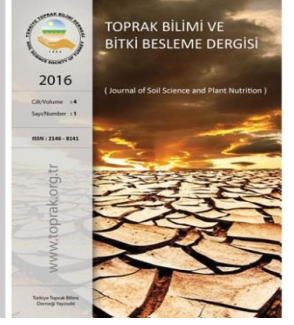




TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Kükürt ve humik asit uygulamalarının ıspanak (*Spinacea oleracea* var. *Spinoza*) bitkisinin mikro besin elementi içeriklerine etkisi

Füsun Gülser *, Hatice Çoban Ayaş

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Van

Özet

Bu araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama arazisinde 48 parselde tesadüf parselleri deneme desenine göre, üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemede kükürt (0, 125, 250, 375 g S m⁻²) ve humik asidin (0, 10, 20, 30 g HA m⁻²) dört farklı dozu kullanılmıştır. Ayrıca bitki gelişmesini teşvik etmek için bütün parsellere üre (40 kg N da⁻¹), TSP (30 kg P₂O₅ da⁻¹) ve çiftlik gübresi (3.5 ton da⁻¹) uygulanmıştır. Araştırma sonucunda kükürt ve humik asit uygulamalarının toprak reaksiyonunda önemli (P<0.05) düzeyde azalmalar meydana getirdiği belirlenmiştir. Kükürt uygulamalarının ıspanağın Fe, Cu ve Zn içeriklerine etkisinin önemli düzeyde olduğu (P<0.05), Cu ve Zn içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Humik asit uygulamasıyla ıspanağın Cu, Zn ve Mn içeriklerinde önemli düzeyde artışlar sağlamıştır (P<0.01).

Anahtar Kelimeler: Kükürt, humik asit, toprak reaksiyonu, ıspanak, mikro besin elementleri.

Effect of sulfur and humic acid applications on micro nutrient contents of spinach (*Spinacea oleracea* var. *Spinoza*)

Abstract

This research was carried out at 48 plots in the Research and Experimental Field of Horticultural Department of Agricultural Faculty in Yüzüncü Yıl University according to a randomized plot design with three replicates. In the experiment, four different doses of sulfur (0, 125, 250, 375 g S m⁻²) and humic acid (0, 10, 20, 30 g HA m⁻²) were used. Also, urea ure (40 kg N da⁻¹), TSP (30 kg P₂O₅ da⁻¹) and farmyard manure (3.5 ton da⁻¹) were applied to all plots to improve plant growth. At the end of the research, there were significant decreases in soil pH levels by the sulfur and humic acid applications (P<0.05). The effects of sulfur application on Fe, Cu and Zn contents in spinach were significant (P<0.05) and this application increased Cu and Zn contents. Cu, Zn and Mn contents of spinach significantly increased at 1% level by the humic acid application.

Keywords: Sulfur, humic acid, soil reaction, spinach, micro nutrient contents.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Toprak reaksiyonu bitki besin maddesi alımı, toksik iyonların suda çözünürlüğü ve mikroorganizmaların aktivitesi üzerinde büyük ölçüde etkili olmaktadır. Toprak reaksiyonunun bitki besin elementlerinin yarayırlılığı üzerine etkisi önemlidir. Bitki besin elementlerinin en yüksek yarayırlılığı genel olarak 6.5-7.5 pH aralığında olmaktadır (FAO, 1984). Toprak reaksiyonu besin maddelerinin bağlanması ve çözünmesi üzerinde şiddetle etkili olmakta ve her bir besin maddesinin pH'ya bağlı bir mobilizasyon eğrisi bulunmaktadır. Toprak pH'sının alkaliye doğru değişmesiyle bazı makro ve mikro besin maddelerinin yarayırlılığı çeşitli şekillerde azalmakta ve güç çözünür bileşiklere dönüşmektedirler (Aktas, 1994). Yüksek

* Sorumlu yazar:

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 65080 Van

Tel.: 0(432)2251024

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: gulserf@omu.edu.tr

pH'lı toprakların verimi pH'yı düşürerek iyileştirilebilir. Besin maddelerinin yarayışlılığını arttırmak amacı ile kireçli alkalın topraklara kükürt uygulayarak toprak pH'sını değiştirmek önemli bir araştırma konusu olmuştur. Tarımsal faaliyetler ile toprağa uygulanan elementel S yükseltgenerek sülfata dönüşmekte, dolayısıyla toprak reaksiyonu asitleşmektedir (Usta, 1995).

Toprak pH'sını düşürmek için kullanılan diğer bir yöntem ise organik madde ilavesidir. Toprakta organik maddenin parçalanması sonucu oluşan fulvik ve humik asitlerin toprak verimliliğini arttırdığı bilinmektedir. Bu çalışmada organik madde kaynağı olarak humik asit kullanılmıştır. Toprak humik maddeleri, bitkilerin beslenmesinde doğrudan ve dolaylı rol oynar. Dolaylı etkiler suyun tutulması, drenaj ve havalanma gibi toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi (Gülser ve Candemir, 2012 ve 2015; Gülser ve ark., 2015) ve topraktaki elementlerin yarayışlılığını değiştirerek, kökler tarafından besinlerin absorpsiyonu (Hassan ve Olson, 1966; Kalbas ve ark. 1988) ile ilgilidir. Bitkilere doğrudan etkisi, kök gelişimi ve bitkiler tarafından absorbe edilen besin elementlerinin metabolizmalarını etkilemesi ile meydana gelmektedir (Lobartini ve ark., 1997). Toprakta organik madde bulunduğu sürece mikroorganizma faaliyetleri devam etmektedir. Organik maddenin mikroorganizmalar aracılığı ile karbonik aside dönüştürülmesi sonucu ortaya çıkan karbonik asit toprak pH'sını azaltıcı etkide bulunmaktadır.

Bu çalışmada farklı dozlarda uygulanan kükürt ve humik asidin toprak reaksiyonu ve ıspanak bitkisinde mikro besin elementi içeriğine etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bölümüne ait araştırma ve uygulama bahçesinde yürütülmüştür. Vejetasyon döneminde yağış ve sıcaklık ortalamaları sırası ile 482.7 mm ve 8.8°C olarak belirlenmiştir. Denemede bitki materyali olarak sertifikalı ıspanak (*Spinacea oleracea* var. Spinoza) çeşidi kullanılmıştır. Deneme üç tekrarlamalı olarak, şansa bağlı 1x1 m²'lik 48 parselde faktöriyel deneme desenine göre düzenlenmiştir. Humik asidin dört farklı dozu (HA₀:0, HA₁:10, HA₂:20, HA₃:30 g m⁻²) ve elementel kükürdün dört farklı dozu (S₀:0, S₁:125, S₂:250, S₃:375 g m⁻²) uygulanmıştır. Ayrıca temel gübreleme olarak 470 kg N da⁻¹ olacak şekilde üre, 30 kg P₂O₅ da⁻¹ olacak şekilde TSP ve 3.5 ton da⁻¹ çiftlik gübresi uygulanmıştır. Ekim işlemi, sonbaharda, parsel içerisinde 4 sıraya her bir parselde 4 g tohum olacak şekilde yapılmıştır. Bitki hasadı 30 hafta sonra elle yapılmıştır.

Deneme alanında 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde, bünye Bouyocous hidrometre yöntemi (Bouyocous, 1951) ile; kireç içeriği Scheibler kalsimetresi ile; toprak reaksiyonunu, 1:2.5 oranında toprak:su süspansiyonunda pH metre ile ve toprak tuzluğu aynı süspansiyonda EC metre ile (Jackson, 1962); organik madde içeriği, Walkley Black yöntemi ile; değişebilir potasyum amonyum asetat ekstraksiyonu ile, yarayışlı fosfor Olsen yöntemi ile belirlenmiştir (Kacar, 1994). Bitki örneklerinde fosfor spektrofotometrik olarak, demir, Cu, Zn ve Mn atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Deneme alanındaki yüzey toprak örneğinin (0-20 cm) fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları çizelge 1'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, deneme alanı toprağı kumlu tınlı bünyeli, hafif alkali reaksiyonlu, hafif tuzlu, orta düzeyde kireçli, organik madde ve potasyum içeriği çok az, fosfor içeriği yeterli düzeyde olarak tanımlanmıştır.

Denemeden elde edilen verilerin varyans analizleri ve çoklu karşılaştırma testleri SAS istatistik paket programından yararlanılarak yapılmıştır.

Çizelge 1. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tekstür sınıfı	Kumlu tın
pH (1:2.5)	8.48
Tuz, %	0.03
Kireç, %	6.60
Organik madde, %	0.49
P, mg kg ⁻¹	13.0
K, mg kg ⁻¹	21.0

Bulgular ve Tartışma

Kükürt ve humik asit uygulamasının toprak pH'sına etkisi

Kükürt ve humik asit uygulamaları ile kükürt x humik asit interaksiyonu, toprak reaksiyonunu istatistiksel anlamda önemli düzeyde azalttığı belirlenmiştir (P<0.05). Kükürt ve humik asit uygulamalarının toprak

reaksiyonuna etkileri Çizelge 2'de verilmiştir. Kükürt uygulamalarında, en düşük pH değeri S₃ uygulamasında, 7.72 olarak; en yüksek pH değeri ise, kontrol parselde, 8.12 olarak elde edilmiştir. Humik asit uygulamalarında ise en düşük pH değeri HA₂ ve HA₃ uygulamalarında, 7.84 olarak, en yüksek pH değeri kontrol parselde, 7.95 olarak belirlenmiştir. Kükürt x humik asit interaksiyonu dikkate alındığında, en düşük pH değeri S₃HA₃ uygulamasında, 7.61 olarak, en yüksek pH değeri ise S₀HA₀ uygulamasında 8.48 olarak elde edilmiştir.

Çizelge 2. Kükürt ve humik asit uygulamalarının toprak reaksiyonuna etkileri ve ortalamaların farklılık gruplandırılması

Uygulamalar	HA ₀	HA ₁	HA ₂	HA ₃	Ortalama
S ₀	8.48a	7.95d	7.99c	8.05b	8.12A
S ₁	7.77 hi	7.84f	7.81fg	7.90e	7.83B
S ₂	7.79gh	7.77hi	7.92de	7.77hi	7.81B
S ₃	7.76hi	7.78gh	7.73i	7.61j	7.72C
Ortalama	7.95A	7.84C	7.87B	7.84C	

Araştırma sonuçlarına göre, kükürt ve humik asit uygulamaları, deneme toprağının pH değerini azaltmıştır. Kükürdün toprakta, kükürt oksidasyon bakterileri tarafından oksitlenerek sülfürik aside dönüştüğü ve oluşan asidin toprak reaksiyonunu asitleştirme yönünde etkili olduğu bilinmektedir. Kükürt içeren materyallerin toprağın pH değerini düşürmesi ile ilgili benzer bulgular [Soliman ve ark. \(1992\)](#), [Erdal ve ark. \(2000\)](#), [Orman ve Kaplan \(2000\)](#), [Erdal ve ark. \(2006\)](#), [Kaya ve ark. \(2009\)](#) tarafından da bildirilmiştir. [Yaraş ve Daşgan, \(2012\)](#) mikronize bentonitli kükürt uygulaması ile domates yetiştirilen deneme toprağının pH değerinin 0.51 birim düştüğünü belirlemişlerdir. Bu çalışmada kükürt uygulamasıyla deneme toprağının pH değeri 8.48'den 7.76'ya 0.72 birim, S₃HA₃ uygulaması ile 7.61'e 0.87 birim azalmıştır.

Kükürt ve humik asit uygulamasının bitkide mikro besin elementi içeriğine etkisi

Kükürt ve humik asit uygulamaları ıspanağın mikro besin elementleri içeriğinde önemli düzeyde değişimler meydana getirmiştir. Kükürt ve humik asit uygulamalarının mikro besin elementleri içeriğine etkileri Çizelge 3'te verilmiştir. Kükürt uygulaması ile ıspanak bitkisinin Fe içeriği önemli düzeyde azalmıştır (P<0.01). En düşük Fe içeriği S₃ uygulamasında 378 ppm, en yüksek Fe içeriği S₀ uygulamasında 617 ppm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. Kükürt ve humik asit uygulamalarının mikro besin elementleri içeriğine etkileri ve ortalamaların farklılık gruplandırılması

Uygulamalar	HA ₀	HA ₁	HA ₂	HA ₃	Ort.	
Fe ppm	S ₀	758	571	516	624	617 A
	S ₁	422	522	376	509	457 B
	S ₂	423	521	462	585	497 B
	S ₃	331	372	423	388	378 C
	Ort.	483 AB	496 AB	444 B	527 A	
Cu ppm	S ₀	6	16	12	4	9 C
	S ₁	14	15	20	14	16 A
	S ₂	16	18	17	7	14 A
	S ₃	7	13	12	14	11 B
	Ort.	10B	15A	15A	9 B	
Zn ppm	S ₀	29	48	40	46	41 C
	S ₁	40	38	55	42	44 BC
	S ₂	44	58	46	47	49 AB
	S ₃	43	41	72	49	51 A
	Ort.	39C	46B	53A	46 B	
Mn ppm	S ₀	130	141	135	137	135 A
	S ₁	120	128	142	132	130 AB
	S ₂	131	141	131	116	129 AB
	S ₃	113	100	138	147	124 B
	Ort.	123C	127 BC	136A	133 AB	

Artan kükürt dozları, bitkinin Cu içeriğinde giderek azalan bir artışa neden olmuş ve bu artış önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. En düşük Cu içeriği S_0 uygulamasında 9 ppm olarak, en yüksek Cu içeriği S_1 uygulamasında 16 ppm olarak elde edilmiştir. Benzer şekilde bitkinin Zn içeriği de artan kükürt dozları ile birlikte önemli düzeyde artış göstermiştir ($P<0.01$). En düşük Zn içeriği S_0 uygulamasında 41 ppm olarak, en yüksek Zn içeriği S_3 uygulamasında 51 ppm olarak elde edilmiştir. Artan kükürt dozları, bitkinin Mn içeriğinde azalmaya neden olmuş ve bu azalış önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. En düşük Mn içeriği 124 ppm olarak S_3 uygulamasında, en yüksek Mn içeriği 135 ppm olarak S_0 uygulamasında elde edilmiştir.

Artan humik asit dozları bitkinin Fe içeriğinde düzensiz bir artışa neden olmuş, ancak bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. En düşük Fe içeriği 444 ppm olarak HA_2 uygulamasında, en yüksek Fe içeriği 527 ppm olarak HA_3 uygulamasında elde edilmiştir.

Bitkinin Cu, Zn ve Mn içeriğinde artan humik asit dozları ile birlikte meydana gelen artışların istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). En düşük Cu, Zn ve Mn içerikleri sırasıyla, 9 ppm olarak HA_3 uygulamasında, 39 ppm olarak HA_0 uygulamasında ve 123 ppm olarak HA_0 uygulamasında elde edilmiştir. En yüksek Cu, Zn ve Mn içerikleri ise sırasıyla, 15 ppm olarak HA_1 ve HA_2 uygulamalarında, 53 ppm olarak HA_2 uygulamasında ve 136 ppm olarak HA_2 uygulamasında elde edilmiştir.

Demir, Cu, Zn ve Mn içeriklerine ait interaksiyonların etkilerinin istatistiksel anlamda olduğu belirlenmiştir ($P<0,01$). Kükürt humik asit interaksiyonu dikkate alındığında en düşük Fe içeriği 331 ppm olarak S_3HA_0 uygulamasında, en yüksek Fe içeriği S_0HA_0 uygulamasında elde edilmiştir. En düşük Cu içeriği 6ppm olarak S_0HA_0 uygulamasında, en yüksek Cu içeriği 20 ppm olarak S_1HA_2 uygulamasında belirlenmiştir. En düşük Zn ve Mn içerikleri sırasıyla 29 ppm ve 100 ppm olarak S_0HA_0 ve S_3HA_1 uygulamalarında, en yüksek Zn ve Mn içerikleri 72 ppm ve 147 ppm olarak, sırasıyla S_3HA_2 ve S_3HA_3 uygulamalarında belirlenmiştir.

Kükürt uygulamalarının bitkilerin Zn ve Cu içeriklerini arttırması, bu konuda yapılmış olan benzer çalışmalarda birçok araştırmacı (Soliman ve ark., 1992; Gülser ve ark., 2001; Yaraş ve Daşgan, 2012) tarafından bildirilmiştir. Kükürt uygulamaları ile Fe ve Mn içeriğinde belirlenen azalmalar, kükürt ile Fe arasındaki antagonistik ilişkiler yanında pH'daki azalmalara bağlı olarak yarayışlı fosforun artması sonucunda, çözünemez formda Fe fosfatların oluşumu, Fe, Mn ve Zn interaksiyonları ile açıklanabilir. Benzer sonuçlar, Hoef ve Sorensen (1969), Wallace ve Cha (1986) tarafından da elde edilmiştir.

Benzer şekilde, humik asit uygulamaları ile toprağın pH değerinde azalma ve mikro besin elementi içeriklerinde artış belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen humik maddelerin toprak fiziksel özellikleri ve bitki besin elementi alımı üzerine olumlu etkilerine ilişkin bulgular, daha önce yapılmış olan benzer çalışmaların (Senesi ve ark.,1990; Fagbemo ve Agbolla, 1993; Adani ve ark., 1998; Türkmen ve ark., 2004; Aşık ve ark.,2009) sonuçları ile uyum sağlamaktadır.

Sonuç

Kükürt ve humik asitin en yüksek doz uygulaması toprağın pH değerini 0.87 birim azaltarak 8.48 kuvvetli alkaliden, 7.61 hafif alkali düzeyine getirmiştir. Kükürt uygulaması ıspanak bitkisinde Cu ve Zn içeriğini, humik asit uygulaması ise Cu, Zn ve Mn içeriklerini önemli düzeyde artırmıştır. Bu uygulamalar bitkinin Fe içeriğinde ise mikro besin elementleri arasındaki antagonistik ilişkiler nedeniyle azalmalara neden olmuştur. Kireç içeriği yüksek alkali reaksiyonlu topraklarda bitkilerde ortaya çıkabilecek mikro besin elementiyle ilgili beslenme sorunlarının giderilmesi amacı ile kükürt ve humik asit uygulamalarının tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Adani F, Gnevi P, Zocchi G, 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of Plant Nutrition* 21(3): 561-575.
- Aktaş M, 1994, Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1361, Ders kitabı: 395. Ankara.
- Aşık BB, Turan MA, Çelik H, Katkat AV, 2009. Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake wheat (*Triticum durum* salihli) under conditions of salinity. *Asian Journal of Crop Science* 1(2):87-95.
- Bouyoucos GL, 1951. A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal* 43:434-437.
- Erdal İ, Gülser F, Tüfenkçi Ş, Karaca S, Sağlam M, 2000. Kükürtlü gübrelemenin kireçli bir toprakta mısır bitkisi (*Zea mays* L.) gelişimi ve bitki fosfor alımına etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 7:1.
- Erdal İ, Kepenek K, Kızılgöz İ, 2006. Effect of elemental sulphur and sulphur containing waste on the iron nutrition of strawberry plants grown in a calcareous soil. *Biological Agriculture and Horticulture* 23 (3): 263-272.
- Fagberno JA, Agbolla AA, 1993. Effect of different levels of humic acid on growth and nutrient uptake of treak seedling. *Journal of Plant Nutrition* 16 (8): 1465-1483.

- FAO, 1984. Fertilizer and Plant Nutrition Guide. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin No.9, Rome, Italy.
- Gülser C, Candemir F, 2012. Changes in penetration resistance of a clay field with organic waste applications. *Eurasian Journal of Soil Science* 1(1):16-21.
- Gülser C, Candemir F, 2015. Effects of agricultural wastes on the hydraulic properties of a loamy sand cropland in Turkey. *Soil Science and Plant Nutrition* 61(3): 384-391.
- Gülser C, Kızılkaya, R, Aşkın T, Ekberli İ, 2015. Changes in soil quality by compost and hazelnut husk applications in a hazelnut orchard. *Compost Science and Utilization* 23(3): 135-141.
- Gülser F, Tüfenkçi Ş, Erdal İ, 2001. Farklı kükürt uygulama şekilleri ve fosfor gübrelemesinin mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) bakır, mangan ve demir içeriğine etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 7:2.
- Hassan N, Olson RA, 1966. Influence of applied sulfur on availability of soil nutrients for corn (*Zea Mays* L.) nutrition. *Soil Science Society America Journal* 30(2): 284-286.
- Hoefl RD, Sorensen RC, 1969. Micronutrient availability in three soil materials as affected by applications of zinc, lime and sulfur. *Soil Science Society America Journal* 33(6): 924-928.
- Jackson ML, 1962. Soil chemical Analysis. Prentice Hall. Inc. Eng Cliffs. New Jersey.
- Kacar B, İnal A, 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kacar B, 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III. Toprak analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı yayınları, No:3. Ankara.
- Kalbas M, Filsoof F, Rezai-Nejad Y, 1988. Effect sulfur treatments on yield and uptake of Fe, Zn and Mn by corn, sorgum and soybeans. *Journal of Plant Nutrition* 11: 1353-1360.
- Kaya M, Küçükyumuk Z, Erdal İ, 2009. Effects of elemental sulfur and sulfur-containing waste on nutrient concentrations and growth of bean and corn plants grown on a calcareous soil. *African Journal of Biotechnology* 8(18): 4481-4489.
- Lobartini JC, Orioli GA, Tan KH, 1997. Characteristics of soil humic acid fractions separated by ultrafiltration. *Communication in Soil Science and Plant Analyses* 28: 787-796
- Orman Ş, Kaplan M, 2000. İki farklı kükürt kaynağının kireçli toprakların pH'ı üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 13(2): 171-179.
- Senesi, N., Loffredo, E., Padonava, G., 1990. Effects of humic acid herbicide interactions on the growth of *Pisum Sativum* in nutrient solution. *Plant and Soil* 127: 41-47.
- Soliman M. F., Kostandi, S. F., Beusichem-Van, M. L., 1992. Influence of sulfur and nitrogen fertilizer on the uptake of iron, manganese and zinc by corn plants grown in calcareous soil. *Communication in Soil Science and Plant Analyses* 23: 1289-1300.
- Turkmen O, Dursun A, Turan M, Erdinc Ç, 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science*, 54: 168-174.
- Usta S, 1995. Toprak Kimyası. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1387, Ders Kitabı:401, Ankara.
- Lombartini JC, Orioli GA, Tan KH, 1997. Characteristics of soil humic acid fractions separated by ultrafiltration. *Communication in Soil Science and Plant Analyses* 28 (9&10): 787-796.
- Wallace A, Cha JW, 1986. Effects of bicarbonate, phosphorus, iron EDDHA, and nitrogen sources on soybeans grown in calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition* 9:251-256.
- Yaraş K, Daşgan HY, 2012. Sera koşullarında toprağa uygulanan mikronize- bentonitli-kükürt ve organik maddenin toprak pH'sı, domatesin bitki büyümesi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 5(1): 175-180.