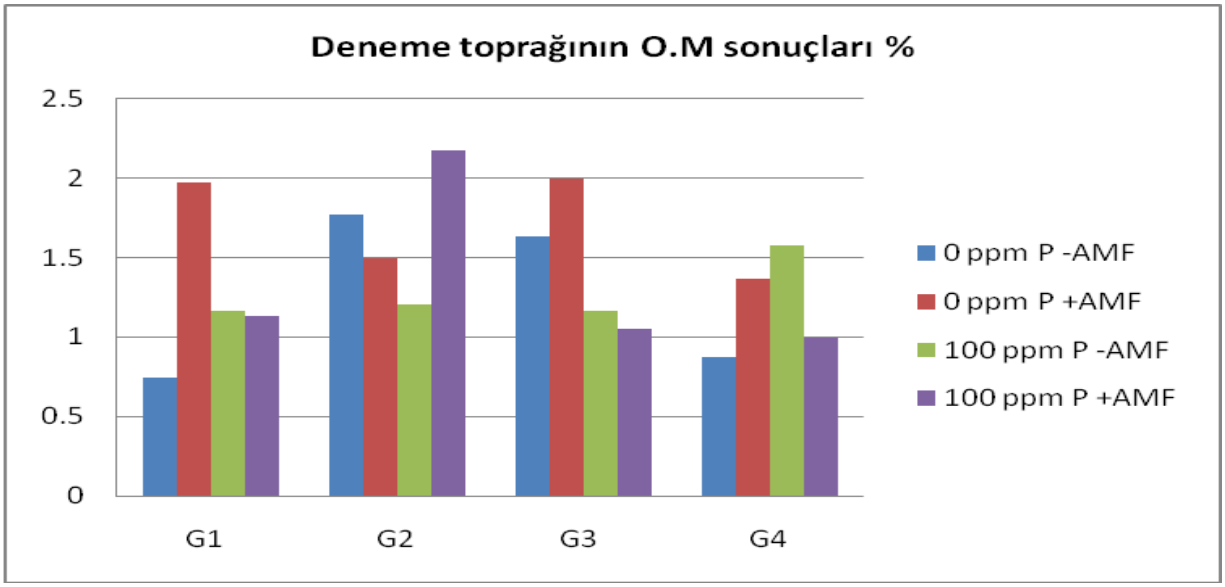
Şekil 13. Deneme toprağına ait Azot (N) değerleri %

4.1.5. Deneme toprağına ait ortalama organik madde (O.M.) değerleri

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının hasat sonrası deneme toprağnın O.M. içeriği üzerine olan etkisine ait rakamlar Çizelge 6'da ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 14'te verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin toprak O.M. içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Ancak kullanılan fosfor dozlarının etkisi istatistiksel önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Aynı şekilde AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Tablo 6'nın incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek O.M. içeriği G_2 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunun ve +AMF uygulamada (2.17%) saptanırken. En düşük O.M içeriği ise G_1 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve -AMF uygulamada (0.74 %) saptanmıştır.

Çizelge 6. Deneme toprağının % O.M değerleri.

Deneme toprağının % O.M değerleri						
Fosfor	Mikoriza	G1	G2	G3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	**0.74 ± 0.4 C**	1.77 ± 0.4 ABC	1.63 ± 1.0 ABC	0.87 ± 0.04 BC	1.47 ± 0.39 A
	+AMF	1.97 ± 0.2 AB	1.49 ± 0.3 ABC	1.99 ± 0.7 AB	1.36 ± 0.08 ABC	
100 ppm P	-AMF	1.16 ± 0.3 ABC	1.20 ± 0.3ABC	1.16 ± 0.4 ABC	1.57 ± 0.2 ABC	1. 30 ± 0.57 B
	+AMF	1.13 ± 0.4 ABC	**2.17 ± 0.2 AB**	1.05 ± 1.3 BC	0.99 ± 1.5 BC	
Çeşit ORT.		1.25 ± 0.3	1.66 ± 0.3	1.45 ± 0.8	1.19 ± 0.45	
-AMF ORT.		1.26 ± 0.38 B				
+AMF ORT.		1.39± 0.58 A				



Şekil 6. Toprak O.M. değerleri %.

4.1.6. Deneme toprağının bazı mikro ve makro besin element analiz sonuçları

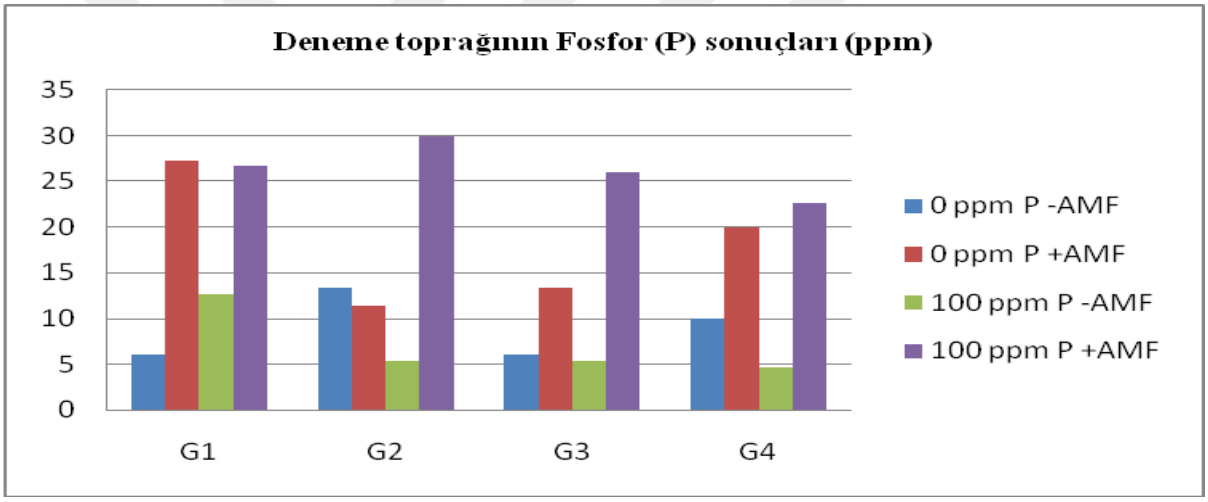
4.1.6.1. Deneme toprağının Fosfor (P) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının toprak (P) içeriği üzerine olan etkisine ait rakamlar Çizelge 7'de ve bu değerlerin grafikleri Şekil 15'te verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, farklı fosfor dozlarının ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun toprak (P) içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Ancak AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) toprak (P) içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Tablo 7'nin incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede

kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek (P) içeriği G_2 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulamasında (30.0 ppm) saptanırken, en düşük (P) içeriği ise G_1 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunda ve –AMF uygulaması yapılmadığı saksılarda (6.00 ppm) saptanmıştır.

Çizelge 7. Deneme toprağının Fosfor (P) içeriği.

Deneme toprağının Fosfor (P) içeriği ppm						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	6.00±2.00	13.33±1.15	6.00±0.00	10.00±3.93	
	+AMF	27.3±2.87	11.33±2.24	13.33 ± 2.31	20.00±4.00	13. 41±2.31
100 ppm P	-AMF	12.67±6.11	5.33 ±2.31	5.333 ±1.15	4.667±1.15	
	+AMF	26.67±8.33	30.0 ±2.43	26.00 ±1.40	22.67±1.51	16.66±3.19
ORTALAMA		18.16±4.82	14.99±2.03	12.66± 1.21	14.33±2.64	
-AMF ORT.		7.91 ± 2.2B				
+AMF ORT.		22.16 ± 3.13A				



Şekil 15. Deneme toprağının Fosfor (P) içeriği.

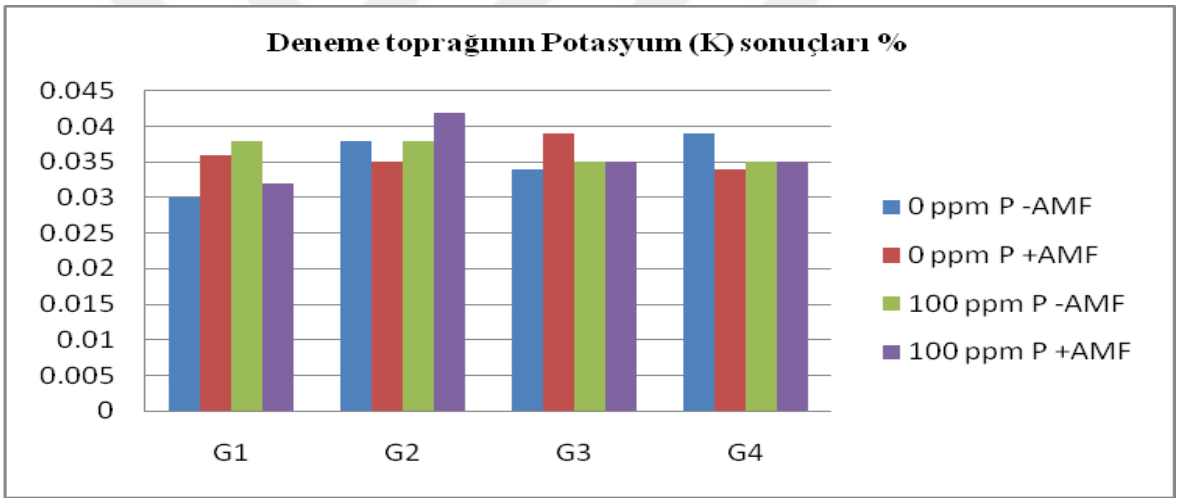
4.1.6.2. Deneme toprağının Potasyum (K) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının toprak (K) içeriği üzerine olan etkisine ait rakamlar Çizelge 8'de ve bu değerlerin grafikleri Şekil 16'da verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, farklı fosfor dozlarının, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun toprak (K) içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 8'in incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek (K) içeriği G_2 mısır çeşidinin, 100 ppm P

dozunda ve +AMF uygulamasında (0.042 %) saptanırken, en düşük (K) içeriği ise G_1 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunda ve -AMF uygulaması yapılmadığı saksılarda (0.03 %) saptanmıştır.

Çizelge 8. Deneme toprağının Potasyum (K) içeriği.

Deneme toprağının Potasyum (K) içeriği %						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	0.030±0.000	0.038±0.003	0.034±0.004	0.039±0.006	0.035±0.003
	+AMF	0.036±0.004	0.035±0.005	0.039±0.005	0.034±0.001	
100 ppm P	-AMF	0.038±0.005	0.038±0.004	0.035±0.004	0.035±0.004	0.036±0.005
	+AMF	0.032±0.005	0.042±0.007	0.035±0.004	0.035±0.006	
ORTALAMA		0.034±0.003	0.038±0.004	0.035±0.004	0.035±0.004	
-AMF ORT.		0.035±0.003				
+AMF ORT.		0.036±0.004				



Şekil 16. Deneme toprağının Potasyum (K) içeriği.

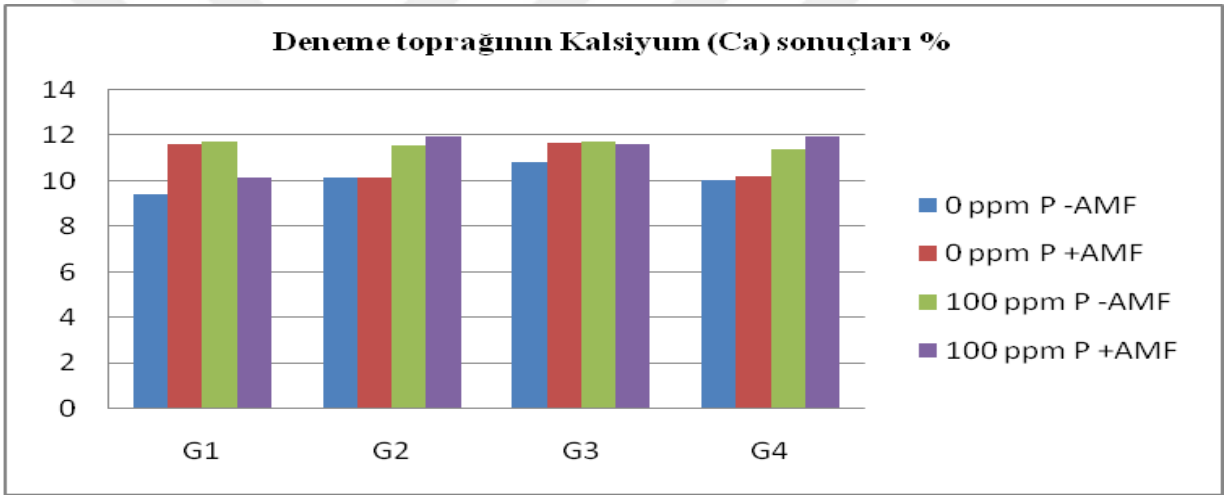
4.1.6.3. Deneme toprağının Kalsiyum (Ca) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının toprak (Ca) içeriği üzerine olan etkisine ait rakamlar Çizelge 9'da ve bu değerlerin grafikleri Şekil 17'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, farklı fosfor dozlarının, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun toprak Ca içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 9'un incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek (Ca) içeriği G_2 mısır çeşidinin, 100 ppm P

dozunda ve +AMF uygulamasında (11.943 %) saptanırken, en düşük (Ca) içeriği ise G_1 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve –AMF uygulaması yapılmadığı saksılarda (9.43 %) saptanmıştır.

Çizelge 9. Deneme toprağının Kalsiyum (Ca) içeriği.

Deneme toprağının Kalsiyum (Ca) içeriği %						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	9.43±2.14	10.16±2.40	10.86± 1.90	10.04±2.69	10.52±1.76
	+AMF	11.62± 0.14	10.14±2.24	11.70±0.20	10.23±2.40	
100 ppm P	-AMF	11.77±0.06	11.56±0.16	11.73±0.02	11.41±0.17	11.51±0.44
	+AMF	10.15±2.28	11.97±0.26	11.61±0.16	11.94±0.48	
ORTALAMA		10.74±1.15	10.95±1.12	11.47±0.57	10.90±1.43	
-AMF ORT.		10.871± 1.19				
+AMF ORT.		11.173± 1.05				



Şekil 17. Toprak kalsiyum (Ca) ait değerleri.

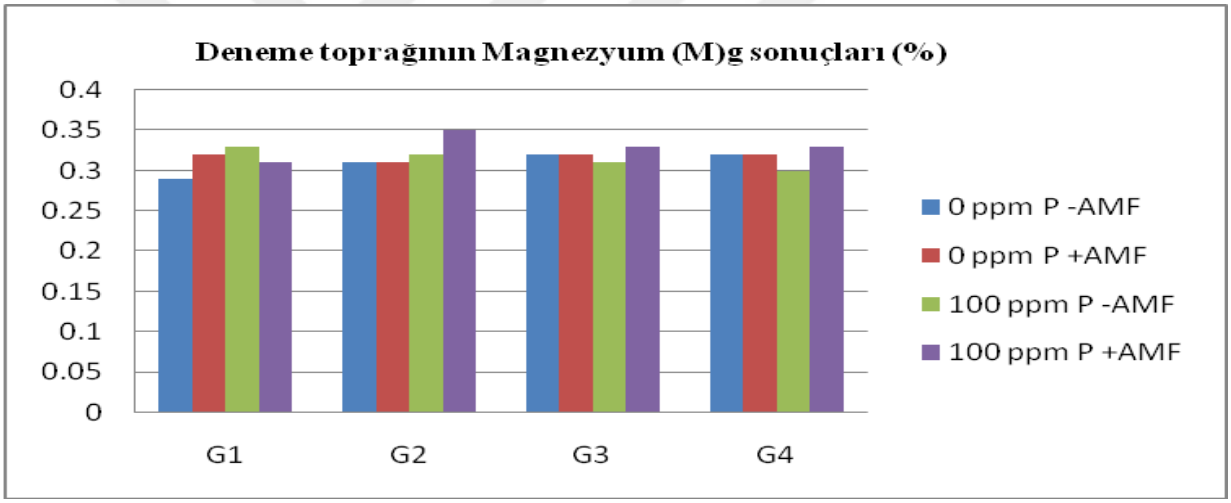
4.1.6.4. Deneme toprağının Magnezyum (Mg) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının toprak (Mg) içeriği üzerine olan etkisine ait rakamlar Çizelge 10'da ve bu değerlerin grafikleri Şekil 18'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, farklı fosfor dozlarının, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun toprak (Mg) içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 10'un incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek (Mg) içeriği G_2 mısır çeşidinin, 100 ppm P

dozunda ve +AMF uygulamasında (0.35 %) saptanırken, en düşük (Mg) içeriği ise G_1 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunda ve -AMF uygulaması yapılmadığı saksılarda (0.29 %) saptanmıştır.

Çizelge 10. Deneme toprağının Magnezyum (Mg) içeriği.

Deneme toprağının Magnezyum (Mg) içeriği %						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	**0.29±0.02**	0.31±0.00	0.32±0.03	0.32±0.03	0.31±0.01
	+AMF	0.32±0.01	0.31±0.01	0.32±0.02	0.32±0.01	
100 ppm P	-AMF	0.33±0.02	0.32±0.04	0.31±0.02	0.30±0.00	0.32±0.02
	+AMF	0.31±0.04	**0.35±0.02**	0.33±0.027	0.33±0.02	
ORTALAMA		0.31±0.02	0.32±0.01	0.32±0.02	0.31±0.01	
-AMF ORT.		0.31± 0.02A				
+AMF ORT.		0.32±0.01B				



Şekil 18. Toprak Magnezyum (Mg) ait değerleri.

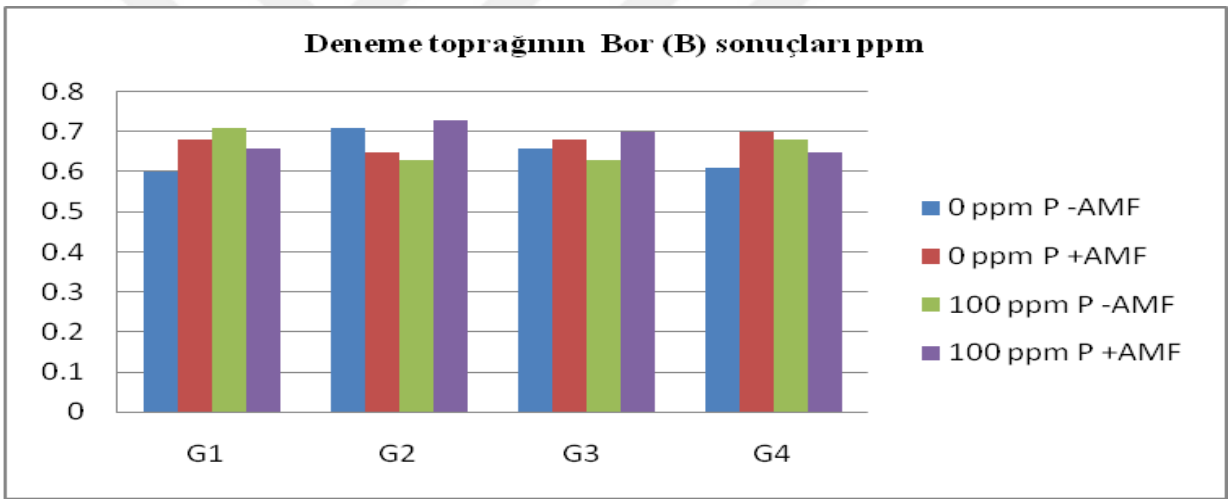
4.1.6.5. Deneme toprağının Bor (B) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının toprak (B) içeriği üzerine olan etkisine ait rakamlar Çizelge 11'de ve bu değerlerin grafikleri Şekil 19'da verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, kullanılan fosfor dozlarının ve AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) toprak (B) içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Fakat AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun etkisi de istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Tablo 11'in

incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek (B) içeriği G_2 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulamasında (0.73 ppm) saptanırken, en düşük (B) içeriği ise G_1 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunda ve –AMF uygulaması yapılmadığı saksılarda (0.60 ppm) saptanmıştır.

Çizelge 11. Deneme toprağının Bor (B) içeriği.

Deneme toprağının Bor (B) içeriği ppm						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	**0.60±0.000**	0.71±0.02	0.66±0.02	0.61±0.02	0.58±0.03
	+AMF	0.68±0.02	0.65±0.08	0.68±0.02	0.70±0.08	
100 ppm P	-AMF	0.71±0.02	0.63±0.02	0.63±0.02	0.68±0.02	0.67±0.02
	+AMF	0.66±0.02	**0.73±0.05**	0.70±0.05	0.65±0.000	
ORTALAMA		0.66±0.01	0.68±0.04	0.66±0.02	0.66±0.03	
-AMF ORT.		0.65±0.01				
+AMF ORT.		0.68±0.04				



Şekil 19. Deneme toprağının Bor (B) içeriği.

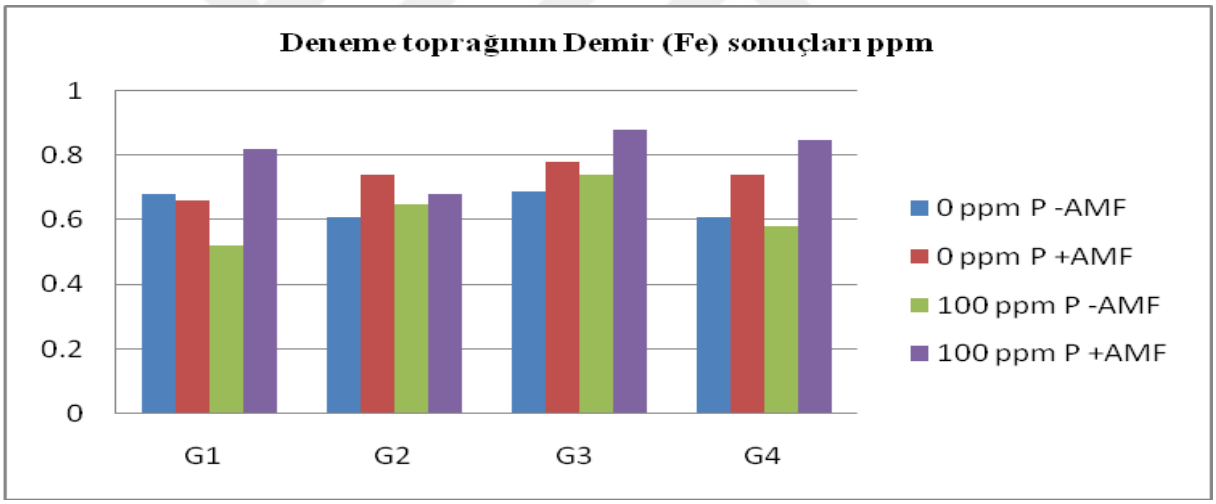
4.1.6.6. Deneme toprağının Demir (Fe) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının toprak (Fe) içeriği üzerine olan etkisine ait rakamlar Çizelge 12'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 20'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin toprak (Fe) içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Fakat kullanılan fosfor dozlarının, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun toprak (Fe) içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel

önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 12'nin incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek (Fe) içeriği G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulamasında (0.88 ppm) saptanırken, en düşük (Fe) içeriği ise G_1 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve –AMF uygulaması yapılmadığı saksılarda (0.52 ppm) saptanmıştır.

Çizelge 12. Deneme toprağının Demir (Fe) içeriği.

Deneme toprağının Demir (Fe) içeriği ppm						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	0.68±0.09	0.61±0.06	0.69±0.09	0.61±0.06	0.68±0.06
	+AMF	0.66±0.06	0.74±0.04	0.78±0.04	0.74±0.02	
100 ppm P	-AMF	**0.52±0.05**	0.65±0.07	0.74±0.10	0.58±0.04	0.76±0.14
	+AMF	0.82±0.30	0.68±0.17	**0.88±0.20**	0.85±0.20	
ORTALAMA		0.67±0.12	0.67±0.08	0.77±0.10	0.69±0.08	
-AMF ORT.		0.63±0.07				
+AMF ORT.		0.77±0.1				



Şekil 20. Deneme toprağının Demir (Fe) içeriği.

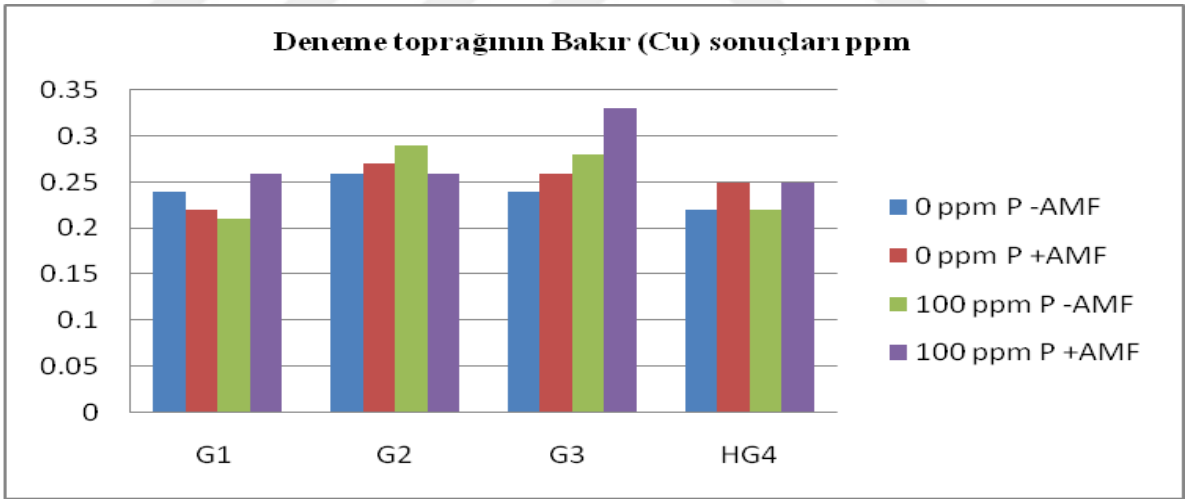
4.1.6.7. Deneme toprağının Bakır (Cu) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının toprak (Cu) içeriği üzerine olan etkisine ait rakamlar Çizelge 13'te ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 21'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, kullanılan fosfor dozlarının, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve

AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun toprak (Cu) içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 13'ün incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek (Cu) içeriği G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulamasının yapılmadığı saksıda (0.33 ppm) saptanırken, en düşük (Cu) içeriği ise G_1 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve –AMF uygulaması yapılmadığı saksılarda (0.21 ppm) saptanmıştır.

Çizelge 13. Deneme toprağının Bakır (Cu) içeriği.

Deneme toprağının Bakır (Cu) içeriği ppm						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	0.28±0.1	0.26±0.06	0.24±0.02	0.22±0.02	0.24±0.03
	+AMF	0.22±0.03	0.27±0.01	0.26±0.01	0.25±0.02	
100 ppm P	-AMF	**0.21±0.01**	0.29±0.01	0.28±0.07	0.22±0.03	0.26±0.03
	+AMF	0.26±0.02	0.26±0.01	**0.33±0.10**	0.25±0.02	
ORTALAMA		0.23±0.04	0.27±0.02	0.27±0.05	0.23±0.02	
-AMF ORT.		0.24±0.04				
+AMF ORT.		0.26±0.02				



Şekil 21. Deneme toprağının Bakır (Cu) içeriği.

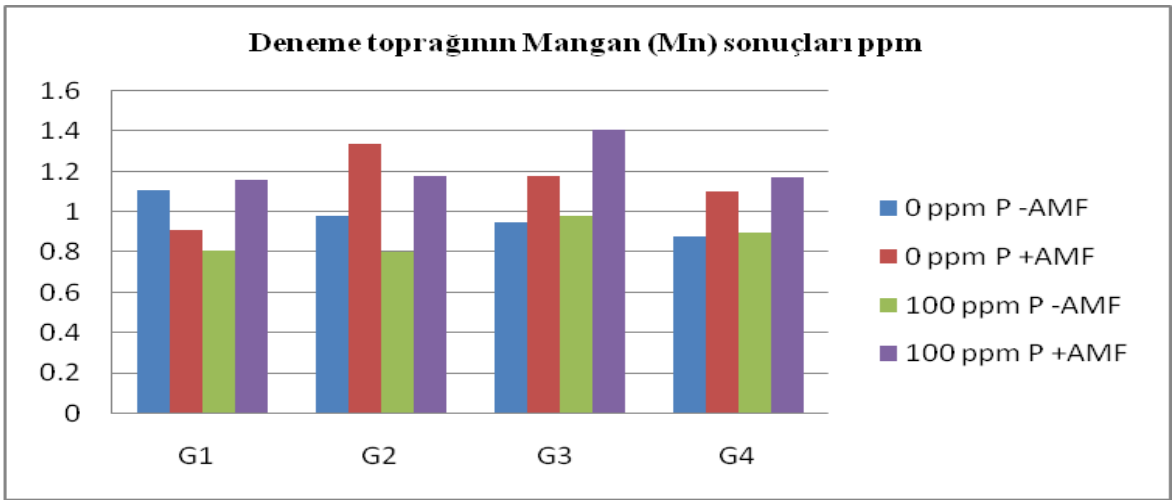
4.1.6.8. Deneme toprağının Mangan (Mn) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının toprak (Mn) içeriği üzerine olan etkisine ait rakamlar Çizelge 14'te ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 22'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır

çeşitlerinin, kullanılan fosfor dozlarının ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun toprak (Mn) içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Ancak kullanılan AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) toprak (Mn) içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$,) bulunmuştur. Tablo 14'ün incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek (Mn) içeriği G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulamasında (1.41 ppm) saptanırken. En düşük (Mn) içeriği ise G_1 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve –AMF uygulaması yapılmadığı saksılarda (0.80 ppm) saptanmıştır.

Çizelge 14. Deneme toprağının Mangan (Mn) içeriği.

Deneme toprağının Mangan (Mn) içeriği ppm						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	1.11±0.1	0.98±0.1	0.95±0.07	0.88±0.1	1.05±0.12
	+AMF	0.91±0.1	1.34±0.2	1.18±0.1	1.10±0.2	
100 ppm P	-AMF	**0.81±0.08**	0.80±0.04	0.98±0.05	0.90±0.1	1.05±0.15
	+AMF	1.16±0.1	1.18±0.2	**1.41±0.5**	1.17±0.2	
ORTALAMA		0.99±0.04	1.07±0.13	1.13±0.18	1.01±0.15	
-AMF ORT.		0.92±0.4				
+AMF ORT.		1.18±0.2				



Şekil 22. Deneme toprağının Mangan (Mn) içeriği.

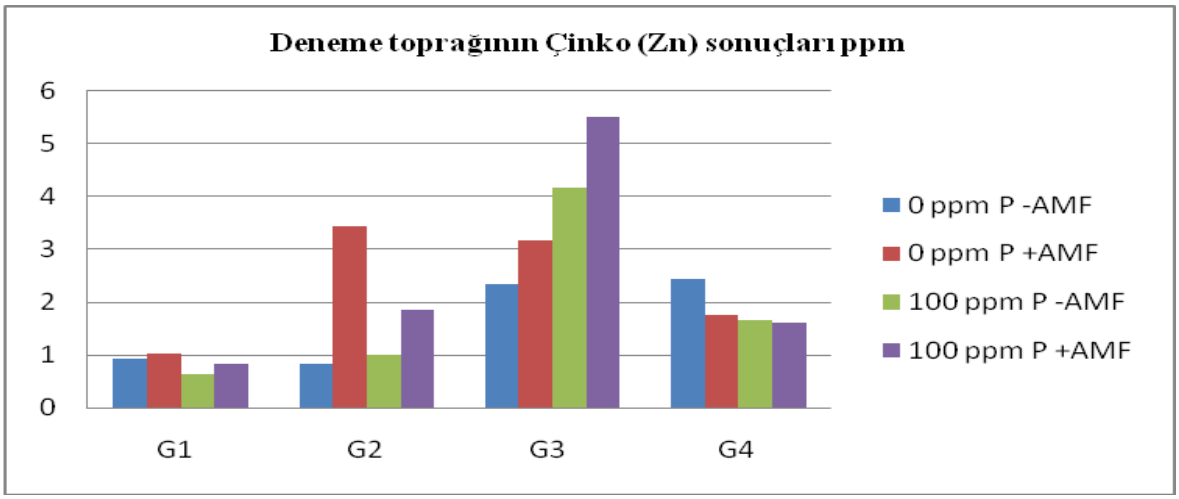
4.1.6.9. Deneme toprağının Çinko (Zn) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının toprak çinko içeriği üzerine olan etkisine ait rakamlar Çizelge 15'te ve bu değerlerin grafikleri Şekil 23'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin

toprak (Zn) içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Fakat kullanılan fosfor dozlarının, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun toprak (Zn) içeriği sonuçları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 15'in incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek (Zn) içeriği G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulamasında (5.52 ppm) saptanırken. En düşük (Zn) içeriği ise G_1 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve –AMF uygulaması yapılmadığı saksılarda (0.64 ppm) saptanmıştır.

Çizelge 15. Deneme toprağının Çinko (Zn) içeriği.

Deneme toprağının çinko (Zn) içeriği ppm						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	0.93±0.4	0.84±0.5	2.33±1.2	2.43±1.4	1.99±1.11
	+AMF	1.02±0.2	3.45±1.8	3.16±1.9	1.76±1.5	
100 ppm P	-AMF	**0.64±0.1**	1.01±0.4	4.17±0.5	1.67±0.96	2.16±0.58
	+AMF	0.82±0.1	1.85±0.6	**5.52±0.4**	1.6±1.6	
ORTALAMA		0.85±0.5	1.78±1.4	3.79±2.3	1.86±1.3	
-AMF ORT.		1.75±0.68				
+AMF ORT.		2.39±1.01				



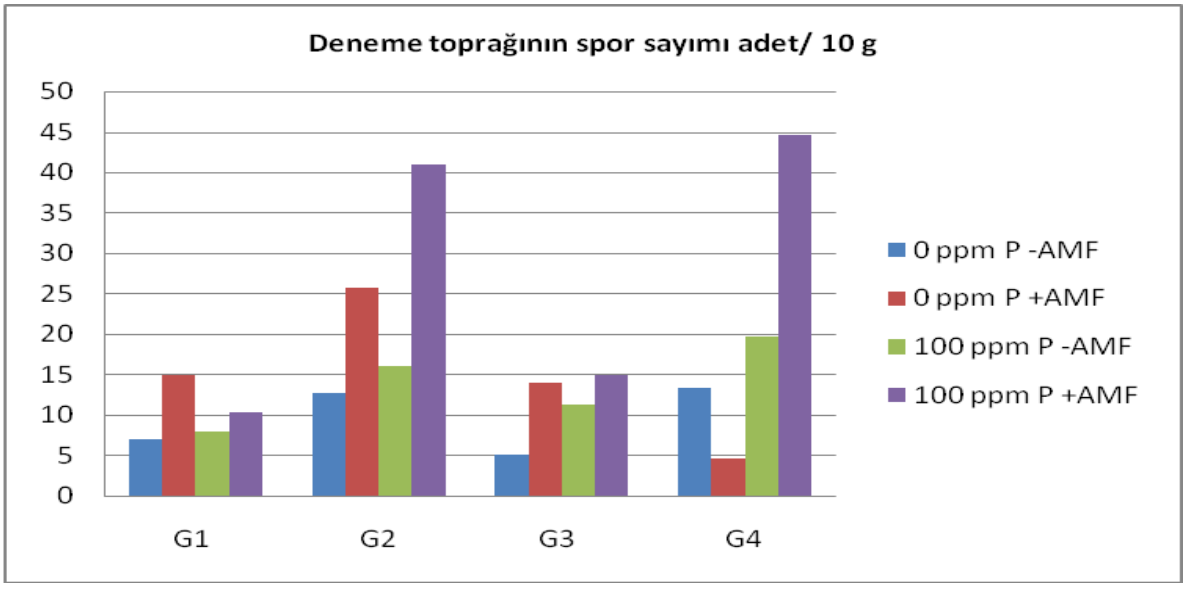
Şekil 23. Deneme toprağının Çinko (Zn) içeriği.

4.1.6.10. Deneme toprağının mikoriza sporlarının izolasyonu ve sayımı.

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm p) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının toprakta spor sayısı üzerine olan etkisine ait rakamlar Çizelge 16'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 24'te verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF), kullanılan fosfor dozlarının ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun toprak spor sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Tablo 16'nın incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek AMF spor sayısı G_4 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunun ve +AMF uygulamasında 44 adet/10g olarak saptanırken, en düşük AMF spor sayısı ise 5 adet /10g G_3 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve -AMF uygulamasında saptanmıştır.

Çizelge 16. Deneme toprağının spor sayımı adet /10g.

Deneme toprağının spor sayımı adet /10g						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	7 ± 0.00	12.66 ± 0.25	**5 ± 0.20**	13.33 ± 0.05	33.75 ± 0.26
	+AMF	15 ± 0.6	25.66 ± 0.89	14 ± 0.20	4.66 ± 0.15	
100 ppm P	-AMF	8 ± 0.2	16 ± 0.10	11.33 ± 0.05	19.66 ± 0.10	30.40 ± 0.16
	+AMF	10.33 ± 0.25	41 ± 0.20	15 ± 0.40	**44.66 ± 0.10**	
ORTALAMA		10.08 ± 0.2 B	23.83 ± 0.3A	11.33 ± 0.2 B	19.57±0.18 AB	
-AMF ORT.		0.11 ± 5.7 B				
+AMF ORT.		0.32 ± 17.34 A				



Şekil 24. Deneme toprağının spor sayımı.

4.2. Hasat sonrası mısır bitkisinin bazı büyüme parametreleri ve bitki besin element analiz sonuçlarına ait değerler aşağıda verilmiştir.

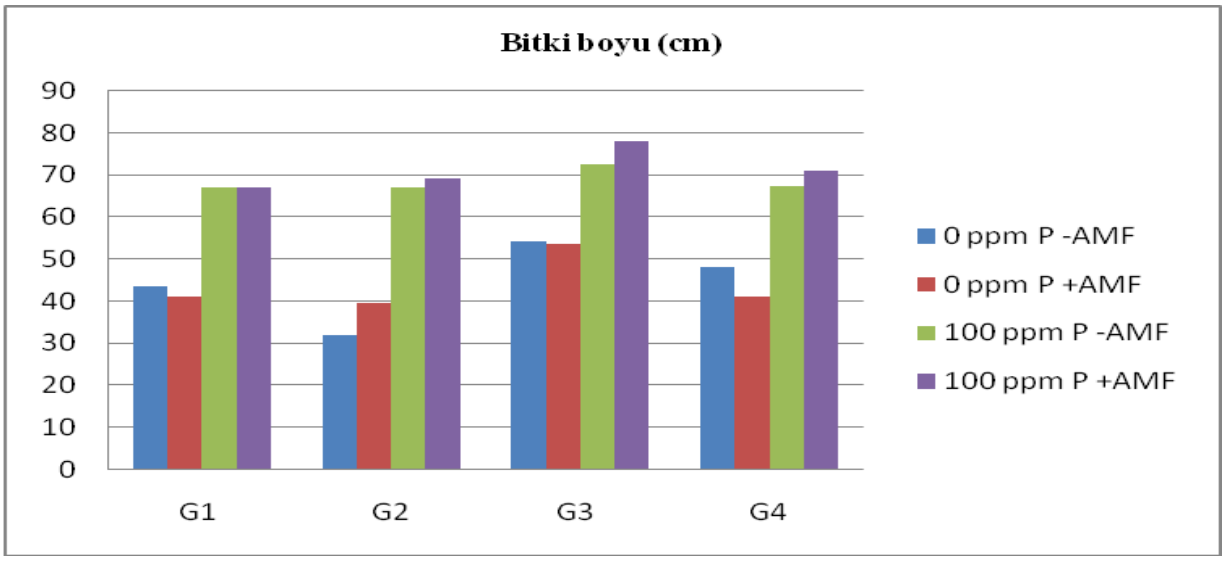
4.2.1.Hasat sonrası mısır bitkisinde ölçülen bazı büyüme parametrelerine ait değerler

4.2.1.1.Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki boyuna ait değerler

Denemede 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının, mısır bitki boyu ortalama değerler üzerine etkisi Çizelge 17'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 25'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonucuna göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, farklı fosfor dozlarının mısır bitkisi boyları arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ancak, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF), AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun etkisi ise istatistiki olarak önemli ($p<0.01$ ve $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 17'nin incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek bitki boyu G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunun ve +AMF uygulaması yapılan saksıda 78 cm.le saptanırken, en düşük bitki boyu ise G_2 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve -AMF uygulaması yapılan saksıda 31.83 cm.le saptanmıştır.

Çizelge 17. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki boyu değerlei (cm).

Bitki boyu (cm)						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	43.33 ± 4.3	**31.83 ± 4.6**	54.16 ± 9.7	48 ± 2.1	
	+AMF	41.17 ± 1.6	39.5 ± 2.6	53.66 ± 8.0	41.16 ± 3.4	44.10 ± 4.5 B
100 ppm P	-AMF	67 ± 8.2	67 ± 4.2	72.5 ± 2.2	67.33 ± 1.8	
	+AMF	67 ± 7.0	69.16 ± 3.8	**78 ± 11.3**	71 ± 3	69.87 ± 5.1 A
ÇEŞİT ORT.		54.62 ± 5.2 B	51.87 ±3.8B	64.58 ± 7.8 A	56.87 ± 2.57 AB	
-AMF ORT.		56.39 ± 4.6				
+AMF ORT.		57.58± 5.0				



Şekil 25. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki boyu değerleri (cm).

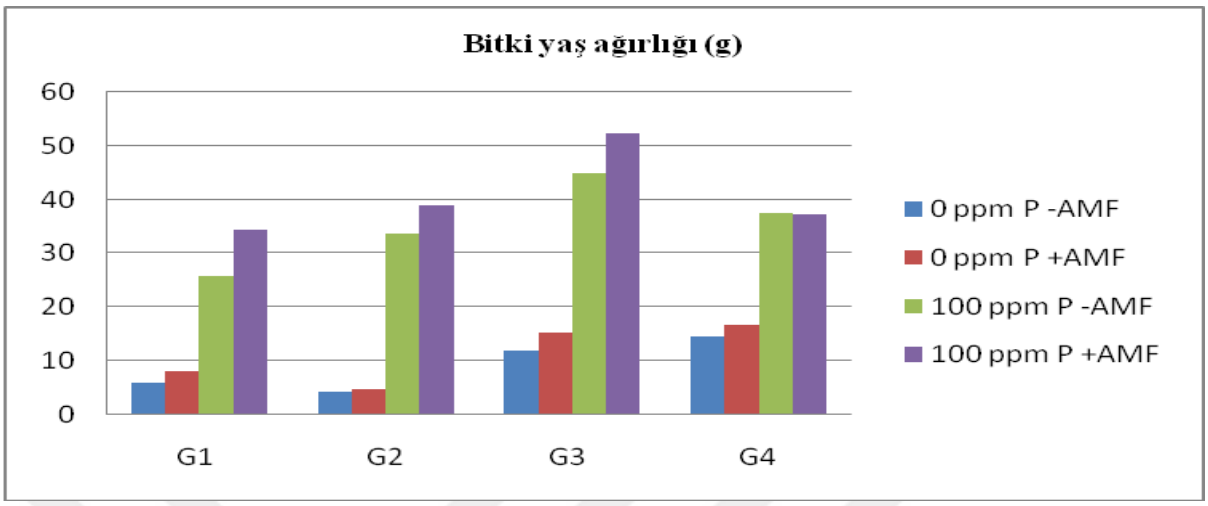
4.2.1.2.Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen üst aksam yaş ağırlık değerleri

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0,100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının mısır bitkisi üst aksamı yaş ağırlığı ortalama değerler Çizelge 18'de verilmiştir ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 26'da verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, farklı fosfor dozlarının mısır bitkisi yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ancak, AMF spor uygulamanın ve mısır çeşidiXAMFXfosfor interaksiyonunun etkisi ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$ ve $p<0.05$ seviyelerinde) bulunmamıştır. Tablo 18'in incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek bitki yaş ağırlığı G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunun ve +AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (52.32 g) olarak saptanırken, en düşük bitki yaş ağırlığı G_2 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve -AMF uygulaması yapılan saksıda (4.27 g) olarak saptanmıştır.

Çizelge 18. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam yaş ağırlık değerleri (g).

Bitki yaş ağırlığı (g)						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	5.93 ± 2.4	**4.27 ± 1.5**	11.97 ± 3.1	14.61 ± 1.5	
	+AMF	8.01 ± 3.0	4.83 ± 1.7	15.29 ± 3.7	16.81 ± 1.5	10.21± 2.3 B
100 ppm P	-AMF	25.84 ± 9.3	33.68 ± 5.3	45 ± 0.4	37.64 ± 8.2	
	+AMF	34.35 ± 9.5	38.92 ± 8.2	**52.32 ± 1.71**	37.33 ± 1.13	38.13 ± 5.4 A
Çeşit ORT.		18.53 ±6.5 B	20.42 ± 4.1 B	31.14±2.2 A	26.59 ± 3.0AB	

-AMF ORT.	22.36±3.9
+AMF ORT.	25.9± 3.8



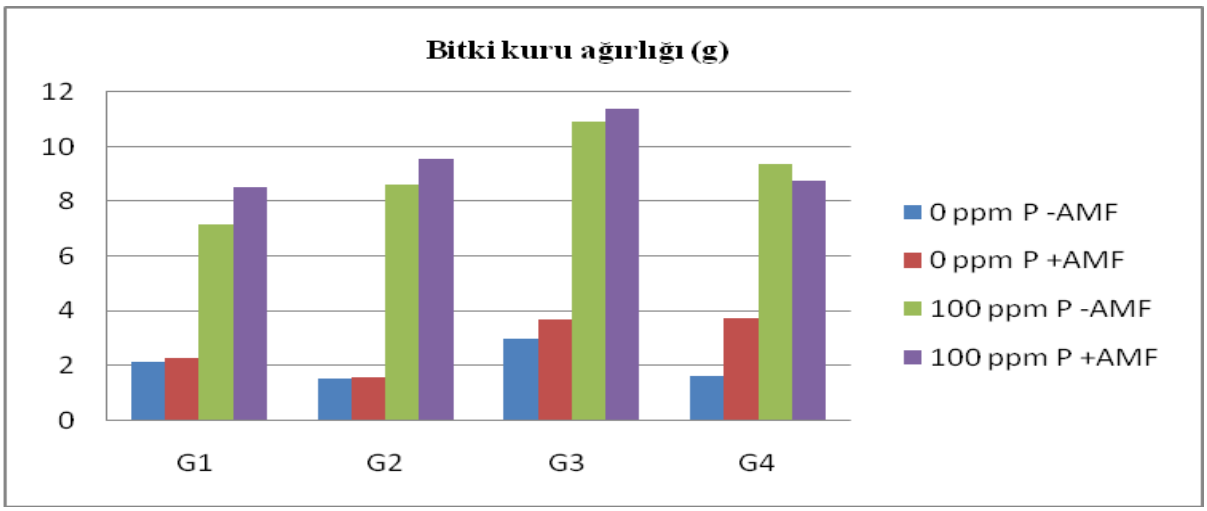
Şekil 26. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam yaş ağırlık değerleri (g).

4.2.1.3.Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen üst aksam kuru ağırlığı ortalama değerleri

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının mısır bitkisi üst aksamı kuru ağırlığı ortalama değerler Çizelge 19'da verilmiştir ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 27'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonucuna göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin ve farklı fosfor dozlarının mısır bitkisi üst aksamı kuru ağırlığı arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ancak, AMF spor aşılamasının ve mısırXfosforXAMF interaksiyonunun etkisi ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$ ve $p<0.05$ seviyelerinde) bulunmamıştır. Tablo 19'un incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek bitki kuru ağırlığı G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunun ve +AMF uygulamasında (11.4 g) saptanırken, en düşük bitki ağırlığı G_2 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve -AMF uygulamasında (1.50 g) elde edilmiştir.

Çizelge 19. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksamı kuru ağırlık değerleri (g).

Bitki kuru ağırlığı (g)						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	2.14 ± 0.6	**1.50 ± 0.2**	2.98 ±0.1	1.58 ± 1.5	
	+AMF	2.27 ± 0.4	1.57 ± 0.1	3.69 ±1.0	3.7 ± 0.8	2.42 ± 1.08B
100 ppm P	-AMF	7.17 ± 2.4	8.63 ± 1.2	10.9 ± 0.2	9.35 ± 0.7	
	+AMF	8.54 ± 2.1	9.53 ± 1.8	**11.4 ± 0.2**	8.75 ± 2.0	9.2 ± 1.3A
ÇEŞİT ORT.		5.03 ± 1.3B	5.30 ±0.82 AB	7.24 ±0.4A	5.84 ± 2AB	
-AMF ORT.		5.5 ± 0.8				
+AMF ORT.		6.18± 1.4				



Şekil 27. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam kuru ağırlık değerleri (g).

4.3.Hasat sonrası mısır bitkisinin yeşil aksamına ait bazı makro ve mikro besin elementi analiz sonuçları

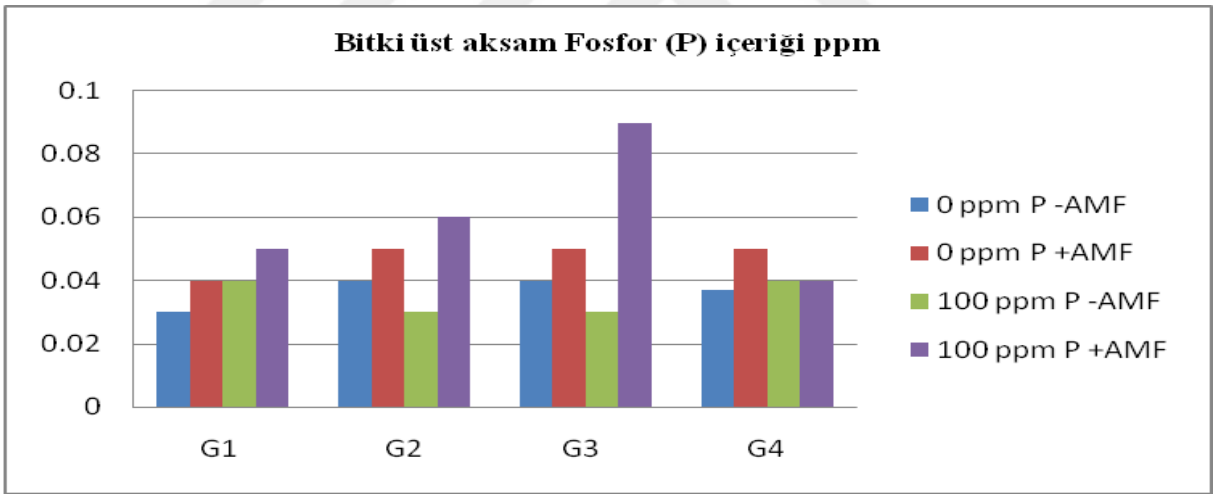
4.3.1.Mısır bitkisi üst aksamı Fosfor (P) içeriğine ait analiz sonuçları

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının mısır bitkisi üst aksamı fosfor içeriğine ait değerler Çizelge 20'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 28'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin ve farklı fosfor dozunun mısır bitkisi üst aksamı (P) içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Ancak, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) mısır bitkisi üst aksamı (P) içeriği üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Aynı şekilde AMF spor

aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun etkisi de istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Tablo 20'nin incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek bitki üst aksamı (P) içeriği G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunun ve +AMF uygulaması yapıldığı saksıda (0.09 ppm) saptanırken, en düşük bitki üst aksam (P) içeriği ise G_4 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozu ve -AMF uygulaması yapılan saksıda (0.037 ppm) saptanmıştır.

Çizelge 20. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksamı Fosfor (P) içeriğine ait değerler ppm.

Mısır bitkisi üst aksam Fosfor (P) içeriği ppm.						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	0.03±0.004B	0.04±0.005B	0.04±0.03B	**0.037±0.007B**	0.04±0.008
	+AMF	0.04±0.003B	0.05±0.004B	0.05±0.005B	0.05±0.008B	
100 ppm P	-AMF	0.04±0.002B	0.03±0.001B	0.03±0.002B	0.04±0.003B	0.04±0.005
	+AMF	0.05±0.01A	0.06±0.001A	**0.09±0.02A**	0.04±0.003B	
ORTALAMA		0.04±0.0	0.04±0.01	0.05±0.02	0.04±0.00	
-AMF ORT.		0.03±0.006B				
+AMF ORT.		0.05±0.005A				



Şekil 28. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam Fosfor (P) içeriğine ait değerler (ppm).

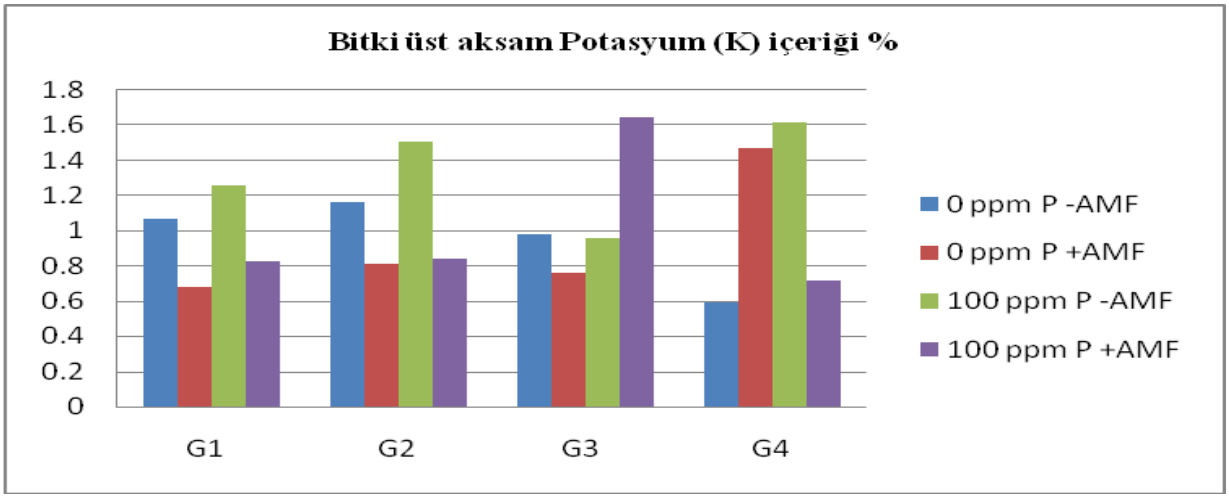
4.3.2.Mısır bitkisi üst aksamı Potasyum (K) içeriğine ait analiz sonuçları

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının mısır bitkisi (K) içeriğine ait değerler Çizelge 21'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 29'da

verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun mısır bitkisi üst aksamı (K) içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Fakat kullanılan farklı fosfor dozlarının mısır bitkisi üst aksamı (K) içeriği sonuçlarında etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Aynı şekilde AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) mısır bitkisi üst aksamı potasyum içeriği sonuçlarında etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Çizelge 21'in incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek bitki üst aksamı (K) içeriği G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulaması yapılan saksıda (1.65 %) saptanırken en düşük (K) içeriği ise G_4 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozu ve -AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (0.59 %) saptanmıştır.

Çizelge 21. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksamı Potasyum (K) içeriğine ait değerler.

Mısır bitkisi üst aksam Potasyum (K) içeriği %						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	1.07±0.2	1.16±0.4	0.98±0.2	**0.59±0.07**	0.94±0.14B
	+AMF	0.68±0.04	0.81±0.08	0.76±0.06	1.47±0.13	
100 ppm P	-AMF	1.26±0.1	1.51±0.2	0.96±0.1	1.62±0.10	1.17±0.1A
	+AMF	0.83±0.08	0.84±0.09	**1.65±0.1**	0.72±0.1	
ORTALAMA		0.96±0.10	1.08±0.19	1.08±0.11	1.10±0.1	
-AMF ORT.		1.14±0.17A				
+AMF ORT.		0.97±0.08B				



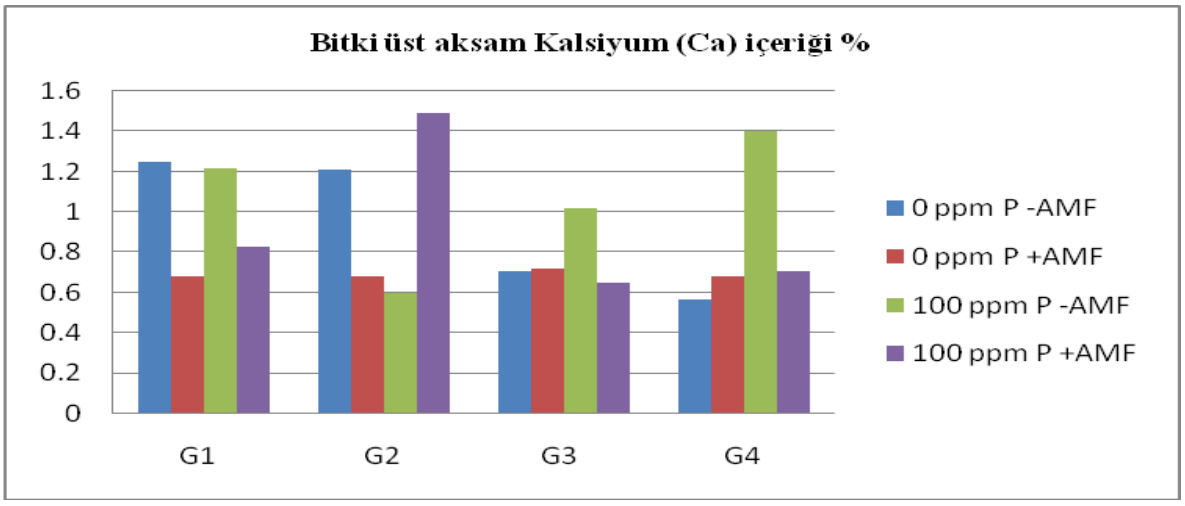
Şekil 29. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam potasyum (K) içeriğine ait değerler %.

4.3.3.Mısır bitkisi üst aksamı Kalsiyum (Ca) içeriğine ait analiz sonuçları

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının mısır bitkisi (Ca) içeriğine ait değerler Çizelge 22'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 30'da verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonucuna göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin ve AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) mısır bitkisi üst aksamı (Ca) içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Kullanılan farklı fosfor dozlarının ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun etkisi de istatistiki olarak önemli ($p<0.01$ ve $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 22'nin incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek bitki (Ca) içeriği G_2 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulaması yapıldığı saksıda (1.49 %) saptanırken, en düşük (Ca) içeriği ise G_4 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozu ve -AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (0.57 %) saptanmıştır.

Çizelge 22. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam Kalsiyum (Ca) içeriğine ait değerler.

Mısır bitkisi üst aksam Kalsiyum (Ca) içeriği %						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	1.25±0.4	1.21±0.1	0.71±0.3	**0.57±0.03**	0.81±0.13
	+AMF	0.68±0.04	0.68±0.1	0.72±0.07	0.68±0.07	
100 ppm P	-AMF	1.22±0.3	0.60±0.05	1.02±0.1	1.40±0.09	0.99±0.12
	+AMF	0.83±0.08	**1.49±0.3**	0.65±0.1	0.71±0.000	
ORTALAMA		0.99±0.2	0.99±0.13	0.77±0.14	0.84±0.04	
-AMF ORT.		0.99±0.09A				
+AMF ORT.		0.80±0.09B				



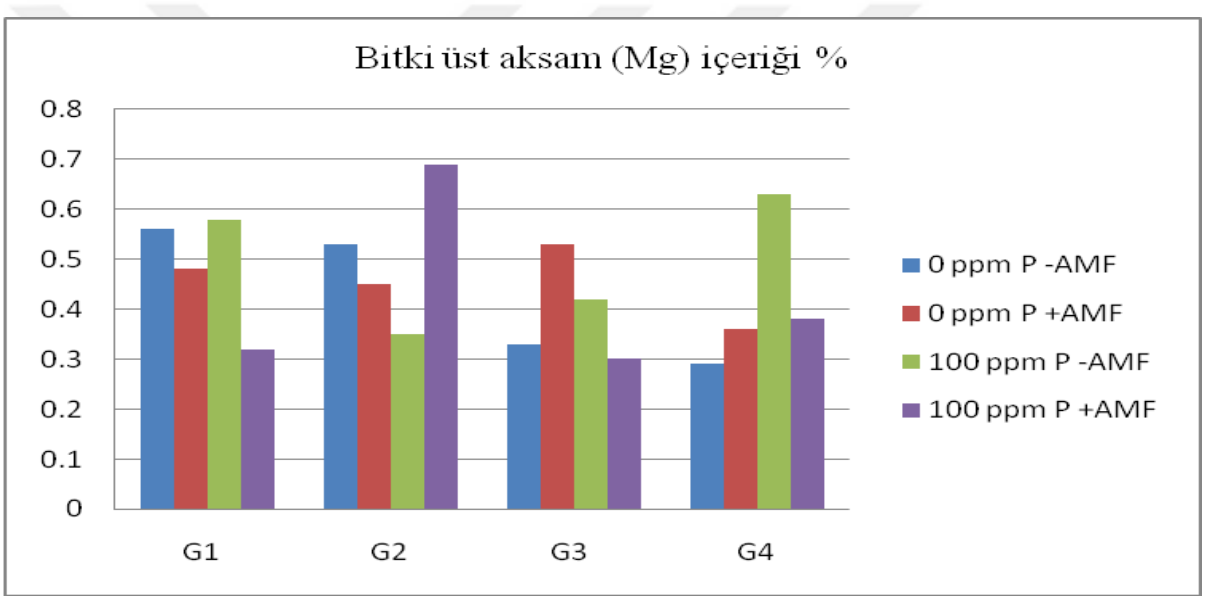
Şekil 30. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam kalsiyum (Ca) içeriğine ait değerler.

4.3.4.Mısır bitkisi üst aksamı Magnezyum (Mg) içeriğine ait analiz sonuçları

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının mısır bitkisi üst aksamı (Mg) içeriğine ait değerler Çizelge 23'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 31'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin ve AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) mısır bitkisi üst aksamı (Mg) içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Kullanılan farklı fosfor dozlarının ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun mısır bitkisi üst aksam (Mg) içeriği sonuçlarına etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 23'ün incelenmesinden de görüldüğü üzerine denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek bitki (Mg) içeriği G_2 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulaması yapılmadığı saksıda (0.69 %) saptanırken, en düşük (Mg) içeriği ise G_4 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozu ve -AMF uygulamasının yapıldığı saksıda(0.29 %) saptanmıştır.

Çizelge 23. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam Magnezyum (Mg) içeriğine ait değerler.

Bitki üst aksam Magnezyum (Mg) içeriği %						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	0.56±0.1	0.53±0.04	0.33±0.1	**0.29±0.07**	0.44±0.07
	+AMF	0.48±0.08	0.45±0.08	0.53±0.03	0.36±0.08	
100 ppm P	-AMF	0.58±0.07	0.35±0.08	0.42±0.08	0.63±0.07	0.45±0.05
	+AMF	0.32±0.02	**0.69±0.06**	0.30±0.05	0.38±0.02	
ORTALAMA		0.48±0.06A	0.50±0.06A	0.39±0.07B	0.253±0.06A	
-AMF ORT.		0.46±0.07A				
+AMF ORT.		0.43±0.05B				



Şekil 31. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam Magnezyum (Mg) içeriğine ait değerler.

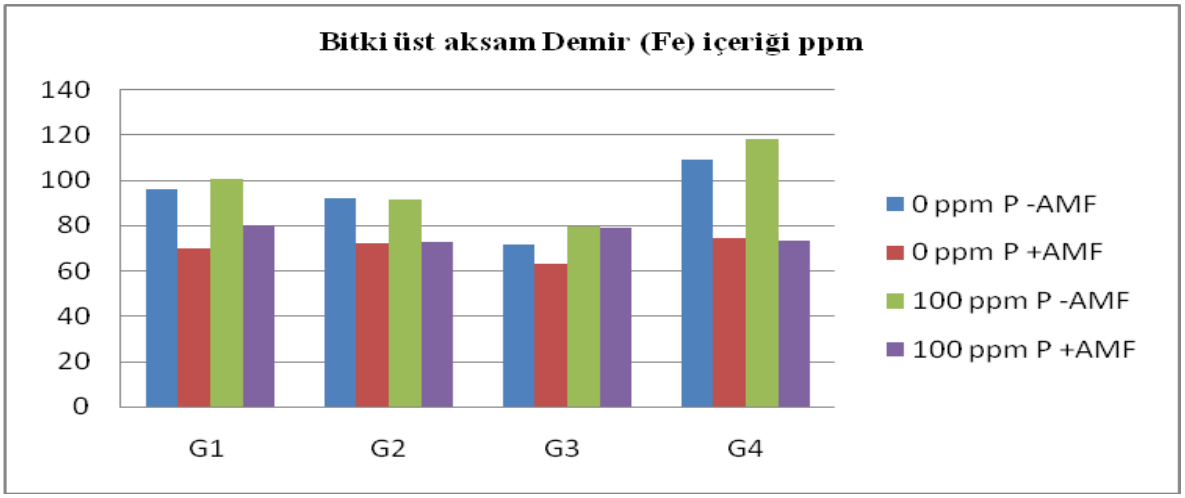
4.3.5.Mısır bitkisi üst aksamı Demir (Fe) içeriğine ait analiz sonuçları

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının mısır bitkisi üst aksamı (Fe) içeriğine ait değerler Çizelge 24'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 32'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, farklı fosfor dozlarının ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu

interaksiyonunun mısır bitkisi üst aksam (Fe) içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Ancak, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) mısır bitkisi (Fe) içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Tablo 24'ün incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek bitki üst aksam (Fe) içeriği G_4 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve -AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (118.6 ppm) saptanırken, en düşük bitki üst aksam (Fe) içeriği ise G_3 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozu ve +AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (63 ppm) saptanmıştır.

Çizelge 24. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam Demir (Fe) içeriğine ait değerler.

Bitki üst aksam Demir (Fe) içeriği (ppm)						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	96.44±9.4	91.96±1.8	71.99±1.5	109.20±2.4	81.10±3.3
	+AMF	70.07±6.7	72.46±1.8	**63±1.8**	74.38±1.5	
100 ppm P	-AMF	100.6±5.8	91.58±2.7	79.8±2.7	**118.26±4.0**	87.02±3.3
	+AMF	80.33±6.9	72.89±1.8	79.11±2.2	73.61±0.6	
ORTALAMA		86.86±7.2	82.22±2.0	73.47±2.0	93.86±2.1	
-AMF ORT.		94.97±3.7A				
+AMF ORT.		73.23±2.9B				



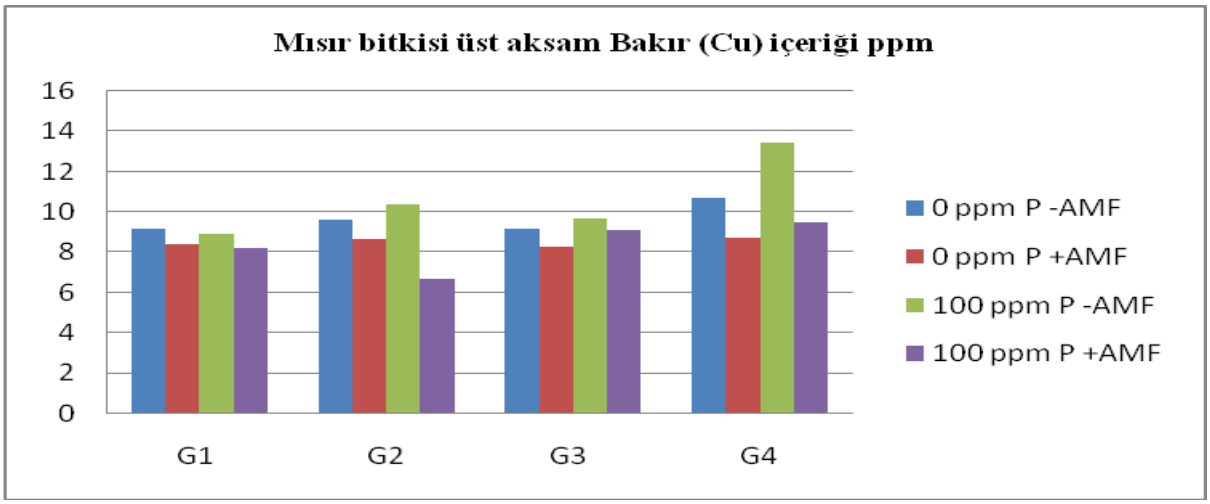
Şekil 32. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam Demir (Fe) içeriğine ait değerler (ppm).

4.3.6. Mısır bitkisi üst aksamı Bakır (Cu) içeriğine ait analiz sonuçları

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının mısır bitkisi (Cu) içeriğine ait değerler Çizelge 25'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 33'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, farklı fosfor dozlarının ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun mısır bitkisi üst aksam (Cu) içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Ancak, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) mısır bitkisi üst aksam (Cu) içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Tablo 25'in incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek bitki üst aksam (Cu) içeriği G_4 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve -AMF uygulaması yapılmadığı saksıda (13.45 ppm) saptanırken, en düşük bitki üst aksam (Cu) içeriği ise G_2 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozu ve +AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (6.71 ppm) saptanmıştır.

Çizelge 25. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam Bakır (Cu) içeriğine ait değerler.

Mısır bitkisi üst aksam Bakır (Cu) içeriği ppm						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	9.18±1.3	9.60±1.2	9.15±3.3	10.73±1.3	9.09±1.5
	+AMF	8.44±2	8.69±0.8	8.26±0.8	8.72±1.8	
100 ppm P	-AMF	8.92±1.3	10.36±1.8	9.69±1.1	**13.45±0.44**	9.49±1.3
	+AMF	8.24±1.5	**6.71±0.6**	9.1±0.5	9.51±2.4	
ORTALAMA		8.69±1.5	8.84±1.1	9.05±1.3	10.60±2.4	
-AMF ORT.		10.13±1.9A				
+AMF ORT.		8.45±1.3B				



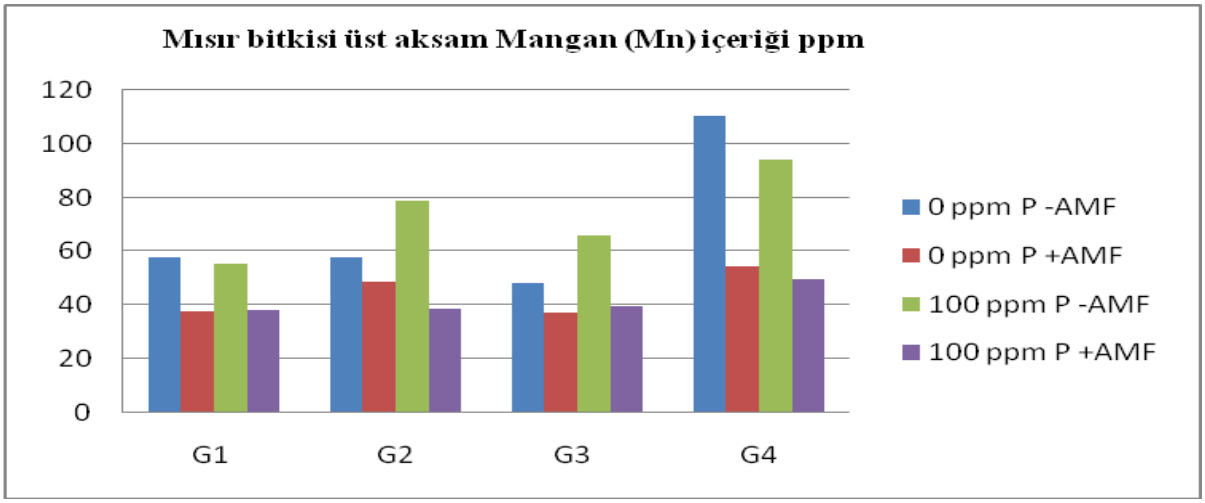
Şekil 33. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam Bakır (Cu) içeriğine ait değerler.

4.3.7.Mısır bitkisi üst aksamı Mangan (Mn) içeriğine ait analiz sonuçları

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının mısır bitkisi üst aksamı (Mn) içeriğine ait değerler Çizelge 26'da ve bu değerlerin grafikleri Şekil 34'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin ve AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) mısır bitkisi üst aksam (Mn) içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Aynı şekilde AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun etkisi de istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Ancak kullanılan fosfor dozlarının mısır bitkisi üst aksam (Mn) içeriği üzerine etkisi istatistiksel ise olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 26'nin incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek bitki üst aksam (Mn) içeriği G_4 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunda ve -AMF uygulaması yapılmadığı saksıda (110.45 ppm) saptanırken, en düşük (Mn) içeriği ise G_3 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozu ve +AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (37.21 ppm) saptanmıştır.

Çizelge 26. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam Mangan (Mn) içeriğine ait değerler.

Mısır bitkisi üst aksam Mangan (Mn) içeriği ppm						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	57.63±9.6CDE	57.94±14.7CDE	48.2±2.2DE	**110.45±8.3A**	56.57±8.5
	+AMF	37.93±7.3DE	49±13DE	**37.21±4.9E**	54.50±8.1CDE	
100 ppm P	-AMF	55.44±2CDE	78.67±2.3BC	65.90±4.9CD	94.19±6.3AB	57.57±3.2
	+AMF	38.16±6DE	38.75±9.7DE	39.88±3.3DE	49.60±0.1DE	
ORTALAMA		47.29±6.2B	56.09±9.9B	47.7±8.7B	77.18±5.4A	
-AMF ORT.		71.05±6.2B				
+AMF ORT.		43.12±6.55A				



Şekil 34. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam Mangan (Mn) içeriğine ait değerler.

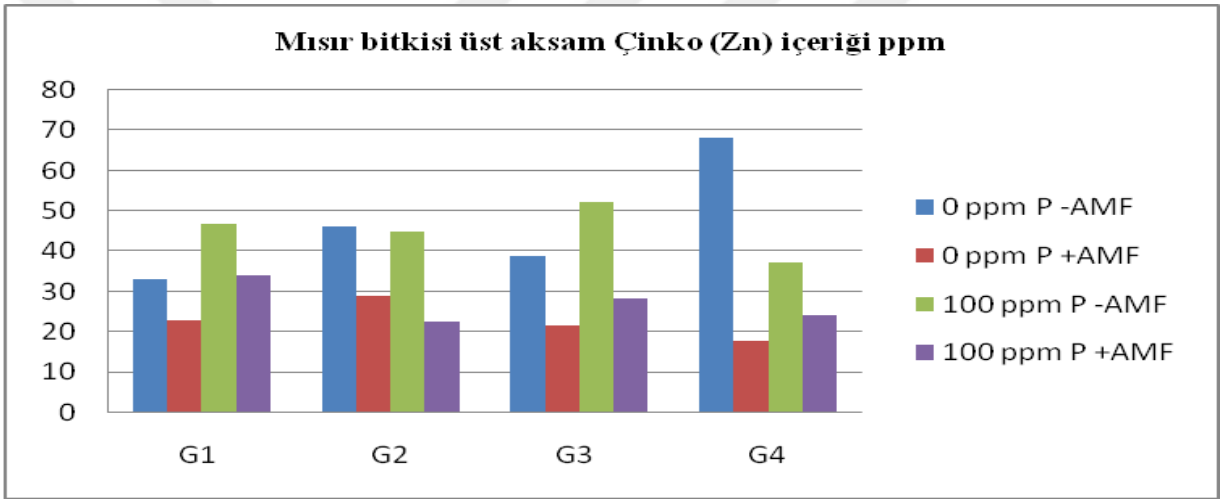
4.3.8.Mısır bitkisi üst aksamı Çinko (Zn) içeriğine ait analiz sonuçları

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının mısır bitkisi üst aksam (Zn) içeriğine ait değerler Çizelge 27'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 35'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, farklı fosfor dozlarının ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun mısır bitkisi üst aksamı (Zn) içeriği sonuçlarına etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Ancak, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) mısır bitkisi boyları arasındaki fark üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Tablo 27'nin incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek bitki üst aksam (Zn) içeriği G_4 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunda ve -AMF uygulaması yapılmadığı saksıda (68.13 ppm)

saptanırken, en düşük (Zn) içeriği ise G_2 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozu ve +AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (14.04 ppm) saptanmıştır.

Çizelge 27. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam Çinko (Zn) içeriğine ait değerler.

Mısır bitkisi üst aksam Çinko (Zn) içeriği ppm						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	33.04±5.7	46.20±4.3	38.93±1.7	**68.13±2.9**	34.69±4.7
	+AMF	22.89±9.1	28.95±2.6	21.56±8.4	17.85±3.2	
100 ppm P	-AMF	46.76±10.3	44.80±8.6	52.23±3.7	37.20±6.5	36.29±5.9
	+AMF	34.04±5.1	**22.70±1.2**	28.32±1.9	24.27±9.9	
ORTALAMA		34.18±7.55	35.66±15.8	35.26±3.9	36.86±5.6	
-AMF ORT.		45.91.57±5.4B				
+AMF ORT.		25.07±5.17A				



Şekil 35. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen bitki üst aksam Çinko (Zn) içeriğine ait değerler.

4.4.Hasat sonrası mısır bitkisi köklerinde ölçülen bazı gelişim parametrelerine ait değerler

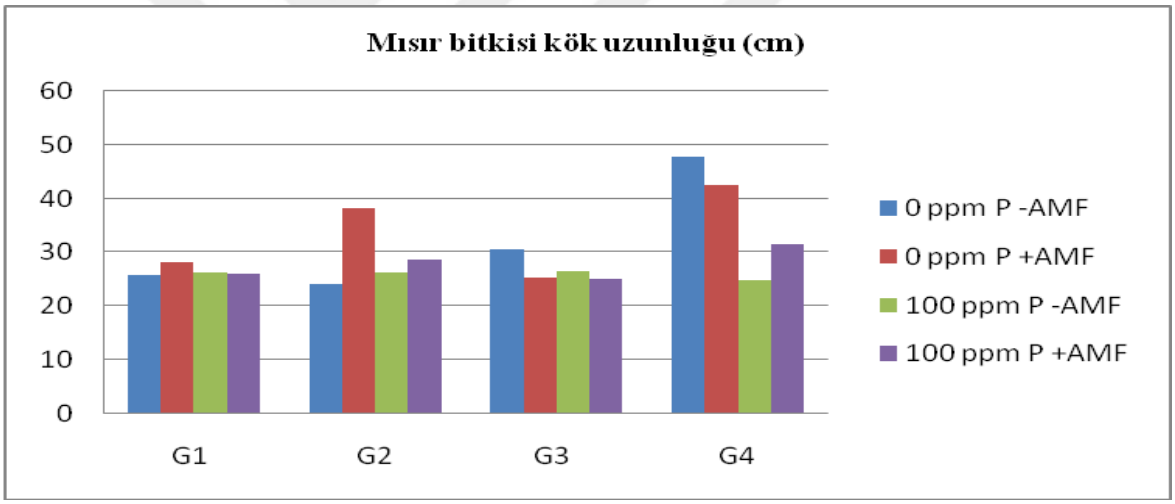
4.4.1.Mısır bitkisi kök uzunluğu

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm p) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının mısır bitkisi kök uzunluğunun ortalama değerler Çizelge 28'de ve bu değerlerin grafikleri Şekil 36'da verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, kullanılan farklı fosfor dozlarının mısır bitkisi kök uzunluğu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Ancak AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF), AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun etkisi ise istatistiki

olarak önemli ($p<0.01$ ve $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 28'in incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek bitki kök uzunluğu değeri G_4 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozu ve –AMF uygulaması yapıldığı saksıda (47.76 cm) bulunurken, en düşük kök uzunluğu değeri ise G_2 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve -AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (24.26 cm) bulunmuştur.

Çizelge 28. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök uzunluğuna ait değerler (cm).

Mısır bitkisi kök uzunluğu (cm)						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	25.8 ± 4.7	24.26 ± 7.5	30.63 ± 10.7	47.76 ± 8.4	
	+AMF	28.2 ± 2.3	38.3 ± 13.7	25.33 ± 4.7	42.53 ± 2.6	32.85±6.8A
100 ppm P	-AMF	26.2 ± 2.0	26.4 ± 4.5	26.54 ± 1.9	24.86 ± 5.5	
	+AMF	25.96 ± 3.0	28.63 ± 8.4	25.1 ± 3.6	31.63 9.8	26.91 ± 4.8 B
ÇEŞİT ORT.		26.54 ± 3 B	29.39 ±8.5 AB	26.9 ± 5.2B	36.69 ± 6.5 A	
-AMF ORT.		29.0± 5.6				
+AMF ORT.		30.71 ± 6.0				



Şekil 36. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök uzunluğuna ait değerler (cm).

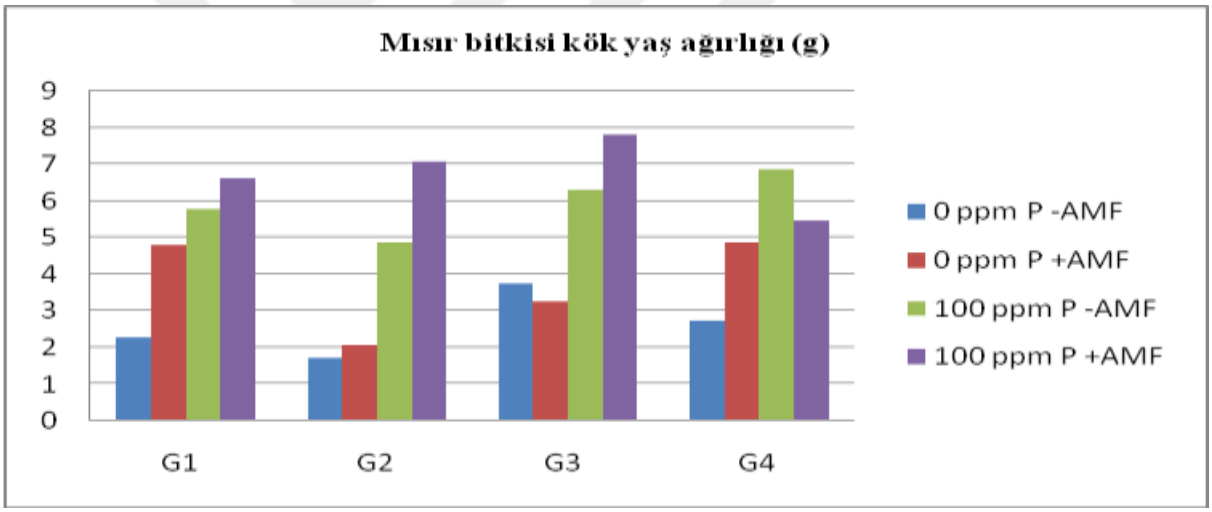
4.4.2.Mısır bitkisi kök yaş ağırlığı

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının mısır bitkisi kök yaş ağırlığı ortalama degerler Çizelge 29'da ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 37'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0.01$ ve $p<0.05$) bulunmamıştır. Kullanılan farklı fosfor dozlarının mısır bitkisi kök aksamı yaş ağırlığı arasındaki fark üzerine etkisi ise istatistiksel olarak ($p<0.01$) önemli bulunmuştur.

Tablo29'un incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek kök yaş ağırlığı G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunun ve +AMF uygulamasının yapıldığı saksılarda (7.81 g) saptanırken, en düşük kök yaş ağırlığı G_2 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve –AMF yapılan saksıda (1.73 g) saptanmıştır.

Çizelge 29. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök yaş ağırlığı değerleri (g).

Mısır bitkisi kök yaş ağırlığı (g)						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	2.29 ± 0.9	**1.73 ± 1.2**	3.73 ± 0.9	2.73 ± 1.1	
	+AMF	4.79 ± 0.1	2.07 ± 0.3	3.25 ± 0.6	4.86 ± 1.0	3.1 ± 1.5 B
100 ppm P	-AMF	5.77 ± 1.1	4.86 ± 1.8	6.3 ± 1.4	6.88 ± 2.0	
	+AMF	6.62 ± 2.1	7.06 ± 0.4	**7.81 ± 0.4**	5.47 ± 0.50	6.3 ± 1.2 A
ÇEŞİT ORT.		4.8 ± 1.0	3.9 ± 0.9	5.2 ± 0.8	4.9 ± 1.1	
-AMF ORT.		4.2 ± 1.3				
+AMF ORT.		5.2 ± 0.6				



Şekil 37. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök yaş ağırlığı değerleri (g).

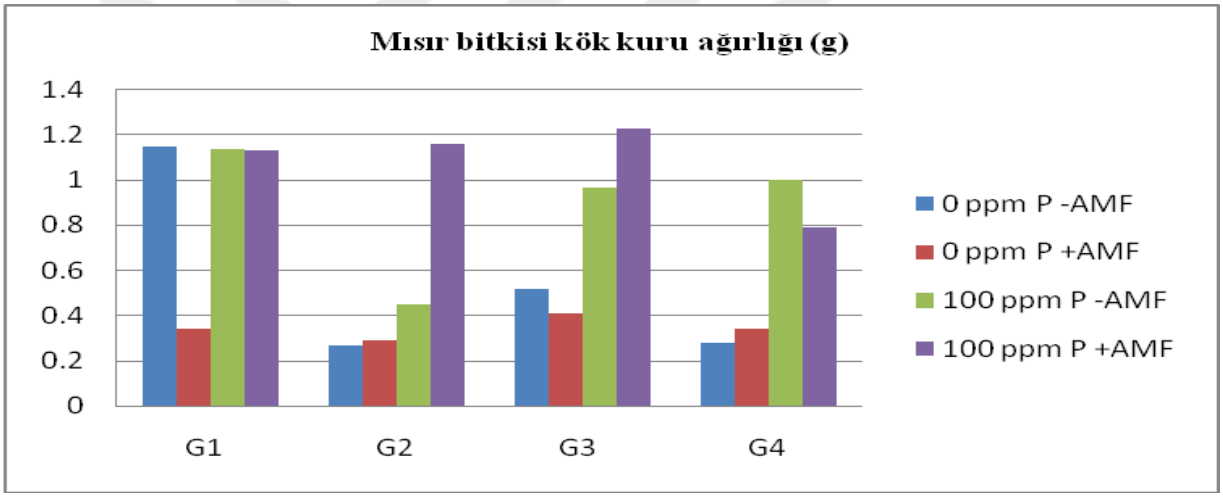
4.4.3.Mısır bitkisi kök kuru ağırlığı

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının mısır bitkisinin kök kuru ağırlıgı ortalama değerler Çizelge 30'da ve bu değerlerin grafikleri Şekil 38'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, kullanılan farklı fosfor dozlarının, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun mısır bitkisi kök aksamı kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0.01$ ve $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo

30'un incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek kök kuru ağırlığı G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozu ve +AMF uygulaması yapılan saksılarda (1.23 g) saptanırken, en düşük kök kuru ağırlığı ise G_2 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve -AMF uygulamasında (0.27 g) saplanmıştır.

Çizelge 30. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök kuru ağırlığı değerleri (g).

Mısır bitkisi kök kuru ağırlığı (g)						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	1.15± 0.6	**0.27 ± 0.02**	0.52 ± 0.2	0.28 ± 0.12	
	+AMF	0.34 ± 0.05	0.29±0.16	0.41 ± 0.08	0.34 ± 0.08	0.45 ± 1.3
100 ppm P	-AMF	1.14 ± 0.8	0.45 ± 0.2	0.97 ± 0.6	1 ± 0.3	
	+AMF	1.13 ± 0.3	1.16 ± 0.2	**1.23 ± 0.6**	0.79 ± 0.3	0.9 ± 0.8
ÇEŞİT ORT.		0.94± 0.4	0.54 ± 0.1	0.78 ± 0.4	0.60 ± 0.1	
-AMF ORT.		0.7 ± 0.3				
+AMF ORT.		0.5 ± 0.2				



Şekil 38. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök kuru ağırlığı değerleri (g).

4.5.Hasat sonrası mısır bitkisi köklerine ait makro ve mikro besin element analiz sonuçları

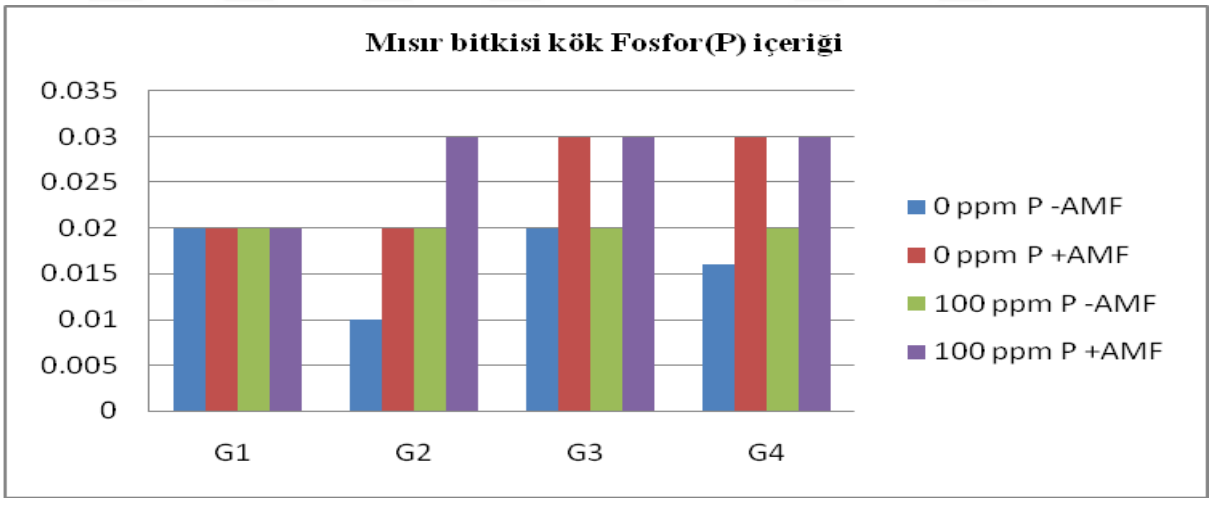
4.5.1. Mısır bitkisi kök Fosfor (P) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının, mısır bitkisi kök aksamı (P) içeriğine ait değerler Çizelge 31'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 39'da verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, farklı fosfor dozlarının ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu

interaksiyonunun mısır bitkisi kök aksamı (P) içeriği arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Ancak, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) mısır bitkisi kök aksamı (P) içeriği arasındaki fark üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Tablo 31'in incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek kök (P) içeriği G_4 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulamasında (0.039 ppm) saptanırken, en düşük kök (P) içeriği ise yine G_2 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozu ve -AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (0.016 ppm) saptanmıştır.

Çizelge 31. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök Fosfor (P) içeriğine ait değerler.

Mısır bitkisi kök Fosfor (P) içeriği						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	0.02±0.01	**0,01±0.007**	0.02±0.01	0.016±0.001	0.02±0.008
	+AMF	0.02±0.01	0.02±0.01	0.03±0.007	0.03±0.01	
100 ppm P	-AMF	0.02±0.001	0.02±0.002	0.02±0.004	0.02±0.005	0.02±0.007
	+AMF	0.02±0.01	0.03±0.007	0.039±0.02	**0.03±0.01**	
ORTALAMA		0.02±0.007	0.02±0.006	0.02±0.01	0.02±0.006	
-AMF ORT.		0.01±0.005B				
+AMF ORT.		0.02±0.01A				



Şekil 39. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök Fosfor (P) içeriğine ait değerler (ppm).

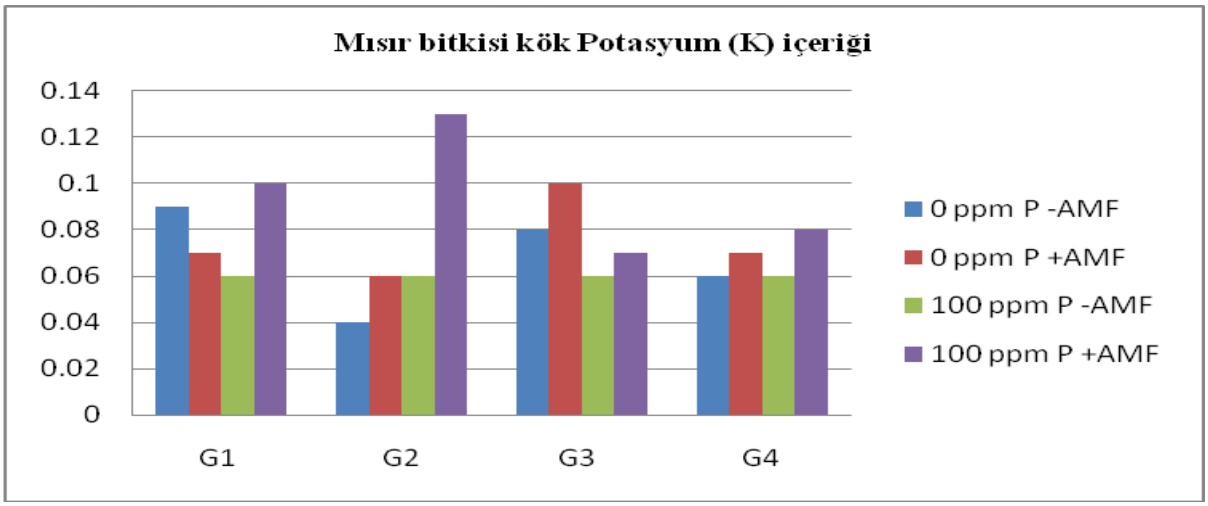
4.5.2. Mısır bitkisi kök Potasyum (K) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının, mısır bitkisi kök aksamı (K) içeriğine ait değerler Çizelge 32'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 40'ta

verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, farklı fosfor dozlarının, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun mısır bitkisi kök aksamı (K) içeriği arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 32'nin incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek kök (K) içeriği G_2 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulamasında (0.13 %) saptanırken, en düşük kök (K) içeriği ise yine G_2 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozu dozunun ve -AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (0.04 %) saptanmıştır.

Çizelge 32. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök Potasyum (K) içeriğine ait değerler.

Mısır bitkisi kök Potasyum (K) içeriği						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	0.09±0.07	**0.04±0.01**	0.08±0.01	0.06±0.03	0.07±0.03
	+AMF	0.07±0.05	0.06±0.02	0.10±0.04	0.07±0.01	
100 ppm P	-AMF	0.06±0.01	0.06±0.01	0.06±0.01	0.06±0.01	0.077±0.02
	+AMF	0.10±0.07	**0.13±0.06**	0.07±0.02	0.08±0.01	
ORTALAMA		0.08±0.05	0.07±0.02	0.07±0.02	0.06±0.01	
-AMF ORT.		0.06±0.02				
+AMF ORT.		0.08±0.03				



Şekil 40. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök Potasyum (K) içeriğine ait değerler (%).

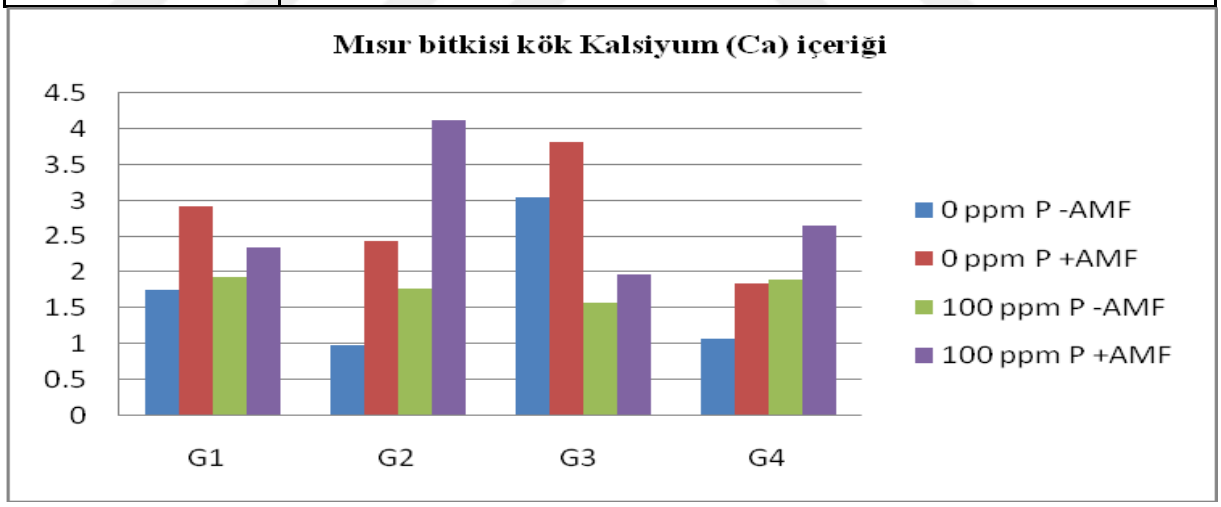
4.5.3. Mısır bitkisi kök Kalsiyum (Ca) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının, mısır bitkisi kök

(Ca) içeriğine ait değerler Çizelge 33'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 41'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin. farklı fosfor dozlarının, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun mısır bikisi kök aksamı (Ca) içeriğine üzerine etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0.01$ ve $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 33'ün incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek kök (Ca) içeriği G_2 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulamasında (4.12 %) saptanırken, en düşük (Ca) içeriği ise G_2 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozu ve -AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (0.98 %) saptanmıştır.

Çizelge 33. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök Kalsiyum (Ca) içeriğine ait değerler

Mısır bitkisi kök Kalsiyum (Ca) içeriği						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	1.75±0.3	**0.98±0.7**	3.04±0.5	1.07±0.2	2.23±0.4
	+AMF	2.93±0.5	2.43±0.5	3.82±0.2	1.84±0.8	
100 ppm P	-AMF	1.93±0.4	1.77±0.8	1.58±0.1	1.90±0.13	2.28±1
	+AMF	2.34±0.3	**4.12±0.4**	1.98±1.3	2.65±0.3	
ORTALAMA		2.23±0.3	2.32±0.6	2.60±0.5	1.86±0.2	
-AMF ORT.		1.75±0.3				
+AMF ORT.		2.7±0.5				



Şekil 41. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök Kalsiyum (Ca) içeriğine ait değerler (%).

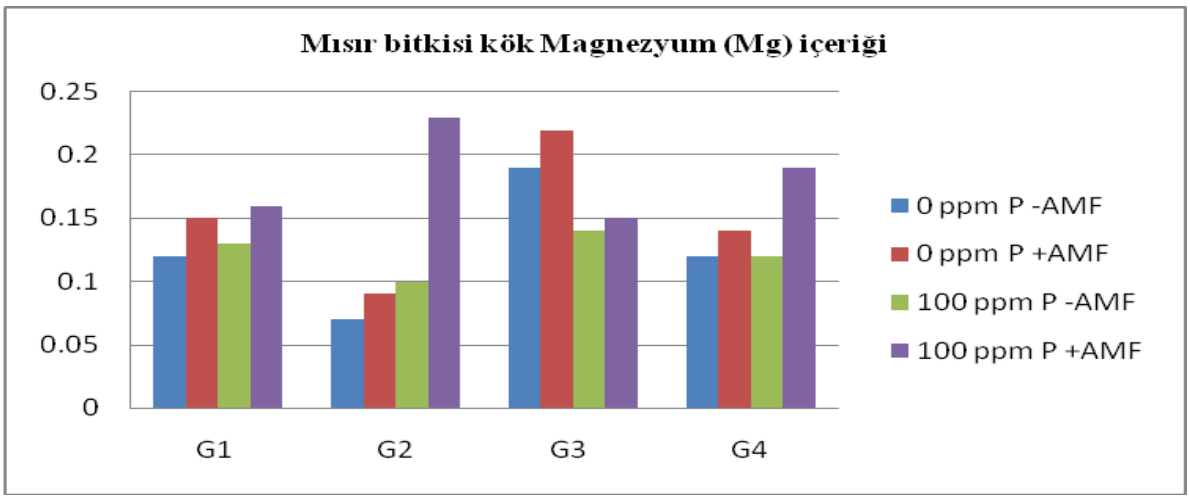
4.5.4. Mısır bitkisi kök Magnezyum (Mg) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının, mısır bitkisi kök (Mg) içeriğine ait değerler Çizelge 34'de ve bu değerlerin grafikleri Şekil 42'de

verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, farklı Fosfor dozlarının ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun mısır bitkisi kök aksamı (Mg) içeriği arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Ancak AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) mısır bitkisi kök aksamı (Mg) içeriği arasındaki fark üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Tablo 34'ün incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek kök (Mg) içeriği G_2 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulamasında (0.23 %) saptanırken, en düşük kök (Mg) içeriği ise G_2 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve -AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (0.07 %) saptanmıştır.

Çizelge 34. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök Magnezyum (Mg) içeriğine ait değerler.

Mısır bitkisi kök Magnezyum (Mg) içeriği						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	0.12±0.07	**0.07± 0.01**	0.19±0.03	0.12±0.05	0.13±0.05
	+AMF	0.15±0.1	0.09±0.04	0.22±0.08	0.14±0.07	
100 ppm P	-AMF	0.13±0.006	0.10±0.03	0.14±0.02	0.12±0.01	0.15±0.04
	+AMF	0.16±0.09	**0.23±0.05**	0.15±0.06	0.19±0.07	
ORTALAMA		0.14±0.06	0.12±0.03	0.17±0.04	0.14±0.05	
-AMF ORT.		0.11±0.02B				
+AMF ORT.		0.16±0.07A				



Şekil 42. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök Magnezyum (Mg) içeriğine ait değerler (%).

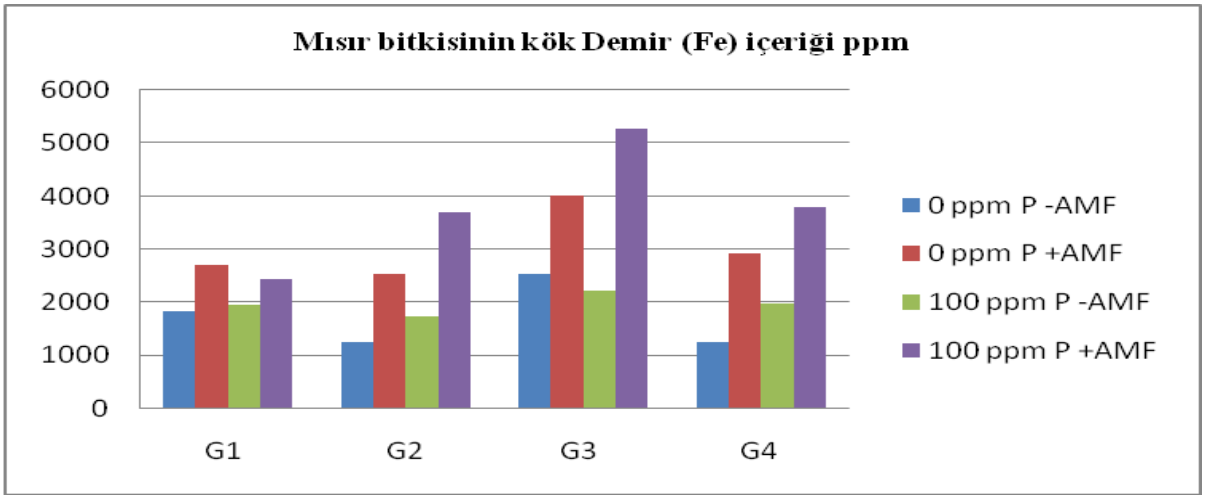
4.5.5. Mısır bitkisi kök Demir (Fe) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının, mısır bitkisi kök

(Fe) içeriğine ait değerler Çizelge 35'de ve bu değerlerin grafikleri Şekil 43'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, farklı fosfor dozlarının, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun mısır bitkisi kök aksamı (Fe) içeriği arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 35'in incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek kök (Fe) içeriği G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (5273 ppm) saptanırken, en düşük kök (Fe) içeriği ise G_2 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve -AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (1252 ppm) saptandı.

Çizelge 35. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök Demir (Fe) içeriğine ait değerler.

Mısır bitkisi kök Demir (Fe) içeriği ppm						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	1841±125	**1252±761**	2544±114	1266±207	2288±227
	+AMF	2717±227	2545±172	4008±207	2934±210	
100 ppm P	-AMF	1959±133	1734±510	2228±509	1982±163	2891±347
	+AMF	2452±139	3702±761	**5273±381**	3804±180	
ORTALAMA		2242±156	2308±551	3513±302	2496±190	
-AMF ORT.		1850±315.2				
+AMF ORT.		3429±2277				



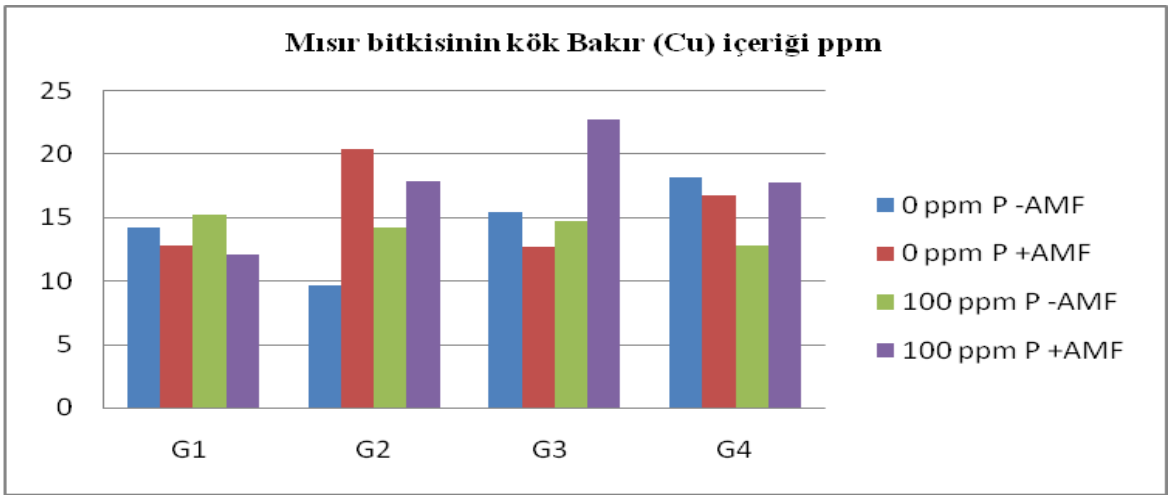
Şekil 43. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök Demir (Fe) içeriğine ait değerler (ppm).

4.5.6. Mısır bitkisi kök Bakır (Cu) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının, mısır bitkisi kök (Cu) içeriğine ait değerler Çizelge 36'da ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 44'te verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, farklı fosfor dozlarının, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun mısır bitkisi kök aksamı (Cu) içeriği arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 36'nin incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında, en yüksek kök (Cu) içeriği G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulaması yapılmadığı saksıda (20.44 ppm) saptanırken, en düşük kök (Cu) içeriği ise G_2 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozu ve -AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (9.68 ppm) saptanmıştır.

Çizelge 36. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök Bakır (Cu) içeriğine ait değerler.

Mısır bitkisi kök Bakır (Cu) içeriği ppm						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	14.24±3.7	**9.68±1.7**	15.4±1.6	18.15±4.4	15.03±3.7
	+AMF	12.84±4.9	20.44±8.3	12.73±0.8	16.8±4.6	
100 ppm P	-AMF	15.22±0.6	14.27±2.3	14.7±3.3	12.8±0.2	15.94±2.0
	+AMF	12.14±3.0	17.85±4.1	**22.79±2.6**	17.78±3.3	
ORTALAMA		13.61±3.0	15.56±4.1	13.93±2.0	16.41±3.12	
-AMF ORT.		14.30±3.7				
+AMF ORT.		16.67±3.9				



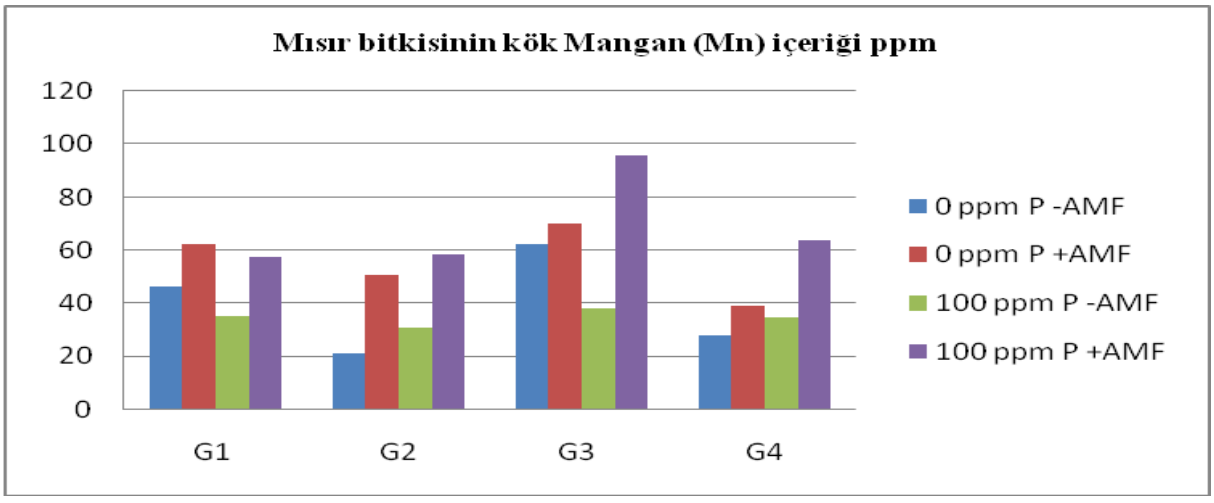
Şekil 44. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök Bakır (Cu) içeriğine ait değerler (%).

4.5.7. Mısır bitkisi kök Mangan (Mn) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının, mısır bitkisi kök (Mn) içeriğine ait değerler Çizelge 37'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 45'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin, farklı fosfor dozlarının, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun mısır bitkisi kök aksamı (Mn) içeriği arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 37'nın incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek kök (Mn) içeriği G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulaması yapıldığı saksıda (95.76 ppm) saptanırken, en düşük kök (Mn) içeriği ise G_2 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve -AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (21.06 ppm) saptanmıştır.

Çizelge 37. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök Mangan (Mn) içeriğine ait değerleri.

Mısır bitkisi kök (Mn) içeriği ppm						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	46.26±2.6	**21.06±1.43**	62.22±2.20	28±1.05	47.59±3.0
	+AMF	62.49±4.54	51±3.39	70.37±7.70	39.33±1.55	
100 ppm P	-AMF	35.4±1.2	31.03±6.2	38.17±1.29	35.04±0.9	51.97±3.2
	+AMF	57.72±3.55	58.67±1.46	**95.76±6.66**	64±5.09	
ORTALAMA		50.47±2.95	40.44±3.0	66.6±4.4	41.59±2.1	
-AMF ORT.		37.14±2.0				
+AMF ORT.		62.41±4.1				



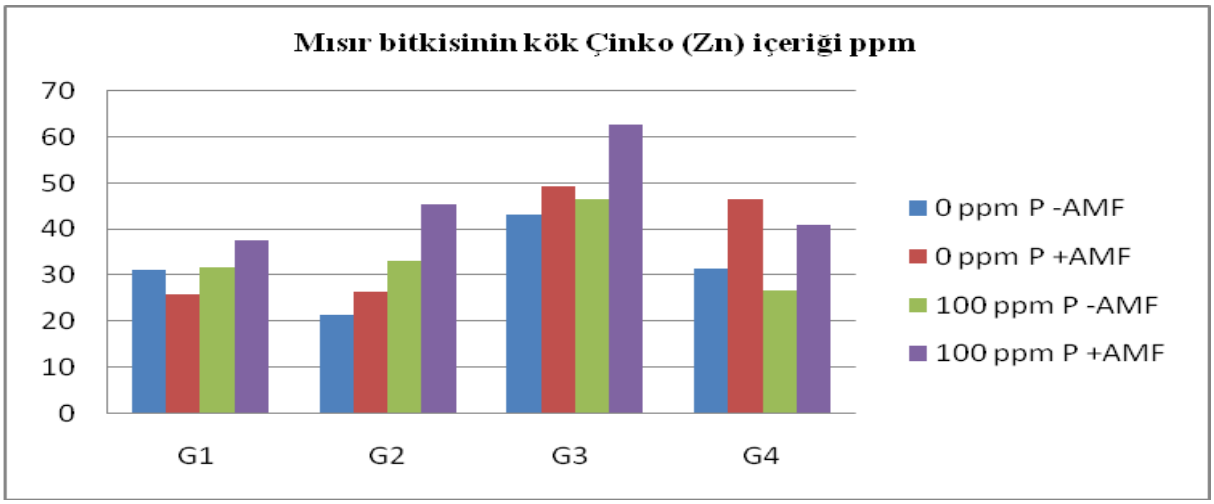
Şekil 45. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök Mangan (Mn) içeriğine ait değerleri.

4.5.8. Mısır bitkisi kök Çinko (Zn) içeriği

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının, mısıe bitkisi kök (Zn) içeriğine ait değerler Çizelge 38'de ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 46'da verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin mısır bitkisi kök aksamı (Zn) içeriği arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Kullanılan farklı fosfor dozlarının, spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun mısır bitkisi kök aksamı (Zn) içeriği arasındaki fark üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 38'in incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek kök (Zn) içeriği G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunda ve +AMF uygulamasını yapıldığı saksıda (62.83 ppm) saptanırken, en düşük kök (Zn) içeriği ise G_2 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozu ve -AMF uygulamasının yapıldığı saksıda (21.5 ppm) saptanmıştır.

Çizelge 38. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök Çinko (Zn) içeriğine ait değerleri.

Mısır bitkisi kök (Zn) içeriği ppm						
Fosfor	Mikoriza	G1	G2	G3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	31.30±9.1	**21.5±9.8**	43.26±12.4	31.63±11.3	34.50±13
	+AMF	25.9±5.3	26.44±7.9	49.48±25.9	46.56±22.3	
100 ppm P	-AMF	31.86±8.2	33.21±5.2	46.45±24.6	26.68±7.5	40.62±12.6
	+AMF	37.59±8.8	45.48±1.80	**62.83±28.83**	40.89±23.9	
ORTALAMA		31.66±7.8 B	31.65±6.1 AB	50.50±22.9 A	36.44±16.2 AB	
-AMF ORT.		33.2±11.0				
+AMF ORT.		41.89±15.5				



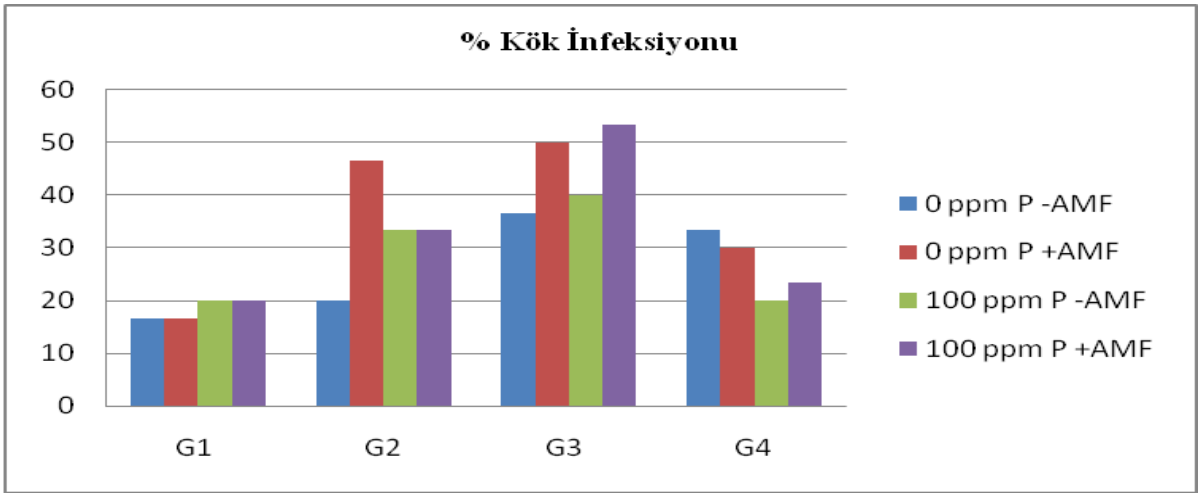
Şekil 46. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök aksam Çinko (Zn) içeriğine ait değerleri (ppm)

4.5.9.Hasat sonrası mısır kök infeksiyon oranı (%)

Denemede kullanılan 4 farklı mısır çeşidi (G_1, G_2, G_3 ve G_4), 2 farklı fosfor uygulaması (0, 100 ppm P) ve 2 farklı mikoriza (-AMF, +AMF) uygulamasının, mısır bitkisi kök infeksiyon üzerine etkisine ait değerler Çizelge 39'da ve bu değerlerin grafikleri de Şekil 47'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan farklı mısır çeşitlerinin mısır bitkisi kök infeksiyon oranı arasındaki fark üzerine etkisi istatistiksel önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Kullanılan farklı fosfor dozlarının, AMF spor aşılamasının (+AMF, -AMF) ve AMF spor aşılamasıXmısırçeşitXfosfor dozu interaksiyonunun mısır bitkisi kök infeksiyon oranı arasındaki fark üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$, $p<0.05$) bulunmamıştır. Tablo 39'un incelenmesinden de görüldüğü üzere denemede kullanılan farklı uygulamalar arasında en yüksek değeri G_3 mısır çeşidinin, 100 ppm P dozunun ve +AMF uygulamasında (% 53.33) saptanırken, en düşük kök infeksiyonu ise G_1 mısır çeşidinin, 0 ppm P dozunun ve -AMF uygulamalarında (% 16.65) saptanmıştır.

Çizelge 39. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök infeksiyon oranına ait değerler (%)

% Kök İnfeksiyon						
Fosfor	Mikoriza	G_1	G_2	G_3	G_4	DOZ ORT.
0 ppm P	-AMF	**16.65 ± 2.89**	20 ± 1.00	36.67 ± 3.06	33.33 ± 1.15	
	+AMF	16.67 ± 5.7	46.67 ± 5.7	50 ± 1.73	30 ± 2.65	31.24 ± 2.9
100 ppm P	-AMF	20 ± 0.0	33.33 ± 2.31	40 ± 1.73	20 ± 0.0	
	+AMF	20 ± 0.0	33.33 ± 2.08	**53.33 ± 2.52**	23.33 ± 5.7	30.4 ± 1.7
ÇEŞİT ORT.		18.33 ± 2.1 B	33.33 ± 2.7AB	45 ± 2.2 A	26.66 ± 2.3AB	
-AMF ORT.		27.4 ± 1.1				
+AMF ORT.		34.1 ± 3.2				



Şekil 47. Farklı mısır çeşitlerinde belirlenen kök infeksiyon oranı değerleri (%).

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1. Deneme toprağında yapılan bazı kimysasal ve biyolojik analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Yaklaşık 70 günlük bir vejetasyon süresinin ardından yapılan bitki hasadı sonrasında deneme bitkilerinin yetiştirildiği saksı topraklarında pH, EC, CaCO3, organik madde, Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Bor (B), Demir (Fe), Bakır (Cu), Mangan (Mn) ve Çinko (Zn) analizleri yapılmış ve ayrıca AMF spor sayıları belirlenmiştir.

Yapılan bu analizlerden pH, EC, CaCO3, Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg) ve Bakır (Cu)'da elde edilen sonuçlar arasındaki fark üzerine denemede kullanılan AMF sporunun, Fosforlu gübrenin ve mısır çeşidinin gerek tekli etkisi, gerekse 3'lü interaksiyon olarak etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$) bulunmamıştır.

Yapılan Azot (N) tayini sonucu elde edilen değerler arasındaki fark üzerine denemede kullanılan AMF sporunun ve mısır çeşidinin tekli etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) olurken, fosforun tekli etkisi ise önemli ($P<0.01$ veya $P<0.05$) bulunmamıştır. Ayrıca Azot (N) değerinde elde edilen rakamlar arasındaki fark üzerinde AMF sporunun, Fosforlu gübrenin ve mısır çeşidinin üçlü interaksiyonun etkisi de istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Toprak organik maddesi analizinde elde edilen değerler arasındaki fark üzerine denemede kullanılan AMF sporunun ve Fosforlu gübrenin tekli etkisi önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$) olurken, mısır çeşidinin tekli etkisi ise önemli ($P<0.01$ veya $P<0.05$) bulunmamıştır. Ayrıca organik madde değerinde elde edilen rakamlar arasındaki fark üzerinde AMF sporunun, Fosforlu gübrenin ve mısır çeşidinin üçlü interaksiyonun etkisi de istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Ayrıca deneme toprağında yapılan P ve Mn tayinlerinde elde edilen rakamlar arasındaki fark üzerine denemede kullanılan AMF sporunun tekli etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) olurken, yine Fe ve Zn tayinlerinde elde edilen rakamlar arasındaki fark üzerine mısır çeşidinin tekli etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) ve Bor (B) tayininde elde edilen rakamlar arasındaki fark üzerine denemede kullanılan AMF sporunun, Fosforlu gübrenin ve mısır çeşidinin üçlü interaksiyonun etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Diğer taraftan mısır bitkisinin hasadının ardından toprakta kalan AMF spor sayıları belirlenmiştir. Hasat sonrası saksılardaki toprakta sayılan AMF spor sayıları

arasındaki fark üzerine AMF sporunun, Fosforlu gübrenin ve mısır çeşidinin tekli ve üçlü interaksiyonlarının etkisi de istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) bulunmuştur.

Toprakta analizi yapılan ve yukarıda anlatılan parametrelerin dışında kalan diğer parametrelerin hiç birinde (pH, EC, $CaCO_3$, K, Ca, Mg, Cu, yapılan analiz sonucu elde edilen rakamlar arasındaki fark üzerinde AMF spor sayıları arasındaki fark üzerine AMF sporunun, Fosforlu gübrenin ve mısır çeşidinin tekli ve üçlü interaksiyonlarının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$) bulunmamıştır.

Ancak özellikle, organik madde ve hem makro hemde mikro besin element analiz sonuçlarının verildiği tablolar irdelendiğinde elde edilen en yüksek değerlerin tamamının AMF sporu aşılanmış olan uygulamalardan elde edildiği görülmektedir.

Buna ilave olarak, organik madde, Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg) ve Bor (B)'da elde edilen en yüksek değerler ise Fosforlu gübrenin 100 ppm doz uygulamasında ve mısırın da G2 çeşidinde elde edilmiştir.

Fe, Cu, Mn ve Zn'da elde edilen en yüksek değerler ise Fosforlu gübrenin 100 ppm dozunda uygulandığı ve G3 mısır çeşidinden elde edilmiştir.

Diğer taraftan, organik madde, N, P, K, Ca, Mg ve B'da elde edilen en düşük değerler AMF sporunun (-AMF) ve Fosforlu gübrenin uygulanmadığı (0 ppm), G1 mısır mısır çeşidinin ekilmiş olduğu saksılardaki deneme topraklarından elde edilirken; Fe, Cu, Mn ve Zn'da ise en düşük değerler yine AMF sporunun (-AMF) aşılanmadığı, Fosforlu gübrenin 100 ppm dozunda uygulandığı G1 mısır çeşidinin ekilmiş olduğu saksılardan elde edilmiştir.

Buradan görülmektedir ki, AMF spor aşılaması ile Fosforun 100 ppm dozunda uygulanmasının, G2 mısır çeşidine de bağlı olarak (istatistiksel olarak önemli çıkmamış olmakla birlikte) organik madde, makro besin elementleri ve Bor'un toprakta elverişli hale gelmesi üzerinde olumlu etkileri olmuştur. Aynı şekilde AMF spor aşılaması ile Fosforun 100 ppm dozunda uygulanmasının, G3 mısır çeşidine de bağlı olarak Fe, Cu, Mn ve Zn besin elementleri üzerinde olumlu etkisi olmuştur (bu etki Fe'de ve Zn'de kullanılan mısır çeşidine, Mn'da ise AMF spor aşılanmasının tekli etkisine bağlı olarak önemli bulunmuştur).

Ayrıca deneme sonrası mısır bitkisi köklerinde AMF spor sayımları yapılmış olup en yüksek spor sayısı AMF sporlarının aşılandığı, Fosforlu gübrenin 100 ppm dozunda uygulandığı G4 mısır çeşitlerinin köklerinden elde edilmiş olup, en düşük spor

sayısı ise AMF sporlarının aşılanmadığı (-AMF), Fosforlu gübrenin uygulanmadığı (0 ppm), G3 mısır çeşitlerinin köklerinden elde edilmiştir.

Deneme toprağında O.M. ve tüm makro besin elementleri ile Bor'da en yüksek değerlerin AMF sporlarının aşılanmış olduğu, Fosforlu gübrenin 100 ppm dozunda uygulandığı G2 mısır çeşidinde elde edildiği görülmektedir. Burada sadece toprakta P ve N artışı söz konusu olsa idi fosforlu gübre ilavesinin etkisinden behsetmek doğru olabilirdi. Ancak, P ve N'la birlikte O.M., K, Ca, Mg ve B'da dahil en yüksek değerlerin elde edilmiş olması özellikle G2 mısır çeşidinin köklerindeki fizyolojik yapının bu durumda etkili bir faktör olduğunu düşündürmektedir. Aynı şekilde yine AMF sporlarının da G2 mısır çeşidi ile uyumlu çalışmış olabileceğinden bahsedebiliriz. Nitekim adı geçen parametrelerde en düşük değerlerin AMF sporu aşılanmamış ve G1 mısır çeşidinden elde edilmiş olması da bu yargıyı güçlendirmektedir. Modern çeşit mısırların mikorizal yanıt verebilirliğinin topraktaki yüksek P koşulları altında mı yoksa mısırın mikorizal tepkisinin kök morfolojisi ya da kökün fizyolojik yapısıylamı ilgili olduğuna dair çok az şey bilinmektedir. Ancak artan kanıtlar mikorizal tepkinin bitki genotipleri arasında oldukça değişken olduğunu göstermiştir (Krishnas, 1985, Hetrick et al., 1992; Declereck et al., 1995; Kaepler et al., 2000; An et al., 2010). Aynı şekilde toprakta özellikle mikro besin elementlerinde AMF sporu aşılanmış ve Fosforlu gübrenin 100 ppm dozunda ancak bu kez G3 mısır çeşitlerinde en yüksek değerlerinde elde edilmesi de bu görüşü doğrular niteliktedir.

Başlangıçta toprakta ortalama 13 adet spor/10 g toprak olacak şekilde spor sayısı bulunurken, deneme öncesinde +AMF olan saksılara yaklaşık 200 adet spor/1 g gübre olacak şekilde spor aşılaması yapılmış olup spor sayısı ortalama 213 adet spor/saksı olacak şekilde deneme kurulmuştur. Hasat sonrası saksılardan elde edilen spor sayımındaki farklılıklar oldukça dikkat çekici olmuştur. Bu durum deneme açısından büyük bir önem arzetmekte olup, nitekim AMF sporunu daha fazla kullanan mısır türlerinde (G3 gibi kök kolonizasyon oranının daha fazla olduğu mısır çeşitlerinde) toprakta daha az sayıda spor kalırken, kök infeksiyonu en düşük olan mısır çeşidinde (hibrit mısırda) ise saksılarda daha fazla spor kalması söz konusu olabilir. Sawers ve ark. (2008), hububatlardaki mikorizal tepki farklılıkların, modern hatların AMF yardımı olmadan P'yi alma yeteneğinin artmasıyla ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir.

5.2. Mısır bitkisi üst aksamına ait bazı ölçümler ve makro-mikro besin element analizlerinin değerlendirilmesi

Yaklaşık 70 günlük vejetasyon süresinin ardından hasat edilen mısır bitkisi üst aksamında bazı ölçümler ve analizler yapılmıştır. Yapılan ölçümlerden bitki boyu, bitki üst yaş ve kuru ağırlık değerlerinde elde edilen rakamlar arasındaki fark üzerine Fosforlu gübre kullanımının ve mısır çeşidinin tekli etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Bu etkide AMF spor uygulamasının tekli ve AMF sporunun, Fosforlu gübrenin ve mısır çeşidinin üçlü interaksiyonunun etkisi ise istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$ veya $P<0.01$) bulunmamıştır.

Analiz sonuçlarını makro ve mikro besin elementleri açısından incelersek; P'da yapılan analiz sonucu elde edilen rakamlar arasındaki fark üzerinde AMF spor uygulamasının tekli ($P<0.01$) ve AMF sporunun, Fosforlu gübrenin ve mısır çeşidinin üçlü interaksiyonunun etkisi ise istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Bir diğer makro element olan K'da yapılan analiz sonucu elde edilen rakamlar arasındaki fark üzerinde AMF spor uygulamasının tekli ($P<0.01$) ve Fosforlu gübre uygulamasının da yine tekli etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Ca ve Mg'da yapılan analiz sonucu elde edilen rakamlar arasındaki fark üzerinde AMF spor uygulamasının tekli ve kullanılan mısır çeşidinin yine tekli etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) bulunmuştur.

Yine Fe, Cu ve Zn besin elementleri değerlerinde elde edilen rakamlar arasındaki fark üzerinde sadece AMF spor uygulamasının tekli ($P<0.01$) etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) bulunmuştur.

Mn'da elde edilen rakamlar arasındaki fark üzerinde ise AMF spor uygulamasının ve mısır çeşidinin tekli etkisi ($P<0.01$) ile AMF sporunun, Fosforlu gübrenin ve mısır çeşidi interaksiyonlarının üçlü etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Diğer tarafatan mısır bitkisi üst aksamlarında yapılan bazı ölçümlerde (bitki boyu, üst aksam yaş ve kuru ağırlığı) ve makro-mikro besin elementlerinden P, K ve Ca'da en yüksek değerler AMF sporlarının aşılandığı, Fosforlu gübrenin 100 ppm dozunda uygulandığı, G3 mısır çeşidinin olduğu bitkilerden elde edilmiştir.

Aynı şekilde Mg'da da en yüksek değer yine AMF sporlarının aşılandığı, Fosforlu gübrenin 100 ppm dozunda uygulandığı, G2 mısır çeşidinden elde edilmiştir.

Mısır bitkisine ait mikro besin elementlerinden Fe, Cu, Mn ve Zn içeriğinde ise en yüksek değerler AMF sporlarının aşılanmadığı (-AMF), G4 mısır çeşidinde elde

edilirken; bu değerlerden Fe ve Cu'da Fosforlu gübrenin 100 ppm, Mn ve Zn'da ise 0 ppm dozunda uygulandığı bitkilerden elde edilmiştir.

Yine mısır bitkisi üst aksamında ölçülen bazı parametreler ile analizi yapılan makro-mikro besin elementlerine ait en düşük değerler incelendiğinde; bitki boyu, bitki üst yaş ve kuru ağırlık değerlerinde elde edilen en düşük rakamlar AMF sporlarının aşılanmadığı (-AMF) ve Fosforlu gübrenin uygulanmadığı (0 ppm), G2 mısır çeşidinden elde edilmiştir.

Makro besin elementlerinden P, K, Ca, Mg'da en düşük değerler yine AMF sporlarının aşılanmadığı (-AMF) ve Fosforlu gübrenin uygulanmadığı (0 ppm), G mısır çeşitlerinden elde edilmiştir. Mikro besin elementlerinden Fe ve Mn'da en düşük değerler AMF sporlarının aşılandığı (+AMF), Fosforlu gübrenin uygulanmadığı (0 ppm), P3 mısır çeşidinden elde edilirken, Cu ve Zn'da ise en düşük değerler yine AMF sporlarının aşılandığı (+AMF), Fosforlu gübrenin 100 ppm dozunda uygulandığı, G2 mısır çeşidinden elde edilmiştir.

Görülmektedir ki; mısır bitkisi yeşil aksamında bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlıkları ile P, K ve Ca'da en yüksek değerler AMF sporlarının aşılandığı ve Fosforlu gübrenin 100 ppm dozunda uygulandığı G3 mısır çeşidinde, en yüksek Mg değeri ise aynı uygulamalarda ancak G2 çeşidinde elde edilmiştir. Topraklarda bitkiler tarafından kaldırılan fosfor miktarındaki değişimler; bitkilerdeki genotipsel farklılıkların yanı sıra bitkilerin kök yapısındaki değişiklikleri ve kök salgılarındaki farklılıklardan kaynaklanabilmektedir. Bitkiler, topraklarda fosforun farklı dozlarına karşı birçok morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler adaptasyon mekanizmaları geliştirebilirler (Ragathoma, 1999). Miller (2000) ise, mikorizal aşılamanın mısırın beslenmesinde P alım farklılığının önemini ortaya koyabilen bir uygulama olduğunu ancak, mikorizal türlerin bitkiye sağladıkları fayda bakımından farklılık gösterebileceğini belirtmiştir. Nitekim Ortaş ve Akpınar (2011) altı farklı hibrid mısır çeşidi (Luce, Vero, Darva, Pegasso, P.3394, P.32K61) ve dokuz farklı mikorizal spor (*Glomus mossea, G. caledonium, G. etunicatum, G. clarium, G. macrocarpum, G. fasciculatum, G. intraradices, Dr. Kinkon,* mix) kullanarak mısırın gelişimi ve besin elementleri alımını inceledikleri çalışmalarında mısır genotiplerinin büyümesinin mikorizal türlere bağlı olduğunu belirlemişlerdir. Sürgün ve kök kuru ağırlık üretimi için *G. intraradices'*in, tüm mısır genotiplerinde ortalama olarak en verimli mikoriza türlerinden biri olduğunu, P. 3394 ve P. 32K61 mısır genotiplerinin en yüksek sürgün ve kök kuru ağırlığını ürettiğini bildirmişlerdir. Pagasso ve Darva genotiplerinin ise

diğer genotiplere kıyasla yüksek kök kolonizasyon yüzdesine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca ortalama olarak, *G. clarium* aşılanmış bitkilerde yüksek oranda kök kolonizasyonu oluştuğunu, P. 32K61 genotipinin yüksek fosfor (P)% içeriğine sahip olduğu ve Pagasso genotipinin ise diğer genotiplere göre daha yüksek çinko (Zn) içeriği alımı yapabildiğini belirtmişlerdir. *G. clarum* ile inoküle olan mısır genotiplerinde bitki dokularının yüksek P % ve Zn içeriğine sahip olduğunu, *G. intraradices'*in de ayrıca P ve Zn alımı için de etkili olduğunu saptamışlardır. Ve çalışmada sonuç olarak mikorizal bağımlı mısır genotiplerinin, verimsizden verimli genotiplere kadar P alımlarında değişkenlik gösterdiği vurgulanmıştır.

Aynı şekilde Liu ve ark. (2003)'da konukçu bitki genotiplerinin mikorizal gelişim için farklı elverişlilikte olduğunu bildirmiş ve bu nedenle bitki genotiplerinin daha az verimli topraklarda mahsul kullanımını ve besin alımını arttırmak için farklı kapasitelere sahip olacağını da belirtmiştir.

İbrikçi ve ark., (2018) tarafından yapılan bir çalışmada da farklı hibrit mısırların AMF bağımlılıklarını ve buna bağlı olarak da bazı gelişim faktörleri ile mikorizal parametrelerin belirlenmesi için 2.5 kg lık saksılara düşük organik madde (1.2%) ve P içeriğine (8 mg kg^{-1}), yüksek kireç (30%) içeriğinine sahip killi teksürdeki bir topraktan 2 mm.lik elekten elenmiş olarak doldurularak, XL 72AA, DK 626 and LG 60, LG 2777 hibrit mısır tohumlarının ekildiği bir deneme kurulmuştur. Denemeye uygulama olarak TSP gübresi'nden 0 ve 100 ppm dozlarında ve AMF sporları da 0 ve 40 adet/10 g olacak şekilde 100 g ilave edilmiştir (toprakta da yaklaşık 159 spor/10 g bulunduğu belirtilmiştir). Yaklaşık 4 haftalık çalışmanın ardından bitkiler hasat edilmiştir. Çalışma sonunda AMF sporu ve gübre uygulamasına göre bitkilerin P alım oranları farklılık göstermiştir. Şöyleki; -AMF sporu ve –TSP (0 mg kg^{-1}) uygulamasında bitkilerin P alımı (mg $saksı^{-1}$) mısır türlerine göre sırasıyla (XL72AA-DK626-LG2777-LG60) 3.9-3.8-6.4-5.5 olurken, -AMF sporu ve 100 mg kg^{-1} TSP dozunda uygulandığı saksılarda P alımı (mg $saksı^{-1}$) sırasıyla 33.0-36.7-29.2-33.1 olmuştur. Aynı çalışmada +AMF sporu ve –TSP (0 mg kg^{-1}) saksılarda bitkilerin P alımı (mg $saksı^{-1}$) sırasıyla 7.4-12.3-10.2-13.2 olurken, +AMF sporu 100 mg kg^{-1} TSP dozunda uygulandığı saksılarda ise P alımı (mg $saksı^{-1}$) sırasıyla 30.2-35.3-35.4-32.6 olmuştur.

Diğer taraftan çalışmamızda mısır bitkisi üst aksamında en yüksek mikro besin element değerleri ise Hibrit mısır çeşidinde elde edilmiştir. Nitekim Chu ve ark. (2013) üç farklı saf hat (Huangmaha, Zhongdan, Nongda) ve 1 adet'te hibrit mısır çeşidi (NE15), Fosforlu gübre uygulaması (5 farklı dozda: 4-9-18-36 ve 60 mg P kg^{-1}) ve

AMF spor aşılaması (*R. irregularis*: aşılı ve aşısız) kullanarak yaptıkları çalışmalarında fosfor içeriği düşük bir toprak (2.9 mg kg^{-1}) kullanmışlardır. Çalışma sonunda hibrit mısır çeşidinin (NE15) toprak P içeriğinden bağımsız olarak çok iyi bir bitki gelişmesi gösterdiğini, çünkü melezleme çalışmalarının genel olarak, yeterli düzeyde kimyasal gübre uygulanmış alanlarda yüksek verim üreten genotipleri seçmek için tasarlandığından (Rengel 2002; Plenchette ve ark. 2005) bu modern çeşitlerin ortamda yeterince besin elementi varsa onu rahatlıkla sömürebileceğini, eğer yeterince yoksa ya da ortam koşulları besin elementlerini almaya uygun olmadığı durumlarda ise gerekli koşullara uygun hareket ederek (ortamdaki mikrobiyal birlikteliklerden de faydalanarak) yine diğer türlere göre fazlaca besin elementi alabilecek uygun ortamı oluşturabileceklerinden bahsetmişlerdir (Rao ve ark., 1990; Kaeppler ve ark., 2000; Tawaraya, 2003). Nitekim çalışmamızda en yüksek iz element değerlerinin hibrit mısır çeşidinden elde edilmesi kullandığımız hibrit mısır olan Dekalp 5741'in çok iyi geliştirilmiş bir kök ve gövde yapısına sahip olmasının yanı sıra, en yüksek iz element değerlerinde kullanılan AMF spor aşılamasının istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) çıkmasına rağmen en yüksek iz element değerlerinin –AMF uygulamalarından elde edilmiş olması belki de hibrit mısırların toprağa ilave olarak verilen ticari AMF sporları ile değil de, toprakta doğal olarak bulunan AMF sporları ile uyumlu çalışmış olabileceğini düşündürmektedir. Nitekim benzer çalışmalarda toprağa ilave edilen ticari AMF sporlarının bazı durumlarda hızlı adaptasyon gösteremeyeceğine bağlı olarak yerli AMF sporı kadar rekabetçi olamayabileceğini savunan görüşler de mevcuttur (Lehmann ve ark., 2012).

5.3. Mısır bitkisi köklerine ait bazı ölçümler, makro-mikro besin element analizleri ve kök infeksiyon oranının değerlendirilmesi

Hasadı yapılan mısır bitkisi köklerinde yine bazı ölçümler ile (kök uzunluğu-kök yaş-kuru ağırlığı) ile makro (P, K, Ca, Mg) ve mikro (Fe, Cu, Mn, Zn) besin elementlerinin analizleri yapılmış ve kök infeksiyon oranı belirlenmiştir.

Mısır bitkisi köklerinde yapılan ölçümlerden kök uzunluğunda elde edilen değerler arasındaki fark üzerine Fosforlu gübre kullanımının ve mısır çeşidinin tekli etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunurken, kök yaş ağırlığı üzerine ise Fosforlu gübre kullanımının tekli etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) bulunmuştur.

Mısır bitkisi köklerinde belirlenen AMF spor infeksiyon oranına ait rakamlar arasındaki fark üzerine kullanılan mısır çeşidinin tekli etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Çalışmamızda en yüksek kök uzunluğu değeri ile en yüksek kök P içeriği değeri aynı mısır çeşidinden (Hibrit) elde edilmiştir. Nitekim Akhtar ve ark., (2008), mısır genotipleri arasında kök uzunluğu bakımından önemli bir varyasyon olduğunu belirtmiş olup, konuyla ilgili olarak yüksek fosfor kullanım etkinliğine sahip olan bitkinin düşük fosfor kullanım etkinliği olan çeşide kıyasla daha büyük bir yanal kök uzunluğuna sahip olabileceğini belirtmiştir.

Yine İbrikçi ve ark., (2018) tarafından yapılan çalışmada (bir üst başlıkta deneme hakkında bilgi verilmişir) XL 72AA, DK 626 and LG 60, LG 2777 hibrit mısır tohumlarının ekildiği bir deneme kurulmuştur. Denemeye uygulama olarak TSP gübresi'nden 0 ve 100 ppm dozlarında ve AMF sporları da 0 ve 40 adet/10 g olacak şekilde 100 g ilave edilmiştir (toprakta da yaklaşık 159 spor/10 g bulunduğu belirtilmiştir). Yaklaşık 4 haftalık çalışmanın ardından bitkiler hasat edilmiştir. Çalışma sonunda bitki kök uzunluğu değerleri ile ilgili olarak şu sonuçlar elde edilmiştir: -AMF sporu ve –TSP (0 mg kg^{-1}) uygulamasında bitkilerin kök uzunluğu (m $saks\imath^{-1}$) mısır türlerine göre sırasıyla (XL72AA-DK626-LG2777-LG60) 382-349-779-737 olurken, -AMF sporu ve 100 mg kg^{-1} TSP dozunda uygulandığı saksılarda kök uzunluğu (m $saks\imath^{-1}$) sırasıyla 1638-1638-3127-3118 olmuştur. Aynı çalışmada +AMF sporu ve –TSP (0 mg kg^{-1}) saksılarda bitkilerin kök uzunluğu (m $saks\imath^{-1}$) sırasıyla 1171-611-452-1135 olurken, +AMF sporu 100 mg kg^{-1} TSP dozunda uygulandığı saksılarda ise kök uzunluğu (m $saks\imath^{-1}$) sırasıyla 2146-1561-3228-3923 olmuştur.

Aynı çalışmada kök mikorizal infeksiyon oranı ise (%) -AMF sporu ve –TSP (0 mg kg^{-1}) uygulamasında mısır türlerine göre sırasıyla (XL72AA-DK626-LG2777-LG60) 28.4-35.4-36.8-41.4 olurken, -AMF sporu ve 100 mg kg^{-1} TSP dozunda uygulandığı saksılarda sırasıyla 32.8-36.9-34.9-37.8 olmuştur. Aynı çalışmada +AMF sporu ve –TSP (0 mg kg^{-1}) saksılarda bitkilerin kök infeksiyon oranı (%) sırasıyla 54.0-54.5-61.3-60.5 olurken, +AMF sporu 100 mg kg^{-1} TSP dozunda uygulandığı saksılarda ise sırasıyla 47.6-60.2-57.4-55.5 olmuştur.

Görüldüğü üzere mısır bitkisi kök uzunluğunda en yüksek değer (3923 m $saks\imath^{-1}$) AMF sporu aşılanmış ve P'un 100 ppm dozunda uygulandığı LG60 mısır çeşidinden elde edilirken, en yüksek kök infeksiyon oranı ise (% 61.3) ise AMF sporu aşılanmış ancak P uygulanmamış (0 ppm) saksıdaki LG 2777 mısır çeşidinden elde edilmiştir.

Kullanılan mısır türlerinin hepsinin hibrit olduğu düşünülürse; kök uzunluğunda AMF sporu aşılanmış ve P uygulanmış bir hibrit mısır çeşidi, kök infeksiyonun oranında ise AMF sporu aşılanmış ancak P uygulaması yapılmamış başka bir hibrit mısır çeşidinde en yüksek değer elde edilmesi farklı mısır çeşitlerinin (genotiplerinin) fosfora karşı gösterdikleri kullanım etkinliğinin mikorizal birlikteliklere olan bağımlılıklarından ziyade hibritlerde bulunan başat bir karakterden ileri gelmiş olmasına bağlanabilir (Liu ve ark., 2000).

Diğer taraftan, A.B.D. Nebraska'da yapılan bir çalışmada topraktaki AMF tür zenginliğinin bitki vejetasyon süresinin farklı dönemlerinde farklılık gösterebileceği belirtilmiştir. Nitekim yüksek verimli mısırların rizosfer topraklarındaki yerli AMF topluluklarının çeşitliliğinin bitkinin farklı büyüme dönemlerinde farklı olduğunu özellikle bu çeşitliliğin bitki büyümesinin başlangıç aşamasında daha düşük iken, koçan oluşturduğu dönemde önemli derecede arttığı ve ürüne o dönemde daha fazla P sağlandığı belirlenmiştir (Yao ve ark., 2001a,b). Öyle ise bir bitkide mikorizal etkinliğin (AMF kolonizasyonu sonucunda bir bitkide gelişimin artması veya P alımının artması) tam olarak belirlenebilmesi için tam vejetasyon süresinin tamamlanması (koçan oluşumu dahil) ve vejetasyonun farklı dönemlerinde kök örneklemesi yapılarak bitki kök gelişiminin ve infeksiyon oranının belirlenmesi gerekmektedir.

Ayrıca, hasat sonrası incelenen bitki köklerinde en yüksek kök uzunluğu değerinin AMF sporu aşılanmamış ve Fosforlu gübre uygulanmamış Hibrit mısır çeşitlerinde elde edildiğini göz önünde bulundurursak bu durum modern ürün çeşitlerinin eski ürün çeşitlerine göre AMF ortaklığına daha az bağımlı olabileceğini çünkü modern ürün çeşitlerinin yüksek toprak verimliliği koşullarında seçildiğine bağlayabiliriz. Çünkü o koşullarda AMF varlığından söz etmenin neredeyse imkânsız olduğu ve bu nedenle de modern çeşitlerin başta fosfor ve diğer besin elementlerinden yararlanmalarında AMF'nin olmamasına bağlı olarak herhangi bir olumsuzluk yaşanmayacağının muhtemel olduğunu söyleyebiliriz.

Mısır bitkisi köklerine ait yapılan makro ve mikro besin element analizlerinden yalnızca P analiz sonuçlarından elde edilen rakamlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuş olup, bu değer üzerinde de sadece AMF spor aşılamasının tekli uygulamasının etkili olmuştur.

Yukarıda da irdelendiği gibi mısır bitkisi kökünde yapılan ölçüm ve analizlerden elde edilen rakamlardan birkaç parametrede (kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök infeksiyon oranı ve P içeriği) arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş,

diğerlerinde ise bulunmamıştır. Ancak elde edilen en yüksek ve düşük rakamlara genel olarak bakılacak olursa; ölçülen kök uzunluğu değerinde AMF spor aşılamasının yapılmadığı (-AMF) ve fosforlu gübrenin uygulanmadığı (0 ppm P), G4 mısır çeşidinde en yüksek değerler elde edilirken, kök yaş-kuru ağırlığı ile kök infeksiyonuna ait en yüksek değerler ise AMF spor aşılamasının yapıldığı (+AMF), Fosforlu gübrenin 100 ppm dozunda uygulandığı, G3 mısır çeşitlerinden elde edilmiştir.

En yüksek P değeri ise yine AMF spor aşılamasının yapıldığı (+AMF), Fosforlu gübrenin 100 ppm dozunda uygulandığı, G4 mısır çeşitlerinden elde edilirken, diğer makro elementlerden K, Ca ve Mg'da en yüksek değerler yine AMF spor aşılamasının yapıldığı (+AMF), Fosforlu gübrenin 100 ppm dozunda uygulandığı, G2 mısır çeşidinin köklerinden elde edilmiştir.

Mısır bitkisi köklerinde bakılan mikro besin elementlerinden Fe, Cu, Mn ve Zn'da elde edilen en yüksek değerler AMF spor aşılamasının yapıldığı (+AMF), Fosforlu gübrenin 100 ppm dozunda uygulandığı, G3 mısır çeşidi köklerinden elde edilmiştir.

Diğer taraftan en düşük değerleri irdeleyecek olursak, kök infeksiyon oranına ait en düşük değerler AMF spor aşılamasının yapılmadığı (-AMF) ve fosforlu gübrenin uygulanmadığı (0 ppm P), G1 mısır çeşidine P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn) ait en düşük değerler ise AMF spor aşılamasının yapılmadığı (-AMF) ve fosforlu gübrenin uygulanmadığı (0 ppm P), G2 mısır çeşidine ait köklerden elde edilmiştir.

Yerel mısır genotipleri üzerinde yürütülen bu çalışmada çeşitler arasında besin elementleri yönünden ortaya çıkan bu farklılıklar bitkilerin başta fosfor olmak üzere, tüm besin elementlerini kullanım etkinliğindeki farklılıklardan dolayı meydana gelebilir. Ki bu durum aynı bitki türleri arasında olabildiği gibi hatta aynı türün çeşitleri arasında da meydana gelebileceği bildirilmiştir (Fohse 1991; Korkmaz ve ark., 2009; Gai ve ark. 2010; Jiao ve ark. 2011).

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Çalışma sonucuna göre elde edilen bulgulardan hareketle, gerek toprak, gerek bitki üst aksam gerekse bitki köklerine ait besin element içeriklerinde en yüksek değerler genel olarak AMF spor aşılamasının yapıldığı, fosforlu gübrenin uygulandığı (100 ppm), G2 ve G3 mısır çeşitlerinden elde edilmiştir. Ancak bitki üst aksamına ait iz elementlerde ise tam tersi olarak AMF spor aşılamasının yapılmadığı, gübrenin hem

uygulandığı hem de uygulanmadığı Hibrit mısır çeşitlerinde elde edilmiştir. Buna ilave olarak en yüksek kök uzunluğu değeri AMF spor aşılaması ve fosforlu gübrenin uygulanmadığı Hibrit mısırda, yine kök fosfor alımında da AMF spor aşılamasının yapıldığı ve Fosforlu gübrenin uygulandığı Hibrit mısırda elde edilmiş olması yapılan çalışma sonucuna göre tek bir mısır genotipinin ya da uygulamanın en iyi sonucunu verdiğini söylemeyi zorlaştırmaktadır.

Çalışmanın 70 günlük bir süre zarfında tamamlanmış olması yani vejetasyon süresi tamamlanmadan hasat yapılmış olması nedeni ile bitki mikorizal kök infeksiyon oranı en yüksek 53.33%, ortalama ise 34.1% civarında bulunmuştur. Bu durumda gerek bitki kök aksamı gerekse kök üstü aksamında elde edilen değerlerde AMF spor aşılamasının tam olarak etkisinden bahsetmenin doğru olmayacağını da gösterir. Nitekim AMF sporu ile ilgili yapılan çalışmalar genellikle infeksiyon oranının en az %50 ve üzeri olduğu durumlarda etkisinden bahseder.

Ancak bitki üst aksamı kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı değerlerinde elde edilen en yüksek değerlerin AMF sporu aşılanmış ve Fosforlu gübrenin 100 ppm dozunda kullanıldığı G3 çeşidinde elde edilmiş olması vejetasyon süresini tamamlamamış olsa da özellikle bitkisel verimde önemli parametreler olan kuru ağırlık değerleri için özellikle AMF aşılamasının P oranı düşük ancak Kireç oranı yüksek bölge topraklarımız için Fosforlu gübre ile birlikte kullanımının özellikle seleksiyon çalışmasının son döngüsünden elde edilmiş olan P3 mısır çeşidi ile iyi sonuç verebileceğini göstermiştir.

Bu nedenle gübreleme programında yetiştirilecek olan bitki çeşitlerinin de toprakların adsorpsiyon güçlerinin yanı sıra genotipik farklılıklardan dolayı fosfora karşı olan duyarlılıklarının da farklı olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Diğer taraftan çalışmamızda hem fosfor uygulamasının hem de mısır çeşitlerinin etkileşiminin bitkide kök mikorizal infeksiyon oranı üzerindeki etkisi de ortaya konulmaya çalışılmıştır. Nitekim mikoriza ve fosfor çalışmalarında genelde "artan fosfor dozuna bağlı olarak sporların infeksiyon oranının düşmesi" genel sonucu kabul görürken, çalışmamızla ile ilgili olarak fosforlu gübrenin uygulandığı saksılarda infeksiyon oranı yüksek çıkmıştır. Ayrıca infeksiyon oranı yüksek çıkan uygulmalarda mısır çeşidinin de istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) çıkması farklı mısır genotiplerinin fosfor ve AMF sporlarına karşı farklı derecede bir etkileşim gösterebileceğine bağlanılabilir. Nitekim çalışmamıza benzer olarak farklı mısır genotip ve fosfor uygulamalarının AMF spor sayısı ve infeksiyon oranı üzerine etkilerinin belirlendiği bir çok çalışmada benzer sonuçlar alınmış olup, bu durum fenolojik duruma, çalışma

ortamının koşullarına (sera ya da tarlada olması), uygulanan fosforlu gübre dozuna mısır genotiplerinin farklılığına bağlanmıştır (Cheeke et al. 2011, 2012; Fließbach et al. 2012; Verbruggen et al. 2012).

Diğer taraftan Mısır çeşitlerinden bitki kök üstü aksamında en yüksek fosforun G3'de (+AMF), kökte en yüksek fosforun ise G4'te (+AMF) olduğu ve her iki sonuçta da AMF aşılamasının istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu görülmektedir. Bununla beraber bitki üst aksamında P ve diğer makro besin elementlerinde en yüksek değerlerin G3 çeşidinde (+AMF, 100 ppm P), mikro besin elementi değerlerinin ise G4 te en yüksek çıktığı (0-100 ppm P, -AMF), bitki kök aksamında ise P'un en yüksek çıktığı çeşit olan G4'te, en yüksek diğer makro besin elementi değerleri G2'de (+AMF, 100 ppm P), en yüksek mikro besin elementi değerleri de G3 çeşidinden elde edilmiştir. Bu durum bize bitkide farklı besin elementlerinin bitkilerce alınma miktarı ve depolanmasında oluşan farklılıklarda bitki genotipinin yanında bitki rizosferindeki canlıların da farklı etkilerde bulunabileceğini göstermektedir.

6.2. Öneriler

Bu tez çalışması Yerli Populasyon mısır çeşitleri ile Hibrit mısırların AMF spor interaksiyonlarının belirlenerek bu durumun bitkide fosfor alımı üzerinde oluşturabileceği farklılıkları belirlemek için yapılmıştır. Elde edilen veriler açısından mısır çeşidi olarak G3 çeşidinin hem Foforlu gübre ve hem de AMF birlikteliği açısından uyumlu ve etkili olduğunu söyleyebiliriz. Bu da kil ve kireç içeriği yüksek, organik maddesi son derece düşük olan denememize benzer özellikte topraklara sahip olan alanlarda G3 çeşidinin özellikle dış firmaların yoğun olarak pazarladığı hibrit mısırlara önemli derecede bir alternatif olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Ayrıca bitkilere hem ticari AMF spor aşılama yapılması hem de kullanılan toprağın steril edilmemesinden dolayı az da olsa (13 adet/ 10 g toprak) AMF sporunun köklere infekte olması muhtemel bir durumdur. Ancak bitkide oluşan infeksiyonun (ortalama 34.1%) toprak kökenli mi yoksa aşılanan ticari gübreden gelen spor mu olduğununun ortaya konulması için moleküler bazda çalışmalar yapılması ve yerli sporların saf olarak üretilmesi yine bu alanda da dışa bağımlılığın engellenmesi adına önem arz edecektir.

Bu çalışmanın benzerlerinin yine özellikle yüksek kireç ya da tuz içeriğine sahip yani besin elementleri ya da bitki gelişmesi üzerinde olumsuz etki oluşturan toprak

şartlarında AMF'lerden daha fazla yararlanabilen farklı yerli mısır çeşitleri ile yapılması hem milli ekonomi adına önemli faydalar sağlarken, hem de biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi adına da önemli ve olumlu etkiler yapacaktır.

KAYNAKLAR

Abel, S., Ticconi, C. A. ve Delatorre, C. A., 2002, Phosphate sensing in higher plants, *Physiologia plantarum*, 115 (1), 1-8.

Ahmad, Z., Gill, M. A. ve Qureshi, R. H., 2001, Genotypic variations of phosphorus utilization efficiency of crops. Jouranal of plant nutrition 24(28) : 1149-1171.

Akhtar, M.S., Oki, Y., Adachi, T., 2008, Genetic variability in phosphorus acquisition and utilisation efficiency from sparingly soluble P-sources by Brassica cultivars under P-stress environment. Journal of Agronomy and Crop Science (194): 380-392.

Akib, M., Mustari, K., Kuswinanti, T. ve Syaiful, S. A., 2018, Abundance of arbuscular mychorrizal fungi in Abundance of rehabilitation area of nickel post-mining land of Sorowako, South Sulawesi IOP Conf. Ser. Earth Environ . Sci.157.

Alam, M. M. ve Ladha, J. K., 2004, Optimizing phosphorus fertilization in an intensive vegetable-rice cropping system, *Biology and fertility of soils*, 40 (4), 277-283.

Alizadeh, O. ve Nadian, H. A., 2010, Evaluation effect of water stress and nitrogen rates on amount of absorption some macro and micro elements in corn plant mycorrhizae and non-mycorrhizae. Res. J. Biol. Sci. 5:350-355.

Amijee, F., Tinker, P. ve Stribley, D., 1989, The development of endomycorrhizal root systems: VII. A detailed study of effects of soil phosphorus on colonization, *New Phytologist*, 111 (3), 435-446.

An, G. H., Kobayashi, S., Enoki, H., Sonobe, K., Muraki, M., Karasawa, T., Ezawa, T., 2010, How does arbuscular mycorrhizal colonizationvary with host plant genotype? An example based on maize (Zeamays) germplasms. Plant Soil 327:441-454

Anonim, 2012, Mısır Raporu, http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=26263

Assuero, S. G., Mollier, A., Pellerin, S., 2004, The Decrease in Growth of Phosphorus-Deficient Maize Leaves is Related to A Lower Cell Production. Plant, Cell and Environment 27, 887-895.

Augé, A. R. M., 2001, Water relations, drought and vesicular- arbuscular mycorrhizal symbiosis.Tinker, Mycorrhiza 11:3-42.,

Avamani, A.V., Lourduraj, A.C., Yogalakshmi, R.P. ve Velmurugan,M., 2010, Role of VAM in Nutrient Uptake of Crop Plants Mycorrhizal Biotechnology (CRC Press) pp 43–52.

Bagyaraj, D. J., 1991, Ecology of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae. In:D.K.Arora Et Al. (Eds.)Handbook of Applied Mycology. Soil And Plants. Vol. 1. Marcel Dekker. Usa.

Balcı, A., Turgut, İ., 2006, On Kendilenmiş Atdişi Mısır (Zea mays indentata Sturt.) Hattının Diallel Melezlerinde Bazı Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Kalıtımı. Uludag. Üniv. Zir. Fak. Derg., 20(1): 67-83.

Barea, J. M. ve Jeffries, P., 1995, Arbuscular mycorrhizas in sustainable soil-plant systems. pp 521-561. In Varma, A. and B. Hock (Eds). Mycorrhiza: structure, function, molecular biology and biotechnology. Springer, Berlin Heidelberg, NY.

Bertrand, I., Hinsinger, P., Jaillard, B. ve Arvieu, J., 1999, Dynamics of phosphorus in the rhizosphere of maize and rape grown on synthetic, phosphated calcite and goethite, *Plant and Soil*, 211 (1), 111-119.

Blair, G., 1993, Nutrient Efficiency-What Do We Really Mean ? P. J. Randall et all. (eds) Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition, 205-213.

Bonfante, P. ve Genre, A. 2010, Mechanisms underlying beneficial plant–fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. *Nature Communications* 1: 48.

Bremner, J. M., 1965, Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. A. C. A. Black Amer. Soc. of Agron Inc.Pub.Agron. Series No: 9 Madison USA.

Brinck, J. N., 1978, World Resources of Phosphorus. In: Phosphorus in The Environment: Its Chemistry and Biochemistry. Ciba Faundation Sym.,57:23-63.

Brohi, A. R., Zeki, Ö. ve Karaman, M. R., 1994, Fosforlu Gübrelemenin, Yabancı Ot Mücadelesi İle Birlikte Buğday Bitkisinin Verim Ve NPK Kapsamına Etkisi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1994 (1).

Busso, C. A., Bolletta, A., Flemmer,A.C. ve Montani,T., 2008, Influence of soil water status on arbuscular mycorrhizas in three perennial grasses in central Argentina. Ann. Bot. Fennici 45:435-447.

Chacon, N. ve Dezzeo, N., 2004, Phosphorus Fractions and Sorption Processes in Soil Samples Taken in A Forest-Savanna Sequence of The Gran Saban in Southern Venezuella. Biol Fertil Soils (40):14-19.

Cheeke, TE., Pace, BA., Rosenstiel, TN., Cruzan, MB., 2011, The influence of fertilizer level and spore density on arbuscular mycorrhizal colonization of transgenic Bt 11 maize (*Zea mays*) in experimental microcosms: mycorrhizal associations in Bt 11 maize. FEMS Microbiol Ecol 75: 304-312. https://doi.org/10.1111/j.1574-6941. 2010.01013.x

Cheeke, TE., Rosenstiel, TN., Cruzan, MB., 2012, Evidence of reduced arbuscular mycorrhizal fungal colonization in multiple lines of Bt maize. Am J Bot 99: 700-707. https://doi.org/10.3732/ajb.1100529

Chu, Q., Wang, X., Yang, Y., Chen, F., Zhang, F., & Feng, G. (2013). *Mycorrhizal responsiveness of maize (Zea mays L.) genotypes as related to releasing date and available P content in soil. Mycorrhiza, 23(6), 497–505.* doi:10.1007/s00572-013-0492-0

Colomb, B., Kiniry, J. R. ve Debaeke, P., 2000, Effect of soil phosphorus on leaf development and senescence dynamics of field-grown maize, *Agronomy Journal*, 92 (3), 428-435.

Condron, M.L., 2003, Dynamics and Availability of Organic Phosphorus in Soil. Proceedings of 2ndInternal Symposium on Phosphorus Dynamics in the Soil-PlantContium p: 14-15.

Curtis, E. S., 1999, Mycorrhizae and soil phosphorous levels. Area Extension Agent (Horticulture). Colarado State University Cooperative Extension Tri River Area.

Çetinkaya, N. ve Sami, D., 2010, Mısır vejetatif gelişimi ve verimi üzerinde bir endomikorizal preparatın etkileri, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47 (1), 53-59.

Daroub, S. H., Gerakis, A., Ritchie, J. T., Friesen, D. K. ve Ryan, J., 2003, Development of a soil- plant phosphorus simulation model for calcareous and weathered tropical soils, *Agricultural Systems*, 76 (3), 1157-1181.

Declerck, S., Plenchette, C., Strullu, DG., 1995, Mycorrhizal dependency of banana (Musa acuminataL. AAA group) cultivar. Plant Soil176:183-187

Dinç, U., Şenol, S., Sayin, M., Kapur, S., ve Güzel, N., 1988, Güney Doğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT) I. Harran Ovası, TÜBİTAK, Tarım Ormancılık Araştırma Grubu, Güdümlü Araştırma Projesi Kesin Sonuç Raporu, TOAG, 534, Adana.

Dodor, D. E., Hwang, H.M. ve Ekunwe, S. I., 2004, Oxidation of anthracene and benzo [a] pyrene by immobilized laccase from Trametes versicolor, *Enzyme and Microbial Technology*, 35 (2-3), 210-217.

Dodor, D. E., and Tabatabai, M. A., 2003, Effect of Cropping Systems on Phosphatases in Soils. J. Plant Nutr. Soil Sci. 166: 7-13.

Drews, G., 1983, Mikrobiologisches Praktikum. Springer-Verlag, Heidelberg.

Ehlert, P., Morel, C., Fotyma, M., ve Destain, JP., 2003, Potential role of phosphate buffering capacity of soils in fertilizer management strategies fitted to environmental goals. J. Plant. Nutr. Soil Sci. 166: 409-415.

Elçi, S., Kolsarıcı, Ö., Geçit, H., 1987, Tarla Bitkileri, *A.Ü. Ziraat Fak.*Elçi, Yayın No: 100. Ofset basım 30. Ankara

FAO, 1990. Micronutrient assesmant at the country level. P. 1-208. An International Study. (M. Sillanpä. Ed.). FAO Soil Bulletin 63. Published by FAO, Roma, Italy.

Fließbach, A., Messmer, M., Nietlispach, B., Infante, V., Mäder. P., 2012, Effects of conventionally bred and Bacillus thuringiensis (Bt) maize varieties on soil microbial biomass and activity. Biol Fertil Soils 48:315-324. https://doi.org/10.1007/s00374-011-0625-6

Fohse, D., Claassen, N., Jungk, A. 1991, Phosphorus efficiency of plants. Plant & Soil (132): 261–272.

Follet, R. H., 1969. Zn. Fe. Mn and Cu in Colorado Soils. Ph.D. Dissertation. Colo. State Univ.

Fransson, A., Aarl E, I. M., Olsson, P. A., ve Tyler, G., 2003. Plantago Lanceolata L. and Rumex Acetosella L. Differ in Their Utilisation of Soil Phosphorus Fractions. Plant and Soil,248: 285-295.

Gadkar, V., David-Schwartz, R., Kunik, T. ve Kapulnik, Y., 2001, Arbuscular mycorrhizal fungal colonization. Factors involved in host recognition, *Plant physiology*, 127 (4), 1493-1499.

Gahoonia , T. S., Nıelsen, E. N. ve Ole, B. L., 1999, Phosphorus (P) Acquisition of Cereal Cultivars in The Field at Three Levels of P Fertilization. Plant and Soil 211: 269-281.

Gai, JP., Zhang, JL., Feng, G., Li, XL., 2010, Arbuscular mycorrhizal fungidiversity and contribution to crop growth in agricultural fields. JIntegr Field Sci 7:41–45

Gallet, A., Flısh, R., Ryser, J., Frossard, E. Ve Sinaj, S., 2003, Effect of Phosphate Fertilazition on Crop Yield and Soil Phosphorus Status. J. Plant Nutr.Sci, 166:568-578.

George, E., Haussler, K., Kothari, S., Li, XL., ve Marschner, H. 1992, Contribution of Mycorrhizal Hyphae to Nu-trient and Water Uptake of plans. In Mycorrhizas in Ecosystems (Eds) DJ Read, HD Lewis, AH Fitter and Alexandar. *C.A.B International.*

Gerdeman, J. W. ve Nicolson, T. H., 1963, Spores of Mychorriza Endogene Species. Extracted from Soil by Weh Sieving and Decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc*. 46:235-244.

Giovanneti, M. ve Mosse, B., 1980, An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Infection in Roots. *New Phytol*., 84: 489-500.

Gökçora, H., 1956, Türkiye'de Yetiştirilen Mısır Çeşitlerinin Başlıca Vasıfları Üzerinde Araştırmalar -AÜ Ziraat Fak.yay.

Grimal, J., Frossard, E. ve Morel, J., 2001, Maize root mucilage decreases adsorption of phosphate on goethite, *Biology and fertility of soils*, 33 (3), 226-230.

Güzel, N., Ortaş, İ. ve İbrikçi, H., 1991, Harran Ovası Toprak Serilerinde Yararlı Mikroelement Düzeyleri ve Çinko Uygulamasına Karşı Bitkinin Yanıtı, *Çukurova Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 6 (1), 15-30.

Halim, H., Arma, MJ., Rembon, FS., 2020, Pengaruh Fungi Mikoriza Arbuskula Indigen Terhadap Kerapatan Gulma, Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis (*Zea mays* Saccharata (Sturt.) Bailey). Ejournal.uncen.ac.id.

Hayati, O.D.P. Prihastanti, E., ve Hastuti, E.D. 2019, Kombinasi pupuk nanosilika dan NPK untuk peningkatan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L. var pioneer 21). Jurnal Biologi Papua. 11(2): 94-102.

Hetrick, BAD., Wilson, GWT., Cox, TS., 1992, Mycorrhizal dependenceof modern wheat varieties, landraces, and ancestors. Can J Bot70:2032-2040

Hızalan, E. ve Ünal, H., 1965, Toprakta Kimyasal Analizler. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 273, Ankara.

Hinsinger, P., 2001, Bioavailability of Soil Inorganic P in The Rhizosphere as Affected by Root-Induced Chemical Changes. Pland and Soil 237: 173-195.

Holford, I., 1997, Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants, *Soil Research*, 35 (2), 227-240.

Htman, P. D., Schac Reid, J. R., and Ayling, S. M., 1998, Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. Plant Physiol. 116: 447-453.

Ibrikci, H.,Ryan, C., Yildiran, U., , Guzel, N., , Ahmet C. Ulger, A. C., Buyuk, G., Karnez, E. and Korkmaz, K., 2018, Phosphorus fertilizer efficiency and mycorrhizal infection in corn genotypes. Renewable Agriculture and Food Systems: 19(2); 92-99

Iqbal, M. R., and Chauhan, I. Q. H., 2003, Relationship Between Different Growth and Yield Parameters in Maize Under Varying Levels of Phosphorus. Journal of Biological Sciences 3 (10) : 921-925.

Isermayer, H. 1952, Eine Einfache Methode Zur Bestimmung der Bodenatmung und Karbonate in Boden. Z. Pflanzenernaehrung, Düngüg und Bodenkunde, 56, 26-8.

Jiao, H., Chen, Y., Lin, X., Liu, R., 2011, Diversity of arbuscular mycor-rhizal fungi in greenhouse soils continuously planted to water-melon in North China. Mycorrhiza 21:681–688

Johnson, N.C., J.H. Graham ve F.A. Smith. 1997, Functioning of mycorrhizal associations along the mutualism – parasitism continuum. New Phytol. : 575-585.

Kaeppler, SM., Parke, JL., Mueller, SM., Senior, L., Stuber, C., Tracy,WF., 2000, Variation among maize inbred lines and detectionof quantitative trait loci for growth at low phosphorus andresponsiveness to arbuscular mycorrhizal fungi. Crop Sci40:358-364

Karaarslan, E. ve Uyanöz, R., 2010, Morphologic Properties and Numbers of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal (VAM) Spores Fungi in Major Soil Groups of Konya Basin/Turkey, *International Scientific Conference Devoted To The*, 455-462.

Karaarslan, E. ve Uyanoz, R., 2011, Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in some native plants grown on saline soils around the lake Tuz in Turkey and its relations with some physical and chemical properties of soil, *Scientific Research and Essays*, 6 (20), 4238-4245.

Kacar, B., 1995, Bitki ve Topragın Kimyasal Analizleri. III. Toprak Analizleri. AnkaraÜniversitesi Ziraat Fakültesi Egitim Arastırma ve Gelistirme Vakfı Yayınları, No: 3, ss 705, Ankara.

Kırtok, Y., 1998, Mısır: Üretimi ve kullanımı, Kocaoluk Yayınevi, 445 sayfa. Adana.

Krishna, KR., Shetty, KG., Dart, PJ., Andrews, DJ., 1985, Genotypedependent variation in mycorrhizal colonization and response toinoculation of pearl-millet. Plant Soil 86:113-125

Koide, R. T., 1991, Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection, *New Phytologist*, 117 (3), 365-386.

Korkmaz, K., İbrikçi, H., Karnez, E., Büyük, G., Ryan, J., Ülger A.C., Oguz, H., 2009, Phosphorus use efficiency of wheat genotypes grown in calcerous soils. Journal of Plant Nutrition, (32): 2094-2106.

Koske, R. E. And Gemma, J. N., 1989. A Modified Prodecure for Staing Roots to Detect VAM-Mycological Research 92: 486-505.

Lehmann, A., Barto, EK., Powell, JR., Rillig, MC., 2012, Mycorrhizalresponsiveness trends in annual crop plants and their wild rela-tives—a meta-analysis on studies from 1981 to 2010. Plant Soil355:1-20

Leytem, A. ve Westermann, D., 2003, Phosphate sorption by Pacific Northwest calcareous soils, *Soil science*, 168 (5), 368-375.

Li, H., Johnson, P., Stepanova, A., Alonso, J. M. ve Ecker, J. R., 2004, Convergence of signaling pathways in the control of differential cell growth in Arabidopsis, *Developmental cell*, 7 (2), 193-204.

Lindsay, W. L., and Norvell, W. A., 1969. Development of a DTPA Micronutrient Soil Test. Soil Sci. Am. Proc., 35:600-602.

Lindsay, W. ve Norwell, W., 1978, Development of DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Ca. J American soc, *Soil sci*, 42, 421-428.

Liu, A., Hamel, C., Elmi, A. A., Zhang, T., Smith, D. L., 2003, Reduction of the available phosphorus poolin field soils growing maize genotypes with extensive mycorrhizal development.Canadian Journal ofPlant Science83: 737-744

Liu, A., Hamel, C. Hamilton, R.I. ve Smith, D.L. 2000, Mycorrhizae formation and nutrient uptake of new corn (*Zea mays* L.) hybrids with extreme canopy and leaf architecture as influenced by soil N and P levels. Plant and Soil 221:157-166.

McDowell, R., 2003, Identification of phosphorus species in extracts of soils with contrasting management histories, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 34 (7-8), 1083-1095.

Mengel, K., Kırkby, E. A., 1987, Principles of Plant Nutrition 4. ed. Int. Potash. Inst. Bern, Switzerland, 655p.

Miller, M.H., 2000, Arbuscular mycorrhizae and the phos -phorus nutrition of maize: A review of Guelph studies.Canadian Journal of Plant Science 80:47±25.

Mohammad, A., Mitra, B. ve Khan, A., 2004, Effects of sheared-root inoculum of Glomus intraradices on wheat grown at different phosphorus levels in the field, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 103 (1), 245-249.

Neumann, G. ve Römheld, V., 1999, Root excretion of carboxylic acids and protons in phosphorus-deficient plants, *Plant and Soil*, 211 (1), 121-130.

Oehl, F., Frossard, E., Fliessbach, A., Dubois, D., ve Oberson, A., 2004, Basal Organic Phosphorus Minerilization in Soils Under Different Farming Systems. Soil Biology and Biochemistry Soil Biology & Biochemistry. 36: 667-675.

Olsen, S. R., 1954, Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate, 939, US Department of Agriculture, p.

Ortaş, İ., Gök, G., Çakmak, İ., İbrikçi, H., Gür, K., Torun, T., Onaç, İ., Ergün, B. ve Çoşkan, A., 1994, Effect Of Va-Maycorrhizae Inoculation and Phosphorus Application on Maize Growth And Mycorrhizal Infection of Maize, *M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil. Menemen-İzmir-TURKEY*, 229-235.

Ortas, I., Akpinar, C., 2011, Response of maize genotypes to severalmycorrhizal inoculums in terms of plant growth, nutrient uptakeand spore production. J Plant Nutr 34:970-987

Pardo, P., Lopez-sanchez, J. F., and Rauret, G., 2003, Relationships Between Phosphorus Fractionation and M ajor Components in Sediments Using The SMT Harmonised Extraction Procedure. Anal Bional Chem. 376: 248-254.

Parniske M. 2008, Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses. *Nature Reviews Microbiology* 6: 763-775.

Plenchette, C., Morel, C., 2005, Soiland fertilizer phosphorus: effects on plant P supply and mycor-rhizal development. Can J Plant Sci 85:3-14

Ragothama, KG., 1999, Phosphate Acquisition. Annual Review of Plant Phisiology and Plant Molecular Biology 50: 665-693.

Rao, P.S.K., Tilak, K.V.B.R. & Arunachalam, V. 1990, Genetic variation for VA mycorrhiza-dependent phosphate mobilisation in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Plant Soil* 122, 137

Rausch, C., Bucher, M., 2002, Molecular Mechanism of Phosphate Transport in Plants. Planta 216: 23-37.

Rengel, Z., 2002, Breeding for better symbiosis. In: Adu-Gyamfi J.J. (eds) Food Security in Nutrient-Stressed Environments: Exploiting Plants' Genetic Capabilities. Developments in Plant and Soil Sciences, vol 95. Springer, Dordrecht.

Richards, L. A., 1954, Diagnosis and improvements salina and alkali soils, *U.S.*

Richardson, A., 1994, Soil microorganisms and phosphorus availability.

Rodríguez, D., Andrade, F. H. and Goudriaan, J., 2000, Does assimilate supply limit leaf expansion in wheat grown in the field under low phosphorus availability, *Field Crops Research*, 67 (3), 227-238.

Rodriguez, A., I.R Sanders. 2014, The role of community and population ecology in applying mycorrhizal fungi for improved food security. The ISME J. 207:1-9.

Roy-Bolduc, A., Hijri, M. 2011, The use of mycorrhizae to enhance phosphorus uptake: a way out the phosphorus crisis J Biofertil Biopestici2 2.

Ruiz-Lozano, J.M. 2003, Arbuscular mycorrhizal symbiosis and alleviation of osmotic stress. New perspectives for molecular studies. Mycorrhiza 13:309-317.

Sade, B., 2002, Mısır tarımı, *Konya Ticaret Borsası Yayın* (1), 55.

Santoso, E., 2007, Aplikasi mikoriza untuk meningkatkan kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan terdegradasi.Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian. Padang. Hlm: 71-80.

Sardi, K. ve Csatho, P., 2002, Studies on the phosphorus adsorption of different soil types and nutrient levels, *17th WCSS, Thailand, Symposium*, 568.

Sawers, RJH., Gutjahr, C., Paszkowski, U., 2008, Cereal mycorrhiza: anancient symbiosis in modern agriculture. Trends Plant Sci 13:93-97

Setiadi, Y. 1996, Mengenal cendawan mikoriza arbuskula (CMA) dan prospek aplikasi sebagai pupuk biologis untuk meningkatkan pertumbuhan dan kualitas semai tanaman perkebunan. Makalah Disampaikan dalam Rangka Lokakarya Sistem Produksi Bibit secara Massal. Bogor.

Schachtman, D. P., Reid, R. J. and Ayling, S. M., 1998, Phosphorus uptake by plants: from soil to cell, *Plant physiology*, 116 (2), 447-453.

Scherer, H. W., 2001, Sulphur in crop production, *European Journal of agronomy*, 14 (2), 81-111.

Schubert, A. Hayman, D., 1986, Plant growth responses to vesıcular-arbuscular mycorrhıza: xvı. effectıveness of dıfferent endophytes at dıfferent levels of soıl phosphate, *New Phytologist*, 103 (1), 79-90.

Sharif, M. and. Moawad, A. M., 2006. Arbuscular Mycorrhizal Incidence and Infectivity of Crops in North West Frontier Province of Pakistan World Journal of Agricultural Sciences 2 (2): 123-132, 2006.

Sheng, M., Tang, M., Chen, H., Yang, B., Zhang, F. and Huang, Y. 2008, Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. Mycorrhiza 18:287-296.

Shibata, R., Yano, K., 2003, Phosphorus acquisition from non-labile sources in peanut and pigeonpea with mycorrhizal interaction, *Applied Soil Ecology*, 24 (2), 133-141.

Shin, J., Rengel, Z., Tang, C. and Zhang, F., 2004, Role of phosphorus nutrition in development of cluster roots and release of carboxylates in soil-grown Lupinus albus, *Plant and Soil*, 248 (1-2), 199-206.

Smith, S. ve Gianinazzi-Pearson, V., 1988, Physiological interactions between symbionts in vesicular-arbuscular mycorrhizal plants, *Annual review of plant physiology and plant molecular biology*, 39 (1), 221-244.

Smith, S.E., Read, D.J. 2008, Mycorrhizal Symbiosis. 3rd ed. 787 pp. Academic Press, New York, NY.

Smith, H. W. And Weldon, M. D., 1941, A Comparasion of Some Methods for The Determination of Soil Organic Matter. *Soil Sci. Soc. Amer., Proc.*, 5:177-182.

Sönmez, M. ve Yilmaz, E., 2016, Biyo–Gübre uygulamalarının agregat oluşumu üzerindeki rolü, *Mediterranean Agricultural Sciences*, 29 (3), 131-137.

Staff, U. S. L., 1954, Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, *Agriculture Handbook*, 60, 83-100.

Talanca, H. 2010, Status Cendawan Mikoriza Vesikular-Arbuskular (MVA) pada Tanaman. Prosiding Pekan Serealia Naional. Sulawesi Selatan. 353-357.

Tarafdar, J. ve Marschner, H., 1994, Phosphatase activity in the rhizosphere and hyphosphere of VA mycorrhizal wheat supplied with inorganic and organic phosphorus, *Soil Biology and Biochemistry*, 26 (3), 387-395.

Tawaraya, K., 2003, Arbuscular mycorrhizal dependency of differ-ent plant species and cultivars. Soil Sci Plant Nutr 49:655-668

Tezel, M., Özcan, G., Aksoyak, Ş. ve Işık, Ş., 2012, Konya şartlarına uygun mısır çeşitlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1), 47-50.

Ülgen, N., ve Yurtseven, N., 1974, Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Köyişlleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Toprak Gübre Araştırma Ens, Yayın No:28, Ankara.

Vance, P. C., Uhde-Stone, C., Allan, D., 2003, Phosphorus Acquisition and Use: Critical Adaptations by Plants for Securing A Nonrenewable Resource. New Phytologist 157: 423-447.

Vaz, M. R., Edwards, A., Shand, C. and Cresser, M., 1993, Phosphorus fractions in soil solution: influence of soil acidity and fertiliser additions, *Plant and Soil*, 148 (2), 175-183.

Verbruggen, E., Kuramae, EE., Hillekens, R. de., Hollander, M., Kiers, ET., Röling, WF., Kowalchuk, GA., Van Der Heijden, MGA., 2012, Testing potential effects of maize expressing the *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab endotoxin (Bt maize) on mycorrhizal fungal communities via DNA-and RNA-based pyrosequencing and molecular fingerprinting. Appl Environ Microbiol 78:7384-7392. https://doi.org/10.1128/AEM.01372-12

Yao, Q., Li, XL., Feng, G., Christie, P., 2001a, Influence of extramatricalhyphae on mycorrhizal dependency of wheat genotypes. CommunSoil Sci Plant Anal 32:3307–3317

Yao, Q., Li, XL., Christie, P., 2001b, Factors affecting arbuscular mycor-rhizal dependency of wheat genotypes with different phosphorusefficiencies. J Plant Nutri 24:1409–1419

Youssef, S.M., Riad, G. S. and Abd. Elhady, S. A., 2017, Effect of Phosphorus Sources and Arbuscular Mycorrhizal Inoculation on Growth and Productivity of Snap Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Gesunde Pflanzen 69: 139-148.

Yun, S. J. ve Kaeppler, S. M., 2001, Induction of maize acid phosphatase activities under phosphorus starvation, *Plant and Soil*, 237 (1), 109-115.

Zhu, X.C., F.B. Song, S.Q. Liu, T.D. Liu and X. Zhou. 2012, Arbuscular mycorrhizae improves photosynthesis and water status of *Zea mays* L under drought stress.

Zhu, Y.-G., Smith, S., Barritt, A. and Smith, F., 2003, Phosphorus (P) efficiencies and mycorrhizal responsiveness of old and modern wheat cultivars, *Plant and Soil*, 237 (2), 249-255.