

## Silajlık Mısır Çeşitlerinin Verim ve Kalitesine Çinko Gübrelenmesinin Etkilerinin Belirlenmesi

Halil ERDEM

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat

**Özet:** Çinko (Zn) noksanlığı bitki, insan ve hayvanda sorunlara neden olan yaygın bir mikro element noksanlığıdır. Çinko noksanlığında bitkide verim ve bitkisel ürünlerin besleme kalitesinde düşüşler görülmektedir. Bu çalışmada, Tokat yöresinde tarla koşullarında çinko uygulamasının 10 farklı mısır çeşidinde bitki kuru madde, silaj verimi ve yeşil aksam Zn, protein, fosfor ve potasyum konsantrasyonları üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Denemede Zn dozu olarak 0 ve 3 kg ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O şeklinde Zn gübrelenmesi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Zn gübrelenmesi ile mısır çeşitlerinin kuru madde verimlerinde ve silaj verimlerinde önemli artışların olduğu (P<0.01) ve bu artış ortalama olarak kuru madde veriminde 191 g bitki<sup>-1</sup> den Zn uygulaması ile 231 g bitki<sup>-1</sup>'e, silaj veriminde ise bu değerler 9.0 ton da<sup>-1</sup>'den 10.2 ton da<sup>-1</sup>'a çıkmıştır. Çinko uygulaması ile sadece denemede kullanılan çeşitlerin verimlerinde artış olmamış aynı zamanda bitkilerin yeşil aksam Zn ve protein konsantrasyonlarında da önemli artışlar meydana getirmiştir.

**Anahtar kelimeler:** çinko, gübreleme, silajlık mısır, kuru madde, silaj verimi

## Determination of the Effects of Zinc Fertilization on Yield and Quality of Silage Corn Varieties

**Abstract:** Zinc deficiency which induces problems in plants, human, and animals is the most commonly occurring micronutrient disorder. Crop production and nutritional quality of edible parts of crops are decreased by Zn deficiency. In this field study, the effects of zinc application on dry matter and silage yields, silage Zn, protein, phosphorus and potassium concentrations of ten different corn varieties were investigated in Tokat regions. Zinc application rates were 0 and 3 kg ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O respectively. The dry matter and silage yield of all corn varieties were significant increased (P<0.01). The average dry matter yield was increased from 191 g plant<sup>-1</sup> in -Zn conditions to 231 g plant<sup>-1</sup> with +Zn conditions and silage yield was increased from 90 t ha<sup>-1</sup> to 102 t ha<sup>-1</sup> with Zn application. Zinc application not only increased the dry matter and silage yields of varieties used in the experiment but also gave rise to substantial increases in the concentrations of zinc and protein contents in green parts of the plants.

**Key words:** zinc, fertilization, corn silage, dry matter, silage yield, quality

### 1. Giriş

Çinko (Zn) noksanlığı topraklarda en yaygın olan mikro besin elementi noksanlıklarından biridir. Problem özellikle yarı kurak bölgelerde tahıl ekilen alanlarda kendini göstermektedir. FAO tarafından desteklenen bir çalışmada, dünyadaki tarım alanlarının % 30'unda Zn noksanlığı olduğu saptanmıştır (Sillanpaa, 1982). Söz konusu çalışmada, hemen hemen çalışılan tüm ülke

topraklarında ve bitkilerinde Zn noksanlığı görüldüğü ve Hindistan, Pakistan, Irak, Lübnan, Suriye ve Türkiye topraklarının alınabilir Zn düzeylerinin en düşük düzeyde olduğu bildirilmiştir. White ve Zasoski (1999)'ye göre, Zn noksanlığının en yaygın olduğu ülkeler

Akdeniz Bölgesi, Güney Doğu ve Doğu Asya ülkeleri ve Avustralya'dır. Söz konusu çalışmada, Hindistan'da 30 milyon, Bangladeş'te 8 milyon, Türkiye'de 14 milyon, Çin'de 20 milyon ve Avustralya'da en az 10 milyon hektar işlenebilir alanda toprakta potansiyel Zn noksanlığının olduğu vurgulanmıştır. Türkiye'nin değişik bölgelerinden toplanan 1511 toprak örneğinde yapılan analizlere göre Zn eksikliği, %49 oranla en yaygın olan mikro element eksikliği olarak saptanmıştır (Eyüpoğlu ve ark., 1995)

Çakmak ve ark. (1996), Konya Havzası'ndan topladıkları 76 toprak örneğinin % 92'sinde, DTPA (dietilen triamin penta asetik asit) ekstraksiyon yöntemiyle ölçülen bitkilerce

alınabilir Zn miktarının, kritik olarak kabul edilen eksiklik sınırının ( $0.5 \text{ mg kg}^{-1}$  toprak) altında olduğunu bildirmişlerdir.

Toprakta bitkilerce alınabilir Zn düzeyinin düşük olması, bitkide Zn noksanlığının ortaya çıkmasına yol açmakta ve bu da önemli düzeyde verim kayıplarına neden olmaktadır. Yapılan bir çalışmada, çinko noksanlığından kaynaklanan verim kaybının çavdarda %1, tritikalede % 26, ekmeklik buğdayda % 41 ve makarnalık buğdayda ise %75 olduğu bildirilmiştir (Çakmak ve ark., 1997a). Orta Anadolu'da gerçekleştirilen bir çalışmada ise, söz konusu verim kayıplarına karşı toprağa yapılan Zn uygulaması ile önemli verim artışlarının olduğu, buğday üretim alanlarında farklı lokasyonlarda Zn uygulamasıyla kontrole göre % 5-550 arasında ve ortalama olarak % 43 dane verim artışının elde edildiği bulunmuştur (Çakmak ve ark., 1999b).

Bitki türleri Zn eksikliğine farklı tolerans göstermektedir. Tahıl türlerinin veya aynı türün çeşitleri arasında Zn eksikliğine ve uygulamalarına karşı tepkilerinin büyük ölçüde farklı olduğu bilinmektedir. Mısır (Özer, 1999; Özgüven ve Katkat, 2001), 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), nohut (Khan ve ark., 1998), yonca (Grewal ve Williams, 1999), sakız kabağı (Yağmur ve ark., 2002) ve biber (Güneş ve ark., 1999; Aktaş ve ark., 2006) gibi türlerde Zn eksikliğine ve uygulamalarına karşı önemli genotipel farklılıkların, hatta aynı türün farklı çeşitleri arasında farklılıklar olduğu bulunmuştur. Fakat bugüne kadar çinko eksikliğine karşı dayanıklılık mekanizması tam olarak anlaşılamamıştır.

Çinkoca yetersiz tahıl ürünlerinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkisinin yanında tanesinde Zn konsantrasyonu düşük olan bitkilerin kuraklık ve diğer çevresel stres faktörlerine karşı da oldukça duyarlı olduğu ve buna bağlı olarak toprakta nematod enfeksiyonlarının artmasına yol açtığı bulunmuştur (Graham ve Webb, 1991; Çakmak, 2000).

Mısır dünyada tahıllar içinde ekiliş alanı bakımından üçüncü, üretim açısından ilk sırada alan önemli bir tahıl cinsidir. Birim alan verimi buğday ve arpanın yaklaşık iki katıdır. Gelişmekte olan Asya ülkelerinde buğday ve çeltikten sonra yer alırken, özellikle Latin Amerika ve Afrika'da birinci sırada yer almaktadır. Ülkemizde hayvan yemi ve insan gıdası olarak çok farklı alanlarda kullanılan mısır, ekim alanı ve üretim miktarı ile buğday ve arpadan sonra en fazla üretilen önemli bir bitkidir (Anonim, 2011).

Bu çalışmada, Tokat koşullarında bazı silajlık mısır çeşitlerinin çinko (Zn) gübrelemesine olan tepkilerinin (kuru madde verimi, yeşil aksam Zn konsantrasyonu ve silaj verimi) belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma GOP Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama arazisinde 2010 yılında gerçekleştirilmiştir. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri: DTPA ile ekstrakte edilebilir Zn  $0.12 \text{ mg Zn kg}^{-1}$  (yetersiz), tekstür killi, kireç %13.5 (orta kireçli), pH (1:2.5 toprak:su) 8.38 (hafif alkali), organik madde %1.47, tuz  $0.33 \text{ mmhos/cm}$  (tuzsuz) şeklindedir. Topraklarda DTPA ile ekstrakte edilebilir Zn analizi Lindsay ve Norvell (1978), tekstür Bouyoucoucous, (1951), kireç Çağlar (1949), pH, organik madde ve tuz Jackson (1959) yöntemlerine göre yapılmıştır. Denemede olgunluk grubu (FAO) 650-700 olan 10 farklı mısır çeşidi (Shemal, TTM-815, DKC-6589, Arifiye, Sakarya, ADA-523F1, Hacıbey, Pioneer, 31G98, Dekalp C-955 ve Cadız F1) kullanılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Bitkiler  $4.40 \text{ m} \times 4$  sıra şeklinde ( $9.2 \text{ m}^2$ ), 70 cm sıra arası 20 cm sıra üstü mesafe olarak ekilmiştir. Denemede temel gübreleme olarak toplamda  $25 \text{ kg da}^{-1}$  N,  $10 \text{ kg K}_2\text{O}$  ve  $12 \text{ kg P}_2\text{O}_5$  verilmiştir. Temel gübre dozları yöremizde klasik yetiştiriciliği yapılan mısır için kullanılan dozlar ile aynı olması amacı ile belirlenmiştir. Çinko dozu olarak dekara ekimle birlikte 0 ve  $3 \text{ kg ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  şeklinde Zn gübrelemesi uygulanmıştır. Çinko dozu konu ile ilgili

araştırma makalelerinden elde edilen veriler dayanılarak belirlenmiştir. Yaprak örnekleri bitkiler tepe püskülü çıkarma döneminde iken koçanın karşısında bulunan yapraklardan alınmıştır (Jones ve ark., 1991). Kuru madde ve silaj veriminin belirlenmesi için bitkiler hamur olum döneminde iken hasat edilmiştir. Bitkiler hasat edilir edilmez tartılarak dekadardan alınan silaj verimleri belirlenmiştir. Kuru madde verimleri ise her tekerrürden 3 adet bitki hasat edilip etüvde en az 48 saat boyunca 70 °C'de kurutulduktan sonra hassas terazi ile tartılarak belirlenmiştir. Yaprak örnekleri laboratuvar ortamına getirilerek asitli su (%0.01 HCl) ve saf su ile yıkandıktan sonra en az 48 saat boyunca 70 °C'de etüvde kurutulup öğütücüde öğütülmüştür. Öğütülen örnekler kül fırınında kuru yakma (Kacar ve İnal, 2008) metoduna göre yakılmış, elde edilen süzüklerde Zn, P, K belirlemesi ICP-OES (Perkin Elmer) cihazında yapılmıştır. Protein analizi ise Kjeldahl yaş yakma yöntemine göre (Bremner, 1965) yapılmış ve elde edilen %N değerleri mısır için kullanılan 6.25 katsayısı ile çarpılarak % protein miktarı belirlenmiştir.

Veri Analizi: Veri setinin değerlendirilmesinde SPSS 13.0 paket programı kullanılmıştır. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve verilerin ortalamaların karşılaştırılması için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

## 2. Bulgular ve Tartışma

### 2.1. Çinko uygulamasının değişik mısır çeşitlerinin kuru madde ve silaj verimlerine olan etkisi

Tarla koşullarında 10 farklı mısır çeşidine Zn uygulamasının bitkilerin yeşil aksam kuru madde verimine olan etkisi Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi kontrol uygulamasına göre Zn uygulaması ile mısır çeşitlerinin tümünde kuru madde verimlerinde ortalama 40 g gibi bir artış meydana gelmiştir. İstatistiksel olarak da Zn uygulaması ile çeşitlerin hemen hemen hepsinde görülen bu artışın Sakarya ve Cadız çeşitleri hariç diğerlerinde önemli oranda ( $P<0.01$ ) olduğu ortaya çıkmıştır

(Çizelge 1). Çeşitler arasında da Zn gübrelemesine karşı göstermiş oldukları tepkide birbirlerinden farklı ve istatistiksel açıdan önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Bu da Zn'ya karşı her bir çeşidin tepkisinin farklı olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde Zn uygulaması ile çeşitlerin sadece kuru maddelerinin değil aynı zamanda da silaj verimlerinde de önemli artışların ( $P<0.05$  ve  $P<0.01$ ) olduğu görülmüştür (Çizelge 1).

Tüm çeşitlerin ortalaması olarak baktığımızda Zn gübrelemesi yapılmayan çeşitlerin silaj verimleri 9.0 ton  $da^{-1}$  iken Zn uygulaması yapıldığında bu değer 10.2 ton  $da^{-1}$ 'a çıkmıştır. Denemede kullanılan çeşitler arasında hem kuru madde verimi hem de silaj verimi bakımından Arifiye, Ada-523F1 ve Hacıbey çeşitlerinde önemli artışların ( $P<0.01$ ) olduğu görülmüştür. Elde ettiğimiz bulgulara paralel olarak; Hossain ve ark. (2008) bir mısır çeşidine topraktan 0, 2 ve 4 kg Zn  $ha^{-1}$  uygulayarak yapmış oldukları tarla denemesinde, Zn uygulamalarına paralel olarak mısırın tane verimlerinde önemli artışların olduğunu bildirmişlerdir. Bahsi geçen araştırmada kontrol uygulamasında (Zn uygulaması yapılmayan parseller) mısır verimi 8.32 t  $ha^{-1}$  iken Zn 2 ve Zn 4 dozlarında ise verim sırası ile 10.47 ve 10.84 t  $ha^{-1}$ 'a çıkmıştır. Tarla koşullarında, bir şeker mısırı çeşidine Zn katkılı kompoze gübre uygulaması ile şeker mısırının protein miktarı %10.7'den %11.4'e çıktığını bildirmişlerdir (Büyükerdem ve Akman, 2008). Konya şartlarında 20 ekmeklik ve 4 makarnalık buğday ile yapılan bir tarla denemesinde toprağa yapılan Zn (23 kg Zn  $ha^{-1}$ ,  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ) uygulaması ile bütün çeşitlerin tane verimlerinde önemli artışların olduğu (Zn etkinliği ortalama %53) belirtilmiştir (Bağcı ve ark., 2007). Benzer bir çalışmada ise; sera koşullarında Zn noksanlığına sahip bir toprağa 10 ppm Zn uygulaması sonucu 5 farklı ekmeklik buğday çeşidinin kuru madde verimlerinde önemli artışların (%51 ile %108) olduğu bildirilmiştir (Torun ve ark., 1998). Sera koşullarında 75 farklı biber genotipine 0 ve 5 ppm Zn uygulayarak yapılan bir çalışmada; kontrol uygulamasına göre (0 mg Zn  $kg^{-1}$ ) Zn ile

## Silajlık Mısır Çeşitlerinin Verim ve Kalitesine Çinko Gübrelemesinin Etkilerinin Belirlenmesi

Çizelge 1. Çinko gübrelemesinin 10 farklı silajlık mısır çeşidinde kuru madde verimi ve silaj verimine olan etkisi.

ÇEŞİT	Kuru Madde Verimi (g bitki <sup>-1</sup> )		t-test	Silaj Verimi (t da <sup>-1</sup> )		t-test
	-Zn	+Zn		-Zn	+Zn	
Shemal	181±1.00 e <sup>z</sup>	248±0.58e	**	9.40±0.10 def <sup>z</sup>	11.0±0.20de	*
TTM-815	212±1.00i	230±0.58d	**	9.64±0.15ef	10.9±0.85cde	öd
DKC-6589	203±1.00g	213±0.00c	**	9.00±0.20bcd	11.0±1.00de	öd
Arifiye	188±0.81e	286±0.50g	**	9.18±0.20cde	10.1±0.15bc	**
Sakarya	208±1.00h	231±1.00d	**	8.60±0.40ab	9.20±0.20a	*
Ada-523F1	174±0.43b	259±1.02f	**	9.24±0.35cdef	10.8±0.20cde	**
Hacıbey	152±1.00a	202±1.60a	**	8.23±0.06a	10.2±0.20cd	**
Pioneer 31G98	191±0.58f	206±1.53b	**	8.90±0.40bcd	9.10±0.10a	öd
Dekalp C-955	176±0.51c	200±1.00a	**	8.77±0.45bc	9.38±0.20ab	öd
Cadız F1	229±0.58j	232±1.00d	öd	9.73±0.06f	11.2±0.20e	**
<b>Ortalama</b>	<b>191</b>	<b>231</b>		<b>9,0</b>	<b>10,2</b>	
<b>F</b>	<b>2048.530**</b>	<b>2346.530**</b>		<b>8.507**</b>	<b>9.779**</b>	

\* Aynı çeşit için çinko uygulamasının istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde farklı olması

\*\* Aynı çeşit için çinko uygulamasının istatistiksel olarak P<0.01 düzeyinde farklı olması

<sup>z</sup>Sütunlarda yer alan farklı harfler çeşitler arasında ölçülen özellik açısından istatistiksel olarak farkın olup olmadığını belirtmektedir (Duncan Testi). Sütunlarda aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (Duncan Testi).

sağlanan kuru madde verim artışının ortalama % 452 olduğu, çalışmada test edilen tüm genotiplerin Zn etkinlik değerlerinin % 7.1 ile 48.1 arasında değiştiği bildirilmiştir (Eken, 2007).

### 2.2. Çinko uygulamasının bitkilerin yeşil aksam çinko (Zn), % protein, fosfor (P) ve potasyum (K) konsantrasyonlarına olan etkisi

Çinko uygulaması beklenildiği gibi bitkilerin yeşil aksamındaki Zn konsantrasyonlarını önemli oranda arttırmıştır (Çizelge 2). Çinko verilmeyen durumda test edilen 10 farklı mısır çeşidinin yeşil aksamındaki Zn konsantrasyonu 6.2-14.1 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğu ve söz konusu çeşitlerin aynı koşulda ortalama Zn konsantrasyonunun ise 9.5 mg kg<sup>-1</sup> olduğu saptanmıştır. Buna karşılık Zn'nun verildiği durumda aynı değerler sırasıyla 18.5-37.7 ve 30.4 mg kg<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. Çinko gübrelemesi ile Arifiye, Sakarya ve Ada-523F1 çeşitleri hariç TTM-815, Hacıbey, Pioneer 31G98, Dekalp C-95, Cadız F1 çeşitlerinde P<0.05 düzeyinde, Shemal ve DKC-6589 çeşitlerinde ise P<0.01 düzeyinde istatistiksel açıdan önemli artışlar meydana gelmiştir (Çizelge 2). Arifiye, Sakarya ve Ada-523F1 çeşitlerinde Zn uygulaması ile yeşil aksamındaki Zn konsantrasyonlarında önemli bir artış olmuş ancak bu artış istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Bunun sebebi tekerrürlerin standart sapmalarının diğer çeşitlere göre yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Çizelge 2).

Zare ve ark. (2009) 11 farklı mısır çeşidi ile yapmış oldukları bir sera denemesinde toprağa yapılan 15 mg kg<sup>-1</sup> Zn (ZnSO<sub>4</sub>) uygulaması ile bir çeşit (Ziar) hariç diğer tüm çeşitlerin yeşil aksam Zn konsantrasyonlarında önemli artışların olduğunu ve ortalama olarak kontrol uygulamasında 10 çeşidin Zn konsantrasyonu 29.5 mg kg<sup>-1</sup> iken Zn uygulaması yapıldığında bu değer 57.3 mg kg<sup>-1</sup>'a çıktığını bildirmişlerdir.

Kalaycı ve ark. (1999) 37 ekmeçlik ve 3 makarnalık buğday çeşidi ile yapmış oldukları iki yıllık tarla denemesinde topraktan Zn uygulaması ile bütün tahıl çeşitlerinin yeşil aksam ve dane Zn konsantrasyonlarında önemli artışların olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada bu artışların ortalama olarak birinci yıl çalışmalarında çeşitlerin yeşil aksam Zn konsantrasyonları 6 ppm'den 13 ppm'e, danede ise bu değer 7 ppm'den 12 ppm'e çıktığı, ikinci yıl yapılan denemede ise Zn konsantrasyonu yeşil aksamda 7-12 ppm, danede ise 9-12 ppm arasında olduğu bildirilmiştir. Kocakaya ve Erdal (2005), Van yöresinde yetiştirilen buğday çeşitleri ile yapmış oldukları bir tarla denemesinde, dekara 2 kg topraktan Zn uygulaması ile çeşitlerin yeşil aksam Zn konsantrasyonlarını analiz etmişlerdir. Araştırmacılar, çinko uygulaması ile buğday çeşitlerinin Zn içeriklerinin arttığını ve bu artışın, çeşitler arasında farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir. Kontrol koşullarında (-Zn), çeşitlerin ortalama Zn konsantrasyonu 24 ppm

Çizelge 2. Çinko gübrelemesinin 10 farklı silajlık mısır çeşidinde yeşil aksam Zn ve Protein konsantrasyonlarına olan etkisi.

ÇEŞİT	Yeşil Aksam Zn Konsantrasyonu (mg kg <sup>-1</sup> )		t-test	Yeşil Aksam Protein Konsantrasyonu (%)		t-test
	-Zn	+Zn		-Zn	+Zn	
Shemal	14.1±0.66 b <sup>z</sup>	18.5±0.39a	**	9.40±0.15g	10.6±1.22e	öd
TTM-815	13.3±4.63ab	31.0±7.30ab	*	7.74±0.15c	8.98±0.30bcd	**
DKC-6589	10.7±0.89ab	24.5±2.51ab	**	8.40±0.40de	9.67±0.30d	öd
Arifiye	6.20±4.32a	37.7±17.18b	öd	6.73±0.06a	8.22±0.17ab	**
Sakarya	7.63±2.32ab	25.4±8.83ab	öd	8.33±0.25de	8.39±0.72abc	öd
Ada-523F1	10.8±7.79ab	31.1±6.55ab	öd	8.07±0.15cd	8.73±0.55bcd	öd
Hacıbey	10.5±1.51ab	35.8±9.27b	*	8.57±0.21ef	9.28±0.30cd	**
Pioneer 31G98	7.00±3.28ab	32.0±3.81ab	*	8.02±0.20cd	8.97±0.30bcd	öd
Dekalp C-955	8.09±1.58ab	31.9±8.89ab	*	7.27±0.06b	7.54±0.25a	öd
Cadız F1	6.82±3.07a	35.9±10.45b	*	8.78±0.20f	9.05±0.15bcd	*
<b>Ortalama</b>	<b>9,5</b>	<b>30,4</b>		<b>8,13</b>	<b>8,94</b>	
<b>F</b>	<b>1.733</b>	<b>1.388</b>		<b>40.903**</b>	<b>7.458**</b>	

\* Aynı çeşit için çinko uygulamasının istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde farklı olması

\*\* Aynı çeşit için çinko uygulamasının istatistiksel olarak P<0.01 düzeyinde farklı olması

<sup>z</sup>Sütunlarda yer alan farklı harfler çeşitler arasında ölçülen özellik açısından istatistiksel olarak farkın olup olmadığını belirtmektedir (Duncan Testi). Sütunlarda aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (Duncan Testi).

iken Zn uygulamasıyla bu değer 37.5 ppm'e yükseldiğini ve böylelikle %56'lık bir artış meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Bukvić ve ark. (2003) üç farklı mısır çeşidi (Os86-39, Os89-35 ve Os87-24) ile yürütülen bir saksı denemesinde topraktan 10 kg/ha Zn olacak şekilde verildiğinde Os89-35 çeşidi hariç diğer 2 çeşidin yeşil aksam Zn konsantrasyonlarında önemli artışların olduğunu bildirmişlerdir.

Mısır çeşitlerinin yeşil aksam protein konsantrasyonları Zn uygulamasından olumlu yönde etkilenmiş olup, Zn uygulamaları ile denemede kullanılan tüm çeşitlerin proteinlerinde artışlar meydana gelmiştir. Çinko uygulanmayan çeşitlerin ortalama protein konsantrasyonu %8.13 iken Zn uygulaması ile bu değer %8.94'e çıkmıştır (Çizelge 2). Denemede kullanılan çeşitler arasında en önemli artış ise TTM-815 (P<0.01), Arifiye (P<0.01), Hacıbey (P<0.01) ve Cadız F1 (P<0.05) çeşitlerinde meydana gelmiştir. Büyükerdem ve Akman (2008), bir şeker mısır çeşidine Zn katkılı kompoze gübre uygulaması ile şeker mısırının protein miktarı %10.7'den %11.4'e çıktığını bildirmişlerdir. Torun ve Taşdemir (2008), ekmeçlik 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. Çakmak ve ark. (1989) Zn

eksikliğinde bitkide protein miktarının azaldığını, ancak proteinin kompozisyonunun değişmeden kaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, Zn eksikliğine sahip fasulye yapraklarında kontrol uygulamasına göre yapraklarda daha fazla amino asit birikiminin olduğunu ve bitkiye Zn ilavesiyle yapraklardaki amino asit konsantrasyonunda azalma görüldüğünü ve bu azalmanın aynı zamanda protein konsantrasyonundaki artışa bağlı olduğunu rapor etmişlerdir. Bu sonuç Zn'nun protein sentezinde temel bir rolünün olduğunu ortaya koymaktadır (Prask ve Plocke, 1971; Kitagishi ve Obata, 1986).

Çinko uygulaması ile Shemal (P<0.01) ve TTM-815 (P<0.05) çeşitlerinin yeşil aksam P konsantrasyonlarında önemli oranda artış meydana gelmiş, buna karşın DKC-6589 ve Ada-523F1 çeşitlerinde ise P<0.05 düzeyinde bir azalış meydana gelmiştir. Diğer çeşitlerde ise istatistiksel olarak önemli bir değişim meydana gelmemiştir (Çizelge 3). Li ve ark. (2003), farklı arpa çeşitleri ile yaptıkları bir çalışmada, Zn gübrelemesi ile çeşitlerin P alımlarında meydana gelen farklılıkların nedenini; bitkilerin fosfor ve çinkoya karşı gösterdikleri tepkilerin genotipik etmenlerin etkisi altında olduğu şeklinde açıklamışlardır. Yaptığımız deneme ile yukarıda bahsedilen literatür bilgileri ile benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu da çeşitler arasında P ve Zn kullanımı bakımından genotipsel farklılıklarının

## Silajlık Mısır Çeşitlerinin Verim ve Kalitesine Çinko Gübrelemesinin Etkilerinin Belirlenmesi

Çizelge 3. Çinko gübrelemesinin 10 farklı silajlık mısır çeşidinde yeşil aksam P ve K konsantrasyonlarına olan etkisi.

ÇEŞİT	Yeşil Aksam P Konsantrasyonu (%)		t-test	Yeşil Aksam K Konsantrasyonu (%)		t-test
	-Zn	+Zn		-Zn	+Zn	
Shemal	0.19±0.02 a <sup>z</sup>	0.30±0.02c	**	2.35±0.13a	3.03±0.03c	**
TTM-815	0.27±0.01b	0.32±0.02c	*	2.68±0.22b	3.25±0.11d	*
DKC-6589	0.34±0.01c	0.29±0.03c	*	2.64±0.06b	3.03±0.05c	*
Arifiye	0.21±0.03a	0.21±0.01a	öd.	2.70±0.02b	3.36±0.06e	**
Sakarya	0.25±0.01b	0.22±0.04ab	öd.	2.69±0.03b	3.36±0.04e	***
Ada-523F1	0.26±0.01b	0.21±0.02ab	*	2.72±0.02b	2.72±0.06b	öd.
Hacıbey	0.25±0.02b	0.25±0.02b	öd.	2.47±0.02a	2.18±0.06a	**
Pioneer 31G98	0.27±0.03b	0.25±0.03b	öd.	2.72±0.04b	2.25±0.01a	**
Dekalp C-955	0.27±0.01b	0.25±0.03b	öd.	2.91±0.04c	3.46±0.06f	*
Cadız F1	0.24±0.02b	0.25±0.00b	öd.	2.40±0.02a	3.09±0.01c	***
<b>Ortalama</b>	<b>0.25</b>	<b>0.26</b>		<b>2.63</b>	<b>2.97</b>	
<b>F</b>	<b>18.393***</b>	<b>10.045***</b>		<b>12.243***</b>	<b>209.137**</b>	

\* Aynı çeşit için çinko uygulamasının istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde farklı olması

\*\* Aynı çeşit için çinko uygulamasının istatistiksel olarak P<0.01 düzeyinde farklı olması

\*\*\* Aynı çeşit için çinko uygulamasının istatistiksel olarak P<0.001 düzeyinde farklı olması

<sup>z</sup>Sütunlarda yer alan farklı harfler çeşitler arasında ölçülen özellik açısından istatistiksel olarak farkın olup olmadığını belirtmektedir (Duncan Testi). Sütunlarda aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (Duncan Testi).

olduğunu göstermektedir.

Yeşil aksam K konsantrasyonları ise azotta olduğu gibi Zn uygulaması ile yaprakların K konsantrasyonlarında da artış meydana gelmiştir (Çizelge 3). Çinko uygulanmayan tüm çeşitlerin yeşil aksamlarındaki ortalama K konsantrasyonu %2.63 iken Zn verildiğinde bu değer %2.97'e çıkmıştır. Denemede kullanılan çeşitler arasında Zn uygulaması ile yeşil aksam K konsantrasyonlarında istatistiksel açıdan en fazla artış Sakarya (P<0.001), Cadız (P<0.001), Arifiye (P<0.01) ve Shemal (P<0.01) çeşitlerinde meydana gelmiştir. TTM-815, DKC 6589 ve Dekalp C-955 çeşitlerinde ise P<0.05 düzeyinde bir artış meydana gelmiştir. Zn uygulaması ile Hacıbey ve Pioneer 31G98 çeşitlerinin yeşil aksam K konsantrasyonlarında ise önemli azalış (P<0.01) olmuştur. Yukarıda elde edilen sonuçlara paralel olarak, Erdal ve ark. (2008), farklı elma anaçlarına topraktan yapmış olduğu Zn gübrelemesi ile elma yapraklarının K konsantrasyonlarında önemli artışların olduğunu bildirmişlerdir. Ramon ve Villemijn (1989), alüvyial kireçli topraklarda mısır çeşitlerine artan dozlarda Zn ve K gübrelemesi ile tüm çeşitlerin uygulamalara olumlu tepki verdiği, bitkilerin yeşil aksamlarında hem Zn hem de K

konsantrasyonlarında önemli artışların olduğunu bildirmişlerdir.

### 3. Sonuç

Tokat koşullarında gerçekleştirilen bu tarla denemesi sonucunda, toprağa yapılan Zn gübrelemesi ile bütün mısır çeşitlerin sadece kuru madde ve silaj verimleri artmamış, aynı zamanda yeşil aksam Zn konsantrasyonlarında da önemli artışlar olmuştur. Zn gübrelemesi ile bazı çeşitlerin yeşil aksam protein ve potasyum konsantrasyonlarında da artışlar meydana gelmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, silajlık mısır yetiştiriciliği yapılan alanlarda ekim öncesinde toprakta bulunan Zn konsantrasyonunun belirlenmesi gerekmektedir. Zn noksanlığı bulunan veya Zn seviyesi kritik düzeyde olan topraklara mutlaka ekim öncesi Zn ile gübreleme yapılmalıdır. Yeşil aksamlarındaki Zn konsantrasyonu artırılmış silajların hayvan beslenmesinde kullanılması ile hayvanların et ve sütlerinde de Zn ve protein konsantrasyonların artacağı ve bunu tüketen insanlara da olumlu etkisinin olacağı düşünülmektedir.

### Kaynaklar

Aktaş, H., Abak, K., Öztürk, L. and 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, 2011. <http://www.batem.gov.tr/urunler/tarlaurunleri/misir/misir.htm>, erişim tarihi: 10.12.2011.
- Bağcı, S.A., Ekiz, H. Yılmaz, A., and Çakmak, İ., 2007. Effects of zinc deficiency and drought on grain yield of field-grown wheat cultivars in central Anatolia. J. Agronomy & Crop Sci. 193:198-206.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A Recalibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soil. Agronomy Journal, 43: 434-437.
- Bremner, J.M., 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.
- Bukvić, G., Antunović, M., S. Popović, S. and Rastija, M., 2003. Effect of P and Zn fertilisation on biomass yield and its uptake by maize lines (*Zea mays* L.). Plant Soil Env., 49, (11): 505-510.
- Büyükerdem, N.I. and Akman, Z. 2008. Effects of Different Zinc Containing Fertilizers Applications on Ear Yield and Some Agronomic and Quality Characters of Sweet Corn. Journal of Plant & Environmental Sciences, 1:21-27.
- Çağlar, K. Ö., 1949. Toprak Bilgisi. A. Ü. Yayınları No: 10, Ankara.
- Çakmak, I., Marschner, H. and Bangerth, F., 1989. Effect of zinc nutritional status on growth, protein metabolism and levels of indole-3-acetic acid and other phytohormones in bean (*phaseolus vulgaris* L.). J. of Experimental Botany, 40: 405-412.
- Çakmak, İ., Yılmaz, A., Kalaycı, M., Ekiz, H., Torun, B., Erenoğlu, B., and Braun, H.J., 1996. Zinc deficiency as a critical problem in wheat production in Central Anatolia. Plant and Soil, 180: 165-172.
- Çakmak, I., Ekiz, H., Yılmaz, A., Torun, B., Köleli, N., Gültekin, I., Alkan, A., and Eker, S. 1997a. Differential response of rye, triticale, bread wheat and durum wheats to zinc deficiency in calcareous soils. Plant and Soil 188:1-10.
- Çakmak, İ., Kalaycı, M., Ekiz H., Braun H. J., and Yılmaz A., 1999b. Zinc deficiency as an actual problem in plant and human nutrition in Turkey: A NATO-Science for Stability Project. Field Crops Res., 60:175-188.
- Çakmak, İ., 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. Tansley review No. 111. New Phytol., 146: 185-205.
- Eken, M., 2007. Farklı biber (*Capsicum annum* L.) tiplerinde çinko (Zn) etkinliğinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enst.61 sayfa.
- Erdal, İ., Yıldırım, A., Yıldırım, F. ve Küçükymruk, Z., 2008. Çinko gübrelemesinin farklı anaçlar üzerine aşıllı elma çeşidinin çinko beslenmesi ile bazı besin elementi içeriklerine etkisi. Poster Bildirimi, 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim 2008, Konya, 799-803.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., ve Talaz, S., 1995. Türkiye topraklarının bitkiye yararlı mikroelementler bakımından genel durumu. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü. 620/A-002 Projesi Toplu Sonuç Raporu.
- Genç, Y., McDonald, G.K. and Graham, R.G. 2004. Differential Expression of Zinc Efficiency c 213 e Growing Season of Barley. Plant and Soil, 263: 273-282.
- Graham, R.D., and Webb, M.J., 1991. Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. Pp.329-370. In J.J. Mortvedt, F.R. Cox, L.M. Shuman, and R.M. Welch eds.) Micronutrients in Agriculture. 2<sup>nd</sup> edition. Soil Science Society of America.
- Grewal, H. S. ve Williams, R., 1999. Alfalfa Genotypes Differ in Their Ability to Tolerate Zinc Deficiency. Plant and Soil, 214: 39-48.
- Grewal, H. S. and Williams R., 1999. Alfalfa Genotypes Differ in Their Ability to Tolerate Zinc Deficiency. Plant and Soil, 214: 39-48.
- Güneş, A., İnal, A., Alpaslan, M. and Çıkılı, Y., 1999. Effect of Salinity on Phosphorus Induced Zinc Deficiency in Pepper (*Capsicum annum* L.) Plants. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 23: 459-464.
- Hacısalıhoğlu, G., Öztürk, L., Çakmak, İ., Welch, R.M. and Kochian, L., 2004. Genotypic Variation in Common Bean in Response to Zinc Deficiency in Calcareous Soil. Plant and Soil, 259: 71-83.
- Hossain, M. A., Jahiruddin, M., Islam, M. R. and Moin M. H., 2008. The requirement of zinc for imp 205 t of crop yield and mineral nutrition in the maize–mungbean–rice system. Plant and Soil, 306:13–22
- Jackson, M.L., 1959. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Jones., J.R. Wolf, B. and Mills, H.A. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro Macro Publishing, Inc.
- Kacar, B. ve İnal, A., 2008. Bitki Analizleri, Nobel yayın dağıtım, ISBN 978-605-395-036-3.
- Kalaycı, M., Torun, B., Eker, S., Aydın, M., Öztürk, L., and Çakmak, I., 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.
- Khan, H.R., McDonald, G.K. and Rengel, Z., 1998. Chickpea Genotypes Differ in Their Sensitivity to Zn Deficiency. Plant and Soil, 198: 11-18.
- Kitagishi, K. and Obata, H., 1986. Effects of zinc deficiency on the nitrogen metabolism of meristematic tissues of rice plants with reference to protein synthesis. Soil Sci. Plant Nutr., 32, 397-405.
- Kocakaya, Z. ve Erdal, İ., 2005. Çinko Uygulamasının Van Yöresinde Yetiştirilen Buğday Çeşit ve Hatlarının Çinko Beslenmesi ve Verim Üzerine Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi 2005, 11 (4) 379-383.
- Li H.Y., Zhu, Y.G., Smith, S.E. and Smith, F.A., 2003. Phosphorus- zinc interactions in two barley cultivars differing in phosphorus and zinc efficiencies. Aust. J. Plant Nutr., Vol. 26:1085-1099.

## Silajlık Mısır Çeşitlerinin Verim ve Kalitesine Çinko Gübrelemesinin Etkilerinin Belirlenmesi

- Lindsay, W. L. and Norwell, W. A., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zn, Fe, Mn and Cu. Soil Sci. Soc. Amer: Proc., 42: 421-428.
- Özer, M.S., 1999. Harran Ovası Koşullarında Değişik Mısır Genotiplerinin Çinko Gübrelemesine Reaksiyonları ve Çinko Yetersizliğine Dayanıklı Genotiplerin Seçimi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Özgüven, N. ve Katkat A.V., 2001. Artan Miktarlarda Uygulanan Çinkonun Mısır Bitkisinin Verim ve Çinko Alımı Üzerine Etkisi. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Derg., 15: 85-97.
- Pandey, N., Pathak, G.C. and Sharma, C.P., 2006. Zinc is Critically Required for Pollen Function and Fertilisation in Lentil. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 20: 89-96.
- Prask, J.A. and Plocke, D.J. 1971. A role for zinc in the structural integrity of cytoplasmic ribosomes of *Euglenegracilis*. Plant Physiol., 48:150-155.
- Ramon, J. and P. Villemain, P., 1989. Effet d'un apport de zinc sur les rendements du maïs (sols dalluvions argilo-calcaires de l'Isere), *Perspectives Agricoles* 135, Avril 1989, 67-77.
- Quijano-Guerta, C., Kırk, G.J.D., Portugal, A.M., Bartolome, V.I. and McLaren, G.C., 2002. Tolerance of Rice Germplasm to Zinc Deficiency. Field Crops Research, 76:123-130.
- Sillanpaa, M., 1982. Micronutrients and the nutrient status of soils. A global study. FAO Soils Bulletin, No.48, FAO, Rome, Italy.
- Sing, B., Natesan, S.K.A., Sing, B.K. and Usha, K., 2005. Improving Zinc Efficiency of Cereals Under Zinc Deficiency. Current Science, Vol.88 No:1.
- Torun, B., Çakmak, Ö., Özbek, H. ve Çakmak, İ., 1998. Çinko Eksikliği Koşullarında Yetiştirilen Değişik Tahıl Türlerinin ve Çeşitlerinin Çinko Eksikliğine Karşı Duyarlılığının Belirlenmesi. I Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), 363-369.
- Torun, B. ve 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.
- White, J.G. and Zasoski, R.J. 1999. Mapping soil micronutrients. Field Crops Res., 60:11- 26.
- Yağmur, B., Ceylan, Ş., Yoldaş, F. ve Oktay, M., 2002. Çinko Katkılı ve Katkısız Kompoze Gübrelerin Sakız Kabağı (*Cucurbita Pepo* cv.) Yetiştiriciliğinde Verim ve Bazı Verim Kriterlerine Etkisi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 39(1): 111-117.
- Zare, M., Khoshgoftarmanesh, A.H., Norouzi, M. and Schulin, R. 2009. Critical soil zinc deficiency concentration and tissue iron: Zinc ratio as a diagnostic tool for prediction of zinc deficiency in corn. J. of Plant Nutr., 32:1983-1993.