

HUMİK ASİTİN TOPRAKLARIN FİZİKSEL, KİMYASAL VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Şenay Aydın¹, Emine Dilşat Yeğenoğlu²

ÖZET

Günümüzde doğal dengenin bozulması zincirleme bir şekilde çevre, gıda ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Araştırmalar humik asidin çeşitli formları ve uygulama yöntemleri ile bitkilerin büyüme ve gelişmeleri yanında susuzluk, tuzluluk gibi stres faktörleri ve toksik miktardaki elementlerin olumsuz etkilerinin giderilmesi üzerinde yoğunlaşmıştır.

Humik asitler renkleri sarıdan siyaha değişen, boyamaya dayanıklı, yüksek moleküler ağırlığa sahip, heterojen doğal kaynaklar olarak tanımlanmaktadır ve torf, turbo, hayvan gübreleri, linyitler ve leonardit gibi kaynaklarda değişik konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Humik asitler son yıllarda tarımda en fazla kullanılan toprak düzenleyicileridir. Humik asitlerin tarımsal üretimde önemli görevleri vardır. Özellikle humik asitlerin toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır. Toprakların katyon değişim kapasitesini (KDK) ve verimliliği arttırmaktadırlar. Bitkinin gereksinim duyduğu bazı makro ve mikro elementleri bitkiler için alınabilir forma getirmektedir. Humik asit, toprakta suda-çözünebilir kimyasal gübreleri muhafaza ederek bitkilerin ihtiyacı kadarını serbest bırakmaktadır. Böylece kimyasal gübrelerin toksik etkilerini gidermektedir. Geniş bir pH aralığında çalışarak tamponlama özelliği göstermektedirler. Humik asitler negatif yükleri sayesinde katyonları bağlayarak, bitki kökleri tarafından kolayca alınmasını sağlamaktadırlar.

Bu çalışmada; tarımsal üretimde son yıllarda giderek kullanımı artan humik asitlerin önemi ve faydaları açıklanmaktadır. Humik asitlerin özellikle toprakların fiziksel ve kimyasal, biyolojik özellikleri üzerine etkileri de vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Humik asit, tarım, fiziksel, kimyasal, biyolojik özellikler, çevre birliği.

ABSTRACT

Today, degradation of natural balance affects the environment, food and human health in a negative manner. The recent researches focused on intensification of the stress factors such as drought, salinity and the negative effects of the toxic elements, as well as the growth and development of plants with various forms and application methods of humic acid.

The humic acids are defined as heterogeneous natural resources with high molecular weight, resistant to dyeing, as their colors are changing from yellow to black. There are different concentrations of sources such as peat, turbo, farm manure, lignite and leonardite. Humic acids are the most used soil conditioners (healers) in agriculture in recent years. Humic acids have important roles in agricultural production. In particular, humic acids have effects on the physical, chemical and biological properties of soils.

¹ Prof.Dr., Manisa Celal Bayar Üniversitesi Alaşehir Meslek Yüksekokulu, Alaşehir-Manisa, Tel: 0 (236) 6541201, e-mail: senaydin45@hotmail.com

² Dr. Öğr. Üyesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Alaşehir Meslek Yüksekokulu, Alaşehir-Manisa, Tel: 0 (236) 6541201, e-mail: yegenoglu75@hotmail.com, * iletişimden sorumlu yazar

Humic acids have important roles in agricultural production. Especially, humic acids have effects on the physical, chemical and biological properties of soils. They increase the cation exchange capacity (CEC) and fertility of soils. Some macro and micro elements that the plant needs are brought to the form that can be taken for plants. Humic acid releases water-soluble chemical fertilizers in the soil, releasing as much of the plants as needed. Thus, the toxic effects of chemical fertilizers are eliminated. They have a wide range of pH effects. It exhibits a wide pH range buffering capability. Humic acids bind cations by their negative charge, allowing them to be easily taken up by plant roots.

For this reason, in this study; the importance and benefits of humic acids increasingly used in agricultural production in recent years are explained. The effects of humic acids on the physical, chemical and biological properties of soils are also emphasized.

Keywords: Humic acids, agriculture, physical, chemical, biological properties, environmental union.

1. GİRİŞ

Tarımsal üretimde temel amaç, her geçen gün artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacının karşılanması için, birim alandan elde edilecek ürün miktarını arttırmaktır. Bugüne kadar kimyasal gübre kullanımı ile bu artış sağlanmaya çalışılmıştır. Ancak tarımsal ürün talebine karşılık tarımsal arazilerin artırılma olanağı bulunmamaktadır. Bununla birlikte gübre gibi tarımsal girdi kullanımı artırılarak birim alandan daha fazla ürün elde edilmeye çalışılmaktadır. Bu tür tarımsal uygulamalar da gübre, pestisit, büyüme düzenleyiciler gibi çevre ve insan sağlığına zarar vermekte ve ekolojik dengeyi bozarak, tarım topraklarının üretkenlik kapasiteleri ile sürdürülebilir verimliliğini azaltmaktadır. Gübrelerin bilinçsiz ve gereğinden fazla kullanılması hem çevreye zarar vermekte hem de ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bu 21. Yüzyılın en büyük sorunlarından birisini oluşturmaktadır. Tüm bunlar düşünüldüğünde, çevre ve insan sağlığına zarar vermeyen, sürdürülebilir verimliliği destekleyen, ekolojik dengeyi koruyan bitki beslenme uygulamalarının devreye sokulması gereklidir. Bu nedenle tarımda organik madde kullanımı giderek önem kazanmaktadır.

En önemli organik toprak iyileştiricilerden (düzenleyicilerden) olan humik asit; fulvik asit, zeolit, leonardit, ahır gübresi ve kompost gibi materyallerdendir. Özellikle humik maddelerin toprağın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini dolayısıyla gelişimine etkileri pek çok araştırmalarla saptanmıştır (Ay, 2015; Akıncı, 2011; Pilanal ve Kaplan 2003; Yılmaz ve Alagöz 2001; Ferrara ve ark. 2007; Bidegain ark. 2000; Sharif ve ark,2002). Toprak, linyit, turbo kömürü, kanalizasyon suları, kaynak suları ve çöktillerinde bulunan organik maddelerin çoğunu humik maddeler oluşturur. Humik maddeler; fulvik asitler, humik asitler ve humin olarak üçe ayrılmaktadır. Humik maddelerin en önemli bölümü humik asitlerdir. Humik asitler ve fulvik asitler alkali ortamda çözünen humus yapılarını oluştururlar (Peker ve Kural, 1979; Ay, 2015; Mac Carthy, 2001).

Humik asit, genellikle koyu kahverengi siyah renkli, kolloidal bir madde olup hidrofilik özellik göstermektedir. Humik maddelerin yapılarında C, H₂O,N ve S bulunmaktadır. Humik maddeler doğal olarak oluşan renkleri sarıdan siyaha değişebilen, yüksek moleküller ağırlığa sahip, bozulmaya dayanıklı, heterojen maddelerdir. Humik maddeler şekilsiz, kısmen aromatik, kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip olmayan maddelerdir. Humik maddeler; humik asit, fulvik asit ve humin olarak üç gruba ayrılırlar. Fulvik asit, humik asite göre daha küçük bir

moleküler yapıya sahiptir. Topraktaki kalıcılığı daha azdır ve daha kolay mikrobiyal bozunmaya uğramaktadırlar. Huminler ne asit ne de alkali ortamlarda çözünmeyen humik yapılardır. Humik asit ise büyük çözünmeyen humik yapılardır. Humik asit ise büyük bir moleküler ağırlığa sahiptir ve toprakta parçalanması daha uzun sürmektedir. Bu nedenle genellikle toprak uygulamalarında humik asitlerden faydalanılmaktadır. Humik maddeler karboksil ve zayıf asidik fenol gruplarına sahiptir. Hidrofobik ve hidrofilik karakterlerden her ikisini birden gösterirler ve minerallerin yüzeylerine tutunabilirler. Humik asidin üzerinde bulunan fonksiyonel gruplar (metal iyonlarıyla, metal oksitlerle, hidroksitlerle ve metal-organik kompleksler) arasında metallerin bağlanması için rekabet olduğu saptanmıştır (Ghabbour ve Davies 2001; Akıncı, 2011).

Son yıllarda humik yapıların uygulama alanları tarım, endüstri, çevre, biyotip, veterinerlik ve eczacılıktır. Humik asitler, kısmen çözünmüş, dönüşüm geçirmiş organik materyallerin kompleks bir karışımıdır. Humik maddeler Şekil-1 de görüldüğü gibi 3 ana gruba ayrılır (Mac Carty,2001)

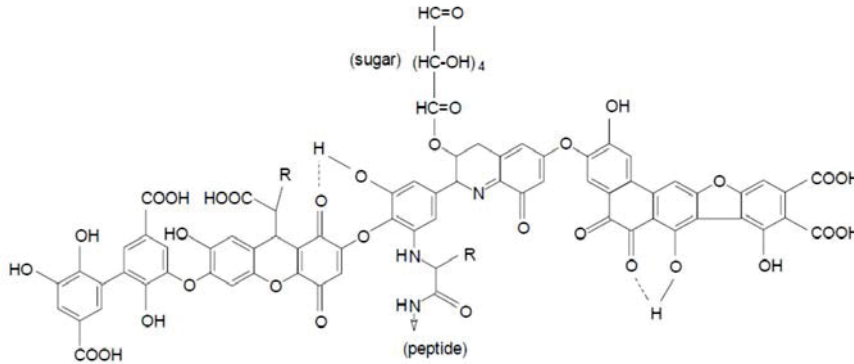
Şekil 1. Humik Maddeler

Fulvik Asit		Humik Asit		Humin
Açık sarı	Sarı Kahverengi	Koyu kahverengi	Gri siyah	Siyah

Humik asitler ve fulvik asitler alkali ortamda çözünen humus yapılarını oluştururlar. Humik asidin kristal yapıda olmadığı düşünülse de şeker kristalleri gibi rombik şeklindedir. Fulvik asitler ise çoğunlukla ligninden (odun özü) türemektedir (Akıncı, 2011). Humik asitler negatif yükleri sayesinde katyonları tutarlar. Böylece bitki kökleri tarafından kolayca emilebilirler.

Ayrıca humik asitler inorganik gübreleri muhafaza ederek büyümekte olan bitkilere gerektiği kadarını serbest bırakırlar. Özellikle kimyasal gübrelerin olumsuz etkilerini azaltırlar. Sağlıklı kaliteli ve standart ürünün alınmasını sağlayarak toprağı dolayısı ile çevreyi kirletmezler. Bütün bunların ışığında; humik asitler son yıllarda tarımsal işlemlerde organik ve sürdürülebilir tarımda daha etkin bir rol oynamaktadır. Böylece toprakların, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etki yapmaktadırlar (Akıncı, 2011; Ay 2015). Humik asidin yapı modeli Şekil 2’de verilmiştir (Stevenson, 1982; Ay, 2015).

Şekil 2. Humik asidin yapı modeli



Bu çalışmanın amacı; topraklarımızı gelecek nesillere verimli ve kalıcı bir miras olarak bırakabilmek için hümik asidin tarımdaki önemi ve kullanımı hakkında bilgi verilmesi olmuştur. Geniş bir uygulama alanı olan ve kaynağını doğadan alan humik asitlerin özellikle toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzeltmede (iyileştirmede) ve sürekliliğini sağlamadaki etkisi de bu derlemede vurgulanmaktadır.

Günümüzde tarım alanlarının yoğun ve bilinçsiz olarak kullanma toprakta organik maddenin azalmasına ve, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının bozulmasına neden olmaktadır. Tarım alanlarının verimli ve sürdürülebilir olarak kullanılabilme yeteneklerini sınırlandırmaktadır. Toprak bozulmasına neden olan faktörlere bağlı olarak yapısı bozulan, verimli ve üretkenliğini kaybeden toprakların ıslah edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla günümüzde çok çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Ancak uygulanan yöntemlerin hem ekonomik hem toprak yapısını düzenleyici hem de bitki gelişimini artırıcı olması gerekmektedir. Bu toprağın sürdürülebilir kullanımı ile sağlanacaktır. Yoğunlaşan tarımsal faaliyetler, çeşitli kimyasalların kullanımı sürdürülebilirliği tehlikeye düşürmektedir. Organik madde azlığı ve toprağın fiziko-mekanik yapısının bozulması bu tehlikeler arasındadır.

Toprak düzenleyicisi olarak kullanılan ve doğrudan ya da dolaylı olarak bitki gelişimini arttıran humik asit gibi bazı organik toprak düzenleyicilerin kullanılmasının gerekliliği her geçen gün önem kazanmaktadır. Humik asit, ayrılmış organik madde, peat, kömür yatakları ve toprakta bulunan, özellikle demir gibi metal kationlarla kleyt oluşturma özelliğinde olan polimerik fenolik bileşikler içeren karmaşık makro organik moleküllerdir. Kök bölgesinde optimum pH değerini (5.5-7.0), organik madde miktarını (1.4-6) sağlar ve mikrobiyolojik aktiviteyi düzenler, tuzlu ve kireçli toprakların yüksek pH değerini düşürerek ortamın toprak reaksiyonunu dengelemektedirler. Tuzu ve kireci tamponlayarak kök bölgesinden uzaklaştırırlar. Böylece toprağı sağlıklı güçlü bir mikroorganizma faaliyetleri için uygun bir ortam haline getirmektedir.

Bu nedenle humik asitler toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etki yapmaktadırlar (Mac Carthy, 2001, Olk ve ark., 2018). Doğal kaynakların içerdiği hümik ve fulvik asit oranları Çizelge 1.'de verilmiştir (Jackson, 1994; Ay, 2015).

Çizelge 1. Doğal Kaynakların içerdiği hümik asit ve fulvik asit oranları

Doğal Kaynak	Hümik ve Fulvik Asit oranları (%)
Leonardit	40 – 90
Torf	10 – 30
Linyit	10 – 30
Hayvan gübresi	5 – 15
Kompost	2 – 5
Toprak	1 – 5
Aritma Çamuru	1 – 5
Taş Kömürü	0 – 1

2. Humik Asitin Toprağın Fiziksel Özelliklerine Etkisi

Humik asitler toprağın yapısı ve dokusunu fiziksel olarak iyileştirirler. Toprağa yumuşak ve kolay işlenebilir özellik kazandırır. Killi ve sıkışmış toprakları parçalayarak yumuşak ve geçirgen bir yapı oluştururlar. Toprağın solunum tutma kabiliyetini, tohumun çimlendirme oranını artırır ve suyun topraktan buharlaşmasını azaltırlar. Bu da topraktaki mikroflara popülasyonunun gelişmesini sağlar. Toprağın havalanmasını sağlayarak köklerin gelişmesine katkıda da bulunmaktadır. Toprağın rengini koyulaştırarak daha fazla güneş enerjisinin emilmesini sağlamaktadırlar. Su tutma kapasitesini arttırdığından erozyonu ve bitkilerin kuraklığa mukavemetini sağlamaktadır (Akıncı, 2011; Senn ve Kingman 1973).

3. Humik Asidin Toprakların Biyolojik Özelliklerine Etkisi

Humik asitlerin bünyesindeki doğal karbon (%30-36) toprağın faydalı mikroorganizmaların çoğalmasına ve aktif olmasını sağlamaktadır. Organik karbonun oksidasyonu sonucu açığa çıkan enerji bitkinin kök bölgesindeki toprağı ılık tutarak bitkinin soğuğa ve dona karşı direncini arttırmaktadır (Senn ve Kingman, 1973). Topraktaki organik madde miktarını da arttırmaktadır. Toprağa uygulanan bitki besin maddelerini (N,P,K,Ca, Mg,Fe, Zn,Mn, Cu ve B vb) alınabilir şekle dönüştürerek, bitkiler tarafından alınımını en yüksek düzeye çıkarmaktadır. Mikroorganizmaların topraktaki biyolojik aktiviteleri sonucu oluşan bazı mantarlar doğal antibiyotiklerin üremesi ve toprağa salınması sağlamaktadır. Doğal antibiyotikler topraklarda bitkilerin enfeksiyon hastalıklarına karşı daha dirençli olmasını sağlamaktadırlar. Böylece bitkilerde doğal koruma sağlayarak pestisit tüketimi azaltılmaktadır (Benz ve ark., 1998). Bitki enzimlerini (H-ATP) uyarırlar ve biyolojik süreçte katalizör görevi de yapabilmektedirler. Böylece bitkilerin su ve besin alınımını arttırmaktadır. Humik asitler aynı zamanda biostimulant olarak kullanılmaktadırlar ve bitkilerin büyümesinde kök, mikroorganizmalar ve toprak etkileşimleriyle olumlu etki göstermektedirler (Du Jardin, 2015).

Humik asitler bitkide hücre enerjisinin fazlalaşmasını sağlamaktadırlar. Hücre bölünmesini hızlandırarak bitkinin büyümesini, gelişmesini ve ürünün daha kaliteli olmasına yol açmaktadırlar. Besin elementleri pigment maddelerinin bitkiler tarafından yeterli miktarlarda alınması bitkilerin daha sağlıklı, güçlü ve dış etkilere dayanıklı olmasını, meyvelerin daha iri, eşit büyüklükte, daha gösterişli canlı renkte ve olgun olmasını sağlamaktadır (Duncan ve ark, 1981; Ay, 2015). Humik maddelerin yapraktan uygulamalarının organik domates yetiştiriciliğinde bitki büyümesini teşvik eden bakterilerle beraber yapraktan uygulamalarının verimi arttırdığı saptanmıştır (Olivares ve ark., 2015). Meyvelerde (üründe) hücre duvarları kalınlığının artması sağlanarak ürünün ömrünü ve depolama süresini uzatılmaktadır. Bitkinin soğuğa, sıcağa ve fiziksel etkilere karşı dayanıklılığını da arttırmaktadırlar (Akıncı, 2011 Duncan ve ark., 1981).

4. Humik Asidin Toprağın Kimyasal Özelliklerine Etkisi

Toprakların en önemli kimyasal özelliklerinden birisi de toprak pH'sı (toprak reaksiyonu) dır. Besin maddelerinin bitkilerce topraktan alınımını da etkilemektedir. Humik asitlerin eşsiz özelliği geniş bir pH aralığında tampon özelliği göstermesidir. Bu tampon kapasitesi dar bir pH aralığında yetişen bitkiler için çok önemlidir. (Stevenson, 1994). Humik asitler toprak pH 'ını nötralize etmektedirler. Toprak pH' sını nötralize olduğu zaman toprakta bağlı olan ve bitki kökleri tarafında alınmayan bir çok mikro elementler alınabilir hale gelmektedir (Yılmaz, 2007; Stevenson, 1994).

Besin elementleri pigment maddelerinin bitkiler tarafından yeterli miktarlarda alınması bitkilerin daha sağlıklı güçlü ve dış etkilere dayanıklı olmasını meyvelerin daha iri ve eşit büyüklükte daha gösterişli canlı renkte ve olgun olmasını sağlamaktadır (Duncan ve ark, 1981; Ay, 2015).

Humik asitler, demir gibi elementlerin kristalize olmasını önler ve bu gibi metalleri şelatlayarak bitkinin rahatlıkla kullanabileceği şekilde kök çevresinde tutabilirler. Böylece Fe noksanlığı gidermede yardımcı olurlar (Kulikova ve ark., 2005). Humik asitler elementlerin topraktan bitkiye geçişi için son derece önemli bir ortam oluşturmaktadır. Kök sistemi de humik asitler gibi negatif yüklere sahiptir böylece humik asitlere bağlanan mikro elementler ayrılarak kökteki hücrelerin zarından bitkiye geçmektedirler (Kulikova ve ark., 2005; Yılmaz, 2007). Humik asitin biyokimyasal özelliği ise; toprağın zararlı kirletici ve zehirli maddelerden temizlenmesini sağlamasıdır. Humik asitler pestisitler ve herbisitlerle etkileşip kararlı yapılar oluşturarak onları bitkiler ve yeraltı suları için zararsız hale getirmektedirler. Yine toprakta mevcut olan kurşun, cıva, kadmiyum gibi ve radyoaktif elementlerin, endüstriyel atıkların, zehirlerin ve çevre için zararlı kimyasal maddelerin çözünebilir durumdan çözünemez duruma geçmelerini sağlamaktadırlar. Bu şekilde bunların bitki tarafından emilmelerini önleyerek zamanla dibe çökmesi sonucu toprağı temizlenmektedir (Helal ve ark., 2006).

Humik asitlerin bitkinin büyümesine, mineral alımına, kaliteli ve sağlıklı üretime olumlu yönde etkisi olduğu çeşitli araştırmalarla saptanmıştır (Ferrara ve ark., 2007; Salman ve ark. 2005; Pilanal ve Kaplan, 2003; Bidegain ve ark. 2000). Humik maddeler ayrıca toprakta bulunan CaCO_3 ·ten (Kireç) CO_2 'i serbest hale geçirerek karbondioksitin bitkiler tarafından alınmasını ve fotosentezde kullanmasını sağlarlar (Stevenson, 1994).

Fazla tuzluluğu ve kireçliliği gidererek toprak pH'ını düzenlemektedirler (Yılmaz ve Alagöz, 2005; Mac Carthy, 2001).

Humik asit kimyasal olarak aktif bir karaktere sahiptir ve topraktaki çeşitli metaller, mineraller, organik maddeler ile çözünebilir ve çözünemez kompleksler oluşturmaktadırlar. Bu özelliği bitkinin besinleri kolay ve sürekli olarak almasını sağlamaktadır. Bu şekilde topraktaki bazı makro ve mikro elementlerin bitki tarafından alınmasını en yüksek düzeye çıkarmaktadır. Toprağın kation değişim kapasitesini artırarak toprak verimliliğini yükseltmektedir (Stevenson, 1994; Mac Carthy, 2001; Yılmaz ve Alagöz, 2005).

Humik moleküllerin içerisindeki çok çeşitli fonksiyonel grup (karboksil, fenolik, alkolik gibi) birçok değişik yollarla metallerle kompleks oluşturmaktadırlar. Bunlar doğal şelat olarak görev yapmaktadır. Humik maddelerin metal iyonlarıyla stabil kompleksler oluşturmalarının sebebi, üzerlerinde bulunan fonksiyonel gruplarla ilişkilidir (Stevenson, 1994). Humik asidin üzerinde bulunan fonksiyonel grupları arasında metallerin bağlanması için bir rekabet olduğunu saptanmıştır. Bu fonksiyonel gruplar metal iyonlarıyla, metal oksitlerle, metal hidroksitlerle ve minerallerle metal- organik komplekslerini oluşturmaktadırlar (Kerndorff ve Schnitzer, 1980). Humik maddelerin kation değişim gücü, kil minerallerinden oldukça fazladır (Stevenson,1994). Bu nedenle, toprakta bulunan tüm gerekli metaller humik asitlerle şelat oluşturabilmektedir.

Ticari olarak linyitlerden üretilen humik asitler toz veya sıvı formdadır. Bitkiye, toprağı ve tohuma uygulanabilmekte, yabancı ot ilaçları ve bitki besin maddeleri ile karıştırılarak uygulanmaktadır. Humik asitçe zengin linyit ve turbalar doğrudan doğruya toprağı da uygulanmaktadır (Ay; 2015; Yılmaz, 2007).

Yapılan araştırmalarda, Ferrara ve ark. (2007) toprakta ve komposttan elde ettikleri humik asidi üzüm (*Vitis vinifera* L.) bitkilerine yapraktan uyguladıklarında, humik asidin ürün miktarını ve niteliğini kontrol gruplarına göre oldukça olumlu etkilediğini saptamışlardır. Toprakta elde edilen humik asidin 5-20 mg/1 konsantrasyonlarda uygulanması sonucu asmalardan ortalama olarak sırasıyla 32.2-29.9 kg omca⁻¹ üzüm elde edilirken kontrol grubunda ise bu miktar 28.2 kg olmuştur. Her iki yöntemle humik asidin asmalara uygulanması ile, üzüm tanelerinin boyutunda, çapında ve ağırlığında önemli artışlar saptanmıştır. Karpuzda (*Citrulus lonatus* Thunb.) Matsuma & Nakai hibritlerinde humik asit uygulanması ile ürün miktarında ve kalitesinde, karpuzların ortalama uzunluğunda, çap ve ağırlığında artışlar olduğu belirlenmiştir (Salman ve ark., 2005). Ayrıca karpuz yapraklarında N, P, K içeriklerinin arttığı bildirilmiştir. Humik asit, mısır (*Zea mays* L.) fidelerinde Zn, Fe, Mn ve Cu gibi mikro elementlerin içeriklerini arttırdığı belirlenmiştir (Sharif ve ark., 2002).

5. Humik Asidin Çevre Üzerinde Etkisi

Çevre kimyasında humik asitlerin, zehirli metalleri, antropojenik organik kimyasalları ve diğer üretici maddeleri (tarımsal ilaçlar, evrensel ve endüstriyel atıklar vb) sudan uzaklaştırmak için uygun olduğu saptanmıştır (Ghabbour ve Davies, 2001; Ay, 2015).

Humus içeren materyallerden atık gazların (H₂S, merkaptan, SO₂, baca gazları vb) emilimi ile su, toprak ve kanalizasyonlarda birçok kirleticilerin yok edilmesi (temizlenmesi) içinde kullanılmaktadır. Ayrıca humik asitlerden petrol ürünleri ile kirlenen yeraltı sularının aromatik hidrokarbonlardan temizlenmesinde faydalanılmaktadır (Ay, 2015; Ghabbour ve Davies 2001; Stevenson, 1994).

Humik asit topraklarda nitrat yıkanmasını engelleyerek bitki besin maddelerinin kullanılabilmesi için bir garanti oluşturmaktadır. Bu hem içme hem de sulama sularını filtre etme ve temizlemede önemli olmaktadır. Bu nedenle çevre ve yeraltı kaynakları içinde humik asit kullanımı çözümdür. Sıvı veya katı hayvansal gübrelere karıştırıldığında bu gübrelere istenmeyen kokusunu da azaltmaktadır (Ay, 2015; Stevenson, 1994).

Kısaca; uygulama alanlarının bu kadar geniş ve kaynağının doğadan oluşu humik asitlerin (humik maddelerin) günümüz endüstrisinde büyük bir önemi olduğunu ve birçok yeni alanda kullanılabileceğini göstermektedir. Bundan dolayı başta A.B.D olmak üzere birçok gelişmiş ülkede humik madde dernekleri ve araştırma merkezleri kurulmuştur. Türkiye’ de Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü (TKİ) tarafından üretilmektedir.

Sonuç olarak; günümüzde doğal dengenin bozulması, zincirleme bir şekilde çevre, gıda ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Yapılan birçok çalışma humik asidin çeşitli kültür formları ve uygulama yöntemleri ile bitkilerin büyüme ve gelişmeleri yanında susuzluk, tuzluluk gibi stres faktörleri ve toksik miktarlarındaki elementlerin olumsuz etkilerini giderilmesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu araştırmalar, uygun konsantrasyonlardaki humik asidin özellikle tarımda kullanıldığında, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzeltmede (iyileştirmede), sürekliliğini sağlamada ve en iyi (maksimum) kaliteli, sağlıklı üretim elde etmede en fazla başvurulan uygulama (uygulanan) yöntemlerden birisi olduğunu göstermektedir. Humik asit (Humik maddeler) formlarının susuzluk, tuzluluk gibi ürün verimliliğini azaltıcı stres faktörleriyle mücadele etmede ve belirgin olarak kirlenmiş topraklarda yetişen bazı bitkilerin toksik etkilerini indirgemede önemli bir destekleyici (iyileştirici) olabildiğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Akıncı, Ş. (2011). Humik asitler, bitki büyümesi ve besleyici alımı. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 23 (1): 46-56.
- [2] Ay, F. (2015). Humik asit ve humik asit kaynakları jeolojik ve ekonomik önemi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi, Fen Bilimleri Dergisi (CFD). 36 (1): 28-51.
- [3] Benz, M., Schink, B., Brunne, A. (1998). Humic acid reduction by *propionibacterium freudenreichi* and other fermenting bacteria. Appl. Environ. Microbiol. 64: 4507-4512.
- [4] Bidegain, R.A., Kaemmerer, M., Hafidi, M., Rey F., Morard, P., Revel, J.C. (2000). Effect of humic substances from composted or chemically decomposed poplar sawdust on mineral nutrition of Ryegrass. Journal of Agricultural Science. 134 (3): 259-267.
- [5] Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*. 196: 3-14.
- [6] Duncan, D.A., Bodle, W. W., Bonerjerd, D.P. (1981). Energy from biomass and waste. 5 th Symposium papers: Institute of Gas Technology, Chicago pp.917.
- [7] Ferrara, G., Pacifigo, A., Simeone, P., Ferrara, E. (2007). Preliminary study on the effects of foliar applications of humic acids on Italian table grapes..XXXth World Congress of vine and wine, Budapest, Romania, June.
- [8] Ghabbour, E.A., Davies, 2001. Humic substances structures, models and functions. Royal Society of Chemistry Publishing, England. 21.
- [9] Harif, M., Khattak, R.A, Sarir, M.S. (2002). Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. Soil Science and Plant Analysis. 33: 3567.
- [10] Helal, A.A. Imam, D.M., Khalifa, S.M.A, Aly, H.F. (2006). Interaction of pesticides with humic compounds and their metal complexes. Radiochemistry.48: 419.
- [11] Jackson, R.W. 1994. Humic, fulvic and microbial balance: Organic soil conditioning, Umi Research Pr, First Edition. USA.
- [12] Keindorff, H. And Schnitzer, M. (1980). Absorption of metals humic acid. Geohimica et Cosmochimica Acta. 44: 1701.
- [13] Kulikova, N.A., Stepanova, E.V., Koroleva, O.V. (2005). Mitigating activity of humic substances direct influence on Biota. URL: https://www.researchgate.net/publication/227014325_Mitigating_Activity_of_Humic_Substances_Direct_Influence_on_Biota. Erişim Tarihi: 30.08.2018
- [14] McCarthy, P., 2001. The principles of humic substances. Soil Science 166, 738–751.
- [15] Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Carriella Rosa, R. C., Canelas, L. P., (2015). *Scientia Horticulturae*. 183: 100-108.
- [16] Olk, D. C., Dinnes, D. L, Scoresby, J. R., Callaway, C. R., Darlington, J. W. (2018). Journal of Soils and Sediments. 18:2881–2891.
- [17] Peker, C., Kural, O. (1979). Linyitlerin gübre olarak değerlendirilmesi. Kimya Mühendisliği Dergisi. (95): 35.38
- [18] Pilanal, N., Kaplan, M. (2003). Investigation of effects of nutrient uptake of humic acid applications of different forms to strawberry plant, Journal of Plant Nutrition. 26 (4): 835-843.
- [19] Salman, S.R., Abou- Hussein, S.D., Abdel Mawgoud, A.M.R., EL-Nem M.A. (2005). Fruit yield and Quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application. Journal of Applied Sciences Research, 1 (1): 51.
- [20] Senn, T. L., Kingman, A.R. (1973). A review of humus and humic acids, Research series no.145,S.C. Agricultural Experiment Station, Clemson, South Carolina,USA.
- [21] Stevenson, F.J. 1994. Humus chemistry: Genesis, composition, reactions. 2nd. Edition, John Wiley and Sons, Inc, New York. p. 285.
- [22] Yılmaz, C. 2007. Humik ve fulvik asit. Hasat Bitkisel Üretim. Ocak, 260, p.74.
- [23] Yılmaz, E., Alagöz, 2005. Organik materyal uygulamasının toprağın agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 18 (1): 131-138.