ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HÜMİK ASİT UYGULAMALARININ MISIR (*Zea mays* L.) BİTKİSİNİN KÖK GELİŞİMİ VE BESİN ELEMENTLERİ ALIMINA ETKİSİ

Kutluhan GÜNGÖR

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ANKARA
2018

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Kutluhan GÜNGÖR tarafından hazırlanan "**Hümik Asit Uygulamalarının Mısır (*Zea Mays* L.) Bitkisinin Kök Gelişimi ve Besin Elementleri Alımına Etkisi**" adlı tez çalışması 08/06/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilim ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. S. Rıfat YALÇIN
Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. Ahmet KORKMAZ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Ruhsar YANMAZ
Ankara Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. S. Rıfat YALÇIN
Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

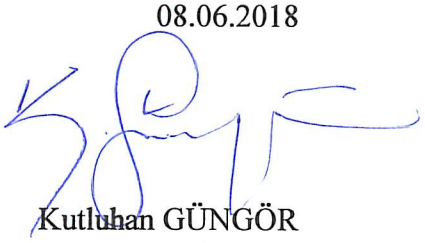
Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

08.06.2018



Kutluhan GÜNGÖR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HÜMİK ASİT UYGULAMALARININ MISIR (*Zea mays* L.) BİTKİSİNİN KÖK GELİŞİMİ VE BESİN ELEMENTLERİ ALIMINA ETKİSİ

Kutluhan GÜNGÖR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. S. Rıfat YALÇIN

Bu çalışmada, artan dozlarda uygulanan humik asitin, mısır bitkisinin kök ve toprak üstü aksamının uzunluk, kuru-yaş ağırlıklarına olan fiziksel etkilerinin yanı sıra, yine gövde ve kök kısımlarında N, P, K, Ca ve Mg gibi makro elementler ile Fe, Cu, Zn ve Mn gibi mikro elementlerin içeriği araştırılmıştır. Bu amaçla, 2 ayrı mısır çeşidine topraktan 0, 50, 100, 150 ve 200 mg kg^{-1} olacak şekilde humik asit uygulanmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Polietilen kaplı plastik saksılara, 4.5 kg toprak doldurularak, her saksıya 8 tohum ekilmiş ve çimlenme sonrası her saksıdaki bitki sayısı 3 olacak şekilde seyreltme yapılmıştır. 60 günlük gelişim süresi sonunda bitkiler hasat edilmiş, kök-gövde uzunlukları ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, Hazar F1 çeşidinde gövde kuru ağırlık artışını 200 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının artırdığı, kök kısmında yine 200 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının yaş ağırlık ve kuru ağırlığı istatistiki olarak önemli ölçüde artırdığı, Helen F1 çeşidinin gövde uzunluğu bakımından 200 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının, yine gövde kuru ağırlığı bakımından 100 ve 150 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının önemli etkisinin olduğu, kök uzunluğu bakımından ise, 150 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının en iyi doz olabileceği belirlenmiştir. Makro ve mikro element içerikleri incelendiğinde ise, Hazar F1 çeşidinin gövde kısmı için, dozlar arttıkça N içeriğinin azaldığı, buna karşın K içeriği bakımından 200 mg kg^{-1}, Zn içeriği bakımından 50 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının önemli bir etki yarattığı, Fe ve Cu bakımından humik asit uygulamalarının kontrole göre içeriğini düşürdüğü, kök kısmında ise, 150 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının P, K ve Ca elementleri açısından önemli bir artışa yol açtığı, Fe ve Mn'da 150 mg kg^{-1}, Cu ve Zn'de ise 200 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının en uygun doz olabileceği saptanmıştır. Helen F1 çeşidinin makro ve mikro besin element içerikleri incelendiğinde ise, gövde de, P elementi açısından 50 mg kg^{-1}, K elementi için 100 mg kg^{-1}'nin istatistiki olarak önemli bir etki yarattığı, buna karşın, humik asit uygulamalarının kontrole göre Ca içeriğini düşürdüğü, Cu ve Zn bakımından 50 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının uygun doz olacağı, kök kısmı incelendiğinde ise, K yönünden 200 mg kg^{-1}, Ca ve Mg'da ise, 50 mg kg^{-1}'in önemli bir etkiye sahip olduğu, Fe, Zn ve Mn için ise 50 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının daha uygun doz olacağı görülmüştür.

Haziran 2018, 44 sayfa
Anahtar Kelimeler: Humik asit, mısır, kök, makro element, mikro element

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECT OF HUMIC ACID APPLICATION ON ROOT GROWTH AND NUTRIENT ELEMENTS UPTAKE OF MAIZE (*Zea mays* L.) PLANT

Kutluhan GÜNGÖR

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. S. Rıfat YALÇIN

In this study, the chemical effects of humic acid applications applied at increasing doses on the length, dry-wet weights of root and body parts of corn plant, as well as macro (N, P, K, Ca) and micro elements (Fe, Cu, Zn, Mn) in body and root parts were investigated. For this purpose, humic acid was applied in the soil form of 0, 50, 100, 150 and 200 mg kg^{-1} from 2 different corn variety. This study was conducted as randomized block design with 3 replicates. In a polyethylene covered plastic pot, 4.5 kg of soil was filled, 8 plants were planted in each pot, and after germination, the number of plants in each pot was reduced to 3. At the end of the 60 day, the plants were harvested, root-body lengths and dry weights were determined. According to the results obtained from the study, it was observed that in the Hazar F1 variety, application of 200 mg kg^{-1} humic acid to body dry weight and application of 200 mg kg^{-1} humic acid in the root part significantly increased wet and dry weight. Also observed that, application of 200 mg kg^{-1} humic acid in terms of body length and a significant effect of 100 and 150 mg kg^{-1} humic acid application in terms of body dry weight of the Helen F1 variety. In terms of root length, 150 mg kg^{-1} humic acid application was found to be the best dose. When the macro and micro element contents are examined, for the body part of the Hazar F1 variety, as doses increased, N content decreased, whereas the application of 200 mg kg^{-1} for K content and 50 mg kg^{-1} for Zn content had a significant effect, in terms of Fe and Cu, the application of humic acid decreased the content of the control, in the root part, 150 mg kg^{-1} humic acid application leads to a significant increase in P, K and Ca elements, 150 mg kg^{-1} in Fe and Mn, and 200 mg kg^{-1} humic acid in Cu and Zn could be the most appropriate dose. When the macro and micro nutrient contents of Helen F1 were examined, it was found that 50 mg kg^{-1} for P element, 100 mg kg^{-1} for K element had a significant effect for the body part, on the other hand, humic acid applications reduced Ca content compared to control, 50 mg kg^{-1} humic acid application in terms of Cu and Zn would be appropriate, in the root part, 200 mg kg^{-1} in K element, 50 mg kg-1 in Ca and Mg have a significant effect and 50 mg kg^{-1} humic acid can be applied in Fe, Zn and Mn.

June 2018, 44 pages

Key Words: Humic acid, maize, root, macro element, micro element

TEŞEKKÜR

Bu çalışmamın uzun ve yorucu süreci sonunda söz konusu tezimin ortaya çıkmasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam, Prof. Dr. S. Rıfat YALÇIN'a (Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü), tezimin yürütülmesi ve analizlerinde büyük katkıları olan Araş. Gör. Mehmet Burak TAŞKIN, Araş. Gör. Emre Can KAYA ve Araş. Gör. Hanife MERT'e (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü) teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca varlığı, manevi desteği ve çalışmamdaki yardımlarından dolayı sevgili eşim Dilek GÜNGÖR, biricik kızım Dilhan Doğa ve aileme müteşekkirim.

Kutluhan GÜNGÖR
Ankara, Haziran 2018

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK ..... **i**

ÖZET ..... **ii**

ABSTRACT ..... **iii**

TEŞEKKÜR ..... **iv**

SİMGELER DİZİNİ ..... **vii**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **viii**

ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **ix**

1. GİRİŞ…. **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **16**

3.1 Toprak Örneğinin Alınması, Deneme ve Analize Hazırlanması **16**

3.2 Bitki Materyali **16**

3.3 Sera Denemesinin Kurulması ve Yürütülmesi **17**

3.4 Bitki Örneklerinde Ölçülen Fiziksel Özellikler **18**

3.4.1 Kök boyu (cm) **18**

3.4.2 Kök kuru ağırlığı **19**

3.4.3 Bitki toprak üstü aksam kuru ağırlığı **19**

3.4.4 Bitki boyu **19**

3.5 Bitki Örneklerinde Yapılan Kimyasal Analizler **19**

3.5.1 Bitkide toplam azot **19**

3.5.2 Bitkide toplam fosfor **19**

3.5.3 Bitkide toplam Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Demir, Bakır, Çinko ve Mangan **20**

3.6 İstatistik Analizleri **20**

4. ARAŞTIRMA BULGULARI **21**

4.1 Humik Asit Uygulamalarının Mısır Çeşitlerinde Toprak Üstü Aksam Yaş-Kuru Ağırlığı ve Bitki Gövde Uzunluğuna Etkisi **21**

4.2 Humik Asit Uygulamalarının Mısır Çeşitlerinde Kök (Saçak) Yaş-Kuru Ağırlığı ve Kök (Saçak) Uzunluğuna Etkisi **22**

4.3 Humik Asit Uygulamalarının Mısır Çeşitlerinde Bitki Toprak Üstü Aksamındaki Makro Element İçeriğine Etkisi **23**

4.4 Humik Asit Uygulamalarının Mısır Çeşitlerinde Bitki Kökündeki Makro Element İçeriğine Etkisi 24

4.5 Humik Asit Uygulamalarının Mısır Çeşitlerinde Bitki Toprak Üstü Aksamındaki Mikro Element İçeriğine Etkisi 26

4.6 Humik Asit Uygulamalarının Mısır Çeşitlerinde Bitki Kökündeki Mikro Element İçeriğine Etkisi 27

5. TARTIŞMA VE SONUÇ..... 29

KAYNAKLAR……...38

ÖZGEÇMİŞ…….....…….....44

SİMGELER DİZİNİ

Al	Alüminyum
B	Bor
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
$CaCO_3$	Kalsiyum karbonat
COOH	Karboksil Grubu
Cu	Bakır
Fe	Demir
FA	Flüvik Asit
H	Hidrojen
HA	Humik Asit
IR	Infra-red
İAA	İndol-3-asetik asit
K	Potasyum
K_20	Potasyum dioksit
KA	Kuru ağırlık
KOH	Potasyum Hidroksit
Mg	Magnezyum
Mg_2O	Magnezyum dioksit
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
NaOH	Sodyum Hidroksit
NH_4	Amonyum
NMR	Nükleer Manyetik Rezonans
NO_3	Nitrat
O	Oksijen
P	Fosfor
S	Kükürt
YA	Yaş ağırlık
Zn	Çinko
µM	Milimol

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Mısır çeşitlerinin ekilişi 17
Şekil 3.2 Seyreltme sonrası mısır çeşitleri 18
Şekil 3.3 Hasat öncesi mısır çeşitlerinin durumu 18

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Deneme toprağının kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri 16
Çizelge 4.1 Humik asit uygulamalarının mısır çeşitlerinde bitki gövde uzunluğu (cm), yaş ağırlık (g) ve kuru ağırlığa (g) etkisi 21
Çizelge 4.2 Humik asit uygulamalarının mısır çeşitlerinde kök (saçak) uzunluğu (cm), yaş ağırlık (g) ve kuru ağırlığa (g) etkisi 22
Çizelge 4.3 Humik asit uygulamalarının mısır çeşitlerinde bitki toprak üstü aksam makro elementlerin içeriğine etkisi 23
Çizelge 4.4 Humik asit uygulamalarının mısır çeşitlerinde bitki kökündeki makro element içeriğine etkisi 25
Çizelge 4.5 Humik asit uygulamalarının mısır çeşitlerinde bitki toprak üstü aksamındaki mikro element içeriğine etkisi 26
Çizelge 4.6 Humik asitin mısır çeşitlerinde bitki kökünde bulunan mikro elementlerin içeriğine etkisi 28

1. GİRİŞ

Günümüzde sürd rülebilir bir şekilde yürütülen tarımsal faaliyetlerin değişmez parçalarından biri verimli topraktır. Toprak kalitesini anlamak demek, mevcut optimal fonksiyonları ile gelecekteki kullanımları için bozulmasını önlemede toprağı okumak ve yönetmek demektir (Doran vd. 1996). Toprağın organik materyal bakımından balansının sağlanması, tarımsal açıdan sürdürülebilirliğin sağlanması için önem arz etmektedir (Dostal 2002).

Dünyada yer alan tüm canlı yapı taşlarında en çok bulunan 4 element C, O, H ve N olduğu gibi, tüm bunların yanı sıra bileşimlerinde çok büyük miktarda karboksilik asit gruplar, keton ve kinon vb. bileşiklerin yer aldığı önemli öğeler humik asitlerin yapısında da bulunmakta olup, günümüzde son dönemde gelişen teknoloji ile birlikte tarım sektöründe çok daha fazla yer edinmeye başlamıştır.

Genel olarak topraklardaki organik madde miktarının yükseltilmesi amacıyla birtakım organik materyal günümüzde bulunmaktadır. Mısır posalarının ve diğer artıklarının biyogaz (bihugaz) sağlamada potansiyel bir kaynak oluşturduğu, bunun yanında bu maddelerin fermantasyonu sonucunda ortaya çıkan organik materyalin tarımsal alanlarda kullanılmasıyla, bu yerlerin organik madde bakımından içeriklerinin yükseltilmesinin toprak tekstürünü yarayışlı hale getirebileceği belirtilmiştir (Johnson vd. 2004).

Şeker sanayisi, endüstrisi ve şehirsel atık sularının birçok niteliğe haiz kullanılabilen sanayilerden gelen organik atıklardan oluştuğu, işlenmiş şekerin artığı ve bunun yakımı sonucunda ortaya çıkan külün ve diğer artıkların işlenmesi ile meydana gelen organik atık maddelerin bir besin maddesi kaynağı olarak büyük önem arz ettiği ve toprak ıslah materyali olarak uygulanabileceği bildirilmiştir (Barry vd. 2004).

Organik materyaller bitkisel ve hayvansal artıkların kimyasal ve biyolojik humifikasyonuyla çürükçüllerin (mikro organizmaların) biyolojik parçalanması

neticesinde meydana gelir. Doğal humik maddelerin esas fraksiyonu humik asitlerdir. Söz konusu asitler bitkiler ve toprağa doğal ve yanı sıra organik yolla esas besin maddeleri, iz elementleri ve vitaminleri toprağa nakletmenin en iyi yoludur. Humik asitler, turba-torf yataklarında, toprakta, doğal su kaynaklarında, linyitin bulunduğu toprak katmanlarında ve leonardit madenlerinde bulunmaktadır. Bunlar kolloidal maddeler olduğu gibi, hareketleri kile benzemektedir.

Bu araştırmanın amacı sera koşullarında yetiştirilen iki ayrı mısır çeşidine farklı konsatrasyonlar ile ortama ilave edilen humik asitin bitkinin kök ve gövde ağırlığı ve uzunluğu gibi fiziksel parametrelerinin yanı sıra, makro ve mikro element içeriklerine olan etkilerini ortaya koymaktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kavak bitkisinin talaşlarından sağlanan humik maddelerin mısır bitkisindeki gelişimi ve büyümesiyle birlikte mineral bileşimine sirayet eden etkisi incelenmiştir. Su kültüründe gelişimi tamamlattırılan mısır bitkisinin fidelerine humik asit verilmesi neticesinde bitkideki köklerin, gövdenin ve yaprakların yaş ağırlıklarını sırasıyla % 48.8, % 60 ve % 57.3 oranlarında artırmıştır. Humik asit; mısır kökü, gövdesi ve yapraklarında yer alan kuru ağırlıklarını ise kontrol gurubunda kökü % 35.8, gövdeyi % 102.2 ve yaprakları % 53.2 oranlarında yükseltmiştir. Ayıca bunların yanında, mısır fidelerine ilave edilen humik asit ile bu bitkilerdeki gövde ve kök uzunluklarında sırası ile % 72.5 ve % 23 oranlarında artışın olduğu bildirilmiştir (Eyheraguibel vd. 2008).

Topraktan veya komposttan ortaya çıkan humik asitin üzüm bitkisine (*Vitis vinifera* L.) yapraktan verildiği bir çalışmada, kontrol gruplarına oranla humik asidin ürün rekoltesini ve kalitesini son derece pozitif yönde etkilediği saptanmıştır (Ferrara vd. 2007). Topraktaki materyallerden elde edilen humik asidin 5 ve 20 mg/l konsantrasyonlarında bu asma bitkilerine uygulanması neticesinde ortalama yaklaşık olarak sırasıyla 32.2 ve 29.9 kg üzüm verimi alınırken, kontrol grubunda yani humik asitin eklenmediği bitkilerde ise söz konusu miktarın sadece 28.2 kg olduğu bildirilmiştir. Bahse konu tüm konsantrasyonlarda bulunan humik asidin de asmalara uygulanması sonucunda bitki tanelerindeki boy, çap ve ağırlıklarda gözle görülür ölçülebilir artış gözlemlenmiştir.

Fide gelişimi üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla ayçiçeği bitkisine (*Helianthus annuus* L.) verilen 60 gr. humik asit uygulamasının, kök uzunlukları, bitki boyları ve fide kuru ağırlıklarında artış görüldüğü (Kolsarıcı vd. 2005), karpuz (*Citrullus lanatus* L.*)* Thunb Matsum. & Nakai çaprazlamalarının ürün rekoltesinde ve niteliğinde son derece olumlu artış sağladığı, humik asit uygulanan karpuz bitkilerinin ortalama uzunluğunda, çap ve ağırlık ölçümlerine pozitif yönde etki ettiği rapor edilmiştir (Salman vd. 2005).

Diğer bir çalışmada ise, içerisinde toprak bulunan bitki saksılarında yetiştirilen mısır (*Zea mays* L.) fidelerine linyit kömüründen türevli humik asitin 0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mg/kg dozları ile birlikte azot, fosfor ve potasyum gibi makro besin elementleri uygulanmış; ilave edilen 50 ve 100 mg/kg'lik dozlardaki humik asit, mısır bitkisindeki gövde ağırlığında art arda gelecek şekilde % 20 ve % 23 oranlarında artışa neden olduğu bildirilmiştir (Sharif vd. 2002).

Topraktaki N kompozisyonu ve bitkilerin N alımındaki miktarı humik asit uygulanmayan gruba göre yüksek oranda artış göstermiştir. Mikrobiyal veya kimyasal yollardan reaksiyona uğramış kavak talaşından üretilen humik madde maateryallerinin delice otu bitkisinin (*Lolium temulentum* L.) yapraklarında P konsantrasyonunun artışının yanı sıra, yaprak kuru ağırlığında da artış gözlemlenmiştir (Bidegain vd. 2000).

Domates ve patlıcan fidelerine uygulanan humik asitin 50, 100, 150 ve 200 ml/l lik dozlarının bitkilerin yaprak sayılarını, makro ve mikro besin içeriklerini, yaprak alanlarını, kök ve gövdelerin yaş ve kuru ağırlıklarını pozitif yönde arttırdığı (Dursun vd. 1999); bunun yanında humik asidin 0, 640, 1280 ve 2560 mg/l konsantrasyonlarındaki sera yetiştiriciliği yapılan bir ortamda belli miktarda element içeriğine haiz çözeltide domates fidelerinin yetiştirilmesine, büyütülmesine ve besin alınımına son derece pozitif yönde etkileri olduğu bildirilmiştir (David vd. 1994).

Humik asit ile ilgili yapılan diğer bir araştırmada, bakla bitkisinin (*Vicia faba* L.) kontrol grubuna göre yaprak yaş ağırlığını % 10,5; yaprak kuru ağırlığını % 3,8 ve gövde yaş ağırlığını % 6,8 oranlarında artırdığı gözlemlenmiştir. Humik asidin bu sonuçlar bakımından, bakla bitkisindeki bilhassa kök gelişimini pozitif yönde etkileyerek gelişimine katkı sağladığı verisi elde edilmiştir. Dolaylı olarak, bu sonuçlara göre bakla bitkisindeki saçak veya yan köklerin olumlu yönde etkilenmesi neticesinde, söz konusu bitkilerin daha rahat beslenebilmeleri ve suyu absorbe edebilmeleri, bu yönde humik asit ilavelerinin bitkilerin gelişimine ve büyümelerine katkı sağladığını, öte yandan, bitkilerin humik asit tarafından köklenmesinin artırılması, yine köklenmenin artmasına neden olan oksin hormonlarının çalışmasına benzer nitelikte farklılıklara neden olduğu anlaşılmaktadır (Büyükkeskin 2008). Humik asitin bakla

bitkisine uygulanması neticesinde, bitkinin söz konusu fidelerinin toprağın altında ve üstünde yer alan tüm organlarının besin içeriklerine oldukça yüksek etkisinin olduğu anlaşılmıştır. Bakla köklerine uygulanan humik asitin Na ve K elementlerin humik asit uygulanmayan bitkilere göre % 86.4 ve % 111.4 gibi büyük bir oranda yükseltirken, toprak üstünde yer alan organlarının Na ve K içeriklerini ise % 52 ve % 6.7 oranlarında artırmıştır. Diğer taraftan, aynı uygulamaların, köklerdeki Ca içeriğinde % 32.5, toprak-üstü organlarındaki Mn içeriğinde % 49 oranında artışa sebep olmuştur (Büyükkeskin 2008, Büyükkeskin ve Akıncı 2011).

Mısır (*Zea mays* L.) fidelerinde humik asitin Cu, Mn, Fe ve Zn vb. mikro elementlerin miktarlarını (Sharif vd. 2002); ayrıca Ca, K, P, N içeriğini yükseltmiştir (Eyheraguibel vd. 2008).

Yine domates (*Lycopersicon esculentum* L.) ve patlıcan (*Solanum melongena* L.) yapraklarına verilen değişik konsantrasyonlardaki humik asidin N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Fe, Mn ve Cu miktarlarına humik asitin uygulanmadığı diğer gruplara göre önemli düzeyde artışın görüldüğü (Dursun vd. 1999), domates gövdesine 1280 mg/l miktarında ilave edilen humik asitin K, P, Ca, Mg, Fe, Mn ve Zn miktarını gözle görülür biçimde artırdığı, kök kısımlarında ise K ve Ca miktarının diğerlerine oranla daha çok biriktiği (David vd. 1994); karpuz yapraklarında ise makro elementlerden N, P ve K miktarını yükselttiği bildirilmiştir (Salman vd. 2005). Bahse konu araştırmalar, humik asit materyalinin kök hücrelerin zar geçirgenliğini yükselterek Ca, K, Na, Fe ve Mn gibi makro ve mikro elementlerin alımı ve bitkide taşınımını pozitif yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Öte yandan, besin elementlerinin bitkiye taşınımındaki artış, humik asit uygulamasıyla ilişkilendirilebildiğinden, bu uygulamanın kök hücrelerinde bulunan H-ATPaz enzim aktivitesini etkileyebildiği sonucunu düşündürmektedir.

Diğer araştırmalar incelendiğinde, humik asitlerin Na^{+1}, K^{+1}, Ca^{+2} gibi alkali metallerle gerçekleştirdiği bağların Al^{+3} gibi çok değerlikli metallerle yaptığı bağlardan daha az kuvvetli olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle araştırmacılar Al^{+3} gibi çok değerlikli metallerin bitkiye geçişinin humik asitlerce engellenebileceği hususunu saptamıştır. Baklanın yetiştirilen bir ortama 50 ve 100 µM Al içeren humik asit ilave edildiğinde

bitkinin büyüme ile ilgili parametrelerine pozitif yönde etki ettiği görülmüştür. Bakla bitkisinin yaprak sayısı, yaprak yaş-kuru ağırlığı, gövde yaş ve kuru ağırlığı boy uzunluğu ve kök yaş ağırlığının, 50 µM Al eklenmiş olan bitkilerde önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. 100 µM Al eklendiğindeyse, verilen humik asitin yaprak yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve baklanın yaprak sayısını yükselttiği anlaşılmıştır. Ancak, diğer taraftan pH'sı 4.5 olarak ölçülen bakla bitkisinin bulunduğu ortama 50 µM Al verilmesi sonucunda alüminyum toksisitesi meydana gelen gelmesine rağmen, bu ortama verilen humik asit, köklerde Cu, Mn, Na, Zn ve K içeriklerinde, 100 µM Al bulunduğunda ise, bakla köklerinde K, Na, Mn, Zn ve Ca içeriklerinde kontrol bitkilerine oranla önemli ölçüde artış görülmüştür. Humik asit sayesinde bakladaki toprak üstü organlarının Ca, K ve Na içeriklerinin belirgin şekilde arttığı saptanmıştır. Ancak, Fe ve Mn içeriklerindeki artış diğerleri kadar önemli değildir (Büyükkeskin 2008, Büyükkeskin ve Akıncı 2011).

Bunun yanında, bakla yapraklarındaki klorofil miktarının humik asit tarafından % 5.6 oranında artırdığı göz önünde bulundurulduğunda, baklanın ürün niteliğini ve gelişimini önemli derecede etkileyebileceğini göstermektedir. Bakla bitkisine humik asit verilmesi neticesinde ortamda 50 ve 100 µM Al olduğunda bu bitkinin yapraklarının klorofil içeriklerinde çok az bir miktar yükselme gözlenmiştir. Yine ortamda 50 µM Al var iken humik asit uygulandığında bitki yapraklarının protein içeriğinin % 18.1, 100 µM Al olan bir ortamda ise % 14.6 kadar oranda artış gözlemlenmiştir. Elde edilen bu sonuçların, humik asidin bitkideki metabolizma parametrelerini direkt olarak etki altına alarak, klorofil ve protein sentezi üzerine de birtakım etkilerinin olduğunu ortaya koymaktadır (Büyükkeskin 2008).

Humik maddelerin iyonik değişimleri etkilemesi ile birlikte, direkt olarak bitki besin maddelerinin bitki bünyesine alınabilir yarayışlı formlar haline getirebilmeleri sayesinde gerçekleşebileceği, ayrıca; bunun mikroganizmal faaliyetleri artırması sonucu ortaya çıkan bitki gelişimini artıran hormonların bitkinin büyümesinde olumlu etki gösterdiği gözlemlenmiştir (Vaughan ve Mc Donald 1976).

Diğer taraftan, humik asidin bitkiler üzerindeki direkt etki, hem bitkinin kök gelişimini hem de bitkice özümlenen makro ve mikro elementlerinn metabolizmalarını etkilemesi sayesinde oluştuğunu, diğer bir etkinin ise, besin maddelerinin ve suyun tutulma güçlerinin tutulma kapasitelerinin artması, fiziksel özelliklerinin havalanma ve drenaj etkinliğini artırması suretiyle düzeltmelerini, bu doğrultuda, besin maddelerindeki yarayışlılık şekillerini farklılaştırarak bitki kökleri sayesinde besin elementlerinin absorbe edilmesini yükseltmeleri gibi olumlu etkilerinin sıralandığı gözlemlenmiştir (Lobartini vd 1997).

Humik asitin; bitkilerdeki kök gelişimi esnasında, toprak mikroorganizmaları sayısının artmasında, tarlalarda hasat sonrası oluşan anızların daha kısa sürelerde parçalanmalarında, su tutma kapasiteleri düşük olan toprakların bu yeteneklerinin yükseltilmesinde hatta bu tohumlardaki çimlenmelerin kısa sürelerde gerçekleşmelerinde fayda göstermektedir. Bunun yanı sıra, humik asit ortama eklendiğinde azot, potasyum, fosfor, çinko ve demir gibi birtakım makro ve mikro besin elementlerindeki alım mekanizmalarını olumlu yönde etkilediği ve iyileştirdiği, killi veya ağır topraklardaki tekstürün bu yapısının daha iyi hale getirilmesinde, toprakta oluşan tuzların birikimindeki azalmanın sağlanması, topraklardaki porlu - gözenekli yapının oluşumu ve havalandırılmasına son derece pozitif etkisinin bulunduğu anlaşılmaktadır. Buğdayın da içinde olduğu birtakım bitkilerde humik asit, en başta çinko olacak şekilde diğer mikro besin elementlerinin de alımının iyileştirilmesinde etkisinin oluğu, diğer taraftan, verim ve diğer komponentlerinde de yükselmeye sebep olduğu bildirilmiştir (Mackowiak vd. 2001).

Buna benzer olarak, her yıl kahve üretiminin yoğun olduğu Kolombiya'da yaklaşık 1 milyon ton'dan fazla miktarda kahve bitkisinden elde edilen atıkların oluştuğu, bu kahve atıklarının değişik formları hem organik gübre hem de toprak düzenleyicisi olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir (Orozco vd. 1996).

Fransa'da yoğun olarak kullanılan organik toprak düzenleyici materyallerinin kompost ve çiftlik gübresi olduğu, bu materyallerin topraklardaki organik maddenin içeriğini arttırmasında bunun yanı sıra, tınlı-toprakların kabuğunun oluşumunda ve fiziksel

degredasyonun kontrol edilmesine örnek olan erozyonun önlenmesi gibi çok büyük bir etkiye de haiz olduğu bildirilmiştir (Le Villio vd. 2004).

Bir başka çalışmada, kireçli bir toprağa değişik konsantrasyonlarda uygulanan humik asit ve fosforun topraktaki mısır bitkisi (*Zea mays* L.) gelişimi ile topraktaki fosforun yarayışlılığı ve etkinliğini araştırmak amaçlanmıştır. Bu amaçla toprağa 4 dozda P (0, 20, 40, 80 mg/kg) ve 3 dozda humik asit (0, 250, 500 mg/kg) uygulanmıştır. Araştırma neticesinde humik asit uygulamalarının bitki P konsantrasyonuna, bitkinin kuru ağırlığına, bitki tarafından alınan P miktarı ile toprakta kalan yarayışlı P konsantrasyonuna önemli derecede etki ettiği görülmüştür. Öte yandan, humik asitin P ile birlikte uygulanması durumunda tek başına uygulamasından daha önemli derecede etki ettiği bildirilmiştir (Erdal vd. 2000).

Toprakta yetişen bitkilerin gelişiminin ve büyümesinin istenilen düzeye getirilebilmesi, söz konusu bitkiye etki eden koşulların yanı sıra, yine önemli etkiye sahip olan bitkinin yetiştirildiği toprağın ortamının fiziksel birçok özelliği ile alakalıdır. Topraktaki fiziksel özellikleri iyi hale getirmede, verimini artırmada ve sürekliliğini sağlamada organik materyallerin yetiştiricilik yapılan ortama eklenmesi en çok başvurulan yöntemlerden birisidir (Bender vd. 1998).

Toprağın niteliğini gösteren en önemli öğelerinin, topraklardaki agregat büyüklük oranları ve dayanıklılık gibi parametrelerin oluşturduğu gibi, topraklardaki organik madde kapsamında ortaya çıkan azalış, agregatların dayanıklılığında azalmaya sebep olabilmektedir (Six vd. 2000).

Humik asit, makro ve mikro besin elementleri gibi önemli öğeleri bünyesinde barındıran doğal maddelerden biri de leonarditttir. Bu materyal sadece bir gübre kaynağı olmaktan öte, daha yaygın kullanıldığı şekliyle bitkiler için biyolojik çözücü ve biyolojik alıcıdır (Güneş 2007).

Leonardit ile birtakım organik materyallerin özelliklerine bakıldığında; leonardinitin en önemli etkilerinden birinin bitki gelişimini güçlendirerek hızlandırdığı ve topraktaki üretkenliğin arttırılmasına yardımcı olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, leonarditin diğer avantajlarından birinin ise ortama eklendiğinde uzun süre etkinliğini koruyabilmesidir. Hayvan gübresinin, kompostun ya da torfun daha hızlı ayrışarak 3 ila 5 yıl gibi kısa sürelerde etkinliğinin kaybolmasına karşın, leonarditin etkinliğini daha çok koruyabilmesidir. Genel adıyla Zeolit olarak bilinen doğal veya yapay kristal yapılı, sulu alüminyum silikat bileşiklerinin, sanayiden başlayarak tarıma uzanan geniş bir spektrumda yer alan sektörlerde uygulanmışlardır. Öte yandan, doğal zeolitlerden en yaygın olarak dünyada görülen ve uygulanan Klinoptilolittir. Bu materyalin iyi bir toprak düzenleyici ve bitki yetiştirme ortamı olarak bilinmesinin sebebi ise, katyon değişim kapasitesindeki yüksek miktarın belirlenmiş olması nedeninden kaynaklandığı anlaşılmıştır (Gül vd. 2006).

Öte yandan, humik asitin NH_4^+ seçiciliğinin yüksek olması sebebiyle bitkilerin amonyumu çok daha verimli şekilde kullandığı ve bu sayede gübre tasarrufunun da sağlandığı söylenebilir (Işıldar 1999).

Humik asit ve çinkonun birlikte uygulandığı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum L.*)' da birtakım verim öğeleri üzerine etkilerini irdeleyen bir araştırmada ortaya çıkan sonuçlara göre; humik asit ve çinko birlikte uygulandığında ilk yıl tüm çeşitlerin ortalaması olarak tane veriminin 510.4 kg/da olarak ortaya çıktığını, sadece humik asit verildiğinde 509.5 kg/da verim alınabildiği, sadece çinko uygulandığında 503.0 kg/da verimin sağlandığı ve son olarak kontrol grubunun ise 434.2 kg/da olarak ölçüldüğü anlaşılmıştır. İkinci yıl gerçekleştirilen uygulamalarda hemen hemen aynı sonuçlar alınmış olup, çinko ile humik asit birlikte verildiğinde 537.5 kg/da verim alındığı, sadece humik asit verildiğinde 528.1 kg/da verim alınabildiği, sadece çinko verildiğinde 501.7 kg/da verim alınabildiği son olarak kontrol uygulamasında ise 474.9 kg/da sonucunun alındığı bildirilmiştir. Çeşit açısından değerlendirildiğinde tane verimi bakımından her iki yılda da Gün-91 çeşidinin en iyi sonuçları verdiği bildirilmiş olup, her şekilde ortaya çıktığı üzere humik asit ve çinko uygulamalarının tek başına ya da

birlikte uygulaması her zaman kontrol grubuna göre birim alandaki tane verimini artırdığı anlaşılmıştır (Kaya vd. 2005).

Yapılan bir çalışmada, analiz sonuçlarının ortaya koyduğu sonuçlara bakıldığında kivi meyvesinde yürütülen denemenin her tekerrüründen 6 adet meyve örneği alınmış olup, bu materyallerin ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ortalama meyve ağırlığının 2008 yılında 102,83-124,11 g, 2009 yılında 87.68-107.40 g arasında olduğu gözlemlenmiştir. Ortalama meyve ağırlığını Beever ve Hopkirk (1990) 80-120 g, Cangi ve Karadeniz (1999) 75.21-113,10 g, Tarakçıoğlu vd. (2006) birinci yıl ortalama meyve ağırlığını 114,7-136,0 g, ikinci yıl ise 69.4-83.2 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kivide meyve ağırlığını araştıran Günay (2009) ise, sonuçların 88.16-104.35 g aralığında değiştiğini ortaya koymuştur. Bahse konu araştırmanın birinci yılında meyve eninin 5.10-5.78 cm aralığında değiştiği, meyve boyunun 6.67-7.63 cm arasında olduğu, ikinci yılda ise yine meyve eninin 4.78-5.77 cm aralığında olduğu, meyve boyunun ise 6.26-7.47 cm olduğu görülmüştür.

Yine kivi çeşitlerinden Hayward çeşidinde meyvelerdeki standart en uzunluğunun 68 mm, diğer parametre olan meyve boyunun 55 mm standart uzunluğunun ölçüldüğü anlaşılmıştır. (Samancı 1990). Yine başka bir çalışmada meyve boyu 55-70 mm, çapı 40-50 mm olarak (Beever ve Hopkirk 1990), Hayward kivi çeşidinde meyve eni 4.8 cm, meyve boyu 6.1 cm olarak bildirilmiştir (Basım ve Uzun 2003). Hayward kivi çeşidi meyve eni 48 mm, meyve boyu 60 mm bulunmuştur (Şeker vd. 2003).

Humik asitin organik madde fraksiyonlarından biri olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla, makro ve mikro besin elementleri ile uygulandığında bitki biyokütlesini artırdığı ve bu pozitif etkinin kök gelişiminde daha fazla olduğu belirlenmiştir (Usta 1995).

Humik asitiler bitki gelişimine doğrudan ve dolaylı olmak üzere 2 farklı şekilde etki ettiği ortaya konulmuştur. Doğrudan etki, humik maddenin bitkiye alınması sonucunda bitkide yer alan besin elementlerinin dağılımına etki etmesidir. Dolaylı etki ise, tıpkı sentetik iyon değiştiricilerde olduğu gibi bitki besin maddelerinin sağlanması şeklinde görülebileceği belirtilmektedir (Schnitzer ve Khan 1972, Sözüdoğru 1996).

Humik asit bitki gelişimini uyarıcı etkisi ile bitkiye olumlu yönde etki etmektedir. Bu etki makro besin elementlerinin alımı ile doğru orantılı olarak ilişkilidir. Bunun yanı sıra, humik maddeler bazı katyonlar ile bileşik oluşturabilir, örnek olarak geçiş metal katyonları verilebilir. Bu durum besin maddelerini artırıcı etki gösterebileceği gibi bazı durumlarda ise köklerle birlikte rekabet oluşturarak bu maddelerinin alınımına engel teşkil edebilmektedir. Diğer taraftan humik maddelerin fraksiyonları arasında daha düşük molekül ağırlıklı olanların bitkiler tarafından alınabileceği bildirilmiştir. Bunun sonucunda bu bileşenler sayesinde hücre zarı geçirgenliğini artış gösterir. Buradan da hormon benzeri etki gösterdiği görülmektedir (Konova 1996).

Topraktaki Ca^{+2} iyonları organik maddeler ile bileşik oluşturmaktadır. Bu sayede, ortamda bulunan toprak çözeltisindeki P konsantrasyonununda arttığı bildirilmiştir (Moreno vd. 1960). Yapılan çalışmalarda organik asitlerin kimi kil çeşitleri tarafından tutulan P miktarını azalttığını gözlemlemişler ve bu olayı organik asitlerin kil yüzeylerine tutulmada P ile rekabete girmesi ile açıklamışlardır (Nagarajah vd. 1975).

Yine yapılan bir diğer çalışmada, kireçli topraklardaki organik maddenin, $CaCO_3$'ün aynı adsorbsiyon yüzeylerinde P ile rekabete girerek, P'nin, kirece bağlanma enerjisini azalttığı bildirilmiştir (Holford ve Mattingly 1975).

EDDHA ve HA'nın toprakta bulunan P'nin çözünürlüğüne etkisine ilişkin çalışmalarında toprağa EDDHA gibi şelat yapıcı maddelerin eklenmesi ile P'nin toprak tarafından tutulmasının sınırlandırılabileceği gözlemlenmiş ve humik asitin de buna benzer bir etki yapacağı ileri sürülmüştür (Bermudes vd. 1993).

Birtakım araştırmacıların çalışmalarında ortaya koydukları ortama eklenen EDDHA ve humik asit ile topraktaki yarayışlı P konsantrasyonunda artış sağlandığı görülmüştür (Siviero vd. 1996).

Yine diğer bir çalışmada toprağa uygulanan humik asitin bitki gelişimine önemli derecede artış saptandığı bildirilmiştir (Benedetti vd. 1996). Humik asit N, P, K

gübreleri ile verildiği taktirde ortaya çıkan ürün miktarındaki artışın sadece humik asit verildiğinde ortaya çıkan artıştan daha yüksek olduğu ortaya konmuştur. Öte yandan, toprak çözeltisindeki P yarayışlılığı ortama eklenen humik asit ile doğru orantılıdır (Wang vd. 1995).

Alkali bir toprağa P ile birlikte verilen humik asitin topraktaki P bağlanmasını engelleyerek yarayışlı P konsantrasyonunu artırdığı ve diğer taraftan bu sayede bitki bünyesine alınan P'nın ürün miktarını yaklaşık olarak % 25 oranında artırdığını bildirmişlerdir. Yapılan lizimetre denemesinde humik asit verilen parsellerden elde edilen P miktarının humik asit uygulanmayan parsellere göre daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir (Biondi vd. 1992). Ayrıca, değişik şekillerdeki P'li preperatların humik asit ile birlikte uygulanması durumunda yarayışlı forma geçen P'nin oranında artış görüldüğü belirlenmiştir (Rubinchik vd. 1992).

Yapılan diğer bir çalışmada, su kültürüne eklenen ve iki farklı kaynaktan elde edilmiş humik asitin fasulye bitkisi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Humik asit-I ahır gübresinden elde edilmiş olup, Humik asit-II ticari olarak satın alınmıştır. Her iki hümik asit 0, 30, 60, 90 ve 120 mg/kg dozlarında uygulanarak, bitkilerin kök, gövde ve yaprak kısımlarında N, P, K, Ca, Mg makro elementleri ve Mn, Cu, Zn ve Fe mikro elementleri analiz edilmiştir. Buna göre; kök bölgesine uygulanan 90 mg/kg Humik asit-I N, P, Ca oranlarını artırdığı, 120 mg/kg uygulanan Humik asit-II ise P oranını önemli düzeyde yükselttiği bildirilmiştir. Gövde kısmında, N ve Zn konsantrasyonları hem Humik asit-I hem de Humik asit-II uygulamalarıyla artış göstermiştir. Yaprak kısmında ise, Humik asit-I N, P, Mn, Zn ve Fe oranlarını, Humik asit-II sadece N ve Mn oranlarını yükselttiği belirtilmiştir (Sözüdogru vd. 1996).

Bir başka çalışmada, leonardit ve gyttja materyalleri toprağa % 0.5, % 1 ve % 2 düzeylerinde ilave edilip, 2 ay süresince inkübasyona bırakılarak, bu süreç sonunda 0,3, 6, 9 mg kg^{-1} konsantrasyonlarında Zn aynı toprağa karıştırılmıştır. Bu ortamda yetiştirilen mısır bitkisi 2 ay sonunda hasat edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, eklenen materyaller bitkideki K ve Mn miktarını artırmış, ancak P ve Fe miktarında azalmaya yol açmıştır. İlave edilen leonardit materyali ile çinko bitki bünyesindeki Ca,

Mn ve Zn oranlarında artış görülmüştür. Gyttja ile ilave edilen çinko ise bitki bünyesindeki Mg, Ca, Zn, Cu ve Mn miktarını artırmış ancak, K oranını düşürdüğü bildirilmiştir (Engürü 2005).

Diğer bir çalışmada patlıcan bitkisine topraktan 0, 250, 500 ve 750 mg kg^{-1} humik asit ve 0, 20 ve 40 mg kg^{-1} P, yapraktan ise, % 0, % 0.1, % 0.2 ve % 0.3 düzeyinde humik asit ve 0, 5, 10 mg kg^{-1} P uygulandığı, bunun sonucunda, topraktan uygulamanın bitki yaş-kuru ağırlığını, kök yaş-kuru ağırlığını ve antosiyonin değerlerini artırdığı yapraktan uygulamanın ise, kök boyunu ve N, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn ve Zn içeriklerini yüksek düzeyde etkilediği bildirilmiştir (Savaştürk 2008).

Bir başka araştırmada, manganın yapraktan ve topraktan ahır gübresi ve humik asit ile birlikte uygulandığında, biberin protein ve C vitamini içeriğine olan etkileri irdelenmiş olup, buna göre denemenin her iki yılında da uygulanan humik asitin 2. yılın sonunda biberin toplam verimini % 16.82 oranında artırdığı, buna karşın, % 1'lik Mn düzeyinde humik asit uygulandığında Mn içeriğinin % 2.82 oranında azaldığı, ayrıca topraktan ve yapraktan uygulanan manganın biberin dallanmalar arası mesafelerini humik asit ile artırdığı bildirilmiştir (Samet 2004).

Farklı topraklardan elde edilen ve 1, 5, 10, 20 ve 50 mg kg^{-1} konsantrasyonlarında ortama ilave edilen humik asit buğdaygil yem bitkisi üzerinde N alınımını 20 – 50 mg kg^{-1} oranında artırdığı ortaya konulmuştur. Ancak aynı çalışmada K, P, Ca, Mg ve Na açısından herhangi bir etki tespit edilmemiştir (Dormaar 1975).

Pamuk bitkisi ile ilgili yapılan bir araştırmada hasat öncesi alınan yaprak örneklerinde, humik asit uygulamaları ile birlikte bitkideki K, Fe, Mn, Cu ve B oranlarında kontrole göre artış görüldüğü, bunun yanında N, P, Ca, Mg ve Zn içeriklerinde düşüş olduğu bildirilmiştir (Kaptan ve Aydın 2012).

Humik asit uygulamasının ayçiçeğinde verim ve yağ bileşenlerine de etkisinin olduğu, ancak bitkinin gelişim dönemlerine göre humik asit uygulamasının farklı olması

gerektiği, örneğin ekim öncesinde 18g da^{-1}, 4-5 yapraklı dönemde 12 da^{-1}, R1 dönemi olan tabla oluşumunda 6 da^{-1}, şeklinde verilebileceği, yüksek tane verimi için, ekim öncesi ve tabla oluşumu dönemlerinde humik asit verilmesinin daha uygun olacağı, humik asitin geç uygulanması durumunda etkinliğini yitirebileceği belirlenmiştir (Day vd. 2011).

İçerisinde leonarditinde olduğu değişik kökene sahip organik materyallerin toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir diğer çalışmada, bu materyallerin toprağa düzenli ve etkin şekilde uygulanması durumunda toprağın pH, EC ve katyon değişim kapastesi gibi özelliklerine istatistiki olarak artırıcı etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Alagöz vd. 2006).

Birbirinden farklı organik besin maddeleri ile bazı toprak düzenleyicilerin organik koşullar altında kivinin verim ve kalite özellikleri araştırıldığında, humik asit uygulamalarının toprağın organik madde miktarını diğer materyallere göre daha fazla artırdığı, diğer taraftan en uzun çiçeklenme süresinin yine humik asit ile birlikte verilen konvansiyonel uygulamada elde edildiği görülmüştür (Soyergin vd. 2006).

Organik marul-salata yetiştiriciliği ile ilgili verim özelliklerinin irdelendiği bir başka araştırmada, biofarm, humik asit ve leonardit uygulamaları içerisinde en yüksek verimin 1. yıl Biofarm + humik asit uygulaması ile 2. yıl biofarm uygulaması ile elde edildiği belirlenmiştir (Tüzel vd. 2011).

Kışlık kolza bitkisinde yapılan diğer bir çalışmada, humik asitin 250 ve 500 mg kg^{-1} dozlarının uygulama zamanı olarak sapa kalkma ve 6-8 yapraklı olduğu dönemde verilmesinin uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Gürsoy vd. 2016).

Başka bir çalışmada, humik asit, salisilik asit ve potasyum uygulamaları içerisinde domates bitkisinde en yüksek çimlenme oranının % 80 ile humik asit uygulaması ile sağlandığı görülmüştür (Gülser vd. 2014).

Domates bitkisinde yapılan bir araştırmada, farklı dozlarda uygulanan humik asitin bitki bünyesinde bulunan N, P, K, Fe ve Cu oranlarını istatistiksel açıdan önemli oranda artırdığı, ancak Mg, Ca, Mn, Zn ve B içeriklerinde önemli oranda bir artış sağlamadığı bildirilmiştir. Ayrca humik asit ve NPK uygulamalarının birlikte verilmesi durumunda bitki kalite öğelerinde artış gözlemlenmiştir (Demirtaş vd. 2014).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Toprak Örneğinin Alınması, Deneme ve Analize Hazırlanması

Yapılan denemelerde kullanılan toprak Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme bölümü bahçesinden 0-20 cm derinlikten alınarak 4 mm'lik elekten elenmiştir. Deneme toprağının kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Deneme toprağının kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellik	Miktar	Özellik	Miktar
pH, (1-2.5 su)	7.98	P ($NaHCO_3$)	8.54 mg kg^{-1}
EC (1:2.5 su)	0.44 dSm^{-1}	Ca (NH_4OAc-eks.)	2.56 g kg^{-1}
Kireç $CaCO_3$, %	5.73	Mg (NH_4OAc-eks.)	4.5 g kg^{-1}
Organik madde, %	7.60	Zn (DTPA-eks.)	0.72 mg kg^{-1}
Tekstür sınıfı	Killi Tın	Cu (DTPA-eks.)	1.01 mg kg^{-1}
Toplam N, %	0.92	Fe (DTPA-eks.)	6.36 mg kg^{-1}
K (NH_4OAc-eks.)	0.47 g kg^{-1}	Mn (DTPA-eks.)	24.0 mg kg^{-1}

3.2 Bitki Materyali

Bitki materyali olarak iki farklı mısır çeşidi (*Zea mays* L.) kullanılmıştır. Bunlardan ilki Hazar F1 ticari adıyla piyasada bulunan Biotek Tohumculuk firmasının sofralık, çerezlik ve taze tüketim için uygun olan tatlı mısır çeşidi, diğeri Helen F1 ticari adıyla Limagrin firmasına ait silajlık mısır çeşididir.

3.3 Sera Denemesinin Kurulması ve Yürütülmesi

Yapılan araştırmanın yürütüldüğü sera denemesi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasında yürütülmüştür. 4.5 kg toprak alabilen polietilen kaplı plastik saksılara elenen topraklar doldurulmuştur. Ekim öncesi temel gübreleme olarak bütün saksılara 200 mg kg^{-1} N, 80 mg kg^{-1} P ve 150 mg kg^{-1} K, amonyum nitrat (NH_4NO_3), potasyum dihidrojen fosfat (KH_2PO_4) ve potasyum sülfat (K_2SO_4)'tan uygulanmıştır. Humik asit için ise Gübretaş firmasının Humas-15 ticari isimli humik asiti uygulanmıştır. Humik asit konsantrasyonları 0, 50, 100, 150, 200 mg kg^{-1} olacak şekilde topraktan uygulanmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her saksıya 8 tohum ekilmiş olup, çimlenme sonrası her saksıdaki bitki sayısı 3 olacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Deneme süresince bitkiler çeşme suyuyla sulanmış ve periyodik olarak saksıların konumu değiştirilmiştir. 60 günlük gelişim süresi sonunda bitkiler hasat edilmiş, kök ile gövdenin birleştiği yerden kesilerek kök-gövde uzunlukları ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir.



Şekil 3.1 Mısır çeşitlerinin ekilişi



Şekil 3.2 Seyreltme sonrası mısır çeşitleri



Şekil 3.3 Hasat öncesi mısır çeşitlerinin durumu

3.4 Bitki Örneklerinde Ölçülen Fiziksel Özellikler

Mısır bitkisinin kök kuru-yaş ağırlığı, gövde kuru-yaş ağırlığı, gövde boy uzunluğu ve kök boyu uzunluğu belirlenmiştir.

3.4.1 Kök boyu (cm)

Bitkilerin kök uzunlukları cetvel yardımıyla ölçülmek suretiyle belirlenmiştir (± 1 cm).

3.4.2 Kök kuru ağırlığı (g)

Bitki kökleri yaş ağırlıkları belirlendikten sonra kese kâğıtlarına koyularak 65 °C'de kurutulup son ağırlığı değişmeyinceye kadar etüvde bekletildikten sonra ağırlık ölçümü yapılmıştır.

3.4.3 Bitki toprak üstü aksam kuru ağırlığı (g)

Bitki gövdeleri yaş ağırlığı belirlendikten sonra kese kağıtlarında 65 °C'de kurutulup son ağırlığı değişmeyinceye kadar etüvde bekletildikten sonra ağırlık ölçümü yapılmıştır.

3.4.4 Bitki boyu (cm)

Bitki gövde boyu cetvel yardımı ile (± 1 mm) ölçülmüştür.

3.5 Bitki Örneklerinde Yapılan Kimyasal Analizler

Mısır bitkisi kök ve gövdelerine ait örnekler ayrı ayrı kurutulup öğütülerek kimyasal analizler yapılmıştır.

3.5.1 Bitkide toplam azot

Kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örnekleri Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekliyle Kjeldahl yöntemine göre saptanmıştır.

3.5.2 Bitkide toplam fosfor

Bitki örneklerinde kuru yakma işlemi gerçekleştirildikten sonra süzülüp vanadomolibdofosforik-sarı renk yöntemine göre analizi spektrofotometre cihazında yapılmıştır (Kacar 1972).

3.5.3 Bitkide toplam Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Demir, Bakır, Çinko ve Mangan

Bitki örnekleri önce kurutulup öğütülerek kuru yakma metoduna göre kül fırınında 550 ^{o}C'de 8 saat süreyle yakılmıştır. Daha sonra porselen krozelere oda sıcaklığında iken 2 mL 10 N nitrik asit ilave edilmiştir. Krozeler hot plate üzerinde kaynamaya başladıktan 15 dakika sonra oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Sonra elde edilen çözelti 100 mL'lik plastik balo jojelere saf su ile yıkanarak aktarılmıştır (Isaac ve Kerber 1971). Yakma işlemi akabinde örnekler Whatmann No 10 filtre kağıdından süzülerek K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn ICP-OES (Perkin Elmer 2100 DV) cihazında okuma yapılarak belirlenmiştir (Plank 1992, Isaac ve Johnson 1998).

3.6 İstatistik Analizleri

Deneyler ve yapılan araştırma sonucunda elde edilerek kaydedilen veriler istatistik olarak önemli olup olmadığı MINITAB paket programı kullanılarak, ortalamalar arasındaki farkın önemliliği ise MSTAT paket programı kullanılarak Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirilmiştir (Düzgüneş vd. 1987).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Humik Asit Uygulamalarının Mısır Çeşitlerinde Toprak Üstü Aksam Yaş-Kuru Ağırlığı ve Bitki Gövde Uzunluğuna Etkisi

2 farklı mısır çeşidine uygulanan humik asit uygulamalarının bitki toprak üstü aksamının yaş-kuru ağırlığına ve bitki gövdesinin uzunluğuna etkileri çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Humik asit uygulamalarının mısır çeşitlerinde bitki gövde uzunluğu (cm), yaş ağırlık (g) ve kuru ağırlığa (g) etkisi

Bitki Kısmı	Çeşitler	Dozlar (mg kg^{-1})	cm	g	g
			Uzunluk	Yaş Ağırlık	Kuru Ağırlık
GÖVDE	Hazar F1	0	136	288	32.0 **b**
		50	144	290	33.0 **ab**
		100	142	294	32.7 **b**
		150	140	299	35.7 **ab**
		200	145	312	38.7 **a**
	Helen F1	0	131 **ab**	265	26.7 **b**
		50	132 **ab**	266	28.0 **ab**
		100	124 **b**	269	30.0 **a**
		150	128 **ab**	261	30.7 **a**
		200	133 **a**	265	29.3 **ab**
	F Değeri	A	1.23 öd	0.82 öd	4.40*
		B	3.65*	0.14 öd	4.83*

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi mısır bitkisi Hazar F1 çeşidine 200 mg kg^{-1} humik asit uygulandığında 38.7 g gövde kuru ağırlığına ulaşarak kontrole göre istatistiki olarak önemli bir artış sağlamıştır. Ancak, aynı çeşide artan dozlarda uygulanan humik asit, bitkinin uzunluk ve yaş ağırlık parametrelerinde artış sağlasa da, bu artış istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Helen F1 çeşidinde ise uygulanan 200 mg kg^{-1} humik asit kök uzunluğu üzerinde istatistiki olarak önemli bir etki yaratmıştır. 200 mg kg^{-1} humik asit uygulandığında bu değer gövde uzunluğunu 133 cm'e yükseltmiştir. Ayrıca, aynı çeşide 100 mg kg^{-1} ve 150 mg kg^{-1} olarak uygulanan humik asit gövde kuru ağırlığını 26.7 g değerinden sırasıyla 30.0 g ve 30.7 g kuru ağırlığa çıkmasını sağlayarak istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yaş ağırlıkta ise Helen F1 çeşidinde de önemli bir artış gözlemlenmemiştir.

4.2 Humik Asit Uygulamalarının Mısır Çeşitlerinde Kök (Saçak) Yaş-Kuru Ağırlığı ve Kök (Saçak) Uzunluğuna Etkisi

Humik asit uygulamalarının 2 farklı mısır çeşidinde bitki kökünün yaş-kuru ağırlığına ve kök uzunluğuna etkileri çizelge 4.2'de değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.2 Humik asit uygulamalarının mısır çeşitlerinde kök (saçak) uzunluğu (cm), yaş ağırlık (g) ve kuru ağırlığa (g) etkisi

Bitki Kısmı	Çeşitler	Dozlar (mg kg^{-1})	cm	g	g
			Uzunluk	Yaş Ağırlık	Kuru Ağırlık
KÖK	Hazar F1	0	43.3	55 **b**	6.66 **b**
		50	42.0	68 **ab**	8.00 **b**
		100	42.2	90 **a**	8.66 **ab**
		150	47.7	76 **ab**	8.66 **ab**
		200	37.9	89 **a**	11.00 **a**
	Helen F1	0	41.3 **b**	84	7.66
		50	46.1 **ab**	83	8.66
		100	46.3 **ab**	107	11.33
		150	54.4 **a**	87	10.66
		200	49.3 **ab**	101	10.33
	F Değeri	A	1.70 öd	3.79*	7.40**
		B	5.12*	1.03 öd	2.72 öd

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi, Hazar F1 çeşidine uygulanan 100 mg kg^{-1} ve 200 mg kg^{-1} humik asit uygulamaları kökün yaş ağırlığını kontrol grubunda ölçülen 55.0 g değerinden sırasıyla 90.00 g ve 89.00 g değerine ulaştırarak istatistiki olarak önemli bir etki sağlamıştır. Ayrıca, aynı çeşide 200 mg kg^{-1} olarak uygulanan humik asit kuru ağırlığın 6.66 g değerinden,11.00 g kuru ağırlığa kadar çıkmasını sağlamıştır. Bu artış

istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Kök uzunluğunda ise 150 mg kg^{-1} humik asit uygulaması sonrasında bir miktar artış gözlemlense de, bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Helen F1 çeşidine uygulanan 150 mg kg^{-1} humik asit kök uzunluğunda kontrole göre istatistiki olarak önemli bir artış göstermiştir. Bu uygulama kök uzunluğunun kontrol grubunda belirlenen 41.40 değerinden, 54.40 g'a kadar yükselmesini sağlamıştır. Aynı çeşidin yaş ağırlık ve kuru ağırlığı değerlerinde ise özellikle 150 mg kg^{-1} humik asit uygulaması sonrasında bir miktar artış gözlemlense de istatistiki olarak önemli bir artış saptanmamıştır.

4.3 Humik Asit Uygulamalarının Mısır Çeşitlerinde Bitki Toprak Üstü Aksamındaki Makro Element İçeriğine Etkisi

Mısır bitkisi çeşitlerine uygulanan humik asitin makro elementlerin içeriğine etkisi çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Humik asit uygulamalarının mısır çeşitlerinde bitki toprak üstü aksam makro elementlerin içeriğine etkisi

Bitki Kısmı	Çeşitler	Dozlar (mg kg^{-1})	%				
			N	P	K	Ca	Mg
BİTKİ TOPRAK ÜSTÜ AKSAM	Hazar F1	0	2.28 **a**	0.123	1.86 **a**	0.84	0.62
		50	1.97 **b**	0.118	1.80 **a**	0.83	0.60
		100	1.90 **b**	0.118	1.87 **a**	0.72	0.61
		150	1.97 **b**	0.126	1.01 **b**	0.78	0.64
		200	2.01 **b**	0.134	1.93**a**	0.69	0.59
	Helen F1	0	1.72	0.112 **b**	1.05 **b**	1.08 **a**	0.57
		50	1.80	0.129 **a**	0.86 **bc**	1.01 **b**	0.53
		100	1.71	0.126 **ab**	1.88 **a**	0.82 **c**	0.49
		150	1.95	0.126 **ab**	0.81 **c**	0.86 **bc**	0.50
		200	1.72	0.121 **ab**	0.75 **c**	0.86 **bc**	0.51
	F Değeri	A	5.03*	2.28 öd	102.79**	1.74 öd	0.68 öd
		B	0.78 öd	4.02*	110.69**	8.19**	1.82 öd

Çeşitli dozlarda uygulanan humik asitin mısır çeşitlerinde bitki gövdesinde makro elementlerin içeriğine etkisi incelendiğinde, yukarıdaki tablodan da anlaşılacağı gibi Hazar F1 çeşidinde humik asit uygulamaları, kontrol grubuna göre bitki gövdesinin N içeriğini istatistiki olarak düşürmüştür. Kontrol grubunda N düzeyi % 2.28 ölçülmüşken humik asit uygulanan gruplarda (100 mg kg^{-1}) % 1.90'a kadar düştüğü gözlemlenmiştir.

Yine aynı çeşidin K içeriğine bakıldığında 200 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının % 1.93 değerine ulaşarak istatistik açıdan fark yarattığı görülmüştür. Ancak humik asit dozları Hazar F1 çeşidinin gövdesinde P, Ca ve Mg bakımından istatistiki olarak önemli bir artışa neden olmamıştır.

Helen F1 çeşidinde ise P içeriğinin 50 mg kg^{-1} humik asit uygulamasında kontrole göre istatistiki olarak önemli bir artış sağladığı gözlemlenmiştir. Buna göre, P içeriği % 0.112'den % 0.129'a ulaşmıştır. K içeriğine bakıldığında da 100 mg kg^{-1} uygulamasının % 1.88 düzeyine ulaştığı ve bu sayede istatistiki açıdan önemli bir artış sağladığı görülmüştür. Diğer taraftan, humik asit uygulamasının Ca içeriğini azalttığı, bu azalışın istatistiki açıdan önemli olduğu anlaşılmıştır. Kontrol grubunda Ca miktarı % 1.08 iken, bu miktarın humik asit uygulamaları ile azaldığı görülmüştür. Ayrıca, artan humik asit dozları N ve Mg içeriği bakımından önemli bir artışa neden olmamıştır.

4.4 Humik Asit Uygulamalarının Mısır Çeşitlerinde Bitki Kökündeki Makro Element İçeriğine Etkisi

Çeşitli dozlarda humik asit uygulamalarının 2 farklı mısır bitkisi çeşidinin bitki kökündeki makro element içeriğine etkileri çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Humik asit uygulamalarının mısır çeşitlerinde bitki kökündeki makro element içeriğine etkisi

Bitki Kısmı	Çeşitler	Dozlar (mg kg^{-1})	%				
			N	P	K	Ca	Mg
KÖK	Hazar F1	0	1.30	0.080 **b**	2.16 **b**	1.73 **ab**	0.96
		50	1.21	0.081 **b**	3.13 **a**	1.50 **b**	0.94
		100	1.34	0.086 **b**	2.09 **b**	1.54 **b**	0.86
		150	1.25	0.123 **a**	3.07 **a**	2.05 **a**	0.95
		200	1.54	0.094 **b**	2.15 **b**	1.48 **b**	1.01
	Helen F1	0	1.13	0.074	2.20 **b**	1.60 **ab**	1.00 **ab**
		50	1.21	0.072	2.22 **b**	1.82 **a**	1.28 **a**
		100	1.40	0.074	2.15 **b**	1.39 **b**	0.96 **b**
		150	1.37	0.074	2.32 **b**	1.44 **b**	1.07 **ab**
		200	1.53	0.075	3.05 **a**	1.50 **b**	1.10 **ab**
	F Değeri	A	1.81 öd	19.17**	135.98**	7.26**	0.75 öd
		B	1.81 öd	0.08 öd	37.33**	10.54**	4.14*

Çizelge 4.4'de görüldüğü üzere, mısır bitkisinin Hazar F1 çeşidine 150 mg kg^{-1} humik asit uygulandığında, P içeriğinin kontrol grubuna göre istatistiki açıdan önemli bir artış gösterdiği anlaşılmıştır. Buna göre, P miktarı % 0.080 değerinden 0.123 değerine ulaşmıştır. Benzer şekilde, Ca içeriğine bakıldığında, 150 mg kg^{-1} humik asit uygulamasıyla, Ca miktarı kontrol grubunda ölçülen % 1.73 değerinden % 2.05 değerine ulaşmıştır. Bu fark istatistiki açıdan önemli olarak kabul edilmiştir. Ayrıca K içeriğine bakıldığında ise, 50 ve 150 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının % 3.13 ve % 3.07 gibi değerlere ulaştığı görülmüştür. Kontrol grubuna göre bu artış farkı istatistiki açıdan önemli görülmüştür. Ancak, N ve Mg bakımından, uygulanan humik asit dozları her iki mısır çeşidinde de istatistiki olarak önemli bir artış sağlamamıştır.

Helen F1 çeşidinde ise kökteki K içeriğinin 200 mg kg^{-1} humik asit uygulamasında kontrole göre istatistiki olarak önemli bir artış sağladığı, bu değerin kontrol grubunda %1.60 olarak belirlendiği, 200 mg kg^{-1} humik asit uygulamasından sonra ise % 3.05 değerine ulaştığı gözlemlenmiştir. Bunun yanında yapılan toprak analizinde de K miktarı yeterli seviyenin altında saptanmıştır. Aynı çeşidin Mg içeriğine bakıldığında 50

mg kg^{-1} humik asit uygulamasının istatistiki açıdan önemli bir artış sağladığı, kontrol grubunda % 1.00 olarak belirlenen Mg miktarının 50 mg kg^{-1} humik asit uygulaması ardından % 1.28 değerine ulaştığı görülmüştür. Benzer şekilde Ca içeriğinin de kontrol grubunda belirlenen % 1.60 değerinin 50 mg kg^{-1} humik asit uygulaması ardından %1.82 değerine ulaştığı anlaşılmıştır. Bu fark istatistiki açıdan önemli görülmüştür. Diğer taraftan bitki kökündeki N ve P içeriği üzerine humik asit uygulamaları sonrasında görülen artışların istatistiki olarak herhangi bir öneminin olmadığı saptanmıştır.

4.5 Humik Asit Uygulamalarının Mısır Çeşitlerinde Bitki Toprak Üstü Aksamındaki Mikro Element İçeriğine Etkisi

2 farklı mısır bitkisine uygulanan farklı miktarlardaki humik asitin bitki toprak üstü aksamındaki mikro element içeriğine etkisine ilişkin değerler çizelge 4,5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Humik asit uygulamalarının mısır çeşitlerinde bitki toprak üstü aksamındaki mikro element içeriğine etkisi

Bitki Kısmı	Çeşitler	Dozlar (mg kg^{-1})	mg kg^{-1}			
			Fe	Cu	Zn	Mn
BİTKİ TOPRAK ÜSTÜ AKSAM	Hazar F1	0	373 **a**	12.26 **a**	57.0 **ab**	66.1
		50	159 **c**	7.60 **ab**	59.9 **a**	68.3
		100	190 **c**	7.86 **b**	43.9 **b**	71.9
		150	277 **b**	9.60 **b**	34.8 **bc**	78.7
		200	206 **bc**	7.53 **b**	29.4 **c**	73.5
	Helen F1	0	386 **a**	10.13 **b**	22.4 **b**	75.1 **a**
		50	300 **ab**	17.33 **a**	32.0 **a**	69.7 **b**
		100	384 **a**	9.06 **b**	10.1 **c**	70.9 **ab**
		150	207 **c**	8.60 **b**	26.5 **ab**	63.0 **c**
		200	246 **bc**	9.06 **b**	27.8 **ab**	70.0 **b**
	F Değeri	A	25.88**	9.81**	18.39**	2.42 öd
		B	17.35**	43.87**	26.88**	15.48**

Çizelge 4.5'de görüldüğü üzere, mısır bitkisinin Hazar F1 çeşidinde uygulanan humik asit kontrol grubuna göre bitki gövdesinin Fe ve Cu içeriğini düşürmüştür. Buna göre Fe miktarı kontrol grubunda 373 mg kg^{-1} iken, artan humik asit uygulamalarıyla her ne kadar doğrusal bir orantı olmasa da istatistiki olarak azalma olduğu kaydedilmiştir. Bener şekilde Cu miktarı da kontrol grubunda 12.26 mg kg^{-1} olarak belirlenmiş iken, bu miktar 7.53 mg kg^{-1} düzeyine kadar azalmıştır. Buna karşın, aynı çeşidin Zn içeriğine bakıldığında 50 mg kg^{-1} humik asit uygulaması istatistiki olarak kontrol grubuna göre en yüksek değere (59.9 mg kg^{-1}) ulaşmıştır. Mn bakımından ise, her ne kadar artan humik asit dozları ile düzenli bir artış görülse de, bu artış istatistiki olarak önem arz etmemiştir.

Helen F1 çeşidinde ise uygulanan humik asit kontrol grubuna göre bitki gövdesinin Fe ve Mn içeriğini düşürmüştür. Buna göre Fe miktarı kontrol grubunda 373 mg kg^{-1} iken, artan humik asit uygulamalarıyla her ne kadar doğrusal bir orantı olmasa da istatistiki olarak azalma olduğu kaydedilmiştir. Mn içeriğine bakıldığında da, kontrol grubunda 75.1 mg kg^{-1} değeri uygulanan dozlara bağlı olarak istatistiki açıdan bir azalma göstermiştir. Buna karşın Cu ve Zn içeriğinin ise 50 mg kg^{-1} humik asit uygulandığında istatistiki açıdan önemli bir şekilde arttığı anlaşılmıştır. Cu miktarının 50 mg kg^{-1} humik asit uygulandığında kontrole göre 10.13 mg kg^{-1} değerinden 17.33 mg kg^{-1} değerine, Zn miktarının ise aynı doz uygulandığında kontrol grubuna göre 22.4 mg kg^{-1} değerinden 32.0 mg kg^{-1} değerine kadar arttığı görülmüştür.

4.6 Humik Asit Uygulamalarının Mısır Çeşitlerinde Bitki Köküdeki Mikro Element İçeriğine Etkisi

Humik asit uygulamalarının 2 farklı mısır bitkisi çeşidinin kök (saçak) kısmında mikro elementlerin içeriğine ilişkin değerler çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Humik asitin mısır çeşitlerinde bitki kökünde bulunan mikro elementlerin içeriğine etkisi

Bitki Kısmı	Çeşitler	Dozlar (mg kg^{-1})	mg kg^{-1}			
			Fe	Cu	Zn	Mn
KÖK	Hazar F1	0	564 **c**	29.5 **b**	25.6 **b**	184 **c**
		50	883 **b**	29.8 **b**	21.0 **b**	186 **c**
		100	484 **c**	29.9 **b**	13.5 **c**	212 **bc**
		150	1070 **a**	32.0 **ab**	34.6 **a**	287 **a**
		200	533 **c**	36.2 **a**	34.9 **a**	235 **b**
	Helen F1	0	462 **b**	25.1	13.1 **c**	210 **b**
		50	782 **a**	28.9	24.5 **a**	384 **a**
		100	418 **b**	24.2	15.9 **a**	240 **b**
		150	542 **b**	28.4	28.6 **b**	284 **b**
		200	553 **b**	33.4	19.2 **bc**	280 **b**
	F Değeri	A	44.35**	5.42**	43.86**	35.35**
		B	19.77**	3.13 öd	37.94**	15.74**

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi, Hazar F1 çeşidinin kök kısmında Fe içeriğine bakıldığında 150 mg kg^{-1} humik asit uygulandığında kontrol grubunda 564 mg kg^{-1} olan değeri 1070.0 mg kg^{-1} değerine kadar yükselttiği, bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Benzer şekilde, Cu miktarının ise, kontrol grubu değerinin 29.5 mg kg^{-1} olarak belirlendiği, 200 mg kg^{-1} humik asit uyguladığında bu değerin 36.2 mg kg^{-1} 'a yükseldiği anlaşılmıştır. Bu artış istatistik bakımından önem teşkil etmektedir. Humik asit uygulamalarının Zn miktarına etkisine bakıldığında, kontrol grubu 25.6 mg kg^{-1} olarak belirlenmiş iken, 150 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının 34.6 mg kg^{-1}, 200 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının ise 34.9 mg kg^{-1} düzeyine çıktığı görülmüştür. Her iki artış istatiksel açıdan önemli olarak kabul edilmiştir. Mn içeriği için ise, kontrol grubuna göre 184 mg kg^{-1} olarak belirlenen kökteki Mn miktarı 150 mg kg^{-1} humik asit uygulaması ardından 287 mg kg^{-1} değerine yükselmiş olup, bu artışın istatistiki olarak önemli olduğu anlaşılmıştır.

Helen F1 çeşidinde ise Fe, Cu ve Mn'da 50 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının istatistiki olarak en yüksek değere ulaştığı, sırasıyla 782 mg kg^{-1}, 24.5 mg kg^{-1} ve 384 mg kg^{-1} değerleri kaydedilmiştir. Ancak humik asit uygulamaları Cu bakımından bitki kökünde istatistiki açıdan önemli bir artış yaratmamıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, artan dozlarda uygulanan humik asit uygulamalarının, mısır bitkisinin kök ve gövde kısımlarının uzunluk, kuru-yaş ağırlıklarına olan fiziksel etkilerinin yanı sıra, yine gövde ve kök kısımlarında ayrı ayrı olmak üzere N, P, K, Ca ve Mg gibi makro elementler yanında, Fe, Cu, Zn ve Mn gibi mikro elementlerin içeriğine olan kimyasal etkileri de araştırılmıştır.

Bu araştırmada, sofralık Hazar F1 çeşidi ve silajlık Helen F1 çeşidi olmak üzere 2 farklı mısır çeşidi kullanılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, fiziksel özellikler bakımından sofralık çeşit olan Hazar F1 çeşidinde gövde kuru ağırlık artışını 200 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının istatistiki olarak önemli oranda artırdığı, kök kısmında yine 200 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının yaş ağırlık ve kuru ağırlığı istatistiki açıdan artırdığı gözlemlenmiştir. Ancak gövde ve kök bölgesinde görülen uzunluk artışı istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Silajlık olarak kullanılan Helen F1 çeşidinin fiziksel özellikleri değerlendirildiğinde ise, yaş ağırlık artışları istatistiki olarak önemli görülmemiştir. Yine aynı çeşidin kök kuru ağırlığında artış görülmekle birlikte bu artış önemli bulunmamıştır. Ancak gövde uzunluğu bakımından 200 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının, yine gövde kuru ağırlığı bakımından 100 ve 150 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının istatistiki açıdan önemli etkisinin olduğu görülmüştür. Kök uzunluğu bakımından ise, 150 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının kök uzunluğunu olabileceği saptanmıştır.

Bu sonuçlar bize gövde ve kökteki kuru-yaş ağırlığın oransal olarak birlikte artması bitkinin daha iyi beslendiğini gösterebileceği gibi besin elementlerinin bitkiye alınımının daha fazla olduğunu düşündürmektedir.

Bunun yanında, Helen F1 çeşidinde kök uzunluğunda artışın olması, bitkinin daha fazla besin elementine daha kolay ulaşabileceği fikrini akla getirmektedir.

Nitekim yapılan çalışmayı doğrular nitelikte, yapılan bir araştırmada, kavak bitkisinin talaşlarından sağlanan humik maddelerin mısır bitkisindeki gelişimi ve büyümesiyle birlikte mineral bileşimine sirayet eden etkisi incelenmiştir. Su kültüründe gelişimi tamamlattırılan mısır bitkisinin fidelerine humik asit verilmesi neticesinde bitkideki köklerin, gövdelerin ve yaprakların yaş ağırlıklarını sırasıyla % 48.8, % 60 ve % 57.3 oranlarında artırdığı bildirilmiştir. Humik asit; mısır kökü, gövdesi ve yapraklarında yer alan kuru ağırlıklarını ise kontrol gurubuna göre, kökü % 35.8, gövdeyi % 102.2 ve yaprakları % 53.2 oranlarında yükseltmiştir. Ayıca bunların yanında, mısır fidelerine ilave edilen humik asit ile bu bitkilerdeki gövde ve kök uzunluklarında sırası ile % 72.5 ve % 23 oranlarında artışın olduğu bildirilmiştir (Eyheraguibel vd. 2008). Bu örnekten de anlaşılacağı gibi, tıpkı çalışmamızda olduğu gibi humik asitin kök gelişimi üzerinde önemli bir faktör olduğu değerlendirilmektedir.

Diğer bir çalışmada ise, içerisinde toprak bulunan bitki saksılarında yetiştirilen mısır (*Zea mays* L.) fidelerine linyit kömüründen türevli humik asitin 0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mg/kg dozları ile birlikte azot, fosfor ve potasyum gibi makro besin elementleri uygulanmış; ilave edilen 50 ve 100 mg/kg'lik dozlardaki humik asit, mısır bitkisindeki gövde ağırlıklarında sırasıyla % 20 ve % 23 oranlarında artışa neden olduğu bildirilmiştir (Sharif vd. 2002).

Yine, domates (*Lycopersicon esculentum* L.) ve patlıcan (*Solanum melongena* L.) fidelerine uygulanan humik asitin 50, 100, 150 ve 200 ml/l lik dozlarının bitkilerin yaprak sayılarını, yaprak alanlarını, kök ve gövdelerin yaş ve kuru ağırlıkları gibi fiziksel özelliklerini iyileştirdiği bildirilmiştir. (Dursun vd. 1999).

Topraktan veya komposttan ortaya çıkan humik asitin asma omcasına (*Vitis vinifera* L.) yapraktan verildiği diğer bir çalışmada, humik asidin 5 ve 20 mg/l konsantrasyonlarının bu asma bitkilerine uygulanması neticesinde bitki tanelerindeki boy, çap ve ağırlıklarda gözle görülür ölçülebilir artış gözlemlendiği tespit edilmiştir. (Ferrara vd. 2007).

Fide gelişimi üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla ayçiçeği bitkisine (*Helianthus annuus* L.) verilen 60 gr. humik asit uygulamasının, kök uzunlukları, bitki boyları ve fide kuru ağırlıklarında artış görüldüğü (Kolsarıcı vd. 2005), karpuz (*Citrullus lanatus* L.*)* Thunb Matsum. & Nakai çaprazlamalarının ürün rekoltesinde ve niteliğinde son derece olumlu artış sağladığı, humik asit uygulanan karpuz bitkilerinin ortalama uzunluğunda, çap ve ağırlık ölçümlerine pozitif yönde etki ettiği rapor edilmiştir (Salman vd. 2005).

Mikrobiyal veya kimyasal yollardan reaksiyona uğramış kavak talaşından üretilen humik madde maateryallerinin delice otu bitkisinin (*Lolium temulentum* L.) yapraklarında yaprak kuru ağırlığında artış gözlemlenmiştir (Bidegain vd. 2000).

Humik asit ile ilgili yapılan diğer bir araştırmada, bakla bitkisinin (*Vicia faba* L.) kontrol grubuna göre yaprak yaş ağırlığını % 10,5; yaprak kuru ağırlığını % 3,8 ve gövde yaş ağırlığını % 6,8 oranlarında artırdığı gözlemlenmiştir (Büyükkeskin 2008).

Humik asitin; bitkilerdeki kök gelişimi esnasında, toprak mikroorganizmaları sayısının artmasında, tarlalarda hasat sonrası oluşan anızların daha kısa sürelerde parçalanmalarında, su tutma kapasiteleri düşük olan toprakların bu yeteneklerinin yükseltilmesinde hatta bu tohumlardaki çimlenmelerin kısa sürelerde gerçekleşmelerinde fayda gösterdiği ortaya konulmuştur (Mackowiak vd. 2001).

Humik asitin organik madde fraksiyonlarından biri olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla, makro ve mikro besin elementleri ile uygulandığında bitki biyokütlesini artırdığı ve bu pozitif etkinin kök gelişiminde daha fazla olduğu belirlenmiştir (Usta 1995).

Tüm bu araştırmalar göz önünde bulundurulduğunda, olursak humik asidin bu sonuçlar bakımından, mısır bitkisindeki bilhassa kök gelişimini pozitif yönde etkileyerek gelişimine katkı sağladığı, dolaylı olarak, mısır bitkisindeki saçak veya yan köklerin olumlu yönde etkilenmesi neticesinde, söz konusu bitkilerin daha rahat beslenebilmeleri ve suyu absorbe edebildikleri söylenebilir. Gövde de görülen kuru ağırlık artışı da, tıpkı

kök bölgesinde olduğu gibi bitkinin daha iyi beslendiği ve bu beslenme sonucunda bitkiye girişi sağlanan besin elementlerinin bitkinin kuru ağırlığını artırdığı, sonuç olarak, humik asit ilavelerinin bitkilerin fiziksel özelliklerini iyileştirerek, gelişimine ve büyümelerine katkı sağladığı değerlendirilebilir.

Humik asit uygulamalarının mısır bitkisindeki makro element içeriklerine etkileri incelendiğinde ise,

Hazar F1 çeşidinin gövde kısmı için, dozlar arttıkça N içeriğinin azaldığı, gövde kısmında P, Ca ve Mg, kök kısmında ise N ve Mg besin elementlerinde görülen artışın istatistiki açıdan önem arz etmediği, buna karşın K içeriği bakımından 200 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının önemli bir etki yarattığı anlaşılmıştır.

Aynı doğrultuda, K miktarı, mısır bitkisi Helen F1 çeşidi gövde kısmında humik asit uygulanmayan bitkilerde % 1.05 olarak belirlenmiş iken, 100 mg kg^{-1} humik asit uygulanan bitkilerde % 1.88'e ulaşmıştır. Bu da % 79'luk bir artışın söz konusu olduğunu ortaya koymaktadır.

Ayrıca, yine bu araştırmada kökte bulunan K incelendiğinde ise, Hazar F1 çeşidi kontrol grubunda % 2.16 olarak belirlenen K'un bitki ortamına 100 mg kg^{-1} humik asit ilave edildiğinde % 3.07'ye yükseldiği anlaşılmıştır. Aynı durum Helen F1 çeşidi kök bölgesinde de görülmüş olup, ortama 200 mg kg^{-1} humik asit eklendiğinde söz konusu değerlerin % 2.20'den % 3.05'e yükseldiği ve istatistiki açıdan önemli bir artışa neden olduğu değerlendirilmektedir.

Dolayısıyla humik asitin özellikle K alınımı üzerine olumlu bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Nitekim, yapılan araştırmalar humik asit uygulamalarının bitkilerin K içeriğini artırdığını ortaya koymaktadır.

Örneğin, bakla köklerine uygulanan humik asitin, K element miktarını humik asit uygulanmayan bitkilere göre % 111.4 gibi büyük bir oranda yükseltirken, toprak

üstünde yer alan organlarının K içeriklerini ise % 6.7 oranında artırdığı belirlenmiştir. (Büyükkeskin 2008, Büyükkeskin vd. 2009, Büyükkeskin ve Akinci 2011).

Pamuk bitkisi ile ilgili yapılan bir araştırmada hasat öncesi alınan yaprak örneklerinde, humik asit uygulamaları ile birlikte bitkideki K oranında kontrole göre artış görüldüğü bildirilmiştir (Kaptan ve Aydın 2012).

Öte yandan, bu çalışmada mısır bitkisi Hazar F1 çeşidinin kök kısmında K elementinde olduğu gibi, 150 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının P ve Ca elementleri açısından da önemli bir artışa yol açtığı anlaşılmıştır.

Şöyle ki, Hazar F1 çeşidinde kök kısmı kontrol grubunda P miktarı % 0.080 iken, 150 mg kg^{-1} humik asit uygulandığında bu oranın % 0.123'e ulaştığı görülmektedir. Yine, Helen F1 çeşidi gövde kısmında da, ortama 50 mg kg^{-1} ilave edildiğinde P elementi içeriğinin % 0.112'den % 0.129'a yükseldiği belirlenmiştir.

Aynı şekilde, Hazar F1 çeşidi gövde kısmı kontrol grubunda Ca miktarı % 1.73 iken 150 mg kg^{-1} humik asit uygulandığında bu oranın % 2.05'e çıktığı görülmektedir. Helen F1 çeşidinde ise, kök kısmına 50 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının söz konusu değerleri %1.60'dan %1.82'ye yükselttiği görülmüştür. Ancak Helen F1 çeşidi gövde kısmında humik asit uygulamaları Ca içeriğini %1.08'den 0.82'ye kadar düşürmüştür.

Dolayısıyla humik asit uygulamalarının bitkilerin P alımı açısından önemli bir etkiye sahip olduğu değerlendirilmektedir.

Buna benzer olarak kireçli bir toprağa değişik konsantrasyonlarda uygulanan humik asit ve fosforun topraktaki mısır bitkisi (*Zea mays* L.) gelişimi ile topraktaki fosforun yarayışlılığı ve etkisi ile ilgili yapılan bir araştırmada, humik asit uygulamalarının bitki P konsantrasyonuna, bitkinin kuru ağırlığına, bitki tarafından alınan P miktarı ile toprakta kalan yarayışlı P konsantrasyonuna önemli derecede etki ettiği, ayrıca humik

asitin P ile birlikte uygulanması durumunda tek başına uygulamasından daha önemli derecede etki ettiği bildirilmiştir.

Yine, humik asit uygulamaları ile karpuz yapraklarında P oranının arttığı ifade edilmiştir (Salman vd. 2005).

Diğer bir makro element olan Mg bakımından veriler incelendiğinde ise, Hazar F1 çeşidinde Mg elementi yönünden artan humik asit uygulamalarıyla birlikte düzenli olmayan bir artış görülse de, bu artış istatistiki açıdan önemli görülmemiştir.

Helen F1 çeşidinin kök kısmında % 1.00'dan % 1.28'e varan bir artış görülmüştür. Bu da, kısmen de olsa kök bölgesinde Mg bakımından olumlu artış olabileceğini ortaya koymaktadır.

Yine domates (*Lycopersicon esculentum* L.) ve patlıcan (*Solanum melongena* L.) yapraklarına verilen değişik konsantrasyonlardaki humik asidin, kontrol gruplarına göre Mg miktarını önemli düzeyde arttırdığı (Dursun vd. 1999), yine domates gövdesine 1280 mg/l miktarında ilave edilen humik asitin Mg, miktarını gözle görülür biçimde artırdığı (David vd. 1994) dolayısıyla bu çalışmaya benzer nitelikte araştırmaların yer aldığı görülmektedir.

Humik maddelerin bitki gelişimi üzerindeki olumlu etkisi sonucunda makro besin elementlerinin bitkiye alınması arasında orantılı bir ilişki olduğu bildirildiğinden (De Kock 1955) uygun dozlarda humik asit uygulamasının bitkinin dolaylı olarak verim ve kalite öğelerine olumlu etkileri olabileceği değerlendirilmektedir.

Söz konusu humik asit uygulamalarının mısır bitkisi mikro elementleri alımına etkileri irdelendiğinde ise;

Fe elementi bakımından; Hazar F1 ve Helen F1 çeşitleri gövde kısmında, humik asit uygulamalarının kontrole göre Fe içeriğini istatistiki olarak önemli görülen bir azalmaya

yol açtığı, ancak kök kısmında Hazar F1 çeşidinde 150 mg kg^{-1}, Helen F1 çeşidinde ise 50 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının önemli oranda artırdığı görülmüştür.

Bu da, humik asit uygulamalarının kökteki Fe elementi birikimini gövdeye göre daha fazla artırdığını ortaya koymaktadır.

Cu elementi değerlendirildiğinde; Hazar F1 çeşidinin kök kısmında, 200 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının Cu içeriğini istatistiki olarak önemli düzeyde yükselttiği görülmüştür. Benzer şekilde Helen F1 çeşidinin gövde kısmına uygulanan 50 mg kg^{-1} humik asit Cu içeriğini önemli düzeyde artırmıştır. Şöyle ki, 50 mg kg^{-1} humik asit uygulaması kontrol grubuna göre Cu değerini 10.13 mg kg^{-1}'den 17.33 mg kg^{-1}'e kadar yükseltmiştir.

Ancak, aynı element bakımından Hazar F1 çeşidinin gövde kısmına, artan düzeylerde humik asit uygulandığında kontrol grubuna göre düşüş görülmüştür. Bunun nedeni olarak toprak özelliklerinde yer alan organik madde miktarının yüksek olması Cu elementinin toprakta tutulabileceğini akla getirmektedir.

Bunun yanında, Zn bakımından veriler irdelendiğinde; Helen F1 ve Hazar F1 çeşitlerinin gövde kısmına 50 mg kg^{-1} humik asit uygulanması Zn besin elementinin içeriğini istatistiki açıdan önemli oranda artırmıştır. Ayrıca kök bölgesine Hazar F1 çeşidinde 200 mg kg^{-1}, Helen F1 çeşidinde 50 mg kg^{-1} humik asit uygulaması istatistiki açıdan artış sağlamıştır.

Mn elementi açısından, humik asit Helen F1 çeşidi gövde kısmına uygulandığında kontrol grubuna göre düşüş görülmekle birlikte, kök kısmında Hazar F1 çeşitinde 150 mg kg^{-1}, Helen F1 çeşidinde 50 mg kg^{-1} humik asit uygulaması istatistiki açıdan önemli bir artış sağlamıştır.

Mikro elementler bakımından veriler değerlendirildiğinde; Helen F1 çeşidinin kök kısmındaki mikro element içeriğine bakıldığında; Fe, Zn ve Mn bakımından 50 mg kg^{-1} humik asit uygulamasının istatistiki olarak önemli olduğu değerlendirilmiştir.

Buna benzer olarak; mısır (*Zea mays* L.) fidelerinde humik asitin Cu, Mn, Fe ve Zn gibi mikro elementlerin miktarlarını artırdığı, (Sharif vd. 2002), domates (*Lycopersicon esculentum* L.) ve patlıcan (*Solanum melongena* L.) yapraklarına verilen değişik konsantrasyonlardaki humik asidin, Zn, Fe, Mn ve Cu miktarlarına humik asitin uygulanmadığı diğer gruplara göre önemli düzeyde artışın görüldüğü (David vd. 1994), bir başka çalışmada humik asit ve çinko uygulamalarının tek başına ya da birlikte uygulandığında, her zaman kontrol grubuna göre birim alandaki tane verimini artırdığı anlaşılmıştır (Kaya vd. 2005).

Diğer bir çalışmada patlıcan bitkisine topraktan uygulanan humik asitin Cu, Mn ve Zn içeriklerini yüksek düzeyde etkilediği bildirilmiştir (Savaştürk 2008).

Pamuk bitkisi ile ilgili yapılan bir araştırmada hasat öncesi alınan yaprak örneklerinde, humik asit uygulamaları ile birlikte bitkideki Fe, Mn, Cu ve B oranlarında kontrole göre artış görüldüğü bildirilmiştir (Kaptan ve Aydın 2012).

Bu araştırmada olduğu gibi, yukarıda ifade değinilen tüm çalışmalar humik asitin ihtiva ettiği bileşikler yardımıyla makro ve mikro elementler üzerine olumlu etkisinin olabileceğini ortaya koymaktadır.

Humik asitin makro ve mikro elementlerin içeriğine olan etkilerini araştıran bazı çalışmalarda bakılacak olursa, yapılan araştırmalarda, benzer olarak, humik asidin 0, 640, 1280 ve 2560 mg/l konsantrasyonlarındaki sera yetiştiriciliği yapılan bir ortamda belli miktarda element içeriğine haiz çözeltide domates fidelerinin yetiştirilmesine, büyütülmesine ve besin alınımına son derece pozitif yönde etkileri olduğu bildirilmiştir.

Hatta, 1280 mg/l konsantrasyonundaki humik asitin domates gövdesinde Mn, Fe, ve Zn birikimini önemli düzeyde artırdığı gözlemlenmiştir (David vd. 1994).

Diğer taraftan, domates bitkisinde yapılan bir araştırmada, farklı dozlarda uygulanan humik asitin bitki bünyesinde bulunan Fe ve Cu oranlarını istatistiksel açıdan önemli oranda artırdığı (Demirtaş vd. 2014) bildirilmiştir.

Bu çalışmanın fiziksel özellikler bölümünde, humik asitin uygulamalarının bitkinin kök uzunluğu ve kuru ağırlığını artırarak kök gelişimine önemli ölçüde olumlu yönde etki ettiği değerlendirilmişti. Bu kök gelişimine paralel olarak, bitkinin ortamda bulunan besin elementlerine daha rahat ulaşarak, bünyesine alacağı da beklenen bir durumdur.

Dolayısıyla, araştırma sonucunda elde edilen bulgular kök gelişimi ile bitkinin bünyesine alınan besin elementleri arasında doğru orantı ilişkisini ortaya koymaktadır.

Normal koşullar altında makro ve mikro elementler bu ilişkiye bağlı olarak bitki bünyesine alınacak ve bu sayede verim ve kalite öğelerinde artış gözlemlenebileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, tüm bu veriler incelendiğinde, humik asitin mısır bitkisinin fiziksel özelliklerine genel olarak olumlu yönde etki ettiği, kök ve gövde kısımlarındaki makro ve mikro element içeriğine katkıda bulunduğu anlaşılmıştır.

Ancak, toprağa uygulanacak humik asitin miktarı önemlidir. Nitekim farklı dozlarda uygulanan humik asitin bitkinin büyüme parametreleri veya besin maddesi alımına negatif etkilerinin de olabileceği ortadadır.

Bu doğrultuda, humik asitin sofralık olarak kullanılan Hazar F1 çeşidi mısır bitkisi için 150 mg kg^{-1}, silajlık olarak kullanılan Helen F1 çeşidi için 50 mg kg^{-1} olacak şekilde uygulanabileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca, bitkinin gelişim evreleri göz önünde bulundurularak humik asitin uygulama zamanının belirlenmesi için mısır bitkisi ile başka bir araştırma yapılması uygun olacağı kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

Akıncı, Ş., Büyükkeskin, T., Eroğlu, A. and Erdoğan, B.E. 2009. "The effect of humic acid on nutrient composition in broad bean (*Vicia faba* L.) roots", Not Sci Biol, 1(1) 81-87.

Alagöz Z., Yılmaz E. ve Öktüren F. 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2006, 19 (2), 245-254

Barry, A.I., Cogger, C.G. and Myhre, E.A. 2004. Yard trimmings as a source for crop production. Compost Science & Utilization. 12(1): 11-17.

Basım, H. ve Uzun, H.İ. 2003. Kivinin Antalya koşullarındaki meyve özellikleri. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Semp., 23-25 Ekim 2003 Ordu, 40-45 s.

Beever, D.J. and Hopkirk, G. 1990. Fruit development and fruit physiology. "in: kiwifruit: science and management", Eds: I.J. Warrington and G.C. Weston Ray Richards Pub. New Zealand. Soc. Hort. Sci., 429-453 p.

Bender, D., Erdal, İ., Dengiz, O., Gürbüz, M. ve Tarakçıoğlu, C. 1998. Farklı organik materyallerin killi bir toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. International symposium on arid region soil. International Agrohydrology Research And Training Center, Menemen, İzmir, 506-510 s

Benedetti, A., Figliolia, A., Izza, C., Canali, S. and Rossi, G. 1996. Some thoughts on the physiological effects of humic acids interactions with mineral fertilisers. Agrochimica. 40: 5-6, 229-240.

Bermudes, D., Juares, M., Sanches-Andreu, J. and Jordo, J.D. 1993. The role of the eddha and humic acids on the solubility of soil phosphorus commun. Soil Sci. Plant Anal., 24 (7&8), 673-678.

Bidegain, R.A., Kaemmerer, M., Guiresse, M., Hafidi, M., Rey, F., Morard, P. and Revel, J.C. 2000. "Effects of humic substances from composted or chemically decomposed poplar sawdust on mineral nutrition of ryegrass", Journal of Agricultural Science, 134 259.

Biondi, F.A., Figliolia, A., Indiati, R., Izza, C., Senesi, N. and Miano, T.M. 1992. Humic substances in the global environment and implications on human health. Proceedings Of The 6 Th International Meeting Of The International Humic Substances Society. Monopoli (Bari), Italy. September, 20-25.

Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen, In: Methods of Soil Analysis. Black, C.A. (eds), American Society of Agronomy, 1149-1178, Wisconsin.

Büyükkeskin, T. 2008. "Humik asitin *Vicia faba* L. (Bakla) da fide gelişimine ve alüminyum toksisitesine etkisinin belirlenmesi", Doktora tezi, M.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Büyükkeskin, T. and Akinci, Ş. 2011. "The effects of humic acid on above-ground parts of broad bean (*Vicia faba* L.) seedlings under Al 3+ toxicity", Fresenius Environmental Bulle*tin*, 20: 3 539-548

Cangi, R. ve Karadeniz, T. 1999. Ordu'da değişik rakımlarda yetiştirilen Hayward (*Actinidia deliciosa L.*) kivi çeşidinde verim ve meyve özellikleri üzerine araştırmalar. Karadeniz Bölgesi Tarım Semp., 4-5 Ocak 1999, Bildiriler. Ondokuz Mayıs Üniv., Ziraat Fak., Samsun. 425-432 s.

David, P. P., Nelson, P. V. and Sanders, D. C. 1994. "A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture", Journal of Plant Nutrition, 17 173.

Day, S., Kolsarıcı Ö. ve Kaya D. M. 2011. Humik asit uygulama zamanı ve dozlarının ayçiçeğinde (*Helianthus annuus*) verim, verim öğeleri ve yağ oranına etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (2011) 24(1): 33-37

Demirtaş, E. I., Öktüren, A. F. ve Arı, N. 2014. Domatesin beslenme durumu, verimi ve kalite özelliklerine hümik asitin etkileri. Araştırma Makalesi Derim, 2014, 31 (1):1-16

Doran, J. W., Sarrantonio, M. and Liebig, M. A. 1996. Soil health and sustainability. Advances in Agronomy. 56: 1-54.

Dormaar, J. F. 1975. Effects of humic substances from chernozemic AH Horizons on nutrient uptake by Phaseolus vulgaris and Festuca scabrella Soil Sci., 55:111-118

Dostal, J. 2002. Results of the long-term organic matter balance investigations in ustinad orlici district and the trends in the whole Czech Republic. Agronomy and Soil Science. 48(2): 155-160.

Dursun, A., Güvenç, İ. and Turan, M. 1999. "Macro and micro nutrient contents of tomato and eggplant seedlings and their effects on seedling growthin relation to humic acid application", Improved Crop Quality by Nutrient Management, Anaç, D.; Martin-Prevel, P. Editors.; Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London 229.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 381, Ankara.

Engürü, B. 2005. Çinko ile birlikte uygulanan Leonardit ve Gyttjanın mısır bitkisinin beslenmesine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Temmuz -2005.

Erdal, İ., Bozkurt, M. A., Çimrin, K. M., Karaca, S. ve Sağlam, M. 2000. Kireçli bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisi (*Zea mays* L.) gelişimi ve fosfor alımı üzerine humik asit ve fosfor uygulamasının etkisi. Turk J Agric For 24 (2000) 663-668 Tübitak

Eyheraguibel, B., Silvestre, J. and Morard, P. 2008. "Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize", Bioresource Technology, 99 4206

Ferrara, G., Pacifigo, A., Simeone, P. and Ferrara, E. 2007. "Preliminary study on the effects of foliar applications of humic acids on Italia table grape", XXXth. Worl Congress of Vine and Wi*ne*, Budapest, Romania , June.

Gül, A., Eroğul, D., Ongun, A.R. ve Tepecik, M. 2006. Zeolitin bitkilerin potasyumca beslenmesine etkileri. Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı, 3-4 Ekim 2005, Eskişehir.

Gülser E., Tüfenkçi Ş. ve Demir, S. 2014. Domateste Potasyum, Salisilik Asit ve Humik Asit Uygulamalarının Fide Çıkışı ve Fusarium Solgunluğuna (Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici) Etkileri. Yyü Tar Bil Derg (Yyu J Agr Scı) 2014, 24(1): 16-22

Günay, K. 2009. Ordu ekolojisinde yetiştirilen Hayward *(A.deliciosa Planch* L.) kivi çeşidinde önemli meyve kalite özelliklerinin rakım ve yöneye göre değişimi. Ordu Üniv. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi. Ordu. 65 s.

Güneş, A. 2007. Allüviyal materyaller üzerinde oluşan topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) verim ve besin içeriği üzerine organik ve mineral gübre uygulamalarının etkisi. Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 86 s.

Gürsoy, M., Nofouzi, F. ve Başalma D. 2016. Humik Asit Uygulama Zamanı ve Dozlarının Kışlık Kolzada Verim ve Verim Öğelerine Etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2016, 25 (Özel sayı-2):131-136 Araştırma Makalesi (Research Article)

Holford, I.C.R. and Mattingly, G.E.G. 1975. The high and low energy phosphate absorbtion surfaces in calcareous soils. J. Soil Sci.26: 407-417.

Işıldar, A. 1999. Toprağa zeolit ilavesinin nitrifikasyon üzerine etkisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. Vol.23.p.363-368.

Isaac, R.A. and Kerber, J.D. 1971. Atomic Absorption and Flamephotometry: Techniques and Uses in Soil, Plant and Water Analysis, In: Instrumental Methods for Analysis of Soils and Plant Tissue. Walsh, L.M. (eds), Soil Science Society of America, 34-37, Madison.

Isaac, R.A. and Johnson Jr, W.C. 1998. Elemental determination by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry, In: Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. Kalra, Y.P. (eds), CRC Press, 165-170, London

İstanbulluoğlu, S. 2012. Leonardit nedir? Web Sitesi: http://www.siamad.com.tr/ leonard 04t-ned304r.html Erişim tarihi: 14.06.2014

Johnson, J.M.E., Reicosky, D., Sharratt, B., Lindstorm, M., Voorhees, W. and Boggs, L.C. 2004. Characterization of soil amended with the by-product of corn stover fermentation. Soil science Society of America Journal. 68:139-147.

Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Analizleri: II., Bitki Analizleri, A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 453.

Kaptan, M.A. ve Aydın, M. 2012. Sakarya Humik Asidin Pamuk (Gossypium hirsutum L.) Gelişimi ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkiler. Türkiye I. Ulusal Humik Madde Kongresi, 06-09 Haziran 2012, Sakarya

Kaya, M., Atak, M., Çiftçi, C.Y. ve Ünver, S. 2005. Çinko ve humik asit uygulamalarının ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.)' da verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,9-3 (2005),x-x.

Kolsarıcı, Ö., Kaya, M. D., Day, S., İpek, A. ve Uranbey, S. 2005. "Farklı humik asit dozlarının ayçiçeğinin (*Helianthus annuus* L.) çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri", Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 151.

Konova, M.M., Nowakowski, T.Z. and Newman, A.C.O. 1996. Soil organic matter. 2 nd. Ed. Pergamon Press. New York. 523.

Le Villio, M., Arrouays, D., Deslais, W., Clergeot, D., Droussin, J and Le Bissonnais, Y. 2004. Interest of the compost as a source of organic matter to restore and maintain physical properties of french soils. Symposium No: 57, Paper No. 1529.

Lobartini, J.C., Orioli, G.A. and Tan, K.H. 1997. Characteristics of soil humic acid fractions separated by ultrafiltraton. Soil Sci. Plant Anal, 28 (9,10): 787–796.

Mackowiak, C.L., Gross, P.R. and Bugbee, B.G. 2001. Benificial effect of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Soc of Am J. 65 (6): 1744-1750

Moreno, E.C., Lindsay, W.L. and Osborn, G. 1960. Reactions of dicalcium phosphate dihydrate in soils. Soil Sci. 90: 58-68.

Nagarajah, S., Posner, A.M. and Quirk, J.P. 1975. Competitive adsorption of phosphate with polygalacturonate and other organic anions on kaolinite and oxide surfaces. Nature, 228: 83-84.

Orozco, F.H., Cegarra, J., Trujillo, L.M. and Roig, A. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia Fetida*: effects on c and n contents and the availability of nutrients. Biology and Fertility of Soils. 22 (1-2): 162-166.

Plank, C.O. 1992. Plant analysis reference procedures for the southern region of the United States. Southern Cooperative Series Bulletin, 368, 34-37.

Rubinchik, G.F., Beskeravayeva, Y.,M., Tadzhiye, A.T. and Khudzhanazarova, D.A. 1992. Interaction of humin preparations with calcium phosphate, natural phosphate and phosphorus fertilizers. Eurasian- Soil Science, 24: 5, 7-11.

Salman, S. R., Abou-hussein, S. D., Abdel-Mawgoud, A. M. R. and El-Nemr, M. A. 2005. "Fruit yield and quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application", Journal of Applied Sciences Research, 1 51.

Samancı, H. 1990. Kivi (Actinidia) yetiştiriciliği. TAV Yayınları, No:22, 112 S, Yalova.

Samet, H. 2004. Ahır gübresi ve hümik asitle birlikte topraktan ve yapraktan uygulanan manganın biberde protein ile C vitamini içeriği ve bazı verim öğeleri üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.

Savaştürk, Ö. 2008. Topraktan ve yapraktan fosfor ile birlikte uygulanan humik asidin patlıcan bitkisinin beslenmesi ve gelişimi üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Schnitzer, M. and Khan, S.U. 1972. Humic substances in the environment. Marcel Dekker. New York.

Sharif, M., Khattak, R. A. and Sarir, M. S. 2002. "Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants", Soil Science and Plant Analysis, 33 3567.

Siviero, P., Sandei, L. and Colombi, A. 1996. Result of applying leonardite and humic acids to processing tomatoes. Informarore Agrario. 52: 3, 57-60.

Six, J., Elliot, E.T. and Paustian, K. 2000. Soil structure and soil organic matter: a normalized stability ındex and the effect of mineralogy. Soil Science Society of America Journal, 64: 1042-1049.

Soyergin, S., Atak, A., Uysal E. ve Çelikel F.G. 2006. Yalova koşullarında organik kivi yetiştiriciliğinde kullanılan farklı bitki besleme uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi. http://orgprints.org/20683

Sözüdoğru, S., Kütük, A. C., Yalçın, R. ve Usta, S. 1996. Humik asitin fasulye bitkisi gelişimi ve besin maddeleri alımı üzerine etkisi. A.Ü.Z.F. Yayınları No: 1452, Bilimsel Araştırma ve İnceleme No: 800. Ankara.

Şeker, M., Dardeniz, A., Kaynaş, K. ve Ulaş, Z. 2003. Çanakkale yöresinde yetiştirilen Hayward ve Tomori kivi çeşitlerinin önemli bitkisel özelliklerinin incelenmesi. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu 23-25 Ekim 2003 Ordu. 46-51s.

Tarakçıoğlu, C., Askın, T. ve Cangi, R. 2006. Organomineral gübrenin kivi bitkisinin verim ile yapraklarının besin maddesi içerikleri üzerine etkisi. II. Ulusal Üzümsü Meyveler Semp., 14-16 Eylül 2006, Tokat, 267-272 s.

Tüzel, Y., Öztekin G. B., Duyar H., Eşiyok D., Kılıç G. Ö., Anaç D. ve Kayıkçıoğlu, H. H. 2011. Organik Salata-Marul Yetiştiriciliğinde Agryl Örtü ve Bazı Gübrelerin Verim, Kalite, Yaprak Besin Madde İçeriği ve Toprak Verimliliği Özelliklerine Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi Journal Of Agricultural Sciences 17 (2011) 190-203

Usta, S. 1995. Toprak Kimyası. Ank. Ünv. Zir. Fak. Yayınları No: 1387. Ders Kitabı: 401,

Vaughan, D. and McDonald, I.R. 1976. Some effects of humic acid on the cation uptake by parenchyma Tissue. Soil Biol. Biochem. 8: 415–421.

Wang, X.J., Wang, Z.Q. and Li, S.G. 1995. The Effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilisers in alkaline soils. Soil Use and Management. 11:2, 99-102.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Kutluhan GÜNGÖR

Doğum Yeri : Antakya

Doğum Tarihi : 02.10.1985

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Antalya 75. Yıl Cumhuriyet Lisesi (2003)

Lisans : Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü (2009)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı

- Bakanlık Müfettiş Yardımcısı (2009 - 2012)
- Bakanlık Müfettişi (2012 - …)