

151678

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARTAN DOZLARDA FOSFORUN VE MİKORİZA
İNOKÜLASYONUNUN SOYADA (*Glycine max* L.) KİMİ
ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

151678

Tezi Hazırlayan
Songül ŞAHİN

Tezi Yöneten
Doç. Dr. Ali İrfan İLBAŞ

Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

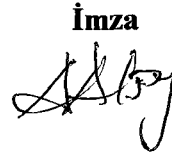
Temmuz 2004
KAYSERİ

Bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

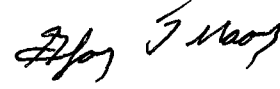
..... / / 2004

JÜRİ :

Üye : Doç. Dr. Ahmet AKSOY

İmza


Üye : Doç. Dr. Ali İrfan İLBAŞ



Üye : Yrd. Doç. Dr. Mikail AKBULUT



ONAY

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 24-08-2004 tarih ve 1/4 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



TEŞEKKÜR

Bana bu konuda çalışma imkanı veren ve çalışma boyunca bilgi ve yorumları ile bana destek olan danışmanım Doç. Dr. Ali İrfan İLBAŞ'a , her konuda benden yardımlarını esirgemeyen bölümümüzün değerli öğretim üyelerinden Sayın Doç. Dr. Ahmet AKSOY, Prof . Dr. Nusret AYYILDIZ, Yrd. Doç. Dr. Dilek DEMİREZEN ve Yrd.Doç. Dr. Servet ÖZCAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın kurulması ve sağlıklı bir şekilde yürütülmesinin her aşamasında kıymetli bilgilerine başvurduğum Çukurova Üniversitesi Toprak Bölümü öğretim üyesi Sn. Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ'a sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmanın her safhasında bana yardımcı olan Biyoloji Bölümü elemanlarına ve arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın her döneminde olduğu gibi bu çalışma boyunca da maddi ve manevi destekleriyle hep yanımda olan aileme teşekkür ederim.

**ARTAN DOZLARDA FOSFORUN VE MİKORİZA
İNOKÜLASYONUN SOYA DA (*Glycine max* L.) KİMİ ÖZELLİKLER
ÜZERİNE ETKİSİ**

ÖZET

Bu çalışmada; farklı fosfor dozları ve mikoriza uygulamasının soyada bitki gelişimine ve besin elementi alımına etkisi incelenmiştir.

Çalışma 2003-2004 yılında Erciyes Üniversitesi Yozgat Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü sera ve laboratuvarında yürütülmüştür. Deneme mikorizal fungus uygulaması yapılmış ve mikorizal fungus uygulaması yapılmamış topraklarda 3 farklı fosfor dozunda 3 tekrarlamalı olarak tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür.

Sonuçlara göre, mikoriza ve artan fosfor dozları uygulaması kök ve topraküstü aksam uzunluğu ve kuru madde üretimi üzerinde pozitif yönde etkili olmuştur. En fazla kök ve toprak üstü aksam uzunluğu artışı mikoriza uygulamasında gerçekleşmiştir. Bakla sayısında artan fosfor dozlarının etkisi önemli bulunurken, mikoriza uygulamasının etkisi önemsiz olmuştur. 1000 dane ağırlığı artışında ise her iki uygulamanın etkisi de önemli bulunmuştur.

Soya danesi fosfor içeriği mikoriza ve artan fosfor dozları uygulamasından etkilenmiştir. Mikoriza uygulaması olmaksızın artan fosfor dozları dane fosfor içeriğini artırırken, mikoriza uygulamasının dane fosfor içeriği üzerindeki etkisi fosfor düzeyi arttıkça azalmıştır. Kök fosfor içeriğinde elde edilen sonuç da benzer olmuştur.

Mikoriza uygulamasının dane ve kök N içeriklerine etkisi uygulanan fosfor miktarı arttıkça azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fosfor ,Simbiyoz, Bitki besin elementi

EFFECTS OF INCREASING LEVELS OF P AND MYCORRHIZA INOCULATUM ON SOME CHARACTERISTICS OF SOYBEAN

ABSTRACT

Aim of this work is to examine the effect of increasing levels of P and mycorrhiza applications on growth and nutrient uptake of soybean.

This study was carried out at greenhouse and laboratory of Department of Biology, Faculty of Natural Sciences-Literature in Yozgat, Erciyes University in 2003-2004. Mycorrhiza inoculated and non-inoculated soils were used for the experiment which were designed in randomized block design with three replications and with three different levels of P.

Mycorrhiza inoculum and increasing levels of P applications had positive effect on stem and root length and dry weight. The highest increase was found with mycorrhiza application. The effect of increasing levels of P on board-bean number of soybean was found to be significant. On the contrary, mycorrhiza application did not have significant effect on board-bean number. The effect of both applications on 1000 grain weight was significant.

Mycorrhiza and increasing levels of P applications had affected the P content of soybean grain. At non-inoculated (mycorrhiza) soil, increasing levels of P application increased the P content of soybean grain when levels of P applications increased. However, at mycorrhiza inoculated soil, the P content of soybean seed decreased when levels of P application increased. Similar result we also obtained from root tissue.

The effect of mycorrhiza application on N content of seed and root of soybean decreased when levels of P increased.

Key Words: Phosphorus, Symbiosis, Plant nutrient

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
ÖZET.....	II
ABSTRACT.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	VII
TABLoların LİSTESİ.....	VIII
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	X

BÖLÜM 1

1.GİRİŞ.....	1
--------------	---

BÖLÜM 2

2.GENEL BİLGİ.....	3
2.1.Mikoriza Tanımı	3
2.2.Mikorizanın Önemi.....	5
2.3.Konu İle İlgili Çalışmalar.....	6

BÖLÜM 3

3.YÖNTEMLER.....	11
3.1.Materyal.....	11
3.1.1.Denemede Kullanılan Bitki.....	11
3.1.2.Denemede Kullanılan Mikoriza.....	11
3.1.3.Denemede Kullanılan Toprak.....	11
3.2.Yöntem.....	11
3.2.1.Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi...12	

3.2.1.1. Tekstür.....	12
3.2.1.2. Su İle Doygunluk.....	12
3.2.1.3. Toprak Reaksiyonu (Ph).....	12
3.2.1.4. Total Tuz.....	12
3.2.1.5. Kireç.....	12
3.2.1.6. Organik Madde.....	13
3.2.1.7. Alınabilir Fosfor.....	13
3.2.2. Deneme Deseni.....	13
3.2.3. Deneme Saksılarının Hazırlanması.....	13
3.2.4. Denemenin Kurulması.....	13
3.2.5. Eklenen Besin Elementlerinin Form ve Miktarları.....	14
3.2.6. Ekim.....	14
3.2.7. İncelenen Bitki Karakterleri.....	14
3.2.8. Hasat.....	15
3.2.9. Biomas Ölçümleri.....	15
3.2.10. Mikoriza İnfeksiyonunun Belirlenmesi.....	15
3.2.11. Kök Uzunluğunun Ölçülmesi.....	16
3.2.12. Bitki Besin Analiz Yöntemleri.....	17
3.2.13. İstatiksel Analizler.....	17

BÖLÜM 4

4. BULGULAR.....	18
4.1. Denemede Kullanılan Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	18
4.2. Kök İnfeksiyonu.....	19

4.3.Farklı Konsantrasyonlarda P ile Mikoriza Uygulamasının Bitki Gelişimi	
Üzerine Etkisi.....	22
4.3.1.Topraküstü Aksam Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi.....	22
4.3.2.Kök Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi.....	25
4.3.3.Kök Uzunluğu Üzerine Etkisi.....	29
4.3.4.Bitki Boyu Üzerine Etkisi.....	33
4.3.5.İlk Meyve Yüksekliği Üzerine Etkisi.....	35
4.3.6.Gövde Çapı Üzerine Etkisi.....	37
4.3.7.1000 Dane Ağırlığı Üzerine Etkisi.....	39
4.3.8.Bakla Sayısı Üzerine Etkisi.....	41
4.4. Besin Elementi Alımına Etkisi.....	43
4.4.1.Dane P İçeriği Üzerine Etkisi.....	43
4.4.2.Soya Kök P İçeriği Üzerine Etkisi.....	45
4.4.3.Dane Azot İçeriği Üzerine Etkisi.....	47
4.4.4.Kök Azot İçeriği Üzerine Etkisi.....	49

BÖLÜM 5

5.TARTIŞMA VE SONUÇ.....	51
KAYNAKLAR.....	54
ÖZGEÇMİŞ.....	59

KISALTMALAR VE SİMGELER

M	: Mikoriza uygulaması
P	: Fosfor
VA	: Vesiküler Arbüsküler
m	: Metre
g	:Gram
da	:Dekar
cm	:Santimetre
*	: $p<0.05$
**	: $p<0.01$
ns	: önemsiz



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 4.1. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	18
Tablo 4.2. Farklı P konsantrasyonları ile mikoriza uygulamasında, soya kökünde bulunan mikoriza infeksiyon yüzdeleri (%) ve varyans analiz sonuçları.....	19
Tablo 4.3. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya topraküstü aksam kuru ağırlığı (g/saksı) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.....	23
Tablo 4.4. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya topraküstü aksam kuru ağırlığına (g/saksı) etkisi.....	24
Tablo 4.5. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök kuru ağırlığı (g/saksı) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.....	26
Tablo 4.6. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök kuru ağırlığı (g/saksı) üzerine etkisi.....	28
Tablo 4.7. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök uzunluğu (m/saksı) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.....	30
Tablo 4.8. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının (m/saksı) kök uzunluğu üzerine etkisi	32
Tablo 4.9. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya bitki boyu (cm/bitki) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.....	33
Tablo 4.10. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya bitki boyu (cm/bitki) üzerine etkisi.....	34
Tablo 4.11. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya ilk meyve yüksekliği(cm/bitki) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.....	35
Tablo 4.12. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının ilk meyve yüksekliği(cm/bitki) üzerine etkisi.....	36

Tablo 4.13. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya gövde çapı (cm/bitki) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.....	37
Tablo 4.14. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya gövde çapı (cm/bitki) üzerine etkisi	38
Tablo 4.15. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya 1000 dane ağırlığı (g) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.....	39
Tablo 4.16. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya 1000 dane ağırlığı (g) üzerine etkisi.....	40
Tablo 4.17. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya bakla sayısı(adet/ bitki) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.....	41
Tablo 4.18. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya bakla sayısı (adet/bitki) üzerine etkisi.....	42
Tablo 4.19. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya dane %P içeriğine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.....	43
Tablo 4.20. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya dane %P içeriği üzerine etkisi.....	44
Tablo 4.21. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök%P içeriğine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.....	45
Tablo 4.22. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök%P içeriği üzerine etkisi.....	46
Tablo 4.23. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya dane %N içeriğine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.....	47
Tablo 4.24. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya dane %N içeriği üzerine etkisi.....	48
Tablo 4.25. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök %N içeriğine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.....	49
Tablo 4.26. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök %N içeriği üzerine etkisi,.....	50

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1. Mikoriza uygulaması olmadan soya bitki kökünün genel görünümü...	20
Şekil 4.2. 0mg/kg toprak P konsantrasyonunda mikoriza uygulaması yapılan soya bitki kökündeki mikoriza infeksiyonu.....	20
Şekil 4.3. 100 mg/kg toprak P konsantrasyonunda mikoriza uygulaması yapılan soya bitki kökündeki mikoriza infeksiyonu.	21
Şekil 4.4. 200 mg/kg toprak P konsantrasyonunda mikoriza uygulaması yapılan soya bitki kökündeki mikoriza infeksiyonu.....	22
Şekil 4.5. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya topraküstü aksam kuru ağırlığı (g/saksı) üzerine etkisi.....	25
Şekil 4.6. Mikoriza uygulaması yapılan ve mikoriza uygulaması yapılmayan soya bitki kökünün genel görünümü.....	27
Şekil 4.7. P uygulaması yapılan ve P uygulaması yapılmayan soya bitki kökünün genel görünümü.....	27
Şekil 4.8. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök kuru ağırlığı (g/saksı) üzerine etkisi.....	29
Şekil 4.9. Mikoriza uygulamasıyla birlikte P uygulaması yapılan ve P uygulaması yapılmayan topraklarda yetiştirilen soya bitki kökünün genel görünümü.....	31
Şekil 4.10. Mikoriza uygulaması olmadan artan P konsantrasyonuna bağlı olarak soya bitki kökünün genel görünümü.....	31
Şekil 4.11. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının kök uzunluğu (m/saksı) üzerine etkisi	32
Şekil 4.12. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya bitki boyu (cm/bitki) üzerine etkisi.....	34
Şekil 4.13. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya ilk meyve yüksekliği(cm/bitki) üzerine etkisi.....	36
Şekil 4.14. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya gövde çapı (cm/bitki) üzerine etkisi.....	38
Şekil 4.15. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya 1000 dane ağırlığı üzerine etkisi.....	40

Şekil 4.16. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya bakla sayısı üzerine etkisi.....	42
Şekil 4.17. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya dane %P içeriği üzerine etkisi.....	44
Şekil 4.18. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök %P içeriğine etkisi.....	46
Şekil 4.19. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya dane %N içeriği üzerine etkisi.....	48
Şekil 4.20. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök %N içeriği üzerine etkisi.....	50



BÖLÜM 1

1.GİRİŞ

Son yıllarda birçok botanikçi bitki büyüme ve gelişmesinde istenilen seviyeye ulaşmak için alternatif bir yol arayışı içindedir. Amaç kısa zamanda ve daha az girdi kullanımıyla bitki büyüme ve gelişiminde başarıyı yakalamaktır.

Türkiye içinde bulunduğu iklim kuşağı ve coğrafi konumundan dolayı kil ve kireç içerikleri yüksek, organik madde içeriği düşük ve yer yer strüktürleri bozuk topraklara sahiptir. Toprağın bu tür arzu edilmeyen özellikleri bitkilerin iyi bir gelişme göstermeleri için gerekli besin elementlerinin konsantrasyonunu düşürmektedir. Bu sebepten bitki gelişiminde başarıya ulaşmak için alınan önlemlerden birisi de gübrelemedir.

Gübrelemede temel amaç eksikliği belirlenen besinleri bitkiye sunmak ile bitki asimilasyonunu kolaylaştırmak olduğu halde gübreleme birçok zararı da beraberinde getirmektedir. Fazla kimyasal gübreleme sonucunda toprakta sertleşme, humus kapasitesinde azalma olmaktadır. Gübrelerin yeraltı sularına karışarak içme sularında meydana getirdiği olumsuzlukla insan sağlığında da ciddi tehditler oluşturmaktadır. Ayrıca enerji fiyatlarının artışına paralel olarak gübre fiyatları da artmaktadır.

Gübrelemedeki olumsuzluklar araştırmacıların biyoteknolojiye yönelmelerine neden olmuştur. Yakın zamana kadar bitki için gerekli olan besin elementlerinin sadece bitki kökleri tarafından sağlandığına inanılıyordu. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalar topraktan bitki besin elementlerinin alınımında tek alternatifin bitki kökü olmadığını, bitki kökü yanı sıra, mikoriza diye adlandırılan ve teşhisi mikroskop altında yapılan bazı fungus türlerinin de rolü olduğunu ortaya koymuştur [1].

Mikoriza alışılmışın dışında bir durum değildir; aslında doğal koşullar altında oldukça yaygındır. Dünya üzerindeki vejetasyonun çoğunun köklerinde mikorizal fungus bulunur. Dikotiledonların %83'ü, monokotiledonların %79'u ve Gymnospermilerin hepsi düzenli olarak mikorizal birliktelikler oluşturur [2].

Botanik anlamda mikoriza, yüksek bitkilerin kökleri ve toprak mantarları arasındaki karşılıklı ilişkiye dayanan ortak bir yaşam şeklidir [3]. Fungus hifleri ile örtülü kökler, fungusa gıda temin ederken, onlar da topraktan aldıkları minarelleri ve suyu bitkiye verirler [4].

İnsanoğlunun ihtiyaç duyduğu ve gelecekte artarak ihtiyaç duyacağı gıda maddelerinin stratejik bir şekilde kendi öz kaynaklarımızdan temini için etkili gübre kaynakları tasarlamak gerekir. Bu amaçla toprakta var olan, bitki ile simbiyotik ilişki kuran mikoriza funguslarının topraktan izole edilerek farklı ortamlara aşılınması bitki büyüme ve gelişmesine katkıda bulunabilir. Bir bakıma mikoriza, gübre olarak düşünülebilir.

Bu çalışmanın amacı, farklı fosfor dozlarının ve mikoriza ile inokülasyonun, önemli bir baklagil bitkisi olan soyanın besin elementi konsantrasyonu ve kimi özellikleri üzerine etkilerini belirlemektir.

BÖLÜM 2

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Mikoriza Tanımı

Mikoriza alışılmışın dışında bir durum değildir; aslında doğal koşullar altında oldukça yaygındır. Bu birliktelik Harley'e [5] göre bitki ile fungus arasındaki mutualistik simbiyozun en önemlisi ve en az anlaşılmış olanıdır. Son yıllarda bu konudaki araştırmalara hız verilmişse de yeterli değildir [6].

Mikoriza terimini ilk kullanan Alman A.B. Frank olmuştur [7]. Frank, ağaçlarla bazı mantarlar arasında mutualistik bir ilişkinin olduğunu söylemiş ve bunu Latince kök mantarı anlamına gelen mikoriza olarak tanımlamıştır [8].

Mikoriza, yüksek bitkilerin kökleri ve toprak fungusları arasında karşılıklı ilişkiye dayanan ortak bir yaşam demektir [9]. İletim demeti bitkileri ve karayosunlarının çoğunda rastlanan mikoriza birlikteliğinin fungus kısmına Amanita, Boletus vs. gibi Basidiomycetes üyeleri oluşturur [4]. Bu karşılıklı ilişkide bitki fungusa karbon, mikorizal fungus da bitkiye besin elementi sağlar [10].

Mikoriza bitki-su ilişkisi, fitohormon değerleri, karbon asimilasyonu gibi gıdasal olmayan konularda da bitkiye yarar sağlamaktadır [11].

Mikorizal fungus populasyonları milyonlarca yıl aynı toprakta yaşarlar. Fungusların bir kısmı çok geniş alana yayılırken bir kısmı ise pH gibi bazı toprak faktörlerinden etkilenir ve yayılımı kısıtlanır. Doğal ekosistemlerde fazla tuzlu, kuru, nemli olan topraklarda mikorizal birliktelikler azdır. Bozulmamış ekosistemlerde ise bozulmuş ekosistemlere göre daha fazla mikorizal birliktelikler vardır [12]. Doğada en elverişsiz toprakta bile mikorizal birlikteliklerin görülmesi şaşırtıcıdır. Bu da

mikorizalı bitkilerin en olumsuz şartlarda bile yeni adaptasyon mekanizması geliştirerek yaşamlarını sürdürdüklerini göstermektedir [13].

Janes [14]' e göre bitkiler mikorizal funguslara olan bağılıklarına göre 3'e ayrılır. Bunlar zorunlu mikorizal bitkiler, fakültatif mikorizal bitkiler ve mikorizal olmayan bitkilerdir. Zorunlu mikorizal bitkiler mikorizal birlikteliği oluşturmadan üreme olgunluğuna ulaşamayan bitkilerdir. Fakültatif mikorizal bitkiler mikorizal birlikteliği sadece toprak verimi düşük olduğunda oluşturan bitkilerdir. Mikorizal olmayan bitkiler genç iken mikorizal fungus kolonizasyonuna uygunca direnen bitkilerdir. Fakat mikorizal fungus kolonizasyonunu da tam olarak engelleyemezler [15].

Ekdomikoriza va endomikoza olmak üzere iki büyük mikorizal fungus sınıfı vardır. Mikorizal fungusun küçük sınıfları mineral besin alınımında sınırlı olan Ericaceae ve Orhidaceae familyalarındaki mikorizadır. Ekdomikorizada köklerin etrafında kalın mantar miselleri kılıfı vardır ve miselyumun bir kısmı kortikal hücrelerin arasına girer. Genellikle fungus miselyum miktarı o kadar fazladır ki toplam kütlesi kökün kütlesi ile karşılaştırılabilir. Fungus miseli sıkıştırılmış kılıftan uzaklaşarak , bireysel hifler veren yapılar içeren iplikler oluşturduğu toprağın içine yayılır. Kök sistemlerinin absorbe etme kapasitesi bitki köklerinden daha ince olan ve köklerin yakınındaki besini az olan toprağın ilerisine ulaşabilen dıştaki fungus hiflerle artar [2].

Endomikoriza ekdomikorizadan farklı olarak kökün etrafında sıkıştırılmış fungus misel kılıfı oluşturmaz. Bunun yerine hif daha az yoğun olan bir düzenlemede hem kökün için de hem de kökden dışarı etrafındaki toprağın içine doğru gelişir. Köke epidermisten veya kök tüyünden girdikten sonra hif sadece hücreler arası boşluklarda yayılmaz , korteksin hücrelerine girer. Hücrelerin içinde hif vezikül denilen oval yapılar ve arbüskül denilen dallanmış yapılar oluşturur. Dallı yapılar fungus ve konak bitki arasında besin transferinin gerçekleştiği bölge olarak görülür [2]. Veziküller spor formuna dönüşerek fungusun soyunun sürmesine yardımcı olmakta ayrıca alınan besin elementlerini gerektiğinde kullanmak üzere depo

etmektedir [15]. Kökün dışındaki misel kökten birkaç santimetre uzaklaşacak şekilde yayılır [4].

İlk defa Nicolson ve Schenck [16] tarafından tanımlanan fungus sporları küreselden yarı küresele kadar değişen biçimlerde olup , bazen elipsoit bir şekil almaktadır.Spor duvarları kompleks camsı iken, yaşlandıkça sarımsı bir görünüm kazanırlar [17].

2.2.Mikorizanın Önemi

Yapılan birçok çalışma mikoriza birlikteliğinin önemini açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Üzerinde en fazla durulan konu mikorizanın bitkideki mineral beslenmeyi artırıp bitki büyümesini teşvik etmesidir. Mikoriza dar çaplı hif üreterek bitki yüzey alanını artırmakta ve hifleri aracılığı ile kökten uzak bölgelerdeki besin elementlerini alarak üst organlara taşımaları sağlamaktadır [18]. Mikoriza hifi köklerden daha hızlı bir şekilde besinin lokalize olduğu yere ulaşır [19]. Mikoriza hifin kökten 27 cm ileri yada daha uzağa yerleştirilmiş P'u alabildiği, halbuki mikorizasız kökler tarafından bu P'un alınmadığı bulunmuştur [20].

Topraktaki P miktarı mikorizal birliktelik için önemlidir. Toprakta bitkiye yarayışlı P miktarının fazla olması mikorizal birlikteliği negatif yönde etkilemektedir. Bunun sebebi fazla P'un mikoriza inokulasyonunu sağlayan kök salgısının kök bölgesinde oluşmasını engellemesindendir [21].

Mikoriza bitki patojenleri ve nematodlara karşı bitkiyi korur [22]. Bunu kök salgısı konsantrasyonunda ve içeriğinde değişim yaparak sağladığı düşünülmektedir [17]. Ayrıca bitkinin ağır metallere karşı tolerans mekanizmasında mikorizanın da yer aldığı bilinmektedir [23].

Mikorizanın bitki üremesi, besin akümülayonu ve çok ürün verme konularında faydalı olduğu düşünülmektedir [24]. Köse et al. [25], tarla koşullarında yürüttükleri çalışmada mikoriza ile inokule olan biber bitkisinin inokule edilmeyenlere göre birkaç kat daha fazla verim artışı sağladığını belirlemişlerdir.

Mikorizal funguslar birçok canlı için besin kaynağıdır. Örneğin VAM ve ECM funguslarının hipogeus ve epigeus sporkarpları plesental ve marsupial memeliler için [26], fungusun kendisi ve hifi omurgasızlar için [27] önemli besin kaynağıdır.

Davis et al. [28], mikorizanın bazı çeşitlerinin bitkinin kök büyümesi ve kılcal kök oluşumuna olanak sağladıklarını söylemişlerdir. Bu da bitkinin topraktan iyi bir şekilde yararlanmasını sağlar.

Mikoriza bitkinin su stresine karşı dayanıklılığını artırır. Bunu mikorizanın hifleri aracılığı ile kökün ulaşamadığı yerlerden su temini ile sağladığı düşünülmektedir [29].

2.3. Konu İle İlgili Çalışmalar

Doğal koşullar altında birçok bitki türü toprak mikro organizmaları ile yakın bir iş birliği içerisinde. Mikorizal funguslar kök bölgesinde hayati bir rol oynarlar. Esas etkinlikleri bitkilerce zor alınan besin elementlerinin bitki tarafından alınımını arttırmak, bitki büyüme hormonlarını üretmek , bitkiyi zararlı patojenlere karşı korumaktır [30].

Mikorizal fungusun bitki için gerekli olan besin elementlerinin özellikle fosfor alınımına katkısı çeşitli denemelerle kanıtlanmıştır. Mikoriza topraktan yalnız fosforu (P) değil Zn, Cu, Mn, Fe, Ca, K ve N 'un bitkilerce alınımında etkili olmakta ve bitki köküyle mikroorganizmalar arasında işbirliği sağlamaktadır [31]. Sanders ve Tinker 'in [32] hesaplamaları mikorizal fungus ile beraber olan kökün fosfatı mikorizal fungus ile beraber olmayan kökten dört kat daha hızlı bir şekilde taşındığını göstermektedir.

Andrade et al. [33], soya fasulyesi ile yaptığı bir denemede mikoriza (*Glomus macrocarpum*) inokulasyonunun bitki kuru madde miktarını arttırdığını göstermişlerdir. Ayrıca mikoriza ile inokule edilen bitkinin P, Ca, Mg, Mn, Fe ve Zn içeriğinin inokule olmayan bitkiden daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Azaizeh et al. [34], kireçli toprakta diğer toprak mikroorganizmaları ve VAM fungusun (*Glomus mosseae*) mısır bitkisinin gelişimi ve besin elementi alımını üzerine etkilerini incelemişlerdir. Deneme sonunda VAM fungus ile inokule olmuş mısırın gövde/kök oranının inokule olmayan mısırdan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kök ve gövdenin P, Zn, Cu konsantrasyonları VAM kolonizasyonu ile artarken Mn konsantrasyonu önemli derecede azalmıştır.

Medeiros et al. [35], farklı Ph değerlerinde üç farklı VAM fungusunun Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) bitkisi üzerine etkisini araştırmışlardır. 4.0, 5.0, 6.0 ve 7.0 olan Ph değerlerinde *Glomus etunicatum*UT316, *Glomus intraradices*UT143 ve *Glomus intraradices*UT216 mikorizal fungusların bitki gelişimine ve besin elementi alınımına etkisi incelenmiştir. PH değeri artınca *Glomus etunicatum*UT316 ve *Glomus intraradices*UT123'un kök kolonizasyonları artarken *Glomus intraradices*UT143'un kök kolonizasyonu ise değişmemiştir. *Glomus etunicatum*UT316 ve *G.intraradices*UT143 Ph değerlerine bakılmaksızın *G intraradices*UT126'ya göre bitki gelişimi üzerinde daha etkili oldukları belirlenmiştir. *Glomus intraradices*UT126 ile kolonize olan bitkinin gövde P içeriği, diğer bitkilere göre daha düşük bulunmuştur. Sorgum bitkisinin P, S, K, Fe konsantrasyonu pH değerlerinden ve mikoriza kolonizasyonundan etkilenirken Ca, Ma, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonları etkilenmemiştir.

Graham et al. [36], sudan otu ile yaptıkları denemede mikoriza ve artan miktarlarda uygulanan fosforun kökte mikoriza infeksiyon yüzdesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Deneme sonunda fosfor uygulanmayan saksılarda mikoriza infeksiyon yüzdesi %89 iken bu oran uygulanan fosfora bağlı olarak azalmış ve en yüksek fosfor uygulamasında infeksiyon oranı %5'e kadar gerilemiştir.

Raju et al. [37], tarafından düşük fosfor içerikli toprağa gübre fosforu katılarak, AM (*G.fassiculatum*) ile aşılınmış ve aşılınmamış sorgum bitkisinin gelişimi ve mineral besin elementi alınımı üzerine yapılan bir araştırmada; düşük P dozlarında mikoriza ile aşılınmış bitkilerin yeşil aksamında P, K, Zn ve Cu içeriği mikoriza ile aşılınmamış bitkilere göre yüksek bulunmuştur.

Lambert ve Weidensual [38], pH'ı 5.2 olan toprakta soya bitkisi ile serada yaptıkları çalışmada, steril edilen toprağa artan miktarlarda verilen fosforla birlikte VA mycorrhiza (*Glomus mosseae*) uygulaması yapılmıştır. Soya bitkisinin gövde kuru ağırlığı artan miktarlarda verilen P dozları ve mikoriza uygulamasıyla artmıştır. Kontrol uygulamasında mikoriza uygulanmayan soya bitkisinin kuru ağırlığı 1.19 g iken mikoriza ile 1.70'e yükselmiştir. Soya bitkisinin P içeriği ve alınımı, P uygulaması ve mikoriza uygulaması ile artmıştır [15].

Aikia ve Ruat Salainen [39] yaptıkları çalışmada toprak besin konsantrasyonu varyasyonunda mikorizanın bitki üzerine etkisini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada mikoriza ile aşıl原因mış bitkilerin mikoriza ile aşıl原因mamış bitkilere göre besin konsantrasyonundaki varyasyonlara daha duyarlı oldukları bulunmuştur. Düşük besin konsantrasyonunda mikoriza, bitki kökünde daha etkilidir. Mikoriza ile aşıl原因mamış bitkiler ise yüksek besin konsantrasyonunda daha etkilidir.

Cruz et al. [40], *Ceratania siligua L.* bitkisi üzerine yaptıkları çalışmada besin konsantrasyonu yüksek ve düşük olan toprakları kullanmışlardır. Çalışmada, düşük besin konsantrasyonunda mikoriza (*Glomus intraradice*) ile aşılamanın bitki inorganik nitrojen alma kapasitesini arttırdığı bulunmuştur.

Taban ve Özcan [41] tarafından yapılan çalışmada mikorizanın asit ve alkalın topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin P, Zn, Fe, Cu ve Mn'dan yararlanması üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla steril edilmiş alkalın ve asit toprakta mısır bitkisi yetiştirilerek, tüm saksılara ekimden önce 100 mg/g üre ve 40 mg/g K uygulanmıştır. Fosfor uygulanacak saksılara 40mg/g (TSP gübresi) mikoriza inokule edilecek saksılara ise *Glomus etunicatum* ve *Glamus intraradices* türleri karışımı uygulanmıştır. Çalışma sonucunda asit toprakta mikoriza infeksiyon yüzdesi %68.3 olurken alkalın toprakta %48.3 olmuştur. Mısır bitkisinin kuru ağırlığı hem P hemde mikoriza uygulaması ile artmıştır. Mısır bitkisinin P konsantrasyonu mikoriza uygulaması ile kontrole göre alkalın toprakta değişmez iken, asit toprakta artmıştır. Bitkinin Zn konsantrasyonu her iki toprakta da mikoriza uygulaması ile artmış P uygulaması ile azalmıştır.

Feng et al. [42], mısır bitkisi ile yaptıkları çalışmada tuzlu bir ortamda mikoriza ile aşılanmanın bitkinin gelişimi üzerinde etkisini incelemişlerdir. Çalışmada mısır bitkisi 0 ve 100 Mm NaCl ve 0.05 ve 0.1 Mm olan 2 P dozunda yetiştirilmiştir. 34 gün sonra bütün P ve NaCl dozlarında mikoriza ile aşılanmış bitkinin P konsantrasyonunun, kök ve gövde kuru ağırlıklarının mikoriza ile aşılanmamış bitkiden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Tobar et al. [43], su stresinde mikoriza ile aşılanmanın bitki besin elementi alınımı üzerine etkisini incelemiştir. Marul (*Lactuca sativa L.*) bitkisinde *G. fassiculatum* ve *Glomus mosseae* ile aşılama yapılarak bitkinin N içeriğine bakılmıştır. Su stresi olduğu halde her iki fungus ile aşılama marul bitkisinin N içeriğini arttırmıştır. Liu et al. [44], farklı P ve mikrobesein elementi içerisinde yetiştirilen mısırın Cu, 2n, Mn ve Fe içeriğine mikoriza (*Glomus intraradices*) ile aşılama yapmanın etkisini incelemiştir. Mikoriza ile aşılama yapılmış ve aşılama yapılmamış mısır bitkisi ph'ı 6.5 olan 3:1 oranındaki kum-toprak karışımında yetiştirilmiştir. Kök kolonizasyonu ile birlikte mikrobesein elementi uygulaması gövde kuru ağırlığını arttırmıştır. Düşük P konsantrasyonunda ve mikrobesein elementi hiç olmadığında veya düşük olduğunda gövde Zn içeriği mikoriza aşılaması ile artmıştır. Toplam Cu içeriği düşük P dozu ve mikrobesein elementi hiç uygulanmadığında aşılama ile birlikte artmıştır. Fe içeriği de yüksek mikrobesein elementi uygulaması ile azalmıştır.

Ortakçı [45] yaptığı çalışmada mikoriza uygulamasının bitki boyu üzerine etkisini incelemiştir. Turunç bitkisine mikoriza uygulaması (*Glomus clarium*) ile birlikte çeşitli P ve Zn dozları uygulamıştır. Yapılan çalışmalarda mikoriza uygulamasının bitki gelişimini arttırdığı gözlenmiştir. Mikoriza uygulaması olmadığında turunç bitkisinin boyu 10.8 cm iken bu değer mikoriza uygulaması ile 87.8 cm'e yükselmiştir. Ayrıca bu çalışma mikoriza uygulamasının bitki besin elementleri özellikle de P içeriğini arttırdığını kanıtlamıştır.

Karaki ve Clark [46] yaptıkları çalışmada farklı P doz miktarlarının ve mikoriza (*Glomus mosseae*) uygulamasının 2 buğday genotipinde (*Triticum durum*) tohumun protein ve lipit içeriğine etkilerini araştırmışlardır. Toprağa P eklendikçe buğday genotiplerinin kök kolonizasyonu azalmıştır. Toprağa P eklenmediğinde mikoriza

uygulamasý tohumun kuru ağırlığını ve lipit konsantrasyonunu arttırmıştır. Tohum lipit ve protein konsantrasyonunun P içeriğı ile korelasyon içinde olduğunu bulmuşlardır. Mikoriza uygulaması olmayan genotiplerde ise tohumun protein ve lipit içeriğı düşüktür. P uygulaması olmayıp mikoriza uygulaması olduğunda tohum protein/lipit oranı artmıştır.

Gür [47] kırmızı üçgül bitkisi ile yaptığı çalışmada mikorizal fungus uygulanan bitkilerin boy, kök uzunluğu, toprak üstü kısmı ve köklerin kuru ağırlıkları bakımından mikorizal fungus uygulanmayanlara göre daha yüksek değerlere sahip olduğunu bulmuştur.



BÖLÜM 3

3.YÖNTEMLER

3.1. Materyal

3.1.1. Denemede Kullanılan Bitki

Araştırmada kullanılan A-1937 soya çeşidi Tarla bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir.

3.1.2. Denemede Kullanılan Mikoriza

Mikoriza olarak Çukurova Üniversitesi Toprak Bölümü'nden elde edilen *Glomus fassiculatum* mikoriza türü kullanılmıştır.

3.1.3. Denemede Kullanılan Toprak

Denemede Erciyes Üniversitesi Yozgat Fen-Edebiyat Fakültesi çevresinden alınan toprak örneğinde yürütülmüştür.

3.2. Metot

Çalışma Erciyes Üniversitesi Yozgat Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Araştırma sera ve laboratuvarlarında yürütülmüştür.

3.2.1. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

Toprak materyali 0-30 cm derinlikten alınarak gölge bir alanda kurutulmuş ve farklı boyutlardaki eleklerden geçirilmiştir. Toprakta homojenliği sağlamak için elenen toprak geniş bir kap içerisinde karıştırılmış ve içinden yeterli miktarda toprak örneği alınarak gerekli analizler yapılmıştır. Analizlerin yapılmasında Yozgat Köy Hizmetleri laboratuvarlarından yararlanılmıştır. Toprak sterilizasyonu toprağın 2 saat süre ile 121 °C otoklavda bekletilmesi ile sağlanmıştır.

3.2.1.1. Tekstür

Bouyoucus [48] yöntemine göre yapılmıştır.

3.2.1.2. Su ile Doygunluk

Richards [49], tarafından belirtildiği gibi toprağa doymuş hale gelinceye kadar, saf su ilave edilerek tayin edilmiş ve sonuç % olarak gösterilmiştir.

3.2.1.3. Toprak Reaksiyonu (pH)

Richards [49]'ın bildirdiği şekilde hazırlanan saturasyon macununda, pH metre ile ölçülmüştür.

3.2.1.4. Total Tuz

Kondaktive aleti ile saturasyon macununun elektriksel geçirgenliğinin ölçülmesi suretiyle tayin edilmiştir [50].

3.2.1.5. Kireç

Scheibler kalsimetresi ile tayin edilmiştir.

3.2.1.6. Organik Madde

Walkley-Black metodunun modifiye şekli uygulanarak tayin edilmiştir [51].

3.2.1.7. Alınabilir Fosfor

Esasları Olsen ve arkadaşları [52] tarafından bildirildiği şekilde 8.5 pH'lı sodyum bikarbonat kullanarak ekstrakte edilen fosforun molibden ile meydana getirdiği mavi rengin kolorimetrede 660 nm dalga boyunda okunması ile bulunmuştur.

3.2.2. Deneme Deseni

Çalışma mikoriza aşılama ve aşılama yapılmamış ortamlarda, 3 farklı P dozunda 3 tekrarlamalı olarak Tesadüfî Blokları Deneme desenine göre kurulup yürütülmüştür.

3.2.3. Deneme Saksılarının Hazırlanması

Denemede 32 X 52 cm boyutlarında plastik saksılar kullanılmıştır. Saksılarda sterilizasyonu sağlamak maksadıyla saksılar ilk önce çeşme suyunda ardından da saf sudan geçirilmiştir. Daha sonra saksılar numaralandırılmıştır.

3.2.4. Denemenin Kurulması

Mikoriza aşılması yapılacak saksılara öncelikle 1.5 kg/saksı kuru toprak konulmuştur ve üzerine *Glomus fassiculatum* mikorizası mevcut kültürden 20 gr yayılımı ve bunun üzerinede tekrar 0,5 kg /saksı kadar toprak eklemesi yapılmıştır. Saksıları 0 mg/kg, 100mg/kg, 200mg/kg dozlarında KH_2PO_4 formu ile P uygulanmıştır. Ayrıca diğer besin elementlerinden aşağıda belirtildiği form ve miktarda besin elementleri uygulanmıştır. Mikoriza aşılması yapılmayacak saksılarda ise mikoriza aşılması dışında izlenen yol aynıdır.

3.2.5. Eklenen Besin Elementlerinin Form ve Miktarları

Her saksıya ekimden önce uygulanan besin elementlerin form ve dozları aşağıda belirtilmiştir.

Fosfor (P) : KH_2PO_4	Azot (N) : $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$
: 0mg/kg	: 300mg/kg
: 100mg/kg	
: 200mg/kg	
Potasyum (K) : KCl	Cinko (Zn) : $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
:250mg/kg	: 2.5mg/kg
Bakır(Cu) : $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Bor(B) : H_3BO_3
:0.5 mg/kg	: 0.5mg/kg
Demir(Fe) : Fe-Edta	Mağnezyum(Mg) : $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
: 5mg/kg	:2.5mg/kg
Mangan(Mn): $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	
: 0.5mg/kg	

3.2.6.Ekim

Her saksıya 10 soya tohumu ekilmiştir. Yaklaşık 2 hafta sonra, çimlenme gözlenince, 6 bitki/saksı olacak şekilde seyreltme yapılmıştır.

3.2.7. İncelenen Bitki Karakterleri

Bitki hasat edilmeden farklı zamanlarda aşağıdaki gözlem, ölçüm ve sayımlar yapılmıştır.

Bitki Uzunluğu: Bitkilerin +/-1 mm duyarlıkta şerit metre yardımıyla kök boğazından büyüme ucuna kadar toprak üstü aksam uzunlukları ölçülmüş ve ortalama değerler “cm” olarak gösterilmiştir.

Gövde çapı :Bitkilerin +1-0.05 mm duyarlıktaki kompas ile kök boğazından ölçüm yaparak gövde çapları bulunmuş ve ortalamalar “mm” olarak gösterilmiştir.

İlk Meyvenin Topraktan Yüksekliği: Bitkilerde toprak üstünden ilk meyvenin çıktığı dal arasındaki mesafe ± 1 mm duyarlıktaki şerit metre ile ölçülmüş ve ortalama değerler “cm” olarak gösterilmiştir.

Bakla Sayısı: Bitkilerde baklalar sayılmış ve adet olarak gösterilmiştir.

3.2.8 Hasat

Gelişme süresi sonunda, yaklaşık 3 ay kadar, bitki yapraklarının sararmaya başladığı, baklaların olgunlaşıp sarardığı, sertleştiği anda bitkiler toprak yüzeyine 0.5 cm üzerinden kesilerek hasat edilmiştir. Topraktan arındırılan kök ve toprak üstü aksam diğer ölçümler ve analizler için hazır hale getirilmiştir. Köklerden mikoriza enfeksiyonu ve kök uzunluğu için alt kök örnekleri alınmıştır. Kök ve tohumlar bitki besin elementi analizleri için havanda ezilerek hazır hale getirilmiştir.

3.2.9. Biomass Ölçümleri

Topraküstü Aksam Kuru Ağırlığı: Hasat sonrası toprak üstü aksam 65°C 'de yaklaşık bir gün bekletildikten sonra ± 1 mg duyarlıktaki terazide tekrar tartılmıştır.

Kök Kuru Ağırlığı: 65°C 'de yaklaşık 1 gün bekletilen kökler tekrar ± 1 mg duyarlıktaki terazide tartılmıştır. Değerler “g” olarak gösterilmiştir.

1000 Dane Ağırlığı: Meyveden çıkartılan taneler ± 1 mg duyarlıktaki terazide tartılmış ve 1000 dane ağırlıkları hesaplanmıştır. Değerler “g” olarak gösterilmiştir.

3.2.10. Mikoriza Enfeksiyonunun Belirlenmesi

Bitki köklerinde mikoriza enfeksiyonunun teşhisi Koksa ve Gemma'nın [53] belirlediği yöntemle göre yapılmıştır.

Yönteme göre ilk önce teşhis yapmada kullanılacak ince kökler rastgele 1 cm uzunluğunda kesilerek tüp içerisine konur. Köklerin yumuşaması için hazırlanan %10'luk KOH çözeltisi tüp içerisine kökleri kaplayacak miktarda eklenir ve tüpler

1 saate yakın 65 °C'de etüvde bekletilir. Etüvden çıkartılan tüplerden KOH çözeltisi boşaltılır ve tüplere bu kez %1'lik HCL çözeltisi konur. 15 dakika sonra asit tüplerden boşaltılır ve esas mikorizal varlığın boyanmasını sağlayacak glycerol trypan çözeltisi köklere kaplayacak miktarda tüplere eklenir. 65 °C'de tüpler 15 dakika bekledikten sonra en son olarak kökler laktik asit ile yıkanır. Amaç fazla boyayı uzaklaştırmaktır.

Tüplerden petri kutusuna aktarılan boyanmış bitki kökleri 40 büyütme ile mikroskop altında incelenir. Kök sayısı ve enfeksiyonlu kökler mikroskop altında incelenerek belirlenir.

Pratikte % kök enfeksiyonu şu formül ile hesaplanır:

$$\% \text{ İnfeksiyon} = 100 * \text{toplam mikorizalı kök} / \text{toplam kök sayısı}$$

3.2.11. Kök Uzunluğunun Ölçülmesi

Kök uzunluğu Tennant [54] yönteminin kullanımıyla Line-intercept metodunun uygulanmasıyla belirlenmiştir.

Yönteme göre ilk önce cam veya plastikten sığ bir kabın altına 30* 40 cm milimetrik ölçülerde hazırlana grid yerleştirilir. Kabın içerisine bir miktar su konulur. 0.25 g kadar tartılan bitki kökü su içerisine konulur. Kökler maşa yardımıyla birbirinin üzerine gelmeyecek şekilde pozisyon aldırılır. Grid çizgilerini kesen kökler el sayacı ile sayılır. Kök uzunluğu pratikte aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$R = N * 0.7856$$

N=Yatay ve dikey grid çizgilerini kesen toplam kesişme sayısı

0.7856=1 cm grid ağırlığı için hesaplanmış sabit değerdir.

R=Kök uzunluğu

3.12.Bitki Besin Elementi Analiz Yöntemleri

Azot analizi: Bitki kök ve tohumlardaki azot miktarı kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Kjeldahl yöntemine göre konsantre H_2SO_4 ile yaş yakılma sonucu bitki örneklerindeki azot NH_4^+ 'e çevrilmekte ve güçlü alkoali tepkimeli bir ortamda yapılan damıtma sonunda ortaya çıkan NH_3 miktarının belirlenmesi sonunda örnekte bulunan azot miktarı hesaplanmaktadır. Bu analizde 3 aşama vardır: Yakma, damıtma ve titrasyon. Sonuçta kullanılan NaOH miktarına bakılarak kök ve tohumdaki azot miktarları hesaplanmıştır [55].

Fosfor Analizi: Havanda ezilen tohum ve kök örneklerinden 0,5 gr tartılarak kuru yakma yöntemine göre $550\text{ }^{\circ}C$ 'de külfırında 6 saat yakılmıştır. Kuru yakma yöntemiyle yakılarak elde edilen ekstraktlarda fosfor Vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemine göre 470 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunan değere göre belirlenmiştir [56].

3.13.İstatiksel Analizler

Deneme sonuçlarının varyans analizleri Tarist'e göre yapılmıştır. LSD programı uygulanmıştır[57]

BÖLÜM 4

4.BULGULAR

4.1. Denemede Kullanılan Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 4.1.'de verilmiştir

Tablo 4.1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

<u>Özellikler</u>	<u>Değerler</u>
Derinlik	0-30
Bünye Sınıfı	Silt
Kum	49
Kil	23
Silt	28
Saturasyon	55
pH	6.97
Total Tuz (%)	0.045
Kireç (%)	5.39
Organik Madde (%)	1.42
Bitkiye Yarayışlı Fosfor (P ₂ O ₅ Kg/da)	1.95

0-30 cm derinlikten alınan deneme toprağının bünyesi silttir. Toprak pH'ı nötre yakındır. Tuz içeriğine bakılarak tuzsuz toprak olarak nitelendirilebilir. Topraktaki bitkiye yararışlı P miktarı oldukça düşüktür [58]. Toprak organik madde miktarı bakımından ise yoksundur [59].

4.2. Kök İnfeksiyonu

Farklı P konsantrasyonları ile mikoriza uygulamasında, soya kökünde bulunan mikorizal infeksiyon yüzdeleri (%) ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.2.'de görülmektedir.

Tablo 4.2. Farklı P konsantrasyonları ile mikoriza uygulamasında, soya kökünde bulunan mikoriza infeksiyon yüzdeleri (%) ve varyans analiz sonuçları.

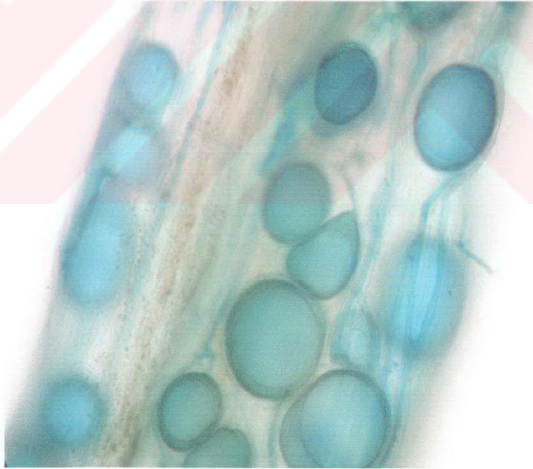
Mikoriza İnfeksiyon Yüzdeleri(%)		
P0 (0mg/kg)	P1 (100mg/kg)	P2 (200mg/kg)
71.70	68.81	64.41
Varyasyon kaynağı	Kareler ortalaması	F değeri
P	40.539	72.056**

** P<0.01

Tablo 4.2.'de görüldüğü gibi bütün P uygulamalarında soya bitki kökünde mikoriza infeksiyonu gerçekleşmiş ve mikoriza kolonisi oluşmuştur. Farklı P uygulamalarının mikoriza infeksiyonuna etkisi istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Tablo 4.2.).



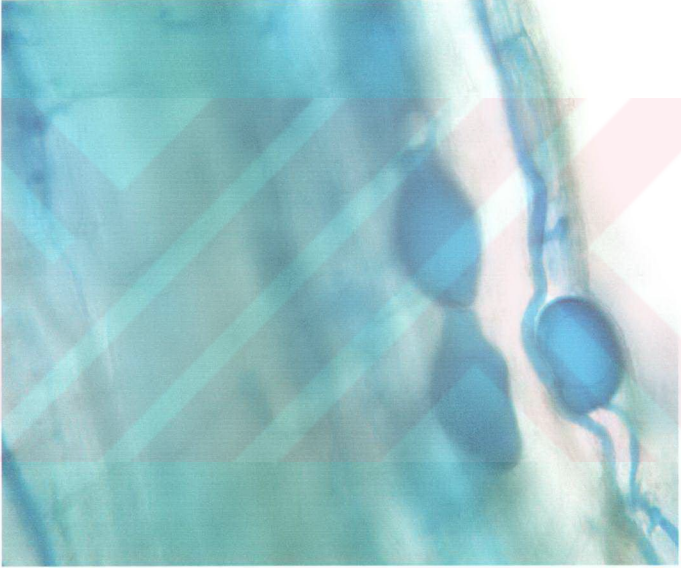
Şekil 4.1. Mikoriza uygulaması olmadan soya bitki kökünün genel görünümü.



Şekil 4.2. 0mg/kg toprak P konsantrasyonunda mikoriza uygulaması yapılan soya bitki kökündeki mikoriza infeksiyonu.

Soya bitki kökünün en fazla mikoriza infeksiyonuna uğradığı (%71.70) P uygulaması 0 mg/kg toprak P konsantrasyonudur.kil 4.2.). Bunu %68.81 ile P1 dozu ve %62.41 ile P2 konsantrasyonu izlemiştir (Tablo 4.2. ve Şekil 4.3., 4.4.).

Sonuçlara göre, toprakta belirli düzeyde (1.95 kg/da) bulunan yarıyışlı P kök infeksiyonunu sağlamada yeterli olmuş, bu noktadan sonra ilave edilen P ise bitki kökündeki mikoriza infeksiyonunu azaltmıştır (Tablo 4.2.).



Şekil 4.3. 100 mg/kg toprak P konsantrasyonunda mikoriza uygulaması yapılan soya bitki kökündeki mikoriza infeksiyonu.



Şekil 4.4. 200 mg/kg toprak P konsantrasyonunda mikoriza uygulaması yapılan soya bitki kökündeki mikoriza enfeksiyonu.

4.3. Farklı Konsantrasyonlarda P ile Mikoriza Uygulamasının Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi

4.3.1. Topraküstü Aksam Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi

Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının bitki gelişimine olan etkilerini belirlemede, bitki büyümesi parametrelerinden olan topraküstü aksam kuru ağırlıkları (g/saksı) ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.3.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya topraküstü aksam kuru madde ağırlığı (g/saksı) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.

Uygulama	Fosfor Uygulaması			Ortalama
	P0 (0mg/kg)	P1 (100mg/kg)	P2 (200mg/kg)	
M(-) (Kontrol)	3.66	6.60	8.86	6.373 b
M(+)	5.72	9.60	9.10	8.140 a
Ortalama	4.69 c	8.10 b	8.98 a	
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	
M	1	7.023	6270.089**	
P	2	30.847	13752.946**	
M*P	2	2.953	1318.482**	

**p<0.01

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (LSD 0.05).

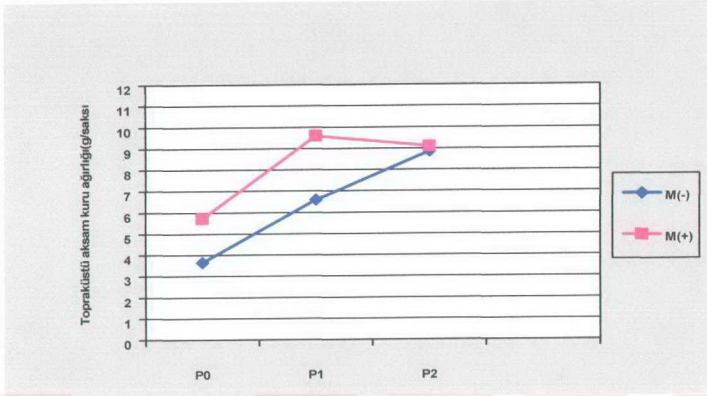
Tablo 4.3.'e göre mikoriza uygulaması soyanın topraküstü aksam kuru ağırlığı artışında etkili olmuştur ($P<0.01$). Kontrolde topraküstü aksam kuru ağırlığı 3.66 g/saksı iken mikoriza uygulaması ile 5.72 g/saksı değerine ulaşmıştır (Tablo 4.3., Şekil 4.5.).

P uygulamasının topraküstü aksam kuru ağırlığına etkisine bakıldığında, P uygulamasının topraküstü aksam kuru ağırlığını artırdığı açık bir şekilde görülmektedir (Tablo 4.3.). Bu artış istatistiksel açıdan da önemlidir ($P<0.01$). En düşük topraküstü aksam kuru ağırlığı (3.66 g/saksı) P0'da tespit edilirken en yüksek topraküstü aksam kuru ağırlığı (8.86 g/saksı) artan P dozuna paralel olarak P2'de bulunmuştur (Tablo 4.3.).

Tablo 4.4. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasını soya topraküstü aksam kuru ağırlığına (g/saksı) etkisi.

Fosfor Uygulaması	M(-) Kontrol	M(+)	Kontrolle Göre artış(%)
P0 (0mg/kg)	3.66	5.72	56.28
P1 (100mg/kg)	6.60	9.60	45.45
P2 (200mg/kg)	8.86	9.10	2.7

Tablo 4.4. ve Şekil 4.5.'in birlikte incelenmesinden anlaşılabacağı gibi mikoriza topraküstü kuru ağırlığını arttırmıştır ($P<0.01$). Fakat bu artış artan P konsantrasyonlarıyla bir azalma göstermektedir (Şekil 4.5.). Mikoriza uygulaması 0 mg/kg toprak P konsantrasyonunda topraküstü kuru ağırlığında %56.28 oranında bir artış sağlarken 100 mg/kg toprak P konsantrasyonunda %45.45'lik bir artışa neden olmuştur. Yüksek P miktarının mikoriza aktivitesini engellemesi 200 mg/kg toprak P konsantrasyonunda daha çok belirginleşmiştir (Şekil 4.5.). Bu da P dozunun mikoriza aktivitesine negatif etkisinin bir göstergesidir. Mikoriza-P konsantrasyonu etkileşimi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4.5. Farklı fosfor konsantrasyonunda mikoriza uygulamasının soya topraküstü aksam kuru ağırlığı (g/saksı) üzerine etkisi.

4.3.2. Kök Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi

Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök kuru ağırlığı (g/saksı) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.5.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök kuru ağırlığı (g/saksı) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.

Uygulama	Fosfor Uygulaması			Ortalama
	P0 (0mg/kg)	P1 (100mg/kg)	P2 (200mg/kg)	
M(-) (Kontrol)	2.5	4.38	5.34	4.07 b
M(+)	4.5	5.76	5.4	5.22 a
Ortalama	3.50 b	5.07 a	5.37 a	
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	
M	1	5.905	6270.089**	
P	2	6.040	69.537**	
M*P	2	1.468	16.904**	

** P<0.01

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.(LSD 0.05)

Tablo 4.5.'de görüldüğü gibi mikoriza uygulaması soya kök kuru ağırlığını önemli derecede arttırmıştır ($P<0.01$). Mikoriza uygulaması olmadan 2.5 g/saksı olan kök kuru ağırlığı mikoriza uygulaması olduğunda 4.5 g/saksı değerine ulaşmıştır (Tablo 4.5. ve 4.6.).



Şekil 4.6. Mikoriza uygulaması yapılan ve mikoriza uygulaması yapılmayan soya bitki kökünün genel görünümü.



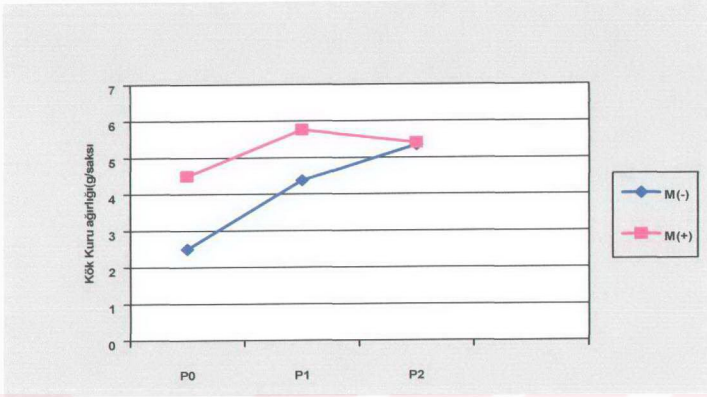
Şekil 4.7. P uygulaması yapılan ve P uygulaması yapılmayan soya bitki kökünün genel görünümü.

P uygulamasının soya kök kuru ağırlığına etkisi önemli bulunmuştur. ($P<0.01$). Mikoriza uygulaması dikkate alınmaksızın hiç P uygulanmadığında (0 mg/kg toprak P) 2.5 g/saksı olan kök kuru ağırlığı P uygulamaları ile yükselerek 100 mg/kg toprak P konsantrasyonunda 4.38 g/saksı ve 200 mg/kg toprak P konsantrasyonunda ise 5.34'e ulaştığı tesbit edilmiştir (Tablo 4.5. ve 4.6).

Tablo 4.6. Farklı P konsantrasyonunda mikoriza uygulamasının soya kök kuru ağırlığı (g/saksı) üzerine etkisi.

Fosfor Uygulaması	M(-) Kontrol	M(+)	Kontrolle Göre artış(%)
P0 (0mg/kg)	2.5	4.5	80
P1 (100mg/kg)	4.38	5.76	31.50
P2 (200mg/kg)	5.34	5.40	1.12

Tablo 4.6. ve Şekil 4.8.'de görülebileceği gibi mikorizanın soya kök kuru ağırlığını artırıcı etkisi P konsantrasyonlarındaki artış ile birlikte giderek azalış göstermektedir. Nitekim Tablo 4. 6.'da görüldüğü gibi mikoriza uygulamasının kontrole göre sağladığı artış oranı P 0'da %80 iken P2'de %1.12'ye düşmüştür. Bu durum bize topraktaki P miktarı arttıkça mikorizanın kök kuru ağırlığı üzerindeki artırıcı etkisinin azaldığını göstermektedir. Bu sonuç istatistiksel anlamda da önemlidir ($P<0.01$).



Şekil 4.8. Farklı P konsantrasyonunda mikoriza uygulamasının soya kök kuru ağırlığı (g/saksı) üzerine etkisi.

4.3.3. Kök Uzunluğu Üzerine Etkisi

Farklı P konsantrasyonunda mikoriza uygulamasının soya kök uzunluğu (m/saksı) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.7.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök uzunluğu (m/saksı)üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.

Uygulama	Fosfor Uygulaması			Ortalama
	P0 (0mg/kg)	P1 (100mg/kg)	P2 (200mg/kg)	
M(-) (Kontrol)	49.83	138.36	149.74	112.64 b
M(+)	164.76	177.96	160.43	167.72 a
Ortalama	107.30 c	158.16 a	155.08 b	
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	
M	1	13649.375	10687.659**	
P	2	4880.259	3821.314**	
M*P	2	4343.351	3400.906**	

** P<0.01 Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.(LSD 0.05)

Tablo 4.7.'ye göre mikoriza uygulaması soyanın kök uzunluğunda etkili olmuştur ($P<0.01$). Mikoriza-kontrol'de kök uzunluğu 49.83 m/saksı iken, mikoriza uygulamasında değeri 164.76 m/saksı olmuştur (Tablo 4.7., Şekil 4.11.).

P uygulamasının kök uzunluğu üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Mikoriza uygulamasına bakılmaksızın P0 (0 mg/kg toprak)'da 49.83 m/saksı olan kök uzunluğu P1 (100 mg/kg toprak)'de 138.36 m/saksı olmuştur. P2 (200 mg/kg toprak P)'de ise 149.74 değerine ulaşmıştır (Tablo 4.7. ve Şekil 4.11.).



Şekil 4.9. Mikoriza uygulamasıyla birlikte P uygulaması yapılan ve P uygulaması yapılmayan topraklarda yetiştirilen soya bitki kökünün genel görünümü.

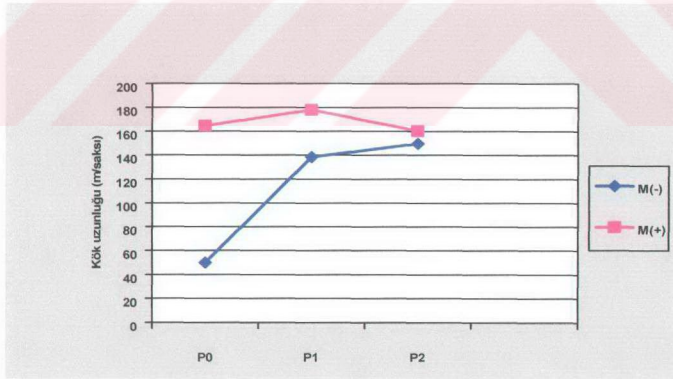


Şekil 4.10. Mikoriza uygulaması olmadan artan P konsantrasyonuna bağlı olarak soya bitki kökünün genel görünümü.

Tablo 4.8. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının (m/saksı) kök uzunluğu üzerine etkisi .

Fosfor Uygulaması	M(-) Kontrol	M(+)	Kontrolle Göre artış(%)
P0 (0mg/kg)	49.83	164.76	230.64
P1 (100mg/kg)	138.36	177.99	28.62
P2 (200mg/kg)	149.74	160.43	7.13

Tablo 4.8. ve Şekil 4.11.'de görüldüğü gibi mikorizanın kök uzunluğu üzerine atırıcı etkisi P konsantrasyonlarındaki artış ile belirgin bir şekilde giderek azalış göstermektedir. Tablo 4.8.'e göre mikoriza uygulamasının kontrole göre sağladığı artış oranı P0'da %230, P1'de %28.26 ve P2'de %7.13 olmuştur. Bu durum bize topraktaki P miktarı arttıkça mikorizanın aktivitesinin azaldığını göstermektedir.



Şekil 4.11. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının kök uzunluğu (m/saksı) üzerine etkisi .

4.3.4. Bitki Boyu Üzerine Etkisi

Farklı P konsantrasyonunda mikoriza uygulamasının soya bitki boyu (cm/bitki) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.9.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.9. Farklı P konsantrasyonunda mikoriza uygulamasının soya bitki boyu (cm/bitki) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.

Uygulama	Fosfor Uygulaması			Ortalama
	P0 (0mg/kg)	P1 (100mg/kg)	P2 (200mg/kg)	
M(-) (Kontrol)	27.65	29.95	33.52	30.37 b
M(+)	63.06	68.16	59.92	63.71 a
Ortalama	45.35 c	49.05 a	46.72 b	
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	
M	1	5001.667	26353.381**	
P	2	41.977	110.587 **	
M*P	2	114.227	300.928**	

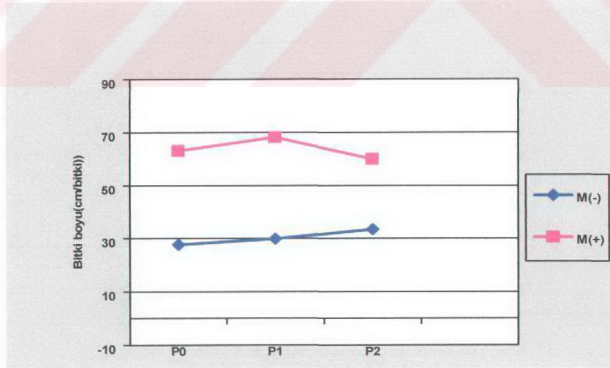
** P<0.01 Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.(LSD 0.05)

Tablo 4.9.'da görüldüğü gibi mikoriza uygulaması soya bitki boyunu önemli derecede arttırmıştır (P<0.01). Mikoriza uygulanmadığında 27.65 cm/bitki olan bitki boyu mikoriza uygulaması ile 63.06 cm/bitki değerine ulaşmıştır (Şekil 4.4.). P uygulamasının bitki boyuna etkisi önemli bulunmuştur. (P<0.01). Mikoriza uygulaması dikkate alınmaksızın hiç P uygulanmadığında (0 mg/kg toprak P) 27.65 cm/bitki olan bitki boyu, P1 (100 mg/kg toprak P)'de 29.95 cm/bitki ve P2'de 33.52 cm/bitki değerine ulaşmıştır (Tablo 4.9.).

Tablo 4.10. Farklı P konsantrasyonlarda mikoriza uygulamasının soya bitki boyu (cm/bitki) üzerine etkisi.

Fosfor Uygulaması	M(-) Kontrol	M(+)	Kontrolle Göre artış(%)
P0 (0mg/kg)	27.67	63.06	127.90
P1 (100mg/kg)	29.95	68.16	127.57
P2 (200mg/kg)	33.52	59.92	78.75

Tablo 4.9. ve Şekil 4.12.'ün birlikte incelenmesinden anlaşılabacağı gibi mikoriza soya bitki boyunu artırmıştır ($P<0.01$). Fakat bu artış artan P konsantrasyonları ile bir azalma göstermektedir (Şekil 4.12.). Mikoriza uygulaması 0 mg/kg toprak P konsantrasyonunda soya bitki boyunda %128.6 bir artış sağlarken 200mg/toprak P konsantrasyonunda bitki boyundaki artış %78.75 oranında olmuştur. Mikoriza-P interaksyonu istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4.12. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya bitki boyu (cm/bitki) üzerine etkisi.

4.3.5. İlk Meyve Yüksekliği Üzerine Etkisi

Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya ilk meyve yüksekliği (cm/bitki) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.11’de gösterilmiştir.

Tablo 4.11. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya ilk meyve yüksekliği(cm/bitki) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.

Uygulama	Fosfor Uygulaması			Ortalama
	P0 (0mg/kg)	P1 (100mg/kg)	P2 (200mg/kg)	
M(-) (Kontrol)	5.91	6.32	6.86	6.36 b
M(+)	9.54	9.89	9.05	9.49 a
Ortalama	7.72 c	8.10 a	7.95 b	
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	
M	1	44.086	49534.88**	
P	2	0.220	246.966**	
M*P	2	0.995	1118.427**	

** P<0.01 Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.(LSD 0.05)

Mikoriza uygulaması soya ilk meyve yüksekliğinin artışında etkili olmuştur (P<0.01). Mikoriza –kontrol’de ilk meyve yüksekliği 5.91 cm/bitki iken mikoriza uygulaması ile 9.54 cm/bitki değerine ulaşmıştır.

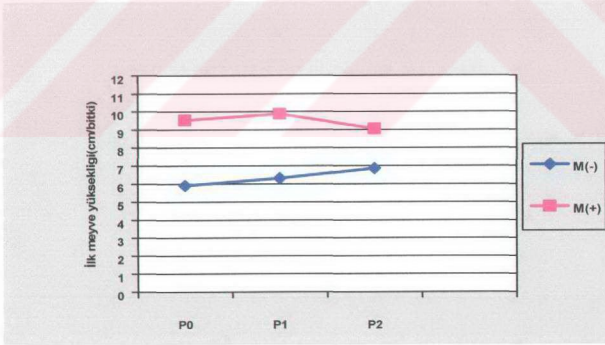
P uygulamasının soya ilk meyve yüksekliğine etkisine bakıldığında, P uygulamasının ilk meyve yüksekliğini arttırdığı görülmektedir (Tablo 4.II.) .

En düşük ilk meyve yüksekliği P0 (5.91 cm/bitki)’da tesbit edilirken en yüksek ilk meyve yüksekliği (6.86 cm/bitki) artan P dozuna paralel olarak P2’de bulunmuştur.

Tablo 4.12. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının ilk meyve yüksekliği(cm/bitki) üzerine etkisi.

Fosfor Uygulaması	M(-) Kontrol	M(+)	Kontrolle Göre artış(%)
P0 (0mg/kg)	5.91	9.54	61.42
P1 (100mg/kg)	6.32	9.89	56.48
P2 (200mg/kg)	6.86	9.05	31.92

Tablo 4.12. ve Şekil 4.13.'e göre mikoriza uygulamasının ilk meyve yüksekliği üzerine artırıcı etkisi P konsantrasyonlarındaki artış ile negatif bir ilişki göstermiştir. Nitekim Tablo 4.12.'de görüldüğü gibi mikoriza uygulamasının ilk meyve yüksekliğini artırıcı etkisinin oranı 0 mg/kg toprak P konsantrasyonunda %61.42 iken 100 mg/kg toprak P konsantrasyonunda %56.48 oranında olmuştur.



Şekil 4.13. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya ilk meyve yüksekliği(cm/bitki) üzerine etkisi.

4.3.6. Gövde Çapı Üzerine Etkisi

Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya gövde çapı (cm/bitki) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları tablo 4.13.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.13. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya gövde çapı (cm/bitki) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.

Uygulama	Fosfor Uygulaması			Ortalama
	P0 (0mg/kg)	P1 (100mg/kg)	P2 (200mg/kg)	
M(-) (Kontrol)	1.33	1.56	1.75	1.54 b
M(+)	2.58	2.85	2.91	2.78 a
Ortalama	1.95 c	2.20 b	2.33 a	
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		F Değeri
M	1	6.857		868.506**
P	2	0.220		27.917**
M*P	2	0.06		0,797n.s

n.s (önemli değil)

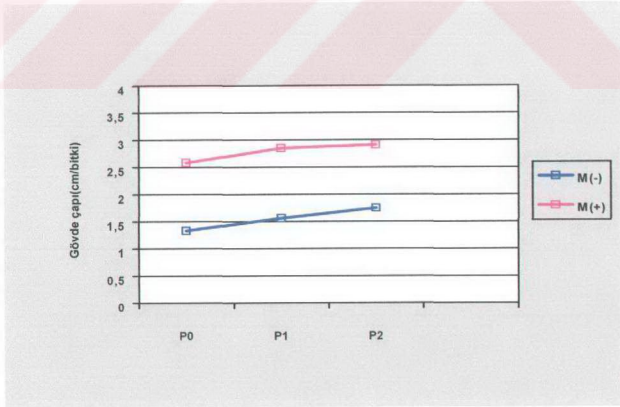
** P<0.01 Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.(LSD 0.05)

P uygulamasının soya gövde çapı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). P0(0 mg/kg toprak P)'da 1.33 cm/bitki olan gövde çapı P2 (200 mg/kg toprak P)'de 1.75 cm/bitki olmuştur (Tablo 4.13.)

Tablo 4.14. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya gövde çapı (cm/bitki) üzerine etkisi

Fosfor Uygulaması	M(-) Kontrol	M(+)	Kontrolle Göre artış(%)
P0 (0mg/kg)	1.33	2.58	93.98
P1 (100mg/kg)	1.56	2.85	82.69
P2 (200mg/kg)	1.75	2.91	66.28

Tablo 4.14.'e göre mikorizanın soya gövde çapı üzerine pozitif yöndeki etkisine farklı P konsantrasyonlarının etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmasada, P miktarındaki artış mikoriza aktivitesine negatif olarak etkilemiştir (LSD testi 0.05). 0 mg/kg toprak P konsantrasyonunda mikoriza uygulaması kontrole göre gövde çapında %93.98 oranında artış sağlarken 100 mg/kg toprak P konsantrasyonunda bu artış %82.69 olmuştur.



Şekil 4.14. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya gövde çapı (cm/bitki) üzerine etkisi.

4.3.7. 1000 Dane Ağırlığı Üzerine Etkisi.

Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya 1000 dane ağırlığı (g) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.15.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.15. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya 1000 dane ağırlığı (g) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.

Uygulama	Fosfor Uygulaması			Ortalama
	P0 (0mg/kg)	P1 (100mg/kg)	P2 (200mg/kg)	
M(-) (Kontrol)	125.06	173	179	159,02 b
M(+)	142.5	188	181	170,66 a
Ortalama	133.78 c	180.75 b	180 a	
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		F Değeri
M	1	610,169		107,565**
P	2	4342.411		765.512 **
M*P	2	106,044		18.694**

**P<0.01 Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.(LSD 0.05)

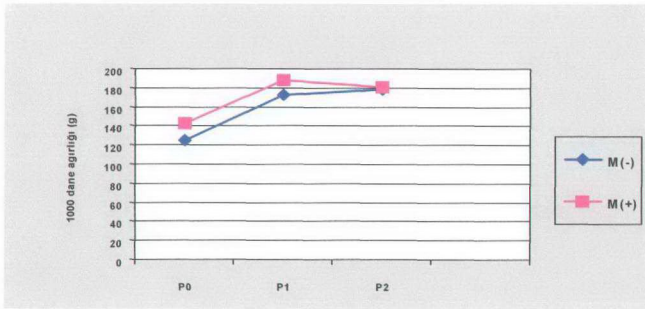
Tablo 4.15.'de görüldüğü gibi mikoriza uygulaması soya 1000 dane ağırlığını arttırmıştır(P<0.01). Mikoriza-kontrol'de 125.06 olan soya 1000 dane ağırlığı mikoriza uygulaması ile 142.5 g'a yükselmiştir(Tablo 4.15.).

P uygulamasının soya 1000 dane ağırlığı üzerine etkisi önemli bulunmuştur(P<0.01). Mikoriza uygulaması dikkate alınmaksızın hiç P uygulanmadığında 125.06 g. olan 1000 dane ağırlığı 200 mg/kg toprak P uygulaması ile 179g. değerine ulaşmıştır (Tablo 4.15, Şekil 4.15.),

Tablo 4.16. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya 1000 dane ağırlığı(g) üzerine etkisi.

Fosfor Uygulaması	M(-) Kontrol	M(+)	Kontrole Göre artış(%)
P0 (0mg/kg)	125.06	142.5	13.45
P1 (100mg/kg)	173	188.5	8.95
P2 (200mg/kg)	179	181	1.11

Tablo 4.16 ve Şekil 4.15.'nin birlikte incelenmesinden anlaşılabacağı gibi mikoriza soya 1000 dane ağırlığını artırmıştır ($P<0.01$). Fakat bu artış P konsantrasyonlarındaki artış ile bir azalma göstermektedir. Mikoriza uygulaması 0 mg/kg toprak P konsantrasyonunda bindane ağırlığında %13.45 oranında bir artış sağlarken, 100 mg/kg toprak P konsantrasyonunda %8.95'lik bir artışa neden olmuştur (Şekil 4.15). Yüksek P miktarının mikoriza aktivitesini engellemesi 200 mg/kg toprak P konsantrasyonunda daha çok belirginleşmiştir. Bu da yüksek P konsantrasyonun mikoriza aktivitesine negatif etkisinin bir göstergesidir. Nitekim mikoriza-P interaksyonu istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 4.15. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya 1000 dane ağırlığı (g) üzerine etkisi

4.3.8. Bakla Sayısı Üzerine Etkisi

Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya bakla sayısı (adet/bitki) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.17.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.17. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya bakla sayısı(adet/ bitki) üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.

Uygulama	Fosfor Uygulaması			Ortalama
	P0 (0mg/kg)	P1 (100mg/kg)	P2 (200mg/kg)	
M(-) (Kontrol)	2,33	3	3,7	3 b
M(+)	2,67	3	3,6	3,11 a
Ortalama	2,5 b	3C b	3,66 a	
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	
M	1	0,056	0,357n.s.	
P	2	2,056	13,214**	
M*P	2	0,056	0,357n.s.	

n.s (önemli değil)

** P<0.01 Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.(LSD 0.05,).

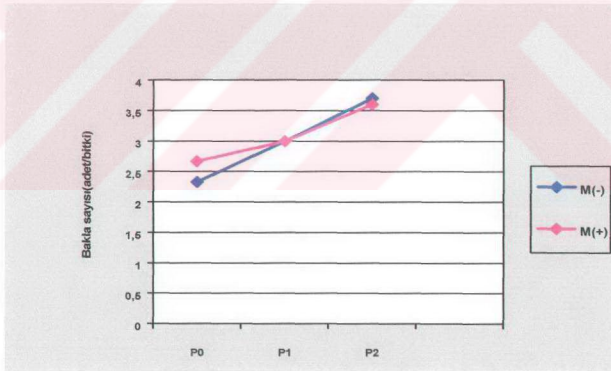
Tablo 4.17.'de görüldüğü gibi mikoriza uygulamasının soya bakla sayısı (adet/bitki) üzerindeki etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır ($P>0.05$,).

P uygulamasının soya bakla sayısı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Mikoriza uygulaması olmadan 0 mg/kg toprak P konsantrasyonunda 2.33 (adet/bitki) olan bakla sayısı 200 mg/kg toprak P konsantrasyonunda 3.7 adet/bitki olmuştur (Şekil 4.16.).

Tablo 4.18. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya bakla sayısı (adet/bitki) üzerine etkisi.

Fosfor Uygulaması	M(-) Kontrol	M(+)	Kontrolle Göre artış(%)
P0 (0mg/kg)	2.33	2.67	14.59
P1 (100mg/kg)	3	3	0
P2 (200mg/kg)	3.7	3.6	-2.7

Tablo 4.17. ve Şekil 4.16.'e bakıldığında mikoriza uygulamasının soya bakla sayısı (adet/bitki) üzerine etkisi farklı P uygulamalarından etkilense, bu istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır (n.s, LSD 0.05)



Şekil 4.16. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya bakla sayısı(adet/bitki) üzerine etkisi.

4.4. Besin Elementi Alımına Etkisi

4.4.1. Dane P İçeriğine Etkisi

Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya dane %P içeriği üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.19.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.19. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya dane %P içeriğine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.

Uygulama	Fosfor Uygulaması			Ortalama
	P0 (0mg/kg)	P1 (100mg/kg)	P2 (200mg/kg)	
M(-) (Kontrol)	1,34	1,48	1,57	1,46 b
M(+)	1,66	1,76	1,71	1,71 a
Ortalama	1,50 b	1,62 a	1,64 a	
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	
M	1	0,278	4914,625**	
P	2	0,063	558,595**	
M*P	2	0,027	241,240**	

** P<0.01 Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.(LSD 0.05)

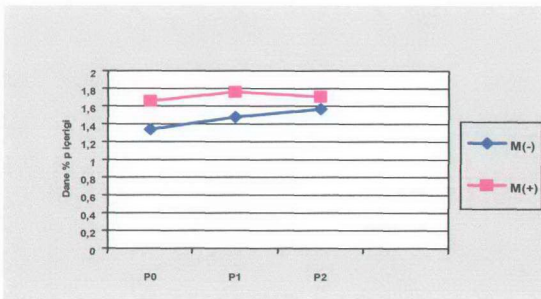
Tablo 4.19.'da görüldüğü gibi mikoriza uygulaması soya dane %P içeriğini önemli derecede etkilemiştir ($P<0.01$). Mikoriza uygulanmadığında %1.34 olan soya dane %P içeriği ortalaması mikoriza uygulandığında %1.66'ya ulaşmıştır (Şekil 4.17). P uygulamasının dane %P içeriğine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Mikoriza uygulaması olmadan P0 (0 mg/toprak P)'da %1.34 olan dane %P içeriği ortalaması

P uygulamaları ile yükselerek 100 mg/kg toprak P dozunda %1.48'e yükselmiştir (Tablo 4.19.).

Tablo 4.20. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya dane %P içeriği üzerine etkisi.

Fosfor Uygulaması	M(-) Kontrol	M(+)	Kontrolle Göre artış(%)
P0 (0mg/kg)	1.34	1.66	23.88
P1 (100mg/kg)	1.48	1.76	18.91
P2 (200mg/kg)	1.57	1.72	8.91

Tablo 4.20.'ye göre mikorizanın dane %P içeriğine pozitif etkisi P konsantrasyonlarındaki artış ile giderek azalmıştır. Mikoriza uygulaması dane P içeriğini P0 (0 mg/kg toprak P)'da kontrole göre %23.88 oranında arttırırken bu değer P2 (200 mg/kg toprak)'de %18.91'e düşmüştür. Nitekim mikoriza-P etkileşimi istatistiksel açıdan da önemli bulunmuştur ($P<0.01$). (Şekil 4.17.).



Şekil 4.17. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasını soya dane %P içeriği üzerine etkisi.

4.4.2. Soya Kök Fosfor İçeriğine Etkisi

Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök %P içeriği üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.21.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.21. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya %P içeriğine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.

Uygulama	Fosfor Uygulaması			Ortalama
	P0 (0mg/kg)	P1 (100mg/kg)	P2 (200mg/kg)	
M(-) (Kontrol)	0,07	0,08	0,09	0,08 b
M(+)	0,09	0,10	0,10	0,10 a
Ortalama	0,08 c	0,09 b	0,10 a	
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi		Kareler Ortalaması	F Değeri
M	1		0.001	59.481**
P	2		0.00	24.009**
M*P	2		0000	4.268*

**P<0.01

* P<0.05 Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (LSD 0.05)

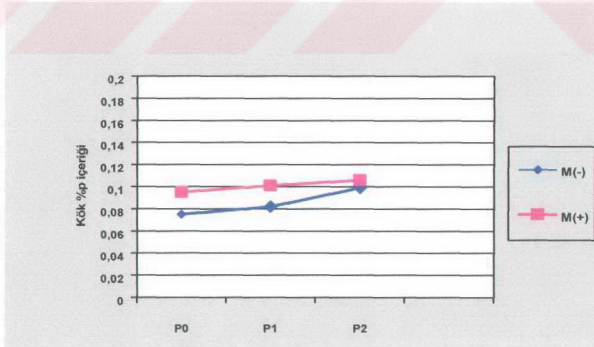
Mikoriza uygulaması soyanın kök %P miktarının artışında etkili olmuştur (P<0.01). Mikoriza-kontrol'de kök %P içeriği %0.07 iken mikoriza uygulamasında %0.09 değerine ulaşmıştır (Şekil 4.18 ve Tablo 4.21).

P uygulamasının soya kök %P içeriği üzerine etkisine bakıldığında P uygulamasının kök %P içeriği artırdığı açık bir şekilde görülmektedir. Bu artış istatistiksel açıdan da önemlidir (P<0.01). En düşük kök %P içeriği (%0.07) P0'da tespit edilirken en yüksek %P içeriği (%0.09) ile P2'de bulunmuştur (Tablo 4.21).

Tablo 4.22. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök %P içeriği üzerine etkisi.

Fosfor Uygulaması	M(-) Kontrol	M(+)	Kontrole Göre artış(%)
P0 (0mg/kg)	0.07	0.09	28.57
P1 (100mg/kg)	0.08	0.10	25
P2 (200mg/kg)	0.09	0.10	11.11

Tablo 4.22.'nin incelenmesinden anlaşılabacağı gibi mikoriza kök %P içeriğini arttırmıştır ($P<0.01$). Fakat bu artış artan P konsantrasyonları ile azalmıştır (Şekil 4.18). Mikoriza uygulaması hiç P uygulanmadığında kök %P içeriğinde %28.57 oranında artış sağlarken, bu artış 200 mg/kg toprak P konsantrasyonun uygulanması ile %25 değerinde olmuştur. Bu da yüksek P konsantrasyonun mikoriza aktivitesini engellemesinden kaynaklanmaktadır. Mikoriza-P etkileşimi istatistiksel anlamda da önemli bulunmuştur ($P<0.05$).



Şekil 4.18. Farklı P konsantrasyonlarının mikoriza uygulamasının soya kök %P içeriğine etkisi

4.4.3. Dane Azot İçeriğine Etkisi

Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya dane %N içeriği üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.23.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.23. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya dane %N içeriğine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları

Uygulama	Fosfor Uygulaması			Ortalama
	P0 (0mg/kg)	P1 (100mg/kg)	P2 (200mg/kg)	
M(-) (Kontrol)	4,43	4.72	4,73	4.67 b
M(+)	5. 04	5.23	5,15	5.14 a
Ortalama	4,73 b	4.97 a	4.94 a	
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	
M	1	1.196	652.808**	
P	2	0.204	55.6739-**	
M*P	2	0.026	6.898**	

**P<0.01 Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.(LSD 0.05)

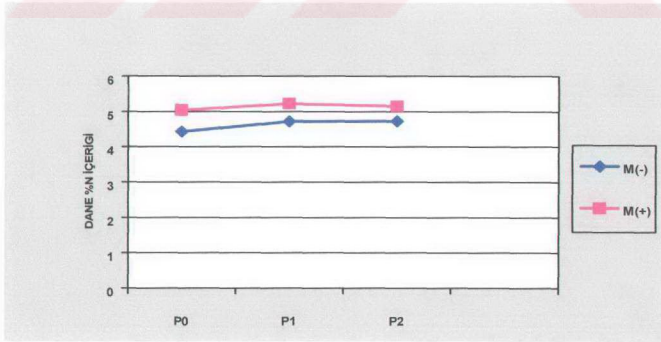
Tablo 4.23.'e göre mikoriza uygulaması dane %N içeriğini önemli derecede arttırmıştır ($P<0.01$). Mikoriza uygulanmadığında %4.43 olan dane %N içeriği ortalaması mikoriza uygulandığında %5.04 değerine ulaşmıştır (Tablo 4.23, Şekil 4.19).

P uygulamasının dane %N içeriğine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Mikoriza uygulaması olmadan P0 (0 mg/kg toprak)'da %4.43 olan dane %N içeriği 200 mg/kg toprak P konsantrasyonunda %4.73'e ulaşmıştır (Şekil 4.19).

Tablo 4.24. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya dane %N içeriği üzerine etkisi.

Fosfor Uygulaması	M(-) Kontrol	M(+)	Kontrolle Göre artış(%)
P0 (0mg/kg)	4.43	5.04	13.51
P1 (100mg/kg)	4.72	5.23	13.15
P2 (200mg/kg)	4.73	5.15	8.87

Tablo 4.24 ve Şekil 4.19'de görüleceği gibi mikorizanın dane %N içeriğindeki artırıcı etkisi P konsantrasyonundaki artış ile birlikte giderek azalış göstermektedir. Nitekim Tablo 4.24'e göre mikoriza uygulamasının kontrole göre dane %N içeriğinde sağladığı artış oranı %13.51 iken, P2' de bu oran %8.87'ye düşmüştür.



Şekil 4.19. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya dane %N içeriği üzerine etkisi.

4.4.3. Kök Azot İçeriğine Etkisi

Farklı fosfor dozlarında mikoriza uygulamasının soya kök %N içeriği üzerine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.25’de gösterilmiştir.

Tablo 4.25. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök %N içeriğine etkisine ilişkin değerler ve varyans analiz sonuçları.

Uygulama	Fosfor Uygulaması			Ortalama
	P0 (0mg/kg)	P1 (100mg/kg)	P2 (200mg/kg)	
M(-) (Kontrol)	0,35	0,39	0,42	0,38 b
M(+)	0,42	0,43	0,45	0,43 a
Ortalama	0,38 b	0,41 a	0,43 a	
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	
M	1	0,010	90.000**	
P	2	0,004	34.643**	
M*P	2	0.001	5.969 *	

**P<0.01

* P<0.05 Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.(LSD 0.05)

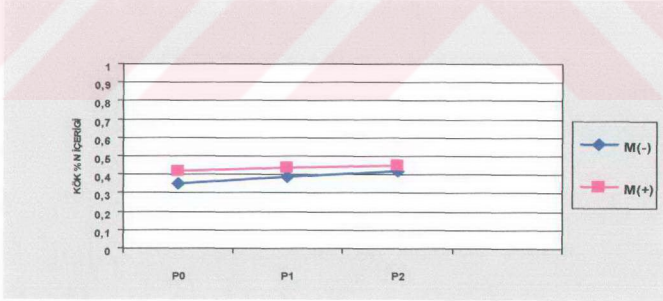
Tablo 4.25’e göre mikoriza uygulaması soya kökünün %N içeriğinin artışında etkili olmuştur (P<0.01). Mikoriza-kontrol’de %N içeriği %0.35 iken, mikoriza uygulamasında %0.42 değerine ulaşmıştır (Tablo 4.25 ve Şekil 4.20).

P uygulamasının kök %N içeriğine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0.01). Uygulanan P miktarı arttıkça kök %N içeriği de bir artış göstermektedir. En düşük kök %N içeriği (%0.35) P0’da tespit edilirken en yüksek kök %N içeriği (%0.42) P2’de tespit edilmiştir (Tablo 4.26).

Tablo 4.26. Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök %N içeriği üzerine etkisi.

Fosfor Uygulaması	M(-) Kontrol	M(+)	Kontrole Göre artış(%)
P0 (0mg/kg)	0.35	0.42	20
P1 (100mg/kg)	0.39	0.43	10.25
P2 (200mg/kg)	0.42	0.45	7.14

Şekil 4.20'de görüldüğü gibi mikoriza soya kök %N içeriğini arttırmıştır ($P<0.01$). Fakat bu artış, artan P konsantrasyonları ile negatif bir ilişki göstermektedir. Mikoriza uygulaması 0 mg/kg toprak P konsantrasyonunda kök %N içeriğinde %20 oranında bir artış sağlarken 100 mg/kg toprak P konsantrasyonunda bu oran %10.25'e düşmüştür. Nitekim mikoriza-fosfor etkileşimi istatistiksel anlamda da önemlidir ($P<0.05$).



Şekil 4.20 Farklı P konsantrasyonlarında mikoriza uygulamasının soya kök %N içeriği üzerine etkisi

BÖLÜM 5

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, mikoriza uygulamasının bitki gelişimi ve besin elementi alımına pozitif yönde etki ettiğine yönelik hipotezi doğrulamak amacı ile kurulup, yürütülmüştür.

Çalışma mikoriza uygulaması yapılmış ve yapılmamış ortamlarda, 3 farklı P konsantrasyonunda 3 tekrarlamalı olarak Tesadüfî Blokları Deneme Desenine göre kurulmuştur. Çalışmada soya çeşidi olarak A-1937, mikorizal fungus olarak ise *Glomus fasciculatum* kullanılmıştır. Kullanılan P konsantrasyonları ise 0 mg/kg toprak P, 100 mg/kg toprak P ve 200 mg/kg toprak P'dir.

Sonuçlara göre, bütün P uygulamalarında soya bitki kökü mikoriza uygulaması ile enfeksiyona uğramış ve farklı P uygulamalarının mikoriza enfeksiyon yüzdesi üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$) (Şekil 4.2, 4.3. ve 4.4.). Yüksek P ile mikoriza enfeksiyonu arasında negatif bir ilişki vardır (Tablo 4.2). Hiç P uygulanmadığında (0 mg/kg toprak P) %71.7 olan enfeksiyon yüzdesi 200 mg/kg toprak P konsantrasyonunda %64.41'e gerilemiştir. Bu sonuç bir çok çalışma ile desteklenmektedir [21,36]. Bunun neden kaynaklandığı tam olarak açığa kavuşmamıştır. En çok destek gören görüşe göre bitki P almak için kök salgısı üretmekte ve bu salgı sonucu mikorizal enfeksiyon gerçekleşmektedir [21]. Eğer kök bölgesinde yüksek oranda P varsa bitki kök salgısı üretmeyeceği için mikorizal enfeksiyon gerçekleşmez veya enfeksiyon gerçekleşse bile etkin olmaz.

Mikoriza uygulamasının soya bitki kuru madde miktarı üzerine etkisine bakıldığında, mikoriza uygulamasının kuru madde miktarını olumlu yönünde etkilediği görülmektedir (Şekil 4.5,4.8). Andrea et al [33] soya fasulyesi ile

yaptıkları çalışmada mikoriza aşılmasının bitki kuru madde miktarını arttırdığını göstermiştir. Elde ettiğimiz sonuç bu çalışma ile desteklenmektedir. Benzer sonuç Gür [47] tarafından da rapor edilmiştir. Mikoriza uygulaması bitkinin topraktaki besin elementleri ve sudan daha iyi yararlanmasına olanak sağlamıştır. Bu da kuru madde miktarında artışa neden olmuştur (Tablo 4.3. ve 4.5.). Ancak mikoriza enfeksiyon yüzdesi azaldıkça kuru madde miktarlarındaki artış oranı da gerilemiştir (Tablo 4.4 ,4.6. ve Şekil 4.5,4.8.).

Davis et al., [28]' a göre mikoriza bitki fizyolojisi ve morfolojisi üzerine veya direk etkisinden dolayı kök büyümesi ve kılcal kök oluşumunu arttırmaktadır . Elde edilen sonuçlar bu çalışma ile uyum içerisindedir. Özellikle toprakta yarıyışlı P miktarı sınırlı olduğundan kök uzunluğunda belirgin bir artış gözlenmiştir (Şekil 4.11.).

Mikoriza uygulaması soya bitki boyunu önemli derecede arttırmıştır ($P < 0.01$). Mikoriza kontrol de 27.65 cm/bitki olan bitki boyu mikoriza uygulaması ile 63.06 cm/bitki değerine ulaşmıştır (Tablo 4.9.). Fakat bu artış artan P konsantrasyonları ile bir azalma göstermektedir (Tablo 4.10). Mikoriza uygulamasının bitki büyümesi üzerindeki pozitif etkisi artan fosfor miktarından olumsuz etkilenmiştir. Bu sonuçlar birçok çalışma ile uyum içerisindedir [45,47] .

Mikoriza uygulaması ile birlikte soya dane ve kök % P içeriği önemli derecede artmıştır (Tablo 4.19,4.21) . 0 mg / kg toprak P konsantrasyonunda mikoriza uygulaması olmadan % 1.34 olan dane % P içeriği mikoriza uygulamasıyla % 1.66 değerinde olmuştur(Tablo 4.20. ve 4.22.) .Topraktaki P konsantrasyonundaki artış mikoriza aktivitesini olumsuz etkilemiştir. Bu sonuç birçok çalışma ile desteklenmiştir [33,34,37,38,44]

Sonuçlara göre Mikoriza uygulaması soya % N içeriğini arttırmıştır (Tablo 4.23 ve 4.24.). Fakat Soya % P içeriğinde olduğu gibi P düzeyindeki artış mikoriza uygulamasının soya % N içeriği üzerine olan etkisini negatif yönde etkilemiştir (Şekil 4.19.). Elde edilen sonuçlar birçok çalışma ile uyum içerisindedir [40,43]. Kök %N içeriği bakımından elde edilen sonuçlar dane %N içeriği ile uyum içerisindedir.

Mikoriza uygulaması bitki büyümesi ve besin alınımına yönelik pozitif etkisi mikoriza uygulaması olmadan P uygulamalarının etkisinden oldukça fazladır. Mikoriza uygulamasının bitkiye yarar sağladığı çok açıktır. İleride mikorizanın bir gübre olarak düşünülmesi bitki besin elementi içeriği ve bitki gelişimi bakımından yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Ortaş, İ., Mikoria Nedir? Tubitak Dergisi Şubat 1997 sayı:351, Ankara, 1997
2. Akman, Y., Bitki Fizyolojisi Ders Kitabı, Ankara Üniversitesi, 2001
3. Sieverding, E., Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems, Technical Co-operation-Federal Republic of Germany, 1991
4. Öztürk, M.A. ve Seçmen, G., Bitki Ekolojisi Ders Kitabı, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları Yayın No:141, 1999
5. Harley, J.L., Fungi in ecosystems, Journal of Applied Ecology, 8:627-642, 1971
6. Kilromonos, J.N., Research on mycorrhizas: trenas in the past 40 years as expressed in the 'MYCOLIT' database, New Phytologist, 125:595-600, 1993
7. Lord, W., Wildlife Connection, [http:// www.acf.org / wildlife](http://www.acf.org/wildlife), 2002
8. Frank, A.B., Ueber Die Auf Wurzelsymbiose Beruhende Ernährung Gewisser Baume Durch Unterirdische Pilae. Berichte Der Deutsche Botanische Gesellschaft, 3:128-145, 1885
9. Cebel, N., Organik Tarımda Yararlı Mikroorganizmaların Kullanımı (Mikrobiyal Gübreler) Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü [http:// www.bahçe biz / organik / mikrobiyal gübre](http://www.bahcebiz.organik/mikrobiyalgubre), 2004
10. Chinnery, L., Mycorrhizas, [http:// www.mycorrhizas.org/](http://www.mycorrhizas.org/), 2004
11. Smith, E.S., and Read, J.D., Mycorrhizal Symbiosis., 1997
12. Brundrett, M.C., Mycorrhizas in natural ecosystems, In: Macfayden A., Begon M & Fitter AH (eds) Advances in Ecological Research, Vol. 21. Academic Press, London, pp.171-313, 1991
13. Juniper S. and Abbott L., Vesicular-Arbuscular mycorrhizas and soil salinity, Mycorrhiza 4:45-57, 1993
14. Janos, D.P., Mycorrhizae influence tropical succession, Tropical Succession, 12:56-64, 1980
15. Özcan, H., Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza'nın Asit ve Alkalın Topraklarda Yetiştirilen Mısır Bitkisinde Fosfor Alınımına Etkisi, Ankara Üniversitesi Toprak Bölümü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1998
16. Nicolson, T.H. and N.C. Schenck, Endogonaceous mycorrhizal endophytes in Florida. Mycologia., 71:178-198, 1979

17. Yıldırım, Ü., Farklı Gübre Fosforu Dozlarının ve Mikoriza ile İnokülasyonunun Farklı Mısır Genotiplerinde Gelişmeye ve Bitkinin Fosfor Konsantrasyonuna Etkisi, Çukurova Üniversitesi Toprak Bölümü Yüksek Lisans Tezi, Adana, 2000
18. Harley, J.L., The fourth benefactors' lecture the significance of mycorrhiza, Mycological Research, 92:129-139, 1989
19. Warner, A., Colonization of organic matter by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi, Transactions of the British Mycological Society, 82:352-354, 1984
20. Hatting, M.J., L.E. Gray and J.W. Gerdemann, Uptake and translocation of ³²P-labeled phosphate to onion roots by endomycorrhizal fungi, Soil Sci, 16:383-387, 1973
21. Graham, J.H. and J.A. Menge, D., Influence of vesicular-arbuscular mycorrhizae and soil phosphorus on take-all disease of wheat, Phytopathology 72:95-98, 1982
22. Little, L.R., and Maun, M.A., The '*Ammophila* problem' revisited: a role for mycorrhizal fungi, Journal of Ecology 84:1-7, 1996
23. Bending, G.D., and Read, D.J., The structure and function of the vegetative mycelium of ectomycorrhizal plants V, Foraging behaviour and translocation of nutrients from exploited litter, New phytologist 130:401-409, 1995
24. Stanley, M.R., et al, Mycorrhizal symbiosis increases growth, reproduction and recruitment of *Abutilon* the ophrastris Medic, in the field, Decologia 94:30-35, 1993
25. Köse, O., et al, Mikoriza İnokulasyonu, Kompost, Hayvan Gübresi ve Mineral Gübrelemenin Biber Bitkisinin Büyüme ve Besin Elementlerini Alımı Üzerine Etkileri, M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid., Region Soil. Menemen-İzmir-TURKEY, 1998
26. McIlwee, A.P., and Johnson, C.N., The contribution of fungi to the diets of three mycophagous marsupials in Eucalyptus forests revealed by stable isotope analysis, Functional Ecology 12:223-231, 1998
27. Rabatin, S.L., and Stinner, B.R., The significance of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungal-soil macroinvertebrate interactions in agroecosystems, Agriculture, Ecosystems and Environment 27:195-204, 1989

28. DAVIES, F.T. et al, Mycorrhizae and repeated drought exposure affect drought resistance and extraradical development of pepper plants independent of plant size and nutritient content. *J. Plant Physiol.* 139,289-294, 1992
29. Soyaran, S., *Organik Tarımda Toprak Verimliliğinin Korunması, Gübreler ve Organik Toprak İyileştiricileri*, Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, 2003
30. Balı, Ş., Ç.Ü. Kampus Alanı İçerisinde Doğal Ekolojik Şartlarda Yetişen Baklagil Türleri, Bu Türlerin Nodülasyonu Mikoriza İnfeksiyonu ile Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkileri, Çukurova Üniversitesi Toprak Bölümü Yüksek Lisans Tezi, Adana, 1999
31. Stribley, D., Mineral nutrition. In *Ecophysiology of Va Micorrhizal Plants*.(Ed) G.R. Safir pp59-69, CRC pres. Boca Raton, FL., 1987
32. Sanders, F.E. and Tinker, P.B., Mechanizm of absorbsion of phosphate from soil by Endogene mycorrhiza nature 233, 279-280, 1971
33. Andrade, S.A.L. et al, Interaction between lead, soil base saturation rate, and mycorrhiza on soybean development and mineral nutrition, *Revista Brasileira De Ciencia Do Solo*, 27(5):945-954, 2003
34. Azaizeh, H.A et al, Effects of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus and other soil microorganisms on growth, mineral nutrient acquisition and root exudation of soil-grown maize plants, *Institut für Pflanzenernahrung* (330), 5(5), 321-327, 1995
35. Medeiros, C.A.B. et al, Growth and nutrient uptake of sorghum cultivated with vesicular-arbuscular mycorrhiza isolates at varying pH, *Department of Agronomy*, 4(5), 185-191, 1994
36. Graham, R.D. et al, Absorption of copper by wheat, rye and some hybrid genotypes, *J. Plant Nutr.* 3,679-686, 1981
37. Raju, P.S. et al, Mineral uptake and Growth of sorghum colonized with VAM at varied soil phosphorus levels, *Journal of plant nutrition* 13(7), 843-859,1990
38. Lambert, D.H. and Weindensual, T.C., Element uptake by Mycorrhizal soybean from sewage sludge-treated soil, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55:393-398, 1991

39. Aikio, S. and Ruotsalainen, A., The modelled growth of mycorrhizal and non-mycorrhizal plants under constant versus variable soil nutrient concentration, Springer-Verlag Heidelberg, 12(5), 2002
40. Cruz, C. et al, Functional aspects of root architecture and mycorrhizal inoculation with respect to nutrient uptake capacity, Springer-Verlag Heidelberg, 14(3), 2004
41. Taban, S., and Özcan, H., Effects of VA-Mycorrhiza on Growth and Phosphorous, Zinc, Iron, Copper, and Manganese Concentrations of Maize Growth in Acid and Alkaline Soils, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 2, 2000
42. Feng, G. et al, Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots, Department of Plant Nutrition, 12(4), 2002
43. Tobar, R. et al, The improvement of plant N acquisition from an ammonium-treated, drought-stressed soil by the fungal symbiont in arbuscular mycorrhizae, Departamento de Microbiología, 4(3), 1994
44. Liu, A. et al, Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zeamays B.*) grown in soil at different P and micronutrient levels, Department of Natural Resource Sciences, 9(6), 331-336, 2000
45. Ortakçı, D., Değişik mikoriza türlerinin turunc bitkisinde fosfor ve çinko alımına olan etkilerinin araştırılması, Çukurova Üniversitesi Toprak Bölümü Yüksek Lisans Tezi, 1999
46. Al-Karaki, G.N. and Clark, R.B., Mycorrhizal influence on protein and lipid of durum wheat grown at different soil phosphorus levels, Faculty of Agriculture, 9(2), 97-101, 1999
47. Gür, K., Studies on distribution and activities of vesicular-arbuscular mycorrhiza (Master of Agriculture Science Thesis). Department of Soil Science, University of Reading, England. 1974
48. Bouyoucos, G.J., Arecelibration of the hydrometer for marking mechanical analysis of soil. Argon, J., 43:433-437, 1951
49. Richards, L.A., Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Dep. Agr. Handbook, 60, 1954

50. Soil, S.S., Soil Survey Manua. U.S.Dept.Agr. Handbook No:18, Washington, 1951
51. Olsen, S.R. et al, DEstimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate U.S.Dept. of Agr. Cir. 939 Washington D.C, 1954
52. Koske, R.E. and Gamma, J. N , A modified procedure for staining roots to detect VAM. Mycological Research 92, 486-505, 1989
54. Tennant, D., A test of a modified line intersect method of estimating root lenght. J. Ecol. 63: 995-1001, 1975
55. Kacar, B., Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, II. Bitki Analizleri, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Klavuzu: 155, A.Ü.Basımevi, Ankara, 1972,
56. Kacar, B., Bitki Besleme, A.Ü.Z.F. Yayınları No: 889. Ders Kitabı: 250, Ankara, 1984
57. Sümbüloğlu K. ve Sümbüloğlu V., Bioistatistik Kitabı, Hatiboğlu yayınevi , 1990
58. Fao, Micronutrient assessment at the country level: an international study, FAO Soils Bulletin by Mikko Sillanpaa, Rowe, 1990
59. Anonymous, Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi , Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:151, Teknik Yayınlar No:T-59, Ankara, 1998

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Ankara'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1998 yılında Erciyes Üniversitesi Fen –Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'ne başladı ve 2002 yılında mezun oldu. Aynı yıl Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

Tel no: (0312) 240 74 91