



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



HÜMİK ASİDİN ARPADA (*Hordeum vulgare f. hexastichon*) BİTKİ GELİŞİMİ VE NİTRAT ALIMI ÜZERİNE ETKİSİ

Yüksek Lisans Tezi

İffet ÇAKIRSOY

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

İzmir

2021

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**HÜMİK ASİDİN ARPADA (*Hordeum vulgare f.*
hexastichon) BİTKİ GELİŞİMİ VE NİTRAT ALIMI
ÜZERİNE ETKİSİ**

İffet ÇAKIRSOY

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Bülent YAĞMUR

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Bitki Besleme Yüksek Lisans Programı

İzmir
2021

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Hümkik Asidin Arpada (*Hordeum vulgare f. hexastichon*) Bitki Gelişimi ve Nitrat Alımı Üzerine Etkisi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

27 / 07 / 2021

İffet ÇAKIRSOY

ÖZET**HÜMİK ASİDİN ARPADA (*Hordeum vulgare f. hexastichon*) BİTKİ GELİŞİMİ VE NİTRAT ALIMI ÜZERİNE ETKİSİ**

ÇAKIRSOY, İffet

Yüksek Lisans Tezi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Bülent YAĞMUR

Temmuz 2021, 67 sayfa

Organik maddelerden elde edilen hümik asitlerin (HA) tarımsal açıdan faydaları göz ardı edilemez. Yapılan bu çalışmada, hidroponik ortamda besin çözeltisi içerisinde yetiştirilen arpa fidelerine uygulanan artan miktarlarda HA'nın bitkinin yaprak ve kök uzunluğu, yaprak yaş ve kuru ağırlığı, yaş ve kuru kök ağırlığı ve nitrat alınımı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Büyüme kabini içinde saf su içerisinde çimlendirilen ve yedi günlük olgunluğa erişen arpa fideleri besin çözeltisi içeren her biri 100 ml'lik şişelere aktarılmıştır. Çalışma 3 tekerrürlü gerçekleştirilmiş ve 0, 85, 850 mg/100 ml hümik asit konsantrasyonları uygulanmıştır. Araştırma sonucunda 85 mg/100 ml HA uygulaması arpa bitkisinin kök kuru ağırlığı, yaprak yaş ve kuru ağırlığı ve yaprak uzunluğunu istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilemiştir ($P=0.05$). Aynı zamanda işaretlenmiş ^{15}N 'den gelen toplam N Kütle Spektrometresi ile analiz edilmiş ve hümik asit uygulamasının azot alınımı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Elde edilen bu bulgu yapılan yarı kantitatif RT-PCR testleri ile de desteklenmiştir. Araştırma sonucunda 85 mg/100 ml hümik asit uygulamasının arpada fide gelişimini desteklediği fakat bitkinin azot alımı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arpa, Hidroponik sistem, Hümik Asit, Nitrat.

ABSTRACT**EFFECT OF HUMIC ACID ON THE GROWTH AND NITRATE UPTAKE IN BARLEY (*Hordeum vulgare f. hexastichon*)**

CAKIRSOY, Iffet

Master of Science Thesis, Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Assist. Prof. Bülent YAGMUR

July 2021, 67 pages

The agricultural benefits of humic acids (HA) obtained from organic substances cannot be ignored. In this study, the impacts of increasing amounts of HA applied to barley seedlings grown in nutrition solution in hydroponic environment on leaf and root length, leaf wet and dry weight, wet and dry root weight and nitrate uptake were investigated. The barley seedlings germinated in pure water in the growth chamber and reached seven-day maturity were transferred to bottles containing nutrient solution. The study was performed in 3 replications and humic acid concentrations of 0, 85, 850 mg/100 ml were applied. As a result of the research, 85 mg/100 ml HA application significantly affected root dry weight, leaf fresh and dry weight and leaf length of barley plant ($P=0.05$). Therewithal, the total N from the labeled ^{15}N was analyzed by Mass Spectrometry and it was observed that the application of humic acid did not have a statistically significant effect on nitrogen uptake. As a result of the research, it was determined that the application of 85 mg/100 ml humic acid supported the seedling growth in barley but had no effect on the nitrogen uptake of the plant.

Keywords: Barley, Humic Acid, Hydroponic system, Nitrate.

ÖNSÖZ

Biyolojik formunu kaybetmiş bitki veya hayvan kalıntılarında oluşan hümik asitlerin tarımsal açıdan faydaları uzun yıllar boyunca yapılan çalışmalarla ön plana çıkmaktadır. Özellikle toprak verimliliğini artırması, bitki besin elementlerinin alımını artırması yönünden bakıldığında tarım açısından son derece önemli sayılmaktadır. Hümik asitler inorganik gübrelerin ve bazı kimyasalların aşırı kullanılmasından kaynaklanan olumsuz etkileri minimum düzeye indirmek için kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra hümik asitlerin, toprakların su tutma kapasitesini artırdığı, drenajı iyileştirdiği, bitkide verimi artırdığı, toprağın havalanmasını sağladığı, gübre ihtiyacını azalttığı ve mikroorganizma faaliyetinin artması açısından istenilen bir zemin oluşturduğu daha önce yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır.

Diğer yandan arpa (*Hordeum vulgare* L.) bitkisi dünyada yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan ilk dört bitkiden biridir. Arpa bitkisi uzun yıllar boyunca insan beslenmesi için kullanılmış olsa da son zamanlarda malt yapımı ve hayvan beslenmesi için de kullanılmaktadır. Ayrıca arpa, bitki yetiştirme metodolojisi, viroloji, patoloji, sitogenetik, genetik ve biyoteknolojik araştırmalar için oldukça iyi bir model bitki olduğu bilinmektedir.

Gün geçtikçe artan kuraklık problemleri ve üretim alanlarının azalması ile birlikte insanoğlu topraksız tarıma yönelmektedir. Özellikle hidroponik kültürde yapılan yetiştiricilik temiz, güvenilir ve kolay olması bakımından tercih edilmektedir. Hidroponik kültür, bitkileri topraksız koşullarda, bitki köklerinin besin solüsyonu içerisine daldırılmış olarak yetiştirme tekniğidir. Burada besinler doğrudan kökler tarafından alınmaktadır, sonuç olarak bitkiler daha küçük köklerle daha hızlı büyür ve toprak temelli kültüre kıyasla topraksız kültür altında bitki yetiştirmek için toplam alanın yalnızca 1 / 5'i ve toplam suyun 1 / 20'sine ihtiyaç duyulmaktadır. Dünyanın ekilebilir veya verimli tarım arazilerinin kıt olduğu bölgeler için de etkili bir yöntem olduğu bilinmektedir.

Bu çalışmada, çevre dostu ve sağlıklı bir üretim için organik bir bileşik olan hümik asidin hidroponik kültürde yetiştirilen arpada bitki gelişimi ve nitrat alımı

üzerine etkilerinin araştırılması ve ayrıca nitrat alımını artıran, nitratı bitki kök bölgesinde tutabilen, çevreye zararlı olmayan bir organik bileşik kullanarak nitrat yıkanmasının önlenmesi ile hem gübre maliyetinin azaltılması hem de yer altı sularının kirlenmesinin minimuma indirilmesi amaçlanmıştır.

İZMİR

27/07/2021

İffet ÇAKIRSOY



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
İÇ KAPAK	ii
KABUL ONAY SAYFASI	iii
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ.....	xi
İÇİNDEKİLER.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
TABLolar DİZİNİ.....	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	27
3.1 Gereç.....	27
3.1.1 Denemede kullanılan bitki.....	27
3.1.2 Denemede kullanılan hümik asit	28

İÇİNDEKİLERSayfa

3.1.3 Denemede kullanılan besin çözeltilerinin bileşimi ve hümik asit konsantrasyonları	28
3.2 Yöntem.....	31
3.2.1 Deneysel tasarım	31
3.2.2 Denemede kullanılan arpa bitkisi tohumlarına sterilizasyon ve dormansi işleminin uygulanması	32
3.2.3 Arpa tohumlarının çimlendirilmesi ve bitki materyallerinin büyüme koşulları.....	33
3.2.4 Arpa bitkisi fidelerinin besin ortamına aktarılması ve hümik asit uygulamaları.....	36
3.2.5 Yaprak ve kök uzunluğu	36
3.2.6 Yaprak ve kök yaş ağırlığı	37
3.2.7 Yaprak ve kök kuru ağırlığı	38
3.2.8 ¹⁵ N uygulamaları ve ¹⁵ N analizi	38
3.2.9 Toplam RNA ekstraksiyonu ve arpa köklerinden genomik DNA izolasyonu	40
3.2.10 İstatistiksel analizler.....	43

İÇİNDEKİLER

Sayfa

4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	44
4.1 Farklı Dozlarda Hümik Asit Uygulamalarının Hidroponik Ortamda Yetiştirilen Arpa Bitkisinin Kök ve Yaprak Uzunluğuna Etkileri.....	44
4.2 Farklı Dozlarda Hümik Asit Uygulamalarının Hidroponik ortamda Yetiştirilen Arpa Bitkisinin Yaş ve Kuru Kök Ağırlığına Etkisi.....	46
4.3 Farklı Dozlarda Hümik Asit Uygulamalarının Hidroponik Ortamda Yetiştirilen Arpa Bitkisinin Yaprak Yaş ve Kuru Ağırlığına Etkisi.....	49
4.4 Farklı Dozlarda Hümik Asit Uygulanılarak Hidroponik Ortamda Yetiştirilen Arpa Bitkisine ¹⁵ N Uygulamalarının NO ₃ ⁻ Alımına Etkisi.....	51
4.5 Farklı Dozlarda Hümik Asit Uygulamalarının Hidroponik Ortamda Yetiştirilen Arpa Bitkisine Ait Nitrat Taşıyıcı Genlerin Ekspresyon Düzeylerine Etkisi	52
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	56
TEŞEKKÜR	66
ÖZGEÇMİŞ.....	67

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Denemede kullanılan arpa tohumları.	27
3.2. Denemede kullanılan hümik asit sodyum tuzu- teknik sınıf.	28
3.3. Besin çözeltilerinde kullanılan kimyasal maddeler.	31
3.4. Deneme aşamalarını gösteren deneysel tasarım.	31
3.5. Arpa tohumları (a), Sodyum hipoklorit çözeltisi (b), Isıtıcı manyetik karıştırıcı (c), tohumların hipokloritten arındırılması (d).	32
3.6. Dormansi işlemi için arpa tohumlarının ıslak kağıt havlu arasına aktarılması (a), kabın kapağının kapatılması (b), kabın alüminyum folyo ile sarılması (c).	33
3.7. Dormansi işleminden sonra arpa tohumları (a), arpa tohumlarının kaba aktarılması (b), tohumların nemli kağıt havlu ile örtülmesi (c), büyüme kabini (d).	34
3.8. Çimlenmiş arpa bitkisi tohumları (a), üç günlük sürgünler (b), beş günlük sürgünler (c), yedi günlük sürgünler (d), yedi günlük bitki kökleri (e).	35
3.9. A besin çözeltisi ve hümik asit ilave edilen ortamlara aktarılan arpa fideleri.	36
3.10. Dört gün A besin çözeltisi içerisinde yetiştirilen arpa bitkileri.	37
3.11. Tartımda kullanılan hassas terazi.	37
3.12. Bitki materyallerinin öğütülmesi işlemi.	39

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.13. Kararlı İzotop Spektrometresi - Delta-PlusXP; Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, ABD.....	39
3.14. Bitki köklerine sıvı azot muamelesi.....	42
3.15. PCR ürünlerinin elektroforez işlemi için agaroz jel üzerine aktarılması.....	42
4.1. Farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının arpa bitkisinin kök uzunluğuna etkisi.	45
4.2. Farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının arpa bitkisinin yaprak uzunluğuna etkisi.	45
4.3. Farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının arpa bitkisinin kök yaş ağırlığı üzerine etkisi.	47
4.4. Farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının arpa bitkisinin kök kuru ağırlığı üzerine etkisi.	48
4.5. Farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının arpa bitkisinin yaprak yaş ağırlığı üzerine etkisi.	50
4.6. Farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının arpa bitkisinin yaprak kuru ağırlığı üzerine etkisi.	50
4.7. Etiketlenmiş N'den gelen toplam N miktarı.	52
4.8. Hümik asit uygulamalarının arpa bitkilerine ait nitrat taşıma genlerinin ekspresyon düzeylerine etkisi.	53

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. “A” Besin ortamında kullanılan kimyasal maddeler ve konsantrasyonları.	29
3.2. “B” Besin ortamında kullanılan kimyasal maddeler ve konsantrasyonları.	30
4.1. Farklı hümik asit dozlarının arpa fidesi kök ve yaprak uzunlukları üzerine etkileri.	44
4.2. Farklı hümik asit dozlarının arpa fidesi yaş ve kuru kök ağırlıkları üzerine etkileri.	47
4.3. Farklı hümik asit dozlarının arpa fidesi yaprak yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkileri.	50
4.4. Hümik asidin arpanın nitrat (NO ₃ ⁻) alımına etkisi.	51

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
Akre	İngiliz ölçü birimi
Cdna	Komplementer deoksiribo nükleik asit
Da	Dalton
PCR	Polimeraz zincir reaksiyonu
CDHA	Kömür kaynaklı hümik asit
CP-A	Turbadan hazırlanan hümik asit
CP-B	Leonarditten hazırlanan hümik asit
HA	Hümik asit
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
HMS	Yüksek moleküler boyutlu hümik maddeler
LMS	Düşük moleküler boyutlu hümik maddeler
MES	Morfolin etan sülfonik asit
NDF	Nötr deterjan lifi
PDHA	Bitki kaynaklı hümik asit
RCBD	Rastgele tam blok tasarımı
RWC	Bağıl su içeriği

1. GİRİŞ

Gün geçtikçe artan dünya nüfusu ve azalmakta olan tarım toprakları insanoğlunu dünya yüzeyindeki mevcut gıda ihtiyacını karşılayabilmek adına birim alandan en yüksek verimi elde etme yollarına yönlendirmiştir. Böylelikle gereğinden fazla gübreleme ile birlikte verilen nitrat yağışlar ve sulama sularıyla beraber topraktan yıkanarak yeraltı sularına sızmakta oradan da göl, nehir ve içme sularına karışmaktadır. Toprakta tutunamayan nitrat hem kullanılan gübre maliyetini artırmakta hem de su kirliliğine neden olmaktadır. Bu çalışmada bu amaca yönelik olarak arpa bitkisine hümik asit uygulaması yapılarak hem gübre kullanım maliyetini azaltma hem de su kirliliğini önleme açısından sonuç alınmaya çalışılmıştır.

Çünkü, hümik asitin bitkiler üzerinde doğrudan ya da dolaylı etkileri olabilmektedir. Bitki gelişimi açısından doğrudan etkileri göz önünde bulundurulduğunda, kök gelişimi ve bitkiler tarafından besin elementlerinin alınım metabolizmalarını etkilemeleri önde gelmektedir. Dolaylı etkileri ise; suyun toprakta tutulması, drene edilebilmesi ve havalanması gibi toprakların bazı fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi ve topraktaki bazı besin elementlerinin bitkilere yararlılığını artırmasıdır. Hümik maddeler suda çözünebilir kimyasal gübreleri rizosferde depolar ve bitkinin ihtiyacı oldukça bunların köklerden salınımını sağlar. Hümik maddelerle yapılan çeşitli çalışmalarda, hümik maddelerin uygun mineral ve besin maddeleri ile birlikte uygulandığında bitkilerin biyokütlesi üzerinde de olumlu etkilerinin olduğu gözlenmiştir (Özbay, 2012).

Potasyumun alınımı üzerine hümik asidin etkisinin belirlenmesi amacı yürütülen bir çalışmada, 6 farklı hümik asit dozu (0, 2, 4, 6, 8 ve 10 L/da) uygulanmış ve toprakta, bitkide, gövdede bulunan toplam potasyum miktarları belirlenmiştir. Araştırma sonucunda en yüksek potasyum değeri 8 L/da hümik asit muamelesi yapılan parselde bulunmuştur. Azalan hümik asit dozu ile toplam potasyum (toprak + bitki + kök) değerinin düştüğü gözlenmiştir. Toplam potasyum miktarı göz önüne alındığında en düşük elde edilen toplam potasyum değeri ise hümik asit ile hiç muamele edilmeyen parselde belirlenmiştir, hümik

asit muamelelerinde ki hümik asidin dozu arttıkça alınabilir potasyum miktarının da arttığı saptanmıştır (Alak ve Müftüoğlu, 2014).

Anadolu bir tahıl ambarı olmasına karşın yapılan istatistiklerde yıllara göre arpa üretim oranında azalma gözlenmiştir. Arpa hayvan beslenmesinin yanı sıra malt yapımı ve bir miktarda insan gıdası olarak kullanılmaktadır. Genel olarak arpa yarı kurak, yarı nemli arazilerde ve çok farklı enlem ve boylamlarda yetiştiriciliği yapılan bir tahıldır. Arpanın malt yapımı için yetiştiriciliği özellikle gelişmiş ülkelerde yapılırken, gelişmekte olan ülkelerde öncelikli olarak hayvan yemi ve insan gıdası olarak yetiştirilmektedir. Dünya tahıl ekim ve üretim alanı açısından 4. sırada yer alan arpa, Türkiye’de ise ikinci sıradadır. Geçmiş yıllarda kuru tarımı yaygın olarak yapılan arpa, son zamanlarda arpa fiyatlarında ki artış, üretiminin buğdaya göre daha maliyetsiz olması açısından sulu alanlarda da yetiştiriciliği yapılmaya başlanmıştır. TÜİK’e göre 2018 yılında arpa ekim alanı önceki yıla göre %7,7’lik bir artış ile 2,6 milyon ha olmuştur. 2019 yılında ise bu oran %9,8 artarak 2,9 milyon ha’ya ulaşmıştır. (TAGEM, 2020). Bu nedenle arpa bu çalışma için en uygun bitki olarak seçilmiştir.

Ayrıca denemede direk istenilen sonuca ulaşılabilmesi, kısa sürede tekrar edebilmesi ve uygulama kolaylığı bakımından hidroponik ortamda yetiştiriciliğin yapılmasına karar verilmiştir. Hem sağlıklı bir üretim yaparak verim artışı sağlamak hem de toprak ve su kirliliğini önlemek (özellikle nitrat kirliliği) bu çalışmanın önemini bir kat daha artırmaktadır. Özellikle nitrat yıkanmasının önlenmesi ile hem gübre maliyetini azaltacak hem de yeraltı sularının kirlenmesi minimuma indirilmiş olacaktır. Ayrıca bu çalışma bundan sonra bu konuda yapılacak olan çalışmalara ışık tutması yol ve yön gösterici olması bakımından da çok önemli bir katkı sağlanması hedeflenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

Genel anlamıyla hümik maddeler olarak bilinen hümik ve fulvik asitler toprakların ana organik maddesini oluştururlar. Yapılan birçok çalışmada görüldüğü üzere hümik maddelerin tohum çimlenmesi, kök gelişimi, besin element alınımında etkili olduğu belirtilmiştir. Böylece bitkisel üretimden en yüksek verimin elde edilmesi, kaliteli ürün yetiştiriciliği ve ekonomik kazanç elde edilmesi, çevre kirliliğinin önüne geçilmesi ve sürdürülebilir toprak verimliliği yönünden hümik asit muameleleri son derece önem arz etmektedir (Dursun vd., 1998; Karaman, 2003; Fallahia et al., 2006).

Tarımsal uygulamalarda gübre, pestisit, büyüme düzenleyicileri gibi girdiler çevre ve insan sağlığına zarar vermekte ve ekolojik dengeyi bozarak, tarım topraklarının üretkenlik kapasiteleri ile sürdürülebilir verimliliğini azaltmaktadır. Son yıllarda gübrelerin bilinçsiz gereğinden fazla kullanılması hem çevreye zarar vermekte hem de ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bu durum 21. yüzyılın en büyük sorunlarından birisini oluşturmaktadır. Bu nedenle çevre ve insan sağlığını tehlikeye atmayan, verimliliğin sürdürülebilir olmasını destekleyen, doğal dengeyi muhafaza eden bitki beslenme uygulamalarının dikkate alınması gereklidir. Bu amaçla tarımda organik madde ve toprak düzenleyicileri (iyileştiricileri) kullanımı giderek artmaktadır (Yağmur vd., 2013).

Organik toprak düzenleyicilerinden en önemlileri hümik maddeler (hümik asit, fulvik asit), zeolit, leonardit, ahır gübresi ve kompost gibi materyallerdir. Bütün bu materyaller toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine ve bitki gelişimine etkileri pek çok araştırmalar ile saptanmıştır (Bidegain et al., 2002; Ferrara et al., 2007). Gerzabek and Ullah (1988), besin elementleri içeren bir çözeltide yetiştirilen mısırın Zn alım miktarı üzerine hümik maddelerin etkilerini incelemişlerdir. Serbest Zn bulunan (10 ve 20 mg Zn/L) besin çözeltisi içerisine hümik maddelerin eklenmesinin mısır gelişimi üzerine olumlu etkiler yaptığı, yalnızca fulvik asit uygulamasının Zn toksitesini azalttığını, hümik asitin ise Zn alımı üzerine herhangi bir etki etmediğini gözlemlemişlerdir.

Özbay, (2012), hidroponik olarak yetiştirilen hıyar bitkisinde hümik asit uygulamalarının hıyar bitkisinin gelişimi ve verimine etkilerini araştırmıştır. Bitkinin gelişim ve verimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla bitki boyu, yaprak sayısı, göreceli klorofil içeriği ve verim değerleri saptanmıştır. Elde edilen verilere bakıldığında hümik asidin hidroponik yetiştiricilikte hıyar bitkisinin gelişimi ve verimi için olumlu etkiler yaptığı belirlenmiştir.

Mackowiak et al. (2001), hümik asidin hidroponik ortamda yetiştirilen buğdayda (*Triticum aestivum* L.) büyüme ve mikro besin alımı üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada farklı dört kök bölgesi uygulamasını karşılaştırmışlardır: 25 µM sentetik şelat N- (4-hidroksietil) etilendiamintriasetik asit ($C_{10}H_{18}N_2O_7$) (0.25 mM C'de HEDTA); 4-morfolinetansülfonik asit ($C_6H_{13}N_4S$) (5 mM C'de MES) pH tamponlu 25µM sentetik şelat; sentetik şelat veya tampon olmadan 1 mM C'de HA; ve sentetik şelat veya tampon içermemektedir. Yapılan muameleler arasında toplam biyokütle veya tohum veriminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemesiyle beraber HA'nın, şelatsız muamelenin erken büyüme evreleri sırasında meydana gelen damarlar arasındaki yaprakların yeşil kalan damarlarla sararmasını iyileştirmede etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca yaprak dokusu Cu ve Zn konsantrasyonları, HEDTA işleminde şelatsız (NC)'ye göre daha düşük olduğunu, bu da HEDTA'nın bu besinleri güçlü bir şekilde kompleksleştirdiğini, böylece serbest iyon aktivitelerini ve dolayısıyla biyoyararlanımını azalttığını göstermiştir. Hümik asit Zn'yi güçlü bir şekilde kompleksleştirmemiş ve kimyasal denge modellemesi bu sonuçları desteklememiştir. Titrasyon testleri HA'nın 1 mM C'de etkili bir pH tamponu olmadığını ve daha yüksek seviyelerin besin çözeltisinde HA-Ca ve HA-Mg flokülasyonu ile sonuçlandığını göstermiştir.

Ticari olarak temin edilebilen iki üründen (turbadan hazırlanan CP-A ve leonarditten hazırlanan CP-B) hümik asitlerin (20 ve 50 mg /L), hidroponik kültürde domates bitkilerinin (*Lycopersicon esculentum* L.) büyümesi ve mineral beslenmesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Her iki hümik asitin test edilen bitkilerin büyümesini teşvik ettiği gözlenmiştir. Uygulanan konsantrasyonlardan CP-A(20 mg/L) ve CP- B(50 mg/L), sürgünler ve kökler üzerinde pozitif bir etki göstermiştir. Bitkilerden toplam iyon alımı iki üründen de etkilenmiştir. Özellikle

azot (N), fosfor (P), demir (Fe) ve bakır (Cu) alımı için olumlu etkiler göstermişlerdir. Mineral beslenmesi üzerinde en çok göze çarpan etkisi ise Fe içeriğindeki değişiklik olduğu belirtilmiştir (Adani et al., 1998).

Hümik asit ile yaprak ve toprak gübrelenmesinin, domatesin sera koşullarında kalitesi, büyümesi ve verimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Domates bitkileri, farklı konsantrasyonlarda (0,10 ve 20 ml/L) toprak ve yaprak HA uygulamaları ile muamele edilmiştir. HA tedavilerinin, domatesin pH'sını ve titre edilebilir asitliği (TA) üzerinde hiçbir etkisinin olmadığını, toplam çözünür katıların hem yapraktan hem de toprak HA işlemleriyle arttığını, yapraktan 20 ml/L HA uygulaması en yüksek askorbik asit (AA) içeriğine yol açtığını, HA'nın yaprak uygulamalarının yaprak ve gövde kuru madde içeriğini arttırdığını ve hem yaprak hem de toprak HA tedavileri, meyve çapı, meyve boyu, ortalama meyve ağırlığı ve bitki başına meyve sayısı gibi meyve özelliklerini olumlu etkilediği gözlenmiştir. Benzer şekilde HA tedavilerinin, domatesin erkenci verimini arttırdığı, domates verimi toprak ve yaprak HA uygulamalarından önemli ölçüde etkilendiği ve en yüksek verimin yaprak 20 ml /L HA tedavisinde meydana geldiği belirtilmiştir (Yıldırım, 2007).

Hümik asidin tropik bir sert ağaç olan Teak (*Tectona grandis* L.f.) 'nin büyümesi ve besin alımı üzerindeki etkisi bir sera denemesinde, Alfisol (yüksek organik madde) ve Oksisol (düşük organik madde) topraklarda yetiştirilmiş ve incelenmiştir. HA'nın dört farklı konsantrasyonu (0, 50, 500 ve 1000 mg/kg) iki ayrı toprağa ilave edilmiştir. Sonuçların HA'nın Teak fidelerinin büyümesine ve besin alımına faydalı olduğunu gösterdiği, iki toprakta da kontrollere göre bitki aylık büyüme oranları, boy ve toplam kuru madde verimi önemli ölçüde arttığı, bunun yanı sıra HA ilavesinin, Cu, Zn, Ca, Fe, Mg, P, N ve K fidelerinin alınımını arttırırken Mn azalttığı gözlenmiştir (Fagbenro and Agboola, 2008).

Karakurt vd. (2009) yaprak ve toprak HA uygulamasının organik olarak yetiştirilen biberlerin meyve kalitesi ve verimi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Biber bitkileri, çeşitli konsantrasyonlarda (0, 10, 20, 30 ve 40 ml /L) toprak ve yaprak HA uygulamaları ile muamele edilmiştir. Sonuçlarda HA tedavilerinin meyve sertliği, meyve uzunluğu veya çapı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı

fakat toplam ve azalan suda çözümlü kuru madde, her iki HA uygulamasına yanıt olarak önemli ölçüde arttığı ayrıca HA uygulaması toplam klorofil içeriğini önemli ölçüde etkilediği, ortalama meyve ağırlığının, erken ve toplam verimin belirgin şekilde daha yüksek olmasına yol açtığını gözlemişlerdir.

Toprak organik içeriği, toprak ağırlığının küçük bir yüzdesini işgal etmesine rağmen, karmaşık ve heterojen yapısı ile toprak verimliliğini ve dokularını doğrudan etkileyen en önemli parçalardan biridir. Hümik asitler, besinlerin bulunabilirliğini ve toprakların diğer önemli kimyasal, biyolojik ve fiziksel özellikleri üzerindeki etkisini artırabilen önemli bir toprak bileşenidir. Humik maddelerin yaprak ve toprak uygulamalarının bitki büyümesi ve çeşitli tuz konsantrasyonlarında yetiştirilen mısır (Hagein, Fardy10)'ın bazı besin elementleri alımına etkileri incelenmiştir. Tuzlu toprak koşullarında, Dikimden bir ay önce toprağa 0, 2 ve 4 g/kg konsantrasyonlarında katı humus uygulamasının ve %0, 0.1 ve 0.2 konsantrasyonlarında hümik asidin yapraklardan püskürtülmesinin sonucu olarak tuzluluğun, mısırın büyümesini olumsuz etkilediği; ayrıca Na ve Mn dışında kuru ağırlığı ve besin elementlerinin alımını azalttığı ve tuz stresi altında, hem toprak hem de hümik maddelerin yaprak uygulamasının ilk konsantrasyonlarının besin maddelerinin alımını arttırdığı gözlenmiştir (Khaled and Fawy, 2011).

Mısırın (*Zea mays* L.) büyümesini ve kalitesini arttırmak için bir kaynak olarak toz hümik asitin etkinliği incelenmiştir. Hümik asidin kontrol (H0: 0 kg /ha), ve 6 farklı konsantrasyonunun (H1 = 5; H2 = 10; H3 = 15; H4 = 20; H5 = 25; ve H6 = 30 kg /ha) etkisi üzerine çalışılmıştır. Bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı, kuru madde verimi, mineral içeriği, ham protein ve nötr deterjan lifi (NDF) dahil olmak üzere mısır büyümesi ve kalite parametreleri, ekim için her seferinde ekimden 60 gün sonra (R1, Silks görünürlük aşaması) ölçülmüştür. Bu çalışmaya dayanarak, benzer çevresel koşullarda yemlik mısırın büyümesini ve kalitesini arttırmak için H4 (25 kg/ha) uygulanması önerilmiştir (Daur and Bakhshwain, 2013).

Hümik asitler toprak organik maddesinin en aktif bileşenleridir ve hormon benzeri bir aktiviteye sahip oldukları ve böylece bitki büyümesini uyardığı

gösterilmiştir. Sofralık üzüm cv. Italia'nın fenolojik aşamalarda hümik asit uygulandıktan sonra nicel ve nitel verim tepkileri incelenmiştir. Kullanılan hümik asit, Apulia bölgesinin bir kil toprağından ekstrakte edilmiş ve çiçeklenme öncesi (I), tam çiçeklenme (II), meyve tutumu (III) ve ben düşme (IV) olmak üzere dört farklı dönemde, 100 mg/L konsantrasyonunda uygulanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışma hümik asitlerin, tam çiçeklenme durumunda uygulandığında, sofralık üzümde niteliksel ve niceliksel parametrelerde önemli bir artışa neden olabileceğini ve organik ve sürdürülebilir bir bağcılıkta olumlu bir uygulama olabileceğini doğrulamıştır (Ferrara and Brunetti, 2010).

Hümik asitler, mineral besin maddelerinin bitkiler için mevcut formlara dönüştürülmesini destekler. Ayrıca tohum çimlenmesini ve canlılığını uyarır ve ana etkisi genellikle köklerde daha belirgindir. Hümik asidin bakla (*Vicia faba* L.) çeşidi "Eresen 87" üzerindeki kök büyümesi ve gelişimi ile besin alımı üzerindeki etkisi bir saksı denemesinde araştırılmıştır. Sonuçlara bakıldığında, HA kaynağı olarak leonardit ile yapılan uygulamaların hem çimlenmeyi hem de hasadı olumlu yönde etkileyerek kök uzunluğunu ve biyokütleyi arttırdığı, HA'nın bakla köklerinin sırasıyla %30.1 ve %56.6 oranında taze ve kuru ağırlıklarında önemli artışlara neden olduğu, ayrıca Na ve K içeriğini önemli ölçüde arttırdığı gözlenmiştir. Bunun yanı sıra, HA uygulamalarında Cu, Mn ve Zn içeriği azaldığı da gözlenmiştir (Akıncı vd., 2009).

Cimrin and Yilmaz (2006), farklı konsantrasyonlarda uygulanan HA (0, 100, 200 ve 300 kg /ha) ve P (0, 120 ve 240 kg /ha)'un bitki büyümesi ve marulun besin içeriği üzerindeki etkilerini, hasattan sonra kalan mevcut toprak fosforu ile birlikte inceledikleri çalışmada; HA, P ve HA x P etkileşimi marulun azot içeriğini önemli ölçüde arttırdığı, Mn, Ca, K, Mg, Cu ve Fe içerikleri adına anlamlı bir sonuç alınmadığı, fosfor uygulamasının Zn içeriğini önemli ölçüde azalttığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, hümik asidin 300 kg /ha ile 120 kg /ha fosforun birlikte uygulanmasının marulda baş ağırlığı yönünden uygun olduğu sonucuna varmışlardır.

Tehranifar and Ameri (2012), humik asitli gübrenin besin alımı (N, P ve K) ve çilek (*Fragaria* × *ananassa* 'Camarosa')nın fizyolojik özellikleri üzerindeki

etkilerini değerlendirmek için yaptıkları çalışmada iki uygulama yöntemi (gübreleme ve sprej) ile farklı konsantrasyonlarda hümik asit (0, 10, 20, 30 ve 40 ppm) uygulamışlardır. Uygulama sonuçları, gübrelemede en yüksek protein ve N miktarının 20 ppm, en yüksek fosfor, potasyum ve asimilasyon miktarının 10 ppm konsantrasyonunda olduğunu göstermiştir. Sprej yönteminde en yüksek N, protein ve klorofil miktarı 10 ve 20 ppm konsantrasyonlarda ve potasyum 10 ppm konsantrasyonda olduğunu belirlemişlerdir.

Malik and Azam (1984), Hümik asidin azot (N) varlığında ve yokluğunda buğday fidelerinin büyümesine etkisi incelemişlerdir. Su ortamında düşük konsantrasyonlarda (54 mg /L) HA kök uzunluğunda %500'lk, sürgünlerin de kuru madde verimi %22, taze ve kuru kök ağırlığı, nem alımı ve N içeriğinde de önemli bir artışa sebep olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, N varlığında, kök ve sürgün büyümesi gecikmiştir. Bununla birlikte, fideler tarafından N alımı, 54 mg /L HA varlığında %22 oranında artırıldığı belirlenmiştir.

Pilanal ve Kaplan (2003), Sera koşullarında yetiştirilen ilek için sıvı ve katı formdaki hümik asitin besinlerin alımı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Deney, iki yıl boyunca dört tekrarlı randomize blok tasarımında tasarlanmıştır. %85 HA içeren katı HA formunu (Agrolig) 5 ayrı (0, 100, 200, 300 ve 400 kg /ha) miktarda ekimden bir süre önce, %15 HA içeren sıvı HA (Blackjak) damlama sulama sistemi tarafından 0, 2500, 5000, 7500 ve 10.000 ml /ha /ay konsantrasyonlarında uygulamışlardır. Ayrıca, HA ile birlikte, ekimden sonra damla sulama sistemi ile 200 kg N/ha, 100 kg P₂O₅/ha ve 400 kg K₂O/ha uygulamışlardır. Sonuçlara bakıldığında yaprakların P, N, K, Mg, Ca, Fe, Cu ve Mn içeriği katı ve sıvı HA formlarının uygulanmasından önemli ölçüde etkilenmediği, uygulanan sıvı HA, yaprakların Zn içeriği üzerinde azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir. Deney alanında aşırı kireçli toprağa sahip olduğundan, ilek bitkilerinde besin maddelerinin alımı önemli ölçüde etkilenmemiştir. Hümik asitin yüksek konsantrasyonlarda uygulanması ise bazı besin maddeleri üzerinde engelleyici bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Hümik asit, toprağın ana organik bileşenleri olan hümik maddelerin ana bileşenidir. Kanola bahar eşidinde (RGS-003 cul.) HA'in bitki boyu üzerine

yaprak uygulaması için dört tekrarlı tamamen rastgele bir tasarımla gerçekleştirilmiştir. İncelenen faktörler, üç aşamada (gövde uzaması, çiçeklenme aşaması ve silik oluşum aşaması) püskürtülen HA (Kontrol, %0.5, 1, 1.5 ve %2) yapraktan uygulanmasını içermiştir. Sonuçlar, hümik asitin yaprak uygulamasının bitki yüksekliğini önemli ölçüde etkilediğini ve en yüksek bu parametrenin %2 yapraktan hümik asit uygulaması altında elde edildiğini ve en düşük bitki yüksekliğinin kontrol koşulları altında elde edildiğini göstermiştir. Aynı zamanda, HA'in yapraktan uygulanmasının, azotlu gübreler tarafından toprağın kirlenmemesi için en önemli olabilecek toprakta azot uygulamasını azalttığını göstermiştir (Sani, 2014).

Fathy et al. (2014), hümik asit olarak Actosol® (%2.9 HA + 10, 10, %10 NPK içerir) uygulamaları (toprak, yaprak veya toprak + yaprak) olarak etkisini ve 'Canino' kayısı çeşidinde meyve ağaçlarının büyüme oranı parametreleri incelemişlerdir. Ayrıca, 'Canino' meyvelerinin meyve olarak yüzdesini ve verimini belirlerken; meyve sayısı /ağaç; meyve sayısı /kg; parasal değer verimi; net kar ve fayda yüzdesi değerlendirilirken, meyve kalitesinin fiziksel ve kimyasal özellikleri de belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, verim ekonomik kayıtları da incelenmiştir. Hümik asit uygulamaları, incelenen parametrelerin çoğunu artırırken meyve /kg sayısı ve meyve çap / yükseklik oranını etkilememiş, fakat meyve suyu asiditesini azaltmış ve meyve şekli ve kalitesi ile meyve boyutunda artışa sebep olmuştur. Yaptıkları çalışmanın sonucu olarak toprak uygulamalarının yaprak uygulamalarına göre daha etkili olduğunu, hem toprak hem de yaprak uygulamalarının etkisinin, HA konsantrasyonlarının artmasıyla arttığını, HA yaprak uygulamalarının büyüme mevsimi boyunca haftalık toprak ilavesi olarak ağaç başına 15 cm³ ve 75 cm³ / 3L ile muamele edilmesi, bitkisel büyümeyi geliştirdiği ve 'Canino' kayısılarının meyve kalitesini artırdığını da belirlemişlerdir.

Ahmad et al. (2013), glayölün büyüme, verim, vazo ömrü ve bitki soğanı özellikleri üzerine hümik asit ve kültivar etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada NPK (17:17:17) ve beş egzotik glayöl çeşidi, 'Eminence', 'Cantate', 'Essential', 'Corveira' and 'Fado', ile birlikte uygulanan HA'in uygulamalarının arasından; dikim, 3 yapraklı ve 6 yapraklı bitki gelişim aşamalarında uygulanan üç HA ve

NPK uygulaması, ardından dikim ve 3 yapraklı aşamada uygulanan iki HA ve NPK uygulaması en iyi erken ve tekdüze filizlenme, bitki başına daha fazla yaprak büyümesi, daha fazla yaprak alanı ve toplam yaprak klorofil içeriği, daha erken başak oluşumu, başak başına daha fazla çiçekçik sayısı, daha uzun saplar ve ani yükselmeler ve daha fazla sivri çap, daha yüksek çiçek kalitesi, daha uzun vazo ömrü, yığın başına daha fazla sayıda soğancık ve daha fazla soğancık çapı ve ağırlığı olduğunu kanıtlamışlardır. Ayrıca, HA ve NPK uygulaması (kontrol) veya tek başına NPK uygulaması olmadan yetiştirilen, dikime uygulanan bitkilerin, zayıf büyüme, düşük verim ve düşük kaliteye sahip olduğu, çeşitler arasında, 'Fado' nun HA uygulamaları dikkate alınarak ticari tarım için en iyi performansı gösterdiğini belirlemişlerdir.

Aminifard et al. (2012), tarafından hümik asitin acı biberin (*Capsicum annuum* L. var. *Red chili*) antioksidan aktiviteleri ve meyve kalitesi üzerindeki etkisi açık alanda yapılan bir çalışmada belirlenmiştir. HA'nın farklı konsantrasyonları (0, 25, 100, 175 ve 250 mg/kg) ile muamele edilen biber bitkilerinde; HA'nın meyvelerdeki antioksidanları etkilediği (antioksidan aktivite, toplam flavonoid, kapsaisin, likopen ve β -karoten), HA ve kontrol tedavileri arasında toplam fenolik ve karbonhidrat arasında farkın olmadığını, 100 mg/kg'de uygulanan HA'nın en yüksek kapsaisin ve likopen içeriğine yol açtığını ve en düşük değerlerin kontrol grubunda olduğunu gözlemlemişlerdir. Toplam çözünür katıların ve titre edilebilir asitliğin HA tedavilerine yanıt olarak arttığı ve en yüksek değerlerin en yüksek HA işleminden (250 mg/kg) elde edildiğini belirlemişlerdir.

Bitki kaynaklı hümik asit (PDHA) ve kömür türevi hümik asitin (CDHA) buğdayın büyümesi üzerindeki etkisi, saksılardaki iki alkalın kireçli toprak üzerinde test edilmiştir. Bitki ve kömürden elde edilen hümik asitler, iki toprak yani killi tın toprağı ve kumlu tın toprağı ayrı ayrı taşıyan saksılarda buğdaya 0, 50 ve 100 kg /ha oranında uygulanmıştır. Başak ağırlığı, tahıl ve saman ağırlığı gibi bitki büyüme parametreleri ve bitki besinleri (makrobesinler ve mikrobesinler) ile ilgili veriler toplanmıştır. Sonuçlar, kil ağırlığında ve kumlu tınlı toprakta PDHA uygulaması ile başak ağırlığının sırasıyla 19, 15 ve 26 ve %11 arttığını göstermiştir. Tahıl verimi, her iki toprakta sırasıyla 50 mg/kg

oranında PDHA ve CDHA uygulaması ile kontrolün % 21 ve % 11 üzerinde ve her iki toprakta 100 mg/kg oranında PDHA ve CDHA uygulaması ile % 10, %22 artış gösterdiği belirlenmiştir (Khan et al., 2018).

Lale yetiştiriciliğinde farklı büyüme ve çiçek özelliklerine karşı optimum oranı belirlemek için hümik asit ve NPK'nın etkilerini açıklığa kavuşturmak amacıyla yapılan bir araştırmada, beş farklı kombinasyon T0: (kontrol), T1: 10g NPK /m², T2: 0.75 ml HA + 10 g NPK /m², T3: 1.00 ml HA + 10 g NPK /m² ve T4: 1.25 ml HA + 10g NPK /m² RCBD (rastgele tam blok tasarımı) altında üç kez tekrarlanarak uygulanmıştır. Tüm vejetatif ve generatif özelliklerinin, HA ve NPK ilavesinden önemli ölçüde etkilendiği ve elde edilen sonuçlarda, T4 uygulamasının diğer uygulamalara kıyasla en etkili olanı olduğunu göstermiştir. Bu tedavi, en erken filizlenme ve çiçeklenme, bitki boyu artışı, yaprak alanı genişlemesi, gövde çapı, yaprak klorofil içeriği, sap uzunluğu, vazo ömrü, taze ve kuru çiçek biyokütlesi ile ilgili eşsiz sonuçlar vermiştir. Ayrıca besin içeriğini T3 ve T2 ile karşılaştırıldığında arttırdığı, buna karşılık, HA ve NPK uygulaması (kontrol) olmadan büyütülen bitkiler ve ardından tek bir NPK (T1) uygulaması, düşük kaliteli verim ile zayıf büyüme sergilemiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler, NPK'nın (10 g /m² NPK) birlikte HA'nın (1.25 ml %8 hümik asit), mahsulün ayakta düzgün durmasına, bitki büyümesi ve lale çiçek kalitesini iyileştirmeye yardımcı olduğunu göstermiştir (Ali vd., 2014).

Akın (2011), yapmış olduğu bu çalışmasını Horoz Karasi ve Gök üzüm üzüm çeşitlerine (*Vitis vinifera* L.) aşılama 5BB anacında gerçekleştirmiştir. 1/3 salkım azaltma, 1/3 salkım azaltma + herbagegreen (HG) ve 1/3 salkım azaltma + HA muamelelerinin üzümde verimi ve çeşitlerin niteliğine etkileri incelendi. Sonuçlar, Horoz Karasi üzüm çeşidinin 1/3 salkım azaltma + HA uygulamasının üzüm verimini, meyve ağırlığını, meyve kırmızı ve mavi renk yoğunluğu değerlerini ve Gök üzüm üzüm çeşidinin üzüm verimini ve olgunluk indeksi değerlerini artırdığını gözlenmiştir.

HA besin alımını iyileştirerek ve hormonal etkilerle bitki büyümesini kolaylaştırabilir. Kalsiyum ve HA karışımının kalsiyum eksikliğine duyarlı Oryantal zambağına etkisini araştırmak için çalışmalar yapılmıştır. İki Ca seviyesi

(3.5 mEq /L ve 7.0 mEq /L) ile 500mg HA /L birleştirildi ve Liliium Oriental hibriti 'Sorbonne'nin besin çözeltisine uygulanmıştır. Bitki büyümesi, fizyolojik tepki, yaprak, sap ve köklerin makro ve mikro besin içerikleri ölçülmüştür. Sonuçlar, düşük Ca (3.5 mEq /L) ve HA'nın bitki büyümesini ve kök gelişimini önemli ölçüde arttırdığını göstermektedir. Çiçeklenme dönemi, CK uygulamasına kıyasla sekiz gün önce başladığı ve kök yüzeyinin aktif emici alanı % 29.41 daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, düşük Ca, yaprak klorofil içeriğini arttırdığı ve düşük Ca, HA ile birleştirildiğinde prolin içeriğini önemli ölçüde arttırdığı, Ca uygulamasının, yaprakların potasyum ve demir içeriğini etkili bir şekilde arttırdığını ve sapların fosfor içeriğini arttırdığını, bunun yanı sıra yapraklardaki azot ve köklerdeki çinkonun HA ile belirgin şekilde arttığı saptanmıştır (Chang et al., 2012).

David et al. (1994), hümik asitin domates fidelerinin besin birikimi ve büyümesi üzerindeki etkilerini, bir serada sınırlı besin mevcudiyeti çözeltisinde değerlendirilmiştir. Besin çözeltisine 0, 640, 1280 veya 2560 mg HA/L ilaveleri yapılmıştır. 1280 mg HA /L'nin; K, P, Ca, Mn, Fe, Mg ve Zn'nun sürgün birikiminde önemli artışların yanı sıra köklerinde artan Ca, Zn, Fe, Cu ve N birikimine neden olurken köklerin taze ve kuru ağırlıklarının da arttığı, bununla birlikte, 1280 mg /L HA ile tedavi edilen bitkilerde ve 1280 mg /L oranında HA tarafından sağlananlara eşdeğer ek besin kaynağı verilen bitkilerde besin birikimi karşılaştırıldığında, sürgünler en çok P,N, K, Cu ve Fe biriktirirken, kökler daha fazla K ve Ca biriktirdiği bu nedenle, bu artışların HA'da bulunan besin maddeleri ile ilişkili olmadığı görülmüştür.

Vanitha and Mohandass (2014), hümik asidin bitki büyüme özellikleri ve aerobik pirinç bitkisinin verimi üzerindeki etkisini, ana parsel ve hümik asit içeren ve içermeyen alt parseller ve gübre seviyelerine göre (%75 ve %100 RDF) ayrılan geleneksel, damla ve yeraltı damla gübreleme sistemi altında değerlendirmesini amaçlamışlardır. Sonuçlar, daha uzun bir kök yapısının, yüksek klorofil içeriğinin, daha üretken filizlerin, verimin ve yer altı sulama sistemlerinde artış olduğunu göstermiştir. Ayrıca, hümik asit ile uygulanan %100 RDF (NPK = 150: 50: 50 kg /ha)'de sonuç olarak, maksimum kök uzunluğu, daha yüksek klorofil içeriği, daha fazla dolu tane yüzdesi ve verim olduğu kaydedilmiştir. Bu çalışmadan, hümik

asit bitkiler ile birlikte yer altı damla sulama uygulaması + %100 RDF'nin, geliştirilmiş verim özelliklerine sahip olumlu morfolojik büyüme karakterleri gösterdiği, daha yüksek tane verimi sağladığı sonucuna varılmıştır. Bunun nedeni, hümik asitin, büyük ve küçük besinlerin bulunabilirliğini artırarak, vitaminleri, amino asitleri ve ayrıca bitkilerin oksin, sitokin ve ABA içeriğini artırarak bitki fizyolojik süreçlerini iyileştirmesinden kaynaklandığını düşünmüşlerdir.

Kışlık kolza tohumu (*Brassica napus* L.), tohumlarda zayıf N geri kazanımı ile nitelendirilmiş ve verimi korumak için yüksek gübreleme oranları gerekmiştir. Besin kullanım etkinliğinin, fizyolojik etkileri daha önce bazı bitki türlerinde açıklanan hümik asitler gibi bir biyo-uyarıcı eklenerek yapılabilir olduğu düşünülmüştür. Yöntemler on hümik asidin ön taramasının yapıldığını, bunlardan birinin (HA7) kolza tohumu büyümesi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya çıkarmıştır. Daha sonra fizyolojik kanıtlarla desteklenen gen ekspresyonundaki değişiklikleri karakterize etmek için HA7 ile muamele edilmiş ya da muamele edilmemiş bitkiler üzerinde mikroarray analizi kullanılmıştır. Sonuçlar Azot alımının uyarılması (sürgünlerde + %15 ve köklerde + %108) ve asimilasyonun büyümeye benzer şekilde arttığı, sülfat içeriği ise (Sürgünlerde + %76 ve köklerde + %137) daha güçlü bir şekilde uyarılarak daha yüksek sülfat birikimine yol açtığı bulunmuştur. Buna paralel olarak, mikroskopik analizler de hücre başına kloroplast sayısının arttığını göstermiştir. Tüm bunların sonucu olarak, bitki büyümesini ve besin alımını teşvik eden HA7'nin, kolza tohumu azot kullanım verimliliğini artırmak için ek bir araç olarak kullanılabilmesi önerilmiştir (Jannin et al., 2012).

Hümik asit, özellikle zayıf verimli ve alkali-kireçli topraklarda toprak verimliliğini ve ürün verimliliğini etkili bir şekilde artırır. Bu saha çalışmasında da, üç hardal çeşidinin, S-9, P-78 ve AH-2001'in büyüme, verim ve yağ içeriği, zayıf huylu ve alkali-kireçli toprağa değişen hümik asit uygulaması seviyeleri altında gözlenmiştir. Hümik asit, 0, 3.17, 6.35 ve 9.35 kg /dönüm ekim sırasında toprağa uygulandı. Genel çeşitler, kontrole kıyasla, 6.35 kg/akre hümik asit uygulaması hemen hemen tüm büyüme ve verim parametrelerini olumlu etkilemiştir. S-9 çeşidi, hümik asitin tüm uygulama oranlarına diğer iki

muadillerine göre nispeten daha iyi tepki verdiği ve bu sonuçların geçerliliği ileri deneylerle garanti altına alınmıştır (Rajpar et al., 2011).

Qiao Xu et al. (2018), kurşun stresi altındaki çay bitkilerinde hümik asidin (HA) etkisini anlamak için senkronize radyasyon X-ışını floresan (SRXRF) analizi ile birleştirilmiş bir hidroponik deney tasarlamışlardır. Sonuçlar, hümik asit ile Pb arasındaki kantitatif ilişkinin (QR) ay bitkilerinde Pb birikimi ile ilgili olarak hümik asit düzenlenmesini etkileyen önemli bir faktör olduğunu göstermiştir. Ayrıca fazla hümik asit, kök hücre duvarında Pb birikimini uyarabildiği ve farklılaşmamış kasparian şeridinin yapısı ile sürgün organlarına geçebildiği bilinmektedir. Bu çalışmada, hümik asidin çay alımı ve Pb birikimi üzerindeki etkisinin bilimsel olarak değerlendirmesi ve sahada Pb kirliliğinin azaltılmasında hümik asidin pratik uygulaması için teorik bir temel sağlayabileceğini ortaya koymuşlardır.

Haghighi (2012), hidroponik ortamda yapmış olduğu bu çalışmada ilk kez bir besin çözeltisinin azot (N) kaynağının amino asitler ve hümik asit ile kısmen değerştirilmesinin, maruldaki fizyolojik ve antioksidan aktiviteler ve N metabolizması üzerindeki etkisini rapor etmiştir. Bir hidroponik deney, besin çözeltilerindeki N'un %25 ve %50'sini glutamik asit (GA) ve hümik asit ile değerştirmek ve maruldaki büyüme, nitrat asimilasyonu, protein içeriği, nitrat redüktaz aktivitesi ve antioksidan değerşiklikler üzerindeki etkileri değerlendirmek için tasarlanmıştır. Sonuçlar, N'nin bir kısmının GA ve HA ile değerştirilmesiyle, taze ve kuru marul sürgün ağırlıklarının, tam NO₃ tedavisine kıyasla önemli ölçüde değerşmediğini göstermiştir. Titre edilebilir asitlik, besin çözeltisine HA ve / veya GA ilave edilmesinden etkilenmediği, bunun yanı sıra nitrit konsantrasyonu ve nitrat redüktaz (NR) aktivitesinin, besin çözeltisi'nin N konsantrasyonundaki düşüşlerle azaldığı ve GA ve HA ilavesiyle geliştiği belirlenmiştir. GA'in, NO₃ alımını ve protein içeriğini HA'den daha fazla artırdığı fakat SOD ve POD aktiviteleri ile malondialdehit içeriğindeki değerşikliklerin sonuçsuz kaldığı: besin çözeltisinin azalan N içeriğiyle SOD ve POD aktiviteleri azaldı ve HA ilavesi SOD ve POD aktivitelerini iyileştirdiği belirlenmiştir. Bir besin çözeltisinde NO₃ yerine HA ve GA ikame edildiğinde, asitler maruldaki N metabolizmasını ve

büyümesini etkili bir şekilde ayarladı ve besin çözeltisinin N tüketimini azalttığı gözlemlenmiştir.

Hüyük asit (HA), bitki büyümesi ve gelişmesi üzerinde oldukça teşvik edici bir etki gösteren organik atık malzemelerden türetilen doğal biyolojik organik gübredir. Bununla birlikte, hüyük asidin büyüme ve gelişme üzerindeki arttırıcı etkisinden sorumlu mekanizmalar tam olarak anlaşılamamıştır. Yaprak hüyük asit gübresinin krizantem büyümesi ve fotosentezi ve kloroplast alt yapısı açısından gelişimi üzerindeki fizyolojik mekanizmaları araştırılmıştır. Krizantem fideleri aynı hacimde damıtılmış H₂O (kontrol), inorganik NPK gübresi ve organik yaprak hüyük asit gübresi ile her 15 günde bir (dikimden sonra 15, 30, 45, 60 gün) püskürtülmüştür. Sonuçlar, morfolojik indekslerin (gövde çapı, sürgünlerin ve köklerin taze ağırlıkları, kök ve sürgünlerin oranları, sürgünlerin ve köklerin kuru ağırlıkları, yaprak alanı, çiçek çapı), net fotosentez oranı, klorofil flüoresansı, klorofil içeriği ve krizantemin açıkça gelişmiş ince kloroplast yapısı, hüyük asitin yaprak uygulamasından sonra kontrol ve NPK gübresi ile karşılaştırıldığında belirgin bir şekilde iyileştiği gözlenmiştir. Hüyük asit gübresinin destekleyici etkisi bariz bir doz etkisi göstermiştir. Korelasyon analizinden elde edilen sonuçlar, yaprak hüyük asit gübresinin krizantem büyümesi ve gelişimi üzerindeki yanıtlarının, yüksek klorofil içeriği ve geliştirilmiş ince kloroplast yapısı nedeniyle konstitütif artmış net fotosentetik bir oranla ilişkili olabileceğini göstermiştir (Fan et al., 2014).

Delfine et al. (2005), hüyük asitin yaprak uygulamasının, Akdeniz tipi bir iklimde yetişen makarnalık buğdayın bitki büyümesi, fotosentetik metabolizması ve tane kalitesi üzerindeki etkisini izlemek için yapmış oldukları bu çalışmada dört gübreleme işlemi uygulanmış: gübrenmemiş bir kontrol, yapraktan hüyük asit uygulamasıyla gübrelenen ürünün, ekim, kardeşlenme ve gövde uzamasında toprakta mineral N ile gübrelenen bir mahsul ve yapraklara N (amonyum-nitrat çözeltisi) uygulaması. Toprak üstü bitki kütlesi birikimi iki büyüme mevsimi boyunca ölçülmüş ve tahıl kalite parametreleri hasat zamanında test edilmiş ve ayrıca Gaz değişimi, yaprak protein içeriği ve rubisco (ribuloz-1,5-bifosfat karboksilaz-oksjenaz, atmosferik karbon dioksit) aktivitesi, bitki gelişiminin farklı aşamalarında izlenmiştir. Hava koşulları nedeniyle yıllar arasındaki farklar

genellikle anlamlı bulunmuştur. Hümik asidin yapraklara uygulanması, gübrenememiş kontrol ve bölünmüş toprak N uygulamasına göre bitki kuru kütlesinin geçişli üretimine neden olmuştur. Bu etki, çalışmanın iki yılı boyunca tahıl verimi, başak verimliliği ve tahıl protein içeriği için de belirgindi. Hümik asit hiçbir zaman fotosentezi veya stoma iletkenliğini etkilemezken, rubisco aktivitesi ve yaprak protein içeriği gübrenememiş kontrol ve bölünmüş toprak N uygulaması arasında ara tepkiler göstermiştir. Hümik asidin, bölünmüş toprak N uygulamasına göre güney İtalya'nın tipik Akdeniz tipi tarım ekosisteminde yetiştirilen durum buğdayı mahsullerinin bitki büyümesi, tane verimi ve kalitesi ve fotosentetik metabolizması üzerinde sınırlı teşvik edici etkileri olduğu sonucuna varmışlardır.

Çok sayıda çalışma, hümik maddelerin çeşitli büyüme koşulları altında yetiştirilen farklı bitki türlerinde sürgün büyümesini artırma yeteneğini bildirmiştir. Bununla birlikte, hümik maddelerin bu etkisinden sorumlu mekanizma tam olarak anlaşılamamıştır. Hümik maddelerin sürgün teşvik edici etkisinin, kök H^+ -ATPaz aktivitesi ve nitrat kök-sürgün dağılımı üzerinde birincil bir etkiye sahip olması ve dolayısıyla belirli sitokininlerin, poliaminlerin ve absisik asidin sürgün büyümesini etkileyen değişikliklere neden olması mümkün olduğu varsayılmıştır. Bu hipotez bu çalışmada araştırılmıştır. Sonuçlar, saflaştırılmış bir hümik asidin kök uygulamasının, kök H^+ -ATPaz aktivitesinde bir artış, nitrat sürgün konsantrasyonunda bir artış ve köklerde bir azalma ile ilişkili olarak sürgün büyümesinde önemli bir artışa neden olduğunu göstermiştir. Bu etkiler, köklerdeki azalmayla birlikte çeşitli sitokininlerin ve poliaminlerin (esas olarak putresin) sürgün konsantrasyonundaki önemli artışlarla ilişkilendirilmiştir. Benzer şekilde, çeşitli aktif sitokininlerin kök-sürgün dağılımındaki bu değişiklikler, çeşitli mineral besin maddelerinin kök-sürgün dağılımındaki önemli değişikliklerle iyi korelasyon göstermiştir. Bu sonuçlar, birlikte ele alındığında, hıyarlarda hümik maddelerin sürgün gelişimi üzerindeki yararlı etkilerinin, çeşitli aktif sitokininlerin ve poliaminlerin (esas olarak putresin) sürgün konsantrasyonu üzerindeki nitratla ilişkili etkilerle doğrudan ilişkili olabileceğini göstermiştir (Mora et al., 2010).

Temel besin maddelerinin süzülmesinin, özellikle USGA(Amerika Birleşik Devletleri Golf Birliği) spesifikasyonlarına göre oluşturulan kum bazlı kök bölgelerinden meydana geldiği bilinmektedir. Bu, yer altı suyu kirlenmesine ve boşa gübre uygulaması nedeniyle ekonomik kayba neden olabilir. HA yüksek bir kation değişim kapasitesine (KDK) ve çimen büyümesinde uyarıcı bir etkiye sahiptir. Sürünen bentgrass çim, ısıtılmış cam altında ticari 3L “Rose” (195 mm) kaplarda %85 kum ve %15 turba, kök bölgesi karışımı üzerinde tohumdan (6 g /m²) olacak şekilde oluşturulmuştur. Çimlere on günlük aralıklarla dört seviyede (%25, %50, %75 ve Full Hoagland çözeltisi) hem nitrojen hem de fosfor uygulanmıştır. HA’ de çimenlere aynı aralıklarla 5 L /ha oranında uygulanmıştır. Çim rengi, yaprak taze ve kuru ağırlığı, yaprak dokusu ve sızıntı suyunun azot ve fosfor içeriği belirlendi. Deneyin sonunda, köklenme nitelikleri görsel olarak değerlendirildi. Hümik asitin, nitrati geçici olarak azalttığı, ancak kök bölgesinden fosfat sızmasını azaltmadığı, yaprak dokusunun beslenme durumunu etkilemediği ancak büyüyen bitkinin kök yapısına ve büyümesine ve ayrıca bitkinin kuraklığa karşı direncine etki ettiği görülmüştür (Hunter and Anders, 2003).

Kim et al. (2017), organik acı biber fideleri ve büyüme mevsimi ile muamele edildiğinde hümik asidin çimlenme, acı biber büyümesi ve verimi üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada %0.05 ve %0.1 hümik asitin çimlenme oranı, muamele edilmemiş olandan daha yüksek olduğu, fakat kontrol uygulamasına (%96.7) kıyasla, %0.4 ve %1.0 hümik asitin çimlenme oranları sırasıyla %90.0 ve %86.7 olduğu görülmüştür. Transplantasyondan 30 gün sonra, düşük (%0.05) veya yüksek (%1.0) hümik asit konsantrasyonu ile muamele edilmiş acı biber fidelerinin büyümesi azaltırken, %0.2 hümik asit tedavisi acı biberde yüksekliği ortalama (97.6 cm), yaprak sayısını (84.7) ve taze ağırlığı (128.1 g /bitki) artırdığı gözlemlenmiştir. Hümik asit ile 60 günlük tedaviden sonra, acı biber yüksekliği %0.2 hümik asitte önemli ölçüde daha uzun olduğu, ortalama yeşil meyve sayısının %0.2, %0.1 ve %0.05 hümik asit, uygulamaları arasında önemli bir farklılık olmadığı, ancak ortalama yeşil biber sayısının %0.4 ve %1.0 hümik asit tedavileri, sırasıyla %35.2 ve %29.1 ile diğer tedavilere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, yeşil biberin taze ağırlığının,%0.2 hümik asit içinde işlenmemiş maddeden 111.5 g /bitki daha ağır olduğu bulunmuştur. Toplam (5.8 kg /bitki) ve ortalama (1.4 kg /bitki) taze biber

ağırlığı, 60 günlük toprak sulamadan sonra %1.0 hümik asit işlemi hariç, kontrolden daha yüksek %0.2 ve %0.1 hümik asit muamelesi ile muamele edilen acı biber toplam ağırlığı, diğer muamelelerden daha ağır olan sırasıyla 9.3 kg /bitki ve 8.6 kg /bitki olmuştur. Hümik asit konsantrasyonlarının toprak mikrobiyal popülasyonları, pH ve EC üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. %0.2 hümik asit işleminin toprak bakteri popülasyon yoğunluğu, kontrol toprağından 3.5 kat daha fazla olduğu Hümik asit konsantrasyonunun %0.05'den %1.0'a yükseldikçe, acı biber yetiştirilen toprakta pH ve EC' nin de artmış olduğu belirlenmiştir.

Hümik asitlerin birçok tipte azot bileşiğı içerdiği gösterilmiştir. Önceki araştırmalar, bitki büyüme düzenleyicileri olarak işlev gören poliaminlerin toprakta mevcut olabileceğini göstermiştir. Poliaminlerin topraklardan ve farklı hümik asit kaynaklarından ayrılması için yüksek performanslı bir sıvı kromatografi (HPLC) yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlar, saflaştırılmış hümik asidin marul fidelerinin kök büyümesini önemli ölçüde etkilediğini, ancak orijinal poliaminler için belirtildiğı gibi sürgünün etkilenmediğini göstermiştir. Marul fidelerinin kök gelişimini etkileyen optimum poliamin konsantrasyonlarının 10-6-10-12 M arasında olduğu ve farklı hümik asit kaynaklarındaki poliamin, putresin, spermidin ve spermin içeriğı sırasıyla 1.54- 7.0, 0.39-3.88, 0.48-4.79 nM /g arasında değişiyordu. Poliaminler, hümik maddelerin hormon benzeri aktivitesini açıklayabileceğı düşünülmektedir (Young and Chen, 1997).

Türkmen vd. (2004), tuzlu toprak koşullarında domates (*Lycopersicon esculentum* L.) fidelerinin tohum çimlenmesi, büyümesi, makro ve mikro besin içerikleri üzerine kalsiyum ve hümik asit etkilerini değerlendirmişlerdir. Tohum ekilmeden önce 50 mg NaCl /kg ile muamele edilmiş büyüme ortamına farklı seviyelerde Ca elementi (0, 100, 200 ve 400 mg/kg) ve HA (0, 500, 1000 ve 2000 mg/kg) uygulanmıştır. Tohum çimlenmesi, hipokotil uzunluğu, kotiledon genişliğı ve uzunluğu, kök büyüklüğü, sürgün uzunluğu, yaprak sayısı, kök ve sürgün taze ağırlıkları, bitki fidelerinin kök ve sürgün kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Fidelerin sürgün ve köklerinin mikro ve makro besin maddeleri (Zn, Fe, Mn, Cu, Ca, S, Mg, P, N ve K) de ölçülmüştür. 1000 mg/kg konsantrasyonda bitki büyüme ortamına ilave edilen HA' nın fide gelişimi ile bitkilerin besin muhtevasını

arttırdığı görülmüştür. HA yalnızca makro besin içeriğini artırmakla kalmadı, aynı zamanda bitki organlarının mikro besin içeriğini de geliştirmiştir. Bununla birlikte, yüksek seviyelerde hümik asit, bitki büyümesini durdurdu veya besin içerikleri azaldı. 100 ve 200 mg/kg Ca^{2+} uygulaması sürgündeki N, Ca ve S içeriklerini ve kökteki N ve K içeriklerini önemli ölçüde arttırdığını gözlemişlerdir.

Gulser et al. (2010), tuzlu su koşullarında kalsiyum nitrat ve hümik asit uygulamalarının biber fidesi büyümesi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri bu çalışmada; P_2O_5 : 90, K_2O :180 ve N:250 mg/kg içeren bitki yetiştirme ortamı olarak bir toprak: kum karışımı (1:1) kullanılmıştır. Büyüyen ortama dört farklı dozda hümik asit (0, 1000, 2000 ve 4000 mg/kg) ve kalsiyum nitrat (0, 50, 100 ve 150 mg/kg) uygulanmıştır. Ekimden önce Demre çeşit biber tohumları, her bir saksıda 300 cm³ toprak: kum karışımına 60 mmol NaCl ilave edilmiştir. Hümik asit ve kalsiyum nitrat uygulamaları biber fidelerinin büyümesini önemli ölçüde etkilediği, 1000 ve 2000 mg/kg hümik asit ve 50 mg/kg kalsiyum nitrat uygulamaları taze ve kuru yaprak ağırlığını, taze ve kuru kök ağırlığını, gövde çapını, kök uzunluğunu ve sürgün uzunluğunu arttırdığı ayrıca, tuzlu toprak koşullarında en yüksek HA (4000 mg/kg) ve kalsiyum nitrat (100 ve 150 mg/kg) oranlarının biber fidelerinin bu kriterlerini düşürdüğü belirlenmiştir.

El-Hak et al. (2012), yapmış oldukları çalışmada Master çeşidi bezelye tohumlarının kimyasal bileşimi, kalitesi, verim bileşenleri, tohum verimi, yeşil bakla verimi, bitkilerin gelişimi üzerine bazı antioksidanların, yani askorbik asit, salisilik asitin konsantrasyonları 0, 200 ppm ve ikisi arasında 100 ppm'de karışım ve 0, 1.0 ve 2.0 g/L oranında hümik asitin yaprak uygulamalarında faydalı etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar, 200 ppm'de askorbik asit içeren yaprak uygulamalarının, iki büyüme mevsiminde bitki boyunu, tohumların % N'sini ve % proteinini artırdığını gösterdi. Uygulamalar ilk sezonda dal /bitki sayısını ve ikinci sezonda bakla uzunluğunu artırmıştır. Ayrıca, bezelyeler iki yetiştirme sezonunda salisilik asidin 200 ppm olarak yapraktan uygulanması ile üretilmiş, en yüksek bitki kuru ağırlığı, bakla çapı, taze tohum ağırlığı / bakla sayısı, taze tohum / bakla sayısı, yeşil bakla verimi, tohum ağırlığı / kuru bakla, kuru tohum verimi ve fosfor

yüzdelerini, ikinci sezonda taze bakla ağırlığını, ilk sezonda 1000 dane ağırlığını artırmıştır. Bu arada, kuru tohumlardaki potasyum yüzdesi, sadece ikinci sezonda askorbik ve salisilik asitlerle 200 ppm'de yapraktan püskürtülerek arttırılmıştır. Öte yandan, 2g/L'de hümik asit ile yapraktan uygulama, incelenen özelliklerin çoğunu arttırmıştır. Yaprak uygulaması ile hem antioksidan uygulamaları hem de hümik asit arasındaki etkileşim, incelenen tüm özellikler üzerinde önemsiz etkilere sahip olmuştur. Elde edilen sonuçlara dayanarak, bezelye yetiştirilmesi ve bitkilerin salisilik asit ile 200 ppm konsantrasyonunda ve hümik asit ile 1 g/L oranında muamele edilmesi ve Sids alanı ve büyüme koşulları altında yüksek kaliteli taze bakla ve tohum verimi elde edilmesi tavsiye edilebilir olduğunu belirtmişlerdir.

Radwan et al. (2011), tarafından birbirini takip eden iki yaz mevsimi boyunca. Diamant patates çeşidinde potasyum oranlarının (0,50 ve 100 kg K₂O / besleme) ve hümik asidin toprak uygulaması olarak (0, 2 ve 4 kg / besleme Humat potasyum olarak) etkisini ve bunların büyüme, beslenme durumu ve patatesin killi toprak altında verimini incelemişlerdir. 100 kg K₂O / besin uygulaması, saman ve yumruların kuru ağırlığını, N, P ve K yüzdesini ve bitki tarafından toplam alımın yanı sıra toplam verim/beslemenin arttırılması için üstün bir işlemdi. 4 kg hümik asitle beslenen patates bitkilerinin bitki gelişimi ve besin değerleri aynı zamanda verim ve bileşenlerinin maksimum bitki büyümesi değerleri ve 2 kg HA uygulaması ile N, P ve K (%), verim ve bileşenleri açısından önemli farklılıklar göstermiştir. Verim ve bileşenlerini arttırmak için en iyi etkileşim işlemi, patates bitkilerinin 100 kg K₂O / besleme ile gübrenmesi ve bitkilerin 2 kg / beslenen hümik asit ile muamele edilmesiyle elde edildiği belirlenmiştir.

Çelik vd. (2010), hümik asitin yaprak uygulamasının kuru madde üzerindeki etkilerini ve kalkerli toprak koşullarında yetiştirilen mısırın bazı besin elementi alımını etkilerini belirlemek için sera araştırması yapılmışlardır. Tarımsal kireç, ortaya çıktıktan 20 ve 35 gün sonra püskürtülen beş kalsiyum karbonat (CaCO₃) dozu (%0, 5, 10 20 ve %40) ve üç yapraklı uygulamada hümik asit dozu (%0, 0.1 ve %0.2) elde etmek için kullanılmıştır. Mısırın kuru ağırlığı ve mineral element alımı, özellikle kireç seviyelerinin %20 ve 40'ında olumsuz etkilenmiş olsa da, hümik asitin yaprak uygulamasının kuru ağırlık ve bakır (Cu), çinko (Zn) ve mısır

bitkilerinin manganez (Mn) alımlarını önemli düzeyde pozitif olarak etkilediği gözlemlenmiştir. En büyük kuru ağırlık, Cu ve sodyum (Na) alımı, %0.01 hümik asit işleminden elde edildi. Kireç ve hümik asit etkileşimi kuru ağırlık, P, N, Mn, Mg, Ca, Zn ve Cu alımı üzerinde de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

El-Hefny (2010), İki bürölce çeşidi (Kafr, El-Shekh ve Cream 7) nin üç farklı tuzlu sulama suyu muamelesi (3500, 4500 ve 5500 ppm) ve dört farklı dozda hümik asit uygulaması (0, 2, 4 ve 6 kg / bes.) nın arasındaki kombinasyonların bitki büyüme, verim, yaprak ve tohumlarının kimyasal bileşimleri üzerine etkisini incelemek için art arda iki yaz sezonunda iki saha deneyi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar şunu ortaya koymuştur:

1. Kafr El-Shekh çeşidi, K / Na ve Ca / Na oranına ek olarak bitki taze ağırlığı, toplam bakla verimi, N, P, K alımı bakımından krem 7 çeşidinden daha iyi olduğu ayrıca bürölce tohumu dokularındaki N, P, K, protein ve karbonhidrat içeriğinin de daha iyi olduğu belirlenmiştir.
2. Bitki büyümesinin en düşük değerleri, toplam bakla N, P, K alımı ve K / Na, Ca / Na oranı vermektedir. Ayrıca bürölce tohumu dokularında N, P, K, protein ve karbonhidrat içeriği en yüksek tuzluluk seviyesi (5500 ppm) ile gözlenmiştir. Ancak bu seviye, tohum dokularındaki Cl ve prolin içeriğine ek olarak bitki yaprakları tarafından Na, Ca ve Cl alımını önemli ölçüde arttırmıştır.
3. Hümik asidin bürölce bitkisinin vejetatif büyümesi üzerindeki etkisi, yani bitki boyu, dal sayısı, taze ağırlık, yaprak alanı / bitki, toplam bakla verimi, N, P, K alımı ve K / Na, Ca / Na oranını ayrıca bürölce tohumlarındaki N, P, K, protein ve karbonhidrat içeriği, hümik asit uygulama oranını 0, 3, 4.5'ten 6 kg /beslemeye yükselterek önemli bir artış gösterdiği belirlenmiştir.
4. Çeşitler ve su tuzluluğu ile hümik asit uygulaması arasındaki etkileşim, her iki mevsimde istatistiksel farklılık göstermediği gözlemlenmiştir.

Paksoy vd. (2010), tuzlu toprak koşullarında potasyum ve hümik asit (HA) 'nın bamyaya (*Abelmoschus esculentus* L. cv. *Sultani*) fidelerinin ortaya çıkışı, büyümesi ve besin içeriği üzerine etkileri değerlendirmiştir. Tohumlara ekim öncesinde 50 mg/kg NaCl uygulanmıştır. Yetiştirme ortamına farklı seviyelerde P₂O₅ (0, 75, 150 ve 300 mg/kg) ve HA (0, 500, 1000 ve 1500 mg/kg) uygulanmıştır. Deneme tesadüf blokları tamamen faktöriyel blok olarak tasarlanmış ve her bir parselde drenajsız 10 adet saksı bulunmaktadır. Her bir saksıya 300 cc hacimli büyüme ortamına sahip iki bamyaya tohumu ekilmiş ve fideler ortaya çıktıktan sonra bire seyreltilmiştir. Fideler saf su ile sulanmıştır. Bitki fidelerinin tohum oluşumu, kök ve sürgün büyüklüğü, yaprak sayısı, sürgün ve kök kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Fidelerin mikro ve makro besin (Zn, Fe, Cu, Mn, S, K, N, Ca, P ve Mg) muhtevaları da belirlenmiştir. Potasyum ve HA'nın bamyaya fide performansları üzerindeki etkileri açısından istatistiksel farklılıklar olduğu ve Zn, Fe, Cu, Mn, Na, Ca, K ve HA muamelelerinin bitki mineralleri (Mn, Cu, Ca, K, Fe, P ve N) içeriği üzerindeki etkilerinin anlamlı olduğu anlaşılmıştır.

Akladious and Mohamed (2018), kalsiyum nitrat ve hümik asit uygulamalarının tuz stresi koşulunda biber bitkilerinin büyüme ve meyve verim kalitesi üzerindeki ayrı ayrı veya kombinasyon halinde etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışmada gerçekleştirmişlerdir. Ekimden önce toprağa iki farklı konsantrasyonda Ca(NO₃)₂ (Ca1: 60 ve Ca2: 120 mg/kg toprak) uygulanmıştır, oysaki HA uygulamaları (HA1:750 ve HA2:1500 mg/kg toprak) bitki büyümesi sırasında (üçüncü gerçek yaprak aşamasında) gerçekleştirilmiştir. Bitkiler, 100 mM NaCl konsantrasyonunda tuzlu su ile sulanmıştır. Veriler, hem hümik asit konsantrasyonlarının hem de düşük kalsiyum nitrat (Ca1) konsantrasyonlarının uygulanmasının, büyüme parametreleri, RWC, fotosentetik pigmentler, mineral içeriği, normal ve tuz stres koşulları altında bitkilerin enzimatik olmayan antioksidan içeriklerinde önemli artışlara neden olduğunu göstermiştir. Ayrıca, meyve antioksidan bileşikleri ve meyvelerin kalitesi (kapsaisin, likopen, p- karoten, toplam fenol, toplam flavonoidler ve antioksidan aktivite) bu uygulamalar kullanılarak geliştirilmiştir. Ca1 ve HA2'nin birleşik tedavisi, tuz stres koşulları altında önceki kriterlerde en etkili olduğu, bu nedenle, biber bitkilerinin toprak özelliklerini, büyümesini ve antioksidan kapasitesini

iyileştirmek ve tuz stresinin neden olduğu hasarı azaltmak için hümik asit ve kalsiyum kullanılması önerilmiştir.

Hümik asit ilavesinin bozulmamış mısır bitkilerinin (*Zea mays* L.) kök ortamına, harici hümik asidin kesilmiş birincil köklerin hidrolik iletkenliği üzerindeki etkileri gibi büyüme, terleme ve su eksikliklerine direnci üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. HA'in sürgün büyümesini, terlemeyi ve su stresine karşı direnci azalttığı, ancak kök büyümesini azaltmadığı ancak kök hücre duvarlarında hümik asit birikiminden kaynaklanan zamana, konsantrasyona ve boyuta bağlı kirlenme mekanizması ile kök hidrolik iletkenliği %44'e kadar azaltıldığı belirlenmiştir. Bu nedenle, hümik asitin, görünüşe göre, ilk kez bitki gelişimi üzerindeki bilinen kimyasal etkilerine ek olarak yeni fiziksel etkiler gösterebileceği gösterilmiştir (Asli and Neumann, 2010).

Abdellatif et al. (2017), yapmış oldukları bir çalışmada 4.8, 9.6 ve 14.4 kg/ha'da uygulanan hümik asit (HA) 'nın sıcak karasal iklim altında iki domates melezi Nema1400 ve Platinium5043'ün büyüme ve üretkenliği üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. HA toprağa iki kez uygulanmıştır: ilki dikimden üç hafta sonra ve ikincisi, ilk uygulamadan bir hafta sonra her iki mevsimde. HA'nın yaz mevsiminde uygulanması, domates bitkisinin büyümesi ve üretkenliği üzerinde harika sonuçlar hedeflemiştir. 14.4 kg/ha HA'da, her iki mevsimde domateslerin (bitki boyu ve taze ağırlık) ve çiçeklenme parametrelerinin bitkisel büyümesini (bitki başına çiçek kümesi ve çiçek sayısı) ve verim karakterlerini (bitki başına meyve sayısı ve meyve ağırlığı, bu da daha erken ve toplam verim ile sonuçlanır) arttırmıştır. HA uygulaması, bitki başına meyve sayısı ve C vitamini ve toplam çözünür katı madde konsantrasyonu üzerinde kontrole kıyasla en az etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

2007-2008 kış sezonunda hümik asit (HA) ve amino asitlerin (AA) etkisini ve bakla bitkilerinin büyüme, kimyasal bileşimi, klorofil içeriği ve çikolata lekesi ve pas hastalıkları üzerindeki etkilerini incelemek için bir saha çalışması yapılmıştır. Tüm morfolojik (bitki boyu, dal ve yaprak / bitki) ve verim bileşenleri (bakla / bitki ve 100 tohum ağırlığı yok) hem de makro besin içeriği (tohum ve samanda N, P, K) ve klorofil içeriği HA ile etkileşime giren AA (2000 ppm)

uygulanmasıyla önemli derecede arttırılmış öte yandan, tohum saksı-1 sayısı önemli ölçüde etkilenmemiştir. Dikimden itibaren 55. günde çikolata lekesinin hastalık şiddetinde maksimum azalma 1000 ppm'de 1000 ppm + AA ile 1000 ppm'de HA arasındaki etkileşim ile 75 günde hem hastalık şiddetinde hem de hastalık oranında 3000 ppm'de AA ile bunu takiben 1000 ppm'de HA tedavisi ile maksimum azalma meydana gelmiştir. 3000 ppm'de HA ve ardından HA 1000 ve AA 1000 ppm arasındaki etkileşim daha sonra HA 2000 ppm ile muamele, bakla bitkisinin pas hastalığı şiddetini azaltmada en etkili olanı olduğu belirlenmiştir. Bu uygulama kapsamında yapılan çalışma, büyüme ve mineral içeriğini iyileştirmek için yaprak uygulaması olarak HA ve AA kullanılmasının yanı sıra, bakla çekirdeğinin çikolata lekesi ve pas hastalıklarına verdiği zararı azaltmanın yanı sıra çevre güvenliği ve sahil etkili avantajların da önerildiği belirtilmiştir (El-Ghamry et al., 2009).

Sebze üretiminde mineral gübrelerin yaygın kullanımı ile ilişkili insan sağlığı ve çevresel kirlenme riskleri konusunda artan endişe vardır. Kompost ve büyümeyi uyaran ajanlar mineral gübreye uygun bir alternatif olabilir. Hümik ve / veya amino asitli kompost ve yaprak gübrelerinin toprağa ilavesinin çilek (*Fragaria x ananassa cv. festival*) bitkilerinin büyüme ve verimine etkisi araştırılmıştır. Toprağın 8 ton / beslenen oranda kompost gübrelemesi, 1 g/L oranında yaprak hümik asit uygulaması, 2 ml/L oranında amino asitlerin yaprak gübresi ve bunların kombinasyonları kullanılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, kompostla gübrelenmiş arazilerden yetiştirilen çilek bitkilerinin genellikle daha yüksek bitki uzunluğu ve meyve ağırlığı sergilediğini göstermiştir. Toplam verim, mineral gübre ile karşılaştırıldığında tüm işlemler ile önemli ölçüde artmış ayrıca, kompost gübresi, daha yüksek toplam çözünür katı ve antosiyanin içeriğine sahip meyveler de üretmiştir. Humik asit veya amino asitli yaprak gübresi ile büyüme üzerindeki sınırlı etkiler gözlemlenmiştir (Gharib et al., 2011).

Khatab et al. (2012)'nin, yapmış oldukları bu çalışma 2007 ve 2008 sezonlarında Manfalouty çeşidi 20 yaşında nar ağaçlarında gerçekleştirilmiştir.

Uygulamada kullanılan bu ağaçlar kumlu bir toprakta yetiştirilmiştir. Ağaçlar, çiftlik kontrolüne (11 m³) kıyasla sulama seviyeleri 7 ve 9 m³ /ağaç /yıl olan hümik asit (32- 48 gm / ağaç / mevsim) veya amino asitler (8-16 gm /ağaç / mevsim) almıştır. Sonuçlar, sürgün uzunluğu, sürgün başına yaprak sayısı, yaprak genişliği, sürgün başına çiçek sayısı, meyve seti yüzdesi, meyve tutma yüzdesi, ağaç başına meyve sayısı ve verim (kg / ağaç), su seviyesi 7'den 9'a 11 m³'e yükseltilerek önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Öte yandan, sulama suyu miktarının 7 ve 9'dan 11 m³'e çıkarılması, meyve düşme yüzdesini önemli ölçüde azaltmıştır. Hümik asit dozlarının 32 ila 48 g arasında ve amino asitlerin 8 ila 16 g / ağaçta arttırılması bitkisel büyümeyi ve meyveyi arttırdı. Daha düşük su seviyeleri 7 veya 9 m³ / ağaç / mevsim, daha yüksek dozlarda hümik asit (48 g) veya amino asitler (16 g) ile desteklendiğinde, incelenen tüm parametreler iyileştirildiği belirlenmiştir.

Quaggiotti et al. (2004), yapmış oldukları bu çalışmada, düşük moleküler boyutlu hümik maddelerin (LMS) ayrıntılı bir karakterizasyonu gerçekleştirilmiş ve bu maddeler, köklerdeki nitrat girişi, doku nitrat içeriği ve mısırdaki (*Zea mays* L.) nitrat alımına dahil olduğu varsayılan mısır genlerinin ekspresyonu üzerindeki etkilerini incelemek için kullanılmıştır. Sonuçlar, bu çalışmada kullanılan düşük moleküler boyutlu hümik fraksiyonun, şimdiye kadar izole edilmiş çoğu hümik madde için tanımlanan karakteristik yapısal ağa sahip olduğunu ve bu fraksiyonda IAA varlığını doğruladığını göstermektedir. Sonuçlar ayrıca hümik maddelerin LMS fraksiyonunun kökler tarafından nitrat alımını ve anyonun yaprak seviyesinde birikmesini uyardığını göstermektedir. Öte yandan, iki varsayılan mısır nitrat taşıyıcısını (ZmNrt2.1 ve ZmNrt1.1) kodlayan genlerin ve iki mısır H⁺-ATPase izoformunun (Mha1 ve Mha2) ekspresyonunun analizi, bu maddelerin köklerdeki gen transkripsiyonu üzerinde doğrudan etkiler gösterebileceğini göstermektedir. Mha2 geni için gösterildiği gibi ve ZmNrt2.1 geni için gözlemlendiği gibi sürgünlerde uzun mesafe etkilerini gözlemlemişlerdir.

Türkmen vd. (2004), yapmış oldukları bu çalışmada, artan miktarlarda azot ve hümik asit uygulamasının maruldaki kafa ağırlığı, besin maddesi ve nitrat içeriği üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Büyüme odasına yerleştirilen

saksılara 0, 250, 500, 750 mg/kg N dozları ve 0, 500, 1000, 2000 mg kg/L'lik HA dozları ilave edilmiştir.

N uygulaması, kafa ağırlığını ve NO₃, N, P, Fe, Mn, Cu ve Zn içeriği üzerine mühim ölçüde etki göstermiştir. HA uygulamasının aynı zamanda kafa ağırlığını, azot, nitrat ve fosfor içeriğini de önemli ölçüde etkilediği, ancak demir, mangan, bakır ve çinko gibi mikro besinlerin içeriğini de önemli ölçüde etkilediği, aynı zamanda azot ve humik asitlerin kombinasyonunun azot, fosfor ve çinko içeriğini etkilediği, ancak nitrat, bakır ve kafa ağırlığını etkilemediği belirlenmiştir. Aşırı azot uygulamasının ise olumsuz etkilerinin humik asit uygulamasıyla kısmen ortadan kaldırılabilceği gözlemlenmiştir.

Nitrat alımının kinetik parametreleri (I_{max}, K_m ve C_{min}), nitrat ve /veya farklı molekül ağırlıklı topraktan ekstrakte edilmiş humik asitlere (HA) maruz kalan makarnalık buğdayın (*Triticum durum* L., cv. *Appulo*) genç fidelerinde değerlendirilmiştir. Düşük nitrat seviyelerinde (50 µM KNO₃) indüksiyondan sonra alım artırılmış, daha yüksek konsantrasyonlarda (200 µM) indüksiyondan sonra inhibe edilmiştir. Alımın kinetik parametreleri seçici olarak HA'ler le ön işlemde etkilenmiştir: toplam ve daha büyük ölçüde düşük moleküler boyuttaki humik fraksiyon (LMS, < 3500 Da), nitrat alım oranını (I_{max}) ve tüm taşıma sisteminin (düşük K_m ve C_{min}) verimliliğini artırmıştır, yüksek moleküler büyüklükte humik maddeler (HMS, > 3500 Da) işlem görmüş bitkilerde zıt bir sonuç kanıtlamıştır. Nitrat ve humik maddeler aynı anda sağlandığında ilave bir etki gösterildi: ve LMS ile muamele edilmiş bitkilerde toplam alım oranı artırıldı, ancak HMS ile muamele edilmiş bitkilerde kuvvetli bir şekilde gecikmiştir. Nitrat ve / veya humik fraksiyonların uzaklaştırılması sistemi bozmuş ve NO₃⁻ alım oranı azalmıştır. HA'lere maruz kalma, kök ve yaprak dokularında nitrat redüktaz aktivitesini indükleyememiştir. Protein sentezi inhibitörleri p-florofenilalanin ve sikloheksimid, LMS fraksiyonunun nitrat alımı üzerindeki pozitif etkisini muhafaza etmiştir. Bu, HA'lerin nitrat taşıma sisteminin proteinlerinin moleküler ekspresyonu üzerinde teşvik edici bir etkisinin hipotezini destekleyecektir (Cacco et al., 2000).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma 2019 yılında Niigata Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarlarında yürütülmüştür. Çalışmadaki bitkilerin gelişimi ve nitrat alınımına yönelik uygulamalar da yine Niigata Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Besleme laboratuvarlarında yapılmıştır.

3.1 Gereç

3.1.1 Denemede kullanılan bitki

Yüksek protein içeriği nedeniyle dünyada ve ülkemizde ekim alanı ve üretimi yaygın olan ve serin iklim tahıllarından biri olan arpa tarımda önemli yer tutmaktadır. Bunun yanı sıra bilimsel çalışmalarda model bitki olarak kullanılan arpa bitkisi, ekim alanı ve üretim bakımından ikinci sırada yer almaktadır. Denemede Japonya'da yetiştiriciliği yapılan arpa (*Hordeum vulgare* L. cv. *Minorimugi*) bitkisi çeşidi kullanılmıştır. Bitki genetik ve fizyolojik özelliklerine bakılmaksızın tesadüfi olarak seçilmiştir.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan arpa tohumları.

3.1.2 Denemede kullanılan hümik asit

Hümik asitlerin ana kaynağı ölü hayvan ve bitki artıklarıdır ve karbon, hidrojen ve oksijen içeren organik bileşiklerdir. Toprak verimliliği ve bitki beslenmesinde önemli rol oynarlar. Yüksek molekül ağırlıklarına sahiptirler. Denemede Sigma-Aldrich® firmasına ait Hümik Asit Sodyum Tuzu – Teknik sınıfı bitkisel kaynaklı, siyah renkli ve toz formda, 2.000-500.000 molekül ağırlığına sahip, bileşiminde polisakkaritleri, proteinleri, basit fenoller ve şelatlı metal iyonları içeren, organik maddelerin, özellikle de ölü bitkilerin ayrışmasının sonucunda elde edilmiş bir hümik asit kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Denemede kullanılan hümik asit sodyum tuzu- teknik sınıf.

3.1.3 Denemede kullanılan besin çözeltilerinin bileşimi ve hümik asit konsantrasyonları

Hidroponik ortamda yetiştirilen arpa fidelerine uygulanan A besin çözeltisi için kullanılan kimyasallar ve kimyasallara ait konsantrasyonlar ile uygulanan hümik asit dozlarına ait bilgiler Tablo 3.1’de belirtilmiştir.

¹⁵N analizi ve Q-RTPCR analizi için hazırlanan bitkilere uygulanan B besin çözeltisinde kullanılan kimyasallar ve kimyasallara ait konsantrasyonlar ile hümik asit dozlarına ait bilgiler Tablo 3.2’de belirtilmiştir.

Tablo 3.1. “A” Besin ortamında kullanılan kimyasal maddeler ve konsantrasyonları.

	Kimyasallar	10 L Saf Su için	Konsantrasyon
Makro Elementler	1M CaCl ₂ .H ₂ O	5 ml	0.5 mM
	1M MgSO ₄ .7H ₂ O	2 ml	0.2 mM
	1M KH ₂ PO ₄	20 ml	2.0 mM
	1M KNO ₃ /1,25M (NH ₄) ₂ SO ₄	50ml/4ml	5 mM/0.5mM
Mikro Elementler	25mM Fe(III)EDTA	10 ml	0.025 mM
	100mM H ₃ BO ₃	1ml	0.01 mM
	100mM MnSO ₄ .4H ₂ O	50µl	0.0005 mM
	10mM CuSO ₄ .5H ₂ O	20µl	0.00002 mM
	100mM ZnSO ₄ .7H ₂ O	50µl	0.0005 mM
	10mM (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	10µl	0.00001 mM

+

Hümik Asit Konsantrasyonu	85 mg/100 ml ve 850 mg/100 ml
------------------------------	-------------------------------

Tablo 3.2. "B" Besin ortamında kullanılan kimyasal maddeler ve konsantrasyonları.

	Kimyasallar	10 L Saf Su için	Konsantrasyon
Makro Elementler	1M CaCl ₂ .H ₂ O	5 ml	0.5 mM
	1M MgSO ₄ .7H ₂ O	2 ml	0.2 mM
	1M KH ₂ PO ₄	20 ml	2.0 mM
Mikro Elementler	25mM Fe(III)EDTA	10 ml	0.025 mM
	100mM H ₃ BO ₃	1ml	0.01 mM
	100mM MnSO ₄ .4H ₂ O	50µl	0.0005 mM
	10mM CuSO ₄ .5H ₂ O	20µl	0.00002 mM
	100mM ZnSO ₄ .7H ₂ O	50µl	0.0005 mM
	10mM (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	10µl	0.00001 mM

+

Kontrol bitkilerine uygulanan nitrat kaynağı	0,5 mM KNO ₃
--	-------------------------

ve

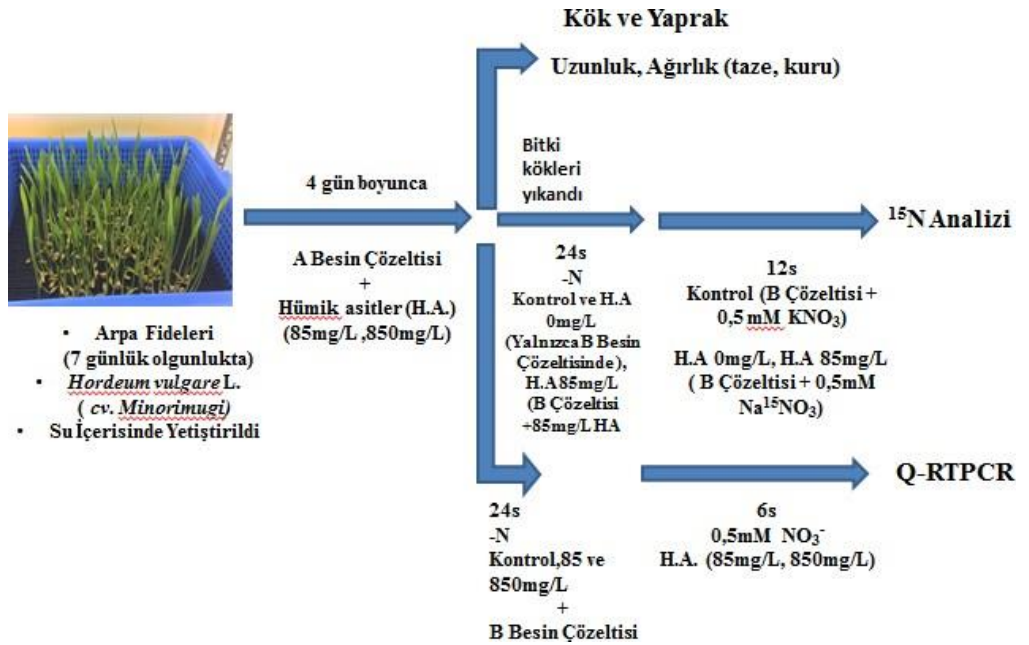
HA0 ve HA85 mg/ 100 ml dozları uygulanan bitkilere uygulanan işaretlenmiş nitrat kaynağı	0,5 mM Na ¹⁵ NO ₃
--	---



Şekil 3.3. Besin çözeltilerinde kullanılan kimyasal maddeler.

3.2 Yöntem

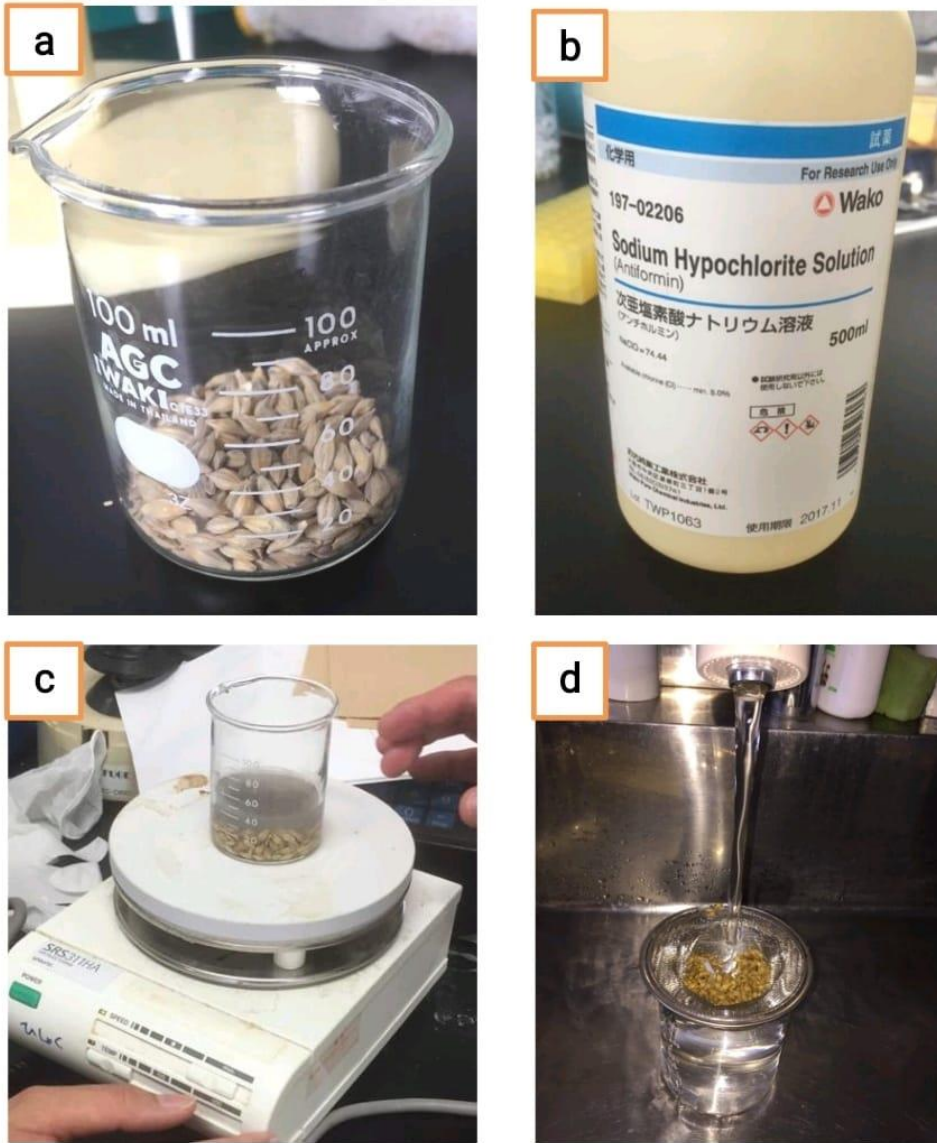
3.2.1 Deneysel tasarım



Şekil 3.4. Deneme aşamalarını gösteren deneysel tasarım.

3.2.2 Denemede kullanılan arpa bitkisi tohumlarına sterilizasyon ve dormansi işleminin uygulanması

Arpa (*Hordeum vulgare* L. cv. *Minorimugi*) bitkisi tohumları bir beherin içerisine koyulduktan sonra üzerine 1ml Sodyum hipoklorit çözeltisi ($\text{NaClO}=74,44$) (Antiformin), 29 ml saf su ve bir tane mıknatıslı karıştırma çubuğu ilave edilip 4 dakika boyunca karıştırıcıda karıştırılmıştır. 4 dakika karıştırmanın ardından tohumlar 10 dakika boyunca çeşme suyu altında yıkanmıştır.



Şekil 3.5. Arpa tohumları (a), Sodyum hipoklorit çözeltisi (b), Isıticılı manyetik karıştırıcı (c), tohumların hipokloritten arındırılması (d).

Plastik kapaklı bir kabın içerisindeki bir kağıt havlu arasına tohumlar aktarılmıştır. Daha sonra kağıt havlu ıslatılmış ve kabın kapağı kapatılmıştır. Ayrıca kabın etrafı ışık almaması için alüminyum folyo ile tamamen kapatılmıştır. Tohumlar anlatılan şekilde buzdolabında +4 °C 24 saat bekletilmiştir.



Şekil 3.6. Dormansi işlemi için arpa tohumlarının ıslak kağıt havlu arasına aktarılması (a), kabın kapağının kapatılması (b), kabın alüminyum folyo ile sarılması (c).

3.2.3 Arpa tohumlarının çimlendirilmesi ve bitki materyallerinin büyüme koşulları

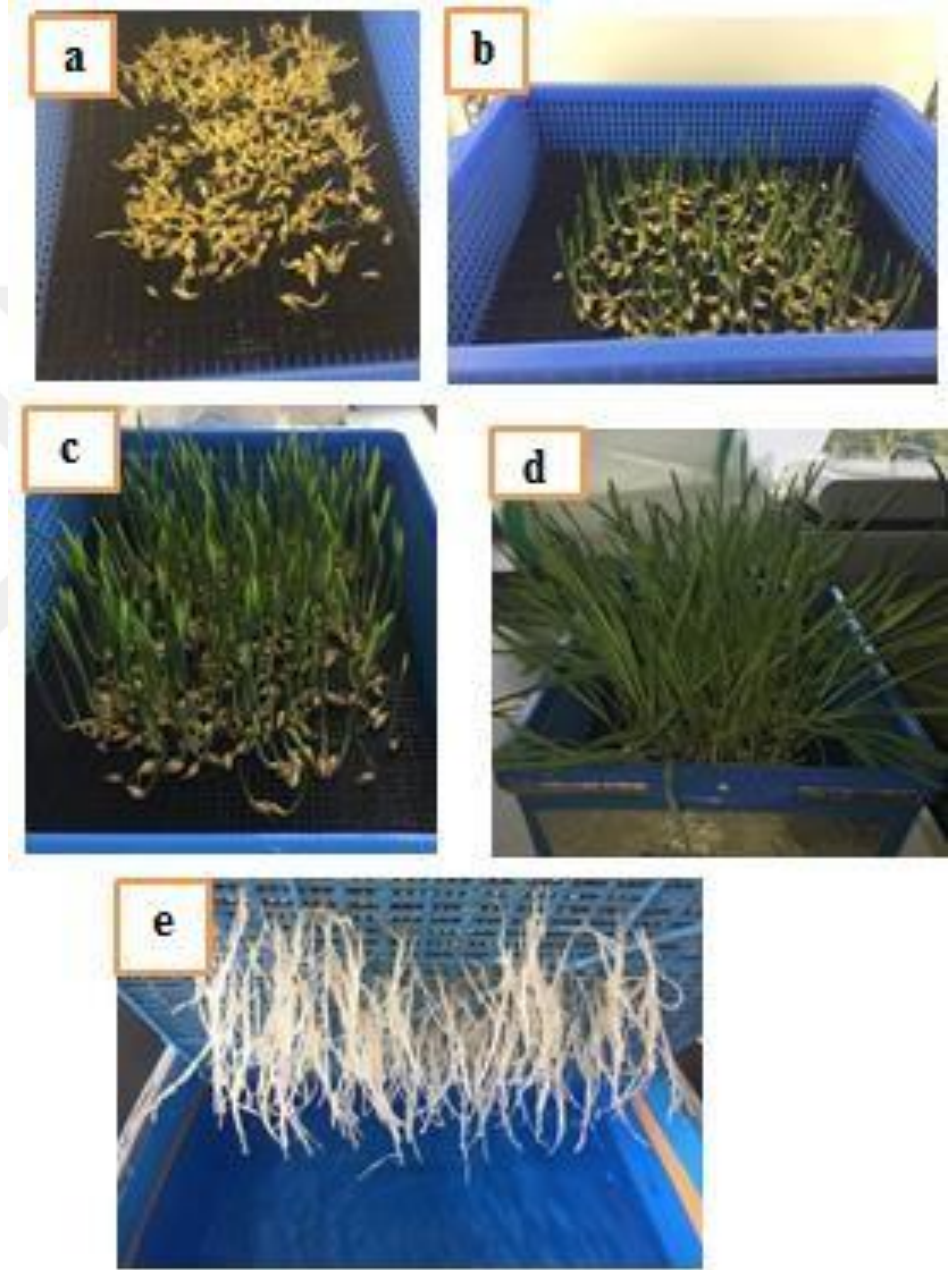
24 saatin sonunda arpa (*Hordeum vulgare* L. cv. *Minorimugi*) tohumları +4 °C buzdolabından çıkartıldıktan sonra 15 °C'de 8 saat karanlık / 25° C'de 16

saat ışıklı fotoperiyotta, $130 \mu\text{molm}^{-2} / \text{s}$ ışık yoğunluğu altında uzun gün koşulları altında 1/2 MS ortamında büyüme kabininde besin çözeltisi içermeyen (tamamen saf su dolu) bir kab içerisinde oturtulan delikli bir kaba aktarılarak ve üzeri ince bir kağıt havlu ile örtülüp ıslatılarak ve tekrar ışık almaması için alüminyum folyo ile kapatılmıştır. Tohumlar çimlendikten sonra kağıt havlu ve alüminyum folyo alınmıştır.



Şekil 3.7. Dormansi işleminden sonra arpa tohumları (a), arpa tohumlarının kaba aktarılması (b), tohumların nemli kağıt havlu ile örtülmesi (c), büyüme kabini (d).

Çimlenen arpa (*Hordeum vulgare* L. cv. *Minorimugi*) fideleri 15 °C'de 8 saat karanlık / 25 °C'de 16 saat ışıklı fotoperiyotta, 130 μmolm^{-2} / s ışık yoğunluğu altında uzun gün koşulları altında 1/2 MS ortamında büyüme kabininde besin çözeltisi içermeyen (tamamen saf su dolu) bir kab içerisinde yedi günlük olgunluğa erişene kadar yetiştirilmiştir.



Şekil 3.8. Çimlenmiş arpa bitkisi tohumları (a), üç günlük sürgünler (b), beş günlük sürgünler (c), yedi günlük sürgünler (d), yedi günlük bitki kökleri (e).

3.2.4 Arpa bitkisi fidelerinin besin ortamına aktarılması ve hümik asit uygulamaları

Yedi günlük arpa fideleri, her bir erlende 3'er bitki olacak şekilde 100 ml A besin çözeltisi içeren ortama aktarılmış ve aynı zamanda besin çözeltisi farklı hümik asit (Sigma-Aldrich) (85 mg ve 850 mg) dozları ile desteklenmiştir. Her biri kontrol, 85 mg HA ve 850 mg HA olmak üzere 3'er tekerrürden yetiştirilmiş ve ortamları her gün eş zamanlarda değiştirilmiştir. Bu uygulama dört gün boyunca devam ettirilmiştir.



Şekil 3.9. A besin çözeltisi ve hümik asit ilave edilen ortamlara aktarılan arpa fideleri.

3.2.5 Yaprak ve kök uzunluğu

Denemeden elde edilen arpa fidelerine ait yaprak ve kök uzunluğu laboratuvarında cetvel yardımıyla ölçülerek ortalama yaprak ve kök uzunluğu belirlenmiş ve sonuçlar "cm" cinsinden verilmiştir.



Şekil 3.10. Dört gün A besin çözeltisi içerisinde yetiştirilen arpa bitkileri.

3.2.6 Yaprak ve kök yaş ağırlığı

Uygulamada kullanılan her bir bitkinin ayrı ayrı; kök ve yaprağın yaş ağırlığı laboratuvarında $\pm 0,0001$ g hassasiyetindeki terazi ile tartılarak ortalama bitki ağırlıkları belirlenmiş ve sonuçlar “mg” olarak verilmiştir.



Şekil 3.11. Tartımda kullanılan hassas terazi.

3.2.7 Yaprak ve kök kuru ağırlığı

Denemeden elde edilen yaş arpa fideleri kurutma dolabında bir gün bekletilip kurutulduktan sonra yaprak ve kök kuru ağırlıkları laboratuvarında $\pm 0,0001$ g hassasiyetindeki terazi ile tartılarak ortalama bitki ağırlıkları belirlenmiş ve sonuçlar “mg” olarak verilmiştir.

3.2.8 ^{15}N uygulamaları ve ^{15}N analizi

Arpa bitkisi fideleri kontrol, HA0 (hümkik asit ilavesiz) ve HA85(besin çözeltisine ek 85mg hümkik asit) konsantrasyonlarında 100'er ml A besin çözeltisi içerisinde 4 gün hidroponik olarak yetiştirilmiştir. Daha sonra kökleri saf su ile yıkanan bitkiler 24 s boyunca nitrat içermeyen 100'er ml B besin çözeltisine aktarılmıştır. 24 s sonunda saf su ile kökleri tekrar yıkanan bitkilere B besin çözeltisi ve 0,5 mmol/L etiketli NO_3 ve etiketsiz NO_3 bileşikleri ilave edilmiş ve 12 s boyunca bitkiler beslenmiştir. Kontrol için etiketsiz KNO_3 (^{15}N 'in doğal bolluğundan dolayı bileşik %0,3646 ^{15}N içermektedir) kullanılırken, HA0 ve HA85 için etiketli $\text{Na}^{15}\text{NO}_3$ (% ^{15}N atomu: %5,08) kullanılmıştır. 12 s sonunda fideler toplanmıştır. Fidelerin toplanmasından sonra numuneler, bir fırında 2 gün boyunca 60 °C'de kurutuldu ve tartılmıştır. Kurutulan numuneler ince bir toz haline getirilmiş ve ^{15}N bolluğu, kararlı bir izotop kütle spektrometresi (Delta-PlusXP; Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, ABD) kullanılarak ölçülmüştür.

Uygulanan $^{15}\text{NO}_3$ veya $^{15}\text{NO}_2$ 'den indirgenmiş N miktarı, aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\text{Etiketli-N'den gelen \%N} = (\text{örnekteki \%}^{15}\text{N atom fazlalığı} - 0.3646) \div (5.08 - 0.3646) \times 100$$

$$\text{Etiketli-N'den gelen toplam } ^{15}\text{N} (\mu\text{g}) = (\text{Etiketli-N'den gelen \%}^{15}\text{N} \times \text{Örnekteki Toplam N miktarı (mg)}) / 100 \times 1000$$



Şekil 3.12. Bitki materyallerinin öğütülmesi işlemi.



Şekil 3.13. Kararlı İzotop Spektrometresi - Delta-PlusXP; Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, ABD.

3.2.9 Toplam RNA ekstraksiyonu ve arpa köklerinden genomik DNA izolasyonu

Hüyük asit ile muamele edilmiş arpa fidelerinin kökleri toplanmıştır ve -80 °C'de saklanmıştır. Daha sonra kökler sıvı azot kullanılarak porselen havanda ince bir toz haline getirilip homojenize edilip ependorf tüplere koyulmuştur. Tüplere 100-200 mg doku ve 500 µL TRIzol™ Reaktif (Invitrogen, Carlsbad, CA, ABD) eklenmiş ve homojen bir karışım elde edebilmek için 30 saniye vorteks ile karıştırılmıştır. Tüpler 5 dk oda sıcaklığında bekletildikten sonra 4-10 °C'de 12,000 x g'de 5 dakika süreyle santrifüjlenmiş, elde edilen berrak süpernatant yeni bir tüpe aktarılmıştır. RNA içeren sulu faza 0.2 ml kloroform ilave edilmiş ve ardından 4 °C'de 12.000 x g'de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Elde edilen RNA peleti, 0.5 ml izopropanol ile karıştırılarak sulu fazdan çöktürülmüştür, 10 dakika süreyle inkübe edilmiş ve daha sonra 4 °C'de 12.000 x g'de 10 dakika santrifüjlenmiştir. Peletin %80 etanol ile yıkanmasından sonra, süpernatant uzaklaştırılmıştır ve ardından pelet 20-50 µL RNaz içermeyen su içinde yeniden süspanse edilmiştir. İçerisinde RNA bulunan ependorf tüpler kurumaya bırakılmıştır. Tüplerden etanolün tamamen uzaklaştığından emin olduktan sonra RNA 40 µL ddH₂O ile çözdürülmüş, 10 dk 57 °C'de bekletilmiştir. Sonrasında saflaştırılmıştır.

3.2.9.1 Yarı kantitatif RT-PCR analizi aşamaları

Elde edilen 2,5 µg RNA'lar, PrimeScript™ II 1. İplik cDNA Sentez Kiti (TAKARA BIO, Shiga, Japonya) kullanılarak cDNA sentezlenmiştir. Bu kit ile sentezlenen cDNA'lar RT-PCR uyulamasında kullanılmıştır. Actin geni ile PCR yapılarak, cDNA'ların çalışıp çalışmadıkları kontrol edilmiştir.

Yapılan önceki çalışmalardan elde edilen bilgi birikimine dayanarak ilgili genler belirlenmiştir. Arpa nitrat alımından sorumlu genlerin (HvNRT2.1 / HvNAR2.3, HvNPF6.1) nitrat alımındaki ifadelerini araştırmak üzere kullanılacak primerler tasarlanarak aşağıda belirtilmiştir.

Actin için gene özgü primerler:

5'-TACTCTTGGGATACGCCACC-3'(ileri) ve
5'-ACAACAAATCAAGCCAACCC-3'(ters),

HvNRT2.1:

5'-ACCCAACAATACGCCCCAG-3'(ileri) ve
5'-CAGAGCACAGGTACCCTCG-3'(ters),

HvNAR2.3:

5'-TTTGTTGGCCGGTCGTTTTTC-3'(ileri) ve
5'-AAAGGAGGTATGCACCCGAAC-3'(ters),

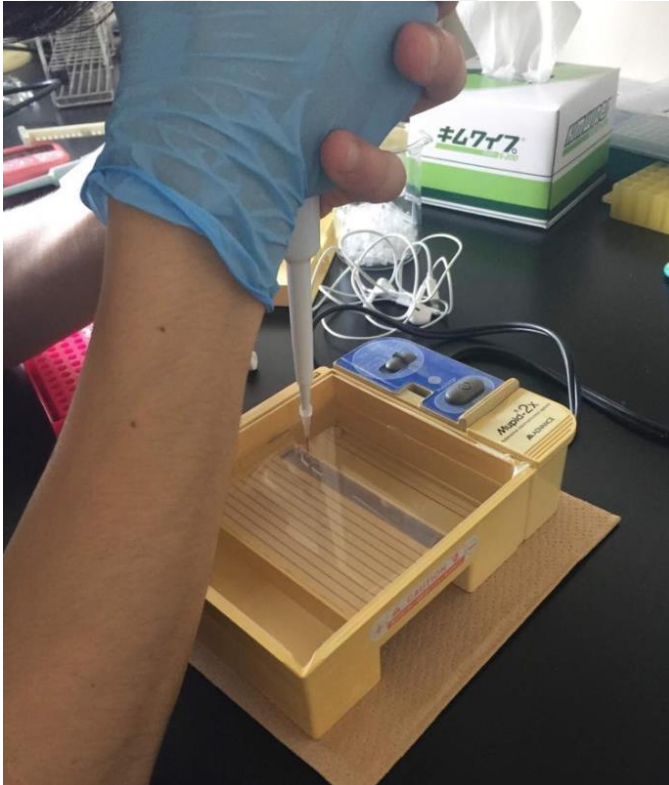
HvNPF6.1:

5'-GAAGACCATGAGCACGGGGC-3'(ileri) ve
5'-GAGGCGAGAACAAGAAGGGC-3'(ters), kullanıldı.

Arpa aktin geni, iç kontrol olarak kullanılmıştır. 5 dakika 94 °C; 30 döngü amplifikasyonun (94 °C'de 30 saniye, 55 °C'de 30 saniye, 72 °C'de 1 dakika); ardından 5 dakika 72 °C amplifikasyon koşulları uygulanmıştır. PCR ürünleri, %1.5 agaroz jel üzerinde elektroforeze tabi tutulmuş ve etidyum bromür boyama ile görselleştirilmiş ve bant yoğunlukları kontrol edilmiştir.



Şekil 3.14. Bitki köklerine sıvı azot muamelesi.



Şekil 3.15. PCR ürünlerinin elektroforez işlemi için agaroz jel üzerine aktarılması.

3.2.10 İstatistiksel analizler

Hümik asit uygulanan arpa bitkisi fidelerine ait kök ve yapraklara ait uzunluk, taze ve kuru ağırlık Student t-testi ($P=0.05$) ile belirlenmiştir. ^{15}N analizine ait veriler de Student t-testi ($P=0.174$) ile belirlenmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Hidroponik ortamda yetiştirilen arpa çeşidinin yedi günlük olgunluğa eriştikten sonra yapılan hümik asit Sigma Aldrid® farklı dozlardaki uygulamalarının bitki gelişimine ve nitrat azotu alınımı üzerine yapılan ölçüm ve analizlere ait elde edilen bulgular aşağıda belirtilmiştir.

4.1 Farklı Dozlarda Hümik Asit Uygulamalarının Hidroponik Ortamda Yetiştirilen Arpa Bitkisinin Kök ve Yaprak Uzunluğuna Etkileri

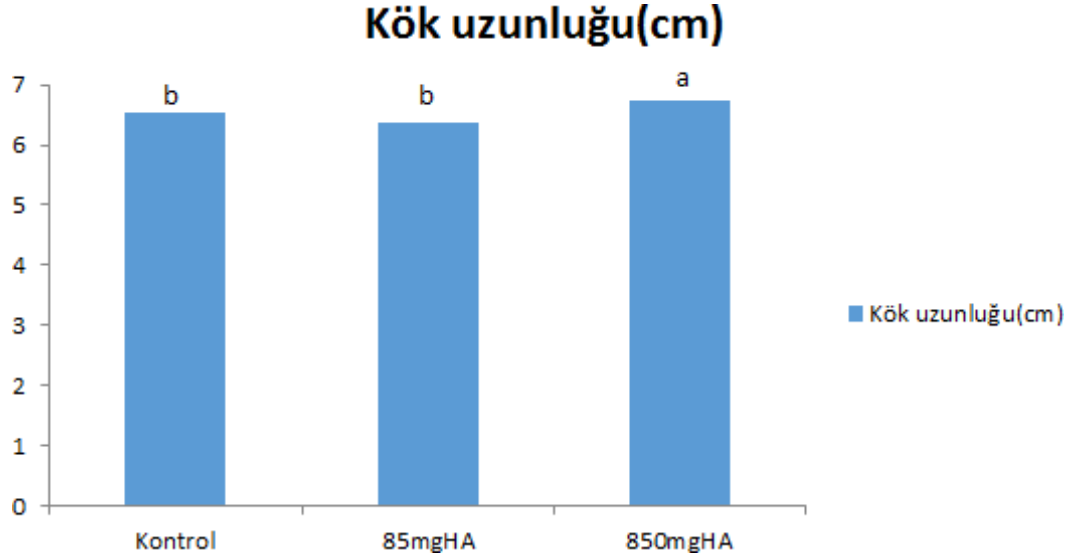
Hidroponik olarak yetiştirilen arpa fidelerinin kök uzunlukları üzerine hümik asidin etkileri Tablo 4.1 ve Şekil 4.1’de sunulmuştur. Farklı dozlarda hümik asit uygulanan arpa fidelerine hümik asidin kök uzunluğu üzerine etkileri istatistiksel anlamda önemli ($P=0.05$) bulunmamıştır.

Farklı dozlarda hümik asit uygulanan arpa fidelerinin yaprak uzunluğu üzerine etkileri Tablo 4.1 ve Şekil 4.2’de verilmiştir. Arpa fidelerinin yaprak uzunluğu üzerine HA dozlarının etkisi istatistiki açıdan önemli ($P=0.05$) farklılıklar göstermiştir. 85 mg HA / 100 ml dozunun uygulandığı arpa fidelerindeki yaprak uzunluğu (19.72 cm), diğer dozlara ait yaprak uzunluklarına (17.72 cm – 17.34 cm) bakıldığında kontrole kıyasla %8.20 oranında daha yüksek bulunmuştur.

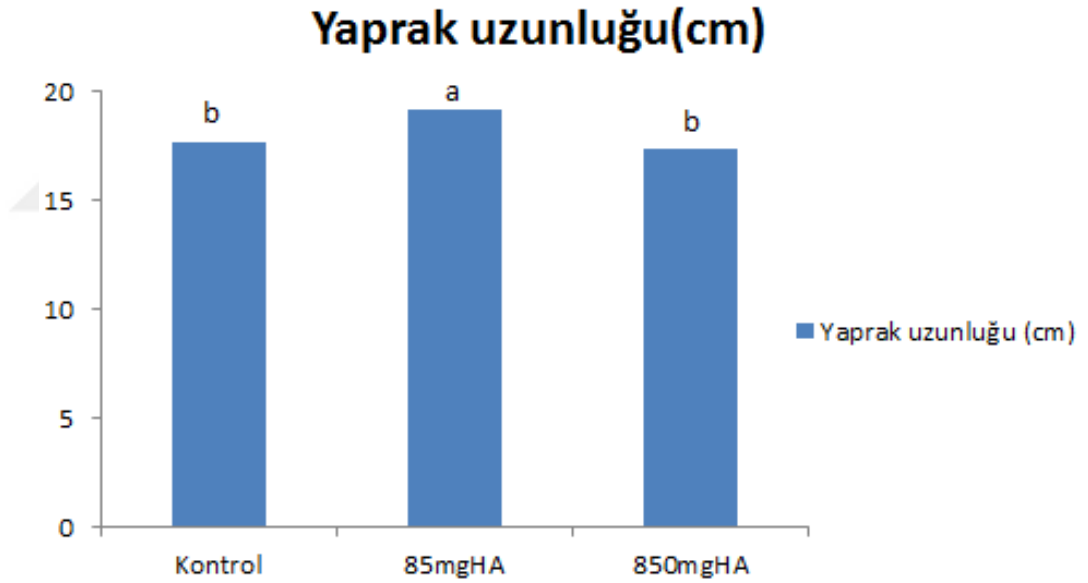
Tablo 4.1. Farklı hümik asit dozlarının arpa fidesi kök ve yaprak uzunlukları üzerine etkileri.

Hümik asit dozu (mg/100ml)	Kök uzunluğu (cm)	Yaprak uzunluğu (cm)
Kontrol	6.52 ö.d	17.72 b*
HA85	6.38	19.17 a
HA850	6.72	17.34 b

* $P= 0.05$ 'e göre önemli; ö.d. önemli değil.



Şekil 4.1. Farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının arpa bitkisinin kök uzunluğuna etkisi.



Şekil 4.2. Farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının arpa bitkisinin yaprak uzunluğuna etkisi.

Rose et al. (2014), Alkali bir çözelti içinde ekstrakte edilen bitki ve hayvan kalıntılarının parçalanmış ürünlerine genellikle hümik maddeler (HS) denir. Subbitümlü kömürler, linyitler (kahverengi kömürler), turba, toprak, kompostlar ve ham organik atıklar dahil olmak üzere çok çeşitli kaynaklardan çıkarılabilirler. HS'nin bitkilere uygulanması, bitki büyümesini iyileştirme potansiyeline sahiptir,

ancak bitki büyümesi teşvikinin kapsamı, inorganik gübrelerle karşılaştırıldığında tutarsızdır ve nispeten öngörülemez. Hümik asitlerin bitkilerin besin elementi alımları ve bitki kısımları üzerindeki etkileri birçok araştırmacı tarafından gösterilmiştir. Bitki büyümesi üzerindeki etkiler, hümat formuna ve ekstraksiyon için kullanılan malzemeye (turba, kömür), işlemlerin konsantrasyonu ve sıklığına, bitki türlerine ve rizosferdeki hava kapasitesine bağlı olarak bitki büyümesine, köklerin, yaprakların ve sürgünlerin uzunluğu üzerinde etkilidir (Vaughan and Malcolm, 1985; Lua and Böhme, 1999; Akıncı vd., 2009).

Mısır bitkisinin gelişimine, kavak talaşından elde edilmiş hümik asitin etkileri bir su kültürü çalışması ile araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına bakıldığında bitkinin sürgün ve kök uzunluklarında sırasıyla %72.5 ve %23 oranında artış olduğu saptanmıştır (Eyheraguibel et al., 2008).

Bütün olumlu etkilerine rağmen, hümik maddelerin topraktaki konsantrasyonlarının artması ile birlikte bitki gelişmesi üzerinde bir takım olumsuz etkilere neden olabileceği de belirtilmiştir (Vallini et al., 1993; Atiyeh et al., 2002; Doğru vd., 2012). Bu durumlar göz önüne alındığında bitkisel kaynaklı toz formdaki Sigma Aldrich - Hümik Asit Sodyum Tuzu arpa bitkilerinin hidroponik yetiştiriciliğinde bitki kök uzunluğu üzerine önemli bir etki yapmadığı fakat arpa bitkilerinin yaprak uzunluğu için HA konsantrasyonlarına bakıldığında ise 85 mg / 100 ml HA konsantrasyonu kontrol uygulamalarına kıyasla %8,20'lik bir artış göstermiştir.

4.2 Farklı Dozlarda Hümik Asit Uygulamalarının Hidroponik ortamda Yetiştirilen Arpa Bitkisinin Yaş ve Kuru Kök Ağırlığına Etkisi

Hidroponik olarak yetiştirilen arpa fidelerinin yaş kök ağırlığı üzerine hümik asidin etkileri Tablo 4.2 ve Şekil 4.3'de sunulmuştur. Farklı dozlarda hümik asit uygulanan arpa fidelerinin yaş kök ağırlıkları üzerine etkileri istatistiksel anlamda önemli ($P=0.05$) bulunmuştur. Kontrol, 85 mg HA / 100 ml ve 850 mg HA / 100 ml dozları uygulanan bitkilere ait ortalama yaş kök ağırlıkları sırası ile 31.62 – 48.91 – 63.52 mg olarak ölçülmüştür. 850 mg HA / 100 ml

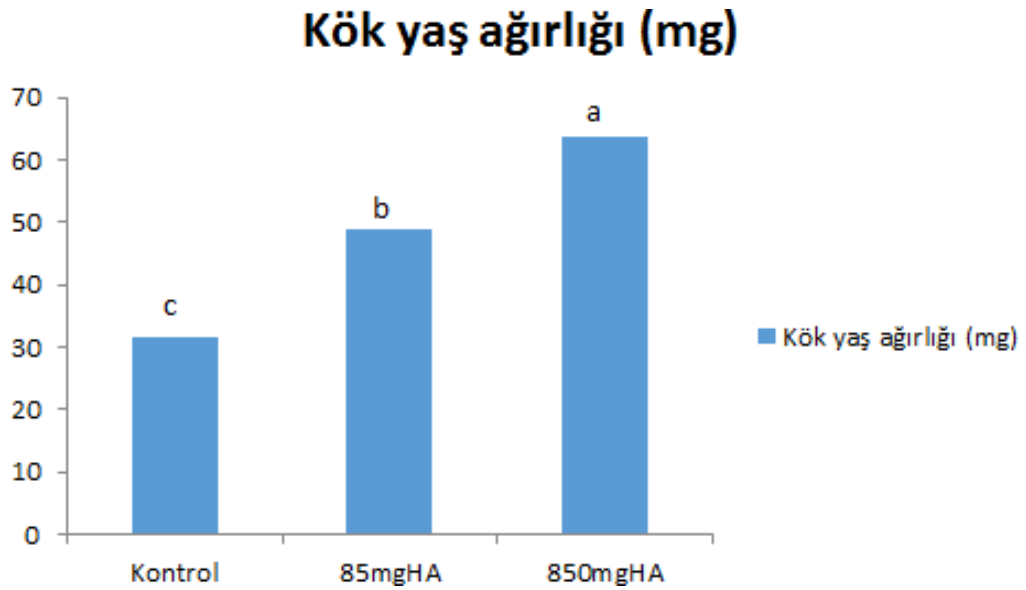
dozuna ait arpa fidelerine bakıldığında kontrole kıyasla %100.8 oranında daha fazla artış gözlenmiştir.

Farklı dozlarda hümik asit uygulamasının hidroponik olarak yetiştirilen arpa fidelerinin kök kuru ağırlığı üzerine etkileri Tablo 4.2 ve Şekil 4.4'de sunulmuştur. Arpa fidelerinin kök kuru ağırlığına hümik asit dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P=0.05$) bulunmuştur. Kontrol, 85 mg HA / 100 ml ve 850 mg HA / 100 ml dozları uygulanan arpa bitkilerine ait ortalama kök kuru ağırlıkları sırası ile 9.44 – 9.76 – 8.27 olarak hesaplanmıştır. 85 mg HA / 100ml dozuna ait arpa fidelerine bakıldığında kontrole kıyasla kök kuru ağırlığında %3.4 daha fazla artış yaptığı belirlenmiştir.

Tablo 4.2. Farklı hümik asit dozlarının arpa fidesi yaş ve kuru kök ağırlıkları üzerine etkileri.

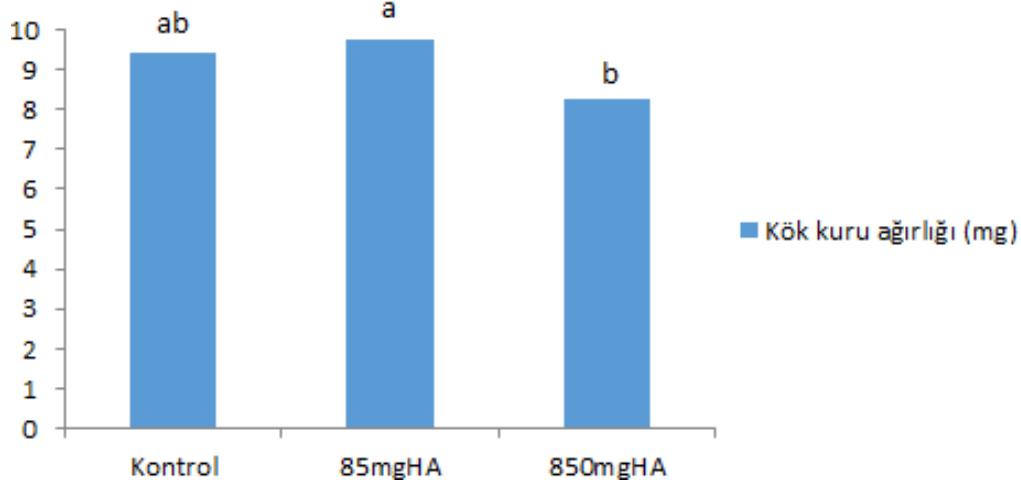
Hümik asit dozu (mg/100ml)	Kök yaş ağırlığı (mg)	Kök kuru ağırlığı (mg)
Kontrol	31,62 c*	9,44 ab *
HA85	48,91 b	9,76 a
HA850	63,52 a	8,27 b

* $P= 0.05$ 'e göre önemli; ö.d. önemli değil.



Şekil 4.3. Farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının arpa bitkisinin kök yaş ağırlığı üzerine etkisi.

Kök kuru ağırlığı (mg)



Şekil 4.4. Farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının arpa bitkisinin kök kuru ağırlığı üzerine etkisi.

Hümik asitler, mineral besin maddelerinin bitkiler için mevcut formlara dönüştürülmesini destekler. Ayrıca tohum çimlenmesini ve canlılığını uyarır ve ana etkisi genellikle köklerde daha belirgin olduğu görülmüştür. Sonuçlara bakıldığında, HA kaynağı olarak leonardit ile yapılan uygulamaların hem çimlenmeyi hem de hasadı olumlu yönde etkileyerek bitki köklerinin taze ve kuru ağırlıklarında önemli artışlara neden olduğu gözlenmiştir (Akıncı vd., 2009).

Kimyasal gübrelerin yüksek maliyeti göz önünde bulundurulduğunda, sürdürülebilir bir şekilde bitkisel üretimi artırmak için doğal gübre kaynaklarının kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Linyit kömüründen türetilen farklı hümik asitin mısırın büyümesi (*Zea mays L. Kissan*) üzerindeki etkisine bakıldığında kontrole kıyasla mısır bitkilerinin sürgünlerde %20 ve %23 ve kök kuru ağırlığında %39 ve %32'lik önemli bir artışa neden olduğunu bulmuşlardır (Sharif et al., 2002).

Tuzlu koşullarda yetiştirilen fasulye bitkisine hümik asit uygulamalarının etkilerine bakıldığında HA uygulamasının, bir biyotik stresin incelenen tüm biyolojik yönler üzerindeki olumsuz etkilerini belirgin şekilde azalttığını, son olarak da, hümik asit arzı, tuzluluk koşulları altında sürgün ve kökün nispi

büyüme oranlarını, kök uzunluğunu, sürgün ve kök taze ve kuru ağırlıkları kontrol bitkilerine göre önemli ölçüde artırdığını belirtmişlerdir (Meganid et al., 2015).

Kavak ağacı talaşından elde edilen hümik maddelerin su kültüründe yetiştirilen mısırın gelişimine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmada, kontrole kıyasla mısır bitkisinin kök yaş ve kuru ağırlıklarını sırasıyla %48.8 ve %35.8 oranında artırdığı gözlenmiştir (Eyheraguibel et al., 2008).

4.3 Farklı Dozlarda Hümik Asit Uygulamalarının Hidroponik Ortamda Yetiştirilen Arpa Bitkisinin Yaprak Yaş ve Kuru Ağırlığına Etkisi

Hümik asidin farklı dozlarının uygulandığı hidroponik olarak yetiştirilen arpa fidelerinin yaprak yaş ağırlığı üzerine etkileri Tablo 4.3 ve Şekil 4.5’de verilmiştir. Arpa fidelerinin yaprak yaş ağırlığına farklı dozlarda hümik asit uygulamasının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P=0.05$) bulunmuştur. Kontrol, 85 mg HA / 100 ml, 850 mg HA / 100 ml dozları uygulanan bitkilere ait ortalama yaprak yaş ağırlıkları sırası ile 203.03 – 228.42 ve 205.35mg olarak ölçülmüştür. 85 mg HA / 100 ml dozuna ait arpa fidelerine bakıldığında kontrole kıyasla %12.5 oranında artış gözlenmiştir.

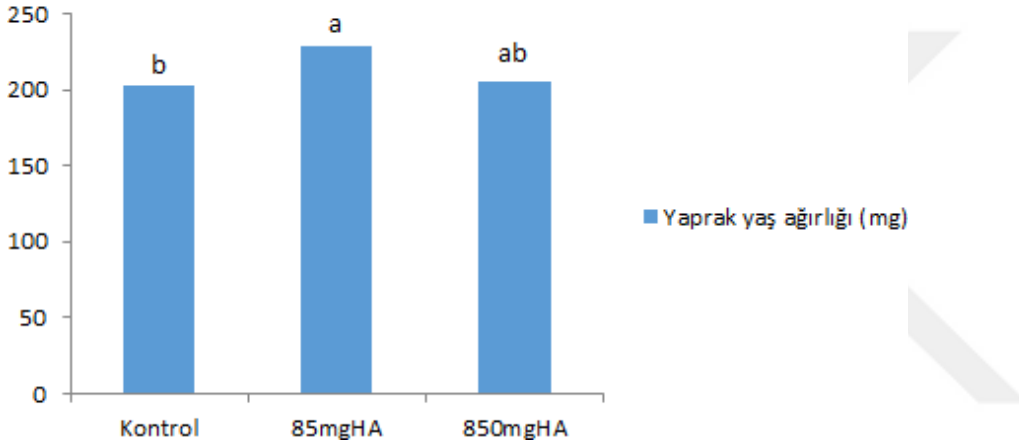
Farklı hümik asit dozlarının uygulandığı hidroponik olarak yetiştirilen arpa fidelerinin yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri Tablo 4.3 ve Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Arpa fidelerinin yaprak kuru ağırlığına uygulanan hümik asidin farklı dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P=0.05$) bulunmuştur. Kontrol, 85 mg HA / 100 ml, 850 mg HA / 100 ml dozları uygulanan bitkilere ait ortalama yaprak kuru ağırlıkları sırası ile 22.18 – 27.15 ve 20.70 mg olarak ölçülmüştür. 85 mg HA / 100 ml dozuna bakıldığında kontrol bitkilerine kıyasla %22.4 oranında bir artış olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4.3. Farklı hümik asit dozlarının arpa fidesi yaprak yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkileri.

Hümik asit dozu (mg/100ml)	Yaprak yaş ağırlığı (mg)	Yaprak kuru ağırlığı (mg)
Kontrol	203.03 b *	22.18 ab *
HA85	228.42 a	27.15 a
HA850	205.35 ab	20.70 b

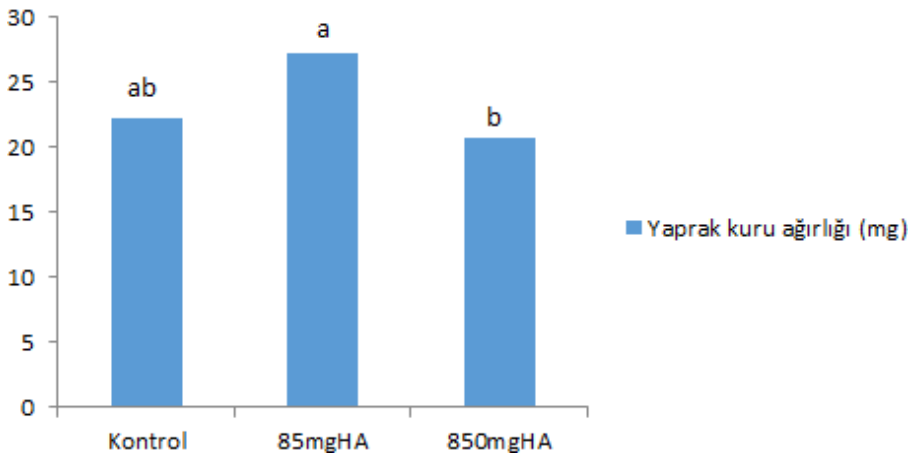
* $P= 0.05$ 'e göre önemli; ö.d. önemli değil.

Yaprak yaş ağırlığı (mg)



Şekil 4.5. Farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının arpa bitkisinin yaprak yaş ağırlığı üzerine etkisi.

Yaprak kuru ağırlığı (mg)



Şekil 4.6. Farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının arpa bitkisinin yaprak kuru ağırlığı üzerine etkisi.

Ekolojik sistemlerde biriken ayrışmış organik maddenin oldukça kararlı bir ürünü olan hümik asit, mevcut olmayan besin maddelerini şelatlayarak ve pH'ı tamponlayarak bitki büyümesini arttırdığı bilinmektedir. Linyitten elde edilen HA'nın kalkerli ve kalkersiz topraklarda buğdayın bitki boyunda ve sürgün yaş ve kuru ağırlıklarında en büyük artışların HA uygulamalarında olduğu (Tahir et al., 2011), tuzlu toprağa uygulanan hümik asitin, yüksek tuzluluktan etkilenen değişkenleri önemli ölçüde iyileştirdiği, besin maddelerinin ve suyun serbest kalmasına izin vererek bitki kök ve sürgün kuru ağırlığını artırdığı (Aydın et al., 2012), yapılan bir başka çalışmada hümik asit uygulanan bakla bitkilerinin kontrole kıyasla yaprak yaş ve kuru ağırlıklarının sırasıyla %10.5 ve %3.8 oranında arttırdığı (Büyükeskin, 2008), belirlenmiştir.

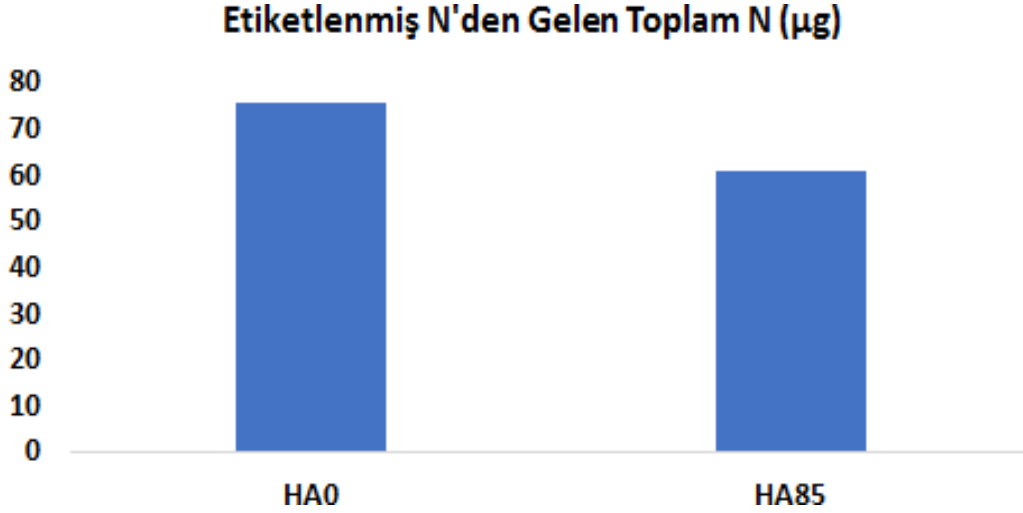
4.4 Farklı Dozlarda Hümik Asit Uygulanılarak Hidroponik Ortamda Yetiştirilen Arpa Bitkisine ¹⁵N Uygulamalarının NO₃⁻ Alımına Etkisi

Hidroponik olarak yetiştirilen arpa fidelerine uygulanan hümik asitin bitkide NO₃⁻ alımına olan etkilerini belirlemek için; kontrol etiketlenmemiş KNO₃ ile HA0 ve HA85 etiketli ¹⁵N içeren Na¹⁵NO₃ ile beslendi. Bitkilerdeki ¹⁵N bolluğu, kararlı bir izotop kütle spektrometresi (Delta-PlusXP; Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, ABD) kullanılarak ölçüldü. Elde edilen sonuçlar Student's t-test ($P=0.174$) ile belirlendi. Sonuç olarak hümik asit uygulanan bitkiler (HA85) ve uygulanmayan bitkiler (HA0) arasında Tablo 4.4 ve Şekil 4.7'de görüldüğü üzere istatistiksel açıdan önemli bir fark görülmemiştir.

Tablo 4.4. Hümik asidin arpanın nitrat (NO₃⁻) alımına etkisi.

Hümik asit konsantrasyonu (mg/100ml)	Etiketli N'den gelen toplam N (mikrogram)
Kontrol	0 ö.d
HA0	75.47
HA85	60.62

ö.d. önemli değil; * $P=0.174$ 'e göre önemli.



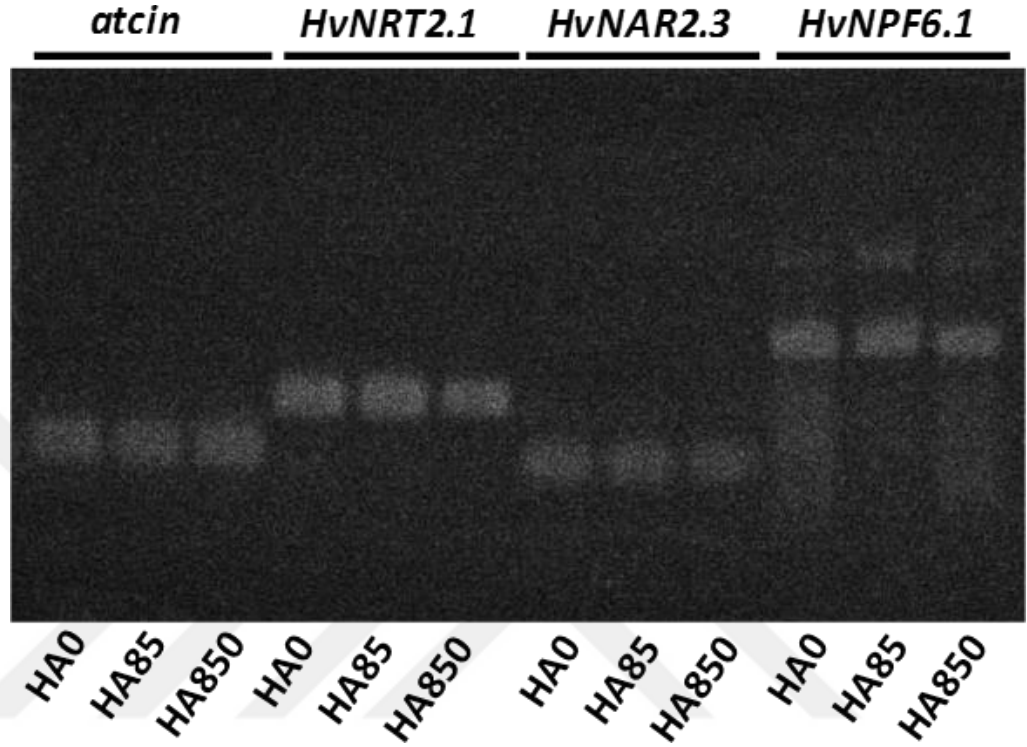
Şekil 4.7. Etiketlenmiş N'den gelen toplam N miktarı.

NO_3^- , doğal ve tarımsal sistemlerde en bol bulunan N kaynaklarından biridir (von Wiren et al., 2000). Yulaf ve arpada nitrat iyonlarının alınımını ve nitrat redüktaz enziminin aktivitesini HA'nın artırdığı belirlenmiştir (Nardi ve ark., 2002; Piccolo ve ark., 1992). Düşük moleküler boyuttaki hümik asitler nitrat alınımını artırırken, yüksek moleküler boyuttaki hümik asitler tam tersi sonuç gösterdiği belirlenmiştir (Quaggiotti et al., 2004; Cacco et al., 2000). Çalışmada kullanılan Sigma Aldrich® markasına ait hümik asit sodyum tuzu-teknik sınıfının HA0 ve HA85 konsantrasyonlarına ait etiketli N'den gelen toplam N miktarları sırasıyla 75.47 – 60.62 μg 'dir. Yapılan istatistiksel analizlere bakıldığında iki konsantrasyon arasında önemli bir fark görülmemiş olması ticari bir hümik asit olan Sigma Aldrich® markasına ait hümik asit sodyum tuzu-teknik sınıfının arpada NO_3^- alımı üzerine önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

4.5 Farklı Dozlarda Hümik Asit Uygulamalarının Hidroponik Ortamda Yetiştirilen Arpa Bitkisine Ait Nitrat Taşıyıcı Genlerin Ekspresyon Düzeylerine Etkisi

Hümik asidin 0, 85 ve 850 mg / 100 ml dozları uygulanan arpa bitkisine ait NRT 2.1 geninin ifadesi Yarı Kantitatif RT-PCR ile analiz edildi. Yarı kantitatif RT-PCR uygulanan örneklerde nitrat taşınması ile ilgili genlerin ekspresyon düzeylerinin örnekler arasında Şekil 4.1'de gösterildiği gibi benzer yoğunluğa sahip olduğu belirlendi.

HvNRT2.1 / HvNAR2.3, arpada düşük konsantrasyonda (<0.2 mM) nitrat alımından sorumlu yüksek afiniteli nitrat taşıyıcısıdır. HvNPF6.1, yüksek konsantrasyonda (>0.5 mM) nitrat alımından sorumlu düşük afiniteli nitrat taşıyıcısıdır.



Şekil 4.8. Hümik asit uygulamalarının arpa bitkilerine ait nitrat taşıma genlerinin ekspresyon düzeylerine etkisi.

NO_3^- , besin olarak rolüne ek olarak, gen ekspresyonunu ve bitki büyümesi, kök sistem mimarisi dahil olmak üzere geniş bir süreç yelpazesini modüle eden bir sinyal molekülü olarak hareket edebilmektedir (Alvarez et al., 2012; Krouk et al., 2010; Vidal and Gutierrez, 2008). Taşıyıcıların moleküler tanımlanmasından çok önce, bitkilerdeki NO_3^- taşınmasının kavramsal çerçevesi, 1970'ler ve 1980'lerde yürütülen fizyolojik çalışmalarından ortaya çıktı ve ağırlıklı olarak, bir model olarak genç tahıl fidelerinin NO_3^- alımına odaklanılmıştır (Morgan et al., 1973; Hanson, 1978). İzleyicilerin kullanılması, NO_3^- 'ün kök alımının, muhtemelen farklı taşıyıcı proteinlerin aracılık ettiği iki eşzamanlı zıt akış, içeri ve dışarı akış arasındaki denge olduğunu göstermiştir (Morgan et al., 1973).

HA uygulamalarının iki varsayılan nitrat taşıyıcısını (Nrt2.1 ve Nrt1.1) kodlayan genlerin ekspresyonunun analizi, bu maddelerin köklerdeki gen transkripsiyonu üzerinde doğrudan etkiler gösterebileceğini göstermektedir. Nrt2.1 geni için gözlemlendiği gibi sürgünlerde uzun mesafe etkilerini gözlemişlerdir (Quaggiotti et al., 2004). HA uygulanan bitkilerde, HA'nın NRT2.1-2.2 / NAR2.1 genlerinin induksiyonunu teşvik ettiği ve NO_3^- taşıyıcılarının gen ekspresyonunu değiştirdiğini ve bunun sonucunda, yüksek ve düşük afiniteli sistemler tarafından daha yüksek bir NO_3^- edinimi verimliliği ile sonuçlandığını göstermektedir (Tavares et al., 2016).

HA uygulanan arpa bitkilerinin yarı kantitatif RT-PCR sonuçlarına bakıldığında HA0, HA85 ve HA850 konsantrasyonlarına ait nitrat taşıyıcı genlerin ekspresyon düzeylerinin benzer yoğunluğa sahip olması çalışmada kullanılan HA'nın nitrat taşıyıcı genler üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkilere hümik asit uygulamalarında hümik asitin kaynağı, hümik asitin uygulandığı yetiştirme ortamı, hümik asitin uygulanma dozu, şekli, zamanı ve yetiştirilecek bitki seçimi bitkinin gelişimi ve besin element alımı açısından son derece önemlidir.

Araştırmadan elde edilen bulgular ışığında, hidroponik ortamda farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının arpa bitkisi gelişimi üzerine istatistiksel olarak etkili olduğu görülmüştür. Farklı dozlarda hümik asit uygulamaları arpa bitkisinin yaprak uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı ile yaprak yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunurken, hümik asit uygulamalarının kök uzunluğu üzerine etkisi istatistiksel ($P=0.05$) olarak önemli bulunmamıştır.

Hidroponik ortamda farklı hümik asit dozları uygulanarak arpa bitkisi yetiştirilen çalışmada HA85 dozu kontrole oranla arpa bitkisinin yaprak uzunluğu, yaprak yaş ve kuru ağırlığı ile kök kuru ağırlığını artırmıştır. Kök yaş ağırlığı üzerine ise HA850 uygulamasının etkili olduğu belirlenmiştir. Farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının bitkinin nitrat alımı üzerine istatistiksel olarak etkili olmadığı belirlenmiştir.

Farklı dozlarda hümik asit uygulamaları arpa bitkisi gelişimini artırmıştır ancak arpa bitkisinin azot beslenmesi ve nitrat alım genleri üzerine hümik asit uygulamalarının herhangi bir etkisi olmamıştır.

Araştırmadan elde edilen bulgular toplu olarak değerlendirildiğinde özellikle hidroponik yetiştiricilikte kullanılan hümik asit kaynağının uygulama dozunun, şeklinin ve zamanının iyi ayarlanması önerilmektedir. Ayrıca topraksız ortamda özellikle su kültürü çalışmalarında hümik asit uygulamalarının bitki gelişimi üzerine etkisinin belirlenmesinde bitki çeşidinin de önemli olduğu saptanmıştır. Bu bağlamda araştırma sonuçlarına göre uygulamaların etkinliği açısından doğru bitki çeşidinin seçilmesi de önerilmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abdellatif, I. M. Y., Abdel-Ati, Y. Y., Abdel-Mageed, Y. T. and Hassan, M. A. M. M.**, 2017, Effect of humic acid on growth and productivity of tomato plants under heat stress, *Journal of Horticultural Research*, 25(2): 59-66 pp.
- Adani, F., Genevini, P., Zaccheo, P. and Zocchi, G.**, 1998, The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition, *Journal of plant nutrition*, 21(3): 561-575 pp.
- Ahmad, I., Usman Saquib, R., Qasim, M., Saleem, M., Sattar Khan, A. and Yaseen, M.**, 2013, Humic acid and cultivar effects on growth, yield, vase life, and corm characteristics of gladiolus, *Chilean journal of agricultural research*, 73(4): 339- 344 pp.
- Akin, A.**, 2011, Effects of cluster reduction, herb green and humic acid applications on grape yield and quality of Horoz Karasi and Gök üzüm grape cultivars, *African Journal of Biotechnology*, 10(29): 5593-5600 pp.
- Akinci, S., Buyukkeskin, T., Eroğlu, A. and Erdoğan, B. E.**, 2009, The effect of humic acid on nutrient composition in broad bean (*Vicia faba* L.) roots, *Notulae Scientia Biologicae*, 1(1): 81-87 pp.
- Akladios, S. A. and Mohamed, H. I.**, 2018, Ameliorative effects of calcium nitrate and humic acid on the growth, yield component and biochemical attribute of pepper (*Capsicum annuum*) plants grown under salt stress, *Scientia Horticulturae*, 236, 244-250 pp.
- Alak, H. C. ve Müftüoğlu, N. M.**, 2014, Hümik asit uygulamalarının alınabilir potasyum üzerine etkisi, *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2): 61-66 s.
- Ali, A., Rehman, S. U., Raza, S. and Butt, S. J.**, 2014, Combined effect of humic acid and NPK on growth and flower development of *Tulipa gesneriana* in Faisalabad, Pakistan, 36-48 pp.
- Alvarez, J. M., Vidal, E. A., & Gutiérrez, R. A.**, 2012, Integration of local and systemic signaling pathways for plant N responses, *Current opinion in plant biology*, 15(2), 185-191 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Aminifard, M. H., Aroiee, H., Azizi, M., Nemati, H. and Jaafar, H. Z., 2012,** Effect of humic acid on antioxidant activities and fruit quality of hot pepper (*Capsicum annuum* L.), *Journal of herbs, spices & medicinal plants*, 18(4): 360-369 pp.
- Asli, S. and Neumann, P. M., 2010,** Rhizosphere humic acid interacts with root cell walls to reduce hydraulic conductivity and plant development, *Plant and Soil*, 336(1-2): 313-322 pp.
- Atiyeh, R. M, Lee, S., Edwards, C. A., Arancon, N. Q. ve Metzger, J. D., 2002,** The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth, *Bioresource technology*, 84(1), 7-14 pp.
- Aydin, A., Kant, C. and Turan, M., 2012,** Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage, *African Journal of Agricultural Research*, 7(7), 1073-1086.
- Bidegain, R.A., Kaemmerer, M., Guiresse, M., Hafidi, M., Ry, F., Morard, P. And Revel, J.C., 2002,** Effects of humic substances from composted or chemically decomposed poplar sawdust on mineral nutrition of Ryegrass, *Journal of Agricultural science*, 134, 259 pp.
- Büyükkeskin, T., 2008,** Effect of humic acid on the growth of *Vicia faba* L. and Al toxicity, *Doctoral dissertation, Thesis of Ph Dr., Marmara University, İstanbul.*
- Böhme, M. and Thi Lua, H., 1999,** Influence of humic acid on the growth of tomato in hydroponic systems, In *International Symposium on Growing Media and Hydroponics 548* : 451-458 pp.
- Cacco, G., Attinà, E., Gelsomino, A. and Sidari, M., 2000,** Effect of nitrate and humic substances of different molecular size on kinetic parameters of nitrate uptake in wheat seedlings, *Journal of plant nutrition and soil science*, 163(3): 313-320 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Celik, H., Katkat, A. V., Aşık, B. B. and Turan, M. A.**, 2010, Effect of foliar-applied humic acid to dry weight and mineral nutrient uptake of maize under calcareous soil conditions, *Communications in soil science and plant analysis*, 42(1): 29-38pp.
- Chang, L., Wu, Y., Xu, W., Nikbakht, A. and Xia, Y.**, 2012, Effects of calcium and humic acid treatment on the growth and nutrient uptake of *Oriental lily*, *African Journal of Biotechnology*, 11(9): 2218-2222 pp.
- Cimrin, K. M. and Yilmaz, I.**, 2005, Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil And Plant Science*, 55(1): 58-63 pp.
- Daur, I. and Bakhashwain, A. A.**, 2013, Effect of humic acid on growth and quality of maize fodder production, *Pak. J. Bot*, 45(S1): 21-25 pp.
- 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(1): 173-184 pp.
- Delfino, S., Tognetti, R., Desiderio, E. and Alvino, A.**, 2005, Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat.
- Özbay, N.**, 2012, Humik madde uygulamalarının durgun su kültüründe yetiştirilen turşuluk hıyarda bitki gelişimi ve verim üzerine etkileri, *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 58.
- Doğru, A., Darçın, E. S., Tutar, A., Dizman, M., & Koç, Y.**, Potasyum humatın mısır (*zea mays L.*) bitkisinin büyümesi üzerine etkileri, *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi 2012-1*.
- Dursun, A., Güvenç, İ. and Turan, M.**, 1998, Macro and micro nutrient contents of tomato and egg plant seedling in relation to humic acid applications, International Workshop On Improved Crop Quality by Nutrient Management, Abstracts, Bornova.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- El-Ghamry, A. M., Abd El-Hai, K. M. and Ghoneem, K. M.**, 2009, Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clayey soil, *Aust. J. Basic Appl. Sci.*, 3(2): 731-739 pp.
- El-Hak, S. G., Ahmed, A. M. and Moustafa, Y. M. M.**, 2012, Effect of foliar application with two antioxidants and humic acid on growth, yield and yield components of peas (*Pisum sativum L.*), *J Hort Sci Ornam Plants*, 4: 318-28 pp.
- El-Hefny, E. M.**, 2010, Effect of saline irrigation water and humic acid application on growth and productivity of two cultivars of cowpea (*Vigna unguiculata L. Walp*), *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(12): 6154-6168 pp.
- 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(10), 4206-4212 pp.
- Fagbenro, J. A. and Agboola, A. A.**, 1993, Effect of different levels of humic acid on the growth and nutrient uptake of teak seedlings, *Journal of Plant Nutrition*, 16(8): 1465-1483 p.
- Fallahia, E., Fallahia, B. and Seyedbagherib, M.**, 2006, Influence of humic substances and nitrogen on yield, fruit quality and leaf mineral elements on 'Early Spur Rome' Apple, *Journal of Plant Nutrition*, 29(10): 1819-1833 pp.
- Fan, H. M., Wang, X. W., Sun, X., Li, Y. Y., Sun, X. Z. and Zheng, C. S.**, 2014, Effects of humic acid derived from sediments on growth, photosynthesis and chloroplast ultrastructure in chrysanthemum, *Scientia Horticulturae*, 177: 118- 123 pp.
- Fathy, M. A., Gabr, M. A. and El Shall, S. A.**, 2010, Effect of humic acid treatments on 'Canino' apricot growth, yield and fruit quality, *New York science journal*, 3(12): 109-115 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ferrara, G. and Brunetti, G.**, 2010a, Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) cv Italia, *Spanish Journal of Agricultural Research*, (3): 817-822 pp.
- Ferrara, G., Pacifigo, A., Simeone, P., Ferrara, E.**, 2007b, Preliminary study on the effects of foliar, applications of humic acids on Italia Table Grape, XXXth WorldCongress of vine and Wine, (165), Budapest, Romania.
- Gerzabek, M.H. and Ullah, S.M.**, 1988, Influence of Fulvic ve Humic Acids on TheZn uptake by Corn (*Zea Mays* L.) from Nutrient Solution, Mittei/ungen der Deutschen Badenkundlichen Gesellschaft, 56: 141-146 pp.
- Gharib, S. A., El-Mogy, M. M., Gawad, A. and Shalaby, E. A.**, 2011, Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries, *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(11): 2304-2308 pp.
- Gulser, F., Sonmez, F. and Boysan, S.**, 2010, Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seedling growth under saline condition, *Journal of Environmental Biology*, 31(5): 873 p.
- Hagberg, A.**, 1987, Barley as a model crop on plant genetic research, *In* proceedings of the 5th Int. Barley Genet. Symp. S.Yasuda and T.Konishi, eds., Sanyo Press, Okoyama, Japan, 3-6 pp.
- Haghighi, M.**, 2012, The effect of humic and glutamic acids in nutrient solution on theN metabolism in lettuce, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(15):3023-3028 pp.
- Hanson, J. B.**,1978, Application of the chemiosmotic hypothesis to ion transport across the root, *Plant physiology*, 62(3), 402-405 pp.
- Hunter, A. and Anders, A.**, 2003, June, The influence of humic acid on turfgrass growth and development of creeping bentgrass, *In I International Conference on Turfgrass Management and Science for Sports Fields*, 661 : 257-264 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Jannin, L., Arkoun, M., Ourry, A., Laine, P., Goux, D., Garnica, M. and Houdusse, F.**, 2012, Microarray analysis of humic acid effects on *Brassica napus* growth: involvement of N, C and S metabolisms, *Plant and soil*, 359(1-2): 297-319 p.
- Karakurt, Y., Unlu, H., Unlu, H. and Padem, H.**, 2009, The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper, *Acta Agriculturae Scandinavica Section B—Soil and Plant Science*, 59(3): 233-237 pp.
- Karaman, M.R.**, 2003, Efficiency of iron and humate application in preventing of iron chlorosis on the peach trees, Ankara University, Journal of Agricultural Sciences, 9(1):29-34 pp.
- Khaled, H. and Fawy, H. A.**, 2011, Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity, *Soil and Water Research*, 6(1): 21-29 pp.
- Khan, R. U., Khan, M. Z., Khan, A., Saba, S., Hussain, F. and Jan, I. U.**, 2018, Effect of humic acid on growth and crop nutrient status of wheat on two different soils, *Journal of plant nutrition*, 41(4): 453-460 pp.
- Khattab, M. M., Shaban, A. E., El-Shrief, A. H. and Mohamed, A. E. D.**, 2012, Effect of humic acid and amino acid on pomegranate trees under deficit irrigation, I: Growth, flowering, and fruiting. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 4(3): 253-259 pp.
- Kim, M. J., Shim, C. K., Kim, Y. K., Park, J. H., Han, E. J. and Ko, B. G.**, 2017, Effect of the concentration of humic acid on growth and yield of organically cultivated hot-pepper, *Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association*, 25(1): 67-78 pp.
- Krouk, G., Crawford, N. M., Coruzzi, G. M., and Tsay, Y. F.**, 2010, Nitrate signaling: adaptation to fluctuating environments, *Current opinion in plant biology*, 13(3), 265-272 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mackowiak, C. L., Grossl, P. R. and Bugbee, B. G.,** 2001, Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat, *Soil Science Society of America Journal*, 65(6): 1744-1750 pp.
- Malik, K. A. and Azam, F.,** 1985, Effect of humic acid on wheat (*Triticum aestivum* L.) seedling growth, *Environmental and Experimental Botany*, 25(3): 245-252 pp.
- Meganid, A. S., Al-Zahrani, H. S. and El-Metwally, M. S.,** 2015, Effect of humic acid application on growth and chlorophyll contents of common bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) under salinity stress conditions, *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 4(5): 2651-2660 pp.
- Mora, V., Bacaicoa, E., Zamarreno, A. M., Aguirre, E., Garnica, M., Fuentes, M. and García-Mina, J. M.,** 2010, Action of humic acid on promotion of cucumbershoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients, *Journal of Plant Physiology*, 167(8): 633-642 pp.
- Morgan, M. A., Volk, R. J., and Jackson, W. A.,** 1973, Simultaneous influx and efflux of nitrate during uptake by perennial ryegrass, *Plant physiology*, 51(2), 267-272 pp.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. ve Vianello, A.,** 2002, Hümik maddelerin yüksek bitkiler üzerindeki fizyolojik etkileri, *Toprak Biyolojisi ve Biyokimyası*, 34 (11), 1527-1536 s.
- Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y. P., Luo, A. and Etemadi, N. A.,** 2008, Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera, *Journal of Plant Nutrition*, 31(12): 2155-2167 pp.
- Özbay, N.,** 2012, Humik madde uygulamalarının durgun su kültüründe yetiştirilen turşuluk hıyarda bitki gelişimi ve verim üzerine etkileri, *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 1(2): 58-62 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Paksoy, M., Türkmen, Ö. and Dursun, A.**, 2010, Effects of potassium and humic acid on emergence, growth and nutrient contents of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedling under saline soil conditions, *African Journal of Biotechnology*, 9(33): 5343-5346 pp.
- Pilanal, N. and Kaplan, M.**, 2003, Investigation of effects on nutrient uptake of humic acid applications of different forms to strawberry plant, *Journal of Plant Nutrition*, 26(4): 835-843 pp.
- Piccolo, A., Nardi, S. ve Concheri, G.**, 1992, Bitki sistemlerinde nitrat alımı ve büyüme regülasyonu ile ilgili olarak hüyük maddelerin yapısal özellikleri, *Toprak Biyolojisi ve Biyokimyası*, 24 (4), 373-380 pp.
- Quaggiotti, S., Ruperti, B., Pizzeghello, D., Francioso, O., Tugnoli, V. and Nardi, S.**, 2004, Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.), *Journal of Experimental Botany*, 55(398): 803-813 pp.
- Radwan, E. A., El-Shall, Z. S. A. and Ali, R. A. M.**, 2011, Effect of potassium fertilization and humic acid application on plant growth and productivity of potato plants under clay soil, *Journal of Plant Production*, 2(7): 877-890 pp.
- Rajpar, I., Bhatti, M. B., Zia-ul-Hassan, A. N. and Tunio, S. D.**, 2011, Humic acid improves growth, yield and oil content of Brassica campestris L., *Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences*, 27(2):125-133 pp.
- Rose, M. T., Patti, A. F., Little, K. R., Brown, A. L., Jackson, W. R. and Cavagnaro, T. R.**, 2014, Hüyük maddelere bitki büyümesi yanıtının bir meta analizi ve incelemesi: tarım için pratik çıkarımlar, *Agronomideki gelişmeler* , 124 : 37-89 pp.
- Sani, B.**, 2014, Foliar application of humic acid on plant height in canola, *APCBEE procedia*, 8: 82-86 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sharif, M., Khattak, R. A. and Sarir, M. S.**, 2002, Effect of different levels of ligniticcoal derived humic acid on growth of maize plants, *Communications in soil science and plant analysis*, 33(19-20): 3567-3580 pp.
- Tahir, M. M., Khurshid, M., Khan, M. Z., Abbasi, M. K. and Kazmi, M. H.**, 2011, Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils, *Pedosphere*, 21(1), 124-131.
- Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM)**, "Tarım Ürünleri Piyasaları Raporu (Arpa)", Ocak, 2020, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, No: BÜ-01.
- Tavares, O. C. H., Santos, L. A., de Araújo, O. J. L., Bucher, C. P. C., García, A. C., Arruda, L. N. and Fernandes, M. S.**, 2019, Humic acid as a biotechnological alternative to increase N-NO₃-or N-NH₄⁺ uptake in rice plants, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 20, 101226 pp.
- Tehraniifar, A. and Ameri, A.**, 2012, February, Effect of humic acid on nutrient uptake and physiological characteristics of *Fragaria* × *ananassa* 'Camarosa', In *VIII International Strawberry Symposium, 1049*: 391-394 pp.
- Türkmen, O., Bozkurt, M. A., Yıldız, M. and Cimrin, K. M.**, 2004a, Effects of nitrogen and humic acid applications on the head weight, nutrient and nitrate contents in lettuce, *Advances in food sciences*, 26(2): 59-63 pp.
- Türkmen, Ö., Dursun, A., Turan, M. and Erdinç, Ç.**, 2004b, Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 54(3): 168-174 pp.
- Vallini, G., Pera, A., Avio, L., Valdrighi, M. and Giovannetti, M.**, 1993, Influence of humic acids on laurel growth, associated rhizospheric microorganisms, and mycorrhizal fungi, *Biology and Fertility of Soils*, 16(1), 1-4 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Vanitha, K. and Mohandass, S.**, 2014, Effect of humic acid on plant growth characters and grain yield of drip fertigated aerobic rice (*Oryza sativa* L.), *The bioscan*, 9(1): 45-50 pp.
- Vaughan, D. and Malcolm, R. E.**, 1985, Influence of humic substances on growth and physiological processes, In *Soil organic matter and biological activity*, Springer, Dordrecht, 37-75 pp.
- Vidal, E. A. and Gutierrez, R. A.**, 2008, A systems view of nitrogen nutrient and metabolite responses in Arabidopsis, *Current opinion in plant biology*, 11(5), 521-529 pp.
- von Wirén, N., Gazzarrini, S., Gojon, A. and Frommer, W. B.**, 2000, The molecular physiology of ammonium uptake and retrieval, *Current opinion in plant biology*, 3(3), 254-261 pp.
- Xu, Q., Duan, D., Cai, Q. and Shi, J.**, 2018, Influence of humic acid on Pb uptake and accumulation in tea plants, *Journal of agricultural and food chemistry*, 66(46): 12327-12334 pp.
- Yağmur, B., Okur, B. ve Eşiyok, D.**, 2013, Topraktan ve yapraktan hümik asit uygulamalarının fasulye ve marul bitkilerinin verim ve besin maddesi alınımı üzerine etkisi, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, 87 s.
- Yildirim, E.**, 2007, Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato, *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 57(2): 182-186 pp.
- Young, C. C. and Chen, L. F.**, 1997, Polyamines in humic acid and their effect on radical growth of lettuce seedlings, *Plant and Soil*, 195(1): 143-149 pp.

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım süresince, değerli bilgilerini ve kıymetli zamanını benimle paylaşan, kendisine ne zaman danıősam büyük bir sabır ve ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda bana ışık olan kıymetli danışman hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Bülent YAĞMUR'a teőekkürü bir borç biliyor ve őükranlarımı sunuyorum.

Niigata Üniversitesi'ndeki çalıőmalarım sırasında kullandığım arpa tohumlarını ve hümik asiti tedarik eden ve tüm laboratuvar imkanlarını koőulsuz bir şekilde hizmetime sunan, yardımlarını benden esirgemeyen ve bana yol gösteren danıőmanım Sayın Prof. Dr. Kuni SUEYOSHI'ye minnetlerimi sunarım.

Hayatım boyunca aldığım kararlarda beni destekleyen, maddi ve manevi olarak hep arkamda duran ve bu yolda sonuna kadar devam etme cesareti veren biricik annem Nurten ÇAKIRSOY'a ve canımdan çok sevdiğim abim Cihat ÇAKIRSOY'a sonsuz teőekkürlerimi sunmaktan onur duyarım.

Çalıőmalarım sırasında yardımlarını benden esirgemeyen baőta değerli arkadaşım Büőra Nur SAYGINER olmak üzere Japonya da bulunduğum süre boyunca bana her konuda yardımcı olan arkadaşım Kana HAYASHI' ye teőekkürlerimi sunarım.

27 / 07 / 2021

İffet ÇAKIRSOY

ÖZGEÇMİŞ

İffet ÇAKIRSOY, ilk, orta ve lise eğitimini Sakarya’da tamamlamıştır. 2013 yılında Şehit Üsteğmen Selçuk Esedoğlu Anadolu Lisesi’nden mezun olduktan sonra aynı yıl eylül ayında Ege Üniversitesi/ Ziraat Fakültesi/ Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde lisans eğitimine başlamış ve 2018 yılında aynı bölümden mezun olmuştur. 2018 yılı eylül ayında Ege Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü/ Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Anabilim dalında yüksek lisans öğrenimine başlamıştır. Halen aynı bölümde yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.

