

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

**MİKORİZA (MYCORRHIZA) MANTARININ BUĞDAYIN
ERKEN FİDE GELİŞİMİ DÖNEMİNDEKİ FOSFOR ALIMINA
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EZGİ ÇAKAN

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Mehmet AYÇİÇEK**

BİNGÖL-2021



T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**MİKORİZA (MYCORRHIZA) MANTARININ BUĞDAYIN ERKEN
FİDE GELİŞİMİ DÖNEMİNDEKİ FOSFOR ALIMINA ETKİSİNİN
BELİRLENMESİ**

Prof. Dr. Hasan KILIÇ danışmanlığında, EZGİ ÇAKAN tarafından hazırlanan bu çalışma
29/07/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yüksek
Lisans Tezi olarak **oy birliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan	: Prof. Dr. Mehmet AYÇİÇEK	İmza	:
Üye	: Doç. Dr. Mustafa OKANT	İmza	:
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi H. Şeyma YILMAZ	İmza	:

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun// tarih ve/
nolu kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Zafer ŞİAR
Enstitü Müdürü

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

ÖNSÖZ

Tez çalışmaları süresince yardımlarını ve bilgi birikimini esirgemeyen, çalışmaların tamamlanabilmesi için gerekli desteği veren değerli hocam Prof. Dr. Mehmet Ayçiçek'e teşekkür ederim.

Tez yürütme çalışmaları esnasında yaptıkları yönlendirmeler ve katkılarından dolayı değerli hocalarım Prof. Dr. Ali Rıza Demirkıran'a ve Prof. Dr. Hasan Kılıç'a, deneysel çalışmalar esnasında yardımlarını gördüğüm Ziraat Yüksek Müh. Kadriye Ateş'e teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, bende büyük emekleri olan, bugünlerimi merak ve heyecanla bekleyen, bir yerlerde beni gördüğüne inandığım ve her zaman elini omuzumda hissettiğim canım babacığma ve hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan canım anneme teşekkürlerimi borç bilirim.

Ezgi ÇAKAN

Bingöl 2021

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3.1. Materyal.....	21
3.2. Yöntem.....	21
3.2.1. Bitki Ölçüm ve Analizleri.....	21
3.2.1.1. Toprak Üstü Aksam (Sürgün) Uzunluğu (cm).....	21
3.2.1.2. Toprak Üstü Yaş Ağırlık (g)	21
3.2.1.3. Toprak Altı Aksam (Kök) Uzunluğu (cm)	21
3.2.1.4. Kök Yaş Ağırlığı (g)	22
3.2.1.5. Sürgün Kuru Ağırlığı (g)	22
3.2.1.6. Kök Kuru Ağırlığı (g)	22
3.2.1.7. Fosfor Tayini.....	22
3.2.2. Toprak Analizleri.....	22
3.2.2.1. Toprak Reaksiyonu.....	22
3.2.2.2. Elektriksel İletkenlik Tayini.....	22
3.2.2.3. Bünye Analizi.....	22

3.2.2.4. Kireç.....	22
3.2.2.5. Toplam Azot.....	22
3.2.2.6. Fosfor Tayini.....	22
3.2.2.7. Potasyum Tayini.....	23
3.2.3. İstatiksel Analizler.....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	31
4.1. Toprak Üstü (Sürgün) Uzunluğu.....	33
4.2. Toprak Altı (Kök) Uzunluğu.....	35
4.3. Sürgün Yaş Ağırlığı.....	37
4.4. Sürgün Kuru Ağırlığı.....	39
4.5. Yaş Kök Ağırlığı.....	41
4.6. Kuru Kök Ağırlığı.....	43
4.7. P (PPM).....	45
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	47
KAYNAKLAR.....	50
ÖZGEÇMİŞ.....	55

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

P	: Fosfor
N	: Azot
K	: Potasyum
Cu	: Bakır
Zn	: Çinko
Fe	: Demir
Ca	: Kalsiyum
Mn	: Manganez
AMF	: Arbüsküler Mikorizal Funguslar
VAM	: Vesiküler Arbüsküler Mikoriza
PPM	: Milyonda Bir Birim

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan mikoriza.....	24
Şekil 3.2. İlk sulama suyu karışımı.....	24
Şekil 3.3. Mikorizalı su.....	24
Şekil 3.4. Mikorizalı su.....	24
Şekil 3.5. Ekime hazır hale getirilen saksılar.....	25
Şekil 3.6. Laboratuvar ortamı.....	25
Şekil 3.7. Laboratuvar ortamı.....	26
Şekil 3.8. Çıkışın ilk zamanları.....	26
Şekil 3.9. Çıkış zamanı.....	27
Şekil 3.10. Çıkış zamanı.....	27
Şekil 3.11. Çıkış anı.....	28
Şekil 3.12. Aşırı sulama ve rutubetten oluşan küf.....	28
Şekil 3.13. Boylanan buğday bitkileri.....	28
Şekil 3.14. Mikoriza aşıl原因 ve mikoriza aşıl原因mayan buğday bitkisinde sürgün farkı.....	29
Şekil 3.15. Sökülen buğday bitkisi.....	29
Şekil 3.16. Sürgün ve kök uzunlukları.....	29
Şekil 3.17. Sürgün ve kök uzunlukları ölçümü.....	30
Şekil 3.18. Toprakta fosfor analizi.....	30
Şekil 3.19. Toprakta fosfor analizi.....	30
Şekil 4.1. Farklı toprak çeşitlerinde mikoriza aşıl原因masının buğdayda toprak üstü aksam (sürgün) uzunluğuna etkisi.....	34
Şekil 4.2. Farklı toprak çeşitlerinde mikoriza aşıl原因masının buğdayda toprak altı aksam (kök) uzunluğuna etkisi.....	36
Şekil 4.3. Farklı toprak çeşitlerinde mikoriza aşıl原因masının buğdayda yaş sap ağırlığına etkisi.....	38

Şekil 4.4. Farklı toprak çeşitlerinde mikoriza aşılmasının buğdayda kuru sap ağırlığına etkisi.....	40
Şekil 4.5. Farklı toprak çeşitlerinde mikoriza aşılmasının buğdayda yaş kök ağırlığına etkisi.....	42
Şekil 4.6. Farklı toprak çeşitlerinde mikoriza aşılmasının buğdayda kuru kök ağırlığına etkisi.....	44
Şekil 4.7. Farklı toprak çeşitlerinde mikoriza aşılmasının buğdayda fosfor oranına etkisi.....	46

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1.	Farklı toprak çeşitlerinin bazı özellikleri.....	31
Tablo 4.2.	Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı toprak çeşitlerinden hasat edilen buğday bitkisine ait bazı analiz sonuçları.....	32
Tablo 4.3.	Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı karışım toprakların toprak üstü uzunluğuna ait elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları.....	33
Tablo 4.4.	Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı karışım toprakların toprak üstü uzunluğuna ait ortalamalar.....	33
Tablo 4.5.	Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı karışım toprakların toprak altı uzunluğuna ait elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları.....	35
Tablo 4.6.	Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı karışım toprakların toprak altı uzunluğuna ait ortalamalar ve oluşan gruplar.....	35
Tablo 4.7.	Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı karışım toprakların sürgün sap ağırlığına ait elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları.....	37
Tablo 4.8.	Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı karışım toprakların sürgün yaş ağırlığına ait ortalamalar ve oluşan gruplar.....	37
Tablo 4.9.	Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı karışım toprakların kuru sap ağırlığına ait elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları.....	39
Tablo 4.10.	Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı karışım toprakların kuru sap ağırlığına ait ortalamalar ve oluşan gruplar.....	39
Tablo 4.11.	Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı karışım toprakların yaş kök ağırlığına ait elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları.....	41
Tablo 4.12.	Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı karışım toprakların yaş kök ağırlığına ait ortalamalar ve oluşan gruplar.....	41
Tablo 4.13.	Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı karışım toprakların kuru kök ağırlığına ait elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları.....	43

Tablo 4.14.	Mikoriza aşılanmış ve aşılanmamış farklı karışım toprakların kuru kök ağırlığına ait ortalamalar ve oluşan gruplar.....	43
Tablo 4.15.	Mikoriza aşılanmış ve aşılanmamış farklı karışım toprakların fosfor oranına ait elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları.....	45
Tablo 4.16.	Mikoriza aşılanmış ve aşılanmamış farklı karışım toprakların toprak üstü uzunluğuna ait ortalamalar ve oluşan gruplar.....	45

MİKORİZA (*MYCORRHIZA*) MANTARININ BUĞDAYIN ERKEN FİDE GELİŞİMİ DÖNEMİNDEKİ FOSFOR ALIMINA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Bu araştırma, Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi kontrollü iklimlendirme odasında, farklı toprak çeşitlerinde mikoriza (*mycorrhiza*) mantarının buğdayın erken fide gelişimi dönemindeki fosfor alımına etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma 1 kg toprak kapasiteli plastik saksılarda, tesadüf parsellerinde 2 faktörlü faktöriyel deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada bitki materyali olarak Bezostaja-1 buğday çeşidi kullanılmıştır. Mikoriza mantarının “*Glomus proliferum*” türü uygulanmıştır. Çalışmada sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları ve yarayışlı fosfor (P) oranı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara, göre mikoriza uygulamasının buğdayda erken fide gelişimi dönemindeki kök uzunluğu ile yaş kök ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli ve olumlu; sürgün uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ile fosfor alımı üzerine olan etkisi ise istatistiki olarak önemsiz olmak üzere olumlu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mikoriza, buğday, erken fide gelişimi, fosfor.

DETERMINATION OF THE EFFECT OF MYCORRHIZA FUNGUS ON PHOSPHORUS UPTAKE IN EARLY SEEDLING DEVELOPMENT OF WHEAT

ABSTRACT

This research was carried out to determine the effect of mycorrhiza (mycorrhiza) fungus and wheat in different soil types on phosphorus uptake in early seedling development period in Bingöl University Faculty of Agriculture controlled air-conditioning room. The study was carried out in plastic pots with a soil capacity of 1 kg, in randomized plots, in a 2-factor factorial design with 4 replications. Bezostaja-1 wheat variety was used as plant material in the study. “*Glomus proliferum*” strain of mycorrhiza fungus was applied. In the study, shoot length, root length, shoot fresh and dry weights, root fresh and dry weights and available phosphorus (P) ratio were investigated. According to the results, the effect of mycorrhiza in early seedling development period of wheat was found significantly positive. On the other hand, the effect of mycorrhiza on the shoot length, wet shoot weight, dry shoot weight, dry root weight and phosphorus uptake was found positive but non significant, statistically.

Keywords: Mycorrhiza, wheat, early seedling growth, phosphorus.

1. GİRİŞ

Dünyada en fazla ekilen ve gıda olarak tüketilen bitki buğdaydır. Dünyada ve ülkemizde çoğu zaman buğday ekmek ile eş anlamlı olarak kullanılır. İnsanoğlu günlük ihtiyaçlarının hemen hemen yarısını buğdaydan sağlamaktadır. Artan nüfus ile birlikte yetersiz beslenme düzeyinde artış meydana gelmeye başlamıştır. Bu durumu engellemek için ciddi bir üretim artışı gerekmektedir. Fakat bunun aksine dünya buğday üretiminin çoğunluğunu karşılayan ve gelişmiş olan ülkelerde yaklaşık son 20 yıldır buğdayda verim artışı olmamakta veya çok az olmaktadır. Bilim adamlarından bazılarının belirttiği gibi ‘dünya giderek belirsizleşen ve büyüyen bir gıda kriziyle karşı karşıya’ düşüncesi ciddi olarak değerlendirilmesi gereken bir görüştür.

Buğday dahil pek çok ürün üretiminin ve sürdürülebilirliğin önündeki engellerden biri de kimyasal gübrelerin uygun maliyetle olmaması ile birlikte gübrelemenin doğru ve zamanında yapılmamasıdır. Buğday yetiştiriciliği yapan üreticiler çoğu zaman gübre noksanlığından dolayı ekim yaptığı mahsullerden yeterli verim alamamaktadırlar. Bunun sonucunda iklim koşullarının değişkenliği oranında verim ve buna bağlı olarak toplam üretimde ciddi sıkıntılar yaşanmaktadır. Bazı üreticiler ise aksine aşırı ve bilinçsiz gübreleme ve ilaçlama yaparak toprakta istenmeyen olumsuz koşullara ve kirliliğe neden olmaktadır.

İnsanoğlu zaman ilerledikçe çoğalan nüfus ihtiyaçlarını karşılayabilmek, bitkisel üretimi artırmak ve gerekli olan gıdayı karşılayabilmek için sürekli yeni yöntemler ile sorunları bilimsel yollarla çözmeye çalışmışlardır. Bu bilimsel araştırmaların en önemlilerinden biride şüphesiz Bitki Besleme ve Gübreleme bilimi ile ilgili çalışmalardır.

Bitki Besleme ve Gübreleme biliminde amaç en az maliyet ile en fazla insanı beslemektir. Bu bilim dalında ideal besleme ve gübreleme uygulamalarını en uygun maliyet ile toprak verimliliğini en iyi şartlara getirip artırmak ve daha fazla ürün elde

etmek temel hedef durumundadır. Ayrıca, toprağın bitki için gerekli besin elementlerini sağlamak Toprak Biliminin en önemli uğraşı alanlarından biridir.

Kimyasal gübreler bitkilerin besin elementi ihtiyacını karşılamaya yardımcı olmaktadır. Kimyasal gübrelerin pahalı olması ve çevre üzerine olan olumsuz etkileri nedeniyle, son yıllarda gelişmiş ülkelerde bu ihtiyacın karşılanmasına diğer bir seçenek olarak mikorizanın da içerisinde yer aldığı biyolojik gübreleme öne çıkmaya başlamıştır.

Bitkilerin kök yoğunluğunun işgal ettiği birim toprak hacmine bağlı olarak besin elementleri alımı sağlanmaktadır. Mobilitesi düşük, dolayısıyla difüzyon hızı düşük olan fosfor (P), çinko (Zn), bakır (Cu) ve molibden 'in (Mo) yanında difüzyonu kısmen düşük olan potasyum (K), kükürt (S) ve amonyum (NH_4) vb. gibi bitki besin elementlerinin alımında Vesiküler Arbüsküler Mikoriza (VAM) 'nın dış hifleri ve kök morfolojisi önemli rol oynamaktadır.

Bitki besin elementi alımındaki mikorizanın temel işlevi; bitki besin elementlerini sömürmek için geniş rizosfer alanı ve hacmi oluşturmak, toprakta bulunan besin elementlerinin absorpsiyon kapasitesini arttırmaktır. Bir santimetre enfekte olmuş kök başına toplam 10 ile 100 metreye kadar mikoriza mantarının hif oluşturduğu varsayılırsa mikorizanın bitkinin su ve besin maddeleri alımına olan katkılarının ne derece önemli olduğu kolayca anlaşılabılır.

Tarım alanlarının usulüne uygun olarak kullanılmamaları sonucunda birtakım sorunlar oluşmaktadır. Bu sorunlardan biri de bilinçsizce yapılan sulama veya gübrelemeye bağlı olarak toprakların tuzlulaşmasıdır. Toprakların tuzlu olması, kültür bitkilerinin çoğunun büyümesine engel olacak oranda çözünebilir tuz içerirler. Sulu tarımın başlamasından sonra dünyanın değişik bölgelerinde tuzluluk sorunu artmıştır. Böylelikle bu soruna bağlı olarak çölleşme de hızlanmıştır. Söz konusu yerlerde sulama sistemleri ya hiç drenaj önlemleri alınmadan ya da çok az dikkate alınarak yapılmıştır. Taban suyu zamanla yükselerek, bitkinin kök bölgesinde tuz birikmesine neden olmuştur. Bitkilerin tuzlu koşullarda yetiştirilmesi iyon dengesini bozmakla birlikte buna bağlı olarak mineral madde değişimlerinde önemli görülebilecek miktarda değişimlere neden olmaktadır (Özcan ve Turan 2000).

Mikoriza uygulaması sonucu kimyasal gübre kullanımı da azalır. Kimyasal gübreye bağlı olarak topraktaki tuzluluk problemi de azalacaktır. Uygulanan mikoriza aşırı fosforlu gübre kullanımını sınırlandırdığından ve engellediğinden, insan sağlığı ve çevre kirliliği bakımından önemli bir tehdit olan topraklarda kadmiyum (Cd) birikimi de engellenmiş olacaktır.

Mikoriza, ilk defa 1985 yılında kullanılan ve mikroorganizma faaliyetlerinde yer alan bir kök mantarıdır. “Myco” mantar, “Rhiza” kök anlamına gelen kelimelerden oluşan mikoriza, kökler ile mantarlar arasındaki faydalı ilişkiyi ifade eder. Fosfor toprakta, azot ise havada fazla miktarda bulunmaktadır. Fakat her iki elementin de yararlı olma durumları bulundukları konuma bağlıdır.

Havadaki ve topraktaki yararlı besin maddelerinin bitkiler tarafından alınmasında mikrobiyal gübreler kullanılır. Böylece zararlı kimyasal gübrelerin kullanılması daha az 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 mantarlar (Arcak ve Güder 2004).

Günümüzde toprak ve bitkinin ekolojik mekanizmalarının yönetilmesi, bitki verimliliğini arttırmayla birlikte topraklardan daha fazla ürün almak için önemlidir ve bu nedenle mikoriza mantarları bitki için çok önemli bir biyogübre olarak kullanılır. Mikoriza mantarının faydalı etkileri ile bitkinin dengeli beslenmesi ve kaliteli ürünler eldesi üzerine olan etkileri bilimsel çalışmalar ile mantıklı bir çözüm olarak birçok çalışmada ele alınmış ve incelenmiştir (Almaca 2014).

Mikoriza, mikroskopla görülebilen ve çok fazla miktarda hif oluşturabilen bir mantar olup bitki kökleri aracılığıyla daha fazla su ve besin elementini bitkiye sağlamaktadır. (Ortaş 1996; 1997; Ortaş ve ark 1999). Mikoriza doğadaki bitkilerin yaklaşık %95’inin köklerine toprakta var olan sporların yardımıyla enjekte olmaktadır. Bitki kök yüzey alanını çok fazla miktarda üretmiş olduğu hifleriyle arttıran mikorizal mantar, bitkilerin

daha uzaktaki ve daha fazla suyu ve besin elementini kolaylıkla almasına olanak sağlamaktadır (Ortaş vd 1999).

Ekosistemde bitki kökleri ile mikroorganizma arasındaki en yaygın simbiyotik ilişkiyi mikoriza 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 vd 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 diğer besin maddeleri alımını da arttırabilmektedir.

Bitkinin daha fazla besin ve su almasını sağlayan mikoriza bitkinin köklerine bulaşarak bitki köklerinin bir uzantısı gibi davranmaktadır. Hifleri Sayesinde daha derinlere ve daha çok alandaki bitki köklerine temas ederek en fazla mineral maddenin ve suyun bitkilere ulaşmasını sağlamaktadır.

Bazı topraklarda fosfor gibi besin elementleri yetersiz olur veya kök sistemi kalın olan bitki türlerinin yüzey alanı düşük olduğu için az bir alana değinirler, bu yüzden su ve besin elementlerini yeterince alamazlar. Doğal gereksinimlerini karşılamak için rizosfer pH sınırn değıştırilmesi bitkilerin mikroorganizmalarla simbiyotik yaşam oluşturmaları gibi doğal adaptasyon mekanizmaları oluşturmuşlardır. Mikoriza mantarları sağladığı simbiyotik ilişki ile kök içi ve kök dışındaki hifler sayesinde topraktaki tüm porlara girerek bitkilerin gelişimi için gerekli olan tüm su ve besin ihtiyaçlarını daha kolay karşılayabilmelerini sağlamaktadırlar.

Ülkemizde 1985-2008 yılları arasında kimyasal gübre üretimi, toplam olarak 2,961-3,811 milyon ton arasında değişerek ortalama 3,342 milyon ton, etkili bitki besin maddesi (BBM) ilkesine göre ise 1,110-1,430 milyon ton arasında değişerek ortalama 1,255 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Gübre üretimimiz VI. Plan Dönem (PD)'inden itibaren sürekli azalmış ve 2008 yılında bu döneme göre azalma oranı %22 olmuştur.

Kimyasal gübre sanayimizin toplam üretim kapasitesi, gübre tüketimimizin %90'ından fazlasını karşılayabilecek düzeyde olmasına rağmen, çeşitli nedenlerden dolayı fabrikaların tam kapasite ile çalışamaması sonucu gübre tüketimimizin ancak %60 kadarı üretimle karşılanmaktadır. Gübre üretiminde yaşanan ham madde sıkıntısıyla beraber gübre ithalatının da zamanında yapılmaması gübreleme sezonunda üreticilerin doğru ve dengeli gübre kullanımını olumsuz etkilemektedir. Bu durumda verimi ciddi oranda düşürmektedir.

Toprak verimliliğinin ve ıslahının artırılmasında en etkili uygulamalardan biri olarak gösterilen mikoriza mantarları, yetiştirme süresindeki azalmayla beraber besin elementlerinin yarıyışlı lığını artırarak ürün artışı sağlayıp kimyasal gübrelerin kullanımını azaltmaktadır.

Mikoriza mantarı aynı zamanda bitki ekim performansını arttırıp erken çıkışı sağlar, patojenlere karşı bitkiyi korur, bitkinin hastalık ve zararlılara karşı direncini arttırır. Erken çıkışın sağlanması ile birden fazla hasada neden olup üründen daha fazla verim alımını sağlamaktadır.

Bu araştırma ile insan beslenmesinde kullanılan kültür bitkileri arasında dünyada ekiliş ve üretim bakımından ilk sırada yer alan buğdayın erken gelişim döneminde mikoriza (mycorrhiza) mantarının fosfor alımına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bitkilerin daha iyi gelişmesini teşvik etmek için, kökle infekte olan mikoriza bitki köklerinin toprakta ulaşamadığı yerlerden daha fazla besin temin eder. Süper fosfattan fosfor alımı ile Radyoizotop ^{32}P trikalsiyum fosfat, akdarı bitkisinin (*Eleusine coracana*) gelişiminde mikoriza mantarı (*Glomus fasciculatus*) ve toprağın aşılmasının etkisini araştırmışlardır. Elde ettikleri verilere göre mikorizalı olanlar mikorizasız bitkilere kıyasla daha fazla kuru madde üretimine sahip olmuştur (Raj 1981).

Harley (1983) yaptığı çalışmada mikorizanın hifleri sayesinde toprak partiküllerini bağlayıp toprak erozyonunun önlenmesine katkı sağladığını görmüşlerdir. Bu sebeple erozyon kontrol programları ve arazi ıslahı ile ilişkili olarak toprak ekolojisi için de faydalı olan bu durum bitki direncini arttırarak, ağır metallerde bulunan toksik etkilere karşı bitkiyi korumaktadır. Besin maddelerinin gereken düzeyde olmadığı topraklarda bitki, büyümeyi arttıran çeşitli maddeler üretir. Üretilen bu maddeler, bitkinin kök düzeninin gelişimini teşvik edebilmektedir. Aynı zamanda mikoriza çeşitli bitkiler arasındaki rekabet ilişkilerine de etki etmektedir.

Biermann (1983) yaptıkları araştırmalarda çok miktarda hif üreten mikorizal mantarın bitki kök yüzey alanını arttırdığını ve köke uzak olan bölgelerdeki besin elementlerini söz konusu hifler aracılığıyla alabildiğini tespit etmişlerdir. Bu simbiyotik iş birliği ile bitkinin mikorizal mantara karbon, mikorizal mantarda bitkiye besin elementi sağlamasıyla gerçekleşmektedir (Anonim, 1997). Doğadaki mikoriza mantarları iki çeşide ayrılır. Bunlar ektomikariza ile endomikarizadır (Prltchett ve Fisher 1987; Castellano ve Molina 1989).

Molina ve Trappe (1983) mikoriza mantarlarının, su alımı ile besin maddelerini arttırarak, bitkilerin zararlılara ve hastalıklara karşı direncini arttırdığını, sorunlu topraklarda kök gelişimini teşvik ettiğini, bitki gelişimine yardım ettiğini, bitki büyümesi ile gelişimine hızlandırıcı etkisi olduğunu, kuraklığa karşı toleransı arttırdığını belirlemişlerdir.

Çalışmada ayrıca mikoriza mantarlarının kimyasal gübre kullanımını azalttığı ve toprak bünyesini olumlu yönde etkilediği de bildirilmiştir (Paul ve Clark, 1989).

Mikorizanın fosfor alımında toprak içerisinde bulunan miktarının önemli bir rolü bulunmaktadır. Bununla ilgili olarak yapılan çalışmalarda, düşük fosforlu topraklarda mikorizalı bitkilerin mikorizasız olanlar ile karşılaştırıldığında birim kök uzunluğu başına düşen fosfor alımını arttırdıkları ve daha fazla büyüdükleri (Sanders, 1975; Hale ve Sanders, 1982; Smith ve ark., 1985; Tester ve ark., 1985; Srivastava ve ark., 1996), fakat toprakta bulunan fosfor miktarındaki artışının mikorizanın etkisini ve kök uzunluğunu azalttığı (Baath ve Spokes 1988; Thomson vd 1990) ve yüksek fosfor miktarlarında ise VAM kolonileşmesinin engellendiği tespit edilmiştir (Srivastava 1996).

Srivastava (1995) mikorizanın besin elementleri içerisinde en yüksek artışı fosfor alımında yaptığını bildirmişlerdir. Bilindiği üzere fosfor; DNA, RNA ve çekirdeğin yapısında yer alması, fosfo-lipid parçası olarak bitki mebranlarını oluşturması, ADP, ATP, NADP ve NAD gibi yüksek enerji moleküllerinin bir bölümünü oluşturarak, respirasyon, azot, fotosentez ve yağ metabolizması ve diğer birtakım reaksiyonlarda rol alması gibi özellikleri sebebi ile bitki büyüme ve gelişmesi için oldukça önemlidir. Aksine fosfor eksikliğinde ise; yaprakların daha erken dökülmesi, mor ya da kırmızı pigmentlerin ortaya çıkması, yaprakların yüzeyinde lekeli alanların oluşması, yaprakların mavi ve koyu-yeşil bir renge dönüşmesi, yapraklarda biçimsel bozuklukların görülmesi ve bitkide iletim sistemlerinin zayıflaması sebebi ile yapraklarda semptomlarının görülmesi gibi anormal durumlar ortaya çıkabilmektedir.

Özcan (2000) mikorizanın bitki beslenmesi üzerine olan olumlu etkisi ile bitki büyümesini artırdığını belirlemişlerdir. Mikoriza aşılamaının özellikle daha düşük P koşulları altında biber, patlıcan, domates Ortaş vd (2003), karpuz, dolmalık biber, hıyar Ortaş (2010) ve yeşil fasulyenin Yang vd (1994, Olsen vd (1999), Liu vd (2003), Li vd (2004), Ortas (2008) büyümesini artırdığı diğer çalışmalarla ortaya konmuştur.

Özcan (2000) yürüttükleri çalışma ile Vesiküler-arbüsküler mikorizanın asit toprak ve alkalinde yetiştirilen mısır bitkisinin gelişimi ile fosfor, çinko, demir, bakır ve mangan konsantrasyonlarına olan etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarında mikorizal

enfeksiyon yüzdesi alkalın reaksiyonlu toprakta %48,3 iken asit reaksiyonlu toprakta %68,3 olarak bulunmuştur. Çalışmada ayrıca, Vesiküler-arbüsküler mikoriza ile enfekte olan mısır bitkisinde çinko konsantrasyonu ile kuru ağırlık her iki toprakta da kontrole göre artmış fakat fosfor konsantrasyonu alkalın toprakta değişmezken asit toprakta artış göstermiştir.

Jansa (2000) doku kültürü ile çoğaltılan orman güllerinde torf içeren şaşırtma ortamına mikorizal mantar aşılmasının bitki için faydalı olduğunu ve bitki gelişimini arttırdığını belirlemişlerdir.

Çığşar (2000) mikoriza ile iyi enfekte edilen bitkilerin daha iyi büyüdüğünü ve yapraklarıyla daha iyi fotosentez yapabildiğini bildirmişlerdir. Araştırmada, gübre fiyatlarının artış göstermesi, buna karşılık gübre kaynaklarının sınırlı sayıda olmasının mikoriza gibi doğal gübre kaynaklarının kullanımı ve değerlendirilmesinin zorunlu olduğuna değinilmiştir.

Ortas (2006) Mikorizanın toprakta bulunması, bitki kökleri içindeki oluşumu ve aktivitesinin toprak verimliliği tarafından önemli miktarda etkilendiğini; özellikle de ortamın P konsantrasyonuna tabi olarak mikorizanın etkinliğini azalttığını belirtmişlerdir (Graham 2001; Ryan vd 2008). Bazı araştırmacılar tarafından mikoriza aşılması ile bitki besin elementleri alımının özellikle de P alımının arttığı ve bitkinin oldukça iyi geliştiği rapor edilmiştir (Nurlaeny vd 1996).

Mohammed (2004) serada farklı fosfor ve tuz içeren topraklarda mikorizalı ve mikorizasız arpa bitkisi ile yaptıkları çalışma sonucunda, artış gösteren tuza bağlı olarak bitkilerin büyümesinde azalmalar olduğunu bildirmişlerdir. Bu azalmalara toprak çözeltisinin yüksek osmotik potansiyelinin negatif etkisinin sebep olduğunu; bunun aksine fosfor uygulaması ve aşılamanın bitki kuru ağırlığını artırdığını belirlemişlerdir. Ayrıca mikoriza aşılmasının Zn ile Fe alımını artırdığını, düşük fosfor içeren topraklarda fosforun ilavesiyle mikrobesein elementlerinin alımının olumlu olarak etkilendiğini belirtmişlerdir. Fakat yüksek fosfor içerikli topraklarda fosfor ilavesiyle mikrobesein elementi alımı olumsuz olarak etkilenmiştir. Artan tuz düzeyleri ile birlikte bitkinin mikroelement konsantrasyonu azalmıştır. Arbüsküler Mikoriza aşılması ile yüksek tuz miktarı içeren toprakta yetişen bitkilerin Na konsantrasyonu azalırken, orta ve düşük

tuzlu topraklarda yetişen bitkilere Arbusküler Mikoriza aşılması ile bu bitkilerin Na konsantrasyonunda bir değişim olmadığını görmüşlerdir.

Coşkan (2003) soya bitkisi üzerinde yaptıkları bir denemede kullandıkları P dozlarının (10, 50, 250 mg P/kg) mikorizal enfeksiyonun üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını, fakat mikorizal aşılamanın mikorizal enfeksiyon üzerinde oldukça belirgin bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Demir (2004) Biber bitkilerinin mikoriza ile inokule edildikten sonra P içeriğinin arttığını ve bunun da biber bitkilerinin fizyolojik performansını olumlu bir şekilde etkilediğini tespit etmişlerdir.

Akman Özturan (2017) gübreli ile gübresiz şartlar altında *Rhizobium* ve mikorizanın yalnız başına ve birlikte inokulasyonunun Zülbiye fasulye çeşidinde bitki gelişimine, birtakım tarımsal karakterlere, tohumun besin maddesi içeriğine ve tane verimi üzerine etkilerini ortaya koymak için yürüttüğü çalışmada; mikoriza uygulamasının, bitki köklerindeki mikorizal kolonizasyon oranını (%73,17) mikoriza uygulanmayana göre (%40,50) oldukça önemli ölçüde arttığını, fasulye tanelerinin Mg, Ca, P, Fe, Mn, Zn, Cu ve Na içeriği üzerine etkisinin ise önemli olmadığını belirlemiştir.

Grant vd (2005) yaptıkları çalışmada mikorizanın besin elementleri alımına (Marschner ve Dell, 1994; Smith ve Smith, 2011), yaprak boyuna (Fredeen ve Terry, 1988), bitki ile su arasındaki ilişkiye (Auge ve ark, 1995) ve karbonhidrat metabolizmasına (Sachar-Hill ve ark, 1993) etki ettiğini bildirmişlerdir. Mikoriza mantarının toprakta bitkilerce alımı yavaş olan öncelikle fosforun alımını sonrasında ise besin elementlerini kontrollü koşullar altında önemli ölçüde arttırdığı sera şartları altında yapılan denemelerle belirlenmiştir.

Gupta (2005) mısır bitkisinde mikoriza aşılması ile tuz-asit uygulaması yaparak gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda tuzlu koşullar altında aşılama sağlanmayan bitkilerde bitki büyümesinin %50 oranında azaldığını belirlemiştir. Aynı zamanda vesikül/kök yüzdesi ile sayısının, kökte mikoriza kolonizasyonunun ve topraklarda spor sayısının tuzlu koşullarda azaldığını, ayrıca büyümeyi azaltan etkenlerden birinin de asit uygulaması olduğunu bildirmişlerdir.

Korkmaz (2005) farklı konukçu bitki ve yetiştirme ortamlarının mikoriza üretimi ve kalitesi üzerine olan etkilerini araştırmıştır. Farklı türde bitki yetiştirme ortamları kullanılarak yüksek düzeylerde ve kaliteli mikoriza üretiminin sağlanmasının amaçlandığı çalışmada; farklı bitki yetiştirme ortamları ve farklı arbüsküler mikoriza türlerinin uygulamasının mısır ile sorgum bitkilerinin büyümesine, besin elementleri alımına kontrol bitkilerine oranla yüksek oranda etki ettiği ortaya konmuştur. Ayrıca mikorizaya da bağımlı olan sorgum ve mısır bitkileri mikoriza aşılması ile beslenme ve büyüme yönünden daha sağlıklı bir gelişme göstermişlerdir.

Sahin (2005) mikorizanın soya fasulyesinde fosfora olan ihtiyacı azalttığını, bitki gelişimi ile verime olumlu olarak etki ettiğini belirtmişlerdir. Genel olarak bakıldığı zaman AMF birçok kültür bitkisi ile ilişki içindedir ve bu ilişki içinde etkinliği sadece çevre koşulları, konukçu ve simbionta bağlı olarak değişebilir.

Hacısalıhoğlu (2005) Florida'da gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, 7 fasulye genotipine (Calima, Jamapa, Voyager, Avanti, DOR364, G19839 ve Contender) mikoriza (*Glomus intraradices*) uygulamışlardır. Çalışma sonucunda mikorizal mantarların fasulyenin gelişimine faydalarının olduğunu bildirmişlerdir. Fasulye genotipleri arasında mikorizal tepkiler açısından oldukça önemli farklılıkların elde edildiği çalışmada, genotiplerin büyük bir bölümü düşük fosfor şartlarında mikorizaya olumlu yönde tepki göstermişlerdir. Büyüme açısından genotipler arasındaki varyasyon %58,40 (DOR364) ve %0,20 (G19839) oranları arasında değişmiş, en fazla etkinlik DOR364 genotipinde tespit edilmiştir.

Ergin (2006) mikoriza ve fosfor uygulamalarının marul bitkisinde bitki gelişimi ve fosfor alımına etkilerini değerlendirdiği araştırmasında; fosfor uygulamaları ile marul bitkisinin verim kriterlerinde kontrole göre istatistiksel anlamda önemli ($P<0.01$), belirgin artışlar elde etmiştir. Yaprak sayısındaki artışların istatistiksel anlamda önemli olmadığını belirlediği çalışmada, Mikoriza uygulamaları ile bitki kuru ağırlığı ve bitki çapında istatistiksel olarak önemli ölçüde ($P<0.01$) artışlar elde etmiş, diğer verim kriterlerinde oluşan artışların da istatistiksel anlamda önemli olmadığını belirlemiştir.

Kılavuz (2006) artan dozlarda fosfor ve tuz ile mikoriza uygulamasının nohut bitkisinde verim, fosfor, potasyum ve azot içeriğine etkisini araştırdığı çalışmada; yetiştirme ortamına artan dozlarda tuz ve fosfor uygulaması ile nohut bitkisinin gelişimi ve besin elementi alımı üzerine mikorizalı ve mikorizasız şartların etkilerini belirlemeyi hedeflemiştir. Artan fosfor uygulamaları ile bitkinin K içeriğinde kontrole göre 50 P_2O_5 mg kg^{-1} uygulamasında %0,376'lık, 100 P_2O_5 mg kg^{-1} uygulamasında kontrole göre %0,206'lık oranlarda artışlar görmüştür. Fosfor dozları arasında ise 100 P_2O_5 mg kg^{-1} uygulamasında, 50 P_2O_5 mg kg^{-1} uygulamasına göre %0,17'lik oranda oldukça önemli bir azalma görmüştür. Bitkisel verimin sınırlandırıldığı tuzlu alanlarda görülen ekonomik kayıpların azaltılması ya da ortadan kaldırılması için bu ortamlarda yetiştirilecek en uygun bitki türlerinin yanı sıra bu bitkilerin çeşitlerinin de seçimi ciddi önem taşımaktadır. Aynı zamanda bitkisel verimin sınırlandırıldığı tuzlu alanlarda mikoriza uygulaması ile bitki gelişiminin genel olarak olumlu etkilendiği sonucuna varmıştır.

Yüksel (2006) Üçgül ve soğan bitkilerinin mikorizaya bağımlı konukçu bitkiler olarak mikoriza uygulamasına yüksek düzeyde tepki gösterdiklerini görmüştür. Bu bitkilerin hangi yetiştirme alanlarında etkin kök infeksiyonunu gerçekleştirdiğini, fosfor ve çinkodan daha etkin yararlandığını ve mikorizanın besin elementleri alımı üzerinde etkilerinin daha net olarak belirlenmesinde etkili olmuştur.

Smith (2008) tarafından, Mikoriza; bitki kökleri ile belli başlı mantar türleri arasındaki karşılıklı bir yaşam tarzı olarak tanımlanmaktadır. Aynı zamanda bitki mikorizal mantara karbon, mikorizal mantar ise bitkiye besin elementleri ile su sağlayarak iş birliği yapmaktadır.

Karaca (2008) Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü sera ve laboratuvarında yürüttüğü çalışmada, Karaburun ve Menekşe serisi topraklarında yetiştirilen mısır ile soya bitkilerinden elde edilen biokütle kuru madde verimi, fosfor alımı ve infekte olma oranını değerlendirmiştir. Mikoriza eklenmesi ile toprak üstü aksam ve kök verimi, fosfor alımı ve infekte olma oranında artış görmüştür. Mikoriza eklenmesi ile elde edilen bu artış mikoriza ve 100 mg/kg elementer kükürt ilavesiyle değişmemiştir.

(Yücel, 2009) Türkiye, İsrail, Lübnan, Ürdün ve Suriye'yi kapsayan Verimli Hilal Bölgesi'nin birbirinden farklı ekolojik ve coğrafik bölgelerinden toplanan 23 yabancı gernik buğdayı (*Triticum turgidum subsp. dicoccoides*) hattında mikorizaya bağımlılığını çalışmış, genotipler mikorizalı (*Glomus mosseae*) ile mikorizasız olmak üzere sera koşullarında yetiştirmiştir. Kontrolle karşılaştırdığında, mikoriza inokulasyonunun kök, sap ve toplam kuru madde ağırlığını sırasıyla 4,1, 3,9 ve 3,9 kat artırdığını tespit etmiştir. Çalışmada yabancı gernik buğdayının mikorizaya bağımlılık (%56,8- 90,5) ve büyüme tepkisi (%144,0-990,4) açısından yüksek varyasyon göstermesine karşın, kök enfeksiyonu (%70,0-75,0) düşük oranda bulunmuştur.

Lanthier (2009) mikoriza aşılamanın yararları üzerine yaptığı derleme çalışmasında, mikorizal mantarların bitkilerin besin alımını artırdığını vurgulamıştır. Mikorizal mantarların aynı zamanda, bitkinin farklı stres koşullarına karşı (soğuk, kuraklık ve düşük pH ile yüksek tuzluluk gibi) bitkinin dayanıklılığını artırdığını tespit etmiştir. Mikoriza mantarların salgılarında yer alan antibiyotikler yoluyla ve toprak kökenli hastalıklara karşı fiziksel bir bariyer oluşturarak bitkilerin birtakım hastalıklara karşı toleransını artırdığını belirtmiştir.

(Yılmaz E. G., 2009) yürütmüş oldukları çalışmada patlıcan bitkisine topraksız alanda arbusküler mikoriza aşılamanın kök enfeksiyonu, fide gelişimi, verim ve drenajla atılan element oranına olan etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda fide gelişiminin, verim ve kök enfeksiyonunun kontrole göre artış gösterdiğini, besin elementi alımının artması ile birlikte drenajla atılan besin elementi oranının azaldığını ve + mikoriza uygulaması sonucu 15 ppm P uygulamasının yeterli düzeyde olduğunu belirtmişlerdir.

(Karaca, 2009) mikoriza uygulaması ile kükürt ilavesi sonucu soya ve mısırdaki biokütle üretimi ve P içeriğine etki derecesini araştırdıkları çalışmalarında; mikoriza eklenmesi ile verim ve P içeriğinde artış olduğunu, ancak elementer kükürt ilavesinin verim ve P içeriğinde etkili olmadığını gözlemlemişlerdir.

Almaca ve Ortaş (2010) yürüttükleri araştırmada yeşil mercimek sonrasında üretilen tabii mikoriza aşılması gerçekleştirilen mısırdaki fosfor alımıyla mikorizal kök enfeksiyonunda artış gördüklerini bildirmişlerdir.

(Pulatkan, 2010) mikorizanın değişik iklim ve ortam koşullarında *Forsythia x intermedia* ve *Cotoneaster franchetti* bitkilerinin gelişimi üzerine olan etkilerini araştırdığı çalışmada, öncelikle mikorizanın sera koşullarında farklı yetiştirme alanlarında bitki gelişimlerine olan etkilerini incelemiştir. Sonrasında ise sera ortamından elde edilen bitkileri uygulama alanlarına dikmiştir. Bu iki farklı alanda mikorizalı ile mikorizasız bitkilerin gelişimleri ve yaşama olanaklarını araştırdığı çalışmada; mikorizanın farklı şartlara sahip deneme alanlarındaki bitkilerin gelişimlerini teşvik ettiğini, mikoriza uygulanmayan bitkilere göre, mikoriza uygulanan bitkilerin, kurak koşullar altında daha iyi mücadele ettiklerini bildirmiştir.

(etinkaya, 2010) tarla koşulları altında mikorizal funguslar ile bitki kökleri arasındaki simbiyotik yaşamın mısır verim ve kalite parametreleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada tarımsal yönden önemli bir yere sahip Arbüsküler Mikorizal Fungusları (AMF) bir karışım halinde içeren “Endo-Roots” ticari isimli bir preparat kullanılmıştır. Karella cinsi hibrit mısır çeşidine 5 mikoriza dozu (kontrol, 100, 150, 200 ve 250 mg/da) Tesadüf Parselleri deneme desenine göre ve 3 tekerrürlü olacak şekilde uygulanmıştır. Farklı ölçüde mikoriza uygulamaları sonucu mısır bitkisi yeşil aksam veriminde kontrole göre önemli bir değişim saptanmazken, tane verimi mikoriza uygulamasından olumlu yönde etkilenmiştir. Koan verimi ile ilgili parametrelerde ise mikorizal simbiyoz sonucu olumlu artış saptanmıştır. EndoRoots uygulamaları ile köklerde fungal kolonizasyon %26-30 arasında belirlenirken, bu oranın bitkinin fosfor açlığı altında olması halinde artış olabileceğini bildirmiştir. Çalışma sonucunda, bitki besin maddeleri noksanlığı halinde AMF ’ın bitki verim ve kalite kriterleri ile bitki hastalıklarına dayanıklılık yönünden yarar sağlayacağı ifade edilmiştir.

(Okkaoğlu, 2010) üç farklı mısır çeşidine (King, Shemal, Hido) uygulanan üç değişik mikoriza eşidi (*Glomus intraradices*, *Glomus mossae*, *Aculoaspora bireticulata*) ile beş değişik tuz (NaCl) miktarının (0, 50, 100, 150, 200 mMol) etkilerine bakmak amacıyla yürüttüğü araştırma neticesinde, son senelerde önem kazanan kuraklık ve tuz stresine dayanıklılık yönünden mikorizaların ümit vaat ettiği ve pratiğe dönük tarla çalışmalarına da başlanması gerektiğini bildirmiştir.

Arbüsküler mikorizal fungi (AMF) ekonomik yönden önemli olan bitkilerin birçoğu ile simbiyotik bir ilişki kurmaktadır (Ortaş, 2008). Kök-mikoriza simbiyotik beraberliğinin çinko ve fosfor gibi nispeten hareketliliği yavaş olan besin elementlerinin alımı ile bitki büyümesinde artışa sebep olduğu belirtilmektedir. Ortaş ve ark (2003 a) ve Ortaş (2010, 2012), tarla şartlarında mikoriza aşılmasının bitkinin P ve Zn içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.

Rodriguez vd (2011), yaptıkları çalışmada düşük fosfor seviyelerinde arbusküler mikoriza mantarı ile aşılanmış bitkinin büyümesinin ve fosfor oranının arttığını belirlemişlerdir.

(Akpınar, 2011), yapmış olduğu çalışmada kanola bitkisi yetiştirildikten sonra II. ürün olacak şekilde yetiştirilen mısır bitkisine mikoriza uygulaması ile bitki gelişimi, bitki besin elementleri alımı ve toprağın özelliklerine olan etki derecesini araştırmıştır. Deneme neticesinde, mikoriza uygulaması ile bitki besin elementleri alımının, bitkinin gelişiminin ve toprağın mikrobiyal aktivitesinin arttığını bildirmiştir.

(Karaarslan, 2012), yapmış oldukları çalışmada kudret narı bitkisine mikoriza, fosfor ve demir uygulayarak bitkinin fosfor ve demir alımına etkisini belirlemeyi hedeflemişlerdir. Deneme neticesinde mikoriza ile demirli gübre uygulamasının $P<0,05$ ve fosforlu gübre uygulamasının $P<0,01$ önem düzeyinde etkili olduğu fark edilmiştir. Aynı zamanda fosfor ile mikoriza uygulaması arasında istatistiki düzeyde önemli bir interaksiyonun varlığı da tespit edilmiştir.

(Demirbaş, 2012), yürüttüğü çalışmada biber ve domates bitkilerinde fosfor uygulamayıp, mikoriza aşılması yapmıştır. Her sulamada bir gübre ve her iki sulamada bir gübre uygulamaları verimi en yüksek oranda artıran uygulamalardan olmuştur. Domates ve biber bitkilerinin P içeriklerinin de 'her sulamada bir gübre uygulaması' en yüksek oranda artıran uygulama olmuştur. Aynı zamanda mikoriza aşılması uygulanan besin elementleri içerikleri ile bitkilerin verimi, mikoriza aşılması uygulanmayan bitkilere göre daha fazla olduğunu belirlemiştir.

(Scagel, 2012), mikorizal mantarların, odunsu yapıdaki bahçe bitkilerinde köklenme üzerine etkilerini araştırmak için yürüttükleri çalışma sonucunda, orman güllerinde

mikoriza uygulamalarının köklenme oranını ve kök ağırlığını artırdığı gözlenmiştir. İnteraksiyonun da incelendiği çalışmada, mikoriza uygulamasının köklenme hormonunun etkisini artırdığı tespit edilmiştir.

(Almac, 2013), çeşitli fosfor dozlarında mikoriza türlerinin tarla şartlarında biber bitkisinin gelişimini ve verimini inceledikleri çalışmalarında; 20 kgda-1 P₂O₅ uygulanan konuda, tohum aşamasında mikoriza aşılmasının bitkilerin biber verimini %5,4 ve %12,7 oranında arttırdığını, bunun aksine şaşırtma aşamasında uygulanan yeniden aşılamanın ise %6 ve %20,9 düzeyinde arttırdığını belirlemiştir.

(Sönmez, 2013), yapmış oldukları çalışmada mikoriza ile çinko tuz uygulamalarının mısır bitkisinin gelişimi ile Zn ve P alımına olan etkisini incelemiştir. Deneme neticesinde mikoriza uygulanan bitkilerde kuru ağırlık, yaş ağırlık, Zn ve P içeriğinde mikoriza uygulanması yapılmayan bitkilere göre oldukça önemli derecede artış olduğunu, tuz uygulaması ile bitki gelişiminde, P alımında artış olduğunu, yaş ve kuru ağırlıkta ise azalma olduğunu, çinko uygulaması ile de tüm verilerde artış olduğunu belirtmiştir.

(Sönmez, 2013), Tuz (0, 100 mg Na Cl / kg) ile artan çinko uygulamaları (0, 25, 50 mgZn/kg) 'nın mikorizalı alanlarda mısırın dönüşüm kriterleri ile çinko ve fosfor alımına etkisini değerlendirmiştir. Tuzlu şartlarda yetiştiricilikte mikoriza aşılması ile çinko uygulamalarının bitki gelişimini ve besin elementi alımını olumlu olarak etkileyebileceği sonucuna varılmıştır.

(Öztekin, 2014), mikorizanın serada yetiştirilen domates bitkisinde gelişim, pazarlanabilir verim ve meyve kalitesi üzerinde etkili olduğunu, mikoriza inokulasyonu ve köklerde infekte olmuş olarak bulunan mikoriza oranının arttığı, bu artışa bağlı olarak bitki gelişimi ve pazarlanabilir ürün miktarının, kırmızı renk, meyve çapı, pH ve C vitamini içeriği artış gösterirken, titre edilebilir asitlik, sertlik değeri ve elektriksel iletkenliğin azaldığı saptanmıştır. Pazarlanabilir verimin kontrol uygulamasına oranla %42'lik bir miktarda artış gösterdiğini belirlemiştir.

Toprak ve Diğ (2014), yürüttükleri bir çalışmada, karasal bölge ağaçlandırmalarında sık kullanılan Saçlı Meşe, Toros Sediri ve Karaçam çeşitlerinde mikoriza aşıları fidanlar ve mikoriza aşısız fidanların fidanlık aşamasındaki gelişimlerini ve büyüme farklılıklarını

kıyaslamışlardır. Farklı mikorizal karışımlarla yapılan üniteler ile hiçbir işlemin yapılmadığı kontrol ünitelerindeki Toros Sediri fidanlarının toprak üstü boy büyümesi, kök uzunlukları, kök boğazı çapı, izdüşümü ibre yüzey alanları, toprak üstü kuru ağırlıkları, kök kuru ağırlıkları, toprak üstü yaş ağırlık, kök yaş ağırlıkları, katlılık değerleri ve Dickson kalite indeksi oranlarında istatistiki yönden etkili farklılıkların olduğunu belirlemişlerdir.

(İraz, 2015), yapılan araştırmalar ile fosforun gereken düzeyde bulunmasının mikoriza ve kök arasındaki etkileşimi olumlu yönde etkilediğini, fakat belirli bir miktarın üzerinde fosforun mikoriza ile bitki kökü arasındaki etkileşimi azalttığını bildirmiştir. Diğer bir deyişle yüksek dozda fosforlu topraklarda mikorizal mantarların etkinlikleri sekteye uğramaktadır. Çünkü belli bir miktarın üzerinde bulunan fosfor, bitkinin fotosentezde kullanacağı yapıları mikorizanın kullanmasına sebep olup, köklere gerekli besinin sağlanmasına engel olabilmektedir. Sonuç olarak yüksek düzeyde fosforlu gübre kullanımının bitkiye fayda değil zarar verdiğini belirlemiştir.

(Şahin, 2015), yapılan araştırmalarda mikorizanın oluşumunun ve gelişiminin 30 °C sıcaklıkta olduğunu, en fazla hif oluşumu ve yüzey alanının 28-34 °C arasında olduğunu, mikoriza ve sıcaklık arasındaki ilişkinin bölgeler arasında çeşitlilik gösterdiğini bildirmiştir.

(Yıldıztekin, 2015), sera koşullarında fosfor alımını ve bitki gelişimini saptamak amacıyla buğday bitkisine çeşitli dozlarda magnezyum sülfat ile fosfor ilavesi ve mikoriza aşılmasını uygulamıştır. Yapılan bu uygulamada üst aksamda fosfor içeriği değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel yönden önemli bulunup, fosfor dışında önemli farklılık belirlenmemiştir.

(Kardüz, 2015), Mikoriza uygulamaların marulda bitki gelişimi, baş ağırlığı ve kalite düzeyine etkilerini araştırmışlardır. Mikoriza aşılması uygulanan alanlara göre farklılık göstermiş olmakla birlikte, köklerde mikoriza infeksiyonunu artırmış, buna bağlı olarak bitki gelişimi ve verim değerleri daha yüksek oranlara erişirken, yaprakların nitrat içerikleri azalma göstermiştir. Hindistan cevizi torfu ortamında parametrelerin tamamında en yüksek değerler bulunmuştur. Hindistan cevizi torfu + mikoriza aşılması

uygulamalarının kapılar sistemlerde salata marul yetiştiriciliğinde uygulanmasıyla başarılı sonuçlar elde edileceğini bildirmişlerdir.

(Akman Özturan, 2017) Çalışmasını, Samsun Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün Çarşamba Ambar köprü Araştırma İstasyonunda sürdürmüştür. Çalışmanın amacı gübresiz ve gübreli şartlar altında Rhizobium ve mikorizanın tek başına ve beraber inokulasyonunun Zülbiye fasulye türünde bitki gelişimine, tane verimine, bazı tarımsal karakterlere ve tohumun besin maddesi içeriğine etkilerini belirlemektir. Rhizobium, gübre ve mikoriza uygulamalarının bitki başına tohum sayısına, bitki boyuna, bitki başına ve dekara tane verimine, 1000 tane ağırlığına, tanelerin fosfor içeriğine, tane ham protein oranına, kök uzunluğuna, kök yaş ve kuru ağırlığına etkileri önemli bulunmamıştır. Mikoriza uygulaması, bitki köklerindeki mikorizal kolonizasyon oranını (%73,17) mikoriza uygulanmayana göre (%40.50) oldukça önemli düzeyde artırmıştır. Mikoriza uygulamasının P, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu ve Na içeriği üzerine etkisi olmamıştır.

(Dinçel, 2018), çalışmasını, 2016 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nün polikarbon seralarında nispeten kontrollü koşullarda yürütmüştür. Çalışmanın amacı, bazı patates klonlarından meristem kültürü yoluyla üretilen mini yumruların çoğaltılmasına farklı mikoriza (0, 500, 1 250, 2 000 mg/100 yumru) ve gibberellik asit (0, 5, 10, 15 ppm) dozlarının etkilerini belirlemektir. Mikoriza ve GA3 dozlarının etkileri iki farklı çalışma olarak araştırılmıştır. Denemelerde ana parsellerde klonlar, alt parsellerde ise GA3 ve Mikoriza dozları araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, birbirinden farklı denemeler halinde yürütülen, GA3 ve mikoriza uygulamaları için bulunan en yüksek tohumluk yumru sayıları sırasıyla 15 ppm ve 500 mg/100 yumru dozlarından, bitki başına yumru verimi için ise 15 ppm GA3 dozu ve 1 250 mg/100 yumru mikoriza uygulamalarından elde etmiştir.

(Yılmaz D. , 2018), çalışmasını, 2017 yılında Akdeniz Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında yürütmüştür. Çalışmanın amacı, silajlık mısırın verim ve verimle ilişkili özellikleri üzerine mikoriza uygulaması ve farklı gübre miktarlarının etkilerini belirlemektir. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek hasıl verimi (8136,3 kg/da) mikoriza aşılınmamış ve tam (%100 gübre dozu) gübreleme yapılan uygulamadan elde edilirken, en yüksek kuru madde verimi 2814,7 kg/da ile mikoriza aşılınmış ve tam

gübreleme yapılan uygulamadan elde etmiştir. Çalışma kapsamında incelenen diğer özellikler için de gerekli istatistiki analizler yapılmıştır. Sonuç olarak, mikoriza uygulamasının azalan gübre dozlarında silajlık mısırın verimine etkisinin önemsiz olduğunu, fakat verim ile ilişkili bazı özelliklerin mikoriza uygulamasından olumlu yönde etkilendiğini bildirmiştir.

(Uluğ, 2018), çalışmasını 2017 yılında Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde tesadüf blokları deneme desenine göre, 4 uygulamalı ve 3 tekerrürlü, Gina fasulye çeşidi ve Malatya Soğanı kullanılarak yürütmüştür. Bu çalışmada önemli organik gübre kaynaklarından biri olan solucan gübresinin ve önemli biyogübre kaynaklarından mikorizanın soğan ve fasulye bitkileri yetiştiriciliğinde ayrı ayrı ve birlikte etkilerini incelemişlerdir. Fasulyede uygulamalar arasında istatistiksel olarak %5 oranında önemli farklılıklar bulunup, en yüksek verim solucan gübresi uygulanan bitkilerden alınmıştır. Soğanda ise solucan gübresi, mikoriza ve solucan gübresi + mikoriza uygulamaları arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli bulunmayıp, her 3 uygulama ile kontrol arasında istatistiksel olarak %5 oranında önemli farklılıklar bulunmuştur. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde; verim, meyve kalite özellikleri ve bitki gelişim özelliklerine olumlu etkileri göz önünde bulundurulduğunda, solucan gübresi uygulamalarının soğan ve fasulye yetiştiriciliğinde kullanılabileceğini belirlemiştir.

(Uğur, 2018), bu çalışmayı Diyarbakır'da tarla şartlarında, mikoriza aşılması ve farklı dozajlarda mantar kompostu uygulamalarının fasulyenin bitki gelişimi ve verimine etkisini saptamak için yürütmüştür. Mikoriza aşılması, farklı dozajlarda mantar kompostu uygulamalarında üst aksam ağırlıkları, verim ve fosfor değerleri arasında farklılıklar olduğunu belirlemiştir. Çeşitli dozajlarda mantar kompostu uygulamalarının bitkide verim faktörlerine etkisi istatistiksel yönden önemli bulmuştur.

Demirel (2019), çalışmasını 2017 yılında Harran Ovası koşullarında yürütmüştür. Bu çalışmanın amacı biber bitkisinde (*Capsicum annuum* L.) farklı su seviyeleri ve kök geliştirici mikoriza mantarları uygulanarak verim ve kaliteye etkisini belirlemektir. Çalışmada Arbüsküler Mikoriza mantarları ve 3 farklı su seviyeleri (%50, %100 ve %150) kullanılmıştır. Su kısıtının uygulandığı %50 sulama mevzuunda (kontrol ve mikoriza uygulamasında) biberde bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz yönde

etkilemiştir. Bu araştırma ile birlikte biber bitkisi yetiştiriciliğinde kök geliştirici mantar olan mikorizanın uygulanmasının ve sulama suyu ihtiyacının %100'nün giderilmesi durumunda verimde en iyi sonuçların alınacağını belirlemiştir.

Bilgin (2019), Çalışmasını Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü yarı kontrollü serasında 90 günlük zaman içerisinde saksı denemesi koşullarında yürütmüştür. Denemede iki farklı mikoriza tür aşılması ve biyoçar (biyokömür) uygulaması koşulları altında farklı tuz konsantrasyonları ile sulanmış topraklarda yetiştirilen buğday bitkisinin fotosentez etkinliğini artırarak, bitkinin tuza toleransını araştırmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak oluşturulan denemede bitki materyali olarak Adana-99 buğday türü, 5 tuz dozu (0, 50, 100, 150, 200 mM), üç mikoriza çeşidi (kontrol, *G. mosseae* ve *G. etunicatum*) ve biyoçar uygulanmış ve uygulanmamış olarak kullanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre biyoçar ve mikoriza uygulamalarına bağlı olarak bitkinin C ve N içeriği artmıştır. Biyoçar ve mikoriza uygulamasının fotosentez aktivitesine olumlu yönde etkisi olmuştur. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde; Biyoçar ve mikoriza uygulamaları bitkinin fotosentez aktivitesini artırarak bitkinin tuzdan etkilenme dozunu azaltacağını ve bitki büyüme ve gelişmesi üzerine olumlu olarak etki edeceğini belirlemiştir.

(Deveci, 2019), çalışmasını 2015 yılı Nisan-Temmuz ayları arasında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Merkezinde yürütmüştür. Bu çalışmanın amacı farklı mikoriza ve fosfor dozlarının Tokat sarımsağının verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemektir. Araştırmada Tokat'ın yerel sarımsak genotipini kullanmıştır. Vesiküler Arbüsküler Mikoriza (VAM) (kontrol, 2.5 g/kg, 5 g/kg, 7.5 g/kg ve 10 g/kg) ve fosfor (P₂O₅) dozları (kontrol, 5 kg/da, 10 kg/da, 15 kg/da ve 20 kg/da) uygulanmıştır. Denemede; çıkış ve olgunlaşma süresi mikoriza ve fosfor dozlarından etkilenmemiştir. Ancak, bitki boyu, verim, ortalama baş ağırlığı, ortalama diş sayısı, suda çözünür kuru madde, pH, titre edilebilir asit ve mikorizal infeksiyon oranı anlamlı olarak mikoriza ve fosfor dozlarından etkilenmiştir. Sonuç olarak, en yüksek ortalama baş ağırlığı (19,49 g) ve verim (1039,56 kg/da) ile 2,5 g/kg Mikoriza ve 20 kg/da fosfor uygulamasından elde etmiştir.

(Karadere, 2021), çalışmasını Çukurova Üniversitesi, Araştırma ve Uygulama Alanında 2018 yılında yürütmüştür. Çalışmanın amacı; mısır bitkisine farklı biyoçar (biyokömür) dozları ile mikoriza uygulayarak toprağa karbon (C) bağlama, atmosfere karbondioksit (CO₂) salınımını azaltma ve bunların bitki gelişimi ve verim ile ilişkisini araştırmaktır. Mikoriza uygulaması mikorizasız parsellere göre daha yüksek karbon kazanımı sağlayıp daha yüksek verim elde etmiştir. Sonuç olarak toprak biyoçar uygulaması toprak verimliliğini ve sürdürülebilirliğini arttırırken mikoriza ise bitki verimliliğini arttırmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Deneme, Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak 3 farklı toprak çeşidi (1 toprak ; 3 toprak + 1 kum + 1 torf + 1 gübre; 1 toprak + 1 kum + 1 torf + 1 gübre) ve Bezostaja-1 buğday çeşidi kullanılmıştır. Mikoriza aşılamaında mikorizanın bir türü olan “*Glomus proliferum*” kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Deneme 2020 yetiştirme döneminde laboratuvar koşullarında 1 kg toprak kapasiteli plastik saksılarda, tesadüf parsellerinde 2 faktörlü faktöriyel deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her saksıya 1 kg toprak ve 15 adet tohum ekimi yapılmıştır. Daha sonra seyreltmelerle bu sayı tüm saksılarda 10 âdete düşürülmüştür. Can suyundan sonraki ilk sulamada mikoriza su ile karıştırılıp aşılama yapılmıştır. Ekilen buğday tohumları çıkış yaptıktan sonra erken fide gelişimi döneminde (bitki çıkışından bir ay sonra-sıcaklık 25⁰C) toprak yüzeyinden 1 cm yükseklikten hasat edilmiştir. Hasat sonrası bitkiler üzerinde aşağıdaki ölçüm ve analizler yapılmıştır:

3.2.1. Bitki Ölçüm Ve Analizleri

3.2.1.1. Toprak Üstü Aksam (Sürgün) Uzunluğu (cm): Toprak yüzeyinin üst kısmında kalan bitki uzunluğu ölçülerek belirlenmiştir.

3.2.1.2. Toprak Üstü Yaş Ağırlık (g): Toprak üstü bitki aksamı yaş olarak 0,001 g hassasiyetli terazide tartılarak belirlenmiştir.

3.2.1.3. Toprak Altı Aksam (Kök) Uzunluğu (cm): Toprak yüzeyinin alt kısmında bulunan bitki uzunluğu (kök)ölçülerek belirlenmiştir.

3.2.1.4. Kök Yaş Ağırlığı (g): Toprak yüzeyinin alt kısmında bulunan bitkinin kök kısmı 0,001 g hassasiyetli terazide tartılarak belirlenmiştir.

3.2.1.5. Sürgün Kuru Ağırlığı (g): Toprak yüzeyinin üst kısmında kalan bitkinin 1 hafta süreyle soğuk hava deposunda 25 °C sıcaklıkta kurutulduktan sonraki ağırlığının hesaplanması yapılmıştır.

3.2.1.6. Kök Kuru Ağırlığı (g): Toprak yüzeyinin alt kısmında kalan bitkinin gerekli koşullar altında kurutulduktan sonraki ağırlığının hesaplanması yapılmıştır.

3.2.1.7. Fosfor Tayini: Bitki örneklerindeki fosfor içeriği yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir (Kaçar 2009).

3.2.2. Toprak Analizleri:

3.2.2.1. Toprak Reaksiyonu: Doygun hale getirilen toprağın hidrojen iyonu aktivitesinin pH metre ile ölçülmesi ile belirlenmiştir (Horneck 1989).

3.2.2.2. Elektriksel İletkenlik Tayini: Elektriksel iletkenlik için doymun hale getirilen toprağın EC metre ile ölçülmesiyle belirlenmiştir (Jackson 1962).

3.2.2.3. Bünye Analizi: Toprakların kum, silt ve kil fraksiyonlarının oransal dağılımı Bouyoucus hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir (Demiralay 1993). Analizler Bouyoucus hidrometre düzeneği kullanılarak yapılmıştır.

3.2.2.4. Kireç Tayini: Scheibler kalsimetresinde toprağın seyreltik hidroklorik asitle reaksiyona tabi tutulması ile karbonatlardan çıkan CO₂ gazının hacminin ölçülmesi ve ölçülen değerlerin hesaplanması ile belirlenmiştir (Allison 1965).

3.2.2.5. Toplam Azot Tayini: Kjeldahl yöntemiyle, toprak ve bitki örneğindeki azotun sülfürik asitle yakılarak amonyuma dönüştürülmesi, bu amonyumun alkali bir ortamda damıtılması neticesinde açığa çıkarılan amonyağın borik asitte toplanması ve uygun bir indikatör kullanılarak sülfürik asit ile titre edilmesi sonucu toprakta bulunan azot miktarı tespit edilmiştir (Kaçar 2009).

3.2.2.6. Fosfor Tayini: Toprakta bulunan fosforun 0.5 N sodyum bikarbonat çözeltisi ile ekstrakte edilerek hazırlanan numune çözeltisinin absorbansının spektrofotometrede okunması ile okunan değerin aynı şartlarda hazırlanmış

standart çözeltilerin okuma değerleriyle kıyaslanması ile belirlenmiştir (Olsen 1954).

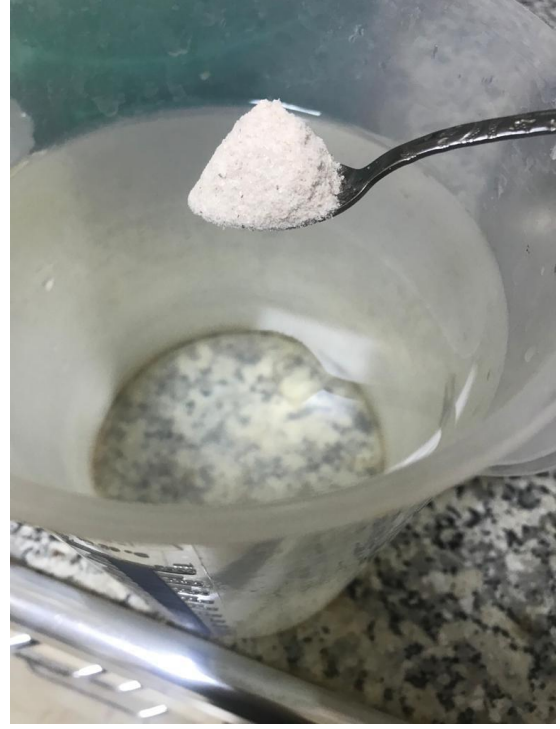
3.2.2.7. Potasyum Tayini: Toprakların potasyum içeriği 1 N amonyum asetat çözeltisiyle ekstrakte edilerek çözeltiye geçen potasyumun alev fotometrede okunması ile belirlenmiştir (Black 1965).

3.2.3. İstatistiksel Analizler

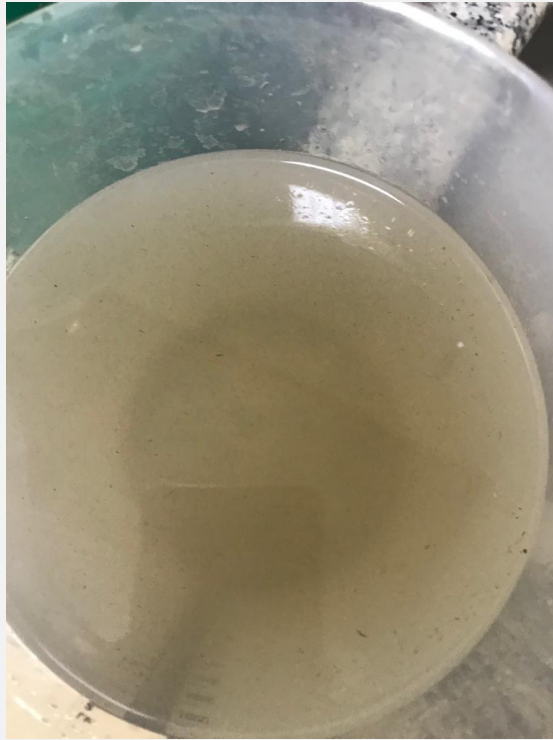
Deneme sonucunda elde edilen veriler JMP istatistiki paket kullanılarak Tesadüf Parsellerinde 2 faktörlü faktöriyel deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiki farklı grupların oluşturulmasında ise %5 olasılık düzeyinde Duncan testi kullanılmıştır.



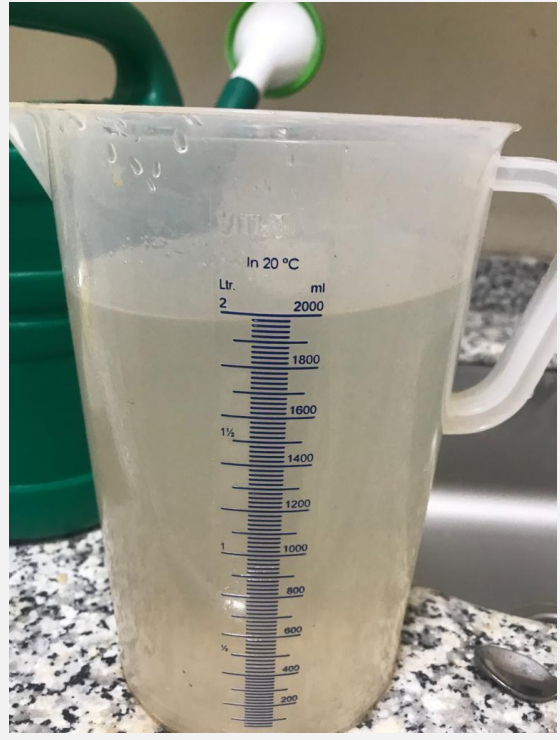
Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan mikoriza



Şekil 3.2. İlk sulama suyu karışımı



Şekil 3.3. Mikorizalı Su



Şekil 3.4. Mikorizalı Su



Şekil 3.5. Ekim'e hazır hale getirilen saksılar



Şekil 3.6. Laboratuvar ortamı



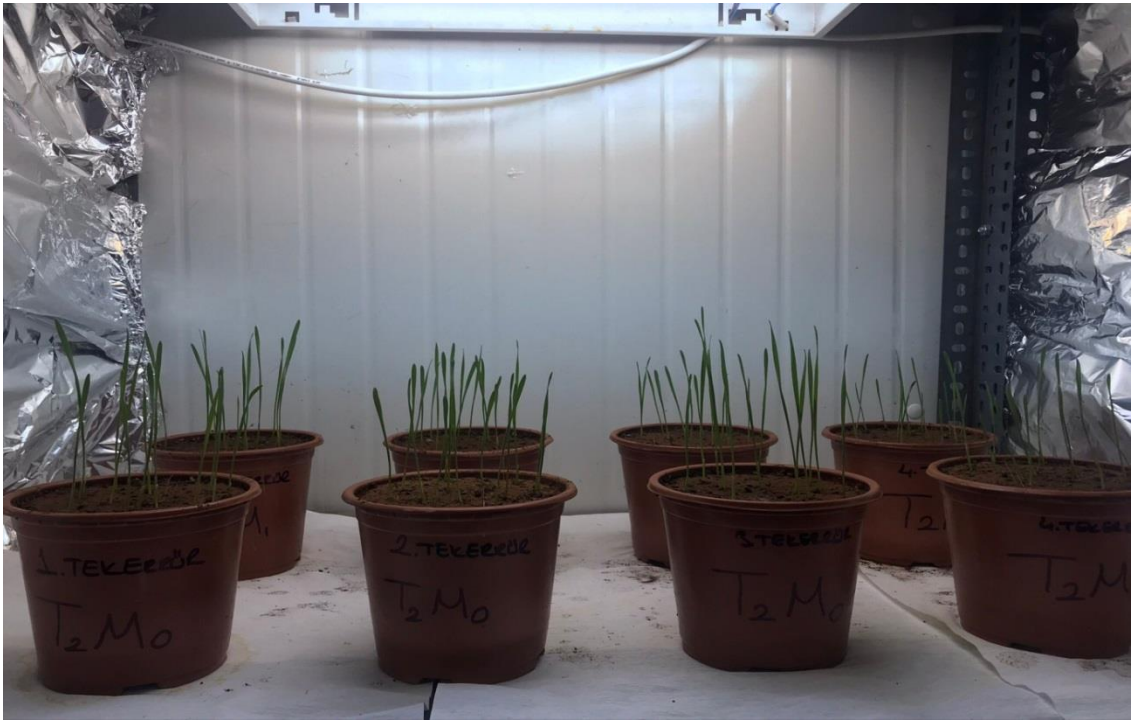
Şekil 3.7. Laboratuvar ortamı



Şekil 3.8. Çıkışın ilk zamanları



Şekil 3.9. Çıkış zamanı



Şekil 3.10. Çıkış zamanı



Şekil 3.11. Çıkış Anı



Şekil 3.12. Aşırı sulama ve rutubetten oluşan küf



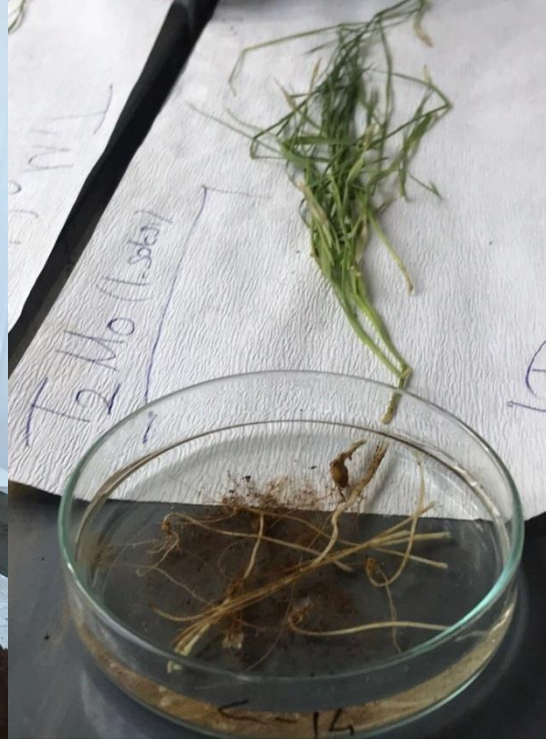
Şekil 3.13. Boylanan buğday bitkileri



Şekil 3.14. Mikoriza aşıl原因 ve mikoriza aşıl原因mayan buğday bitkisinde sürgün farkı



Şekil 3.15. Sökülen buğday bitkisi



Şekil 3.16. Sürgün ve kök uzunlukları



Şekil 3.17. Sürgün ve kök uzunlukları ölçümü



Şekil 3.18. Toprakta fosfor analizi



Şekil 3.19. Toprakta fosfor analizi

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan 3 farklı çeşit toprakta bazı analizler yapılmış, sonuçlar tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Farklı toprak çeşitlerinin bazı özellikleri

TOPRAK	pH	EC (ms/cm)	Kireç (%)	O,M (%)	K (kg/da)	Tekstür (%)				N (%)	Alınabilir fosfor (ppm)
						Kil+Silt	Kil	Silt	Kum		
1	5,91	375	0,73	0,66	30,95	71,6	45,6	26	28,4	0,13	8,07
2	7,22	1379	0,76	6,63	101,47	53,6	37,6	16	46,4	0,29	88,38
3	7,21	1006	0,79	6,64	100,24	51,6	33,6	18	48,4	0,16	46,22

Saf toprak (1 toprak), Yarı karışım (3 toprak + 1 kum + 1 torf + 1 gübre), Tam karışım (1 toprak + 1 kum + 1 torf + 1 gübre)

Toprak çeşidi orta derecede asit 2. ve 3. Toprak çeşidi çok hafif alkalindir. Toprak çeşitlerinin tümünde tuz oranı düşüktür. Toprak çeşitlerinin tümü çok az kireçlidir. Organik madde oranı 1. Toprak çeşidinde çok düşük, 2. ve 3. Toprak çeşidinde yüksektir. 1. Toprak killi, 2. ve 3. Toprak killi tınlı yapıdadır. Potasyum (K) oranı 1. Toprak çeşidinde yeterli oranda bulunurken 2. ve 3. Toprak çeşidinde çok fazladır. Azot oranı (N) 1. Toprak çeşidinde orta düzeyde bulunurken 2. ve 3. Toprak çeşidinde yeterli miktardadır. Alınabilir fosfor oranı (P) 1. Toprak çeşidinde çok az, 2. ve 3. Toprak çeşidinde çok fazladır.

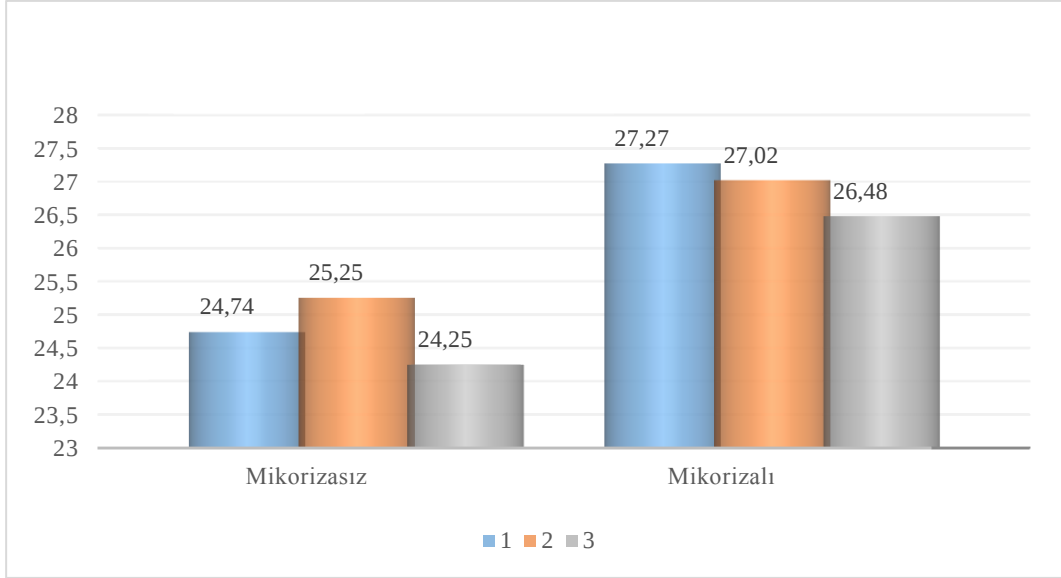
1.1. Toprak Üstü (Sürgün) Uzunluğu

Tablo 4. 3. Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı karışım toprakların toprak üstü uzunluğuna ait elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması F Probilitiy>F
Hata	18	144,57	8,03
Mikoriza	1	28,307	28,307 3,5245 0,0768 ö.d
Toprak	2	2,72	1.36 0,1694 0,8455 ö.d
Mikoriza*Toprak	2	0,586	0.293 0,0365 0,9642 ö.d
Genel	23	176,185	7,66

Tablo 4. 4. Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı karışım toprakların toprak üstü uzunluğuna ait ortalamalar

MİKORİZA	TOPRAK			
	1	2	3	Ortalama
Mikorizasız	24,74	25,25	24,25	24,75
Mikorizalı	27,27	27,02	26,48	26,92
Ortalama	26,0	26,13	25,36	



Şekil 4. 1. Farklı toprak çeşitlerinde mikoriza aşılmasının buğdayda toprak üstü aksam (sürgün) uzunluğuna etkisi

Mikoriza, Toprak ve Mikoriza $\times$ Toprak interaksiyonunun istatistiki olarak önemsiz görüldüğü toprak üstü uzunluğunda, mikoriza konsantrasyonu bakımından en yüksek değer 26,92 ile mikoriza aşılana uygulamadan, en düşük değer de 24,75 ile mikoriza aşılama yapılmayan uygulamadan elde edilmiştir. Toprak çeşitleri bakımından ise en yüksek değer 26,13 ile 2. toprak çeşidinden, en düşük değer ise 25,36 ile 3. Toprak çeşidinden elde edilmiştir. Mikoriza $\times$ Toprak interaksiyonu bakımından mikoriza aşılama ile 1. Toprak çeşidinde en yüksek toprak üstü uzunluğu (27,27 cm) tespit edilmiştir. İstatistiki olarak önemli olmamakla beraber Mikoriza aşılama uygulamalarında en fazla 1. Toprak çeşidinin olumlu yönde etkilendiği görülürken aynı zamanda 2. ve 3. Toprak çeşidi de olumlu yönde etkilenmiştir. Mısır bitkisinde Mikoriza $\times$ Çeşit interaksiyonunun etkisinin irdelendiği *G.mossae*, *G.intraradices* mikoriza çeşitleri ile yapılan aşılama (Laboratuvar koşullarında) sonucunda en uzun toprak üstü aksam uzunluğuna ulaşılırken mikoriza aşılama yapılmayan uygulamalarda ise en kısa toprak üstü aksam uzunluğu elde edilmiştir (Okkaoğlu, 2010). Kültür bitkilerinin büyüme ve gelişmelerini ortaya koymak açısından yararlanılan yaygın bir özellik olan bitki boyu değerleri, çeşitler, tuz dozları ve uygulanan mikoriza türlerinin önemli etkilerini ortaya koymaktadır (Okkaoğlu 2010). Buğday genotipleri üzerinde çalışan Yücel ve Yağbasanlar (2007), mikoriza uygulamalarının bitki boyuna artırıcı etki yaptığını açıklamışlardır.

1.2. Toprak Altı (Kök) Uzunluğu

Tablo 4. 5. Mikoriza aşılannmış ve aşılannmamış farklı karışım toprakların toprak altı uzunluğuna ait elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları

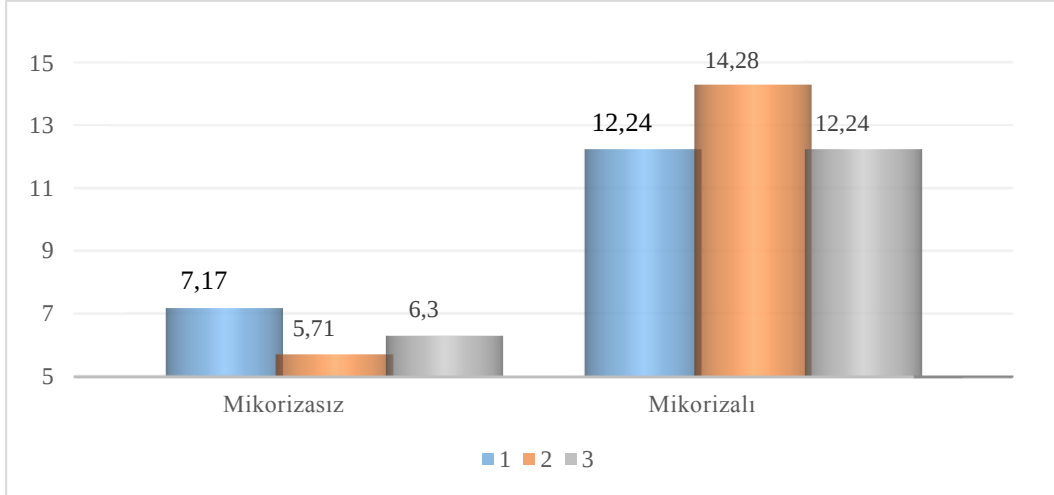
Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması F Probility > F
Hata	18	81,49	4,52
Mikoriza	1	255,551	255,551 56,4421< ,0001**
Toprak	2	2,10	1,05 0,2328 0,7946 ö.d
Mikoriza*Toprak	2	13,22	6,61 1,4604 0,2584 ö.d
Genel	23	352,382	15,32

** : istatistiki olarak %1 ihtimaliyet seviyesinde önemli.

Tablo 4. 6. Mikoriza aşılannmış ve aşılannmamış farklı karışım toprakların toprak altı uzunluğuna ait ortalamalar ve oluşan gruplar

MİKORİZA	TOPRAK			Ortalama
	1	2	3	
Mikorizasız	7,17	5,71	6,30	6,39B
Mikorizalı	12,24	14,28	12,24	12,92A
Ortalama	9,70	9,99	9,27	

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında Duncan testine göre %5 seviyesinde önemli farklılıklar yoktur. LSD mikoriza = 0,868x2,10 = 1,82A-B = 12,92 – 6,39 = 6,53A-B > LSD fark vardır.



Şekil 4. 2. Farklı toprak çeşitlerinde mikoriza aşılmasının buğdayda toprak altı aksam (kök) uzunluğuna etkisi

Mikorizainteraksiyonun istatistiki olarak önemli, Toprak ve Mikoriza $\times$ Toprak interaksiyonunun istatistiki olarak önemsiz görüldüğü toprak altı uzunluğunda, mikoriza konsantrasyonu bakımından en yüksek değer 12,92 cm ile mikoriza aşıl原因an uygulamadan, en düşük değer de 6,39 cm ile mikoriza aşıl原因mayan uygulamadan elde edilmiştir. İstatistiki olarak farklılıkların önemli olmadığı çalışmamızda; toprak çeşitleri bakımından ise en yüksek değer 9,99 cm ile 2. Toprak çeşidinden, en düşük değer ise 9,27 cm ile 3. Toprak çeşidinden elde edilmiştir. Mikoriza $\times$ Toprak interaksiyonu bakımından mikoriza aşıl原因mış uygulama ile 2. Toprak çeşidinde en yüksek toprak altı uzunluğu (14,28 cm) tespit edilmiştir. Mikoriza aşıl原因an uygulamalarda en fazla 2. Toprak çeşidinin olumlu yönde etkilendiği görünürken aynı zamanda 1. ve 3. Toprak çeşidi de olumlu yönde etkilenmiştir. Topraklardaki spor sayısı ile mikorizal simbiyosisin oranı ve kök uzunlukları arasında önemli bir ilişki olduğu belirtilmiştir (Liu vd. 2000; Wu vd. 2005). Mikorizal birliktelik oluşturan bitkilerle mikoriza uygulanmayan bitkiler karşılaştırıldığında, kök uzunluğu açısından özellikle artan tuz dozlarında önemli farklılıklar dikkati çekmiştir. Bunun nedeni de mikoriza ile birliktelik oluşturan mısır bitkilerinin, köklerinde oluşan hifler aracılığıyla, besin maddelerinden, mikorizasızlara göre, daha fazla yararlanarak daha uzun kök yapısına sahip olmalarından kaynaklanmaktadır (Okkaoğlu 2010). Örneğin, Mikorizal birliktelik oluşturan bitkilerin hidrolik geçirgenlikleri çok daha yüksek gerçekleşmekte ve bu durum, mikorizalı

bitkilerin birim zamanda birim kök uzunluğunun aldığı su miktarının, mikorizasız bitkilerin 2 katı kadar olmasına neden olmaktadır (Koide 1991).

1.3. Sürgün Yaş Ağırlığı

Tablo 4. 7. Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı karışım toprakların sürgün sap ağırlığına ait elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları

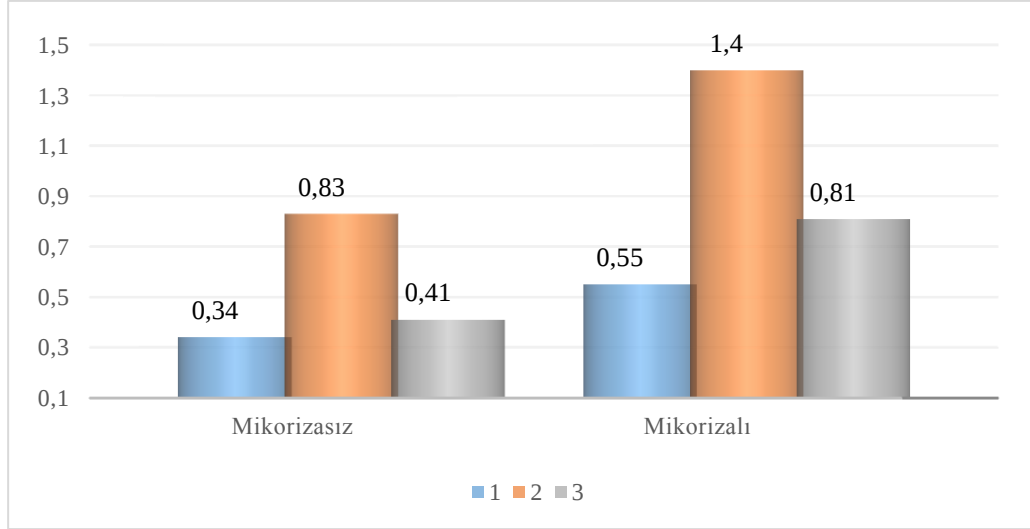
Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması F Probility > F
Hata	18	1,01	0,05
Mikoriza	1	0,92	0,92 16,3902 0,0008 ö.d
Toprak	2	1,91	0,95 16,9605 < 0,0001**
Mikoriza * Toprak	2	0,12	0,06 1,1333 0,3439 ö.d
Genel	23	3,98	0,17

** : istatistiki olarak %1 ihtimaliyet seviyesinde önemli.

Tablo 4. 8. Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış farklı karışım toprakların sürgün yaş ağırlığına ait ortalamalar ve oluşan gruplar

MİKORİZA	TOPRAK			Ortalama
	1	2	3	
Mikorizasız	0,34	0,83	0,41	0,52
Mikorizalı	0,55	1,40	0,81	0,92
Ortalama	0,44 B	1,11 A	0,61 B	

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında Duncan testine göre %5 seviyesinde önemli farklılıklar yoktur. LSD toprak = $0,096 \times 2,10 = 0,20$ A-B=1,11-0,61=0,5>LSD fark vardır. A-C=1,11-0,44=0,67>LSD fark vardır. B-B = 0,61-0,44=0,17<LSD fark yoktur.



Şekil 4. 3. Farklı toprak çeşitlerinde mikoriza aşılmasının buğdayda yaş sap ağırlığına etkisi

Mikoriza ve Mikoriza $\times$ Toprak interaksiyonunun istatistiki olarak önemsiz, toprak interaksiyonunun önemli görüldüğü yaş sap ağırlığında, mikoriza konsantrasyonu bakımından en yüksek değer 0,92 g ile mikoriza aşıl原因 uygulamadan, en düşük değer de 0,52 g ile mikoriza aşıl原因mayan uygulamadan elde edilmiştir. Toprak çeşitleri bakımından ise en yüksek değer 1,11 g ile 2. Toprak çeşidinden, en düşük değer de 0,44 g ile 1. Toprak çeşidinden elde edilmiştir. Mikoriza $\times$ Toprak interaksiyonu bakımından mikoriza aşıl原因mış uygulama ile 2. Toprak çeşidinde en yüksek yaş sap ağırlığı (1,40 g) tespit edilmiştir. Mikoriza aşıl原因an uygulamalarda en fazla 2. Toprak çeşidinin olumlu yönde etkilendiği görünürken aynı zamanda 1. ve 3. Toprak çeşidi de olumlu yönde etkilenmiştir. Kavun genotipinde mikoriza uygulamalarında (laboratuvar koşullarında) fidelerin ortalama sürgün yaş ağırlıkları G. intraradices'de kontrole göre azaltırken, G. margarita'da artmıştır. Kontrol grubu parsellerde ortalama 4,25 g sürgün yaş ağırlığı elde edilirken, G. intraradices'de kontrole göre yaklaşık %9,23 azalma görülmüş, G. margarita'da ise kontrole göre %11,63'lük bir artış sağlanmış ve 4,74 g ortalama sürgün yaş ağırlığı gerçekleşmiştir (Özer 2008).

1.4. Sürgün kuru Ağırlığı

Tablo 4. 9. Mikoriza aşılانmış ve aşılانmamış farklı karışım toprakların kuru sap ağırlığına ait elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları

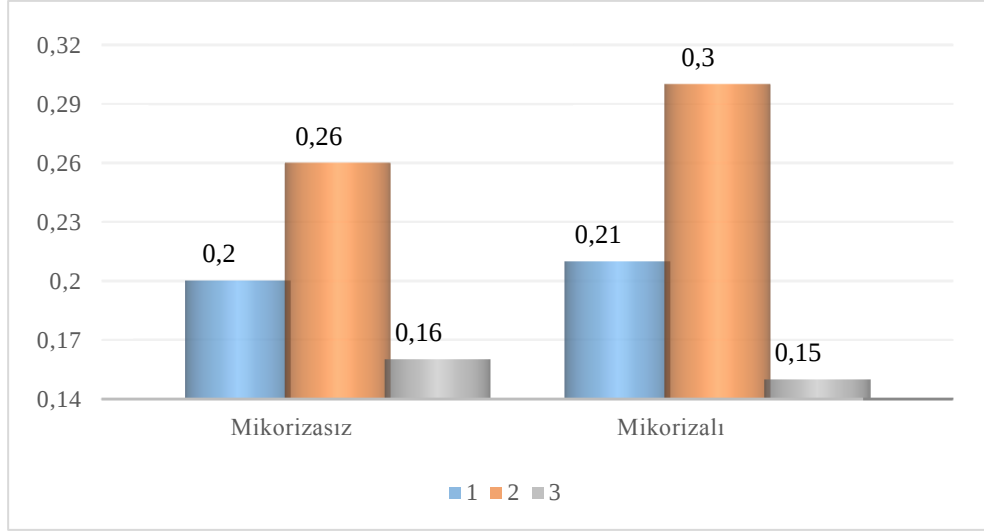
Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Probility>F	Ortalaması	F
Hata	18	0,030	0,001		
Mikoriza	1	0,001	0,001	0,6214	0,4408 ö.d
Toprak	2	0,066	0,033	19,4879	< ,0001**
Mikoriza * Toprak	2	0,002	0,001	0,6578	0,5300 ö.d
Genel	23	0,101	0,004		

** : istatistiki olarak %1 ihtimaliyet seviyesinde önemli.

Tablo 4. 10. Mikoriza aşılانmış ve aşılانmamış farklı karışım toprakların kuru sap ağırlığına ait ortalamalar ve oluşan gruplar

MİKORİZA	TOPRAK			Ortalama
	1	2	3	
Mikorizasız	0,20	0,26	0,16	0,20
Mikorizalı	0,21	0,30	0,15	0,22
Ortalama	0,20 B	0,28 A	0,15 C	

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında Duncan testine göre %5 seviyesinde önemli farklılıklar yoktur. LSD Toprak = $0,020 \times 2,10 = 0,042$ A-B= $0,28-0,21=0,07>LSD$ A-C= $0,28-0,15=0,13>LSD$ B-C= $0,21-0,15=0,06>LSD$ fark vardır.



Şekil 4. 4. Farklı toprak çeşitlerinde mikoriza aşılmasının buğdayda kuru sap ağırlığına etkisi

Mikoriza ve Mikoriza $\times$ Toprak interaksyonunun istatistiki olarak önemsiz, Toprak interaksyonunun istatistiki olarak önemli görüldüğü kuru sap ağırlığında, mikoriza konsantrasyonu bakımından en yüksek değer 0,22 g ile mikoriza aşıl原因 uygulamadan, en düşük değer de 0,20 g ile mikoriza aşıl原因mayan uygulamadan elde edilmiştir. Toprak çeşitleri bakımından ise en yüksek değer 0,28 g ile 2. Toprak çeşidinden, en düşük değer de 0,15 g ile 3. Toprak çeşidinden elde edilmiştir. Mikoriza $\times$ Toprak interaksyonu bakımından mikoriza aşıl原因mış uygulama ile 2. Toprak çeşidinde en yüksek kuru sap ağırlığı (0,30 g) tespit edilmiştir. Mikoriza aşıl原因an uygulamalarda en fazla 2. Toprak çeşidinin olumlu yönde etkilendiği görünürken aynı zamanda 1. Toprak çeşidi de olumlu yönde etkilenip 3. Toprak çeşidi olumsuz yönde etkilenmiştir. Kavun genotipinde mikoriza uygulamaları (laboratuvar koşullarında) fidelerin sürgün kuru ağırlıklarını arttırmıştır. Kontrol grubu parsellerde ortalama 0,36 g sürgün kuru ağırlığı elde edilirken, *G. intraradices*'de kontrole göre yaklaşık %26,45, *G. margarita*'da ise yine kontrole göre %31,40'lık bir artış elde edilmiştir. 0,48 g ortalama sürgün kuru ağırlığı ile *G. margarita* uygulaması *G. intraradices* uygulamasına göre daha fazla başarılı bulunmuştur (Özer 2008).

1.5. Yaş Kök Ağırlığı

Tablo 4. 11. Mikoriza aşılanmış ve aşılanmamış farklı karışım toprakların yaş kök ağırlığına ait elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları

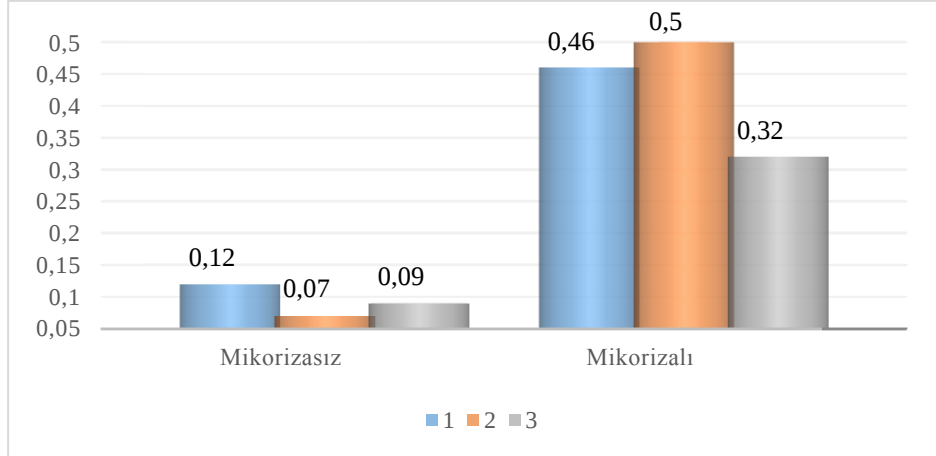
Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması F Probability>F
Hata	18	0,051	0,002
Mikoriza	1	0,666	0,666 234,6041 <,000**
Toprak	2	0,035	0,017 6,3182 0,0083 ö.d
Mikoriza * Toprak	2	0,039	0,019 6,8724 0,0061 ö.d
Genel	23	0,792	0,034

** : istatistiki olarak %1 ihtimaliyet seviyesinde önemli.

Tablo 4. 12. Mikoriza aşılanmış ve aşılanmamış farklı karışım toprakların yaş kök ağırlığına ait ortalamalar ve oluşan gruplar

MİKORİZA	TOPRAK			Ortalama
	1	2	3	
Mikorizasız	0,12	0,07	0,09	0,09B
Mikorizalı	0,46	0,50	0,32	0,42A
Ortalama	0,29	0,28	0,20	

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında Duncan testine göre %5 seviyesinde önemli farklılıklar yoktur. LSD Mikoriza = $0,021 \cdot 2,10 = 0,0441$ A-B = $0,42 - 0,09 = 0,33$ A-B>LSD fark vardır.



Şekil 4. 5. Farklı toprak çeşitlerinde mikoriza aşılmasının buğdayda yaş kök ağırlığına etkisi

Toprak ve Mikoriza $\times$ Toprak interaksiyonunun istatistiki olarak önemsiz, mikoriza interaksiyonunun önemli görüldüğü yaş kök ağırlığında, mikoriza konsantrasyonu bakımından en yüksek değer 0,42 g ile mikoriza aşıl原因 uygulamadan, en düşük değer de 0,09 g ile mikoriza aşıl原因mayan uygulamadan elde edilmiştir. Toprak çeşitleri bakımından ise en yüksek değer 0,29 g ile 1. Toprak çeşidinden, en düşük değer de 0,20 g ile 3. Toprak çeşidinden elde edilmiştir. Mikoriza $\times$ Toprak interaksiyonu bakımından mikoriza aşıl原因mış uygulama ile 2. Toprak çeşidinde en yüksek yaş kök ağırlığı (0,50 g) tespit edilmiştir. Mikoriza aşıl原因lanan uygulamalarda en fazla 2. Toprak çeşidinin olumlu yönde etkilendiği görünürken aynı zamanda 1. ve 3. Toprak çeşidi de olumlu yönde etkilenmiştir. Kavun genotipinde AMF uygulamaları (laboratuvar koşullarında), fidelerin ortalama kök yaş ağırlıklarına etkileri istatistiki olarak önemli bulunmamasına rağmen G. intraradices'de 1,44 g/fide değerine sahip olunmuş ve kontrol grubu parsellere göre bu değer %3,42 azalış olarak hesaplanmıştır. G. Margarita'da fide kök yaş ağırlıkları kontrole göre %18,98 artırmış ve 1,77 g/fide kök yaş ağırlığı hesaplanmıştır (Özer 2008).

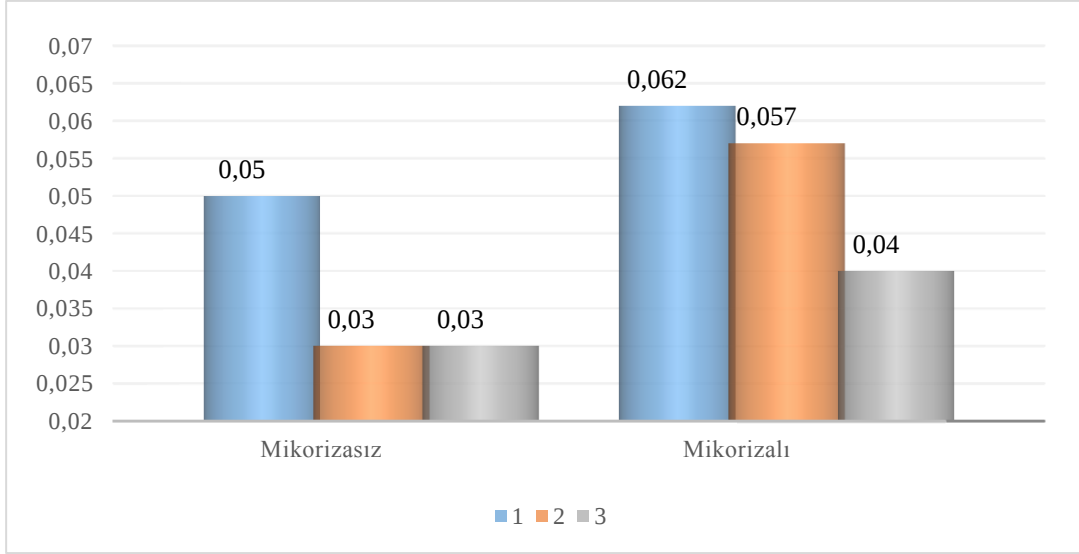
1.6. Kuru Kök Ağırlığı

Tablo 4. 13. Mikoriza aşılانmış ve aşılانmamış farklı karışım toprakların kuru kök ağırlığına ait elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması F Probility>F
Hata	18	0,0019	
Mikoriza	1	0,0016	0,0016 15,3846 0,0010 ö.d
Toprak	2	0,0018	0,0009 8,4231 0,0026 ö.d
Mikoriza * Toprak	2	0,0003	0,00015 1,6538 0,2191 ö.d
Genel	23	0,0058	

Tablo 4. 14. Mikoriza aşılانmış ve aşılانmamış farklı karışım toprakların kuru kök ağırlığına ait ortalamalar ve oluşan gruplar

MİKORİZA	TOPRAK			Ortalama
	1	2	3	
Mikorizasız	0,05	0,03	0,03	0,036
Mikorizalı	0,062	0,057	0,04	0,053
Ortalama	0,056	0,0435	0,035	



Şekil 4. 6. Farklı toprak çeşitlerinde mikoriza aşılmasının buğdayda kuru kök ağırlığına etkisi

Mikoriza, Toprak ve Mikoriza $\times$ Toprak interaksiyonunun istatistiki olarak önemsiz görüldüğü kuru kök ağırlığında, mikoriza konsantrasyonu bakımından en yüksek değer 0,053 g ile mikoriza aşıl原因 uygulamadan, en düşük değer de 0,036 g ile mikoriza aşıl原因mayan uygulamadan elde edilmiştir. Toprak çeşitleri bakımından ise en yüksek değer 0,056 g ile 1. Toprak çeşidinden, en düşük değer de 0,035 g ile 3. Toprak çeşidinden elde edilmiştir. Mikoriza $\times$ Toprak interaksiyonu bakımından mikoriza aşıl原因mış uygulama ile 1. Toprak çeşidinde en yüksek kuru kök ağırlığı (0,062 g) tespit edilmiştir. Mikoriza aşıl原因lanan uygulamalarda en fazla 2. Toprak çeşidinin olumlu yönde etkilendiği görünürken aynı zamanda 1. ve 3. Toprak çeşidi de olumlu yönde etkilenmiştir. Kavun genotipinde her iki AMF uygulaması da (laboratuvar koşullarında), fidelerin kök kuru ağırlığını artırmıştır. G. intraradices'de 0,030 g'la kontrole göre %30,43'lük bir artış görülürken, G. Margarita 0,033 g ile %43,48'lik bir artış sağlayarak ilk sırada yer almıştır. Kontrol grubu parsellerde ise ortalama 0,018 g kök kuru ağırlığı belirlenmiştir (Özer 2008).

1.7. P (PPM)

Tablo 4. 15. Mikoriza aşılانmış ve aşılانmamış farklı karışım toprakların fosfor oranına ait elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları

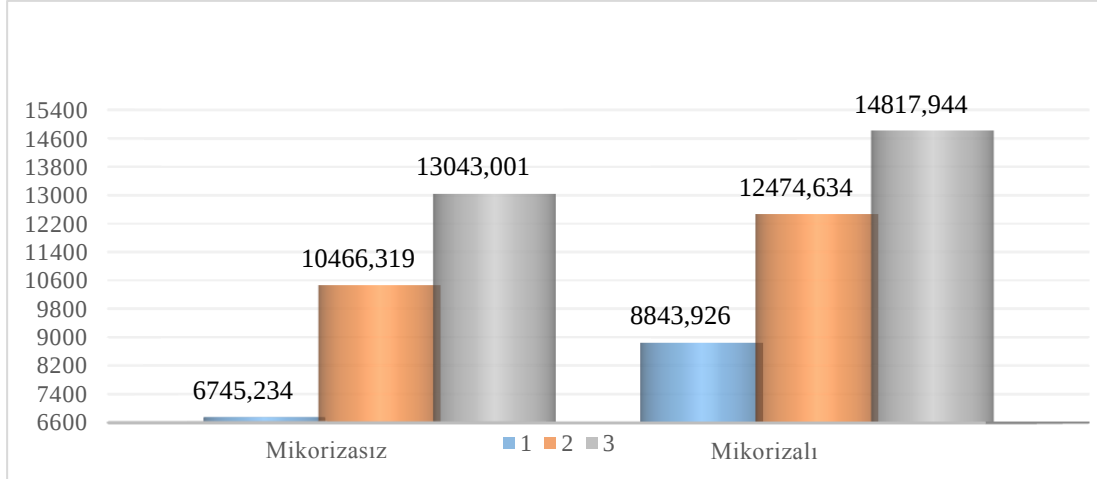
Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması F Probility>F
Hata	18	720	40
Mikoriza	1	230	230 5,7633 0,0274 ö.d
Toprak	2	1525	762,5 19,0614 <,0001**
Mikoriza * Toprak	2	1	0,5 0,0139 0,9862 ö.d
Genel	23	2477	107,6

**: istatistiki olarak %1 ihtimaliyet seviyesinde önemli.

Tablo 4. 16. Mikoriza aşılانmış ve aşılانmamış farklı karışım toprakların toprak üstü uzunluğuna ait ortalamalar ve oluşan gruplar

MİKORİZA	TOPRAK			Ortalama
	1	2	3	
Mikorizasız	6745,234	10466,319	13043,001	10084,8
Mikorizalı	8843,926	12474,634	14817,944	12045,4
Ortalama	7794,5 C	11470,4 B	13930,4 A	

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında Duncan testine göre %5 seviyesinde önemli farklılıklar yoktur. LSDtoprak = 816,70*2,10 = 1715,07 A-B = 13930,4-11470,4 = 2460 A-C = 13930,4-7794,5 = 6135,9 B-C = 11470-7794,5 =3675,9 fark vardır.



Şekil 4. 7. Farklı toprak çeşitlerinde mikoriza aşılmasının buğdayda fosfor oranına etkisi

Mikoriza ve Mikoriza $\times$ Toprak interaksiyonunun istatistiki olarak önemsiz, toprak interaksiyonunun önemli görüldüğü fosfor (P) oranında, mikoriza konsantrasyonu bakımından en yüksek değer 12045,4 ppm ile mikoriza aşılana uygulamadan, en düşük değer de 10084,8 ppm ile mikoriza aşılama uygulanmayan uygulamadan elde edilmiştir. Toprak çeşitleri bakımından ise en yüksek değer 13930,4 ppm ile 3. Toprak çeşidinden, en düşük değer de 7794,5 ile 1. Toprak çeşidinden elde edilmiştir. Mikoriza $\times$ Toprak interaksiyonu bakımından mikoriza aşılama ile 3. Toprak çeşidinde en yüksek fosfor (P) oranı (14817,944 ppm) tespit edilmiştir. Mikoriza aşılama uygulamalarda en fazla 1. Toprak çeşidinin olumlu yönde etkilendiği görünürken aynı zamanda 2. ve 3. Toprak çeşidi de olumlu yönde etkilenmiştir. Mikoriza uygulamasının mısır bitkisinin fosfor içeriğine herhangi bir etkisi olmamıştır. Bunun nedeni, mikoriza kök infeksiyon değerlerinin beklenenden düşük olması olabilir. Artan fosfor dozu uygulamalarıyla bitkilerin fosfor içeriklerinde belirgin bir artış görülmüştür. Mikoriza ve artan fosfor dozu uygulamalarının birlikte yapılması bitkilerin fosfor içeriğinde artış sağlamıştır (Almaca İraz 2018).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Buğdayın erken gelişim döneminde, laboratuvar koşullarında yürütülen ve mikoriza (mycorrhiza) mantarının fosfor alımına etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmamızda elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Toprak üstü sürgün uzunluğu mikoriza aşılanmamış ve mikoriza aşılanmış uygulamalarda sırasıyla 1.Toprak çeşidinde 24,74 cm ve 27,27 cm, 2. Toprak çeşidinde 25,25 cm ve 27,02 cm, 3. Toprak çeşidinde 24,25 cm ve 26,48 cm olarak ölçülmüştür.

Toprak altı (kök) uzunluğu mikoriza aşılanmamış ve mikoriza aşılanmış uygulamalarda sırasıyla 1.Toprak çeşidinde 7,17 cm ve 12,24 cm, 2. Toprak çeşidinde 5,71 cm ve 14,28 cm, 3. Toprak çeşidinde 6,30 cm ve 12,24 cm olarak belirlenmiştir.

Yaş sürgün ağırlığı mikoriza aşılanmamış ve mikoriza aşılanmış uygulamalarda sırasıyla 1. toprak çeşidinde 0,34 g ve 0,55 g, 2. Toprak çeşidinde 0,83 g ve 1,4 g, 3. toprak çeşidinde 0,41 g ve 0,81 g olarak bulunmuştur.

Kuru sürgün ağırlığı mikoriza aşılanmamış ve mikoriza aşılanmış uygulamalarda sırasıyla 1. toprak çeşidinde 0,20 g ve 0,21 g, 2. toprak çeşidinde 0,26 g ve 0,30 g, 3. toprak çeşidinde ise 0,16 g ve 0,15 g olarak kaydedilmiştir.

Yaş kök ağırlığı mikoriza aşılanmamış ve mikoriza aşılanmış uygulamalarda sırasıyla 1. toprak çeşidinde 0,12 g ve 0,46 g, 2. toprak çeşidinde 0,07 g ve 0,50 g, 3. toprak çeşidinde 0,09 g ve 0,32 g olarak ölçülmüştür.

Kuru kök ağırlığı mikoriza aşılanmamış ve mikoriza aşılanmış uygulamalarda sırasıyla 1. toprak çeşidinde 0,05 g ve 0,06 g, 2. Toprak çeşidinde 0,03 g ve 0,05 g, 3. toprak çeşidinde 0,03 g ve 0,04 g olarak belirlenmiştir.

Fosfor oranı mikoriza aşılanmamış ve mikoriza aşılanmış uygulamalarda sırasıyla 1. toprak çeşidinde 6745,234 ppm ve 88439,2575 ppm, 2. Toprak çeşidinde 10466,319 ppm ve 12474,634 ppm, 3. Toprak çeşidinde 13043,0005 ppm ve 14817,9435 ppm olarak hesaplanmıştır.

Bu tabloya göre toprak üstü uzunluğu bakımından toprak çeşitlerinin içerisinde mikoriza aşılanmasından en fazla etkilenen 3. Toprak çeşidi (2,53 cm uzunluk artışı) olup en az etkilenen 2. Toprak çeşidi (1,77 cm uzunluk artışı) olmuştur. Toprak altı uzunluğu bakımından ise toprak çeşitlerinin içerisinde mikoriza aşılanmasından en fazla etkilenen 2. toprak çeşidi (8,57 cm uzunluk artışı) olup en az etkilenen 1. toprak çeşidi (5,07 cm uzunluk artışı) olmuştur.

Yaş sap ağırlığı bakımından toprak çeşitlerinin içerisinde mikoriza aşılanmasından en fazla etkilenen 2. toprak çeşidi (0,57 g artışı) olup en az etkilenen 1. toprak çeşidi (0,21 g artışı) olmuştur. Kuru sap ağırlığı bakımından ise toprak çeşitlerinin içerisinde mikoriza aşılanmasından az fazla etkilenen 2. toprak çeşidi (0,04 g artış) olup olumsuz yönde etkilenen 3. toprak çeşidinde azalma olmuştur (0,01 g).

Yaş kök ağırlığı bakımından toprak çeşitlerinin içerisinde mikoriza aşılanmasından en fazla etkilenen 2. toprak çeşidi (0,43 g artış) olup en az etkilenen 3. toprak çeşidi (0,23 g artış) olmuştur. Kuru kök ağırlığı bakımından ise toprak çeşitlerinin içerisinde mikoriza aşılanmasından en fazla etkilenen 2. toprak çeşidi (0,02 g artış) olup en az etkilenen 1. ve 2. toprak çeşidi olmuştur.

Mikoriza aşılanmayan uygulamalarda en yüksek fosfor oranı 3. toprak çeşidinden (13043,0005 ppm) hasat edilen bitkilerden bulunup en düşük fosfor oranı 1. toprak çeşidinden (6745,234 ppm) hasat edilen bitkilerden elde edilmiştir. Mikoriza aşılanan uygulamalarda en yüksek fosfor oranı 1. toprak çeşidinden (88439,2575 ppm) hasat edilen bitkilerden bulunup en düşük fosfor oranı ise 2. toprak çeşidinden (12474,634 ppm) hasat edilen bitkilerden bulunmuştur. Mikoriza aşılanmasından en fazla etkilenen 1. toprak çeşidi (81694,0235 ppm) olup en az etkilenen 3. toprak çeşidi (1774,943 ppm) olmuştur.

Bu çalışmanın sonucunda pandemi kısıtlamaları nedeniyle zamanında gereken sulama yapılamamasına rağmen olumlu ve önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Çalışma laboratuvar koşullarında, gübrelerde olduğu gibi mikoriza mantarının 2/3'lik kısmının erken gelişim döneminde faydalanması göz önünde bulundurularak hasat zamanı erken yapılmıştır. Erken gelişim döneminde hasat edilen buğday bitkisinde kök ve sürgün uzunluğunda olumlu yönde artışlar görülmüştür.

Buğday bitkisinin özellikle kök uzunluk ve ağırlıklarının mikoriza uygulamasından olumlu ve önemli yönde etkilendiği sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda istatistiki olarak önemli olmamakla beraber mikoriza aşılanan uygulamalarda fosfor (P) oranında artış olduğu görülmüştür. Ancak mikoriza uygulamasının çalışmada kullanılan toprak çeşitlerindeki etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. Buna göre, mikoriza uygulaması toprakta az düzeyde bulunana alınabilir fosforun bitki tarafından alımını istatistiki olarak önemli ölçüde artırmıştır.

Çalışmamızda ana amacı oluşturan bu durum bakımından elde edilen sonuçlar çalışmanın en önemli ve kayda değer sonucu olarak dikkati çekmektedir. Çünkü topraklarımızda çoğunlukla yeterli düzeyde fosfor bulunmaktadır, ancak özellikle topraktaki kireç tarafından bağlanarak bitki tarafından yararlanılabilir miktarı genellikle düşük olmakta, bu durum da ekimde uygulanan fosfor miktarının fazla olmasına neden olmaktadır. Mikoriza uygulamasının topraktaki fosforun bitki tarafından alınabilir miktarını artırması önemli bir sonuç olarak görülmektedir.

Önceki çalışmalar bölümünde de belirtildiği üzere, mikorizanın toprakta az miktarda bulunan, başta fosfor olmak üzere diğer besin elementlerinin köklerle simbiyotik bağ kurarak alımını artırması çalışmamızda elde edilen sonuçları destekler niteliktedir. Bununla beraber, sadece erken fide gelişmesi döneminde değil, tarlada yürütülen denemelerle mikoriza uygulamasının bitkide fosfor ve diğer besin elementlerinin alımı ile erken olgunlaşma, verim ve kalite özellikleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi daha uygun olacaktır. Laboratuvar koşullarında yürütülen ve bir ön çalışma niteliğinde olan bu araştırmanın tarla denemeleri ile desteklenmesi halinde daha güvenilir ve sonuçları pratiğe aktarılacak sonuçlar elde edilebileceği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

Akman Özturan Y (2017) Rhizobium ve Mikoriza Uygulamalarının Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.)'nin Tane Verimi ve Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.)'nin Tane Verimi ve Bazı Tarımsal Karakterleri Üzerine Etkileri. Samsun: On Dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmış Doktora Tezi. s. 125

Akpınar Ç (2011) Kanola Sonrası Yetiştirilen II. Ürün Mısır Bitkisine Mikoriza Aşılmasının Verim ve Besin Elementleri Alımına. Yayınlanmış Doktora Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 127

Almaca A (2013) Tarımsal Üretimde Mikorizanın Önemi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 2(18): 56-65

Biermann BA (1983) Increased Geranium Growth Using Pre-Transplant Inoculation With A Mycorrhizal Fungus. J. Amer.Soc. Hort. Sci. (108): 972-976

Coşkan AG (2003) Soya Bitkisinde Mikoriza- Rhizobium İnteraksiyonunun N₂-Fiksasyonu, Kuru Madde Oluşumu ve Fosfor Alımına Etkisi. Ç.Ü.Z.F. Dergisi 1(18): 35-44

Çetinkaya D (2010) Mısır Vejetatif Gelişimi ve Verimi Üzerinde Bir Endomikorizal Preparatın Etkileri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 1(47): 53-59

Çığışar SO (2000) Hıyarda Vesiküler-Arbüsküler Mikorizanın Bitki Büyümesi ve Besin Maddeleri Alımı Üzerine Etkileri. Turk J Agric For (24): 571-578

Demir S (2004) Influence of Arbuscular Mycorrhiza on Some Physiological Growth Parameters Of Pepper. Turk J Biol (28): 85-90

Demirbaş A (2012) Fertigasyon ve Mikoriza Uygulamalarının Domates ve Biber Bitkilerinin Verimine ve Besin Elementleri Alımına Etkileri. Yayınlanmış Doktora Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 150

Deveci G (2019) Farklı Fosfor Dozları Ve Mikoriza Uygulamasının Tokat Sarımsağında Verim Ve Kalite Üzerine Etkileri. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Tokat: Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 67

Dinçel B (2018) Farklı Gibberellik Asit (Ga3) Ve Mikoriza (Glomus Spp.) Dozlarının Patates (Solanum Tuberosum L.) Mini Yumrularının Çoğaltımına Etkileri. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Tokat: Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 54

Ergin S (2006) Mikorizanın Marul Bitkisinde Bitki Gelişimi ve Fosfor Alımı Üzerine Etkileri. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 45

Gupta NRS (2005) Growth And Development Of Am Fungi And Maize Under Salt And Acid Stres. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil And Plant Science (55): 151-157

Hacısalıhoğlu DL (2005) Differential Response Of Common Bean Genotypes To Mycorrhizal Colonization. Proc. Fla. State Hort. Soc (118): 150-152

Harley JL (1983) Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press. s. 173

İraz KS (2015) Volkanik ve Alüvyal Kökenli Topraklarda Mikoriza ve Fosfor Doz Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Gelişimi ve Besin Elementleri Alımına Etkisi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tez . Şanlıurfa: Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 87

Jansa J (2000) In Vitro And Post Vitro İnoculation Of Micropropagated Rhododendrons With Ericoid Mycorrhizal Fungi,. Applied Soil Ecology (15): 125–136

Bhattarai N Baral B Shrestha G Yami KD (2011) Mikoriza ve rhizobium'un Phaseolus vulgaris üzerine etkisi L. Scientific World, 9(9): 66-69

Karaarslan AV (2012) Mikoriza Aşılantısı Kudret Narı (Momordica Charantia) Bitkisine Farklı Dozlarda Fosforlu ve Demirli Gübre Yaprak Klorofil İçeriğine Etkisi. Iğdır: Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (12): 103-108

Karaca H (2008) Mikoriza ve Elementer Kükürtün Bitki Tarafından Topraktan Fosfor Alımına Etkisi. Yayınlanmış Doktora Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 124

Karaca H (2009) Mikoriza ve Elementer Kükürtün Bitki Tarafından Topraktan Fosfor Alımına Etkisi. Yayınlanmış Doktora Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 132

Karadere Ş (2021) Tarla Koşullarında Biyoçar ve Mikoriza Uygulamalarının Mısır Vejetasyonu Altında Toprakta Karbon Salınımı Üzerine Etkisi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 126

Kardüz TÖ (2015) Kapılar Sistemde Salata-Marul Yetiştiriciliğinde Mikoriza Uygulaması. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 2(52): 151-159

Kılavuz A (2006) Artan Dozlarda Tuz ve Fosfor İle Mikoriza Uygulamasının Nohut (Cicer Arietinum L.) Bitkisinde Verim, Azot, Fosfor ve Potasyum İçeriğine Etkisi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 67

Korkmaz AA (2005) Farklı Konukçu Bitki ve Yetiştirme Ortamlarının Mikoriza Üretimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 65

Mohammed AB (2004) Effects of Sheared Root Inoculum of Glomus Intraradiceson Wheat Grown At Different Phosphorous Levels in The Field. Agriculture, Ecosystems And Environment, (11): 245-249

Molina R Trappe M (1983) Mycorrhiza Management in Bareroot Nurseries. Forest Nursery Manual (Duryea, M.L., Landis, T.D., Eds.).Martinus N./Wjunk Publ. 211-226

Okkaoglu H (2010) Mikoriza ve Tuz Stresi İnteraksiyonunun Mısır (Zea Mays L.) Bitkisinin Erken Gelişme Döneminde Büyüme ve Diğer Bazı Fizyolojik Özelliklerine Etkisi. Yayınlanmış Doktora Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 134

Ortas İO (2006) Various Mycorrhizal Fungi Propagated On Different Hosts Have Different Effect On Citrus Growth And Nutrient Uptake. Communications İn Soil Science And Plant Analysis 1-2(33): 259-272

Özcan HT (2000) Va-Mycorrhiza'nın Alkalın ve Asit Toprakta Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Gelişimi İle Fosfor, Çinko, Demir, Bakır ve Mangan Konsantrasyonları Üzerine Etkisi. Turkj.Agric.For. (24): 629-635

Öztekin GV (2014) Sera Domates Yetiştiriciliğinde Symbion Am (Glomus Fasciculatum) İnokulasyonunun Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 1(1): 35-42

Özturan Akman Y (2017) Rhizobium ve Mikoriza Uygulamalarının Fasulye'nin Tane Verimi ve Bazı Tarımsal Karakteri Üzerine Etkileri. Yayınlanmış Doktora Tezi. Samsun: On Dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 145

Pulatkan MV (2010) Effects of Mycorrhiza on The Growth of Forsythia X Intermedia Zab. Plants Under Different Climate and in Various Growing Medium. Scientific Research And Essays 21(5): 3261-3267

Raj JB (1981) Influence Of Soil Inoculation. Soil Biology and Biochemistry. 2(13): 105-108

Sahin A (2005) Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil And Plant Science 4(55): 287-292

Scagel CF (2012) Effects Of Mycorrhizal Fungi On Rooting In Woody Horticultural Crop. (<http://www.eastofedenplants.co.uk/images/db/rootgrow/better%20quality%20cuttings>) (Erişim tarihi: 12.07.2021)

Smith SE (2008) Mycorrhizal Symbiosis. Third Edition (Hardcover), Academic Press Is An Imprint Of Elsevier, s. 125

Sönmez FF (2013) Çinko, Tuz ve Mikoriza Uygulamalarının Eğitim İle İlgili P Ve Zn Alımına Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 1(23): 1-9

Srivastava DK (1996) Vesicular Arbuscular Mycorrhiza-An Overview. Kluwer Academic Publishers, s. 39

Srivastava DM (1995) Field Response Of Mycorrhizal And Nonmycorrhizal Medicago Sativa Var. Local F1 Generation. Mycorrhiza. (5): 219-221

Şahin H (2015) Mikoriza, Magnezyum Klorür Ve Fosfor Uygulamalarının Buğday Bitkisinin Gelişimi ve Beslenmesi Üzerđne Etkisi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Şanlıurfa: Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 67

Uğur M (2018) Mikoriza Aşılması ve Mantar Kompostu Uygulamalarının Fasulyenin Bitki Gelişimi ve Verimine Etkisi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Şanlıurfa: Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 59

Uluğ Z (2018) Solücan Gübresi ve Mikoriza Kullanımının Fasulye ve Soğanda Bitki Gelişimi ve Verim Üzerine Etkileri. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Malatya: İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 78

Yıldıztekin H (2015) Mikoriza, Magnezyum Sülfat ve Fosfor Uygulamalarının Buğday Bitkisinin Gelişimi ve Fosfor Alımına Etkisi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Şanlıurfa: Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 76

Yılmaz D (2018) Su Kùltürü Marul Yetiştiriciliğinde Mikoriza Bakteri ve Mikroalg İle Mineral Gübrelerin Azaltılması. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 65

Yılmaz EG (2009) Topraksız Ortama Arbusküler Mikoriza Aşılamanın Patlıcan (Solanum Melongenal.) Yetiştiriciliğı Üzerine Etkileri. GOÜ. Ziraat Fakùltesi Dergisi, 2(26): 55-61

Yücel C (2009) Buğday ve Yabani Türlerinin Beslenme ve Verim Yönünden Mikorizaya Bağımlılığının Araştırılması. Yayınlanmış Doktora Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 69

Yüksel A (2006) İki Farklı Yetiştirme Ortamında Değışik Kompost Uygulamalarının Üçğöl ve Soğan Bitkilerinin Gelişimi, Besin Elementleri Alımı ve Mikoriza İnfeksiyonu Üzerine Etkileri. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 89

ÖZGEÇMİŞ

1995 yılında Bingöl Merkez’de doğdu. İlk ve ortaokulu Bingöl’de, Liseyi Bingöl Rekabet Kurumu ve Bingöl Anadolu Lisesinde okudu. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünü 2014 yılında kazandı. 2015 yılında Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne yatay geçiş yaptı. 2018’de Bingöl Üniversitesi ziraat fakültesinden mezun oldu. 2018’ de Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde tezli yüksek lisansa başlayıp 2021 yılında tamamlamıştır.