

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI DOZLARDA HUMİK+FULVİK ASİT
UYGULAMASININ FARKLI BÖLGE TOPRAKLARINDA MISIR
VEJETASYONU ALTINDA TOPRAĞIN BİYOLOJİK
AKTİVİTESİNE ETKİSİ**

Hande EROL

Danışman: Doç. Dr. Ali COŞKAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2011**

TEZ ONAYI

Hande EROL tarafından hazırlanan “**Farklı Dozlarda Humik+Fulvik Asit Uygulamasının Farklı Bölge Topraklarında Mısır Vejetasyonu Altında Toprağın Biyolojik Aktivitesine Etkisi**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Süleyman Demirel Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Ali COŞKAN
Süleyman Demirel Üniversitesi, Toprak Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri :

Prof. Dr. Mustafa KUŞÇU
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Organik Gübreleme ve Önemi	4
2.2. Organik Gübre Olarak Humik Asit.....	5
2.2.1. Humik asitin tarihçesi	7
2.2.2. Humik asitin genel özellikleri	9
2.2.3. Humik asitin kaynakları	12
2.3. Humik Maddelerin Uygulamaları	14
2.3.1. Tarım uygulamaları.....	14
2.3.2. Endüstriyel uygulamaları	21
2.3.3. Çevresel uygulamaları.....	22
2.3.4. Biyomedikal uygulamaları	23
2.4. Mısır Bitkisinin Genel Özellikleri ve Önemi	24
2.5. Ülkemizde ve Dünyada Mısır Üretimi.....	27
2.6. Türkiye’de Bölgesel Olarak Toprak Özellikleri	30
3. MATERYAL VE YÖNTEM	33
3.1. Materyal	33
3.1.1. Denemede kullanılan toprakların genel özellikleri	33
3.2. Yöntem.....	34
3.2.1. Denemenin kurulması ve yürütülmesi	34
3.2.2. Denemede yapılan analizler	36
3.2.3. İstatistiki değerlendirme.....	36
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	38

4.1. CO ₂ Üretimi	38
4.2. DHA Aktivitesi	39
4.3. Mikrobiyel Biyomas Karbonu	40
4.4. Mantar, Bakteri ve Aktinomiset Sayıları	41
4.5. Bölge Topraklarının Mısır Vejetasyonu Altındaki Doğal Biyolojik Aktivite Parametrelerinin Karşılaştırılması.....	43
4.6. Araştırmada Belirlenen Parametreler Arasında İlişkiler.....	44
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	46
6. KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	58

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI DOZLARDA HUMİK+FULVİK ASİT UYGULAMASININ FARKLI BÖLGE TOPRAKLARINDA MISIR VEJETASYONU ALTINDA TOPRAĞIN BİYOLOJİK AKTİVİTESİNE ETKİSİ

Hande EROL

Süleyman Demirel Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Ali COŞKAN

Organik maddenin en etkin bölümü olduğu düşünülen humik+fulvik asit (HFA) uygulamasının farklı bölge topraklarında, mısır vejetasyon altında toprağın biyolojik aktivitesine etkisinin belirlenmesine yönelik saksı denemesi yürütülmüştür. Çalışmada, 7 farklı ilden alınan toprak örneklerine 0, 500, 1000 ve 2000 ppm dozlarında HFA uygulanmış ve üzerine mısır tohumları ekilmiştir. Mısır bitkisi hasat edildikten sonra toprakların biyolojik aktivite belirlenmesine yönelik olarak CO₂ üretimi, dehidrogenaz enzimi aktivitesi (DHA), mikrobiyel biyomas karbonu (MBC) ve mikroorganizma sayımı analizleri yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlar, denemeye konu olan parametreler yönünden HFA uygulamasının etkili olduğu ancak etkinin bölgeler arasında farklılık arz ettiği görülmüştür. Biyolojik aktivite parametrelerinden CO₂ üretimi, DHA ve MBC yönünden bulgular incelendiğinde, Konya'dan alınan toprak örneklerinde genelde daha düşük değerler ölçülmüştür. Antalya ve Samsun'dan alınan toprak örneklerinde ise genelde daha yüksek değerler bulunmuştur. Artan HFA dozları göz önüne alındığında, 1000 ppm'e kadar elde edilen biyolojik aktivite parametrelerindeki artışın oldukça belirgin olduğu, ancak doz 1000 ppm'den 2000 ppm'e çıkarıldığında değerlerde önemli artış olmadığı ve hatta azalma meydana geldiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Humik ve fulvik asit, biyolojik aktivite, mısır.

2011, 58 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECT OF HUMIC+FULVIC ACID APPLICATION AT DIFFERENT DOSES ON BIOLOGICAL ACTIVITY OF DIFFERENT REGION SOILS

Hande EROL

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Soil Science and Plant Nutrition Department**

Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Ali COŞKAN

A pot experiment was carried out to determine the effect of humic+fulvic acid (HFA) which considered being the most effective part of the organic matter on biological activity of different region soils. In this study, HFA doses of 0, 500, 1000, 2000 ppm HFA were applied to soil that collected from 7 different region and corn seed sown. Following the harvest, CO₂ production, dehydrogenase enzyme activity (DHA), microbial biomass carbon (MBC) and the number of microorganisms were analyzed to evaluate biological activity of soils.

The results obtained revealed that the HFA was effective in terms of parameters determined; however, the effectiveness was varying upon the region studied. The lower values observed in the soil taken from Konya according to the biological activity parameters of CO₂ production, DHA and MBC. The higher values were determined in the soil taken from Antalya or Samsun regions. According to HFA doses, HFA dose increment until 1000 ppm results significant higher values of biological activity parameters, whereas, increment from 1000 to 2000 ppm was not effective on the parameters mentioned above, even decline was observed in some cases.

Key Words: Humic and fulvic acid, biological activity, maize.

2011, 58 pages

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının planlanmasında, araştırılmasında ve yürütülmesinde benden yardımlarını, desteğini ve sabrını esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren değerli hocam Doç. Dr. Ali COŞKAN' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimimiz boyunca bizlerin yetişmesinde hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan başta Ziraat Fakültesi Dekanı Prof. Dr. İbrahim ERDAL olmak üzere Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nün tüm öğretim üyelerine teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek Lisans eğitimine başladığım günden buyana manevi desteğini ve yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Zeliha KÜÇÜKYUMUK' a teşekkür ederim.

2343-YL-10 No' lu proje ile Yüksek Lisans çalışmama maddi destek sağlayan Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (SDÜ-BAP) Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, Yüksek Lisans çalışmamda da beni destekleyip yanımda olan, babam C. İlhan EROL' a, annem Semra EROL' a ve kardeşim K. Ulaş EROL' a bütün kalbimle teşekkür ederim.

Hande EROL
ISPARTA, 2011

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Katı formdaki humik asit	8
Şekil 2.2. Humik asitin elektron mikroskobundan görünüşü.....	10
Şekil 2.3. Buffle (1977)'a göre fulvik asit yapı modeli	12
Şekil 2.4. Stevenson (1982)'a göre humik asidin yapı modeli: R alkali, aril alkil olabilir.....	12
Şekil 3.1. Leonarditten humik ve fulvik asit elde edilmesi.....	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Humik asitlerde temel elementlerin İçerikleri	10
Çizelge 2.2. Renklerine göre fulvik asit, humik asit ve humin maddeleri	11
Çizelge 2.3. Humik ve fülvik asitlerin bulundukları kaynaklar ve oranları	13
Çizelge 2.4. Son on yıllık dönemde Türkiye mısır üretiminin durumu	28
Çizelge 2.5. Çeşitli ülkelerde mısır üretiminin durumu	29
Çizelge 3.1. Deneme topraklarının bünyeleri	33
Çizelge 3.2. Deneme topraklarının bazı kimyasal özellikleri	34
Çizelge 3.3. Deneme topraklarının besin elementi kapsamları.....	34
Çizelge 4.1. Farklı bölge topraklarına uygulanan humik+fulvik asit dozlarının toprağın CO ₂ üretimine etkisi	38
Çizelge 4.2. Farklı bölge topraklarına uygulanan humik+fulvik asit dozlarının toprağın DHA' ne etkisi	39
Çizelge 4.3. Farklı bölge topraklarına uygulanan humik+fulvik asit dozlarının toprağın MBC'una etkisi	40
Çizelge 4.4. Farklı bölge topraklarına uygulanan humik+fulvik asit dozlarının topraktaki mantar sayısına etkisi	41
Çizelge 4.5. Farklı bölge topraklarına uygulanan humik+fulvik asit dozlarının topraktaki bakteri sayısına etkisi	42
Çizelge 4.6. Farklı bölge topraklarına uygulanan humik+fulvik asit dozlarının topraktaki aktimoniset sayısına etkisi	43
Çizelge 4.7. Denemede belirlenen parametrelere ait korelasyon tablosu	44

SİMGELER DİZİNİ

FA	Fulvik asit
gkt	gram kuru toprak
ha	Hektar
HA	Humik asit
HFA	Humik fulvik asit
IHSS	International Humic Substance Society
KDK	Kasyon Değişim Kapasitesi
MBC	Mikrobiyel biyomas karbonu
meq	milieqivalen
PY	Pazarlama Yılı

1. GİRİŞ

İnsanların sağlıklı ve mutlu bir şekilde yaşantılarını sürdürebilmelerinde tarımsal üretimin önemi büyüktür. Tarımsal üretimde gerekli olan en önemli temel girdilerinden birisi gübredir. Tarımsal üretimde amaç birim alana yapılan birim masrafla en fazla ve en kaliteli ürün elde etmektir. Bunun için gübreleme ile verilen bitki besin elementlerinden bitkinin en iyi bir şekilde yararlanması istenmektedir. Bitki besin maddelerinin topraktaki yayılımı miktarı, nitelikli ve bol ürün alınmasında önemli bir etmendir. Bitki gelişmesi üzerine toprakta bulunan besin maddelerinin toplam miktarı çoğu kez önemli değildir. Önemli olan toprakta bulunan ya da gübre halinde toprağa uygulanan besin maddelerinin yayılımı miktarlarıdır. Yapılan çeşitli çalışmalarda uygun mineral besin maddeleriyle birlikte humik asitlerin uygulanmasının bitkilerin biyo kütleleri üzerine de olumlu etkilerde bulunduğu ortaya konmuştur.

Toprak humik maddeleri, bitkilerin beslenmesinde doğrudan ve dolaylı olarak önemli bir rol oynar. Dolaylı etkiler, suyun tutulması, drenaj ve havalanma gibi toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi ve topraktaki besin elementlerinin yayılımını değiştirerek, kökler tarafından besinlerin absorpsiyonu ile ilgilidir. Humik maddeler metalik iyonlar ile kovalent bileşikler ya da metalik hidroksitler oluşturmak suda çözünürlüğü de kontrol eder. Bitkilere doğrudan etkisi, kök gelişimi ve bitkiler tarafından absorbe edilen besin elementlerinin metabolizmalarını etkilemesi ile meydana gelmektedir (Lobartini et al., 1997).

Humik maddelerin bitki gelişimi uyarıcı etkisinin makro besin maddelerinin alımının artırılması ile ilişkili olduğu açıklanmıştır. Humik maddeler geçiş metal katyonları ile kompleks oluşturabilir ve bu nedenle besin alımını arttırabilir, ya da tersine köklerle rekabet oluşturarak azaltır. Ayrıca humik maddelerin düşük moleküler ağırlıklı bileşenlerinin bitkiler tarafından alınabildiği bu bileşenlerin hücre zarı geçirgenliği artırdığı ve hormon benzeri aktivite gösterdiği sanılmaktadır. (Kononova and Nowalowski, 1966).

Humik asitin bitki gelişimi üzerine olan etkisi, iyon değişimi yapıp bitkinin kullanımına sunması ile doğrudan olabileceği gibi, mikrobiyel aktiviteyi artırarak bunların sonucunda oluşan hormonlarla dolaylıda olabilmektedir (Vaughan et al., 1976).

İnsanoğlunun yok ettiği toprak organik maddesi son derece kompleks, heterojen bir toprak bileşenidir. Ağırlık olarak çoğu toprakların çok düşük bir yüzdesini oluşturmaya karşın, organik madde tarımsal açıdan toprak verimliliğini ve yapısını etkileyen son derece önemli bir toprak ögesidir. Bitki besin maddeleri, özellikle N, P, S, için kaynak ve depo: toprak organizmaları için de enerji kaynağı görevi görür. Organik madde çoğu toprakların yüzey horizonlarının katyon değişim kapasitelerinin %20-70'inden sorumludur (Stevenson, 1982). Bunun yanında toprak organik maddesi, toprak agregasyonunu, havalanmasını, su tutma kapasitesini, geçirgenliğini, olumlu yönde etkileyerek erozyonu önler. Tarımsal amaçla kullanılan belli kimyasal bileşiklerin adsorpsiyonunda da önemli rol oynayarak birçok pestisitlerin toprağa uygulanma oranını da direk olarak etkiler (Schnitzer, 1978).

Tarım alanları bakımından önemli bir potansiyele sahip olan ülkemizde, tarım ekonomimizin temellerinden birini oluşturmaktadır. Dünyada giderek artan besin ihtiyacı çeşitli yollardan karşılanmaktadır. Bunların başında da tarımsal üretim gelmektedir. Tarımsal üretimde yeni geliştirilen yöntemler olmasına rağmen, tarımın temeli toprağa dayanmaktadır. Toprağın uygun olmayan kullanımı ise bunu sınırlayan en önemli faktörlerdendir. Topraklar bizden önceki nesilleri doyurduğu gibi bizden sonraki nesilleri de doyuracaktır. Ancak bu toprağın sürdürülebilir kullanımı ile mümkündür. Bu da toprağı amacına, kapasitesine göre kullanmak ile mümkündür. Yoğunlaşan tarımsal faaliyetler, çeşitli kimyasalların kullanımı sürdürülebilirliği tehlikeye düşürmektedir. Organik madde azlığı ve toprağın fiziko-mekanik yapısının bozulması bu tehlikeler arasındadır (Şeker ve Ersoy, 2005).

Organik maddenin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilediği uzun süredir bilinmektedir (Shirani et al., 2002). Türkiye topraklarının organik madde içeriği genellikle düşüktür (Eyüpoğlu, 1998; Gezgin

vd., 1999). Toprağa organik materyal uygulaması toprağın mevcut organik madde miktarını artırmakta, buna bağlı olarak da toprağın agregat stabilitesini, hava-su dengesini, erozyona karşı direncini ve topraktaki bitki besin elementlerinin alımı üzerine olumlu etki yapmaktadır. Toprakta organik maddeyi yüksek düzeyde tutmaya çalışmak hem pratik değildir, hem de çok pahalıdır. Organik gübreler toprağın verimliliğinin arttırılmasında ve sürdürülebilirliğinde önemli rol oynamaktadır. Dünyanın farklı bölgelerinde yapılan araştırmalar organik gübrelerin toprak özelliklerini iyileştirdiği, ürünlerin verimini attırdığını göstermiştir (Olsen et al., 1970; Sommerfieldth and Change, 1985). Topraktaki organik madde miktarını belli bir seviyede tutmak için çiftlik gübresi, torf, kompost, organik yapay gübreler gibi çeşitli organik materyaller uygulanmaktadır (Stratton et al.,1995).

Çeşitli kaynaklardan elde edilen humik asitler, toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemektedirler. Bu sebeple humik asitler gerek geleneksel gerekse organik tarımda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Humik+fulvik asitin toprağın biyolojik aktivitesine etkisi aynı zamanda toprağın verimliliğine de etkili olacağı görüşünden hareketle bu çalışmada artan dozlarda humik+fulvik asit dozlarının toprağın biyolojik parametreleri üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Organik Gübreleme ve Önemi

Organik maddenin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilediği uzun süredir bilinmektedir (Shirani et al., 2002). Türkiye topraklarının organik madde içeriği genellikle düşüktür (Eyüpoğlu, 1998; Gezgin vd., 1999). Toprağa organik materyal uygulaması toprağın mevcut organik madde miktarını artırmakta, buna bağlı olarak da toprağın agregat stabilitesini, hava-su dengesini, erozyona karşı direncini ve topraktaki bitki besin elem entlerinin alımı üzerine olumlu etki yapmaktadır. Toprakta organik maddeyi yüksek düzeyde tutmaya çalışmak hem pratik değildir, hem de çok pahalıdır. Organik gübreler toprağın verimliliğinin artırılmasında ve sürdürülebilirliğinde önemli rol oynamaktadır. Dünyanın farklı bölgelerinde yapılan araştırmalar organik gübrelerin toprak özelliklerini iyileştirdiği, ürünlerin verimini attırdığını göstermiştir. Topraktaki organik madde miktarını belli bir seviyede tutmak için çiftlik gübresi, torf, kompost, organik yapay gübreler gibi çeşitli organik materyaller uygulanmaktadır (Şeker ve Ersoy, 2005).

Hem sıkışmanın hem de buna bağlı olarak penetrasyon direncinin azaltılabilmesi için toprak strüktürünün geliştirilmesine yönelik olarak organik gübreleme, yeşil gübreleme ve kireçleme gibi girdiler uygulanmaktadır (Aksakal, 2004).

Canbolat (1992), toprağa organik materyal (ahır gübresi ve buğday samanı) ilave edilmesinin toprağın organik maddesi, agregat stabilitesi ve geçirgenliği üzerine etkilerini ve aralarındaki ilişkileri belirlemiş; araştırmada, Iğdır ovasından (Batı Iğdır Ovası) alınan dört adet yüzey (0-10 cm) toprak örneği üzerinde çalışmıştır. Topraklara ahır gübresi (<2 mm) ve buğday samanı (<1 mm) 5 düzeyde uygulanmış ve topraklar tarta kapasiteleri civarında 45 günlük inkiibasyona tabi tutulmuşlardır. Araştırma sonuçlarına göre, organik materyallerin ilave edilen düzeylerine bağlı olarak, toprakların organik maddesi, agregat stabilitesi ve geçirgenlik değerleri artmış ve her toprakta bu özellikler arasında pozitif ilişkiler tespit edilmiştir.

Şeker ve Ersoy (2005), yaptıkları çalışmada, toprağa azot, fosfor ve potasyumlu gübre kombinasyonları ile humik asit uygulamalarının mısır bitkisinin gelişmesi ve mineral beslenmesine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla toprağa katı ve sıvı formda 1000 mg/kg humik asit ile iki farklı gübre kombinasyonu NPK/2 (150 mg N /kg + 50 mg P /kg + 40 mg K /kg) ve NPK (300 mg N /kg +100 mg P /kg + 80 mg K /kg) uygulanmıştır. Gübre kombinasyonları ile birlikte humik asit uygulamaları, mısır bitkisinin kuru ağırlığı ile bitkinin N, P, K, Fe, Zn ve Mn kapsamalarını çok önemli düzeyde artırırken, Ca ve Mg kapsamalarını azaltmışlardır. Gübre kombinasyonu uygulanmaksızın sadece humik asit uygulamaları ise bitkinin K, Ca, ve Mg içeriklerini azaltırken, Fe içeriğini önemli olarak artırmışlardır. Gübre ve humik asit uygulamaları bitkinin topraktan sömürdüğü N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn ve Mn miktarlarını tanığa göre önemli olarak artırmasına karşılık, sadece humik asit uygulamaları bitkinin K, Ca ve Mg alımlarını istatistiksel olarak önemsiz olmasına karşın azaltmışlardır. Humik asitin katı veya sıvı formda verilmesi arasındaki fark, gübresiz uygulamalar içerisinde sadece K içeriğinde önemli olarak bulunmuştur. Gübre dozları ile beraber ise sadece NPK/2 dozunda bitkinin N ve Mn içeriklerinde istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmuştur.

Türkiye topraklarının çok büyük bir çoğunluğunun; organik madde kapsamı, tarımsal üretimden en yüksek verimin alınmasını engelleyecek düzeydedir. Ülkemiz topraklarının %75,6'sı organik madde bakımından çok yetersiz, %18,3'ü orta, %6,1'i ise yeter düzeydedir. Bu oranlara baktığımızda Türkiye topraklarının yaklaşık %94'ü organik madde kapsamı anlamında yetersizdir. Topraklarımızdaki organik madde düzeyi tarımsal üretimi sınırlayıcı en önemli faktördür (Keskin 2007). Ülkemizde organik madde kapsamı en az olan bölge Ege Bölgesidir. Organik madde kapsamı iyi (>%4) olan toprakların oransal ve miktar olarak en fazla bulunduğu bölge Karadeniz'dir (Eyüpoğlu 1998).

2.2. Organik Gübre Olarak Humik Asit

Organik karakterli materyaller, toprağın tampon kapasitesini artırarak, besin maddelerinin elverişliliğini artırarak bitkilerin bunlardan daha rahat faydalanmasını

sağlamaktadır. Organik karakterli materyallerde bulunan humat moleküllerinin etrafı negatif yüklü olduğundan ve uygulanan gübrelerdeki besin maddelerinin topraktaki negatif yüklü kil mineralleri tarafından sıkıca tutulmasını önleyerek bitkiler tarafından daha kolay alınmasını sağlarlar.

Toprağın verimliliği, o toprağın bünyesindeki besin maddelerinin zenginliği ile ölçülür. Besin maddelerinin zenginliğini ise, o topraktaki organik maddenin miktarı belirler. Organik materyalin temel maddesi humustur. Humuslaşma sürekli devam eden tarihsel bir süreçtir ve toprak humusu hem kimyasal olarak aktif hem de pasif unsurların dinamik sistemidir (Gonzalez, 2003).

Humus toprak üzerindeki bitkilerin yok olarak toprak altına geçmesi ve uzun yıllar beklemesiyle oluşur. Humus'un oluşması çok uzun bir evrim süreci gerekmektedir. Humus ekolojik sistemde toprağın verimliliğini sürekli kılmaktadır. Humus içerisindeki bileşimlerin büyük bir kısmını ise humik asitler oluşturur. Humik asitler bitkilere ve toprağa doğal ve organik bir yolla yaşamsal besin maddeleri, vitamin ve iz elementleri sağlamanın en doğal yoludur.

Toprak düzenleyicisi olarak kullanılan ve aynı zamanda doğrudan ve dolaylı bir şekilde bitki gelişimini artıran humik asit içeren çeşitli organik toprak düzenleyicilerinin kullanılmasının gerekliliği her geçen gün daha iyi bir şekilde anlaşılmaktadır. Toprağın ıslah edilmesinde, sanayi atıklarının kirlettiği toprağın ve bunların oluşturduğu bataklıkların tümüyle temizlenmesinde, buralardaki kötü kokuların giderilmesinde, zengin organik kolloidal mineraller içermesi nedeniyle, hayvan yemi katkı maddesi olarak, hava ve su filtre sistemlerinde ve birçok alanda humik asit içerikli organik gübreler kullanılmaktadır (Güneş, 2007).

Organik karakterli materyaller, toprağın tampon kapasitesini ve besin maddelerinin elverişliliğini artırarak bitkilerin bunlardan daha rahat faydalanmasını sağlamaktadır. Organik karakterli materyallerde bulunan humat moleküllerinin etrafı negatif yüklüdür ve bu sebeple uygulanan gübrelerdeki besin maddelerinin topraktaki negatif

yüklü kil mineralleri tarafından sıkıca tutulmasını önleyerek bitkiler tarafından daha kolay alınmasını sağlarlar (Güneş, 2007).

Padem ve Öcal (1999), humik asitlerin bitki büyümesi ve gelişimi üzerinde etkili olduğunu, düşük miktarlarda uygulandığında gelişimi olumlu yönde etkilediğini; bununla beraber fazla miktarda uygulandığında gelişim üzerinde etkisiz veya olumsuz etkilere sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Yılmaz ve Alagöz (2001), yaptıkları çalışmada, %15 humik asit içeren sıvı toprak düzenleyici kullanarak farklı dozlardaki humik asidin değişik tekstüre sahip topraklardaki yapısal özellikler üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Sonuç olarak, topraklara humik asit ilavesiyle agregat oluşum ve stabilitesinin geliştiği ve toprakların yapısal gelişiminin arttığı tespit edilmiştir. Topraklarda agregat büyüklük dağılımı ve dayanıklılığı toprak kalitesinin bir göstergesidir ve toprakların organik madde düzeyinde meydana gelen bir azalma, agregatların dayanıklılığında düşüşe neden olmaktadır (Six et al., 2000).

Sıvı ya da toz (Şekil 2.1.) humik asitler sulama suyuna karıştırılarak kullanılacağı gibi, yapraktan da uygulanabilmektedir. Katı leonardit (granül ya da pelet) veya humatları (sıvı, toz) tarımda tek başına kullanılacağı gibi doğal veya kimyevi gübreler ile (NPK) karıştırılarak da kullanılırlar. Leonardit ve Leonardit'ten elde edilen humik asitler bütün dünya ülkelerince kabul edilmiş olan organik tarıma tam uygunluk sertifikasına da sahiptir. Gelişmiş ülkelerin tarımda kimyasal gübre ve ilaç kullanımına getirdikleri sınırlamalar ve yasakların yanı sıra organik tarım ürünlerine olan talep artışları da leonardit kullanımının hızla yaygınlaşmasında önemli bir etken olmaktadır (Güneş, 2007).

2.2.1. Humik asitin tarihçesi

Romalılar humus kelimesini toprağı ifade etmede kullanmıştır. Bu ifade daha sonraları toprağın organik maddesine, komposta ve organik maddenin değişik kısımlarına uygulanmıştır (Anonim, 2010).



Şekil 2.1. Katı formdaki humik asit

İlk olarak humusu, çürümüş organik madde bağlamında 1761’de Wallerius tarif etmiştir. Fakat humusun oluşum mekanizmasını ve kimyasal doğasını ilgilendiren ilk düşünceler oldukça belirsizdir. Humik asitleri ilk rapor eden kişi ise Achard (1786) olmuştur. Achard humik asitleri turbadan (peat) elde etmiştir. Humik asitlerin bitkilerden elde edilmesi Vanquelin tarafından 1797’de gerçekleştirilmiştir. De Saussure 1804’te Humusun homojen bir madde olmadığı belirtmiştir. Sprengel ise 1820’lerin başında humik asitlerin kimyasını araştırmaya başlamıştır. Sprengel humik asiti bir alkali topraktan elde etmiştir ve humik asitlerin basit şekerlerden elde edildiğini savunmuştur. Fakat 1870’li yıllarda humik asitlerin şeker içermeyen maddelerden de elde edilebileceğini belirten görüşler ortaya atılmıştır. Kömür araştırmacıları olan Fischer ve Schrader 1921’de mikroorganizmaların polisakkaritleri hızlıca tükettiklerini göstermişlerdir. Onların görüşü; ligninin yavaşça bozulmasının humik asitin oluşumu ile doğrudan alakalı olması şeklindeydi. Waksman yazdığı “humus” isimli kitabında humik asitlerin oluşumunu ligninin mikrobiyal değişimi ile ilişkilendirmiştir. 1950’de ligninin mikroorganizmalarca değiştirildiği fikri hakim teori olmuştur. Lignin teorisini destekleyen bir grup araştırmacı 1982’de Uluslararası Humik Maddeler Topluluğunu (IHSS) kurmuşlardır. IHSS humik asit araştırmalarında koordinasyonu sağlamak için kurulmuştur. IHSS özellikle standart humik asit numuneleri toplamaktadır. Buradaki

amaç araştırmacıların verilerinde olabilecek değişimleri en aza indirmektir. 1980’li ve 1990’lı yıllar boyunca her artan gelişme ile birçok araştırmacı humik asitlerin en azından bir kısım alifatik gruplar içerdiğini kabul etmeğe başlamışlardır. Organik maddelerin kısmi olarak ayrıştırılması üzerine Sprengel tarafından yapılan ilk çalışmalardan bazıları günümüzde halen kullanılan metotların temelini oluşturmaktadır. Bu metotlar alkali ile çözünmeyen bitki artıklarından humusu ayırmak için %2’lik NaOH çözeltisi kullanılmaktadır (Anonymous, 2011).

Humik asitler gerekli besin maddelerinin bitkiye geçişini sağlamaktadırlar. P_2O_5 ’ in humik asitlerce elverişli hale getirilmesi hakkında birçok makale yazılmıştır. P_2O_5 içeriğinin fazlaca bulunduğu ortamlarda meydana gelen kloroz problemini humik asitlerin demiri bitkinin alacağı forma getirmesi ile çözdüğü belirlenmiştir (DeKock, 1955).

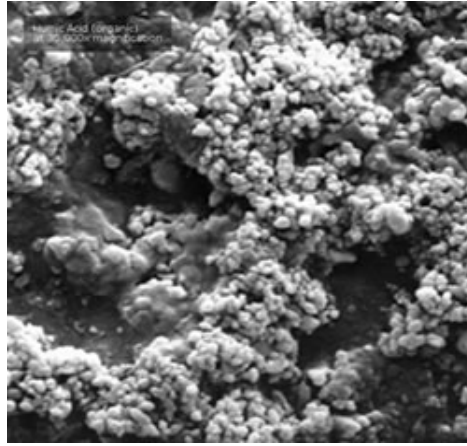
Susic (1991), yaptığı araştırmasında yosunlarda, mantarlarda ve lignin içermeyen çürümüş meyvelerde yüksek oranda humik asitler olabileceğini göstermiştir. Bu sonuçlar ABD Kuzey-Doğu Üniversitesi Humik asitler araştırma grubu tarafından da destek bulmuştur.

2.2.2. Humik asitin genel özellikleri

Liebig humusu, “alkali ortamda kolayca çözünebilen, fakat suda çözünmeyen, alkalilerin veya asitlerin aksiyonu ile bitkilerin bozulması boyunca üretilen kahverenkli bir madde” olarak tarif etmiştir. Khristeva humusu “zamanla bozunmaya karşı maddenin ilk durumundan daha dirençli kılan hayvansal ve bitkisel organizmalardan arta kalan transformasyon maddesidir” diye tanımlamıştır (Anonim 2010).

Humik asitler kolloidal maddelerdir ve kil gibi hareket etmektedirler. Humik molekülünün katyon değişim siteleri hidrojen iyonu ile doldurulduğu zaman oluşan madde “humik asit” (Şekil 2.2.) olarak düşünülmektedir. Fakat bunun pH üzerinde büyük etkisi yoktur. Zira bu asit suda çözünmemektedir. Katyon değişim siteleri hidrojen haricinde herhangi bir katyon ile doldurulursa bu madde “humat” olarak

tarif edilmektedir. Monovalent alkali metallerin humatları suda çözünmektedir. Kristeva humik asitlerin alkaliler ile işlenmesi ile sodyum ve potasyum humatları elde etmiştir. Fakat multivalent metal humatları, metale göre suda ya kısmen çözünmekte veya hiç çözünmemektedirler. Kimyasal olarak bulunduğu bölgeye göre çok farklı özellikler gösteren humik asitlerin, koyu renkli bir materyal olduğu moleküler büyüklüğü 2000-300000 Dalton, katyon değişim kapasitesi 500-1500 meq/100 g olarak tespit edilmiştir (Anonim, 2010).



Şekil 2.2. Humik asitin elektron mikroskobundan görünüşü

Humik asit yüksek miktarda hidroksil, karboksil, metoksil ve karbonil grupları halinde oksijen içerdiği saptanmıştır. Humik asitlerin; C, O₂, H, N ve S içerikleri Çizelge 2.1.'de gösterilmektedir (Ok, 2007).

Çizelge 2.1. Humik asitlerde temel elementlerin İçerikleri (%)

Elementler İçerikleri	(%)
C	% 50-60
O ₂	% 30-35
H	% 4-6
N	% 2-4
S	% 0-2

Humik asit, fulvik asit ve humin temel humik madde fraksiyonları olup genel olarak topraklarda, humik maddelerin yaklaşık olarak %50 humin, %40 humik asit ve %10 fulvik asit şeklinde dağıldığı tahmin edilmektedir (Chiou, 1989).

Humik yapılar organik maddenin kabasını oluşturur. Toprak, linyit, turba kömürü, kanalizasyon suları, kaynak suları ve çökeltilerinden oluşan organik maddelerin çoğunu temsil eder. Humik maddeler fulvik asitler, humik asitler ve humin olmak üzere üçe ayrılır (Çizelge 2.2.) Şekilde soldan sağa doğru gidildikçe; renk yoğunluğu, polimerizasyon derecesi, moleküler ağırlığı ve karbon içeriği artarken, oksijen içeriği, asit değişimi ve çözünürlük azalır (Anonim, 2009a). Humik maddelerinin en önemli parçalarından biri Humik asitlerdir. Humik asitler ve fulvik asitler alkali ortamda çözünen humus yapılarını temsil ederler. Humin çözünmeyen tortuyu temsil eder (Senesi et al., 1991).

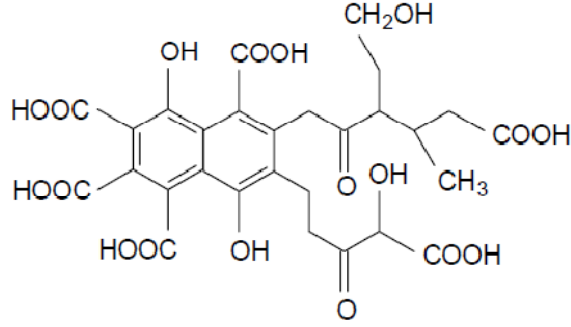
Bitki kalıntıları çürüdükleri zaman fulvik ve humik asitlerin her ikisi de oluşur. Her iki asit de toprak ve topraktaki mikro organizmalar için yararlıdır. Fulvik asit, humik aside göre daha küçük bir moleküler yapıya sahiptir. Bunun sonucu olarak kalıcılığı daha azdır ve daha kolay parçalanır. Ancak yaprak uygulamalarında bitkiye giriş hızı daha yüksektir. Humik asit ise toprakta uzun süre kalır ve zaman içerisinde yavaş parçalanır. Genel olarak toprak organik madde miktarını arttırmada uzun süreli etkilerinden dolayı humik asitlerden faydalanılır (Anonim, 2009a).

Çizelge 2.2. Renklerine göre fulvik asit, humik asit ve humin maddeleri

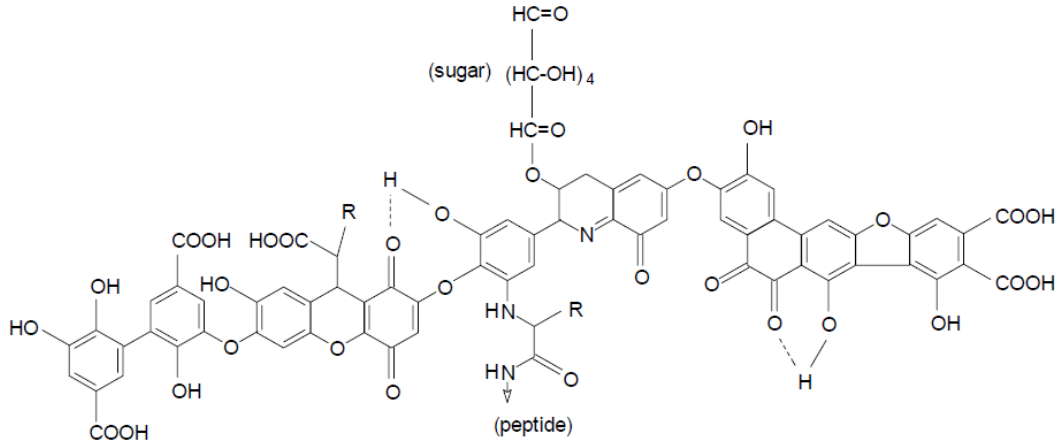
Fulvik Asit		Humik Asit		Hümin
Açık Sarı	Sarı-Kahverengi	Koyu Kahverengi	Gri	Siyah

Martin et al. (1977), yaptıkları çalışmada Prolisis Gas Kromatografisi ve Kütle Spektrofotometresi aletleri yardımı ile humik asit ve fulvik asitin bileşimini incelemişlerdir. Araştırmacılar, fulvik asitin bünyesinde polisakkaritler hakim durumda

iken (Şekil 2.3.), humik asitin bünyesinde proteinler ve polisakkaritlerin en büyük grupları oluşturduğunu saptamışlardır (Şekil 2.4.)



Şekil 2.3. Buffle (1977)'a göre fulvik asit yapı modeli



Şekil 2.4. Stevenson (1982)'a göre humik asidin yapı modeli: R alkali, aril alkil olabilir

2.2.3. Humik asitin kaynakları

Doğada pek çok organik materyal, içerisinde belirli düzeylerde humik ve fulvik asit içeriğine sahiptir. Ancak en yüksek humik asit oranına sahip olan ve en önemli humik asit kaynaklarının başında leonardit gelmektedir. Leonardit, 70 milyon yıl süren bir humifikasyon sürecinin ürünüken, peat oluşum süreci yalnızca birkaç bin yıl içinde tamamlanmaktadır. Leonardit adı ABD ve dünyanın pekçok ülkesinde

genellikle kabul edilmekle beraber bazı ülkelerde Humat, Organik Humat, Humalit veya Humus olarak da adlandırılmaktadır. Leonardit'in bir maden olarak tanınması ve yaygın olarak kullanılmaya başlanması oldukça yenidir. Buna rağmen, şimdiden, bazı ülkelerin maden varlıkları listelerinde ve üretim tablolarında ayrı bir maden türü olarak yer almıştır. Leonardit ve diğer humik asit kaynakları arasındaki fark, leonardit'in molekül yapısı nedeniyle aşırı derecede biyoaktif olma özelliğinde yatmaktadır. Bu biyolojik aktivite diğer organik maddelere nazaran beş kat daha güçlüdür ve bu nedenle bir kilo leonardit diğer humik asit kaynaklarının 5 kilosuna eşittir (Güneş, 2007).

Çizelge 2.3. Humik ve fülvik asitlerin bulundukları kaynaklar ve oranları (Anonim, 2009b)

Doğal Kaynak	Humik ve Fülvik Asit Oranları %
Leonardit	40-90
Torf	10-30
Sapropel Torf	10-20
Linyit Katmanları	10-30
Hayvan Gübresi	5-15
Kompost	2-15
Toprak	1-5
Arıtma Çamuru	1-5
Taş Kömürü	0-5

Garcia et al. (1992), şehir artıklarının kompostlama işlemine tabi tutulması sonucu elde edilen humik asitlerin özelliklerini belirlemişler ve leonarditten ekstrakte edilen ticari humik asitle de kıyaslamışlardır. Şehir artıklarından elde edilen humik asitin karbonil ve karboksil grupları kompostlama işlemi süresince çok az artış gösterirken: humik asitin bileşiminde kompostlamadan sonra daha düşük N ve H saptamışlardır. Yapmış oldukları analizlerde karbonhidrat ve peptid gruplarını şehir artıklarının kompostlanması ile elde edilen humik asitlerde daha az yoğunlukta bulmuşlardır.

2.3. Humik Maddelerin Uygulamaları

Humus dünyadaki en büyük karbon rezervuarlarının birini simgeler. Humus ve humustan elde edilen ürünler endüstride bu zamana kadar az kullanılmıştır. Kömürün kullanımı daha yaygındır ve 19. yy'ın ikinci yarısında ve 20. yy'ın ilk yarısında kimyasal endüstrinin temelini oluşturmuştur. Günümüzde humik yapıların uygulama alanları dört ana kategoriye ayrılır: tarım, endüstri, çevre ve biyotıp.

2.3.1. Tarım uygulamaları

Humik maddeler tarımda önemli bir rol oynar. Toprağın kalitesini ve verimliliğini önemli derecede artırır. Toprağın fiziksel özelliklerinin verimli hale getirilmesi için nem koşullarına ek olarak humik maddelerin toprak verimliliği için de önemli olan yüksek bir baz değişim kapasitesi gösterir (Lotosh et al., 1991).

Clapp (1998), humik maddeleri, son yıllarda bahçe bitkileri ve ziraat yönetiminde uygulanan bitki büyüme düzenleyici olarak belirlemiştir. Humik asidin bitki biyokütlesi, kök, sürgün ve çiçek büyümesi üzerine pek çok etkisinin olduğu rapor edilmiştir. Humik maddeler hümin, fülvik asit ve humik asitten oluşur ve bu madde leonardit, toprak ve turbadan farklı ekstraktlarla ekstrakte edilebilir. Kalsiyum humat gibi humikli maddelerin farklı türden tuzları toprak verimliliğini artırmak için kullanılır (Buckau et al., 2000).

Humik maddelerin artan etkisi çoğu araştırmacılar tarafından gözlemlenmekte ve humatlar genellikle bitkilerin büyümelerini daha verimli hale getirmek için farklı uygulamalarda kullanılmaktadır. Humik maddelerin dolaylı etkileri çok önemlidir çünkü demiri şelatlarla bütünleştirip bitkiler için kullanılabilir hale getirirler. Humik maddeler organik madde içerisinde az bulunduğu zamanda toprağın kalitesinin artışında olumlu yönde etki gösterirler. Son zamanlarda yapılan araştırmalar humik asidin büyümeyi artırıcı etkisinden dolayı çiftlik hayvanlarının yemi olarak kullanabileceğini göstermektedir (Kocabağlı vd., 2002).

2.3.1.1. Humik asitin bitki beslenmesine etkisi

Tan ve Binger (1986)'ın, humik asitin mısır bitkisinde alüminyum toksitesi üzerine etkisini araştırdıkları denemede, kum kültüründe yetiştirilen mısır bitkisine 0–50 mg/kg Al (alüminyum) ve 0-350 mg/kg humik asit uygulamışlardır. Araştırma sonucunda 50 birim Al uygulaması ile mısır bitkisinde kloroz ve nekroz şeklinde görülen Al zehirlenmesinin humik asit ilavesi ile önlendiği, bitki kuru maddesinin arttığı ve bitkilerin daha sağlıklı ve yeşil görüldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca yapraklarda Al oranının yükselmesiyle düşen fosfor oranının, humik asit ilavesi ile engellendiği belirtilmiş ve ortamda bulunan humik asitin Al ile şelat oluşturarak Al'un P (fosfor) ile reaksiyona girmesini engellediği rapor edilmiştir.

Sözüdoğru vd. (1996), Fasulye bitkisinin bitki besin maddesi kapsamı üzerine humik asitlerin etkisini araştırdıkları bir çalışmada, uygulanan humik asitlerin K, Ca, Na, Cu alımına bir etkisinin bulunmadığını, buna karşılık N, P kapsamının arttığını saptamışlardır.

Bidegain et al. (2000) yaptıkları bir çalışmada humik asitin bakır ile mangan alımını ve kök gelişimini arttırdığı, nitrojen alımı ile ürün eldesi üzerinde olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Yazıcı (2001), yaptığı çalışmada, B toksisitesine veya Zn noksanlığına sahip problemli topraklara leonardit uygulaması yapılarak bitki büyümesi ve verimde söz konusu problemlerden kaynaklanan olumsuzlukların önüne geçilebileceği belirlemiştir.

Humik maddeler, bitkilerin çimlenmesini ve büyümesini uyarıcı olarak bilinirler. Özellikle bitki zarlarının içerisinden geçebilirler, iz elementlerinin bitki kökleri içerisinde taşınmasını kolaylaştırırlar. Humik maddeler bitkilerde büyüme hormonlarına benzer davranışlar sergilerler. Son zamanlarda çözülebilir humik maddeler, bitkilerin sulama suyuna karıştırılmış ve laboratuvar koşullarında bulunan

verimli topraklarda kurak ve yarı kurak koşullar oluşturularak kullanılmıştır (Masciandaro et al. 2002).

Pehluvan (2007), Çalışmasında bitki büyümesini teşvik edici özelliği olan *Bacillus* OSU-142 bakterisi ve sıvı humik asit kullanmıştır. İki yıllık ortalamalara göre, humik asit uygulamalarının toprağın toplam N ve elverişli Mn içeriği ile çilek yapraklarının P, Fe, Mn, Zn ve Cu kapsamı üzerine, bakteri uygulamalarının ise toprağın elverişli Mn içeriği ile çilek yapraklarının Fe, Mn ve Zn kapsamı üzerine önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir.

Toprağa değişik dozlarda uygulanan humik asit ve fosforun kireçli topraktaki mısır bitkisi (*Zea mays* L.) gelişimi ile topraktaki fosforun yararlanılabilirliğine etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada, %85 humik asit içeren katı toprak düzenleyici kullanılmıştır. Araştırma sonunda humik asit uygulamalarının bitkide kuru ağırlığı, P konsantrasyonunu, alınan P miktarı ile toprakta kalan yararlanılabilir P konsantrasyonunu artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca humik asidin P ile birlikte uygulanmasının tek başına uygulanmasından daha etkili olduğu da saptanmıştır (Erdal vd., 1999).

Humik asidin farklı kil tipine sahip topraklarda potasyum fiksasyonu üzerine olan etkisinin belirlenmesi için yapılan bir çalışmada, K humat formundaki (%9.5 humik asit içeren) humik asit çeşitli dozlarda topraklara karıştırılmıştır ve humik asitlerin toprakların K fiksasyonlarını önemli miktarda artırdığı tespit edilmiştir (Baran vd., 2002).

2.3.1.2. Humik ve fulvik asitin toprak biyolojisi üzerine etkisi

Toprakta geçen biyokimyasal reaksiyonlar mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Büyük çoğunluğu heterotrof olan toprak mikroorganizmaları salgıladıkları enzimlerle organik maddenin parçası olan protein, nişasta, lignin, selüloz ve fosfat esterleri gibi kompleks bileşikler hem kendileri hem de bitkilerin kullanabileceği formlara dönüştürmektedirler (Jonasson et al., 1996).

Toprağın biyolojik faaliyetinin ölçüsü olabilecek önemli maddeler aşağıdaki gibi özetlenebilir (Çolak, 1995).

- 1) Topraktaki toplam mikro canlı sayısı ve dağılımı (Bakteriler, Aktinomisetler ve Mantarlar),
- 2) Mikrobiyal O₂ tüketimiyle ilişkili toprağın CO₂ üretimi (toprak solunumu),
- 3) Toprağın enzim aktivitesi (Endo ve ektoenzimler).

Toprak yalnız bitkilerin değil, aynı zamanda toprak mikroorganizmalarının da yaşadığı ve ürediği bir ortamdır. Mikroorganizmaların sayıları, tür ve faaliyetleri topraktaki atık organik maddelerin bileşim ve miktarına, ortam koşullarına, toprak pH 'ına, sıcaklık ve neme bağlıdır (Ünal and Rasheed 1972).

En çok mikroorganizma toprağın yüzeye yakın kısımlarında bulunurken derinlere doğru inildikçe sayıları ve buna bağlı olarak toprağın biyolojik aktivitesi hızla azalmakta, hatta 20 cm'nin altında sıfıra yaklaşmaktadır (Çolak, 1995).

Hem aerob hem de anaerob şartlarda topraktan CO₂ çıkışına "toprak solunumu" adı verilir. Toprak solunumu ritmik mevsim değişiklikleri ile iklim faktörlerinin etkisi altında olup genellikle orman topraklarında mikroorganizma sayısına paralel olarak kışın minimuma inmekte, yazın ise maksimuma çıkmaktadır. Bu CO₂'in 2/3'ü mikroorganizma faaliyeti, 1/3'e yakını bitki kök solunumuna ait iken çok az kısmının fauna solunumundan kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Özbek vd., 1993).

Toprak solunumunun şiddeti pek çok faktöre bağlı olup en önemlisi organik madde miktarıdır. Ayrıca havalanma, su miktarı, sıcaklık ve pH gibi faktörler de topraktan CO₂ çıkışını önemli ölçüde etkilemektedir. Aerob toprak flora ve faunası ile bitkilerin toprak istekleri hemen hemen aynıdır. Bu nedenle verimli toprakların biyolojik aktivitesi de yüksektir. Uygun koşullarda toprağa karışan bitki ve hayvan artıklarının tamamına yakını mesofauna ve mikroflora tarafından parçalanmakta ve genelde son ürün olarak karbondioksit, su, amonyum ile bazı katyon ve anyonlar ortama geçmektedir (Çolak, 1995; Kurzatkowski, 2004).

Vaughan et al. (1976), humik asitin etkisini farklı iki biyolojik sistemde incelemişlerdir. Humik asit uygulanan ortamlarda şeker pancarı yetiştirmişler ve aldıkları sonuca göre örneklerde invertaz enzim aktivitesinin arttığını gözlemişlerdir. Ayrıca, humik asit katılan agar ortamında yetiştirilen Actinomycelates çeşitlerinin sporlarında da artış olduğunu bulmuşlardır. Araştırmacılar, elde ettikleri sonuçların humik asitin bileşimindeki aromatik bileşiklerden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Belirli bakteriler, mantar ve birçok mikroorganizma için enerji kaynağı olarak humik maddelerin kullanımı birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Fakat yiyecek kaynağı olarak humik materyalleri kullanamayacakları belirlenmiştir (Bhardwaj and Gaur, 1971).

Visser (1985), mikroorganizma faaliyeti üzerine humik maddelerin fizyolojik etkilerini araştırmıştır. Bir kumlu toprak ve humusça zengin bir topraktan elde edilen humik maddelerin kültür ortamına 30 mg/l düzeyinde ilave ettiği zaman, mikroorganizma sayısının 200 kat arttığı ve humusça zengin topraklarda ise, bu oranın daha fazla olduğu görmüştür. Özellikle düşük molekül ağırlığındaki bazı fraksiyonların metabolizmalarında değişiklikler belirlemiştir. 50 mg/l'nin üzerindeki konsantrasyonlardaki fulvik asitler humik asitlerden daha fazla fizyolojik etkiye sahip olduğunu; humik asitlerin daha yüksek konsantrasyonlarda etkili olmadığını bulmuştur.

Palma et al. (1989), Brezilya' da şeker kamışını takiben yetiştirdikleri mısır bitkisine, 80 ton/ha üzüm bitkisi artıkları ve 250 kg/ha (5:32:30) gübre uygulamışlardır. Üzüm bitkisi artıklarının uygulamasından 110 gün ve gübre uygulamasından 90-100 gün sonra aldıkları toprak örneklerinin humik asit içeriklerinde kontrole göre artış olduğunu bildirilmişlerdir. Araştırmacılar, aktinomiset, fungus sayısı ile organik madde kapsamı ve humik asit kapsamı arasında önemli pozitif ilişkiler belirlemişlerdir.

Turgay vd. (2004), leonardit ve ham linyit materyallerinin toprağın biyolojik özelliklerine etkisini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada, farklı leonardit

materyallerinin mikrobiyal biyokütle ve toprak solunumu üzerindeki etkilerini ortaya koyabilmek için leonardit formlarını %1-2-4 ve 8 (ağırlık bazında) oranında toprağa karıştırmışlar ve laboratuvar koşullarında 90 gün süre ile inkübe etmişlerdir. İnkübasyonun 7, 30, 60 ve 90. günlerinde mikrobiyal biyokütle karbonu ve toprak solunumu ölçümlerinde yüksek dozlu leonardit uygulamaları (%4 ve %8) özellikle inkübasyon sürecinin başında düşük dozlu uygulamalara kıyasla daha yüksek biyokütle düzeyleri gösterdiğini, inkübasyonun 30. gününden itibaren mikrobiyal biyokütle bütün uygulamalarda azalma eğiliminde olduğunu belirlemişlerdir. Kömürlü leonardit uygulaması haricindeki diğer leonardit uygulamalarında toprak solunumu inkübasyon süreçleri içinde ve arasında azalan ve artan değerler göstermiş ve bu durum tüm örnekler bazında yüksek varyasyona neden olduğundan, uygulamaların toprak solunumu üzerine etkisiyle ilgili olarak istatistiki açıdan önemli sonuçlar elde edilmemiştir. Elde edilen bulgular kömürlü leonardit'in tarımsal amaçlı kullanımlar açısından daha avantajlı olabileceğini göstermiştir.

Okur vd. (2008)'nin yaptıkları araştırmada; Akdeniz iklim koşullarında organik ve konvansiyonel sistemle yetiştiricilik yapılan bağ toprakları, mikrobiyal biyokütle ve enzim aktivitesi açısından kıyaslamışlardır. İnorganik gübreler ve pestisidler sadece konvansiyonel sistemde kullanılmıştır. Toprak organik C içeriği, toprak mikrobiyal biyokütle- C'u (TMBC), proteaz, ureaz, alkalın fosfataz ve dehidrogenaz aktiviteleri konvansiyonel sisteme oranla organik sistemde önemli bir şekilde yüksek çıkmıştır. Mikrobiyal biyokütle C'nunun organik C'a oranı (C_{mik}/C_{org}) da aynı şekilde organik parsellerde yükselmiştir. Bu toprakların organik C içeriği, konvansiyonel topraklara oranla % 13-23 arasında artmıştır. Organik gübre uygulamalarından yeşil gübre ve çiftlik gübresinin beraber kullanılması, mikrobiyal biyokütle ve aktiviteyi, diğer organik uygulamalara oranla daha fazla uyarmıştır. TMBC miktarı, tüm enzim aktiviteleri ile önemli istatistiki ilişkiler vermiştir. Bu sonuçlar; bağ topraklarında organik tarım uygulamalarının toprak biyokimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilediğini ve bunun da toprak kalite ve verimliliğini artırdığını göstermektedir.

Okur vd. (2006a), piyasada organik tarıma yönelik satılan bazı organik gübrelerin, kışlık sebze bitki örtüsü altındaki toprakların mikrobiyal biyokütle ve enzim

aktivitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bir tarla denemesi şeklinde yürütülen çalışmada, 3 organik gübre (Biofarm, Leonardit ve Humik asit) ve 4 sebze bitkisi (marul, havuç, roka ve maydanoz) kullanılmıştır. Sebzelerin organik ve konvansiyonel tarım sistemine göre yetiştirildiği denemede konular Biofarm, Biofarm+Leonardit, Biofarm+Humik asit ve Konvansiyonel tarım şeklinde olmuştur. Toprağa uygulanan gübrelerin ve yetiştirilen bitki çeşidinin mikrobiyal biyokütle, dehidrogenaz, β -glukozidaz, alkalın fosfataz ve proteaz aktiviteleri üzerindeki etkisi %1 düzeyinde önemli olmuştur. Biofarm gübresinin uygulandığı tüm parsellerde mikrobiyal biyokütle ve enzim aktivitesi oldukça yükselmiştir. Biofarm uygulamaları ile mikrobiyal biyokütle miktarı konvansiyonel tarıma oranla ortalama % 77, dehidrogenaz % 175, β -glukozidaz %55, alkalın fosfataz % 44 ve proteaz % 69 oranında daha fazla saptanmıştır. Leonardit ve humik asidin mikrobiyal biyokütle ve enzim aktivitesi üzerine farklı bir etkisi ortaya çıkmamıştır.

Temeltaş (2006), ham petrol ile kirletilmiş toprağa humik asit ile mikroorganizma ilavelerinin toprağın bazı mikrobiyal aktiviteleri (mikrobiyal biyokütle karbonu-MBK), toprak solunumu- CO₂ çıkış) ve bazı toprak parametreleri (organik karbon-OC, toplam azot, pH ve kireç) üzerine etkilerinin temiz toprakla kıyaslanarak ortaya konulması amacıyla 80 günlük inkübasyon denemesi kurulmuştur. Bu çalışmanın amacı, iki çeşit biyolojik iyileştirme alternatifi olan petrol parçalayan mikroorganizma ile humik fulvik asit uygulamalarının (MO ve HFA), petrol ile kirletilmiş ve kirletilmemiş topraklarda etkilerinin kıyaslanarak ortaya konulmasıdır. Araştırma sonuçlarına göre; petrolle kirlenmiş topraklarda MBK ve CO₂ çıkış değerleri petrolle kirletilmemiş temiz topraklara göre daha yüksek bulunmuştur. Ortalama değerler göz önüne alınırsa, petrol ile kirletilmemiş temiz toprakta mikrobiyal biyokütle değerleri büyükten küçüğe doğru sırasıyla MO+HFA>HFA>MO>Kontrol olarak belirlenmiştir. Petrol ile kirlenmiş toprakların MBK ve CO₂ çıkış değerleri ise ortalama değerlere göre sırasıyla MO>MO+HFA>HFA>Kontrol olarak belirlenmiştir. Tüm zamanların ortalama değerlerine göre; her iki toprakta da en yüksek OC değerleri tek başına HFA uygulanmış topraklarda görülmüştür. Bunu sırasıyla MO+HFA ve tek başına MO uygulanmış topraklar takip etmiştir. Temiz toprak ile petrolle kirletilmiş toprağı

kıyasladığımızda en yüksek OC kontrol toprağı da dahil olmak üzere petrol ile kirletilmiş toprakta bulunmuştur. Petrolle kirletilmiş ve temiz topraklarda MBK/OC oranı $MO > MO + HFA > HFA > Kontrol$ şeklinde olmuştur. Topraklarda en fazla organik madde MO uygulamasında, en az ise HFA uygulamasında görülmüştür. Temiz toprak ile petrolle kirletilmiş toprak kıyaslandığında; en yüksek N değerleri petrol ile kirletilmiş toprakta görülmüştür. Petrol ile kirletilmiş toprakların bütün uygulamalarında C/N değerleri temiz topraklara göre biyoremediasyon işlemi için ideal oran olan 10-15:1 değerine yakın bulunmuştur. Temiz toprak ile petrol ile kirletilmiş toprak kıyaslandığında kontrol ve tek basına MO uygulanmış petrolle kirletilmiş topraklarda kireç değerleri daha yüksek bulunmuştur. Tüm zamanların ortalama değerleri ele alındığında, pH değerleri hemen hemen birbirine yakın bulunmuştur. Fakat her 3 uygulamaya kıyasla kontrol toprağının pH'sı daha yüksek bulunmuştur.

2.3.2. Endüstriyel uygulamaları

Humus ve humus içeren materyaller büyük ölçekli binalarda örneğin betonun sertleşme zamanını (priz sürati) kontrol etmek için katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Bu maddeler ayrıca derinin işlenmesinde-hazırlanmasında da kullanılır. Ağaç endüstrisi humik maddelerin kullanıldığı diğer bir alandır. Humik maddeler ağaç kaplamasını boyamak için 'doğal çivit' hazırlamada kullanılır. Bu kullanıma ek olarak humukli materyallerin suda çözünen boyaların bir bileşeni olarak ahşap mobilya için uygun etkin maddeler olduğu görülür (Kulak ve Okurgan, 2009).

Humik materyaller plastiklerin üretiminde özellikle Naylon 6 veya PVC plastikleri boyamak için boya olarak, poliüretan köpüklerin sertleştiricisi olarak veya PVC plastikler için akışkanlaştırıcı maddeler olarak kullanılmaktadır (Majakova et al., 1972).

Humik maddeler kâğıt endüstrisinde de kullanılmaktadır. Humik maddeler farklı üretim işlemlerini kapsarlar. Örneğin humik maddeler elektriğı ileten kâğıtların

üretiminde, yüksek çekim direncine sahip kâğıdın üretiminde ve kâğıdın geri dönüşümünde de kullanılır. Humik maddeler endüstride iyon değiştirici olarak, sentetik hidrokarbonların ve akaryakıtın kaynağı olarak kullanılmaktadır (Duncan et al., 1981)

Humik maddeler geçiş metallerini tutmak için, organometalik bileşikleri oluşturmada büyük kapasiteye sahiptir. Atık işleme endüstrisinde atıklardan humik maddeler üretilmektedir (Koivula and Hanninen 1999).

2.3.3. Çevresel uygulamaları

Çevre kimyasında humik maddelerin kullanılmasının sebebi, antropojenik organik kimyasalları ve diğer kirletici maddeleri sudan uzaklaştırmasıdır. Kalsiyum humata dayalı iyon değişim maddeleri demir, nikel, civa, kadmiyum ve bakır gibi ağır metallerin yok edilmesi için ve nükleer güç santrallerinden suya boşaltılan radyoaktif elementleri sudan uzaklaştırmak için uygun olduğu görülmüştür (Ghobbour et al., 2001).

Humusa dayalı filtreler atık su üretimi için geliştirilmektedir. Bu filtreleri, kromat tasfiye ocağının atık sularını temizlemede, atık su ve su sistemlerinden boya ve yağları çıkarmada, kentsel ve endüstriyel atıkları filtrelerden süzmede, atık sularda tarım ilaçlarını temizlemede ve sudan fenolü çıkarmada kullanılmasıyla büyük fayda sağlanmıştır (Verstraete et al., 1997).

Ot öldürücüler, endüstriyel fungusidler, insektisidler, yuvarlak solucan öldürücüler, dioksinler gibi bileşiklerin farklı grupları ve üstelik ostrojenik bileşikler gibi bazı eczacılıkta kullanılan ürünler çevresel endokrin maddeleri olarak belirlenir. Çevreden organik kirleticileri emme yeteneklerinden dolayı humik maddelerin su, toprak ve kanalizasyonlardan bu kirleticileri yok etmede etkili olduğu görülmüştür (Shin et al., 1999).

Pacheco et al., (2002), yaptıkları çalışmada bazı inorganik ve organik kirleticilerin sadece belirli humik asit bileşenleri ile kuvvetli bir kompleks oluşturduğunu bulmuşlardır.

Yapılan çalışmalar sonucu, fermentasyon bakterisinin humik maddeleri azalttığı görülmüştür. Bu durum toprak ve tortulardaki anaerobik (havasız yaşayan) bakterilerin autokolojisi için önemli sonuçlar elde etmektedir. Asetatın kümülatif (birikici) üretimi sırasında bu prosesin fermentasyon bakterisine enerji avantajı sağladığı görülür (Benz et al., 1998).

2.3.4. Biyomedikal uygulamaları

Ticari düzeyde üretilen humik maddeler veterinerlik ve eczacılıkta kullanılır. Brzozowski et al. (1994), Humik asitlerin etil alkolün sebep olduğu gastritin zararını önemli bir şekilde azalttığı bulmuşlardır.

Humik maddelerin anti bakteriyel ve antiviral özellikleri sayesinde yeni tıbbi uygulamalarda kullanılmaktadır (Klöcking et al., 2002). Hastane çalışmaları çocuklarda yaygın olan ağır solunum hastalıklarının fulvik asit besin takviyeleri ile hızlı şekilde iyileştirilebileceklerini göstermektedir. Birçok tıbbi çalışma humik yapıların özellikle fulvik asitlerin kanser ve kansere neden olan virüslere karşı koruyucu bir güce sahip olduğunu göstermektedir. Araştırmalar, özel humik madde terapileri kullanarak ölümcül kanser ve tümörlerin iyileştirilebileceğini ortaya koymuştur (Joone et al., 2003).

Diğer taraftan humik asitin birçok memeli hücresi için zehirleyici bir faktör olduğu kanıtlanmıştır. Fakat onun sitotoksitesinin (hücreye zehirli olma durumu) spesifik mekanizması belirsiz olarak kalmıştır. Humik asidin redoks özelliği sulu ortamlarda geniş pH aralığında demir (III)'ü demir (II)'ye indirgemek için yeterli olmakla birlikte bu süreç kısmen süperoksit çürükçüller tarafından engellenmektedir. Demirli proteinden elde edilen demirin humik asit bazlı lipid peroksidasyonunu hızlandırdığı görülmektedir. Humik asitler lipid peroksidasyonuna katkı sağladığı kadar demirli

protein deposundan demir ortaya çıkartabilir ve demiri indirgeyebilir. Bundan dolayı ortaya çıkan demirle birleşen humik asitler biyolojik sistem içerisindeki redoks dengesini bozabilir ve oksidatif strese neden olabilir. Bu olay humik asit sitotoksitesisi için en önemli mekanizmalardan biridir (Ho et al., 2003).

2.4. Mısır Bitkisinin Genel Özellikleri ve Önemi

Mısır (*Zea Mays L.*), *Poales* takımında, *Poaceae* familyasında, *Panicoideae* alt familyasından ve *Zea* cinsinden bir bitkidir (Şekil 2.1). Mısır bitkisinin ana vatanı hakkında çeşitli görüşler ileri sürülmektedir. Ancak görüşlerin çoğu bu bitkinin anayurdunun Amerika kıtası olduğu söylemektedir (Kün, 1997). Mısırın dünyaya yayılması ise bu kıtanın keşfinden sonra olmuştur. Ülkemize ise ilk olarak 1600 yılında getirildiği belirtilmektedir (Elçi vd., 1987).

Olgunlaşmış bir mısır tanesi, anatomik olarak incelendiğinde; kabuk (%6), endosperm (%81), embriyo (%12) ve sapçık (%1) kısımlarından meydana geldiği görülür. Mısır tanesinin kimyasal bileşiminde ise nişasta (%70), protein (%10), yağ (%5), şeker (%2) ve kül (%2) bulunmaktadır (Arioğlu, 2008).

Mısır genel olarak sıcak ve nemli bölgelerde yetiştirilmektedir. Çok çeşitli türü bulunduğundan yetiştirme sahası geniştir. Tek yıllık bir bitki olan, mısır bitkisinin yetiştirme süresi 70-150 gün arasında değişir. Türüne ve yetiştirilen alana göre değişmekle birlikte çimlenme devresinde 10-13, yetiştirme devresinde 10-20 °C sıcaklık ister. Sıcaklığın bu değerlerin dışında seyretmesi bitkilerin gelişimini olumsuz etkiler ve verimin düşük olmasına neden olur (Türkoğlu, 1971).

Mısır tarımının sulamasız olarak yapılabilmesi için yıllık yağışın ortalama 600-1200 mm kadar olması gerekir. Ülkemizde yıllık yağış miktarının 500-600 mm olduğu yerlerde bile bazen mısır yetiştirilmektedir. Ancak böyle alanlarda sulama yoluyla yağış açığı giderilmeye çalışılır. Ayrıca mısır bitkisinin gelişimi için yağışların aralıklı olması ve önemli bir kısmının olgunlaşma döneminde olması gerekir (Şahin, 2001).

Mısır genellikle her çeşit toprakta yetişir. Fakat su tutma kapasitesi fazla, derin, humuslu, iyi havalanabilen ve besin maddelerince zengin toprakları sever. Ayrıca mısır yetiştirilecek toprakların azot ve fosfor bakımından zengin olması beklenir. Mısır bitkisinden istenilen verimi sağlayabilmek için aynı tarlaya üst üste ekilmemesi ve özellikle azotlu gübre verilmesi gerekir. Ülkenin farklı yörelerine göre çeşitli ekim nöbetleri uygulanmaktadır (Şahin, 2001).

Mısır dünyanın ılıman ve tropik bölgelerinde yetiştirilen ve tarla bitkileri içerisinde geliştirilen en mükemmel bitkidir (Kırtok, 1998). Çok geniş koşullara adapte olmuş üretimi yapılan pek çok mısır tipleri vardır. Mısır bitkisi normal şartlar altında ilk iki ay içerisinde 2.5-3 m boyunda bir bitki meydana gelir. Bundan sonraki iki ay içinde de 600–1000 arasında tohum barındıran koçanı oluşturur. Bu yüksek verim özelliği nedeniyle, insan ve hayvan beslenmesindeki önemi ve makineli tarımı en fazla yapılan bitkilerden biridir (Akdemir vd., 1997).

Türkiye’de mısır ekimi genellikle nisan-mayıs aylarında başlar, bölgelere göre mısırın olgunlaşma süresi değiştiğinden ağustostan kasıma kadar da hasadı yapılır. Mısır ekim sahasının sınırını su ve sıcaklık çizer. Toprak ise bu bitkinin yetiştirilme alanının sınırlandırılmasında çok önemli değildir. Çünkü Türkiye topraklarının hemen hepsi bu bitkinin yetiştirilmesine elverişlidir (Gökçora, 1956).

Mısır bitkisi, yetişme dönemi içerisinde topraktan fazla miktarda bitki besin elementi kaldırmaktadır ve gübreleme yapılmadığı takdirde, toprağı fakirleştirdiği, dolayısıyla da toprağı yorduğu bilinir. Ancak günümüz koşullarında mısır bitkisinin gereksinim duyduğu bitki besin maddeleri gübreleme ile verildiği için, böyle bir sorun ortaya çıkmamaktadır. Diğer taraftan, mısır bitkisinin oldukça gelişmiş bir kök sistemi ve sap kısmı bulunmaktadır. Köklerin tamamı ile sapların bir kısmı, hasat sonrası toprakta kaldığı için, toprağın organik maddesini artırmaktadır (Arıoğlu, 2008).

Azot, mısır bitkisinin tüm yaşam dönemi süresince kullandığı bir besin elementidir. Azotlu gübre gereksinimi büyüme periyodu başlarında pek fazla değilken, ekimin

üçüncü haftasında birden artar ve püskül oluşumunun 10 gün öncesinden başlayarak 25-30 gün sonrasına kadar en yüksek düzeye ulaşır. Mısır bitkisi havadaki azotu hiç kullanamaz. Toprağa verilen azotun yarısının mısır bitkisi tarafından kullanılabilmesi, geriye kalan kısmının ise çeşitli şekillerde kaybolması nedeniyle azot gübrelemesi gübreleme programının en güç kısmını oluşturur (Güneş, 2007).

Mısır bitkisi, azot noksanlığına karşı duyarlı olan bitkilerden biridir. Azot eksikliğinde mısır bitkisinde gelişme gerilmekte, gövde bodurlaşmakta ve yapraklar normal büyüklüklerine ulaşamamaktadır (Kacar ve Katkat, 1998). Genel olarak azot eksikliğinde ortaya çıkan belirtilerle benzerlik gösteren fosfor eksikliğinde de bitki gelişimi etkilenmekte ve bitkilerde yaprak gelişimi ve yaprak yüzey alanı önemli derecede azalmaktadır (Lynch et al., 1991). Makro besin elementlerinden potasyum mısırın gelişimi üzerinde etkili olmakla birlikte potasyum eksikliğinde daha çok kök gelişimi olumsuz etkilenmektedir. Bitki gelişimi açısından azot, fosfor ve potasyum kadar büyük bir öneme sahip olmamakla birlikte eksikliği halinde bazı sorunlara yol açan çinko eksikliği gerek insan gerek hayvan ve gerekse bitki sağlığı açısından son derece önemlidir. Tahıl türleri arasında çinko eksikliğine dayanıklılık bakımından önemli farklılıklar olduğu gibi aynı türün çeşitleri arasında da büyük varyasyonlar görülmektedir. Çinko eksikliğinde bitki gelişiminde ortaya çıkan gerilemeler onun çinko eksikliğine dayanıklılığı ile ilişkilidir (Çakmak vd., 1997).

Mısır bitkisinden iki şekilde yararlanılır. Bunlar tanesi ve otsu gövdesidir. Mısırın taneleri insan beslenmesinde doğrudan kullanıldığı gibi (ekmek yapımı ve çerezlik olarak); yemeklik sıvı yağ, nişasta, glikoz ve yem sanayinde de değerlendirilir. Otsu gövdesi ise hayvan yemi olarak kullanılır (Şahin, 2001). Diğer birçok yemlere göre daha fazla hazım olabilir enerji ihtiva etmekte ve bu nedenle dünyanın bir çok yerinde sığırların ve koyunların beslenmesinde, özellikle süt sığırlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Akdemir vd., 1997). Dünya mısır üretiminin; yaklaşık %60'ı hayvan yemi olarak, %40'ı ise gıda ve diğer sanayi kollarında, kullanılmaktadır (Arioğlu, 2008). 100 kg mısırdan 77 kg nişasta, 2 kg şeker, 9 kg protein, 5 kg yağ ve 7 kg da diğer maddeler elde edilebilir (Kanburoğlu ve Öğretir, 1980). Diğer birçok yemlere göre daha fazla hazım olabilir enerji ihtiva etmekte ve

bu nedenle dünyanın bir çok yerinde sığırların ve koyunların beslenmesinde, özellikle süt sığırlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Akdemir vd., 1997).

2.5. Ülkemizde ve Dünyada Mısır Üretimi

Mısır bitkisinin ülkemize gelişiyle ilgili, kesin bir tarih bildirilmemekle beraber, 16. yy' da, Kuzey Afrika yoluyla, Mısır ve Suriye üzerinden ülkemize girdiği bildirilmektedir. Ülkemizde, mısır üretimi, 1950'li yıllarda, ağırlıklı olarak Karadeniz ve Marmara bölgelerinde yapılırken, 1980'li yıllardan sonra Akdeniz ve Ege bölgelerinde de yetiştirilmeye başlanmıştır. Son yıllarda ise Güney Doğu Anadolu bölgesinde mısır üretiminde önemli miktarda artışlar kaydedilmiştir. Bunun da nedeni, devletin mısır üretimini teşvik etmesi, üreticilerin modern mısır üretim tekniklerini uygulamaya koyması, hibrit tohum kullanımını yaygınlaştırılması, mısır üretiminin sulanan alanlara kaydırılması ve belli düzeylerde gübre kullanımının sağlanmasıdır. Özellikle, Çukurova bölgesinde mısır üretiminin yaygınlaştırılması ile birlikte, Türkiye mısır üretiminde gözle görülür bir artış olmuştur. Mısır üretimi 2006 yılında 3.8 milyon tona ulaşmıştır. (Arioğlu, 2008).

Mısır, ülkemizde tahıllar içerisinde ekim alanı ve üretim bakımından buğday ve arpadan sonra üçüncü sırayı almaktadır. 2002 yılı istatistiklerine göre 500.000 hektar alanda 2.100.000 ton mısır üretilmekte olup, dekara 422 kg. dane verimi ile tahıllar içerisinde birim alanda en yüksek dane verimi sağlayan cins özelliğini taşımaktadır (Anonim 2003). Mısır bitkisinin geniş adaptasyon kabiliyeti ve yüksek verim potansiyeli sebebiyle hemen her bölgemizde tarımı yapılmaktadır. Karadeniz, Akdeniz, Marmara ve Ege kıyı bölgeleri Türkiye mısır ekilişi ve üretiminde yaklaşık %85'lik bir paya sahiptir. Bu kıyı bölgeleri dışında kalan bölgelerde mısır ziraatı, genel tarla ziraatı içerisinde önemli bir paya sahip olamamıştır. (Ayrancı ve Sade, 2004).

Ülkemizde mısır üretiminin %50'ye yakın kısmı, ikinci ürün olarak üretilmektedir. Buğday ve arpa hasadından sonra bos bırakılan alanlar, mısır ve benzeri ürünler

ekilmek suretiyle değerlendirilmekte ve ülke ekonomisine fazladan katkı sağlanmaktadır (Arnoğlu, 2008).

Türkiye’de; 1996 yılından başlamak üzere, 2006 yılına kadar geçen on yıllık dönem içerisinde, mısır üretimiyle ilgili değerler Çizelge 2.4’de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Son on yıllık dönemde Türkiye mısır üretiminin durumu (DİE, 2007)

Yıllar	Ekim alanı (1000 Ha)	Üretim miktarı (1000 Ton)	Verim (Kg/da)
1997	545	2080	482
1998	550	2300	418
1999	525	2097	436
2000	553	2300	416
2001	550	2200	400
2002	500	2100	420
2003	560	2800	500
2004	545	3000	550
2005	600	4200	700
2006	536	3811	711

Dünya mısır üretimi 2002/2003 pazarlama yılında 600 milyon ton iken, 2006/2007’ de yaklaşık 700 milyon tona yükselmiştir. Üretim miktarının 2007/2008 yılında ise yaklaşık 767 milyon ton olacağı tahmin edilmektedir (Çizelge 2.5.). Üretimde son yıllarda görülen bu artıştaki en önemli faktörler; ABD’de biyo-yakıt amaçlı etanol üretiminde görülen artış ile Afrika ve G. Amerika’da iklim koşullarına bağlı olarak mısır üretiminin önemli derecede artmasıdır (Taşdan, 2007).

Üretimin ülkelere göre dağılımı incelendiğinde ise ABD’nin % 38 ile büyük paya sahip ülke olduğu görülmektedir. ABD’nin ardından sırası ile Çin (%21) ve AB (%8) gelmektedir. Brezilya ve Arjantin ise mısır üreticisi ülkeler içerisinde farklı bir konumdadır. Brezilya genetiği değiştirilmemiş mısır piyasasında önemli bir yere

sahip iken, Arjantin ise küçük iç piyasası nedeni ile ihracata yönelik üretim yapmaktadır. Diğer yandan, her iki ülke de coğrafi konumlarından dolayı kuzey yarımkürede üretimin olmadığı dönem açısından oldukça önemli bir pazar avantajına sahiptir (Taşdan, 2007).

Çizelge 2.5. Çeşitli ülkelerde mısır üretiminin durumu (USDA, 2007)

Ülkeler	2002/2003		2006/2007		2007/2008	
	milyon ton	%	milyon ton	%	milyon ton	%
ABD	227,8	37,8	267,6	38,4	316,5	41,3
Çin	143,0	23,7	143,0	20,5	146,0	19,0
AB	57,7	9,6	55,2	7,9	55,4	7,2
Brezilya	44,5	7,4	49,5	7,1	50,0	6,5
Diğer	130,0	21,6	182,4	26,1	198,6	25,9
Toplam	603,0	100,0	697,7	100,0	766,5	100,0

Dünya ortalama mısır verimi 4,7 ton/ha (2006/2007 PY) civarındadır. Ancak, bu rakam ülkeler arasında önemli derecede farklılık göstermektedir. Örneğin, Meksika'da 3,0 ton/ha olan ortalama mısır verimi, Arjantin'de 7,0 ABD'de ise 9,5 ton/ha'dır (TMO, 2007).

Türkiye'nin, Karadeniz, Marmara ve Ege Bölgesinin kıyı kesimlerinin ekolojik koşulları en az ABD'deki kadar uygundur. Ancak Türkiye'de mısır verimi yüksek değildir. Bunun en önemli sebebi hemen her ilimizde mısırın yetiştirilmesi, verim potansiyeli düşük türlerin yetiştirilmesi ve yabancı tozlanma sonucu eldeki çeşitlerin verim potansiyellerinin daha da düşmesidir. Böylece Türkiye'de mısırdan yüksek verim alınabilmesi için ekimin Karadeniz, Marmara ve Ege Bölgesinin kıyı bölümünde yapılması, sulama sorunlarının çözümlendiği yerlerde ve yetiştirme tekniğinin tam uygulanması ve uygun tür ve uygun tohumlukların kullanılması gerekir (Şahin, 2001).

2.6. Türkiye’de Bölgesel Olarak Toprak Özellikleri

Türkiye genelinde yapılan bir araştırmada; kumlu bünyeli toprakların %53.25’ inde demir noksanlığı, killi tınlı ve killi bünyedeki toprakların ise sırasıyla %52.00 ve %51.97’sinde çinko noksanlığı görülmüştür. pH’nın 7-8 arasında değiştiği topraklarda %31 oranında demir eksikliği sorunu belirlenmiştir. Aynı şekilde yüksek pH’dan etkilenen bir diğer element ise çinkodur. pH’ nın 8’den yüksek olduğu topraklarda çinko eksikliği %68.89’dur. Kireç kapsamı %25’den fazla olan topraklarda %45.51, organik madde miktarının ise %1’in altında olan topraklarda %37.22 oranında demir eksikliği görülürken; toprakların kireç kapsamı ile yarayışlı çinko arasında bir ilişki belirlenmemiştir. Organik madde içeriği %1’den az olan toprakların %66.25’inde çinko eksikliği belirlenmiştir. Türkiye topraklarında bakır eksikliği sorunu bulunmamaktadır. Sadece %0.70’inde mangan eksikliği tespit edilmiştir (Eyüboğlu vd. 1998). Topraklarda yüksek tuz içeriğinin ise bitki gelişimini önemli ölçüde azalttığı ve bitkide potasyum ve toplam azot miktarını düşürdüğü belirlenmiştir (Güneş vd., 1996).

Kızılgöz vd. (1998), Harran Ovası yaygın toprak serilerinde DTPA ile ekstrakte edilebilir mikro element içeriklerini ve bazı toprak özellikleriyle ilişkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada 0-20 cm toprak derinliğinde ortalama mikro element içeriklerinin 18.66 ppm Fe, 28.39 ppm Mn, 4.01 ppm Cu ve 0.80 ppm Zn düzeyinde olduğunu belirlemişlerdir.

Atalay (1987), Ege bölgesinde önemli bir tarım potansiyeline sahip Gediz Havzasının kollüviyal topraklarının 24 ayrı noktasındaki 0-25 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde, besin elementlerinin yeterlilik durumunu değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, toprakların %71’inin azotça orta, % 29’unun ise iyi durumda; alınabilir fosfor yönünden % 38’inin yetersiz, % 62’sinin yeterli; değişebilir potasyum bakımından % 33’ünün yetersiz, %67’sinin iyi durumda olduğunu bildirirken; toprak örneklerinin pH değerleri ile alınabilir P, Fe ve Mn içerikleri arasında önemli negatif ilişkiler belirlemiştir.

Türkiye topraklarının %75.6'sının, Akdeniz bölgesi topraklarının da %75.1'inin organik madde içeriği yetersizdir ($< \% 2$) (Pılanalı, 2001). Bursa İlinde değişik ürünlerin yetiştirildiği alanlarda, toprak verimlilik özelliklerini belirlemek amacı ile yapılan çalışmada Başar (2001), toplam 1018 adet toprak örneği üzerinde çalışmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, toprakların % 56.49'unun organik madde, % 21.81'inin alınabilir P ve % 21.82'sinin alınabilir K içeriklerinin düşük ve çok düşük düzeylerde olduğu bildirilmiştir.

Zengin vd. (2003), Konya İline bağlı Beyşehir İlçesi tarım topraklarının verimlilik durumlarını belirlemek amacı ile yaptıkları çalışmada, toplam 48 toprak örneği ve 24 adet bitki yaprak örnekleri almışlardır. Çalışma sonucunda toprakların N, P, K, Fe, Cu, Mn ve Zn ortalama değerlerinin sırasıyla 104.73, 24.48, 502.9, 15.62, 5.84, 2.74 ve 2.62 ppm olduğunu bildirmişlerdir.

Van İli çevresi tarım topraklarında bazı makro ve mikro besin element içeriklerini belirlemek ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkilerini saptayarak, verimlilik durumlarını belirlemek amacı ile bir çalışma yapılmıştır. Bu amaçla, buğday tarımı yapılan alanlardan yöreyi temsil edecek şekilde 0-20 ve 20-40 cm olmak üzere iki farklı derinlikten 26 noktadan toplam 52 toprak örneği alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, toprakların % azot içerikleri 0.35-1.96 ile alınabilir fosfor, 3.3-20.0 ppm; değişebilir potasyum, 82-1314 ppm; alınabilir Cu, 0.32-4.60 ppm; Fe, 2.54-23.0 ppm; Mn, 1.80-14.70 ppm ve Zn, 0.13-1.26 ppm arasında bulunmuştur. Toprakların %11.5'i azotça fakir, %36.5'i orta, % 46.0'sı iyi, % 6'sı zengin durumdadır. Toprakların %30.8'i fosfor içeriği çok az, %50.0'ı az, %19.2'sinde orta düzeyde fosfor bulunmuştur. Heybeli köyü toprak örnekleri hariç tüm toprak örneklerinin değişebilir potasyum içerikleri bakımından yeter ve çok yüksek düzeyde oldukları saptanmıştır. Toprakların büyük bir çoğunluğunda fosfor ve alınabilir çinko açısından noksanlık gözlenirken, alınabilir bakır, demir ve mangan açısından herhangi bir noksanlık bulunmamaktadır. Toprakların toplam azot ile kum içerikleri, alınabilir fosfor ile pH ve kireç içerikleri, değişebilir potasyum ile kum içerikleri, alınabilir bakır ile kum içerikleri ve alınabilir demir ile kum ve pH değerleri arasında negatif önemli ilişkiler belirlenmiştir. Toprakların toplam azot ile kil, silt, KDK ve

organik madde erikleri, alınabilir fosfor ile organik madde erikleri, değişebilir potasyum ile kil, silt, KDK ve organik madde erikleri, alınabilir bakır ile kil, silt, KDK ve organik madde erikleri, arasında pozitif önemli ilişkiler saptanmıştır (imrin ve Boysan, 2006).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Deneme, Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarında bulunan iklimlendirme kabininde 28 °C sıcaklıkta ve 112 tane saksıda gerçekleştirilmiştir. İklimlendirme kabini mısır bitkisinin istek duyduğu ışık miktarına göre ışıklandırılması yapılmış ve fan sistemi ile havalandırması gerçekleştirilmiştir. Deneme 7 farklı bölgeden, Eskişehir, Antalya, Samsun, Denizli, Urfa, Kütahya ve Konya illerinden alınan topraklar üzerine kurulmuştur. Denemede mısır çeşidi olarak Isodoro mısır çeşidine ait F1 tohumları kullanılmıştır.

3.1.1. Denemede kullanılan toprakların genel özellikleri

Farklı bölgelerden alınan toprakların temel özellikleri belirlenmiş ve elde edilen değerler Çizelge 3.1, Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme topraklarının bünyeleri

Bölgeler	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye sınıfı
Denizli	54	23	23	CL
Konya	53	24	34	CL
Urfa	53	25	43	C
Samsun	58	14	29	SCL
Kütahya	24	13	23	C
Eskişehir	32	14	32	C
Antalya	45	24	12	C

Çizelge 3.2. Deneme topraklarının bazı kimyasal özellikleri

Bölgeler	Organik Madde (%)	Kireç (%)	pH (1:1 H₂O)	Tuz (%)
Denizli	1.64	34.35	8.3	0.364
Konya	0.54	22.84	8.3	0.164
Urfa	1.56	41.27	8.5	0.613
Samsun	1.27	8.32	7.4	0.091
Kütahya	1.29	28.50	8.1	0.298
Eskişehir	0.88	27.36	8.1	0.307
Antalya	2.46	22.33	7.9	0.104

Çizelge 3.3. Deneme topraklarının besin elementi kapsamı

Bölgeler	Nmin(kg/da)		P (mg/kg)	K (mg/kg)	Mikro elementler (mg/kg)			
	NO₃⁻-N	NH₄⁺-N			Fe	Zn	Mn	Cu
Denizli	2.3	2.5	84	88	4.48	3.01	6.50	1.60
Konya	3.0	2.5	80	65	3.10	3.01	4.20	1.14
Urfa	3.6	3.0	84	68	5.60	3.01	4.47	1.07
Samsun	2.6	3.0	85	69	3.89	3.47	4.35	1.33
Kütahya	1.1	2.9	73	84	4.71	3.20	6.79	1.25
Eskişehir	1.3	2.6	77	71	5.30	3.40	5.48	1.95
Antalya	5.3	2.9	68	78	4.00	3.70	7.5	1.04

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Deneme Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarındaki iklim kabininde yürütülmüştür. Denemede, her bir saksıda 1500 g fırın kurusu toprak olacak şekilde taze toprak 112 saksıya tartılarak konulmuştur. Saksılarda 0, 500, 1000 ve 2000 ppm humik+fulvik asit olacak şekilde leonarditten ekstrakte edilmiş HFA uygulanmış ve toprak ile HFA homojen olacak şekilde

karıştırılmıştır. Hazırlanan saksılara tohumlar ekilmiş, düzenli olarak bakım ve sulama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Denemede kullanılan HFA, leonarditin alkali çözeltiyle ekstraksiyonu sonucu çözünmeyen (humin) ve çözünen (humik asit + fulvik asit) kısımlarının birbirinden ayrılmasıyla yapılmıştır. Elde edilen HFA %20' lik'tir.



Şekil 3.1. Leonarditten humik ve fulvik asit elde edilmesi (Anonymous 2009)

Bütün toprak gruplarına deneme kurulurken temel gübreleme yapılmıştır. Gübre kaynağı olarak NH_4 , NO_3 , TSP, K_2SO_4 ve DAP kullanılmıştır. Saksı başına 300 ppm N, 200 ppm P, 200 ppm K uygulanmıştır.

Denemede toprağa kontrol dışında 3 farklı Humik+Fulvik Asit dozu uygulanmış ve 4 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Denemede yapılan analizler

Denemede toprakların biyolojik aktivitelerini öğrenmek amacıyla CO₂ üretimi, dehidrogenaz enzim aktivitesi, mikrobiyel biyomass karbonu ve mikroorganizma sayımı konulu analizler yapılmıştır. Analizlere ilişkin yöntem ve kaynakları aşağıda belirtilmiştir.

CO₂ üretimi

Toprak solunumunun belirlenmesi Isermayer (1952)'e göre CO₂ üretimi ölçümü yapılarak bulunmuştur. Yöntemin esası oluşan CO₂'in ortamdaki baryumhidroksit tarafından absorpsiyonu sonucu nötralize edilmesi ve geriye kalan baryumhidroksitin HCl ile titrasyonu sonucu belirlenmesine dayanır.

Dehidrogenaz enzimi aktivitesi

Aktif toprak biyolojik aktivitesini saptamada kullanılan Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi, TTC'nin TPF'ye dönüşmesi esasına göre (Beyer et al., 1993) belirlenmiştir. Örnekler Spektrofometre'de okunmuştur.

Mikrobiyel biyomas karbonu

Mikrobiyel biyomas karbonu fumigasyon-ekstraksiyon yöntemiyle belirlenmiştir (Öhlinger, 1993). Örnekler Spektrofotometre' de okunmuştur.

Mikroorganizma sayımı

Toprakta mikroorganizma sayımı Koch-Agar yöntemiyle; bakteri, mantar, aktinomiset kolonilerinin sayılması ile yapılmıştır.

3.2.3. İstatistiki değerlendirme

Araştırmada elde edilen veriler MSTAT-C paket programı yardımıyla (Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University, Version 1.2) varyans analizine

tabii tutulmuş, Bek (1983)'e göre Duncan testi uygulanarak gruplandırılmıştır. Varyans analizleri tesadüf parselleri deneme deseni modeli kullanılarak hazırlanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırmada yer alan uygulamaların, CO₂ üretimi, dehidrogenaz enzimi aktivitesi (DHA) aktivitesi, mikrobiyel biyomas karbonu ile bakteri, mantar ve aktinomiset sayılarına etkileri aşağıda, ilgili alt başlıklar altında verilmiştir.

4.1. CO₂ Üretimi

Farklı bölge topraklarına uygulanan humik+fulvik asit (HFA) dozlarının mısır vejetasyonu altında toprağın karbondioksit üretimine etkisine ilişkin veriler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı bölge topraklarına uygulanan humik+fulvik asit dozlarının toprağın CO₂ üretimine etkisi (µg CO₂-C / gkt. 24 h)

Bölgeler	Dozlar				Ortalama
	0	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	
Denizli	261 e-i ¹⁾	342 a-c	372 a	331 a-e	326 A ³⁾
Konya	88 m	168 j-l	255 f-i	147 k-m	165 D
Urfa	255 f-i	266 d-i	326 a-f	132 lm	245 C
Samsun	228 h-j	284 c-h	221 h-j	374 a	277 B
Kütahya	221 h-j	317 a-f	310 a-g	358 ab	301 AB
Eskişehir	222 h-j	243 g-i	206 i-k	290 b-h	240 C
Antalya	284 b-h	336 a-d	292 b-h	293 b-h	301 AB
Ortalama	223 B ²⁾	279 A	283 A	275 A	

¹⁾ Farklı küçük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

²⁾ Bu satırdaki farklı büyük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

³⁾ Bu sütundaki farklı büyük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

Ortalama değerler itibariyle toprakların CO₂ üretimi değerleri incelendiğinde HFA uygulaması yapılmayan topraklarda CO₂ üretiminin HFA uygulanan topraklara göre daha düşük olduğu görülmüştür. HFA uygulamaları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır. Bölgeler CO₂ üretimi yönünden karşılaştırıldığında ise en yüksek CO₂ üretiminin Denizli toprağında (326 µg CO₂-C/gkt.24 h), en düşük üretimin ise Konya toprağında (165 µg CO₂-C/gkt.24 h) olduğu, en yüksek ile en düşük CO₂ üretimi değerleri arasında 2 kat kadar farklılık bulunduğu görülmüştür. Çizelge 4.1’de yer alan sonuçlara göre en düşük CO₂ üretim değerinin (88 µg CO₂-

C/gkt.24 h) HFA uygulanmayan Konya toprağında, en yüksek CO₂ üretim değerinin (374 µg CO₂-C/gkt.24 h) ise 2000 ppm dozu uygulanan Samsun toprağında olduğu belirlenmiştir.

4.2. DHA Aktivitesi

Uygulamaların toprağın dehidrogenaz enzimi aktivitesine (DHA) etkisine ilişkin değerler Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı bölge topraklarına uygulanan humik+fulvik asit dozlarının toprağın DHA’ ne etkisi (µg TPF/10g t. 24h)

Bölgeler	Dozlar				Ortalama
	0	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	
Denizli	163 f-k ¹⁾	179 f-j	137 g-m	208 fg	172 D ³⁾
Konya	35 m	94 i-m	70 k-m	57 l-m	64 E
Urfa	184 f-i	197 f-h	213 fg	142 g-l	184 D
Samsun	456 D	458 d	355 e	373 de	411 B
Kütahya	96 h-m	80 g-m	77 j-m	87 i-m	85 E
Eskişehir	204 Fg	257 f	240 fg	224 fg	231 C
Antalya	1013 B	914 c	1183 a	846 c	989 A
Ortalama	307 AB ²⁾	311 AB	325 A	277 B	

¹⁾ Farklı küçük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

²⁾ Bu satırdaki farklı büyük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

³⁾ Bu sütundaki farklı büyük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

HFA dozları yönünden DHA sonuçları incelendiğinde, ortalamalardaki en düşük değer (276.7 µg TPF/10gkt.24h) en yüksek doz olan 2000 ppm uygulanan topraklardan elde edildiği görülmüştür. En yüksek değer ise (324.8 µg TPF/10gkt.24h) 1000 ppm HFA uygulamasında bulunmuştur. HFA uygulaması 1000 ppm’den 2000 ppm’e artınca ortalama değerler itibariyle DHA azalmıştır. Bölgeler, ortalama DHA yönünden karşılaştırıldığında, en yüksek değer (989.1 µg TPF/10gkt.24h) Antalya toprağından, en düşük değer ise Konya (64.0 µg TPF/10gkt.24h) ve Kütahya 85.4 µg TPF/10gkt.24h) topraklarından elde edildiği görülmüştür. Çalışmada en düşük DHA değeri (35 µg TPF/10gkt.24h) HFA

uygulanmayan Konya toprağında belirlenirken, en yüksek değer (1182.7 µg TPF/10gkt.24h) 1000 ppm HFA uygulanan Antalya toprağında belirlenmiştir.

4.3. Mikrobiyel Biyomas Karbonu

Toprak canlılarının miktarını belirlemeye yönelik olarak yapılan mikrobiyel biyomas karbonu analizi sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı bölge topraklarına uygulanan humik+fulvik asit dozlarının toprağın MBC’una etkisi (µg C/gkt.24h)

Bölgeler	Dozlar				Ortalama
	0	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	
Denizli	198,3 ab ¹⁾	122,6 b-e	176,7 a-c	108,2 c-f	151,4 B ³⁾
Konya	25,2 fg	86,5 d-g	97,3 c-g	137,0 b-d	86,5 CD
Urfa	43,3 e-g	54,1 d-g	108,2 c-f	68,5 d-g	68,5 D
Samsun	230,8 a	238,0 a	248,8 a	245,2 ab	240,7 A
Kütahya	82,9 d-g	39,7 e-g	21,6 g	39,7 e-g	46,0 D
Eskişehir	104,6 c-g	22,4 g	115,4 c-e	113,7 c-e	89,0 CD
Antalya	93,7 c-g	111,8 c-e	194,7 ab	122,6 b-e	130,7 BC
Ortalama	111,3 AB ²⁾	96,4 B	137,5 A	119,3 AB	

¹⁾ Farklı küçük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

²⁾ Bu satırdaki farklı büyük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

³⁾ Bu sütundaki farklı büyük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

Araştırmada yer alan uygulama dozlarının ortalama sonuçlarına etkileri önemli farklılıklara neden olmuştur. Bununla beraber tesbit edilen bu farklılıklar istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (p<0,05). Sonuçlara göre, en düşük MBC değeri 96,4 µg C/gkt.24h olarak 500 ppm HFA dozunda, en yüksek değer ise 137,5 µg C/gkt.24h olarak 1000 ppm HFA dozunda belirlenmiştir.

Uygulamaların, bölgeler itibariyle ortalama değerlere yansımaları incelendiğinde, en yüksek değer (240,7 µg C/gkt.24h) Samsun’dan alınan toprak örneklerinde olduğu, en düşük değerlerin (46,0-68,5 µg C/gkt.24h) ise Kütahya ve Urfa topraklarında olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.3’te belirlenmiş tüm değerler incelendiğinde en düşük MBC değeri (25,2 µg C/gkt.24h) HFA uygulanmamış Konya toprağında, en

yüksek değer (248,8 µg C/gkt.24h) ise 1000 ppm HFA uygulanmış Samsun toprağında bulunmuştur.

4.4. Mantar, Bakteri ve Aktinomiset Sayıları

Uygulamaların toprağın mantar, bakteri ve aktinomiset sayılarına etkisi sırasıyla Çizelge 4.4, Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı bölge topraklarına uygulanan humik+fulvik asit dozlarının topraktaki mantar sayısına etkisi (adet/gkt)

Bölgeler	Dozlar				Ortalama
	0	500 ppm	1000 ppm	2000ppm	
Denizli	9,00e+04 i ¹⁾	1,30e+05 d	1,03e+05 fg	1,17e+05 e	1,10E+05 C ³⁾
Konya	8,00e+04 j	4,73e+04 m	1,30e+05 d	6,00e+04 l	7,93E+04 F
Urfa	7,67e+04 j	9,33e+04 h-i	6,97e+04 k	1,20e+05 e	8,99E+04 D
Samsun	1,30e+05 d	1,40e+05 c	1,43e+05 bc	1,19e+05 e	1,33E+05 B
Kütahya	2,23e+05 a	1,33e+05 d	1,33e+05 d	1,47e+05 b	1,59E+05 A
Eskişehir	9,33e+04 h-i	9,73e+04 g-h	4,47e+04 m	1,05e+05 f	8,50E+04 E
Antalya	1,07e+05 f	6,20e+04 l	3,33e+04 n	2,97e+04 n	5,79E+04 G
Ortalama	1,14E+05 A ²⁾	1,00E+05 B	9,40E+04 C	9,95E+04 B	

¹⁾ Farklı küçük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

²⁾ Bu satırdaki farklı büyük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

³⁾ Bu sütundaki farklı büyük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

Uygulanan HFA dozlarının mantar sayım sonuçlarına etkileri incelendiğinde, en yüksek değer HFA uygulanmayan topraklarda (1,14E+05) en düşük değer (9,40E+04) ise 1000 ppm HFA uygulanan dozdan elde edildiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre, uygulanan HFA dozlarının mantar sayısını önemli ölçüde azalttığı tesbit edilmiştir (p<0,05). Uygulamaların bölgeler arasındaki mantar sayım sonuçlarına etkileri önemli farklılıklara neden olmuştur. Bölgesel açıdan ortalamalara incelendiğinde en yüksek mantar sayısı değerinin (1,59E+05) Kütahya topraklarında, en düşük mantar sayısı değerlerinin (5,79E+04) ise Antalya topraklarında olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda bulunan değerler arasında en yüksek mantar sayısı değeri (2,23e+05) HFA uygulanmamış Kütahya toprağından elde edilirken, en

düşük değer ise (2,97e+04) 2000 ppm HFA uygulanmış Antalya toprağında bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Farklı bölge topraklarına uygulanan humik+fulvik asit dozlarının topraktaki bakteri sayısına etkisi (adet/gkt)

Bölgeler	Dozlar				Ortalama
	0	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	
Denizli	1,74e+05 ^[1]	2,36e+06 s	4,03e+05 x	3,72e+06 o	1,66E+06 F ³⁾
Konya	1,66e+06 u	2,47e+06 r	3,97e+06 n	1,51e+06 v	2,40E+06 E
Urfa	5,67e+06 f	4,97e+06 h	6,50e+06 e	4,50e+06 k	5,41E+06 C
Samsun	3,69e+06 p	9,17e+06 b	9,50e+06 a	3,99e+06 m	6,59E+06 A
Kütahya	4,60e+06 j	5,13e+06 g	6,93e+06 d	8,50e+06 c	6,29E+06 B
Eskişehir	2,54e+06 q	4,51e+06 k	4,37e+06 l	4,84e+06 i	4,06E+06 D
Antalya	3,63e+05 y	4,37e+05 w	3,07e+05 z	1,85e+06 t	7,40E+05 G
Ortalama	2,67E+06 D ²⁾	4,15E+06 B	4,57E+06 A	4,13E+06 C	

¹⁾ Farklı küçük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

²⁾ Bu satırdaki farklı büyük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

³⁾ Bu sütundaki farklı büyük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

Bakteri sayıları yönünden dozlara ilişkin ortalama değerler incelendiğinde en yüksek bakteri sayısının (4,57E+06) 1000 ppm HFA uygulanan topraklarda, en düşük değer (2,67E+06) ise HFA uygulanmayan topraklardan elde edildiği görülmüştür. Bölgeler itibariyle ortalama değerler incelendiğinde, en yüksek bakteri sayısı (6,59E+06) Samsun toprağında, en düşük bakteri sayısının (1,66E+06) ise Denizli toprağında belirlenmiştir. Elde edilen tüm veriler doğrultusunda en düşük değer HFA uygulanmamış Denizli toprağından, en yüksek değer ise 1000 ppm HFA uygulanmış Samsun toprağından elde edilmiştir.

Çalışmada belirlenen aktinomiset sayıları incelendiğinde, ortalama değerler itibariyle en düşük aktinomiset sayısı (4,37E+06) 2000 ppm HFA uygulanan topraktan, en yüksek sayım (6,56E+06) ise 1000 ppm HFA uygulanan topraktan elde edildiği görülmüştür. Bölge ortalamalarında ise en yüksek değer (1,28E+07) Samsun toprağında, en düşük değer (1,61E+06) ise Urfa toprağında olduğu gözlenmiştir. Çalışmada en yüksek ve en düşük aktinomiset değerleri sırasıyla 2000 ppm HFA

dozu uygulanan Samsun toprağından ve 2000 ppm HFA uygulanan Antalya toprağından elde edilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı bölge topraklarına uygulanan humik+fulvik asit dozlarının topraktaki aktimoniset sayısına etkisi (adet/gkt)

Bölgeler	Dozlar				Ortalama
	0	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	
Denizli	2,83e+06 q ¹⁾	3,83e+06 p	6,47e+06 i	4,27e+06 m	4,35E+06 E ³⁾
Konya	4,28e+06 l	6,90e+05 z	1,18e+06 w	2,37e+06 s	2,13E+06 F
Urfa	1,07e+06 x	1,67e+06 u	1,49e+06 v	2,22e+06 t	1,61E+06 G
Samsun	1,43e+07 b	1,06e+07 d	1,00e+07 e	1,60e+07 a	1,28E+07 A
Kütahya	2,60e+06 r	1,43e+07 b	8,40e+06 g	9,73e+05 y	6,58E+06 B
Eskişehir	3,90e+06 o	4,23e+06 n	1,09e+07 c	4,33e+06 k	5,85E+06 C
Antalya	9,40e+06 f	4,60e+06 j	7,40e+06 h	4,57e+05 [	5,46E+06 D
Ortalama	5,49E+06 C ²⁾	5,71E+06 B	6,56E+06 A	4,37E+06 D	

¹⁾ Farklı küçük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

²⁾ Bu satırdaki farklı büyük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

³⁾ Bu sütundaki farklı büyük harflerle gösterilen değerler p<0.05 önem düzeyinde farklıdır.

4.5. Bölge Topraklarının Mısır Vejetasyonu Altındaki Doğal Biyolojik Aktivite Parametrelerinin Karşılaştırılması

Bölge topraklarının HFA uygulanmamış, sadece üzerinde mısır yetiştirilmesi durumunda gelişmesi olası biyolojik aktivitelerini karşılaştırmalı olarak incelemek amacıyla hazırlanan veriler Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Biyolojik aktivite parametrelerinden CO₂ üretimi, DHA ve MBC yönünden sonuçlar incelendiğinde en düşük değerlerin Konya toprağında olduğu görülmüştür. En yüksek değerler ise Antalya ve Samsun toprağında belirlenmiştir. Mikroorganizma sayıları yönünden değerler incelendiğinde en düşük mantar ve aktinomiset sayısı ile en yüksek bakteri sayısının Urfa toprağında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Bölge topraklarının mısır vejetasyonu altındaki doğal biyolojik aktivite parametrelerinin karşılaştırılması

Bölgeler	CO ₂ (µg CO ₂ -C / gkt. 24 h)	DHA (µg TPF/10gkt. 24h)	MBC (µg C/gkt.24h)	Mantar x 10 ⁴ /gkt	Bakteri x 10 ⁵ /gkt	Aktinomiset x 10 ⁶ /gkt
Denizli	26.1	163,1	198,3	9,0	1,7	2,8
Konya	8.8	35,0	25,2	8,0	16,6	4,3
Urfa	25.5	184,1	43,3	7,7	56,7	1,1
Samsun	22.8	456,3	230,8	13,0	36,9	14,3
Kütahya	22.1	96,9	82,9	22,3	46,0	2,6
Eskişehir	22.2	204,4	104,6	9,3	25,4	3,9
Antalya	28.4	1013,3	93,7	10,7	3,6	9,4

4.6. Araştırmada Belirlenen Parametreler Arasında İlişkiler

Denemede belirlenen parametreler arasındaki ilişkiler Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere toprakların CO₂ üretimi ile DHA aktivitesi arasında $p<0.05$ düzeyinde pozitif ilişki bulunmuş, CO₂ üretimi ile diğer parametreler arasında ise istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır. Toprakların toplam mikroorganizma miktarını belirten Mikrobiyel Biyomas Karbonu değeri ile DHA aktivitesi arasında ise $p<0.01$ düzeyinde pozitif ilişki belirlenirken, DHA ile mantar ve bakteri sayısı arasında $p<0.05$ düzeyinde negatif ilişki belirlenmiştir. MBC ile aktinomiset sayısı ile $p<0.01$ düzeyinde ilişki belirlenirken MBC ile bakteri sayısı arasında ilişki belirlenememiştir. Bakteri sayısı ile mantar sayısı arasında yüksek ($p<0.001$) düzeyinde pozitif ilişki bulunmuş, mantar ve bakteri sayılarından biri arttığında diğeri de artış göstermiştir.

Çizelge 4.7. Denemede belirlenen parametrelere ait korelasyon tablosu

	CO ₂	DHA	MBC	Mantar	Bakteri
DHA	0.2401 *				
MBC	0.1274	0.3068 **			
Mantar	0.1154	-0.2794 *	0.0554		
Bakteri	0.0669	-0.2821 *	-0.0222	0.3626 ***	
Aktinomiset	0.1736	0.1881	0.3426 **	0.1859	0.0889

* p<0.5

** p<0.01

*** p<0.001

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Son yıllarda adından sıklıkla söz edilen humik ve fulvik asit (HFA) organik maddenin oldukça önemli olan bölümüdür. Humik maddelerin karmaşık yapısını aydınlatmak ve kullanım alanlarının genişletilmesi amacıyla başta ABD olmak üzere, birçok gelişmiş ülkede humik madde dernekleri ve araştırma merkezleri kurulmuştur. Ülkemizde de Sakarya Üniversitesinde kısa adı HUMAD olan Humik Madde Derneği kurulmuş ve çalışmalara başlamıştır. Ülkemizde de humik asitin tarım alanlarında kullanılmasına yönelik çalışmalar giderek yaygınlaşmakta ve buna bağlı olarak da kullanımı artmaktadır.

Humik asitlerin parçalanmaya karşı dirençli olması nedeniyle toprakların organik madde kapsamlarını artıracakları düşünülmektedir. Bununla beraber kullanım dozları göz önüne alındığında elde edilecek artışın dikkate değer miktarda olması beklenmemelidir. Ancak HFA hormon benzeri etkisi ile az miktarlarda uygulansa bile oldukça etkili olabilmektedir. Ayrıca artan dozların etki derecelerinin farklı olması hangi karakterdeki toprağa hangi dozda HFA uygulanmalıdır sorusunu da akla getirmektedir. Oluşacak etki derecesinin HFA uygulanan toprak özelliklerine bağlı olarak değişebileceği öngörüsü ile yürütülen bu çalışma sonuçları HFA uygulamasının etkisinin farklı karakterlerdeki topraklar üzerinde oldukça değişken olduğunu göstermiştir. CO₂ üretimi değerleri incelendiğinde, Konya'dan alınan toprağının CO₂ üretimi değerinin artan HFA dozlarından diğer illerden alınan topraklara oranla daha belirgin biçimde etkilendiği, en düşük HFA dozunun bile CO₂ üretimini 2 kat artırdığı görülmüştür. Konya'dan alınan ve HFA uygulanmayan toprağın CO₂ üretimi değerinin diğer illerden alınan ve HFA uygulanmayan toprakların CO₂ üretiminin 1/3'ü olması, bölge topraklarının biyolojik verimliliğinin düşük olduğunun işaretidir. Bu toprakların biyolojik aktivitesini artırmak için HFA uygulamasının önemli farklılıklara neden olduğu açıkça görülmüştür. İller itibariyle farklı karakterle sahip topraklara uygulanması gereken optimum dozların ise Antalya için 500 ppm, Samun, Kütahya ve Eskişehir için 2000 ppm ve diğer iller için 1000 ppm olduğu söylenebilir. Her ne kadar bu çalışmada 2000 ppm üzerindeki dozlar denenmemiş olsa da, dozlar arttıkça CO₂ üretiminde meydana gelen artış

azalmaktadır. Buradan hareketle 2000 ppm'in üzerine çıkıldıkça beklenen olumlu etkinin azalacağı söylenebilir.

DHA değerleri de CO₂ değerlerine benzer sonuçlar vermiş, ancak CO₂ üretiminde en yüksek değer Samsun'dan alınan toprak örneğinde belirlenirken DHA aktivitesinde en yüksek değer Antalya'da alınan toprak örneklerinde belirlenmiştir. DHA enzimi solunumda görev yapan bir enzim olması nedeniyle CO₂ üretimi ile DHA enzimi aktivitesi arasında paralellik beklenmesine rağmen, Beck (1984) CO₂ ile DHA arasında her zaman paralellik olmayabileceğini, bu durumun bir çok faktöre bağlı olduğunu bildirmiştir.

Toprakların mikrobiyel biyomas karbonu değerleri incelendiğinde CO₂ ve DHA enzimi ile paralel olarak en düşük değer Konya'dan alınan toprak örneğinde bulunmuştur. Bu durum yüksek olasılıkla toprağın mevcut organik maddesinin düşük olması ile ilişkilidir. En yüksek değer ise Samsun'dan alınan toprak örneğinde belirlenmiştir. Yağışların yıla yayılmış olması nedeniyle toprakların organik madde kapsamalarının yüksek olması yanı sıra toprağın biyolojik yaşamının ihtiyacı olan nemin sürekli sağlanması nedenleriyle mikrobiyel biyomas karbonu değerinin Samsun iline benzer iklim ve toprak karakterine sahip tüm bölgelerde yüksek olması beklenmelidir. CO₂ üretimi değerinin de bu ilden alınan topraklarda en yüksek olması bu görüşü destekler niteliktedir. Topraktaki mikrobiyal biyomas miktarı ile toprağın organik karbon içeriği arasındaki ilişki birçok araştırmacı tarafından da vurgulanmıştır (Sparling et al., 1986; Franzluebbers et al., 1995; Okur et al., 2006b). Hasebe et al., 1985 en yüksek mikrobiyal biyomas miktarını organik gübre uygulanmış topraklarda belirlemişlerdir.

Toprağa organik artık veya yeşil gübre bitkileri yoluyla organik gübre uygulanması toprakların C ve N içeriğini, mikrobiyel biyoması, toprak solunumunu (CO₂ üretimi), dehidrogenaz enzimi aktivitesini ve mineralizasyonu artırmaktadır (Bhardjaw and Datt, 1995). Burada yürütülen çalışmada da organik maddenin bileşeni olan HFA toprakların CO₂ üretimini, DHA aktivitesini ve mikrobiyel biyomas karbonunu artırmıştır.

Araştırma topraklarında incelenen bir diğer konu; toprak mikroorganizmalarının çeşitli amaçlar için sentezlediği hücre içi salgılar olan enzimlerin aktivite miktarları olmuştur. Hücre içine salgılanan bir enzim olan dehidrogenaz enzimi, toprağın organik madde miktarı ile yakından ilişkilidir ve organik madde miktarına göre enzim aktivitesi de farklı düzeylerde olmaktadır (Dick,1994). Manna et al., (1996) toprakların organik C miktarı ile dehidrogenaz enzim aktiviteleri arasında önemli ilişkiler belirlemişlerdir. Dehidrogenaz enzim aktivitesi canlı mikrobiyal popülasyonun total metabolik aktivitesine bağlı bir enzim olduğu için, mikrobiyal popülasyonun düzeyine bağlı olarak topraklardaki miktarı yükselebilmekte veya düşebilmektedir (Skujins, 1976). HA verilen topraklarda organik madde miktarının yüksek olması büyük olasılıkla mikrobiyal popülasyonun ve buna bağlı olarak da dehidrogenaz aktivitesinin artmasına neden olmuştur.

Bunun yanında yine organik gübrelerin bu süreçte toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde yaptığı olumlu değişimler toprağın mikrobiyolojik özelliklerini iyileştiren bir başka faktör olmuştur. Toprağa uygulanan organik gübrelerin ayrışma süresi boyunca topraktaki mikrobiyal popülasyonun ve bu popülasyonun metabolik aktivitesinin bir sonucu olan dehidrogenaz aktivitesinin arttığı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Akdemir, H., A. Alçiçek, R. Erkek, 1997. Farklı mısır varyetelerinin agronomik özellikleri, silolanma kabiliyeti ve yem değeri üzerine araştırmalar. 1. Agronomik Özellikler. Türkiye Birinci Silaj Kongresi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü 16-19 Eylül 1997, Bursa, 235-239s.
- Aksakal, E. L., 2004. Toprak Sıkışması ve Tarımsal Açından Önemi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 35 (3-4), 247-252.
- Anonim, 2003. DİE. Devlet İstatistik Enstitüsü Bilgisayar Verileri, Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer). Ankara.
- Anonim, 2009a. İnternet Sitesi. www.tarimmerkezi.com. Erişim Tarihi: 07.11.2009
- Anonim, 2009b. İnternet Sitesi. www.humikasit.org. Erişim Tarihi: 27.04.2009.
- Anonim, 2010. İnternet Sitesi. www.wikipedia.org. Erişim Tarihi: 07.10.2010.
- Anonymous, 2009. Humic acids and their sources. Image Brochure.01. İnternet Sitesi. <http://www.humintech.com/> . Erişim Tarihi: 17.01.2009.
- Anonymous, 2011. İnternet Sitesi. <http://humicacid.wordpress.com/a-history-of-humic-acid-research/>. Erişim Tarihi: 01.08.2011.
- Arıoğlu, H., 2008. Mısır üretiminin Türkiye tarımı açısından önemi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak., 1-9. Yayınlanmamış Ders Notu.
- Atalay, İ.Z., 1987. Gediz havzası kollüvyal topraklarının besin elementi durumu ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24 (1): 161-174.
- Ayrancı, R., Sade, B., 2004. Konya ekolojik şartlarında yetiştirilebilecek atdışi melez mısır (*Zea mays* L. *indentata* Sturt.) çeşitlerinin belirlenmesi. Bitkisel Araştırma Dergisi, 2: 6-14.
- Baran, A., Dengiz, O., Ok, S., 2002. Humik asitin farklı kil tipine sahip topraklarda potasyum fiksasyonu üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16 (29): (2002) 1-3.
- Başar. H., 2001. Bursa İli topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleri ile incelenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15: 69-83.
- Beck, T., 1984 Mikrobiologische und biochemische charakterisierung landwirtschaftlich genutzter Böden. 1. Mittcilung: Die ermittlung einer boden mikrobiologischen Kennzhal. Z. Pflanzenernahr. Boden-kd.147.
- Benz, M., Schnk, B., Brune, A., 1998. Humic acid reduction by *Propionibacterium freudenreichii* and other fermenting bacteria. Applied and Environnemtal Microbiology. 64:4507 4512.

- Beyer, L., Waehendorf, C., Eisner, D.C., Knabe, R., 1993. Suitability of dehydrogenase activity assay as an index of soil biological activity. Institute of Plant Nutrition and Soil Science, University of Kiel, Germany. *Biology and Fertility of Soils* 16:52-56.
- Bhardwaj, K.K., Gaur, A.C., 1971. Studies on the growth stimulating action of humic acid on bacteria. *Zentralbl. Bakteriell. Parasitenkd. Infektionskr. Hyg.* 126:694-699.
- Bhardwaj, K.K.R., Datt, N. 1995. Effect of legume green-manuring on nitrogen mineralization and some microbiological properties in an acid rise soil. *Biology and Fertility of Soils* 19:19-21.
- Bidegain, R.A., Kaemmerer, P., Revel, J.C., 2000. Effects of humic substances from composted chemically decomposed poplar sawdust on mineral nutrition of ryegrass. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 134: 259-267.
- Brzozowski, T., Dembinski, A., Konturek, S., 1994. Influence of Tolpa Peat Preparation on gastroprotection and on gastric and duodenal ulcers. *Acta Poloniae Pharmaceutica*. 51:103-107.
- Buckau, G., Hooker, P., Moulin, V., 2000. Versatile components of plants, soils and water In: Ghabbour E.A. and Davies G. (Eds): *Humic Substances*, RSC, Cambridge.
- Buffle J., Greter F.L., Haerdi W., 1977. Measurement of complexation properties of humic and fulvic acids in natural waters with lead and copper ion-selective electrodes. *Analytical Chemistry*. 49:216. 222.
- Canbolat, M.Y., 1992. Toprağa organik materyal ilavesinin toprağın organik maddesi, agregat stabilitesi ve geçirgenliği üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (2): 113-123.
- Chiou, C.T. 1989. Theoretical Considerations in The Partition Uptake of Nonionic Soil Compounds. p. 1-23. In B.L. Sawley and K.Brown (ed). *Reactions and Movement of Organic Chemicals in Soils*. SSSA. Special Publication 22, ASA, CSSA, and SSSA, Madison WI.
- Clapp, C.E., R. Liu, V.W., Cline, Chen, Y. and M.H.B. Hayes., 1998. Humic substances for enhancing turfgrass growth. p. 227–234. In G. Davies and E.A. Ghabbour (ed.) *Humic substances: Structures, properties and uses*. Royal Society of Chemistry Publication, Cambridge, UK.
- Çakmak, I., Ekiz, H., Yilmaz, A., Torun, B., Köleli, N., Gültekin, I., Alkan, A. And Eker, S., 1997. Differential Response of Rye, Triticale, Bread And Durum Wheat To Zinc Deficiency in Calcareous Soils. *Plant and Soil* 180: 1-10.
- Çimrin, K. M., Boysan, S., 2006. Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. *Yüzüncü Yıl*

- Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (Journal of Agricultural Sciences), 16(2): 105-111.
- Çolak, A.K., 1995. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 98, Adana.
- DeKock, P. C., 1955. The iron nutrition of plants at high pH. Soil Science, Volume 79 - Issue 3 – pp:167-176
- Dick, R.P. 1994. Soil enzyme activities as indicators of soil quality. Soil Science Society of America, 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711, USA. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Soil Science Society of America Journal Special Publication no. 35.
- DİE, 2007. Devlet İstatistik Enstitüsü Bilgisayar Verileri. Ankara.
- Duncan, D.A., Bodle, W.W., Banejerd, D.P., 1981. Energy from biomass and waste. 5th Symposium, Papers: Institute of Gas Technology, Chicago, pp. 917.
- Elçi, S.-Kolsarıcı, Ö.-Geçit, H. H., 1987. Tarla Bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:100, Ofset Basım:30, Ankara.
- Erdal, İ., Bozkurt, M.A., Çimrin, K.M., Karaca, S., Sağlam, M., 1999. Kireçli bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisi (*Zea mays* L.) gelişimi ve fosfor alımı üzerine humik asit ve fosfor uygulamasının etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Van.
- Eyüboğlu, F., N. Kurucu ve S. Talaz. 1998. Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararışlı Bazı Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) Bakımından Genel Durumu. T.C. Başbakanlık K.H.G.M. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara.
- Eyüpoğlu, F., 1998. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 220.
- Franzluebbers, A.J., F.M. Hons and D.A. Zuberer. 1995. Soil organic carbon, microbial biomass and mineralizable carbon and nitrogen in sorghum. Soil Science Society of America Journal, 59(2):460-466.
- Garcia C., Fernandez T., Costa F., 1992. Comparison of Humic Acids Derived from City Refuse with More Developed Humic Acids. Soil Science and Plant Nutrition, 38(2): 339-346.
- Gezgin, S., Dursun, N., Hamurcu, M. ve Ayaslı, Y., 1999. Konya Ovasında Şeker Pancarı Bitkisinde Beslenme Sorunlarının Toprak ve Bitki Analizleri ile Belirlenmesi. Konya Pancar Ekicileri Kooperatifi, Eğitim ve Sağlık Vakfı Yayınları 28-32, Konya.
- Ghabbour, E.A., Davies, G. (Eds.), 2001. Humic substances: structures, models and functions. Based on proceedings, RSC, Cambridge, p. 401.

- Gonzalez, M.G., Conti, M.E., Palma R.M., Arrigo N.M., 2003. Dynamics of humic components and microbial activity under no-tillage or reduced tillage, as compared with native pasture (Pampa Argentina). *Biology and Fertility of Soils* 39: 135-138.
- Gökçora, H., 1956. Türkiye'de Yetiştirilen Mısır Çeşitlerinin Başlıca Vasıfları Üzerinde Araştırmalar, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. 86, Çalışmalar: 47, Ankara.
- Güneş, A., İnal, A., Alpaslan, M., 1996. Effect of Salinity on Stomal Resistance, Proline and Mineral Composition of Pepper. *Journal of Plant Nutrition*, 19(2), 389-396.
- Güneş, A., 2007. Allüviyal Materyaller Üzerinde Oluşan Topraklarda Yetiştirilen Mısır Bitkisinin (*zea mays* l.) Verim ve Besin İçeriği Üzerine Organik ve Mineral Gübre Uygulamalarının Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 85 sayfa, Erzurum.
- Hasebe, A., S. Kanazawa and Y. Takai. 1985. Microbial biomass in paddy soil: II. Microbial biomass C measured by Jenkinson's fumigation method. *Soil Science and Plant Nutrition*, 31:349-359.
- Ho, K.J., Liu, T.K., Huang, T.S., Lu, F.J., 2003. Humic acid mediates iron release from ferritin and promotes lipid peroxidation in vitro: a possible mechanism for humic acid-induced cytotoxicity. *Archives of Toxicology* 77: 100-109.
- Isermayer, H., 1952. Eine Einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.* S 56.
- Jonasson, S., Michelsen, A., Schmidt, K.I., Nielsen V.E., Callaghan T.V., 1996. Microbial biomass C, N and P in two arctic soils and responses to addition of NPK fertilizer and sugar: implications for plant nutrient uptake. *Volume 106, Number 4*, 507-515, DOI: 10.1007/BF00329709 .
- Joone, G.K., Dekker, J., Van Rensburg C.E., 2003. Investigation of the immunostimulatory properties of oxihumate. *Verlag der Zeitschrift für Naturforschung*. 58:263-267.
- Kacar, B. ve Katkat, A.V., 1998. Bitki Besleme. 3. Baskı. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın. No:127, S:168-175.
- Kanburoğlu, S.-Öğretir, K., 1980. Mısır, Topraksu Genel Müdürlüğü, Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No: 146, Çiftçi Bülteni seri no: 26, Eskişehir.
- Keskin, A. 2007. Kentsel arıtma çamurlarının tarımsal amaçlı kullanımı. http://www.tarimmerkezi.com/yazar_kose.php?hid=2331. Erişim Tarihi: 17.03.2008.
- Kırtok, Y., 1998. Mısır (Üretimi ve Kullanımı), Kocaoluk Basımevi, İstanbul.

- Kızılgöz, İ., R. Kızılkaya, H. Kaptan, ve A. Sürücü, 1998. Harran Ovası yaygın toprak serilerinin dtpa ile ekstrakte edilebilir mikro element içerikleri ve bazı toprak özellikleriyle ilişkileri. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:2, sayı:4, 27-34.
- Klöcking R., B. Helbig, G. Schotz, M. Schacke, P. Wutzler, 2002. Anti-HSV-1 activity of synthetic humic acid-like polymers derived from p-diphenolic starting compounds. Antiviral Chemistry & Chemotherapy. 13: 241-249, 2002.
- Kocabağlı, N., Alp, M., Acar, N., Kahraman, R., 2002. The effects of dietary humate supplementation on broiler growth and carcass yield. Poultry Science. 81: 227-230.
- Koivula, N., Hanninen, K., 1999. Biodeterioration of cardboard-based liquid containers collected for fibre reuse. Chemosphere 38: 1873-1887.
- Kononova M. M., T.2. Nowakowski A. C. O Newman, Soil Organic Matter 2. Ed. Pergamon Press, New York, 523, (1966).
- Kulak, F., Okurgan, T., 2009. Ormangülü Humusundan Humik Asit Eldesi ve Saflaştırması. Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Bitirme Ödevi, S 29.
- Kurzatowski, C. Martius, H. Hofer, M., 2004. Garcia Litter decomposition, microbial biomass and activity of soil organisms in three agroforestry sites in central Amazonia, Nutrient Cycling in Agroecosystems 69: 257-267.
- Kün, E., 1997, Tahıllar II (Sıcak İklim Tahılları), Ank. Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 1452, Ders Kitabı No: 432, Ankara.
- Lobartini J. C., Orioli G. A., Tan K.H., Charecteristics of Soil Humic Acid Fractioans Seperated by Ultrafitration. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 28 (9,10):787-796, (1997).
- Lotosh, T.D., 1991. Experimental bases and prospects for the use of humic acid preparations from peat in medicine and agricultural production. (In Russian) Nauch. Dokl. Vyss. Skoly. Biol. Nauki 10: 99-103.
- Lynch, J., Lauchi, A. and Epstein, E., 1991. Vegetative Growth of the Common Bean in Response to Phosphorus Nutrition. Crop Science, 31:380-387.
- Majakova, E.F., Proskurjakov, V.A., 1972. Proc. 4th International Peat Congress, Ontaniemi p. 235.
- Manna, M.C., S. Kundu, M. Singh and P.N. Takar. 1996. Influence farmyard manureon dynamics of microbial biomass and its turnover and activity of enzymes under a soyabean-wheat system on a typic haplustert. Journal of The Indian Society of Soil Science, 44(3):409-412.

- Martin, F., Saitz- Jimenez C., Cert S., 1977. Pyrolysis-GAs Chromatography-Mass Spektrometry of Soil Humic Fractions: 1. The Low Boiling Point Compounds. Soil Science Society of America Journal, 41 (6): 1114-1118.
- Masciandaro, G., Cecati, B., 2002. Humic substances to reduce salt effect on plant germination and growth. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33(3&4): 365-378.
- Ok, S.S. 2007. Humik maddelerin yapısal özellikleri ve tarımsal önemi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Basılmamış Ders Notları, Ankara.
- Okur, N., Altındışli, A., Çengel, M., Göçmez, S., Kayıkçioğlu, H. H., 2008. Microbial biomass and enzyme activity in vineyard soils under organic and conventional farming systems Turkish Journal of Agriculture, 33 (2009) 413-423 TUBİTAK doi:10.3906/tar-0806-23
- Okur, N., Kayıkçioğlu, H. H., Tunç, G., Tüzel, Y., 2006a. Organik Tarımda Kullanılan Bazı Organik Gübrelerin Topraktaki Mikrobiyal Aktivite Üzerine Etkisi Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2007, 44 (2):65-80 ISSN 1018-8851.
- Okur, N., Y. Tüzel, S. Göçmez. 2006b. Effect of organic manure application and solarization on soil microbial biomass and enzyme activities under greenhouse conditions. Biology, Agriculture and Horticulture. 23: 305-320.
- Olsen, P. J., Hensler, R. J., Attoe, O.J., 1970. Effects of Manure Application. Aeration and Soil Science Society of America Journal Proceeding, 34. 222-225.
- Öhlinger, R., 1993. Bestimmung des Biomasse-Kohlenstoffs mittels Fumigation-Extraktion. In: Schinner, F., Öhlinger, R., Kandler, E., Margesin, R. (eds.). Bodenbiologische Arbeitsmethoden. 2. Auflage. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 1993. Toprak Bilimi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:73, Ders Kitapları No: 16, Adana.
- Pacheco, M.L., Havel, J., 2002. Capillary zone electrophoresis of humic acids from American continent. Electrophoresis 23: 268-277.
- Padem, H., A. Öcal, R. Alan, 1999. Effect Of Humic Acid Added To Foliar Fertilizer On Quality And Nutrient Content of Eggplant And Pepper Seedlings. Acta Horticulture (ISHS) 491:241-246.
- Palma, M. S., Tauk, S. M., Raymundo Junior O., 1989. Aspects of Humification in Reddish yellow Latasol of Medium Texture Treated with Vinasse under Maize Culture. Cience e Culture (San a Paulo), 41(11): 1125-1128.
- Pehlivan, M., 2007. Farklı Dozlarda Sıvı Humik Asit Uygulamaları ile Bakteri (Bacillus Osu-142) Uygulamalarının Fern Çilek Çeşidinde Verim, Verim

unsurları, Bitki Gelişimi, Meyve Kalitesi ile Bitki Besin Elementi İçerikleri Üzerine Etkisi. Ataturk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 128, Erzurum.

Pılanalı, N. 2001. Tezek Bir Yakıt Değildir, O Toprak İçin Bir Kandır. Hasad Dergisi Yıl:16 Sayı: 190, 16–18.

Schnitzer, M., 1978. Soil Organic Matter. Editörs: M. Schnitzer, S. U. Khan, Elsevier Scientific Publishing Co., New York.

Senesi, N., Loffredo, E., Padonava, G., 1991. Effects of Humic Acid. Herbicide Interactions on the Growth of Pisum Sativum in Nutrient Solution. Plant and Soil, 127: 41-47

Shin, D., Chung, Y., Choi, 1999. Y., Assessment of disinfection byproducts in drinking water in Korea. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology. 9: 192-199.

Shirani, H., Hajabbasi, M. A., Afyuni, M. ve Hemmat, A., 2002. Effects of Farmyard Manure and Tillage Systems on Soil Physical Properties and Corn Yield in Central Iran. Soil and Tillage Research 68, 101-108.

Six, J., Elliot, E.T. and Paustian, K., 2000. Soil Structure and Soil Organic Matter: A Normalized Stability Index and the Effect of Mineralogy. Soil Science Society of America Journal, 64: 1042-1049.

Skujins, Y., 1976. Extracellular enzymes in soil. CRC Critical Reviews in Microbiology. 4: 383-421.

Sommerfieldt, T.G., Chang, C., 1985. Changes in Soil Properties Under Annual Applications of Feedlot Manure and Different Tillage Practices. Soil Science Society of America Journal, 1985, 49, 983-987.

Sözüdoğru, S., Kütük, A. C., Yalçın, R., Usta, S., 1996. Hümik Asitin Fasulye Bitkisinin Gelişimi ve Besin Maddeleri Alımı Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1452. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 800, Ankara.

Sparling, G.P., T.W Spier, K.N. Whale, 1986. Changes in microbial biomass C, ATP content, soil phosphomonoesterase activity following air drying of soils. Soil Biology and Biochemistry, 11:3-8.

Stevenson, F.J., 1982. Humus Chemistry., Wiley Interscience Publications, 489. New York.

Stratton, M. L., Barker, A. V., Rechcigl, J. E. (Ed.), 1995. Soil Amendments and Environmental Quality. CRC Press, USA, pp. 249-309.

Susic, M., Boto, K., Isdale, P. Mar., 1991. Chemistry. 33, 91-104.

- Şahin, S., 2001. Türkiye’de mısır ekim alanlarının dağılışı ve mısır üretimi. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi cilt 21, sayı 1 73-90.
- Şeker, C., Ersoy, İ., 2005. Değişik Organik Gübreler ve Leonarditin Toprak Özellikleri ve Mısır Bitkisinin (*Zea mays* L.) Gelişimi Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2005,19(35):46-50.
- Tan, H.K., Binger, 1986. Effect of Humic Acid on Aluminum Toxicity in Corn Plants. Soil Science. 141(1):20-25.
- Taşdan, K., 2007. Türkiye Mısır Piyasası, , Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 110, Adana.
- Temeltaş, S., 2006. Ham Petrol Bulaşmasının Toprağın Mikrobiyal Biyokütlesi Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, 140, Ankara.
- TMO, 2007. 2006 Hububat Raporu, TMO İnternet sitesi, <http://www.tmo.gov.tr>. Erişim tarihi:18.05.2007.
- Turgay, O.C., Tamer, N., Türkmen, C. ve Karaca, A., 2004. Gıda ve ham linyitmateryallerinin toprağın biyolojik özelliklerine etkisini değerlendirmede toprak mikrobiyal biyokütlesi. 3. Ulusal Gübre Kongresi Bildiri Kitabı, 1. Cilt, s; 827- 836, Tokat.
- Türkoğlu, A., 1971, Gıda Maddeleri İktisadi Coğrafya 1. Kitap, İstanbul Matbaası, S:44-52, İstanbul.
- USDA, 2007. Grain World Markets and Trade, FAS Circular Series FG, <http://www.fas.usda.gov/grain/circular/2007/05-07/graintoc.htm>. Erişim tarihi: 17.05.2007.
- Ünal, H., Rasheed, M.A., 1972. Ankara Topraklarında Enzim Aktiviteleri ve Bunların Önemli Toprak Özellikleri ile İlişkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 21, Ankara.
- Vaughan, D., Mac Donald, I.R., 1976. Some Effect of Humic Acid on Cation Uptake by Parenchyma Tissue. Soil Biology and Biochemistry, 8(5): 415-421.
- Verstraete, W., Devliegher, W., 1997. Formation of nonbioavailable organic residues in soil: perspectives for site remediation. Biodegradation 7: 471-485.
- Visser, S. A., 1985. Physiological Action of Humic Substances on Microbial Cells. Soil Biology and Biochemistry, 17(4): 457-462.
- Yazıcı, M.A. 2001. Sera Koşullarında Toprağa Uygulanan Gıda’nın Buğdayın Büyümesi, Yeşil Aksamı, Bor Ve Çinko Konsantrasyonu Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Yılmaz, E., Alagöz, Z., 2001. Humik asit uygulamasının topraklarda agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkisi. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 134-143, Antalya.

Zengin, M., Çetin, Ü., Ersoy, İ., Özaytekin, H.H., 2003. beyşehir yöresi tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(31): 24-30.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hande EROL

Doğum Yeri ve Yılı: ESKİŞEHİR – 08.04.1986

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce



Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Özel Atayurt Lisesi ESKİŞEHİR - 2004

Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme – ISPARTA - 2008.

Yüksek Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme ABD – ISPARTA - 2011.

Yayımları (SCI ve diğer makaleler)

Erol, H., Coşkan, A., Doğan, K., Gök, M., 2010. Isparta’da Yağ Gülü (*Rosa damascena*) Üretiminde Organik ve Konvansiyonel Üretimin Toprakların Mineral Azot İçeriğine ve Biyolojik Aktivitesine Etkisi. 5. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 15-17 Eylül, Ege Üniv. Ziraat Fakültesi, İzmir (Basımda)

Coşkan, A., Doğan K., Gök, M., İşler, E., Erol, H., Şen, S., 2010. Nitrate, Nitrite and Ammonia Contents of Tomato and Cucumber Fruits Sold in Isparta/Turkey. 9. Uluslararası Türk-Alman Tarım Sempozyumu, 22-27 Mart 2010, Mustafa Kemal Üniversitesi, Antakya, Hatay, Türkiye (Basımda)

Coşkan, A., Gök, M., Erol, H., Doğan, K., 2010. Humic + Fulvic Acid as a Bio-Stimulator on Biological Nitrogen Fixation. 9. Uluslararası Türk-Alman Tarım Sempozyumu, 22-27 Mart 2010, Mustafa Kemal Üniversitesi, Antakya, Hatay, Türkiye (Basımda)