

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Çinko, Tuz ve Mikoriza Uygulamalarının Mısırın Gelişimi ile P ve Zn Alımına Etkisi

Ferit SÖNMEZ^{1*}, Fatih ÇİĞ², Murat ERMAN², Şefik TÜFENKÇİ¹

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Van

² Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Van

*e-posta: ferit_sonmez35@hotmail.com

Özet: Tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerin gelişimi ve besin element alımı önemli farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmada tuz uygulaması yapılan ve yapılmayan koşullar (0, 100 mg Na Cl/kg) ile artan çinko uygulamaları (0, 25, 50 mgZn/kg)'nin mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda mısırın gelişim kriterleri ile fosfor ve çinko alımına etkisi araştırılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak iklim odasında yürütülmüştür. Çalışma sonunda mikoriza aşılmasının mikorizasız uygulamalara göre yaş ağırlık, kuru ağırlık, fosfor ve çinko içeriğinde önemli düzeyde artış sağladığı belirlenmiştir. Tuz uygulaması ile bitki boyu ve yaş ağırlıkta azalma, fosfor alımında ise artış olduğu görülmüştür. Çinko uygulamalarına bağlı olarak da bitki boyu, yaş ağırlık ve kuru ağırlık ile fosfor ve çinko içeriğinin arttığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çinko, Fosfor, İnteraksiyon, Mikoriza, Tuzluluk,

Effects of Zinc, salt and Mycorrhiza Applications on the Development and the Phosphorus and Zinc Uptake of Maize

Abstract: Growth and nutrient uptake of plants grown in saline soils vary considerably. In this study, the development criteria and the phosphorus and zinc uptake of maize were investigated on salt applied and untreated (0 and 100 mg Na Cl kg⁻¹); increasing zinc applications (0, 25, 50 mg Zn kg⁻¹) and mycorrhizal and non-mycorrhizal conditions. The study was conducted in a climate chamber according to a randomized block design with three replications. At the end of the study, it was determined that mycorrhiza inoculated applications provided a significant increase in fresh weight, dry weight, phosphorus and zinc contents compared to the non-mycorrhizal applications. With the application of salt, there was a reduction in fresh weight and plant height, but an increase in phosphorus uptake. Based on the zinc applications, the plant height, fresh weight and dry weight were increased as well as with the content of phosphorus and zinc.

Key words: Interaction, Mycorrhiza, Phosphorus, Salinity, Zinc

Giriş

Tarım alanlarında tuzlulaşma, üretimi sınırlayan önemli bir sorundur. Buna bağlı olarak tarımsal üretime uygun topraklar giderek azalmaktadır. Bu durum tuzlu alanlardan tarımsal üretim için faydalanılmasını zorunlu kılmaktadır. Tuzluluk, bitki gelişimi ve verim üzerine zararlı etkisinin yanı sıra su kalitesinin düşmesine ve ayrıca topraklarda sedimentasyon problemlerine yol açarak toprak erozyonuna neden olmaktadır (Ali 2011).

Türkiye topraklarının tuzluluk ve alkalileşme sorunu olan arazilerinin alan ve yüzde dağılımı incelendiğinde, bazı tuza dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesine imkan veren hafif tuzlu toprakların kapladığı alan 614657 ha ile tüm arazilerimizin % 0.8'ini; üretime imkan vermeyen tuzlu toprakların kapladığı alan, 504603 ha ile % 0.6'sını; alkali toprakların kapladığı alan, 8641 ha ile % 0.01'ni; hafif tuzlu-alkali toprakların kapladığı alan, 123863 ha ile % 0.2'sini; tuzlu alkali toprakların kapladığı alan, 264956 ha ile % 0.3'ünü oluşturmak üzere toplamı 1518722 ha olup, arazi varlığı içindeki payı % 2 düzeyindedir. Bu sulumaya uygun arazilerin yaklaşık % 32.5'ine denktir (Anonim 2011).

Çözünebilir tuzlar, bitkiler tarafından kolayca alınabilmektedir. Bitki bünyesine giren tuz, bileşiklerin çeşidine ve miktarına göre belli bir konsantrasyonu aşınca beslenme ve metabolizmayı bozmak yoluyla bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Alparslan ve ark. 1999; Ekmekci ve ark. 2005). Toprakta tuz konsantrasyonunun artması, bitkinin topraktan su alımının güçleşmesine, toprağın yapısını bozarak bitki gelişiminin yavaşlamasına hatta ileri safhalarda bitki gelişimini durdurarak ölümüne neden olmaktadır (Kanber ve ark. 1992; Güngör ve Erözel 1994). Toprak içerisinde yeterli miktarda su bulunmasına rağmen, bazı koşullar altında bitkilerin solmaya başladıkları görülmüştür. Bu durum genellikle yüksek toprak tuzluluğunun sebep olduğu "fizyolojik kuraklık" durumundan kaynaklanmaktadır. Fizyolojik kuraklık durumunda, yüksek ozmotik basınç nedeniyle bitki kökleri topraktaki mevcut suyu alamamaktadır (Ayyıldız 1990). Tuz stresine maruz kalan bitkilerde protein sentezi, enerji, lipid metabolizması, fotosentez ve büyüme gibi bitki fonksiyonları olumsuz etkilenmektedir (Ramoliya ve ark. 2004; Parida ve ark. 2004).

Bitkisel üretim için tuzluluğa karşı alternatif uygulamalar yapılmaktadır Bu alanda yapılan çalışmalardan biri mikoriza kullanımınıdır. Mikoriza bitkinin tuza karşı direncini artırmakta (Burke ve ark. 2003; Tain ve ark. 2004; Rabie ve Almadini 2005), ve dolayısıyla mikoriza tuzlu topraklarda bio-düzenleyici olarak görev yapmaktadır (Tain ve ark. 2004; Yano-Melo ve ark. 2003).

Mikoriza uygulanmış topraklarda yetiştirilen bitkilerde verim artışı yanı sıra fosfor başta olmak üzere çinko, demir ve diğer besin element içerikleri artmaktadır (Tüfenkci ve ark. 2006; İnal ve Güneş 2008). Tuzlu koşullar altında mikorizanın etkinliği ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda mikorizal birlikteliğin bitkilerin K^+ ve Na^+ taşıyıcıları ile taşıma için gerekli gücü sağlayan H^+ pompalarını aktive ettiği belirlenmiştir. Ayrıca hücre içi bölmelerden ve apoplastan Ca^{+2} 'un geçişini artırarak tuzluluğa karşı direnci yükseltmektedir (Rabie ve Almadini 2005).

Tuzlu alanlarda yetiştiricilikte uygulanan bir diğer koruyucu veya yardımcı uygulama yetiştiricilik esnasında toprağa çinko uygulamasıdır (Khoogar ve ark. 1999; AbdEl-Hady 2007; Saleh ve ark. 2009). Alpaslan ve ark. (1999) tuzlu alanlarda çinko uygulamasının, sodyum ve klorun bitkiler üzerine olan olumsuz etkisini azalttığını bildirmişlerdir. Çinko, bitkiler tarafından Zn^{+2} formunda alınmakta ve bitkide birçok metabolik olaya katılmaktadır (Kacar ve Katkat 2006). Bitkilerin çinko alımı üzerine bitki çeşidi yanı sıra başta toprak pH'sı olmak üzere toprakların organik madde içeriği, yarıyıllı fosfor içeriği, su içeriği, toprak sıcaklığı ve diğer elementler (Kacar ve Katkat, 2006) ile toprakların tuzlulaşması etki etmektedir. Toprakların tuzlulaşması, toprak çözeltisindeki çinko konsantrasyonunun azalmasına neden olmaktadır (Khoshgoftar ve ark. 2004; Khoshgoftarmanesh ve ark. 2006). Bu durum kök bölgesinde tuz iyonlarının kök yüzeyinde Zn^{+2} ile güçlü rekabete neden olarak çinkonun alımını azaltmaktadır (AbdEl-Hady 2007). Çinko noksanlığı durumunda bitkinin kök hücre membranının geçirgenliği artmakta (Marschner ve Cakmak 1986; Parker ve ark. 1992) ve dolayısıyla tuzlu alanlarda yetişen bitkilerin köklerinde sodyum ve klorun miktarının artması ile diğer besin elementlerinin alım miktarı düşmektedir. Buna bağlı olarak çinko uygulaması tuzluluğun olumsuz etkisini azaltmaktadır.

Bu çalışmada mısır bitkisinin gelişimi ile fosfor ve çinko alımı üzerine tuz, mikoriza ve çinko uygulamalarının etkileri belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Deneme 2010 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne ait İklim odasında kontrollü koşullar altında yürütülmüştür. Deneme; tuz, mikoriza ve çinko uygulamasının mısırın gelişimi ile P ve Zn alımına etkisini belirlemek amacıyla faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada 3 kg'lık saksılar kullanılmıştır. Çalışmada tuz olarak NaCl (0, 100 mg/kg), ve çinko olarak $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (0, 25 ve 50 mgZn/kg) uygulanmıştır. Mikorizalar, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma bölümünden temin edilerek, OM/95 *Glomus intraradici*s (*GI*); toprak, kök, misel ve spor karışımından her tohuma 10 g gelecek şekilde saksılara uygulanmıştır (Demir ve Onoğur 1999). Her saksıya 3 tohum ekilmiş, çıkışlar tamamlandıktan sonra bir bitki bırakılmıştır. İklim odasında mısırlar $23 \pm 1^{\circ}C$ 'de 12 saat gündüz, 12 saat gece ve 800 lux ışık yoğunluğunda ve deneme süresince saf su ile sulanarak yetiştirilmiştir. Denemede Isidoro (AG 9241) tek melez hibrit mısır (*Zea mays* L.) çeşidi kullanılmıştır. Denemeye 12.09.2010'da başlanılmış ve 13.11.2010'da sonlandırılmıştır. Denemeye 8 hafta devam edilmiş, deneme sonunda bitki örnekleri toprak

üstünden kesilerek bitki boyu ve yaş ağırlık belirlendikten sonra sabit ağırlığa gelinceye kadar 65⁰C'de kurularak kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Sabit ağırlığa gelen örnekler öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Bitki örneklerinde toplam fosfor; sarı renk yöntemine göre spektrofotometrik olarak, toplam çinko; kuru yakma sonucu elde edilen süzüklerde Kacar ve İnal (2008)'a göre Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde belirlenmiştir.

Denemede kullanılan toprak örneği uygun koşullarda kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilip analiz süresince muhafaza edilmiştir ve toprak örneklerinde tekstür, toprak reaksiyonu, total tuz, kireç, organik madde, azot, alınabilir fosfor, ekstrakte edilebilir Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum ve yarayışlı mikro elementler Kacar (2009)'ın belirttiği şekilde belirlenmiştir.

Denemede kullanılan toprağa ait sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme toprağına ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

Tekstür sınıfı	pH	Tuz	Kireç	Organik madde	Toplam azot	Yarayışlı fosfor	Ekstrakte edilebilir						
							K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	(1:2.5)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
Kumlu-killi-tın	8.34	0.07	18.4	1.89	0.11	8.98	370	0.58	121	7.3	6.2	1.4	3.6

Denemede kullanılan toprak kumlu-killi-tın bünyeli, alkalın, tuzsuz, organik maddece zayıf, kireçli, azot ve fosfor içerikleri orta, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, mangan çinko ve bakır içeriklerinin ise yeter değerler içerisinde yer aldığı belirlenmiştir (Aydeniz 1985).

Elde edilen bulgular Kacar (2009) tarafından verilen yeterlilik grupları dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Deneme sonunda test edilen gelişim kriterlerinden bitki boyu üzerine çinko uygulaması $P<0.05$, mikoriza uygulaması $P<0.01$ düzeyinde ve tuz uygulaması $P<0.001$ düzeyinde önemli etkide bulunmuştur. İnteraksiyonların etkisi önemsiz olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2'de görüleceği üzere çinko uygulamaları ile bitki boyu artmış ve en yüksek değer çinkonun 50 mg/kg uygulamasında 41.0 cm olarak elde edilmiştir. Kontrole göre % 15.8 oranında artış elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması sonucunda bitki boyu 40.6 cm olmuş ve mikoriza uygulanmayan bitkilere göre % 13.4'lük bir fark elde edilmiştir. Tuz uygulaması bitki boyunda % 21.1'lik gibi önemli bir azalmaya neden olmuştur.

Yaş ağırlık üzerine mikoriza ve çinko uygulamalarının etkileri $P<0.05$ düzeyinde; tuz uygulamasının etkisi ise $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyonların etkisi önemsiz olarak belirlenmiştir.

Mikoriza uygulanmış bitkilerin uygulama yapılmayan bitkilere göre yaş ağırlıkta % 24.2'lik gibi bir artış sağladığı görülmüştür. Çinkonun 50 mg/kg uygulaması kontrole göre % 42.1'lik bir artış sağlarken, 25 mg/kg uygulamasına göre % 21'lik önemli bir artış sağlamıştır. Çinko dozları arasında ise % 17.4'lük bir fark elde edilmiş, ama bu fark önemsiz olarak belirlenmiştir. Tuz uygulamasına bağlı olarak yaş ağırlıkta % 40.6'lık bir azalma belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu durum muhtemelen tuz stresine maruz kalan bitkilerin yaprak gelişiminin olumsuz etkilenmesi ve erken olgunlaşmaya (Maas ve Poss, 1989) gitmesinden kaynaklanmış olabilir.

Yapılan istatistiksel analiz sonucu kuru ağırlık üzerine mikoriza uygulamasının $P<0.05$ düzeyinde, çinko uygulamasının ise $P<0.01$ düzeyinde etki ettiği belirlenmiştir. Tuz uygulaması ve interaksiyonların etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Tuzsuz koşullarda Mikoriza uygulamasının bitki boyunda en yüksek değerleri verdiği, tuzlu koşullarda tuzluluğun neden olduğu olumsuz etkinin özellikle 50 mg/kg çinko uygulamasında daha hafif olduğu görülmüştür. Benzer sonuç, hem yaş ağırlıkta hem de kuru ağırlıkta belirlenmiştir (Şekil 1).

Çizelge 2. Uygulamaların bitki boyu, yaş ağırlık, kuru ağırlık, fosfor ve çinko içeriklerine etkisi.

Uygulamalar	Bitki boyu (cm)	Yaş ağırlık (g/bitki)	Kuru ağırlık (g/bitki)	Fosfor (ppm)	Çinko (ppm)	
<i>Mikoriza</i>						
Aşılı	40.6	6.315 a	0.759 a	3118 a	30.8 a	
Aşısız	35.8	5.085 b	0.607 b	2454 b	24.2 b	
<i>Tuz (mg/kg)</i>						
0	41.8 a	6.663 a	0.752	2423 b	28.6	
100	34.5 b	4.737 b	0.615	3149 a	26.4	
<i>Çinko (mg/kg)</i>						
0	35.4 b	4.709 b	0.533 b	2513 b	23.5 b	
25	38.1 ab	5.699 ab	0.691 ab	2762 ab	25.9 b	
50	41.0 a	6.691 a	0.825 a	3065 a	33.0 a	
Mikoriza	1	8.04 **	4.63 *	4.61 *	11.74 **	14.77 ***
Çinko	2	3.62 *	4.01 *	576 **	2.54 öd	11.09 ***
Tuz	1	18.85 ***	11.36 **	3.76 öd	13.93 **	1.58 öd
Mikoriza x çinko	2	0.01 öd	0.33 öd	0.20 öd	0.79 öd	0.39 öd
Mikoriza x tuz	1	0.63 öd	0.40 öd	0.67 öd	6.13 *	0.02 öd
Çinko x tuz	2	2.15 öd	0.24 öd	0.56 öd	1.56 öd	0.41 öd
Mikoriza x çinko x tuz	2	1.52 öd	0.12 öd	0.27 öd	0.07 öd	0.70 öd

* P <0.05; ** P<0.01; ***P<0.001; öd, önemli değil

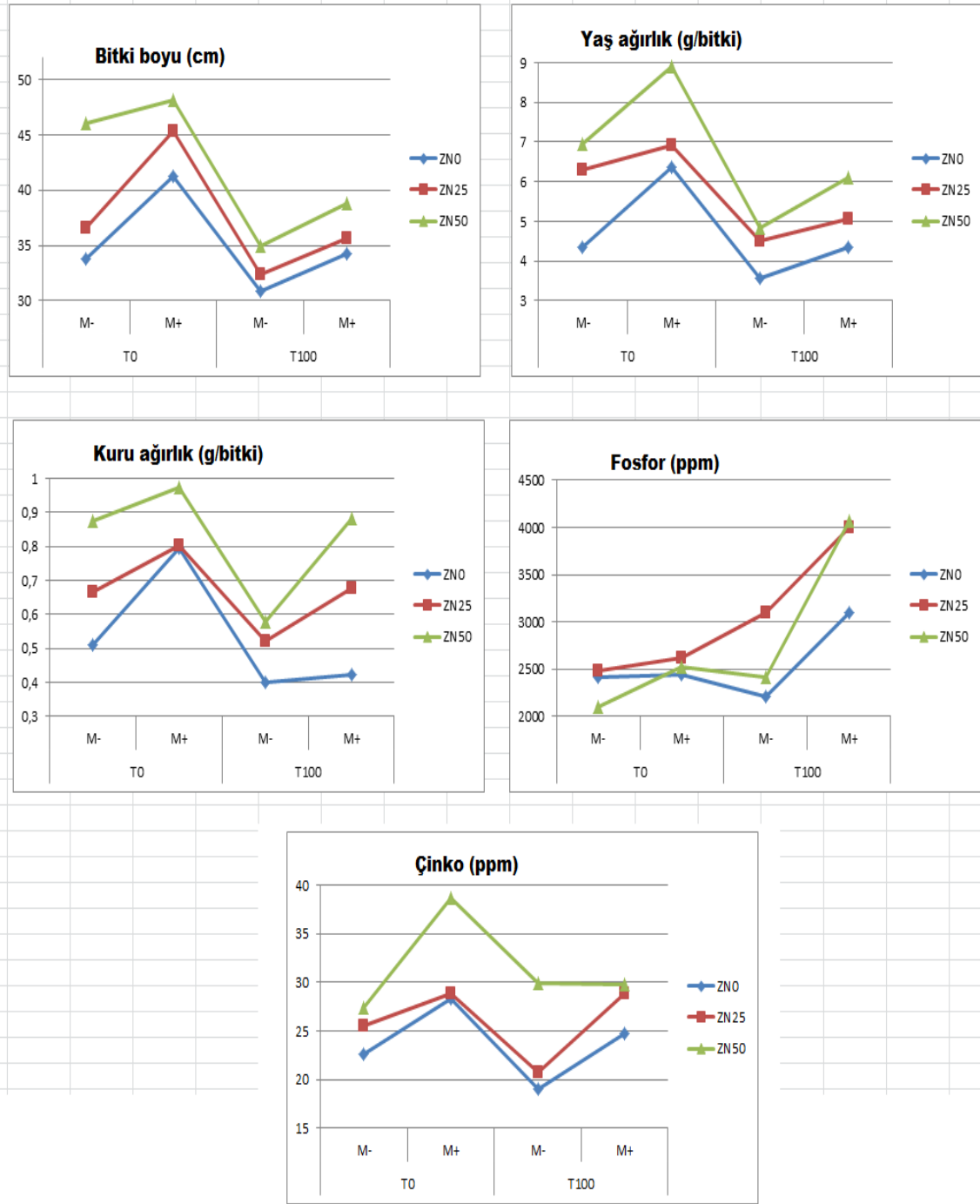
Çinko uygulaması ile kuru ağırlıkta önemli bir artış elde edilmiştir. 50 mg/kg çinko uygulaması kontrole göre % 54'8'lik bir artış sağlarken, 25 mg/kg uygulamasına göre % 19.4'lük artış sağlamıştır. 25 mg/kg çinko uygulaması kontrole göre % 29.6'lık artış sağlamasına karşın aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur. Tuz uygulamasına bağlı olarak kuru ağırlıkta % 22.2'lik bir azalma tespit edilmiş ancak bu azalış önemsiz olarak belirlenmiştir. Mikoriza uygulanmış bitkilerde uygulama yapılmayan bitkilere göre kuru ağırlıkta % 25'lik gibi önemli bir artış sağlanmıştır (Çizelge 2).

Test edilen gelişim kriterlerinde elde edilen sonuçlar yapılan benzer çalışmalar ile uyumluluk göstermektedir (Cantrel ve Linderman 2001; Sannazzaro ve ark. 2006; Colla ve ark. 2008). Gupta ve Rautaray (2005); Seres ve ark. (2006) ve Sheng ve ark. (2009) mısır bitkisinde tuzluluk ile ilgili olarak yaptıkları çalışmalarında tuzluluk artışı ile bitki gelişiminde azalmalar olduğunu bildirmişlerdir.

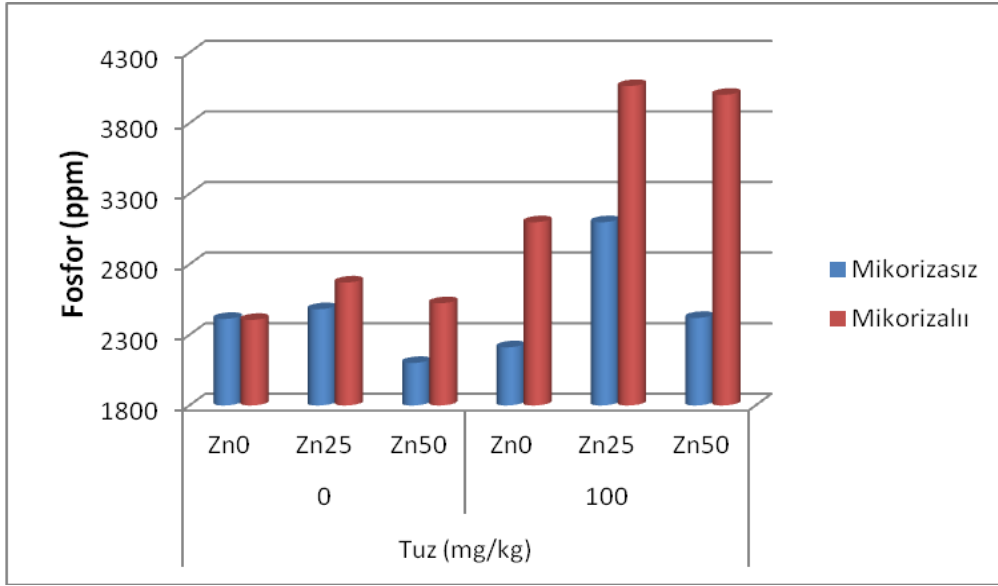
Bitkinin fosfor içeriğine çinko uygulamasının etkisi önemsiz bulunurken, mikoriza ve tuz uygulamalarının P<0.01 düzeyinde önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir. Mikoriza x tuz interaksyonu P<0.05 düzeyinde etkide bulunmuştur.

Çizelge 2'de görüleceği üzere mikoriza uygulaması bitkinin fosfor içeriğini % 27 düzeyinde artırmıştır. Mikorizanın bitkinin fosfor alımını artırdığı yapılan bir çok araştırma ile ortaya konulmuştur (Tüfenkci ve ark. 2006; Giri ve ark. 2003). Mikorizanın besin elementi alımındaki etkinliği hifleri aracılığıyla köklere besin elementi sağlamanın yanı sıra (Dixon ve ark. 1993; Giri ve Mukerjii 2004) besin elementi taşınımını desteklemek (Sharifi ve ark. 2007) ve bitkide antioksidan ürünlerin üretimini teşvik (Alguacil ve ark. 2003) ile daha iyi bir beslenme koşulları oluşturmak şeklinde ortaya çıkmaktadır.

Çalışmada mikoriza x tuz interaksyonunun fosfor alımını üzerine etkide bulunduğu Çizelge 2'de görülmektedir. Bu durum muhtemelen tuzlu koşullarda mikorizanın bitki gelişimindeki olumlu işlevlerinden (Tüfenkçi ve ark. 2006) ve bitkinin asit fosfataz ile ATP'az enzimlerindeki artış (Patil ve Chavan 2011) ile fosfor alımındaki iyileşmelere bağlı olarak gerçekleşmektedir.



Şekil 1. Uygulamaların bitki boyu, yaş ağırlık, kuru ağırlık, fosfor ve çinko içeriklerine etkisi Zn0; 0 mg Zn/kg, Zn25; 25 mg Zn/kg, Zn50; 50 mg Zn/kg, T0; 0 mg NaCl/kg, T100; 100 mg NaCl/kg, M+; Mikoriza uygulanmış, M-; Mikoriza uygulanmamış



Şekil 2. Fosfor alımında mikoriza x tuz interaksyonu

Tuz uygulamasına bağlı olarak fosfor içeriğinde % 29.9'luk gibi önemli bir artış belirlenmiştir. Tuzluluk ile bitkilerin fosfor alımının arttığı (Güneş ve ark. 1999) hatta tuzlu koşullarda fosfor toksitesine daha duyarlı hale geldiği bildirilmektedir (Marschner ve Çakmak 1986; Grattan ve ark. 1988). Bu durum muhtemelen tuzlu koşullarda toprağın yarıyışlı fosfor kapsamının artması yanı sıra sodyumun sinergistik etkisinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Güneş ve ark. 1999). Ancak Evelin ve ark. (2009) yaptıkları bazı çalışmalarda tuzluluğun başta fosfor olmak üzere bazı besin elementlerinin alımını azalttığını bildirmişlerdir.

50 mg/kg çinko uygulaması kontrole göre fosfor içeriğinde %21.9 düzeyinde; 25 mg/kg çinko uygulamasına göre ise % 10.9 düzeyinde artış sağlamıştır. 25 mg/kg çinko uygulaması kontrole göre fosfor içeriğini % 9.9 oranında artırmıştır. Fosfor çinko arasında her ne kadar antagonistik etki olduğu (Prabhakaran ve ark. 1975; Kacar ve Katkat 2007) bildirilmesine karşılık uygulanan çinko dozuna bağlı olarak bitkinin kuru ağırlığındaki artış ile fosfor alımı da artmaktadır (Çizelge 2).

İstatistiksel analiz sonucunda bitkinin çinko içeriği üzerine çinko ve mikoriza uygulamalarının $P < 0.001$ düzeyinde önemli bir etki yaptığı, tuz ve interaksiyonların etkisinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Mikoriza aşılması ile bitkinin çinko içeriğinde % 27.3'lük gibi önemli bir artış sağlandığı belirlenmiştir. Benzer olarak Faber ve ark. (1990) ve Heggo ve Barakah (1994) mikoriza aşılmasının mısırın çinko içeriğini artırdığını bildirmiştir. Mikoriza uygulanmış bitkilerin mikoriza uygulanmayan bitkilere göre daha fazla su absorbe ettiği (Sharma ve Srivasta 1991) dolayısıyla daha fazla yarıyışlı çinkodan faydalandığını söyleyebiliriz.

Tuz uygulaması ile çinko alımı azalmasına karşın bu azalmanın önemsiz olduğu görülmüştür. Çinko uygulamaları bitkinin tuzluluğa karşı direncini artırmaktadır. Dolayısıyla tuzlu koşullarda Na^+ ve Cl^- iyonları ile Zn arasındaki ilişki çinko alımında azalma şeklinde ortaya çıkmaktadır (Alpaslan ve ark. 1999).

50 mg/kg çinko uygulaması çinko içeriği ile ilgili olarak kontrole göre % 40.4'ük artış sağlamıştır. 25 mg/kg çinko uygulaması ise kontrole göre % 10.2 oranında artış sağlamıştır. 50 mg/kg çinko uygulaması, 25 mg/kg çinko uygulamasına göre bitkinin çinko içeriğini % 27.4 oranında artırmıştır. Denemede kullandığımız toprağın pH'sının kuvvetli alkali olması normal koşullarda çinkodan yararlanmayı güçleştirmektedir. Uygulanan çinko gübresi ile toprağın yarıyışlı çinko kapsamı artırılmakta ve böylece bitkinin çinko alımı artmaktadır. Bulgularımız baklada (Saleh ve ark. 2009), domateste (Khoogar ve ark. 1999) ve buğdayda (Torun ve ark. 2001) yapılan çalışmalarla uyum göstermektedir.

Çinko içeriği tuz uygulaması ile azalmıştır. Ayrıca tuzsuz koşullarda mikoriza aşılmasının çinko alımını artırmasına karşın, tuzlu koşullarda bu artışın çok önemli olmadığı görülmüştür. Tuzlu koşullarda Kontrol ve 25 mg/kg çinko uygulamalarında mikoriza aşılması daha iyi bir tepki vermiş, çinkonun 50 mg/kg uygulamasında belirgin bir etkinlik sağlamadığı görülmüştür (Şekil 1).

Sonuç

Bu çalışmada tuzlu ve tuzsuz koşullarda çinko uygulamalarına bağlı olarak mikorizanın mısırın gelişimine ve fosfor ve çinko alımına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Tuzluluğun bitki gelişimine doğrudan etkisi fizyolojik kuraklığa neden olması (Jahromi ve ark. 2008), hücrede sodyum ve klor iyonlarının aşırı düzeyde birikimine neden olarak hücre olaylarının olumsuz etkilenmesi (Feng ve ark. 2002) ve besin elementlerinin alımını ve taşınımında sebep olduğu düzensizlikler (Marschner 1995) nedeniyle önemli bir olay olarak karşımıza çıkmaktadır. Toprakların ve sulama sularının tuz içeriğindeki yükselmeler bitkisel üretimi sınırlamakta, ancak mikoriza uygulamaları tuzlu topraklarda meydana gelen bitkisel üretim kayıplarını azaltmaktadır (Gupta ve Rautary 2005; Gupta ve Krisnamurthy 1996). Sonuç olarak tuzlu koşullarda yetiştiricilikte mikoriza aşılması ile çinko uygulamalarının bitki gelişimini ve besin elementi alımını olumlu yönde etkileyebileceği kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

- Alpaslan M, İnal A, Güneş A, Çıkkılı Y, Özcan H (1999). Effect of zinc treatment on the alleviation of sodium and chloride injury in tomato (*Lycopersicum esculentum* (L.) Mill. cv. Lale) Grown Under Salinity. Tr. J. Botany. 23;1-6.
- Alguacil MM, Hernandez JA, Caravaca F, Portillo B, Roldan A (2003). Antioxidant enzyme activities in shoots from three mycorrhizal shrub species afforested in a degraded semi-arid soil. *Physiologia Plantarum*. 118: 562–570.
- AbdEl-Hady BA (2007). Effect of zinc application on growth and nutrient uptake of barley plant irrigated with saline water. *Journal of Applied Sciences Research*. 3 (6): 431-436.
- Ali MH (2011). Management of salt-affected soils. *Practices of Irrigation & On-farm Water Management*. 2:271-325.
- Anonim (2011). <http://www2.cedgm.gov.tr/dosya/cevreatlasi/toprakvearazi.pdf>(Erişim tarihi 10 Haziran 2012).
- Aydeniz A (1985). Soil Management. Ankara Univ. Agr. Fac. Public. no: 928, Course book no:263.
- Ayyıldız M (1990). Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 1196, Ders Kitabı: 344, Ankara, 282s.
- Burke DJ, Hamerlynck EP, Hahn D (2003). Interactions between the salt marsh grass season. *Spartina patens*, arbuscular mycorrhizal fungi and sediment bacteria during the growing. *Soil Biol. Biochem.*35: 501–511.
- Cantrell IC, Linderman RG (2001). Preinoculation of lettuce and onion with VA mycorrhizal fungi reduces deleterious effects of soil salinity. *Plant and Soil*. 233: 269–281.
- Colla G, Roupael Y, Cardarelli M, Tullio M, Rivera CM, Rea E (2008). Alleviation of salt stress by arbuscular mycorrhizal in zucchini plants grown at low and high phosphorus concentration. *Biology and Fertility of Soils* 44: 501–509.
- Demir S, Onoğur E (1999). *Glomus intraradices* Schenck&Smith: A hopeful vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus determined in soils of Türkiye. *The Journal of Turkish Phytopathology*. 28 (1): 33-34.
- Dixon RK, Garg VK, Rao MV (1993). Inoculation of *Leucaena* and *Prosopis* seedlings with *Glomus* and *Rhizobium* species in saline soil: rhizosphere relations and seedlings growth. *Arid Soil Res Rehabil.* 7:133–144.
- Ekmekçi E, Apan M, Kara T (2005). Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*. 20 (3):118-125.
- Evelin H, Kapoor R, Giri B (2009). Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review. *Annals of Botany*. 104: 1263–1280.
- Faber BA, Zasoski RJ, Burau RG, Uriu K (1990). Zinc uptake by corn as affected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. *Plant and Soil*. 129 (2):121-130.
- Feng G, Zhang FS, Li XI, Tian CY, Tang C, Rengel Z (2002). Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots. *Mycorrhiza*. 12: 185–190.

- Giri B, Mukerji KG (2004). Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania grandiflora* under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. *Mycorrhiza*. 14: 307–312.
- Giri B, Kapoor R, Mukerji KG (2003). Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and salinity on growth, biomass, and mineral nutrition of *Acacia auriculiformis*. *Biol Fertil Soils*. 38:170–175.
- Grattan SR, Maas EV (1988). Effect of salinity on phosphate accumulation and injury in soybean. I. influence of CaCl/NaCl ratios. *Plant and soil*. 105:25-32.
- Gupta R, Krishnamurthy KV (1996). Response of mycorrhizal and non-mycorrhizal *Arachis hypogea* to NaCl and acid stress. *Mycorrhiza*. 6, 145-149.
- Gupta N, Rautaray S (2005). Growth and development of AM fungi and maize under salt and acid stress. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*. 55: 151-157.
- Güngör Y, Eröznel Z (1994). Drenaj ve arazi islahı. Ankara Üniv., Ziraat Fak. Yayınları No:1341, Ders Kitabı:389, Ankara, 232s.
- Günes A, İnal A, Alpaslan M, Çıkılı Y (1999). Effect of salinity on phosphorus induced zinc deficiency in pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*. 23; 459-464.
- Heggo A.M, Barakah FN (1994). Mycorrhizal role on phosphorus-zinc interaction in calcareous soil cultivated with corn (*Zea mays* L.). <http://colleges.ksu.edu.sa/FoodsAndAgriculture/SoilSciences/DEPARTMENT%20PUBLISH/Title136.pdf>. (Erişim tarihi: 13 Temmuz 2012).
- Jahromi F, Aroca R, Porcel R, Ruiz-Lozano JM (2008). Influence of salinity on the in vitro development of *Glomus intraradices* and on the in vivo physiological and molecular responses of mycorrhizal lettuce plants. *Microbial Ecology*. 55: 45–53.
- İnal A, Güneş A (2008). Interspecific root interactions and rhizosphere effects on salt ions and nutrient uptake between mixed grown peanut/maize and peanut/barley in original saline–sodic–boron toxic soil. *Journal of Plant Physiology*. 165 (5); 490-503.
- Kacar, B (2009). Toprak analizleri. Genişletilmiş baskı, Nobel yayıncılık, ISBN: 9786053951841
- Kacar B, İnal A (2008). Bitki Analizleri, Nobel Yayın No:1241, Fen Bilimleri:63.
- Kacar B, Katkacı AV (2007). Bitki Besleme. Genişletilmiş ve Güncellenmiş 3. Baskı, Nobel Yayın No:849, Fen ve Biyoloji Yayınları Dizisi: 29.
- Kanber R, Kırdar C, Tekinel O (1992). Sulama suyu niteliği ve sulamada tuzluluk sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:21, Ders Kitapları Yayın No:6, Adana.
- Khoogar Z, Maftoun M, Karimian N, Sepaskhah R (1999). Vegetative growth and chemical composition of tomato plants as affected by different types of salt stress and zinc fertilization. *Iran Agricultural Research*. 18: 81–90.
- Khoshgoftarmanesh AH, Shariatmadari H, Karimian N, Kalbasi M, van der Zee SEATM (2006). Cadmium and zinc in saline soil solutions and their concentrations in wheat. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70:582–589.
- Khoshgoftar AH, Shariatmadari H, Karimian N, Kalbasi M, van der Zee SEATM, Parker DR (2004). Salinity and Zn application effects on phytoavailability of Cd and Zn. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68:1885–1889.
- Maas EV, Poss JA (1989). Salt sensitivity of wheat at various growth stages. *Irrigation Science*. 10(1);29-40,
- Marschner H (1995). Mineral nutrition of higher plants, 2nd edn. New York, NY: Academic Press.
- Marschner H, Çakmak İ (1986). Mechanism of phosphorus induced zinc deficiency in cotton. II evidence for impaired shoot control on phosphorus uptake nad translocation under zinc deficiency. *Physiol. Plantarum*. 68; 491-496.
- Parida AK, Das AB, Mitra B (2004). Effects of salt on growth, ion accumulation photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, *Bruguiera parviflora*. *Trees-Struct. Funct.* 18: 167–174.
- Parker DR, Aguilera JJ, Thomason DN (1992). Zinc- phosphorus Interactions in two cultivars of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) grown in chelator-buffered nutrient solutions. *Plant and Soil*. 143: 163-177.
- Patil A, Chavan PD 2001. Influence of salt stress on phosphorus metabolism in the roots and leaves of one month old *Prosopis juliflora* (SW) DC seedlings. *Pharmacognosy Journal*. DOI: 10.5530/pj.2001.25.9
- Prabhakaran KP, Nair G, Babu R (1975). Zinc-phosphorus-iron interaction studies in maize. *Plant and Soil*. 42 (3);517-536.

- Rabie GH, Almadini AM (2005). Role of bioinoculants in development of salt-tolerance of *Vicia faba* plants under salinity stress. *African Journal of Biotechnology*. 4 (3); 210-222.
- Ramoliya P, Patel H, Pandey AN (2004). Effect of salinization of soil on growth and macro- and micro-nutrient accumulation in seedlings of *Salvadora persica* (Salvadoraceae). *Forest Ecol. Mangt.* 202 (1-3): 181-193.
- Saleh J, Maftoun M, Safarzadeh S, Gholami A (2009). Growth, Mineral Composition, and Biochemical Changes of Broad Bean as Affected by Sodium Chloride and Zinc Levels and Sources. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 40: 3046–3060.
- Sannazzaro AI, Ruiz OA, Alberto EO, Mene'ndez AB (2006). Alleviation of salt stress in *Lotus glaber* by *Glomus intraradices*. *Plant Soil*. 285:279–287.
- Seres A, Bakonyi G, Posta K (2006). Zn uptake by maize under the influence of AM-fungi and *Collembola Folsomia Candida*. *Ecol. Res.* 21:692–697.
- Sharma AK, Srivastava PC (1991). Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae and zinc application on dry matter and zinc uptake of greengram (*Vigna radiata* L. Wilczek). *Biology and Fertility of Soil*. 11 (1);52-56.
- Sharifi M, Ghorbanli M, Ebrahimzadeh H (2007). Improved growth of salinity-stressed soybean after inoculation with pre-treated mycorrhizal fungi. *Journal of Plant Physiology*. 164: 1144–1151.
- Sheng M, Tang M, Chen H, Yang B, Zhang F, Huang Y (2009). Influence of arbuscular mycorrhizae on the root system of maize plants under salt stress. *Can. J. Microbiology*. 55; 879-886.
- Tain CY, Feng G, Li XL, Zhang FS (2004). Different effects of arbuscular mycorrhizal fungal isolates from saline or non-saline soil on salinity tolerance of plants *Appl. Soil Ecol.* 26 (2): 143-148.
- Tufenkci S, Sönmez F, Gazioglu Sensoy RI (2006). Effects of arbuscular mycorrhiza fungus inoculation and phosphorous and nitrogen fertilizations on some plant growth parameters and nutrient content of soybean. *Pakistan Journal of Biological Sciences, Pakistan Journal of Biological Sciences*. 9 (6): 1121-1127.
- Torun A, Gultekin I, Kalayci M, Yılmaz A, Eker S, Çakmak İ (2001). Effects of zinc fertilization on grain yield and shoot concentration of zinc, boron, and phosphorus of 25 wheat cultivars grown on a zinc-deficient and boron-toxic soil. *Journal of Plant Nutrition*. 24:1817–1729.
- Yano-Melo AM, Saggin OJ, Maia LC (2003). Tolerance of mycorrhized banana (*Musa* sp. cv. Pacovan) plantlets to saline stress. *Agriculture, Ecosystems and Environments*. 95: 343–348.