T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS

VOLKANİK VE ALÜVYAL KÖKENLİ TOPRAKLARDA MİKORİZA VE FOSFOR DOZ UYGULAMALARININ MISIR BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE BESİN ELEMENTLERİ ALIMINA ETKİSİ

Kübra Sedef İRAZ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2015

Doç. Dr. Ahmet ALMACA danışmanlığında, Kübra Sedef İRAZ'ın hazırladığı **"Volkanik ve alüvyal kökenli topraklarda mikoriza ve fosfor doz uygulamalarının mısır bitkisinin gelişimi ve besin elementleri alımına etkisi"** konulu bu çalışma 11/06/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Doç. Dr. Ahmet ALMACA ……

Üye : Doç. Dr. İlhan KIZILGÖZ ……

Üye : Yrd. Doç. Dr. Çağdaş AKPINAR ……

Bu Tezin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. Sinan UYANIK
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 14052

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

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ÇİZELGELER DİZİNİ iv
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
2.1. Dünya'da ve Türkiye'de Mısır Üretimi 4
2.2. Mikoriza 6
2.2.1. Mikorizanın tanımı ve sınıflandırılması 6
2.2.2. Bitkilerin mikoriza bağımlılığı 8
2.2.3. Mikoriza ve bitki ilişkileri 8
2.2.4. Fosforun mikorizanın kökle infekte olmasına etkisi 15
3. MATERYAL ve YÖNTEM 17
3.1. Materyal 17
3.1.1. Toprak 17
3.1.2. Mikoriza 18
3.1.3. Deneme bitkisi 18
3.2. Yöntem 18
3.2.1. Toprakta bazı temel fiziksel ve kimyasal analizler 18
3.2.2. Toprak hazırlama ve saksı denemesinin yürütülmesi 18
3.2.3. Bitki hasadı 19
3.2.4. Bitki analizleri 19
3.2.5. Mikoriza kök infeksiyonunun belirlenmesi 20
3.2.6. Verilerin istatiksel analizi 21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 22
4.1. Toprak Üstü Aksam Kuru Ağırlığı 25
4.2. Mikoriza Kök İnfeksiyonu 27
4.3. Bitki Fosfor İçeriği 29
4.4. Bitki Azot İçeriği 30
4.5. Bitki Potasyum İçeriği 32
4.6. Bitki Çinko İçeriği 33
4.7. Bitki Bakır İçeriği 34
4.8. Bitki Demir İçeriği 36
4.9. Bitki Mangan İçeriği 37
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 40
KAYNAKLAR 42
ÖZGEÇMİŞ 49

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

VOLKANİK VE ALÜVYAL KÖKENLİ TOPRAKLARDA MİKORİZA VE FOSFOR DOZ UYGULAMALARININ MISIR BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE BESİN ELEMENTLERİ ALIMINA ETKİSİ

Kübra Sedef İRAZ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ahmet ALMACA
YIL: 2015, Sayfa: 49

Bu çalışma, alüvyal ve volkanik kökenli iki farklı toprakta, mikoriza aşılaması ve artan fosfor dozu uygulamalarının mısır bitkisinin gelişimini ve besin elementleri alımına etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Fosfor dozları 0, 3, 6 ve 9 $kgda^{-1}$ P_2O_5 olarak alınmıştır. Çalışma, tesadüfi bölünen parseller deneme deseninde 3 tekerrürlü ve uygulamalara mikoriza aşılanmış ve aşılanmamış olarak sera koşullarında yürütülmüştür. Denemede Kıra dağından alınan volkanik toprak ve çay yatağı kenarından alınan alüvyal toprak kullanılmıştır. Aşılamada mikoriza olarak Mikostar BTH-100 ve mısır bitkisi çeşidi DKC-5783 kullanılmıştır. Sonuç olarak mikoriza ilavesiyle bitki P, N, K ve Zn içeriği değişmemiştir. Mikoriza ilavesiyle bitki toprak üstü aksam kuru ağırlığı, kök infeksiyon yüzdesi ve Fe, Cu, Mn içeriğinde belirgin artış olmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Mikoriza, mısır, fosfor, volkanik ve alüvyal toprak

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECTS OF MYCORRHIZA AND PHOSPHORUS DOSE APPLICATION ON THE GROWTH AND NUTRITION UPTAKE OF MAIZE IN VOLCANIC AND ALLUVIAL SOILS

Kübra Sedef İRAZ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet ALMACA

Year: 2015, Page: 49

The objective of this study was to determine the effect of mycorrhizal inoculation and increasing phosphorus dose applications on growth and nutrient uptake of maize plant on two different types of soil; alluvial and volcanic soil. Phosphorus doses were applied as P_2O_5 at 0, 3, 6 and 9 $kgda^{-1}$. The study was conducted in green house conditions according to a randomized complete block design split-split plot with three replications and each applications with and without inoculation mycorrhizae. Volcanic soil taken from Mount Kıra and alluvial soil taken from stream bed were used in this research. Mikostar BTH-100 was used as mycorrhizae and DKC-5783 as maize cultivar. As a conclusion, plant P, N, K and Zn content did not change after adding mycorrhizae. The shoot dry weight, infection percentage of the root and Fe, Cu, Mn content increased significantly after adding mycorrhizae.

KEY WORDS: Mycorrhizae, maize, phosphorus, volcanic and alluvial soil

TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresi boyunca bana yol gösteren, çalışmamın her aşamasında yardımlarını, bilgisini ve sabrını esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ahmet ALMACA'ya, Sayın Yrd. Doç. Dr. Selahattin KİRAZ'a ve öğrenim hayatımda bu ana gelmemde emeği olan tüm hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Beni yetiştiren ve bu günlere gelmemi sağlayan değerli annem ve babama sonsuz şükranlarımı sunarım.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Dünyada önemli tahıl ekim alanları, üretim ve verim miktarları 4
Çizelge 2.2. Dünyada en çok mısır üretimi yapan ve en yüksek verime sahip ülkeler 5
Çizelge 2.3. Türkiye'de yıllara göre mısır üretimi 5
Çizelge 2.4. Tarla bitkilerinin mikorizaya bağımlılığı 8
Çizelge 3.1. Volkanik ve alüvyal kökenli toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri 17
Çizelge 3.2. Batman iline ait yıllık ortalama hava sıcaklığı değerleri 17
Çizelge 4.1. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait verilerin istatistiksel değerlendirilmesi 22
Çizelge 4.2. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait verilerin istatistiksel değerlendirilmesi ve gruplandırılması 24
Çizelge 4.3. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin toprak üstü aksam kuru ağırlığına etkisi (g/bitki) 26
Çizelge 4.4. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin kök infeksiyonuna etkisi (%) 27
Çizelge 4.5. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin fosfor içeriğine etkisi (%) 29
Çizelge 4.6. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin azot içeriğine etkisi (%) 31
Çizelge 4.7. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin potasyum içeriğine etkisi (%) 32
Çizelge 4.8. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin çinko içeriğine etkisi ($mgkg^{-1}$) 33
Çizelge 4.9. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin bakır içeriğine etkisi ($mg\ kg^{-1}$) 35
Çizelge 4.10. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin demir içeriğine etkisi ($mgkg^{-1}$) 36
Çizelge 4.11. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin mangan içeriğine etkisi ($mg\ kg^{-1}$) 38

Kısaltmalar

DNA	:Deoksiribonükleik asit
RNA	:Ribonükleik asit
NADP	:Nikotinamid adenin dinükleotit fosfat
NAD	:Nikotinamid adenin dinükleotit
VAM	:Vesiküler Arbusküler Mikoriza
AM	:Arbusküler Mikoriza
FAO	:Food and Agriculture Organization of the United Nations (Birleşmiş Milletler Gıda veTarım Örgütü)
IGC	:International Grains Council (Uluslararası Hububat Konseyi)

1. GİRİŞ

İnsanoğlu her geçen gün artan nüfus artışı ve bu nüfus artışının yarattığı gıda talebini karşılamak için yeni metotlar ve teknikler geliştirmenin yanı sıra, yeni bilimsel yaklaşımlar geliştirme yoluna gitmiştir. Bu duruma ek olarak, gıda talebinin karşılanması amacıyla tarımsal üretimde, inorganik gübreler ve kimyasal ilaçlar dengesiz ve fazla miktarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu kimyasallar; ülke ekonomilerine yüksek maliyetler oluşturmanın yanında toprak, su ve gıda ürünlerinde bazı toksik maddelerin birikimine neden olarak insan ve diğer canlılar üzerinde ciddi sağlık sorunları oluşturmaktadır. Bu bağlamda olumsuz koşullar altında değişik adaptasyon mekanizmaları geliştirerek simbiyotik yaşam biçiminde ortaya çıkan ve 'mikoriza' adıyla tanımlanan mantarların yararlı etkilerini toprağa ve elde edilecek bitkisel ürüne yansıtmaları göze çarpan akılcı bir çözüm olarak kendini göstermektedir.

Mikoriza kelimesi, kök mantarı anlamındadır. Mikoriza, bazı mantar türleri ile bitki kökleri arasındaki ortak yaşam biçimi olarak da tanımlanmaktadır. Bitki köklerinin mikoriza ile infeksiyonu sayesinde bitki köklerinin topraktan besin elementi ve su alımında mikoriza mantarlarının rolü bilimsel araştırmalarla belirlenmiştir (Ortaş, 1998). Mikoriza oluşturduğu uzun ve ince hifleri sayesinde bitki köklerinin bir uzantısı gibi davranmaktadır. Böylece daha derinlere ulaşma ve daha çok yüzey alanı oluşturma suretiyle toprakta bitki kökü için daha çok temas yüzey alanı oluşturmaktadır. Bu durumda bitkinin topraktan daha çok su ve mineral maddeyi etkin bir şekilde kullanması sağlanmaktadır.

Bir tarım ülkesi olan Türkiye, yurtdışından petrolden sonra en fazla kimyasal ham madde ve ürün alımını gübrede yapmaktadır. Kimyasal gübrelerin pahalı olması, doğal gübre kaynaklarının azalması ve kullanılan kimyasal gübrelerin tarıma dayalı çevre üzerindeki olumsuz etkisinden dolayı, son yıllarda bitkilerin doğal beslenme mekanizmaları ve yöntemleri üzerinde yoğun bilimsel çalışmalar yapılmaktadır.

Gübre fiyatları aşırı arttığından; enerjiyi muhafaza ederken ve yenilenemeyen kaynakları en aza indirmek için en etkili gübre kaynağı sistemini tasarlamak gerekmektedir. Mikorizal mantarın verimi arttırmaya, gübreyi azaltmaya ve enerji gereksinimine bir alternatif model olabileceği düşünülmektedir. Mikoriza, biyolojik gübreler olarak da düşünülebilir ve gerçekten bazı gübrelerin önemli bir miktarının yerine geçebilir.

Son yıllarda birçok bitki tür ve çeşitlerinde olduğu gibi ülkemiz için stratejik bir bitki olan mısır bitkisinde de mikorizal yaşam ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Mısır dünyada en çok yetiştirilen tahıllar arasında yer almaktadır. Bu nedenle dünya tarım ürünleri içerisinde üretimi ve ticareti ile önemli bir yere sahip olan besin kaynağı durumundadır. Çok değişik kullanım alanlarına sahip olan mısır bitkisi, son yıllarda alternatif yakıtların ham maddesi olması nedeniyle önemi giderek artmaktadır. Dünya mısır ihtiyacının büyük bir kısmı Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya, Meksika ve Arjantin tarafından karşılanmakta ve mısır üretimi her geçen yıl artış göstermektedir.

Türkiye'de mısır, ana ürün ve ikinci ürün olarak yetiştirilen tahıl bitkileri içerisinde buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Son yıllarda Türkiye mısır üretiminde artışlar sağlanmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarım verilerine göre; Türkiye'de mısır üretimi 2000 yılında 2.3 milyon ton iken, 2013 yılına gelindiğinde 5.9 milyon tonluk bir üretim miktarına ulaşılmıştır. Ülkemiz hububat üretiminde önemli bir yere sahip olan mısır bitkisinin gelecekte de bu önemini koruyacağı beklenilmektedir.

Mısır bitkisinin mikoriza bağımlılığı yüksektir. Mısır bitkisinin önemi göz önüne alındığında mısır ve mikoriza etkileşimini konu alan çalışmaların yapılması sürdürülebilir tarım stratejileri ve ülke ekonomileri için elzem bir durum teşkil etmektedir.

Bu araştırma, volkanik ve alüvyal kökenli iki farklı toprakta yetiştirilen mısır bitkisine farklı fosfor dozları ve mikoriza aşılamasıyla bitki gelişimi ve besin elementleri alımına etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Dünya'da ve Türkiye'de Mısır Üretimi

Mısır, *Poales* takımında buğdaygiller (*Poaceae*) familyasından, *panicoideae* alt familyasından ve *Zea* cinsinden bir bitkidir. Mısır bitkisinin kökeni yıllar boyunca tartışma konusu olmuştur. Genel olarak kabul gören görüş, mısırın kökenini yabani teosinteden (*Zea mays* ssp. *parviglumis*) aldığı yönündedir. Günümüzde kültür mısır çeşitleri, Meksika ve Orta Amerika'da doğal olarak yetişen yıllık teosinte türleri ile aynı tür adı altında sınıflandırılmaktadır. Mısırın kültür bitkisine dönüşümü ise Yerli Amerikan halklarının bu bitki üzerinde 7 bin yıldan daha fazla bir süre boyunca yaptıkları seleksiyonlar sonucu gerçekleşmiştir. Amerika kıtasının keşfedilmesinden sonra (1493) mısır önce İspanya'ya getirilmiştir. İspanya'dan sonra Afrika ve Asya kıtalarına yayılmıştır. Mısırın ülkemize Mısır ve Suriye'den getirildiği görüşü hâkimdir.

Mısır, Dünya'da tahıllar içinde ekim alanı bakımından buğdaydan sonra ikinci, üretim açısından ise ilk sırada yer alan önemli bir tahıl cinsidir. Mısırın birim alan verimi, 5.49 ton/ha ile yaklaşık olarak buğday ve arpanın iki katıdır (Çizelge 2.1.).

Çizelge 2.1. Dünyada önemli tahıl ekim alanları, üretim ve verim miktarları (FAO, 2013)

Tahıllar	Ekim alanı (bin ha)	Üretim (bin ton)	Verim (ton/ha)
Mısır	185 121	1 018 111	5.49
Buğday	219 049	715 909	3.26
Çeltik	165 163	740 902	4.48
Arpa	49 148	143 959	2.92

Dünyada en çok üretim yapan ülkelerin başında A.B.D. daha sonra Çin ve Brezilya gelmektedir. Dünyada mısır üreten ülkeler arasında % 37 üretim ile ABD ilk sırada, % 23 üretimle Çin ikinci sırada yer almaktadır (IGC, 2014). Türkiye ise bu listenin çok gerilerinde yer almaktadır. Dünyada en çok mısır üretimi yapan ve en yüksek verime sahip ülkeler Çizelge 2.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Dünyada en çok mısır üretimi yapan ve en yüksek verime sahip ülkeler (Bin Ton)

Ülkeler	2011/2012	2012/2013	2013/2014*	2014/2015**
ABD	313 918	273 832	353 715	350 000
Çin	192 780	205 606	217 740	215 000
Brezilya	73 000	81 300	72 500	70 500
AB (28)	66 030	56 255	64 510	65 315
Arjantin	21 200	28 000	24 000	27 000
Meksika	17 600	21 500	21 900	22 000
Türkiye***	4 200	4 600	5 900	-

Kaynak: IGC Nisan 2014 (*) Tahmin, (**) Öngörü, (***) TÜİK verileri

Ülkemizde mısır üretim yönüyle, tahıllar içerisinde buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Bugünkü üretim ve verim parametrelerine bakıldığında gelecekte mısır bitkisinin daha çok önem kazanacağı sonucu ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda ülkemizde mısır üretiminin desteklenmesinden dolayı mısır ekim alanı ve üretiminde önemli artışlar olmuştur. En göze çarpan artış 2013 yılında gerçekleşmiştir. Bunda, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerimizde mısır ekim alanlarının artmasının yanında, kıyı bölgelerimizde ikinci ürün olarak mısır üretiminin artmasının payı büyüktür (Çizelge 2.3.).

Çizelge 2.3. Türkiye'de yıllara göre mısır üretimi (FAO, 2013)

Yıllar	Ekim Alanı (ha)	Üretim (bin ton)	Tohum Verimi (ton/ha)	Tohum Üretimi (ton)
2009	591 000	4 250	7.18	48 000
2010	593 000	4 310	7.26	48 000
2011	589 000	4 200	7.13	47 000
2012	622 600	4 600	7.38	53 000
2013	660 000	5 900	8.93	55 000

Mısır tanesi kuru madde bazında yaklaşık olarak % 60-78 nişasta, % 6-12 protein, % 3.1-5.7 yağ, % 1.0-3.0 şeker ve % 1.1-3.9 kül içeriğine sahiptir. Mısırın tanesi B vitamini, embriyosu ise E vitamini açısından zengindir. Embriyodan elde edilen mısır yağı doymamış yağ asitlerince zengindir. Mısırın içeriğinde yüksek enerji, nişasta ve yağ bulunmaktadır. Bu yönüyle mısır, hem hayvan yemi ve insan gıdası hem de sanayi ürünü olarak çok geniş kullanım alanına sahip olmaktadır. Kepek, kabuk, ezme, silaj ve karma yem şeklinde hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. İnsan beslenmesinde ise haşlama, konserve, kırma, kavurma, mısır patlağı, irmik, un, çerez, cips, yağ, gluten, nişasta, dekstrin, şurup, pastacılık ürünleri,

şekerleme ve çikolata gibi birçok kullanım alanı bulunmaktadır. Gelişmiş ülkelerdeki marketlerde binin üzerinde mısırın girdiği gıda maddesinin bulunduğu rapor edilmiştir. Ayrıca mısırın işlenmiş ürünleri, etanol üretiminde, temizlik malzemeleri, patlayıcı, ilaç, tekstil ve kozmetik sanayisinde de kullanılmaktadır. Dünya mısır üretiminin % 57'sinin yem, % 14'ünün insan gıdası ve % 29'unun endüstri sanayisinde kullanıldığı tahmin edilmektedir (IGC, 2014).

2.2. Mikoriza

2.2.1. Mikorizanın tanımı ve sınıflandırılması

Doğada pekçok canlı türü yaşamlarını sürdürebilmek için birçok doğal mekanizma geliştirmişlerdir. Yapılan çalışmalar bitki için gerekli besin elementlerinin bitki kökleriyle birlikte çoğunlukla mikoriza olarak tanımlanan mantar türleri tarafından alındığını ortaya koymuştur. Çok miktarda hif üretebilen bu mantar türleri, mikroskop altında teşhis edilebilmektedirler (Marschner, 1995; Ortaş, 1996; Ortaş, 1997; Smith ve Read, 1997). Yaklaşık yüzyıl önce, bir Alman orman fitopatoloğu Frank, bazı bitkilerin köklerinde yoğun bir şekilde bulunan, fakat hastalık oluşturmayan funguslar saptamış ve bunlara 1885 yılında fungus ile kök kelimelerinin bileşimi olan (myco+rhiza) **"mikoriza"** ismini vermiştir. Bitkiler ile toprak mikroorganizmaları arasında görülen bu ortak yaşam biçimi bilinen diğer simbiyotik yaşam biçimleri arasında en yaygın, en önemli ve en ilginci olmakla beraber ancak son yıllarda önem kazanmaya başlamış ve üzerinde yapılan çalışma sayısı giderek artmıştır (Martin ve Slater, 2007).

Mikoriza sporları yapı, bitkilerdeki infeksiyon şekilleri ve kök içindeki morfolojik ve fizyolojik yapıları itibariyle taksonomik yönden büyük farklılıklar göstermektedirler (Sieverding, 1991; Smith ve Read, 1997).

Mikoriza mantarları, bitki kök yapılarına etkileri bakımından Endomikoriza ve Ektomikoriza olmak üzere iki büyük gruba ayrılır.

Ektomikoriza grubunda bulunan mantarlar daha çok yüksek yapılı orman ağaçlarının kök yapılarında bulunmaktadır. Mikorizanın ürettiği hifler kortekste bulunan hücreler arası boşlukları doldurmaktadır. Hücreler arası ortamda mikoriza hiflerinin oluşturduğu görünüm 'harting net' olarak adlandırılmaktadır (Harley ve Smith, 1983; Bagyaraj, 1991; Killham, 1994). Köklerin dış yüzeyinde ise kökçük görünümündeki çokça dallanmış hifler oluşmaktadır. Bu hifler örtü görünümünde olmalarından dolayı 'mantle' diye adlandırılmaktadır (Mossea, 1981; Marschner, 1995). Bu kökçükler etrafını saran toprağın derinliklerine nüfuz ederek kök bölgesinden uzaktaki besin elementlerinden bitkinin yararlanmasını sağlamaktadırlar (Jeffries ve Dott, 1991).

Endomikoriza ise kortekste hücreler arası boşlukta oluşmasının yanında ektomikorizadan farklı olarak hücre içi boşluklarda da oluşmaktadır (Harley ve Smith, 1983; Sieverding,1991; Smith ve Read, 1997). Kortekste gelişen fungus, ortamda 'vesikül' diye adlandırılan, lipid bakımından zengin oval görünümlü yapılar oluşturmaktadır. Bu yapıların dışarıdan alınan besin elementlerini depo ettiği ve bitkinin gereksinimine göre içeriye saldığı tahmin edilmektedir (Bagyaraj ve Manjunath, 1981; Marschner, 1995). Ayrıca hücrelerin içinde 'arbuskül' diye adlandırılan, ağaçların kök yapılarındaki dallanmaya benzeyen yapılar oluşmaktadır (Mossea, 1981; Marschner, 1995). Mikorizanın arbuskülleri aracılığıyla dışarıdan aldığı besin elementlerini bitki dokularına ilettiği düşünülmektedir.

Endomikorizanın birçok türü vardır. En yaygın türü vesiküler ve arbusküler oluşturan ve bu yönleriyle artık arbusküler mikoriza (AM) olarak adlandırılan gruptur (Simpson ve Daft, 1990; Ortaş ve ark., 1999). Bu grup içinde arbuskül oluşturan mikorizal mantar türlerinin hepsi vesikül oluşturmamaktadır. Bu nedenle arbusküler mikoriza terimi daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Konu ile ilgili bilim insanları arbusküler mikoriza mantarlarının dünyadaki çoğu topraklarda bulunmasından ve birçok bitki topluluğunun bu mikoriza türü ile infekte olmasından dolayı bu mikorizalara 'arbuskül mikoriza' diye adlandırmaktadırlar. Arbusküler mikorizalar topraktaki sporları, yapıları ve bitkiler tarafından infekte olmaları yönünden farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklardan dolayı bu mikorizalar

taksonomik olarak alt sınıflar seklinde yeniden sınıflandırılmaktadırlar (Daniels ve ark., 1981).

2.2.2. Bitkilerin mikoriza bağımlılığı

Bitkiler mikorizal simbiyosize bağımlılık yönünden farklılık göstermektedir. Yapılan çalışmalarda bitkilerin mikorizal bağımlılığının toprakların fosfor içeriği başta olmak üzere çevre koşullarına (Plenchette ve ark., 1983; Ortaş, 2003; Oehl ve ark., 2003) ve bitkilerin genlerine bağlı olduğu rapor edilmiştir (Hetrick ve ark., 1995).

Plenchette ve ark. (1983), yaygın olarak yetiştirilen mikorizalı bitkilerin mikorizal bağımlılık oranlarının farklı olduğunu belirlemişlerdir. En yüksek bağımlılık indeksi havuç bitkisinde bulunmuştur. Havuç bitkisini sırasıyla mısır, bezelye, fasulye, bakla, kuşüzümü, biber, domates ve patates izlemiştir. En düşük bağımlılık indeksi yulaf ve buğday bitkilerinde bulunmuştur. Soğan, çilek ve elma iyi bilinen mikorizaya bağımlı bitkilerdir. Bitkilerin mikoriza bağımlılığı ile ilgili yapılan bir başka çalışmadaki sonuçlar Çizelge 2.4.'de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Tarla bitkilerinin mikorizaya bağımlılığı (Dalpe ve Monreal, 2004)

Mikorizaya bağımlılık	Bitkiler
Çok Yüksek	Keten, Mısır Börülcesi, Pamuk, Bakla
Yüksek	Mısır, Ayçiçeği, Soya, Kudüs Bezelyesi, Nohut, Fasülye, Yonca
Düşük	Sorgum, Buğday, Triticale, Yulaf, Yem Bezelyesi
Çok Düşük	Arpa
Hiç	Kanola, Turp

2.2.3. Mikoriza ve bitki ilişkileri

Mikoriza, toprağın en derin katmanlarına kadar olan yayılma özelliği ve yüksek metabolizma hızı nedeni ile topraktan iyonların alımı, birikimi ve konukçu bitkiye taşımında önemli rol almaktadır (Manske, 1990; Marschner ve ark., 1991; George ve ark., 1992; Raman ve Mahadevan, 1996). Konukçu bitki ile ortak yaşam oluşturan mikorizanın büyüme ve gelişmesi, kök salgıları (Sun ve Fries, 1992) ve

konukçu bitkinin kimyasal bileşenleri (Fries, 1989) vasıtasıyla olmaktadır. Konukçu bitkinin kök sisteminin etkinliğinin artmasıyla N, P, K, Ca, S, Zn ve Cu gibi mineraller mikoriza tarafından topraktan alınarak konukçu bitkiye taşınmaktadır (Smith ve ark., 1985; Lambert ve Weidensaul, 1991; Guo ve ark., 1996). Mikoriza, özellikle hareketliliği yavaş olan besin elementlerinin ve diğerlerinin alımına yardımcı olarak ve onların depolanmasını sağlayarak, bazılarının ise konsantrasyonlarının toksik düzeye ulaşmasını önleyerek bitkiye yardımcı olmaktadır (Tinker, 1978; Juniper ve Abbott, 1983; Arines ve ark., 1989; Norland, 1993; Ortaş, 1997).

Smith ve Smith (1981), kök bölgesinin 4 cm uzağındaki besin elementlerinin hifler vasıtasıyla alınarak bitkinin köküne taşındığını, Bieleski (1973), vesiküler arbusküler mikorizanın kök bölgesinin absorbe alanının etkinliğini 10 kata kadar arttırdığını ve Raman ve Mahadevan (1996), ise mikorizanın hareketliliği yavaş olan elementlerin (P, Zn, Cu) alımını 60 kata kadar arttırdığını bildirmişlerdir.

Diğer besin elementleriyle birlikte hem toprak hem de mantar vasıtasıyla bitki büyümesini sağlayan fosfat, toprağa salgı ve artık madde olarak dönmektedir (Raman ve Mahadevan, 1996). Mikoriza ürettiği auksin, sitokinin, vitaminler ve diğer maddeler ile kök alanını ve uzunluğunu arttırarak, kökleri patojenlerden korumakta ve suyun alımını, depolanmasını ve bitkiye taşınmasını arttırarak kuru maddelerinde artışlar sağlamaktadır (Daft ve Hacsykaylo, 1976; Koide, 1991; Gopinathan ve Raman, 1992; Marschner ve Dell, 1994).

Mikorizanın toprakta bitkiler tarafından alımı yavaş olan besin elementlerini mikorizal infeksiyon sonucu ürettiği hifleri aracılığıyla birkaç kat daha fazla aldığı kontrollü koşullar altındaki denemelerde belirlenmiştir (Sanders ve Tinker, 1973). Mikorizal hifler kökler gibi davranıp kök bölgesinden çok uzaklardaki besin elementlerini almaktadır (Gerdemann, 1968; Sanders ve Tinker, 1973). Bu yolla geniş miktarda toprak hacmi, geniş hif yüzey alanları tarafından işgal edilmektedir. Mikorizal hif kök bölgesi dışındaki bölgelerden besin elementi aldığı için difüzyon yoluyla olan alımı azaltmış olmaktadır (Bolan, 1991). Bilindiği gibi toprakta alımı

zor olan P, Zn ve Cu gibi besin elementleri çoğunlukla bitki kök bölgesine difüzyon ile ulaştıktan sonra alınmaktadır. Mikorizal infeksiyon ya organik salgılar salarak veya fosfataz enzimleri salgılayarak toprakta alınamaz durumdaki fosforu kimyasal olarak değiştirerek alımını kolaylaştırmaktadır (Allen ve ark., 1981). Mikoriza çok miktarda Ca aldığından kalsiyum fosfat bağları çözünmekte ve sonuçta açığa çıkan fazla P bitkilerce alınabilmektedir (Ross, 1971).

Mikorizanın besin alımı içerisindeki en büyük artışı fosfor alımında yaptığı bildirilmiştir. Fosfor, bitki büyümesi ve gelişiminde önemli yer tutan bir besin elementidir. Fosfor; hücrede çekirdek, DNA ve RNA'nın yapısına katılır, bitki hücre membranlarının fosfolipid parçasını oluşturur. Bunlara ek olarak fosfor, yüksek enerji moleküllerinin (ATP, ADP, NAD, NADP) bir parçasını oluştur. Bitkilerde fotosentez, respirasyon, azot ve yağ metabolizması ve diğer bazı reaksiyonlarda rol almaktadır. Buna karşın fosfor eksikliğine bağlı olarak bitkilerde birçok anormal durum ortaya çıkmaktadır. Bu anormal durumlar özellikle bitki yaprakları üzerinde görülmektedir. Yaprakların erken dökülmeye başlaması, yapraklarda kırmızı veya mor pigmentlerin görülmesi, yapraklar üzerinde oluşan lekeli alanlar, yaprakların koyu yeşil veya mavi bir renge dönüşmesi, yapraklarda biçimsel bozuklukların oluşması ve bitkide iletim sistemlerinin zayıflaması nedeni ile yapraklarda simptom belirtilerinin görülmesi fosfor eksikliğine bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir (Srivastava ve ark., 1996).

Ortaş (1998), mikoriza ile ilgili yaptığı derlemede şu bilgilere yer vermiştir: Mikoriza mantarı toprakta bitkiler tarafından alımı yavaş olan besin elementlerinin özellikle de fosforun alımını önemli derecede arttırdığı kontrollü koşullar altında seralarda yapılan denemelerde belirlenmiştir. Bitkinin aldığı toplam fosfor içinde mikorizanın katkı payı % 70-80, çinko alımındaki payının ise yaklaşık % 50 olduğu belirlenmiştir (Marschner, 1995).

Mikoriza sadece fosforun değil, aynı zamanda çinko (Zn), bakır (Cu), mangan (Mn), demir (Fe), kalsiyum (Ca), potasyum (K) ve azot (N)'un bitkiler tarafından alımında etkili olduğu belirlenmiştir (Tinker, 1980; Ames ve ark., 1983; Smith ve

ark., 1985; Gnekow ve Marschner, 1989; Bagyaraj, 1991; Bolan, 1991; Sieverding, 1991).

Fosfor, biyolojik sistemler için çok büyük önem teşkil etmektedir. Azottan sonra bitkilerin en çok gereksinim duyduğu makro besin elementi konumundadır. Ancak çoğu zaman toprakta bitkilerce alınabilir durumdaki fosfor miktarı azdır. Aynı zamanda toprakta yeterli miktarda var olduğu halde ortam koşulları tarafından alımı sınırlandırılabilmektedir. Mikoriza ve infekte olmuş bitki kökleri, rizosfer pH'sını değiştirerek fosfor ve diğer besin elementlerinin alımını arttırmaktadır (Li ve ark., 1991; Ortaş, 1994).

Yıldız (2009), *Glomus* sp. ve Bio Organics (*Glomus aggregatum, G. clarum, G. deserticola, G. intarardices, G. monosporus, G. mosseae, Gigaspora margaritha* ve *Paraglomus brasilianum*) adlı mikorizal prepatın domates, hıyar ve biber bitkilerinde fide çıkışı ve gelişimi ile bitki gelişimine olan etkisini araştırmıştır. Bitki gelişimi açısından *Glomus* sp. uygulaması, domates ve hıyar bitkilerinin gelişimlerini olumlu yönde etkilemiş, fakat Bio Organics karşılaştırıldığında biber bitkilerinin gelişimi açısından ise uygulamalar arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, bitkiler mikoriza kök kolonizasyon oranının *Glomus* sp.'de uygulamasında hıyarda % 71, domateste % 72 ve biberde ise % 61, mikrobiyal gübre uygulamasında ise hıyarda % 47, domateste % 39 ve biberde % 36 olduğu rapor edilmiştir.

Mikorizanın topraktaki fosfor döngüsünde önemli bir rolü olduğu bilinmektedir. Feng ve ark. (2003), yaptıkları çalışmada, düşük kireçli topraklara mikoriza uygulamalarının bitkinin, toprağın organik kaynağından % 17-31, topraktan fosfor alımını % 53-65 oranında arttırdığını belirlemişlerdir. Bir başka çalışmada, mikorizal infeksiyonun topraklarda yarayışsız formda bulunan fosforun çözünürlüğünü ve alınabilirliğini kontrol bitkilerine oranla 3, 6 ve 10 kata kadar artırdığı rapor edilmiştir (Shibata ve Yano, 2003).

Çeşitli araştırmacılar yaptıkları çalışmalar sonunda, mikoriza aşılamasıyla farklı bitkilerde farklı gelişme artışları olduğunu belirlemişlerdir. Gerdemann (1964), mısır bitkisinde % 14 oranında artış olduğu, Jackson (1972), aynı bitkide % 0–53 arasında ve sudan otunda % 0–18 arasında artış olduğunu belirlemiştir. Redhead (1975), maun ağacında % 151 oranında artış, Powell (1977), üçgülde % 80–100 arasında gelişme artışını belirlemiştir.

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

Mikoriza, konukçu bitki ile oluşturmuş olduğu simbiyotik yaşam sonucu, bitkilerin besin, su ve tuz alımını arttırması, azot ve karbon döngüsünü olumlu yönde etkilemesi ve karbonhidrat fizyolojisini düzenlemesi sonucu çeşitli biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı toleranslılık durumlarını artırmaktadır (Smith ve Read, 1997).

Ortaş ve ark. (1998), mikorizal sporların üretim tekniğini ve tarımda kullanım olanaklarını araştırdıkları çalışmada, hızlı ve çok miktarda mikoriza sporlarının üretilmesi için etkin mikorizal mantar türünün belirlenmesi, mikorizal mantar ile iyi infekte olan konukçu bitki tür ya da çeşitlerinin seçilmesi ve bitki büyüme ortamı olarak kullanılacak uygun harç ortamının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Deneme bulgularına göre konukçu bitki olarak mısır bitkisinin daha etkin bir infeksiyon sağladığı rapor edilmiştir.

Li ve ark. (2003), yaptıkları çalışmada toprak katmanının farklı derinliklerinde uçucu kömür külü bulunan toprakta açık alanda yetiştirilen mısır bitkisinin büyüme ve besin elementleri alımına *Glomus mosseae* ve *Glomus versiforme* arbusküler

mikorizal mantarlarının etkilerini araştırmışlardır. Aynı toprak derinliklerinde *Glomus versiforme* ile aşılanan mısır bitkilerinden mikorizasız kontrol bitkilerine oranla mahsülde daha yüksek verim alınmıştır. Mikorizalı bitkiler yüksek sodyum çekerek yer değiştirmiş ve mikorizasız kontrol bitkilerine oranla daha fazla besin alımı gerçekleştirmiştir.

Toprak verimliliği ve özellikle ortamda bulunan fosfor konsantrasyonu, mikorizanın toprakta bulunmasını, bitki kökleri içindeki oluşumunu ve aktivitesini değiştirmektedir (Kitt ve ark., 1988). Toprakların fosfor düzeyinin yüksek olması mikorizal mantar aktivitesinin azalmasına, köklerin infekte edilememesine veya kök infeksiyonu sağlanmasına rağmen besin elementlerinin sağlanamamasına neden olmaktadır (Harley ve Smith, 1983). Fosfor yararlılığı düşük bulunan topraklarda mikoriza, daha çok gelişme ve çoğalma fırsatı bulmaktadır. Bunun sonucunda mısır bitkisinin kök yoğunluğunun ve daha fazla kolonize kök uzunluğunun, bitki gelişimine olumlu yönde etki ettiği rapor edilmiştir (Hetrick ve ark., 1984).

Mikorizal mantarlar bitkiyi olumsuz durumlara karşı korumaktadır. Mikoriza kök çürüklüğü gibi toprak patojenlerine karşı bitkiyi korumakta, toprak strüktürünün iyileştirilmesine katkıda bulunarak bitki gelişimi için toprağı daha elverişli hale getirmektedir. Mikoriza, hifleri sayesinde toprak partiküllerini bağlayarak toprak erozyonunun önlenmesine katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle arazi ıslahı ve erozyon kontrol programları ile bağlantılı olarak toprak ekolojisi için de yarar sağlamaktadır. Ağır metallerin toksik etkilerine karşı bitki direncini arttırarak bitkiyi korumaktadır. Bitki besin maddelerinin yeterli düzeyde bulunmadığı topraklarda bitki büyümesini arttıran çeşitli maddeler üretir. Bu maddeler, bitkinin kök sisteminin gelişimini teşvik edebilmektedir. Mikoriza aynı zamanda farklı tür bitkiler arasındaki rekabet ilişkilerine de etki etmektedir (Harley ve Smith, 1983).

Mikoriza, bitki hastalık ve zararlılarına karşı bitkiyi hem iyi besleyerek korur hem de direkt rizosferde diğer organizmalarla mücadele ederek etkin duruma gelir. Bitkiler mikoriza ile infekte olduklarında besin elementleri ve su alımında potansiyel olarak daha etkilidir (Koide, 1991) ve hastalıklardan daha az etkilenirler (Linderman,

1988). Salami (2002), mikoriza aşılamasının biber (*C. annuum* L.*)* bitkisinin hastalık şiddetine ve büyümesi üzerine etkisini araştırmış ve *Phytophthora* infeksiyonundan önce biber fidelerine uygulanan *Glomus etunicatum*'un patojenin etkisini baskıladığını ve bitki yapraklarında gelişmeyi arttırdığını bildirmiştir.

Almaca ve ark. (2013)'nın farklı fosfor dozlarında mikoriza çeşitlerinin tarla koşullarında biber bitkisi verimi ve gelişimi üzerinde yaptıkları araştırmada 20 $kgda^{-1}$ P_2O_5 uygulanan parselde, tohum aşamasında mikoriza aşılanmasının bitkilerin biber verimini % 5.4 ve % 12.7 düzeyinde arttırdığı, buna karşılık şaşırtma sırasında yapılan yeniden aşılamanın ise % 6 ve % 20.9 oranında arttırdığı belirlenmiştir.

Farklı konukçu bitki ve yetiştirme ortamlarının mikoriza üretimi ve kalitesi üzerine yapılan bir çalışmada, farklı mikoriza türleri uygulamaları ile mısır ve sorgum bitkilerinin büyüme ve besin elementleri alımı mikorizasız kontrol bitkilerine oranla daha yüksek bulunmuştur. Mikorizaya bağımlı olduğu bilinen sorgum ve mısır bitkileri mikoriza uygulamaları ile beslenme ve büyüme yönünden sağlıklı bir gelişme ortaya koymuşlardır. Mikoriza aşılaması yapılan tüm bitkiler vejetatif gelişme dönemlerini tamamladıktan sonra daha iyi bir kök üst aksam ve kök aksam kuru madde üretimi gerçekleştirmişlerdir (Korkmaz, 2005).

Çetinkaya ve Dura (2009), mısırın vejetatif gelişimi ve verimi üzerinde bir endomikorizal preparatın etkilerini araştırdıkları çalışmada, düşük kolonizasyona neden olan rutin gübreleme işlemine rağmen, mısırın doğrudan verim parametreleri içinde yer alan dane verimi ve koçan ölçülerinin mikoriza uygulaması ile artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Akpınar (2011), kanola sonrası yetiştirilen ikinci ürün mısır bitkisine mikoriza aşılamasının etkisi üzerine yaptığı çalışmada, mikoriza aşılaması yapılan ve yapılmayan mısır bitkilerinin gelişimi karşılaştırıldığında uygulamalar arasında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Mikoriza aşılaması yapılan bitkilerin verim artışı ve besin elementleri alımı mikorizasız kontrol bitkilerine oranla daha yüksek bulunmuştur.

Rehm ve ark. (1983), mısır bitkisiyle yaptıkları bir çalışmada uygulanan fosfor oranının artışıyla fizyolojik olgunluk döneminde tüm bitkinin fosfor konsantrasyonunun doğrusal olarak arttığını belirlemişlerdir.

Sönmez ve ark. (2012), mısırın gelişimine çinko, tuz ve mikoriza uygulamalarının etkileri üzerine yaptıkları bir çalışmada, mikoriza aşılamasının mikorizasız uygulamalara oranla bitki yaş ağırlık, kuru ağırlık, fosfor ve çinko içeriğini önemli düzeyde arttırdığı belirlenmiştir.

2.2.4. Fosforun mikorizanın kökle infekte olmasına etkisi

Curtis (1999), mikoriza ve toprak fosfor düzeyleri ile ilgili olarak çeşitli kaynaklardan yaptığı derleme bilgilerini şöylece sıralamıştır: Yüksek toprak fosforu düzeylerinde mikoriza mantar infeksiyonu önemli ölçüde azalmıştır (Amijee ve ark., 1989 ; Koide ve Li, 1990). Fosfor gübresi eklenmesi hem mikoriza ile kök infeksiyon yüzdesinin azalmasına hem de infeksiyonda bir gecikmeye neden olmuştur (De Miranda ve ark., 1989). Toprak fosfor düzeyindeki bir artış fungus tarafından chlamydospor üretiminde bir azalmaya neden olur (Menge ve ark., 1978). Bu sporlar toprak profili boyunca kök infeksiyonu ve mantarın yayılmasında yer almaktadır. Abbott ve Robson (1984), tarafından yapılan bir çalışma bitki gelişimi için ihtiyaç duyulandan daha fazla toprak fosforu düzeylerinin arbusküler mikoriza tiplerinin arbusküllerinin gelişimini elimine ettiği sonucunu ortaya koymuştur. Mossea (1973), fosfor eklenmesinin arbuskül oluşmamasına neden olduğunu rapor etmiştir. Bazı araştırmacılara göre fazla fosfor toprakta mikoriza infeksiyonlarının ölümüne yol açmıştır (Baylis, 1967; Mossea, 1967). Schubert ve Hayman (1978), 100 ppm ve daha fazla fosfor uygulanan topraklarda mikorizanın etkin olmadığını bulmuşlardır.

Mikorizanın fosfor alımında toprakta bulunan mevcut miktarı önemli rol almaktadır. Bununla ilgili olarak yapılan çalışmalarda, düşük fosforlu topraklarda mikorizalı bitkilerin mikorizasızlar ile kıyaslandığında daha fazla büyüdükleri ve birim kök uzunluğu başına düşen fosfor alımını arttırdıkları (Hale ve Sanders, 1982;

Smith, 1982; Smith ve ark., 1985; Srivastava ve ark., 1996), ancak topraktaki fosfor artışının mikorizanın etkisini ve kök uzunluğunu azalttığı (Baath ve Spokes, 1988; Thomson ve ark., 1990) ve yüksek fosfor düzeylerinde ise VAM kolonileşmesinin engellendiği bildirilmiştir (Srivastava ve ark., 1996).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Toprak

Araştırmada, Kıra dağından alınan volkanik toprak ve çay yatağı kenarından alınan alüvyal toprak kullanılmıştır. Batman'ın kuzeydoğusunda, ortalama yükseltisi 950 m olan Kıra dağı, coğrafi konum olarak ise; enlem: 37 941 ve boylam: 41 226 koordinatlarındadır. Kıra dağı, bir dağlık alandan çok volkanik plato özelliğindedir. Topraklar 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Bu topraklar 5 mm'lik elekten geçirilerek saksılara alınmıştır. Alınan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Volkanik ve alüvyal kökenli toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

	Volkanik Toprak	Alüvyal Toprak
Saturasyon (%)	53.6	56.8
pH	7.34	7.06
Tekstür	Killi tın	Killi tın
EC (dS/m)	0.82	1.44
$CaCO_3$ (%)	4.1	10.6
Organik madde (%)	2.3	2.0
K ($kgda^{-1}$)	14.3	15.60
P ($kgda^{-1}$)	0.13	0.15
Zn ($mgkg^{-1}$)	1.95	1.32
Fe ($mgkg^{-1}$)	0.49	0.97
Cu ($mgkg^{-1}$)	0.18	0.33
Mn ($mgkg^{-1}$)	5.55	1.52

Batman ilinin yıllık ortalama toprak sıcaklığı 18.7 °C'dir (MGM, 2015). Batman iline ait yıllık ortalama hava sıcaklığı değerleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Batman iline ait yıllık ortalama hava sıcaklığı değerleri (MGM, 2015)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	2.7	5.0	9.5	14.6	19.8	26.6	31.1	30.2	24.8	17.7	9.8	4.6

3.1.2. Mikoriza

Aşılamada mikoriza olarak Mikostar BTH-100 kullanılmıştır.

3.1.3. Deneme bitkisi

Mikorizaya bağımlılığı yüksek olan mısır (*Zea mays* L.) bitkisi olarak DKC-5783 çeşidi kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprakta bazı temel fiziksel ve kimyasal analizler

Tekstür analizi, Bouyoucous (1951)'un bildirdiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir. Toprak reaksiyonu (pH), Jackson (1958) tarafından bildirilen 1:2:5 toprak su karışımında belirlenmiştir. EC, Richard (1954)'ın bildirdiği şekilde saturasyon çamurunda elektriksel iletkenlikler, elektriksel kondüktivimetre aleti ile ölçülerek toplam eriyebilir tuz içeriği hesaplanmıştır. Kireç analizinde, Hızalan ve Ünal (1966) tarafından belirtildiği gibi, Scheibler kalsimetresi kullanılmıştır. Organik madde, modifiye edilmiş Walkey Black (1947) yöntemine göre, alınabilir fosfor, Olsen ve ark. (1954), tarafından belirtildiği gibi, Sodyum Bikarbonat yöntemine göre belirlenmiştir. Değişebilir potasyum ve magnezyum, Thomas (1982)'a göre 1 N amonyum asetat ile çalkalanarak belirlenmiştir. Azot, Kacar (1994) tarafından bildirildiği şekilde, Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

3.2.2. Toprak hazırlama ve saksı denemesinin yürütülmesi

Denemede kullanılan topraklar 5 mm'lik elekten geçirilmiştir. 7 kg kapasiteli her saksıya 6 kg toprak konulmuştur. Fosfor dozları 0, 3, 6 ve 9 $kgda^{-1}$ P_2O_5 olarak alınıp bu uygulamalara mikoriza eklenmiş ve eklenmemiş haliyle üçer tekerrür olarak deneme kurulmuştur. Bu işlemler iki farklı toprakta ayrı ayrı yürütülmüştür. Fosfor gübresi olarak Triple Süperfosfat kullanılmıştır. Azot gübrelemesi 12 $kgda^{-1}$

N olacak şekilde Amonyum nitrat kullanılarak yapılmıştır. Daha sonra saksılar saf su ile sulanmıştır. Tohum ekimi için toprak elverişli hale geldiğinde ekim yapılmıştır.

P_0- : Fosforsuz,

P_3- : 3 $kgda^{-1}$ P_2O_5,

P_6- : 6 $kgda^{-1}$ P_2O_5,

P_9- : 9 $kgda^{-1}$ P_2O_5,

-M: Mikorizasız

+M: Mikorizalı,

Her saksıya 4'er tohum ekilmiş, çimlenmeden sonra (2-3 yapraklı safha) her saksıda 2 bitki kalacak biçimde seyreltme yapılmıştır. Çevresel koşullardan kaynaklanabilecek farklılıkları minimize etmek için, aralıklarla saksıların yerleri değiştirilen denemede, deneme süresince bitkilerin ihtiyacına ve iklim koşullarına bağlı olarak sulama yapılmıştır.

3.2.3. Bitki hasadı

Yetiştirilen bitkiler vejetatif gelişmesini tamamladıktan sonra toprak yüzeyinden 1 cm yükseklikten hasat edilmiştir. Kökler topraktan itinayla ayıklanarak mikorizal infeksiyon analizi belirlemek amacıyla plastik bir kap içine alınıp etil alkol içerisinde muhafaza edilmek üzere konulmuştur. Bitkilerin toprak üstü aksamları 65 ºC'de etüvde kurutulup kuru madde ağırlıkları belirlenmiştir. Kurutulmuş toprak üstü aksamı daha sonra öğütülerek analizlere hazır hale getirilmiştir.

3.2.4. Bitki analizleri

Bitkilerin üst aksamları 65 ºC'de 48 saat süreyle kurutulmuştur. Daha sonra kuru madde ağırlıklarının belirlenmesi için tartılan bitki örneklerinin bir kısmı analiz için öğütülmüştür (Walsh ve Beaton, 1973). Fosfor, potasyum ve mikrobesin elementleri (Fe, Cu, Zn, Mn) analizi için; öğütülmüş bitki örneklerinden 0.2 g alınarak kuru yakma yöntemine göre 550 ºC'de 5 saat kül fırınında yakılmıştır. Yakılan örneklerin üzerine 1/3'lük HCl çözeltisinden 2 ml konularak üzeri saf su ile tamamlanmıştır. Daha sonra örnekler filtre kâğıdından süzülerek 20 ml'lik kaplara

alınmıştır. Mikro pipetle her bir örnekten 0.5 ml çekilerek saf su ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Bu işlemden sonra Murphy ve Riley (1962) yöntemine göre boyanmıştır. Hazırlanan örnekler fosfor içeriğinin belirlenmesi için 882 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur.

Bitkilerin K, Zn, Fe, Cu ve Mn içeri kuru yakma yöntemine göre elde edilen ekstraksiyon çözeltisinde atomik absorbsiyon yardımıyla belirlenmiştir (Kacar, 1994). Toplam azot konsantrasyonu, Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar, 1994).

3.2.5. Mikoriza kök infeksiyonunun belirlenmesi

Denemeden alınan bitki köklerine Koske ve Gemma (1989) tarafından bildirildiği şekilde temizleme ve boyama işlemi yapılmıştır. Bu yönteme göre, kökler iyice yıkanıp içindeki ölü kökler ayıklanmıştır. Daha sonra bir petri kutusuna alınan bitki kökleri 1 cm uzunluklarında kesilmiştir. Bu işlemlerden sonra, 1 cm uzunluklarda kesilmiş kökler test tüplerine aktarıldıktan sonra yeterli miktarda % 2.5 (w/v) KOH çözeltisi köklerin içinde bulunduğu tüplere boşaltılmıştır. Daha sonra bu tüpler 90 ºC'lik su banyosuna alınmıştır. Su banyosu işlemi tamamlandıktan sonra tüplerdeki KOH boşaltılmıştır. Aynı tüplere yeteri miktarda % 1 HCl eklenerek tüplerin üst kısmı kapatılmıştır. Daha sonra tüplerdeki asit ortamdan uzaklaştırılıp aynı tüplerin üzerine yeteri miktarda asitleştirilmiş Glycerol Trypan Blue ilave edilmiştir. Tüplerdeki çözelti ve haşlanmış bitki kökleri tekrar bir petri kutusuna boşaltılmıştır. Çok hassas ve dökülgen hale gelen kökçükler bir pens aracılığı ile mikroskop slaytlarının üzerine taşınmıştır. Son işlem olarak mikroskop altında 40-60 büyütmeyle Giovanetti ve Mosse (1980) yöntemine göre mikoriza kök infeksiyonu belirlenmiştir.

3.2.6. Verilerin istatiksel analizi

Denemede elde edilen sonuçlar, faktöriyel deneme planına göre SPSS 9.0 istatistik paket programında analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıkların önemi Duncan testi ile belirlenmiştir (Efe ve ark., 2000).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Sera koşullarında, mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait verilerin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait verilerin istatistiksel değerlendirilmesi

Toprak Çeşidi	Mikoriza	P_2O_5	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe $mgkg^{-1}$	Zn $mgkg^{-1}$	Cu $mgkg^{-1}$	Mn $mgkg^{-1}$	Kuru Madde g/bitki	İnf. %
Alüviyal	M-	0	1,99	0,16	1,53	0,37	0,22	116,67	16,67	17,00	31,33	11,42	10
		3	2,20	0,21	1,41	0,34	0,19	73,00	20,33	17,33	41,67	9,43	13
		6	2,25	0,19	1,58	0,26	0,17	63,33	15,00	16,33	29,00	10,33	0
		9	2,39	0,21	1,74	0,40	0,20	59,33	15,33	17,33	32,67	10,69	10
	M+	0	2,25	0,18	1,55	0,39	0,21	167,67	14,00	17,00	43,67	16,46	23
		3	2,30	0,17	1,60	0,51	0,25	136,67	15,67	17,67	39,67	16,02	43
		6	2,02	0,17	1,36	0,63	0,25	157,33	16,33	18,00	44,67	15,92	20
		9	2,25	0,22	1,60	0,50	0,26	129,67	19,00	18,00	40,33	15,77	23
Volkanik	M-	0	1,91	0,11	1,48	0,27	0,13	127,00	14,33	16,33	47,33	10,19	20
		3	2,07	0,11	1,38	0,25	0,11	58,00	7,67	15,67	34,33	12,10	10
		6	2,18	0,16	1,67	0,20	0,12	60,67	10,00	16,33	38,00	13,03	13
		9	1,96	0,17	1,50	0,19	0,11	108,33	9,33	16,00	36,33	11,97	10
	M+	0	1,58	0,08	1,57	0,32	0,14	76,33	12,00	17,33	47,00	11,99	30
		3	2,22	0,15	1,62	0,24	0,17	87,67	12,00	17,00	37,00	16,07	30
		6	2,25	0,16	1,58	0,43	0,19	101,67	9,00	18,00	64,00	15,34	33
		9	2,25	0,20	1,60	0,44	0,18	85,00	7,33	18,33	69,67	17,65	30
±SEM			0,12	0,01	0,06	0,03	0,01	5,84	1,03	0,61	3,01	0,66	5,6
Varyasyon Kaynakları													
Toprak Çeşidi			*	**	Ö.D	**	**	**	**	Ö.D	**	Ö.D	Ö.D
Mikoriza (M)			Ö.D	Ö.D	Ö.D	**	**	**	Ö.D	**	**	**	**
P_2O_5			**	**	Ö.D	Ö.D	Ö.D	**	Ö.D	Ö.D	*	*	Ö.D
Toprak Çeşidi* Mikoriza			Ö.D	*	*	Ö.D	Ö.D	**	Ö.D	Ö.D	*	**	Ö.D
Toprak Çeşidi* P_2O_5			Ö.D	**	*	Ö.D	Ö.D	**	**	Ö.D	**	**	Ö.D
Mikoriza* P_2O_5			Ö.D	*	**	**	**	**	Ö.D	Ö.D	*	Ö.D	Ö.D
Toprak Çeşidi* Mikoriza* P_2O_5			*	**	Ö.D	*	Ö.D	**	**	Ö.D	**	Ö.D	Ö.D

** : P<0.01 düzeyinde çok önemli Ö.D: Önemli Değil
* : P<0.05 düzeyinde önemli ±SEM: Standart hata

Çizelge 4.1. incelendiğinde, toprak çeşitlerinin mikoriza infeksiyon yüzdesine etkisi olmamıştır. Toprak çeşidi, bitkinin fosfor içeriğine çok önemli düzeyde etki etmiştir. Mikoriza uygulaması, bitkinin Ca, Mg, Fe, Cu, ve Mn gibi mikro element içeriğini çok önemli düzeyde etkilemiştir. Tek başına mikoriza uygulamasının bitkinin fosfor içeriğine etkisi önemsiz bulunmuştur. Mikoriza uygulamasının bitkinin toprak üstü aksam kuru ağırlığını arttırdığı ve kök infeksiyon yüzdesini çok önemli düzeyde etkilediği görülmektedir. Mikoriza ve fosfor uygulamasının birlikte yapılması ise bitkinin fosfor içeriğini önemli düzeyde etkilerken, bitki toprak üstü aksam kuru madde verimi ve kök infeksiyonuna etkisi önemsiz bulunmuştur.

Toprak çeşidi, mikoriza ve fosfor uygulamalarının beraber yapılması bitkinin fosfor içeriğini önemli düzeyde etkilerken, bitki toprak üstü aksam kuru ağırlığına ve kök infeksiyon yüzdesine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait verilerin istatistiksel değerlendirilmesi ve gruplandırılması Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait verilerin istatistiksel değerlendirilmesi ve gruplandırılması

Uygulama	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe mg kg^{-1}	Zn mg kg^{-1}	Cu mg kg^{-1}	Mn mg kg^{-1}	Kuru Madde g/bitki	İnf. %
Alüviyal toprak	2,21 b	0,19 b	1,55	0,43 b	0,22 b	112,96 b	16,54 b	17,33	37,87 a	13,25	18
Volkanik toprak	2,05 a	0,14 a	1,55	0,29 a	0,14 a	88,08 a	10,21 a	16,87	46,71 b	13,54	22
Mikoriza											
M-	2,12	0,16	1,54	0,29 a	0,15 a	83,29 a	13,58	16,54 a	36,33 a	11,14 a	11 a
M+	2,14	0,16	1,56	0,43 b	0,21 b	117,75 b	13,17	17,67 b	48,25 b	15,65 b	29 b
P_2O_5											
0	1,93 a	0,13 a	1,53	0,34	0,18	121,92 b	14,25	16,92	42,33 b	12,51 a	21
3	2,20 b	0,16 b	1,50	0,34	0,18	88,83 a	13,92	16,92	38,17 a	13,41 ab	24
6	2,17 b	0,17 b	1,54	0,38	0,18	95,75 ab	12,58	17,17	43,92 b	13,65 ab	17
9	2,21 b	0,20 c	1,61	0,38	0,19	95,58 ab	12,75	17,42	44,75 b	14,02 b	18

Çizelge 4.2. incelendiğinde alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetişirilen bitkilerin kök infeksiyon yüzdeleri, bitkinin toprak üstü aksam kuru ağırlığı, potasyum ve bakır içerikleri aynı grupta yer almıştır. Alüvyal kökenli toprakta yetiştirilen bitkilerin volkanik kökenli toprakta yetiştirilen bitkilere oranla topraktan daha fazla N, P, Ca, Mg, Fe ve Zn besin elementlerini kaldırdıkları görülmektedir. Alüvyal kökenli toprakta yetiştirilen bitkilerin Mn içerikleri daha az bulunmuştur.

Mikoriza aşılamasının etkileri incelendiğinde, mikoriza aşılaması bitkilerin kök infeksiyon yüzdesini ve bitki üst aksam kuru ağırlığını önemli derecede artırmıştır. Mikoriza aşılaması yapılan bitkiler, mikoriza aşılaması yapılmayan bitkilere oranla topraktan daha fazla Ca, Mg, Fe, Cu ve Mn besin elementlerini kaldırdıkları görülmektedir. Mikoriza aşılaması bitkilerin N ve K içeriğini çok çok az artırmış, Zn içeriğini ise azaltmıştır. Mikoriza aşılamasının bitkilerin P içeriğine etkisi olmamıştır.

Artan fosfor dozu uygulamaları ile birlikte bitkilerin üst aksam kuru ağırlığı ve fosfor içeriği önemli derecede artmıştır. Artan fosfor dozu uygulamaları, bitkilerin K, Ca, Mg, Zn ve Cu içeriklerine anlamlı bir etkide bulunmamıştır.

4.1. Toprak Üstü Aksam Kuru Ağırlığı

Sera koşullarında alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda artan fosfor dozu uygulamalarının mısır bitkisinin üst aksam kuru ağırlığına etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.3.'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin toprak üstü aksam kuru ağırlığına etkisi (g/bitki)

Toprak	Fosfor	-M	+M
Alüvyal	P_0	11.42	16.45
	P_3	9.43	16.02
	P_6	10.33	15.92
	P_9	10.69	15.77
Volkanik	P_0	10.19	11.99
	P_3	12.10	16.07
	P_6	13.03	15.34
	P_9	11.97	17.65

Çizelge 4.3. incelendiğinde, alüvyal kökenli toprakta mikoriza uygulamasının mısırın toprak üstü kuru madde üretimini artırdığı belirlenmiştir. Uygulanan fosfor dozunun bitki üst aksam kuru madde verimine etkisi değişkenlik göstermektedir.

Volkanik kökenli toprakta alüvyal kökenli toprakta olduğu gibi mikoriza uygulamasının mısırın toprak üstü kuru madde üretimini artırdığı belirlenmiştir. Alüvyal topraktakinin aksine artan fosfor dozlarıyla bitki üst aksam kuru madde veriminin arttığı belirlenmiştir.

Çizelgedeki değerler bütün olarak değerlendirildiğinde toprak üstü aksam kuru madde üretimi bakımından mikorizalı uygulamaların kuru madde üretimlerinin mikorizasız uygulamalara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Mikoriza uygulanmış bitkilerin toprak üstü aksam kuru madde artışının istatistiksel bakımdan ($P<0.01$) çok önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1.). Benzer şekilde Ortaş ve Akpınar (2011), yaptıkları bir çalışmada mikoriza mantarı ile aşılanmış mısır bitkisinin kontrol bitkilerine oranla daha fazla üst aksam kuru madde üretimi gerçekleştirdiğini rapor etmişlerdir.

Genel ortalamalar incelendiğinde, artan fosfor dozlarına paralel olarak bitki toprak üstü aksam kuru madde üretimi de artmıştır. Kontrol uygulamalarında fosfor uygulanmayan konulardaki bitkilerin toprak üstü aksam kuru madde üretimi 12.51 g/bitki iken 9 $kgda^{-1}$ fosfor dozu uygulanan konularda 14.02 g/bitki olarak bulunmuştur. 9 $kgda^{-1}$ fosfor dozu uygulamasının bitkinin toprak üstü aksam kuru

madde üretimini en fazla arttıran uygulama olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2.). Toprak üstü aksam kuru madde üretimi bakımından toprak çeşitleri arasındaki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Mikoriza aşılaması yapılan konulardaki bitkilerin toprak üstü aksam kuru ağırlığı, mikoriza aşılaması yapılmayan bitkilere göre istatistiksel açıdan önemli bir artış göstermiştir. Bu artış, buğday (*Triticum aestivum var.swift*) bitkisiyle çalışan ve arbusküler mikoriza mantarı *Glomus intraradices* ile aşılanan bitkilerin aşılanmayanlara göre önemli ölçüde daha yüksek kuru ağırlığa sahip olduğunu ifade eden Mohammed ve ark. (2004)'nın bulgularıyla aynı doğrultudadır.

4.2. Mikoriza Kök İnfeksiyonu

Sera koşullarında alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda artan fosfor dozu uygulamalarının mısır bitkisinin kökle infekte olma yüzdesine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.4.'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin kök infeksiyonuna etkisi (%)

Toprak	Fosfor	-M	+M
Alüvyal	P_0	10	23
	P_3	13	43
	P_6	0	20
	P_9	10	23
Volkanik	P_0	20	30
	P_3	10	30
	P_6	13	33
	P_9	10	30

Çizelgeden de görüldüğü gibi alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda bitkinin infeksiyon yüzdesine fosfor uygulamalarının mikorizalı ve mikorizasız uygulamalarda etkisinin olmadığı belirlenmiştir. En yüksek kök infeksiyonu, alüvyal kökenli toprakta yetiştirilen, mikoriza ve 3 $kgda^{-1}$ fosfor dozu uygulanmış bitkilerde % 43 olarak tespit edilmiştir. Kontrol uygulamalarında mikoriza aşılamasının yapılmamasına rağmen yetiştirme ortamlarının steril edilmemesi ve buna bağlı olarak ortamdan doğal mikorizanın elimine edilmemesi sonucu kök infeksiyonuna düşük

oranda rastlanmıştır. Bu durum özellikle topraktan endomikoriza türlerinin izolasyonu için tuzak bitki olarak kullanılan mısır bitkisi için normal bir durumdur.

İstatistiksel analizlere göre yapılan gruplandırma incelendiğinde, mikoriza uygulanmayan konulardaki bitki kök infeksiyonu % 11 iken, mikoriza uygulanan konulardaki bitki kök infeksiyonu % 29 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2.).

Çizelgedeki değerler bütün olarak değerlendirildiğinde her iki toprakta da kökle infekte olma yüzdesi bakımından mikorizalı uygulamaların toplam kökle infekte olma yüzdesinin mikorizasız uygulamalara oranla istatistiksel açıdan ($P<0.01$) çok önemli bulunmuştur. Bitkinin kökle infekte olma yüzdesi bakımından topraklar arası farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1.).

Elde edilen sonuçlar mikorizanın kök infeksiyonunu arttırması yönünden daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Karaca (2008) ve Akpınar (2011), yaptıkları çalışmalarda mikoriza uygulamasının mısır bitkisinin kök infeksiyon yüzdesini önemli ölçüde artırdığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Almaca ve Ortaş (2010), farklı ekim sırası uygulanan topraklarda önceki ekimin doğal mikoriza aşılama potansiyeli ve fosfor alımına bağlı olarak bitki gelişimi üzerinde farklılık belirlemişlerdir. Buğday ve mercimekten sonra ekilen mısır bitkisindeki mikoriza oluşumu karşılaştırılmıştır. Mercimekten sonra ekilen mısır bitkisindeki mikoriza kolonizasyonunun daha fazla olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada artan fosfor gübrelemesinin her iki ekim sırasında yetiştirilen bitkinin fosfor alımını arttırdığı belirlenmiştir.

Alüvyal ve volkanik topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerinde mikoriza-fosfor interaksiyonu istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde mikorizalı uygulamalarda artan dozlarda fosfor ilavesiyle infekte olma yüzdesinde istatistiksel açıdan önemsiz azalma olmuştur. Bu azalış yüksek düzeyde fosfor uygulamasının infeksiyonu azalttığını ifade eden Tinker (1980), Harley ve Smith (1983), Schubert ve Hayman (1986) ve Koide (1991)'nin bulgularıyla örtüşmemektedir.

4.3. Bitki Fosfor İçeriği

Sera koşullarında alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda artan fosfor dozu uygulamalarının mısır bitkisinin fosfor içeriğine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.5.'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin fosfor içeriğine etkisi (%)

Toprak	Fosfor	-M	+M
Alüvyal	P_0	0.16	0.18
	P_3	0.21	0.17
	P_6	0.19	0.17
	P_9	0.21	0.22
Volkanik	P_0	0.11	0.08
	P_3	0.11	0.15
	P_6	0.16	0.16
	P_9	0.17	0.20

Çizelge incelendiğinde, tüm konularda yetiştirilen bitkilerin fosfor içeriği % 0.08-0.22 P arasında değişkenlik göstermektedir. En yüksek fosfor içeriği alüvyal kökenli toprakta, mikoriza ve 9 $kgda^{-1}$ fosfor dozu uygulaması yapılan konuda yetiştirilen bitkilerde % 0.22 P olarak bulunmuştur.

İstatistiksel analizlere göre yapılan gruplandırma incelendiğinde, mikoriza uygulaması yapılan konulardaki bitkilerin toplam ortalama fosfor değeri, mikoriza uygulaması yapılmayan konulardaki bitkilerin toplam ortalama fosfor değerine eşit ve % 0.16 olarak bulunmuştur. Artan fosfor dozu konuları incelendiğinde, artan fosfor dozlarına paralel olarak bitkilerin fosfor içeriği artış göstermiştir. Alüvyal kökenli topraklarda yetiştirilen bitkiler, volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen bitkilere oranla topraktan daha fazla miktarda fosfor kaldırmıştır (Çizelge 4.2.).

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda mikoriza ile aşılamanın bitki fosfor içeriğinin değişimine etkisi önemsiz bulunmuştur. Mikorizanın bitkide fosfor alımını arttırdığı yapılan birçok çalışmada rapor edilmiştir (Marschner, 1995; Ortaş, 1998; Feng ve ark., 2003). Artan fosfor dozu uygulamalarının bitki fosfor içeriğinin

değişimine etkisi çok önemli çıkmıştır (P<0.01). Benzer şekilde farklı toprak uygulamalarının bitki fosfor içeriğinin değişimine etkisi istatistiksel açıdan (P<0.01) çok önemli çıkmıştır (Çizelge 4.1.).

Mısır bitkisinin fosfor içeriği için kullanılan sınır değerleri % 0.30-0.50 olarak belirlenmiştir (Kacar ve Katkat, 1998). Bu değerlere göre alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mikoriza aşılanmış olan ve aşılama yapılmayan ve artan fosfor dozları uygulanan konuların tamamındaki bitkilerin fosfor içerikleri noksan bulunmuştur.

Elde edilen veriler, artan fosfor dozu uygulamalarının bitki fosfor içeriğini artırması yönünden paralellik göstermektedir. Davies ve Linderman (1991), yaptıkları çalışmada artan fosfor dozlarına paralel olarak bitki fosfor içeriğinin arttığını açıklamışlardır.

Her iki toprakta yetiştirilen mısır bitkisinde mikoriza ilavesiyle fosfor içeriğinde istatistiksel açıdan değişiklik olmamıştır. Bunun nedeni, çalışmadaki mikoriza kök infeksiyon değerlerinin düşük olması veya mikoriza aşılaması yapılmayan konularda elde edilen düşük kök infeksiyon değerlerinde mikorizanın fosfor alımını artırması olabilir. Grant ve ark. (2005), sera koşullarında yapılan denemelerde mikorizanın toprakta bitkiler tarafından alımı yavaş olan besin elementlerini özellikle de fosforun alımını kontrollü koşullar altında arttırdığını rapor etmişlerdir.

4.4. Bitki Azot İçeriği

Sera koşullarında alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda artan fosfor dozu uygulamalarının mısır bitkisinin azot içeriğine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin azot içeriğine etkisi (%)

Toprak	Fosfor	-M	+M
Alüvyal	P_0	1.99	2.25
	P_3	2.20	2.30
	P_6	2.25	2.02
	P_9	2.39	2.25
Volkanik	P_0	1.91	1.58
	P_3	2.07	2.22
	P_6	2.18	2.25
	P_9	1.96	2.25

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda iki farklı toprak uygulamasının bitkilerin azot içeriğine etkisi önemli çıkmıştır ($P<0.05$). Aynı şekilde artan fosfor uygulamalarının bitkilerin azot içeriğine etkisi istatistiksel açıdan ($P<0.01$) çok önemli çıkmıştır.

İstatistiksel analizlere göre yapılan gruplandırma incelendiğinde, mikoriza aşılaması bitki azot içeriğini çok çok az artırmıştır. Alüvyal kökenli toprakta yetiştirilen bitkiler, volkanik kökenli toprakta yetiştirilen bitkilere oranla topraktan daha çok azot kaldırmıştır. Artan fosfor dozları uygulamaları bitkilerin azotla beslenmesini artırıcı yönde etki göstermiştir. Fosfor dozlarından 9 $kgda^{-1}$ fosfor uygulaması bitkilerin azot içeriğini diğer fosfor dozu uygulamalarına göre daha çok arttırıcı etki göstermiştir (Çizelge 4.2.).

Mısır bitkisinin azot içeriği için kullanılan sınır değerleri % 3,50-5,00 olarak belirlenmiştir (Kacar ve Katkat, 1998). Bu değerlere göre, alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mikoriza aşılanmış olan ve aşılama yapılmayan ve artan fosfor dozları uygulanan konuların tamamındaki bitkilerin azot içerikleri noksan bulunmuştur.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda azot içeriği için mikoriza uygulamasının önemsiz olduğu belirlenmiştir. Önceki çalışmalarda mikorizanın bitki azot içeriğini artırdığı rapor edilmiştir (Sieverding, 1991; Ortaş, 2002). Yeterli kök infeksiyonu olmamasına rağmen elde edilen sonuçlara göre mikoriza aşılaması bitki azot içeriğini çok çok az artırmıştır.

4.5. Bitki Potasyum İçeriği

Sera koşullarında alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda artan fosfor dozu uygulamalarının mısır bitkisinin potasyum içeriğine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin potasyum içeriğine etkisi (%)

Toprak	Fosfor	-M	+M
Alüvyal	P_0	1.53	1.55
	P_3	1.41	1.60
	P_6	1.58	1.36
	P_9	1.74	1.60
Volkanik	P_0	1.48	1.57
	P_3	1.38	1.62
	P_6	1.67	1.58
	P_9	1.50	1.60

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda farklı toprak çeşitlerinin, mikoriza uygulamasının ve artan fosfor uygulamalarının bitkilerin potasyum içeriklerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1.).

İstatistiksel analizlere göre yapılan gruplandırma incelendiğinde, mikoriza uygulamaları bitki potasyum içeriğini az da olsa artırmıştır. Artan fosfor dozları konularından; fosfor uygulanmayan, 3 $kgda^{-1}$, 6 $kgda^{-1}$ ve 9 $kgda^{-1}$ fosfor uygulanan konular bitkide potasyum içerikleri değerlendirildiğinde aynı grupta yer almışlardır. Yani fosfor uygulanmış olması potasyum içeriğini çok çok az olarak artırmıştır (Çizelge 4.2.).

Mısır bitkisinin potasyum içeriği için kullanılan sınır değerleri % 2.50-4.00 olarak belirlenmiştir (Kacar ve Katkat, 1998). Bu değerlere göre alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mikoriza aşılanmış olan ve aşılama yapılmayan ve artan fosfor dozları uygulanan konuların tamamındaki bitkilerin potasyum içerikleri noksan bulunmuştur.

Mikorizanın potasyum alımıyla ilgili yapılan çalışmalar değişkenlik göstermektedir. Davies ve Linderman (1991), yaptıkları çalışmada biber bitkisinde mikoriza uygulanmış bitkilerin potasyum içeriğinin değişmediğini, Kaymaz ve Şahinkaya (1989), yaptıkları çalışmada buğday bitkisinde mikoriza aşılaması yapılan bitkilerin kontrole göre topraktan % 18 daha fazla potasyum kaldırdıklarını belirlemişlerdir. Elde edilen veriler ışığında, düşük kök infeksiyonuna rağmen mikoriza aşılaması bitkilerde potasyum içeriğini çok az da olsa artırmıştır. Etkin ve yüksek kök infeksiyon değerlerinde mikorizanın bitki potasyum içeriğini artırabileceği sonucu çıkarılabilir.

4.6. Bitki Çinko İçeriği

Sera koşullarında alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda artan fosfor dozu uygulamalarının mısır bitkisinin çinko içeriğine (mg kg^{-1}) ilişkin sonuçlar Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin çinko içeriğine etkisi ($mgkg^{-1}$)

Toprak	Fosfor	-M	+M
Alüvyal	P_0	16.67	14.00
	P_3	20.33	15.67
	P_6	15.00	16.33
	P_9	15.33	19.00
Volkanik	P_0	14.33	12.00
	P_3	7.67	12.00
	P_6	10.00	9.00
	P_9	9.33	7.33

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda mikoriza ile aşılamanın bitkilerde çinko içeriklerinin değişimi önemsiz çıkmıştır ($P<0.01$). Benzer şekilde, artan fosfor dozu uygulamaları sonucunda bitki çinko içeriklerinin değişimi istatistiksel bakımdan önemsiz çıkmıştır ($P<0.01$). Toprak çeşitlerine göre bitkilerin çinko içeriklerinin değişimi ise istatistiksel bakımdan ($P<0.01$) çok önemli çıkmıştır (Çizelge 4.1.).

İstatistiksel analizlere göre yapılan gruplandırma incelendiğinde, fosfor uygulaması yapılmayan konudaki bitkilerde çinko içeriği en yüksek bulunmuştur. Alüvyal kökenli toprakta yetiştirilen bitkiler, volkanik kökenli toprakta yetiştirilen bitkilere oranla topraktan daha çok çinko besin elementi kaldırmıştır (Çizelge 4.2.).

Mısır bitkisinin çinko içeriği için kullanılan sınır değerleri 20-60 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir (Kacar ve Katkat, 1998). Bu değerlere göre alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mikoriza aşılanmış olan ve aşılama yapılmayan ve artan fosfor dozları uygulanan konuların hemen tamamındaki bitkilerin çinko düzeyi noksan bulunmuştur. Alüvyal kökenli toprakta, mikorizasız ortamda ve 3 $kgda^{-1}$ fosfor dozunda yetiştirilen bitkilerin çinko içeriklerinin yeterli olduğu bulunmuştur.

Mikoriza aşılaması yapılan konulardaki bitkilerin çinko içeriğinin değişimi istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur. Toprakta hareketliliği fosfor gibi yavaş olan çinkonun bitkiye alım mekanizmasının da fosfor alımı gibi mikorizal hifler aracılığıyla gerçekleşmesi beklenilmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda mikorizanın fosfor alımı yanında çinko alımını da artırdığı belirlenmiştir (Marschner, 1995; Ortaş, 2003).

Faber ve ark. (1990) ve Heggo ve Barakah (1994), mikoriza aşılamasının mısırın çinko içeriğini artırdığını bildirmiştir. Elde edilen veriler, yapılan çalışmaları desteklememektedir. Bunun nedeni, mikoriza kök infeksiyon değerlerinin yeterli olmaması olabilir.

4.7. Bitki Bakır İçeriği

Sera koşullarında alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda artan fosfor dozu uygulamalarının mısır bitkisinin bakır içeriğine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin bakır içeriğine etkisi (mg kg^{-1})

Toprak	Fosfor	-M	+M
Alüvyal	P_0	17.00	17.00
	P_3	17.33	17.67
	P_6	16.33	18.00
	P_9	17.33	18.00
Volkanik	P_0	16.33	17.33
	P_3	15.67	17.00
	P_6	16.33	18.00
	P_9	16.00	18.33

Çizelgeden de görüldüğü gibi mikoriza uygulamasının her iki toprak serisinde ve tüm fosfor dozlarında yetiştirilen mısır bitkisinin bakır içeriğini arttırdığı belirlenmiştir. Bitki bakır içeriği için mikoriza ile aşılama uygulaması istatistiksel açıdan ($P<0.01$) çok önemli çıkmıştır. Artan fosfor dozları konuları incelendiğinde, artan fosfor dozu uygulamaları sonucunda bitkilerin bakır içeriklerinin değişimi istatistiksel bakımdan ($P<0.01$) önemsiz çıkmıştır. İstatistiksel analizler sonucunda toprak çeşitlerinin bitki bakır içeriğinin değişimine etkisi istatistiksel bakımdan ($P<0.01$) önemsiz çıkmıştır (Çizelge 4.1.).

Toplam ortalama değer olarak mikoriza uygulaması yapılmayan bitkilerin bakır içeriği 16,54 $mgkg^{-1}$, mikoriza uygulaması yapılan bitkilerin bakır içeriği 17,67 $mgkg^{-1}$ olarak bulunmuştur. Artan fosfor dozu uygulamaları bitki bakır içeriğini çok çok az artırmasına rağmen istatistiksel analizlere göre yapılan gruplandırmada aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.2.).

Mısır bitkisinin bakır içeriği için kullanılan sınır değerleri 5-20 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir (Kacar ve Katkat, 1998). Bu değerlere göre, alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mikoriza aşılanmış olan ve aşılama yapılmayan ve artan fosfor dozları uygulanan konuların tamamındaki bitkilerin bakır düzeyi yeterli bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlar mikorizanın bitki bakır içeriğini arttırması yönünden daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Li ve ark. (1991), yaptıkları

çalışmada, kontrollü koşullar altında, mikoriza aşılamasının mısır bitkisinin dokularındaki bakır içeriğini arttırdığını rapor etmişlerdir. Mikoriza immobil halde bulunan mikro elementlerin özellikle de çinko, bakır ve manganın bitkilerce alımını önemli oranda arttırmaktadır (Smith ve Read, 1997; George, 2000; Ortaş, 2003; Ortaş ve Akpınar, 2006).

4.8. Bitki Demir İçeriği

Sera koşullarında alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda artan fosfor dozu uygulamalarının mısır bitkisinin demir içeriğine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor doz uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin demir içeriğine etkisi ($mgkg^{-1}$)

Toprak	Fosfor	-M	+M
Alüvyal	P_0	116.67	167.67
	P_3	73.00	136.67
	P_6	63.33	157.33
	P_9	59.33	129.67
Volkanik	P_0	127.00	76.33
	P_3	58.00	87.67
	P_6	60.67	101.67
	P_9	108.33	85.00

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda mikoriza ile aşılamanın bitki demir içeriklerinin değişimine etkisi çok önemli çıkmıştır ($P<0.01$). Benzer şekilde, artan fosfor dozu uygulamalarının bitki demir içeriklerinin değişimine etkisi istatistiksel bakımdan ($P<0.01$) çok önemli çıkmıştır. Benzer şekilde, toprak çeşitlerinin bitki demir içeriklerinin değişimine etkisi istatistiksel bakımdan ($P<0.01$) çok önemli çıkmıştır (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.10. incelendiğinde mikoriza uygulamasının hemen tüm uygulamalarda bitkilerin demir içeriklerini arttırdığı görülmektedir. Mikoriza uygulamasının bitki demir içeriğini mikorizasız uygulamalara oranla % 41 daha fazla artırdığı görülmüştür.

Artan fosfor dozları incelendiğinde, fosfor uygulaması yapılmayan konulardaki bitkilerin demir içeriği fosfor uygulaması yapılan diğer konulardan yüksek bulunmuştur. Fosfor dozları arttıkça bitkilerin demir içeriği değişkenlik göstermektedir. Tüm fosfor dozları için ortalama değerler alındığında en düşük değer 3 $kgda^{-1}$ fosfor dozunda görülmüştür (Çizelge 4.2.).

Mısır bitkisinin demir içeriği için kullanılan sınır değerleri 50-250 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir (Kacar ve Katkat, 1998). Bu değerlere göre, alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mikoriza aşılanmış olan ve aşılama yapılmayan ve artan fosfor dozları uygulanan konuların tamamındaki bitkilerin demir içerikleri yeterli bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlar mikorizanın bitki demir içeriğini arttırması yönünden daha önce yapılan çalışmalarla parallelik göstermektedir. Ortaş ve Akpınar (2011), kontrollü koşullarda yaptıkları çalışmada, mikoriza aşılamasının mısır bitkisinin dokularında bulunan demir konsantrasyonunu önemli oranda arttırdığını belirlemişlerdir.

4.9. Bitki Mangan İçeriği

Sera koşullarında alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda artan fosfor dozu uygulamalarının mısır bitkisinin mangan içeriğine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin mangan içeriğine etkisi (mg kg^{-1})

Toprak	Fosfor	-M	+M
Alüvyal	P_0	31.33	43.67
	P_3	41.67	39.67
	P_6	29.00	44.67
	P_9	32.67	40.33
Volkanik	P_0	47.33	47.00
	P_3	34.33	37.00
	P_6	38.00	64.00
	P_9	36.33	69.67

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda mikoriza ile aşılamanın bitki mangan içeriklerinin değişimine etkisi çok önemli çıkmıştır ($P<0.01$). Benzer şekilde, toprak çeşitlerine göre bitki mangan içeriklerinin değişimi istatistiksel bakımdan ($P<0.01$) çok önemli çıkmıştır. Artan fosfor dozu uygulamalarının bitki mangan içeriklerinin değişimine etkisi istatistiksel bakımdan ($P<0.05$) önemli çıkmıştır (Çizelge 4.1.).

İstatistiksel analizlere göre yapılan gruplandırma incelendiğinde, volkanik kökenli toprakta yetiştirilen bitkiler topraktan daha fazla mangan besin elementi kaldırmıştır. Mikoriza aşılamasının bitkilerin mangan içeriğini mikoriza aşılaması yapılmayan bitkilere oranla % 32 daha fazla artırdığı görülmüştür. Artan fosfor dozları konuları incelendiğinde, artan fosfor dozlarıyla paralel olarak bitki mangan içeriği artış göstermiştir (Çizelge 4.2.).

Mısır bitkisinin mangan içeriği için kullanılan sınır değerleri 20-300 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir (Kacar ve Katkat, 1998). Bu değerlere göre, alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mikoriza aşılanmış olan ve aşılama yapılmayan ve artan fosfor dozları uygulanan konuların tamamındaki bitkilerin mangan içerikleri yeterli bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlar mikorizanın bitki mangan içeriğini arttırması yönünden daha önce yapılan çalışmalarla parallelik göstermektedir. Mikoriza immobil halde bulunan mikro elementlerin özellikle de çinko, bakır ve manganın alımını önemli

oranda arttırmaktadır (Smith ve Read, 1997; George, 2000; Ortaş, 2003; Ortaş ve Akpınar, 2006).

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda, mikoriza aşılaması yapılmayan ve mikoriza aşılanan bitkilere artan dozlarda fosfor uygulaması yapılarak mikorizanın bitkide, kök infeksiyon yüzdesi, toprak üstü aksam kuru ağırlığı ve bazı besin elementlerinin alımına etkisinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

Mikoriza aşılamasıyla bitkilerin toprak üstü aksam kuru ağırlığında önemli derecede artış olmuştur. Artan fosfor dozlarıyla birlikte her iki toprakta, hem mikorizalı hem de mikorizasız ortamda bitkilerin toprak üstü aksam kuru ağırlıklarında belirgin artışlar sağlanmıştır. Mikoriza ve artan fosfor dozu uygulamalarının birlikte yapılmasının bitki üst aksam kuru ağırlığına etkisi ise önemsiz bulunmuştur.

Mikoriza aşılaması bitki kök infeksiyon yüzdesini önemli ölçüde artırmıştır. Fakat beklenen düzeyde değerlere ulaşılamamıştır. Kontrol uygulamalarında mikoriza aşılaması yapılmamasına rağmen yetiştirme ortamlarının steril edilmemesi ve buna bağlı olarak ortamdan doğal mikorizanın elimine edilmemesi sonucu kök infeksiyonuna düşük oranda rastlanmıştır. Bu durum özellikle topraktan endomikoriza türlerinin izolasyonu için tuzak bitki olarak kullanılan mısır bitkisi için normal bir durumdur. Artan fosfor dozu uygulamaları mikorizanın kökle infekte olma yüzdesinde önemsiz düzeyde de olsa biraz düşüşe neden olmuştur.

Bitkilerin fosfor içerikleri incelendiğinde mikoriza uygulamasının bitkilerin fosfor içeriğine herhangi bir etkisi olmamıştır. Bunun nedeni, mikoriza kök infeksiyon değerlerinin beklenenden düşük olması olabilir. Artan fosfor dozu uygulamalarıyla bitkilerin fosfor içeriklerinde belirgin bir artış görülmüştür. Mikoriza ve artan fosfor dozu uygulamalarının birlikte yapılması bitkilerin fosfor içeriğinde artış sağlamıştır. Alüvyal kökenli topraklarda yetiştirilen bitkiler, volkanik

kökenli topraklarda yetiştirilen bitkilere oranla topraktan daha fazla miktarda fosfor kaldırmıştır.

Bitkilerin azot ve potasyum içerikleri incelendiğinde mikoriza uygulamasının bitkilerin azot ve potasyum içeriğine etkisi olmamıştır. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının birlikte yapılması bitki potasyum içeriğini artırmış, azot içeriğine etkisi olmamıştır.

Mikro elementlerin alımında mikoriza uygulamasıyla, çinko hariç artma görülmüştür. Bitkilerin çinko içerikleri mikoriza uygulamasıyla önemsiz bir azalma göstermiştir.

Denemede elde edilen bulgular sonucunda; her geçen gün önemi ve üretimi artan mısır bitkisi mikorizaya bağımlı olup buna uygun yetiştirme politikaları izlenerek bu bitkinin konukçu bitki olarak ileride kurulacak denemeler için de kullanılması tavsiye edilebilir.

Düşük kök infeksiyon değerlerinde bile mikoriza, bitki gelişiminde ve besin elementleri alımında artış sağlamıştır. Kök infeksiyonu yetersiz düzeyde olduğundan dolayı bazı bitki besin elementleri alımında mikorizanın etkisi olmamıştır.

Sonuç olarak bu veya benzer çalışmaların tarla koşullarında da yürütülmesi gerekmektedir. Ancak tarla koşullarındaki çalışmalardan sonra belirlenecek olan sonuçlara göre çiftçilere önerilerde bulunulabilir

KAYNAKLAR

ABBOTT, L. K. and ROBSON, A. D., 1984. The effect of VA mycorrhiza on plant growth. pp. 113-130. (Eds) C. LI. Powell and D.J. Bagyaraj. In VA Mycorrhiza. Chemical Rubber Publ Co., Boca Raton, FL.

AKPINAR, Ç., 2011. Kanola sonrası yetiştirilen II. ürün mısır bitkisine mikoriza aşılamasının verim ve besin elementleri alımına etkisi (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.

ALLEN, M. F., SMITH, N. K., MOORE, T. S. and CHRISTENSEN, M., 1981. Comparative water relations and photosynthesis of mycorrhizal and nonmycorrhizal Bouteloua gracilis (HBK) Lag ex steud. New Phytologist, 88: 683-693.

ALMACA, A. and ORTAŞ, İ., 2010. Growth Response of Maize Plants (Zea Mays L.) to Wheat and Lentil Pre-Cropping and to Indigenous Mycorrhizae in Field Soil. Spanish Journal of Agricultural Research, 8(1):131-136.

ALMACA, A., ALMACA, N. D., SÖYLEMEZ, S. and ORTAŞ., İ. 2013. The effects of mycorrhizalspecies and different doses of phosphorus on pepper (*Capsicum annuum* L.) yield and development under field conditions. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.11 (3&4): 647-651

AMES, R. N., REID, C. P. P., PORTER, L. K. and CAMBARDELLA, C., 1983. Hypal uptake and transport of nitrogen from two 15N- labelled sources by *Glomus mosseae*, a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. New Phytologist 95(3), 381-396.

AMIJEE, F., TINKER, P. B. and STRIBLEY, D.P., 1989. The development of endomycorrhizal root systems. VII. A detailed study of effects of soil phosphorus on colonization. New Phytologist. 111:435-446.

ANONİM, 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. Yazan: Dr. Fikret Eyüpoğlu. TC. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Genel Yayın No: 220, Teknik Yayın No: T-67, Ankara/Türkiye

ARINES, J., VILARINO, A. and SAINZ, M., 1989. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on Mn uptake by red clover. Agricul. Ecosys. and Environ., 29: 1-4.

BAATH, E. and SPOKES, J., 1988. The effect of added nitrogen and phosphorus on mycorrhizal growth response and infection in Allium schoenoprasum. Can. J. Bot., 67: 3227-3228

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.

BAGYARAJ, D. J. and MANJUNATH, A., 1981. Influence of soil inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate-dissolving bacterium (Bacillus circulans) on plant growth and 32p-uptake. Soil. Biol. Biochem., 13:105-108.

BAYLIS, G. T. S., 1967. Experiments on the ecological significance of phycomycetous mycorrhizas. New Phytologist, 66: 231.

BIELESKI, R. I., 1973. Phosphate pools, phosphate transport and phosphate availability. Annual Review of Plant Physiology, 24: 225-252.

BOLAN, N. S., 1991. Acritcal Review on The Role of Mycorrhizal Fungi In Uptake of Phosphorous By Plants. Plants and Soil, 134,53-63.

BOUYOUCOUS, G. D., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Machanical Analysis of the soil. Agronomy J., 43: 434-438.

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

ÇETİNKAYA, N. ve DURA, S., 2009. Mısır vejetatif gelişimi ve verimi üzerinde bir endomikorizal preparatın etkileri. Ege Üniv. Ziraat Dergisi, 47(1): 53-59

DAFT, M. and HACSKAYLO, E., 1976. Arbuscular mycorrhizas in the anthratcite and bituminous coal wastes of pennsyvania. J. of App. Ecol., 13: 523-531.

DALPE, Y. and MONREAL, M., 2004. Arbuscular Mycorrhiza Inoculum to Support Sustainable Cropping Systems. Online. Crop Management doi:10.1094/CM-2004-0301-09-RV.

DANIELS, B. A., McCOOL, P. M. and MENGE, J. A., 1981. Comparative inoculum potential of spores of six vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytologist 89. 385-391.

DAVIES, F. T. and LINDERMAN, R. G., 1991. Short term effects of phosphorus and VA mycorrhizal fungi on nutrition, growth and development of Capscicum annuum L., Scientia- Horticulturae, 45: 3-4, 333-338

DE MIRANDA, J. C. C., HARRIS, P. J. and WILD, A., 1989. Effects of soil and plant phosphorus concentrations on vesicular-arbuscular mycorrhizae in sorghum plants. New Phytologist 112:405-410.

EFE, E., BEK, Y. ve ŞAHİN, M., 2000. Spss'te çözümleri ile istatistik yöntemler ii. Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü, Yayın No:10.

FABER, B. A., ZASOSKI, R. J., BURAU, R. G. and URIU, K., 1990. Zinc uptake by corn as affected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. Plant and Soil. 129 (2);121-130.

FAO, 2013. Statistics Division, Food and Agriculture Organization of The United Nations. http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E

FENG, G., SONG, Y. C., LI, X. L. and CHRISTIE, P., 2003. Contribution of Arbuscular Mycorrhizal Fungi to Utilization of Organic Sources of Phosphorus by Red Clover in A Calcareous Soil. Applied Soil Ecology 22 (2): 139-148.

FRIES, N., 1989. The influence of tree roots on spore germination of ectomycorrhizal fungi. Agric. Ecosyst. Environ. 28: 139-144.

GEORGE, E., HAUSSLER, K., KOTHARI, S. K., LI X-L. and MARSCHNER, H., 1992. Contribution of mycorrhizal hyphae to nutrient uptake from soil by mycorrhizal hyphae. In Mycorrhizas in Integrated Systems from Genes to Plant Development. Eds. C. Azcon-Aguilar and J. M. Barea, pp. 689. European Community, Luxembourg.

GEORGE, E., 2000. Nutrient Uptake, Contribitions of Arbuscular Mycorrhizal Fungi to Plant Mineral Nutrition. In: Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function. Eds. By Kapulnik and D.D. Douds, Jr. Kluwer academic Publishers. London.

GERDEMANN, J. W., 1964. The Effect of Mycorrhiza on the Growth of Maize, Mycologia 56:342-349.

GERDEMANN, J. W., 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. Annual Review of Phytopathology, 6: 397-418

GIOVANETTI, M. and MOSSE, B., 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infectation in roots. New Phytol., 489-500.

GNEKOW, M. A. and MARSCHNER, H., 1989. Role of VA mycorrhiza in growth and mineral nutrition of apple (*Malus pumila var. demestica*) rootstock cuttings. Plant and Soil 119, 285-293.

GOPINATHAN, S. and RAMAN, N., 1992. Indole 3-acetic acid production by ectomycorrhizal fungi. Ind. J. Exper. Biol., 30: 142-143.

GRANT, C., BITTMAN, S., MONTREAL, M., PLENCHETTE, C. and MOREL, C., 2005. Soil and Fertilizer Phosphorus: Effects on Plant P Supply and Mycorrhizal Development. Canadian Journal of Plant Science, 85:3-14.

GUO, Y., GEORGE, E. and MARSCHNER, H., 1996. Contribution of an arbuscular mycorrhizal fungus to the uptake of cadmium and nickel in bean and maize plants. Plant and Soil, 184: 195-205.

HALE, K. A. and SANDERS, E. E., 1982. Effects of benomyl on vesicular arbuscular mycorrhizal infection of red clover (Trifolium pratense, L.) and consequences for phosphorus inflow. J. of Plant Nutrit., 5: 1355-1367.

HARLEY, J. L. and SMITH, S. E., 1983. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press. New York, 483 P.

HEGGO, A. M. and BARAKAH, F. N., 1994. Mycorrhizal role on phosphorus-zinc interaction in calcareous soil cultivated with corn (Zea maize L.). http://colleges.ksu.edu.sa/FoodsAndAgriculture/SoilSciences/DEPARTMENT%20PUBLISH/Tit le136.pdf.

HETRICK, B. A. D., HETRICK, J. A. and BLOOM, J., 1984. İnteraction of mycorrhizal infection, phosphorus level and moisture stress in growth of field corn. Can. J. Bot., 62:2267-2271.

HETRICK, B. A. D., WILSON, G. W. T., GILL, B. S. and COX, T. S., 1995. Chromosome Location of Mycorrhizal Responsive Genes in Wheat. Canadian Journal of Botany 73(6):891-897.

HIZALAN, E. ve ÜNAL H., 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 278, Ankara.

IGC, 2014. Grain Market Report, InternatİonaI Grains Council, Erişim tarihi:10.01.2015

JACKSON, M. L., 1958. Soil Chemical Analysis, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J.

JACKSON, N. E., FRANKLIN, R. E. and MILLER R. H., 1972. Effects of Vesicular Arbuscular Mycorrhizae on Growth and Phosphorus Content of Three Agronomic Crop, Proc. Soil Sci. Amer. 36: 64-67.

JEFFRIES, P. and DOTT, J. C., 1991. The use of mycorrhizal inoculents in forestry and agriculture. IN: D. K. Arora et al. (Eds.) Handbook of Applied Mycology. Soil and and Plants. Marcel Dekker. USA. Vol. 1.

JUNIPER, S. and ABBOTT, L., 1983. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Sci. Soc. Am. J., 44: 654-655.

KACAR, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri 3. AÜZF Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfi Yayınları. No: 3. 184-199. Ankara.

KACAR, B. ve KATKAT, V., 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:127, Bursa.

KARACA, H., 2008. Mikoriza ve elementer kükürtün bitki tarafından fosfor alımına etkisi (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi, Adana

KAYMAZ, S., 1989. Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesindeki buğdayların mikorizaları üzerinde bir araştırma (Doktora Tezi), Fırat Üniversitesi, Elazığ.

KILLHAM, K., 1994. Soil Ecology. Cambridge University Press, Great Britain, 242pp.

KITT, D. G., DANIELS, B. A. H. and WILSON, G. W. T., 1988. Relationship of soil fertility to suppression of the growth response of mycorrhizal big bluestem in non-sterile soil. New Phytologist 109, 473-481.

KOIDE, R. T. and LI, M., 1990. On host regulation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. New Phytologist 114: 59-65.

KOIDE, R. T., 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. Tansley Review No.29. New Phytologist 117, 365-386.

KORKMAZ, A. A., 2005. Farklı konukçu bitki ve yetiştirme ortamlarının mikoriza üretimi ve kalitesi üzerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi, Adana.

KOSKE, R. E. and GEMMA, J. N., 1989. A modified procedure for staining root to detect VAM. Mycological Research. 92, 486-505.

LAMBERT, D. H. and WEIDENSAUL, T. C., 1991. Element uptake by mycorrhizal soybean from sewage-sludge-treated soil. Soil Sci. Soc. Amer. J., 55: 393-398.

LI, X. L., MARSCHNER, H. and GEORGE, E., 1991. Acquisition of phosphorus and copper by VA-mycorrhizal hyphae and root-to-shoot transport in white clover. Plant and Soil 135, 49-57.

LI, X. L., BI, Y. L., CHRISTIE, P., HU, Z. Q. and WONG, M. H., 2003. Growth and nutrient uptake of arbuscular mycorrhizal maize in different depths of soil overlying coal fly ash. Chemosphere, 50(6): 863-9

LINDERMAN, R. G., 1988. Microbial interaction with the rhizosphere microflora in the mycorrhizosphere effect, Phytopathalogy, 78, 366-370.

MANSKE, G. G. B., 1990. Genetical analysis of the efficiency of VA mycorrhiza with spring wheat. Agricul. Ecosys. and Environ., 29: 273-280.

MARSCHNER, H., ROMHELD, V., HORST, S. and MARTIN, P., 1991. Ammonium and nitrate uptake rates and rhizosphere pH in non-mycorrhizal roots of Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.). Trees (Berlin) 5: 14-21.

MARSCHNER, H. and DELL, B., 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil, 159: 89-102.

MARSCHNER, H., 1995. Mineral Nutrition of High Plants. Second Edition. Academic Press, London.

MARTİN, F. and SLATER, H., 2007. An evolving host for mycorrhizal research. New Phytologist, Volume 174, Number 2, April 2007, pp. 225-228

MENGE, J. A., STEIRLE, D., BAGYARAJ, D. J., JOHNSON, E. L. V. and LEONARD, R. T., 1978. Phosphorus concentrations in plants responsible for inhibition of mycorrhizal infection. New Phytologist 80: 575-578.

MGM, 2015. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.

MOHAMMED, A., MITRA, B. and KHAN, A.G., 2004. Effects of sheared-root inoculum of Glomus intraradices on wheat grown at different phosphorus

levels in the field. Agriculture, Ecosystems and Environment, v.103(1) p.245-249.
MOSSEA, B., 1967. Effects of host nutrient status on mycorrhizal infection. Annual Report of the Rothamsted Experiment Station, p.79.
MOSSEA, B., 1973. Plant growth responses to vesicular- arbuscular mycorrhizae. IV. In soil given additional phosphate. New Phytologist 72:127-136.
MOSSEA, B., 1981.Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Research For Tropical Agriculture. Research Bulletin. Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources. 82p.
MURPHY, J. and RILEY, J. P., 1962. A Modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta 27:31-36.
NORLAND, M., 1993. Soil factors affecting mycorrhizal use in surface mine reclamation bureau of mines information circular. United States Department of The Interior.
OEHL, F., SIEVERDING, E., INEICHEN, K., RIS, E. A., MADER, P., BOLLER, T. and WIEMKEN, A., 2003. Impact of Land Use Intensity on The Species Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Agroecosystems of Central Europe. Applied and Environmental. Microbiology, 69:2816-2824.
OLSEN, S. R., COLE, C. V., WATANABE, F. S. and DEAN, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US. Dept. Of Agric. Cric. 939.
ORTAŞ, İ., 1994. The effect of different forms and rates of nitrogen and differentrates of phosphorus fertilizer on rhizosphere uptake in mycorrhiza land non-mycorrhizal sorghum plants. Ph. D. Thesis 1994, University of Reading, Reading, UK.
ORTAŞ, İ., 1996. The influence of use of different rates of mycorrhizal inoculum on root infection, plant growth, and phosphorus uptake. Commun. Soil Sci.Plant Anal. 27(18-20):2935-2946.
ORTAŞ, İ., 1997. Mikoriza nedir?. TUBİTAK Dergisi. Şubat 1997, Sayı 351. Ankara.
ORTAŞ, İ., 1998. Toprak ve Bitkide Mikoriza. Workshop. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Adana.
ORTAŞ, İ., ERGÜN, B., ORTAKÇI, D., ERCAN, S. ve KÖSE, Ö., 1998. Mikoriza Sporlarının Üretim Tekniği ve Tarımda Kullanım Olanakları. Turkish Journal of Agriculture.& Forestry. 4: 959-968.
ORTAŞ, İ., ERGÜN, B., ORTAKÇI, D., ERCAN, S. ve KÖSE, Ö., 1999. Mikoriza Sporlarının Üretilmesi ve Tarımda Kullanım Olanaklarının İrdelenmesi. Doğa Dergisi, sayı 4: 959-968.
ORTAŞ, İ., 2002. Do Plants Depend on Mycorrhizae in Terms of Nutrient Requirement. In: International Conference on Sustainable Land Use and Management. 10-13 June 2002. Çanakkale-TURKEY. pp 87-94.
ORTAŞ, İ., 2003. Effect of Selected Mycorrhizal Inoculation on Phosphorus Sustainability in Sterile and Non-sterile Soils in the Harran Plain in South Anatolia. Journal of Plant Nutrition, 26, 1: 1-17.
ORTAŞ, İ. and AKPINAR, C., 2006. Response of Kidney Bean to Arbuscular Mycorrhizal Inoculation and Mycorrhizal Dependency in P and Zn Deficient Soils. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant, 56:101–109.

ORTAŞ, İ. and AKPINAR, C., 2011. Response of Maize Genotypes to Several Mycorrhizal Inoculums in Terms of Plant Growth, Nutrient Uptake and Spore Production. Journal of Plant Nutrition, 34 (7):970–987.

ÖZCAN, S., 2009. Modern dünyanın vazgeçilmez bitkisi mısır: genetiği değiştirilmiş (transgenik) mısırın tarımsal üretime katkısı. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 2 (2), 01-34.

PLENCHETTE, C., FORTIN, J. A. and FURLAN, V., 1983. Growth responses of several plant-species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. Plant and Soil 70: 199-209.

POWELL. C. L., 1977. Mycorrhizas in Hill Country Soils, III: Effect on Inoculation on Clover Growth in Unsterile Soil, N. Z. J. Agric. Res. 20: 343-348.

RAJ, J., BAGYARAJ, D.J. and MANJUNATH, A., 1981. Ifluence of soil inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhiza and a phosphate-dissolving bacterium on plant growth and 32P uptake. Soil Biology and Biochemistry. v.13(2) p.105-108.

RAMAN, N. and MAHADEVAN, A., 1996. Mycorhizal research – a priority in agriculture. K. G. Mukerji (ed.). Concepts in Mycorrhizal Research. Kluwer Academic Publishers, pp. 41-75.

REDHEAD, J. F., 1975. Endotropic Mycorrhizas in Nigeria: Some Aspects of Ecology of the Endotropic Mycorrhizal Mycoorhizal Association of Khaya grandifoliola, C. DC, pp. 447-459. In: F. E. SANDERS, B. MOSSE, and P. B. TINKER (eds.), Endomycorrhizass (New York: Academic Press)

REHM, G. W., SORENSEN, R. C. and WIESE, R. A., 1983. Application of phosphorous, potassium, and zinc to corn grown for grain or silage: nutrient concentration and uptake1. Soil Sci. Soc. Am. J. 47: 697-700.

RICHARD, L. A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Handbook: 60, U.S. Dept. Of Agriculture

ROSS, J. P., 1971. Effect of phosphate fertilization on yield of mycorrhizal and nonmycorrhizal soyabean. *Phytopathology* 61, 1400-1403.

SALAMI A. O., 2002. Influence Of Mycorrhızal Inoculatıon On Dısease Severıty And Growth Of Pepper Archives Of Agronomy And Soil Science, Volume 48, Issue 3 2002 , Pages 257 - 262

SANDERS, F. E. and TINKER, P. B., 1973. Phosphate flow into mycorrhizal roots. Pesticide Sci., 4: 423-442.

SCHUBERT, A. and HAYMAN, D.S., 1978. Plant growth responses to vesiculararbuscular mycorrhizae. XVI. Effectiveness of different endophytes at different levels of soil phosphate. New Phytologist 103: 79-80.

SHIBATA, R. and YANO, K., 2003 Phosphorus Acquisition From Non-Labile Sources in Peanut and Pigeonpea with Mycorrhizal Interaction. Applied Soil Ecology 24: 133-141

SIEVERDING, E., 1991. Vesicular-Arbusculer Mycorrhiza Management in Tropical Agro systems. Technical Co-operation- Federal Republic of Germany. 22 (2), 229 – 240.

SIMPSON, D. and DAFT, M. J., 1990. Spore production and mycorrhizal development in various tropical crop hosts indicted with Glomus clarum. Plant and Soil. 121. 171-178.

SMITH, F. A. and SMITH, S. E., 1981. Mycorrhizal infection and growth of Trifolium subterraneum use of sterilized soil as control treatment. New Phytologist, 88: 299-309.

SMITH, S. E., 1982. Inflow of phosphate into mycorrhizal and non-mycorrhizal Trifolium subterraneum at different levels of soil phosphate. New Phytologist, 90: 293-303.

SMITH. S. E. and READ, D. J., 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, London, pp. 453-469.

SMITH, S. E., ST. JOHN, B. J., SMITH, F. A. and NICHOLAS, D. J. D., 1985. Activity of glutamine synthetase and glutamate dehydrogenase in Trifolium subterraneum L. and Allium cepa L. effects of mycorrhizal infection and phosphate nutrition. New Phytol., 99: 211-27.

SÖNMEZ, F., ÇIĞ, F., ERMAN, M. ve TÜFENKÇİ, Ş., 2012. Çinko, tuz ve mikoriza uygulamalarının mısırın gelişimi ile P ve Zn alımına etkisi. YYÜ Tar. Bil. Derg., 23(1): 1–9.

SRIVASTAVA, D., KAPOOR, R., SRIVASTAVA, S. K. and MUKERJI, K. G., 1996. Vesicular arbuscular mycorrhiza-an overview. K. G. Mukerji (ed.), Concepts in Mycorrhizal Research. Kluwer Academic Publishers, pp. 1-39.

SUN, Y. P. and FRIES, N., 1992. The effect of tree root exudates on the growth rate of ectomycorrhizal and saprophytic fungi. Mycorrhiza, 1: 63-69.

THOMAS, G. W., 1982. Exchangeable Cations. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monography. No: 9, A.S.A.- S.S.S.A., Madison, Winconsin. USA. P. 159- 165.

THOMSON, B. D., ROBSON, A. D. and ABBOTT, L. K., 1990. Mycorhizas formed by Gigaspora calospara and Glomus fasciculatum on subterranean clover in relation to soluble carbohydrate concentrations in roots. New Phytol., 114: 217-225.

TINKER, P. B., 1978. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizas on plant nutrition and plant growth. Physiology Vegetable, 16: 743-775.

TINKER, P. B., 1980. Role of rhizosphere microorganisms in phosphorus uptake by plants. In The Role of Phosphorus in Agriculture (Eds. Khasaweneh, F.E.et.al.) ASA-CSSA-SSSA, Madison, USA.

WALKLEY, A., 1947. A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and inorganic soil constituent. Soil. Sci. 63: 251-263.

WALSH, L. M. and BEATON, J. D., 1973. Soil Testing and Plant Analysis. Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Madison, Wisconsin, USA.

YILDIZ, A., 2009. A native Glomus sp. from fields in Aydın province and effects of native and commercial mycorrhizal fungi inoculants on the growth of some vegetables. Turkish Journal of Biology. 34(4): 447-452.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı **:** Kübra Sedef İRAZ
Uyruğu **:** T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : Batman-12.04.1990
Telefon **:** 0 488 212 23 67
Faks **:**
Mail **:** kubra_273@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Batman Gazi Lisesi, Merkez, Batman	2007
Üniversite	: Harran Üniversitesi, Haliliye, Şanlıurfa	2012
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Haliliye, Şanlıurfa	2015

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013-2015	Solin Tarımsal Danışmanlık	Tarım Danışmanı
2015	Solin Toprak Analiz Laboratuarı	Laboratuar Sorumlusu

UZMANLIK ALANI

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

YABANCI DİLLER

İngilizce