



Yerel Mısır (*Zea mays* L.) Genotiplerinin Çinko Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi

Özlem ETE AYDEMİR^{1*} , Faruk ÖZKUTLU¹ 

¹Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
Ordu-Türkiye

(Geliş Tarihi/Received Date: 16.10.2018; Kabul Tarihi/Accepted Date: 10.11.2018)

Öz

Çinko (Zn)'lu gübrelerin etkin kullanımını artırmada ve yerel mısır genotiplerinin Zn'a etkin çeşitlerin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu amaçla, sera koşullarında 7 farklı yerel mısır genotipine iki farklı Zn dozu (0 ve 8.0 mg Zn kg⁻¹) uygulanmıştır. Mısır genotiplerinin kuru ağırlıkları, Zn kullanım etkinlikleri ve yeşil aksam Zn konsantrasyonu belirlenmiştir. Araştırmada artan dozlarda Zn uygulaması içerisinde düşük Zn (0 mg Zn kg⁻¹) ve yüksek Zn (8.0 mg Zn kg⁻¹) dozlarının istatistiksel olarak (P<0.01) önemli olduğu saptanmıştır. Düşük ve yüksek Zn'lu koşullarda yetiştirilen 7 yerel mısır genotiplerlerinin Zn etkinlik oranı içerisinde geniş varyasyonların olduğu bulunmuştur. Kuru madde ve etkinlik indeksi esas alınarak; Gököy ve Gülyalı ilçelerinden toplanan 4 ve 7 numaralı genotipler etkin duyarsız diğerleri ise etkin olmayan duyarlı olarak sınıflandırılmıştır. Çalışmada incelenen parametreler içerisinde, gövde çinko konsantrasyonları üzerine genotip, Zn dozları ve genotip x doz etkisi önemli bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Besin Elementi Etkinliği, Zn' lu Gübreleme, Zn Alınımı

Determination of Zinc Use Efficiency for Local Corn (*Zea mays* L.) Genotypes

Abstract

It is very important to increase the effective use of Zinc (Zn) fertilizers and to determine the Zn effective varieties of local corn genotypes. For this purpose, two levels of zinc (0, and 8.0 mg Zn kg⁻¹) were applied to 7 different local corn genotypes in greenhouse conditions. Dry weights of maize genotypes, Zn usage activities and green component Zn concentration were determined.

Low Zn (0 mg Zn kg⁻¹) and high Zn (8.0 mg Zn kg⁻¹) dose were found to be significant in the treatment of increasing doses of Zn (P <0.01). There were large variations in the Zn activity rate of 7 local maize genotypes grown in low and high zinc conditions. Based on dry matter production and efficiency index; Genotypes 4 and 7 collected from Gököy and Gülyalı districts were classified as ineffective susceptible while others were not insensitive. In the parameters examined, genotype, Zn doses and genotype x dose effect on body zinc concentrations were found to be significant.

Key Words: Nutrient Use Efficiency, Zn Fertilization, Zn Uptake

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: ozlemete87@gmail.com

1. Giriş

Dünya genelinde görülen mikroelement noksanlıklarından birisi de Zn noksanlığıdır. Bitkilerin Zn noksanlığına karşı duyarlılıkları farklı olmakla beraber sıcak iklimlerde yetişen C4 (mısır ve şeker kamışı) bitkilerinin ılıman bölgelerde yetişen C3 (buğday, çeltik ve soya fasülyesi) bitkilerine göre Zn noksanlığına karşı daha duyarlı olduğu açıklanmıştır (Marschner 1995; Alloway 2008). Kimyasal gübreleme bitkisel üretimde verim artışının sağlanmasında önemli yer tutmaktadır. Kimyasal gübre kullanımında mikro element içerikli gübrelerin kullanımı da son derece önemli olup özellikle Zn'nun kullanılması bitkiler için oldukça önemlidir. Çinko bitkide 300'den fazla enzim aktivitesine doğrudan ve dolaylı katılmakla beraber protein sentezine doğrudan katılmaktadır (Marschner 1995). Çinko eksikliğinde mısır bitkisinde özellikle klorotik bantlar, kırmızı ve renksiz lekeler oluşmaktadır (Marschner ve Çakmak, 1989). Bitkisel üretimde verimliliğin sürdürülebilir olması için Zn uygulanması oldukça önemlidir. Çinko'lu gübrelerin kullanım etkinliğinin artırılmasının bir başka yolu da çinko etkin çeşitlerin ve genotiplerin kullanılmasıdır. Etkin genotiplerin kullanılmasıyla beraber aşırı gübre tüketimi önlenmekle birlikte, gübrelemeden dolayı oluşacak kirlilikte engellenmiş olmaktadır. Çinko noksanlığının görüldüğü yerlerde Zn noksan koşullarında iyi yetişebilen uygun genotiplerin seçilmesi bitkisel verimliliğin korunması açısından oldukça önemlidir. Tarım topraklarındaki mikro element eksikliklerinin bitkisel üretimdeki verim ve kalite üzerine olumsuz etkileri yapılan çok sayıdaki araştırmalarda ortaya konmuştur. Topraklarda çinko (Zn) eksikliği hem ülkemiz hem de dünya tarım toprakları açısından oldukça önemli bir sorundur. Dünyada tarım yapılan alanların % 30'unda (Sillanpaa 1982), Türkiye'de ise tarım topraklarının % 50'sine yakın bir bölümünde (Eyüpoğlu ve ark 1995), Zn noksanlığı olduğu bildirilmiştir. Besin noksanlıklarının olduğu alanlarda uygun genotiplerin seçimi ve kullanılmasıyla gübreleme gibi önemli girdiden tasarruf sağlanacağı gibi gübrelemeyle toprak ve içme sularında meydana gelecek olumsuzlukların da azaltılmasına katkı sağlamış olacaktır. Topraklarda Zn noksanlığı genellikle kireçli topraklarda daha yaygın olmasına rağmen iyi ayrışmış asit topraklarda da şiddetli Zn noksanlığı görülmektedir (Alloway 2004). Düşük Zn'ya sahip ve bitkilerce alınabilirliği düşük olan kumlu ve fazla yıkanmış asit topraklarda Zn noksanlığı belirgin olup bitkisel üretimi sınırlamaktadır. Çinko genellikle bitkilerce düşük miktarlarda ihtiyaç duyulur. Fakat bu düşük miktarların karşılanmadığı durumlarda önemli verim kayıplarıyla karşı karşıya kalılabilmektedir. Çakmak ve ark (1995) bildirdiğine göre, sağlıklı bir bitkinin 1 kg kuru maddesinde en az 20 mg Zn olması gerekmektedir. Söz konusu miktarın çok düşük olduğu durumlarda bitkinin büyümesinde gerilemeler ve bunun sonucunda da verimde düşüşlerin olacağı bildirilmektedir. Geçmişte topraklarda görülen besin noksanlıklarını gübreleme ile iyileştirilerek üretim yapıldı. Ancak, son yıllarda çevre bilincinin artması ve gübrelerin topraktaki diğer besin elementlerini etkilemesi gibi nedenlerden dolayı sorunlu toprak koşullarının olduğu alanlarda o sorunun çözümüne yönelik uygun bitki genotiplerinin seçiminin daha akılcı bir yaklaşım olabilmektedir. Çinko noksanlığının yaygın olduğu alanlarda Zn noksanlık koşullarında iyi yetişebilen uygun genotiplerin seçimiyle bitkisel verimin korunması da sağlanacaktır. Bitki türleri arasında ve aynı türlerin genotipleri arasında Zn kullanım açısından farklılıkların olduğu açıklanmıştır (Marschner 1995). Bu nedenle, yerel populasyonların dikkate alınması zorunludur. Doğu Karadeniz mısır tarımında da uzun yıllardır mısır üretiminden elde edilen tohumlar kullanıldıklarından bölgeye adapte olan genotiplerdir. Bu genotiplerin toplanıp bunlardan yüksek verim verenlerin belirlenmesi ve ıslah programlarına dahil edilmesi önemlidir. Toprakta besin elementinin noksanlığı durumunda, aynı genotiplerin varyansları arasında herhangi bir genotipin diğerlerine göre daha iyi gelişme yeteneği besin maddesi kullanım

etkinliği olarak açıklanmıştır (Graham ve ark 1992). Çinko etkin genotipler Zn eksikliği bulunan topraktan daha fazla Zn kaldıracak, daha fazla yeşil aksam üretebilen ve tane üretebilen genotipler olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada Zn uygulamalarıyla yerel 7 mısır genotipinin Zn kullanım etkinlikleri belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, sera koşullarında 7 farklı yerel mısır genotipine iki farklı Zn dozu (0 ve 8 mg kg⁻¹) uygulanarak tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak 2014 yılı sonbahar döneminde Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliğinde Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasında yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan toprakta Zn eksikliğinin olması dikkate alınmıştır. Bu amaca yönelik olarak çiftçi tarlalarından toprak örnekleme yapılmış ve uygun olan toprak seçilmiştir. Araştırmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2. 1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tekstür	pH	EC	O.M	Kireç	P	K	Fe	Zn	Cu	Mn
		dS m ⁻¹	-----%	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
			-	-	-	-	-	---	-	-
Tımlı	5.11	0.11	2.07	0.96	20	116	9.71	0.13	0.35	8.68

Araştırmada kullanılan toprağın analizlerinde standart yöntemler kullanılmıştır. Toprakların bünyesi Bouyocous (1951), toprak pH’sı (Jackson 1958), EC (U.S. Salinity Laboratory Staff 1954), organik madde Walkey ve Black (Jackson 1964), toprağın kireç’i Scheibler Kalsimetresi (Çağlar, 1949), alınabilir fosfor (Olsen, S. R., F.S. Watanable 1957), alınabilir potasyum Pratt (1965), alınabilir Fe, Cu, Zn ve Mn DTPA’da ekstrakte edilerek Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirilen yöntemlerle belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan bitki materyalleri bölgede uzun yıllar yetiştirilen ve bölgeye iyi adaptasyon sağlamış 7 farklı yerel mısır genotipiyle yürütülmüştür. Bu genotipler Ordu ilinin Aybastı, Çamaş, Çatalpınar, Gököy, Gülyalı, Perşembe, Ulubey ilçelerinden toplanmıştır (Çizelge 2.2).

Çizelge 2. 2. Mısır genotiplerinin alındığı lokasyonlar

GENOTİPLER	ALINDIĞI İL	ALINDIĞI İLÇE	MAHALLE-KÖY
1	ORDU	Çamaş	Örmeli
2	ORDU	Çatalpınar	Merkez
3	ORDU	Ulubey	Doğlu
4	ORDU	Gököy	Güzelyurt
5	ORDU	Aybastı	Merkez
6	ORDU	Perşembe	Okçulu
7	ORDU	Gülyalı	Hoşköy

2.1. Saksı Denemesinin Tanıtımı

Sera koşullarında düşük Zn (0 mg Zn kg^{-1}) ve yüksek Zn (8 mg Zn kg^{-1}) dozlarının uygulanmasıyla 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Plastik 8 nolu her saksıya 4 mm'lik elekten elenmiş hava kurusu 3 kg toprak ilave edilmiştir. Ekimden önce temel gübreleme için $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ formunda 300 mg N kg^{-1} , KH_2PO_4 formunda 150 mg P kg^{-1} ($=187.5 \text{ mg K kg}^{-1}$) çözelti şeklinde uygulanmıştır. Daha sonra Zn 0 ve Zn 8.0 mg kg^{-1} olacak şekilde $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ formunda Zn uygulaması yapılmıştır. Her saksıya 10 adet tohum ekilmiş ve çimlenme sonrası 4 bitkiye seyreltilmiştir. Bitkiler yaklaşık 9 haftalık (61 gün) yetiştirme periyoduyla çiçeklenme öncesinde toprak seviyesinden 1 cm yukarıdan olacak şekilde hasat edilmiştir.

2.2. Yeşil Aksam Bitki Analizi

Hasat edilen bitkiler saf su ile yıkanıp 48 saat süresince $65 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutulmuş ve kuru ağırlıkları belirlendikten sonra agat değirmende öğütülmüştür. Öğütülen bitki örneklerinden 200 mg tartılarak mikro dalga tüplerine aktarılmıştır. Mikrodalga tüplerinin üzerine 2 ml saf su, 2 ml H_2O_2 (% 30'luk) ve 4 ml HNO_3 (% 65'lik) içeren bir karışımı içinde yakılmıştır (Cem Mars, microwave Acceleration Reaction System). Yakılan örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra saf su ile 20 ml'ye tamamlanarak mavi bant filtre kağıdında süzölmüştür. Yeşil aksamdaki Zn konsantrasyonu ICP-OES (Varian ICP-OES Vista Pro) ile belirlenmiştir.

2.3. Bitkilerde Çinko (Zn) Etkinliğinin Hesaplanması

Saksı denemelerindeki mısır genotiplerinin Zn etkinliğini belirlemede "Zn-efficiency" indeksi kullanılmıştır (Graham 1984). Mısır genotiplerinin Zn etkinliğinde *Zn efficiency* (etkinliği) = $(100) \times \text{Verim} (-\text{Zn}) / \text{Verim} (+\text{Zn})$ eşitliği kullanılmıştır. Etkin genotiplerin hesaplamasında Zn etkinlik oranı $85 \geq$ ise genotipler etkin olarak, $85 \leq$ olduğunda da etkin olmayan genotip olarak kabul edilmiştir (Wang Q.R, 2005). Zn etkinlik değeri 100'e yaklaştıkça mısır genotiplerinin Zn noksanlığına karşı dayanıklı oldukları, 0' a yaklaştıkça mısır genotiplerinin Zn noksanlığına duyarlılığının fazla olduğunu ifade etmektedir.

3. Tartışma ve Bulgular

3.1. Düşük ve Yüksek Çinko (Zn) 'lu Koşullarda Gövde Kuru Madde Miktarı

Çinko uygulanmayan kontrol (0 mg Zn kg^{-1}) dozunda 7 yerel mısır genotipinin ürettikleri kuru madde verimi birbirinden farklı olmuştur. En düşük kuru madde veriminin $6.77 \text{ g bitki}^{-1}$ ile 6 nolu genotipte iken en yüksek kuru madde verimi $8.77 \text{ g bitki}^{-1}$ olarak 4 nolu genotipte olduğu bulunmuştur. Yüksek Zn $8.0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ uygulamasında en yüksek kuru madde verimi $10.10 \text{ g bitki}^{-1}$ ile 6 numaralı genotipte saptanmıştır (Çizelge 3.1). Diğer yerel mısır genotiplerinin de bu değerler arasında dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda mısırın Zn eksikliğinden çok fazla etkilendiği ve Zn eksikliğine karşı dayanıksız olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Brown (2008) tarafından yapılan çalışmada mısır çeşitlerinin çok çeşitli varyetelerde olduğu ve Zn eksikliğine duyarlı olduklarını ve buna bağlı olarak mısır çeşitlerinin verimlerinin etkilendiği açıklanmıştır. Yerel mısır genotipleri üzerinde yürütülen bu çalışmada genotipler arasında önemli farklılıklar oluşması bitkilerin Zn kullanım etkinliğindeki farklılıklardan dolayı meydana gelmiştir.

Bitki türleri hatta aynı türün çeşitleri arasında Zn kullanımı açısından farklılıklar olduğu bildirilmektedir (Marschner 1993).

Çizelge 3. 1. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 7 farklı mısır genotipinin gövde kuru madde verimi (g bitki^{-1})

Zn Dozları (mg Zn kg^{-1})	Zn 0	Zn 8
Genotipler	g bitki^{-1}	g bitki^{-1}
1	6.93	9.18
2	7.28	8.78
3	6.87	9.73
4	8.77	9.08
5	7.35	9.20
6	6.77	10.10
7	7.82	8.63

Artan dozda Zn uygulamasının kuru madde verimine verdiği tepkinin başka araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir (Singh ve ark 2005; Hajibolat ve Salehi 2006; Xu ve ark 2013; Öner 2015). Çinko noksanlığının şiddetli olduğu alanlarda fosforlu gübrelmeyle noksanlık daha da şiddetlenmektedir. Örneğin, İbrikci ve ark (2009) tarafından yapılan bir araştırmada yüksek pH'ya ve düşük Zn içeriğine sahip olan bir toprakta artan dozda P'lu gübre uygulamasıyla mısır bitkilerinde Zn noksanlığının şiddetlenmesine bağlı olarak kuru madde veriminde düşüş olduğu belirtilmiştir. Çinko noksanlığına karşı duyarlılık bitkiden bitkiye farklılık göstermektedir. Özellikle tahıl ürünlerinin veya aynı türün çeşitleri arasında Zn eksikliğine karşı gösterdikleri tepkilerin birbirinden oldukça farklı olabileceği açıklanmıştır. Zn noksanlığına karşı yapılan gübrelemelere çeşitli bitkilerin vermiş oldukları tepkilerin birbirinden farklılık gösterdiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Örneğin, mısır'da (Gondek 2009 ; Chaab ve ark 2011; Rastija ve ark 2011; Puga ve ark 2013; Yerokun ve Chirwa 2014; Xu ve ark 2014; Manzeke ve ark 2014) ve buğdayda (Grewal ve ark 1996 ; Erenoglu ve ark 1999; Öztürk ve ark 2006; Mai ve ark 2011; Wang ve ark, 2012) artan Zn uygulamalarıyla birlikte kuru madde veriminde artışların olduğunu saptamışlardır.

3.2. Yerel Mısır Genotiplerinin Çinko Kullanım Etkinliği

Düşük Zn (0 mg Zn kg^{-1}) ve yüksek Zn ($8.0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$) doz uygulamalarında yetiştirilen 7 farklı yerel mısır genotiplerinin kuru madde verimleri ile Zn etkinlikleri arasındaki ilişki Çizelge 3.2' de sunulmuştur. En düşük Zn etkinlik oranı %67 iken en yüksek Zn kullanım etkinliği %97 olup 4 nolu genotipte bulunmuştur. 7 yerel mısır genotipleri arasında 2 genotipin Zn'a karşı verdiği tepki yönünden etkin olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.2). Yerel mısır genotipleri arasında 4 ve 7 nolu genotipin Zn etkinlik oranları sırasıyla %97 ve %91 olarak bulunmuştur. Geriye kalan 4 genotipin ise Zn etkinlik oranları 85'in altında olduğundan etkin olmayan genotipler olduğu saptanmıştır. Denemede kullanılan genotiplerin kuru madde verimi düşük Zn uygulamasında beklendiği gibi azalmıştır. Ancak, etkin genotiplerin düşük Zn'lu koşullarda diğer genotiplere göre daha fazla kuru madde ürettiği saptanmıştır.

Çizelge 3. 2. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 7 farklı mısır genotipinin kuru madde verimleri ile çinko etkinlikleri arasındaki ilişki (%)

Zn Dozları (mg Zn kg^{-1})	Zn 0	Zn 8	Zn Etkinlik Oranı %
Genotipler			
1	6,93	9,18	75
2	7,28	8,78	83
3	8,87	9,73	71
4	8,77	9,08	97
5	7,35	9,20	80
6	6,77	10,10	67
7	7,82	8,63	91

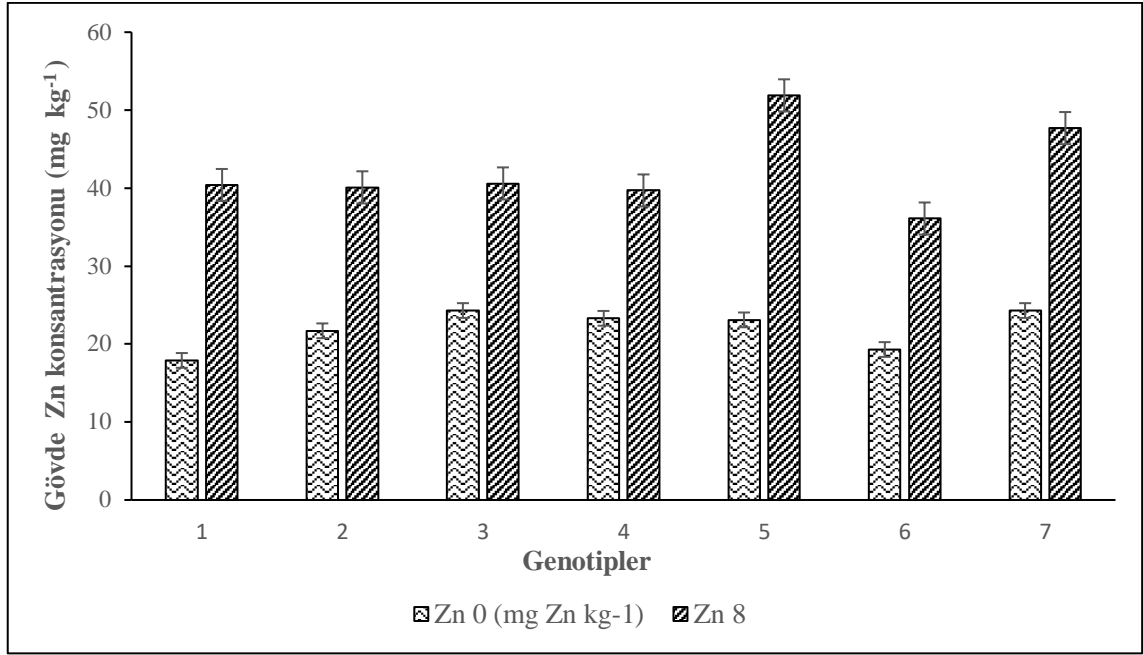


Şekil 3.1. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0= 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8= 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 4 nolu genotipin etkinlik görünümü.

Genotipler arasında düşük Zn (0 mg Zn kg^{-1}) ve yüksek Zn ($8.0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$) uygulamalarında 4 nolu genotip bitki büyümeleri bakımından Zn'ca etkin olarak bulunmuştur (Şekil 3.1).

3.3. Düşük ve Yüksek Çinko (Zn) 'li Koşullarda Gövde Zn Konsantrasyonu

Çinko uygulamalarına bağlı olarak tüm genotiplerin Zn konsantrasyonlarında önemli oranda artışlar olmuştur ($P < 0.001$) (Şekil 3.2). Mısır genotipleri arasında düşük dozda yeşil aksam Zn konsantrasyonu 1 nolu genotipte 0 mg Zn kg^{-1} uygulamasında en düşük 17.9 mg kg^{-1} iken en yüksek çinko konsantrasyonu 51.9 mg kg^{-1} olarak 8 mg Zn kg^{-1} uygulamasında 5 nolu genotipte bulunmuştur. Genotipler arasında 6 numaralı genotipin ortalama Zn konsantrasyonu 27.7 ile en düşük olarak bulunurken, 37.5 mg kg^{-1} çinko konsantrasyonuna sahip 5 numaralı genotip en yüksek ortalama değere sahiptir.



Şekil 3. 2. Sera Koşullarında düşük ($Zn_0 = 0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) ve yüksek ($Zn_8 = 8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ toprak) Zn uygulamaları altında 61 gün süreyle yetiştirilen 7 farklı mısır genotipinin gövde çinko konsantrasyonu.

Zn uygulamasına karşı genotiplerin vermiş oldukları tepkiler içerisinde geniş bir varyasyonun olması verim üzerine doğrudan etkili olmaktadır. Çinko eksikliği durumunda bitkilerin hem fizyolojik olarak etkilendiği hem de büyüme geriliği gösterdiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Welch ve ark 1982; Brown ve ark 1993; Marschner 1995; Torun 1997; Ekiz ve ark 1998; Çakmak 2000; Alloway 2008). Literatürde mısır bitkisine artan dozlarda Zn uygulamasıyla yeşil aksamında Zn konsantrasyonunun arttığı ve bunun sonucunda da verim artışlarının olduğu bildirilmektedir (Singh ve ark 2005; Hajibolat ve Salehi 2006; Xu ve ark 2013; Mari ve ark 2015).

4. Sonuç ve Öneriler

Çinko eksikliğinde mısır genotiplerinin gövde gelişimleri olumsuz etkilenmektedir. Çinko noksanlığında mısır genotipleri arasında noksanlık belirtilerinin ortaya çıkış zamanı ve şiddeti birbirlerinden farklı olmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre, özellikle yetersiz çinko koşullarında yetiştirilen mısır genotiplerine çinko uygulanması ile birlikte bitkilerin gövde kuru madde verimlerinde ve Zn konsantrasyonlarında önemli oranda artış

olduğu bulunmuştur. Yedi yerel mısır genotipinde; kuru madde miktarı esas alınarak yapılan Zn kullanım etkinliklerine göre 4 ve 7 nolu genotipler etkin olarak bulunmasına karşılık diğer genotipler ise etkin olmayan genotip olarak sınıflandırılmıştır.

Çinko kullanımı açısından elde edilen etkin genotiplerin kaybolmadan toplanıp tanımlanması ve bunların bitki ıslah programlarında aktif olarak kullanılmaları büyük önem taşımaktadır. Etkin genotiplerin belirlenmesiyle Zn eksikliği koşullarında mısırdaki verim ve kaliteyi düşürmeksizin Zn'lu gübrelerin kullanımının azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak ülkemiz topraklarının yaklaşık olarak yarısına yakınında Zn eksikliğinin görülmesi nedeniyle Zn'ca etkin bitki çeşitlerine tarımsal üretimde yer verilmesi hem ekonomik açıdan hem de daha az işgücü kullanılması bakımından son derece önemlidir.

Teşekkür

Bu araştırma Ordu Üniversitesi Bilimsel Projeleri Destekleme (BAP) Birimi tarafından TF- 1463 nolu projeye desteklenmiştir.

Kaynaklar

1. Alloway, B.J., 2004. Zinc in soils and crop nutrition. International Zinc Association Communications. IZA Publications, Brussels.
2. Alloway, B. J., 2008. Zinc in soils and crop nutrition. IZA Publications, International Zinc Assoc.: Brussels.
3. Bouyoucos, G. L., 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*. (43):434-438.
4. Brown, P.H., Çakmak, I. and Zhang, Q., 1993. Form and function of zinc in plants. Chap 7 in Robson, A.D. (ed) *Zinc in Soils and Plants*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp 90-106.
5. Brown, P.H. 2008, micronutrient use in agriculture in the united states of america: current practices, trends and constraints. Chap. 11, In Alloway, B.J. (ed.) *Micronutrient Deficiencies in Global Crop Production*, Springer, Dordrecht, pp 267-286.
6. Chaab, A., Savaghebi, G.R., Motesharezadeh, B., 2011. Differences in the zinc efficiency among and within maize cultivars in a calcareous soil. *Asian Journal of Agricultural Sciences* 3(1): 26-31.
7. Çağlar, K.Ö., 1949. Toprak Su Koruma Mühendisliği. Çukurova Univ. Zir. Fak. Yayın No: 108, Ada.
8. Çakmak I. 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Phytologist*. 146, 185-205.
9. Çakmak, I., Atlı, M., Kaya, R., Evliya, H., Ve Marschner, H., 1995. Association of high light and zinc deficiency in cold induced leaf chlorosis in grapefruit and mandarin trees. *J. Plant Physiol.*, 146: 355-360.
10. Ekiz, H., Bağcı, S.A., Kırıl, S., Eker, S., Gultekin, I., Alkan, A. and Çakmak, I. 1998. effects of zinc fertilization of various cereals grown in zinc-deficient calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 21, 2245-2256.

11. Erenoğlu, B., Çakmak, İ., Romheld, V., Derici, R., and Rengel, Z., 1999. Uptake of zinc by rye, bread wheat and durum wheat cultivars differing in zinc efficiency. *Plant and Soil*, 209: 245-252.
12. Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., and Talaz, S., 1995. Türkiye topraklarının bitkiye yararlı mikroelementler bakımından genel durumu. *Toprak Gübre Araştırma Ens.* 620/ A-002 Projesi Toplu Sonuç Raporu.
13. Gondek, K., 2009. Zinc content in maize (*Zea Mays L.*) and soils fertilized with sewage sludge and sewage sludge mixed with peat. *Polish J. Of Environ.* Vol. 18, No:3, 359-368.
14. Graham, R. D., Ascher, J. S., And Hynes, S. C., 1992. Selecting zinc efficiency cereal genotypes for soils of low zinc status. *Plant and Soil*. 146: 241-250.
15. Graham, R. D., 1984. Breeding for nutritional characteristics in cereals. *Adv. Plant Nutr.* 1, 57—102.
16. Grewal, H.S., Graham, R.D., and Rengel Z., 1996. Genotypic variation in zinc efficiency and resistance to crown rot disease (*Fusarium Graminaearum* Schw. Group 1) in wheat. *Plant and Soil*, 186: 219-226.
17. Hajiboland, R. and S.Y. Salehi, 2006. Characterization of Zn efficiency in Iranian rice genotypes I. Uptake efficiency. *Plant Physiol.*, 32: 191-206.
18. İbrikci, H., Ülger A. C., Kormaz, K., Okdem, A., Büyük, G., Amar, B., Konuskan, O., Karnez, E., Özgentürk, G., Oguz, H. and Ryan, J., 2009. Genotypic responses of corn to phosphorus fertilizer rates in calcareous soils. *Communications in Soil Science & Plant Analysis.* (40):1418–1435.
19. Jackson M.L., (1958). *Soil Chemical Analysis*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, Usa, Pp.1-498.
20. Lindsay, W.L. and Norvell, W.L. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, copper. *Soil. Sci. Soc. Am.*, 42:421-428.
21. Mai, W.X., Tian, X.H., Gale, W.J., Yang, X.W., LU, X.C., 2011. Tolerance to Zn deficiency and P-Zn interaction in wheat seedlings cultured in chelator-buffered solutions. *Journal of Arid Land* 3(3): 206-213.
22. Manzeke, G. M., Mtambanengwe, F., Nezomba, H., Mapfumo, P., 2014. Zinc fertilization influence on maize productivity and grain nutritional quality under integrated soil fertility management in Zimbabwe. *Field Crops Research* (166): 128-136.
23. Mari, G. F., Prado, R. M., Caione, G., Campos, C. N. S., 2015. Residual effect of zinc application doses and methods on nutrition and productivity of corn. *American Journal of Plant Sciences* (6): 298-305.
24. Marschner, H., ve Çakmak, İ., 1989. High light intensity enhances chlorosis and necrosis in leaves of zinc-, potassium- and magnesium deficient bean (*Phaseolus Vulgaris*) plants. *Journal of Plant Physiology*.
25. Marschner, H., 1993. Zinc uptake from soils. Chap 5 in Robson, A.D. (ed.) *Zinc in soil and plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 48-78.
26. Marschner, H., 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Second Edition. Academic Press, NewYork, USA.
27. Olsen, S. R., Watanable, F. S., 1957. A Method to determine a phosphorus adsorption maximum for soils as measured by the langmuir isotherm. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* (21): 144-149.

28. Öner, F., Yılmaz, N., Sezer, İ., Atıcı, F.Ö., 2015. Bazı Atdışı Mısır (*Zea mays indendata L.*) Çeşitlerinin Verim ve Verim Komponentlerinin Belirlenmesi. Harman Time Dergisi. Ekim 2015 Yıl: 3, Sayı:32. ISSN: 2147-6004.
29. Öztürk, L., Yazıcı, M.A., Yucel, C., Torun, A., Cekic, C., Bagci, A., Ozkan, H., Braun, H., Sayers, Z., Cakmak, I., 2006. Concentration and localization of zinc during seed development and germination in wheat. *physiol. Plant.* 128, 144–152.
30. Prat, P.F., 1965. Potassium pp: 1022-1030, Sodium pp: 1031-1034. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Mikrobiological Properties.* Ed. C.A. Black. Amer. Soc. Of agron. Inc. Pub. Agron. Series No:9.
31. Puga, A. P., Prado, R.M., Fonseca, I.M., Vale, D.W., Avalhaes, C.C., 2013. Ways of applying zinc to maize plants growing in oxisol: Effects on the Soil, on Plant Nutrition and on Yield. *Idesia (Chile)* (31).
32. Rastija, M., Kovacevic, V., Simic, D., Rastija, D., 2011. Zinc as a plant nutritional problem in the Eastern Croatia Soil. *Plant and Food Interactions.*
33. Sillanpaa, M., 1982. Micronutrient and the nutrient status of soils. *A Global Study FAO Soils Bulletin, No:48.,* FAO, Rome, Italy.
34. Sing, B., Natesan, S.K.A., Sing, B.K., USHA, K., 2005. Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. *Current Science, Vol.88 No:1.*
35. Torun, M.B., 1997. Değişik tahıl türlerinin ve buğday çeşitlerinin çinko eksikliğine karşı duyarlılığının araştırılması, Doktora tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
36. U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils,* USDA No: 6.
37. Wang, Q.R., 2005. Screening chinese wheat germplasm for phosphorous efficiency in calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition,* 28: 489-505.
38. Wang, J., Mao, H., Zhao, H., Huang, D., Wang, Z., 2012. Different increases in maize and wheat grain zinc concentrations caused by soil and foliar applications of zinc in loess plateau, China. *Field Crops Research* (135): 89-96.
39. Welch, R.M, Webb M.J. and Loneragan, J.F., 1982. Zinc in membrane function and its role in phosphorus toxicity [Crops]. In *Plant Nutrition 1982: Proceedings of the Ninth International Plant Nutrition Colloquium, Warwick University, England, August 22-27, 1982.* Ed. A Scaife. pp 710-715.
40. Xu, X.P., He, P., Pampolino, M.F., Chuan, L.M., Johnshon, A.M., Qiu, S.J., Zhao, S.C., Zhou, W., 2013. Nutrient requirements for maize in china based on QUEFTS analysis. *Field Crops Res.* 150, 115–125.
41. Xu, X.P., Xu, X.P., He, P., Pampolino, M.F., Johnshon, A.M., Qiu, S.J., Zhao, S.C., Chuan, L.M., Zhou, W., 2014. Fertilizer recommendation for maize in china based on yield response and agronomic efficiency. *Field Crops Research* 157 (2014), 27–34.
42. Yerokun, O. A., and Chirwa, M., 2014. Soil and foliar application of zinc to maize and wheat grown on a zambian alfisol. *African Journal of Agricultural Research* (11): 963-970.