



**FARKLI FOSFOR DOZLARI VE MİKORİZA  
UYGULAMASININ TOKAT SARIMSAĞINDA  
VERİM VE KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Gülizar DEVECİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI  
Dr. Öğretim Üyesi Emin YILMAZ  
Şubat 2019  
Her hakkı saklıdır**

T.C.  
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI FOSFOR DOZLARI VE MİKORİZA UYGULAMASININ  
TOKAT SARIMSAĞINDA VERİM VE KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

GÜLİZAR DEVECİ

TOKAT  
Şubat - 2019

Her hakkı saklıdır

DEVECİ tarafından hazırlanan “Farklı Fosfor Dozları ve Mikoriza Uygulamasının Tokat Sarımsağında Verim ve Kalite Üzerine Etkileri” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 7 ŞUBAT 2019 tarihinde yapılmış olup, aşağıda verilen jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

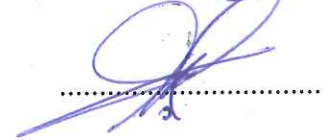
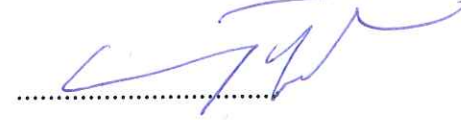
Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Dr. Öğretim Üyesi Emin YILMAZ

Üye  
Prof. Dr. Necdettin SAĞLAM  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye  
Prof. Dr. Haluk Çağlar KAYMAK  
Atatürk Üniversitesi



ONAY

Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

07.02/2019



## **TEZ BEYANI**

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdığı yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

**Gülizar DEVECİ**  
**7 Şubat 2019**



Bu tez çalışması;

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca  
Desteklenmiştir (2015/72).

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### FARKLI FOSFOR DOZLARI VE MİKORİZA UYGULAMASININ TOKAT SARIMSAĞINDA VERİM VE KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

Gülizar DEVECİ

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

Dr. Öğretim Üyesi Emin YILMAZ

Bu çalışma, farklı mikoriza ve fosfor dozlarının Tokat sarımsağının verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2015 yılı Nisan - Temmuz ayları arasında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Merkezinde yürütülmüştür. Araştırmada materyal olarak Tokat'ın yerel sarımsak genotipi kullanılmıştır. Vesiküler Arbusküler Mikoriza (VAM) (kontrol, 2.5 g/kg, 5 g/kg, 7.5 g/kg ve 10 g/kg) ve fosfor ( $P_2O_5$ ) dozları (kontrol, 5 kg/da, 10 kg/da, 15 kg/da ve 20 kg/da) uygulanmıştır. Dikim 15 Nisan tarihinde; 20 cm x 7.5 cm sıra arası ve üzeri hesabıyla, hasat ise 26 Temmuz tarihinde yapılmıştır. Denemede; çıkış ve olgunlaşma süresi mikoriza ve fosfor dozlarından etkilenmemiştir. Ancak, bitki boyu, verim, ortalama baş ağırlığı, ortalama diş sayısı, suda çözünür kuru madde, pH, titre edilebilir asit ve mikorizal infeksiyon oranı anlamlı olarak mikoriza ve fosfor dozlarından etkilenmiştir. Sonuç olarak, en yüksek ortalama baş ağırlığı (19.49 g) ve verim (1039,56 kg/da) ile 2.5 g/kg Mikoriza ve 20 kg/da fosfor uygulamasından elde edilmiştir.

2019, 75 SAYFA

**ANAHTAR KELİMELER:** Sarımsak, mikoriza, fosfor, verim, kalite

## **ABSTRACT**

### **MASTER THESIS**

#### **THE EFFECT OF DIFFERENT PHOSPHORUS DOSES AND MYCORRHIZAE ON YIELD AND QUALITY OF TOKAT GARLIC**

**TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**DEPARTMENT OF HORTICULTURE**

**SUPERVISOR: ASST. PROF. DR. EMIN YILMAZ**

This study was carried out to determine the effects of different Mycorrhiza and phosphorus doses on the yield and quality of Tokat garlic genotype between April and July 2015 in Tokat Gaziosmanpasa University Research and Application Center. Local garlic genotype was used as a material in the experiment. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza (VAM) (control, 2.5 g/kg, 5g/ kg, 7.5 g/kg and 10 g/kg) and phosphorus doses (control, 5 kg/da, 10 kg/da, 15 kg/da and 20 kg/da) were applied. Planting was done by 20 cm m x 7.5 cm on April 15<sup>th</sup>. Harvest was done on July 26<sup>th</sup>. In the study; sprouting and maturity days were not significantly affected by mycorrhiza and phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) doses; whereas, plant length, yield, average head weight, average clove number per head, soluble solid dry matter, pH, titratable acidity and mycorrhizal infection rate were significantly affected by mycorrhiza and phosphorus doses. As a result, the highest average head weight (19.49 g) and yield (1039.56 kg/da) were obtained from 2.5 g/kg Mycorrhiza and 20 kg/da phosphorus application.

**2019, 75 Pages**

**Keywords :** Garlic, mycorrhizae, phosphorus, yield, quality

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitim hayatım boyunca bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak kendimi geliştirme olanağı sağlayan, gerek bilimsel anlamda gerekse hayata dair öğrettikleriyle her zaman rehberim olan danışman hocam **Dr. Öğretim Üyesi Emin YILMAZ**'a, hiçbir desteğini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.

**Gülizar DEVECİ**

**7 ŞUBAT 2019**



# İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
SİMGE ve KISALTMALAR .....	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ .....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	4
3. MATERYAL VE METOD .....	17
3.1. Materyal .....	17
3.1.1. Deneme alanı .....	17
3.1.2. İklim özellikleri.....	18
3.1.3. Toprak özellikleri.....	21
3.1.4. Bitki materyali .....	22
3.1.5. Mikoriza.....	22
3.1.6. Fosfor .....	22
3.2. Yöntem.....	23
3.3. Gözlemler.....	27
3.3.1. Denemede yapılan gözlemler ve yöntemleri .....	27
3.3.2. Verilerin değerlendirilmesi .....	32
4. BULGULAR .....	33
4.1. Çıkış ve Olgunlaşma Süreleri (gün).....	33
4.2. Bitki Boyu (cm) .....	33
4.3. Baş Verimi (kg/da).....	34
4.4. Baş Ağırlığı (g) .....	34
4.5. Baş Çapı (mm) .....	35
4.6. Diş Sayısı (adet/baş) .....	36
4.7. Diş Ağırlığı (g).....	36
4.8. Diş Çapı (mm) .....	38

4.9.Diş Boyu (mm) .....	38
4.10. Suda Çözünür Kuru Madde .....	39
4.11. pH .....	39
4.12. Titre Edilebilir Asit Değeri (%) .....	40
4.13. Köklerde Mikorizal İnfeksiyon Oranı (%).....	41
5. TARTIŞMA .....	43
6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	47
7. KAYNAKLAR .....	48



## SİMGE ve KISALTMALAR

<b><u>Kısaltmalar</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
AM	Arbüsküler mikoriza
B CaNO <sub>3</sub>	Kalsiyum nitrat
CCC	Cycocel
Cm	Santimetre
Da	Dekar
Fe	Demir
G	Gram
GA <sub>3</sub>	Gibberellik asit
Ha	Hektar
Kg	Kilogram
KNO <sub>3</sub>	Potasyum nitrat
L	Litre
M	Metre
MAP	Mono amonyum fosfat
Mg	Miligram
MgSO <sub>3</sub>	Magnezyum sülfat
ml	Mililitre
Ort	Ortalama
P	Fosfor
Sn	Saniye
T	Ton
WAM	Vesiküler Arbüsküler Mikoriza

## ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Tokat için 2015 yılı ve uzun yıllara ait meteorolojik değerler .....	20
Çizelge 3.2. Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları .....	23
Çizelge 4.1. Farklı fosfor ve mikoriza dozlarının sarımsağın bitki boyu üzerine etkileri (cm).....	35
Çizelge 4.2. Farklı fosfor ve mikoriza dozlarının sarımsağın baş verim üzerine etkileri (kg/da) .....	36
Çizelge 4.3. Farklı fosfor ve mikoriza dozlarının sarımsağın ortalama baş ağırlığı üzerine etkileri (g) .....	37
Çizelge 4.4. Farklı fosfor ve mikoriza dozlarının sarımsağın ortalama baş çapı üzerine etkileri (mm) .....	38
Çizelge 4.5. Farklı fosfor ve mikoriza dozlarının sarımsağın ortalama diş sayısı üzerine etkileri (adet/baş) .....	39
Çizelge 4.6. Farklı fosfor ve mikoriza dozlarının sarımsağın ortalama diş ağırlığı üzerine etkileri (g) .....	39
Çizelge 4.7. Farklı fosfor ve mikoriza dozlarının sarımsağın ortalama diş çapı üzerine etkileri (mm) .....	40
Çizelge 4.8. Farklı fosfor ve mikoriza dozlarının sarımsağın ortalama diş boyu üzerine etkileri (mm) .....	41
Çizelge 4.9. Farklı fosfor ve mikoriza dozlarının sarımsağın suda çözünür kuru madde içeriği üzerine etkileri (%) .....	42
Çizelge 4.10. Farklı fosfor ve mikoriza dozlarının sarımsağın pH değeri üzerine etkileri (%) .....	42
Çizelge 4.11. Farklı fosfor ve mikoriza dozlarının sarımsağın titre edilebilir asit değeri üzerine etkileri (%) .....	43
Çizelge 4.12. Farklı fosfor ve mikoriza dozlarının sarımsağın köklerde mikorizal infeksiyon oranı üzerine etkileri (%) .....	44

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b><u>Sekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 3.1. Tokat ilinin konumu .....	19
Şekil 3.2. Tokat için 2015 yılı ve uzun yıllar aylık ortalama sıcaklık değerleri ( <sup>0</sup> C) ...	20
Şekil 3.3. Tokat için 2015 yılı ve uzun yıllar ortalama minimum sıcaklık değerleri ....	21
Şekil 3.4. Tokat için 2015 yılı ve uzun yıllar ortalama maximum sıcaklık değerleri.....	22
Şekil 3.5. Tokat için 2015 yılı ve uzun yıllar aylık ortalama nispi nem (%) .....	22
Şekil 3.6. Tokat için 2015 yılı ve uzun yıllar aylık ortalama yağışlar (mm) .....	23
Şekil 3.7. Deneme alanının dikime hazırlanması .....	23
Şekil 3.8. Denemede kullanılan sarımsak dişlerinin iriliklerine göre sınıflandırılması..	24
Şekil 3.9. Deneme alanının parsellere ayrılması.....	25
Şekil 3.10. Deneme parsellerinin genel görünümü .....	26
Şekil 3.11. Mikoriza aşılınmış dikime hazır sarımsak dişleri .....	27
Şekil 3.12. Deneme alanına kurulan damla sulama sisteminin görünümü .....	27
Şekil 3.13. Deneme alanının çapalama sonrası görünümü .....	28
Şekil 3.14. Hasadı yapılan sarımsakların file çuvallarda gölge tülünde kurutulması.....	28
Şekil 3.15. Hasada gelmiş sarımsak parçalarının genel görünümü .....	29
Şekil 3.16. Sarımsaklarda bitki boyunun ölçülmesi .....	30
Şekil 3.17. Sarımsak başlarının tartılması .....	30
Şekil 3.18. Sarımsaklarda dişlerin sayımı.....	31
Şekil 3.19. Diş büyüklüğünün ölçülmesi .....	32
Şekil 3.20. Suda çözünür kuru madde oranının refraktometre ile tayini .....	32
Şekil 3.21. Sarımsakların pH değerinin ölçümü .....	32
Şekil 3.22. Sarımsakların titre edilebilir asitlik oranının (%) ölçülmesi .....	33
Şekil 3.23. Köklerde mikorizal infeksiyonun belirlenmesi .....	33

## 1. GİRİŞ

Sarımsak (*Allium sativum* L.) insanlığın var olduğu tespit edilen dönemlerinden itibaren tüketilen ve rağbet gören bir sebzedir (Geboloğlu ve ark., 2017). Sarımsağın Türkiye’de ilk olarak ne zaman yetiştirilmeye başlandığına dair kesin kanıtlar bulunmasa da, Evliya Çelebi Seyahatnamesi’nde sarımsakla ilgili kayıtların yer aldığı görülmektedir. Ayrıca yapılan araştırmalarda Türklerin Orta Asya’dan göç etmeden önce sarımsağı kullandıklarına dair veriler bulunmaktadır. Sarımsağın anavatanının Akdeniz ülkeleri, İran ve Afganistan olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. M.Ö. 2100-2600 yıllarındaki yazıtlarda sarımsağa ait bilgiler mevcut olup, yine aynı yüzyıllarda sarımsağın Çin’de ilaç olarak kullanıldığı bilinmektedir. Sarımsak Avrupa’da 15. ve 16. yüzyıllarda kültüre alınması ile düzenli olarak tüketilir hale gelmeye başlamıştır (İbret, 2005; Koyuncu, 2013; Koch ve ark. 1996).

*Alliaceae* familyasına bağlı olan sarımsak, aynı familyaya bağlı soğandan sonra en fazla yetiştirilen ikinci tür olarak karşımıza çıkmaktadır. Sarımsak çevre koşullarına kolay uyum sağlayabilen yapısı dolayısıyla Türkiye’de hemen hemen her yerde yetiştirilebilen bir sebzedir. Ancak ideal üretim alanları deniz ikliminden kara iklimine geçilen yöreler olduğunu söylemek uygun olacaktır. Türkiye’de üretilen sarımsakların ciddi bir bölümü *Allium sativum* türüne ait bulunmakta, yetiştirildiği bölgelerin yöresel isimleriyle anılmaktadır. Taşköprü sarımsağı, bunlar arasında en önemlilerinden biridir. Yöresel genotiplerin özelliklerine bakıldığında farklılıkların olduğu görülmektedir. Kastamonu, Amasya, Tokat illerimizde önemli boyutlarda sarımsak üretimi başarıyla sürdürülmektedir (Vural, 2012).

2017 yılı dünya sarımsak üretimi 28.16 milyon ton olup, yaklaşık 20 milyon ton üretim miktarı ile Çin ilk sırada yer almaktadır (Anonim, 2017). Türkiye’nin sarımsak üretim durumu incelendiğinde; 1988 yılında 69 bin ton olan üretimin 2000 yılında 81 bin tona ve 2018 yılında ise 117.7 bin tona ulaşarak dünya sarımsak üretim sıralamasında 16. sırada kendine yer bulduğu görülmektedir. Türkiye’de illere göre sarımsak üretim miktarlarına bakıldığında ise Tokat’ın 7477 ton ile 5. sırada yer aldığı görülmektedir (Anonim, 2018a).

Ülkemizde sarımsak üretim ve tüketim miktarları incelendiğinde, üretimin tüketimi karşılama oranının % 95 seviyesinde olduğu görülmektedir. Ancak, sadece ülke ihtiyacının tamamını karşılamak değil aynı zamanda sarımsakta da ihracat yapabilecek duruma gelebilmemiz için toplam üretim miktarını artırırken kalite ve verim değerlerinin mutlaka iyileştirilmesi gerekmektedir.

Bitkisel üretimde hem verim ve kaliteyi artırmak ve hem de etkin gübre kullanımını sağlamak için son yıllarda yararlı mikroorganizmalar kullanılmaya başlamıştır. Yararlı mantarlardan biri olan Mikoriza, fosfor başta olmak üzere ortamdaki besin elementlerinin alımını artırır ve buna bağlı olarak ta toplam kullanılan kimyasal gübre miktarının azalmasına neden olur (Arcak ve Güder, 2004).

Köken olarak *myco* mantar, *rhiza* ise kök anlamına gelen Yunanca bir kelime olan ve kök mantarı anlamında olan mikoriza, bitki kökleri ile belirli mantar türleri arasındaki karşılıklı bir yaşam biçimi olarak da tanımlanmaktadır. Etkili VAM ile inokule edilmiş çok sayıdaki tarla ve saksı denemelerinde, ürün artışına yönelik sonuçlar elde edilmiştir (Yılmaz, 2005).

Ototrof olan konukçu bitki ile heterotrofik organizma arasında besin alışverişi ve ekolojik olarak doğal dengenin korunmasını sağlayan mikoriza, bu yönü ile ekosistemdeki besin döngüsü ve bitki canlılığının devamında büyük bir öneme sahip bulunmaktadır (Kibar ve Pekşen, 2007).

Mikorizal mantarlar bitki ve ekosistem çeşitliliğinin ve üretkenliğinin üzerinde büyük rol oynamaktadır (Song ve ark., 2010). Yaklaşık yüzyıl önce, bir Alman orman fitopatoloğu Frank, bazı bitkilerin köklerinde yoğun bir şekilde bulunan, fakat hastalık oluşturmeyen funguslar saptamış ve bunlara 1885 yılında fungus ile kök kelimelerinin bileşimi olan (*myco+rhiza*) “mikoriza” ismini vermiştir (Yıldız, 2009).

Mikorizal mantarlar, yaşadıkları toprağın yapısı, konuk oldukları bitkiler ve fiziksel çevre özelliklerine göre değişiklik sergilemektedirler (Dinçel, 2018). Mikoriza mantarları, bitki kök yapılarına etkileri bakımından Endomikoriza ve Ektomikoriza olmak üzere iki büyük gruba ayrılır (İraz, 2015). Daha geniş kapsamda bulunan bir başka gruplandırma ise mikorizal mantarlar, bitki kök içindeki ve dışındaki görünüm şekilleri ve taksonomik

özellikleriyle gruplandırılmakta; endomikoriza, ektomikoriza, ectendo-mikoriza, erikoid, monotropoid, orkide, ericaceae mikoriza gibi farklı tiplerde bulunmaktadır (Akpınar, 2004; Yıldız, 2009; İraz, 2015; Erzurumlu ve Kara, 2014).

Mikoriza, bitkinin yararlanamayacağı çözünürlüğü az veya yetersiz durumdaki besin elementlerini, özellikle fosforu absorbe etmekte ve bitkiye kazandırmaktadır. Konukçu bitkinin, toprak fungusları ve nematodlara karşı dayanıklılığını artırmaktadır. Daha iyi beslenen mikorizalı bitki, zayıf gelişen mikorizasız bitkiye nazaran obligat patojenlere karşı daha dayanıklı olabilmektedir (Palta ve ark., 2010).

Bu araştırma, mikorizanın yukarıda bahsedilen faydalarından yararlanabilmeyi hedef edinerek Tokat sarımsağı üretimine ivme kazandırılabilmesi için, farklı fosfor dozları ve mikoriza uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Arbusküler mikoriza fungusu ile bitki kökleri arasında karşılıklı olarak faydalı bir biyolojik ilişki vardır. Arbusküler mikorhizal (AM) mantarları, bitkiden aldığı fotosentetik karbonun karşılığında çeşitli ekolojik işlevleri yerine getirirler. AM mantarlarının, yeşil bitkilerin kolonizasyonundan sonra serbest habitatlarda vazgeçilmez olduğu düşünülmektedir. AM mantarlarının sekonder rolleri arasında mikrobiyal toprak kaynaklı bitki patojenleri tarafından kök istilasının azaltılması, fitotoksik ağır metallerin bitki alımında azalması, bol su ve kuraklık dönemlerinde suya dayanıklı glikoprotein yapışma etkisiyle toprak parçacıklarının kök etrafında toplanması gibi rolleri vardır. AM mantarlarının toprak N ve C döngülerinde önemli bir rol oynayabileceğini öne süren kanıtlar vardır (Willis ve ark., 2013).

Bitkilerin mikorizal simbiyosize bağımlılıkları değişken bir yapı sergilemektedir. Mikorizal bağımlılık, çevreye ilişkin şartları bilhassa toprağın fosfor içerikleriyle bitki genlerine bağlıdır, yaygın anlamda üretilen mikorizalı bitkiler içinde değişik mikorizal bağımlılık oranlarına ulaşılmıştır (Plenchette ve ark., 1983).

Mikorizanın azami faydayı sağlayabilmesi için, çeşitli faktörlerin varlığı gerekmekte, bu faktörlerin gerçekleşmemesi durumunda da mikorizanın aktivitesinden beklenen faydanın sağlanmasında sıkıntılar ortaya çıkabilmektedir. Mikorizanın aktivitesini etkileyen bu faktörleri; fiziksel (sıcaklık, ışık, su ve toprak bünyesi), kimyasal (pH, azot, mikro besin elementleri, aşırı fosforlu gübre kullanımı, tuzluluk, organik madde) biyolojik faktörler şeklinde sıralanmaktadır.

Mikorizaların aktiviteleri ve etkinlikleri buldukları ortamdaki fiziksel faktörlere göre değişiklik gösterebilmektedir. Yapılan araştırmalara göre fiziksel faktörler, mikorizaların aktivitelerini kimi zaman olumlu, kimi zamanda olumsuz etkilemektedir. Mikoriza aktivitesini etkileyen fiziksel faktörleri; Sıcaklık, Işık, Su ve Toprak bünyesi şeklinde sıralamak mümkündür.

Yapılan çalışmalarda mikorizanın gelişiminin ve oluşumunun 30 °C'de olduğunu, en fazla hif oluşumu ve yüzey alanının 28-34 °C arasında olduğu, mikoriza ile sıcaklık arasındaki ilişkinin bölgeler arasında farklılık gösterdiği rapor edilmiştir (Şahin, 2015).

Akpınar, (2011), Schenck ve Schroder (1974)'in mikorizanın iyi bir kök kolonizasyonu için 12 saat veya daha fazla saatteki fotoperiyot miktarı ışık yoğunluğundan daha önemli olduğunu, bunun yanı sıra mikoriza üzerinde ışığın etkisinin, mikorizanın etkileşime girdiği bitkinin fotosentez özelliğine bağlı olarak değişim gösterdikleri sonucuna ulaştıklarını belirtmektedir.

Mikorizanın oluşumunda toprağın sahip olduğu nem etkili olmakta, aşırı nemli toprakların mikoriza gelişimini strese soktuğu yönünde bulgular ortaya konulmuştur (Çelebi ve ark., 2010).

Mikoriza aktivitesini etkileyen kimyasal faktörleri; pH, Azot, Mikro besin elementleri, Aşırı fosforlu gübre kullanımı, pestisit kullanımı, Tuzluluk, Organik madde şeklinde sıralamak mümkündür. Mikorizanın oluşumu toprak fiziksel özelliklerinden yüksek oranda etkilendiği için farklı toprak fiziksel özelliklerine sahip olan topraklarda bitkinin gelişimi de mikorizanın etkisi de farklı olmaktadır (Şahin, 2015).

Doğadan izole edilen farklı arbusküler mikoriza mantarlarının buldukları toprakların pH'larının 2.7-9.2 arasında oldukları tespit edilmiştir (Clark, 1997). Agar ortamında yapılan araştırmada mikoriza türlerinin pH'ya bağlı olarak farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Green ve ark, 1976).

Sieverding (1991)'in yaptığı araştırmada ulaştığı sonuçlarda; *G. mosseae* ve *Gigaspora margarita*'ya pH değerinin 5.5'den düşük olduğu koşullarda rastlanılmadığı, *Entrophospora colombiana* türünde ise, pH değerinin 5.5'in üstündü olduğu koşullarda bulunmadığı saptaması yapılmıştır. Ancak bu oluşumun diğer toprak özellikleri ile ilişkilendirilmediği belirlenmiştir (İraz, 2015).

Hayman (1975), azotlu gübre uygulamasının mikorizanın oluşumunu olumsuz yönde etkilediğini belirtmiştir.

Arbusküler mikoriza aşılmasının bitkilerin azotla beslenmesine herhangi bir katkısı bulunmamaktadır (Smith ve Smith, 2011).

Mikro besin elementlerinden çinko ve mangan, mikoriza sporlarının çimlenme potansiyellerine etki etmektedir. Gildon ve Tinker (1983)'de yaptıkları araştırmada, geniş bitki topluluğu üzerine yaptıkları araştırmada çinko ve bakırın mikoriza oluşumunu olumsuz yönde etkilediğini rapor etmişlerdir.

Yapılan araştırmalar fosforun yeterli miktarda bulunmasının mikoriza ile kök arasındaki etkileşimi olumlu etkilediği, ancak belirli bir miktarın üzerinde fosforun mikoriza ile bitki kökü arasındaki etkileşimi azalttığını göstermektedir. Başka bir deyişle aşırı fosforlu topraklarda mikorizal mantarların etkinlikleri sekteye uğramaktadır. Çünkü belli bir miktarın üstündeki fosfor, bitkinin fotosentezde kullanacağı yapıları mikorizanın kullanılmasına neden olmakta, köklere yeterince besin sağlanmasına engel teşkil etmektedir. Sonuç olarak aşırı fosforlu gübre kullanımı bitkiye yarar değil zarar vermektedir (İraz, 2015).

Rodriguez ve ark (2011), yaptıkları çalışmada düşük fosfor düzeylerinde arbusküler mikoriza mantarı ile aşılanmış bitkinin büyümesinin ve fosfor içeriğinin arttığını bildirmişlerdir.

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

Tarla topraklarında artan organik maddeyle spor oluşumundaki pozitif ilişkinin varlığı belirlenmiştir (Caravaca ve ark, 2002). Çelik ve ark. (2010) yaptıkları araştırmada hasat sonrasında toprak içinde kalmış olan bitki köklerinin parçalanması sonucu oluşan organik bileşiklerin, mikoriza spor sayısını ve mikorizal infeksiyonu arttırdığı rapor etmişlerdir.

Bazı bitki türleri mikorizaya bağımlılık göstermezler. Bunlardan; acı bakla, hardal ve ıspanak türü bitkiler daha fazla mikorizanın meydana gelmesini engelleyecek oranda toksik salgılar meydana getirdiğinden dolayı bu tür bitkiler mikorizal infeksiyon sağlamazlar. Bunun yanında birçok bitki türü mikoriza ile infekte olmakta ve spor oluşumu sağlamaktadır (Castillo ve ark, 2008). Bunun yanı sıra pek çok bitki türünün mikoriza ile infekte olmakta ve spor oluşumu sağladığı bilinmektedir.

Mikoriza, bitkinin köklerini öbür patojenik organizmalar karşısında korumanın yanında çevreye bağlı etkenlerin ortaya çıkardığı ağır metal toksisitesi ve tuzluluk benzeri stresler karşısında da bitkiyi koruyarak söz konusu bitkinin direnç miktarını arttırmaktadır (Smith ve Read, 2008).

Topraktaki normalin oldukça üstünde bulunan fosfor seviyelerinde mikoriza mantar enfeksiyonu ciddi miktarda azalma göstermektedir (Amijee ve ark., 1989). Fosfor gübresi eklenmesi hem mikoriza ile kök enfeksiyon yüzdesinin azalmasına hem de enfeksiyonda gecikmenin ortaya çıkmasına sebebiyet vermektedir (De Miranda ve ark., 1989).

Almaca ve Ortaş (2010)'ın gerçekleştirdikleri araştırmada yeşil mercimek sonrasında üretilen tabii mikoriza aşılması gerçekleştirilen mısırdaki fosfor alımıyla mikorizal kök enfeksiyonunun artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Sarımsak (*Allium sativum* L.), ilk kültüre alınan *Allium* türlerinden biridir. Sarımsağın anavatanının Çin'in güneyinden Orta Asya'da bulunan Tanrı Dağları'na uzanan bölgeyi kapsadığı ve yaklaşık 10 bin yıl önce buradan Orta Asya, Afrika, Avrupa ve Amerika'ya taşındığı bilinmektedir (İpek ve ark, 2008).

Sarımsak M.Ö çok eski yıllardan beri bilinen ve kullanılan bir türdür. Özellikle Babiller, Mısırlılar, Fenikeliler, Vikingler, Yunanlılar, Romalılar (gladyatörler) ve Hintler tarafından sıkça kullanıldığı bilinmektedir. Ancak keskin kokusu ve tadı sebebiyle su, süt ve sirkede bekletilerek tüketilmiştir (Akan ve Ünüvar, 2017).

Kültür sebzeleri arasında, yemeklik ve ilaç olarak kullanımı en eski olan sebze türlerinden birisi olan sarımsak, soğan gibi tek başına yemek yapımında kullanılmasa da yemeklere tat ve lezzet verme özelliği nedeniyle mutfakların vazgeçilmez sebzeleri arasında yer almaktadır. Sarımsak dişleri ve yapraklarının; iştah açıcı, idrar söktürücü, antibakteriyel, solunum ve sindirim yolları antiseptiği, kurt düşürücü, antitroid etkileri bulunmaktadır. Ayrıca sarımsağın safra arındırıcı, kan şekeri ve lipidlerini düşürücü, öksürük kesici, tansiyon düşürücü, enfeksiyon önleyici ve nezle tedavi edici özellikleri de vardır (Anonim, 2018b). Ayrıca yapılan klinik çalışmalar sonucunda, bütün bunların yanı sıra tümör baskılayıcı ve güçlü antioksidan özelliği ile de sarımsağın tıbbi bir bitki olduğu ortaya konulmuştur (Seçim, 2018).

Sarımsağın 100 gramı 149 kcal kalori değerine sahiptir. 100 gram sarımsakta; 58.58 g su, 6.36 g protein, 33.60 g karbonhidrat, 0.50 g yağ, 1 g toplam şeker, 2.10 g lif ile 181 mg Ca, 1.70 mg Fe, 25 mg Mg, 153 mg P, 41 mg K, 17 mg Na bulunmaktadır. Ayrıca 31.20 mg C vitamini başta olmak üzere A, B1, B2 vitaminince de zengindir. Bunların yanı sıra sarımsakta 200'den fazla biyokimyasal bileşik içermekte olup bunların en önemlilerinden bazıları kükürt içeren bileşiklerden (allisin, alliin ve ajoen) oluşan uçucu yağlardır. Bunlar aynı zamanda sarımsağa özgü koku ve tadı vermektedir (Akan ve Ünüvar, 2017).

Sarımsak iklim ve toprak gibi fiziki coğrafya koşulları açısından çok fazla seçici olmadığı için başta Akdeniz ülkeleri olmak üzere Dünyanın birçok bölgesinde tarımı yapılabilen bir bitkidir. Doğal koşullar içerisinde ılıman iklime sahip az nemli yörelerin kumlu topraklarında en iyi yetiştirme şartlarını bulan bu bitki, tınlı ve killi topraklarda da yetişebilmekte, en iyi kalitede ürününü ise germanyum ve selenyumca zengin topraklarda vermektedir. İlıman iklim bölgelerinde kışın bile yetişebilen bu bitki, soğuk iklim şartlarının görüldüğü yerlerde kışın uyku durumuna geçmekte ve kurak zamanlarda da soğanını bir su deposu gibi kullanarak canlılığını devam ettirebilmektedir (İbret, 2005).

Teweldebrhan (2009) sarımsak dişlerini pazar değeri olan ve pazar değeri olmayan diş kategorisi olmak üzere iki sınıfta ele almıştır. Bunlardan pazar değeri olan diş kategorisi 1 g diş ağırlığından daha büyük (en iyi pazar değeri olan diş boyutu > 2,0 g, pazar değeri için geçerli olan diş boyutu 1.5-1.99 g ve kısmen pazar değeri olan diş boyutu 1.0 g-1.49 g), pazar değeri olmayan diş kategorisi ise en az 1 g ağırlığa sahip dişleri içermektedir.

Artık ve Poyrazoğlu (1994), yaptıkları çalışmada, Kastamonu sarımsağının çözünür kuru madde içeriğinin % 31.2 ile 44.1 arasında değiştiğini, ortalama % 36.9 olduğunu, pH değerinin de 5.47 ile 6.9 arasında değiştiğini ve ortalamasının da 6.3 olduğunu bildirmişlerdir.

Amerika Birleşik Devletleri'nin doğusunda yapılan bir çalışmada, düşük fosforlu koşullar altında, mikorizanın bitki için daha yararlı olduğu belirtilmiştir (Let ve ark., 2011).

Ekin ve ark. (2013), tarafından yapılan bir çalışmada, farklı potasyum dozları ile arbusküler mikoriza uygulamalarının patateste yumru iriliğine ve ağırlığına olan etkileri incelenmiştir. Denemede mikoriza uygulanan patateslerde bitki boyunda %11.3, bitki

başına yumru sayısında %8.6, ortalama yumru ağırlığında %23.2, orta yumru oranında %14.1, pazarlanabilir, endüstriyel ve toplam yumru verimlerinde sırasıyla % 37.2, % 9.1 ve %19.9 oranlarında artış sağlandığı belirlenmiştir.

Havuç mikorizaya maksimum bağımlılık indeksine sahipken, onu sırayla bezelye, fasulye, bakla, kuşüzümü, biber, domates ve patates izlemekte, yulaf ve buğdaysa bu sıralama içinde minimum bağımlılık indeksi sergilemektedir. Ayrıca soğan, elma, çilek ve sorgum mikoriza bağımlılığı mevcut bitkiler arasında yer almaktadır (Akpınar, 2011).

Yapılan bir çalışmada soğandaki en yüksek infeksiyon oranını belirlemek için, *Glomus mossea*, *Glomus deserticola*, *Glomus caledonium*, *Glomus intraradice* ve *Glomus clustroforme* mikoriza türleri soğan bitkisine aşılanmıştır. Ortam koşullarının aynı olmasına karşın, her mikoriza türünde infeksiyon oranı değişmiştir. Spor türleri arasında en yüksek infeksiyon oranı *Glomus deserticola* ile aşılanan bitki köklerinden elde edilmiştir. Mikoriza spor türlerine bağlı olarak bitkide ölçülen diğer bazı gelişim parametreleri ile makro ve mikro besin element kapsamalarında da farklılıklar elde edilmiş olup, elde edilen bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli ( $P<0.01$  ve  $P<0.05$ ) bulunmuştur (Karaarslan, 2012).

Ceylan ve ark. (2016), çinko uygulamaları (0, 25, 50, 75 kg ha<sup>-1</sup>) ve mikoriza (*Glomus mosseae*) aşılmasının pamuk bitkisinin besin elementi alınımı ile verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla bir çalışmada yürütmüşlerdir. Mikoriza a ile pamuk yapraklarının N, P, K, Zn, Cu içeriklerinin arttığı tespit edilmiştir.

Mikoriza uygulaması verim değerlerini olumlu yönde etkilemiş olup, 50 kg/ha, Zn ve mikoriza uygulanmasında en yüksek değere ulaşmıştır.

*Glomus fasciculatum* mikoriza türünün sera ortamında domates yetiştiriciliğinde bitki gelişimi ve verim üzerine etkilerinin belirlenmesi için Antalya’da yapılan bir çalışmada, Symbion VAM'ın üç dozu [önerilen doz (D, 1.0 kg da<sup>-1</sup>); önerilen dozun yarısı (D/2, 0.5kg da<sup>-1</sup>) ve önerilen dozun iki katı (Dx2, 2.0 kg da<sup>-1</sup>)] ile Symbion VAM gübresiz (0 kg da<sup>-1</sup>) kontrol grubunu oluşturmuştur. Denemede kullanılan Symbion VAM gübresi, sadece bir kez, dikimden hemen önce fide dikim çukurlarına uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar; Symbion VAM inokulasyonu ile köklerde infekte olan mikoriza oranının

arttığını, bu artışa bağlı olarak bitki gelişimi ve toplam ve pazarlanabilir verimin arttığını, meyvede çap, kırmızı renk (a), pH ve vitamin C değeri artarken, titre edilebilir asitlik, elektriksel iletkenlik ve sertlik değerinin azaldığını göstermiştir. Kullanılan Symbion VAM dozu içerisinde en umut var sonuçlar pazarlanabilir verimde kontrol uygulamasına göre sağladığı % 42.2'lik artış ile iki kat doz uygulamasından elde edilmiştir (Öztekin ve ark., 2014).

Yapılan bir çalışmada, serada buharla sterilize edilerek, bünyesinde doğal olarak bulunan mikorizanın yok edildiği toprakta yetiştirilen bibere, 2 farklı mikoriza türü (*Glomus caledonium* ve *Glomus clarum*) 3 farklı şekilde uygulanmıştır (tohum ekimi zamanında bir kez, fide dikimi zamanında bir kez ve tohum ekimi zamanı ile fide dikim zamanında iki kez). Uygulamaların biberde bitki gelişimi, verim ve bitkinin beslenme durumu üzerine etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak, serada yetiştiricilikte ortama mikoriza ilavesi bitki gelişmesi ve verimi olumlu yönde etkilemiştir. Verim birer kez uygulamalarda kontrole göre yaklaşık % 16 oranında bir artış sağlarken, iki kez uygulama yaklaşık %29 oranında arttırmıştır. Bitki gelişimi ve beslenme üzerine etkilerinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir (Altuntaş ve ark., 2015).

Karpuz varyetelerinde tuzlu toprak koşullarında Arbisküler Mycorrhizal Fungi uygulamalarının fide döneminde bitki gelişimine etkilerini araştırmak amacıyla 2016 yılında Selçuk Üniversitesinin Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü iklim odalarında bir çalışma yürütülmüştür. Denemede tohum ekimi ile beraber (*Glomus intraradices*, *Glomus mosseae* ve *Glomus margarita*) Arbisküler Mycorrhizal Fungi uygulamaları yapılmış, fideler ortalama üç gerçek yaprak dönemine geldiğinde 300 mM NaCl tuz uygulanmıştır. NaCl uygulamasından 14 gün sonra fide gelişimi parametreleri incelenmiştir. Denemede genel olarak *C. lanatus* var. *citroides* kaynaklı genotip *C. lanatus* var. *lanatus* kaynaklı genotipe göre tuzlu toprak koşullarında daha iyi gelişme göstermiştir. *G. mosseae* ırkı AMF diğerlerine göre tuzlu koşullarda fide gelişimine daha olumlu etkiler yaptığı görülmektedir. Sonuç olarak tuzlu toprak koşullarında bitki gelişimi üzerine genotip, uygulanan AMF ırkı ve uygun genotip AMF ırkı kombinasyonlarının etkinliği ortaya çıkmaktadır (Baqer, 2017).

Selçuk Üniversitesi'nde ısıtmasız plastik serada 2007 yılında yürütülen bir araştırmada , bitkisel materyal olarak Aydın siyahı, Faselis F1, Fabina F1, Topan, Vezir F1, Kemer, Uzun patlıcan 50896, Uzun patlıcan 50516, Kara patlıcan 50710, Pala patlıcan genotipi

kullanılmıştır. Denemede iki mikoriza türü (*Gigaspora margarita* ile *Glomus intraradices*) kullanılmıştır. Araştırma sonucunda mikorizanın genel olarak bitki gelişim parametreleri üzerinde olumlu bir etki gösterdiği ancak bu etkinin çeşitlere göre değiştiği sonucuna varılmıştır (Keskin. 2009).

Bitki büyüme ve gelişmesi için gerekli olan besin maddelerini sağlayan inorganik kimyasal gübreler verimi artırır ancak bu kimyasalların, bilinçsiz ve aşırı kullanımı insan ve çevre sağlığı açısından olumsuz sonuçlara neden olur. Günümüzde çevre dostu tarım yaklaşımlarından bazıları, bitkilerin besin maddesi alınımını, gelişimini, biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanımını arttıran kök bölgesinde serbest veya simbiyoz yaşayan bakterileri, ekto ve endomikorizaları ve daha birçok faydalı mikroorganizmayı kapsar. Altunlu ve ark. (2019), *Endomycorrhiza*, *Trichoderma* spp., *Bacillus subtilis* ve *Bacillus megaterium* içeren bir ticari mikrobiyal gübrenin dört farklı doz (0, 2, 4, 8 ml kg-1 tohum) uygulamasının tatlı mısır (*Zea mays* L. var. *saccharata*) yetiştiriciliğinde bitki gelişimi ve verim üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Tohum çimlenme yüzdesi, bitki boyu, bitki çapı, bitki başına koçan sayısı, ortalama kavuzlu ve kavuzsuz koçan ağırlığı, koçan verimi, koçan boyu, koçan çapı, koçanda sıra sayısı, sırada dane sayısı, toplam suda çözünür kuru madde (TSCKM) değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, mikrobiyal gübre uygulaması dozlarının artışı ile bitki gelişimi, kavuzlu ve kavuzsuz koçan ağırlığı ve veriminin arttığını göstermiştir. Ölçülen birçok parametrede 4 ve 8 ml kg-1 tohum dozlarının yakın sonuçlar vermiştir ve daha az kullanım bakımından 4 ml kg-1 tohum dozunun uygun doz olarak önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

*Glomus fasciculatum* mantar türünün sarımsak yetiştiriciliği üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, mikoriza aşılanmış sarımsak bitkilerinde bitki boyu, toplam biyokütle ve diğer bazı bitki büyüme parametrelerinde önemli artışlar meydana gelmiştir. Bunu bağlı olarak da ortalama baş çapı ve baş ağırlığı artmış ve bunun sonucunda da toplam verimde % 21.10 luk bir artış meydana gelmiştir. Tüm uygulamalarda mikoriza aşılanmış sarımsak bitkileri, aşılanmamış sarımsak bitkilerine kıyasla daha fazla alliin ve allinaz enzim aktivitesi göstermiştir. Sonuçlar, mikorizanın tarla koşullarında sarımsak bitkisinin büyümesine ve gelişmesine katkıda bulunduğunu ortaya koymuştur (Borde ve ark., 2009).



Mahesh ve ark. (2010), farklı tuz seviyelerinde yetiştirilen sarımsaklarda, arbusküler mikoriza mantarlarının bitki gelişimi, fotosentetik aktivite ve antioksidan enzimler üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu amaca yönelik olarak, AM kök kolonizasyonunu ve peroksidaz, katalaz ve süperoksit dismutaz gibi çeşitli antioksidan enzimlerin 0, 100, 200 ve 300 mM tuzluluk seviyelerinde aktiviteleri incelenmiştir. Çalışılan tüm antioksidan enzimlerin aktivitelerinin mikoriza uygulanan sarımsak bitkilerinde arttığı tespit edilmiştir. Antioksidan aktivitenin, AM olan ve AM olmayan bitkilerde 100 ve 200 mM NaCl'de (sodyum klorür) maksimum seviyede olduğu tespit edilmiştir. Prolin birikmesinin, tuz seviyeleri tarafından indüklendiği ve AM bitkilerinin yapraklarının yanı sıra köklerinde daha fazla prolin birikmesi meydana geldiği görülmüştür. Bu durum mikorizanın tuz hasarını azalttığına ispatıdır. Yaprak alanı, bitki taze ve kuru ağırlığı ve antioksidan enzim aktiviteleri gibi sarımsak bitkilerinin büyüme parametreleri, orta tuzluluk düzeyinde daha yüksek olmuştur. Bu çalışma, mikorizanın sarımsak bitkilerinde antioksidan aktivite ve prolin içeriğini artırarak, orta tuzluluk seviyesinde daha iyi performans göstermesine yardımcı olduğunu göstermektedir.

Baath ve Spokes (1989), farklı seviyelerde fosfor ve azotun mikorhizal büyüme tepkisi ve enfeksiyonu üzerindeki etkisini *Allium schoenoprasum* ve *Glomus caledonium* kullanarak incelemişlerdir. Yetiştirme ortamına amonyum veya nitrat tuzu olarak azot eklenmiştir. Hem toprak fosfor seviyesi hem de eklenen azot seviyesi, P ve N'nin orta seviyelerinde en büyük olan mikorhizal büyüme tepkisini etkilerken, nitrojen kaynağı, mikorhizal büyüme tepkisini etkilememiştir. Düşük toprak P seviyelerinde, azot ilavesi mikorhizal enfeksiyon oranını etkilememiş, yüksek P ve düşük N de az etkili olmuştur. Bununla birlikte, yüksek P ve yüksek N kombinasyonu, diğer uygulamalara kıyasla çok daha düşük seviyelerde mikorizal enfeksiyon vermiştir. Bu etki en çok nitrat azotu ile karşılaştırıldığında amonyum azotunda belirginleşmiştir.

Zhang ve ark. (2019), ağır metal kirliliği olan bir bölgede ayçiçeği ile sarımsağın karışık yetiştiriciliğinde mikoriza uygulamasının bitki gelişimi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışma yürütmüşlerdir. Ortama arbusküler mikorhizal (AM) mantarı olarak *Funneliformis caledonyum* aşılanmıştır. Mikoriza uygulaması, sarımsak sürgünlerinde

Cd, Cu, Cr, Zn ve Ni konsantrasyonlarını önemli ölçüde azaltmıştır. Metal toksisitesinin hafifletilmesiyle ve P edinim seviyesinin önemli ölçüde artırılmasıyla verimde kontrole göre % 229 lük bir artış olmuştur. Tüm sonuçlar, sistemde AM funguslarının ağır metal bulaşmış topraklarda sebze üretimi için çok işlevli rolünü göstermektedir.

Yapılan bir çalışmada, vesiküler arbusküler mikorhizal mantarlarının tarla koşullarında dezenfekte edilmiş toprakta sarımsak verimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Sertifikalı sarımsak üreme materyalinin üretimi, patojenik nematodlara karşı alınacak önlemler gerektirdiği için, metil bromit uygulamasından sonra dikim çizilerine Vesiküler-arbusküler mikorizal inokulum uygulanmıştır. VAM aşılama bitkiler daha fazla yeşil yaprak meydana getirmiş ve buna bağlı olarak bitki gelişimi daha fazla olmuştur. Özellikle düşük ışık yoğunluğunda mikorizalı bitkilerin fotosentez hızı kontrole göre daha fazla olmuş ve buna bağlı olarak ta bitkilerin taze ve kuru ağırlıkları daha yüksek olmuştur. VAM ile inoküle edilmemiş ve VAM ile muamele edilmiş parsellerde ortalama baş ağırlıkları sırasıyla 27 g ve 51 g (% 88 artış) olmuştur. Sonuç olarak yerli veya daha iyi bir VAM popülasyonunun, tatminkar sarımsak verimi sağlamak için toprağın dezenfeksiyonundan sonra kullanılması gerektiği vurgulanmıştır ( Koch ve ark 1997).

Sarı ve ark. (2002), mikoriza inokülasyonunun tarla koşullarında sarımsakta bitki büyümesi, verim ve fosfor alımına etkisi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Urfa sarımsak genotipinin kullanıldığı bu çalışmada, mikoriza türlerinin ve fosfor (P) gübrelere sarımsak (*Allium sativum* L.) büyümesi, verim ve yüksek P birikimli steril olmayan tarla koşullarında P alımı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çukurova Üniversitesi Araştırma Çiftliği'nde açık alan koşullarında ardışık iki yıl boyunca sürdürülen bu çalışmada, *glomus mosseae* arbuscular mikoriza (AM) ve 0, 40, 80 ve 120 kg/ha fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) dozları uygulanmıştır. İlk yılda, aşılama bitki başına 1.000 spor ile yapılırken ikinci yılda, bitki başına 1.000 ve 2.000 spor kullanılmıştır. Bitkilerde çıkış, bitki büyümesi, verim, baş büyüklüğü, kök mikorhizal enfeksiyonu ve fosfor alımı incelenmiştir. Mikorhizal aşılama ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> uygulaması bitki gelişimini ve verimi artırmamıştır. Bununla birlikte, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> uygulama düzeyinde, mikorhizal aşılama bitki P alımını az miktarda artırırken, çalışmanın ikinci yılında, mikoriza diğ sayısını artırmıştır. Sonuçlar, sarımsağın mikorhizal bağımlı olmasına rağmen, mikorhizal aşılamanın bitki büyümesine ve besin alımına katkıda bulunmadığını ortaya koymuştur.

Fosfor (P) dozlarının ve bazı mikoriza aşılamalarının, metil bromit ile dezenfekte edilmiş topraklarda 12 farklı tür üzerinde bitki büyümesi, verim, kök enfeksiyonu ve aşılama etkinliği üzerindeki potansiyel etkisinin araştırıldığı 3 yıllık bir çalışma sonucunda, mikoriza ile inoküle edilmiş bitkilerde bazı yıllarda verim artışı görülmüştür. Mikorhiza uygulaması, inoküle edilmemişlere kıyasla sarımsak, soya fasulyesi, nohut, kavun, karpuz, salatalık, mısır, pamuk, biber, patlıcan ve domates bitkilerinin kök kolonizasyonunu artırmıştır. Fümigasyonla karşılaştırıldığında, fümigasyon yapılmayan toprakta yetişen ve yerli mikoriza ile başarılı bir şekilde enfekte olan bitki kökleri daha iyi bitki gelişimi ile sonuçlanmıştır. Solanaceae, Leguminosae ve Cucurbitaceae'ye ait bitki türleri, hem fümigasyonlu hem de fumigasyon yapılmayan toprak koşulları altında mikorhizal aşılama etkinliğine yüksek tepkiler göstermiştir. Genel olarak, mikoriza aşılama etkinliği, düşük P dozunda yüksek P dozuna göre daha yüksek olmuştur. Bahçe bitkileri için (fide olarak tarlaya nakledilen bitkiler), mikorhizal aşılama, aşılama yapılmamış bitkilerle karşılaştırıldığında geniş tarımsal alanlarda kullanımı kolaylaştırmaktadır. Çiftçilere arbusüler mikorhizal mantar aşılama fidelerin tarla koşullarında yüksek verim ve kalite için kullanılabileceği önerilebilir (Ortas, 2012).

Al-Karaki (2002a), arbusüler mikorhizal mantar (AMF) ve toprak fosforunun (P) sarımsakta baş verimi, fayda ve maliyet analizi ve sarımsakta P kullanım etkinliği üzerine etkilerini belirlemek için bir tarla çalışması yürütmüştür. Çalışmada P dozu olarak 20, 40 ve 60 kg/ha P kullanılmış olup, AMF olarak ta *Glomus mosseae* türü kullanılmıştır. AMF aşılama yapılmış bitkilerde, P seviyesinden bağımsız olarak aşılama yapılmamış alanlardaki bitkilerden daha fazla taze verim elde edilmiştir. AMF inokülasyonu nedeniyle taze baş verimindeki artış 20 kg/da seviyesinde olmuştur. AMF aşılama yapılmış ve aşılama yapılmamış bitkiler arasındaki baş verimi farkları, bitkiler tarafından AMF-kök birlikteliğinden elde edilen fayda olarak kabul edilmiştir. AMF aşılama yapılmış ve aşılama yapılmamış bitkiler arasında benzer P konsantrasyonlarına sahip baş verim farkları, bitkiler tarafından AMF-kök birliktelikleri için ödenen maliyetler olarak kabul edilmiştir. AMF-kök ilişkileri için fayda ve maliyet analizi değerleri incelendiğinde, toprağın fosfor içeriğinin en düşük seviyede olduğu durumda faydanın en yüksek olduğu ve topraktaki fosfor seviyesi arttıkça bu faydanın azaldığı görülmektedir.

Çeşitli çalışmalar, arbusküler mikorhizal mantar (AMF) olmayan bitkilere kıyasla AMF ile enfekte olmuş bitkilerin büyümesinde gelişme olduğunu göstermiştir. Al-Karaki

(2002b), sarımsakta (*Allium sativum* L.), farklı seviyelerde fosfor (P) uygulanmış toprakta, AMF'ye verilen tepkileri tarla koşullarında incelemiştir. Sarımsak dişleri, farklı P seviyelerinde (0, 20, 40 ve 60 kg/ha P ve AMF *Glomus fasciculatum* ile veya onsuz muameleden sonra çizilere dikilmiştir. AMF'yi ölçmek için üç büyüme aşamasında kökler örneklenmiştir. Tüm örneklerde AMF kolonizasyonu meydana gelmiş ve AMF'nin kök kolonizasyonu zamanla kademeli olarak artmış ve AMF aşılansmış uygulamalarda orta baş doldurma aşamasında zirveye ulaşmıştır. AMF aşılansmış bitkiler, P seviyesinden bağımsız olarak aşılansmamış bitkilerden daha yüksek taze baş verimine ve ortalama baş ağırlığına sahip olmuştur. Verimdeki ve ortalama baş ağırlığındaki bu artış, AMF aşılansmış bitkilerin baş P toplam birikimindeki önemli bir artışla ilişkilendirilmiştir. AMF inokülasyonu nedeniyle taze baş verimindeki artış ve ortalama baş ağırlığı, 20 kg/ha P ile mikorizalı uygulamalarda en yüksek olurken, AMF inokülasyonu bu karakterler üzerinde daha yüksek P seviyelerinde (40 ve 60 kg/da) anlamlı bir etki göstermemiştir. AMF aşılması, 60 kg/ha P dozu uygulanan parsellerde baş P konsantrasyonu üzerinde hiçbir etki göstermezken, bütün P seviyelerinde sarımsak bitkilerinin P toplam birikimini artırmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, sarımsağın mikorizaya bağlı olduğunu ve orta düzeyde P içeren topraklarda bir AMF aşılaysıcısına olumlu tepki verdiğini ve bu nedenle, tatmin edici sarımsak verimleri ve kullanılacak P miktarını azaltmak için AMF aşılaysıcılarının toprağa dahil edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Soğan ve sarımsağın alliin içeriği üzerine kükürt ve azot gübrelemesinin etkileri üzerine sera ortamında yapılan bir saksı denemesinde, 0, 50 ve 250 mg/saksı kükürt ve 250, 500 ve 1000 mg/saksı azot kombinasyonları uygulanmıştır. Sonuçlar, *Allium* türlerinde bitki gelişimi ve verim üzerine S gübrelemesinin belirgin şekilde olumlu etkisinin olduğunu göstermiştir (Bloem ve ark., 2004).

Bağdat'ın 110 km batısındaki Ramadi'nin kuzeyindeki Al-bu-Farrağ'da, siltli tınlı topraklarında, makro ve mikro besinlerle gübrelemenin sarımsak verimi üzerindeki etkisini (*Allium sativum* L.) incelemek için bir tarla denemesi yürütülmüştür. Azot, fosfor ve potasyumdan dört gübre dozu, yani A0 (0,0,0), A1 (80, 80, 80), A2 (120, 120, 120) ve A3 (160, 160, 160) kg/ha kullanılmıştır. Yine dört gübre konsantrasyonu da (B0, B1, B2, B3) (0, 0.5, 1, 1.5) g/L olarak yapraklara uygulanmıştır. Uygulamalar arasında, bitki boyu ve yaprak sayısı üzerine anlamlı bir fark görülmezken, uygulamalar arasındaki etkileşime bağlı olarak ağırlık ve verim anlamlı olarak (% 5 istatistik seviyesinde) artmıştır. A2B3

gübresi kombinasyonu, yaprak oranını ve baş ağırlığını arttırmıştır. En yüksek ortalama baş ağırlığı 97.30 g ve en yüksek baş verimi 25.90 t/da olmuştur (Ali ve ark., 2017).

Etiyopya, Amhara Bölgesi Lasta bölgesinde 2013 ve 2015 yıllarında azot (N) ve fosforun (P) sulanan arazi şartlarında sarımsakta (*Allium sativum* L.) bitki gelişimi ve verim üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada üç N dozu (0, 46, 92, kg/ ha) ve dört P dozu (0, 23, 46, 69, kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) kullanılmıştır. Her 6 günde bir tüm deneme alanı eşit şekilde sulanmıştır. Fosforlu gübrenin tamamı ve azotlu gübrenin yarısı dikim esnasında verilirken, azotlu gübrenin diğer yarısı ise dikimden 45 gün sonra verilmiştir. SAS yazılım programı kullanılarak analiz edilen veriler arasındaki fark % 5 istatistiksel seviyede önemli bulunmuştur. 92 kg/ha azot dozu ve 46 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dozu uygulaması kontrole göre verimi % 48.3 oranında artırırken, ekonomik olarak en uygun gübre uygulaması olduğu tespit edilmiştir. Bu gübre uygulamasının Lasta Bölgesi ve benzeri tarımsal ekolojilerde, sulama şartları altında sarımsak üretimi için en uygun oran olduğu bildirilmiştir (Sebnie ve ark., 2018).

Sarımsakta kuru madde birikimini ve besin alım düzenini değerlendirmek için tarla koşullarında yapılan bir çalışmada, dikimden hasada kadar 15 günlük aralıklarla toplanan bitki örneklerinde makro ve mikro besin analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, 6.70 t/ha ton sarımsak baş verimi için topraktan kaldırılacak besin elementi miktarlarının; 56.3 kg N, 13.5 kg P, 65.8 kg K, 30.6 kg S, 110.3 g Zn, 116.9 g Mn, 724.9 g Fe ve 26.2 g Cu olduğunu göstermiştir (Thangasamy ve ark., 2017).

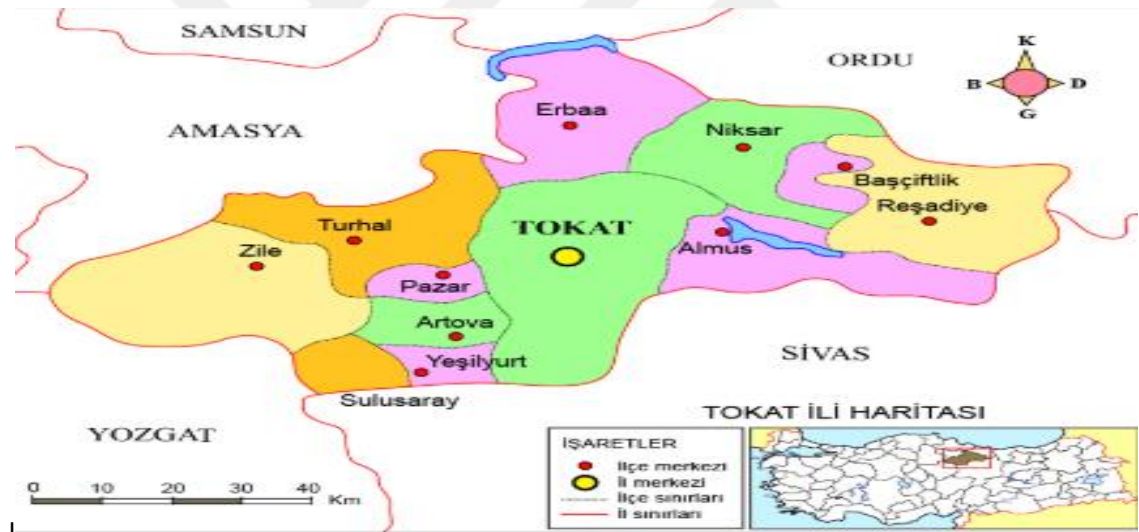
### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

Çalışmada materyal başlığı altında deneme alanı, iklim özellikleri, toprak özellikleri, bitki materyali, mikoriza ve fosfor alt başlıkları yer almaktadır.

##### 3.1.1. Deneme Alanı

Tokat, 39° 51' - 40° 55' kuzey enlemleri ile 35° 27' - 37° 39' doğu boylamları arasında, Karadeniz Bölgesi'nin Orta kesiminde yer alan ve kuzeyinde Samsun, kuzeydoğusunda Ordu, güney-güneydoğusunda Sivas, güneybatısında Yozgat ve batısında Amasya'nın yer aldığı bir ildir (Şekil 3.1.).

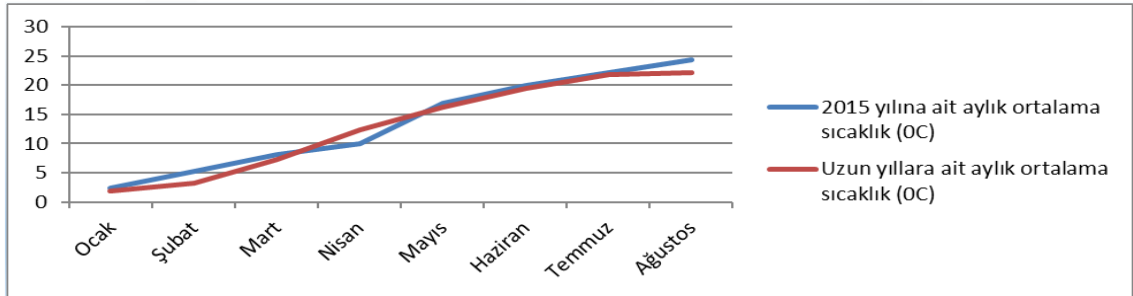


Şekil 3.1. Tokat ilinin konumu

Tokat İli; Karadeniz Bölgesi ile İç Anadolu Bölgesi İklimi arasında geçit bölgesi iklimine sahip olup iklim, toprak ve ekolojik yapısı ile 180 metreden 1500 metre rakımlara kadar tarım yapılan, zengin bir üretim desenine sahip tarımsal potansiyeli yüksek olan bir ildir.

### 3.1.2. İklim özellikleri

Tokat Meteoroloji İstasyonundan temin edilen; uzun yıllar ortalamalarına göre elde edilen meteorolojik veriler, deneme yeri ikliminin karasal iklim özellikleri gösterdiğini ortaya koymaktadır. Denemenin yürütüldüğü Tokat ilinde 2015 yılına ve uzun yıllara ait ortalama sıcaklık değerleri Şekil 3.2’de, minimum sıcaklık değerleri Şekil 3.3’de, maksimum sıcaklık değerleri Şekil 34.’de, aylık ortalama nispi nem değerleri Şekil 3.5’de ve aylık ortalama yağış değerleri de Şekil 3.6’da karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Ayrıca Tokat Meteoroloji Müdürlüğü’nden alınmış olan diğer önemli iklim verileri Çizelge 3.1’de verilmiştir (Anonim, 2015).



Şekil 3.2. Tokat için 2015 yılı ve uzun yıllar aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C)

Aylık Ortalama sıcaklık (°C) değerleri Şekil 3.2’nin de incelenmesiyle anlaşılacağı gibi, denemenin yapıldığı aylardaki aylık ortalama sıcaklık değerleri (Nisan ayı hariç) uzun yıllara ait aylık ortalama sıcaklık değerlerinden daha yüksektir.

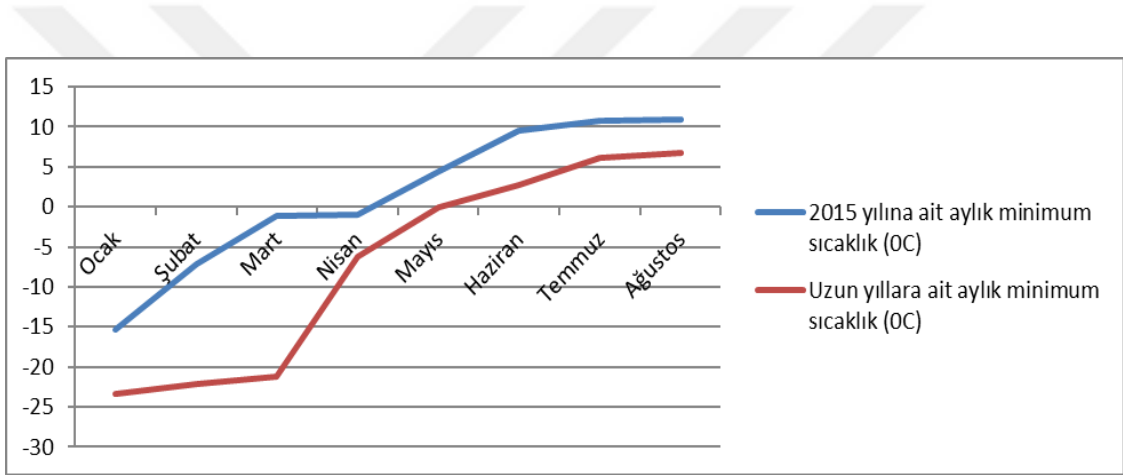
Çizelge 3.1. Tokat için 2015 yılı ve uzun yıllara ait meteorolojik değerler.

Aylar	Ort. Sıc. °C		Min. Sıc. °C		Mak. Sıc. °C		Ort. Nisbi Nem %		Toplam Yağış (mm=kg÷m <sup>2</sup> ) MANUEL	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Ocak	2.4	1.8	-15.3	-23.4	15.0	20.2	69.0	69.2	38.4	41.2
Şubat	5.2	3.3	-7.2	-22.1	18.8	22.8	62.5	64.7	25.8	35.0
Mart	8.1	7.2	-1.1	-21.2	22.6	31.1	65.6	61.3	57.0	42.3
Nisan	10.0	12.4	-1.0	-6.3	26.9	35.1	58.3	59.5	34.5	55.2
Mayıs	16.9	16.3	4.4	0.0	36.4	36.4	57.1	61.7	34.8	58.8
Haziran	19.9	19.5	9.6	2.7	30.9	39.8	63.7	59.9	35.6	39.3
Temmuz	22.1	21.9	10.7	6.1	37.4	45.0	55.0	57.7	0.2	11.6
Ağustos	24.3	22.2	10.9	6.7	36.4	40.8	54.4	58.0	7.6	8.3

A: 2015 yılına ait iklim değerleri      B: Uzun yıllara ait iklim değerleri (1929-2015)

Denemenin yapıldığı aylardaki ortalama sıcaklığın dağılışında, en düşük ortalama sıcaklığın 2.4 °C ile Ocak ayında, en yüksek ortalama sıcaklığın ise 24.3 °C ile Temmuz ayında gerekleştigi görölmektedir. Uzun yıllara ait değerlerde de minimum ortalama sıcaklık 1.8 °C ile Ocak'ta ve maksimum ortalama sıcaklık 21.9 °C'la Temmuz aylarında meydana gelmiştir (Çizelge 3.1.)

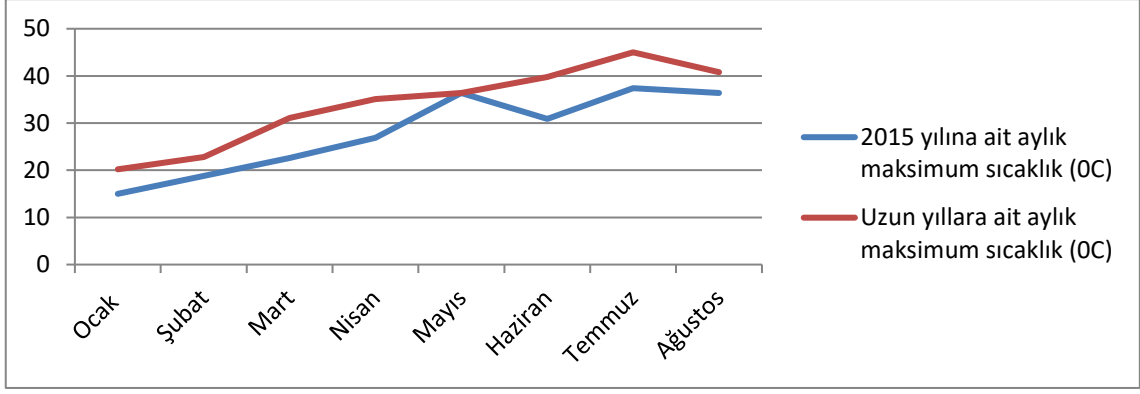
Şekil 3.3'ün de incelenmesiyle anlaşılacağı gibi denemenin yapıldığı aylardaki aylık ortalama minimum sıcaklık (°C) değerleri, uzun yıllara ait aylık minimum sıcaklık (°C) değerlerinden daha yüksektir. Denemenin yapıldığı aylardaki ortalama en düşük sıcaklık ocak ayında gerçekleşmiş olup -15.3 °C'dir. Uzun yıllara ait ortalama en düşük sıcaklık yine ocak ayında gerçekleşmiş olup -23.4°C'dir.



Şekil 3.3. Tokat için 2015 yılı ve uzun yıllar ortalama minimum sıcaklık değerleri (°C)

Şekil 3.4'ün de incelenmesiyle anlaşılacağı gibi denemenin yapıldığı aylardaki aylık ortalama maksimum sıcaklık (°C) değerleri, uzun yıllara ait aylık maksimum sıcaklık (°C) değerlerinden (mayıs ayında değerler eşit) daha düşüktür. Denemenin yapıldığı aylardaki ortalama en yüksek sıcaklık temmuz ayında gerçekleşmiş olup 37.4°C'dir. Uzun yıllara ait ortalama en yüksek sıcaklık yine temmuz ayında gerçekleşmiş olup 45°C'dir.

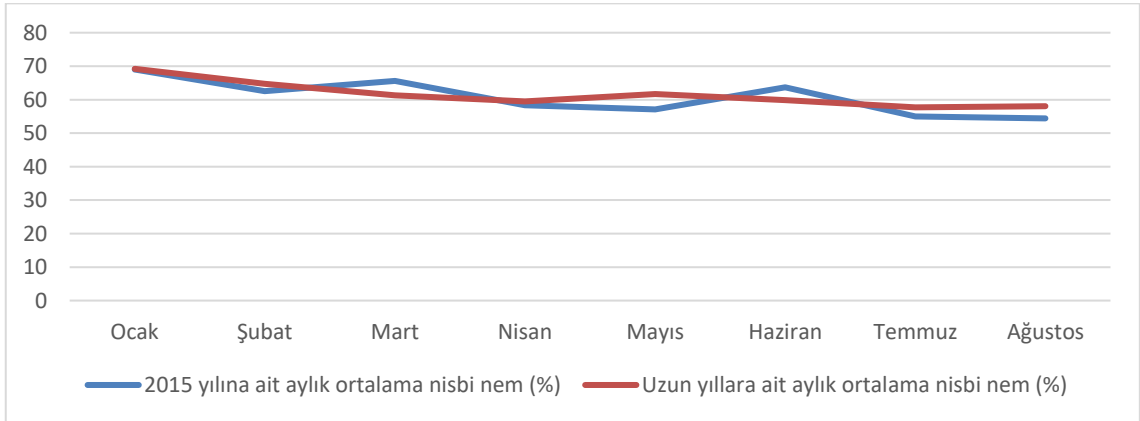




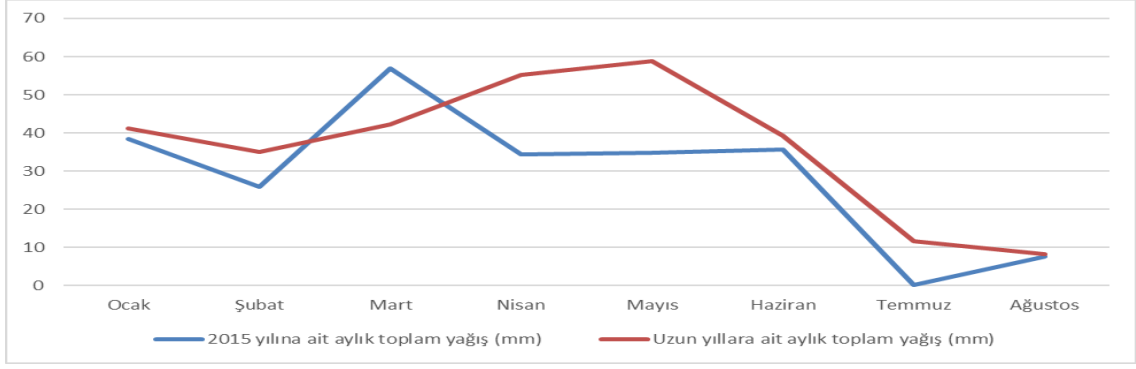
Şekil 3.4. Tokat için 2015 yılı ve uzun yıllar ortalama maximum sıcaklık değerleri (°C)

Şekil 3.5'in de incelenmesiyle anlaşılacağı gibi Ortalama nispi nem değerleri (%) denemenin yapıldığı aylarda % 55-69 arasında değişirken, uzun yıllara ait değerler ise aynı dönem için % 57.7-69.2 arasındadır.

Şekil 3.6'nın incelenmesi neticesinde denemenin yapıldığı Tokat ilinin yağış durumuna baktığımızda da, denemenin yürütüldüğü aylardaki toplam yağış 226.2 mm ve uzun yıllara ait değerler deki toplam yağış ise 266 mm olmuştur. Denemenin yürütüldüğü aylarda en fazla yağış 52.6 mm ile Ocak ayında ve en düşük yağış ise 1.6 mm ile Temmuz ayında gerçekleşmiştir. Uzun yıllara ait değerlerde ise en fazla yağış 57 mm ile Mayıs ayında ve en düşük yağış ise 10 mm ile Temmuz ayında gerçekleşmiştir.



Şekil 3.5. Tokat için 2015 yılı ve uzun yıllar aylık ortalama nispi nem (%)



Şekil 3.6. Tokat için 2015 yılı ve uzun yıllar aylık ortalama yağışlar (mm)

### 3.1.3. Toprak özellikleri

Deneme alanından alınan toprağın analiz sonuçlarına göre toprak özelliklerine ait değerler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme alanına ait toprakların analiz sonuçları

pH	Tuz	(kg/da)		% Organik Madde	CaCO <sub>3</sub>	N	Kum	Kil	Silt
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O						
8.05	293	18.82	33.08	1.65	11.72	0.08	32.8	35.98	31.22

Söz konusu çizelge incelendiğinde deneme yeri toprağının killi-tınlı bir bünyede, hafif alkali durumda, tuz oranının az ve kireçli olduğu görülmüştür. Bu özellikleri bakımından deneme alanı toprağı (Şekil 3.7) sarımsak yetiştiriciliği için uygundur.



Şekil 3.7. Deneme alanının dikime hazırlanması

### 3.1.4. Bitki materyali

Denemede bitkisel materyal olarak Tokat'ın yöresel sarımsak genotipi kullanılmıştır. Tokat köy popülasyonu kendine has tat ve kokusu olan, dış rengi beyaz-pembe, baş kabuk rengi beyaz ve sıkı başlıdır. Denemede orta irilikteki (1.51 g – 2.49 g) (Teweldebrhan, 2009) sarımsak dişleri kullanılmıştır (Şekil 3.8.)



Şekil 3.8. Denemede kullanılan sarımsak dişlerinin iriliklerine göre sınıflandırılması

### 3.1.5. Mikoriza

VAM olarak Bioglobal firmasına ait ve ticari olarak *Endo Roots Soluble* (ERS) olarak adlandırılan inokulum kullanılmıştır. İçeriğinde % 23.5 canlı organizma ve ağırlıklı olarak *Glomus intraradices*, *Glomus aggregatum* ve *Glomus mossee* mikoriza türlerinin bulunduğu VAM, suda çözünür toz formülasyona sahiptir.

### 3.1.6. Fosfor (P)

Fosfor kaynağı olarak triple süper fosfat kullanılmıştır. Ayrıca potasyum için potasyum sülfat, azot için izse amonyum sülfat ve amonyum nitrat gübreleri kullanılmıştır.

### 3.2. Yöntem

Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine bağlı olarak üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede 2 faktörün etkisi incelenmiş olup, ele alınan faktörler ve seviyeleri aşağıdaki gibidir.

#### 1. Mikoriza

Kontrol (M0)	: 0 g/kg
Birinci doz (M1)	: 2,5 g/kg
İkinci doz (M2)	: 5 g/kg
Üçüncü doz (M3)	: 7,5 g/kg
Dördüncü doz (M4)	: 10 g/kg

#### 2. Fosfor

Kontrol (P0)	: 0 kg/da
Birinci doz (P1)	: 5 kg/da
İkinci doz (P2)	: 10 kg/da
Üçüncü doz (P3)	: 15 kg/da
Dördüncü doz (P4)	: 20 kg/da

Çalışma, 3 x 1 m mesafelerde oluşturulan toplam 75 adet parselde yürütülmüştür. Dikim sıklığı 25 cm x 7.5 cm olup, bir parseldeki bitki sayısı 160 ve toplam bitki sayısı ise 12.000'dir. Parseller arasında 50 cm, tekerrürler arasında ise 1 m mesafe bırakılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Deneme alanının parsellere ayrılması

Her parselde 4 sıra oluşturulmuş ancak kenar tesirleri göz önüne alınarak, ortadaki iki sıradan başlarından 50'er cm kenar tesiri olarak çıkarıldıktan sonra geriye kalan 2 m'lik kısımlardan veriler alınmıştır. Parseller arasında 50 cm, tekerrürler arasında ise 1 m mesafe bırakılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Deneme parsellerinin genel görünümü

Deneme alanına toprak analizi sonuçlarına göre, yarısı dikim öncesi yarısı ise 2. çapa ile birlikte olacak şekilde dekara 15 kg azot, 25 kg potasyum uygulanmıştır. Ayrıca deneme alanında oluşturulan 75 adet parselden, 15 tanesine P1: 5 kg/da, 15 tanesine P2: 10 kg/da, 15 tanesine P3: 15 kg/da, 15 tanesine P4: 20 kg/da olacak şekilde 4 farklı dozda fosfor uygulaması yapılmış olup 15 tanesine de kontrol olarak (P0: 0 kg/da) kullanılmıştır. Fosfor uygulamasının tamamı dikim öncesi gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada, Tokat sarımsaklarının başları öncelikle dişlerine ayrılmış ve ayrılan dişler arasından orta irilikteki (1.51 g – 2.49 g) dişler denemede kullanılmak üzere seçilmiştir. Seçilen orta irilikteki dişler 5 gruba ayrılmıştır. Bunlardan 1'i kontrol grubu (M0) olmakta olup, kalan 4 gruptaki dişler dikim öncesi hafif nemlendirilerek her grup sarımsak dişlerinin üzerine farklı dozlarda toz halinde olan mikorizalı inokulum serpilerek kaplanması sağlanmıştır (Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. Mikoriza aşılannmış dikime hazır sarımsak dişleri

Mikorizalı inokulum ile kaplanması esasında üretici firma tarafından önerilen doz dikkate alınarak, toplam 4 farklı mikoriza dozu (M1: 2.5 g/kg, M2: 5 g/kg, M3: 7.5 g/kg, M4: 10 g/kg) uygulanmış olup, M0: 0 g/kg kontrol olarak kullanılmıştır.

15 Nisan 2015 tarihinde deneme alanına damla sulama sistemi kurulmuştur (Şekil 3.12). Sulamalar topraktaki nem seviyesi dikkate alınarak haftada 1-2 kez olacak şekilde sarımsak başları hasat iriliğine ulaşınca kadar yapılmıştır.



Şekil 3.12. Deneme alanına kurulan damla sulama sisteminin görünümü

Deneme alanına sarımsak çıkışlarını takip eden sürede yabancı ot kontrolü için etkili maddesi *pendimethalin* olan selektif herbisit uygulanmıştır. Herbisit uygulamasından sonraki süreçte 5-6 cm boya ulaşan yabancı otlar elle alınmıştır. Daha sonraki dönemlerde gerekli oldukça bu işlem tekrarlanmıştır. Deneme alanında yapılan yabancı ot kontrolü için çapa işlemi yapılmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Deneme alanının çapalama sonrası görünümü

Bitkilerin boyun kısmı kuruyup kırıldığı dönemde bitkiler başlarıyla birlikte sökülüp hasat işlemi yapılmıştır. Denemede Temmuz ayında havaların fazla ısınıp toprak üstü aksamı tamamen kurutmasından dolayı denemenin tamamı 26 Temmuz 2015 tarihinde hasat edilmiştir. Hasadı yapılan sarımsaklar file çuvallara konulmuş ve serada direk güneş ışığına maruz kalmayacak şekilde gölge tülü altında kurutulmuştur (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Hasadı yapılan sarımsakların file çuvallarda gölge tülünde kurutulması

### 3.3. Gözlemler

Denemede verilerin elde edilmesi iki ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar; arazi ve laboratuvar çalışmalarıdır. Laboratuvar çalışmaları Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarında yapılmıştır.

#### 3.3.1. Denemede yapılan gözlemler ve yöntemleri

Denemede yapılan gözlem ve yöntemler Bilgen (2014)' e göre yapılmıştır.

Çıkış süresi (gün) : Bu çalışmada bitkinin çıkış süresi, sarımsak dişlerinin dikiminden itibaren her parseldeki bitkilerin yarısının çıkışının tamamlandığı süre olarak kabul edilmiştir.

Olgunlaşma süresi (gün) : Çalışmada sarımsağın kuru olarak verimi, baş, diş büyüklüğü ve ağırlığı inceleneceğinden kuru olarak sarımsağın olgunlaşma süresi dikkate alınmaktadır. Bu yüzden de dikim tarihiyle başlayıp, bitkinin hasadı için uygun olan hasat zamanına kadar geçen süre olgunlaşma süresi olarak kabul edilmiştir. Olgunlaşma süresinin tamamlandığı kararı verilirken, sarımsak yapraklarının sararıp yatmaya başlaması dikkate alınmıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Hasada gelmiş sarımsak parlerinin genel görünümü



Bitki boyu (cm) : Bitki boyunun hesaplanmasında her parseldeki tüm bitkilerin toprak seviyesinden başlayarak yaprağının en uç noktasına kadar cm olarak ölçümü gerçekleştirilmiş (Şekil 3.16.) ve bu ölçümlerin ortalamaları alınmıştır.



Şekil 3.16. Sarımsaklarda bitki boyunun ölçülmesi

Baş verimi (kg/da) : Çalışmada dekar başına düşen baş verimini bulmak için, parsellerden hasat edilen bitkilerin baş kısmı gövde kısmından ayrılmış, sonrasında (hava kurusu) kalan ürünün tümü tartılmıştır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Sarımsak başlarının tartılması

Ortalama baş ağırlığı (g) : Her parselden elde edilen toplam baş veriminin o parseldeki bitki sayısına bölünmesi ile belirlenmiştir.

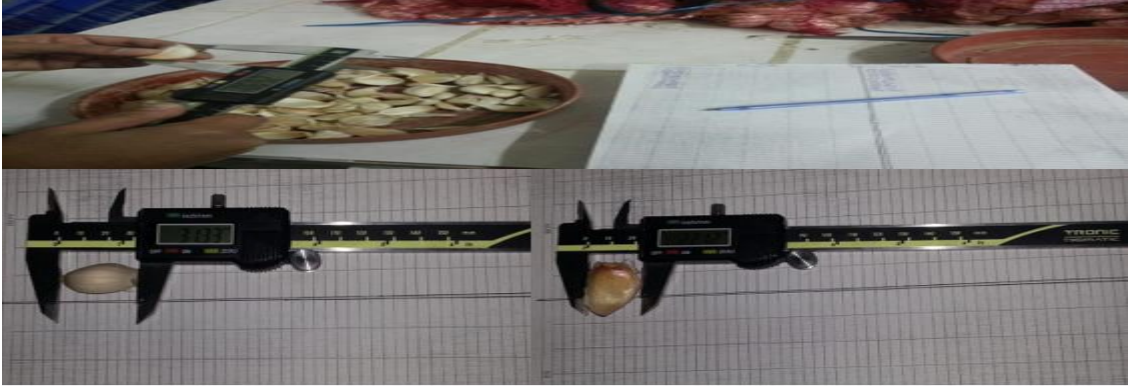
Baş çapı (mm) : Her parselden hasat edilen tüm başların en geniş kısmından çapları dijital kumpas yardımı ile ölçülerek baş büyüklüğü bulunmuştur.

Ortalama diş sayısı (adet/baş) : Hasat sonrasında ağırlığı ve çapları ölçülen başlardan her parsel için tesadüfen seçilen 20 baş dişlerine ayrılmış, böylece ortalama diş sayısı bulunmuştur (Şekil 3.18).



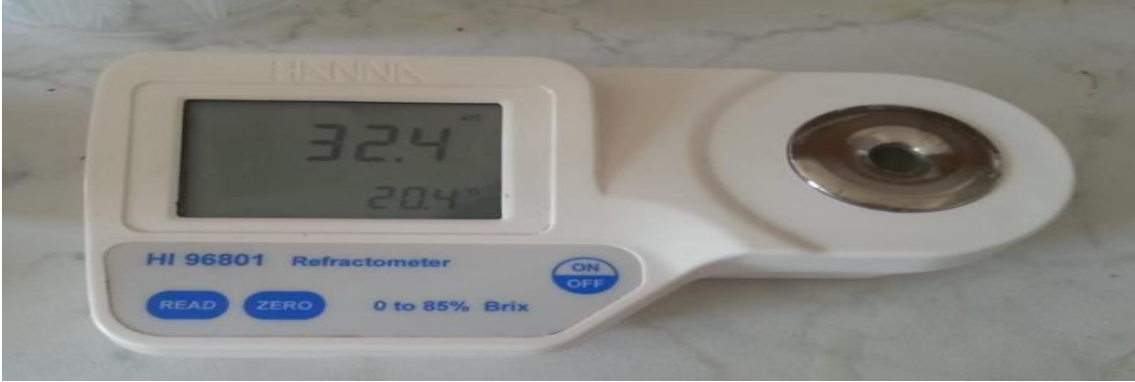
Şekil 3.18. Sarımsaklarda dişlerin sayımı

Diş büyüklüğü (mm) : Diş sayısını tespit etmek için kullanılan örneklerdeki tüm dişlerin eni ve boyu kumpas ile ölçülmüştür (Şekil 3.24).



Şekil 3.19. Diş büyüklüğünün ölçülmesi

Suda çözünür kuru madde (SÇKM) (%) : Suda çözünür kuru madde oranı dijital refraktometre ile ölçümü yapılmış ve yüzdesi bulunmuştur (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Suda çözünür kuru madde oranının refraktometre ile tayini

pH : Sarımsakların pH değeri, pH metre yardımı ile bulunmuştur (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Sarımsakların pH değerinin ölçümü

Titre edilebilir asitliği (%) : Sarımsakların titre edilebilir asitlik oranı, pH metrik yöntemle hesaplanmıştır ( Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Sarımsakların titre edilebilir asitlik oranı (%)’nın ölçülmesi.

Köklerde mikorizal enfeksiyon oranı (%)

Bitki köklerinden alınan numuneler (Yılmaz, 2005)’e göre boyandıktan sonra mikroskopik incelemeden geçirilerek, % kök enfeksiyonu tespit edilmiştir (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. Köklerde mikorizal enfeksiyonun belirlenmesi

### 3.3.2. Verilerin değerlendirilmesi

Denemede elde edilen veriler varyans analizlerinde (ANOVA) SPSS (Version 12.00; Chicago, IL, USA) istatistik yazılımını kullanılmış ve ortalamaların karşılaştırılması Duncan testine göre  $P \leq 0.05$  düzeyinde yapılmıştır.



## 4.BULGULAR

### 4.1. Çıkış ve Olgunlaşma Süreleri (gün)

25 Mart tarihinde dikilen sarımsakların tüm parsellerdeki çıkış tarihi 12 Nisan olup, çıkış süresi 19 gün olarak tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresi esasen, sarımsağın taze ya da kuru olarak nasıl değerlendirileceğine göre değişim göstermektedir (Megep, 2008). Olgunlaşma durumuna bakıldığında tüm uygulamalar için olgunlaşma süresi 135 gün olarak gerçekleşmiştir.

### 4.2. Bitki Boyu (cm)

Bitki boyu (cm) üzerine fosfor ve mikoriza uygulamalarının ayrı ayrı etkileri ve fosfor x mikoriza interaksyonu % 1 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1). Fosfor dozlarının bitki boyu üzerine olan etkilerine bakıldığında 62.23 cm ile kontrol ve 61.94 cm ile 5 kg/da fosfor dozu en yüksek değeri verirken, en düşük değer ise 58.21 cm ile 20 kg/da fosfor dozundan elde edilmiştir. Mikoriza uygulamasının bitki boyu üzerine etkisi incelendiğinde 2.,5 g/kg mikoriza dozunda 62.34 cm ile en yüksek bitki boyu elde edilirken, en düşük değer ise kontrol ve 5 g/kg mikoriza dozundan elde edilmiştir. Fosfor x mikoriza uygulamalarının etkisine bakıldığında ise, en yüksek bitki boyu değeri 0 kg/da P x 2.5 g/kg mikoriza ve 15 kg/da P x 2.,5 g/kg mikoriza uygulamalarından sırasıyla 64.09 cm ve 64.49 cm olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Bitki Boyu (cm) Üzerine Etkileri

Fosfor Dozları / Mikoriza Dozları	Kontrol	5 (kg/da)	10 (kg/da)	15 (kg/da)	20 (kg/da)	Ortalama**
<b>Kontrol</b>	61.84	59.85	59.54	56.06	60.48	59.55 c
<b>2.5 (g/kg)</b>	64.09	63.19	61.09	64.49	58.88	62.34 a
<b>5.0 (g/kg)</b>	61.21	61.26	58.20	62.81	56.36	59.97 c
<b>7.5 (g/kg)</b>	63.69	61.61	62.75	60.26	56.82	61.03 b
<b>10.0 (g/kg)</b>	60.31	63.77	62.24	59.83	58.53	60.94 b
<b>Ortalama**</b>	62.23 a	61.94 a	60.76 b	60.69 b	58.21 c	

Fosfor x Mikoriza İnteraksyonu: \*\*

### 4.3. Baş Verimi (kg/da)

Baş verimi (kg/da) üzerine fosfor ve mikoriza dozları uygulamalarının ayrı ayrı etkileri ve fosfor x mikoriza interaksyonu % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2). Fosfor dozları uygulamalarına göre en yüksek baş verimi değeri 997.33 kg/da ve 974.18 kg/da ile sırasıyla 5 kg/da ve 20 kg/da fosfor dozu uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük baş verimi değeri ise 928.76 kg/da ile 15 kg/da fosfor dozu uygulamasında gözlemlenmiştir. Mikoriza uygulamalarına göre en yüksek baş verimi değeri 997.29 kg/da ile 2.5 g/kg mikoriza uygulamasından elde edilirken, en düşük baş verimi değeri 938.76 kg/da ile 10 g/kg mikoriza dozu uygulamasından elde edilmiştir. Fosfor x mikoriza uygulamalarına göre en yüksek baş verimi değeri ise 1039.56 kg/da ile 20 kg/da P x kontrol uygulamasından elde edilmiş olup bunu 1014.89 kg/da ile 5 kg/da P x 5 g/kg mikoriza uygulaması takip etmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Baş Verimi (kg/da) Üzerine Etkileri

Fosfor Dozları / Mikoriza Dozları	Kontrol	5 (kg/da)	10 (kg/da)	15 (kg/da)	20 (kg/da)	Ortalama* *
<b>Kontrol</b>	983.78	978.22	853.56	903.56	996.44	943.11 d
<b>2.5 (g/kg)</b>	1005.78	1011.78	987.11	942.22	1039.56	997.29 a
<b>5.0 (g/kg)</b>	946.22	1014.89	976.00	903.56	945.78	957.29 c
<b>7.5 (g/kg)</b>	938.44	978.67	1012.00	981.11	943.33	970.71 b
<b>10.0 (g/kg)</b>	923.56	903.11	1008.00	913.33	945.78	938.76 d
<b>Ortalama**</b>	959.56 b	997 a	967.33 ab	928.86 c	974.18 a	

Fosfor x Mikoriza İnteraksyonu: \*\*

### 4.4. Baş Ağırlığı (g)

Ortalama baş ağırlığı (g) üzerine fosfor ve mikoriza dozları uygulamalarının ayrı ayrı etkileri ve fosfor x mikoriza interaksyonu % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3). Ortalama baş ağırlığında fosfor dozu uygulamalarının etkisine bakıldığında, 5 kg/da fosfor dozu 18.33 g değeri ile 20 kg/da fosfor dozu ise 18.27 g değeri ile en yüksek ortalama baş ağırlığını vermektedir. Fosfor dozu uygulamalarında en düşük ortalama baş ağırlığı değerini ise 17.42 g değeri ile 15 kg/da fosfor dozu uygulaması vermektedir. Ortalama baş ağırlığında mikoriza dozu uygulamalarının etkisine bakıldığında 2.5 g/kg mikoriza uygulamasından 18.70 g değeri ile en yüksek ortalama baş ağırlığı değeri elde

edilmiştir. Kontrol ve 10 g/kg mikoriza dozu uygulamalarından sırasıyla 17.68 g ve 17.60 g değerleri ile de en düşük ortalama baş ağırlığı değerleri bulunmuştur. Ortalama baş ağırlığı üzerine fosfor x mikoriza uygulamalarının etkisine bakıldığında ise 20 kg/da P x 2.5 g/kg mikoriza uygulaması 19.49 g değeri ile en yüksek ortalama baş ağırlığını vermiştir. 5 kg/da P x 5 g/kg mikoriza uygulaması da 19.03 g değeri ile ikinci en yüksek ortalama baş ağırlığını vermiştir.

Çizelge 4.3. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Ortalama Baş Ağırlığı (g) Üzerine Etkileri

Fosfor Dozları / Mikoriza Dozları	Kontrol	5 (kg/da)	10 (kg/da)	15 (kg/da)	20 (kg/da)	Ortalama**
<b>Kontrol</b>	18.45	18.97	16.00	16.94	18.68	17.68 d
<b>2.5 (g/kg)</b>	18.86	18.34	18.51	17.67	19.49	18.70 a
<b>5.0 (g/kg)</b>	17.74	19.03	18.30	16.94	17.73	17.95 c
<b>7.5 (g/kg)</b>	17.60	18.35	18.98	18.40	17.69	18.20 b
<b>10.0 (g/kg)</b>	17.32	16.93	18.90	17.13	17.73	17.60 d
<b>Ortalama**</b>	17.99 b	18.33 a	18.14 ab	17.42 c	18.27 a	

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: \*\*

#### 4.5. Baş Çapı (mm)

Baş çapı (mm) üzerine fosfor ve mikoriza dozları uygulamalarının ayrı ayrı etkileri ve fosfor x mikoriza interaksiyonu % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4). 10 kg/da fosfor dozu uygulamasında 48.34 mm ile en yüksek baş çapı bulunurken, en düşük baş çapı değeri de 46.37 mm ile kontrol ve 46.10 mm ile 15 kg/da fosfor dozu uygulamasında bulunmuştur. Kontrol, 2.5 g/kg. 5 g/kg. 7.5 g/kg mikoriza dozu uygulamalarından en yüksek baş çapı değerleri elde edilmiştir. 10 g/kg mikoriza dozu uygulamasından ise 45.44 mm ile en düşük baş çapı değeri bulunmuştur. 5 kg/da P x 5 g/kg mikoriza uygulamasından 49.14 mm ile en yüksek baş çapı değeri bulunurken, ikinci en yüksek baş çapı değeri ise 10 kg/da P x 10 g/kg mikoriza uygulamasından elde edilmiştir.



Çizelge 4.4. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Baş Çapı (mm) Üzerine Etkileri

Fosfor Dozları Mikoriza Dozları	Kontrol	5 (kg/da)	10 (kg/da)	15 (kg/da)	20 (kg/da)	Ortalama**
<b>Kontrol</b>	46.11	47.82	48.31	47.65	47.80	47.54 a
<b>2.5 (g/kg)</b>	46.12	48.24	47.84	45.68	47.56	47.09 a
<b>5.0 (g/kg)</b>	47.05	49.14	48.06	47.86	45.40	47.50 a
<b>7.5 (g/kg)</b>	46.33	46.83	48.56	48.45	47.38	47.51 a
<b>10.0 (g/kg)</b>	46.26	44.69	48.94	40.88	46.44	45.44 b
<b>Ortalama**</b>	46.37 c	47.34 b	48.34 a	46.10 c	46.92 b	

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: \*\*

#### 4.6. Diş Sayısı (adet/baş)

Ortalama diş sayısı (adet/baş) üzerine fosfor ve mikoriza dozları uygulamalarının ayrı ayrı etkileri ve fosfor x mikoriza interaksiyonu % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5). 12.91 adet/baş değeri ile 15 kg/da P dozundan, 12.84 adet/baş değeri ile de kontrol ve 10 kg/da P dozundan en yüksek ortalama diş sayısı değeri elde edilirken, en düşük ortalama diş sayısı ise 11.81 adet/baş ile 20 kg/da fosfor dozunda tespit edilmiştir. Mikoriza uygulamalarında en yüksek ortalama diş sayısı 13.60 adet/baş ile 2.5 kg/da mikoriza uygulamasında tespit edilirken en düşük ortalama diş sayısı 11.90 adet/baş ile 5 g/kg mikoriza dozu uygulamasında tespit edilmiştir. Fosfor x mikoriza uygulamalarında en yüksek ortalama diş sayısı 15.53 adet/baş ile 15 kg/da P x 2.5 g/kg mikoriza uygulamasında tespit edilmiş ve bunu 14.90 adet/baş ile 15 kg/da P x 7.5 g/kg mikoriza uygulaması takip etmiştir.

#### 4.7. Diş Ağırlığı (g)

Ortalama diş ağırlığı (g) üzerine fosfor ve mikoriza dozları uygulamalarının ayrı ayrı etkileri ve fosfor x mikoriza interaksiyonu % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6). Ortalama diş ağırlığında fosfor dozu uygulamalarının etkisi ele alındığında 20 kg/da fosfor dozundan 1.55 g değeri ile en yüksek ortalama diş ağırlığı elde edilmiştir. Fosfor dozu uygulamalarından en düşük ortalama diş ağırlığı değeri ise 15 kg/da fosfor dozundan

1.37 g değeri ile tespit edilmiştir. Ortalama diş ağırlığında mikoriza dozu uygulamalarının etkisine bakıldığında 5 g/kg mikoriza uygulamasından 1.51 g değer ile en yüksek ortalama diş ağırlığı elde edilirken, 2.5 g/kg mikoriza uygulamasından 1.38 g ile en düşük ortalama diş ağırlığı elde edilmiştir. Ortalama diş ağırlığında fosfor x mikoriza uygulamalarının etkisi incelendiğinde ise, 5 kg/da P x 7.5 g/kg mikoriza ve 20 kg/da P x 2.5 g/kg mikoriza uygulamalarından sırası ile 1.66 g ve 1.65 g değeri ile en yüksek ortalama diş ağırlığına ulaşılmıştır.

Çizelge 4.5. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Ortalama Diş Sayısı (adet/baş) zerine Etkileri

Fosfor Dozları / Mikoriza Dozları	Kontrol	5 (kg/da)	10 (kg/da)	15 (kg/da)	20 (kg/da)	Ortalama**
<b>Kontrol</b>	13.13	12.00	14.80	10.97	11.73	12.53 b
<b>2.5 (g/kg)</b>	14.63	12.87	13.13	15.53	11.83	13.60 a
<b>5.0 (g/kg)</b>	10.93	12.10	12.73	11.43	12.33	11.90 d
<b>7.5 (g/kg)</b>	13.13	11.03	11.97	14.90	12.03	12.61 b
<b>10.0 (g/kg)</b>	12.37	14.77	11.57	11.70	11.10	12.30 c
<b>Ortalama**</b>	12.84 a	12.55 b	12.84 a	12.91 a	11.81 c	

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: \*\*

Çizelge 4.6. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Ortalama Diş Ağırlığı (g) zerine Etkileri

Fosfor Dozları / Mikoriza Dozları	Kontrol	5 (kg/da)	10 (kg/da)	15 (kg/da)	20 (kg/da)	Ortalama**
<b>Kontrol</b>	1.41	1.58	1.08	1.54	1.59	1.44 b
<b>2.5 (g/kg)</b>	1.29	1.43	1.41	1.14	1.65	1.38 c
<b>5.0 (g/kg)</b>	1.62	1.57	1.44	1.48	1.44	1.51 a
<b>7.5 (g/kg)</b>	1.34	1.66	1.59	1.23	1.47	1.46 b
<b>10.0 (g/kg)</b>	1.40	1.15	1.63	1.46	1.60	1.45 b
<b>Ortalama**</b>	1.41 cd	1.48 b	1.43 c	1.37 d	1.55 a	

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: \*\*

#### 4.8. Diş Çapı (mm)

Diş çapı (mm) üzerine fosfor ve mikoriza dozları uygulamalarının ayrı ayrı etkileri ve fosfor x mikoriza interaksyonu % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7). Fosfor dozu uygulamalarında saptanan en yüksek diş çapı değerleri 16.21 mm diş çapı ile 10 kg/da fosfor dozu ve 16.12 mm diş çapı ile 20 kg/da fosfor dozu uygulamalarında görülmüştür. En düşük diş çapı değerine ise 15.21 mm diş çapı ile kontrol uygulamasında rastlanılmıştır. Mikoriza dozu uygulamalarından elde edilen en yüksek diş çapı değerleri olan 16.04 mm, 15.88 mm, 15.89 mm ve 15.90 mm diş çapı değerleri sırasıyla 2.5 g/kg, 5 g/kg, 7.5 g/kg ve 10 g/kg mikoriza dozu uygulamalarından elde edilmiştir. Kontrol uygulamasında ise 15.46 mm olan en düşük diş çapı değeri görülmüştür. Fosfor x mikoriza uygulamalarında saptanan en yüksek diş çapı değeri 17.82 mm diş çapı ile 10 kg/da P x 2.5 g/kg mikoriza uygulamasında görülmüştür. Bunu takip eden ikinci en yüksek değer ise 16.73 mm diş çapı ile 20 kg/da P x 5 g/kg mikoriza uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Diş Çapı (mm) Üzerine Etkileri

Fosfor Dozları / Mikoriza Dozları	Kontrol	5 (kg/da)	10 (kg/da)	15 (kg/da)	20 (kg/da)	Ortalama**
<b>Kontrol</b>	15.05	15.06	15.22	15.46	16.52	15.46 b
<b>2.5 (g/kg)</b>	14.70	15.85	17.82	15.44	16.40	16.04 a
<b>5.0 (g/kg)</b>	15.57	16.08	15.06	15.97	16.73	15.88 a
<b>7.5 (g/kg)</b>	15.40	15.88	16.26	16.16	15.74	15.89 a
<b>10.0 (g/kg)</b>	15.32	16.25	16.71	16.02	15.20	15.90 a
<b>Ortalama**</b>	15.21 c	15.82 b	16.21 a	15.81 b	16.12 a	

Fosfor x Mikoriza İnteraksyonu: \*\*

#### 4.9. Diş Boyu (mm)

Diş boyu (mm) üzerine fosfor ve mikoriza dozları uygulamalarının ayrı ayrı etkilerinin önemsiz olduğu görülürken ve fosfor x mikoriza interaksyonunun % 1 seviyesinde önemli olduğu anlaşılmıştır. (Çizelge 4.8). Fosfor x mikoriza uygulamalarının etkisine bakıldığında ise, en yüksek diş boyu değeri 28.01 mm değeri ile 20 kg/da P x 0 g/kg

mikoriza uygulamasında bulunmuştur. İkinci en yüksek diş boyu ise 27.86 mm değeri ile 10 kg/da P x 10 g/kg mikoriza uygulamasından bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Diş Boyu (mm) Üzerine Etkileri

Fosfor Dozları Mikoriza Dozları	Kontrol		5 (kg/da)	10 (kg/da)	15 (kg/da)	20 (kg/da)	Ortalama <sup>öd</sup>
<b>Kontrol</b>	27.51		27.69	26.65	27.18	28.01	27.41
<b>2.5 (g/kg)</b>	26.38		27.82	27.28	26.93	27.83	27.25
<b>5.0 (g/kg)</b>	26.91		27.42	26.45	27.62	27.14	27.11
<b>7.5 (g/kg)</b>	27.19		26.64	27.42	27.01	26.68	26.99
<b>10.0 (g/kg)</b>	26.95		27.14	27.86	27.47	27.28	27.34
<b>Ortalama<sup>öd</sup></b>	26.99		27.34	27.13	27.24	27.39	

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: \*\*

#### 4.10. Suda Çözünür Kuru Madde İçeriği (%)

Suda çözünür kuru madde (%) üzerine fosfor ve mikoriza dozları uygulamalarının ayrı ayrı etkileri ve fosfor x mikoriza interaksiyonu % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9). 15 kg/da fosfor dozu uygulamasında % 32.91 ile en yüksek suda çözünür kuru madde değerine rastlanırken, en düşük suda çözünür kuru madde değerine ise %31.81 ile 20 kg/da fosfor dozu uygulamasında ortaya çıkmıştır. 10 g/kg mikoriza dozu uygulamasından % 33,.03 ile en yüksek suda çözünür kuru madde değeri elde edilmiş olup, 5 g/kg ve 7.5 g/kg mikoriza dozu uygulamalarından ise sırasıyla % 31.77 ve % 31.64 ile en düşük suda çözünür kuru madde değeri bulunmuştur. 15 kg/da P x 0 g/kg mikoriza uygulamasından % 35.83 ile en yüksek suda çözünür kuru madde değeri elde edilirken, bunu % 34.87 değeri ile 20 kg/da P x 10 g/kg mikoriza uygulaması takip etmiştir.

#### 4.11. Ph Değeri

Ph değeri üzerine fosfor ve mikoriza dozları uygulamalarının ayrı ayrı etkilerinin önemsiz olduğu görülürken ve fosfor x mikoriza interaksiyonunun % 5 seviyesinde önemli olduğu görülmüştür. (Çizelge 4.10). Fosfor x mikoriza uygulamalarının etkisine bakıldığında, en yüksek ph değeri 6.51 ile 15 kg/da P x 5 g/kg mikoriza uygulamasında tespit edilirken,

ikinci en yüksek ph değeri ise 6.36 değeri ile 15 kg/da P x 2.5 g/kg mikoriza uygulamasında görülmüştür.

Çizelge 4.9. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Suda Çözünür Kuru Madde (%) İçeriği Üzerine Etkileri

Fosfor Dozları / Mikoriza Dozları	Kontrol	5 (kg/da)	10 (kg/da)	15 (kg/da)	20 (kg/da)	Ortalama**
<b>Kontrol</b>	31.57	31.97	31.40	35.83	32.57	32.67 b
<b>2.5 (g/kg)</b>	34.43	33.03	31.70	29.03	32.83	32.21 c
<b>5.0 (g/kg)</b>	31.33	32.03	33.47	33.73	28.30	31.77 d
<b>7.5 (g/kg)</b>	31.60	32.17	31.97	31.97	30.50	31.64 d
<b>10.0 (g/kg)</b>	32.27	31.90	32.13	33.97	34.87	33.03 a
<b>Ortalama**</b>	32.24 b	32.22 b	32.13 bc	32.91 a	31.81 c	

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: \*\*

Çizelge 10. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Ph Değeri Üzerine Etkileri

Fosfor Dozları / Mikoriza Dozları	Kontrol	5 (kg/da)	10 (kg/da)	15 (kg/da)	20 (kg/da)	Ortalama <sup>öd</sup>
<b>Kontrol</b>	6.35	6.26	6.32	6.07	6.25	6.25
<b>2.5 (g/kg)</b>	6.18	6.21	6.29	6.36	6.33	6.28
<b>5.0 (g/kg)</b>	6.35	6.31	6.24	6.51	6.33	6.35
<b>7.5 (g/kg)</b>	6.32	6.29	6.32	6.28	6.17	6.28
<b>10.0 (g/kg)</b>	6.27	6.24	6.33	6.32	6.27	6.29
<b>Ortalama<sup>öd</sup></b>	6.30	6.26	6.30	6.31	6.27	

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: \*

#### 4.12. Titre Edilebilir Asit Değeri (%)

Titre edilebilir asitliği (%) üzerine fosfor ve mikoriza dozları uygulamalarının ayrı ayrı etkileri ve fosfor x mikoriza interaksiyonu % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). Fosfor uygulamalarında en yüksek titre edilebilir asit değeri % 6.47 ile 15 kg/da fosfor dozunda ve % 6.41 ile 20 kg/da fosfor dozunda tespit edilirken en düşük titre edilebilir asit değeri ise % 6.13 kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Mikoriza uygulamalarında en yüksek titre edilebilir asit değeri % 6.56 ile 10 g/kg uygulamasında

tespit edilirken en düşük titre edilebilir asit değeri ise % 6.12 ile kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Fosfor x mikoriza uygulamalarında en yüksek titre edilebilir asit değeri % 7.31 ile 20 kg/da P x 10 g/kg mikoriza uygulamasında görülürken ikinci en yüksek değer % 6.58 ile 15 kg/da P x 5 g/kg mikoriza uygulamasında görülmüştür.

Çizelge 4.11. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Titre Edilebilir Asit Değeri (%) Üzerine Etkileri

Fosfor Dozları / Mikoriza Dozları	Kontrol	5 (kg/da)	10 (kg/da)	15 (kg/da)	20 (kg/da)	Ortalama**
<b>Kontrol</b>	5.76	5.95	6.08	6.40	6.41	6.12 d
<b>2.5 (g/kg)</b>	6.41	6.48	5.85	6.45	6.48	6.33 b
<b>5.0 (g/kg)</b>	6.02	6.24	6.41	6.58	5.65	6.18 cd
<b>7.5 (g/kg)</b>	6.14	6.26	6.10	6.40	6.18	6.22 c
<b>10.0 (g/kg)</b>	6.29	6.25	6.44	6.50	7.31	6.56 a
<b>Ortalama**</b>	6.13 c	6.24 b	6.18 bc	6.47 a	6.41 a	

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: \*\*

#### 4.13. Köklerde Mikorizal İnfeksiyon Oranı (%)

Köklerde mikorizal infeksiyon oranı (%) üzerine fosfor ve mikoriza uygulamalarının etkisi ve fosfor x mikoriza interaksiyonu % 1 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge4.12.). Fosfor dozlarının köklerde mikorizal infeksiyon oranı üzerine olan etkilerine bakıldığında % 93.73 ile 5 kg/da fosfor dozu en yüksek değeri veririrken, en düşük değer ise % 92.67 ile 10 kg/da fosfor dozunda gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulamasının köklerde mikorizal infeksiyon oranı üzerine etkisi incelendiğinde 10 g/kg mikoriza dozunda % 99.67 ile en yüksek köklerde mikorizal infeksiyon oranına rastlanırken, en düşük değere ise %84,.07 ile kontrol uygulamasında elde edilmiştir. Fosfor x mikoriza uygulamalarının köklerde mikorizal infeksiyon oranı üzerine olan etkilerine bakıldığında ise; 0 kg/da P x 7,5 g/kg mikoriza, 0 kg/da P x 10 g/kg mikoriza, 5 kg/da P x 10 g/kg mikoriza, 10 kg/da P x 10 g/kg mikoriza ve 15 kg/da P x 10 g/kg mikoriza uygulamalarında % 100 infeksiyon değeri ile en yüksek köklerde mikorizal infeksiyon oranı tespit edilmiş olup, bunları % 99.33 infeksiyon oranı ile 10 kg/da P x 7.5 g/kg mikoriza uygulaması takip etmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Köklerde Mikorizal İnfeksiyon Oranı (%) Üzerine Etkileri

Fosfor Dozları / Mikoriza Dozları	Kontrol	5 (kg/da)	10 (kg/da)	15 (kg/da)	20 (kg/da)	Ortalama**
<b>Kontrol</b>	87.33	85.00	77.00	86.00	85.00	84.07 e
<b>2.5 (g/kg)</b>	85.33	92.33	91.33	87.67	89.33	89.20 d
<b>5.0 (g/kg)</b>	95.00	93.67	95.67	96.67	98.67	95.94 c
<b>7.5 (g/kg)</b>	100.00	97.67	99.33	93.67	94.33	97.00 b
<b>10.0 (g/kg)</b>	100.00	100.00	100.00	100.00	98.33	99.67 a
<b>Ortalama**</b>	93.53 ab	93.73 a	92.67 c	92.80 c	93.13 bc	

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: \*\*

## 5. TARTIŞMA

Tüm uygulamalarda çıkış süresi (19 gün) aynı olup, 15 Mart'ta dikimi yapılan sarımsaklar 135 günde hasada gelmiştir. Bitkilerin vegetatif aksamlarının kendiliğinden yatıp daha sonra bu üst kısımların neredeyse tamamen kurduğu dönemde hasat edilmiş olup, parseller arasında hasat zamanı farkı gözlenmemiştir. Bundan dolayı tüm deneme alanı aynı gün hasat edilmiş olup, uygulamaların çıkış ve olgunlaşma süreleri üzerine herhangi bir etkisi olmamıştır.

Mikoriza fosfor alma konusunda, toprağın içinde var olan fosfor miktarından ciddi şekilde etkilenmektedir. Konuyla alakalı olarak gerçekleştirilen araştırmalarda, fosfor miktarının düşük olduğu topraklarda, mikoriza ile aşılana bitkilerin aşılama bitkilere nazaran büyüme ve gelişmelerinde artış olduğu, fakat toprağın fosfor miktarının artmasının mikorizanın etkinliğine olumsuz yönde tesir ettiği (Baath ve Spokes, 1989), normalin üstündeki fosfor seviyelerinde ise VAM kolonileşmesi konusunda ters etki yaptığı tespit edilmiştir (Ortaş, 2012). Borde ve ark. (2009), mikorizanın tarla koşullarında sarımsak yetiştiriciliğinde bitki gelişimini artırdığını belirtirken, Sarı ve ark. (2002), yaptıkları bir deneme sonucunda mikorhizal aşılama ve P2O5 uygulamasının sarımsakta bitki gelişimini artırmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Çalışmamızda elde edilen değerler incelendiğinde düşük miktarda mikoriza uygulamasının (2.5 g/kg) ortama ilave fosfor verilmediği durumda en yüksek değeri verdiği ve bununda anlamlı olduğu görülmektedir.

Yaptığımız çalışmada düşük dozdaki mikoriza uygulamasından, diğer mikoriza dozlarına göre en yüksek baş verimi (997.29 kg/da) elde edilmiştir. Fosfor x mikoriza uygulamaları incelendiğinde, yine düşük mikoriza dozunda (2.5 g/kg) en yüksek verimin 20 kg/da P uygulaması ile beraber elde edilmesinin yanı sıra, ortama hiç fosfor verilmeyen (0 kg/da P) uygulamadan da 1005.78 kg/da verim elde edilmesi, mikoriza uygulaması ile toplam verimde ciddi bir azalma olmadan üretim yapılabileceğini göstermesi bakımından oldukça anlamlıdır. Bu yorum mikoriza uygulaması yapılan ortama hiç P verilmemesi anlamına gelmemektedir. Denemenin yapıldığı parselin toplam P içeriği (18 P kg/da) dikkate alındığında, ortamdaki P miktarının mikoriza aktivitesi için uygun-yeterli olduğu şeklinde yorumlanabilir. Artırılan P dozları (5 ve 20 kg/da P) uygulamalarında verimde bir miktar (sırasıyla 1011.78 ve 1039.56 kg/da) artış meydana getirmiş olsa da, bunun



maliyet-karlılık hesabı yapılmalıdır. Baş verim değerleri açısından mikoriza x P uygulamaları değerlendirildiğinde, düşük mikoriza ve P dozu uygulamalarında (2.5 ve 5 g/kg mikoriza ve 0 ve 5 kg/da P) toplam baş verimin 946 -1014 kg/da aralığında değiştiği görülmektedir. Bu durum yine düşük P seviyelerinde tatminkar verim alınabilmesi için mikoriza uygulamalarının etki ve katsını ortaya koymaktadır. Al-Karaki (2002b), arbusüler mikorhizal mantar ve toprak fosforunun sarımsakta baş verimi, fayda ve maliyet analizi ve sarımsakta P (20, 40 ve 60 kg/ha P ) kullanım etkinliği üzerine etkilerini belirlemek için yaptığı bir tarla çalışmasında, AMF-kök ilişkileri için fayda ve maliyet analizi değerlerini incelemiştir. Sonuç olarak toprağın fosfor içeriğinin en düşük seviyede olduğu durumda faydanın en yüksek olduğu ve topraktaki fosfor seviyesi arttıkça bu faydanın azaldığını belirtmişlerdir. Araştıracının sunduğu bu bilgilerin çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ile paralellik arz etmesi, çalışmamızın amacına ulaştığını gösterir mahiyettedir. Borde ve ark., (2009), *Glomus fasciculatum* mantar türünün sarımsak yetiştiriciliği üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, mikoriza aşılannmış sarımsak bitkilerinde bitki boyu, toplam biokütle ve diğer bazı bitki büyüme parametrelerinde önemli artışlar meydana geldiğini, buna bağlı olarak da ortalama baş çapı ve baş ağırlığının artması sonucu toplam verimde % 21.10 luk bir artış meydana geldiğini belirtmektedirler. Çalışmamızda elde ettiğimiz toplam baş verimi değerlerimizdeki sonuçlar, ortalama baş ağırlığı değerlerimiz ile doğal olarak doğrudan ilişkilidir. Mikoriza aşılannmış sarımsak bitkileri, aşılannmamışlara kıyasla daha fazla alliin ve allinaz enzim aktivitesi gösterirler. Sonuçlar, mikorizanın tarla koşullarında sarımsak bitkisinin büyümesine ve gelişmesine katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmamızdaki uygulamaların ortalama baş ağırlığı üzerine etkileri, toplam baş verimi değerlerindeki etkiye paralel bir durum sergilemektedir. Ortalama baş ağırlığı 19.49 g ile 16.00 g aralığında değişmiş olup, tüm uygulamalardan elde edilen sarımsak başları pazarlanabilir ürün niteliğindedir. Bilgen (2014), yaptığı bir çalışmada Taşköprü sarımsak çeşidinde ortalama baş iriliğini 19.7 g ile 26.00 g. aralığında tespit ettiğini bildirirken, Tokat sarımsak genotipinde ise baş iriliğinin 15.3 ile 24.00 g arasında değiştiğini bildirmektedir. 2.5 g/kg mikoriza dozunda en yüksek baş ağırlığı değerine ulaşılmış olması ve diğer mikoriza dozlarının kontrole göre baş ağırlığı değerini arttırmış olmasından dolayı, mikoriza uygulamasının genel olarak baş ağırlığı üzerine olumlu bir etkisi olduğu söylenebilir. Koch ve ark (1997), sarımsakta mikoriza uygulaması ile ortalama baş ağırlığında kontrole göre % 88 seviyesine kadar bir artış elde ettiklerini

bildirmektedirler. Yine mikorizanın sarımsakta baş ağırlığını artırdığına işaret eden Borde ve ark. (2009), bu etkinin baş çapı içinde söz konusu olduğunu belirtmişlerdir. Nitekim, elde ettiğimiz veriler ışığında en yüksek baş çapı değeri ( 49.14 mm), düşük P seviyesi (5 kg/da) ve orta seviye mikoriza (5 g /kg) uygulamasının birlikte etkisi sonucu elde edilmiştir. Yine mikoriza uygulaması ile ortalama dış çapının kontrole (15.46 mm) göre % 3.75 seviyesine kadar arttığı görülmektedir.

Mikoriza uygulaması ortalama dış sayısını kontrole göre % 8.54 seviyesine kadar artırmıştır. Dış sayısı üzerine en yüksek etkiyi 13,.60 adet ile 2.5 g/kg mikoriza uygulaması göstermiştir. Bilgen Tokat sarımsak köy popülasyonunda ortalama dış sayısını 9.07 olarak belirtirken, Kaya (1992), değişik sarımsak çeşitlerinde baş ve dış özelliklerini belirlemek üzere yaptığı bir çalışma sonucunda, dış iriliği ve dış sayısının çeşitlere bağlı olarak farklılık gösterdiğini (3.7 – 13.3 adet/baş) ifade etmiştir.

SÇKM değerleri % 35.83 ile % 29,.03 arasında değişirken, en yüksek pH değeri ise 15 kg/da P x 5.0 g/kg mikoriza uygulanmasından 6.51 ile elde edilmiştir. Bilgen çalışmasında elde ettiği SÇKM değerlerinin % 39,.5 ile % 40.06 arasında olduğunu, Artık ve Poyrazoğlu (1994) ise sarımsakta tespit ettikleri SÇKM içeriğinin % 31.2 ile 44.1 arasında değiştiğini, ortalama % 36.9 olduğunu ve pH değerinin ise 5.47 ile 6.90 arasında değiştiğini, ortalamasının da 6.30 olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz SÇKM değerleri bu sınırların biraz altındadır. Fosfor dozu ve uygulanan mikoriza miktarının artması SÇKM miktarı oranını artırmıştır. Sonuçlar mikoriza x fosfor interaksiyon uygulamalarının sarımsağın pH değeri üzerine etkili olduğunu göstermektedir. Benzer durum titre edilebilir asit değeri içinde geçerli gözükmemektedir.

Köklerde mikorizal infeksiyon değerlerine bakıldığında, mikorizanın genel olarak çalıştığı anlaşılmaktadır. Mikoriza uygulamasının etkisi değerlendirildiğinde, uygulanan mikoriza dozu arttıkça köklerdeki infeksiyon oranının da arttığı görülmektedir. Kontrol uygulamasında % 84.07 olan infeksiyon oranı, mikoriza dozu ile doğru orantılı olarak artmış ve en yüksek mikoriza uygulaması olan 10.0 g/kg mikoriza dozunda yaklaşık % 18,.56 lık bir artış ile % 99.67 seviyesine ulaşmıştır. Mikoriza uygulaması etkisinin tersi

şekilde, P dozu arttıkça infeksiyon oranı azalma göstermiştir. Genel olarak, düşük fosfor dozu x yüksek mikoriza dozu uygulamalarında % 100 infeksiyon oranına ulaşılmıştır.

Yapılan farklı çalışmalarda; mikoriza aşılması ile mısırdaki mikorizal kök infeksiyonunda artış meydana gelmesi (Almaca ve Ortaş 2010), topraktaki normalin oldukça üstünde bulunan fosfor seviyelerinde mikoriza mantar enfeksiyonunun ciddi miktarda azalma göstermesi (Amijee ve ark., 1989), fosfor gübresi eklenmesinin hem mikoriza ile kök infeksiyon yüzdesinin azalmasına hem de infeksiyonda gecikmenin ortaya çıkmasına sebebiyet vermesi (De Miranda ve ark., 1989), *Solanaceae*, *Leguminosae* ve *Cucurbitaceae*'ye ait bitki türlerinde genel olarak mikoriza aşılama etkinliğinin düşük P dozunda yüksek P dozuna göre daha yüksek olması (Ortas 2012), çalışmamızda ulaştığımız mikorizal infeksiyon sonuçları ile örtüşmektedir.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Farklı fosfor dozları ve mikoriza uygulamalarının Tokat sarımsağında bitki gelişimi ve verim üzerine potansiyel etkisinin araştırıldığı bu çalışma sonucunda, mikoriza ile inoküle edilmiş sarımsakların kök infeksiyon oranında artışlar elde edilmiştir. Mikoriza uygulamasının kök infeksiyonu üzerine etkisi fosfor dozu ile ters orantılı olarak artmıştır. Diğer bir ifade ile mikoriza uygulaması, düşük fosfor dozunda yüksek fosfor dozuna göre kökteki infeksiyon oranını arttırmıştır. Bu durum mikoriza uygulaması yapılmış sarımsak yetiştiriciliğinde, yoğun bir kök infeksiyon oranı için yüksek fosfor seviyelerinden kaçınılması gerektiğini ortaya koymaktadır. İyi bir kök infeksiyonu oluşan bitkilerde bitki gelişim parametrelerinde meydana gelen artışlar sonucunda ortalama baş ağırlığı ve verimde artış elde edilmiştir. Bu etki kullanılan fosfor dozlarına göre değişiklik göstermiştir. Genel olarak, sarımsak yetiştiriciliğinde verim miktarında artış sağlamak mikoriza uygulamasının faydalı olacağı söylenebilir. Mikorizanın etkinliğine tesir eden bir çok kompleks faktör göz önüne alındığında, mikorizanın olumlu etkisinin bitki gelişiminde ortaya çıkmadığı durumlar ile karşılaşma ihtimali her zaman olasıdır. Bu çalışmada elde edildiği gibi mikorizal etkinliğin yüksek olduğu durumlarda, sadece verim artışı değil aynı zamanda, mikoriza aşılması ile düşük fosfor uygulamalarında sarımsak yetiştiriciliğinde tatminkar verim elde edilebilir. Ortaya çıkan bu durum, üretimde kullanılacak toplam kimyasal gübredeki azalmalar göz önüne alındığında, hem üretim maliyet-karlılık bakımından ve hem de çevre-insan sağlığı açısından daha da önem arz etmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

- Akan, S. ve Ünüvar, F. İ., 2017. Sarımsak üretim ve ticaretinin ekonomik önemi. III. Uluslararası Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Kongreler Serisi, [https://www.researchgate.net/publication/317823596\\_Sarimsak\\_Uretim\\_ve\\_Ticaretinin\\_Ekonomik\\_Onemi](https://www.researchgate.net/publication/317823596_Sarimsak_Uretim_ve_Ticaretinin_Ekonomik_Onemi), 04.10.2018.
- Akpınar, Ç., 2004. Farklı mikoriza türleri ve spor ayılarının değişik kültür bitkilerinde mikorizal infeksiyon ve bitki gelişimine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Akpınar, Ç., 2011. Kanola sonrası yetiştirilen II. ürün mısır bitkisine mikoriza aşılmasının verim ve besin elementleri alımına etkisi (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Ali, FM., Alhadithi, HJM. ve Sharqi, HS., (2017). Effect of different combination of macro and micronutrients on the growth and yield of garlic *allium sativum* L. Iraqi Journal Of Agricultural Sciences, 48 (1), 192-201.
- Al-Karaki, G.N., (2002a). Benefit, cost, and phosphorus use efficiency of mycorrhizal field-grown garlic at different soil phosphorus levels. Journal Of Plant Nutrition, 25 (6), 1175-1184.
- Al-Karaki, G.N., (2002b). Field response of garlic inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi to phosphorus fertilization. Journal Of Plant Nutrition, 25 (4), 747-756.
- Almaca, A. ve Ortaş, I. 2010. Growth response of maize plants (*Zea mays* L.) to wheat and lentil pre-cropping and to indigenous mycorrhizae in field soil. Spanish Journal of Agricultural Research, 8 (S1), 131-136.
- Altunlu, H., Demiral, O., Dursun, O., Sönmez, M. ve Ergün, K., (2019). Mikrobiyal gübre uygulamasının tatlı mısır (*Zea mays* L. var. *saccharata*) yetiştiriciliğinde bitki gelişimi ve verim üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 50 (1), 32-39.
- Altuntaş, Ö., Abak, K. ve Daşgan, H.Y., (2015). Serada biber yetiştiriciliğinde mikoriza kullanımının bitki gelişmesi ve verime etkileri. Selçuk Gıda ve Tarım Bilimleri Dergisi, 2 (2).
- Amijee, F., Tinker, P. B. ve Stribley, D.P., 1989. The development of endomycorrhizal root systems, VII. a detailed study of effects of soil phosphorus on colonization. New Phytologist, 111, 435-446.
- Anonim, 2015. T.C. Uzun yıllar tüm parametreler bülteni (1929-2015), Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü (Yayımlanmamış).
- Anonim, 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim Tarihi: 22.02.2019.
- Anonim, 2018a. İllere göre Türkiye sarımsak üretim miktarları. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- Anonim, 2018b. <http://www.tarimsalistatistik.com/tr-TR/Sayfa/sarimsak-yetistiriciligi> (04.10.2018).
- Arcak, S. ve Güder, N., 2004. Biyolojik Gübrelemenin Sürdürülebilir Ekosistemdeki Önemi. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim, 837-844, Tokat.
- Artık, N. ve Poyrazoğlu, E.S. 1994. Kastamonu sarımsağının (*Allium sativum* L.) kimyasal bileşiminin belirlenmesi üzerine araştırma. Gıda Teknolojisi Derneği
- Baath, E. ve Spokes J., (1989). The effect of added nitrogen and phosphorus on mycorrhizal growth response and infection in *Allium schoenoprasum*. Canadian Journal Of Botany, 67 (11), 3227-3232.
- Baqer, M.N. (2017). *Citrullus lanatus* var. *Lanatus* ve *Citrullus lanatus* var. *Citroides* kaynaklı karpuzlarda arbisküler mikorizal fungus (AMF) uygulamalarının tuzlu

- toprak koşullarında fide gelişimine etkisi. Selçuk Üniversitesi Dijital Arşiv Sistemi. Bağlantı: <http://hdl.handle.net/123456789/10277>. Erişim tarihi: 02/03/2019.
- Bilgen G., (2014). Farklı dikim zamanı ve dış iriliklerinin (*Allium sativum L.*) verim ve kalite üzerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Bloem, E., Haneklaus, S. ve Schnug, E., (2004). Influence of nitrogen and sulfur fertilization on the alliin content of onions and garlic. *Journal Of Plant Nutrition*, 27 (10).
- Borde, M., Dudhane, M. ve Jite, PK., (2009). Role of bioinoculant (AM Fungi) increasing in growth, flavor content and yield in *Allium sativum L.* under field condition. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37 (2).
- Caravaca, F., Barea, J. M. ve Roldan, A., 2002. Synergistic influence of an arbuscular mycorrhizal fungus and organic amendment on pistacia *Lentiscus L.* Seedlings Afforested in a Degraded Semiarid Soil, *Soil Biology and Biochemistry*, 34, 1139-1145.
- Castillo, C., Astroza, I., Borie, F. ve Rubio, R., 2008. Effect of the host and non host crops on arbuscular mycorrhizal propagules. *Revista De La Ciencia Del Suelo. Nutricion Vegetal*, 8 (1), 37-54.
- Ceylan, Ş., Mordoğan, N. ve Çakıcı, H., (2016). Çinko ve mikoriza uygulamalarının pamukta besin elementi içeriği verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53 (2), 117-123.
- Çelebi S. Z., Demir, S., Çelebi, R., Durak, E. D. ve Yılmaz, I. H., (2010). The effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) applications on the silage maize (*Zea mays L.*) yield in different irrigation regimes. *Europ. J Of Soil Biol*, 46, 302-305.
- Çelik, İ., Gunal, H., Budak, M. ve Akpınar, Ç., 2010. Effects of long-term organic and mineral fertilizers on bulk density and penetration resistance in semi-arid mediterranean soil conditions. *Geoderma*, 160 (2), 236-243.
- De Miranda, J. C. C., Harris, P. J. ve Wild, A., 1989. Effects of soil and plant phosphorus concentrations on vesicular-arbuscular mycorrhizae in sorghum plants. *New Phytologist*, 112, 405-410.
- Dinçel, B., 2018. Farklı gibberellik asit (GA3) ve mikoriza (*Glomus spp.*) dozlarının patates (*Solanum tuberosum L.*) mini yumrularının çoğaltımına etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Ekin, Z., Demir, S., Oğuz, F. ve Yıldırım, B., 2013. Farklı potasyum dozlarında arbusküler mikorhizal fungus (AMF) uygulamalarının patates (*Solanum tuberosum L.*)'in yumru verimi ve yumru iriliği dağılımı üzerine etkisi. *YYÜ Tar. Bil. Dergisi*, 23 (2), 154-163.
- Erzurumlu, G. D. ve Kara, E. E., 2014. Mikoriza konusunda Türkiye'de yapılan çalışmalar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 7 (2), 55-65.
- Geboloğlu, N., Karabekiroğlu, D. S. ve Doksöz, S., 2017. Tokat sarımsağının morfolojik ve moleküler karakterizasyonu. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6 (Özel Sayı), 131-136.
- Gildon, A. ve Tinker, P. B., 1983. Interaction of vesicular-arbuscular mycorrhiza infection and heavy metals in plants. The effect of heavy metals on the development of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *New Phytologist*, 95, 247-261.
- Green, N.E., Graham, S.O. ve Schenck, N.C., 1976. The influence of ph on the germination of vesicular-arbuscular mycorrhizal spores. *Mycologia*, 68 (4), 929-934. <https://www.jstor.org/stable/pdf/3758810.pdf?refreqid=excelsior%3A03d2eb4f1387fd9d32e5bb61c1da8e88>, (07.10.2018).

- Hayman, D. S. 1975. The occurrence of mycorrhiza in crops as affected by soil fertility in endomycorrhizas (F.E. Sanders, B. Mosse, and P.B. Tinker, eds.). Academic Press, London, 495-509.
- İbret, Ü., (2005). Türkiye'deki sarımsak tarımı ve Taşköprü sarımsağı üzerine coğrafi açıdan bir inceleme. Marmara Coğrafya Dergisi, (12), İstanbul.
- İpek, M., İpek, A. ve Simon, P. W., 2008. Molecular characterization of Kastamonu garlic: an economically important garlic clone in Turkey. Scientia Horticulturae, 115, 203-208. <https://pubag.nal.usda.gov/download/13287/PDF>, (04.10.2018).
- İraz, K. S., 2015. Volkanik ve alüvyal kökenli topraklarda mikoriza ve fosfor doz uygulamalarının mısır bitkisinin gelişimi ve besin elementleri alımına etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Karaarslan, E., (2012). Doğal yollarla organik madde kazandırılmış kum ortamında yetiştirilen soğan (*Allium cepa L.*) bitkisine aşılana beş farklı mikoriza sporunun infeksiyon oranlarının belirlenmesi. Selçuk Journal of Agriculture and Food Science, 26 (2).
- Kaya, A., 1992. Bazı yerli sarımsak çeşitlerinin baş ve diş özelliklerinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi) (basılmamış). 60 s., Trakya Üniversitesi, Tekirdağ.
- Keskin, L., (2009). Bazı patlıcan genotiplerinde fide gelişimi ve besin elementi içeriklerine arbuscular mikoriza fungus uygulamalarının etkileri. Selçuk Üniversitesi Dijital Arşiv Sistemi.  
Bağlantı: <http://hdl.handle.net/123456789/7735>. Erişim tarihi, (02.03.2019).
- Kibar, B. ve Pekşen, A., 2007. Ektomikorizanın tarım ve ormancılık bakımından önemi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 22 (2), 232-238. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/187676>, (05.10.2018).
- Koch, H.P., Pharm, M., Hahn, G., Lawson, L.D., Pentz, R., Reuter, H.D. ve Siegers, C.P., 1996. Garlic (The science and therapeutic application of *Allium sativum L.* and related species), second edition. Edited by Koch, H. P., Pharm, M., Hahn, G., Lawson, L. D., 329 p., Williams & Wilkins, USA.
- Koch, M., Tanami, Z., Bodani, H., Wininge, S. ve Kapulnik, Y., (1997). Field application of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi improved garlic yield in disinfected soil. Mycorrhiza, 7 (1), 47-50.
- Lett, C.N., DeWald, L.E. ve Horton, J., (2011). Mycorrhizae and soil phosphorus affect growth of celastus orbiculatus. Biological Invasions, 13 (10), 2339-2350.
- Mahesh, B., Mayura, D. ve Paramjit, J., (2010). AM fungi influences the photosynthetic activity, growth and antioxidant enzymes in *Allium sativum L.* under salinity condition. Notulae Scientia Biologicae, 2 (4).
- Megep, (2008) Sarımsak Yetiştiriciliği, Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Ankara, 2008.
- Ortas, İ., (2012). The effect of mycorrhizal fungal inoculation on plant yield, nutrient uptake and inoculation effectiveness under long-term field conditions. Field Crops Research, 125, 35-48.
- Öztekin, G. B. ve Ece, M., 2014. Sera domates yetiştiriciliğinde symbion VAM (*Glomus fasciculatum*) inokulasyonunun bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi.
- Palta, Ş., Demir, S., Şengönül, K., Kara, Ö. ve Şensoy, H., 2010. Arbüsküler mikorizal funguslar (Amf), bitki ve toprakla ilişkileri, mera ıslahındaki önemleri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 12 (18), 87-98.
- Plenchette, C., Fortin, A. ve Furlan, V., (1993). Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. Plant and Soil, 70 (2), 199-209.

- Rodríguez-Romero, A. S., Azcón, R. ve Jaizme-Vega, M. C. D., 2011. Early mycorrhization of two tropical crops, papaya (*Carica papaya* L.) and pineapple [*Ananas comosus* (L.) Merr.], reduces the necessity of P fertilization during the nursery stage, *fruits*, 66 (1), 3-10.
- Sarı, N., Ortaş, İ. ve Yetişir, H., (2002). Effect of mycorrhizae inoculation on plant growth, yield and phosphorus uptake in garlic under field conditions. *Communications In Soil Science And Plant Analysis*, 33 (13-14), 2189-2201.
- Sebnie, W., Mengesha, M., Girmay, G. ve Feyisa, T., (2018). Response of garlic (*Allium sativum* L.) to nitrogen and phosphorus under irrigation in lasta district of amhara region, ethiopia. *Cogent food & Agriculture*, 4 (1).
- Seçim, Y., 2018. Türk mutfağında kullanılan bazı fonksiyonel gıdalar ve özellikleri. *Uluslararası Global Turizm Araştırmaları Dergisi*, 2 (1), 1-10.
- Smith, S. E. ve Smith, F.A., 2011. Roles of arbuscular mycorrhizas in plant nutrition and growth: New Paradigms From Cellular To Ecosystems Scales, *Annual Review of Plant Biology*, 62, 227-250. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21391813>, (08.10.2018).
- Smith, S. E. ve Read, D. J., 2008. Mycorrhizal symbiosis. Third Edition (Hardcover). Academic Press is an imprint of Elsevier, NewYork.
- Song Y. Y., Zeng, R. S., Xu, J. F., Li, J., Shen, X., ve Yihdego, W. G., 2010. Interplant communication of tomato plants through underground common mycorrhizal networks. *Plos One*, 5 (10). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2954164/>, (05.10.2018).
- Şahin, H., 2015. Mikoriza, magnezyum klorür ve fosfor uygulamalarının buğday bitkisinin gelişimi ve beslenmesi üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Teweldebrihan, T. 2009. Participatory Varietal Evaluation And Farmer Based Seed Production: A Sustainable Approach To Garlic Seed Delivery In Atsbi Womberta Wereda, Eastern Tigray. College of Dry Land Agriculture and Natural Resources. Mekelle University. Etiyopya.
- Thangasamy, A., ve Chavan, K. M., (2017). Assessment of dry matter accumulation and nutrient uptake pattern of garlic. *Indian Journal Of Horticulture*, 74 (1), 80-84.
- Vural, H., (2012). Sarımsak yetiştiriciliği ve tarımı. <https://turktob.org.tr/tr/sarimsak-yetistirciligi-ve-tarimi/4958>; (29.09.2018).
- Willis, A., Rodrigues, B.F. ve Harris, P.J.C., (2013). The ecology of arbuscular fungi. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 32 (1), Yayın Organı, 19 (1), 3-9.
- Yıldız, A., 2009. Mikoriza ve arbusküler mikoriza bitki sağlığı ilişkileri. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (1), 91-101.
- Yılmaz, E., 2005. Topraksız ortama arbusküler mikoriza aşılamanın patlıcan yetiştiriciliği üzerine etkileri (Doktora Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Zhang, Y., Hu, J.L., Bai, J.F., Qin, H., Wang, J.H., Wang, J.W. ve Lin, X.G., (2019). Intercropping with sunflower and inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi promotes growth of garlic chive in metal-contaminated soil at a WEEE-recycling site. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 167, 376-384.