

## Farklı Çinko Uygulamalarının Aspir Bitkisinin Verimi ve Çinko Alımı Üzerine Etkisi

Nurdilek GÜLMEZOĞLU\*

Zehra AYTAÇ

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Eskişehir  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail) : dgulmez@ogu.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 25.04.2016

Kabul tarihi (Accepted) : 07.09.2016

### Öz

Bu araştırma, aspir bitkisine topraktan ve yapraktan uygulanan çinko (Zn) EDTA (Etilendiamintetraasetik asit) ve Zn sülfat ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ) kaynaklarının verim ve çinko içeriği üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada çinko kaynakları kontrol, topraktan Zn-EDTA, yapraktan Zn-EDTA, toprak+yapraktan Zn-EDTA, topraktan  $ZnSO_4$ , yapraktan  $ZnSO_4$ , toprak+yapraktan  $ZnSO_4$  şeklinde uygulanmıştır. Çalışmada materyal olarak Remzibey-05 çeşidi kullanılmıştır. Bitkide tabla sayısı ve tane verimi ile birlikte çiçeklenme ve hasat zamanında gövde+yapraklardaki ve tanedeki çinko konsantrasyonu ve içerikleri belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, farklı çinko kaynakları ve uygulamaları tane verimini kontrole göre artırmıştır. Tane verimi, toprak+yapraktan Zn-EDTA uygulamasıyla, kontrole göre % 21, toprak+yapraktan  $ZnSO_4$  uygulaması ile % 16 oranında arttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, aspir bitkisine toprak+yapraktan Zn-EDTA uygulamasıyla en yüksek tane verimi ve tane çinko içeriği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Carthamus tinctorius* L., çinko içerik, çinko sülfat, çinko şelat

## The Influences of Various Zinc Applications on Seed Yield and Zinc Uptake of Safflower

### Abstract

This study was conducted to determine the effects of the zinc (Zn) EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid) and Zn sulphate ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ) sources on the yield and zinc content of seed at flowering and harvest stage of safflower. Zinc sources were applied in the forms of control, Zn-EDTA in soil, Zn-EDTA foliar spray, Zn-EDTA in soil + foliar spray,  $ZnSO_4$  in soil,  $ZnSO_4$  foliar spray and  $ZnSO_4$  in soil + foliar spray. The safflower cv. Remzibey-05 was used as material. The head number per plant, the seed yield and the zinc concentration and content of stem+leaf and seed at flowering and harvest stage were investigated. According to the results, different sources and applications of zinc increased seed yield when it compared with control. The application of Zn-EDTA in soil+foliar spray increased the seed yield 21% whereas  $ZnSO_4$  in soil + foliar spray increased seed yield 16% when it compared with the control. As a result, the highest seed yield and zinc content in seed of safflower were determined by the application of Zn-EDTA in soil+foliar spray.

**Key Words:** *Carthamus tinctorius* L., zinc content, zinc sulphate, zinc chelate

## GİRİŞ

Bitkisel üretimde temel amaç birim alandan kaliteli ve yüksek verim almaktır. Verimi artırmak için de toprağın yapısı, verimlilik durumu ve özellikle de topraktaki besin elementlerinin bilinmesi gerekmektedir. Toprakta eksik olan elementlerin toprağa uygulanması ile verim ve kalite artışı sağlanabilir. Bitkilerin verimi ve kalitesi üzerine önemli besin maddeleri olan makroelementlerin yanında son yıllarda mikro besin elementlerindeki eksikliklerin de önemli verim kayıplarına yol açtığını belirlenmiştir (MacNaeidhe ve Fleming, 1988; Erdem, 2011). Mikro besin elementlerinden birisi olan çinko, bitki gelişimi için mutlak gerekli bir elementtir. Çinko, bitkide pek çok enzimde bulunmasının yanında, karbonhidrat, lipit, protein ve nükleik asit sentezlenmesinde ve parçalanmasında rol almaktadır (Cakmak 2000). Dünyada ve ülkemiz topraklarında çinko noksanlığı önemli bir problemdir. Türkiye toprakları çinkoyu, 10-300 ppm gibi yüksek düzeyde içermesine rağmen, toprakların % 81,2'lik bölümünde toprak pH'sının 7,0'nin üzerinde olması ve % 57,6'sında kireç içeriğinin % 5,0'in üzerinde olması çinko noksanlığının görülmesinin en büyük sebepleri arasındadır (Ülgen ve Yurtsever, 1984).

Yüksek pH, kireç,  $\text{HCO}_3^-$ , fosfor, bazı ağır metaller ve çok düşük organik madde içeriğine sahip problemlili alanlara çinkonun nasıl uygulanacağı önemli bir sorundur. Alınabilir çinko kapsamı düşük olan topraklarda çinko gübrelemesinin verimi büyük ölçüde arttırdığı belirlenen pek çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Brohi vd., 2000; Erdem, 2011). Bitkilere çinko uygulanması ile ilgili değişik uygulama yöntemleri mevcut olup, bunlar genellikle topraktan uygulama, yapraktan uygulama, tohuma bulaştırma, toprak+yapraktan uygulama şeklinde sıralanabilir. Bu uygulama şekillerinden bir ya da birkaçı ile çinko noksanlığı olan alanlarda verim ve kalitede önemli artışlar sağlamaktadır (Yılmaz vd., 1997). Ancak insan ve hayvan beslenmesi için önem taşıyan tane çinkosunun arttırılmasında çinko uygulama yöntemleri önemli farklılıklara yol açabilmektedir. Bu nedenle çinko noksanlığı olan alanlarda yapılacak olan yetiştiricilikte hem bitki gelişimi ve verimi hem de tane çinkosunun insan ve hayvan beslenmesi için önemli bir seviyede arttırılabilmesi bakımından farklı uygulama yöntemi ve/veya yöntem kombinasyonlarının etkisi her bitki tür ve çeşidi için ortaya konulması gerekmektedir.

Toprak koşullarına ve bitki özelliklerine göre uygun çinko formunun belirlenmesi de önemlidir. Çinko eksikliğinde inorganik tuz olan çinko sülfat ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) genellikle çinko uygulamalarında kullanılan bir gübredir. Bir diğer çinko kaynağı ise çinko şelat ( $\text{Zn-EDTA}$ )'dır. Arpa ve buğdaya EDTA ve sülfat formunda çinko uygulanması ile ilgili yürütülen araştırmada, bitkilerin tane ve sap veriminin kontrole göre iki çinko formunda da arttığı, ancak Zn-EDTA formunun, diğer çinko kaynağından 1,4-1,7 oranında daha fazla artış sağladığı belirlenmiştir (Brennan, 1991). Acre ve Unaran (1997), EDTA formunda toprağa uygulanan çinkonun, toprakta alınabilir haldeki süresinin iki günden az olduğunu ve bu nedenle bitkilerin gelişme dönemlerinde yeteri kadar çinko bulamadıklarını belirlemişlerdir. Bu durum şelat bileşiğindeki çinkonun, kalsiyum veya demir ile yer değiştirerek yararlısız forma geçmesine bağlı olarak açıklanmıştır (Mengel ve Kirkby, 1982). Aspir bitkisine de çinko uygulama yöntemleri, dozları ve zamanlarının verim ve kalite üzerine etkisini belirlemek amaçlı değişik çalışmalar yürütülmüştür. Movahhedy-Dehnavy vd., (2009) üç aspir çeşidine, yapraktan  $\text{ZnSO}_4$ 'i rozet sonu ve çiçeklenme başında uygulamış ve çinko uygulamasının tohumdaki çinko ve tane protein içeriğini arttırdığını belirlemiştir. Bu çalışmada, aspir bitkisine topraktan, yapraktan ve hem toprak hem de yapraktan farklı formdaki çinko ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ve  $\text{Zn-EDTA}$ ) uygulamalarının çiçeklenme ve hasat zamanında bitkinin tabla, tohum ve gövdesindeki çinko alımına, verim ve bazı verim öğelerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma Eskişehir koşullarında 2010 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme tarlasında yürütülmüştür. Deneme alanı  $39^\circ 45' 55.38$  kuzey enlemleri ile  $30^\circ 33' 02.27$  doğu boylamları arasında yer almakta olup ilin denizden yüksekliği 789 m'dir.

Denemenin yürütüldüğü yıl, toplam yağış miktarı (418,1 mm) uzun yıllar toplam yağış miktarından (331,6 mm) yüksek, ancak vejetatif büyüme için önemli olan Nisan ve Mayıs aylarında elde edilen aylık yağış miktarlarının uzun yıllar aynı aylara ait aylık yağış miktarının altındadır. Deneme yılının ortalama sıcaklık değeri ( $12,8^\circ\text{C}$ ), uzun yıllar sıcaklık ortalamasının ( $10,6^\circ\text{C}$ ) üstünde, yıllık ortalama nem

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

**Table 1.** Results of some physical and chemical analysis of soil

| pH   | Toplam Tuz (%) | Organik madde (%) | CaCO <sub>3</sub> (%) | Tekstür (%) |      |      | Alınabilir (mg kg <sup>-1</sup> ) |        |      |      |      |      |
|------|----------------|-------------------|-----------------------|-------------|------|------|-----------------------------------|--------|------|------|------|------|
|      |                |                   |                       | Kum         | Silt | Kil  | P                                 | K      | Zn   | Fe   | Mn   | Cu   |
| 7,72 | 0,18           | 1,9               | 10,5                  | 44,7        | 17,1 | 38,2 | 6,46                              | 636,45 | 0,30 | 1,94 | 9,02 | 1,47 |

değeri (% 62,6) ise uzun yıllar ortalama nem değerine (% 63,8) benzer olarak belirlenmiştir.

Deneme alanının toprak özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. 0-30 cm derinliğinden alınan araştırma alanının toprak örneklerinde pH (toprak:su: 1:2.5) (Richards, 1954), toplam tuz (Richards, 1954), bünye (Bouyoucos, 1955), organik madde (Walkley ve Black, 1934), alınabilir fosfor (Olsen vd., 1954), potasyum (Caarson, 1980), demir, çinko, mangan, bakır (Lindsay ve Norvell, 1978) analizleri yapılmıştır. Araştırma alanının toprakları hafif alkalın, tuzsuz, tınlı, organik madde az, orta kireçli, alınabilir fosfor az, potasyum fazla, çinko az, demir az, mangan az ve bakırın yeterli seviyede olduğu belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978; FAO, 1990).

Araştırma, Remzibey aspir çeşidi kullanılarak, tesadüf blokları deneme desenine göre, üç tekerrürlü olarak 29.03.2010 tarihinde dekara 4 kg tohum gelecek şekilde kurulmuştur. Ekim, 3 m uzunluğundaki parsellere, sıra arası 45 cm ve her parselde 6 sıra olacak şekilde yapılmıştır. Ekimle birlikte toprağa 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> triple süperfosfat (% 44 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ve 10 kg azot da<sup>-1</sup> amonyum sülfat (% 20,5 N) olarak uygulanmıştır.

Çinko uygulamaları; kontrol (çinko uygulanmamış), toprağa Zn-EDTA, yaprağa Zn-EDTA, toprak+yaprağa Zn-EDTA, toprağa ZnSO<sub>4</sub>, yaprağa ZnSO<sub>4</sub>, toprak+yaprağa ZnSO<sub>4</sub> kombinasyonlarından oluşturulmuştur. Topraktan çinko miktarları, dekara 2,5 kg ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (% 23 Zn) ve Zn-EDTA (% 15 Zn) gelecek şekilde ekimden önce bir kerede yüzeye sulandırılarak uygulanmış ve sonra toprak karıştırılmıştır. Yapraktan çinko uygulaması, bir kez sapa kalkma döneminde (ekimden 80 gün sonra) % 0,2 çinko ve bir kez de çiçeklenme döneminde (ekimden 95 gün sonra) % 0,2 çinko olmak üzere iki kez sırt pülverizatörü ile her iki gübreden uygulanmıştır. Kontrol parsellerinde ise toprağa ve bitkiye herhangi bir çinko uygulaması yapılmamıştır. Bitkilerin hasadı Ağustos ayı sonunda yapılmıştır.

Bitki örneklerinin çinko analizleri çiçeklenme sonunda ve hasatta olmak üzere her parselden tesadüfen seçilen 10 bitkide yapılmıştır. Kuru madde miktarının belirlenmesi için çiçeklenme döneminde bitkilerin tabla kısmı ayrı, gövde ve yapraklar beraber ve hasat zamanında bunlarla birlikte tohumlara da ayrılmış bitki örnekleri, % 0,1’lik HCl asit çözeltisinden geçirildikten sonra saf su ile yıkanarak 70°C’de kurutulup, kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Kurutulan bitkiler öğütüldükten sonra örneklerin çinko konsantrasyonunu belirlemek için 550°C’de 8 saat kül fırınında yakılmıştır. Yakılan örnekler % 3,3’lük HCl içinde çözündürülerek atomik absorpsiyon spektroskopisi cihazında çinko konsantrasyonları (mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Bitki başına çinkonun toplam miktarı (içerik) bir bitkinin yeşil aksamı ve tohumlarının kuru ağırlığıyla çinko konsantrasyonu (mg kg<sup>-1</sup>) çarpılarak (mg g bitki<sup>-1</sup>) hesaplanmıştır.

Hasat zamanında, parsellerdeki bitkilere ait olan tohumlar tartılarak parsel verimleri bulunmuş, sonra bu değerler dekara çevrilerek dekara tohum verimi hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin MSTAT-C bilgisayar programı kullanılarak istatistiksel analizi yapılmış, ortalamalar arasındaki farklar Duncan ile belirlenmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Aspir bitkisine farklı içerikli çinko uygulamalarının çiçeklenme döneminde, gövde+yaprak kuru ağırlığında, hasat döneminde tek bitkiden elde edilen tohum veriminde önemli (p<0,01) etkinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Aspirin çiçeklenme döneminde alınan bitki örneklerinde en yüksek toplam tabla kuru ağırlığı toprak+yaprak’tan Zn-EDTA uygulaması ve gövde+yaprak kuru ağırlığı ise topraktan ZnSO<sub>4</sub> uygulamalarından elde edilmiştir. Hasat zamanı toplam tabla ağırlığını yapraktan Zn-EDTA, gövde+yaprak kuru ağırlığını topraktan ZnSO<sub>4</sub> ve tek bitki tane ağırlığını toprak+yapraktan Zn-EDTA uygulamaları arttırmıştır. Kontrol bitkileri iki örnekleme döneminde de en düşük ağırlıklara sahip olmuştur.

**Çizelge 2.** Aspir bitkisine uygulanan çinko formlarının çiçeklenme döneminde tek bitkide toplam tabla kuru ağırlığı ve gövde+yaprak kuru ağırlığı ile hasat döneminde tek bitkide toplam tabla kuru ağırlığı, gövde+yaprak kuru ağırlığı ve tane ağırlıklarına etkisi

**Table 2.** The effect of zinc forms on total dry weight of plant head per plant and total dry weight of stem+leaf per plant of safflower during flowering and harvest time and total seed weight per plant of safflower at harvest period.

| Uygulamalar                     | Çiçeklenme                               |  | Hasat                                    |  |                                  |
|---------------------------------|--|--|--|--|----------------------------------|
|                                 | Toplam Tabla<br>(g bitki <sup>-1</sup> ) | Gövde+Yaprak<br>(g bitki <sup>-1</sup> ) | Toplam Tabla<br>(g bitki <sup>-1</sup> ) | Gövde+Yaprak<br>(g bitki <sup>-1</sup> ) | Tane<br>(g bitki <sup>-1</sup> ) |
| Kontrol                         | 13,12                                    | 83,33c                                   | 13,98                                    | 115,32                                   | 31,39d                           |
| Zn-EDTA Topraktan               | 14,02                                    | 110,93b                                  | 16,59                                    | 124,66                                   | 36,17c                           |
| Zn-EDTA Yapraktan               | 14,26                                    | 122,27ab                                 | 19,04                                    | 133,52                                   | 43,30a                           |
| Zn-EDTA Toprak+Yaprak           | 15,58                                    | 113,67b                                  | 16,93                                    | 127,71                                   | 43,90a                           |
| ZnSO <sub>4</sub> Topraktan     | 13,92                                    | 127,63a                                  | 17,24                                    | 137,07                                   | 39,93b                           |
| ZnSO <sub>4</sub> Yapraktan     | 14,16                                    | 116,67ab                                 | 16,63                                    | 133,11                                   | 42,77ab                          |
| ZnSO <sub>4</sub> Toprak+Yaprak | 14,58                                    | 109,07b                                  | 15,96                                    | 129,71                                   | 41,70ab                          |
| <i>F-test</i>                   | ö.d.                                     | **                                       | ö.d.                                     | ö.d.                                     | **                               |

ö.d.: önemli değil, \*\*: p<0,01.

Aspir bitkilerinin tabla ve gövde+yaprak kuru ağırlıkları çiçeklenme döneminde hasat zamanına göre daha düşük belirlenmiştir. Çinko uygulanmayan kontrol bitkilerine göre iki çinko formunun farklı uygulamaları aspir kuru ağırlığını artırdığı belirlenmiştir. Aspir bitkilerinin çiçeklenme döneminde en yüksek gövde+yaprak kuru ağırlığının topraktan uygulanan ZnSO<sub>4</sub> gübresinden belirlenmesi vejetatif dönemde bitkilerin kökten ZnSO<sub>4</sub> ile beslenmesinde katkısının yüksek olduğunu göstermektedir. Jan vd., (2016), çeltik bitkisinin vejetatif dönemde çinko sülfatın hızlı yarıyışlı hale geçmesinden, olgunluğa doğru ise yavaş yarıyışlı hale geçen çinko şelatından daha iyi yararlanarak bitkilerin geliştiğini bildirmiştir. Bununla birlikte aspir bitkisinin kök yapısının kuvvetli olması (Bayramin, 2006) nedeniyle özellikle kurak bölgelerde topraktaki sudan ve besin elementlerinden de en iyi şekilde faydalanabilmektedir.

Hasat zamanı tek bitki tabla sayısı ve tane verimine ait veriler Çizelge 3'de gösterilmiştir. Tek bitki tabla sayısına çinko formları ve uygulama

yöntemleri önemsiz, tane verimi üzerine ise önemli etkisinin (p<0,01) olduğu belirlenmiştir. En yüksek tane verimi (147,53 kg da<sup>-1</sup>) toprak+yapraktan Zn-EDTA uygulamasından elde edilmiştir.

Toprak+yapraktan çinko uygulamalarından Zn-EDTA uygulamasıyla kontrole göre % 21 oranında tane veriminde artış belirlenirken, ZnSO<sub>4</sub>'ün toprak+yapraktan uygulanması ile % 16 artış belirlenmiştir. Yapraktan çinko uygulamaları karşılaştırıldığında, ZnSO<sub>4</sub> % 18, Zn-EDTA % 15 oranında tane verimini artırmıştır. Bazı araştırmacılar buğdaya yapraktan püskürtülerek uygulanan çinkonun tane veriminde önemli düzeyde artışlar sağladığını belirtmiştir (Bayraklı vd., 1995; Kutman vd., 2010). MacNaeidhe ve Fleming (1988) arpada ve Brennan (1991) buğdayda yapraktan uygulanan çinko şelatın çinko sülfata göre tane verimini daha fazla artırdığını bildirmiştir. Modaihsh (1997) ise yapraktan uygulanan çinko sülfatın buğdayın tane verimini, Zn-EDTA'nın ise sap verimini artırdığını bildirmişlerdir. Toprakten çinko uygulanmasında tane verimini kontrole göre Zn-EDTA % 12

**Çizelge 3.** Aspir bitkisine uygulanan çinko formlarının bitkide toplam tabla sayısı ve tane verimine etkisi

**Table 3.** The effect of zinc forms on total number of head per plant and seed yield of safflower

| Uygulamalar                     | Bitkide Tabla Sayısı<br>(adet) | Tane verimi<br>(kg da <sup>-1</sup> ) | Kontrole göre verim artışı<br>(%) |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Kontrol                         | 9,07                           | 121,54 d                              | -                                 |
| Zn-EDTA Topraktan               | 10,67                          | 136,12 bc                             | 12                                |
| Zn-EDTA Yapraktan               | 11,53                          | 139,54 abc                            | 15                                |
| Zn-EDTA Toprak+Yaprak           | 11,47                          | 147,53 a                              | 21                                |
| ZnSO <sub>4</sub> Topraktan     | 10,00                          | 133,13 c                              | 10                                |
| ZnSO <sub>4</sub> Yapraktan     | 11,60                          | 142,94 ab                             | 18                                |
| ZnSO <sub>4</sub> Toprak+Yaprak | 10,73                          | 141,21 abc                            | 16                                |
| <i>F-test</i>                   | ö.d.                           | **                                    |                                   |

ö.d.: önemli değil, \*\*: p<0,01.

artırırken, ZnSO<sub>4</sub> % 10 artırmıştır. Taban vd., (1997), buğdayın tane verimini Zn-EDTA'nın ZnSO<sub>4</sub>'dan daha fazla arttırdığını bildirmiştir. Ancak su stresi koşullarında ZnSO<sub>4</sub> formunun çinko şelat uygulamasına göre tohum verimini daha fazla artırdığını Lakzayi (2015) tarafından bildirilmiştir.

Aspir bitkisinin çiçeklenme ve hasat döneminde çinko konsantrasyonlarına ait ortalamalar ve uygulanan çinko formlarının etkileri Çizelge 4'de verilmiştir. Hem çiçeklenme hem de hasat zamanında bitki örneklerinin çinko konsantrasyonları istatistiksel olarak önemli (p<0,01) bulunmuştur. Çiçeklenme döneminde tablada çinko konsantrasyonu toprak+yapraktan Zn-EDTA uygulamasından, gövde+yaprakta ise yapraktan Zn-EDTA uygulamasından en yüksek değerler elde edilmiştir.

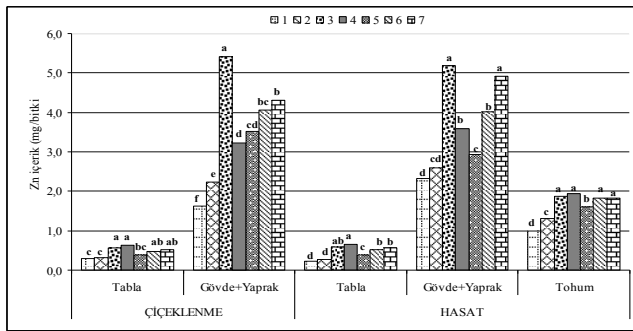
Hasat zamanında tablada en yüksek çinko konsantrasyonu toprak+yapraktan Zn-EDTA uygulamasından, gövde+yaprak ve tohumda ise en yüksek çinko konsantrasyonu yapraktan Zn-EDTA uygulamasında belirlenmiştir. Bazı araştırmacılar çeşitli bitkilere yapraktan çinko dozları uyguladıklarında, bitki aksamalarının çinko kapsamalarının arttığını belirtmişlerdir (Taban ve Alpaslan, 1996; Haslett vd., 2001; Kutman vd., 2010). Bu çalışmada da yapraktan ya da toprak+yapraktan Zn-EDTA uygulamasının çiçeklenme ve hasatta aspir bitkisinin çinko konsantrasyonunu artırmıştır. Çinko sülfatın yapraktan uygulanmasında bitkinin çinko konsantrasyonu Zn-EDTA uygulaması kadar

artırmamış olması, aspir bitkisinin yapraktan şelat formunda çinko alımının daha kolay olabileceğini gösterebilir. Bu durum püskürtülen çinko sülfatın yaprakta deformasyon ya da yanmalara ve çinko konsantrasyonunun düşük belirlenmesine sebep olduğunu düşündürmektedir. Haslett vd., (2001), genelde bitkilere yapraktan uygulanan çinko formlarının alımında fazla farkın bulunmadığını bildirmiştir. Jan vd., (2016), çeltik bitkisinde çinko sülfatın yapraktan uygulanmasıyla, Zn-EDTA'dan daha fazla tane ve sap kısmında çinko konsantrasyonunu artırdığını, Zn-EDTA'nın ise topraktan uygulanmasıyla tane ve sap kısmında çinko konsantrasyonunu artırdığını belirtmiştir. Elde edilen bulgular, bu araştırmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Farklı çinko formlarının çiçeklenme ve hasat döneminde, bitki aksamalarının çinko içeriklerine önemli etkisi (p<0,01) belirlenmiştir (Şekil 1).

Çiçeklenme ve hasat dönemlerinde tablanın çinko alımı toprak+yapraktan Zn-EDTA uygulamasından, gövde+yaprakın çinko alımı ise yapraktan Zn-EDTA uygulanmasıyla en yüksek değer olarak tespit edilmiştir. Hasat döneminde tohumda en yüksek çinko alımı toprak+yapraktan Zn-EDTA uygulamasından elde edilmiştir. Ancak hem yapraktan Zn-EDTA ve ZnSO<sub>4</sub> hem de toprak+yapraktan Zn-EDTA ve ZnSO<sub>4</sub> uygulamaları, tohumun çinko alımları bakımından istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve önemli bir fark belirlenmemiştir. Bu sonuç, Zn-EDTA ve ZnSO<sub>4</sub>'ın yapraktan veya toprak+yapraktan uygulanması, tohum verimine ve çinko konsantrasyonuna etkisinin topraktan uygulanmasına göre daha yüksek olarak belirlenmesinden kaynaklanmaktadır (Çizelge 4).

Daha önce yapılan çalışmalarda bitkilerin çinko alımına, çinkonun topraktan veya yapraktan uygulanmasının, bitki çeşidine ve yetiştirme şartlarına göre değiştiği saptanmıştır. Özellikle Haslett (2001) buğdaya yapraktan uygulanan çinko sülfatın etkin bir şekilde absorblanıp ve taşındığını belirtilirken, Goos vd., (2000) mısır bitkisine topraktan çinko şelat uygulamasının, bitkilerin çinko sülfattan daha fazla çinko içeriğine sahip olduğunu belirtmiştir. Ancak çinko şelatın zamanla alkalın toprakta azaldığını ve kalsiyum ile yer değiştirerek yararlı hale geçtiği de bildirmiştir (Mengel ve Kirkby, 1982).



**Şekil 1.** Aspir bitkisine uygulanan çinko formlarının çiçeklenme ve hasat döneminde tabla, gövde+yaprak ve tane çinko içerikleri (mg g bitki<sup>-1</sup>) (1: kontrol 2: Zn-EDTA Topraktan, 3: Zn-EDTA Yapraktan, 4: Zn-EDTA Toprak+Yaprak, 5: ZnSO<sub>4</sub> Topraktan, 6: ZnSO<sub>4</sub> Yapraktan, 7: ZnSO<sub>4</sub> Toprak+Yaprak)

**Figure 1.** The effect of zinc forms on zinc contents (mg g plant<sup>-1</sup>) of head, stem+leaf and seed during flowering and harvest period (1: Control, 2: Zn-EDTA Soil, 3: Zn-EDTA Leaf, 4: Zn-EDTA Soil+ Leaf, 5: ZnSO<sub>4</sub> Soil, 6: ZnSO<sub>4</sub> Leaf, 7: ZnSO<sub>4</sub> Soil+ Leaf)

**Çizelge 4.** Aspir bitkisine uygulanan çinko formlarının çiçeklenme ve hasat döneminde tabla, gövde+yaprak ve tanede çinko konsantrasyonları

**Table 4.** The effect of zinc forms on zinc concentrations of head, stem+leaf and seed during flowering and harvest period

| Uygulamalar                     | Zn konsantrasyonu (mg kg <sup>-1</sup> ) |              |       |              |         |
|---------------------------------|--|--------------|-------|--------------|---------|
|                                 | Çiçeklenme                               |              | Hasat |              |         |
|                                 | Tabla                                    | Gövde+Yaprak | Tabla | Gövde+Yaprak | Tohum   |
| Kontrol                         | 21,37e                                   | 19,55e       | 15,7d | 20,19d       | 31,39d  |
| Zn-EDTA Topraktan               | 21,90e                                   | 19,74e       | 16,7d | 20,20d       | 36,17c  |
| Zn-EDTA Yapraktan               | 39,00a                                   | 45,90a       | 30,5b | 38,80a       | 46,30a  |
| Zn-EDTA Toprak+Yaprak           | 40,10a                                   | 29,35d       | 38,2a | 28,15c       | 43,90b  |
| ZnSO <sub>4</sub> Topraktan     | 27,85d                                   | 27,60d       | 23,3c | 21,30d       | 39,93bc |
| ZnSO <sub>4</sub> Yapraktan     | 31,40c                                   | 33,90c       | 30,9b | 30,20b       | 42,77b  |
| ZnSO <sub>4</sub> Toprak+Yaprak | 36,50b                                   | 39,55b       | 35,1a | 37,87a       | 43,70b  |
| <i>F-test</i>                   | **                                       | **           | **    | **           | **      |

\*\* : p<0,01

## SONUÇLAR

Araştırma sonuçlarına göre aspir bitkisinin tanesinde çinko içeriği yapraktan veya toprak+yapraktan uygulanan Zn-EDTA ile arttığı, tane verimini ise toprak+yapraktan Zn-EDTA uygulamasının arttırdığı tespit edilmiştir. Bu sonuç ile topraktan veya yapraktan uygulanan ZnSO<sub>4</sub> gübresinin, pH ve kireç içeriği yüksek topraklarda, aspir tohumunun çinko birikimine ve tane verimine etkisinin, Zn-EDTA'dan daha az olduğu, özellikle toprak+yapraktan uygulanan Zn-EDTA'nın en etkin çinko uygulama yöntemi olduğu sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

Acre J P, Unaran D (1997). Üç değişik çinko gübresinin seftali ağaçlarında rozetleşme önlenmesindeki etkinlikleri. 1. Ulusal Çinko Kongresi. s: 265-272. 12-16 Mayıs, Eskişehir.

Bayraklı F, Sade B, Gezgin S, Önder M, Topal A (1995). Çinko, fosfor ve azot uygulamasının Gerek 79 ekmeçlik buğday çeşidinin (*Triticum aestivum* L.) tane verimi ve verim unsurları üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6 (8): 116-130.

Bayramın S (2006). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) – Kolza (*Brassica napus* spp. *oleifera* L.) Tarımı ve Islahı. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 15 (1-2): 74-85.

Bouyoucos G J (1955). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils, Agronomy Journal 4 (9): 434.

Brennan R F (1991). Effectiveness of zinc sulfate and zinc chelate as foliar sprays in alleviating zinc deficiency of wheat grown on zinc deficient soils in Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 31: 831-834.

Brohi A R, Karaata H, Özcan S, Demir M (2000). Topraktan ve yapraktan çinko uygulamasının ekmeçlik buğday bitkisinin verim ve bazı besin maddesi alımına etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(1): 123-128.

Caarson P L (1980). Recommended potassium test. IN: Recommended Chemical Soil Test Procedures for The North Central Region. Rev. Ed. North Central Regional Publication No.221. North Dakota Agric. Exp Strn. North Dakota State University Fargo. USA, pp. 20-21.

Cakmak I (2000). Role of zinc in protecting plant cells from reactive oxygen species. New Phytologist, 146: 185–205.

Erdem H (2011). Silajlık mısır çeşitlerinin verim ve kalitesine çinko gübrelemesinin etkilerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(2): 199-206.

FAO (1990). Guidelines for soil profile description. 3rd edition (Revised), FAO, Rome.

Goos R J, Johnson B E, Thiollet M (2000). A comparison of the availability of three zinc sources to maize (*Zea mays* L.) under greenhouse conditions. Biology and fertility of soils, 31(3-4): 343-347.

Haslett B S, Reid R J, Rengel Z (2001). Zinc mobility in wheat: Uptake and distribution of zinc applied to leaves or roots. Annals of Botany, 87(3), 379-386.

Jan M, Anwar-ul-Haq M, Tanveer-ul-Haq, Ali A, Wariach E A (2016). Evaluation of Soil and Foliar Applied Zinc Sources on Rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes in Saline Environments. International Journal of Agriculture and Biology. DOI: 10.17957/IJAB/15.0146, in press.

Kutman U B, Yıldız B, Ozturk L, Cakmak I (2010) Biofortification of durum wheat with zinc through soil and foliar applications of nitrogen. Cereal Chemistry 87: 1-9.

Lakzayi M (2015). Influence of foliar application on safflower yield. International Journal of Multidisciplinary Research and Development, 2 (12): 336-339.

Lindsay W L, Norvell W A (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal, 42(3): 421-428.

MacNaeidhe F S, Fleming G A (1988). A response in Spring cereals to foliar sprays of zinc in Ireland. Irish Journal of Agricultural Research, 27: 91-97.

Mengel K, Kirkby E A (1982). Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Worblaufen –Bern, Switzerland, p. 1-665.

Modaihsh A S (1997). Foliar application of chelated and non-chelated metals for supplying micronutrients to wheat grown on calcareous soil. Experimental Agriculture 33: 237-245.

Movahhedy-Dehnavy M, Modarres-Sanavy S M A, Mokhtassi-Bidgoli A (2009). Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. *Industrial Crops and Products*, 30: 82–92.

Olsen S R, Cole C V, Watanabe F S, Dean L A (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *United States Department of Agriculture Circular No: 939, Washington, D C, USA*, p. 19.

Richards L A (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. US Salinity Lab., (Ed.), United States Department of Agriculture Handbook, California, USA, 60:94.

Taban S, Alpaslan M (1996). Mısır Bitkisinin Çinko, Demir, Bakır, Manganez ve Klorofil Kapsamı Üzerine Çinko Gübrelemesinin Etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2(1): 69-73.

Taban S, Alpaslan M, Güneş A, Aktaş M, Erdal İ, Eyüpoğlu H, Baran İ (1997). Değişik şekillerde uygulanan çinkonun buğday bitkisinde verim ve çinkonun biyolojik yararlanılabilirliği

üzerine etkisi. 1. Ulusal Çinko Kongresi. s: 147-156. 12-16 Mayıs, Eskişehir.

Ülgen N, Yurtsever N (1984). Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. T.C Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araş. Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No:209. Teknik Yayın No:66.

Walkley A, Black L A (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method, *Soil science*, 37: 29-38.

Yılmaz A, Ekiz H, Torun B, Gultekin I, Karanlık S, Bağcı S A, Cakmak I (1997). Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc-deficient calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 20: 461–471.