



Effects of Zn Applications on Dry Matter Yield and Mineral Nutrient Uptake of Corn and Wheat Crops in Two Different Regions of Soils with Zinc Deficiency

Ayfer Alkan Torun^{1,a,*}, Ebru Duymuş^{1,b}, Halil Erdem^{2,c}, Mustafa Bülent Torun^{1,d}

¹Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Çukurova University, 01330 Adana, Turkey

²Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Gaziosmanpaşa University, 60240 Tokat, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 06/05/2019 Accepted : 06/08/2019</p> <p><i>Keywords:</i> Zinc Corn Wheat Çukurova Niğde</p>	<p>The aim of this study is to determine the effect of zinc (Zn), which is a common nutritional problem for both plant and human health, on corn and wheat plants. In the research carried out in greenhouse conditions, Zn (Zn0: 0 mg Zn kg⁻¹, Zn5: 5 mg Zn kg⁻¹) was applied to Çukurova and Niğde soils having a natural Zn deficiency and yield and mineral nutrient concentrations of wheat and corn plants were determined. Shoot dry matter yields of wheat and corn plants in both soils significant increased by Zn application. Zinc application caused to 20 and 76% shoot dry matter yield increase for wheat in Çukurova and Niğde soils. The increase in corn plants were greater which was 174% in Çukurova soil and 127% in Niğde soil. The Zn concentration was significantly increased with the increased shoot dry matter yield, while shoot Fe, Mn and Cu concentrations were decreased with Zn applications.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(9): 1382-1386, 2019

Çinko Noksanlığına Sahip İki Farklı Bölge Toprağına Zn Uygulamalarının Mısır ve Buğday Bitkilerinin Kuru Madde Verimine ve Mineral Besin Elementi Alımına Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 06/05/2019 Kabul : 06/08/2019</p> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i> Çinko Mısır Buğday Çukurova Niğde</p>	<p>Bu araştırmanın amacı hem bitki hem de insan sağlığı için oldukça yaygın bir beslenme sorunu olan çinkonun (Zn) mısır ve buğday bitkisi üzerine olan etkisini belirlemektir. Sera koşullarında gerçekleştirilen araştırmada, doğal Zn noksanlığına sahip Çukurova ve Niğde topraklarına farklı düzeylerde (Zn0: 0 mg Zn kg⁻¹, Zn5: 5 mg Zn kg⁻¹) uygulaması yapılmış ve buğday ve mısır bitkisinin verim ve mineral element konsantrasyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Zn uygulaması ile buğday ve mısır bitkilerinin her iki toprakta da yeşil aksam kuru madde verimlerinde önemli artışlara neden olmuştur. Çinko uygulaması ile Çukurova toprağında buğday bitkisinin yeşil aksam kuru madde verimi %20, Niğde toprağında ise %76 artış göstermiş, mısır bitkisinde ise Çukurova toprağında %174, Niğde toprağında ise %127 düzeyinde verim artışı meydana gelmiştir. Çinko uygulaması ile bitkilerin yeşil aksam kuru madde verim artışı ile birlikte Zn konsantrasyonlarında da istatistiksel açıdan önemli artışlara neden olurken yeşil aksam Fe, Mn ve Cu konsantrasyonlarında azalmalara neden olmuştur.</p>

^a atorun@cu.edu.tr
^c erdemh@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-8493-5828>
^d <http://orcid.org/0000-0002-3296-1549>

^e ebruertargin@gmail.com
^f <http://orcid.org/0000-0002-2213-2560>
^g <http://orcid.org/0000-0002-7701-8298>



Giriş

Dünyada ve ülkemizde oldukça geniş alanlarda ekimi ve üretimi yapılan önemli kültür bitkileri olan buğday ve mısır bitkisinin dünya üzerindeki toplam ekim alanı ve toplam üretimi ile dünyada en fazla üretilen tahıl türleridir (FAO, 2016). Türkiye buğday ekim alanı 2018 üretim sezonu itibarıyla dünya buğday ekim alanının %3,5'ini oluşturmaktadır. Bu alan aynı zamanda Türkiye'de toplam işlenen tarım alanının %20'sini teşkil etmektedir. Türkiye mısır ekim alanları bakımından 2018 yılı verilerine göre 6,4 milyon da alanda 5,9 milyon ton düzeyinde üretim gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2019). Önemli tahıl türlerinden olan mısır ve buğday üretimine olan ihtiyaç, dünyadaki nüfus artışı ile ilişkili olarak giderek artmaktadır. Mısır ve buğdaya olan talebi artırmada başlıca yol birim alandan elde edilen verimin artırılmasının yanında, uygulanan tarımsal uygulamaların optimizasyonudur. Bunun için bir yandan yüksek verimli ve kaliteli mısır ve buğday çeşitleri geliştirilmesine yönelik çalışmalar sürdürülürken, bir yandan da mısır ve buğday yetiştiriciliği açısından oldukça önem taşıyan gübreleme başta olmak üzere diğer tarımsal uygulamaların da belirlenmesi önem taşımaktadır.

Tarım topraklarında yaygın bir şekilde ortaya çıkan mikro element noksanlıklarının başında Zn ilk sırayı almaktadır (Alloway, 2009). Çinko noksanlığı problemleri özellikle yarı kurak bölgelerde tahıl ekilen alanlarda kendini göstermektedir. FAO tarafından desteklenen bir çalışmada, dünyadaki tarım alanlarının %30'unda Zn noksanlığı olduğu, ülkemiz tarım topraklarında ise bu oranın %35 olduğu saptanmıştır (Sillanpaa, 1982). Topraklarda belirlenen Zn noksanlığı topraktaki toplam Zn'nun eksikliğinden değil de bitkilerce alınabilir Zn konsantrasyonunun düşüklüğünden kaynaklanmaktadır. GAP, Orta Anadolu, GAP ve Çukurova Bölgesi topraklarında, farklı formlarda bulunan Zn

konsantrasyonlarını saptamak amacıyla yapılan bir çalışmada, bölge topraklarının total Zn içerikleri yönünden zengin oldukları buna karşılık, bitkiye yarayışlı mikro element konsantrasyonunun önemli ölçüde düşük olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada Zn'nun bitkilerce alınabilir konsantrasyonunun yetersiz olma nedenleri olarak; topraktaki pH'nın, kireç içeriğinin, kil yüzdesinin ve Al-Fe oksit ve hidroksitlerin yüksek buna karşılık, toprak organik maddesinin ve nem içeriğinin düşük olması gösterilmiştir (Karanlık ve ark., 1998). Toprakta bitkilerce alınabilir Zn düzeyinin düşük olması bitkide Zn noksanlığının ortaya çıkmasına yol açmakta ve bu da önemli düzeyde verim kayıplarına neden olmaktadır. Çinko noksanlığından kaynaklanan verim kaybının çavdarda %1, tritikalede %26, ekmeleklik buğdayda %41 ve makarnalık buğdayda ise %75 olduğu Çakmak ve ark. (1997) tarafından yürütülen çalışmada belirlenmiştir.

Bu çalışmada, doğal Zn noksanlığına sahip Çukurova ve Niğde bölgesine ait iki farklı toprakta Zn uygulamalarının mısır ve buğday bitkilerinin verim ve mineral besin elementleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Metod

Materyal

Deneme Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Araştırma Seralarında, bir makarnalık buğday (Balcalı-2000) ile bir mısır (LG 37-10) çeşidi kullanılarak yürütülmüştür. Sera koşulları altında gerçekleştirilen denemede doğal Zn noksanlığına sahip Çukurova (0,18 mg Zn kg⁻¹) ve Niğde (0,26 mg Zn kg⁻¹) bölgesinden alınan iki farklı toprak kullanılmıştır. Deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1 Deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1 Some physical and chemical properties of test soils

Toprak	Zn	pH	Tuz	Kireç	Organik Madde	Tekstür
	(mg kg ⁻¹)		(mS cm ⁻¹)	(%)		
Çukurova	0,18	7,1	0,28	22	1,7	SiC
Niğde	0,26	8,3	0,54	31,6	2,78	CL

Metot

Tesadüf parselleri deneme desenine göre 4'er tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada bitkiler iki farklı Zn dozunda (Zn0 (kontrol) ve Zn 5 mg kg⁻¹) yetiştirilmiştir. Çinko dozları toprağa ZnSO₄·7H₂O formunda uygulanmıştır. Denemede her saksıya 1,65 kg toprak tartılmış ve temel gübreler olarak 1 kg toprak başına (CaNO₃)₂·4H₂O formunda 200 mg N, KH₂PO₄ formunda 100 mg P-125 mg K, Fe-EDTA formunda 2,5 mg Fe ve CaSO₄ formunda 50 mg S verilmiştir. Her saksıya 8 tohum ekilmiş ve çimlenmeden sonra bitkiler her saksıda buğdayda 6, mısırdaki ise 4 bitki kalacak şekilde seyreltilmiştir. Bitkiler 30 günlük iken Zn eksiklik (Zn0 dozunda) belirtilen ortama çıkmış ve bitkiler hasat edilmiştir. Hasatta bitkiler tüm bitki olarak hasat edilmiş ve kuru madde miktarlarının belirlenmesi için 70°C'de kurutulmuş kuru madde verimleri belirlenmiştir. Kurutulan örnekler agat değirmende öğütülmüş ve

öğütülen örneklerden 0,2 g tartılarak mikrodalga cihazında (Mars Xpress) yaş yakma metoduna göre H₂O₂-HNO₃ asit karışımında yakılmıştır. Daha sonra bu örneklerde ICP cihazında Zn, P, K, Mn, Fe ve Cu okuması yapılmıştır (Kaçar ve İnal, 2008). Yeşil aksam örneklerinde N analizi ise Kjeldahl destilasyon yöntemine göre yapılmıştır (Bremner, 1965). Topraklarda DTPA analizi Lindsay ve Norvell (1978), tekstür Bouyoucos, (1951), kireç Çağlar (1949), pH, organik madde ve tuz Jackson (1959) yöntemlerine göre yapılmıştır.

İstatistiksel Analiz

Çukurova ve Niğde topraklarında yetiştirilen buğday ve mısır çeşitlerine Zn uygulamasının bitkilerin kuru madde verimi, yeşil aksam Zn, Fe, Mn, Cu, N, P ve K konsantrasyonlarına etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testi

uygulanarak belirlenmiştir. Dozların etkileri DUNCAN çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. İstatistiksel analizlerde SPSS 21.0 paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bitkiye yarayışlı Zn konsantrasyonları yetersiz iki farklı toprakta buğday ve mısır bitkileri yetiştirilerek gerçekleştirilen denemede hem buğday hem de mısır bitkilerinin Zn0 koşullarında Zn noksanlık belirtileri ortaya çıkmıştır. Bitkilerin Zn noksanlığı altında göstermiş oldukları ilk karakteristik tepki yeşil aksam büyümesindeki ve yaprak büyüklüğündeki azalma ile birlikte yaprakların orta kısmında beyazımsı kahverengi nekrotik lekelerin ortaya çıkması şeklinde kendini göstermiştir. Ancak bu belirtiler genellikle yeşil aksam büyümesindeki gerilemeden sonra görülmüştür. Buna bağlı olarak Zn uygulaması ile hem buğday hem de mısır bitkilerinin yeşil aksam kuru madde verimlerinde belirgin bir artış meydana gelmiştir (Çizelge 2). Çinkonun uygulanmadığı koşullarda buğday bitkisinin Çukurova toprağında 2,12 g bitki⁻¹ olan yeşil aksam kuru madde verimi Zn5 dozunda %20 düzeyinde artış göstererek 2,55 g bitki⁻¹'ye çıkmıştır. Niğde toprağında ise Zn0 uygulaması altında 1,06 g bitki⁻¹ olan kuru madde verimi Zn5 uygulamasında %76 artış göstererek 1,87 g bitki⁻¹'ye çıkmıştır. Buğday bitkisine göre Zn uygulaması ile kuru madde veriminde ortaya çıkan artış mısır bitkisinde daha fazla olmuştur. Çukurova toprağının Zn 0 koşullarında 2,41 g bitki⁻¹ olan kuru madde verimi Zn5 uygulaması ile %173,8 düzeyinde önemli bir

artış göstererek 6,60 g bitki⁻¹'ye çıkmıştır. Çinko uygulaması ile ortaya çıkan kuru madde verimindeki artış Niğde toprağında yetiştirilen mısır bitkisinde de (%126,9 verim artışı) görülmüştür (Çizelge 2). Sonuçlardan da görüleceği üzere mısırın Zn noksanlığından daha fazla etkilendiği ve Zn uygulamasına da en fazla tepkiyi veren bitki türü olduğu ortaya çıkmıştır. Çinko noksanlığına karşı bitki türleri farklı tepkiler göstermektedir. Yapılan çalışmalarda bitki türleri arasında ve hatta aynı türün çeşitleri arasında Zn noksanlığına karşı bitkilerin tepkilerinin büyük ölçüde farklı olduğu bildirilmiştir. Mısır (Özer, 1999), buğday (Torun ve ark., 1998; Singh ve ark., 2005), arpa (Genç ve ark., 2004), pirinç (Quijano-Guerta ve ark., 2002), fasulye (Hacısalıhoğlu ve ark., 2004), mercimek (Pandey ve ark., 2006) ve biber (Aktaş ve ark., 2006) gibi bitki türlerinde Zn noksanlığına ve Zn uygulamalarına karşı önemli genotipel farklılıkların olduğu bulunmuştur. Elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde; bir mısır çeşidine topraktan 0, 2 ve 4 kg Zn ha⁻¹ uygulaması yapılarak gerçekleştirilen bir tarla denemesi sonuçlarına göre; kontrol uygulamasında mısır verimi 8,32 t ha⁻¹ iken Zn 2 ve Zn 4 dozlarında ise veriminin sırası ile 10,47 ve 10,84 t ha⁻¹'a çıktığı bildirilmiştir (Hossain ve ark., 2008). Benzer şekilde buğday ile yapılan başka bir çalışmada ise; sera koşullarında Zn noksanlığına sahip bir toprağa 10 mg kg⁻¹ Zn uygulaması sonucu 5 farklı ekmeçlik buğday çeşidinin kuru madde verimlerinde önemli artışların (%51 ile %108) olduğu bildirilmiştir (Torun ve ark., 1998).

Çizelge 2 Çukurova ve Niğde bölgesi topraklarında yetiştirilen buğday ve mısır bitkilerinin Zn'lu ve Zn'suz koşullardaki kuru madde verimi (g bitki⁻¹) ile yeşil aksam Zn, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonları (mg kg⁻¹)

Table 2 Shoot Zn, Fe, Mn, Cu concentrations and dry matter yield of wheat and corn plants grown in Çukurova and Niğde soil under -Zn and +Zn conditions.

Bitki Türü	Toprak	Zn Dozu	Kuru Madde	Zn	Fe	Mn	Cu
Buğday	Çukurova	0	2,12 ^b	9,91 ^b	89,0 ^a	124,6 ^a	10,9
		5	2,55 ^a	52,2 ^a	64,1 ^b	83,54 ^b	9,47
		Ortalama	2,34 ^A	31,1 ^B	76,6 ^A	104,1 ^A	10,2 ^A
	Niğde	0	1,06 ^b	4,47 ^b	56,9 ^a	74,4 ^a	4,52
		5	1,87 ^a	43,6 ^a	45,6 ^b	58,1 ^b	5,04
		Ortalama	1,47 ^B	24,1 ^A	51,2 ^B	66,3 ^B	4,78 ^B
Toprak×Zn Dozu			ns	ns	ns	*	ns
Mısır	Çukurova	0	2,41 ^b	4,88 ^b	87,6 ^a	125,0 ^a	13,7 ^a
		5	6,60 ^a	24,4 ^a	38,4 ^b	60,2 ^b	6,50 ^b
		Ortalama	4,50 ^A	14,6	63,0 ^A	92,6 ^A	10,1 ^A
	Niğde	0	1,89 ^b	4,17 ^b	29,0 ^a	63,2 ^b	4,46 ^a
		5	4,29 ^a	26,9 ^a	28,4 ^b	70,0 ^a	4,16 ^b
		Ortalama	3,09 ^B	15,6	28,7 ^B	66,6 ^B	4,31 ^B
Toprak×Zn Dozu			**	ns	**	**	**

*P<0,05; **P<0,01; ns: istatistiksel olarak önemli değil

Çinko uygulaması beklenildiği gibi hem buğday hem de mısır bitkisinin yeşil aksamındaki Zn konsantrasyonlarını istatistiksel olarak önemli düzeyde arttırmıştır (Çizelge 2). Buğday bitkisinin Çukurova toprağında Zn0 dozunda 9,91 mg kg⁻¹ olan yeşil aksam Zn konsantrasyonu 52,2 mg kg⁻¹'e, Niğde toprağında ise 4,47 mg kg⁻¹ olan kontrol uygulamasının Zn konsantrasyonu Zn5 uygulaması ile 43,6 mg kg⁻¹'a çıkmıştır. Çinko uygulaması ile yeşil aksam Zn konsantrasyonlarında ortaya çıkan artış Çukurova ve Niğde toprağında yetiştirilen mısır

bitkisinde de görülmüştür (Çizelge 2). Elde edilen önemli sonuçlardan biri de toprak×Zn uygulama doz interaksyonunun her iki bitki içinde önemsiz olduğudur. Yapılan bir çalışmada tarla koşullarında 10 farklı mısır çeşidine dekara 3 kg ZnSO₄.7H₂O uygulaması yapılarak bir deneme gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Zn uygulaması ile tüm mısır çeşitlerinin kuru madde veriminin önemli düzeyde arttığı, verimde ortaya çıkan bu artışa paralel olarak yeşil aksam Zn konsantrasyonlarının da arttığı bildirilmiştir. Denemede kullanılan çeşitlerin

kontrol koşullarında 9,5 mg kg⁻¹ olan yeşil aksam Zn konsantrasyonu 3 kg da⁻¹ uygulamasında 30,4 mg kg⁻¹'e çıktığı bildirilmiştir (Erdem, 2011). Tarla koşullarında 37 ekmeklik ve 3 makarnalık buğday çeşidi ile yapılan iki yıllık tarla denemesinde topraktan Zn uygulaması ile bütün tahıl çeşitlerinin yeşil aksam ve dane Zn konsantrasyonlarında önemli artışların olduğunu bildirmiştir (Kalaycı ve ark., 1999).

Çukurova ve Niğde topraklarında yetiştirilen buğday ve mısır bitkilerinin Zn uygulamalarına bağlı olarak yeşil aksam demir (Fe), mangan (Mn) ve bakır (Cu) konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli azalmalara neden olmuştur (Çizelge 2). Örneğin buğday bitkisinin Çukurova toprağında Zn0 dozunda yeşil aksam Fe konsantrasyonu 89,0 mg kg⁻¹ iken Zn5 uygulamasında 64,1 mg kg⁻¹'e düşmüş, bu durum aynı toprak ortamında yetiştirilen mısır bitkisinde ise 87,6 mg kg⁻¹ olan kontrol uygulamasının yeşil aksam Fe konsantrasyonu Zn5 uygulaması ile 38,4 mg kg⁻¹'e düşmüştür. Bitkiye yarayışlı Zn konsantrasyonu (0.2 µg Zn g⁻¹) düşük bir toprağa 0; 2,5; 5,0 ve 10,0 µg g⁻¹ dozlarında Zn uygulamaları yapılarak mısır (Hybrit G-5050) bitkisi yetiştirilmiştir ve mısır bitkisinin yeşil aksam Fe, Mn ve Cu konsantrasyonlarının istatistiksel olarak önemli düzeyde azaldığı bildirilmiştir (Taban ve Alpaslan, 1996). Çinko uygulaması ile buğday ve mısır bitkilerinin yeşil aksam Fe, Cu ve Mn

konsantrasyonlarında ortaya çıkan azalmalar, Zn, Fe, Mn ve Cu iyonlarının aynı taşıyıcı bölgeler için rekabet etmelerine dayanılarak açıklanabilir (Marschner, 2011). Başka bir ifadeyle, Zn, Fe, Mn ve Cu elementleri aynı taşıyıcı bölge tarafından alınmaları için rekabet etmeleri nedeniyle birbirlerinin alınmalarını engellemekte ve çözelti ortamında hangi elementin konsantrasyonu fazla ise alınma o element lehine artmaktadır.

Çukurova ve Niğde topraklarına Zn uygulaması, buğday ve mısır bitkilerinin yeşil aksam azot (N) konsantrasyonlarında artış ve azalışlara neden olmuştur (Çizelge 3). Buna karşın toprak*Zn dozu inretaksiyonu açısından ortaya çıkan değişim istatistiksel olarak önemli (P<0,01) bulunmuştur. Örneğin Çukurova toprağında yetiştirilen buğday ve mısır bitkilerinin yeşil aksam N konsantrasyonları Zn uygulamaları ile azalmış, buna karşın Niğde toprağında yetiştirilen buğday ve mısır bitkilerinin yeşil aksam N konsantrasyonları Zn uygulamaları ile artmıştır (Çizelge 3). Torun ve Taşdemir (2008), ekmeklik bir buğday çeşidi ile yapmış oldukları sera denemesinden elde ettikleri sonuca göre, bitkinin N ve Zn ile beslenmesini optimize ettikçe her iki elementin de bitkiler tarafından alınımının arttığını bildirmişlerdir. Kutman ve ark. (2010) tarafından yürütülen çalışmada da, bitki için yeterli Zn sağlandığı zaman tanenin Zn ve N konsantrasyonu arasında önemli ve pozitif bir korelasyon olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3 Çukurova ve Niğde bölgesi topraklarında yetiştirilen buğday ve mısır bitkilerinin Zn'lu ve Zn'suz koşullardaki yeşil aksam N, P ve K konsantrasyonları (%).

Table 3 Shoot N, P and K concentrations of wheat and corn plants grown in Çukurova and Niğde soil under -Zn and +Zn conditions

Bitki Türü	Toprak	Zn Dozu	%N	%P	%K
Buğday	Çukurova	0	4,72	0,82	4,43
		5	4,15	0,75	4,32
		Ortalama	4,43	0,78	4,37 ^A
	Niğde	0	3,6	0,75	3,17
		5	4,81	0,7	3,67
		Ortalama	4,2	0,72	3,42 ^B
Toprak×Zn Dozu			ns	ns	ns
Mısır	Çukurova	0	3,29	0,67 ^a	3,84 ^a
		5	2	0,27 ^b	3,07 ^b
		Ortalama	2,65 ^B	0,47	3,46 ^B
	Niğde	0	3,09	0,52 ^a	3,98 ^b
		5	4,4	0,45 ^b	6,54 ^a
		Ortalama	3,74 ^A	0,48	5,26 ^A
Toprak×Zn Dozu			**	**	**

*P<0,05; **P<0,01; ns: istatistiksel olarak önemli değil

Çukurova ve Niğde topraklarında yetiştirilen buğday ve mısır bitkilerinin Zn uygulamalarına bağlı olarak yeşil aksam fosfor (P) konsantrasyonlarında azalmaya, potasyum (K) konsantrasyonlarında ise artış ve azalışlara neden olmuştur (Çizelge 3). Tarla koşullarında 6 farklı çeltik çeşidine topraktan 0; 0,5 ve 1,0 kg da⁻¹ dozlarında Zn uygulaması ile denemede kullanılan çeltik genotiplerinin Zn uygulamaları ile P kapsamı üzerine negatif yönde etkili olmuş ve P konsantrasyonlarında azalma eğilimi gösterdiği bildirilmiştir. Özcan ve Taban (2012) yaptıkları çalışmada 1,0 kg Zn da⁻¹ uygulaması ile fosfor (P) kapsamında en fazla azalmanın meydana geldiğini, diğer bir ifadeyle Zn'nun en yüksek olduğu koşullarda en düşük P konsantrasyonlarının elde edildiğini bildirmişlerdir.

Çinko uygulaması ile bitkilerin yeşil aksamında ortaya çıkan azalmaların sebebi Zn ile P arasındaki interaksiyondan kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Marschner, 2011).

Sonuç

Bu çalışma sonucunda, toprağa yapılan Zn gübrelemesi ile buğday ve mısır bitkilerinin hem kuru madde verimleri hem de yeşil aksam Zn konsantrasyonlarında da önemli artışlar meydana gelmiştir. Çinko gübrelemesi ile buğday ve mısır bitkilerinin yeşil aksam Fe, Mn ve Cu konsantrasyonları azalmış, N konsantrasyonları ise Çukurova toprağında yetiştirilen mısır ve buğday

bitkisinde azalırken, Niğde toprağında artmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, buğday ve mısır yetiştiriciliği yapılan alanlarda ekim öncesinde toprakta bulunan Zn konsantrasyonu belirlenmeli ve Zn noksanlığı bulunan veya Zn seviyesi kritik düzeyde olan topraklara ekim öncesi mutlaka Zn ile gübreleme yapılmalıdır.

Kaynaklar

- Alloway BJ. 2009. Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans. *Environmental Geochemistry and Health*, 31(5), 537-548.
- Aktaş H, Abak K, Öztürk L, Çakmak İ. 2006. The Effect of Zinc on Growth and Shoot Concentrations of Sodium and Potassium in Pepper Plants under Salinity Stress. *Turk J. Agric. For.*, 30: 407-412.
- Anonim. 2019. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF>.
- Bouyoucos GJ. 1951. A Recalibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soil. *Agronomy Journal*, 43: 434-437.
- Bremner JM. 1965. Total nitrogen. In C.A. Block et al. (ed.) *Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy 9: 1149-1178. Am. Soc. of Agronomy., Inc. Madison, Wisconsin, USA.*
- Çağlar KÖ. 1949. *Toprak Bilgisi. A. Ü. Yayınları No: 10, Ankara.*
- Çakmak I, Ekiz H, Yılmaz A, Torun B, Köleli N, Gültekin I, Alkan A, Eker S. 1997. Differential response of rye, triticale, bread wheat and durum wheats to zinc deficiency in calcareous soils. *Plant and Soil* 188:1-10.
- Erdem H. 2011. Silajlık mısır çeşitlerinin verim ve kalitesine çinko gübrelemesinin etkilerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2011(2), 199-206.
- FAO 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat3.fao.org/home/E> (Erişim tarihi: 02.05.2019).
- Genç Y, McDonald GK, Graham RD. 2004. Differential Expression of Zinc Efficiency during the Growing Season of Barley. *Plant and Soil*, 263: 273-282.
- Hacısalıhoğlu G, Öztürk L, Çakmak İ, Welch RM, Kochian L. 2004. Genotypic Variation in Common Bean in Response to Zinc Deficiency in Calcareous Soil. *Plant and Soil*, 259: 71-83.
- Hossain MA, Jahiruddin M, Islam MR, Mian MH. 2008. The requirement of zinc for improvement of crop yield and mineral nutrition in the maize-mungbean-rice system. *Plant and Soil*, 306:13-22
- Jackson ML. 1959. *Soil chemical analysis. Englewood Cliffs, New Jersey.*
- Kacar B, İnal A. 2008. *Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım.*
- Kalaycı M, Torun B, Eker S, Aydın M, Öztürk L, Çakmak İ. 1999. Grain yield, zinc efficiency and zinc concentration of wheat cultivars grown in a zinc-deficient calcareous soil in field and greenhouse. *Field Crops Res* 63:87-98.
- Karanlık S, Erenoğlu B, Derici MR, Çakmak İ. 1998. Orta Anadolu, Çukurova ve GAP Bölgeleri Topraklarının Değişik Fraksiyonlarındaki Mikroelement Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. 1. Ulusal Çinko Kongresi, s. 783-786.
- Kutman UB, Yıldız B, Öztürk L, Çakmak İ. 2010. Biofortification of durum wheat with zinc through soil and foliar applications of nitrogen. *Cereal Chemistry*, 87(1): 1-9.
- Lindsay WL, Norwell WA. 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 42: 421-428.
- Marshner H. 2011. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd edn. Academic, London.*
- Özcan H, Taban S. 2012. Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde verim ile tanede çinko, fosfor ve fitin asidi konsantrasyonuna etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 1(1): 7-14.
- Özer MS. 1999. Harran Ovası Koşullarında Değişik Mısır Genotiplerinin Çinko Gübrelemesine Reaksiyonları ve Çinko Yetersizliğine Dayanıklı Genotiplerin Seçimi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Pandey N, Pathak GC, Sharma CP. 2006. Zinc is Critically Required for Pollen Function and Fertilisation in Lentil. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 20: 89-96.
- Quijano-Guerta C, Kırk GJD, Portugal AM, Bartolome VI, McLaren GC. 2002. Tolerance of Rice Germplasm to Zinc Deficiency. *Field Crops Research*, 76: 123-130.
- Sillanpää M. 1982. Micronutrients and the nutrient status of soils: a global study (No. 48). *Food & Agriculture Org.*
- Sing B, Natesan SKA, Sing BK, Usha K. 2005. Improving Zinc Efficiency of Cereals Under Zinc Deficiency. *Current Science, Vol.88 No:1.*
- Taban S, Alpaslan M. 1996. Mısır bitkisinin çinko, demir, bakır, mangan ve klorofil kapsamı üzerine çinko gübrelemesinin etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2(1): 69-73.
- Torun B, Taşdemir G. 2008. Değişik azot ve çinko dozlarının buğdayda büyüme ve verim üzerine etkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim 2008, Konya, 234-246.
- Torun B, Çakmak Ö, Özbek H, Çakmak İ. 1998. Çinko Eksikliği Koşullarında Yetiştirilen Değişik Tahıl Türlerinin ve Çeşitlerinin Çinko Eksikliğine Karşı Duyarlılığının Belirlenmesi. 1. Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), 363-369.