

## BİTKİSEL ÜRETİMDE HUMİK MADDE VE MİKROBESİN ELEMENTİ YARAYIŞLILIĞI İLİŞKİLERİ

M.Rüştü KARAMAN<sup>1</sup>, Metin TURAN<sup>2</sup>, Ahmet TUTAR<sup>3</sup>, Mümin DİZMAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa Üniv., Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl., Tokat

<sup>2</sup>Atatürk Üniv., Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erzurum

<sup>3</sup>Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Sakarya

### ÖZET

*Toprağa humik madde uygulaması, mikro besin elementi yarayışlılığı ve bitkilerce mikro besin elementi kullanım etkinliğini artırma açısından önemli görülmektedir. Toprakta humik maddeler ile mikro besin elementi yarayışlılığı arasındaki ilişkilerin incelendiğı bu çalışmada, farklı koşullarda yürütülen araştırma sonuçları değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, toprağa humik madde uygulamasına bağı olarak mikro besin elementi yarayışlılık durumları ve bitkilerce mikrobesein elementi alımları arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir.*

**Anahtar kelimeler:** Humik madde, bitkisel üretim, mikrobesein elementleri

## RELATIONSHIP BETWEEN HUMIC SUBSTANCES AND MICRONUTRIENTS AVAILABILITY IN PLANT PRODUCTION

### ABSTRACT

*Humic substances application into soils has been seen important from the standpoint of increasing micronutrient availability and its usage activity in plants. In this study investigating the relationship between humic substances and micronutrient availability in soil, the research results proceeded at different conditions were evaluated. According to its results, significant variations have been determined between micronutrient availability and its usage activity taken by plants depending on the application of humic material to the agricultural soils.*

**Key words:** Humic substance, agricultural production, micronutrients

## 1. Giriş

Tamamen organik kökenli olan ve oluşumu milyonlarca yıl alan Leonardite cevheri, önemli bir humik ve fulvik asit kaynağıdır. Leonardit cevherinin organik madde düzeyi % 50 üzerinde olup % 40 düzeyinde humik asit içermesi, toprak verimliliği açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Uygun pH (6.5) düzeyi, tuzsuz olması ve topraktaki kimyasal gübre ve pestisit kalıntılarının yarattığı toksik kirliliği ve yüksek alkaliniteyi regüle etmesi, Leonardite cevherinin tarımsal açıdan kullanımında önemli yararlar sağlayıcı niteliktedir. Humik maddelerin bitkilerin beslenmesindeki rollerini doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki grup altında incelemek mümkündür. Başlıca dolaylı etkileri; suyun tutulması, drenaj ve havalanma gibi toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi ve topraktaki besin elementlerinin yayılmasını artırmasıdır. Humik maddeler metalik iyonlar ile kilyetli bileşikler ya da metalik hidroksitler oluşturarak suda çözünebilir formları meydana getirirler (Ibarra ve Orduna, 1986). Humik maddeler ayrıca bu elementlerin çoğunun çözünürlüğünü de kontrol ederler. Bitki gelişimine doğrudan etkileri ise, kök gelişimi ve bitkiler tarafından besin elementlerinin absorpsiyon metabolizmalarını etkilemesinden ileri gelmektedir (Lobartini ve ark., 1997).

Humik madde uygulaması, bitkisel üretimde maksimum verim, kalite ve ekonomik kazancın elde edilmesi, çevre kirliliği riskinin ise en az düzeyde tutulması ve toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği açısından son derece önemlidir (Chain ve Avaid, 1990). Özellikle kireç ve kil kapsamı yüksek olan ve bu nedenle başta çinko, demir olmak üzere kimi bitki besin elementlerinin alınabilirliği yönünden önemli problemler ortaya çıkan ülkemiz topraklarında, besin elementi alınabilirliğinin artırılması ve bazı alanlarda toksisite problemlerinin regüle edilmesi açısından humik bileşikler önemli bir alternatiftir. Örneğin, Türkiye topraklarında yaygın çinko miktarları ile toprakların organik madde kapsamı arasında doğrusal ilişki ( $Y = 0.16 + 0.362 X$ ) istatistikî yönden önemli ve olumlu bulunmuştur. Türkiye’de çinko noksanlığı belirlenen toprakların % 82.5’unda organik madde miktarının % 2.0’den daha az olduğu saptanmıştır (Eyüpoğlu ve ark., 1998). Humik madde uygulaması, bu açıdan üzerinde en fazla durulması gereken ve bitkisel üretimde yıllardır ihmal edilmiş olan çok önemli bir uygulamadır.

Buna karşılık, ülkemiz tarım alanlarında humik madde uygulaması ve bitki besin elementleri arasındaki interaktif ilişkiler konusunda yürütülen araştırmalar halen yetersiz olup, bu konuda özellikle bitki gelişimi ve meyve kalite unsurları açısından farklı toprak ve ürün çeşitleri bazında güncel bilimsel verilere ihtiyaç bulunmaktadır. Organik madde rezervi hızla azalan ve besin elementleri alınabilirliği yönünden ciddi problemler bulunan tarım topraklarımızda, alternatif organik madde kaynaklarının bilimsel veriler ışığında kullanımı, sürdürülebilir verim ve kalite artışı yönünden mutlak öneme sahiptir.

Demirin ve çinkonun biyolojik önemi onların elektro-kimyasal yapısından, yani, geniş redoks potansiyeli ile oksidasyon ortamında tersinir reaksiyon kabiliyetinden gelmektedir (Robin ve ark., 2008). Bitki organları arasında demir ile çinkonun alımı ve transferi birçok bitkisel ve çevresel faktörler sebebi ile ciddi olarak etkilenmektedir. En çok bilinen faktörler ise toprağın pH'ı, Ca ile P konsantrasyonları ve birçok ağır metalin miktarıdır (Pendias, 1984).

Humik maddeler karbohidratlarla beraber karboksil, fenolik hidroksil, metoksil (Peuravuori ve ark., 2008) gibi grupları içeren birçok organik bileşikten oluşan doğal polielektrolit makromoleküllerdir. Bu maddeler, Schnitzer ve Khan (1972) tarafından tanımlanan alkali solusyonlarda çözünmektedir. Kimyasal olarak tam aydınlatılmamış olmalarına rağmen, humik maddeler tabiatta parçalanmış kümeler halinde bulunmaktadır (Wilson ve ark., 2008). Humik maddelerin yüksek miktarda oksijen içeren fonksiyonel grupları demirle kararlı kompleksler yapmaktadır. Kompleksler oluştuğu zaman humik polimerleri onun biyo-elverişliliğini arttırmak bağlamında, bitkiler için kullanılabilir bir demir havuzu sağlayarak, demiri kararlı hale getirmeye meyletmektedir (Chassapis, 2009; Gottschalch, 2007). Bu kararlılık demir iyonlarının çökmesini, demir çözünmesinin ardı ardına azalmasını ve demirin çözeltide çözünmüş şekilde kalmasını sağlayarak önlemektedir. Dolayısı ile demirin uzun zaman diliminde bitkilere geçişi gerçekleşmektedir (Pettersson, 1993). Demirin bitkilere geçişi kireçli topraklarda fevkalade önemlidir (Olmos, 1998; Pandeya, 1998). Demir-humik komplekslerinin, ayrıca, metal-ligand reaksiyonlarının oluşumu boyunca redoks döngüsünü ivmelendirmesi faaliyeti olan foto-indüktif aktiviteyi gösterdiği bilinmektedir (Ou, 2008).

Nitekim diğer çeşitli bilimsel araştırmalarda da özellikle kireç kapsamı yüksek, organik maddesi düşük ve alınabilir besin elementi yönünden problem bulunan topraklara, organik kaynaklı bileşiklerin ilavesi ile Fe, Zn gibi bitki besin elementlerinin alınabilirliğinin artırılacağı belirlenmiştir (Dursun ve ark., 1998; Karaman, 2003; Fallahia ve ark., 2006; Ünsal ve ark., 2008).

## **2. Humik Madde ve Mikrobesein Elementi Yararışlılığı İlişkileri**

Kerndorff ve Schnitzer (1980), humik asidin üzerinde bulunan fonksiyonel gruplar arasında metallerin bağlanması için bir rekabet olduğunu bulmuşlardır. Bu fonksiyonel gruplar metal iyonlarıyla, metal oksitlerle, metal hidroksitlerle ve minerallerle metal-organik komplekslerini oluşturmaktadırlar.

Piccolo (1988), topraktaki ağır metallerin bitkiye yararışlılığı üzerine humik maddelerin etkisini incelemiştir. Topraklara, saflaştırılıp özellikleri belirlenen Leonardite cevherinden ekstrakte edilmiş % 1 ve % 2 oranlarında humik asit ve Cu, Pb, Cd, Zn, Ni metallerinin her biri için 0, 20, 50 mg/kg dozlarını uygulamıştır. Araştırmacı toprağa humik madde ilavesinin, çözünebilir ve değişebilir formdaki

bütün metallerin mineral topraklarda daha fazla yayılımını etkili bir şekilde immobilize ettiğini saptamıştır.

Bangar ve Mishra (1990), çözünemez fosfatların humik asitlerin etkisiyle çözünmesini araştırdıkları çalışmalarında trikalsiyum fosfat ve Hindistan kaya fosfatları üzerine humik asit uygulamışlar ve çözünemez formdaki fosfatların humik asit yardımı ile çözünebilir hale geçtiğini gözlemlemişlerdir. Kaya fosfat ve trikalsiyum fosfatlardaki bu çözünmenin humik asitlerdeki serbest karboksil gruplarından kaynaklandığını açıklamışlardır.

Livens (1991) humik moleküllerin içerisindeki çok çeşitli fonksiyonel grupların, birçok değişik yollarla, metallerle kompleks oluşturduğunu göstermiştir. –COOH fonksiyonel grubuna ek olarak, bu maddelerin negatif yükleri fenolik –OH, enolik –OH, =NH ve C=O yapıları gibi yüksek miktarda oksijen içeren fonksiyonel gruplara sahip olmalarından kaynaklanmaktadır.

Fagbenro and Agboola (1993), teak (*Tectona grandis L.*) fidelerinin bitki besin maddeleri alımı ve gelişimi üzerine humik asitin etkisini araştırmak amacıyla bir sera denemesi yürütmüşlerdir. Araştırma sonunda bitkilerin aylık gelişmeleri, uzamaları ve kuru madde ağırlıklarının üç humik asit dozunda da (50, 500, 1000 mg/kg) kontrole göre önemli derecede arttığını ve fidelerin N, P, K, Mg, Ca, Zn, Fe ve Cu kapsamalarının humik asit ilavesiyle artarken Mn'nin azaldığını rapor etmişlerdir.

Stevenson (1994)'e göre humik bileşiklerin varlığı, topraktaki katyonların yıkanmasını önlemekte ve toprakta doğal şelat olarak görev yapmaktadır. Humik maddelerin metal iyonları ile stabil kompleksler oluşturmalarının sebebi, üzerlerinde bulunan fonksiyonel gruplarla (yüklerle) ilişkilidir. Ortamdaki metal konsantrasyonunun azalması ve humik asit konsantrasyonunun artması ile birlikte, metallerin humik asite bağlanma eğilimleri de artış göstermektedir.

David ve ark. (1994), domates fidelerinin gelişimi ve bitki besin maddeleri kapsamı üzerine, çözelti ortamına verilen humik asitin etkisini araştırmışlardır. Besin çözeltisine humik asit 0, 640, 1280 ve 2560 mg/lt düzeyinde ilave edilmiştir. 1280 mg/lt düzeyindeki humik asit ilavesinde kökte N, Ca, Fe, Zn ve Cu birikiminde artış olurken; sürgünlerde de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn ve Zn kapsamalarının arttığı belirlenmiştir. 2560 mg/lt humik asit uygulamasından elde edilen sonuçlar 1280 mg/lt ile kıyaslandığında; sürgünlerde daha fazla N, P, K, Fe ve Cu birikimi görülmüştür.

Sözüdoğru ve ak. (1996), çiftlik gübresinden elde edilen humik asit (HA-I), ve üretici firmadan sağlanan humik asit (HA-II)'in 0, 30, 60, 90 ve 120 ppm'lik düzeylerini su kültürüne uygulayarak, fasulye bitkisinin gelişimi ve beslenme düzenine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, humik asit-I uygulaması yaprakların N, P, Fe, Mn ve Zn kapsamalarını artırırken; humik asit-II uygulaması sadece N ve Mn kapsamını artırmıştır.

Valdrighi ve ark., (1996), humik asidin bitkinin hücre zarının geçirgenliğini artırarak da besin elementlerinin alınımına yardım ettiğini bildirmişlerdir. Lobartini ve ark., (1997), humik asit ve mineral besin maddesi uygulamalarının bitki kuru ağırlığına, besin elementi içerik ve alınımı ile tohumun çimlenmesine olumlu etkide bulunduğunu belirlemiştir.

Güneş ve ark. (1997), Ereğli Demir Çelik Fabrikası artığındaki demirden yararlandığı bitkisinin yararlanması üzerine humik asidin etkisini araştırmışlardır. Buna göre, yalnızca humik asit kullanılması durumunda bitkinin aktif demir ve klorofil kapsamalarında artış meydana gelmemesine karşın, atık demirin humik asitle birlikte uygulanması sonucunda bitkinin aktif demir, toplam demir ve klorofil kapsamalarının arttığı belirlenmiştir.

Erdal ve ark. (1999), EDDHA ve humik asidin topraktaki P çözünürlüğüne etkisine ilişkin çalışmalarında toprağa EDDHA gibi şelat yapıcı maddelerin ilave edilmesi ile P'nin toprak tarafından tutulmasının sınırlandırılabilceğini belirtmişler ve humik asidin de böyle bir etki yapacağını ileri sürmüşlerdir.

Günaydın (1999), yapraktan ve topraktan uygulanan humik asidin domates ve mısırın gelişimi ile bazı besin maddeleri alınımına etkisini araştırdığı çalışmasında sera denemesi kurmuş ve saksılara temel gübreleme amacıyla N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn ve Zn elementlerini ekimden önce sulama suyu ile birlikte vermiştir. Topraktan humik asit 0, 50, 100, 150, 200, 250 ppm düzeyinde, yapraktan gübreleme ise N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn ve Zn bitki besin maddelerini içeren çözelti ile birlikte humik asit 0, 10, 20, 30, 40, 50 ppm düzeylerinde 3 kez uygulanmıştır. Araştırma sonucuna göre; topraktan yapılan uygulamada humik asidin domates bitkisinin kuru madde miktarı üzerine etkisi istatistikî yönden önemli bulunmazken, mısır bitkisinin kuru madde miktarı üzerine etkisi istatistikî yönden önemli bulunmuştur. Topraktan yapılan humik asit uygulaması domates bitkisinde N, P, K, Mg, Fe, Cu, Mn ve Zn elementlerinin alınımını artırmıştır.

Kütük ve ark. (1999), sera koşullarında yapmış oldukları çalışmada, toprağa artan dozlarda uygulanan (100, 250, 500, 1000, 2000 ve 4000 ppm) humik asidin toprağın pH değerlerini düşürdüğü ve alınabilir Fe, Mn ve Zn miktarını artırdığı sonucuna varmışlardır.

Kurbanlı ve ark. (2002), humik asit ve fulvik asitten değişik formülasyonlarda katı ve sıvı gübreler elde etmişlerdir. Konya Bölgesi'nde bulunan linyitten elde edilen humik ve fulvik asitlerin katı ve sıvı gübrelerin üretiminde kullanılabilceğini rapor etmişlerdir. Bu kompleks bileşiklerin çeşitli formülasyonlarda gübre olarak topraklara uygulanmasının toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik bir çok özelliklerinin iyileştirilmesi yanında, bitkilerin düzenli beslenmesini de sağladığını belirlemiştir.

Kalınbacak ve Köksal (2004) araştırmalarında, iki farklı kiraz anacı (P.avium L., P.mahaleb L.) üzerine asılı iki kiraz çeşidinde (Van, Bing) görülen

demir klorozunun giderilmesi için farklı demir bileşikleri (FeEDDHA, humik asit, FeSO<sub>4</sub>, humik asit+FeSO<sub>4</sub>) uygulamışlardır. Yapılan uygulamaların çeşitlere ve asılı oldukları anaçlara etkileri farklılık göstermiştir. En etkili uygulama FeEDDHA olmuş, demir klorozunu gideren en iyi bileşik olarak bulunmuştur. İkinci sırada iyi uygulama ise humik asitin demir sülfatla birlikte uygulaması olmuştur. FeEDDHA ve humik asitle birlikte demir uygulamaları yaprakların klorofil ve aktif demir içeriklerini, diğer uygulamalara göre önemli derecede artırmıştır. Yapraktaki kloroz bu iki uygulama ile giderilmiştir. Humik asit ve FeSO<sub>4</sub> bileşiklerinin ayrı ayrı kullanımları ise klorozu gidermede etkili olmamıştır. Sonuç olarak, araştırmacılar demir klorozunun giderilmesinde humik asit+FeSO<sub>4</sub>, FeEDDHA'ya alternatif bir kaynak olarak önermişlerdir.

Kaya ve ark. (2005), tohumla çinko ve yapraktan humik asit uygulamalarının ekmeçlik buğdayda verim ve bazı özelliklere etkilerini belirleyebilmek amacıyla iki yıl süreyle tarla denemesi yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre; birinci yıl en yüksek tane verimi çeşitlerin ortalaması olarak 510.4 kg/da ile çinko ve humik asitin birlikte uygulanmasından elde edilmiş olup, bunu 509.5 kg/da ile humik asit, 503.0 kg/da ile çinko ve 434.2 kg/da ile kontrol uygulaması izlemiştir. İkinci yılda da benzer sonuçlar alınmış, kontrol uygulamasında 474.9 kg/da olan tane verimi çinko uygulaması ile 501.7 kg/da, humik asit uygulaması ile 528.1 kg/da ve çinko ile humik asitin birlikte uygulanması ile 537.5 kg/da'a yükselmiştir. Tane verimi yönünden her iki yılda da Gün-91 çeşidi en iyi sonuçları vermiş ve çinko ile yaprak gübresinin tek başına ya da birlikte uygulanmaları kontrole göre birim alan tane verimini arttırmıştır.

Kulikova ve ark. (2005) humik asitlerin özellikle mikro elementlerin topraktan bitkiye geçişi için son derece önemli bir ortam oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Bitki kök sistemlerinin sahip oldukları negatif yüklerin, humik asitlerdekine oranla daha büyük olduğunu, böylece humik asitlere bağlanan mikro elementlerin ayrılarak kökteki hücrelerin zarından bitkiye geçtiğini bildirmişlerdir.

Fallahia ve ark. (2006), humik bileşik ve azot uygulamasının elmalarda gelişim, verim, kalite ve yaprak beslenme düzenine etkisini araştırdıkları çok yıllık bahçe denemesinde, orta ve yüksek düzeyde azot uygulaması ile birlikte humik asit kaynağı olarak % 6 konsantrasyonunda agri-plus, humi-zyme ve humik asit olmak üzere üç farklı humik bileşik uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre tüm uygulamalar elmalarda verim ve çözünebilir madde miktarını artırmış, humik asit uygulaması ile birlikte kök bölgesinde su kullanım etkinliği de artmıştır. Humik asit uygulaması ile birlikte yapraklarda N, Mn ve Fe kapsamları da artmıştır.

Naik ve Das (2007), çeltik bitkisi ile yürütmüş oldukları inkübasyon çalışmasında, toprağa humik madde ilavesi ile toprakta Zn yarayırlılığının arttığını, bitkilerin Zn kapsamlarındaki artışın çok daha yüksek düzeylerde gerçekleştiğini belirlemişlerdir.

Ünsal ve ark. (2008), yetiştirme ortamına artan dozlarda humik asit ve çinko uygulamasının, iki farklı nohut bitkisinin gelişimine ve N, P, K içeriklerine etkisinin belirlenmesi konulu çalışmalarında, temel gübreleme olarak 5 kg da -1 azot olacak şekilde Amonyum Sülfat ve 6 kg da -1 fosfor olacak şekilde TSP şeklinde uygulamışlar, Humik Asit (0, 40 kg da-1), ve Zn'nun üç farklı dozu (0, 2, 4 kg da<sup>-1</sup>) kullanmışlardır. Deneme sonunda nohut bitkisinin biyolojik verim, tane verimi, bin dane ağırlığı, bitki boyu, tane sayısı, bakla sayısı, tane ağırlığı ile tane ve gövdede azot, fosfor ve potasyum içerikleri belirlenmiştir. Humik asit ve çinko uygulamalarında, biyolojik verim, tane verimi, bin dane ağırlığı, bitki boyu, bakla sayısı, bitkide tane verimi, tane sayısı, ölçütlerinde en iyi sonuçlar sırası ile 484.83 kg da<sup>-1</sup>, 291.51 kg da<sup>-1</sup>, 549.17 g, 33.10 cm, 11.12 adet, 5.19 g, 9.27 adet ve ile humik asit uygulanan ve 4 kg da<sup>-1</sup> çinko dozundan elde edilmiştir. Gövdede besin elementi içerikleri incelendiğinde, farklı Zn dozları karşısında humik asit uygulamaları ile farklı yönelimler sergilenmiş, elde edilen verilerin ileride yapılacak olan çalışmalara ışık tutabileceği yargısına varılmıştır. Çeşit farkı, besin elementi verilerinde, çinko ve humik asit uygulamalarına bağlı olarak değişim göstermiş, çeşidin sözü edilen noksanlıkların varlığı ve düzeyi ile ilgili yorumların yapılmasında göz önüne alınacak bir değişken olduğu sonucunu ortaya koymuştur.

Selçuk ve Tüfenkçi (2009), mısır bitkisine artan humik asit (0, 20, 40 kg HA/da) uygulamalarının koçandaki tane sayısı, koçan boyu, bitki boyu, bin dane ağırlığı ve koçan sayısında önemli düzeyde artış sağladığını ve bu artışların 20 kg HA/da dozunda en yüksek olduğunu belirlemiştir. Araştırmacılar ayrıca, humik asit uygulamalarının danenin azot, demir ve mangan; bitki gövdesinin fosfor, potasyum, magnezyum ve çinko içeriklerini önemli düzeyde etkilediğini belirlemişlerdir.

### 3. Humik Madde ve Bor İlişkileri

Borlu gübre uygulamalarında üreticilerin en fazla çekindikleri husus bor toksisitesidir. Toprakta bor noksanlığı ile toksisitesi arasındaki sınır değer aralığı (1–5 ppm B) son derece düşüktür. Sakal ve Singh (1995), aynı iklim topraklarında özellikle bor ile pH ve CaCO<sub>3</sub> arasındaki ilişkiler başta olmak üzere bazı toprak özelliklerine bağlı olarak bor noksanlığı görüldüğünü, tarım topraklarındaki bor noksanlığı veya fazlalığının ise bitkilerde beslenme bozukluklarının ortaya çıkması, sonuç olarak da verim ve kalitenin azalmasına yol açtığını bildirmişlerdir.

Bitkisel üretimde bor toksisitesi probleminin çözümünde B toksisitesine dayanlı çeşitlerin seleksiyonu ve ıslahı, bünyesinde B biriktiren bitkilerin yetiştirilmesi, B'un bitkiler tarafından alınabilirliğini sınırlayan elementler içeren gübreler ile gübrenmesi ve topraklarda bulunan mevcut bor elementini bağlayan organik madde içeriği yüksek olan materyallerin toprağa ilavesi gibi yöntemler önerilmektedir (Hakkı ve ark., 2005). Nitekim çeşitli bilimsel araştırmalarda da toprağa organik kaynaklı bileşiklerin ilavesi ile bor toksisite zararının önüne

M.R.KARAMAN, M.TURAN v.d. SAÜ Fen Edebiyat Dergisi (2012-1)  
geçilebileceği ve toksisite durumlarının regüle edilebileceği bildirilmiştir  
(Wilkinson, 1997; Nardi ve ark., 2002; Torun ve ark, 2009).

Nardi ve ark. (2002), humik bileşiklerin birkaç mekanizma ile bitki gelişimine olumlu etkide bulduklarını, kök ve sürgün gelişimine olumlu etki yapmaları ve besin elementlerinin alınabilirliğini artırmaları yanısıra özellikle farklı stres koşullarına karşı dayanım (rezistans) sağladıklarını bildirmişlerdir. Karaman ve ark. (2010), bitkilerce borlu gübre kullanım etkinliğinin artırılması için Leonardite cevheri kaynaklı humat bileşikleriyle farklı rafine bor bileşiklerinden laboratuvar koşullarında bor-humat bileşiklerinde elde etmişlerdir. Bitkisel üretimde kullanılmak üzere geliştirilen katı ve sıvı formlarda farklı bor-humat karışımlarının bitkisel üretimde kullanım imkanları ile ilgili bilimsel çalışmalar devam etmektedir.

### **3. Sonuç**

Leonardite cevheri (organik humat) bünyesindeki düşük molekül ağırlıklı humik maddeler (fulvat) bitkilerin metabolik işlemlerini etkileyen kimyasal reaksiyonlarla yakından ilgilirken, yüksek molekül ağırlıklı humik maddeler (humat) toprağın fiziksel karakterlerini değiştirir. Yapılan çok sayıda bilimsel araştırma sonuçları, humik madde uygulaması ve humik maddelerin topraktaki kimyasal etkileşimlerine bağlı olarak mikrobeyin elementi yarayışlılığının arttığını ve bitkilerce mikro besin elementi absorpsiyonunun regüle edildiğini ortaya koymuştur. Elde edilen bilimsel bulgular ışığında, humik maddelerin mikrobeyin elementi yarayışlılığının artırılması ve özellikle ağır metal toksisitesinin regüle edilmesinde kontrollü kullanılmasının geliştirilmesi durumunda, gerek iç kullanım pazarı ve gerekse uluslar arası pazarda önemli bir katma değer yaratılmış olacaktır.

### **Kaynakça**

- Chain, Y. and Avid, T., 1990. Effect of humic substances on plant growth. in: humic substances in soil and crop science; selected readings. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America. Madison, pp. 161-186.
- Chassapis, K., Roulia, M. and Tsirigoti, D., 2009. Chemistry of metal-humic complexes contained in Megalopolis lignite and potential application in modern organomineral fertilization. *Int. J. Coal Geol.* 78:288-295.
- David, P.P., Nelson, P.V. and Sander, D.C., 1994. Humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal of Plant Nutrition*, 17(1):173-184.
- Dursun, A., Güvenç, İ. and Turan, M., 1998. Macro and micro nutrient contents of tomato and egg plant seedling in relation to humic acid applications.



- International Workshop On Improved Crop Quality by Nutrient Management. Abstracts. Bornova, İzmir.
- Erdal, İ., Bozkurt, M.A., Çimrin, K., M., Karaca, S. ve Sağlam, M., 1999. Kireçli bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisi (*Zea mays L.*) gelişimi ve fosfor alımı üzerine humik asit ve P uygulamasının etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü. Van.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N. ve Talaz, S., 1998. Türkiye topraklarının bitkiye yararlı bazı mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durumu, s. 1-72 Köy Hiz. Gen. Müd. Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Müd. Yayınları, Ankara.
- Fagbenro, J.A. and Agboola, A.A. 1993. Effect of different levels of humic acid on the growth and nutrient uptake of teak seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 16(8):1465-1483.
- Fallahia, E., Fallahia, B. and Seyedbagherib, M., 2006. Influence of humic substances and nitrogen on yield, fruit quality and leaf mineral elements on 'Early Spur Rome' Apple. *Journal of Plant Nutrition*, 29(10):1819-1833.
- Garcia-Mina, J.M., Antolin, M.C. and Sanchez-Diaz, M., 2004. Metal-humic complexes and plant micronutrient uptake: a study based on different plant species cultivated in diverse soil types. *Plant Soil*, 258:57-68.
- Gottschalch, U., Bikre, M., Kupsch, H., Stärk, H.J., Lippold, H., 2007. Characterization of urban NOM in a municipal area with disused toxic waste sites. *Appl. Geochem*, 22:2435-2455.
- Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A., Samet, H.L. ve Erdal, I., 1997. Ereğli demir çelik fabrikaları baca filtresi atığındaki demirden yarfıstığı bitkisinin yararlanmasına humik asitin etkisi. Pamukkale Üniv. Mühendislik Fak., Mühendislik Bilimleri Dergisi, 3(2):371-375.
- Hakkı, E.E., Babaoğlu, M., Soylu, S., Gezgin, S. ve Dural, H., 2005. I. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı, Ankara, p.460.
- Ibarra, J.V. and Orduna, P., 1986. Variation of the Metal Complexing Ability of Humic Acids with Coal Rank. pp. 65-1012.
- Kabata-Pendias, A. and Pendias, H., 1984. Trace elements in soils and plants. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Kalınbacak, K. ve Köksal, E. 2004. Kiraz çeşitlerine humik asitle uygulanan demirin kloroza etkileri. 3. Ulusal Gübre Kongresi. ISBN 975-407-160-8, 329-336, Tokat.
- Karaman, M.R., 2003. Efficiency of iron and humate application in preventing of iron chlorosis on the peach trees. Ankara University, *Journal of Agricultural Sciences*, 9(1):29-34.
- Karaman, M.R., Tutar, A., Turan, M. ve Dizman, M. 2011. Organik Bor Üretim Metodu. TPE:2011/13329.
- Kaya, M., Atak, M., Çiftçi, C.Y. ve Ünver, S., 2005. Çinko ve humik asit uygulamalarının ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum L.*)' da verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkileri. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, pp. 9-3.

- Kerndorff, H. and Schnitzer, M., 1980. Sorption of Metals on Humic Acid, *Geochimica et Cosmochimic Acta*, 44:1701.
- Kulikova ve ark. 2005. Mitigating activity of humic substances direct influence on biota, use of humic substances to remediate polluted environments: from theory to practice. Hatfield, K. and Hertkorn, N.; Springer, Netherlands.
- Kurbanlı, R., Gür, K., Mirzaoğlu, R., Pehlivan, E., Bayramov, D., Kurbanlı, S., Zengin, M., Özcan, S. And Yılmaz, Z., 2002. Production of humic substances and organo-mineral fertilizers from low grade lignites deposited in the vicinity of konya province and their effects on plant growth. 13th International Fertilizer Symposium Proceedings, 10-13 June, Tokat, Turkey.
- Kütük. C., Çaycı, G., Baran. A. and Baksan, O., 1999. Effect of humic acid on Some Soil Properties. Soil Science Department, Agricultural Faculty, Ankara University, Ankara, Turkey.
- Livens, F.R., 1991. Chemical Reactions of Metals with Humic Material, *Environmental Pollution*, pp. 70.
- Naik, S.K. and 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.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A., 2002. Physiological effects of humicsubstances on higher plants. *SoilBiology and Biochemistry*, 34:1527-1536.
- Olmos, S., Esteban, E. and Lucena, J.J., 1998. Micronutrient extraction in calcareous soils treated with humic concentrates. *J Plant Nutr.* 21:687-97.
- Ou, X., Chen, S., Quan, X. and Zhao, H., 2008. Photoinductive activity of humic acid fractions with the presence of Fe(III): the role of aromaticity and oxygen groups involved in fractions. *Chemosphere* 72:925-31.
- Pandeya, S.B., Singh, A.K. and Dhar, P., 1998. Influence of fulvic acid on transport of iron in soils and uptake by paddy seed. *Plant Soil* 198:117-25.
- Pettersson, C., Håkansson, K., Karlsson, S. and Allard, B., 1993. Metal speciation in a humic surface-water system polluted by acidic leachates from a mine deposit in Sweden. *Water Res.* 27:863-71.
- Peuravuori, J., Zbankova, P. and Pihlaja, K., 2006. Aspects of structural features in lignite and lignite humic acids. *Fuel Process Technol.* 87:829-39.
- Piccolo, A., 1988. Characteristics of soil humic extracts obtained by some organic and inorganic solvents and purified by HCl-HF treatment. *Soil Sci.* 146: 418-426.
- Robin, A., Vansuyt, G., Hinsinger, P., Meyer, J.M., Briat, J.F. and Lemanceau, P., 2008. Iron dynamics in the rhizosphere: consequences for plant health and nutrition. *Adv Argon.* 99:183-225.
- Schnitzer, M., 1978. *Soil Organic Matter*. Editors; M.Schnitzer and S.U. Khan, Elsevier Scientific Publisher Co., New York.

- Selçuk, R. ve Tüfenkçi, Ş., 2009. Artan dozlarda çinko ve humik asit uygulamalarının mısırın verim ve besin içeriğine etkisi. Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bil. Enst. Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Van.
- Sözüdoğru, S., Kütük, A.C., Yalçın, R. ve Usta, S., 1996. Humik asitin fasulye bitkisi gelişimi ve besin maddeleri alımı üzerindeki etkisi. A.Ü.Z.F. Yayınları No:1452, Bilimsel Araştırma ve İnceleme No:800, Ankara.
- Stevenson, F.J., 1994. Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions, 2nd. Edition, John Wiley and Sons, Inc, New York.
- Torun, B., 2009. Tarla koşullarında Gytija uygulamasının tahılların dane verimine ve toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi. Harran Üniv. Z. F. Dergisi, 13(3): 60-72.
- Ünsal, H., Tüfenkçi, Ş. ve Kılıç, Ö.G., 2008. Alkalın topraklarda humik asit ve çinko uygulamalarının iki farklı nohut (*Cicer arietinum* l.) çeşidinin tane ve gövdesindeki bazı besin element içeriklerine etkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, Bildiri Kitabı, s.465-475, 8-10 Ekim 2008, Konya.
- Valdrighi, M., Pera, A., Agnolucci, M., Frassinetti, S., Lunardi, D. and Vallini, G., 1996. Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*) soil system: a comparative study. Agriculture, Ecosystems And Environment, 58 (2-3):133-144.
- Van Hees, P.A.W. and Lundström, U.S., 2000. Equilibrium models of aluminium and iron complexation with different organic acids in soil solution. Geoderma; 94:201-21.
- Wilson, M.A., Tran, N.H., Milev, A.S., Kannangara, G.S.K., Volk, H. and Lu, G.M., 2008. Nanomaterials in soils. Geoderma 146:291-302.