

Volkanik ve Alüvyal Kökenli Topraklarda Mikoriza ve Fosfor Dozu Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Gelişimine Etkisi*

Kübra Sedef İRAZ¹ Ahmet ALMACA²

¹:Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Şanlıurfa

²:Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa
Sorumlu yazar: aalmaca@gmail.com

Geliş tarihi: 19/07/2018 Yayına kabul tarihi: 16/12/2018

Özet: Bu çalışma, alüvyal ve volkanik kökenli iki farklı toprakta, mikoriza aşılması ve artan fosfor dozu uygulamalarının mısır bitkisinin gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Mikoriza aşılınmış ve aşılınmamış konulara fosfor dozları 0, 3, 6 ve 9 kg da⁻¹ P₂O₅ olarak uygulanmıştır. Çalışma, faktöriyel tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak sera koşullarında yürütülmüştür. Denemede Kıra dağından alınan volkanik toprak ve çay yatağı kenarından alınan alüvyal toprak kullanılmıştır. Aşılama mikoriza olarak Mikostar BTH-100 ve mısır bitkisi çeşidi DKC-5783 kullanılmıştır. Mikoriza aşılmasıyla bitki toprak üstü aksam kuru ağırlığı, Fe, Cu, Mn içeriklerinde istatistiksel açıdan %1 önem seviyesinde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Fosfor dozu uygulamalarının toprak üstü aksam ağırlığına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Mikoriza, mısır, fosfor, volkanik ve alüvyal toprak

The effects of mycorrhizae and phosphorus doses applications on plant growth of maize in volcanic and alluvial origin soils

Abstract: The objective of this study was to determine the effect of mycorrhizal inoculation and increasing phosphorus doses applications on growth of maize plant on two different types of soil as alluvial and volcanic soils. Phosphorus were applied as P₂O₅ at the doses of 0, 3, 6 and 9 kg da⁻¹. The study was conducted in green house conditions according to a randomized plot factorial experiment design with three replicates and each application with and without inoculation mycorrhizae. Volcanic soil taken from Mount Kıra and alluvial soil taken from stream bed were used in this research. Mikostar BTH-100 was used as mycorrhizae and DKC-5783 as maize cultivar. With mycorrhizal inoculation differences in terms of the above ground plant dry weight, Fe, Cu, and Mn contents at %1 significance level were determined. The effects of phosphorus doses applications on the above ground plant dry weights were statically significant.

Keywords: Mycorrhizae, maize, phosphorus, alluvial and volcanic soil

Giriş

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. Bitkiler ile toprak mikroorganizmaları arasında görülen bu ortak yaşam biçimi bilinen diğer simbiyotik

yaşam biçimleri arasında en yaygın, en önemli ve en ilginç olmakla beraber ancak son yıllarda önem kazanmaya başlamış ve üzerinde yapılan çalışma sayısı giderek artmıştır (Martin ve Slater, 2007).

Mikorizanın toprakta bitkiler tarafından alımı yavaş olan besin elementlerini mikorizal infeksiyon sonucu ürettiği hifleri aracılığıyla birkaç kat daha fazla aldığı kontrollü koşullar altındaki denemelerde belirlenmiştir (Sanders ve Tinker, 1973).

* Bu çalışma, HÜBAK tarafından desteklenmiş (Proje No: 14052), Yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Mikorizal hifler kökler gibi davranıp kök bölgesinden çok uzaklardaki besin elementlerini almaktadır (Gerdemann, 1968; Sanders ve Tinker, 1973). Bu yolla geniş miktarda toprak hacmi, geniş hif yüzey alanları tarafından işgal edilmektedir. Mikorizal hif kök bölgesi dışındaki bölgelerden besin elementi aldığı için difüzyon yoluyla olan alımı azaltmış olmaktadır (Bolan, 1991).

Rodriguez ve ark (2011), yaptıkları çalışmada düşük P düzeylerinde AM mantarı ile aşılansmış bitkinin büyümesinin ve P içeriğinin arttığını bildirmişlerdir.

Ortaş (1998), mikoriza ile ilgili yaptığı derlemede şu bilgilere yer vermiştir: Mikoriza mantarı toprakta bitkiler tarafından alımı yavaş olan besin elementlerinin özellikle de fosforun alımını önemli derecede arttırdığı kontrollü koşullar altında seralarda yapılan denemelerde belirlenmiştir. Bitkinin aldığı toplam fosfor içinde mikorizanın katkı payı % 70-80, çinko alımındaki payının ise yaklaşık % 50 olduğu belirlenmiştir (Marschner, 1995).

Mikoriza immobil halde bulunan mikro elementlerin özellikle de çinko, bakır ve manganın alımını önemli oranda arttırmaktadır (Smith ve Read, 1997; George, 2000; Ortaş ve Akpınar, 2006; Ortaş ve Bykova, 2018).

Almaca ve ark. (2013)'nın farklı fosfor dozlarında mikoriza çeşitlerinin tarla koşullarında biber bitkisi verimi ve gelişimi üzerinde yaptıkları araştırmada 20 kg da⁻¹ P₂O₅ uygulanan parselde, tohum aşamasında mikoriza aşılansmasının bitkilerin biber verimini % 5.4 ve % 12.7 düzeyinde arttırdığı, buna karşılık şaşırtma sırasında yapılan yeniden aşılamanın ise % 6 ve % 20.9 oranında arttırdığı belirlenmiştir.

Mukhtiyanta ve ark. (2018)'nin inek gübresi ve mikorizanın soya gelişimine etkisi üzerine yaptıkları araştırmada mikorizanın, üretken dal sayısı, 100 tohumun ağırlığı, biyokütlenin kuru ağırlığı ve hektar başına soya verimine önemli bir etki sağladığı belirlenmiştir.

Ortaş ve Akpınar (2011), kontrollü koşullarda yaptıkları çalışmada, mikoriza aşılansmasının mısır bitkisinin dokularında bulunan demir konsantrasyonunu önemli oranda arttırdığını belirlemişlerdir

Materyal ve Metod

Araştırmada, Kıra dağından alınan volkanik toprak ve çay yatağı kenarından alınan alüvyal toprak kullanılmıştır. Batman'ın kuzeydoğusunda, ortalama yükseltisi 950 m olan Kıra dağı, coğrafi konum olarak, enlem: 37.941 ve boylam: 41.226 koordinatlarındadır. Kıra dağı, bir dağlık alandan çok volkanik plato özelliğindedir. Deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Topraklar 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Aşılama mikoriza olarak Mikostar BTH-100 (*Glomus intraradices*, *Glomus mosseae*, *Glomus fasciculatum*, *Glomus etunicatum*) kullanılmıştır. Bitki çeşidi olarak mikorizaya bağımlılığı yüksek olan mısır (*Zea mays* L.) bitkisi çeşidi olarak DKC-5783 kullanılmıştır.

Çizelge 1. Volkanik ve alüvyal kökenli toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of volcanic and alluvial soils

	Volkanik Toprak <i>Volcanic soil</i>	Alüvyal toprak <i>Alluvial soil</i>
Saturasyon (%) <i>Saturation</i>	53.6	56.8
pH	7.34	7.06
Tekstür <i>Texture</i>	Killi tın	Killi tın
EC (dS/m)	0.82	1.44
CaCO ₃ (%)	4.1	10.6
Organik madde (%) <i>Organic matter</i>	2.3	2.0
K (kg da ⁻¹)	14.3	15.60
P (kg da ⁻¹)	0.13	0.15

Denemede kullanılan topraklar 5 mm'lik elekten geçirilmiştir. 7 kg kapasiteli her saksıya 6 kg toprak konulmuştur. Fosfor dozları 0, 3, 6 ve 9 kg da⁻¹ P₂O₅ olarak alınıp bu uygulamalara mikoriza eklenmiş ve eklenmemiş haliyle üçer tekerrür olarak deneme kurulmuştur. Mikoriza inokulantı, tohum yatağının 2 cm altına gelecek şekilde toprağa uygulandıktan sonra üzerine bir miktar toprak örtülmüş sonra tohumlar ekilmiş daha sonra tekrar üzerine uygun

miktarda toprak ilave edilerek ekim işlemi tamamlanmıştır. Bu işlemler iki farklı toprakta ayrı ayrı yürütülmüştür. Fosfor dozu uygulamalarında gübre olarak Triple Süperfosfat kullanılmıştır. Azot gübrelemesi 12 kg da⁻¹ N olacak şekilde Amonyum nitrat kullanılarak yapılmıştır. Daha sonra saksılar saf su ile sulanmıştır. Her saksıya ekilen 4'er tohum, çimlenmeden sonra (2-3 yapraklı safha) her saksıda 2 bitki kalacak biçimde seyreltme yapılmıştır. Çevresel koşullardan kaynaklanabilecek farklılıkları minimize etmek için, aralıklarla saksıların yerleri değiştirilen denemede, deneme süresince bitkilerin ihtiyacına ve iklim koşullarına bağlı olarak sulama yapılmıştır.

Yetiştirilen bitkiler vejetatif gelişmesini tamamladıktan sonra toprak yüzeyinden 1 cm yükseklikten hasat edilmiştir. Kökler topraktan itina ile ayıklanarak mikorizal enfeksiyon analizi belirlemek amacıyla plastik bir kap içine alınıp etil alkol içerisinde muhafaza edilmek üzere konulmuştur. Bitkilerin toprak üstü aksamları 65 °C'de etüvde kurutulup kuru madde ağırlıkları belirlenmiştir. Kurutulmuş toprak üstü aksamı daha sonra öğütülerek analizlere hazır hale getirilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Sera koşullarında, mikorizalı (+M) ve mikorizasız (-M) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait veriler Çizelge 2. ve Çizelge 3.'de verilmiştir.

Çizelge 2 ve Çizelge 3, incelendiğinde, toprak çeşitlerinin mikoriza enfeksiyon yüzdesine etkisi olmamıştır. Toprak çeşidi, bitkinin fosfor içeriğine çok önemli düzeyde etki etmiştir. Mikoriza uygulaması, bitkinin Ca, Mg, Fe, Cu, ve Mn gibi mikro element içeriğini çok önemli düzeyde etkilemiştir. Tek başına mikoriza uygulamasının bitkinin fosfor içeriğine etkisi önemsiz bulunmuştur. Mikoriza uygulamasının bitkinin toprak üstü aksam kuru ağırlığını arttırdığı ve kök enfeksiyon yüzdesini çok önemli düzeyde etkilediği görülmektedir. Mikoriza ve fosfor uygulamasının birlikte yapılması ise bitkinin fosfor içeriğini önemli düzeyde etkilerken, bitki toprak üstü aksam kuru madde verimi ve kök enfeksiyonuna etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 2. Mikoriza ve fosfor dozu uygulamalarında volkanik ve alüvyal kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin toprak üstü aksam ağırlığı, enfeksiyon ve makro element içerikleri

Table 2. The above ground plant weight, infection and macronutrient contents of maize plants grown in the volcanic and alluvial origin soils in mycorrhiza and phosphorus doses applications

Toprak Çeşidi (Soil types)	Mikoriza	P ₂ O ₅ kg da ⁻¹	Toprak Üstü aksam ağı. (g bitki ⁻¹) Above ground plant dry weight (g plant ⁻¹)	İnfeksiyon Infection.	%				
					N	P	K	Ca	Mg
Alüvyal alluvial	-M	0	11.42	10	1.99	0.16	1.53	0.37	0.22
		3	9.43	13	2.20	0.21	1.41	0.34	0.19
		6	10.33	0	2.25	0.19	1.58	0.26	0.17
		9	10.69	10	2.39	0.21	1.74	0.40	0.20
	+M	0	16.46	23	2.25	0.18	1.55	0.39	0.21
		3	16.02	43	2.30	0.17	1.60	0.51	0.25
		6	15.92	20	2.02	0.17	1.36	0.63	0.25
		9	15.77	23	2.25	0.22	1.60	0.50	0.26
Volkanik volcanic	-M	0	10.19	20	1.91	0.11	1.48	0.27	0.13
		3	12.10	10	2.07	0.11	1.38	0.25	0.11
		6	13.03	13	2.18	0.16	1.67	0.20	0.12
		9	11.97	10	1.96	0.17	1.50	0.19	0.11
	+M	0	11.99	30	1.58	0.08	1.57	0.32	0.14
		3	16.07	30	2.22	0.15	1.62	0.24	0.17
		6	15.34	33	2.25	0.16	1.58	0.43	0.19
		9	17.65	30	2.25	0.2	1.60	0.44	0.18

Çizelge 2'nin Devamı

±SEM	0.66	5.6	0.12	0.01	0.06	0.03	0.01
Varyasyon Kaynakları <i>Sources of variation</i>							
Toprak Çeşidi <i>Soil types</i>	Ö.D	Ö.D	*	**	Ö.D	**	**
Mikoriza (M) <i>Mycorrhiza</i>	**	**	Ö.D	Ö.D	Ö.D	**	**
P ₂ O ₅	*	Ö.D	**	**	Ö.D	Ö.D	Ö.D
Toprak Çeşidi* Mikoriza <i>Soil types* Mycorrhiza</i>	**	Ö.D	Ö.D	*	*	Ö.D	Ö.D
Toprak Çeşidi* P ₂ O ₅ <i>Soil types* P₂O₅</i>	**	Ö.D	Ö.D	**	*	Ö.D	Ö.D
Mikoriza* P ₂ O ₅ <i>Mycorrhiza* P₂O₅</i>	Ö.D	Ö.D	Ö.D	*	**	**	**
** : P<0.01 düzeyinde çok önemli	Ö.D: Önemli Değil						
* : P<0.05 düzeyinde önemli	±SEM: Standart hata						

Çizelge 3. Mikoriza ve fosfor dozu uygulamalarında volkanik ve alüvyal kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin mikro element içerikleri

Table 3. Micronutrient contents of maize plants grown in the volcanic and alluvial origin soils in mycorrhiza and phosphorus doses applications

Toprak Çeşidi (<i>Soil types</i>)	Mikoriza (<i>Mycorrhiza</i>)	P ₂ O ₅ kg da ⁻¹	mg kg ⁻¹				
			Fe	Zn	Cu	Mn	
Alüvyal <i>Alluvial</i>	-M	0	116.7	16.7	17.0	31.3	
		3	73.0	20.3	17.3	41.7	
		6	63.3	15.0	16.3	29.0	
		9	59.3	15.3	17.3	32.7	
	+M	0	167.7	14.0	17.0	43.7	
		3	136.7	15.7	17.7	39.7	
		6	157.3	16.3	18.0	44.7	
		9	129.7	19.0	18.0	40.3	
Volkanik <i>Volcanic</i>	-M	0	127.0	14.3	16.3	47.3	
		3	58.0	7.7	15.7	34.3	
		6	60.7	10.0	16.3	38.0	
		9	108.3	9.3	16.0	36.3	
	+M	0	76.3	12.0	17.3	47.0	
		3	87.7	12.0	17.0	37.0	
		6	101.7	9.0	18.0	64.0	
		9	85.0	7.3	18.3	69.7	
±SEM			5.8	1.0	0.6	3.0	
Varyasyon Kaynakları <i>Sources of variation</i>							
Toprak Çeşidi <i>Soil types</i>			**	**	Ö.D	**	
Mikoriza (M) <i>Mycorrhiza</i>			**	Ö.D	**	**	
P ₂ O ₅			**	Ö.D	Ö.D	*	
Toprak Çeşidi* Mikoriza <i>Soil types* Mycorrhiza</i>			**	Ö.D	Ö.D	*	
Toprak Çeşidi* P ₂ O ₅ <i>Soil types* P₂O₅</i>			**	**	Ö.D	**	
Mikoriza* P ₂ O ₅ <i>Mycorrhiza* P₂O₅</i>			**	Ö.D	Ö.D	*	
** : P<0.01 düzeyinde çok önemli	Ö.D: Önemli Değil						
* : P<0.05 düzeyinde önemli	±SEM: Standart hata						

Mikorizalı (+M) ve mikorizasız (-M) ortamlarda artan fosfor dozu uygulamalarının alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda

yetiştirilen mısır bitkisine ait verilerin istatistiksel değerlendirilmesi ve gruplandırılması Çizelge 4.'de verilmiştir.

Çizelge 4, incelendiğinde alüvyal ve volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen bitkilerin kök enfeksiyon yüzdeleri, bitkinin toprak üstü aksam kuru ağırlığı, potasyum ve bakır içerikleri yönünden iki toprak arasında istatistiksel fark olmamıştır. Alüvyal kökenli toprakta yetiştirilen bitkilerin volkanik kökenli toprakta yetiştirilen bitkilere oranla topraktan daha fazla N, P, Ca, Mg, Fe ve Zn besin elementlerini kaldırdıkları görülmektedir. Alüvyal kökenli toprakta yetiştirilen bitkilerin Mn içerikleri daha az bulunmuştur.

Mikoriza aşılmasının etkileri incelendiğinde, mikoriza aşılması bitkilerin kök enfeksiyon yüzdesini ve bitki üst aksam

kuru ağırlığını önemli derecede artırmıştır. Mikoriza aşılması yapılan bitkiler, mikoriza aşılması yapılmayan bitkilere oranla topraktan daha fazla Ca, Mg, Fe, Cu ve Mn besin elementlerini kaldırdıkları görülmektedir. Mikoriza aşılması bitkilerin N ve K içeriğini çok çok az artırmış, Zn içeriğini ise azaltmıştır. Mikoriza aşılmasının bitkilerin P içeriğine etkisi olmamıştır.

Artan fosfor dozu uygulamaları ile birlikte bitkilerin üst aksam kuru ağırlığı ve fosfor içeriği önemli derecede artmıştır. Artan fosfor dozu uygulamaları, bitkilerin K, Ca, Mg, Zn ve Cu içeriklerine anlamlı bir etkiye bulunmamıştır.

Çizelge 4. Mikoriza ve fosfor dozu uygulamalarında volkanik ve alüvyal kökenli topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait verilerin istatistiksel değerlendirilmesi ve gruplandırılması
Table 4. Statistical evaluation and grouping of data of maize plants grown in the volcanic and alluvial origin soils in mycorrhiza and phosphorus doses applications

Uygulama Application	Toprak Üstü aksam ağı. (g bitki ⁻¹) Above ground plant dry weight (g plant ⁻¹)	İnfeksiyon. Infection	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
Alüvyal toprak Alluvial soil	13.25	18	2.21 ^b	0.19 ^b	1.55	0.43 ^b	0.22 ^b	113.0 ^b	16.5 ^b	17.3	37.9 ^a
Volkanik toprak Volcanic soil	13.54	22	2.05 ^a	0.14 ^a	1.55	0.29 ^a	0.14 ^a	88.1 ^a	10.2 ^a	16.9	46.7 ^b
Mikoriza Mycorrhiza											
-M	11.14 ^a	11 ^a	2.12	0.16	1.54	0.29 ^a	0.15 ^a	83.3 ^a	13.6	16.5 ^a	36.3 ^a
+M	15.65 ^b	29 ^b	2.14	0.16	1.56	0.43 ^b	0.21 ^b	117.8 ^b	13.2	17.7 ^b	48.3 ^b
P ₂ O ₅ kg da ⁻¹											
0	12.51 ^a	21	1.93 ^a	0.13 ^a	1.53	0.34	0.18	121.9 ^b	14.3	16.9	42.3 ^b
3	13.41 ^{ab}	24	2.20 ^b	0.16 ^b	1.5	0.34	0.18	88.8 ^a	13.9	16.9	38.2 ^a
6	13.65 ^{ab}	17	2.17 ^b	0.17 ^b	1.54	0.38	0.18	95.8 ^{ab}	12.6	17.2	43.9 ^b
9	14.02 ^b	18	2.21 ^b	0.20 ^c	1.61	0.38	0.19	95.6 ^{ab}	12.8	17.4	44.8 ^b

Mikoriza aşılması yapılan konulardaki bitkilerin toprak üstü aksam kuru ağırlığı, mikoriza aşılması yapılmayan bitkilere göre istatistiksel açıdan önemli bir artış göstermiştir. Bu artış, buğday (*Triticum aestivum* var. swift) bitkisiyle çalışan ve arbusküler mikoriza mantarı *Glomus intraradices* ile aşılana bitkilerin aşılama yapılmayanlara göre önemli ölçüde daha yüksek kuru ağırlığa sahip olduğunu ifade eden Mohammed ve ark. (2004)'nın bulgularıyla aynı doğrultudadır.

Yürütülen bu çalışma, mikorizanın kök enfeksiyonunu artırması yönünden daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Karaca (2008) ve Akpınar (2011) yaptıkları çalışmalarda mikoriza uygulamasının mısır bitkisinin kök enfeksiyon yüzdesini önemli ölçüde artırdığını rapor etmişlerdir.

Mikorizanın bitki bakır içeriğini artırması yönünden elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Li ve ark. (1991), yaptıkları

çalışmada, kontrollü koşullar altında, mikoriza aşılmasının mısır bitkisinin dokularındaki bakır içeriğini arttırdığını rapor etmişlerdir.

Elde edilen sonuçlar mikorizanın bitkinin mangan içeriğini arttırması yönünden daha önce yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Mikoriza immobil halde bulunan mikro elementlerin özellikle de çinko, bakır ve manganın alımını önemli oranda arttırmaktadır (Smith ve Read, 1997; George, 2000; Ortaş, 2003; Ortaş ve Akpınar, 2006).

Sonuç

Mikoriza aşılmasıyla bitkilerin toprak üstü aksam kuru ağırlığında önemli derecede artış olmuştur. Artan fosfor dozlarıyla birlikte her iki toprakta, hem mikorizalı hem de mikorizasız ortamda bitkilerin toprak üstü aksam kuru ağırlıklarında belirgin artışlar sağlanmıştır. Mikoriza ve artan fosfor dozu uygulamalarının birlikte yapılmasının bitki üst aksam kuru ağırlığına etkisi ise önemsiz bulunmuştur.

Mikoriza aşılması bitki kök infeksiyon yüzdesini istatistiksel açıdan önemli ölçüde artırmıştır. Ancak Ortaş ve ark. (1999)'un çalışmalarındaki %40-71 düzeyindeki infeksiyon değerlerine ulaşamamıştır. Kontrol uygulamalarında mikoriza aşılması yapılmamasına rağmen yetiştirme ortamlarının steril edilmemesi ve buna bağlı olarak ortamdaki doğal mikorizanın elimine edilmemesi sonucu kök infeksiyonuna düşük oranda rastlanmıştır. Bu durum özellikle topraktan endomikoriza türlerinin izolasyonu için konukçu bitki olarak kullanılan bitkiler için normal bir durumdur. Artan fosfor dozu uygulamalarında mikorizanın kökle infekte olma yüzdesinde önemsiz düzeyde de olsa biraz düşüş olduğu gözlemlenmiştir.

Bitkilerin fosfor içerikleri incelendiğinde mikoriza uygulamasının bitkilerin fosfor içeriğine herhangi bir etkisi olmamıştır. Bunun nedeni, mikoriza kök infeksiyon değerlerinin beklenenden düşük olması olabilir. Artan fosfor dozu uygulamalarıyla bitkilerin fosfor içeriklerinde belirgin bir artış görülmüştür. Mikoriza ve artan fosfor dozu uygulamalarının birlikte yapılması bitkilerin fosfor içeriğinde artış sağlamıştır. Alüvyal

kökenli topraklarda yetiştirilen bitkiler, volkanik kökenli topraklarda yetiştirilen bitkilere oranla topraktan daha fazla miktarda fosfor kaldırmıştır. Bitkilerin azot ve potasyum içerikleri incelendiğinde mikoriza uygulamasının bitkilerin azot ve potasyum içeriğine etkisi olmamıştır. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının birlikte yapılması bitki potasyum içeriğini artırmış, azot içeriğine etkisi olmamıştır.

Mikro elementlerin alımında mikoriza uygulamasıyla, çinko hariç artma görülmüştür. Bitkilerin çinko içerikleri mikoriza uygulamasıyla önemsiz bir azalma göstermiştir. Denemede elde edilen bulgular sonucunda; her geçen gün önemi ve üretimi artan mısır bitkisi mikorizaya bağımlı olup buna uygun yetiştirme politikaları izlenerek bu bitkinin konukçu bitki olarak ileride kurulacak denemeler için de kullanılması tavsiye edilebilir.

Düşük kök infeksiyon değerlerinde bile mikoriza, bitki gelişiminde ve besin elementleri alımında artış sağlamıştır. Kök infeksiyonu yetersiz düzeyde olduğundan dolayı bazı bitki besin elementleri alımında mikorizanın etkisi olmamıştır.

Sonuç olarak bu veya benzer çalışmaların tarla koşullarında da yürütülmesi gerekmektedir. Ancak tarla koşullarındaki çalışmalardan sonra belirlenecek olan sonuçlara göre çiftçilere önerilerde bulunulabilir.

Kaynaklar

- 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, 185 sayfa, Adana.
- Almaca, A., Almaca, N. D., Söylemez, S. and Ortaş, İ. 2013. The effects of mycorrhizal species and different doses of phosphorus on pepper (*Capsicum annuum* L.) yield and development under field conditions. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.11 (3&4): 647-651.
- Bolan, N. S., 1991. A Critical Review on The Role of Mycorrhizal Fungi In Uptake

- of Phosphorous By Plants. *Plants and Soil*, 134,53-63.
- George, E., 2000. Nutrient Uptake, Contributions of Arbuscular Mycorrhizal Fungi to Plant Mineral Nutrition. In: *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*. Eds. By Kapulnik and D.D. Douds, Jr. Kluwer academic Publishers. London.
- Gerdemann, J. W., 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. *Annual Review of Phytopathology*, 6: 397-418.
- Karaca, H., 2008. Mikoriza ve elementer kükürtün bitki tarafından fosfor alımına etkisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 90 sayfa, Adana.
- Li, X. L., Marschner, H. and George, E., 1991. Acquisition of phosphorus and copper by VA-mycorrhizal hyphae and root-to-shoot transport in white clover. *Plant and Soil* 135, 49-57.
- Marschner, H., 1995. *Mineral Nutrition of High Plants*. Second Edition. Academic Press, London.
- Martin, F. and Slater, H., 2007. An evolving host for mycorrhizal research. *New Phytologist*, Volume 174, Number 2, April 2007, pp. 225-228.
- Mohammed, A., Mitra, B. and Khan, A.G., 2004. Effects of sheared-root inoculum of *Glomus intraradices* on wheat grown at different phosphorus levels in the field. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.103(1) p.245- 249.
- Mukhtiyanta, M, N, A., Samanhudi, Yunus, A., Pujiasmanto, B, and Minardi, S., 2018. Effectiveness of cow manure and mycorrhiza on the growth of Soybean. *OP Conference Series Earth and Environmental Science* 142(1):012065.
- Ortaş, İ., 1998. Toprak ve Bitkide Mikoriza. Workshop. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Adana.
- Ortaş, İ., Ergün, B., Ortakçı, D., Ercan, S. Ve Köse, Ö.1999. Mikoriza Sporlarının üretim tekniği ve tarımda kullanım olanakları Tr. J. of Agriculture and Forestry 23 (Ek Sayı 4), 959-968.
- Ortaş, İ., 2003. Effect of Selected Mycorrhizal Inoculation on Phosphorus Sustainability in Sterile and Non-sterile Soils in the Harran Plain in South Anatolia. *Journal of Plant Nutrition*, 26, 1: 1-17.
- Ortaş, İ. and Akpınar, C., 2006. Response of Kidney Bean to Arbuscular Mycorrhizal Inoculation and Mycorrhizal Dependency in P and Zn Deficient Soils. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant*, 56:101–109.
- Ortaş, İ. and Akpınar, C., 2011. Response of Maize Genotypes to Several Mycorrhizal Inoculums in Terms of Plant Growth, Nutrient Uptake and Spore Production. *Journal of Plant Nutrition*, 34 (7):970–987.
- Ortaş, İ and Bykova, A., 2018. The Effect of Mycorrhiza Inoculation and Phosphorus Application on Phosphorus Efficiency of Wheat Plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 49(10):1199-1207.
- Rodriguez-Romero, A.S., Azcon, R. and Jaizme-Vega, M.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.
- Sanders, F. E. and Tinker, P. B., 1973. Phosphate flow into mycorrhizal roots. *Pesticide Sci.*, 4: 423-442.
- Smith. S. E. and Read, D. J., 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, London, pp. 453-469.