

## **Fosfor Eksik Toprakta Mikorizanın Verimliliğe Etkisi**

### **Effect of Mycorrhizan on Productivity in Phosphorus Deficient Soil**

**Melike Candan Ökten** 

Uzm. Moleküler Biyolog, Sopdet Biyoteknoloji ve Arge, Ankara, Türkiye

\* Corresponding author: oktencandan@gmail.com

Geliş Tarihi / Received: 24.03.2024  
Kabul Tarihi / Accepted: 06.05.2024

Araştırma Makalesi/Research Article  
DOI: 10.5281/zenodo.12678777

### **ÖZET**

Artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamak adına tarımda yapılan gübreleme çalışmalarının bilinçsiz ve sürekli kullanımı doğaya ağır yansımaktadır. Gübreleme adı altında kullanılan kimyasallar toprağa zarar vermekte aslında verim almaya çalışırken git gide toprak kalitesini azaltarak verimini düşürmektedir. Aynı zamanda kullanılan kimyasallar topraktaki faydalı bakteri ve diğer canlılar üzerinde olumsuz bir etki yaratmakta ve ekosistem dengesini bozmaktadır. Tüm bunlara ek olarak kimyasal gübre kullanımı toprak yapısını bozarak erozyon riskini arttırmaktadır. Doğal olumsuz sonuçların yanı sıra üreticiye yüksek maliyetle girdi oluşturmakta bu durum çiftçilerin sürdürülebilir tarıma olan desteğini azaltarak tarıma olan ilgiyi kaybettirmektedir. Sürdürülebilir tarıma olan ilgi ve destek son zamanlarda artmış ve bu yönde çalışmalara ilgi yoğunlaşmıştır. Sürdürülebilir tarım, bugünkü tarım uygulamalarının gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamaktan öte, ekosistemleri, toplulukları ve gezegenimizin genel sağlığını koruma ve iyileştirme amacını taşıyan bir tarım yaklaşımıdır. Sürdürülebilir tarım, ekonomik, çevresel ve sosyal boyutları içinde bir dengeyi sağlamayı hedefler. Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalarda bitki besin elementlerinin bitki köklerinin yanı sıra çoğunlukla mikoriza diye adlandırılan ve teşhisi mikroskop altında yapılan ve çok miktarda hif üreten fungus türleri tarafından alındığı tespit edilmiştir. Mikoriza, bitkilerin kökleri ile mantarlar arasında kurulan özel bir simbiyotik ilişkiyi ifade eden bir terimdir. Bu ilişki, bitkilerin kökleriyle mantarların misel adı verilen ince uzantıları arasında gerçekleşir. Mikorizal bir ilişki, her iki taraf için de çeşitli faydalar sağlar. Mikoriza, bitkiler için bir dizi önemli fayda sağlayan bir simbiyotik ilişki türüdür. Bu avantajlar, mikoriza ile bitkiler arasındaki simbiyotik ilişkinin ekosistemlerde ve tarım alanlarında önemini vurgular. Bu nedenle, mikoriza üzerine araştırmalar, sürdürülebilir tarım ve bitki yetiştiriciliği uygulamalarında değerli bir konu haline gelmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mikoriza, Sürdürülebilir Tarım, Toprak Verimliliği

### **ABSTRACT**

The unconscious and continuous use of fertilization studies in agriculture in order to meet the needs of the growing world population reflects heavily on nature. The chemicals used under the name of fertilization damage the soil, in fact, while trying to get yield, they gradually reduce the soil quality and reduce its yield. At the same time, the chemicals used have a negative impact on beneficial bacteria and other living things in the soil and disrupt the ecosystem balance. In addition to all these, the use of chemical fertilizers disrupts the soil structure and increases the risk of erosion. In addition to the natural negative consequences, it creates high-cost inputs for the producer, which reduces the support of farmers for sustainable agriculture and makes them lose interest in agriculture. Interest and support for sustainable agriculture has recently increased and interest in studies in this direction has intensified. Sustainable agriculture is an approach to agriculture in which current agricultural

practices go beyond meeting the needs of future generations to protect and improve ecosystems, communities and the overall health of our planet. Sustainable agriculture aims to achieve a balance between economic, environmental and social dimensions. In recent scientific studies, it has been determined that plant nutrients are taken up not only by plant roots but also by fungi species called mycorrhizae, which are identified under a microscope and produce large amounts of hyphae. Mycorrhiza is a term that refers to a special symbiotic relationship established between the roots of plants and fungi. This relationship takes place between the roots of plants and the thin extensions of fungi called mycelia. A mycorrhizal relationship provides various benefits for both parties. Mycorrhiza is a type of symbiotic relationship that provides a number of important benefits for plants. These advantages emphasize the importance of the symbiotic relationship between mycorrhizae and plants in ecosystems and agricultural fields. Therefore, research on mycorrhizae has become a valuable topic in sustainable agriculture and plant breeding practices.

**Keywords:** Mycorrhiza, Sustainable Agriculture, Soil Fertility

## 1. GİRİŞ

Artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamak adına tarımda yapılan gübreleme çalışmalarının bilinçsiz ve sürekli kullanımı doğaya ağır yansımaktadır. Gübreleme adı altında kullanılan kimyasallar toprağa zarar vermekte aslında verim almaya çalışırken git gide toprak kalitesini azaltarak verimini düşürmektedir. Aynı zamanda kullanılan kimyasallar topraktaki faydalı bakteri ve diğer canlılar üzerinde olumsuz bir etki yaratmakta ve ekosistem dengesini bozmaktadır. Tüm bunlara ek olarak kimyasal gübre kullanımı toprak yapısını bozarak erozyon riskini arttırmaktadır. Doğal olumsuz sonuçların yanı sıra üreticiye yüksek maliyetle girdi oluşturmakta bu durum çiftçilerin sürdürülebilir tarıma olan desteğini azaltarak tarıma olan ilgiyi kaybettirmektedir. Sürdürülebilir tarıma olan ilgi ve destek son zamanlarda artmış ve bu yönde çalışmalara ilgi yoğunlaşmıştır. Sürdürülebilir tarım, bugünkü tarım uygulamalarının gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamaktan öte, ekosistemleri, toplulukları ve gezegenimizin genel sağlığını koruma ve iyileştirme amacını taşıyan bir tarım yaklaşımıdır. (MOLINA/TRAPPE 1984). Sürdürülebilir tarım, ekonomik, çevresel ve sosyal boyutları içinde bir dengeyi sağlamayı hedefler. Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalarda bitki besin elementlerinin bitki köklerinin yanı sıra çoğunlukla mikoriza diye adlandırılan ve teşhisi mikroskop altında yapılan ve çok miktarda hif üreten fungus türleri tarafından alındığı tespit edilmiştir. (Ortaş, 1996,1997,2003). Mikoriza, bitkilerin kökleri ile mantarlar arasında kurulan özel bir simbiyotik ilişkiyi ifade eden bir terimdir. Bu ilişki, bitkilerin kökleriyle mantarların misel adı verilen ince uzantıları arasında gerçekleşir. Mikorizal bir ilişki, her iki taraf için de çeşitli faydalar sağlar. Mikoriza, bitkiler için bir dizi önemli fayda sağlayan bir simbiyotik ilişki türüdür. Bu faydalar arasında:

**Su ve Mineral Alımının Artması:** Mikoriza, bitkilerin kökleriyle mantarların misel dokuları arasında kurulan bu simbiyotik ilişki, bitkilerin su ve mineral alımını artırır. Mantarlar, bitkilerin kökleri tarafından ulaşılması zor olan su ve mineralleri topraktan çeker ve bitkilere sağlar. Bu özellikle kurak veya besin bakımından fakir topraklarda büyüyen bitkiler için önemlidir.

**Azot Fiksasyonu ve Besin Alımının Artması:** Bazı mikoriza türleri, özellikle arbusküler mikorizalar (AMF), azot fiksasyonunda etkin rol oynayabilir. Bu, bitkilerin topraktan azotu daha etkili bir şekilde alabilmelerini sağlar ve bitkilerin besin alımını artırır.

**Hastalıklara Karşı Dayanıklılık:** Mikoriza, bitkilerin topraktaki patojenlere ve hastalıklara karşı dayanıklılığını artırabilir. Mantarlar, bitkileri zararlı mikroorganizmalara karşı korur ve hastalık direncini artırır. (MARX 1972; SYLVIA 1983; PRITCHETT/FISHER 1987; PAUL/CLARK 1989; PERRY 1994).

**Toprak Yapısını ve Fertilitesini İyileştirme:** Mikoriza, toprak yapısını iyileştirir ve topraktaki organik madde miktarını artırabilir. Bu, toprak kalitesini yükseltir ve bitkilerin daha sağlıklı bir ortamda büyümelerine yardımcı olur.

**Stresle Başa Çıkma Yeteneği:** Mikorizal bir ilişki, bitkilerin çeşitli stres faktörleriyle, örneğin kuraklık veya tuzluluk gibi durumlara başa çıkma yeteneklerini artırabilir. Mantarlar, bitkilerin bu tür streslere daha iyi adapte olmalarına yardımcı olabilir.

**Toprak Erozyonunu Azaltma:** Mikorizal bitkilerin kökleri genellikle toprağı daha iyi tutar ve toprak erozyonunu azaltır. Bu özellikle eğimli arazilerde ve erozyona açık bölgelerde önemlidir.

**Bitki Büyümesini Teşvik Etme:** Mikorizanın sağladığı besin ve su, bitkilerin genel büyümesini ve gelişmesini teşvik eder. Bu, daha sağlıklı ve verimli bitki üretimine katkıda bulunabilir. Bu avantajlar, mikoriza ile bitkiler arasındaki simbiyotik ilişkinin ekosistemlerde ve tarım alanlarında önemini vurgular. Bu nedenle, mikoriza üzerine araştırmalar, sürdürülebilir tarım ve bitki yetiştiriciliği uygulamalarında değerli bir konu haline gelmiştir. (MOLINA/TRAPPE 1984; PAUL/CLARK 1989)

Mikoriza, bitkilerle mantarlar arasında oluşan bir simbiyotik (karşılıklı yararlı) ilişkidir. Bu ilişki, bitkilerin kökleri ile bazı mantar türleri arasında gerçekleşir. Mikorizal bir ilişki, bitkilerin topraktan su ve besinleri daha etkili bir şekilde almasını sağlar, aynı zamanda mantarlar için de bitki fotosentezi ile üretilen karbon bileşiklerini temin eder.

Mikorizalar iki temel tipe ayrılır:

**Endomikoriza (Endomikoriza):** Bu tür mikoriza, mantarın miselyumunun bitki hücrelerine doğrudan nüfuz ettiği bir türdür. Bu durumda, bitki kök hücreleri mantarın hifalarıyla kaplanır. En yaygın endomikoriza türü, arbusküler mikorizadır. 3 alt grubu vardır. (Peterson ve Farquhar, 1994).

- Orkid Mikorrhiza
- Erikoid Mikorrhiza
- Vesiküler - Arbusküler Mikorrhiza (VAM)

**Ektomikoriza (Ektomikoriza):** Bu tür mikoriza, mantarın bitki kök hücrelerine doğrudan nüfuz etmediği bir türdür. Bunun yerine, mantar miselyumu, bitki köklerinin etrafını saran bir dış tabaka oluşturur. (Agrios, 1988). Ektomikorizal mantarlar genellikle ağaçlarla bu tür bir ilişki kurar.

Mikorizalar, bitkiler için toprakta bulunan zor erişilebilir mineralleri alabilecekleri ve aynı zamanda bitki hastalıklarına karşı bir savunma mekanizması sağlayabilecekleri bir yoldur. Ayrıca, suyun ve besin maddelerinin bitkiler tarafından daha verimli bir şekilde emilmesini sağlar. (MARSHALL/PERRY 1987).

Sonuç olarak, mikorizalar bitkiler için önemli bir besin kaynağıdır ve doğal ekosistemlerin dengesini sürdürmekte kritik bir rol oynarlar.

## **2. MATERYAL VE METOT**

### **Bitkisel Materyal**

Denemede PİONER 0900 tanelik mısır tohumu kullanılmıştır.

### **Mikoriza Türleri**

Denemede Çukurova Üniversitesinden alınan mikoriza türü *Claroideoglossum etunicatum* kullanılmıştır.

### ***Glamus etunicatum***

Turuncudan koyu kahverengi bir renkte ve küresel ve yarıküresel şekildedir. 60-160  $\mu\text{m}$  oranında büyüklüğe sahiptir. (Invam, 2004)

### **Bitki Yetiştirme Ortamı**

Denemede 2 kg'lık saksılar kullanılmıştır. Kullanılan karışım aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 1.** Saksı denemelerindeki karışım

Bileşen	Açıklama
ÜRE (435 mg)	Bütün saksılara eklendi
TSP (140 mg)	10.11 ve 12. Saksılara eklendi
TSP (279 mg)	4-5 ve 6. Saksılara eklendi
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (400 mg)	Bütün saksılara eklendi.
Mikoriza	7.8.9.10.11 ve 12.saksılara eklendi.

### **Ekim Yapılan Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri**

**Tablo 2.** Ekim yapılan toprağın ekimden önceki analiz sonuçları

Tekstür	Kumlu killi tın
ph	7.88
EC (Ds/m)	0.38
Organik Madde (%)	1.05
Kireç (%CaCO <sub>3</sub> )	7.41
Azot (%)	0.06
Fosfor (mg kg <sup>-1</sup> )	7.77
Potasyum (mg kg <sup>-1</sup> )	178
Kalsiyum (mg kg <sup>-1</sup> )	4900
Magnezyum (mg kg <sup>-1</sup> )	500
Demir (mg kg <sup>-1</sup> )	4.39
Çinko (mg kg <sup>-1</sup> )	0.54
Bakır (mg kg <sup>-1</sup> )	1.75
Mangan (mg kg <sup>-1</sup> )	3.09

### **METOT**

#### **Ekim aşaması**

12 adet saksılara alındı ve içerisine 2 kg toprak konuldu. 6 adet saksıları içerisine Claroideoglomus etunicatum cinsi 110 gr mikoriza eklendi. 110 gr toprak içerisinde 90 adet mikoriza sporu mevcut olduğu kaydedildi. Daha sonra diğer bileşenler saksılara paylaştırılarak eklemeler yapıldı. Aşağıdaki

tablolarda numaralı saksıların ne amaçla kurulduğunu ve saksılara eklenen bileşen ve miktarları mevcuttur.

**Tablo 3.** Saksılar ve içerikleri

1.2 ve 3 numaralı saksı	Kontrol Grubu
4.5 ve 6 numaralı saksı	Fosfor Uygulaması
7.8. ve 9 numaralı saksı	Mikoriza Uygulaması
10.11 ve 12 numaralı saksı	Mikoriza ve Azaltılmış Fosfor Uygulaması

**Tablo 4.** Saksılara eklenen diğer bileşenler

Bileşen	Açıklama
ÜRE (435 mg)	Bütün saksılara eklendi
TSP (140 mg)	10.11 ve 12. Saksılara eklendi
TSP (279 mg)	4-5 ve 6. Saksılara eklendi
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (400 mg)	Bütün saksılara eklendi.
Mikoriza	7.8.9.10.11 ve 12.saksılara eklendi.

Eklenen bu bileşenlerden sonra toprak iyice karıştırılarak homojen bir hale getirildi. Daha sonra PİONER 0900 tanelik mısır tohumu ekildi ve can suyu verildi. Tohumların karanlık bir ortamda filizlenmesi için saksıların üzeri kapatıldı ve gelişim gözlenmesi için izlemeye alındı.

### Ekim Aşaması Fotoğrafları



**Şekil 1:** **a:** Ölçülen toprak, **b:** Eklenen Bileşen, **c:** Eklenen Bileşen, **d:** Mısır tohumu eklenmesi

## Bitki Gelişimi Fotoğrafları

16.10.2023 tarihinde çekilmiş bitkilerin fotoğrafı



Şekil 2. 1-2-3 numaralı saksılar



Şekil 3. 4-5-6 numaralı saksılar



Şekil 4. 7-8-9 numaralı saksılar



Şekil 5. 10-11-12 numaralı saksılar

**23.10.2023 Tarihinde Çekilmiş Bitkilerin Fotoğrafları**



**Şekil 6.** 1-2-3 numaralı saksılar



**Şekil 7.** 4-5-6 numaralı saksılar



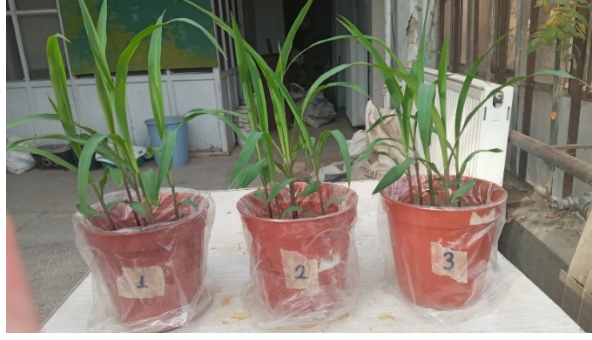
**Şekil 8.** 7-8-9 numaralı saksılar



**Şekil 9.** 10-11-12 numaralı saksılar



**30.10.2023 Tarihinde Çekilmiş Bitkilerin Fotoğrafi**



**Şekil 10.** 1-2-3 numaralı saksılar



**Şekil 11.** 4-5-6 numaralı saksılar



**Şekil 12.** 7-8-9 numaralı saksılar

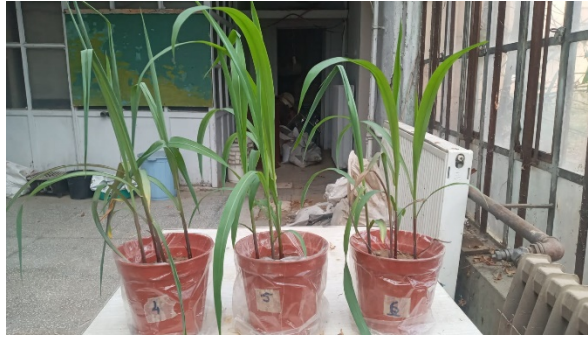


**Şekil 13.** 10-11-12 numaralı saksılar

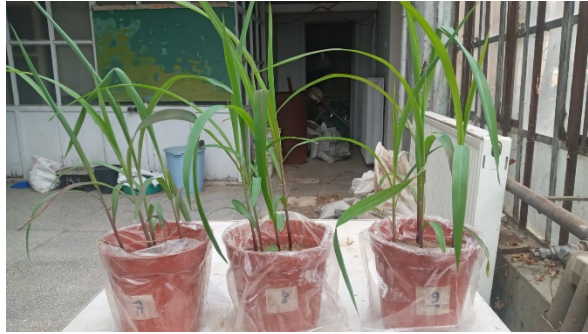
**20.11.2023 Tarihinde Çekilmiş Bitkilerin Fotoğrafi**



**Şekil 14.** 1-2-3 numaralı saksılar



**Şekil 15.** 4-5-6 numaralı saksılar



**Şekil 16.** 7-8-9 numaralı saksılar



**Şekil 17.** 10-11-12 numaralı saksılar

**04.12.2023 Tarihinde Çekilmiş Bitkilerin Fotoğrafi**



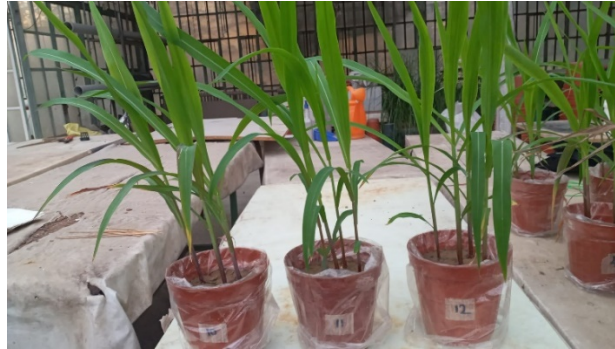
**Şekil 18.** 1-2-3 numaralı saksılar



**Şekil 19.** 4-5-6 numaralı saksılar



**Şekil 20.** 7-8-9 numaralı saksılar



**Şekil 21.** 10-11-12 numaralı saksılar

21.12.2023 (Tarihinde Çekilmiş Bitkilerin Hasat Öncesi Son Fotoğrafi)



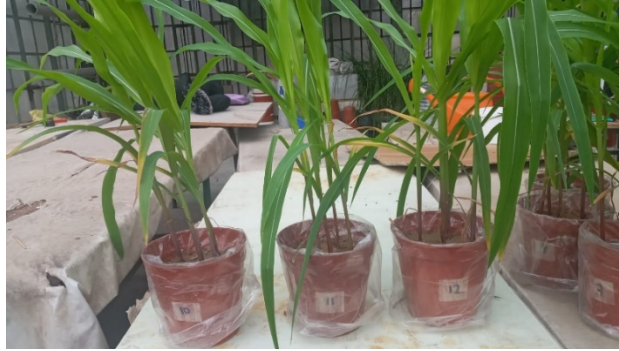
Şekil 22. 1-2-3 numaralı saksılar



Şekil 23. 4-5-6 numaralı saksılar



Şekil 24. 7-8-9 numaralı saksılar



Şekil 25. 10-11-12 numaralı saksılar

## Bitki Hasat ve Analiz İşlemleri

8. hafta bitkiler hasat edildi.

Hasat işlem aşamaları aşağıdaki gibidir;

Saksıdaki bitkiler maket bıçağı yardımıyla kesildi. Kesilen bitkiler saf su ile yıkandı. Yıkanan bitkiler yumak haline getirilip fırınlanmak üzere kese kağıdı içerisine alındı. Her kese kağıdı üzerine saksılar numaraları yazıldı. Kese kağıdına konulan bitkiler 65°C 3 gün boyunca fırımlandı. Fırınlanan bitkiler öğütüldü ve tekrar torbalandı. 0,25 gr ürün hassas terazide tartıldı. Tartılan ürünler behere eklenildi. Beherlere 10 ml Nitrikperklorik asit eklenildi 1 saat beklenildi. Çeker ocak altında beherde ki örnekler yakar ocağa alındı. 2 tane de tanık (10 ml nitriperklorik asit) konuldu. Nitrik asit açığa çıkıttı ve beher beyaz renk aldı. Beyaz renk alan beherler ocaktan alındı ve soğumaya bırakıldı. Soğuyan beherleri 50 ml ye tamamlayacak şekilde saf su eklenildi. Ekstrakt kabına filtre kağıdı konularak beherler kaba aktarıldı. Filtre kağıdı atılıp eksrakt kapta 1 gün boyunca bekletildi ve 5 adet kontrol tüpü eklenildi.

**Tablo 5.** Kontrol grubu ve açıklamaları

Kontrol Tüpü	Eklenen Bileşenler
Kontrol tüpü 1	9 ml saf su
Kontrol tüpü 2	1ml fosfor 8 ml saf su
Kontrol tüpü 3	2 ml fosfor 7 ml saf su
Kontrol tüpü 4	3 ml fosfor 6 ml saf su
Kontrol tüpü 5	4 ml fosfor 5 ml saf su

12 adet örneklerimiz için 2 adet tanık numune ve 5 adet de kontrol tüpü eklendi. 1 ml ekstraktlardan, 8 ml saf su, 1 ml Barton alınarak 10 ml ye tamamlandı. 10 dakika bekletildi ve okumaya geçildi. Quart küvetini alkolden çıkarıp saf su ile iyice yıkadıktan sonra spektrofotometreye tekrar yerleştirildi. Bitkide fosforu 430 Nm de okundu. Standart seri ile okunmaya başlandı ve en son örnekler okundu. Her 3 örnekte bir küvet yıkandı.

### Bitki Hasat Fotoğrafları



**Şekil 26.** a. Bitkiler kesildi, b. Kökler koparılmayacak şekilde saksıda bırakıldı, c. Kesilen bitkiler saf sudan geçirildi, d. Kese kağıdına konulan bitkiler

## Bitki Örneklerinden Yapılan Analizler

### Fosfor oranları

1 numaralı saksı	0.030
2 numaralı saksı	0.031
3 numaralı saksı	0.029
4 numaralı saksı	0.032
5 numaralı saksı	0.035
6 numaralı saksı	0.034
7 numaralı saksı	0.032
8 numaralı saksı	0.033
9 numaralı saksı	0.039
10 numaralı saksı	0.024
11 numaralı saksı	0.039
12 numaralı saksı	0.039
T1	0
T2	0

**Tablo 6.** Ekimden sonraki fosfor oranları

### Ortalama fosfor oranları

Uygulamalar	Fosfor Ortalaması
Kontrol (1-2-3)	0.03
Fosfor Uygulaması (4-5-6)	0.033
Mikoriza Uygulaması (7-8-9)	0.034
Mikoriza ve Azaltılmış Fosfor Uygulaması	0.034

**Tablo 7.** Fosfor oran ortalamaları

### Kuru Ağırlık Oranları

1 numaralı saksı	4.99
2 numaralı saksı	4.15
3 numaralı saksı	4.71
4 numaralı saksı	7.67
5 numaralı saksı	6.55
6 numaralı saksı	5.08
7 numaralı saksı	4.69
8 numaralı saksı	4.86

9 numaralı saksı	5.61
10 numaralı saksı	6.42
11 numaralı saksı	5.49
12 numaralı saksı	7.24

**Tablo 8.** Kuru ağırlık oranları

Uygulamalar	Kuru Madde Ortalaması
Kontrol (1-2-3)	4.61
Fosfor Uygulaması (4-5-6)	6.43
Mikoriza Uygulaması (7-8-9)	5.05
Mikoriza ve Azaltılmış Fosfor Uygulaması	6.38

### Toprakta Mikoriza ve Kök Analizi İşlemleri



**Şekil 27. a.** Kökü çıkarılan bitki, **b.** Toplanan kök ve topraklar

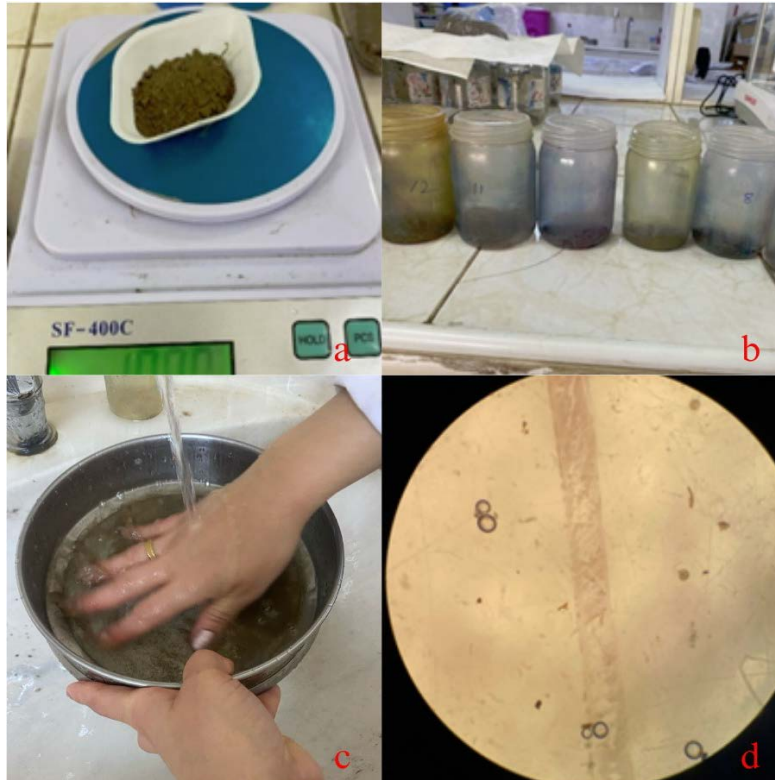
Mikorizanın olduğu saksılardan kök ve topraklar incelenmek üzere kilitli poşetlere alınarak her poşet içerisine bilgi etiketi eklendi. Alınan örnekler incelenmek üzere Adana Çukurova Üniversitesine götürüldü.

### Toprakta Mikoriza Sayımı

10 gr toprak alındı ve yıkandı. Daha sonra yıkanan toprak eleğe aktarıldı. Elekteki toprakta su berraklaşana kadar iyice yıkandı ve kalan materyal daha önce etiketli falcon tüpüne alınarak 50 ml'ye tamamlandı. Falcon tüpleri santrifüje yerleşti ve 2000 devirde 5 dakika çalıştırıldı. Üstteki sıvı dökülerek altta kalan toprak ve spor üzerine %50'lik şeker çözeltisi eklendi ve 2000 devirde 1 dakika çalıştırıldı. Santrifüj işlemi bittikten sonra üstte çıkan sporeler eleğe aktarıldı ve şekerin uzaklaşması



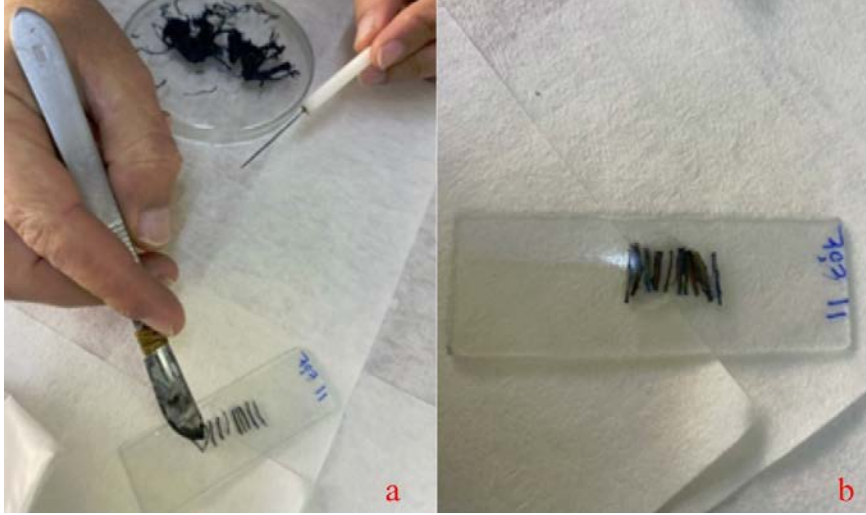
için yıkandı. Yıkama bittikten sonra eleğin köşesine toplanan spor ve partiküller piset yardımıyla daha önce altı çizilmiş petri kutularına alındı. Mikroskop ile spor sayımı yapıldı.



**Şekil 28. a.** 10 gr toprak, **b.** Yıkama kabına alınan topraklar, **c.** Toprakların elekten geçirilerek yıkanması **d.** Mikoriza mikroskop görüntüsü

### **Kök İnfeksiyonu**

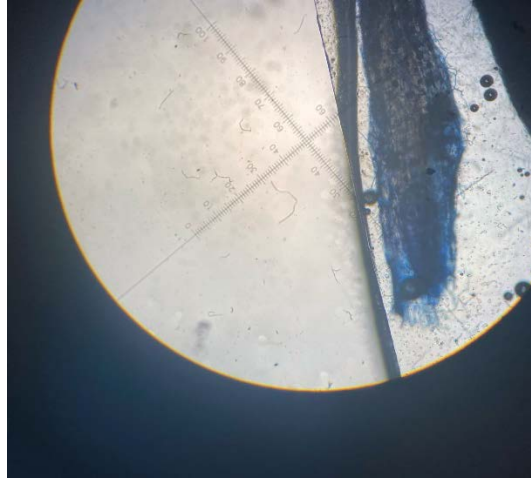
Boyaması yapılacak kökler 0.5-1 cm uzunluğunda kesilerek test kafesine konuldu. Köklerin üzerine %10'luk KOH ilave edildi ve etüvde 20 dakika bekletildi. Daha sonra %1'lik HCL ilave edildi. 65°C'de 60 dakika bekletildi. Daha sonra Trypanblue eklenerek 60 dakika bekletildi. En son laktik asit eklenerek 1 gün bekletildi. 1 gün bekletilen örnekler lam ve lamel arasında dizilerek kökler arasındaki infeksiyonlu kökler tayin edildi.



**Şekil 29. a.** Lam ve lamele köklerin yerleştirilmesi, **b.** Lam ve lamele yerleştirilen kökler

### **Kök İnfeksiyon Sonucu**

7 numaralı kökte 3, 8 numaralı kökte 1, 9 numaralı kökte 3, 10 numaralı kökte 3, 11 numaralı kökte 4, 12 numaralı kökte 2 enfeksiyona rastlanıldı.



**Şekil 30.** Kök enfeksiyonu mikroskop görüntüsü

### **Toprak Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler**

50 ml'lik erlenler içerisine 1 gram toprak eklendi. Üzerlerine 20 ml NaHCO<sub>3</sub> konularak 30 dakika çalkalandı. Filtre kağıdı ile ağzı kapatılan kaplara erlenle çalkalanmış karışım dökülerek süzüldü. Ağzı kapatılarak analiz işlemine geçildi. 2 tanık 6 örnek toplam 8 tüp ile çalışıldı. Her tüpe 2 ml bir örnek gelecek şekilde eklendi. Daha sonra üzerlerine 6 ml saf su ve 2 ml renklendirici eklendi. Vorteks ile karıştırıldı ve 10 dakika beklenildi. Spektrofotometrede 880 nm de okunuldu.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada 12 saksı denemesi kuruldu ve mikorizanın gelişimi gözlemlendi. Tüm saksılara aynı ortam ve koşullar sağlandı. Hasat aşamasına geçilerek analizler gerçekleştirildi. 3 farklı analiz yapıldı. Toprakta mikoriza sayımı, toprakta fosfor analizi ve kök infeksiyonu yapılarak bu sonuçlar kaydedildi. Bu analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

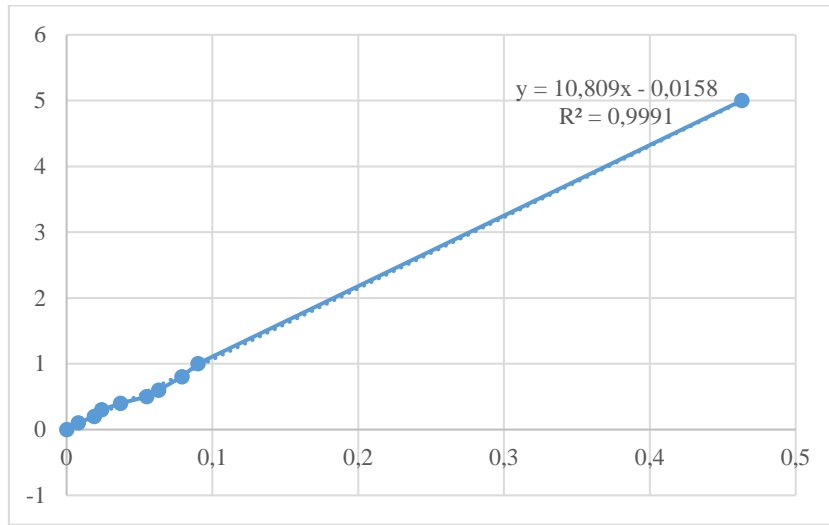
#### 10 gr Topraktaki Mikoriza Sayım Sonucu

Tablo 9. Mikoriza sayım sonucu

7.Saksı	46 Spor
8.Saksı	60 Spor
9.Saksı	54 Spor
10.Saksı	50 Spor
11.Saksı	20 Spor
12.Saksı	38 Spor

Tablo 10. Toprak fosfor analiz sonuçları

Örnekler	Sonuç
T1	0.004
T2	0.010
7	0.022
8	0.020
9	0.020
10	0.043
11	0.040
12	0.041



Şekil 31. Standart seri ortalaması

#### 4. SONUÇLAR

Günümüzde bilinçsiz şekilde fazla gübre kullanımının olumsuz etkilerinin azaltılması için farklı çalışmalar yapılmaya devam edilmekte ve bu konu önem kazanmaktadır. Toprak yapısını zamanla iyileştirirken verimliliğinde fazla olması üzerine çalışmalara yoğunlaşmıştır. Mikorizal birliktelik toprak patojenlerine ve hastalık etmenlerine karşı bitki direncini arttırdığına dair çalışmalar ile beraber günümüzde su kaynaklarının azalması veya sulanabilir alanların artması ile mikorizanın bitki su kullanım verimliliğine olan katkısı önemli ölçüde araştırılması gerekmektedir. Bu araştırma ile fosfor eksik toprakta mikoriza, mikorizasız ve diğer bileşenler ile bitkinin gelişim üzerine etkisinin gözlemlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucu 110 gr toprakta 90 spor ile ekim yaptığımız toprağın 10 gramında büyük değişiklikler gözlenmiş bu da mikoriza sporlarında artma meydana geldiğini göstermiştir. Kökler incelendiğinde köklerden farklı yerlerden alınan 10 parça incelenmiş ve infeksiyonun meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bu da mikoriza sporlarının toprakta arttığı ve köklerle de alındığını kanıtlamıştır. Bu durum bitki gelişimi üzerinde olumlu bir etki yaratmış mikorizasız topraktaki bitkilere göre hızlı ve verimli gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Toprakta yapılan fosfor analiz sonuçları ile standart seri grafiği yapılmış AOD ve PPM grafiğine göre standart seri ortalamasından alınan sonuçlar 0,9991 çıkmış ve bu da ilk toprak analizi ile karşılaştırıldığında topraktaki fosforun kökler ile alındığını ispatlamıştır. Sonuç olarak gübre alımında dışa bağımlı olmaktan ve bilinçsiz kimyasal gübreden kaynaklı yorulmuş topraklarımızı eski verimli hale getirmek için mikorizal çalışmaların artması ve mikorizal doğal gübrenin kullanılması gelecek nesiller için gereklidir. Bu yöndeki çalışmalar fakir toprakların gelişmesi için önemlidir. Sürdürülebilir tarım ve topraklarımızın verimliliğinin artması amacıyla yapılan çalışmalarımızın geliştirilerek devam etmesi gerekmektedir.

**TEŞEKKÜRLER:** Çalışma boyunca yanımda olup maddi, manevi desteklerini esirgemeyen en büyük destekçim Mustafa Öner'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

#### KAYNAKLAR

1. Ortaş, I. 1995. Mikoriza'nın (Mycorrhizae) besin elementleri (özellikle P) alınımındaki mekanizmaları. Dihan Akalan Toprak ve Çevre Semp. Ankara Üniv. Zir. Fak. Ankara
2. Pearson, J. N., and I. Jacobsen. 1993. Symbiotic exchange of carbon and phosphorus between and three arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol.* 124: 481-488. Peterson, R. L., and M. L. Farquhar. 1994. Mycorrhizas-Integrated development between roots and fungi. *Mycologia* 86(3): 311-326.
3. Agrios, G. 1988. *Plant Pathology*. Academic Press, Inc. 803 p
4. MOLINA" R., 1980. Ectomycorrhizal Inoculation of Containerized Westem Conifer Seedlings. Res.note PNW-357, Portland, OR: USDA Forest Service, Pacific Northwest Exper. Stat., 10 P. MOLINA, R.; TRAPPE, M., 1984: Mycorrhiza management in bareroot nurseries. In: *Forest Nursery Manual* (Duryea, M.L., Landis, T.D., eds.). Martinus N./WJunk Publ. The Hague, The Netherlands. pp: 211-226
5. MARSHALL, D.; PERRY, D.A., 1987: Basal and maintenance respiration of mycorrhizal and nonmycorrhizal root systems of conifer. *Can. J. For. Res.* 17:872-877.
6. (MARX 1972; SYLVIA 1983; PRITCHETT/FISHER 1987; PAUL/CLARK 1989; PERRY 1994).

7. Taban, S., İbrikçi, H, Ortaş, İ., Karaman, M.R., Orhan, Y., Güneri, A., 2014. Türkiye’de Gübre Üretimi ve Kullanımı.
8. Palta, Ş., Demir, S., Şengönül, K., Kara, Ö., Şensoy, H., 2010. Arbüsküler Mikorizal Funguslar (AMF) Bitki ve Toprakla İlişkileri, Mera Islahındaki Önemleri. Bartın Orman Fak. Der. Cilt: 12, Sayı: 18. S.87-98
9. Özdemir, A., Palaz, E.B., 2012. Kahramanmaraş Bölgesinde Yetişen Bazı Orkide Türlerinin Mikorizaların İzolasyonu Ve Tanımlanması. Türkiye 2. Orkide ve Salep çalıştayı Bildirileri. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü. İzmir