

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MİKORİZA, MAGNEZYUM KLORÜR VE FOSFOR UYGULAMALARININ
BUĞDAY BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE BESLENMESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Havva ŞAHİN

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2015**

Doç. Dr. Ahmet ALMACA danışmanlığında, Havva ŞAHİN'in hazırladığı “**Mikoriza, magnezyum klorür ve fosfor uygulamalarının buğday bitkisinin gelişimi ve beslenmesi üzerine etkisi**” konulu bu çalışma 02/06/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği 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 : Prof. Dr. Cengiz KAYA

Üye : Doç. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ

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:12152

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	3
2.1. Mikorizal Mantarlar	9
2.1.1. Mikorizanın Sınıflandırılması	10
2.1.1.1. Ektomikorizalar	10
2.1.1.2. Endomikorizalar	10
2.1.2. Mikoriza Aktivitesini Etkileyen faktörler	12
2.1.2.1. Fiziksel Faktörler	12
2.1.2.2. Kimyasal Faktörler	12
2.1.2.3. Biyolojik Faktörler	14
2.2. Mikoriza ve Bitki Etkileşimi	15
2.2.1. Mikorizanın Besin Elementlerinin Alımına Etkisi ve Mikorizanın Yararları	15
2.2.2. Mikro ve Makro Besin Elementleri İle Olan İlişkileri	17
2.2.3. Mikorizanın Çoğaltılması	19
2.2.4. Mikorizaya Bağımlılık Gösteren Bitkiler	19
2.2.5. Mikorizanın Tarıma Kazandırdıkları	20
3. MATERYAL ve YÖNTEM	21
3.1. Materyal	21
3.2. Yöntem	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	25
4.1. Araştırmada Elde Edilen Verilerin İstatiksel Analizi	25
4.3. Üst Aksam Ağırlığı	30
4.4. İnfeksiyon Oranı	31
4.5. Azot İçeriği	31
4.6. Fosfor İçeriği	32
4.7. Potasyum İçeriği	33
4.8. Kalsiyum İçeriği	34
4.9. Magnezyum İçeriği	35
4.10. Bakır İçeriği	36
4.11. Demir İçeriği	37
4.12. Mangan İçeriği	37
4.13. Çinko İçeriği	38
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ	49

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MİKORİZA, MAGNEZYUM KlorÜR VE FOSFOR UYGULAMALARININ BUĞDAY BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE BESLENMESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Havva ŞAHİN

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

Danışman: Doç. Dr. Ahmet ALMACA
Yıl: 2015 sayfa: 49

Harran serisi toprağında yetiştirilen buğday bitkisine farklı dozlarda magnezyum klorür ve fosfor ilavesi ve mikoriza aşılması yapılmıştır. Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada, bitki gelişimi ve fosfor alımını belirlemek amaçlanmıştır. Magnezyum klorür 0, 2.5 ve 5 kg Mg da⁻¹ olacak şekilde üç dozda, fosfor ise 0, 3, 6 ve 9 kg da⁻¹ P₂O₅ dozlarında (P₀, P₃, P₆ ve P₉) uygulanmıştır. Buğday çeşidi olarak Fırat-93, mikoriza aşılmasında ise *Glomus mossea* kullanılmıştır. Çalışma, tesadüfi bölünen parseller deneme deseninde 3 tekerürlü olarak kurulmuştur. Çalışma sonucunda, mikoriza ve MgCl₂ uygulamalarının bitki üst aksam ağırlığı ve fosfor içeriği üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır. P₀, P₃, P₆ ve P₉ uygulanan bitkilerin üst aksam ağırlığı ve fosfor içerikleri değerlendirildiğinde sonucun istatistiksel açıdan % 1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Mikoriza, P ve MgCl₂'nin birlikte uygulandığı bitkilerde ise üst aksam ağırlığı ve fosfor içeriği değerlerinin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu görülmüştür. Çalışmada en yüksek üst aksam ağırlığı 24.73 g/7 bitki olarak mikoriza aşılanmış P₆ uygulamasında belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: mikoriza, magnezyum klorür, fosfor, *Glomus mossea*, buğday.

ABSTRACT

MSc Thesis

EFFECT OF MYCORRHIZAE, MAGNESIUM CHLORIDE AND PHOSPHORUS APPLICATIONS ON GROWTH AND NUTRITION OF WHEAT PLANT

Havva ŞAHİN

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

Different doses of $MgCl_2$ and phosphorus and mycorrhizae inoculation were applied to a soil which is Harran soil series under wheat cultivation. In this study which was performed in greenhouse were aimed to determine plant growth and phosphorus uptake. Doses for $MgCl_2$ were applied 0, 2.5 and 5.0 $kg\ da^{-1}$ as three doses and P_2O_5 were applied 0, 3, 6, and 9 $kg\ da^{-1}$ as four doses. Firat-93 was used as wheat cultivar and *Glomus mossea* as mycorrhiza. The experiment was performed as randomized split plot design as triplicates. At the end of study, applications of $MgCl_2$ and mycorrhizae were determined as statistically insignificant effect on the aerial part of plant and P uptake. When were evaluated the aerial part of plant weight and P contents of P_0 , P_3 , P_6 ve P_9 applied plants, results were determined as statistically significant as % 1 significance. Mycorrhizae, P and $MgCl_2$ which were applied altogether on plants were determined as statistically insignificant on plant aerial part and P content. The highest amount of aerial plant parts weight was determined as 24.73 g/7plant with application of mycorrhizae and P_6 .

KEY WORDS: mycorrhizae, magnesium chloride, phosphorus, *Glomus mossea*, wheat

TEŞEKKÜR

Tezin konusunun seçiminde, uygulamasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Doç. Dr. Ahmet ALMACA'ya, tez çalışmamda bana yardımcı olan Yrd. Doç.Dr Selahattin KİRAZ'a, yüksek lisans öğrencileri olan Muhammed Emin AVCI ve Halide YILDIZTEKİN'e, doktora öğrencisi Mehmet KARAGÖKTAŐ'a ve hayatım boyunca maddi ve manevi her türlü desteğini esirgemeyen annem Meryem YAYLA'ya teşekkür ederim.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Denemenin Yapıldığı Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	21
Çizelge 4.1. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine ait verilerin istatistiksel değerlendirmesi.....	25
Çizelge 4.2. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine ait verilerin istatistiksel değerlendirilmesi ve gruplandırılması.....	28
Çizelge 4.3. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde üst aksam ağırlığına etkisi (g/7 bitki)	30
Çizelge 4.4. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde enfeksiyona etkisi (%)	31
Çizelge 4.5. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde azot içeriğine etkisi (%)	31
Çizelge 4.6. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde fosfor içeriğine etkisi (%)	32
Çizelge 4.7. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde potasyum içeriğine etkisi (%).....	33
Çizelge 4.8. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde kalsiyum içeriğine etkisi (%)	34
Çizelge 4.9. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde magnezyum içeriğine etkisi (%).....	35
Çizelge 4.10. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde bakır içeriğine etkisi (mg L ⁻¹)	36
Çizelge 4.11. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde demir içeriğine etkisi (mg L ⁻¹)	37
Çizelge 4.12. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde mangan içeriğine etkisi (mg L ⁻¹)	37
Çizelge 4.13. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde çinko içeriğine etkisi (mg L ⁻¹).....	38

KISALTMALAR DİZİNİ

VAM	Vasiküler Arbusküler Mikoriza
VA	Vasiküler Arbusküler
AM	Arbusküler Mikoriza
+M	Mikorizalı
-M	Mikorizasız
MPa	Megapascal
n	Örnek sayısı

1. GİRİŞ

Türkiye toprakları faydalı bitki besin maddelerince oldukça zengin bir yapıya sahip olduğundan tarım ülkesi olarak nitelendirilmektedir. Ancak son zamanlarda tarımsal sorunlar ve bu sorunların çözüm yollarını arayışı ile anılmaktadır. Bunun sebebi ise hatalı ve tedbir alınmadan yapılan tarımsal faaliyetlerdir. Birim alandan elde edilen verimi arttırmak için farklı tarım yöntemleri denenmeye başlanmıştır. Bu yöntemler; kaliteli tohum, sulama, gübreleme ve mekanizasyon gibi uygulamalardır. Amacına uygun bir sulama yöntemi, doğru tarım ilaçlamaları, iyi ürün alınımını sağlayan kaliteli tohumlar ve dikkatli gübreleme yöntemleri ile verimlilik artırılmış ancak bu yöntemlerin aşırı kullanılması sonucunda tarımda sürdürülebilirlik olumsuz yönde etkileşim göstermiştir. Dolayısıyla da toprakta bitki besin elementi eksikliği başta olmak üzere, toprağın kimyasal ve biyolojik yapısı, mikroorganizmalar ve üretimin olumsuz etkilendiği gözlemlenmiştir.

Günümüzde yapılan bilimsel araştırmaların sonucunda bitki besin elementlerinin alınımın da bitkinin köklerinin yanı sıra genellikle mikoriza denilen ve ancak mikroskopla görülebilen, mantar türlerinin de rol aldığı incelenmiştir (Ortaş, 1996, 1997, 2003).

Mikoriza, mikroorganizma faaliyetlerinde yer alan ve ilk defa 1985 yılında kullanılan bir kök mantarıdır.

Azot havada fosfor ise toprakta fazla miktarda bulunmaktadır. Ancak ikisi de buldukları yerlerde bağlı durumdadır. Topraktaki ve havadaki faydalı besin maddelerinin bitkiler tarafından alınmasında mikrobiyal gübreler kullanılır. Böylece zararlı kimyasal gübrelerin kullanılması daha aza indirgenmiş olmaktadır. Biyogübre olarak büyük bir öneme sahip olan mikroorganizmalar 3 grupta incelenebilir: a) Bitki gelişimini artıran rizosfer bakterileri b) Azot fikse eden organizmalar, c) Mikorizal mantarlardır (Arcak ve Güder, 2004).

Mikoriza mikroskopla görülebilen ve çok fazla miktarda hif oluşturabilen bir mantar olup, bitki kökleri ile bitkiye daha fazla su ve besin elementi sağlamaktadır (Ortaş, 1996; 1997; Ortaş ve ark., 1999). Mikoriza toprakta var olan sporları yardımıyla doğadaki bitkilerin yaklaşık %95'inin köklerine enjekte olmaktadır. Mikorizal mantar çok fazla miktarda üretmiş olduğu hifleriyle bitki kök yüzey alanını arttırarak daha fazla ve daha uzaktaki besin elementi ve suyu alabilmektedir.

Mikoriza ekosistemde mikroorganizma ile bitki kökleri arasındaki en yaygın simbiyotik ilişkiyi oluşturmaktadır. Bitkilerin iyi gelişme gösterebilmeleri için yeterli düzeyde gübreleme yapılmış olsa bile bitki köklerine mikoriza uygulanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Başta P olmak üzere N, K, Cu, Zn, Fe, Ca, ve Mn gibi bitki besin elementlerinin alımını kolaylaştırmak ve arttırmak, bitkiyi hastalık ve zararlılara karşı korumak ve bitki-su ilişkisini düzenleme gibi önemli görevleri üstlenirler. Böylece güçlü ve sağlıklı kök sistemine sahip olan bitkiler toprak strüktürünü de iyileştirerek toprağı erozyona karşı daha güçlü hale getirirler (Brundrett ve ark., 1996).

P gibi toprakta immobil olan bitki besin elementleri toprakta yetersiz olduğu durumlarda ve tutuldukları zaman bitki kökleri tarafından bitkinin ihtiyacını karşılayacak oranda alınamamaktadır. Bu yüzden mikorizanın bitkiye uygulanması sonucunda bitki fosfor alımını daha rahat bir şekilde gerçekleştirebilmektedir. Toprakta bulunan mikroorganizmaların çoğu bitkilerin besin maddeleri alımını arttırabilmektedir.

Bu araştırmanın amacı, Harran Serisi toprağında yetiştirilen buğday bitkisine farklı dozlarda magnezyum klorür ve fosfor uygulamasının ve mikoriza aşılmasının bitki gelişimi ve besin elementleri alımına etkisini belirlemektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Davis ve Linderman (1991), Biber fidelerinin 11, 22 ve 44 mg L⁻¹ içeren fosfor dozları uygulaması ile arbüsküler mikoriza mantarı (*Glomus deserticola*) inokule edilenler ve inokule edilmeyenleri karşılaştırılmıştır. 42 gün sonra bitkilerin büyüme, gelişme ve yaprak besin elementleri kapsamalarına bakılarak, arbüsküler mikoriza ile inokule edilen bitkilerin yaprak alanları ve yaprakların bor konsantrasyonunun arttığı, Mo konsantrasyonunun azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca arbüsküler mikorizalı bitkilerin potasyum ve azot konsantrasyonunun değişmediği, bunun yanında artan dozlarda fosfor uygulamalarının bitkilerin bakır ve çinko konsantrasyonlarını azaltırken, P konsantrasyonunda arttığını belirtmişlerdir.

Raj ve ark. (1981), Parmak darısı (*Eleusine coracana*) bitkisiyle yapılan bir çalışmada fosfat çözünürlüğü üzerinde vesicular–arbuscular mikoriza mantarı (*Glomus fasciculatus*) ile toprağın aşılmasının etkisi araştırılmıştır. Mikorizalı bitkilerin mikorizasız bitkilere göre daha yüksek kuru madde üretimine sahip oldukları, daha fazla miktarda topraktan fosforu (³²P) aldıkları, fakat bitki kütesinin ünitesi başına ³²P aktivitesinin artış göstermediğini belirtmişlerdir.

Yüksel (2006)'nın yapmış olduğu çalışmada iki farklı tür olan *Glomus intradices* ve *Glomus clarium* mikorizanın yetiştirme alanında farklı kompost uygulamalarının üçgül ve soğan bitkilerinin gelişimi, besin elementleri alımı ve mikoriza infeksiyonunun üzerindeki etkileri araştırılmış, yetiştirme alanı içerisinde en etkin olanının %4 oranında hazırlanan Andezitik Tüf + Toprak karışımının ve en etkin mikoriza çeşidinin *G. intradices* olduğu tespit edilmiştir.

Ergin (2006), yaptığı çalışmada Vesucular-Arbuscular mikorizanın (*G. mossea*), marul (*L. sativa*) bitkisinde bitki gelişimi ve fosfor alımına etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda fosfor uygulamaları ile marul bitkisinin verim kriterlerinde kontrole göre istatksel anlamda önemli (P < 0.01) düzeyinde etkilenmiş; en yüksek fosfor alımı ortalaması 85.92 mg/saksı olarak 200 mg P₂O₅ kg⁻¹

uygulamasından, en düşük fosfor alımı ise fosfor uygulaması yapılmayan saksılarda 58.81 mg/saksı olarak tespit edilmiştir.

Kılavuz (2006), yaptığı çalışmada artan dozlarda tuz ve fosfor ile mikoriza uygulamasının nohut (*Cicer arietinum L.*) bitkisinde verim, azot, fosfor ve potasyum içeriğine etkisini araştırmıştır. Çalışmada bitki gelişme alanı olarak toprak+kum+pomza kullanılmıştır. Hazırlanan gelişme alanına 0, 1000, 2000 mg NaCl kg⁻¹ olacak şekilde NaCl ve 0, 100, 200 mg P₂O₅ kg⁻¹ olacak şekilde fosfor uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre artan tuz uygulamaları ile bitki yan dal sayısı, bitki boyu ve yaş ağırlık azalırken N, P, K içeriği kontrole göre artmıştır.

Korkmaz (2005), mısır ve sorgum bitkilerinde yapmış olduğu çalışmada ayrı ayrı konukçu bitki ve yetiştirme ortamlarının mikoriza üretimi ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Bu çalışmada farklı bitki yetiştirme ortamları kullanılarak yüksek miktarda ve kaliteli mikoriza üretiminin sağlanması amaçlanmıştır. Mısır bitkisinde *G. deserticola* ile aşılansmış bitkiler yüksek oranda kuru madde üretimi gerçekleştirirken spor üretimine en fazla *G. caledonium* ile aşılansmış saksılarda tespit edilmiştir. Sorgum bitkisinde mikoriza aşılması yapılan saksılarda *G. caledonium* uygulaması yüksek oranda spor oluşturduğu belirlenmiştir.

Sönmez (2006), yaptığı çalışmada artan dozlarda Zn ve Cd uygulamalarının mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda domates bitkisinin fide gelişimi ve N, P, K içeriğine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda mikoriza uygulaması ile fide gelişim kriterlerinde %1 düzeyinde artış sağlanmıştır. Artan Cd uygulaması ile meydana gelen artışların %5 düzeyinde önemli olduğu, artan Zn dozlarının fide gelişim kriterlerinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir.

Yücel (2007), yapmış olduğu çalışmada buğday ve yabani türlerinin beslenme ve verim yönünden mikorizaya bağımlılığını sera ortamında araştırmıştır. Araştırma sonucunda, buğdayın S(B) genomunun yüksek oranda mikorizaya bağımlılık gösterdiğini, böylece yabani ve primitif türlerin bitki ıslah programlarında yeni kültür

buğdayların yetiştirilmesinde yabancı gen kaynağı olarak kullanılabilirliği belirlemiştir.

Yılmaz ve Gül (2009), yapmış oldukları çalışmada patlıcan bitkisine topraksız ortamda arbusküler mikoriza aşılamanın fide gelişimi, kök enfeksiyonu, verim ve drenajla atılan element miktarına olan etkisini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda fide gelişiminin, verim ve kök enfeksiyonunun kontrole göre arttığını, besin elementi alımının artması sonucu drenejla atılan besin elementi oranını azaldığını ve + mikoriza uygulaması ile birlikte 15 ppm P uygulamasının yeterli olduğunu belirtmişlerdir.

Akpınar (2011), yapmış olduğu çalışmada kanola bitkisi yetiştirildikten sonra II. ürün olarak yetiştirilen mısır bitkisine mikoriza uygulaması ile bitkinin gelişimi, bitki besin elementleri alımı ve toprağın özelliklerine olan etkisi araştırılmıştır. Deneme sonucunda, bitkinin gelişiminin, bitki besin elementleri alımının ve toprağın mikrobiyal aktivitesinin arttığı belirlenmiştir.

Karaca ve Kaya (2009), yapmış oldukları çalışmada mikoriza uygulaması ile kükürt ilavesi sonucu soya ve mısırdaki biokütle üretimi ve P içeriğine etkisi araştırılmıştır. Deneme sonucunda, mikoriza ilavesi ile verim ve P içeriğinde artış olmuştur. Ancak elementer kükürt ilavesinin verim ve P içeriğinde etkili olmadığı gözlemlenmiştir.

Sönmez ve ark. (2013), yapmış oldukları çalışmada çinko tuz ve mikoriza uygulamalarının mısır bitkisinin gelişimi ile P ve Zn alımına olan etkisi incelenmiştir. Deneme sonucunda mikoriza uygulanan bitkilerde yaş ağırlık, kuru ağırlık, P ve Zn içeriğinde mikoriza uygulanmayan bitkilere göre önemli derecede artış olduğu, tuz uygulaması ile bitki gelişimi, yaş ve kuru ağırlıkta azalma olduğu, P alımında ise artış olduğu, çinko uygulaması ile de tüm değerlerde artış olduğu gözlemlenmiştir.

Akay ve Kararslan (2012), yapmış oldukları çalışmada kudret narı bitkisine mikoriza demir ve fosfor uygulayarak bitkinin demir ve fosfor alımına etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Deneme sonucunda mikoriza ve demirli gübre uygulamasının $P<0.05$ ve fosforlu gübre uygulamasının $P<0.01$ önem düzeyinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca mikoriza ve fosfor uygulaması arasında etkileşim (interaksiyon) olduğu belirlenmiştir.

Bolat (2006), yapmış olduğu çalışmada tuzlu ortamlarda bulunan mikorizaların çoğaltılarak turunç bitkisine uygulanmasıyla bitkilerin tuzlu topraklara uyum sağlaması amaçlanmıştır. Deneme sonucunda mikoriza uygulamasının belirli bir doza kadar tuz ilavesi sonucu oluşan strese cevap verdiği belirtilmiştir.

Gök (2007), yapmış olduğu çalışmada fosfor bakımından zengin olmayan topraklarda yada yarayılsız halde bulunan fosforun yarayılsızlığını arttırmak ve bitkiye verilen gübreden bitkinin en yüksek oranda faydalanmasını sağlamak amaçlanmıştır. Deneme sonucunda fosforca yoksun olan topraklara artan dozda uygulanan fosfor ve çinkonun kuru madde verimini arttırdığı gözlemlenmiştir. Ancak artan dozda uygulanan kükürtün kuru madde verimine etkisinin önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

Mohammad ve ark. (2003), serada yapmış olduğu denemede farklı tuz ve fosfor içeren topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda yetiştirilen arpa bitkisinin artan tuza bağlı olarak gelişmesinde azalmalar olduğunu ve bu azalmanın toprak çözeltisinin yüksek osmotik potansiyelinin negatif etkisinin bir sonucu olduğunu belirtmişlerdir. Ancak fosfor uygulamasının bitkinin kuru ağırlığını artırdığını belirlemişlerdir. Ayrıca mikoriza uygulamasının Fe ve Zn alımını yükselttiği, fosfor bakımından fakir topraklarda fosfor takviyesiyle mikrobese elementlerinin alımını arttırdığını belirtmişlerdir. Yükselen tuz oranı ile bitkinin mikro element konsantrasyonu düşmüştür. Arbusküler mikoriza asılması ile tuz oranı yüksek toprakta yetişen bitkilerin Na konsantrasyonu düşerken, tuz oranı orta ve düşük olan topraklarda yetişen bitkilere arbusküler mikoriza uygulamasıyla bu bitkilerin Na konsantrasyonunun etkilenmediği görülmüştür.

Tüfenkçi ve ark. (2000), baklagil çeşitlerinden nohut üzerinde yapmış oldukları çalışmada vesiküler-arbusküler mikoriza uygulamasının bitkinin fosfor içeriğini olumlu yönde etkilediğini ve bitkinin azot alımını arttırdığını gözlemlemiştir.

Miyasaka ve Habte (2001), ürün sistemleri içerisine yerleştirilen arbusküler mikoriza'nın ürünün verimini devam ettirdiğini ancak fosfor içeriğini düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Ruiz ve Azcon (2000), tuzlu topraktan elde ettiği mikorizalar (*Glomus sp. ve Glomus deserticola*) ile yapmış oldukları denemenin sonucunda her iki mikoriza çeşidinin de yükselen tuz miktarlarına karşı bitkileri koruduklarını gözlemlemiştir. Ancak *Glomus sp.*'nin bitkileri tuza karşı *Glomus deserticola*'ya oranla daha iyi koruduğünü belirlemişlerdir.

Kumar ve ark. (1998), yapmış oldukları çalışmada VAM fungusu ve Rhizobium uygulamasının; nodülasyon, kök kolonizasyonu, azot fiksasyonu ve nohutun ürün miktarına olan etkisini araştırmışlardır. Deneme sonucunda tohumun inokule edilmesi sonucu nodülasyon, kök kolonizasyonu, tane miktarı ve kuru madde ağırlığının arttığını gözlemlemiştir. Ayrıca tohum ve samanın azot ve fosfor alımını yükselttiğini belirtmişlerdir.

Smith ve Read (1997), yapmış oldukları çalışmada Vesiküler-Arbusküler Mikoriza funguslarının bitkinin tuzlu ve kurak koşullara, ağır metal toksisitesine, sıcaklık stresine karşı direncine ve besin elementlerinin alınımına etkisini araştırmışlardır. Deneme sonucunda bitkinin tuzlu ve kurak koşullara, ağır metal toksisitesine ve sıcaklık stresine karşı direncinin arttığını, besin elementlerinin alınımını olumlu yönde etkilediğini ve bitkide gelişimi tetikleyici maddeler (hormonlar) salgıladığını gözlemlemiştir. Ayrıca toprağın fosfor içeriği düşünüldüğünde, mikorizal bulaşmanın olmadığı köklerde bitki tarafından fosforun yeterince alınmadığını dolayısıyla bitkide fosfor eksikliğinin başladığını belirtmişlerdir. Hatta mikoriza ve fosforun bitkiyi besin elementi stresinden kurtardığını ve bitkinin gelişimini arttırdığını bildirmişlerdir.

Ruiz ve ark. (1996), yapmış oldukları çalışmada mikoriza aşılması yapılmış ve yapılmamış ortamlarda yetiştirdikleri bitkiye artan miktarda tuz uygulamaları yaparak bitkinin kök ve üst aksam kuru ağırlığında ciddi düşüşler olduğunu ancak bu düşüşlerin mikorizasız bitkilerde mikorizalı bitkilere oranla daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bitkilerin prolin miktarlarına bakıldığında artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak mikoriza aşılması yapılan örneklerin mikoriza aşılması yapılmayan örneklere oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Dhingra ve ark. (1994), mercimek bitkisi üzerinde yapmış oldukları çalışmada Mikoriza, Rhizobium ve fosfor uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Deneme sonucunda, Rhizobium aşılmasının verimi artırdığını, mikoriza aşılmasıyla, Mikoriza ve Rhizobium aşılmasının verimi düşürdüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca fosfor miktarının 40 kg'dan 60 kg'a yükseltilmesi durumunda verimin düştüğünü bildirmişlerdir.

Fredeen ve Terry (1988), yapmış oldukları çalışmada düşük fosforlu toprakta yetiştirdikleri soya bitkisine mikoriza ve fosfor aşılayarak bitkideki fosfor içeriğini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda bitkilerdeki fosfor miktarları değerlendirildiğinde mikoriza aşılması yapılan örneklerin mikoriza aşılması yapılmayan örneklerden daha yüksek çıktığı belirtilmiştir. Ancak yüksek fosfor dozunda mikorizanın bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Abott ve Robson (1981), yapmış oldukları çalışmada Vesiküler-Arbusküler Mikoriza fungusunun çok fazla hif üretmesiyle bitkinin kök yüzey alanını artırdığını böylece bitkinin kök bölgesinden daha uzakta bulunan bitki besin elementlerinin alınımını sağladığını belirtmişlerdir.

Poss ve ark. (1985), yapmış oldukları çalışmada mikoriza aşıları bitkilerin mikoriza aşılanmamış bitkilere oranla tuzlu şartlarda daha iyi verim artışına neden olduklarını ve daha çok miktarda fosfor içerdiklerini belirtmişlerdir.

2.1. Mikorizal Mantarlar

Mikoriza kelimesi ilk defa Biyolog Albert Bernhard Frank'a (1885) tarafından bitkinin kökleri ile mantarların birlikte yaşamalarıyla oluşan durumu tanımlamak için kullanmıştır (Moser ve Haselwandter, 1975; Hayman, 1981)

Toprakta bulunan mikroorganizmalar ile bitki arasındaki ortak yaşam modellerinden birisi olan mikorizal yaşam karada yetişen hemen hemen bütün bitkilerde görülmektedir. Mikorizal mantarlar, toprakta var olan sporları yardımıyla ekosistemdeki bitkilerin birçoğunun köklerine enfekte olmaktadır. Bunlar çok miktarda hif üreterek bitkinin kök yüzey alanını arttırarak kökten çok uzak bölgelerdeki su ve elementleri hifleri yardımıyla alabilmektedir. Orman ağaçları, narenciye, çayırmera bitkileri, tarımı yapılan bazı tarla ve bahçe bitkilerinin gelişmeleri mutlak surette mikorizal mantarın varlığına bağlıdır. Kalın kök yapısına sahip bazı bitki türleri, örneğin meyve ağaçlarından şeftali, turunçgiller, elma, kavun, patlıcan ve biber mikoriza ile çok iyi enfekte olmakta ve mikorizal enfeksiyon eksikliğinde fosfor, çinko, bakır, potasyum, kalsiyum ve azot noksanlığı göstermektedirler. Mikorizal bitkiler, mikorizal olmayan bitkilere oranla, çevresel strese genel olarak daha dayanıklıdır. Mikoriza ve fosfor alımı toprakta hareketliliği iyi olmayan fosfor (P) gibi elementler yetersiz olduğunda veya kullanılamaz halde olduklarında bitki kökleri tarafından bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda alınamamaktadır. Özellikle kök yapısı kaba olan bitki türleri, oluşturdukları kök yüzey alanları çok az olduğundan, bu tür bitkilerin büyüdükları toprak ortamı ile temas ettikleri toplam yüzey alanları da az olmaktadır. Ancak Mikoriza hifleri çok ince yapısı ile köklerin giremediği ince boşluklara girerek su ve besin elementlerinden bitkinin yeterince yararlanabilmesini sağlamaktadır.

Toprakta az miktarda fosfor bulunması durumunda bazı bitkiler fosfordan daha fazla fayda sağlamak için mikorizal mantardan yararlanmaktadır. Aksine toprağın fosfor içeriğinin fazla olduğu durumlarda mikorizal mantar aktivitesi azalmakta, kökler enfekte edilememekte veya enfeksiyon sağlansa bile besin elementi alımı gerçekleşmemektedir. Mikoriza ile enfekte edilmiş bitkilerin fosfor alım

mekanizması üç kritere bağlıdır. Bunlar, bitki türü, toprağın P içeriği ve mikoriza enfeksiyon etkinliğidir. Mikoriza oluşumu bitki büyümesi ve gelişmesi için son derece önemlidir ve bazı bitkilerin yaşamları tamamen mikorizanın var oluşuna bağlıdır. Özellikle de kaba ve zayıf kök yapısına sahip bitki toplulukları daha çok mikoriza ile enfekte olan bitkilerdir. Mikorizal bir yaşam şekline sahip olmayan bitki, su altında kalmış alanlarda, fazla kurak veya fazla tuzlu, verimi çok fazla veya çok az topraklarda ortaya çıkar (Harley, 1975; Brundrett, 1991; Marschner, 1995).

2.1.1. Mikorizanın Sınıflandırılması

Mikorizal mantarlar taksonomik açıdan sporlarının yapısı, bitkideki enfeksiyon şekilleri ve kökteki morfolojik ve fizyolojik yapıları nedeniyle farklı özellikler göstermektedir. Mikoriza yaygın olarak bitkinin kök yapısına etkileri ve işlevleri bakımından ektomikoriza ve endomikoriza olarak iki grubu ayrılmaktadır (Bagayoko, 1999).

2.1.1.1. Ektomikorizalar

Genellikle odunsu bitkilerin, bazende çok yıllık yabancı ot ve buğdaygillerin köklerinde ortaya çıkan bu mikorizalar iki önemli özellikleri ile karakterize edilir. Birincisi kök yüzeyinin etrafında bulunan ve Hartig ağı olarak tanımlanan fungal miselyum ağı, diğeri de bu fungal miselyum ağından kök korteksinin yüzeyine nüfuz eden hif yapısı. Bu gruptaki funguslar toprak içlerine doğru uzanıp, kökün etrafına ve toprağa gayet iyi uzanabilen hifler ve rizomorflar da oluşturmaktadırlar (Wilcox, 1971; Peterson ve Farquhar, 1994; Marschner, 1995).

2.1.1.2. Endomikorizalar

Endomikorizal funguslar kökteki korteks hücreleri içinde yaşar ve interselüler veya intraselüler olarak gelişirler. Bir kaç türü olan Endomikorizaların en tanınmış türleri; Erikoidmikoriza, Orkide mikoriza ve Arbusküler Mikoriza (AM)'dir (Marschner, 1995). Önemli endomikorizal yaşam şekillerinden birisi olan Arbusküler

Mikoriza (AM), kültür bitkileri de dahil olmak üzere hemen hemen bütün kara bitkilerinde görülmektedir. AM Ekto ve endomikorizalar içinde en yaygın görülen simbiyotik yaşam biçimidir. Mikorizal yaşamın önem görmeye başladığı 1950'li yılların başından itibaren çalışmalar en çok AM fungusları üzerinde yapılmıştır (Gerdemann, 1968; Mosse, 1973; Bethlenfalvai, 1992; Marschner, 1995). Schenck (1991)'e göre en çok AM'ya verilen bu önemin nedeni, AM fungusların konukçuyu birçok yönden teşvik edici özelliklerine bağlamasıdır. AM mantarları kök korteksi içinde emici hif benzeri (haustorium analogu) olan, dallanma özelliğine sahip arbuskülleri ile mantarın yağ ve besin deposu görevini gören vesikülleri ve toprağı iyi bir şekilde saran miselyumları ile karakterize edilmektedir (Bonfante-Fasolo, 1984; Brown ve King, 1991).

AM, bitkinin büyümesini, özellikle bitki besin elementlerinin miktarının kritik düzeylerde olduğu topraklarda teşvik etmektedir. Bu teşvik, simbiyosise sahip köklerin topraktan kantitatif olarak, en başta fosfor olmak üzere bazı makro ve mikro besin elementlerinin daha iyi alınabilmeleri ile açıklanmaktadır. Fungus ise bitkiden bazı organik maddeleri ve karbonhidratları almaktadır. Bu yaşam biçiminde, her iki tarafta belli şartlar altında birbirlerinden yararlanmaktadırlar (Demir, 1998). AM mantar sporlarının çimlenmesini etkileyen faktörler şunlardır; pH, sıcaklık, nem, topraktaki organik ve mineral madde miktarı, ortamda konukçu bitkinin bulunup bulunmaması ve mikroorganizmalardır (Kapulnik ve Douds 2000). AM funguslar, bitkinin topraktaki besin elementlerinin alınımını artırmasının yanında, bitkinin tuzlu ve kurak şartlara, ağır metal toksisitesine ve sıcaklık stresine karşı dayanma gücünü arttırmakta, bitkinin, büyümesini teşvik edici maddeler (hormonlar) salgılamasını sağlamaktadır. Ayrıca, bazı mikorizal mantarlar miselleri ile toprak agregatlarını bir yumak biçiminde sararak, salgıladıkları enzimleriyle toprağın strüktür yapısının daha iyi gelişmesini sağlamakta ve toprak erozyonundan kaynaklanan kayıpları da engellemektedirler (Tisdall, 1994).

2.1.2. Mikoriza Aktivitesini Etkileyen faktörler

Mikorizanın oluşumunu; fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere 3 faktör etkilenmektedir.

2.1.2.1. Fiziksel Faktörler

Sıcaklık: Schenck ve Schroder, (1974) tarafından yapılan çalışmada mikorizanın gelişiminin ve oluşumunun 30 °C’de olduğunu, en fazla hif oluşumu ve yüzey alanının 28-34 °C arasında olduğunu belirtmiştir (Bagyaraj, 1991). Mikoriza ile sıcaklık arasındaki ilişkinin bölgeler arasında farklılık gösterdiğini rapor etmiştir.

Işık: İyi bir kök kolonizasyonu için 12 saat veya daha fazla saatteki fotoperiyod miktarı ışık yoğunluğundan daha önemlidir (Schenck ve Schroder, 1974). Ayrıca ışığın mikoriza üzerindeki etkisi bitki türlerinin fotosentezle olan ilişkisine bağlıdır (Tinker, 1975).

Su: VA mikorizanın oluşumu çok iyi bir toprak nem içeriğinde gerçekleşmektedir. Bazı mikoriza türlerinin toprak nem içeriğinden etkilendiği belirtilmiştir (Manjunath ve Bagyaraj, 1981). Gigaspore’un 0-1.4 MPa aralığında yüksek oranda kolonizasyon oluşturduğu saptanmıştır (Tommerup, 1983).

Toprak Bünyesi: Mikorizanın oluşumu toprak fiziksel özelliklerinden yüksek oranda etkilendiği için farklı toprak fiziksel özelliklerine sahip olan topraklarda bitkinin gelişimi de mikorizanın etkisi de farklı olmaktadır.

2.1.2.2. Kimyasal Faktörler

pH: Agar ortamında yapılan çalışmada mikoriza türlerinin pH’ya bağlı olarak farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Green ve ark, 1976; Tinker, 1980). *G. mosseae* ve *Gigaspora margarita*’ya pH 5.5’un altındaki ortamlarda rastlanılmadığı ve *Entrophospora colombiana* türünün ise pH 5.5’in üzerindeki ortamlarda bulunmadığı

saptanmıştır. Ancak bu oluşumun diğer toprak özellikleri ile ilişkilendirilmediği belirlenmiştir (Sieverding, 1991).

Azot: Azot ve mikoriza arasındaki ilişki halen tam olarak bilinmemekle birlikte, yapılan araştırmalar, azot mikoriza ilişkisinin ortama, toprakların pH'sına ve sıcaklığa bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Hayman (1975), azotlu gübre uygulamasının mikorizanın oluşumunu olumsuz yönde etkilediğini belirtmiştir. Davis ve Young (1985) nitrat uygulamasının mikoriza oluşumunu amonyum uygulamasına göre daha fazla etkilediğini rapor etmişlerdir.

Mikro Besin Elementleri: Mikro besin elementlerinden çinko ve mangan mikoriza sporlarının çimlenme kapasitelerini etkilemektedir. Gildon ve Tinker (1983) geniş bitki topluluğu üzerine yaptıkları araştırmada Zn ve Cu'nun mikoriza oluşumunu olumsuz yönde etkilediğini rapor etmişlerdir. Toprak şartlarının asidik olduğu ortamdaki mikro besin elementleri her ne kadar serbest duruma gelmişlerse de, bitkilerin Al, Fe ve Mn konsantrasyonlarına adapte olduğu rapor edilmiştir (Ponnamperuma, 1972).

Aşırı Fosforlu Gübre Kullanımı: Mikorizanın toprakta bulunuşu, bitki kökleri içindeki oluşumu ve aktivitesi toprak verimliliğini önemli ölçüde etkilenmektedir, özellikle de ortamın P konsantrasyonuna bağlı olarak değişikliğe uğramaktadır (Kitt ve ark., 1988). Tinker (1980) bitki türlerinin ihtiyacına göre belirli bir P düzeyine kadar kök infeksiyonunun arttığını ve bu noktadan sonra ilave edilen her P miktarının bitkinin mikoriza ile olan infeksiyonunu azalttığını rapor etmiştir. Toprakların P düzeyi yüksek olduğu zaman mikorizal fungus aktivitesi azalmaktadır. Bunun nedeni, ya köklerin infekte edilmemesi ya da infeksiyon sağlansa bile besin elementleri sağlanamamasıdır. Bu gibi durumlarda mikorizal infeksiyon bitkiye besin elementleri sağlayamadığı gibi bitkinin fotosentez ürünlerini kullandığından yarar sağlama yerine zararlı olabilmektedir.

Pestisid Kullanımı: Kimyasal mücadele ilaçlarından olan ve son yıllarda bütün dünyada bitki hastalık ve zararlarına karşı kontrolsüzce kullanılan tonlarca

pestisid ve fungusitler toprakların doğal mikroorganizma popülasyonunu değiştirdiğinden dolayı toprağın verimliliğini de düşürmektedir. Bu durumda toprağın verimliliğini arttırmak için aşırı derecede N ve P'lu gübreler uygulanmaktadır. Fazla miktarda uygulanan N ve P gübrelemesi ise aynı şekilde doğal mikoriza oluşumunu azaltmaktadır. Ayrıca uzun süre P uygulanması fazla P birikimine sebep olmakta ve bunun sonucunda da P diğer mikro besin elementleri ile negatif interaksiyonlar oluşturarak bu mikro besin elementlerinin alınmasını engellemektedir.

Tuzluluk: Gildon ve Tinker (1983)'a göre sodyum ve klor iyonları, mikoriza sporlarının oluşumunu olumsuz yönde etkilemektedir. Bowen (1980). Mikoriza infeksiyonunun bitki için toksik elementleri etkisiz hale getireceğini veya bünyesinde tutarak bitkiyi toksik etkiye karşı koruyabileceğini belirtmiştir.

Organik Madde: Tarla topraklarında artan organik madde ile spor oluşumu arasında herhangi bir korrelasyon elde edilememiştir (Johnson ve Micheline, 1974). Maksimum düzeyde spor oluşumunun topraktaki organik madde oranının %1-2 arasında olduğunu rapor etmiştir (Bagyaraj,1991). Hasat sonrasında toprakta kalan bitki köklerinin özellikle de parçalanması sonucu oluşan organik bileşiklerin spor sayısını ve spor infeksiyonunu artırdığı belirtilmiştir (Redhead, 1977).

2.1.2.3. Biyolojik Faktörler

Bazı bitki türleri mikorizaya bağımlılık göstermezler. Bunlardan; acı bakla, hardal ve ıspanak türü bitkiler daha fazla mikoriza oluşumunu engelleyecek oranda toksik salgılar oluşturduğundan dolayı bu tür bitkiler mikorizal infeksiyon sağlamazlar. Bunun yanında birçok bitki türü mikoriza ile infekte olmakta ve spor oluşumu sağlamaktadır. Geniş bir VAM çeşidinin en fazla sorgum ile çok iyi infekte olduğu gözlenmiştir (Schenck ve Kinloch, 1980).

2.2. Mikoriza ve Bitki Etkileşimi

Mikoriza; P, Zn, Ca, Cu, Fe, Mg ve Mn alımını artırdığı görülmüştür. Mikorizal hifleri sayesinde toprak çözeltilisindeki besin elementlerinin bitki tarafından alınımını 60 kez daha arttırdığı belirlenmiştir (Bielecki, 1973). Mikorizanın N ve K gibi mobil durumdaki besin elementlerinin alınımında ise çok az bir etkisi olmuştur. Aynı zamanda bitkilerin su alımına yardımcı olur. Bu direk olmayan etki besin elementi ile birlikte gerçekleşir. Mikoriza, bitkinin tuz stresine dayanma gücünü artırır. Ca, Mg ve Na konsantrasyonu mikoriza ile aşılansmış turunç bitkilerine göre %41, %36, ve %150 daha fazla toksisite görülmüştür (Menge ve ark., 1978). Mikoriza uygulanan bitkilerin hastalıklara karşı daha dayanıklı olduğu gözlemlenmiş, ancak mikorizanın hastalığı tamamen yok etmesi söz konusu değildir, fakat hastalık simptomlarını ve şiddetini düşürür. Bir mikoriza çeşidi olan *G. fasciculatum*, turunçgillerde kök çürüklüğüne karşı az da olsa direnci artırmış, ancak avokado ve pamukta solgunluğu artırdığı görülmüştür (Davis, 1978, 1979; Menge ve ark., 1980). Mikoriza aşılması yapılmayan bitkilerin kök bölgesinin 1 cm uzağındaki fosfordan fayda sağlayabildiği, buna karşın mikoriza aşılması yapılan bitkilerin köklerinde bulunan hifleri aracılığı ile kökün 11 cm uzağındaki fosfordan faydalanabildiği görülmüştür (Li ve ark., 1991). Yapılan hesaplamalara göre mikoriza aşılması, aldığı fosforun %80'ini mikoriza hifleri yardımıyla almaktadır (Marschner, 1995).

2.2.1. Mikorizanın Besin Elementlerinin Alımına Etkisi ve Mikorizanın Yararları

Mikorizal fungusların toprakta, bitkiler tarafından alımı yavaş olan besin elementlerinin, özellikle de fosforun alımını 3-4 kat artırdığı, kontrollü şartlar altında yapılan denemelerle belirlenmiştir. Bugüne kadar yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen bilgilere göre, mikorizal fungusun nasıl ve hangi mekanizma ile birkaç kat daha fazla besin elementi aldığı henüz tam olarak anlaşılmış değildir.

Rizosfer yöntemleri kullanılarak yapılan ölçümlerde, Vesiküler-arbüsküler mikoriza (VAM) infekte olmuş bitkilerin almış oldukları P'un %80'i, N'un %25'i,

K'un %10'u, Zn'nun %25'i ve Cu'nun %60'ının mikoriza hifleri aracılığı ile alındıkları rapor edilmiştir. Ayrıca mikoriza infeksiyonunun, Ca, Mg, Fe, Mn, Al ve B alımını kontrol ettiği değişik araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Mikorizanın bitki gelişimi üzerindeki etkisi ürettiği birim kuru madde üretimi ve birim kök uzunluğu başına alınan fosfor miktarı tarafından belirlenmektedir.

Mikorizalı bitkiler daha fazla transpirasyon yapmaktadırlar, dolayısıyla da birim kök başına alınan su miktarı ve buna bağlı olarak kök bölgesine birim zamanda gelen su akımı mikoriza ile infekte olmamış olan bitkilere göre yaklaşık iki kat daha fazladır.

Mikorizanın, Ca, Mg, Na ve S alımını nasıl etkilediği konusunda pek fazla bir şey bilinmiyor. Yapılan araştırmalar mikorizalı bitkinin %10 kadar daha fazla K aldığını göstermektedir. Yine mikorizalı bitkilerin Ca ve SO₄ ü çok düşük oranlarda bitkiye kazandırdığı bilinmektedir.

Mikorizal infeksiyonun bir diğer önemli etkisi ise, infekte ettiği bitkinin tohumlarının dolgun, fosfor ve diğer besin elementlerince zengin olmasını sağlamasıdır. Tohum kalitesi ve zenginliği bir sonraki dönemde bitkilerin sağlıklı olması ve daha iyi gelişmesi için bitkisel üretimi bir bakıma güvence altına almaktadır.

Mikorizanın fosfor alımı yanında azot alımında da etkili olduğu belirlenmiştir. Mikorizalin infeksiyonunun P düzeyi düşük olan topraklardan N fikse eden baklagillerde nodül sayısını ve azot içeriğini birkaç kat artırdığı bilinmektedir. Genel kanıya göre nodül oluşturan bitkiler fazla miktarda fosfora gereksinim duyduğundan, N>fiksasyonu yapan baklagil bitkileri fazlasıyla mikorizaya bağımlıdır. Bu nedenle rizobium ile infekte olan bitkilerin fotosentez aktivitesi yüksek olup, bu yolla üretilen karbonhidrat miktarı iki katına çıkmaktadır.

Japonyada yapılmış olan çalışmalarda mikoriza uygulamalarının özellikle domates ve çilekte meyvenin kalitesinin olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir.

Domates bitkisine mikoriza aşılması ile domatesteki tatlık oranının 5.8'den 6.1'e, çilekte ise 12 den 15'e yükseldiği belirtilmiştir. Kavun ve karpuz bitkilerindeki artış daha da yüksek olmuştur. Şeker oranının fazla oluşu bitkinin su ihtiyacını düşürmüştür. Mikoriza aşılmasıyla patlıcan ve salatalık bitkilerinde erken çiçeklenme dolayısıyla da erken verim sağlanmıştır. Mikoriza aşılanmış salatalık bitkisinin koloni sayısı mikoriza aşılanmamış örneklere oranla daha yüksek olduğundan verimde aynı oranda yükselmiştir.

Tarla bitkisi çeşitlerinden, arpa, mısır, soya ve yerfıstığı kısmen mikorizaya bağımlı bitkiler olduğundan mikoriza aşılması yapılmasıyla etkinlikleri artmaktadır. Ortak yaşamın topraktaki temsilcilerinden biri olan VAM grubu funguslar (Endomikoriza) buğday, mısır, soya, tütün, şeker kamışı, elma, orkide, erik v.b. birçok kültür bitkileri ile hifleri aracılığıyla simbiyotik yaşam oluşturarak bitkiye kökün ulaşamadığı alanlardan başta P ve Zn olmak üzere birçok bitki besin elementlerinin alımına yardım etmiş hifleri aracılığıyla bitkinin su ihtiyacını karşılayarak bitki gelişimini olumlu yönde etkilemiştir (George ve ark., 1996). Ayrıca bu gruptaki mantarlar, rizosferin köke çok yakın kısımlarında bitki için patojenik özellik gösteren mikroorganizmalara karşı bitkiyi korumaktadır (Sieverding, 1991).

2.2.2. Mikro ve Makro Besin Elementleri İle Olan İlişkileri

Mikro elementlerden çinko ve mangan mikoriza sporlarının çimlenme kapasitelerini etkilemektedirler. Gildon ve Tinker (1983), Geniş bitki topluluğu üzerinde yapmış oldukları çalışmada Zn ve Cu'nun mikoriza oluşumunu olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Toprak şartlarının asidik olduğu ortamdaki mikro besin elementleri her ne kadar serbest duruma gelmişlerse de, bitkilerin Al, Fe ve Mn konsantrasyonlarına adapte olduğu rapor edilmiştir (Ponnamperuma, 1972).

Toprağın P düzeyinin fazla olduğu durumlarda mikorizal fungus aktivitesi azalmaktadır. Bunun sebebinin köklerin infekte edilmemesi veya infeksiyon sağlansa bile besin elementi sağlanamamasıdır.

Marschner (1995), mikoriza ile infekte edilmiş bitkilerin kök üstü aksamalarında Zn konsantrasyonunun infekte edilmeyenlere oranla yüksek olduğunu ve ayrıca infekte edilmemiş bitkilere oranla da Zn noksanlığına karşı daha az duyarlı olduklarını belirtmiştir.

Kucey ve Janzen (1987), buğday bitkisi ile yaptıkları denemelerde mikorizanın direkt çinko alımını arttırdığını gözlemişlerdir. Mikoriza ile ilgili çalışmaların bitki bünyesinde Zn artışının P artışı ile paralel artabileceği rapor edilmektedir. Fosfor uygulamasına bağlı çinko alımındaki azalmanın mikorizanın inaktif hale gelmesi ile ilgili olabileceğini ileri sürmüştür. Singh ve ark. (1986), yüksek miktarda Zn uygulaması bitki köklerinin mikoriza ile infekte olmasını önlemekte olduğunu rapor etmişlerdir ve aynı araştırmacılar VA mikoriza ile yaptıkları araştırmada bitki kök üstü aksamındaki Zn konsantrasyonu ile mikoriza infeksiyonu arasında yakın bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

Lu ve ark. (1994), orta düzeyde fosfor uygulamasının mikoriza oluşumu ve etkinliğini teşvik ettiğini belirlemişlerdir. Toprakların verimliliğini yükseltmek için ise aşırı derecede N ve P'lu gübreler kullanılmaktadır. Fazla N ve P gübrelemesi ise aynı şekilde doğal mikoriza oluşumunu azaltmaktadır. Aynı zamanda uzun süreli P uygulaması fazla P birikmesine neden olmakta ve bunun sonucu P diğer mikro besin elementleri ile negatif interaksiyonlar oluşturarak bunların alınmasını engellemektedir.

Bowen (1980), mikoriza infeksiyonunu bitki için toksik elementleri bertaraf edeceğini veya bünyesinde tutarak bitkiyi toksiteden koruyabileceğini belirtmiştir.

Toprakta organik madde oranının %1-2 arasında olması durumunda maksimum düzeyde spor oluşumu sağlandığı (Bagyaraj,1991) tarafında rapor edilmiştir.

Hasat sonrası toprakta kalan bitki köklerinin özellikle de parçalanması sonucu oluşan organik bileşiklerin spor sayısını ve spor infeksiyonunu artırdığı bildirilmiştir (Redhead,1977).

Genelde mikorizal infeksiyonun steril topraklarda daha başarılı bir şekilde infekte olmasının nedeni çoğunlukla diğer mikro organizmalarla olan yarışı ile direkt ilgilidir. Hatta mikoriza türleri arasında da yarış olduğu rapor edilmektedir (Linderman, 1988).

2.2.3. Mikorizanın Çoğaltılması

Günümüzde genelde uygulanan çoğaltma yöntemlerinin yanı sıra daha sağlıklı ve daha fazla spor elde etmenin farklı yöntemleri bulunmaktadır ve araştırılmaya devam edilmektedir. Ancak tarla topraklarından elde edilen sporlarla aşılana fideler büyük olasılıkla olumsuzlukla sonuçlanabilmektedir. Araştırmacılar sağlıklı sporların sadece tuzak kültür yöntemi ile elde edildiğini belirtmiştir (Invam). Bu yöntem sporların izolasyonu yerine kendi ortamlarında bir konukçu bitki ile çoğaltmayı esas almıştır.

2.2.4. Mikorizaya Bağımlılık Gösteren Bitkiler

Bitkilerin gelişmesi ve ortamdaki besin elementlerinden faydalanmaları mikorizanın bitki kökleri ile infeksiyonuna bağlı bir durum olup, bazı bitkiler için ise mikoriza "olmazsa olmaz" sınıfına girip yaşamları tamamen mikorizanın var oluşuna bağlıdır (Harley ve Smith, 1983). Toprakta düşük P içeriği durumunda bazı bitkiler P'dan daha iyi yararlanmak için mikoriza mantarı ile adaptasyon mekanizmaları geliştirmişlerdir. Narenciye türleri yüksek fosfor uygulamasına rağmen özellikle de ilk kök gelişimi döneminde şiddetli derecede mikorizaya bağımlılık göstermektedir (Mosse, 1981). Her ne kadar mikoriza mantarının işlevi bitkinin fosfor ile beslenmesine bağlı olduğu bir çok araştırmacının ortak kanısı ise de Smith ve ark., (1990) bitki genotiplerinin mikorizaya bağlı olarak farklılık gösterebileceğini iddia etmektedirler. Yine son yıllarda yapılan çalışmalar göstermiştir ki bitki mikoriza ile infekte edildiği zaman bitki genotiplerinin fosfor ile beslenmesi de değişikliğe uğramaktadır. Bu farklılıklar koşullara bağlı olarak kendini kök infeksiyonu, spor üretimi veya kök salgıları şeklinde göstermiştir (Smith ve ark., 1990).

Belirli bir P düzeyine kadar kök infeksiyon artmakta bu noktadan sonra ilave edilen her P miktarı bitkinin mikoriza ile olan infeksiyonunu azaltmaktadır (Ortaş, 1995). Kömür kaya ocaklarından sağlanan steril edilmemiş topraklarda yetiştirilen soğan bitkisinin farklı mikoriza türlerine etkileri karşılaştırıldığında mikorizalı soğanların kontrole göre yüksek büyüme ölçümleri elde edilmiştir(Khan, 1981). VAM uygulması soğan bitkisinin gelişimi üzerine olumlu etkilerivardır (Manjuanth ve Bagyaraj,1981).

2.2.5. Mikorizanın Tarıma Kazandırdıkları

Toprakta fazla miktarda P olduğu durumda mikoriza mantarları inaktif duruma geçmekte ve P yanı sıra topraktaki diğer bazı besin elementlerinin alınamamasına neden olmaktadır (Menge ve ark., 1978; Graham, ve ark., 1981; Robson, ve ark., 1993). Tarla şartlarına aşırı fosfor uygulaması mikorizal infeksiyonu düşürmekte ve buna paralel olarak da buğday bitkisinin dokularındaki mikro element konsantrasyonları da düşük olmaktadır (Singh ve ark., 1986). Mikorizanın verimsiz ve P içeriği düşük olan topraklarda buğday bitkisinin verimi ve bitki gelişimi üzerinde olumlu etki ettiği rapor edilmiştir (Hayman, 1970; Khan, 1975 ve Thompson, 1990). Mikorizal infeksiyon önemli düzeyde bitkinin su ilişkisini düzenlemektedir. Özellikle suya dayanıklı ve dayanıksız mısır ve buğday türler arasında önemli farklılıklar oluşturulmaktadır. Mikorizanın bitki su ilişkisine yaptığı katkılar uzun sürede sürdürülebilir tarıma önemli bir katkıda bulunabilir (Subramanian ve ark., 1995). Zn konsantrasyonu düşük olan topraklarda VAM ile infekte oldukları zaman Zn alımı artmaktadır (Tekaling ve Killham, 1987; Faber ve ark., 1991).

Almaca ve ark. (2013), farklı fosfor dozlarında mikoriza çeşitlerinin tarla koşullarında biber bitkisi verimi ve gelişimini incelemişlerdir. Araştırmada 20 kg da⁻¹ P₂O₅ uygulanan konuda, tohum aşamasında mikoriza aşılmasının 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.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Denemede, Harran Serisinden alınan toprakla sera koşullarında 5 kg'lık saksılarda 4 kg toprak konularak Fırat 93 çeşidi buğday bitkisi yetiştirilmiştir. Denemede kullanılan mikoriza çeşidi *Glomus mossea* Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı Bölümünden temin edilmiştir. Araştırmada amonyum nitrat, triple süperfosfat gübreleri ve. $MgCl_2$ maddesi kullanılmıştır.

A, B, C horizonlu olan Harran serisi toprakları, düşük organik madde ve yüksek kation değişim kapasitesine sahiptir. Kil tekstürlü olup, profilin alt kısımlarına doğru artan yoğunlukta sekonder kireç cepleri içerdiğinden tüm profil çok kireçlidir. Bu serinin pH'sı 7.3-7.8 olarak belirlenmiştir (Dinç ve ark., 1988).

Harran Serisinden alınan deneme toprağı uygulamaya başlamadan önce analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemenin Yapıldığı Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Toprak Bünyesi	Su ile Doygunluk (%)	E.C. ($dS m^{-1}$)	PH	Kireç ($CaCO_3$) (%)	Fosfor (P_2O_5) $kg da^{-1}$	Potasyum (K_2O) $kg da^{-1}$	Organik Madde (%)
Killi	83	1.22	7.87	24.6	5.3	199	1.3

Çizelge 3.1.'de görüldüğü gibi bünyesi killi olan deneme toprağı tuzsuz ve kireçlidir. Bitkiye faydalı fosfor bakımından orta düzeyde olan toprak, organik maddece oldukça fakir ve potasyum bakımından oldukça zengindir.

3.2. Yöntem

Araştırma, 2012-2013 yetiştirme döneminde Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında sera koşullarında yürütülmüştür. Deneme toprağı, Şanlıurfa Harran Serisinden 0-20 cm derinlikten alınmış çuvallara konularak sera ortamına getirilmiştir. Alınan toprak doğal haliyle saksılabrakonulmuş ve her saksıda 10 adet tohum olacak şekilde ekim yapılmıştır.

Araştırmada azot, 10 kg da⁻¹ olarak amonyum nitrat gübresiyle, fosfor ise triplesüperfosfat gübresiyle belirtilen dozlarda uygulanmıştır. Fosfor dozları P₂O₅ formunda, P₀=0 kg da⁻¹, P₃=3 kg da⁻¹, P₆=6 kg da⁻¹ ve P₉=9 kg da⁻¹ olacak şekilde uygulanmıştır. MgCl₂ uygulamaları ise 0, 2.5 ve 5 kg Mg da⁻¹ olacak şekilde yapılmıştır. Deneme 3 tekrarlamalı olarak mikorizalı ve mikorizasız ortamda 72 saksıda yürütülmüştür.

Bitki çıkışları olduktan sonra her saksıda 7 adet bitki kalacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır.

Toprak örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler aşağıdaki yöntemlere göre yapılmıştır.

Tekstür : Bouyoucous (1951) tarafından bildirildiğı şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir.

Toprak Reaksiyonu (pH) : Jackson (1958) tarafından bildirilen 1:2.5 toprak su karışımında belirlenmiştir.

EC : Richard (1954)'in bildirdiğı şekilde saturasyon çamurunda elektriksel iletkenlikler, elektrikli kondantivitimetre aleti ile ölçülerek toplam eriyebilir tuz içeriğı hesaplanmıştır.

Kireç (Ca) : Hızalan ve Ünal (1966) tarafından belirtildiği gibi, Scheiblerkalsimetresi kullanılarak saptanmıştır.

Organik Madde : Modifiye edilmiş Walkey Black yöntemine göre belirlenmiştir (Walkey 1947).

Alınabilir Fosfor (ppm) : Sodyumbikarbonat yöntemine göre belirlenmiştir (Olsen ve ark., 1954).

Değişebilir potasyum ve magnezyum (ppm) : Thomas (1982)'a göre 1 N amonyum asetat ile çalkalanarak belirlenmiştir.

Bitki örneklerinde analiz ve ölçümler aşağıdaki gibi yapılmıştır.

Bitkilerin gövde kısımları 65-75 °C'de 48 saat süreyle kurutulduktan sonra tartılarak, kuru madde ağırlıkları belirlenip, analiz için bir kısmı agat değirmende öğütülmüştür (Walsh ve Beaton, 1973). Fosfor (P), potasyum (K) ve mikrobesein elementleri (Fe, Cu, Zn, Mn) analizi için; öğütülmüş bitki örneklerinden 0.2 g alınarak kuru yakma yöntemi uygulanarak 550 °C'de 5 saat kül fırınında yakılmıştır. Yakılan örneklerin üzerine 1/3'lük HCl çözeltisinden 2 ml konularak üzeri saf su ile tamamlanmış ve örnekler filtre kağıdından 20 ml'lik kaplara süzölmüştür. Her bir örnekten 0.5 ml mikro pipetle çekilerek saf su ile 10 ml'ye tamamlanmış ve daha sonra Murphy ve Riley, (1962) yöntemine göre boyanan örnekler 882 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunarak fosfor içeriği belirlenmiştir.

Kuru yakma metoduna göre elde edilen ekstraksiyon çözeltisinde atomik absorpsiyon yardımıyla K, Zn, Fe, Cu, Mn, Ca ve Mg konsantrasyonu belirlenmiştir (Kacar, 1972).

Azot analizi ise Kjeldal yöntemi ile yapılmıştır (Bremner, 1965).

Üst aksam kuru ağırlık, hassas terazide tartılarak belirlenmiştir.

Toplam Azot (%) : Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar, 1994).

Toplam Fosfor (%) : Kuru yakma yöntemine göre kalorimetrik olarak belirlenmiştir (Kacar, 1994).

Toplam Potasyum (%) : Kuru yakma yöntemiyle Kacar (1994)'e göre Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde ölçülmüştür.

Kök infeksiyon oranının belirlenmesi için denemeden alınan bitki kökleri temizleme ve boyama işlemi Koske ve Gemma (1989)' a göre yapılmıştır. Bu yönteme göre, kökler iyice yıkanıp ve içindeki ölü kökler ayıklandıktan sonra bitki kökleri bir petri kutusuna alınıp ve 1 cm uzunluklarında kesilmiştir. Bu işlemleri takiben, 1 cm aralıklarla kesilmiş kökler test tüplerine aktarılmıştır. Yeterli miktarda %2.5 (w/v) KOH çözeltisi köklerin içinde bulunduğu tüplere boşaltılıp ve aynıtüpler 90 °C'lik su banyosuna alınmıştır. Bu işlem tamamlandıktan sonra tüplerdeki KOH boşaltılıp ve aynı tüplere yeterli miktarda %1 HCl ilave edilerek tüplerin üst kısmı kapatılmıştır. Daha önce ilave edilmiş asit ortamdan uzaklaştırıldıktan sonra aynı tüplerin üzerine yine yeterli miktarda asitleştirilmiş Glycerol Trypan Blue eklenmiştir. Tüplerdeki çözelti ve haşlanmış kökler tekrar bir petri kutusuna boşaltılıp ve pens aracılığı ile çok hassas olan kökçükler mikroskop slaytlarının üzerine taşınıp ve mikroskop altında 40-60 büyütmeyle Gioanetti ve Mosse (1980) yöntemine göre belirlenmiştir.

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

4.1. Araştırmada Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizi

Çizelge 4.1. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine ait verilerin istatistiksel değerlendirmesi

Mikoriza	MgCl ₂	P	İnfeksiyon Oranı (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (mg L ⁻¹)	Fe (mg L ⁻¹)	Mn (mg L ⁻¹)	Zn (mg L ⁻¹)	Üst aksam Ağırlığı(g/7 bitki)	
M ⁻	0	0	16	1.59	0.33	1.55	0.39	0.37	14.63	37.33	28.63	26.30	23.28	
		3	6	1.72	0.34	2.05	0.73	0.52	15.60	53.60	43.70	17.77	20.19	
		6	13	1.63	0.31	1.90	0.60	0.43	12.23	36.70	37.46	25.25	23.50	
	2.5	9	3	2.39	0.51	2.42	0.82	0.54	15.80	48.13	36.36	36.04	19.96	
		0	13	1.58	0.33	2.63	0.72	0.51	12.23	35.73	36.56	26.64	16.28	
		3	16	2.05	0.45	2.19	0.83	0.71	28.10	35.26	29.03	23.89	19.05	
	5	6	3	1.77	0.45	2.11	0.95	0.74	16.10	38.43	29.50	25.79	22.58	
		9	3	1.81	0.34	1.73	0.86	0.63	11.30	29.43	24.83	23.79	18.28	
		0	16	2.02	0.40	2.42	0.92	0.76	12.50	34.30	32.33	24.75	20.57	
	M ⁺	0	3	10	1.81	0.42	1.80	0.81	0.63	20.86	33.66	33.90	39.23	19.89
			6	16	2.02	0.42	2.12	0.88	0.71	26.40	35.83	26.33	26.97	22.84
			9	3	1.77	0.49	2.39	1.08	0.73	16.10	39.86	42.66	40.20	20.30
2.5		0	50	1.74	0.29	2.24	1.00	0.82	36.70	36.90	32.33	22.88	23.25	
		3	36	1.97	0.33	2.26	0.98	0.65	15.60	32.30	37.10	48.17	21.94	
		6	23	1.91	0.35	1.93	0.79	0.60	15.83	25.00	30.50	41.39	24.73	
5		9	16	1.77	0.44	2.37	0.92	0.69	23.76	32.86	31.90	82.99	19.29	
		0	23	1.98	0.33	2.06	0.85	0.61	17.06	30.73	35.70	49.71	22.52	
		3	63	2.15	0.44	2.22	0.77	0.62	33.10	29.63	25.26	49.89	18.82	
	6	43	1.83	0.35	1.96	0.76	0.58	15.83	27.70	30.40	43.26	22.76		
		9	36	2.12	0.48	2.64	0.90	0.73	13.90	33.76	36.43	43.24	13.44	
		0	16	2.05	0.28	1.71	0.66	0.54	22.06	23.90	27.83	40.97	23.33	
	9	3	26	2.06	0.32	2.03	0.81	0.59	21.80	27.76	34.33	43.68	21.15	
		6	26	2.10	0.36	1.82	0.75	0.64	25.43	29.80	33.86	53.04	24.56	
		9	23	1.77	0.37	1.93	0.87	0.66	19.66	30.16	37.96	42.22	22.12	
Varyasyon Kaynakları														
Mikoriza (M)			**	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	*	*	**	ÖD	**	ÖD	
MgCl₂			ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	*	**	ÖD	**	ÖD	ÖD	ÖD	
P₅			ÖD	ÖD	**	ÖD	**	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	**	**	
Mikoriza*			*	ÖD	ÖD	*	**	**	ÖD	*	ÖD	ÖD	ÖD	
MgCl₂*			ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	**	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	
MgCl₂* P			ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	*	*	*	**	**	ÖD	
Mikoriza*			ÖD	ÖD	ÖD	**	**	**	ÖD	*	ÖD	**	ÖD	
MgCl₂* P			ÖD	ÖD	ÖD	**	**	**	ÖD	*	ÖD	**	ÖD	

* : P<0.05 (% 5 düzeyinde önemli)

** : P<0.01 (% 1 düzeyinde önemli)

ÖD : Önemli değil

Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkiye olan etkileri değerlendirildiğinde; infeksiyon oranına mikoriza uygulaması %1 önem düzeyinde, Mikoriza ve $MgCl_2$ birlikte uygulanması %5 önem düzeyinde etki ederken diğer varyasyon kaynaklarının oluşumu istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Azot elementinin alımını uygulanan parametrelerden hiçbirinin etkisinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı bulunmuştur.

Deneme bitkisinin fosfor elementini alımı değerlendirildiğinde, sadece Puygulamasının %1 önem düzeyinde etkili olduğu diğer varyasyon kaynakların ortalama değerlerinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Yapılan çalışma değerlerine göre potasyum alımını mikoriza ve $MgCl_2$ parametrelerinin birlikte uygulanması %5 önem düzeyinde, mikoriza, $MgCl_2$ ve P'nin birlikte uygulanmaları ise %1 önem düzeyinde etkilediği gözlemlenmiştir. Diğer parametrelerin oluşumunun potasyum alımına istatistiksel açıdan önemli olacak derecede etki etmediği gözlemlenmiştir.

Mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkinin kalsiyum alımına etkileri değerlendirildiğinde; mikoriza aşılmasının ve $MgCl_2$ ile P'nin birlikte uygulanmasının istatistiksel açıdan önemli olmadığı, $MgCl_2$ uygulanmasının %5 önem düzeyinde etkili olduğu, P uygulamasının, mikoriza ve $MgCl_2$ 'nin birlikte uygulanmasının, mikoriza ve P'nin birlikte uygulanmasının ve mikoriza, $MgCl_2$ ve P'nin birlikte uygulanmasının %1 önem düzeyinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma bitkisinin magnezyum değerleri göz önünde bulundurulduğunda, mikoriza aşılmasının ve $MgCl_2$ ile P'nin birlikte uygulanmasının magnezyum alımına %5 önem düzeyinde etki ettiği, P uygulamasının ve mikoriza ile P'nin birlikte uygulanmasının magnezyum alımına etkisinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı, $MgCl_2$ uygulamasının mikoriza ve $MgCl_2$ 'ün birlikte uygulanmasının ve mikoriza, $MgCl_2$ ve P'nin birlikte uygulanmasının %1 önem düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır.

Mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkinin bakır alımına olan etkileri değerlendirildiğinde; mikoriza aşılması ve $MgCl_2$ ile P'nin birlikte uygulanmasının istatistiksel açıdan % 5 önem düzeyinde etkili olduğu, diğer varyasyon kaynaklarının bakır alımını istatistiksel açıdan etkilemediği gözlemlenmiştir. Deneme bitkisinin demir alımları üzerine etkileri değerlendirildiğinde, P uygulamasının ve mikoriza ile P'nin birlikte uygulanmasının magnezyum alımına etkisinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı, mikoriza aşılması ve $MgCl_2$ uygulamasının %1 önem düzeyinde etkili olduğu, mikoriza ve $MgCl_2$ 'ün birlikte uygulanması, $MgCl_2$ ve P'nin birlikte uygulanması ve mikoriza, $MgCl_2$ ve P'nin birlikte uygulanmasının % 5 önem düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır.

Mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkinin mangan alımına olan etkileri değerlendirildiğinde; $MgCl_2$ ile P'nin birlikte uygulanmasının istatistiksel açıdan % 1 önem düzeyinde etkili olduğu, diğer parametrelerin etkilerinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı gözlemlenmiştir. Deneme bitkisinin çinko alımına olan etkileri değerlendirildiğinde, mikoriza aşılmasının, P uygulanmasının, $MgCl_2$ ve P'nin birlikte uygulanması ve mikoriza, $MgCl_2$ ve P'nin birlikte uygulanmasının % 1 önem düzeyinde etkili olduğu, diğer parametrelerin etkilerinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

Mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkinin üst aksam ağırlığına olan etkileri değerlendirildiğinde sadece P uygulamasının % 1 önem düzeyinde etkili olduğu diğer parametrelerin sonuçlarının istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine ait verilerin istatistiksel değerlendirilmesi ve gruplandırılması

Uygulama	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (mg L ⁻¹)	Fe (mg L ⁻¹)	Mn (mg L ⁻¹)	Zn (mg L ⁻¹)	İnfeksiyon Oranı (%)	Üst aksam ağırlığı (g/7bitki)
Mikoriza											
M-	1.85 a*	0.40 a	2.11 a	0.80 a	0.61 a	16.82 a	38.19 b	33.44 a	28.05 a	10.27 a	20.56 a
M+	1.96 a	0.36 a	2.11 a	0.84 a	0.65 a	21.73 b	30.07 a	32.54 a	46.96 b	32.22 b	21.50 a
MgCl ₂											
0	1.85 a	0.37 a	2.09 a	0.78 a	0.58 a	18.77 a	37.85 b	34.75 a	37.60 a	20.83 a	21.25 a
2.5	1.91 a	0.40 a	2.20 a	0.83 a	0.65 ab	18.45 a	32.59 a	30.97 a	35.78 a	25.42 a	21.60 a
5	1.97 a	0.39 a	2.04 a	0.85 a	0.66 b	20.61 a	31.95 a	33.26 a	39.14 a	17.50 a	21.99 a
P ₂ O ₅											
0	1.83 a	0.33 a	2.11 a	0.76 a	0.61 a	19.20 a	33.15 a	32.23 a	31.89 a	22.68 a	22.68 b
3	1.97 a	0.39 ab	2.09 a	0.82 ab	0.62 a	22.51 a	35.37 a	33.89 a	37.11 b	26.67 a	20.18 a
6	1.88 a	0.3 8b	1.98 a	0.79 a	0.62 a	18.64 a	32.24 a	31.34 a	35.95 b	21.11 a	23.50 b
9	1.96 a	0.44 b	2.26 a	0.91 b	0.67 a	16.76 a	35.76 a	34.50 a	45.10 c	14.44 a	20.10 a

*:%5 düzeyinde önemli

Çizelge 4.2.'de görüldüğü gibi mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkiye olan etkileri değerlendirildiğinde; mikoriza aşılması yapılan bitkilerin infeksiyon oranı, bakır, demir ve çinko elementlerinin alımı ile mikoriza aşılması yapılmayan bitkilerle aralarında istatistiksel açıdan fark olduğu, bitkinin azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, mangan elementlerini alımı ve üst aksam ağırlığına etkileri değerlendirildiğinde ise bunların ortalama değerleri arasında istatistiksel açıdan herhangi bir fark olmadığı gözlemlenmiştir.

Denemede $MgCl_2$ uygulanan bitkilerin azot, fosfor, potasyum, bakır, mangan ve çinko elementlerini alımı ile infeksiyon oranı ve üst aksam ağırlığına olan etkileri değerlendirildiğinde $MgCl_2$ uygulanan ve uygulanmayan bitkiler arasında istatistiksel açıdan fark olmadığı gözlemlenmiştir. $MgCl_2$ uygulamasının kalsiyum alımına etkisi istatistiksel olarak önemli görülmüştür. $MgCl_2$ uygulamasının magnezyum alımına etkisine bakıldığında 0 doz $MgCl_2$ uygulamasının ortalama değerlerinin 5 doz $MgCl_2$ uygulamasının ortalama değerlerinden daha düşük olduğu bulunmuş, bu farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır. $MgCl_2$ uygulamasının demir alımına etkisi incelendiğinde ise 0 doz $MgCl_2$ uygulamasının 2.5 ve 5 doz $MgCl_2$ uygulamalarına göre daha yüksek demir içeriğine sahip olduğu gözlemlenmiş ve bu fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

P uygulanan bitkilerin azot, potasyum, magnezyum, bakır, demir, mangan ve elementlerini alımı ve infeksiyon oranına olan etkileri değerlendirildiğinde uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı gözlemlenmiştir. P uygulamalarının fosfor alımına etkisi incelendiğinde P_6 ve P_9 uygulamalarının ortalama değerleri P_0 uygulamasından daha yüksek çıkmış olup bu fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. P uygulamalarının kalsiyum alımına etkisi incelendiğinde, P_9 uygulamasının ortalama değerleri P_0 ve P_6 ortalama değerlerinden yüksek çıkmış olup, bu fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. P uygulamalarının çinko alımını arttırdığı gözlemlenmiş olup, bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

P uygulamalarının üst aksam ağırlığına olan etkisi incelendiğinde, P₀ ve P₆ uygulamalarının ortalama değerleri P₃ ve P₉ uygulamalarının ortalama değerlerinden yüksek olduğu tespit edilmiş olup, bu farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

4.3. Üst Aksam Ağırlığı

Deneme bitkisinin üst aksam ağırlığı Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde üst aksam ağırlığına etkisi (g/7 bitki)

MgCl ₂ P	-M			+M			Ortalama n=18
	0	2.5	5	0	2.5	5	
0	23.28	16.28	20.57	23.25	22.52	23.33	22.68 b
3	20.19	19.05	19.89	21.94	18.82	21.15	20.18 a
6	23.50	22.58	22.84	24.73	22.76	24.56	23.50 b
9	19.96	18.28	20.30	19.29	13.44	22.12	20.10 a
Ortalama n=36		20.56 a			21.50 a		

Çizelge 4.3.'te görüldüğü gibi mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkide üst aksam ağırlığına olan etkileri değerlendirildiğinde; mikoriza ve magnezyum klorür uygulamalarının istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Ancak 0, 2.5 ve 5 doz MgCl₂ uygulamalarının ortalama değerleri incelendiğinde mikoriza uygulanan bitkilerin ortalamaları mikoriza uygulanmayan bitkilerin ortalamalarından yüksek çıkmıştır. P₀, P₃, P₆ ve P₉ uygulamalarının üst aksam ağırlığına olan etkileri istatistiksel açıdan %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Ancak mikorizalı ortamda P₉ uygulanan örneğin üst aksam ağırlığına olan etkisi diğer bitkilerin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Fakat Trimble ve Knowles (1994), mikoriza aşılmasının hıyar bitkisinin büyüme ve verimi üzerine etkili olduğunu belirlemişlerdir.

4.4. İnfeksiyon Oranı

Deneme bitkisinin infeksiyon içeriği Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde infeksiyona etkisi (%)

MgCl ₂ P	-M			+M			Ortalama n=18
	0	2.5	5	0	2.5	5	
0	16	13	16	50	23	16	22.68 a
3	6	16	10	36	63	26	26.67 a
6	13	3	16	23	43	26	21.11 a
9	3	3	3	16	36	23	14.44 a
Ortalama n=36		10.27 a		32.22 b			

Çizelge 4.4.'te görüldüğü gibi mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkideki infeksiyona olan etkisi değerlendirildiğinde; mikoriza aşılmasının istatistiksel açıdan %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Mikoriza aşılması yapılan bitkilerin infeksiyon içeriği mikoriza aşılması yapılmayan bitkilerden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Fosfor ve magnezyum klorür uygulamalarının ise istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. En yüksek infeksiyon oranına mikorizalı ortamda P₃ ve 2.5 doz MgCl₂ uygulamasının birlikte yapıldığı bitkilerde olduğu belirlenmiştir. Hooker ve Atkinson (1996) mikorizal infeksiyonun meyve ağaçlarının kök büyümesi ve dallanmasını teşvik ettiğini belirterek bu çalışmayla paralellik göstermiştir.

4.5. Azot İçeriği

Deneme bitkisinin azot içeriği Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde azot içeriğine etkisi (%)

MgCl ₂ P	M			+M			Ortalama n=18
	0	2.5	5	0	2.5	5	
0	1.59	1.58	2.02	1.74	1.98	2.05	1.83 a
3	1.72	2.05	1.81	1.97	2.15	2.06	1.97 a
6	1.63	1.77	2.02	1.91	1.83	2.10	1.88 a
9	2.39	1.81	1.77	1.77	2.12	1.77	1.96 a
Ortalama n=36		1.85 a		1.96 a			

Çizelge 4.5.'te görüldüğü gibi mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkide azot içerikleri değerlendirildiğinde; Mikoriza, fosfor ve magnezyum klorür uygulamalarının istatistiksel açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır. P₀, P₃, P₆ ve P₉ uygulamalarında azot içeriklerinin mikorizalı olanlarda mikorizasız olanlara göre çok az yüksek olduğu görülmüştür. Ancak 0, 2.5 ve 5 doz MgCl₂ uygulamalarında mikorizalı ortamdaki uygulamalar mikorizasız ortamdaki uygulamalara göre genelde yüksek çıkmıştır. Yapılan başka bir çalışmada ise, artan fosfor uygulamalarıyla bitkinin azot içeriğinde, kontrole göre fosforun 50 P₂O₅ mg kg⁻¹ uygulamasında %6.86 oranında önemli bir artış görülürken, 100 P₂O₅ mg kg⁻¹ uygulamasında kontrole göre %9.58 oranında önemli bir artış oranı belirlenmiştir. Fosfor dozları arasında ise 100 P₂O₅mg kg⁻¹ uygulamasında, 50 P₂O₅ mg kg⁻¹ uygulamasına göre %2.54 oranında önemli bir artış görüldüğü bildirilmiştir. Aşılama uygulamasında; aşılı bitkilerin azot içeriğinde, aşısız bitkilere göre %4.53 oranında önemli bir azalma meydana geldiği belirtilmiştir (Kılavuz, 2006).

4.6. Fosfor İçeriği

Deneme bitkisinin fosfor içeriği Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde fosfor içeriğine etkisi (%)

MgCl ₂ P	-M			+M			Ortalama n=18
	0	2.5	5	0	2.5	5	
0	0.33	0.33	0.40	0.29	0.33	0.28	0.33 a
3	0.34	0.45	0.42	0.33	0.44	0.32	0.39 ab
6	0.31	0.45	0.42	0.35	0.35	0.36	0.38 b
9	0.51	0.34	0.49	0.44	0.48	0.37	0.44 b
Ortalama n=36		0.40 a			0.36 a		

Çizelge 4.6.'da görüldüğü gibi mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkide fosfor içerikleri değerlendirildiğinde; Mikoriza ve MgCl₂ uygulamalarının istatistiksel açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır. Fakat 5 doz MgCl₂ uygulamasının ortalama değeri mikorizasız uygulamada daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. P₀, P₃, P₆ ve P₉ uygulanan bitkiler değerlendirildiğinde mikoriza aşılması yapılan bitkiler ile mikoriza aşılması

yapılmayan bitkiler arasında fark olduğu gözlemlenmiş olup, bu fark istatistiksel açıdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek fosfor içeriğine mikorizasız ortamda 5 doz $MgCl_2$ ve P_9 uygulamalarının birlikte yapıldığı bitkilerde rastlanmıştır.

4.7. Potasyum İçeriği

Deneme bitkisinin potasyum içeriği Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde potasyum içeriğine etkisi (%)

MgCl ₂ P	-M			+M			Ortalama n=18
	0	2.5	5	0	2.5	5	
0	1.55	2.63	2.42	2.24	2.06	1.71	2.11 a
3	2.05	2.19	1.80	2.26	2.22	2.03	2.09 a
6	1.90	2.11	2.12	1.93	1.96	1.82	1.98 a
9	2.42	1.73	2.39	2.37	2.64	1.93	2.26 a
Ortalama n=36		2.11 a			2.11 a		

Çizelge 4.7.’de görüldüğü gibi mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkide potasyum içerikleri değerlendirildiğinde; Mikoriza, fosfor ve magnezyum klorür uygulamalarının istatistiksel açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır. Ancak 0, 2.5 ve 5 doz $MgCl_2$ uygulamalarında mikorizalı ortamdaki 2.5 doz $MgCl_2$ uygulaması ve P_0 , P_3 , P_6 ve P_9 uygulamalarında mikorizalı ortamdaki P_9 diğer uygulamalara oranla çok az daha yüksek çıktığı görülmektedir. En yüksek potasyum oranına mikorizalı ortamda P_3 ve 2.5 doz $MgCl_2$ uygulamasının birlikte yapıldığı bitkilerde olduğu belirlenmiştir. En düşük potasyum oranına ise mikorizasız ortamda P_0 ve 0 doz $MgCl_2$ uygulamasının birlikte yapıldığı bitkilerde olduğu belirlenmiştir. Sönmez (2006), yapmış olduğu çalışmada mikoriza aşılmasının bitkinin potasyum içeriğine %5 düzeyinde önemli etki ettiğini belirtmiştir.

4.8. Kalsiyum İçeriği

Deneme bitkisinin kalsiyum içeriği Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde kalsiyum içeriğine etkisi (%)

MgCl ₂ P	-M			+M			Ortalama n=18
	0	2.5	5	0	2.5	5	
0	0.39	0.72	0.92	1.00	0.85	0.66	0.76 a
3	0.73	0.83	0.81	0.98	0.77	0.81	0.82 ab
6	0.60	0.95	0.88	0.79	0.76	0.75	0.79 a
9	0.82	0.86	1.08	0.92	0.90	0.87	0.91 b
Ortalama n=36		0.80 a			0.84 a		

Çizelge 4.8.’de görüldüğü gibi mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkide kalsiyum içerikleri değerlendirildiğinde; mikoriza aşılmasının istatistiksel açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır. Fakat mikoriza uygulanan bitkilerin ortalama değerleri göz önünde bulundurulduğunda kalsiyum içeriği, mikoriza uygulanmayanlara oranla çok az yüksek çıkmıştır. 0, 2.5 ve 5 doz MgCl₂ uygulamalarının ortalamaları değerlendirildiğinde istatistiksel açıdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Mikorizasız ortamda en yüksek kalsiyum değeri 5 doz MgCl₂ ve P₉’un birlikte uygulandığı bitkilerde iken mikorizalı ortamda en yüksek kalsiyum içeriği 0 doz MgCl₂ ve P₉’un birlikte uygulandığı bitkiler olduğu gözlemlenmiştir. P₀, P₃, P₆ ve P₉ uygulamalarının kalsiyum içerikleri değerlendirildiğinde %1 düzeyine önemli olduğu saptanmıştır. Manoharachary ve Reddy (2000), yapmış olduğu çalışmada ektomikorizaların bitkinin Ca alımını arttırdığını belirtmiştir.

4.9. Magnezyum İçeriği

Deneme bitkisinin magnezyum içeriği Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde magnezyum içeriğine etkisi (%)

MgCl ₂ P	-M			+M			Ortalama n=18
	0	2.5	5	0	2.5	5	
0	0.37	0.51	0.76	0.82	0.61	0.54	0.61 a
3	0.52	0.71	0.63	0.65	0.62	0.59	0.62 a
6	0.43	0.74	0.71	0.60	0.58	0.64	0.62 a
9	0.54	0.63	0.73	0.69	0.73	0.66	0.67 a
Ortalama n=36		0.61 a			0.65 b		

Çizelge 4.9.'da görüldüğü gibi mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkide magnezyum içerikleri değerlendirildiğinde; mikoriza uygulamalarının istatistiksel açıdan %5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiş olup, mikoriza uygulanan bitkilerin ortalama değerlerinin mikoriza uygulanmayan bitkilerin ortalama değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. 0, 2.5 ve 5 doz MgCl₂ uygulamalarının ortalamaları değerlendirildiğinde istatistiksel açıdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Mikorizasız ortamda yetiştirilen buğday bitkisinin 5 doz MgCl₂ ve P₀ uygulamalarının birlikte yapıldığı örneğin magnezyum içeriği diğer bitkilere oranla çok az yüksek bulunmuştur. P₀, P₃, P₆ ve P₉ uygulamalarının magnezyum içerikleri değerlendirildiğinde istatistiksel açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır. Mikorizalı ortamda yetiştirilen buğday bitkisinin P₉ uygulamalarının magnezyum içeriği diğer uygulamalara oranla daha yüksektir.

4.10. Bakır İçeriği

Deneme bitkisinin bakır içeriği Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde bakır içeriğine etkisi (mg L⁻¹)

MgCl ₂ P	-M			+M			Ortalama n=18
	0	2.5	5	0	2.5	5	
0	14.63	12.23	12.50	36.70	17.06	22.06	19.20 a
3	15.60	28.10	20.86	15.60	33.10	21.80	22.51 a
6	12.23	16.10	26.40	15.83	15.83	25.43	18.64 a
9	15.80	11.30	16.10	23.76	13.80	19.66	16.76 a
Ortalama n=36		16.82 a			21.73 b		

Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkide bakır içerikleri değerlendirildiğinde; mikoriza uygulamalarının istatistiksel açıdan %5 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Mikorizalı ortamda yetişen bitkilerin ortalama değerleri mikorizasız ortamda yetişen bitkilerin ortalama değerlerinden genelde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Fosfor ve magnezyum klorür uygulamalarının ortalamaları değerlendirildiğinde ise istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Deneme sonucunda en yüksek bakır içeriğine mikoriza aşılması yapılmış, fosfor ve magnezyum klorür uygulanmamış bitkilerin sahip olduğu gözlemlenmiştir. Haymana (1982), Smith ve Read (1997) mikoriza fungusunun toprakta biyolojik yolla bağlanan azotun yanında başta fosfor olmak üzere çinko, bakır, mangan ve demir elementlerinin de bitkiler tarafından alınımını arttırdığını bildirilmiştir.

4.11. Demir İçeriği

Deneme bitkisinin demir içeriği Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde demir içeriğine etkisi (mg L⁻¹)

MgCl ₂ P	-M			+M			Ortalama n=18
	0	2.5	5	0	2.5	5	
0	37.33	35.73	34.30	36.90	30.73	23.90	33.10 a
3	53.60	35.26	33.66	32.30	29.63	27.76	35.37 a
6	36.70	38.43	35.83	25.00	27.70	29.80	32.24 a
9	48.13	29.43	39.86	32.86	33.76	30.16	35.76 a
Ortalama n=36		38.19 b			30.07 a		

Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkide demir içerikleri değerlendirildiğinde; mikoriza ve magnezyum klorür uygulamalarının istatistiksel açıdan %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. P₀, P₃, P₆ ve P₉ uygulamalarının demir içerikleri değerlendirildiğinde istatistiksel açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır. En yüksek demir içeriği mikorizasız ortamda P₃ ve 0 doz MgCl₂ uygulamasının birlikte yapıldığı bitkilerde olduğu belirlenmiştir. Birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmaya göre Vasiküler- arbüsküler mikoriza oluşumu, bitkinin fosfor, çinko, bakır, mangan, demir, potasyum gibi elementlerin alınımında etkili rol oynadığı ortaya konulmuştur (Haymana,1982).

4.12. Mangan İçeriği

Deneme bitkisinin mangan içeriği Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde mangan içeriğine etkisi (mg L⁻¹)

MgCl ₂ P	-M			+M			Ortalama n=18
	0	2.5	5	0	2.5	5	
0	28.63	36.56	32.33	32.33	35.70	27.83	32.23 a
3	43.70	29.03	33.90	37.10	25.26	34.33	33.89 a
6	37.46	29.50	26.33	30.50	30.40	33.86	31.34 a
9	36.36	24.83	42.66	31.90	36.43	37.96	34.50 a
Ortalama n=36		33.44 a			32.54 a		

Çizelge 4.12.'de görüldüğü gibi mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkide mangan içerikleri değerlendirildiğinde; mikoriza, fosfor ve istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Ancak en yüksek mangan içeriği mikorizasız ortamda P₉ ve 2.5 doz MgCl₂ uygulamasının birlikte yapıldığı bitkilerde olduğu gözlemlenmiştir.

4.13. Çinko İçeriği

Deneme bitkisinin çinko içeriği Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı dozlarda uygulanan Fosfor ve Magnezyum klorürün mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisinde çinko içeriğine etkisi (mg L⁻¹)

MgCl ₂ P	-M			+M			Ortalama n=18
	0	2.5	5	0	2.5	5	
0	26.30	26.64	24.75	22.88	49.71	40.97	31.89 a
3	17.77	23.89	39.23	48.17	49.89	43.68	37.11 b
6	25.25	25.79	26.97	41.39	43.26	53.04	35.95 b
9	36.04	23.79	40.20	82.99	43.24	42.22	45.10 c
Ortalama n=36		28.05 a			46.96 b		

Çizelge 4.13.'te görüldüğü gibi mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkide çinko içerikleri değerlendirildiğinde; mikoriza ve fosfor uygulamalarının istatistiksel açıdan %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Mikoriza uygulaması yapılan bitkilerin çinko içerikleri mikoriza uygulanmayan örneklerden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Mikorizalı ortamda yetiştirilen buğday bitkisinin P₀, P₃, P₆ ve P₉ uygulamalarının çinko içeriği mikorizasız uygulamalardan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Hatta en yüksek çinko içeriği P₉ ve 0 doz MgCl₂ uygulamasının birlikte yapıldığı bitkilerde olduğu belirlenmiştir. Magnezyum klorür uygulamalarının ise istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

Benzer bir çalışmada yaygın olarak kullanılan mısır genotiplerinin (Sele, Brasco ve Tiater) düşük fosfor içeriği koşullarında fosfor etkinlikleri, kükürt ve çinkonun uygulandığı sera koşullarında test edilmiştir. Fosfor içeriği düşük olan topraklarda topraklarda artan düzeyde uygulanan fosfor ve çinko kuru madde verimini arttırmıştır. Artan dozlarda uygulanan fosfor ve çinko ile birlikte kuru

madde verimi Brasco eŐidinde %443, Sele eŐidinde %312 ve Tiater eŐidinde ise %390'lık bir artış göstermiştir. Ancak artan düzeyde uygulanan kükürdün kuru madde verimine etkisi önemli görülmemiştir (Gök, 2007).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada elde edilen bulgulara göre mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanan fosfor ve magnezyum klorürün bitkiye olan etkilerine bakıldığında; mikoriza aşılması yapılan bitkilerin infeksiyon oranı, bakır, demir ve çinko elementlerinin alımı ile mikoriza aşılması yapılmayan bitkilerle aralarında istatistiksel açıdan fark olduğu, bitkinin azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, mangan elementlerini alımı ve üst aksam ağırlığına etkilerine bakıldığında ise bunların Duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemsiz olduğu gözlemlenmiştir.

Denemede $MgCl_2$ uygulanan bitkilerin azot, fosfor, potasyum, bakır, mangan ve çinko elementlerini alımı ile infeksiyon oranı ve üst aksam ağırlığına olan etkileri incelendiğinde $MgCl_2$ uygulanan ve uygulanmayan bitkiler arasında istatistiksel fark olmadığı gözlemlenmiş. $MgCl_2$ uygulamasının kalsiyum alımına etkisi istatistiksel olarak önemli görülmemiştir. $MgCl_2$ uygulamasının magnezyum alımına etkisine bakıldığında 0 doz $MgCl_2$ uygulamasının ortalama değerlerinin 5 doz $MgCl_2$ uygulamasının ortalama değerlerinden daha düşük olduğu bulunmuş, bu farkın Duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemli olduğu saptanmıştır. $MgCl_2$ uygulamasının demir alımına etkisi değerlendirildiğinde 0 doz $MgCl_2$ uygulamasının 2.5 ve 5 doz $MgCl_2$ uygulamalarına göre daha yüksek demir içeriğine sahip olduğu gözlemlenmiş ve bu farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

P uygulanan bitkilerin azot, potasyum, magnezyum, bakır, demir, mangan ve çinko elementlerini alımı ve infeksiyon oranına olan etkileri değerlendirildiğinde uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı gözlemlenmiştir. P_2 uygulamalarının fosfor alımına etkisi incelendiğinde, P_3 , P_6 ve P_9 uygulamalarının ortalama değerleri P_0 uygulamasının değerlerinden yüksek çıkmış olup bu fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemli bulunmuştur. P uygulamalarının kalsiyum alımına etkisine bakıldığında, P_9 uygulamasının ortalama değerleri P_0 ve P_6 ortalama değerlerinden yüksek çıkmış olup, bu fark istatistiksel olarak önemli

bulunmuştur. P uygulamalarının üst aksam ağırlığına olan etkisi incelendiğinde, P₀ ve P₆ uygulamalarının ortalama değerleri P₃ ve P₉ uygulamalarının ortalama değerlerinden yüksek olduğu tespit edilmiş olup, bu farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemli, bulunmuştur. P uygulamalarının çinko alımına etkisi değerlendirildiğinde ise çinko alımının arttırdığı gözlemlenmiş olup, bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Mikoriza kullanımının yaygınlaştırılması, ilgili bakanlık tarafından desteklemesi ve çiftçilerin bilgilendirilmesiyle mümkün olabilecektir. Sera koşullarında yapılan bu çalışma daha sonra konu ile ilgili arazi koşullarında yapılacak olan çalışmalara ışık tutabilir.

KAYNAKLAR

- ABBOTT, L. K., ROBSON, A. D., 1981. The role of vesicular-arbusküler mycorrhizal fungi in agriculture and selection of fungi for inoculation. *Aust. Agric. Res.*, 33:389-408.
- AKAY, A. ve KARARSLAN, E., 2012. Mikoriza Aşılantı Kudret Narı (*Momordica Charantia*) Bitkisine Farklı Dozlarda Fosforlu Ve Demirli Gübre Uygulamasının Yaprak Klorofil İçeriğine Etkisi. *Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2,3: 103-108.
- AKPINAR, Ç., 2011. Kanola Sonrası Yetiştirilen II. Ürün Mısır Bitkisine Mikoriza Aşılantısının Verim ve Besin Elementleri Alımına Etkisi. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Adana, 164.
- ALMACA, A., ALMACA, N. D., SÖYLEMEZ, S. and ORTAŞ, İ. 2013. The effects of mycorrhizal species 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
- ARCAK, S., GÜDER, N., 2004. Biyolojik Gübrelemenin Sürdürülebilir Ekosistemdeki Önemi. *Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre*, 11-13 Ekim, 837-844, Tokat.
- BAGAYOKO, M., 1999. Site-Specific Effects of Cereal/Legume Rotations in WestAfrica: Soil Mineral Nitrogen, Mycorrhizae and Nematodes. *Verlag Grauer, Stuttgart*.
- BAGYARAJ, D. J. 1991. Ecology of vesicular-arbuscular mycorrhizae. In *Handbook of Applied Mycology, Soil and Plants*, vol.I, (Eds) by D.K. Arora., B. Rai., K.G. Mukerji., and G.R. Knudsen. Marcel Dekker. USA.
- BETHLENFALVAY, J. G 1992. Mycorrhizae and Crop Productivity. *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture*. ASA Special Publication, Number 14, p: 1 - 27.
- BIELESKI, R. I., 1973. Phosphate pools, phosphate transport and phosphate availability. *Annual Review of Plant Physiology*, 24: 225-252.
- BOLAT, N. Y., 2006. Doğal Ekosistemde Bulunan Mikoriza Türlerinin Kültür Bitkilerine Adaptasyonunun Sağlanması. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Adana 64.
- BONFANTE - FASOLO, P. 1984. Anatomy and Morphology of VA Mycorrhizae. pp: 5 - 33 in: *VA Mycorrhiza*. Ed., C.L.I. Powel and D.J. Bagyaraj. CRC Press. Boca Rafon, Florida.
- BOUYOUCOUS, G. D. 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soil. *Agronomy J.*, 43:434-438.
- BOWEN, G.D. 1980. Mycorrhizal roles in tropical plants and ecosystems. In *Tropical Mycorrhiza Research* (P. Mikola, ed.), Oxford University Pres, Oxford, pp. 165-190.
- BREMNER, J.M., 1965. Method of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological methods. American Society of Agronomy inc. Madison, wisconsin-1149-1178, USA.
- BROWN, M.F., KING, E.J. 1991. Morphology and Histology of Vesicular - Arbuscular Mycorrhizae. A. anatomy and Cytology. In: *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*. p: 15 21.

- BRUNDRETT, M. 1991. Mycorrhizas in Naturel Ecosystem. Advanced in Ecological Research, Vol (21): 171 – 313.
- BRUNDRETT, M., BOUGHER, N., DELL, B., GROVE, T., MALAJCZUK, N., 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. Australian Centre for International Agricultural Research. Pirrie Printers, Canberra, Australia 347p.
- DAVIS, E.A., and YOUNG, J.L., 1985. Endomycorrhizal colonization of glasshouse-grown wheat a sinfluenced by fertilizer salts when banded or soil – mixed.Canadian Journal of Botany 63:1196-1203.
- DAVIS FT, LINDERMAN R. G., (1991). Short-term effects of phosphorus and va-mycorrhizal fungi on nutrition, growth and development of Capsicum annum L. Sci. Hortic., 45: 333-338.
- DAVIS, R. M., 1978. Influence of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae on Phytophthora Root Rot of Three-Crop Plant, Phytopathology 68: 1614-1617.
- DAVIS, R. M., 1979. Influence of Glomus Fasciculatus and Soil Phosphorus on Verticillium Wilt of Cotton, Phytopathology 69: 453-456.
- DEMİR, S. 1998. Bazı Kültür Bitkilerinde Vesiküler-Arbusküler Mikorrhiza (VAM) Oluşumu ve Bunun Bitki Gelişimi ve Dayanıklılıktaki Rolü Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enst.Bitki koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir 114 s.
- DHINGRA, K.K., GUPTA R.P., SINGH J., KAUR, H., 1994. Response of lentil to Vesicular Arbuskuler Mycorrhiza (Glonus fasciculatum) and Rhizobium leguminosarum inoculation in relation to phosphorus levels, Lens Newsletter,21(1);36-38.
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., SAYIN, M., KAPUR, S., GÜZEL, N., DERİCİ, R., YEŞİL SOY, M. Ş., YEĞİNGİL, İ., SARI, M., KAYA, Z., AYDIN, M., KETTAŞ, F., BERKMAN, A., ÇOLAK, A. K., YILMAZ, K., TUNÇGÖĞÜS, B., ÇAVUŞGİL, V., ÖZBEK, H., GÜLÜT, K. Y., KARAMAN, C., DİNÇ, O., ÖZTÜRK, N. VE KARA, E. E. 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT) I. Harran Ovası, TÜBİTAK, Proje No TOAG-534:Ankara, s.475.
- EFE, E., BEK, Y., and ŞAHİN, M. (2000). Spss'te çözümleri ile istatistik yöntemler ii. Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü, Yayın No:10.
- ERGİN, S.F., 2006. Mikorizanın Marul Bitkisinde Bitki Gelişimi ve Fosfor Alımı Üzerine Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van, 25.
- FABER, B.A., ZAROSKI, R. J., MUNNS, D.A., and SHACKAL, K., 1991.Amethod of measuring hyphal nutrient and water uptake in mycorrhizal plants. Canadian Journal of Botany, 69: 87 – 94.
- FREDEEN, A.L., and TERRY, N., 1988. Influence of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Infection and Soil Phosphorus Level on Growth and Carbon Metabolism of Soybean. Canadian Journal of Botany, 66:2311–2316.
- GEORGE, E., and MARSCHNER, H., 1996. Nutrient and Water Uptake by Roots of Frest Trees. P.Z.P flanzenernahr. Bodenk, 159:11-21.
- GERDEMANN, J.W. 1968. Vesicular - Arbuscular Mycorrhiza and Plant Growth. Annu. Rev. Phytopathol. 6: 397 - 418.
- GILDON, A. and TINKER, P.B. 1983. Interaction of vesicular-arbuscular mycorrhiza infection and heavy metals in plants. I. The effect of heavy metals

- on the development of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *New Phytol.*, 95: 247-261.
- GIOVANNETTI, M. & MOSSE, B. (1980). An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist* 84, 489-500.
- GÖK, S., 2007. Düşük Fosfor Koşullarında Yetişen Mısır Genotiplerinin Fosfor Beslenme Statüleri Üzerine Kükürt ve Çinko Elementlerinin Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana 74.
- GRAHAM, J. H., LEONARD, R. T., and MENGE, J. A., 1981. Membrane – mediated decrease in root exudation responsible for phosphorus inhibition of vesicular – arbuscular mycorrhiza formation. *Plant Physiology*. 68, 548 – 552.
- GREEN, N. E., GRAHAM, S. O., and SCHENCK, N. C., 1976. The influence of pH on the germination of vesicular-arbuscular mycorrhizal spores. *Mycologia*, 68:929-934.
- HARLEY, J. L. 1975. The Mycorrhizal Associations. *Encyclopedia of Plant Physiology*, Vol:17, p: 148 – 186.
- HARLEY, J. L. and SMITH, S. E. 1983. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press. London.
- HAYMAN, D. 1981. Mycorrhiza and its Significance in Horticulture. *The Plantsman*, Vol: 2, part: 4, p: 214 -224.
- HAYMAN, D. S. 1975. The occurrence of mycorrhiza in crops as affected by soil fertility. In *Endomycorrhizas* (F. E. Sanders, B. Mosse, and P. B. Tinker, eds.). Academic Press, London, 1975, pp. 495-509.
- HAYMAN, D. S., 1970. Endogone spore numbers in soil and soil treatment. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 54:53-63.
- HAYMAN, D., 1982. Influence of soils and fertility on activity and survival vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Phytopathology*, 72:1119-1126.
- HIZALAN, E., E. ÜNAL, 1966. *Topraklarda Önemli Analizler*. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayın no: 278.
- HOOVER, J. E., and ATKINSON, D., 1996. Arbuscular mycorrhizal fungi induced alteration to three root architecture and longevity. *P. Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, 159. 229-234.
- ANONİM, 2013. Mikorizanın Besin Elementlerinin Alımına Etkisi. <http://haber.kursistem.com/mikorizanın-besin-elementlerinin-alimina-etkisi.html>
- GÜBE, Ö., 2006. Bir Ortak Yaşam Öyküsü Mikoriza. *Ekoloji Magazin*, (11). INVAM., <http://invam.caf.wvu.edu/>
- JACKSON, M. L., 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs. USA.
- JOHNSON, C. R. and MICHELINI, S. 1974. Effect of mycorrhizae on container grown Acacia. *Proc. of the Florida State Hort. Soc.*, 87:520-522.
- KACAR, B., 1994. *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri*, A.Ü.Z.F. Egt. Arast. ve Gel. Vakfı Yayın No: 3, Ankara.
- KACAR, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II, Bitki Analizleri, Ankara
- KAPOOR, R., PATHAK, A., MAGO, P., MUKERJI, K. G., 1996. Vamin Two Crucifers. *Cruciferae Newsletter*, 18: 116-117.
- KAPULNIK, Y. AND DOUDS, D. D. JR (eds.) 2000. *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. p: 47-68.

- KARACA, H. ve KAYA, Z., 2009. Mikoriza ve Elementer Kükürtün Bitki Tarafından Toprakta Fosfor Alımına Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana 20-2:.
- KHAN, A. G., 1975. Growth effect of VA mycorrhiza on crops in the field In Endomycorrhizas. (Eds) F.S Sender, B. Mosse, and P.B. Tinker. London. . P 419 – 435.
- KHAN, A. G.,1981. Growth responses of endomycorrhizal onions in unsterile coal waste. New Phytol., 87:363-370.
- KILAVUZ A., 2006. Artan Dozlarda Tuz ve Fosfor ile Mikoriza Uygulamasının Nohut (*Cicer Arietinum* L.) Bitkisinde Verim, Azot, Fosfor ve Potasyum İçeriğine Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van, 42.
- 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 blue stem in on- sterile soil. New Phytologist 109,473-481.
- KORKMAZ, A. A., 2005. Farklı Konukçu Bitki Ve Yetiştirme Ortamlarının Mikoriza Üretimi Ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 65.
- KOSKE, R. E., and GEMMA, J. N., 1989. A modified procedure for staining roots to detect VAM. Mycological Research 92, 486-505.
- KUCEY, R. M. N., JANZEN, H. H., 1987. Effect of VAM and reduced nutrient availability on growth and phosphorus and micronutrient uptake of wheat and field beans under greenhouse conditions. Plant – and – Soil. 104: 1, 71 – 78.
- KUMAR, M., YADAV, K., THAKUR, S.K., MANDAL, K., 1998. Effect of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal fungi and Rhizobium inoculation on nodulation, root colonization, nitrogen fixation and yield to chick-pea. Journal of the Indian Society of soil Science, 46:3,375–378, India.
- LI, X.L., MARSHNER, H. and GEORGE, E. 1991. Acquisition of phosphorus and copper by VA-mycorrhizal hyphae and root-to-shoot transport in white clover. Plant and Soil 135, 49-57.
- LINDERMAN, R. G., 1988. Microbial interaction with the rhizosphere microflora in the mycorrhizosphere effect, Phytopathology, 78, 366-370.
- LU, S. L., BRAUNBERGER, P. G., and MILLER, M. H., 1994. Response of vesicular-arbuscular mycorrhizas of maize to various rates of P addition to different rooting zones. Plant and Soil 158: 119 – 128.
- MANJUNATH, A., and BAGYARAJ, D. J., 1981. Components of VA Mycorrhizal Inoculum and Their Effects on Growth of Onion. New Phytol. 87: 355-361.
- MANOHARACHARY, C., REDDY, P.J.M., 2000: Plant Mineral Nutrition through Ectomycorrhiza, In: Mycorrhizal Biology, (Ed. by K.G. Mukerji, B.P. Chamola, J. Singh), Kluwer Academic, 135-141.
- MARSCHNER, H. 1995. Mycorrhizas. Mineral Nutrition of Higher Plants (Second Edition), Academic Press. p: 566 – 595.
- MENGE, J.A., JARREL, W., LABANAUSKAS, W. M., OJALA, J. C., HUSZAR, C. E., JOHNSON, L.V., and SIBERT, D., 1980. Predicting Mycorrhizal Dependency of Troyer Citrange on *Glomus fasciculatus* in California Citrus Soils, Soil Sci. Soc Am. J. 43.

- MENGE, J.A., LABANAUSKAS, C.K., JOHNSON, E.L.V. and PLATT², R.G. 1978. Partial Substitution of Mycorrhizal Fungi for Phosphorous Fertilization in the Greenhouse Culture of Citrus¹. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 926-930.
- MIYASAKA, C.S., HABTE, M., 2001. Plant Mechanisms and Mycorrhizal symbioses to increase phosphorus uptake efficiency. Communications in Soil Science and Plant Analysis. Volume 32, Number 7-8, 1101 – 1147.
- MOHAMMAD, M.J., MALKAWI, H.I., SHIBLI, R., 2003. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on growth and nutrient uptake of barley grown on soils with different levels of salts. Journal Of Plant Nutrition. 26(1):125-137.
- MOSER, M., and HASELWANDTER, K. 1975. Ecophysiology of Mycorrhizal Symbiosis. Encyclopedia of Plant Physiology. Vol: 12, p:391 - 421.
- MOSSE, B. 1973. Advances in the Study of Vesicular - Arbuscular Mycorrhiza. Annu. Rev. Phytopathol. , 11: 429 - 454.
- MOSSE, B. 1981. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Research for Tropic Agriculture. Research Bulletin, Hawai Institute of Tropical Agriculture and Human Sources. 82p.
- MURPHY, J. and J.P. RILEY, 1962. A Modified Single Solution Method for The Determination of Phosphate in Natural Waters. Anal. Chem. Acta 27:31-36.
- OLSEN, S.R., V. COLE, F.S. WATANABE, L.A. DEAN, 1954. *Estimations of Available Phosphorus in Soils by Extractions with Sodium Bicarbonate*. U.S.Dept. Of Agric. Cric. 939-941.
- ORTAŞ, İ. 1995. Mikorizanın Besin Elementleri Alımındaki Mekanizmaları. İlhan Akalan, Toprak ve Çevre Sempozyumu. Cilt 2. s. 179 – 192. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 7. Ankara.
- ORTAŞ, İ., 1997. Mikoriza nedir?. TUBİTAK dergisi. Ankara. Şubat 1997 sayı 351.
- ORTAŞ, İ., ERGÜN, B., ORTAKÇI, D., ERCAN, S., ve KÖSE, Ö., 1999. Mikoriza Sporlarının Üretilmesi ve Tarımda Kullanım Olanakları. Tr.J. of Agriculture and Forestry. 23-4.959-968.
- ORTAŞ, İ., HARRIS, P.J., and ROWELL, DL., 1996. Enhanced Uptake Of phosphorus By Mycorrhizal Sorghum Plants As Influenced By forms Of Nitroge. Plant And Soil. 184:255-264
- ORTAŞ, İ., SARI, N. and AKPINAR Ç., 2003 Effects of mycorrhizal inoculation and soil fumigation on the yield and nutrient uptake of some solanaceas crops (tomato, eggplant and pepper)under field conditions. Agr. Med. Vol, 133. 3-4.249-258.
- PALTA, Ş., DEMİR, S., ŞENGÖNÜL, K., KARA, Ö. ve ŞENSOY, H., 2010. Arbüsküler mikorizal funguslar, bitki ve toprakla ilişkileri, mera ıslahındaki önemleri; Bartın Orman Fak. Dergisi, Cilt:12, Sayı:18, 87-98.
- PETERSON, R. L. and FARQUHAR, M. L., 1994. Mycorrhizas - Integrated Development Between Root and Fungi. Mycologia, 86 (3) pp. 311 - 326.
- PONNAMPERUMA, C., 1972. On molecular asymmetry in living organisms. Jurnal of Theoretical Biology, volume 37 issue 1, pp. 187-192.
- POSS, J. A., POND, E., MENGE, J. A., JARRELL, W. M., 1985. Effect of salinity on mycorrhizal onion and tomato in soil with and without additional phosphate. Plant Soil, 88: 307-319.
- RAJ, J., BAGYARAJ, D.J., MANJUNATH, A. 1981. Influence of soil inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhiza and a phosphate-dissolving bacterium on

- plant growth and ^{32}P uptake. *Soil Biology and Biochemistry*. v.13(2) p.105-108.
- REDHEAD, J.F., 1977. Endotrophic mycorrhizas in Nigeria: species of the Endogonaceae and their distribution. *Trans.Br.Mycol.Soc.*,69:275-280,1977.
- RICHARDS, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. *Handbook 60. U.S. Dept. of Agriculture*.
- ROBSON, A., ABBOTT, L. K. and SCHWEIGER, P. F., 1993. benefits of VA mycorrhizas in agricultural and horticultural production. 9th North American Conference on Mycorrhizae (Abstracts), Guelph, Ontario, Canada.51:231-239.
- RUIZ LOZANO, J.M., AZCÓN, R., 2000. Symbiotic efficiency and infectivity of an autochthonous arbuscular mycorrhizal *Glomus* sp. from saline soils and *Glomus deserticola* under salinity. *Mycorrhiza* 10, 137–143.
- RUIZ LOZANO, J. M., AZCON, R., GOMEZ, M., 1996. Alleviation of salt stress by arbuscular-mycorrhizal *Glomus* species in *Lactuca sativa* plants. *Physiol. Plant*. 98:767-772.
- SCHENCK, N. C., 1991. *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*, APS Press, 244 p
- SCHENCK, N.C., and KINLOCH, R. A., 1980. Incidence of mycorrhizal fungi on six field crops in monoculture on a newly cleared woodland site. *Mycologia*, 72:445-455.
- SCHENCK, N.C., and SCHRODER, V.N., 1974. Temperature response of Endogene mycorrhiza on soybean roots. *Mycologia*, 66:600-605.
- SIEVERDING, E. 1991. Vesicular-Arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. Deuthsche Gesellschaft fur technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.
- SINGH, J. P., KARAMANOUS, R. E., and STEWART, J. W. B., 1986. Phosphorus induced zinc deficiency in wheat on residual phosphorus. *J.Agronomy* 78:668-675.
- SMITH, E. H., and WALKER, G., PEARSON., 1990. Physiological interactions between symbionts in VA Mycorrhizal plants. *Annu. Rew. Plant Physiol. PlanMol. Biol.* 39: 221–224.
- SMITH, S., and READ, DJ., 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. Second Edition. Academic Pres. London.
- SÖNMEZ, E., 2006. Artan Dozlarda Zn ve Cd Uygulamalarının, Mikorizalı ve Mikorizasız Koşullarda, Domates Bitkisinin Fide Gelisimi ve N, P, K İçerigine Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van, 35.
- SÖNMEZ, F., ÇIĞ, F., ERMAN; M. ve TÜFENKÇİ, Ş., 2013. Çinko, Tuz ve Mikoriza Uygulamalarının Mısırın Gelişimi ile P ve Zn Alımına Etkisi. *YYÜ. Tar. Bil. Derg.*,23(1): 1–9.23(1): 1-9
- SUBRAMANIAN, K.S., CHAREST, C., DWYER, L. M., And HAMILTON, R. I., 1995. Arbuscular mycorrhizal and water relations in maize under drought stres at tasseling, *New Phytol.* 129:643-650.
- TEKALIGN, M., and KILLHAM, K. S., 1987. Effect of soil liming and vesicular arbuscular- mycorrhizal inoculation on the growth and micronutrients content of the teff plant. *Plant and Soil* 102, 257-259.

- THOMAS, G.W., 1982. Exchangeable Cations. P. 159-165. Chemical and Microbiological Properties. *Agronomy Monography*. No:9, A.S.A.- S.S.S.A., Madison, Wisconsin, USA.
- THOMPSON, J. P., 1990. Soil Sterilization Methods to Show VA-Mycorrhizae aid P and Zn nutrition of Wheat in Vertisols. *Soil Biology and Biochemistry* 22 (2), 229-240.
- TINKER, P.B. 1975. The chemistry of phosphorus and effects on plant growth in Endomycorrhizas (Eds. Sanders, F.C., Mosse, B. and Tinker, P.B.). Academic Pres. London.
- TINKER, P.B. 1980. Role of rhizosphere microorganisms in phosphorus uptake by plants. In *The Role of Phosphorus in Agriculture* (Eds. Khasaweneh, F.E.et.al.) ASA-CSSA-SSSA, Madison, USA.
- TISDALL, J.M. 1994. Possible Role of Soil Microorganisms in Aggregation in Soils. *Plant and Soil*, Vol: 159, No: 1 p. 115 - 123.
- TOMMERUP, I. C., 1983. Sporedormancy in Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 81: 37-45.
- TRIMBLE, R.M., KNOWLES. N.R., 1994. Influence of phosphorus nutrition and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on growth and yield of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.) *Canadian Journal of Plant Science*. 75:251-259.
- TÜFENKÇİ, Ş., DEMİR, S., ERDAL, İ., 2000. Vesiküler-Arbusküler Mikorhiza (VAM) Aşılmasının Azotlu ve Fosforlu Gübrelerle Gübrelenmiş Nohut Bitkisinin N ve P _çerigi Üzerine Etkisi. *Y.Y.Ü. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi* 10:1, 19-23.
- WALKEY, A. 1947. Critical Examination of a Rapid Method for Determining Organic Carbon in Soils: Effect of Variations in Digestion Conditions and Inorganic Soil Constituents. *Soil Science*, 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.
- WILCOX, H.E. 1971. Morphology of Ectomycorrhizae in *Pinus resinosa*. In *Mycorrhizae*, ed, E. HacsKaylo, 54 - 68. U.S. Dept.Agr. Misc. Publ. 1189, 225 pp.
- YILMAZ, E. ve GÜL, A., 2009. Topraksız Ortama Arbusküler Mikoriza Aşılmanın Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Yetiştiriciliği Üzerine Etkileri* Gaziosmanpaşa Üniversitesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2): 55-61.
- YÜCEL, C., 2007. Buğday ve Yabani Türlerinin Beslenme ve Verim Yönünden Mikorizaya Bağımlılığının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 164.
- YÜKSEL, A., 2006. İki Farklı Yetiştirme Ortamında Değişik kompost Uygulamalarının Üçgül ve Soğan Bitkilerinin Gelişimi, Besin Elementleri Alımı ve Mikoriza İnfeksiyonu Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 101.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Havva ŞAHİN
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi: Nizip
Telefon :
e mail : sahin0503@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:Yavuz Sultan Selim Lisesi, Şahinbey, Gaziantep	2005
Üniversite	: Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Haliliye, Şanlıurfa	2009
Yüksek Lisans:	Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Haliliye, Şanlıurfa	2015

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2011	İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	Ziraat Mühendisi

UZMANLIK ALANI : Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

YABANCI DİL : İngilizce