

## Biberde (*Capsicum annuum* L.) Humik Asit ve Çinko Uygulamasının Yeşil Aksamda Kuru Madde ve Çinko Miktarına Etkisi

Mahmut İSTANBULLU<sup>1</sup>, Özlem ETE AYDEMİR<sup>1</sup>, Mehmet AKGÜN<sup>1</sup>, Faruk ÖZKUTLU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

\*Sorumlu yazar: farukozkutlu@hotmail.com

Geliş Tarihi: 09.01.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 04.03.2020 Kabul Tarihi: 08.05.2020

### Öz

Bu çalışmanın amacı biber bitkisine farklı dozlarda çinko (Zn) ve humik asit (HA) uygulamasının yeşil aksam kuru madde ve çinko miktarı üzerine olan etkilerini belirlemektir. Bu amaçla sera koşullarında yürütülen saksı denemesinde 3 farklı çinko dozu (0, 5, 10 mg Zn kg<sup>-1</sup>) ve 4 farklı humik asit (0, 50, 100, 200 mg l<sup>-1</sup>) uygulaması yapılmıştır. Artan dozlarda uygulanan Zn ve HA dozlarının ortalama kuru madde veriminde sırasıyla %13 ve %21'lik bir artış sağladığı tespit edilmiştir. En fazla kuru madde veriminin 10 mg kg<sup>-1</sup> Zn ile 200 mg l<sup>-1</sup> HA uygulamasında olduğu ve kontrole kıyasla %32 lik bir artış sağladığı belirlenmiştir. Çinko ve humik asit ayrı ayrı uygulandığında kontrole göre ortalama bitki Zn miktarı sırasıyla %14 ve %18 olarak arttırdığı saptanmıştır. Denemede 10 mg kg<sup>-1</sup> Zn ile 200 mg l<sup>-1</sup> HA'nın birlikte uygulamasında ise bitki Zn miktarında kontrol grubuna göre %45'lik bir artış sağladığı bulunmuştur. Çinko ve humik asit birlikte uygulandığında hem yeşil aksam kuru madde miktarında hem de Zn miktarında daha fazla artış meydana getirdiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki besin elementleri, çinko, humik asit, kuru ağırlık, Zn'li gübreleme

## The Effect of Humic Acid and Zinc Application on Shoot Dry Matter Yield and Zinc Amount in Pepper (*Capsicum annuum* L.)

### Abstract

The aim of this study is to determine effect of different doses of zinc (Zn) and humic acid (HA) on dry matter yield and Zn amount of pepper plant vegetative parts. For this purpose, 3 doses of zinc (0, 5 and 10 mg kg<sup>-1</sup>) and 4 doses of humic acid (0, 50, 100 and 200 mg l<sup>-1</sup>) were applied to pepper plants grown in a pot experiment in greenhouse condition. Increasing Zn and HA doses resulted in average increases of 13% and 21% in dry matter yield over the control, respectively. The highest dry matter yield was recorded at the combined application of 10 mg kg<sup>-1</sup> Zn and 200 mg l<sup>-1</sup> HA, with a yield increase of 32%. The mean zinc amount increased by 14% and 18% with Zn and HA applications. The application of 10 mg kg<sup>-1</sup> Zn and 200 mg l<sup>-1</sup> HA produced 45% increase in zinc amount of vegetative parts. When zinc and humic acid were applied together, it was determined that there were more increases in both dry matter content and Zn amount.

**Key Words:** Plant nutrient elements, zinc, humic acid, dry weight, Zn fertilizer

### Giriş

Biber, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yetiştiriciliği yapılan önemli sebze türlerinden biridir. Dünya biber üretim miktarı 2017 yılında yaklaşık 37 milyon ton iken, Türkiye'de 2,61 milyon ton civarındadır. Ülkemiz Dünya biber üretiminin %7'sini karşılamakta ve üçüncü en büyük biber üreticisi ülke konumundadır (FAO,

2019). Ülkemizde biber üretiminin, %18'lik kısmı örtü altı tarımı olarak, %82'si ise açık alanda üretilmekte ve Akdeniz bölgesi %28 payla 1. sırada yer almaktadır (Özalp, 2010). Biber yetiştiriciliğinde istenen toprak özelliği, organik maddece zengin, makro ve mikro besin elementlerince yeterli, tınlı-kumlu, su tutma kapasitesi yüksek, çabuk ısınabilir, geçirgen,

derin, iyi drene olmuş, 5.6-6.8 pH'lı topraklardır. Tarımsal üretimde istenilen verimin elde edilmesi kültürel uygulamaların yanı sıra toprakta bulunan bitki besin elementlerinin varlığına ve bitki tarafından alınabilirliğine bağlıdır. Bitki besin elementlerinin toprakta dengeli miktarda bulunmadığı durumlarda ve eksik bulunan besin elementleri gübreler ile verilmediği takdirde bitkinin gelişimi olumsuz etkilenmekte ve verim kayıpları söz konusu olmaktadır (İbrikci ve ark., 2009). Mikro elementler içerisinde noksanlığı en fazla görülen elementin Zn olduğu bilinmektedir. Kimyasal gübre kullanımında mikro element gübrelerinin kullanımı yüksek öneme sahip olup, özellikle Zn'nun kullanılması bitkiler son derece önemlidir. Dünya tarım arazilerinin %30'unda (Silanpaa 1982) ve Türkiye tarım topraklarının da %49.8'sinde Zn noksanlığının olduğu bildirilmiştir (Eyüpoğlu ve ark., 1995). Tarım topraklarında yoğun kimyasal gübre kullanımı ve yoğun toprak işleme, topraktaki humusu azaltarak bitki için gerekli besin elementlerinin alınımını zorlaştırdığı açıklanmıştır (Kılıç ve Korkmaz, 2012). Topraktaki organik madde miktarını arttırmak için humik madde kullanımı önem kazanmaktadır (Çelik, 2010). Humik asit uygulamalarının hem toprağın organik madde içeriği üzerine hem de topraktaki besin elementlerinin yayılsılığını üzerine etkisi bulunmaktadır (Kütük ve ark., 2000). Bunlardan başka bitkisel üretimde verimliliği sınırlayan çeşitli tuzluluk ve toksiklik gibi stres faktörlerin olumsuz etkisinin hafifletmesi ve giderilmesinde etkileri söz konusu olmaktadır (Bozkurt, 2005; Sönmez ve Bozkurt., 2006; Prado ve ark., 2016). Topraklara humik asit uygulaması sonucunda bitkilerin stres faktörlerine karşı direnç kazanmak için tolerans geliştirmelerini sağlamaktadır (Kaya ve ark., 2005). Humik asit uygulamalarının P, Zn, K gibi besin elementlerinin yayılsılığını artmasına ve bitki tarafından daha fazla alınmasına yol açtığı açıklanmıştır (Kaya ve ark., 2005; Demir ve Çimrin, 2011). Yılmaz ve ark (2012) tarafından yapılan araştırmada humik asit uygulamalarının bitkide N, P, Fe, Mn ve Zn gibi elementlerin alınımını önemli derecede arttırdığı bildirilmiştir. Bu çalışmanın amacı, sera koşullarında humik asit ve çinko (Zn) uygulamaları altında yetiştirilen biber bitkisinin yeşil aksam kuru madde üretimi ve Zn miktarı üzerine olan etkisini belirlemektir.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2017 yılı bahar mevsimi içerisinde Ordu Üniversitesi Araştırma Arazisinde, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm serasında kontrollü şartlar altında yürütülmüştür.

### Deneme toprağının ve humik asitin özellikleri

Araştırmada kullanılan toprak Ordu ili sınırları içinde tarım yapılan arazilerden düşük Zn miktarına sahip olan toprak seçilmiştir. Analiz sonuçlarına göre kullanılan toprağın Zn miktarı 0.22 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Denemede kullanılan humik asitin içeriği çizelge 2 de verilmiştir.

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

Tekstür	Killi Tın
pH	6.45
EC, dS m <sup>-1</sup>	0.19
Kireç, %	0.11
O.M. %	1.66
N, %	0.083
P, mg kg <sup>-1</sup>	2.65
K, mg kg <sup>-1</sup>	102.5
B, mg kg <sup>-1</sup>	0.9
Zn, mg kg <sup>-1</sup>	0.22
Mn, mg kg <sup>-1</sup>	59.7
Cu, mg kg <sup>-1</sup>	5.4
Fe, mg kg <sup>-1</sup>	32.3

**Çizelge 2.** Denemede kullanılan humik asitin içeriği (W/W)

pH Aralığı	4.3-6.3
Toplam Azot	3%
Organik Azot	1%
Potasyum Oksit K <sub>2</sub> O	3%
Toplam Humik+ Fulvik Asit	25%
Toplam Organik Madde	40%

### Saksı denemesinin tanıtımı

Denemede her saksıya hava kuruğu 4 mm'lik elekten geçmiş 1.7 kg toprak doldurulmuştur. Deneme, Tesadüf parsellerine göre 3 tekrarlı olarak faktöriyel deneme desenine göre dizayn edilmiştir. Ekimden önce temel gübreleme için 200 mg N kg<sup>-1</sup>, 100 mg P

kg<sup>-1</sup> ve 125 mg K kg<sup>-1</sup> çözeltileri hazırlanmış ve bu şekilde uygulanmıştır. Farklı dozlarda Zn (0, 5 ve 10 mg kg<sup>-1</sup>) uygulamaları ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O formundan ve Humik Asit (0, 50, 100, 200 mg l<sup>-1</sup>) uygulaması yapılmıştır. Denemede biber çeşidi olarak Mostar tatlı sivri biber çeşidi kullanılmıştır. Her saksıya 5 adet biber fidesi şaşırtılıp daha sonra büyüyüp gelişmesine takiben her saksıda aynı bitki boyunda 3 fide kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Bitkiler yaklaşık 7 haftalık (48 gün) olduğu dönemde yetiştirme periyodundan sonra saksıdaki toprak seviyesinin 1 cm yukarısından tamamen kopartılıp hasat edilmiştir. Hasat işlemi yapıldıktan sonra saf su ile bitki örnekleri yıkanıp, 65°C' de 48 saat etüvde kurutma işlemi yapıldıktan sonra, bitkilerin kuru ağırlıkları alınıp, öğütme değirmeninde bitki öğütülüp, analizlere hazır hale getirilmiştir.

#### Yöntem

##### Deneme toprağında yapılan analizler

Tekstür analizi Bouyocous (1951) yöntemi ile hidrometre kullanılarak, Toprak reaksiyonu (pH) ve Total tuz 1:2.5 oranında toprak su karışımı yapılarak ölçülmüştür (Jackson, 1958; Maas, 1986). Kireç tayininde Scheibler kalsimetresi kullanılmıştır (Çağlar, 1949). Organik madde miktarı yaş yakma yöntemiyle topraktaki karbonun saptanarak hesaplanmasıyla belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1982). Toplam N Bremner (1965)'e göre, yarayışlı fosfor analizi, askorbik asit ve antimonil içeren asitlendirilmiş amonyum molibdat çözeltisi (Watanabe ve Olsen, 1995),

alınabilir potasyum Pratt (1965) yöntemine göre yapılmıştır. Toprak örneklerinde alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu analizi Lindsay ve Norvell (1978)'in DTPA-TEA ekstraksiyon çözeltisi kullanılarak yapılmıştır, alınabilir bor miktarı Wolf (1971)'e göre yapılmıştır. Denemede kullanılan toprağın analiz sonuçları çizelge 1' de verilmiştir.

##### Yeşil aksam bitki analizi

Hasat edilen biberler bitkileri saf su ile yıkanıp 48 saat süresince 65 °C'de kurutulmuş ve hassas terazide kuru ağırlıkları belirlendikten sonra agat değirmende öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Bremner (1965)'in belirttiği gibi yeşil aksam Zn miktarı kuru yakma yöntemiyle yakılan bitkilerin çözeltileri mavi bantlı filtre kâğıdından süzülüş ve elde edilen süzüklerin ICP-OES cihazında okutulmasıyla tespit edilmiştir.

##### Verilerin değerlendirilmesi

Yaprak örneklerinde belirlenen analiz sonuçları arasında ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla SAS JMP kullanılarak varyans analizi ve LSD testi yapılmıştır.

##### Bulgular ve Tartışma

##### Yeşil aksam kuru madde miktarı

Farklı dozlarda uygulanan Zn ve HA dozları yeşil aksam kuru madde verimini önemli bir şekilde arttırmıştır. En düşük kuru madde miktarı 2.22 g saksı<sup>-1</sup> ile Zn5xHA0 uygulamasında bulunurken en yüksek kuru madde miktarı ise 2.95 g saksı<sup>-1</sup> ile Zn10xHA200 den elde edilmiştir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Humik asit ve çinko uygulamalarının yeşil aksam kuru madde miktarı üzerine etkisi (g saksı<sup>-1</sup>)

Uygulamalar	Humik Asit (mg l <sup>-1</sup> )				Ortalama
Çinko (mg kg <sup>-1</sup> )	0	50	100	200	
0	2.23	2.34	2.35	2.48	2.34 B
5	2.22	2.61	2.79	2.78	2.59 A
10	2.33	2.63	2.68	2.95	2.64 A
Ortalama	2.26 B	2.52 A	2.60 A	2.73 A	

LSDZn\*\*:0.216, LSDHA\*:0.249, LSDZnxHA: 0.432

Artan dozda Zn ve HA uygulamalarına paralel olarak yeşil aksam kuru madde miktarlarında da sürekli bir artışın meydana geldiği saptanmıştır. Zn 0 uygulamasında ortalama kuru madde miktarı 2.34 g saksı<sup>-1</sup> iken, Zn 5 mg kg<sup>-1</sup> ve Zn 10 mg kg<sup>-1</sup> uygulamalarında ise kuru madde miktarı sırasıyla 2.59 ve 2.64 g saksı<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Artan

dozda Zn uygulamasının bitki kuru madde verimine etkisi diğer araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. (Singh ve ark., 2005; Hajiboland ve Salehi., 2006; Xu ve ark., 2013).

Humik asit uygulamalarının bitki kuru madde miktarına olumlu etkileri belirlenmiştir. Uygulama dozları arttıkça bitki kuru madde

miktarında da artışlar meydana gelmiştir. Kontrol grubunda ortalama kuru madde miktarı 2.26 g saksı<sup>-1</sup> iken, humik asit 200 mg l<sup>-1</sup> uygulamasında %21 artış göstererek 2.73 g saksı<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Daha önce (Köse, 2015) ve mısırdaki (Alak ve Müftüoğlu, 2014) yürütülen çalışmalarda humik asit uygulamalarının kuru madde miktarını arttırdığını belirlemişlerdir.

#### Yeşil aksam çinko miktarı

Farklı dozlarda uygulanan Zn ve HA dozları yeşil aksam Zn miktarı üzerine etkileri olduğu saptanmıştır. Zn'nin artan dozlarda uygulanması kontrol uygulamasına göre ortalama bitki Çinko miktarını arttırmıştır. En yüksek Zn miktarını Zn 5 mg kg<sup>-1</sup> uygulamasında 45.23 mg kg<sup>-1</sup> Zn olarak belirlenirken, Zn 10 mg kg<sup>-1</sup> uygulamasında ise 45.18 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur (Çizelge 4). Çinko eksikliği durumunda bitkilerin hem büyüme geriliği gösterdiği hem de fizyolojik olarak etkilendiği daha önce yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Welch ve ark., 1982; Brown ve ark.,

1993; Torun, 1997; Ekiz ve ark., 1998; Çakmak, 2000; Alloway, 2004; Korkmaz ve ark., 2018). Eken ve Torun (2008) yapmış oldukları çalışmada Zn uygulamasının çinko uygulaması biber bitkisinin yeşil aksam Zn miktarını arttırdığı gibi yeşil aksam başına toplam Zn miktarını da arttırdığını bildirmişlerdir. Humik asit doz uygulamaları arttıkça ortalama Zn miktarı da artış göstermiştir. En fazla ortalama Zn miktarı HA 200 mg kg<sup>-1</sup> uygulamasında 47.30 mg kg<sup>-1</sup> olup kontrole kıyasla %18 artış gösterdiği saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada çeltik bitkisinde yürütülen inkübasyon denemesinde toprağa humik madde ilavesi ile toprakta Zn yayılgılığının arttığı, bitkilerin Zn kapsamalarında ki artışın daha yüksek miktarlarda olduğu belirlenmiştir (Naik ve Das, 2007).

Zn x HA' nın birlikte uygulamasında bitki Zn miktarı açısından birbirinden farklı sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek Zn miktarı 10 mg kg<sup>-1</sup> Zn x 200 mg l<sup>-1</sup> HA uygulamalarında 50.13 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenip kontrol grubuna göre %45'lik bir artışın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Humik asit ve çinko uygulamalarının yeşil aksam çinko miktarı üzerine etkisi (mg kg<sup>-1</sup>)

Uygulamalar	Humik Asit (mg l <sup>-1</sup> )					
	Çinko (mg kg <sup>-1</sup> )	0	50	100	200	Ortalama
0		34.57	37.20	43.13	44.47	39.84
5		43.13	44.3	46.17	47.30	45.23
10		42.47	43.53	44.60	50.13	45.18
Ortalama		40.06	41.68	44.63	47.30	

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre, artan dozlarda uygulanan Zn ve HA bitkinin kuru madde verimini ve Zn miktarı arttırdığı belirlenmiştir. En fazla kuru madde verimi her iki uygulamanın en yüksek dozunda elde edilmiştir. Zn 10 mg kg<sup>-1</sup> uygulamasında %13'lük bir artış belirlenirken, HA 200 mg l<sup>-1</sup> uygulamasında ise %21'lik bir artışın meydana geldiği belirlenmiştir. En yüksek kuru madde artışı Zn ve HA'nın birlikte uygulamasında bulunmuştur. Buna göre 10 mg kg<sup>-1</sup> Zn ve 200 mg l<sup>-1</sup> HA' in birlikte uygulamalarında kontrol saksılarına göre 32'lik bir artışın olduğu saptanmıştır. Çinko ve humik asit uygulamalarının biber bitkisinin yeşil aksam Zn miktarı üzerine olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Denemede 10 mg kg<sup>-1</sup> Zn ve 200 mg l<sup>-1</sup> HA ve birlikte uygulanmasıyla bitki Zn miktarında kontrol saksılarına göre %45'lik bir artışın olduğu saptanmıştır. Humik asit uygulamasının topraktaki mikro element

yayılgılığını arttırdığına yönelik bilgi birikimi olmasına rağmen biber bitkisinin çiçeklenme dönemine kadar olan sürede yeşil aksam Zn taşınımında sınırlı artış olduğu belirlenmiştir.

#### Sonuç

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre Zn noksanlığı gösteren topraklarda artan dozlarda çinko ve humik asit uygulamalarının biberde kuru madde miktarı ve Zn alımı üzerine önemli etkisi olmuştur. Biber bitkisinin kuru madde üretimi ve Zn miktarı üzerine humik asit ve Zn uygulamalarının ayrı ayrı ve birlikte uygulanmasıyla etkileri pozitif olmuştur. Ancak, humik asit ile Zn birlikte uygulandığında kuru madde verimi ve yeşil aksam Zn miktarı ayrı ayrı uygulanmasına göre daha fazla olmuştur. Humik asit uygulamalarının topraktaki besin elementlerinin yayılgılığını arttırması ve bitkiye daha fazla besin elementi taşınması için

biber bitkisinin meyve hasat dönemine kadar sürdürülmesinin daha yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

#### **Teşekkür**

Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi' ne (BAP) B-1820 nolu projeye verilen destekten dolayı teşekkürlerimi sunarım.

#### **Kaynaklar**

- Alak, H.C. ve Müftüoğlu, N.M. 2014. Hüyük asit uygulamalarının alınabilir potasyum üzerine etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(2):61-66.
- Alloway, B.J. 2004. Zinc in soils and crop nutrition. International Zinc Association Communications. IZA Publications, Brussels.
- Bouyoucos, G.L. 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal, 43: 434-438.
- Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen 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, 1149-1178.
- Bozkurt, M. 2005. Ayrışma dereceleri farklı peatlerin hüyük asit kapsamlarının iki ayrı yöntemle karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak ABD Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Brown, P.H., Çakmak, I. ve Zhang, Q. 1993. Form and function of zinc in plants. Chap 7 in Robson, A.D. (ed) Zinc in Soils and Plants, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 93-106.
- Çakmak, İ. 2000. Tansley Review No. 111 Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. The New Phytologist, 146(2):185-205.
- Çağlar, K.Ö. 1949. Toprak bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Çelik, C. 2010. Zeytin karasuyundan hüyük asit ve fulvik asitlerin (fa) eldesi ve karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana, 50s.
- Demir, E. ve Çimrin, K.M. 2011. Arıtma çamuru ve hüyük asit uygulamalarının mısırın gelişimi, besin elementi ve ağır metal içerikleri ile bazı toprak özelliklerine etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 17: 204-216.
- Eken, S. ve Torun, B. 2008. Farklı biber (*Capsicum annuum* L.) tiplerinde çinko (Zn) etkinliğinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 18(1):132-139.
- Ekiz, H., Bağcı, S.A., Kırıl, S., Eker, S., Gültekin, I., Alkan, A. ve Çakmak, I. 1998. Effects of zinc fertilization of various cereals grown in zinc-deficient calcareous soils. Journal of Plant Nutrition, 21:2245-2256.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N. ve Talaz, S. 1995. Türkiye topraklarının bitkiye yararlı mikroelementler bakımından genel durumu. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü.
- FAO, 2019. Food and agriculture organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org>.
- Hajiboland, R. ve Salehi, S.Y. 2006. Characterization of Zn efficiency in Iranian rice genotypes I. uptake efficiency. Plant Physiol, 32:191-206.
- İbrikci, H., Ülger, A. C., Korkmaz, K., Oktem, A., Büyük, G., Ryan, J. ve Çakır, B. 2009. Genotypic responses of corn to phosphorus fertilizer rates in calcareous soils. Communications in soil science and plant analysis, 40(9-10):1418-1435.
- Jackson, M.L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Kaya, M., Atak, M., Khawar, K.M., Ciftci, C.Y. ve Özcan, S. 2005. Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray of humic acids on yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). International Journal of Agriculture and Biology, 7(6):875-878.
- Kılıç, R. ve Korkmaz, K. 2012. Kimyasal Gübrelerin Tarım Topraklarında Artık Etkileri. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 5(2): 87-90.
- Korkmaz, K., Kırılı, A., Akgün, M. ve Dede, Ö. 2018. Effects of different levels of foliar zinc and application time on total phenolic content and antioxidant activity of potato. Fresenius environmental bulletin, 27(6):4192-4197.
- Köse, M.A. 2015. Humus ve hüyük asit uygulamalarının marulda besin elementi alımı ve verim üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi, Ordu, 60s.

- Kütük, C., Çaycı, G., Baran, A., ve Başkan, O. 2000. Effect of Humic Acid on Some Soil Properties. Proceedendgs of International Symposium on Desertification, Konya, Turkey, pp: 324-328.
- Lindsay, W.L. ve Norvell, W.L. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, copper. Soil. Sci. Soc. Am, 42:421-428.
- Maas, E.V. 1986. Salt Tolerance of plants applied agricultural research, 1:12-26.
- Naik, S.K. ve Das, D.K. 2007. Effect of lime, humic acid and moisture regime on the availability of zinc in Alfisol. Research Article the Scientific World J. 7:198-1206.
- Nelson, D.W. ve Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In ' Methods of analysis. Chemical and microbiological propertise. 539-580.
- Prado, M.R.V., Weber, O.L.S., Moraes, M.F., Santos, C.L.R., Tunes, M.S., Ramos, F.T 2016. Humic substances on soybeans grown under water stress. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 17(21):2405-2413.
- Singh, B., Natesan, S.K.A., Sing, B.K. ve USHA, K. 2005. Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. Current Science, 88(1):36-44.
- Sönmez, F., ve Bozkurt, M.A. 2006. Lettuce grown on calcareous soils benefit from sewage sludge. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science. 56, 17-24.
- Torun, M.B. 1997. Değişik tahıl türlerinin ve buğday çeşitlerinin çinko eksikliğine karşı duyarlılığının araştırılması. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Watanabe, F.S. ve Olsen, S.R. 1995. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO<sub>3</sub> extracts from soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc, 29: 677-678.
- Welch, R.M., Webb, M.J. ve Loneragan, J.F. 1982. Zinc in membrane function and its role in phosphorus toxicity [Crops]. In Plant Nutrition. Proceedings of the ninth international plant nutrition colloquium. Warwick University, England, August 22-27, Ed. A Scaife, 710-715.
- Wolf, B. 1971. The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2(5):363-374.
- Xu, X.P., He, P., Pampolino, M.F., Chuan, L.M., Johnshon, A.M., Qiu, S.J. ve Zhou, W. 2013. Nutrient requirements for maize in china based on QUEFTS analysis. Field Crops Res, 150:115–125.
- Yılmaz, F.G. 2012. Harmankaya, M. ve Gezgin, S. Farklı demir bileşikleri ve tki-hümas uygulamalarının ıspanak bitkisinin demir alımı ve gelişimine etkileri. Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi. 2012(1):217-231