



Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences

Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi

Gibberellik Asit ve Çinko Uygulamalarının Marulun Verim ve Verim Unsurlarına Etkileri

Yağmur KAYA^{1,*}, Mehmet ZENGİN¹, Fatma GÖKMEN YILMAZ¹, Sait GEZGİN¹

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi: 15.08.2018

Kabul tarihi: 09.10.2018

Anahtar Kelimeler:

Çinko
Gibberellik Asit
Marul
Verim

ÖZET

Bu çalışmada artan dozlarda toprağa çinko sülfat (0, 1, 2 ve 3 kg ZnSO₄-ÇS da⁻¹) ve yaprağa gibberellik asit (0, 10, 50 ve 250 mg GA₃ L⁻¹) uygulamalarının sera koşullarında çinko (Zn) noksanlığına sahip bir toprakta yetiştirilen marul bitkisinin verim ve verim unsurlarına etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek verim 3 kg ÇS da⁻¹ uygulamasında, yaprakta en yüksek N, P, K 250 mg GA₃ L⁻¹ uygulamasında, en yüksek Zn içeriği ise 50 mg GA₃ L⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Genellikle toprağa 3 kg ÇS da⁻¹ ile yaprağa 50 mg GA₃ L⁻¹'in birlikte uygulanması, bunların ayrı ayrı uygulanmalarına göre bitkinin verim ve verim parametrelerini önemli derecede yükseltmiştir. Sadece ÇS dozlarının söz konusu parametrelere etkileri, sadece GA₃ dozlarının etkilerinden daha yüksek bulunmuştur. Diğer taraftan, yaprağın N, P, K kapsamına 3 kg ÇS da⁻¹ ile 250 mg GA₃ L⁻¹'in birlikte uygulanmasının etkileri daha yüksek iken, Zn konsantrasyonuna 3 kg ÇS da⁻¹ ile 50 mg GA₃ L⁻¹'in birlikte uygulanmasının etkileri daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca yaprağın Zn konsantrasyonu sadece ÇS uygulamasıyla kontrole (33,14 mg kg⁻¹) göre %84 artarken (61,10 mg kg⁻¹), sadece GA₃ uygulaması ile %45 oranında artmıştır. Yaprağın Zn konsantrasyonunda en yüksek artış (%123) 3 kg ÇS da⁻¹ ile birlikte 50 mg GA₃ L⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir.

Effects of Gibberellic Acid and Zinc Applications On Lettuce Yield and Yield Components

ARTICLE INFO

Article history:

Received date: 15.08.2018

Accepted date: 09.10.2018

Keywords:

Zinc
Gibberellic acid
Lettuce
Yield

ABSTRACT

In this study, the effects of zinc sulphate (0, 10, 20 and 30 kg ZS ha⁻¹) and gibberellic acid (0, 10, 50 and 250 mg GA₃ L⁻¹) applications in the increasing doses on the yield and yield components of lettuce grown in a Zn deficient soil have been investigated. According to the results, the highest yield was obtained in the 30 kg ZS ha⁻¹ application, the highest N, P, K of the leaf was got in the 250 mg GA₃ L⁻¹, and the highest Zn content of the leaf was found in the 50 mg GA₃ L⁻¹ application. Generally the combined application of 30 kg ZS ha⁻¹ into the soil and 50 mg GA₃ L⁻¹ to the leaf, significantly increased the yield and yield parameters of the plant according to their individual applications. Only the effects of ZS doses on the question components were greater than the effects of only GA₃ doses. On the other hand, while the effects of combined applications of 30 kg ZS ha⁻¹ and 250 mg GA₃ L⁻¹ on the N, P, K contents of the leaf were higher, the effects of combined applications of 30 kg ZS ha⁻¹ and 50 mg GA₃ L⁻¹ on the leaf Zn content were higher. In addition, while the Zn concentration of the leaf (61,10 mg kg⁻¹) increased in the rate of 84% by only ZS application compared to the control (33,14 mg kg⁻¹), it increased in the rate of 45% with only GA₃ application. The highest increasing (123%) in the Zn concentration of the leaf was obtained by the combined application of the 30 kg ZS ha⁻¹ and 50 mg GA₃ L⁻¹.

*Sorumlu yazar email: yagmurkaya020591@gmail.com

1. Giriş

Bitkideki büyüme ve gelişmeyi düzenleyen temel iç faktörler yani hormonlar kimyasal özelliktedir. Bitki büyümesini düzenleyen maddeler bitkiler tarafından oluşturulabilen veya bitkiye dışarıdan verilebilen, çok düşük miktarlarda bitkideki büyüme, gelişme ve diğer fizyolojik olayları tek başına ya da birlikte olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilen, oluşturdukları dokularda etkin olabildikleri gibi diğer bitki kısımlarına da taşınabilen ve bu etkinliği diğer organlarda da gösterebilen organik maddelerdir. Bitkiler büyüme, gelişme ve değişime uğramaları için kendi ihtiyaçları olan bu temel maddeleri kendileri üretirler. Bitki bünyesinde oluşup, büyüme ve gelişmeyi (fizyolojik olayları) düzenleyen bu maddelere hormonlar ya da fitohormonlar (bitki hormonları) adı verilmektedir (Kumlay ve Eryiğit, 2011).

Bir bileşiğin bitki hormonu olarak nitelendirilebilmesi için bitki bünyesinde oluşmalı, oluştuğu yerden başka bir yere taşınabilmeli, taşındığı yerde değişik yaşam olaylarını yönetmeli veya düzenlemeli ve çok düşük konsantrasyonlarda dahi bu etkilerini gösterebilmelidir (Çetin, 2002).

Bitki gelişim düzenleyicileri (BGD) iki gruba ayrılır; Bitki büyümesini teşvik edenler ve bitki büyümesini engelleyenler. Oksinler, sitokininler ve gibberellinler büyüme teşvik edenler grubundayken dorminler engelleyiciler olarak gruplandırılabilir. Etilen ise daha çok meyve olgunlaşmasında düzenleyici rol oynamaktadır (Fırat, 1998; Walsh, 2003).

Ayrıca birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalarda bitki gelişiminde gerekli ve önemli olan başta azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn), bor (B) gibi besin elementlerinin etkinliklerinin BGD ile artırıldığı bildirilmiştir (Marchner, 1997, Gemici ve ark., 2000, Bucio ve ark., 2002, Topçuoğlu, 2004, Rahayu ve ark., 2005).

Çinko, çeşitli enzimlerin yapısında yer alır ve çok sayıda enzimi aktive eder. Karbonhidrat, protein ve oksin metabolizmasında rol oynar. Bu nedenle Zn noksanlığı durumunda enzim aktivitesinin azalmasına bağlı olarak karbonhidrat, protein ve oksin metabolizması da olumsuz etkilenir. Bitkilerde Zn noksanlığının en açık belirtisi olan bodur büyüme ve küçük yaprak oluşumu oksin metabolizmasındaki bozulmadan ve özellikle IAA oluşumundaki azalmadan ileri geldiği bildirilmiştir (Kacar ve Katkat, 1998).

Çinko yönünden noksan bitkilerde triptofan seviyesi düşüktür ve mısır bitkisinde Zn noksanlığı semptomları ya Zn ya da triptofan uygulanarak giderilebilir (Marchner, 1997).

Bu bilgilerin ışığında, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasında Zn noksanlığına sahip bir toprakta marul

yetiştirilerek, Zn ve gibberellik asit uygulamalarının verim ve verim unsurlarına etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Deneme, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü bilgisayar kontrollü araştırma serasında Zn noksanlığına sahip bir toprakta (Çizelge 1) yürütülmüştür. Deneme süresince sıcaklığın 25 ± 3 °C, solar radyasyonun 1750 ± 50 kcal m⁻² ve nispi nemin 60 ± 10 olması sağlanmıştır.

Çizelge 1

Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametreler	Analiz sonuçları
pH	7.43 (Nötr)
EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	136 (Düşük)
Kireç (Toplam CaCO_3 ; %)	28 (Çok fazla)
Organik madde (%)	1.68 (Az)
Tekstür sınıfı	Killi (Ağır bünye)
Alınabilir besin elementleri	mg kg ⁻¹
N ($\text{NH}_4\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$)	11.7 (Az)
P	4.3 (Az)
K	169.7 (Orta)
Ca	4.854 (Fazla)
Mg	141.4 (Az)
S	9.34 (Az)
Na	30.9 -
Fe	1.21 (Az)
Zn	0.08 (Çok az)
Mn	4.98 (Az)
B	0.34 (Az)
Cu	0.52 (Yeterli)

Söz konusu sera denemesinde kullanılan toprak S.Ü. Alaaddin Keykubat Kampüsü'nde bulunan Ziraat Fakültesi'nin bahçesinden (Tarım Makineleri Bölümü hangarı tarafı) temin edilmiştir. Deneme toprağı nötr reaksiyona (Soil Survey Manuel, 1951) sahip olup tuzluluk problemi bulunmamaktadır (Ergene, 1982). Çok fazla kireç (Schroo, 1963) ile az organik madde (Ünal ve Başkaya, 1981) içermekte ve killi tekstürdedir. Toprakta inorganik N, bitkiye yararlı P, magnezyum (Mg), kükürt (S), demir, mangan ve bor az, Zn çok az, K orta, Cu yeterli ve Ca ise fazladır (Lindsay ve Norvell, 1978; FAO, 1980)

Tesadüf parselleri deneme desenine göre dört yinelenmeli olarak planlanan denemede saksılara fırın kuru ağırlık esasına göre 3 kg toprak konulmuştur.

Kontrol; 0 mg GA_3 L⁻¹ ve 0 kg ÇS da⁻¹'dir.

Gibberellik asit (GA_3) püskürtme dozları; 0, 10, 50 ve 250 mg GA_3 L⁻¹'dir.

Çinko sülfat dozları; 0, 1, 2 ve 3 kg ÇS da⁻¹'dir.

Tüm saksılara temel gübreleme olarak çözelti halinde 8 kg P_2O_5 da⁻¹ (DAP; %18 N, %46 P_2O_5), 10 kg N da⁻¹ (DAP+Üre; %46 N), 5 kg K_2O da⁻¹ (potasyum sülfat; K_2SO_4 ; %50 K_2O), 0,8 kg MgO da⁻¹ (magnezyum sülfat; $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$; %11 MgO), 0,38 kg Fe da⁻¹

($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; %19 Fe), 0,27 kg Mn da^{-1} ($\text{MnSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; %27 Mn), 0,10 kg B da^{-1} (Etidot-67; %20,8 B) gübreleri ekim öncesinde her saksıya uygulanarak homojen bir şekilde karıştırılmış ve bir gece bekledikten sonra marul tohumları ekilmiştir.

Denemede her saksıya 6 adet Yedikule Baş Marul tohumu ekilmiş (10.11.2016) ve çimlenme sonrası her saksıda 2 bitki kalacak şekilde seyreltme (14.01.2017) yapılmıştır. Bitkiler deneme süresince toprağın su miktarı tarla kapasitesi düzeyinde olacak şekilde deiyonize su ile sulanmış ve her 4-5 günde bir saksıların sera içindeki yerleri değiştirilmiştir. Bitkilere, 25.11.2016 ve 08.12.2016 tarihlerinde olmak üzere 2 kez yaprakтан püskürtmek suretiyle GA_3 verilmiştir. Bitkiler 65-70 günlük bir gelişim süresinin sonunda hasat edilerek marul bitkisinin yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı, yaprak ve kök uzunluğu, yeşil aksamın makro ve mikro besin elementi kapsamı tespit edilmiştir.

Toprak üstü aksam kesilerek hasat edilen bitkiler kese kağıtları içerisinde laboratuvara getirilmiş, 0,01 g duyarlı terazide yeşil aksamın yaş ağırlıkları tartılmış ve uzunlukları ölçülmüştür. Yapraklar tek tek sayılmış ve tamamen temizleninceye kadar musluk suyuyla yıkandıktan sonra ilk önce 0,1 N HCl çözeltisiyle daha sonra musluk suyuyla ve en sonra da deiyonize su ile yıkanarak fazla suları alınması için kaba filtre kağıdının üzerine serilmiştir. Fazla suları alınan yapraklar kese kağıtları ile hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 70 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler 0,01 g duyarlı terazide tartılarak kuru madde ağırlıkları belirlenmiştir. Ayrıca hasatta bitki başına yaprak sayımı (27.01.2017) da yapılmıştır.

Kuru madde verimleri belirlenen bitki örnekleri tungsten kaplı bitki öğütme değirmeninde öğütülmüştür. Sıcaklığa dayanıklı kaplara koyulan öğütülmüş bitki örnekleri analiz yapılmadan önce kurutma dolabında 70 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur.

Kurutulmuş yeşil aksam örnekleri 5 ml konsantre HNO_3 ve 2 ml H_2O_2 (%30 w/v) ile mikro dalga cihazında (Cem MARSXpress) yüksek sıcaklık (210 °C) ve basınç altında (200 PSI) çözündürülmüş ve analizin güvenilirliğini sağlamak için 40 hücrelik mikrodalga setine 1 şahit ve 1 sertifikalı referans materyal (1547a Wheat Flour, 8346 Durum Wheat Flour, 1547 Peach Leaves, NIST) ilave edilmiştir. Çözündürülen numunelerin hacimleri saf su ile 20 ml'ye tamamlanarak numunelerde ICP-AES cihazında toplam P, K ve Zn tayinleri yapılmıştır (Soltanpour ve Workman, 1981). Makro ve mikro besin elementi konsantrasyon değerleri için Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST, Gaithersberg, MD, USA)'den temin edilen referans bitki materyalindeki besin elementi konsantrasyonu ile sonuçlarımız kontrol edilmiştir. Diğer taraftan yaprak örneklerinin toplam N konsantrasyonu $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$ ile yaş yakılan yaprak örneklerinde mikro Kjeldahl yöntemi (Bayraklı, 1987) ile Selçuk Üniversitesi Ziraat

Fakültesi Toprak, Gübre ve Bitki Besleme Araştırma Laboratuvarı'nda belirlenmiştir.

Uygulamaların verim, verim unsurları ve yaprağın besin elementleri konsantrasyonu üzerine etkileri Minib, Duncan Testi için ise önemli çıkan uygulamalarda farkların kontrolü MSTAT paket programı ile belirlenmiştir (Yurtsever, 1984).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Bitki Yaş Ağırlığı

Artan miktarlarda $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ve GA_3 uygulamalarının marul bitkisinin yeşil aksam yaş ağırlığı üzerine etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de, yaş ağırlığa ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 2) Zn, GA_3 ve 'Zn x GA_3 ' interaksyonunu bitki yaş ağırlığı üzerine istatistikî bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitki yaş ağırlığı üzerine 'Zn x GA_3 ' interaksyonunun önemli çıkması bitki yaş ağırlığının artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 3'den de görüleceği gibi, en düşük yaş ağırlık (95.73 g saksı⁻¹) kontrol, en yüksek yaş ağırlık (120.05 g saksı⁻¹) ise '3 kg ÇS/da + 50 mg $\text{GA}_3 \text{ L}^{-1}$ ' uygulamasıyla elde edilmiştir. Söz konusu Duncan grubuna diğer bazı uygulamalar da dahil olmuştur. Kontrol toprağında Zn eksikliği (0,08 mg Zn kg⁻¹) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük yaş ağırlık alınmıştır. Diğer taraftan 3 kg ÇS da^{-1} dozu ve 50 mg $\text{GA}_3 \text{ L}^{-1}$ dozu ile bitki gelişimi artarak maksimum yaş ağırlığı vermiştir. Nitekim Zn'nun bitkiyi geliştiren hormonların üretiminde etkilidir (Marschner, 1997).

Çizelge 2

Artan miktarlarda $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ve GA_3 uygulamalarının marulun verim ve verim unsurlarına etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Ortalaması			
	Yaş ağırlık (YA)	Kuru ağırlık (YA)	Bitki boyu	Hasatta yaprak sayısı
Genel	--	--	--	--
Zn	211.18**	50.69**	40.84**	50.05**
GA_3	425.20**	94.80**	112.97**	124.43**
Znx GA_3	76.51**	14.90**	15.12**	23.19**
Tekerrür	5.90	2.29	1.30	2.05
Hata	19.62	2.12	1.02	0.99

Çizelge 3

Artan miktarlarda $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ve GA_3 uygulamalarının marulun verim ve verim unsurlarına etkileri

Uygulamalar	Yeşil aksam yaş ağ. (g)	Yeşil aks. k. ağ. (g)	Bitki boyu (cm)	Hasatta yaprak sayısı
Kontrol	95,73	13,77	12,50	32,00
ÇS1	108,92	18,09	17,75	39,75
ÇS2	112,03	19,03	18,75	41,25
ÇS3	115,52	21,01	19,75	41,50
GA10	99,03	14,02	13,50	35,50
GA50	105,80	17,23	17,00	38,75
GA250	102,96	15,44	15,25	37,00
ÇS1+GA10	103,33	16,09	16,25	37,50
ÇS1+GA50	108,65	18,35	18,00	40,25
ÇS1+GA250	106,72	17,09	16,50	38,75
ÇS2+GA10	110,73	18,11	18,25	39,75
ÇS2+GA50	116,05	22,38	22,25	43,75
ÇS2+GA250	113,72	19,00	21,25	43,00
ÇS3+GA10	112,38	20,04	20,00	41,50
ÇS3+GA50	120,05	25,12	24,00	45,75
ÇS3+GA250	114,44	22,11	21,75	44,25
<i>En düşük</i>	<i>95,73</i>	<i>13,77</i>	<i>12,50</i>	<i>32,00</i>
<i>En yüksek</i>	<i>120,05</i>	<i>25,12</i>	<i>24,00</i>	<i>45,75</i>
<i>Ort.</i>	<i>109,13</i>	<i>18,56</i>	<i>18,30</i>	<i>40,02</i>

Yağmur ve Aydın (2013), toprağa 10, 20 ve 30 mg $Zn\ kg^{-1}$ ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) ile yaprağa %0,1, %0,2 ve %0,3 Zn ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) çözeltisi uygulayarak marul yetiştirmişler ve en yüksek yaş ağırlıkları (127,83 g ve 162,43 g) sırasıyla toprağa 20 mg $Zn\ kg^{-1}$ ve yaprağa %0,2 Zn dozu ile elde etmişlerdir. Söz konusu çalışma bulgularımızı destekler niteliktedir.

3.2. Bitki Kuru Ağırlığı

Artan miktarlarda $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ve GA_3 uygulamalarının marul bitkisinin yeşil aksam kuru ağırlığı üzerine etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de, kuru ağırlığa ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 2) Zn , GA_3 ve ' $Zn \times GA_3$ ' interaksiyonunun bitkinin yeşil aksam kuru ağırlığına etkileri istatistikî bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitki kuru ağırlığı üzerine ' $Zn \times GA_3$ ' uygulamaları interaksiyonunun önemli çıkması bitki kuru ağırlığının artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 3'den de görüldüğü gibi, en düşük kuru ağırlık (13,77 g saksı⁻¹) kontrol, en yüksek kuru ağırlık (25,12 g saksı⁻¹) ise '3 kg $\text{ÇS}/\text{da} + 50\ \text{mg}\ GA_3\ L^{-1}$ ' uygulamasıyla elde edilmiştir. Bu Duncan grubuna diğer bazı uygulamalar da dahil olmuştur. Kontrol toprağında Zn eksikliği (0,08 mg $Zn\ kg^{-1}$) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük kuru ağırlık alınmıştır. Diğer taraftan 3 kg $\text{ÇS}\ da^{-1}$ dozu ve 50 mg $GA_3\ L^{-1}$

dozu ile bitki gelişimi artarak maksimum kuru ağırlığı vermiştir.

Yağmur ve Aydın (2013), toprağa 10, 20 ve 30 mg $Zn\ kg^{-1}$ ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) ile yaprağa %0,1, %0,2 ve %0,3 Zn ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) çözeltisi uygulayarak marul yetiştirdikleri bir araştırmada en yüksek kuru ağırlıkları (9,73 g ve 9,95 g) sırasıyla toprağa 20 mg $Zn\ kg^{-1}$ ve yaprağa %0,2 Zn dozu ile elde etmişlerdir. Söz konusu çalışma bulgularımızı destekler niteliktedir.

Ayrıca, Taban ve Alpaslan (1996), topraktan 0, 2,5, 5.0 ve 10.0 mg $Zn\ kg^{-1}$ ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) çözeltisi uygulayarak mısır yetiştirdikleri bir araştırmada kuru ağırlıkta en yüksek artışım (% 67,3'lük bir artışla 14,96 g saksı⁻¹) 5.0 mg $Zn\ kg^{-1}$ dozu ile elde etmişlerdir. Yapılan bu çalışma bulguları ile araştırma sonuçlarımız benzerlik göstermektedir.

3.3. Bitki Boyu

Artan miktarlarda $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ve GA_3 uygulamalarının marul bitkisinin yeşil aksam uzunluğuna etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de, yeşil aksam uzunluğuna ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 2) Zn , GA_3 ve ' $Zn \times GA_3$ ' interaksiyonunun yeşil aksam uzunluğuna etkileri istatistikî bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yeşil aksam uzunluğuna ' $Zn \times GA_3$ ' interaksiyonunun önemli çıkması yeşil aksam uzunluğunun artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

En düşük yeşil aksam uzunluğu (12,50 cm) kontrol, en yüksek yeşil aksam uzunluğu (24,00 cm) ise '3 kg $\text{ÇS}\ da^{-1} + 50\ \text{mg}\ GA_3\ L^{-1}$ ' uygulamasıyla elde edilmiştir (Çizelge 3). Kontrol toprağında çinko eksikliği (0,08 mg $Zn\ kg^{-1}$) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük yeşil aksam uzunluğu alınmıştır. Diğer taraftan 3 kg $\text{ÇS}\ da^{-1}$ ve 50 mg $GA_3\ L^{-1}$ dozlarıyla bitki gelişimi artarak maksimum uzunluğa ulaşmıştır. En yüksek yeşil aksam uzunlukları veren uygulamalar arasında çinkolu uygulamaların önemli olduğu görülmüştür. Çinko bitkilerde gelişmeyi düzenleyen hormon sentezi gibi fonksiyonları nedeniyle doğrudan verimi ve kaliteyi etkilemektedir (Marschner, 1997).

Doğan ve ark. (2002), topraktan 4, 8 ve 12 kg $Zn\ ton^{-1}$ çinko bileşiği (Teprosyn F-2498) uygulayarak ekmeçlik buğday yetiştirdikleri bir çalışmada en yüksek bitki uzunluğunu 12 kg $Zn\ ton^{-1}$ uygulamasıyla elde etmişlerdir. Ayrıca, Yağmur ve Aydın (2013), topraktan 10, 20 ve 30 mg $Zn\ kg^{-1}$ ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) ile yapraktan %0,1, %0,2 ve %0,3 Zn ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) çözeltisi uygulayarak marul yetiştirdikleri bir araştırmada en yüksek yeşil aksam uzunluğunu (22,25 cm ve 21,10 cm) sırasıyla topraktan 20 mg $Zn\ kg^{-1}$ ve yapraktan %0,2 Zn doz uygulamalarıyla elde etmişlerdir. Söz konusu çalışmalar bulgularımızı destekler niteliktedir.

3.4. Hasatta Yaprak Sayısı

Artan miktarlarda $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ve GA_3 uygulamalarının marul bitkisinin hasatta yaprak sayısı üzerine etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 2’de, hasat dönemindeki bitki başına yaprak sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 3’de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 2) Zn, GA_3 ve ‘Zn x GA_3 ’ interaksiyonunun hasattaki yaprak sayısına etkileri istatistikî bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Hasat dönemindeki bitki başına yaprak sayısı üzerine ‘Zn x GA_3 ’ interaksiyonunun önemli çıkması yaprak sayısının artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 3’den de görüldüğü gibi, hasat dönemindeki en düşük yaprak sayısı (32.00 adet/bitki) kontrol, en yüksek yaprak sayısı (45.75 adet/bitki) ise ‘3 kg ÇS/da + 50 mg $GA_3 L^{-1}$ ’ uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0,08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük yaprak sayısı alınmıştır. Diğer taraftan 3 kg ÇS da^{-1} dozu ve 50 mg $GA_3 L^{-1}$ dozu ile bitki gelişimi artarak maksimum yaprak sayısını vermiştir. Bitki başına yaprak sayısı ilk uygulamadan hasat dönemine doğru giderek artmıştır. Bu da bitkinin geliştiğinin ve ağırlık kazandığının bir ölçüsüdür. Çinkonun verimi ve kaliteyi etkilemesinin bir diğer nedeni bitki gelişim hormonlarının sentezinde etkili olmasıdır (Marschner, 1997).

Hakerlerler ve ark. (1999), topraktan Zn uygulamasının incirde boğum sayısını, sürgün uzunluğunu ve meyve sayısını artırdığını belirlemişlerdir.

Yağmur ve Aydın (2013), topraktan 10, 20 ve 30 mg Zn kg^{-1} ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) ile yapraktan %0,1, %0,2 ve %0,3 Zn ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) çözeltisi uygulayarak marul yetiştirdikleri bir çalışmada bitki başına en fazla yaprak sayılarını (36 adet ve 36 adet) sırasıyla topraktan 20 mg Zn kg^{-1} ve yapraktan %0,2 Zn dozu ile elde etmişlerdir. Söz konusu çalışmalar bulgularımızı destekler niteliktedir.

Ayrıca yapılan bazı çalışmalara göre, buğdayda bitki yeşil aksamının ve tane Zn içeriklerinin, Zn uygulaması ile arttığı ve bu artışın buğday çeşitlerine göre farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Helaloğlu ve ark. 1997, Ekiz ve ark. 1997). Artan bitki Zn içeriğinin ise doğrudan verim üzerine etkisinin yanında, buğday kökenli gıdaların da Zn içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Erdal ve ark. 1997, Taban ve ark. 1997).

3.5. Bitkinin N, P, K ve Zn Konsantrasyonu

Artan miktarlarda $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ve GA_3 uygulamalarının marul yaprağının toplam N, P, K ve Zn konsantrasyonuna etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4’de, azot içeriğine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 4

Artan miktarlarda $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ve GA_3 uygulamalarının marul yaprağının toplam N, P, K ve Zn besin elementi konsantrasyonuna etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Ortalaması			
	N	P	K	Zn
Genel	--	--	--	--
Zn	0.14	0.008**	0.08	533.26**
GA_3	0.28*	0.030**	0.44**	1135.49**
Znx GA_3	0.08	0.005**	0.03	205.14**
Tekerrür	0.02	0.001	0.10	18.11
Hata	0.07	0.002	0.06	13.35

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4) GA_3 uygulamalarının yaprağın toplam N konsantrasyonuna etkileri istatistikî bakımdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitki N konsantrasyonu üzerine GA_3 uygulamalarının önemli çıkması bitki N konsantrasyonunun artan miktarlarda GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 5’den de görüldüğü gibi, en düşük N konsantrasyonu (%4.19) kontrol, en yüksek azot içeriği (%4,80) ise ‘3 kg ÇS/da + 250 mg $GA_3 L^{-1}$ ’ uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında çinko eksikliği (0,08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük azot konsantrasyonu alınmıştır. Diğer taraftan 3 kg ÇS da^{-1} dozu ve 250 mg $GA_3 L^{-1}$ dozu ile bitki gelişimi artarak ve azottan yararlanma kapasitesi yükselterek maksimum azot konsantrasyonunu vermiştir. Araştırmamızda belirlenen azot değerleri Jones ve ark. (1991)’nin olgun dönemdeki marul yaprağı için bildirdiği toplam azot değerlerine (%4.00-5.00) göre normaldir.

Yapılan bazı çalışmalara göre; topraktan ve yapraktan Zn’lu gübre ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$; %23 Zn) uygulamalarının, elma yapraklarının makro besin element konsantrasyonu üzerine, genellikle topraktan Zn uygulamasının daha etkili olduğu, mikro besin elementi konsantrasyonu üzerine ise yapraktan Zn uygulamasının daha etkili olduğu rapor edilmiştir (Zengin ve ark., 2008).

Çizelge 5

Artan miktarlarda $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ve GA_3 uygulamalarının marul yaprağının N, P, K ve Zn besin elementi konsantrasyonuna (%) etkileri

Uygulamalar	N	P	K	Zn
Kontrol	4,19	0,42	6,12	33,14
ÇS1	4,35	0,49	6,25	45,18
ÇS2	4,58	0,53	6,37	52,93
ÇS3	4,77	0,56	6,42	61,10
GA_{10}	4,22	0,44	6,18	37,59
GA_{50}	4,31	0,46	6,23	48,22
GA_{250}	4,48	0,48	6,35	44,40
ÇS1+ GA_{10}	4,26	0,44	6,21	43,33
ÇS1+ GA_{50}	4,38	0,49	6,39	55,12
ÇS1+ GA_{250}	4,55	0,52	6,43	49,50

Çizelge 5 (Devamı)

Artan miktarlarda $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ve GA_3 uygulamalarının marul yaprağının N, P, K ve Zn besin elementi konsantrasyonuna (%) etkileri

ÇS2+GA10	4,33	0,48	6,34	48,99
ÇS2+GA50	4,47	0,53	6,52	62,65
ÇS2+GA250	4,64	0,57	6,59	56,83
ÇS3+GA10	4,49	0,51	6,46	53,85
ÇS3+GA50	4,63	0,55	6,64	73,92
ÇS3+GA250	4,80	0,60	6,78	67,06
<i>En düşük</i>	4,19	0,42	6,12	33,14
<i>En yüksek</i>	4,80	0,60	6,78	73,92
<i>Ort.</i>	4,47	0,50	6,39	52,11

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4) Zn, GA_3 ve ' $Zn \times GA_3$ ' interaksiyonunun marul yaprağının toplam fosfor konsantrasyonuna etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Fosfor içeriği üzerine ' $Zn \times GA_3$ ' interaksiyonunun önemli çıkması bitki fosfor konsantrasyonunun artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 5'den de görüldüğü gibi, en düşük fosfor konsantrasyonu (%0,42) kontrol, en yüksek fosfor konsantrasyonu (%0,60 P) ise '3 kg ÇS/da + 250 mg $GA_3 L^{-1}$ ' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında Zn eksikliği (0,08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük P konsantrasyonu alınmıştır. Diğer taraftan 3 kg ÇS da^{-1} dozu ve 250 mg $GA_3 L^{-1}$ dozu ile bitki gelişimi artarak ve P'dan yararlanma kapasitesi yükselerek maksimum fosfor konsantrasyonunu vermiştir. Araştırmamızda belirlenen P değerleri Jones ve ark. (1991)'nin olgun dönemdeki marul yaprağı için bildirdiği toplam P değerlerine (%0,40-0,60) göre normaldir.

Aydın ve ark. (2007), çekirdeksiz üzüm topraktan ve yapraktan $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ çözeltisi uyguladıkları bir çalışmada, her iki uygulamanın da yaprağın N, P, K ve Zn içeriklerini olumlu etkilediğini bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışma sonuçları ile marulun P konsantrasyonuna Zn'nun pozitif etkisi benzerlik göstermektedir.

Diğer taraftan varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4) GA_3 uygulamalarının marul yaprağının toplam potasyum konsantrasyonuna etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 5'den de görüldüğü gibi, en düşük potasyum konsantrasyonu (%6,12) kontrol, en yüksek potasyum konsantrasyonu (%6,78 K) ise '3 kg ÇS/da + 250 mg $GA_3 L^{-1}$ ' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında Zn eksikliği (0,08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük K konsantrasyonu alınmıştır. Diğer taraftan 3 kg ÇS da^{-1} dozu ve 250 mg $GA_3 L^{-1}$ dozu ile bitki gelişimi artarak ve K'dan yararlanma kapasitesi yükselerek maksimum K konsantrasyonunu vermiştir. Araştırmamızda belirlenen K değerleri Jones ve ark. (1991)'nin olgun dönemdeki marul

yaprağı için bildirdiği toplam K değerlerine (%6,00-7,00) göre normaldir.

Yapılan bazı araştırmalara göre; marulun büyüme parametreleri ve N, K ve Zn konsantrasyonlarına yapraktan ve topraktan Zn uygulamalarının olumlu etki sağladığı belirlenmiştir (Yağmur ve Aydın, 2013).

Erdal ve ark. (2008), Zn gübrelemesi yaptıkları farklı anaçlar üzerine aşılı elma çeşitlerinde elma yapraklarının N, P, K ve Zn konsantrasyonlarının Zn dozlarına ve kullanılan anaçlara göre değiştiğini bulmuşlardır.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4) Zn, GA_3 ve ' $Zn \times GA_3$ ' interaksiyonunun marul yaprağının toplam Zn konsantrasyonu üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitki Zn konsantrasyonu üzerine ' $Zn \times GA_3$ ' interaksiyonunun önemli çıkması bitki Zn konsantrasyonunun artan miktarlarda Zn ve GA_3 uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 5'dan da görüldüğü gibi, en düşük çinko konsantrasyonu (33,14 mg kg^{-1}) kontrol, en yüksek çinko konsantrasyonu (73,92 mg Zn kg^{-1}) ise '3 kg ÇS/da + 50 mg $GA_3 L^{-1}$ ' uygulamasıyla elde edilmiştir. Kontrol toprağında Zn eksikliği (0,08 mg Zn kg^{-1}) ve GA_3 uygulanmaması nedeniyle en düşük Zn konsantrasyonu alınmıştır. Diğer taraftan 3 kg ÇS da^{-1} dozu ve 50 mg $GA_3 L^{-1}$ dozu ile bitki gelişimi artarak ve Zn'dan yararlanma kapasitesi yükselerek maksimum Zn konsantrasyonunu vermiştir. Araştırmamızda belirlenen çinko değerleri Jones ve ark. (1991)'nin olgun dönemdeki marul yaprağı için bildirdiği toplam Zn değerlerine (25-250 mg kg^{-1}) göre normaldir.

Elma ağacına yapraktan %0, 0,2, 0,4 ve 0,8 dozlarında $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ uygulamalarının, yaprağın toplam Zn kapsamını kontrol dozundan (13,59 mg kg^{-1}) en yüksek doz olan %0,8 dozuna (127,78 mg kg^{-1}) kadar artırdığı belirlenmiştir (Zengin ve ark., 2008). Bulgularımız bu araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Diğer taraftan Ünsan ve ark. (2008), alkalın topraklarda; topraktan 0, 2 ve 4 kg da^{-1} çinko ile 0, 40 kg da^{-1} humik asit uygulayarak iki farklı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidi yetiştirdikleri bir çalışmada tanede ve gövdede Fe ve Zn içeriklerinde en yüksek değerlerin 4 kg da^{-1} Zn dozundan elde edildiğini saptamışlardır.

Çinko uygulamasının Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinde verime etkisini incelemek amacıyla yapılan bir araştırmaya göre de 10 kg da^{-1} topraktan ve %0,3 dozunda yapraktan uygulamanın verimi kontrole göre %39 oranında artırdığı tespit edilmiştir (Yağmur ve ark. 2002). Çinko gübrelemesinin farklı anaçlar üzerine aşılı elma çeşitlerinin Zn beslenmesi ile bazı besin elementi içeriklerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir başka çalışmada ise elma yapraklarının Zn içeriği, kullanılan anaç ve Zn dozlarına göre önemli derecede artmış ve bu artışlar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Ayrıca araştırmacılar, elma yapraklarının N, P, K, Mg, Fe, Mn ve Cu içeriklerinin Zn gübreleme-

siyle arttığını tespit etmişlerdir (Erdal ve ark., 2008). Bu araştırmalar da bulgularımızı destekler niteliktedir.

Yapılan diğer bazı çalışmalara göre de; yapraktan ve topraktan Zn katkılı kompoze gübre ve çinko sülfat uygulamalarının karpuz, çekirdeksiz üzüm, elma, buğday, ıspanak gibi değişik kültür bitkileri üzerine yapılan çalışmalarda da verim ve verim parametrelerine, vejetatif büyüme ve gelişim ile kalite özelliklerinde olumlu etkileri olduğunu belirlemişlerdir (Gülser ve ark., 2001, Yağmur ve ark., 2002, Müftüoğlu ve ark., 2003, Togay ve ark., 2005). Ayrıca; uygulanan farklı Zn dozları ile kuru ve sulu şartlarda buğday tanesinin Zn konsantrasyonunun 8,5 ppm'den 14,5 ppm'e yükseldiği bildirilmiştir (Bağcı ve Sade, 2004). Söz konusu çalışmalar bulgularımızı destekler niteliktedir

4. Sonuç

Deneme sonucunda; artan miktarlarda Zn ve gibberellik asit uygulamalarının marul bitkisinde yeşil aksamın yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu ve hasattaki yaprak sayısı üzerine etkileri istatistiki bakımdan önemli ve pozitif yönde olmuştur. Yani uygulamalar ilgili parametreleri kontrole göre belirli düzeylerde artırmıştır. Genellikle toprağa 3 kg da⁻¹ çinko sülfat ile yaprağa 50 mg L⁻¹ gibberellik asidin birlikte uygulanması, bunların ayrı ayrı uygulanmalarına göre bitkinin verim ve verim parametrelerini önemli derecede yükseltmiştir. Sadece çinko sülfat dozlarının söz konusu parametrelere etkileri, sadece gibberellik asit dozlarının etkilerinden daha yüksek çıkmıştır.

Diğer taraftan, artan miktarlarda Zn ve gibberellik asit uygulamalarının marul yaprağının toplam N, P, K ve Zn konsantrasyonu üzerine etkileri istatistiki açıdan önemli ve pozitif olmuştur. Uygulamalar yaprağın besin elementi konsantrasyonlarını kontrole göre belli seviyelerde yükseltmiştir. Yaprığın N, P, K kapsamına 3 kg da⁻¹ çinko sülfat ile yaprağa 250 mg L⁻¹ gibberellik asidin birlikte uygulanmasının etkileri daha yüksek iken, Zn konsantrasyonuna 3 kg da⁻¹ çinko sülfat ile yaprağa 50 mg L⁻¹ gibberellik asidin birlikte uygulanmasının etkileri daha yüksek çıkmıştır. Bunların ayrı ayrı uygulanmalarına göre birlikte uygulanmaları yaprağın söz konusu besin elementleri kapsamına daha yüksek etkide bulunmuştur. Gibberellik asidin yüksek dozları makro besin elementlerini daha çok artırırken, düşük dozları Zn'yu daha çok artırmıştır. Öbür yandan sadece çinko sülfat dozlarının söz konusu parametrelere etkileri, sadece gibberellik asit dozlarının etkilerinden daha yüksek çıkmıştır.

Ayrıca deneme toprağında yetersiz olan Zn'nun artan dozlarda uygulanması ile yaprağın Zn konsantrasyonu sadece Zn uygulamasıyla kontrole (33,14 mg kg⁻¹) göre %84 artarken (61,10 mg kg⁻¹), sadece gibberellik asit uygulaması ile %45 oranında artmıştır. Yeşil aksam Zn konsantrasyonunda en yüksek artış 3 kg da⁻¹ Zn ile birlikte 50 mg kg⁻¹ gibberellik asit uygulaması

ile %123 oranına artışa neden olmuştur. Hem verim ve verim unsurlarında, hem de yaprağın makro ve mikro besin elementleri içeriklerinde topraktaki eksik Zn'nun tek başına uygulanmasıyla yeterli artışlar kaydedilmemiştir. Daha yüksek artışlar hep Zn ile birlikte 50 veya 250 mg L⁻¹ gibberellik asit uygulamasıyla meydana gelmiştir. Gibberellik asit çinkonun etkinliğini veya çinko bitki hücrelerinde gibberellik asidin etkinliğini artırarak çalışılan parametreler üzerinde olumlu kombine etkiye neden olmuştur.

Sonuç olarak; sera koşullarında saksıda topraktan çinko sülfat ve gelişim dönemi başında yapraktan püskürtmek suretiyle GA₃ uygulayarak yetiştirilen marulun verim ve verim unsurlarında olumlu bir etkisi olduğundan benzer koşullarda yetiştirilen benzer sebze bitkilerinde çinko ile birlikte gibberellik asit de uygulanmalıdır.

Daha doğru sonuçlara ve yargılara ulaşabilmek için benzer çalışmalar farklı bitki, toprak, besin elementi ve BGD uygulamaları ile sürdürülmelidir.

5. Kaynaklar

- Aydın, Ş., Yağmur, B., Hakerlerler, H., Çoban, H., 2007. Effects of Different Types and Levels of Zinc Sulphate Application in Vineyards (*Vitis vinifera* L.) in a Semi-arid Environment. *Asian Journal of Chemistry*. 19(1): 555-563.
- Bağcı, S. ve Sade, B. 2004. Konya Şartlarında Sulama ve Çinko Uygulamalarının, Farklı Tahıl Türlerinde Verim, Verim Unsurları ve Tanedeki Çinko Konsantrasyonu Üzerine Etkileri. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim 2004, Tokat, 563-572.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. *O.M.Ü. Ziraat Fak. Yay.*, No: 17, Samsun.
- Bucio.L. J., Abreu. H. E., Calderón. S.L., Jacobo.N.F.M., Simpson, J., Estrella, H.L., 2002. Phosphate Availability Alters Architecture and Causes Changes in Hormone Sensitivity in the Arabidopsis Root System. *Plant Physiology*, 129: 244- 256.
- Çetin, V., 2002. Meyve ve Sebzelere Kullanılan Bitki Gelişmeyi Düzenleyiciler. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi, 2. Gıda Kontrol ve Merkez Araşt. Enst. Md.lüğü, Bursa.
- Doğan, R., Çakmak, F., Yağdı, K., Kazan, T., 2002. Tohumla Uygulanan Farklı Dozdaki Çinko Bileşiğinin (Teprosyn F-2498) Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Verimine Etkisi. *U.Ü. Ziraat Fak. Derg.*, 16(2): 159-167.
- Ekiz, H., Öztürk, L., Bağcı, S.A., Gültekin, L., Yılmaz A., Çakmak, İ., 1997. Çinko Noksanlığının Buğdayın Kuraklık Toleransı Üzerine Etkileri. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir.
- Erdal, İ., Çakmak, İ., Kalaycı, M., Helaloğlu, C., Hatipoğlu, F., 1997. GAP ve Orta Anadolu Bölgelerinde Yetiştirilen Buğday Çeşitlerinde Çinko Uygulamasının Fitin asiti/Çinko Oranına Etkisi. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir.
- Erdal, İ., Yıldırım, A., Yıldırım, F., Küçükçumuk, Z., 2008. Çinko Gübrelemesinin Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Elma Çeşidinin Çinko Beslenmesi ile Bazı Besin Elementi İçer-

- riklerine Etkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 799-804, 8-10 Ekim 2008, Konya.
- Ergene, A., 1982. Toprak Biliminin Esasları. A.Ü. Yayınları. Erzurum.
- FAO, 1980. Micronutrients Assessment at the Country Level. p. 1-208. An International Study (M. Sillanpää, ed.), FAO Soil Bulletin 63. Published by FAO, Roma, Italy.
- Fırat, B., 1998. Bitki Nasıl Beslenir? Atlas Kitabevi, ISBN: 9789759456109, Konya, 292 s.
- Gemici, M., Güven, A., Yürekli, K.A., Katmer, P., 2000. Effect of Some Growth Regulators and Commercial Preparations on the Chlorophyll Content and Mineral Nutrition of *Lycopersicum esculentum* Mill. Turk J. Bot., 24: 215-219.
- Gülser, F., Bozkurt, M.A. Çimrin, K.M. 2001. Artan Dozlar da ve Farklı Şekillerde Çinko Gübrelemesinin Elma Ağaçlarında Besin Element İçeriğine ve Sürgün Uzunluğuna Etkisi. O.M.Ü. Ziraat Fak. Derg., 16(1): 12-15, Samsun.
- Hakerlerler, H., Aydın Ş., İrget, M.E., Aksoy, U., Tutam, M., 1999. The Effect of Soil and Foliage Applied Zinc on Yield and Quality of Fig. (*Ficus carica* L. Cv *sarilop*) For Drying, in: J. Beeh (Ed.), 5th International Meeting on Soils With Mediterranean Type of Climate, 256-260 (IMSMTC) Barcelona (Castalonia), July 4-9, Spain, p.1071.
- Helaloğlu, C., Torun, B., Tolay, İ., Çakmak, İ., 1997. Harran Ovası Sulu Koşullarında Değişik Buğday Genotiplerinin Çinko Gübrelemesine Reaksiyonları ve Çinko Yetersizliğine Dayanıklı Genotiplerin Seçimi. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir.
- Jones, J.R., Wolf, B., Mills, H.A., 1991. Plant Analysis Handbook. micro Macro Publishing Inc.
- Kacar, B., Katkat, V.A., 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı Yayın No: 127, Vıpaş Yay. No: 3, Bursa.
- Kumlay, A.M., Eryiğit, T., 2011. Bitkilerde Büyüme ve Gelişmeyi Düzenleyici Maddeler: Bitki Hormonları. İğdır Üniv. Fen Bil. Enst. Derg., 1(2): 47-56, İğdir.
- Lindsay, W.L. and Norwell, W.A., 1978. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Soc. of Amer. J., 42: 421-428.
- Marschner, H., 1997. Mineral Nutrition of Higher Plants. Institute of Plant Nutrition, University of Hohenheim. Academic Press, Inc., Sandiego, CA 9210, Germany, p. 889.
- Müftüoğlu, N., Demirer, M.T, Oktay, M., Elmacı Ö.L., 2003. Çinko Katkılı ve Katkisiz 15-15-15 Gübre Uygulamasının Buğdayda Verim ve Bazı Verim Ögeleri Üzerine Etkisi. A.Ü Ziraat Fak. Derg., 35(4): 299-302, Erzurum.
- Rahayu, Y.S., Walch-Liu, P., Neumann, G., Römheld, V., Wiren, N.V., Bangerth, F., 2005. Root-derived cytokinins as long distance signals for NO₃⁻ induced stimulation of leaf growth. J. of Experimental Botany, 56(414): 1143-1152.
- Schroo, H., 1963. An inventory of Soil and Sustabilites in Westrion. I. Netherlands J. of Agricultural Sci.. 11: 308-333.
- Soil Survey Manual, 1951. V.S. Department of Agriculture Handbook, 18: 235.
- Soltanpour, P.N. and Workman, S.M., 1981, Use of Inductively-Coupled Plasma Spectroscopy for the Simultaneous Determination of Macro and Micro Nutrients in NH₄HCO₃-DTPA Extracts of Soils. In Barnes R.M. (ed). *Developments in Atomic Plasma Analysis*, USA, pp. 673-680.
- Taban, S., Alpaslan, M., 1996. Mısır Bitkisinin Çinko, Demir, Bakır, Mangan ve Klorofil Kapsamı Üzerine Çinko Gübrelemesinin Etkisi. Pamukkale Üniv. Müh. Fak. Mühendislik Bil. Derg., 2(1): 69-73.
- Taban, S., Alpaslan, M., Güneş, A., Aktaş, M., Erdal, İ., Eyüboğlu, H., Baran, İ., 1997. Değişik Şekillerde Uygulanan Çinkonun Buğday Bitkisinde Verim ve Çinkonun Biyolojik Yarıyışlılığı Üzerine Etkisi. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir.
- Togay, Y., Togay, N., Kocakaya, Z., Erdal, İ., Çiğ, F., 2005. Van Koşullarında Çinko Uygulamasının Farklı Buğday Çeşit ve Hatlarında Verim ve Verim Ögelerine Etkisi, Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül, Cilt 1: 595-600.
- Topçuoğlu, F., 2004. Bitki Besin Stresi ve Hormonlar. Akdeniz Üniv. Fen Edebiyat Fak., Yük. Lis. Ders Notu, (Yayınlanmamış), Antalya.
- Ünal, H ve Başkaya. H.S., 1981. Toprak Kimyası. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. 759. Ders Kitabı: 218. A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Ünsal, H., Tüfenkçi, Ş., Kılıç Gürbüz, Ö., 2008. Alkalin Topraklarda Humik Asit ve Çinko Uygulamalarının İki Farklı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşidinin Tane ve Gövdesindeki Bazı Besin Element İçeriklerine Etkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübreleme Kongresi, 8-10 Ekim, Konya, Sf: 465-475.
- Walsh, C.S., 2003. Plant Hormones. Concise Encyclopedia of Temperate Tree Fruit. Edited by Baugher T.A. and Singha, 245-250, ISBN 1560229411, Haworth Press.
- Yağmur, B., Ceylan, Ş., Oktay, M., 2002. Çinko Gübrelemesinin Çekirdeksiz Üzümde (*Vitis vinifera* L. cv. sultani çekirdeksiz) Verime Etkisi. E.Ü. Ziraat Fak. Derg. 39(2): 111-117, Bornova, İzmir.
- Yağmur, B., Aydın Ş., 2013. Topraktan ve Yapraktan Çinko Uygulamalarının Marul (*Lactuca sativa* L.) Bitkisinin Gelişmesi ve Bazı Mineral Madde Kapsamı Üzerine Etkisi. Anadolu, J. of AARI. 23(2): 36-43.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotlar. (Mülga) Köy Hizmetleri Genel Md.lüğü Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Md.lüğü Yay. No: 121, Teknik Yay. No: 56, Ankara.
- Zengin, M., Gökmen, F., Gezgin, S., 2008. Topraktan ve Yapraktan Çinkolu Gübre Uygulamalarının Elma Yapraklarında Makro ve Mikro Besin Elementleri ile Klorofil İçeriklerine Etkileri. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübreleme Kongresi, 8-10 Ekim, Konya, Sf: 1108-1117.