



Alınış tarihi (Received): 03.08.2023

Kabul tarihi (Accepted): 01.09.2023

Farklı Fosfor Dozları ve Mikoriza Uygulamasının Tokat Sarımsağında Verim ve Kalite Üzerine Etkileri

Emin YILMAZ^{1*}, Gülizar DEVECİ¹

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat

*Sorumlu yazar: emin.yilmaz@gop.edu.tr

ÖZET: 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 (P₂O₅) 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 enfeksiyon 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.

Anahtar Kelimeler- Sarımsak, mikoriza, fosfor, verim, kalite

The Effect of Different Phosphorus Doses and Mycorrhizae on Yield and Quality of Tokat Garlic

ABSTRACT: 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 Gaziosmanpaşa University Research and Application Center. Tokat garlic genotype was used as a plant 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 15th. Harvest was done on July 26th. In the study; sprouting and maturity days were not significantly affected by mycorrhiza and phosphorus (P₂O₅) 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.

Keywords- Garlic, mycorrhizae, phosphorus, yield, quality

1. Giriş

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). 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 artır 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). 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). 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, ışık, su ve toprak 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).

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 kullanmasına 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 aşılansız bitkinin büyümesinin ve fosfor içeriğinin arttığını bildirmişlerdir. 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. Ekin ve ark. (2013), tarafından yapılan bir çalışmada, farklı potasyum dozları ile arbusküler mikoriza uygulamalarının patates 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. *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).

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. Materyal ve Yöntem

Çalışma, Tokat Gaziosmanpaşa Tarımsal Araştırma Merkezi deneme arazisinde yürütülmüş olup, bitkisel materyal olarak Tokat'ın yöresel sarımsak genotipi kullanılmıştır. Tokat köy popülasyonu kendine has tat ve kokusu olan, diş rengi beyaz-pembe, baş kabuk rengi beyaz ve sıkı başlıdır. Denemede orta irilikteki (1.51 g – 2.49 g) (Teweldebrhan, 2009) sarımsak dişleri kullanılmıştır. 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.

Deneme yeri toprağının killi-tınlı bir bünyede olup, hafif alkali durumda, tuz oranını az ve kireç oranı ise normalden biraz yüksektir. Bu özellikleri bakımından deneme alanı toprağı sarımsak yetiştiriciliği için uygundur.

Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede 2 faktörün etkisi incelenmiş olup, dört farklı mikoriza miktarı: Kontrol(M0), M1 (2,5 g/kg), M2 (5 g/kg), M3 (7,5 g/kg), M4 (10 g/kg) ve dört farklı fosfor dozu: Kontrol (P0 P15 (kg/da), P2 (10 kg/da), P3 (15 kg/da), P4 (20 kg/da) uygulanmıştır. 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.

Çalışmada, Tokat sarımsaklarının başları öncelikle dişlerine ayrılmış ve ayrılan dişler arasından orta irilikteki dişler denemede kullanılmak üzere seçilmiştir. Seçilen orta irilikteki dişler 5 gruba ayrılmıştır. Bunlardan biri kontrol grubu (M0) olmakta olup, kalan 4 gruptaki dişler dikim öncesi hafif nemlendirilerek her grup sarımsak dişlerinin üzerine yukarıda belirtilen dozlarda toz halinde olan mikorizalı inokulum serpilerek kaplanması sağlanmıştır. Sulamalar topraktaki nem seviyesi dikkate alınarak haftada 1-2 kez olacak şekilde sarımsak başları hasat iriliğine ulaşmaya kadar damla sulama ile yapılmıştır.

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.

Denemede yapılan gözlem ve yöntemler Bilgen (2014)' e göre yapılmıştır. Çalışmada; çıkış süresi, olgunlaşma süresi, bitki boyu, baş verimi (kg/da), ortalama baş ağırlığı (g), baş çapı (mm), Ortalama diş sayısı (adet/baş), Diş büyüklüğü (mm), suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH, titre edilebilir asitliği (%) ve köklerde mikorizal infeksiyon oranı (%) tespit edilmiştir.

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

3. Bulgular ve Tartışma

Çıkış ve Olgunlaşma Süreleri (gün): 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.

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 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 1. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Bitki Boyu (cm) Üzerine Etkileri
Table 1. Effects of Different Phosphorus and Mycorrhiza Doses on Plant Height (cm) of Garlic

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

Fosfor x Mikoriza İnteraksyonu: **

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 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 2. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Baş Verimi (kg/da) Üzerine Etkileri
Table 2. Effects of Different Phosphorus and Mycorrhiza Doses on bulb Yield (kg/da) of Garlic

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

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: **

Baş Ağırlığı (g): Ortalama baş ağırlığı (g) üzerine fosfor ve mikoriza dozları uygulamalarının ayrı ayrı etkileri ve fosfor x mikoriza interaksiyonu % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 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 3. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Ortalama Baş Ağırlığı (g) Üzerine Etkileri
Table 3. Effects of Different Phosphorus and Mycorrhiza Doses on bulb weight (g) of Garlic

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

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: **

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). 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. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Baş Çapı (mm) Üzerine Etkileri
Table 4. Effects of Different Phosphorus and Mycorrhiza Doses on bulb diameter (mm) of Garlic

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

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: **

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 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.

Çizelge 5. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Ortalama Diş Sayısı (adet/baş) Üzerine Etkileri
Table 5. Effects of Different Phosphorus and Mycorrhiza Doses on peel number (piece/bulb) of Garlic

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

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: **

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 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 dış ağırlığına ulaşmıştır.

Çizelge 6. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Ortalama Dış Ağırlığı (g) Üzerine Etkileri
Table 6. Effects of Different Phosphorus and Mycorrhiza Doses on peel weight (g) of Garlic

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

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: **

Diş Çapı (mm): Diş çapı (mm) üzerine fosfor ve mikoriza dozları uygulamalarının ayrı ayrı etkileri ve fosfor x mikoriza interaksiyonu % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 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 7. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Diş Çapı (mm) Üzerine Etkileri
Table 7. Effects of Different Phosphorus and Mycorrhiza Doses on peel diameter (mm) of Garlic

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

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: **

Diş Boyu (mm): Diş boyu (mm) üzerine fosfor ve mikoriza dozları uygulamalarının ayrı ayrı etkilerinin önemsiz olduğu görülürken ve fosfor x mikoriza interaksiyonunun % 1 seviyesinde önemli olduğu anlaşılmıştır. (Çizelge 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 8. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Dış Boyu (mm) Üzerine Etkileri
Table 8. Effects of Different Phosphorus and Mycorrhiza Doses on peel length (mm) of Garlic

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

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: **

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 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.

Çizelge 9. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Suda Çözünür Kuru Madde (%) İçeriği Üzerine Etkileri

Table 9. Effects of Different Phosphorus and Mycorrhiza Doses on Water Soluble Dry Matter (%) of Garlic

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

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: **

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 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 10. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın pH Değeri Üzerine Etkileri
Table 10. Effects of Different Phosphorus and Mycorrhiza Doses on pH of Garlic

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

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: *

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 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 11. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Titre Edilebilir Asit Değeri (%) Üzerine Etkileri
Table 12. Effects of Different Phosphorus and Mycorrhiza Doses on Titratable Acid Value (%) of Garlic

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

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: **

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 (Çizelge 12). Fosfor dozlarının köklerde mikorizal infeksiyon oranı üzerine olan etkilerine bakıldığında % 93.73 ile 5 kg/da fosfor dozu en yüksek değeri verirken, 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 12. Farklı Fosfor ve Mikoriza Dozlarının Sarımsağın Köklerde Mikorizal İnfeksiyon Oranı (%) Üzerine Etkileri

Table 12. Effects of Different Phosphorus and Mycorrhiza Doses on Mycorrhizal Infection Rate in Roots of Garlic

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

Fosfor x Mikoriza İnteraksiyonu: **

Tüm uygulamalarda çıkış süresi (19 gün) aynı olup, 15 Mart'ta dikimi yapılan sarımsaklar 135 günde hasada gelmiştir. Bitkilerin vegetatif aksamalarının 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 fosforu alma konusunda, toprağın içinde var olan fosfor miktarından ciddi şekilde etkilenmektedir. Konuyla alakalı olarak gerçekleştirilen araştırmalarda, fosfor miktarının düşük olduğu topraklarda, mikoriza ile aşıl原因an bitkilerin aşıl原因anmamış 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 mikorizal aşıl原因ama 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 bununla 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 katısını ortaya koymaktadır. Al-Karaki (2002), 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. Araştırmacının 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 aşılansmış 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 aşılansmış sarımsak bitkileri, aşılansmamışlara 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 diş çapının kontrole (15.46 mm) göre % 3.75 seviyesine kadar arttığı görülmektedir.

Mikoriza uygulaması ortalama diş sayısını kontrole göre % 8.54 seviyesine kadar arttırmıştır. Diş sayısı üzerine en yüksek etkiyi 13,.60 adet ile 2.5 g/kg mikoriza uygulaması göstermiştir. Bilgen Tokat sarımsak köy popülasyonunda ortalama diş sayısını 9.07 olarak belirtirken, Kaya (1992), değişik sarımsak çeşitlerinde baş ve diş özelliklerini belirlemek üzere yaptığı bir çalışma sonucunda, diş iriliği ve diş 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 interaksyon 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.

4. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, 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 artırmıştır. 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.

5. Kaynaklar

- Al-Karaki, G.N., 2002. 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.
- 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.
- 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*, 19 (1), 3-9.
- 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.
- 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.
- 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).
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Palta, Ş., Demir, S., Şengönül, K., Kara, Ö. ve Şensoy, H., 2010. Arbusküler mikorizal funguslar (Amf), bitki ve toprakla ilişkileri, mera ıslahındaki önemleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12 (18), 87-98.
- 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.
- 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.
- Vural, H., 2012. Sarımsak yetiştiriciliği ve tarımı. <https://turktob.org.tr/tr/sarimsak-yetistirciligi-ve-tarimi/4958>; (29.09.2018).
- Yılmaz, E., 2005. Topraksız ortama arbusküler mikoriza aşılamanın patlıcan yetiştiriciliği üzerine etkileri (Doktora Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.