

# Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Çeşitlerinde Verim ile Tanede Çinko, Fosfor ve Fitin Asidi Konsantrasyonuna Etkisi\*

H. Özcan<sup>1</sup>, S. Taban<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Ankara

**Özet:** Bu çalışmada, çinko uygulamasının çeltikte tane verimi, tanedeki Zn ve P konsantrasyonları ile fitin asidi (FA) ve FA/Zn oranına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çorum-Osmancık'ta çeltik yetiştirilen alanlarda 6 çeltik genotipi (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) kullanılarak 3 tekerrürlü olarak yürütülen tarla denemesinde toprağa 0, 0.5 ve 1.0 kg Zn da<sup>-1</sup> dozları ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O ile uygulanmıştır. Deneme sonunda çeltik genotiplerinden KA 081, Lotto, Akçeltik ve GA 7721 uygulanan çinkoya olumlu tepki göstermiş ve bu çeşitlerde verim artmıştır. Diğer yandan, Osmancık 97 ve KA 080 genotipleri ise uygulanan çinkodan olumsuz etkilenmiş, verimde bir azalma olmasına karşın bu azalma istatistik açıdan önemli bulunmamıştır. Osmancık 97 genotipi hariç tüm genotiplerde çinko uygulamaları ile tane verimi artmıştır. Tüm çeltik genotiplerinde uygulanan çinkoya bağlı olarak tane çinko kapsamı artmış, P, FA ve FA/Zn oranı azalmıştır. Deneme sonuçları, Çorum-Osmancık İlçesi için toprakta bulunan mevcut çinkodan en etkin biçimde yararlanabilen Osmancık 97'nin en uygun genotip olacağını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çeltik, çinko uygulaması, P, Zn, fitin asidi, FA/Zn oranı

## Effect of Zinc Application on Yield and Grain Zinc, Phosphorus and Phytic Acid Concentration of Some Rice Genotypes

**Abstract:** The aim of this work was to investigate the effects of Zn application on grain yield, grain Zn and P concentrations, phytic acid (PA), and PA/Zn ratio in rice. Field experiment was conducted in Osmancık, Çorum by using 6 rice genotypes (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) with 3 replications. Zinc was applied into the soil at the rates of 0, 0.5 and 1.0 kg Zn da<sup>-1</sup> as ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O. At the end of the experiment, the rice genotypes of KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721 were positively affected by zinc applications and their yield increased. On the other hand, Osmancık 97 and KA 080 genotypes were negatively affected, yield decrease was not found statistically significant. Grain yield of all genotypes increased by zinc applications, except Osmancık 97. The grain zinc content increased depend on the zinc applied in all the rice genotypes, whereas the P, PA and PA/Zn ratio decreased. The experiment results showed that Osmancık 97 being the most appropriate genotype, because of its higher soil Zn utilization efficiency for the soil of Osmancık District of Çorum.

**Key Words:** Rice, Zn application, P, Zn, Phytic acid, PA/Zn ratio

### GİRİŞ

Tarımın amacı, çevreye zarar vermeden en az girdi ile birim alandan nitelikli ve bol ürün almaktır. Kaliteli ve bol ürün almayı etkileyen en önemli faktörlerden biri de toprağın verim gücüdür. Toprağın verim gücünü ise toprakta bitkiler tarafından yararlanılabilecek durumda bulunan bitki besin maddeleri miktarı ve aralarındaki uygun dengeler oluşturur. Bitki gelişimi için mutlak gerekli olan besin elementinden birisi de çinkodur.

Çinko noksanlığı hem Türkiye, hem de Dünya tarım toprakları için çok önemli bir sorundur. Dünya tarım topraklarının yaklaşık %30'unda (Sillanpaa 1982), ülkemiz topraklarının %50'sinde (Eyüboğlu vd 1995) ve Orta Anadolu'da çeltik yetiştirilen alanların %30'unda (Taban vd 1997) çinko noksanlığı olduğu bildirilmiştir.

Toprakta yeterli miktarda çinko bulunması bitkinin bundan optimum düzeyde yararlandığı anlamına gelmez. Toprak özelliklerinin pek çoğu çinko yararıyla azaltılmakta ve bitkide çinko noksanlığının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.

Çinko noksanlığı genellikle kireçli, kurak ve yarı kurak bölge topraklarında görülmektedir. Normal tarım topraklarında toplam çinko 10-300 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte (Thompson ve Troeh

1973) ancak bunun çok az bir bölümü bitkiye yararlı durumda bulunmaktadır.

Çeltik tarımı yapılan topraklarda azot ve fosfor noksanlığından sonra ürünün sınırlayan besleme faktörlerinin başında çinko noksanlığı gelmektedir. Çeltik bitkisi tane ile 20 g Zn ton<sup>-1</sup> ve sapıyla da 20 g Zn ton<sup>-1</sup> olmak üzere toplam 40 g Zn ton<sup>-1</sup> (De Datta 1989) çinkoyu topraktan kaldırmaktadır. Eğer bu miktarlar toprağa geri verilmezse çinko noksanlığının ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır.

Toprakta Zn için verilen kritik sınır değeri Anonymous (1990)'a göre 0.7 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Lindsay ve Norwell (1978)'e göre 0.5 mg Zn kg<sup>-1</sup> olarak kabul edilmektedir. Jones et al. (1991)'e göre ise bitkiler için ortalama 20-200 mg kg<sup>-1</sup> çinko kapsamı yeterli olmakla beraber çeltik bitkisi sınır değeri 18-50 mg kg<sup>-1</sup> arasında yer almaktadır.

Ülkemiz topraklarının yaklaşık yarısının yararıyla Zn yönünden fakir olması, bitkilerde Zn noksanlığına neden olmakta ve buna bağlı olarak da bitkisel üretimdeki düşüş yanında temelde tahıla dayalı beslenmenin hakim olduğu bölgelerimizde (Orta ve Doğu Anadolu Bölgeleri) bir dizi sağlık sorunu da ortaya çıkmaktadır. Büyüme geriliği, hipogonadizm (testis fonksiyonlarındaki yeter-

\*Bu çalışma, ilk yazarın doktora tezinin bir kısmı kullanılarak hazırlanmıştır.

Sorumlu yazar : Hesna Özcan

E-posta : hesnaozcan@yahoo.com

sizlik), cilt bozukluklar, iştahsızlık, boy kısalığı, cinsel olgunlaşmanın gerilemesi, bağışıklık yeteneğinde azalma, yara iyileşmesinde gecikme, tat duyusu azalması, karanlığa adaptasyon mekanizmasının bozulması vb. gibi belirtilerin Zn yetersizliğinden kaynaklandığı ve bunun da beslenme ile ilgili olduğu bildirilmiştir (Baysal 1998).

Gelişmekte olan ülkelerde günlük Zn alım düzeyinin birey başına 9-11 mg arasında değiştiği ve bu değerlerin yetişkin bireyler için önerilen 15-20 mg değerinin oldukça altında olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Shrimpton 1993).

İnsanların Zn beslenme düzeyi, temelde tüketmiş olduğu bitkinin yeterince Zn alabilmesiyle ilişkilidir. Sağlıklı bir bitkinin 1 kg kuru maddesinde en az 20 mg Zn olmalıdır. Bu miktar diğer elementlerle karşılaştırıldığında oldukça düşük olmakla beraber, bitkinin yetiştiği ortamda yetersiz düzeyde Zn varsa ya da bitkiler tarafından alınabilirliği bir takım toprak ve iklim faktörlerinden dolayı sınırlandırılmış ise, başta bitkisel verim ciddi boyutlarda sınırlanmakta, buna bağlı olarak da bu bitkilerle beslenen insan ve hayvanlarda da Zn beslenme bozuklukları ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, çinko uygulamalarının çeltikte tane verimi, tane-deki Zn ve P konsantrasyonları ile fitin asidi ve FA/Zn oranına etkileri araştırılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Denemenin kurulduğu alandan alınan toprak örneklerinde kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre, toprak reaksiyonu (pH) arı su ile 1:2.5 oranında sulandırılmış toprak örneğinde Grewelling ve Peech (1960)'e göre, kireç Hızalan ve Ünal (1966) tarafından açıklandığı şekilde Scheibler Kalsimetresiyle, Organik madde Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde modifiye Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre, toplam azot Kjeldahl yöntemine göre (Bremmer 1965), bitkiye yarayışlı fosfor Olsen vd (1954)'e göre ve bitkiye yarayışlı demir, bakır, çinko, mangan ise Lindsay ve Norvell (1978)'e göre belirlenmiştir.

Altı çeltik genotipi (Osmancık 97, Lotto, KA 080, KA 081, Akçeltik, GA 7721) kullanılarak yürütülen tarla denemesi, Çorum İli'nin Osmancık İlçesi'nde, Osmancık-İstanbul devlet karayolunun 3. km'sinde çeltik ekimi yapılan alanlarda, deneme amacına uygun olarak belirlenen bir çiftçi tarlasında gerçekleştirilmiştir.

Deneme 6 ana (genotip) ve 3 alt (çinko) parsel konulu tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Denemede çinko toprağa a) Zn0: Kontrol, b) Zn1: 0.5 kg Zn da<sup>-1</sup> ve c) Zn2: 1.0 kg Zn da<sup>-1</sup> olacak şekilde ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O ile ekimden önce toprak altına uygulanmıştır.

Her parsel alanı 2 x 4 = 8 m<sup>2</sup>, tohum miktarı ise 17 kg da<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Temel gübreleme olarak, 20-20-0 kompoze gübre ile 5 kg N da<sup>-1</sup>, 5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> ve potasyum sülfat gübresi ile 3 kg K<sub>2</sub>O da<sup>-1</sup> ekimle birlikte ve ayrıca üre ile 3 kg N da<sup>-1</sup> kardeşlenme döneminde üst gübre olarak verilmiştir. Yabancı ot mücadelesi elle mekanik olarak yapılmıştır.

Hasat ise 4 aylık gelişme dönemi sonunda, her bir parselden şablon yardımıyla tesadüfen seçilen 1m<sup>2</sup>'lik alan içerisinde kalan tüm bitkiler toprak yüzeyinden biçilmek suretiyle yapılmıştır. Tane verimi, 1m<sup>2</sup>'lik alan içerisindeki tüm bitkiler hasat edildikten sonra, sapları ile salkımları birbirinden ayrılmıştır. Daha sonra salkımlardan taneler ayrılmış ve tartılmıştır. Çıkan sonuçlar dekara oranlanarak tane verimi bulunmuştur.

Tanede Zn ve P, kuru yakma yöntemine göre elde edilen bitki çözeltisinde Kacar (1972)'ye, tanede FA ise Wolfgang ve Lantsch (1983)'e göre belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarından elde edilen veriler tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre istatistiki olarak hesaplanmış ve ortalamalar arasındaki farklar Duncan testine göre değerlendirilmiştir (Düzgüneş 1963).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemenin kurulduğu alandaki toprak nötr pH'lı, çok az tuzlu, düşük organik maddeli, orta kireçli ve siltli-tın tekstürlü olup toplam azot ve değişebilir K<sup>+</sup> miktarı yeterli düzeydedir (Anonymous 1988 ve 1990). Bitkiye yarayışlı P miktarı (Anonymous 1990) ile Zn, Fe ve Mn miktarları De Datta (1989) tarafından çeltik toprakları için bildirilen kritik sınır değerlerinden (sırasıyla <0.8 mg Zn kg<sup>-1</sup>, <4.5 mg Fe kg<sup>-1</sup>, <1 mg Mn kg<sup>-1</sup>) düşük, Cu miktarı ise yeterli bulunmuştur.

### Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Verimleri Üzerine Etkisi

Çeltik genotiplerinin Çinko uygulamasıyla (0, 0.5, 1.0 kg Zn da<sup>-1</sup>) Osmancık 97 ve KA 080 çeltik genotipi hariç denemede kullanılan diğer genotiplerin tane verimleri artış göstermiştir. Tane verimleri üzerine genotiplerin etkisi istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunurken, çinko uygulamalarının etkisi % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Çeltik genotiplerinin genetik özellikleri birbirinden farklı olduğundan, aynı toprak üzerinde ve aynı düzeylerde çinko uygulamalarına karşın oluşturdukları verim miktarı birbirinden farklı olmuştur. Genotipler arasında en yüksek kuru madde miktarı (1356.3 kg da<sup>-1</sup>) KA 080 genotipinde elde edilmiştir. Bunu sırası ile GA 7721, Osmancık 97, Lotto, KA 081 izlemiş ve en az kuru madde miktarı (1068.18 kg da<sup>-1</sup>) ise Akçeltik genotipinde bulunmuştur (Çizelge 1).

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde ortalama olarak en yüksek kuru madde miktarı (1282.4 kg da<sup>-1</sup>) Zn2 (1 kg Zn da<sup>-1</sup>) uygulaması ile elde edilmiştir. Bunu 1234.7 kg da<sup>-1</sup> ile Zn1 (0.5 kg Zn da<sup>-1</sup>) uygulaması ve en düşük kuru madde miktarı olan 1194.1 kg da<sup>-1</sup> ile Zn0 (Kontrol) uygulaması izlemiştir. Çinko uygulamaları ile ortalama kuru madde miktarlarında Zn1 ile %3.40, Zn2 ile ise %7.40'lık bir artış gözlenmiştir. Kontrol (Zn0) uygulaması ile Zn1 uygulaması ve Zn1 uygulaması ile Zn2 uygulaması arasında istatistiki olarak bir fark gözlenmezken, kontrol (Zn0) uygulaması ile Zn2 uygulaması arasındaki fark istatistiki olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tane verimleri (kg da<sup>-1</sup>) üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR					
	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Değişim,%	Zn <sub>2</sub>	Değişim,%	Ort.
OSMANCIK 97	1269.3	1269.1	-0.02	1233.9	-2.79	1257.4 AB
KA 080	1424.1	1288.6	-9.51	1356.3	-4.76	1356.3 A
KA 081	1061.5	1152.3	8.55	1324.7	24.79	1179.5 BC
LOTTO	1185.9	1341.7	13.13	1318.7	11.19	1282.1 AB
AKÇELTİK	1036.4	1049.9	1.30	1118.1	7.88	1068.1 C
GA 7721	1187.6	1306.5	10.01	1343.0	13.08	1279.0 AB
ORTALAMA	1194.1 b	1234.7 ab		1282.4 a		

LSD<sub>genotip (0.01)</sub>: 130.5443 LSD<sub>çinko (0.5)</sub>: 61.9781

\* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

\*\* Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.

### Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tanede Çinko Kapsamları Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla denemeye alınan 6 çeltik genotipinin tamamında tanedeki çinko kapsamlarının arttığı gözlenmiştir. Çeltik genotiplerinde tanenin çinko kapsamları üzerine genotiplerin ve çinko uygulamalarının etkisi istatistiki olarak %0.1 düzeyinde, genotip x çinko interaksyonu ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

Çeltik genotiplerinde çinko uygulamalarının artışına bağlı olarak çinko kapsamları da artmıştır. Genotipler içerisinde çinko uygulamalarına bağlı olarak çinko kapsamlarında en fazla artış Zn2 uygulamasında Lotto genotipinde (%40.85) olmuştur. Bunu Osmancık 97 genotipi (%34.59), KA 081 genotipi (%29.09), GA 7721 genotipi (%24.91) ve Akçeltik genotipi (%19.97) izlemiştir. Çinko uygulamaları ile çinko kapsamındaki en az artış ise KA 080 genotipinde (%9.46) gözlenmiştir. KA 080 genotipinde kontrole göre Zn1 uygulamasında çok az bir azalma gözlenmiş ise de bu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 2).

Denemede kullanılan tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde genotiplerin çinkoya göstermiş olduğu tepkiler önemli olmuş, çinko uygulanmadığında 18.01 mg kg<sup>-1</sup> olan çinko kapsamı, Zn1 uygulaması ile %11.05 artış oranı ile 20 mg kg<sup>-1</sup>, Zn2 uygulaması ile %25.49 artış oranı ile 22.60 mg kg<sup>-1</sup>'a ulaşmıştır (Çizelge 2).

### Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tanede Fosfor Kapsamları Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla 6 çeltik genotipinin tamamında tanedeki fosfor kapsamlarının azaldığı gözlenmiştir.

Çeltik genotiplerinin çinkoya tepkilerinin farklı olmasıyla fosfor kapsamları üzerine etkileri de farklı olmuştur. Genotipler içerisinde en yüksek fosfor kapsamı Akçeltik genotipinde (%0.333) gözlenmiştir. Bunu KA 080, Osmancık 97 ve GA 7721 genotipleri izlemiş ve en az fosfor kapsamı ise KA 081 ve Lotto genotiplerinde bulunmuştur. Çinko uygulamaları arttıkça fosfor kapsamları azalmıştır. Çinko uygulamaları ile genotiplerin fosfor kapsamlarında en fazla azalma %15.63 ile Zn2 uygulamasında KA 080 genotipinde gözlenmiştir. Bunu sırasıyla KA 081 (%11.54), GA 7721 (%10.35), Lotto (%7.69) ve Akçeltik (%5.71) genotipleri izlemiştir (Çizelge 3).

**Çizelge 2.** Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tanede çinko kapsamları (mg kg<sup>-1</sup>) üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR				
	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Değişim, %	Zn <sub>2</sub>	Değişim, %
OSMANCIK 97	15.90 cC	18.07 bB	13.65	21.40 aC	34.59
KA 080	18.70 bB	18.53 bB	-0.90	20.47 aCD	9.46
KA 081	17.87 cB	19.30 bB	8.00	23.07 aB	29.09
LOTTO	16.33 cC	18.57 bB	13.72	23.00 aB	40.85
AKÇELTİK	23.73 cA	26.90 bA	13.35	28.47 aA	19.97
GA 7721	15.53 bC	18.63 aB	19.96	19.40 aD	24.91

LSD<sub>ÇxZn int. (0.05)</sub> = 1.357909

\* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

\*\* Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.

**Çizelge 3.** Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tanede fosfor kapsamları (%) üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR					
	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Değişim, %	Zn <sub>2</sub>	Değişim, %	Ort.
OSMANCIK 97	0.284	0.279	-1.76	0.284	0.00	0.282 B
KA 080	0.323	0.296	-8.35	0.269	-16.72	0.296 B
KA 081	0.256	0.253	-1.17	0.235	-8.20	0.248 C
LOTTO	0.260	0.238	-8.46	0.238	-8.46	0.245 C
AKÇELTİK	0.348	0.325	-6.61	0.326	-6.32	0.333 A
GA 7721	0.296	0.278	-6.08	0.261	-11.82	0.278 B
Ortalama	0.295 a	0.278 ab		0.269 b		

**LSD<sub>Genotip (0.01)</sub> = 2.168631      LSD<sub>Çinko (0.01)</sub> = 1.558944**

\* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

\*\* Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.

Denemede kullanılan tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, çinko uygulanmadığında (Zn<sub>0</sub>) %0.344 olan ortalama fosfor kapsamı, Zn<sub>1</sub> uygulaması ile %5.8 oranında azalarak %0.324'e, Zn<sub>2</sub> uygulaması ile %8.7 oranında azalarak %0.314'e gerilemiştir (Çizelge 3).

#### Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tanede Fitin Asidi Kapsamları Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla 6 çeltik genotipinin tamamında tanede fitin asidi kapsamının azaldığı gözlenmiştir. Çeltik genotiplerinde tane nin fitin asidi kapsamına genotiplerin ve çinko uygulamalarının etkisi istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4).

Çinko uygulamalarının tanede fitin asidi kapsamına etkisi genotiplere göre oldukça farklı olmuştur. Genotipler içerisinde en fazla fitin asidi miktarı Akçeltik (7.87 mg g<sup>-1</sup>) ve Osmancık 97'de (7.72 mg g<sup>-1</sup>) bulunmuştur. Bunu Lotto (6.94 mg g<sup>-1</sup>), GA 7721 (5.86 mg g<sup>-1</sup>), KA 080 (5.50 mg g<sup>-1</sup>) ve KA 081 (4.99 mg g<sup>-1</sup>) genotipleri izlemiştir (Çizelge 4).

Çinko dozunun artması ile tüm genotiplerde fitin asidi kapsamı düşmüştür. Fitin asidi kapsamında en fazla azalma Zn<sub>2</sub> uygulamasında KA 080 genotipinde (%42.49) gözlenmiştir. Bu genotipi sırasıyla Akçeltik, Lotto, GA 7721, KA 081 ve Osmancık 97 genotipleri izlemiştir (Çizelge 4).

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, kontrolde (Zn<sub>0</sub>) ortalama fitin asidi kapsamı 6.95 mg g<sup>-1</sup>, Zn<sub>1</sub> uygulaması ile %6.04 azalarak 6.53 mg g<sup>-1</sup>, Zn<sub>2</sub> uygulaması ile ise %14.24 azalarak 5.96 mg g<sup>-1</sup> olmuştur (Çizelge 4).

#### Çinko Uygulamasının Bazı Çeltik Genotiplerinin Tanede Fitin Asidi / Çinko (FA/Zn) Oranları Üzerine Etkisi

Çinko uygulamasıyla denemeye alınan 6 çeltik genotipinin tamamında FA/Zn oranları azalmıştır. Çeltik genotiplerinde tanede FA/Zn oranı üzerine genotiplerin ve çinko uygulamalarının etkisi istatistiki olarak %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 5). KA 080 genotipi Zn<sub>2</sub> uygulamasında %47.61'lik bir düşüş ile FA/Zn oranı en fazla düşen genotip olmuştur.

**Çizelge 4.** Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tanede fitin asidi kapsamları (mg g<sup>-1</sup>) üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR					
	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Değişim, %	Zn <sub>2</sub>	Değişim, %	Ort.
OSMANCIK 97	7.84	7.66	-2.29	7.67	-2.17	7.72 A
KA 080	6.73	5.89	-12.48	3.87	-42.49	5.50 CD
KA 081	5.22	5.01	-4.02	4.74	-9.19	4.99 D
LOTTO	7.38	6.81	-7.72	6.64	-10.03	6.94 B
AKÇELTİK	8.42	7.88	-6.41	7.31	-13.18	7.87 A
GA 7721	6.13	5.90	-3.75	5.53	-9.78	5.86 C
Ortalama	6.95 a	6.53 ab		5.96 b		

**LSD<sub>Genotip (0.01)</sub> = 0.7402513      LSD<sub>Çinko (0.01)</sub> = 0.6293633**

\* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

\*\* Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.

Çizelge 5. Çinko uygulamasının bazı çeltik genotiplerinin tanede FA/Zn oranları üzerine etkileri

GENOTİPLER	UYGULAMALAR					
	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Değişim, %	Zn <sub>2</sub>	Değişim, %	Ort.
OSMANCIK 97	49.48	42.41	-14.28	35.88	-27.48	42.59 A
KA 080	36.08	31.80	-11.86	18.90	-47.61	28.92 CD
KA 081	29.26	25.97	-11.24	20.73	-29.15	25.32 D
LOTTO	45.15	36.71	-18.69	28.92	-35.95	36.93 B
AKÇELTİK	35.66	29.29	-17.86	25.95	-27.22	30.30 CD
GA 7721	39.59	31.81	-19.65	28.52	-27.96	33.31 BC
Ortalama	39.20 a	33.00 b		26.48 c		

LSD<sub>Genotip (0.01)</sub> = 5.002145LSD<sub>Çinko (0.01)</sub> = 3.431876

\* Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

\*\* Büyük harfler düşey, küçük harfler yatay karşılaştırma içindir.

Denemede kullanılan tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, kontrolde (Zn<sub>0</sub>) ortalama FA/Zn oranı 39.20 iken, Zn<sub>1</sub> uygulaması ile %15.82 oranında azalarak 33.00'e, Zn<sub>2</sub> uygulaması ile ise %32.45 oranında azalarak 26.48'e gerilemiştir (Çizelge 5).

FA/Zn oranının 20-25'ten fazla olduğu durumlarda hücrede çinkonun biyolojik yararıyla hızla düştüğü bilinmektedir (Oberleas ve Harland 1981). Denemede özellikle Zn<sub>2</sub> uygulaması ile tüm çeltik genotiplerinde FA/Zn oranı kontrole göre %25'ten daha fazla düşmüştür (Çizelge 5).

#### TARTIŞMA

Denemede 6 çeltik genotipinin (Osmancık 97, KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) çinko dozlarına tepkileri birbirlerinden ayrılmış ve bu ayrımlılık istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Aynı şekilde, çinko uygulamalarının çeltik genotiplerinin verimleri üzerine olan etkisi de istatistiki olarak önemli ( $p < 0.5$ ) bulunmuştur.

Genotiplerin uygulanan çinkoya ayrımlı tepki göstermesi, toprakta bulunan mevcut ve uygulanan çinkodan yararlanabilme yeteneklerindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Bazı genotipler (KA 081, Lotto, Akçeltik ve GA 7721) uygulanan çinkoya olumlu tepki vermişler ve verimleri artmış, bazı genotipler (Osmancık 97 ve KA 080) ise uygulanan çinkoya olumlu bir tepki vermemişlerdir. Aydeniz vd (1978), Sasidhar ve ark. (1983), Gurmani ve ark. (1984) ve Taban ve Kacar (1991) yaptıkları çalışmalar sonucunda çinko uygulamasının çeltik bitkisinde verim üzerine etkili olmadığını saptamışlardır. Buna karşın, Katyal ve Ponnampere (1974), Chaudhry ve ark. (1977), Bhuiya ve ark. (1981), Karaçal ve Teceren (1983), Verma ve Tripathi (1983), Das (1986), Qi (1987), Maharana ve ark. (1992), Sahay ve ark. (1992), Subrahmanyam ve Mehra (1974), Nand ve Ram (1996), Savaşlı ve ark (1998), Panda ve ark. (1999) ise yaptıkları çalışmalarda çinko uygulamaları ile çeltikte verimin arttığını saptamışlardır.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, çinko uygulamaları ile verimde Zn<sub>1</sub> uygulaması ile %3.40'lık, Zn<sub>2</sub> uygulaması ise %7.40'lık bir artış olurken, çinko uygulamaları ile verim artışı gösteren genotiplerde (KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) artış oranı Zn<sub>1</sub> uygulaması için %8.48, Zn<sub>2</sub> uygulaması için %14.16

olmuştur. Diğer yandan, çinko uygulaması ile verim azalması gösteren genotiplerde (Osmancık 97, KA 080) ise azalma Zn<sub>1</sub> uygulaması ile %5.04, Zn<sub>2</sub> uygulaması ile %3.83 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Genotiplerin uygulanan çinkoya farklı tepkiler göstermeleri toprakta bulunan mevcut çinkoyu daha etkin kullanabilmelerindeki farklılardan kaynaklanmaktadır (Güven 2002, Taban ve ark 2003).

Denemede kullanılan çeltik genotiplerinin tane verimi üzerine çinko uygulamalarının etkisi ( $p < 0.05$ ) ve genotip x çinko etkileşimi ( $p < 0.5$ ) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Osmancık 97 hariç tüm genotiplerde çinko uygulamaları ile tane verimleri artmıştır. Chaudhry ve ark. (1977), Bhuiya ve ark. (1981), Das (1986), Qi (1987), Maharana ve ark. (1992), Subbaiah ve ark. (1994), Trivedi ve ark. (1997), Hasan (1997), Savaşlı ve ark (1998), Yakan ve ark (2001) yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, tane veriminde Zn<sub>1</sub> uygulaması ile %4.03'lük bir artış olurken, Zn<sub>2</sub> uygulaması ile bu artış %6.90 olmuştur. Çinko uygulamaları ile tane veriminde artış gözlenen 5 genotip birlikte incelendiğinde ise Zn<sub>1</sub> uygulaması ile %6.69'lük, Zn<sub>2</sub> uygulamasıyla %11.16'lık artış gözlenmiştir.

Denemede kullanılan çeltik genotiplerinin çinko kapsamı uygulanan çinkoya bağlı olarak sürekli artmıştır. Çinko uygulandığında genotiplerin çinko kapsamı 15.53 mg kg<sup>-1</sup> (GA 7721) ile 23.73 mg kg<sup>-1</sup> (Akçeltik) arasında değişmiştir. Zn<sub>1</sub> (0.5 kg Zn da<sup>-1</sup>) uygulamasında 19.40 mg kg<sup>-1</sup> ile 28.47 mg kg<sup>-1</sup> arasında, Zn<sub>2</sub> uygulamasında ise 18.07 mg kg<sup>-1</sup> ile 26.90 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Taban ve Kacar (1991) çeltik alanlarından aldıkları 34 toprak ile yaptıkları denemede, toprağa çinko verildiğinde çeltik bitkisinin çinko konsantrasyonunun 11.30 mg kg<sup>-1</sup> ile 37.64 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini ve ortalama 19.68 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu, toprağa 2 mg kg<sup>-1</sup> çinko uyguladıklarında ise çeltik bitkisinin ortalama çinko konsantrasyonunun 15.73 mg kg<sup>-1</sup> ile 55.72 mg kg<sup>-1</sup> çinko arasında değiştiğini ve ortalama çinko konsantrasyonunun %31.5 arttığını belirlemişlerdir. Giordane ve Mortvedt (1973), Subrahmanyam ve Mehra (1974), Das (1986), Dirasamy ve ark. (1988), Sahay ve ark. (1992) yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlara ulaşmışlardır.

Denemede kontrol (Zn0) ve 0.5 kg Zn da<sup>-1</sup> (Zn1) dozlarında (Akçeltik hariç) çeltik genotiplerinin çinko konsantrasyonları, çeltik bitkisi için belirlenen kritik sınır değeri olan 20 mg Zn kg<sup>-1</sup> (Jones ve ark. 1991) değerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Akçeltik genotipinin Zn0, Zn1 ve Zn2 düzeylerinin tümünde kritik sınır değerinin üzerinde çinko kapsadığı gözlenmiştir. Çinko uygulamasının 1.0 kg Zn da<sup>-1</sup> olduğu Zn2 uygulamasında ise genotiplerin çinko kapsamları, çok az bir farkla, GA 7721 genotipi hariç, kritik sınır değerinin üzerinde çinko kapsamı göstermişlerdir. Diğer yandan çeltikte çinkonun yeter miktarının 25-50 mg Zn kg<sup>-1</sup> (Jones ve ark. 1991) olduğu göz önüne alınırsa Zn2 uygulamasında bile (Akçeltik genotipi hariç) tüm genotiplerde çinkonun hala yeter düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

Denemede kullanılan çeltik genotiplerinde çinko uygulamaları P kapsamları üzerine negatif yönde etkili olmuş ve P kapsamları azalma eğilimi göstermiştir. Analiz sonuçlarına göre 1 kg Zn da<sup>-1</sup> (Zn2) uygulamasında fosfor kapsamında en fazla azalma gözlenmiştir. Diğer bir ifadeyle çinkonun yüksek olduğu durumlarda en düşük P değerleri elde edilmiştir. Tanede FA kapsamları ise, fosforla paralellik göstermiş olup, fosforun azalmasıyla azalmıştır. Elde edilen değerlere göre çinko, uygulamalarının genotiplerde P kapsamını (Kacar ve ark. 1993) ve buna bağlı olarak tanede fosforun büyük bir kısmını oluşturan FA miktarını (Lokas ve Markurkis 1975, Oberleas ve Harland 1981, Raboy ve Diskinson 1984, Taban ve ark. 1997) geriletmede son derece etkin olduğu görülmüştür. Ayrıca Zn uygulamaları ile tanede Zn kapsamı artmış ve dolayısıyla FA/Zn oranları da azalmıştır. Genotiplerde çinkonun en yüksek dozunda en düşük FA/Zn oranı elde edilmiş ve böylece Zn'nun biyolojik yararlılığını için kabul edilebilir değerlere ulaşılmıştır (Oberleas ve Harland 1981, Raboy ve Diskinson 1984, Jie ve ark. 1995, Çakmak ve Erdal 1996). FA/Zn oranının 20-25'ten fazla olduğu durumlarda hücrede çinkonun biyolojik yararlılığının hızla düştüğü göz önüne alındı-

ğında, tanede çinkonun biyolojik yararlılığını etkileyen FA/Zn oranının azaltılması için Zn kapsamının artırılması gerektiği sonucuna varılmıştır (Welch ve ark. 1974, Raboy ve Diskinson 1984, Lokas ve Markurkis 1975).

## SONUÇ

Denemede kullanılan 6 çeltik genotipinden 5 tanesi (KA 080, KA 081, Lotto, Akçeltik, GA 7721) çinko uygulamasına olumlu tepki vermiş ve verimleri artmıştır. Osmancık 97 genotipi ise toprakta mevcut bulunan çinkodan optimum düzeyde yararlanabilmiş ve çinko uygulanmadığında en yüksek verimi oluşturmuştur. Osmancık 97 genotipi çinko uygulamalarından olumsuz etkilenmiş ve uygulanan çinkoya bağlı olarak gelişim geriliği göstermiştir. Bu nedenle Çorum İli Osmancık İlçesi'nde çeltik yetiştirilen alanlar için toprakta bulunan çinkodan en etkin biçimde yararlanabilen Osmancık 97 genotipi en uygun genotip olarak tespit edilmiştir.

Çeltik yetiştiriciliği açısından topraktaki mevcut çinkodan yararlanamayan ve çinkolu gübrelemeye gerek duyan genotiplere 1 kg Zn da<sup>-1</sup>, çinkoyu kullanabilen genotiplere ise 0.5 kg Zn da<sup>-1</sup> dozlarında topraktan gübreleme yapılması uygun olacaktır.

Çeltiğe çinko uygulaması yapılacağına çinko x fosfor etkileşimi göz önüne alınarak verilmesi gerekir. Çinko ve fosfor dozlarının ayarlanmasına yönelik tarla denemelerinin yapılması yararlı olacaktır.

Bu tür gübre-doz denemelerinde ekonomik analizlerin yapılması gübre-verim ilişkileri açısından yararlı olacaktır. Daha değişik çeltik genotipleri ile değişik toprak koşullarında topraktan ve yapraktan farklı çinko dozu uygulamaları şeklindeki uzun yıllık denemelerle daha uygun önerilerde bulunulabilecektir.

## KAYNAKLAR

Anonymous, (1988). Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Müdürlüğü Yay., Genel Yay. No:151, Teknik Yay. No: T-59, Ankara.

Anonymous, (1990). Micronutrient, assessment at the country level: an international study. FAO Soil Bulletin by Mikko Sillanpaa, Rome.

Aydeniz, A., Danışman, S. ve Brohi, A.R., (1978). The response of zinc to rice plant grown on calcareous soil under flooded condition. Proceeding of IAEA at Boger, Indenasia, Sept. 11-15.

Baysal, A., (1998). Gıdaların çinko içerikleri ve diyet çinkosunun biyo-yararlılığı. 1. Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), s.19-24, Eskişehir.

Bhuiya, Z.H., İdris, M. and Uddin, M.J., (1981). Response of IRS to zinc fertilizer. Int. Rice Res. Newsletter, 6.

Bouyoucos, G.J. (1951). Arcelibration of the hydrometer for marking mechanical analysis of soil. Agron, J., 43: 433-437.

Bremner, J.M. (1965). Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Ed. C.A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series. No: 9, Madison, Wisconsin, U.S.A.

Chaudhry, F.M., Alam, S.M., Rashid, A. and Latif, A., (1977). Mechanism of differential susceptibility of two rice varieties to zinc deficiency. Plant and Soil, 46: 637-642.

- Çakmak, İ. and Erdal, İ., (1996). Phytic acid- zinc molar ratios in wheat grains grown in Turkey. *Micronutrient and Agriculture*, 2: 16-17.
- Das, D.K., (1986). A study on zinc application to rice. *J. of Maharashtra Agric. Univ.*, 1(1): 120-121.
- De Datta, S.K., (1989). Rice. In: *Detecting Mineral Nutrient Deficiencies in Tropical and Temperate Crops*. (D.L. Plucknett and H.B. Sprague, eds.). Westview Press Inc.
- Dirasamy, P., Kothandaraman, G.V. and Chellamathu, S., (1988). Effect of amendmets and zinc on the availability, content and uptake of zinc and iron by rice Bhavani in sodic soil. *Madras Agric. Journal*, 75: 3-4, 119-124, India.
- Düzgüneş, O., (1963). İlimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metotları. E.Ü. Matbaası, İzmir.
- Eyüboğlu, F., Kurucu, N. ve Talaz, S., (1995). Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararışlı Mikro Elementler Bakımından Genel Durumu. Toprak Güb. Araşt. Enst. 620/A-002 Projesi Toplu Sonuç Raporu.
- Giordano, P.M. and Mortvedt, J.J., (1973). Zinc sources and methods of application for rice. *Agron. J.*, 65: 51-53.
- Grewelling, T. and Peech, M. (1960). Chemical soil tests. *Cornell. Univ. Agr. Expt. Sta. Bull.* 960.
- Gurmani, A.H., Bhatti, A. and Rehman, H., (1984). Responses of rice to some trace elements. *International Rice Res. Newsletter*, 9(5): 28.
- Güven, B., (2002). Düşük Çinko İçeren Toprakta Çinko-Etkin Çeltik Çeşitlerinin Seçilmesi. A.Ü. Fen Bil. Enst. Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Hasan, B., (1997). Preliminary studies on response of a rice-based crop sequence to S and Zn in temperate Kashmir, India. *IRRN*, 22(2): 34-35.
- Hızalan, E. ve Ünal, H. (1966). Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 278.
- Jackson, M.L. (1962). *Soil chemical analysis*. Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs., U.S.A
- Jie, L. and Zhenying, X., (1995). Dietary molar phytic acid: zinc ratio as determinant of zinc bioavailability in chickens. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 25(1): 12-17.
- Jones, Jr. J.B., Wolf, B. and Mills, H.A. (1991). *Plant Analysis Handbook*. p. 1-213. Micro-Macro Publishing, Inc. U.S.A.
- Kacar, B. (1972). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Bitki Analizleri, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu: 155, A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Kacar, B., Fuleky, G., Taban, S. ve Alpaslan, M., (1993). Değişik Miktarlarda Kireç Kapsayan Topraklarda Yetiştirilen Çeltik Bitkisi (*Oryza sativa L.*)'nin Gelişmesi ile Zn, P, Fe ve Mn Alımı Üzerine Çinko-Fosfor İlişkisinin Etkisi. Ankara Üniv. Araşt. Fonu 91.11.10.01 nolu Proje.
- Karaçal, İ. ve Teceren, M., (1983). Çeltik tarımında azot ve fosfor ile birlikte uygulanan çinko gübresinin ürün miktarı ve kalitesine etkisi. TÜBİTAK-TOAG proje No: 442, s.1-45, Ankara
- Katyal, J.C. and Ponnampereuma, F.N., (1974). Zn deficiency a wide spread nutritional disorder of rice in Agusandel Norte. *Philippines Agric.*, 58(3-4): 79-80.
- 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.
- Lokas, G.M. and Markurkis, P., (1975). Phytic acid and other phosphorus compounds of beans (*Phaseolus vulgaris L.*) *J. Agric. Food Chan.*, 23: 13-15.
- Maharana, D.P., Sarengi, S.K., Singh, R.N.B. and Ali, M.H., (1992). Proceeding of the workshop on micronutrients. 22-23 Jan. 1992, Bhubaneswar, India, pp 228-238.
- Nand, D.R. and Ram, N., (1996). Amelioration of zinc stress by farmyard manure in a rice-wheat-cowpea system. *Acta-Agronomica-Hungarica*, 44(1): 35-39.
- Oberleas, D. and Harland, B.F., 1981. Phytate content of food. Effect on dietary zinc bioavailability. *J. Am. İet Assoc.*, 79: 433-436.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, N.C. (1954). Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dept. Of Agr. Cir. 939, Washington, D.C.

- Panda, R., Sahu, S.K. and Panda, R., (1999). Effects of zinc on the biochemical and production parameters of the rice plant (*Oryza sativa* L.). *Cytobiology*, 98: 388, 105-112.
- Qi, M., (1987). A study on the abundance and deficiency of zinc in paddy soil Anqing Prefecture and the effects of zinc fertilizer application. *J. of Soil Sci. of China*, 18(5): 228-230.
- Raboy, V. and Dickinson, D.B., (1984). Effect of phosphorus and zinc nutrition on soybean seed phytic acid and zinc. *Plant Phys.*, 75: 1094-1098.
- Sahay, R.N., Ghosh, T.K., Verma, S.K. Ali, M.H. and Ali, M.H., (1992). Crop response to micronutrient application in farmers field in project areas of Bihar. *Proceeding of the Workshop on micronutrients*. 22-23 Jan. 1992. Bhubaneswar, India, pp. 193-198.
- Sasidhar, V.K., Hassan, M.A. and Santhakumari, G., (1983). Effect of organic manuring on zinc diffusion in soils of varying texture. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 36: 219-224.
- Savaşlı, E., Brohi, A.R. ve Topbaş, M.T., (1998). Çeltik bitkisinin çinkolu ve fosforlu gübrelere cevabı ve fosfor çinko ilişkisinin verime etkisi. 1. Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık), s. 445-452, Eskişehir.
- Shrimpton, R., (1993). Zinc deficiency: is widespread but under recognized. *SCN News*, 9: 23-27.
- Sillanpaa, M., (1982). Micronutrients and the nutrient status of soils. A global study. *FAO Soils Bulletin*. No: 48, FAO, Rome.
- Subbaiah, V.V., Sreemannarayana, B., Sairam, A., Kumar, P.R.P. and Prasadini, P.P., (1994). Effect of zinc levels and its relative proportion to iron and manganese content in 3rd leaf on Zn deficiency and grain yield of lowland rice. *J. of Res. APAV*, 22(3-4): 135-136.
- Subrahmanyam, A.V. and Mehra, B.V., (1974). Effect of Zn and Fe applications on the yield and chemical composition of rice. *Indian Jour. Agri. Sci.*, 44 (9): 602-607.
- Taban, S. ve Kacar, B., (1991). Orta Anadolu'da çeltik yetiştirilen toprakların mikro element durumu. *Doğa Tr. J. of Ag. and For.*, 15: 129-145.
- Taban, S., Alpaslan, M., Hashemi, A.G. ve Eken, D., (1997). Orta Anadolu'da Çeltik Tarımı Yapılan Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Pamukkale Üniv. Müh. Bil. Derg.*, 3: 457-466.
- Taban, S., Özcan, H., Koç, Ö., Çıkkılı, Y. ve Çerkeşli, M., (2003). Türkiye'de Yetiştirilen Çeltik Çeşitlerinin Çinkoya Tepkileri. TÜBİTAK TOGTAG-TARP No: 2485, Ankara.
- Thompson, L.M. and Troeh F.R., (1973). *Soil and Soil Fertility*. p. 1-495. McGraw-Hill Book Company, New York, USA.
- Trivedi, B.S., Gami, R.C., Patel, G.G. (1997). Effect of Zn on grain yield and Zn uptake by lowland rice in South Gujarat. *IRRN*, 22(1): 37.
- Verma, T.S. and Tripathi, B.R., (1983). Zinc and iron interaction in submerged paddy. *Plant and Soil*, 72: 107-116.
- Welch, R.M., Hause, W.A. and Allaway, W.H., (1974). Availability of zinc from pea seeds to rats. *J. Nutr.*, 104: 733-740.
- Wolfgang, H. and Lantsch, H.J., (1983). Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. *J. Sci. Food. Agric.*, 34:1423-1426
- Yakan, H., Sürek, H., Gürbüz, M.A., Beşer, N. ve Avşar, F., (2001). Çinko Gübrelemesinin Çeltik Verimi ve Bazı Agronomik Karakterlere Etkileri. T.C. Başbakanlık KHGM Atatürk Araşt. Enst. Müdürlüğü, Trakya Toprak ve Su Kaynakları Semp. (24-27 Mayıs), Kırklareli.