

Humik Asit ve Azot Uygulamalarının Aslanağızı (*Antirrhinum majus* L.) Bitkisinin  
Büyüme ve Çiçek Üretimi Üzerine Etkileri

Çiğdem Yücel

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Ocak 2023

Effects of Humic Acid and Nitrogen Applications on the Growth and Flower Production of  
Snapdragon (*Antirrhinum majus* L.)

Çiğdem Yücel

**MASTER OF SCIENCE THESIS**

Department of Soil Science and Plant Nutrient

January 2023

Humik Asit ve Azot Uygulamalarının Aslanağzı (*Antirrhinum majus* L.) Bitkisinin  
Büyüme ve Çiçek Üretimi Üzerine Etkileri

Çiğdem Yücel

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği Uyarınca

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Bitki Besleme Bilim Dalında

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Nurdilek Gülmezoğlu

İkinci Danışman: Doç. Dr. Sibel Sarıçam

Ocak 2023

## ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof.Dr. Nurdilek GÜLMEZOĞLU ve Doç. Dr. Sibel SARIÇAM danışmanlığında hazırlamış olduğum “Humik Asit ve Azot Uygulamalarının Aslanağzı (*Antirrhinum majus* L.) Bitkisinin Büyüme ve Çiçek Üretimi Üzerine Etkileri” başlıklı tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göresunduğumu beyan ederim. 04/01/2023

Çiğdem Yücel

## ÖZET

Bu çalışmada, humik asit ve azot uygulamalarının aslanağzı (*Antirrhinum majus L.*) bitkisinin büyüme ve çiçek üretimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma kontrollü koşullarda, saksı denemesi olarak yürütülmüştür. Denemede azot formları (amonyum sülfat, amonyum nitrat ve üre) ile HUM-Zinc ve TKİ Humas olmak üzere iki farklı humik asit çeşidi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, humik asit uygulamaları bitkinin gelişimine farklı etkilerde bulunmuştur. Yaprak eni TKİ Humastan, kuru ağırlık HUM-Zn uygulamasından etkilenirken, diğer agronomik özelliklerin humik asitten istatistiki olarak etkilenmediği belirlenmiştir. Gövde çapı, yaprak eni ve yaprak boyunun uzamasına en yüksek üre gübre uygulamasının etkisinin olduğu görülmüştür. Klorofil içeriği TKİ-Humas + üre uygulamasından olumlu etkilenmiştir. Sonuçlar, bitkinin büyümesinin ve verimini en çok yansıtan kuru ağırlığa HUM-Zn + üre uygulamasının etkili olduğu söylenebilir. Bu HUM-Zn'nin, çinko içermesi ve çinkonun çiçeklenmede olumlu etkisinin olduğu şeklinde açıklanabilir. Aynı zamanda, humik asit uygulamasının kimyasal gübrelere birlikte uygulanmasından süs bitkilerinin gelişimine olumlu etkide bulunduğu gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Antirrhinum majus L.*, humik asit, azot, büyüme, çiçeklenme

## SUMMARY

In this study, the effects of Humic Acid and Nitrogen applications on the growth and flower production of Snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) plant were investigated. The research was carried out as a pot experiment under controlled conditions. Nitrogen forms (*ammonium sulfate*, *ammonium nitrate* and *urea*) and 2 different types of humic acids, HUM-Zinc and TKĪ Humas, were used in the experiment. As a result of the research, humic acid applications had different effects on the development of the plant. It was determined that while leaf width was affected by TKĪ Humastan and dry weight HUM-Zn application, other agronomic properties were not statistically affected by humic acid. It was observed that the highest effect of urea fertilizer application on stem diameter, leaf width and leaf length elongation. Chlorophyll content was positively affected by TKĪ-Humas + urea application. Results, it can be said that the application of HUM-Zn + urea to the dry weight that most reflects the growth and yield of the plant is effective. This can be explained by the fact that HUM-Zn contains zinc and zinc has a positive effect on flowering. At the same time, it has been shown that the application of humic acid together with chemical fertilizers has a positive effect on the development of ornamental plants.

**Key Words:** *Antirrhinum majus* L., humic acid, nitrogen, growth, flowering

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca engin bilgileriyle bana destek olan, bilgi ve yardımlarını esirgemeyen, sabrı ve güler yüzü ile hep yanımda olan, duruşuyla örnek aldığım değerli hocalarım Prof. Dr. Nurdilek GÜLMEZOĞLU'na ve Doç. Dr. Sibel SARIÇAM'a tez çalışmalarımın yürütülmesinde bana destek olan Doç. Dr. İmren KUTLU, Ziraat Yüksek Mühendisleri Merve BEŞER ve Rana ÖZSOY'a sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, her zaman yanımda olan sevgili aileme sonsuz teşekkürler.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET .....</b>	<b>vi</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>vi</b>
<b>TEŞEKKÜR.....</b>	<b>viii</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>	<b>xi</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ.....</b>	<b>xii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....</b>	<b>xiv</b>
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>5</b>
2.1. Humik Asit Uygulamalarının Bazı Süs Bitkileri Yetiştiriciliğinde Kullanımı .....	5
2.2. Humik Asit ile Azotlu Gübre Kullanımı .....	8
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>	<b>12</b>
3.1. Materyal .....	12
3.1.1. Araştırmada kullanılan toprağın genel özellikleri .....	12
3.1.2. Araştırmada kullanılan bitkinin özellikleri.....	13
3.1.3. Araştırmada kullanılan gübrelerin özellikleri.....	13
3.2. Yöntem.....	13
3.2.1. Denemenin kurulumu ve yönetilmesi.....	13
3.2.2. Bitki Örneklerinde Yapılan Ölçüm ve Sayımlar .....	16
<u>3.2.2.1. Bitki boyu (cm).....</u>	<u>16</u>
<u>3.2.2.2. Çiçek boyu (cm) .....</u>	<u>16</u>
<u>3.2.2.3. Çiçek çapı (cm).....</u>	<u>16</u>
<u>3.2.2.4. Yaprak eni (mm).....</u>	<u>16</u>
<u>3.2.2.5. Yaprak boyu (mm).....</u>	<u>16</u>
<u>3.2.2.6. Gövde çapı (cm) .....</u>	<u>16</u>
<u>3.2.2.7. Klorofil (CM).....</u>	<u>16</u>
<u>3.2.2.8. Yaş ağırlık (g) .....</u>	<u>16</u>

## İÇİNDEKİLER (devam)

	<b><u>Sayfa</u></b>
3.2.2.9. Kuru ağırlık (g) .....	16
3.2.3. Toprak örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizler .....	16
3.2.3.1. <u>Tekstür (Bünye)</u> .....	16
3.2.3.2. <u>Toplam tuz</u> .....	17
3.2.3.3. <u>Toprak reaksiyonu (pH) ....</u>	17
3.2.3.4. <u>Kireç (CaCO<sub>3</sub>)</u> .....	17
3.2.3.5. <u>Alınabilir fosfor</u> .....	17
3.2.3.6. <u>Alınabilir potasyum</u> .....	17
3.2.3.7. <u>Alınabilir demir, mangan, çinko ve bakır içerikleri</u> .....	17
3.2.4. İstatistiki analiz ve değerlendirmeler.....	17
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>18</b>
4.1. Bitki Boyu .....	18
4.2. Çiçek Boyu.....	19
4.3. Çiçek Çapı.....	21
4.4. Yaprak Eni .....	22
4.5. Yaprak Boyu .....	23
4.6. Gövde Çapı.....	25
4.7. Klorofil.....	25
4.8. Yaş Ağırlık .....	27
4.9. Kuru Ağırlık .....	28
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>30</b>
<b>KAYNAKLAR DİZİNİ.....</b>	<b>31</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Şekil

### Sayfa

- 3.1. Laboratuvar ortamında bitki yetiştirme ortamının hazırlanması ..... 14
- 3.2. Bitkilerin tomurcuklanma ve çiçeklenme dönemi görüntüleri ..... 14



## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Araştırmada kullanılan toprakların özellikleri.....	12
3.2. Araştırmada kullanılan humik asitlerin kimyasal özellikleri.....	13
4.1. Aslanağzı bitkisinin bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları .....	18
4.2. Aslanağzı bitkisinin boy ortalamaları (cm) .....	18
4.3. Aslanağzı bitkisinin çiçek boyuna ait varyans analiz sonuçları .....	19
4.4. Aslanağzı bitkisinin çiçek boyu ortalamaları (cm).....	20
4.5. Aslanağzı bitkisinin çiçek çapına (enine) ait varyans analiz sonuçları .....	21
4.6. Aslanağzı bitkisinin çiçek çapı ortalamaları (cm) .....	21
4.7. Aslanağzı bitkisinin yaprak enine ait varyans analiz sonuçları.....	22
4.8. Aslanağzı bitkisinin yaprak eni ortalamaları (mm) .....	23
4.9. Aslanağzı bitkisinin yaprak boyuna ait varyans analiz sonuçları.....	24
4.10. Aslanağzı bitkisinin yaprak boyu ortalamaları (mm).....	24
4.11. Aslanağzı bitkisinin gövde çapına ait varyans analiz sonuçları .....	25
4.12. Aslanağzı bitkisinin gövde çapı ortalamaları (cm).....	25
4.13. Aslanağzı bitkisinin klorofil içeriğine ait varyans analiz sonuçları .....	26
4.14. Aslanağzı bitkisinin klorofil içeriği ortalamaları (CM).....	26
4.15. Aslanağzı bitkisinin yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları.....	27
4.16. Aslanağzı bitkisinin yaş ağırlık ortalamaları (g) .....	28
4.17. Aslanağzı bitkisinin kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları.....	28
4.18. Aslanağzı bitkisinin kuru ağırlık ortalamaları (g) .....	29

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

AN	Amonyum Nitrat
AS	Amonyum Sülfat
°C	Santigrat derece
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Cu	Bakır
Fe	Demir
Hum-Zinc	Sıvı Haldeki Humik Asit
K	Potasyum
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
P	Fosfor
S	Kükürt
TKİ-Humas	Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü Tarfindan Üretilen Humik Asit
Zn	Çinko

### Kisaltmalar

da	Dekar
g	Gram
kg	Kilogram
mg	Miligram
ml	Mililitre
mM	Milimolar
ASS	Atomik absorpsiyon spektrometre
F.A.	Fulvik Asit
H.A.	Humik Asit
S.D.	Serbestlik Derecesi
V.K.	Varyans Kaynakları
K.T.	Kareler Toplamı

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Ticari ölçekte çiçek üretimi, dünyada 20. yüzyılın başlarında kesme çiçekçiliğinin pazarlanmasında meydana gelen hızlı gelişmeler ve değişimlerle büyük önem kazanmıştır. Bu değişim sayesinde kesme çiçek endüstrisinde üretimden tüketime kadar yeni teknikler ve teknolojilerin gelişimi hala devam etmektedir (Boran, 2008). Bu nedenle, çiçekçilik dünyanın birçok ülkesinde önemli ve değeri yüksek tarımsal endüstrilerden biri haline gelmiş ve kesme çiçekte uluslararası ticaret, 2021 yılında 11 milyar ABD doları civarındadır. Ülkemizde kesme çiçek ihracatı her yıl artmakta ve 2021 yılında 147 milyon dolara ulaşmıştır. Türkiye kesme çiçekleri 83 ülkeye ihraç etmekte ve ilk üç sıradaki ülkelerde Hollanda, İngiltere ve Almanya bulunmaktadır (Sarı vd. 2022).

Aslanağzı (*Antirrhinum majus* L.), bahçelerde ve parklarda yetişen en yaygın çiçeklerden biridir. *Scrophulariaceae* (Sıracautugiller) familyasındadır. Geniş renk yelpazesi ve albenisiyle yaz çiçek tarhlarında kullanımı oldukça yaygındır. Aslanağzı bitkisi, genellikle Akdeniz havzasında yer alan ülkeler ile Türkiye’de sıklıkla yetiştirilmektedir. Bitkinin 50’den fazla türleri ve 700-800 çeşidi bulunmaktadır. Farklı ebatlarda çok uzun boylu ya da bodur kültür çeşitleri bulunmaktadır. Bitkinin bazı türleri tek yıllık olurken bazıları ise çok yıllık otsu veya otsu-odunsu karakterde yer almaktadır. Çiçekleri tek olarak yaprak koltuklarında veya sürgün uçlarında salkımlar halinde sıralanmıştır. Çift dudaklı olan aslanağzının çiçekleri dikkatle incelenecek olursa çiçek formunun bir aslanın ağzına benzediği görülür.

Aslanağzı, 0,5-1 m boyunda, nadiren 2 m’ye kadar büyüyen bir bitkidir. Yapraklar almaşlı dizilimli, geniş mızrak şeklinde, 1-7 cm aralığında uzunluklarda ve 2-2.5 cm genişliğinde olmaktadır. Çiçekler başaklar halindedir, herbir çiçek 3.5-4.5 cm uzunluğunda, zigomorf, taç tüpünü kapatan iki dudak ile yabani olanlarda genellikle sarı olmak üzere farklı renklerde görülebilir. Meyve, çok sayıda küçük tohum içeren oval bir kapsülden oluşur. Bitkiler genellikle bombus arıları tarafından tozlaşır ve çiçekler, böceklerin polen toplamak üzere içine girdiklerinde böceklerin üzerini kapatırlar. Aslanağzı çeşitleri, gün uzunluğuna ve sıcaklığa verdikleri tepkiye göre büyüme ve çiçeklenme gösterir (Asghari, 2014). Aslanağzının kısa boylu çeşitleri parter ve grup bitkisi olarak kullanılırken, uzun boylu olanları daha ziyade kesme çiçek olarak tercih

edilir (Hatipoğlu ve Gölđün, 1999). Aslanağzı kesme çiçekleri etilene duyarlıdır ve vazoo ömürleri nispeten kısadır (Serek vd. 1995).

Genellikle ılıman iklim bölgelerinde daha iyi yetişen aslanağzı bitkisi, Türkiye'nin birçok yöresinde yetiştirilebilmektedir. Aslanağzı bitkisi organik maddece zengin içerikli ve iyi su geçirgenliği olan, kumlu ve hafif kireçli topraklarda yetişmeyi sevmektedir. Besin ve organik madde dengesi aslanağzı bitkisinin gelişimini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Kurak ve yarı kurak bölgelerin ve organik madde içeriği zayıf olan toprakların varlığı bitkinin besin maddelerine ulaşmasını imkansız kılmaktadır. Bu nedenle aslanağzının çiçeklenmesini artırmak için ekstra gübre uygulamasına ihtiyacı vardır. Çiçeklenme sırasında her 15 günde bir mineral gübre verilmesi de çiçeklenmenin uzun sürmesinde etkili olmaktadır.

Humus, toprak organik maddesinin önemli bileşenidir. Doğadaki çeşitli organik atıkların, toprak düzenleyici olarak kullanıma uygun, kararlı, olgun, toprağa benzeyen bir malzemeye dönüşmesi ile humus oluşmaktadır. Humik maddeler renkleri sarıdan siyaha değişiklik gösteren, moleküler ağırlığı yüksek olan, bozulmalara karşı dayanıklı, heterojen maddelerdendir. Humik maddeler asit ve bazlardaki çözünürlüklerine göre humik asit, fülvik asit ve humin olarak üç grupta yer almaktadırlar (Sparks vd. 2003). Chen ve Avnimelech (2012) araştırmalarında humik maddeler ile fülvik asitleri humustan başlayarak sınıflamışlardır. Fülvik asitin, humik asite göre daha küçük bir moleküler yapıya sahip olduğunu gözlemlemişlerdir (Grenthe vd. 1997). Ayrıca topraktaki kalıcılığının daha az olduğunu ve daha kolay mikrobiyal bozunmaya uğradığını tespit etmişlerdir (Sposito, 1996).

Humik asitler bitki büyümesi ve gelişmesi üzerine toprağın yapısını iyileştirerek katkıda bulunurlar. Topraktaki tuzun zararlı etkisini ve kilin negatif elektrik yükünü hem azaltarak hem de negatif yüklerin birbirlerini çekmesiyle toprağın daha da sıkılaşmasını engeller. Humik asitler toprağa su girişini sağlarlar ve topraktaki suyun buharlaşmasını da yavaşlatır. Bu, özellikle, kilin olmadığı ya da az olduğu topraklarda su tutma kapasitesini arttırmak için önemlidir.

Azot bitki dokularının ayrılmaz bir parçasıdır. Azot, tedarik edilmesi en pahalı besinlerden biridir ve başlıca gıda mahsullerinin artan verimine büyük ölçüde katkıda bulunmaktadır (Erisman vd. 2008, Liu vd. 2013). Azot, bitki büyümesini ve çiçeklenme davranışını doğrudan etkileyen çok önemli bitki besin maddelerinden biridir. Bunlar ayrıca

süs çiçeklerinin daha yüksek üretim ve tohum veriminde önemli bir rol oynar (Delgado vd. 1998). Azot, vejetatif büyümeyi artırır ve çiçeklenme döneminde bitkinin çiçek açma sürecini harekete geçirmesine yardımcı olur ve artan oranlarda azot uygulaması çiçeklenmeyi arttırmaktadır (Fan vd. 2005). Bununla birlikte azotlu gübre uygulamasındaki büyük artışlar bitki verimini arttırmaktadır. Aynı zamanda fazla azotlu gübre kullanımı toprağı, su kütlelerini, yeraltı suyunu ve atmosferi kirletme potansiyelini arttırmaktadır (Baligar vd. 2001, Ju vd. 2002, Spiertz 2009, Stuart vd. 2015). Böylece azotlu gübre yönetimi, özellikle üre gübresi ve çevreye olan olumsuz etkisinin en aza indirilmesi, yüksek verim ve güvenli bitki üretimi için büyük önem taşıyan dünyada, bir odak noktası olmuştur (Chen vd. 2017).

Aşırı kimyasal gübre kullanımı toprak verimliliğini azaltabilmekte ve gübre kullanımının artışı ürün artışını da beraberinde getirmediğı bilinmektedir (Ahmed vd. 2006). Artan dünya nüfusu, gıda talebine olan artışın bir sonucu olarak teoride maksimum verim için yüksek miktarlarda gübre kullanımını gerektirdiğı düşüncesini ortaya çıkarmaktadır. Aşırı gübre kullanımı, olumsuz çevresel etkilerin yanı sıra, üç makro besin elementi olan azot, fosfor ve potasyum, madencilik veya fosil yakıt tüketimi gibi sınırlı kaynaklar kullanılarak üretilmektedir (Frink, Waggoner ve Ausubel 1999; Vitousek vd. 1997). Sınırlı kaynaklar üzerindeki bu baskı, gübre üretimini en üst düzeye çıkaran uygulamaların teşvik edilmesini zorunlu kılmakta ve araştırmalar giderek bu konuya odaklanmaktadır.

Bitki besin elementi kaynağı olarak inorganik, organik ve biyolojik rezervlerden elde edilen çok çeşitli materyaller kullanılabilir. Böylece, atmosferik birikim, biyolojik aktivite, bitki artıkları, organik gübre, kentsel atık ve sentetik gübre, halihazırda doğal besin elementi kaynaklarını genişletmenin potansiyel yollarıdır. Kimyasal gübre kullanımının azaltılması için inorganik, organik ve biyolojik bitki besin kaynaklarının birleşik ve uyumlu kullanımı ele alınıp, toprak-bitki sistemi boyunca bitki besin dinamiklerinin anlaşılmasını gerektirir (Aulakh ve Grant 2008). Kimyasal veya inorganik girdiler, uygun bir organik/biyolojik kaynakla birleştirildiğinde genellikle daha verimli kullanılabilir (Adesemoye vd. 2008). Bu nedenle zorluk, kimyasal gübrelerle pozitif görevdeşlik (sinerji) ile sonuçlanan organik ve biyolojik kaynakların en uygun kombinasyonlarını bulmak, kimyasal gübrelerin kullanımını ve çevreye verdiği zararı azaltabilmektedir.

Humik asit, toprak yapısı, gözeneklilik, su tutma kapasitesi, katyon ve anyon değişimi ve mineral elementleri şelatlanması ile topraklarda doğal olarak oluşan heterojen ve kararlı bir organik komplekstir (Pettit 2004) ve bu, bitki beslenmesini en üst düzeye çıkarabilir ve bitki büyümesini artırabilir (Vaughan ve Malcolm 1985). Bu nedenle, toprak ve bitki etkileri birbiriyle ilişkili ve tamamlayıcı olabilir, örneğin bitki kök büyümesinin uyarılması ve toprak katyon değişim kapasitesi humik asit ile artırılabilir (Chen ve Aviad 1990). Başka bir deyişle, daha büyük kök alanı (Baldotto ve Baldotto, 2013) ve besin maddesi erişilebilirliği (Chang vd. 2012), bitki gelişimini teşvik edebilir.

Humik asitler, kimyasal gübrelerin zararlı etkilerini azaltmak için kullanılabilirler (Bashan 1998). Humik asit, toprak organik maddesinin önemli bir parçası olduğundan ve toprak özelliklerini etkilediğinden, humik asitin kök büyümesi ve mimarisi üzerindeki etkisi (Nardi, Concheri ve Dell'Agnola 1996), mikroorganizmalar ve kökler arasındaki etkileşimi destekleyebilir.

Bitki-humik asit ilişkilerinin tam olarak anlaşılması, bitkilerin besin alımının etkinliğini artırmak için çok önemlidir (Peoples ve Craswell 1992; Zhu vd. 2001). Ancak, humik asit ve kimyasal gübrelerin birleşik etkisine süs bitkilerinin tepkisi konusunda çok az çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, humik asit ile kimyasal azotlu gübre çeşitlerinin birlikte kullanımının, bitkilerin gelişimine etkilerinin iyileştirici olabileceği varsayılmış ve humik asitle, azotlu gübre çeşitlerinin, bir kontrole kıyasla aslanağzı bitkisinin büyümesi, çiçeklenme ve çiçek verimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bitkilerin gübrenmesi, verim ve kaliteyi artırmak için gereklidir. Mineral gübreler ürün verimini artırırken, aşırı kullanımları ters çevresel etkilere özellikle toprakta ağır metallerin miktarının artmasına neden olmaktadır (Atafar vd. 2010). Bu nedenle, bitkiler için en az çevresel etki ile en yüksek verimi sağlayabilen besin kaynaklarının kullanılmasını gerektirmektedir.

Humik asit, bitki ve hayvan kalıntılarının çürümesinden elde edilen organik materyal ürününün karmaşık, heterojen bir karışımıdır (MacCarthy vd. 1990). Humik asit, bitki büyümesi üzerindeki çeşitli etkileri nedeniyle çevre bilimlerinin yanı sıra toprak kimyası, verimlilik, bitki fizyolojisi gibi tarımın farklı alanlarında araştırmalar için uygulanan organik materyallerden biridir (Tan,1998).

Toprak, yüksek derecede ayrışma ve çok düşük yenilenebilme oranına sahiptir (Chen vd. 2015). Aşırı kimyasal gübre kullanımı, yoğun tarım yapılan toprakların verimini gün geçtikçe düşürmektedir. Yoğun tarım, toprak erozyonuna, organik madde ve diğer besin maddelerinin tükenmesine yol açarak kalıcı toprak bozulmasına ve önemli verimlilik kayıplarına neden olmaktadır (Coonan vd. 2020). Optimum verimi korumak ve toprağın verimsizleşmesini önlemek için toprağı, organik karbon ve biyolojik çeşitlilik kayıplarından, mikro besin dengesizliğinden, asitlikten ve tuzluluktan korumak gerekir.

Sürdürülebilir tarım teknikleri geliştirilirken, alternatif yöntemler olarak toprağı mikrobiyal gübreleme, humik asit, saman veya hayvan gübresi gibi ek organik maddeler ile birlikte kullanılan kimyasal gübrelerin, bitkilerin besin elementi alımını artırmaya yardımcı olduğu, toprağı zenginleştirip, toprak organik maddesinin hızlı ayrışmasını önlediğı belirlenmiştir.

### 2.1. Humik Asit Uygulamalarının Bazı Süs Bitkileri Yetiştiriciliğinde Kullanımı

Humik asitin (potasyum humatın) süs bitkilerinin büyüme kalitesini ve bitkinin kuraklığa, tuzlu suya, soğuğı, hastalıklara ve zararlı enfeksiyona karşı toleransını arttırdığı bildirilmektedir (Gadimov vd. 2007).

Hasan (2019), kadife çiçeğinin büyüme ve çiçeklenme gelişimi üzerine humik asit (0, 0.05, 0.1 ve 0.15 g l<sup>-1</sup>) ve benziladenin (0, 50, 100 ve 150 mg l<sup>-1</sup>) farklı

konsantrasyonlarda bitkilerin yapraklarına 10 gün ara ile üç defa uygulamıştır. Sonuçlar, 0,15 g l<sup>-1</sup> humik asit ile muamele edilmiş bitkilerin yaprak ve kök gelişimi, taze ağırlığı, tomurcuk başlangıcı için gerekli gün sayısı, bitkinin çiçekte kalma gün sayısını olumlu etkilediğini bildirmiştir.

Esringü vd. (2015), humik ve fulvik asit uygulamalarının camgüzeli bitkisinde (*Impatiens walleriana* L.) gelişme parametrelerine olan etkisini incelemiştir. Sera koşullarında yürütülen çalışmada artan dozlarda fulvik asit 2 dozu (0, 40 mg kg<sup>-1</sup>) ve humik asit (0, 40, 80 ve 120 mg kg<sup>-1</sup>) uygulamışlardır. Bitkinin gelişim parametrelerinden tomurcuk sayısı, ana dal sayısı, yan dal sayısı, bitki gövde çapı, kök uzunluğu, bitki yüksekliği, çiçek sayısı, taze kök ağırlığı, yaş kök ağırlığı, taze yaprak ağırlığı ve kuru yaprak ağırlığını ölçüt olarak almıştır. En yüksek bitki boyu ve çiçek sayısını sırasıyla 11.3-9.2 cm ve 12.6-7.6 adet olarak 40 mg kg<sup>-1</sup> olan humik ve fulvik asit uygulamalarından elde etmiştir. Çalışma sonucunda humik ve fulvik asit uygulamaları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında bitki gelişim parametreleri ve çiçeklenme üzerine 40 mg kg<sup>-1</sup> doz uygulamasının en etkin doz olduğunu tespit etmiştir.

Dudley vd. (2004), humik maddelerin *Zinnia elegans* ve *Tagetes patula* bitkilerinde büyümenin erken evrelerinde olumlu yönde bitki büyümesine etkilerinin bulunduğunu ve çiçek üretimini arttırdığını belirlemiştir.

Mohammadipour vd. (2012), humik asidin kadife çiçeğinin verim ve verim bileşenleri üzerindeki etkisini incelemek için 5 doz humik asit (0, 500, 1000, 2000, 4000 mg l<sup>-1</sup>) uygulamıştır. Humik asit uygulamalarının yaprak ve çiçek sayısı, kuru ağırlık ve bitki boyu üzerindeki etkisinin %1 olasılık düzeyinde önemli düzeyde olduğunu ve 2000 mg l<sup>-1</sup> humik asit uygulamasının en fazla kuru ağırlığa, bitki boyuna, yaprak ve çiçek sayısına sahip olduğunu belirtmiştir.

Memon vd. (2014), bitki boyunun humik asit uygulaması ile arttığını belirlemiştir. Çalışmada 350 g humik asit + 180 g kalsiyum klorür ile gübrelenen aslanağzı bitkilerinin maksimum yükseklik (30,00 cm) ile sonuçlandığını, aslanağzının bitki boyu, 180 g humik asit ve 180 g kalsiyum klorür ile tedarik edildiğinde sırasıyla 23.33 cm ve 22.89 cm'e düştüğünü, humik asit ve kalsiyum klorür uygulamasının yapılmadığı kontrol parsellerinde ise aslanağzının bitki boyun (20.89 cm) en düşük sırada yer aldığını bildirmişlerdir.

Fan vd. (2014), NPK gübreleri ile birlikte yapraktan humik asiti 15 gün aralıklarla (çıkıştan 15, 30, 45 ve 60 gün sonra) uyguladıkları krizantem bitkisinin büyüme ve

gelişimini, fizyolojik mekanizmalarını, fotosentez ve kloroplast içeriği açısından incelemiştir. Sonuçlar, morfolojik özelliklerin (sap çapı, sürgün ve köklerin taze ağırlıkları, kök-sürgün oranları, sürgün ve köklerin kuru ağırlıkları, yaprak alanı, çiçek çapı), net fotosentez hızı, klorofil floresansı, klorofil içeriği ve krizantem kloroplast ince yapısı, kontrol ve NPK gübresi ile karşılaştırıldığında, humik asidin yapraklara uygulanmasından sonra açık bir şekilde iyileştiğini belirlemiştir. Korelasyon analizinden elde edilen sonuçlar, yapraktan humik asit uygulamasının krizantem bitkisinin büyümesi ve gelişmesi üzerindeki tepkilerinin, yüksek klorofil içeriği nedeniyle yapısal olarak artan net fotosentetik hız ile ilişkili olabileceğini bildirmiştir.

Sığır, gıda ve kağıt atıklarından oluşan solucan gübrelere ekstre edilen humik asit, kadife çiçeğinin (*Tagetes patula* L. 'Antigua Gold') kök büyümesini arttırmıştır (Arancon vd. 2003).

Toprak veya yapraktan uygulanan humik asit, kadife çiçeği, hercai menekşe (*Viola tricolor* L.), sardunya (*Pelargonium × hortorum*) ve camgüzeli (*Impatiens walleriana*.) fidelerinde (Li ve Evens 2000) kök taze ve kuru ağırlıklarını artırmış ve iki bitkiyi de aynı derecede olumlu etkilemiştir.

Sevilen ve ekonomik açıdan karlı bir soğanlı kesme çiçek olan glayöle (*Gladiolus grandiflorus* L.), NPK (17:17:17) ile birlikte uygulanan humik asidin, bitkinin çiçek boyutları ve vazo ömrüne etkilerini araştırmak için yürütülen bir çalışmada, bitkinin büyümesi, çiçeklenmesi ve kalitesi ile bitkilerin hastalıklara karşı erken korunmasında etkili olduğu belirlenmiştir (Ahmad vd. 2013).

Haghighi vd. (2014), yeterli ve yetersiz besin elementi ile humik asit içeren besin çözeltisinin topraksız koşullarda yetiştirilen gerbera 'Malibu' (*Gerbera jamesonii* L.) bitkisine humik asit uygulamasının, bitkilerin humik asit uygulanmadan alacakları besin elementi alımının yarısına ihtiyaç duyduğunu bildirmiştir. Araştırmacı, humik asitin iki seviyesi (0 ve 500 mg l<sup>-1</sup>) ve besin elementlerinin üç seviyesi (½, ¼ ve 1/1) içeren çözeltilerden, humik asit uygulamasının ½ oranında besin çözeltisi ile uygulanmasında, bitkinin yaprak ve kökte N, Mg, Zn ve Fe konsantrasyonlarında, sadece 1/1 besin çözeltisinde yetişen bitkilere yakın olduğunu, ayrıca bitki başına çiçek sayısında da artış olduğunu göstermiştir. Sonuçta humik asitin uygulanması, su kültüründe yetiştirilen bitkilerin besin girdisini azalttığı şekilde değerlendirilmiştir.

Wu vd. (2016), in vitro koşullar altında *Lilium* Oriental Hybrids 'Sorbonne' bitkisinde humik asidin soğancık şişmesi ve karbonhidrat metabolik yolu üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Humik asit 0.2, 2.0 ve 20.0 mg l<sup>-1</sup> uygulamalarının, soğancık büyümesini büyük ölçüde desteklediği ve transplantasyondan sonraki 45 gün içinde daha yüksek humik asit konsantrasyonlarında ( $\geq 2.0$  mg l<sup>-1</sup>) soğancık sükrozunda (sakkaroz), toplam çözünür şekerde ve nişasta içeriğinde belirgin artışlar gözlemiştir. Kök sayısı ve kök uzunluğu sırasıyla 14.5 ve 5.75 cm olarak zirve yapmıştır. Taze soğancık ağırlığı ve çapı sırasıyla 468 mg'a (kontrol uygulamasındaki 2.9 katı) ve 11.68 mm'ye ulaşmıştır.

Mohammadipour vd. (2012), humik asitin kadife çiçeğinin (*Calendula officinalis* L.) verimi ve kalitesi üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, humik asidin kadife çiçeğine 5 farklı seviyede humik asit (0, 500, 1000, 2000 ve 4000 mg l<sup>-1</sup>) dozu uygulanmıştır. Çalışma sonucunda 2000 mg l<sup>-1</sup> (27.45 cm) humik asit uygulamasında bitki boyu en yüksek belirlenmiştir. Humik asit uygulanmayan kontrol bitkilerine (18.55 cm) göre humik asitin diğer dozlarında da artış olduğunu göstermiştir. Çalışmada ayrıca 2000 mg l<sup>-1</sup> humik asit dozunun en yüksek bitki yaprak sayısı, çiçek sayısı ve kuru ağırlık ürettiğini açıklamıştır.

Bazı çalışmalarda, humik asidin bitki büyüme düzenleyicileri gibi hareket ederek, bitki büyümesini desteklediği öne sürülmüştür (Arancon vd. 2006; Mora vd. 2010; Nardi vd. 2002). Bu, humik asidin bitkinin fotosentez, solunum (Heil, 2005) ve klorofil içeriğini (Xu vd. 2012) arttırarak, bitki büyümesinin uyarılmasında aktif bir rol oynadığını öne sürerek açıklanmıştır.

## 2.2. Humik Asit ile Azotlu Gübre Kullanımı

Humik maddeler, bitki ve mikrobiyal artıkların ayrışması ve dönüşümü (humifikasyon) sırasında biyokimyasal ve kimyasal reaksiyonlardan kaynaklanan bileşiklerin (Piccolo, 2002) karışımlarıdır (Thorn vd. 1989). Doğal olarak topraklardan, suların ve organik jeolojik tortulardan oluşumlarına göre içerikleri değişen özelliklere sahiptir (Schnitzer ve Monreal, 2011). Humik asidin bitki büyümesi, bitki hormonu üretimi, besin alımı ve asimilasyonu, verim ve protein sentezi üzerindeki önemini büyüktür. Humik asidin bitki gelişimini etkilemesi, humik asidin tipi, uygulanma oranı, uygulama yöntemi, çözünürlüğü, moleküler boyutu ve toprak tipi gibi özelliklerden etkilenir (Ören, 2007). Günümüzde yoğun tarım yapılan alanlarda, üreticiler toprağın organik maddesini arttırmak için humik maddelerin kullanımını her geçen zaman içinde arttırmaktadır. Kurak ve yarı kurak bölge topraklarının organik madde içeriğinin zayıf olması, bitkinin besin

maddelerine ulaşmasını imkansız kılmaktadır (Rostami vd. 2022). Bu nedenle üreticilerin verimi artırmak için azot başta olmak üzere ekstra gübre uygulamasına ihtiyacı vardır.

Azot, protein moleküllerinin, enzimlerin, koenzimlerin, nükleik asitlerin ve sitokromların yapımında hayati rol oynayan en önemli besin elementidir (Hasegawa vd. 2008). Ancak azotlu gübrenin yanlış kullanımı sadece verimini düşürmekle kalmaz, aynı zamanda çevre kirliliğine de neden olmaktadır (Tai-bo vd. 2007). Ancak azotlu gübre kullanım miktarı her geçen gün artmaktadır.

Humik maddeler, bitki, hayvan kalıntıları ve mikroorganizmaların kimyasal ve biyolojik bozunmasından kaynaklanan kompleks polimerlerdir ve %2-6 oranında elemental azot içerebilmektedir (Young vd. 2004; Dong vd. 2006). Humik asit bileşiminde azotun yanısıra karbon, hidrojen, oksijen ve kükürt elementlerini de içermektedir. Humik asitin yapısı, karboksilik, fenolik, karbonil, hidroksil, amin, amid ve alifatik parçalardan oluşmaktadır (Pena-Mendez vd. 2005). Humik asit kararlı bir malzemedir ve düşük asitliği, alkali topraklarda kullanıldığında makro ve mikro elementlerin kademeli olarak mevcudiyetine ve alımına yol açar. Bu nedenle fonksiyonel grupların bitki tarafından uzun süre kullanılabilirliğini artırır, iyon kapasitesini artırır (Abbas vd. 2013) ve böylece karpuz (Salman vd. 2005), üzüm (Salman vd. 2005; Ferrara ve Brunetti, 2010) ve çilek (Hosseinifarahi vd. 2013) gibi ürünlerin kalitesini yükseltir.

Taibo vd.'nin (2007) raporuna göre üre-humik asit kullanımı toprağın bitki kökleri tarafından azot alımını arttırmakta ve zencefil kök sapının üretiminin yanı sıra protein içeriğini de önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir.

Glayöl yapraklarına tek başına humik asit (7000 ml ha<sup>-1</sup>) veya NPK (17:17:17) (250 kg ha<sup>-1</sup>) uygulanması toplam klorofil içeriğini azaltırken, eş zamanlı uygulamalarının bu özelliği artırdığı görülmüştür (Ahmad vd. 2013). El-Bassioung vd. (2014), humik asit ve tavsiye edilen azotlu gübre dozunun yarısının uygulanmasının, buğdayda toplam çözünebilir kuru madde ve karbonhidrat miktarında önemli artışlara yol açtığını belirtmiştir. Toplam karbonhidratlardaki artışın, humik asit uygulamasına yanıt olarak fotosentezin artan etkinliğinden kaynaklandığı şeklinde açıklanmıştır. Kazemi (2013), humik asit (40 mg kg<sup>-1</sup>) ve potasyum nitrat (100 mg l<sup>-1</sup>) kombinasyonunun, saksıda hıyar yetiştiriciliğinde, vejetatif ve generatif gelişimini, klorofil ve yaprak azot içeriğini arttırmada en fazla etkilde bulunduğunu bildirmiştir.

Farklı bitkilerde humik asit uygulama miktarının belirlenmesinde, farklı azotlu gübre formları ile farklı lokasyon ve iklim koşullarında yürütülen tarla deneme çalışmaları mevcuttur. Bazı çalışmalar, jeolojik afetler, iklim değişikliği ve tarımsal gübreleme faaliyetleri gibi topraktaki sorunların da toprak humik maddelerini etkileyebileceğini ve hatta toprak humik asit ve fulvik asitinin, kimyasal yapısını ve bileşimini değiştirebileceğini göstermiştir (Boguta vd. 2021; Pettit, 2004).

Humik maddeler, azotu ya doğrudan kimyasal reaksiyonlarla ya da dolaylı olarak mikrobiyal aktiviteler ve ardından mikrobiyal biyokütlenin ayrışması yoluyla yapılarına katabilirler. Birkaç çalışmada, amonyak-N'nun, sulama sırasında bitki kalıntısının C/N oranı 10'dan yüksek olduğunda, abiyotik olarak toprak organik maddesine, lignine, turbaya veya biyo-kömürde tutulduğunu göstermektedir (Boguta vd. 2021). Thorn ve Mikita (1992), N<sup>15</sup> ve C<sup>13</sup> tekniklerini kullanarak, laboratuvar koşullarında inkübasyonda humik asite N<sup>15</sup> etiketli amonyağın dahil edildiğini ve humik asitin ortalama azot içeriğinin %0,88'den %3,17'ye çıktığını tespit etmiştir.

Azotlu gübreler içerisinde yüksek azot içeren üre gübresinin toprağa uygulanma sonrası, topraktan amonyak kayıpları büyük olabilmektedir. Bir çalışmada, yalnızca üre (% 46 N), üre ile birlikte dört farklı dozda (0,25; 0,50; 0,75 ve 1 g kg<sup>-1</sup> toprak) humik asit ve zeolitle birlikte triple süper fosfatı (TSP) toprak yüzeyine uygulayıp, topraktan amonyak kaybı belirlenmiştir (Ahmed vd. 2006). Karışımların, aynı dozlardaki (0,75 ve 1 g kg<sup>-1</sup> toprak) humik asit ve zeolit oranlarıyla NH<sub>3</sub> kaybındaki azalma, yalnız üre uygulamasına kıyasla sırasıyla %32 ile %61 arasında önemli ölçüde azaltmıştır. Araştırma, ürenin TSP, humik asit ve zeolit ile uygulanmasının, NH<sub>4</sub> oluşumunu, NH<sub>3</sub>'e göre artırıp, toprakta daha fazla NH<sub>4</sub> tutarak, sadece üre kullanımına göre önemli bir avantaj sağlayabileceğini göstermiştir. Bu sonucu, toprakta değişebilir katyonlardaki artış ve toprak pH'sındaki geçici düşüş, gübrenin hemen çevresindeki mikro alanda üre hidrolizini geciktirmiş olabileceği şeklinde açıklamışlar ve TSP, humik asit ve zeolitin eklenmesiyle, yüzeye uygulanan ürenin etkinliğini artırmanın mümkün olabileceğini bildirilmişlerdir.

Humik asit içerikleri kökenlerine göre kimyasal özelliklerinde değişiklik gösterebilmektedir. Ayrışmış linyit %40-85 humik asit içermektedir (Zheng, 1991). Yalnızca Çin'de her yıl 350.000 ton humik asit tarımda kullanılmaktadır (Zheng, 1991; Liang vd. 2007). Linyit gibi kömürden yapılan humik asitler, üre ile kombinasyonu halinde bir gübre olarak uzun zamandan beri bir kullanıma sahiptir.

Önceki çalışmalarda, linyitten üretilen humik asitlerin, üre içerecek işlemlerle bitki verimini artırabildiği gösterilmiştir (Zheng, 1991), bu da iki bileşik arasında sinerjistik bir etkiye işaret etmektedir. Ancak, linyit humik asitlerin faydalarını artırma mekanizması hakkında çok az şey bilinmektedir. Bu mekanizma için yürütülen çalışmalara dayanarak, linyitten elde edilen humik asit için iki olası mekanizma önerilmektedir: 1) üre mineralizasyonundan üretilen  $\text{NH}_4$ 'un bir kısmı humik asit ile birleşir ve bu da buharlaşmadan kaynaklanan net kaybı azaltır, 2) linyit humik asitler, üreyi  $\text{NH}_3$ 'e ayrıştıran üreazın aktivitesini engelleyerek daha düşük miktarda ürenin hidroliz hızına neden olur. Bu azaltılmış hidroliz oranı, bitkiler için üre kullanılabilirliğini artırarak  $\text{NH}_3$  kaybını azaltabilir (Dong vd. 2006; Dong vd. 2009). Bununla beraber, humik asitler, üre veya diğer kimyasal gübrelere doğrudan uygulanmasında toprak bakterileri veya mantarların üzerindeki olumsuz etkilerini azaltabilir (Boguta vd. 2021).

Toprak pH'sının tamponlanması, topraktaki bakteri topluluğunun oluşumu için önemli bir belirleyicisidir (Enwall vd. 2007). Humik asitlerin, toprak pH'sını 5.5 ile 8.0 arasında tamponladığı gösterilmiştir (Pertusatti ve Prado, 2007). Bu nedenle, humik asitlerin artan veya azalan toprak pH'sına neden olması ile bakteri topluluğunda değişikliğe yol açabilmektedir

Toprak ekosistemlerinde azot, çoğu karasal ve sucul ekosistemde üretimi sınırlayan başlıca temel bir besin maddesidir (Song vd. 2013). Bazı çalışmalar, azotlu gübre uygulamasının küresel bitki verimini %30-50 oranında artırabileceğini göstermiştir (Van Grinsven vd. 2014). Uygun azot seviyelerinin eklenmesi, bitki verimini artırmak ve tarımsal ürünlerin kalitesini iyileştirmek için anahtardır (Fageria ve Baligar, 2005). Bununla birlikte, aşırı azot ilavesi toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirebilir, toprak asitleşmesine ( $\text{NH}_4$  azotu özellikle) yol açabilir, toprak enzim aktivitesini ve mikrobiyal topluluk yapısını etkileyebilir, toprak katyonlarının kaybını hızlandırabilir ve hatta toprak ortamının ve toprak kalitesinin bozulmasını şiddetlendirebilir. Bununla ilgili bazı çalışmalarda, uzun süreli azot ilavesinin bitki artıklarının ayrışmasını engelleyebileceğini, ayrışması zor organik madde formlarının mineralizasyonunu desteklemeyeceğini ve nihayetinde toprak organik maddesinin bileşimini, yapısını ve ayrışma süresini etkileyebileceği öne sürülmüştür (Chen vd. 2021; Hu vd. 2022).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde kontrollü koşullarda bitki büyütme odasında ve serada yürütülmüş, farklı humik asit ve azot gübrelerinin aslanağzı bitkisinin büyüme ve çiçek üretimi üzerine etkileri araştırılmıştır.

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırmada kullanılan toprağın genel özellikleri

Toprak materyali olarak Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi uygulama arazisinden, 0-30 cm derinlikten alınan toprak kurutulup, elendikten sonra kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan toprakların özellikleri

Özellikler	Birim	Analiz Değeri	Durum
Bünye			Tınlı
pH		7.61	Hafif Alkalin
Kireç	%	2.52	Kireçli
Organik Madde	%	2.13	Az
EC	dS m <sup>-1</sup>	0.82	Tuzsuz
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	kg da <sup>-1</sup>	13.67	Fazla
Potasyum (K <sub>2</sub> O)	kg da <sup>-1</sup>	125.13	Yeterli
Demir	mg kg <sup>-1</sup>	7.77	Yeterli
Bakır	mg kg <sup>-1</sup>	2.09	Yeterli
Çinko	mg kg <sup>-1</sup>	0.75	Yeterli
Mangan	mg kg <sup>-1</sup>	12.07	Orta

Kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikler araştırmacı tarafından analiz edilmiş ve elde ettiği sonuçlar Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Araştırmada kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre tınlı yapıda, hafif alkali ve kireçlidir. Toprak az miktarda organik madde içermektedir. Toprağın fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) içeriği fazla olup, potasyum (K<sub>2</sub>O), demir (Fe), bakır (Cu) ve çinko (Zn) miktarları yeterli ve mangan (Mn) orta düzeyde bulunmaktadır.

### 3.1.2. Araştırmada kullanılan bitkinin özellikleri

Denemede kullanılan aslanağzı bitkisi “Tetra Mixed” tohum çeşidi ticari bir firmadan (Zengarden) temin edilmiştir. Aslanağzı bitkisi, 60 ile 80 cm arası boya ulaşabilen uzun çiçekleriyle dikkat çeken bir türdür. Çiçeklenme zamanı ilkbahar ve yaz aylarında olmaktadır (Comba vd. 1999).

### 3.1.3. Araştırmada kullanılan gübrelerin özellikleri

Araştırmada kullanılan iki çeşit sıvı humik asit (Hum-Zinc ve TKİ Humas) ticari firmalardan satın alınmıştır. Humik asitle birlikte amonyum sülfat (AS) (%20.5 N; %24 S), üre (%46 N) ve amonyum nitrat (AN) (% 25 N; %17 NH<sub>4</sub>-N + %8 NO<sub>3</sub>-N) olarak üç azotlu gübre kullanılmıştır. Kullanılan humik asitlerin üretici kurumun bildirdiği içerikler Çizelge 3.2.’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan humik asitlerin kimyasal özellikleri

	pH	Organik Madde (%)	Toplam Humik+Fulvik Asitler (%)	Suda Çözünür	
				K <sub>2</sub> O (%)	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )
Hum-Zinc	9	14	13	2	5000
TKİ Humas	11.8	5	12	1.6	2.4

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Denemenin kurulumu ve yönetilmesi

Bu çalışma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi bitki yetiştirme odasında kontrollü koşullarda 2020 yılının Temmuz-Ekim ayları arasında yürütülmüştür. Toprak materyali olarak Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi uygulama arazisinden, 0-30 cm derinlikten alındıktan sonra kurutulmuş, 4 mm’lik elekten elendikten sonra her bir deneme saksısına 1500 g hava kuru toprak tartılıp, 500 g yıkanmış kurutulmuş kum ve 10 g perlit eklenerek karıştırılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Laboratuvar ortamında bitki yetiştirme ortamının hazırlanması



Şekil 3.2. Bitkilerin tomurcuklanma ve çiçeklenme dönemi görüntüleri

Saksılara ekim öncesinde araştırma konusunu oluşturan 200 mg N kg<sup>-1</sup> (toprak) olacak şekilde hesaplanan azotlu gübrelerden (amonyum nitrat, amonyum sülfat ve üre) tartılıp toprağa uygulanmıştır. Diğer gübreler, 100 mg P kg<sup>-1</sup> ve 125 mg K kg<sup>-1</sup> için KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> olarak, 2.5 mg Fe kg<sup>-1</sup> için Fe-EDTA ve 5 mg Zn kg<sup>-1</sup> için ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O içeren kimyasallar çözelti halinde hazırlanıp ekim öncesi toprağa ilave edilip, karıştırılmıştır. Humik asit uygulamalarının üzerinde topraktan uygulanması için önerilen miktar (6 lt humik asit da<sup>-1</sup>) hesaplanıp, oluşturulan çözelti her saksıdaki toprağa sulandırarak uygulandıktan sonra toprakla karıştırılıp, kontrollü koşullarında üç hafta süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Azot ve humik asit uygulanmayan kontrol grubuna sadece diğer gübreler eklenmiştir.

İnkübasyon süresi sonunda, her saksıya 10 aslanağzı tohumu gelecek şekilde, üç azot, iki humik asit ve uygulamaların kontrolleri ile üç tekerrürlü olmak üzere 14.07.2020 tarihinde ekim yapılmıştır. Deneme toplam 36 saksıdan oluşmuş, tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre kurulmuştur. Tohumlar çimlendikten sonra her saksıda üç bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Ekimle birlikte bitkiler kontrollü koşullarda 20/13 °C sıcaklık ve %65 nem değerleri arasında yetiştirilmiştir. Tüm bitkiler, günlük takip edilerek havanın durumu ve suya ihtiyaç duymalarına göre deiyonize su ile sulanmıştır.

Bitkiler vegetatif devredeyken ekim zamanı uygulanan azotlu gübrelerden aynı miktarda tekrar verilmiştir. Aslanağzı bitkileri çiçeklenmeye başlamadan önce ESOĞÜ Ziraat Fakültesi'nin plastik örtülü yüksek seralarına taşınan saksılar, Ağustos ayı itibariyle (18.08.2020) tomurcuklanmaya başlayıp, ilk çiçeklerini 09.09.2020 tarihinde açmıştır (Şekil 3.2).

Bitkiler, 24.10.2020 tarihinde toprak yüzeyinden kesilerek hasat edilmiştir. Hasattan önce bitki boyu, çiçek boyu, çiçekçik eni ve çiçekçik boyu ölçümleri cetvel ile 18.10.2020 tarihinde cm olarak belirlenmiştir. Gövde çapı, yaprak eni ve yaprak boyu ölçümleri ise kumpas yardımıyla mm olarak ölçülmüştür. Bitkilerin hasatı yapılmadan önce yapraklarda klorofil içerikleri belirlenmiştir.

Hasat edilen aslanağzı bitkilerinin yaş ağırlıklarını belirlemek için tartılmış, daha sonra etüvde 65 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve kuru ağırlık değerleri için tartılmıştır.

### **3.2.2. Bitki örneklerinde yapılan ölçüm ve sayımlar**

#### **3.2.2.1. Bitki boyu (cm)**

Bitkinin kök boğazından en uçta açan çiçekcik arasındaki mesafe cetvel ile ölçülerek belirlenmiştir.

#### **3.2.2.2. Çiçek boyu (cm)**

Sap üzerindeki aslanağzı çiçeklerinin en alttaki çiçekçiğinden en üstteki florete kadar olan başak boyunun cetvel ile ölçülmesiyle elde edilmiştir.

#### **3.2.2.3. Çiçekcik çapı (mm)**

Sap üzerindeki aslanağzı çiçeklerinin en altta bulunan 5 adet çiçekçiğin karşılıklı olarak açıldığında iki uç arasındaki uzunluk cetvel ile ölçülmüştür.

#### **3.2.2.4. Yaprak eni (mm)**

Yaprığın genişliği orta yerinden kumpas ile ölçülmüştür.

#### **3.2.2.5. Yaprak boyu (mm)**

Yaprakta en dip ve en uç arasındaki mesafe kumpas ile ölçülmüştür.

#### **3.2.2.6. Gövde çapı (cm)**

Herbir bitkinin çiçek sapının kalınlığı kumpas yardımı ile ölçülmüştür.

#### **3.2.2.7. Klorofil içeriği (CM)**

Her saksıdaki bitkilerin gelişimini tamamlamış olan yaprağında oransal olarak "FieldScout CM 1000 Chlorophyll Meter" aleti ile belirlenmiştir. Klorofil metre yaprağa 30 cm uzaklıktan tutularak yapılmış, birimi CM olarak belirlenmiştir (Wenkel vd. 2003).

#### **3.2.2.8. Yaş ağırlık (g)**

Bitkiler toprak üstünden hasat edilip yaş ağırlıkları hassas terazi ( $\pm 0,1g$ ) ile tartılmıştır.

#### **3.2.2.9. Kuru ağırlık (g)**

Yaş ağırlıkları belirlenen bitkiler kese kağıtlarında sıcaklığı  $65^{\circ}C$ 'ye ayarlanan etüvde kurutulduktan sonra tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

### **3.2.3. Toprak örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizler**

#### **3.2.3.1. Tekstür (Bünye)**

Toprakların bünyesi saturasyon (doygunluk) yöntemine göre belirlenmiştir. 100 g kuru toprak saf su ile doygun hale gelene kadar karıştırıp, harcanan su miktarına göre bünye belirlenmiştir.

### **3.2.3.2. Toplam tuz**

Saturasyon çamurundaki iletkenlik, iletkenlik ölçer aleti ile ölçülmüştür (Soil Survey Staff, 1951).

### **3.2.3.3. Toprak reaksiyonu (pH)**

Toprak pH'sı Richards (1954) tarafından bildirildiği şekilde hazırlanan suyla doymun toprakta cam elektrotlu pH metre ile tayin edilmiştir.

### **3.2.3.4. Kireç (CaCO<sub>3</sub>)**

Topraktaki kireç miktarı Scheibler kalsimetresi ile tayin edilmiştir (Loeppert vd. 1996).

### **3.2.3.5. Alınabilir fosfor**

Topraktaki alınabilir fosfor miktarı Olsen vd. (1954) tarafından geliştirilen metoda göre (0.5 M sodyum bikarbonat (pH 8.5) ile ekstrakt edilerek) tayin edilmiştir.

### **3.2.3.6. Alınabilir potasyum**

Topraktaki alınabilir potasyum miktarı Richards (1954) tarafından bildirildiği gibi ekstrakt çözeltisi olarak 1 N NH<sub>4</sub>OAc (pH 7) kullanılarak çözeltiye geçen potasyum alev fotometresi ile belirlenmiştir.

### **3.2.3.7. Alınabilir demir, mangan, çinko ve bakır içerikleri**

DTPA ile ekstrakte edilen toprak örneklerinin Cd, Fe, Mn, Zn ve Cu konsantrasyonları AAS (Atomik Adsorption Spectrometre; Analytic-Jena novAA 350, Germany) cihazı ile belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1979).

## **3.2.4. İstatistiki analiz ve değerlendirmeler**

Tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre kurulan denemeden elde edilen sayısal değerler varyans analizine tabii tutulmuş olup, uygulamalar arasındaki farklılıklar LSD testine göre harflendirilmiştir. İstatistiki analizler IBM SPSS 20 (Statistical Package for the Social Sciences – IBM®) paket programı kullanılarak yapılmıştır.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Humik asit ve azot uygulanan aslanağzı bitkisi, çimlenme ve vejetatif aşamaları bitki büyütme odasında, tomurcuklanma başlangıcından hasata kadar plastik örtülü serada yetiştirilmiştir. Bitkinin büyüme ve çiçek üretimi üzerine uygulamaların etkileri araştırılmış olup elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

##### 4.1. Bitki Boyu

Humik asit ve azotlu gübre uygulamasının aslanağzı bitkisinin boy uzunluğuna olan etkilerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1' de verilmiştir. Humik asit uygulamasının aslanağzı bitkisinde bitki boyunun uzamasında etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Fakat azotlu gübre çeşitlerinin ( $P<0.01$ ) ve humik asit x azot formlarının ( $P<0.05$ ) bitki boyuna etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Aslanağzı bitkisinin bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları

VK	Sd	KT	KO	F
Humik asit (HA)	2	8.79	4.39	0.36 ö.d.
Azot formları (AF)	3	2072.7	690.92	57.021**
HA x AF	6	94.66	15.77	1.302*

\*: %5, \*\*: %1 seviyesinde önemli.

Humik asit ve azotlu gübre uygulamaları aslanağzı bitkisinin boy ortalamalarına etkisi Çizelge 4.2.'de gösterilmektedir. Aslanağzı bitkilerinin boyu 18.74 ile 40.42 cm arasında değişmiştir.

Çizelge 4.2. Aslanağzı bitkisinin boy ortalamaları (cm)

	N-U	AS	AN	Üre	Ortalama
HA-U	22.33 b	36.35 a	38.63 a	38.81 a	34.03
TKİ-Humas	18.74 b	40.42 a	38.34 a	33.87 a	32.84
HUM-Zn	20.06 b	36.87 a	38.29 a	39.29 a	33.63
Ortalama	20.37 B	37.88 A	38.42 A	37.32 A	
LSD <sub>HA</sub> ; 2.95    LSD <sub>N</sub> ; 3.41    LSD <sub>HAxN</sub> ; 5.90					

N: azot, U: uygulanmayan, HA: humik asit, AS: amonyum sülfat, AN: amonyum nitrat

Bitki boyu, uygulanan azotlu gübre ortalamasında amonyum nitrat 38.42 cm ile en fazla boy uzunluğuna sahip olurken, diğer azotlu gübreler de azot uygulanmayan kontrol

bitkilerine göre bitki boyunu artırmıştır. Aslanağzı bitkisinin boyuna humik asit uygulaması ve azot formlarının interaksyonu istatistiksel olarak etkili olduğu belirlenmiş, TKİ-humas ile amonyum sülfat uygulanan bitkilerde boy uzamasının (40.42 cm) en yüksek olduğu görülmüştür.

Bu araştırmanın sonuçlarına benzer şekilde, Aslan ve Sarihan (2021), humik asit ve azotlu gübre uygulamalarının lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.) bitkisinin bazı verim ve kalite özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmada, ilk yıl humik asit ve azotlu gübre uygulamalarının, bitki boyu üzerine etkisinin bulunmadığını ancak ikinci yılda humik asit uygulamasının bitki boyunu artırdığını belirlemiştir. Memon vd. (2014), aslanağzının bitki boyu humik asit uygulaması ile arttığını belirlemiştir. Bu artış, hücre uzamasının artmasına neden olan vejetatif büyüme için azot ihtiyacının dengelenmesinde, humik asidin olumlu etkisinin olmasından kaynaklanıyor olabilir (Salwa ve Eisa 2011). Çünkü azot, bitki dokularının ayrılmaz bir parçasıdır ve büyüme ve verim üzerinde doğrudan ve olumlu etkileri vardır ve süs bitkilerinin daha yüksek üretim ve tohum veriminde de kilit rol oynamaktadır (Delgado vd. 1998).

#### 4.2. Çiçek Boyu

Aslanağzı bitkisinin çiçek boyuna humik asit ve farklı azotlu gübre uygulamalarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Humik asit aslanağzı bitkisinin çiçek boyunun uzamasına istatistiki olarak etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Bunun yanı sıra aslanağzı bitkisinin çiçek boyuna azot formları ve humik asit x azot formlarının interaksyonunun etkisi önemli ( $P < 0.05$ ) bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Aslanağzı bitkisinin çiçek boyuna ait varyans analiz sonuçları

VK	Sd	KT	KO	F
Humik asit (HA)	2	0.052	0.026	0.260 ö.d.
Azot formları (AF)	3	0.529	0.176	1.752 *
HA x AF	6	1.912	0.319	3.167*

\*: %5 seviyesinde önemli.

Humik asit ve azotlu gübre çeşitleri uygulamasının aslanağzı bitkisinin çiçek boyu ortalamalarına ait değerler Çizelge 4.4.’de gösterilmektedir. Aslanağzı bitkilerinin çiçek boyu 4.51 - 5.20 cm arasında değişmiştir. Amonyum sülfat, amonyum nitrat ve üre uygulamalarının aslanağzı bitkisinin çiçek boyuna etkisi incelendiğinde, en yüksek amonyum nitrat gübresi uygulamasında çiçek boyunun ortalama 4.93 cm, üre gübresi

uygulandığında çiçek boyu ortalama 4.85 cm ve amonyum sülfat gübresi uygulandığında çiçek boyu ortalama 4.61 cm olduğu gözlenmiştir. Aslanağzı bitkisinin en yüksek çiçek boyu ortalaması humik asit uygulanmayan kontrol saksılarında yetiştirilen bitkilerden (4.87 cm) elde edilmiştir. Bunu TKİ-Humas gübresi uygulanan bitkilerde çiçek boyu ortalama 4.80 cm olurken, HUM-Zn uygulanan bitkilerde çiçek boyu ortalama 4.79 cm olduğu saptanmıştır.

İstatistiki olarak önemli bulunan humik asit x azotlu gübre formlarının interaksiyonuna göre HUM-Zn x üre uygulamasından (5.20 cm) elde edilmiştir.

Çizelge 4.4. Aslanağzı bitkisinin çiçek boyu ortalamaları (cm)

	N-U	AS	AN	Üre	Ortalama
HA-U	5.16 a	4.85 a	4.66 b	4.80 a	4.87
TKİ-Humas	4.94 a	4.58 b	5.12 a	4.53 b	4.80
HUM-Zn	4.51 b	4.41 b	5.02 a	5.20 a	4.79
Ortalama	4.87	4.61 B	4.93 A	4.85 AB	
LSD <sub>HA</sub> 0.27    LSD <sub>N</sub> 0.31    LSD <sub>HAxN</sub> 0.54					

N: azot, U: uygulanmayan, HA: humik asit, AS: amonyum sülfat, AN: amonyum nitrat

Bu çalışmaya benzeyen araştırmalar incelendiğinde, Yadav vd. (2000), kadife çiçeğine N (0, 60, 120, 180, 240 ve 300 mg kg<sup>-1</sup>) ve dikim öncesi çiftlik gübresi (FYM) (0, 0.5, 1.0 ve 2 kg m<sup>-2</sup>) uygulamasının çiçek kalitesi, çiçek boyu ve verimine etki ettiğini bildirmiştir. Çiçek boyu 120 mg kg<sup>-1</sup> N'ye kadar kademeli olarak artmıştır. Artan N seviyeleri ile çiçek ağırlığı artmış ve 180 mg kg<sup>-1</sup> N ile maksimum ağırlık (11.80 g) elde edilmiştir.

Khalaj vd. (2012), amonyum nitrat formunda farklı azot seviyeleri (0, 50, 100, 150, 200, 250 kg ha<sup>-1</sup>) ile yürüttüğü denemelerden elde edilen sonuçlara göre 200 kg N ha<sup>-1</sup> uygulamasının, çiçek sapı ve çiçek boyunu arttırdığını, gövde çapı ve soğan ağırlığı açısından sümbülteberin büyümesini ve verimini iyileştirdiğini saptamışlardır. Yapılan diğer çalışmalarda farklı dozlarda humik asit uygulamalarının gerbera bitkisinde çiçek sayısını artırıp kök gelişimini teşvik ederken (Nikbakht vd. 2008) kadife çiçeği, biber ve çilek bitkilerinin kök gelişimini arttırmıştır (Arancon vd. 2003).

Azot, vejetatif büyümeyi arttırmakta ve bitkinin çiçek açmak için harekete geçmesine yardımcı olmaktadır. Artan seviyelerde azot uygulaması ile çiçeklenme arttırılabilmektedir (Fan vd. 2005).

### 4.3. Çiçek Çapı

Humik asit ve azotlu gübre çeşitlerinin aslanağzı bitkisinde çiçek çapına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5' de verilmiştir. Çizelgede görüleceği üzere humik asit ve azotlu gübre uygulamasının aslanağzı bitkisinde çiçek çapına bir etkisinin olmadığı ancak humik asit x azot formları interaksiyonunun çiçek çapına etkisi önemli ( $P < 0.01$ ) bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Aslanağzı bitkisinin çiçek çapına ait varyans analiz sonuçları

VK	Sd	KT	KO	F
Humik asit (HA)	2	0.115	0.058	0.806 ö.d.
Azot formları (AF)	3	0.087	0.029	0.408 ö.d.
HA x AF	6	2.091	0.349	4.885**

\*\* : %1 seviyesinde önemli.

Humik asit ve azotlu gübre çeşitleri uygulamasının aslanağzı bitkisinin çiçek çapı ortalamalarına ait değerler Çizelge 4.6.'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.6. Aslanağzı bitkisinin çiçek çapı ortalamaları (cm)

	N-U	AS	AN	Üre	Ortalama
HA-U	3.51 ab	4.11 a	3.62 ab	3.29 b	3.63
TKİ-Humas	3.62 ab	3.40 ab	3.82 ab	3.39 ab	3.56
HUM-Zn	3.64 ab	3.38 ab	3.69 ab	4.07 ab	3.70
Ortalama	3.59	3.63	3.71	3.59	
LSD <sub>HA</sub> 0.226   LSD <sub>N</sub> 0.261   LSD <sub>HAxN</sub> 0.453					

N: azot, U: uygulanmayan, HA: humik asit, AS: amonyum sülfat, AN: amonyum nitrat

Amonyum sülfat, amonyum nitrat ve üre uygulamalarının aslanağzı bitkisinin çiçek çapı üzerine etkinliği incelendiğinde, en yüksek ortalama amonyum nitrat gübresi uygulanan bitkilerde gözlenmiş ve çiçek çapı ortalama 3,71 cm, amonyum sülfat gübresi uygulandığında çiçek çapı ortalama 3,63 cm ve üre gübresi uygulandığında çiçek çapının ortalama 3,59 cm olduğu gözlenmiştir.

Humik asit uygulamalarına göre aslanağzı bitkisinin en yüksek çiçek çapı HUM-Zn uygulanan bitkilerden (3.70 cm) elde edilmiştir. Çiçek çapı açısından bunu humik asit uygulanmayan kontrol bitkileri (3.63 cm) takip ederken, TKİ-Humas gübresi uygulanan bitkilerde ise çiçek çapının ortalama 3.56 cm olduğu bulunmuştur.

Humik asit x azot formu interaksiyonuna göre sadece amonyum sülfat gübresinin (humik asit uygulanmadan) uygulandığı bitkilerde çiçek çapı 4.11 cm ile en yüksek olarak

belirlenmiştir. En düşük çiçek çapı yine humik asit uygulanmadan üre uygulanan (3.29 cm) bitkilerde belirlenmiştir.

Aslanağzı bitkilerinin çiçek çapına azot formları ve humik asit uygulamalarının tek başına önemli etkisi belirlenmezken, amonyum nitrat gübresinin humik asitlerle uygulanmasında çiçek çapını artırdığı gözlenmiştir. Farklı dozlarda humik asit uygulamalarının bitkilerin çiçek verimi, çiçek kalitesi ve çiçek büyümesine etkisi üzerine birkaç çalışmada ele alınmıştır. Mohammadipour vd. (2012), kadife çiçeğinin çiçek gelişimi üzerine humik asit uygulamasının olumlu etkisinin olduğunu göstermiştir. Esringü vd. (2015) humik ve fulvik asit uygulamalarının camgüzeli bitkisinde tomurcuk sayısı ve çiçeklenme sayısını artırdığını belirtmiştir. Dudley vd. (2004), *Zinnia elegans* ve *Tagetes patula* bitkilerinde büyümenin erken evrelerinde humik maddelerin olumlu yönde bitki büyümesine etkilerinin bulunduğunu ve çiçek üretimini artırdığını belirlemiştir. Gezgin vd. (2012), humik ve fulvik asitin toprak mikro canlılarının işlenlerini artırıp, besin elementlerinin alınımını olumlu etkileyerek, bitkilerin çiçeklenmesini artırdığı ve kimyasal gübreleri etkinleştirdiğini bildirmiştir.

#### 4.4. Yaprak Eni

Aslanağzı bitkisinin yaprak enine humik asit ve farklı azotlu gübre uygulamalarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelgede görüleceği üzere humik asit, azotlu gübre çeşitlerinin uygulanmasının ve humik asit x azot formları karışımının aslanağzı bitkisinin yaprak eninin büyümesine etkileri önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Aslanağzı bitkisinin yaprak enine ait varyans analiz sonuçları

VK	Sd	KT	KO	F
Humik asit (HA)	2	100.481	50.240	12.742**
Azot formları (AF)	3	165.278	55.093	13.973**
HA x AF	6	115.741	19.290	4.892**

\*\* : %1 seviyesinde önemli.

Humik asit ve azotlu gübre çeşitleri uygulamasının aslanağzı bitkisinin yaprak eni ortalamalarına ait değerler Çizelge 4.8’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.8. Aslanağzı bitkisinin yaprak eni ortalamaları (mm)

	N-U	AS	AN	Üre	Ortalama
HA-U	18.35 c	21.31 bc	21.22 bc	24.85 ab	21.43 A
TKİ-Humas	18.50 c	20.51 bc	20.36 bc	28.84 a	22.05 A
HUM-Zn	16.58 c	20.57 bc	18.18 c	17.64 c	18.24 B
Ortalama	17.81 C	20.80 B	19.92 B	23.78 A	
	LSD <sub>HA</sub> 1.682	LSD <sub>N</sub> 1.943	LSD <sub>HAxN</sub> 3.365		

N: azot, U: uygulanmayan, HA: humik asit, AS: amonyum sülfat, AN: amonyum nitrat

Amonyum sülfat ve amonyum nitrat ve üre uygulamalarının aslanağzı bitkisinin yaprak eninin büyümesine etkinliği incelendiğinde, 23.78 mm ile üre gübresi en yüksek artışa neden olduğu, bunu sırasıyla ortalama 20.80 mm ile amonyum sülfat ve 19.92 mm ile amonyum nitrat gübresi takip etmiştir. Aslanağzı bitkisinin en yüksek yaprak eni büyümesi ortalaması TKİ-Humas gübresi uygulanarak yetiştirilen bitkilerden (22.05 cm) elde edilmiştir. Humik asit uygulanmayan kontrol saksılarında yetiştirilen bitkilerin yaprak eni büyümesi, HUM-Zn uygulamasından daha fazla olduğu belirlenmiştir. Humik asit x azot formlarının etkileri incelendiğinde, 28.84 mm ile TKİ-Humas x üre aslanağzı bitkilerinin yaprak enini artırmıştır.

Konu ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, Elkhateeb vd. (2011), aşılama biyo-gübreler ve humik asit kullanımının kontrole kıyasla akasya ağacında (*Acacia saligna*) yaprak alanını önemli ölçüde artırdığını belirtmişlerdir. Morard vd. (2011) humik asidin, besin alımını artırma ve hormon benzeri özellikleri ile yaprak alanı ve çiçek sayısını artırdığını bildirmiştir, bu da bizim sonuçlarımızla yakın bir uyum içindedir ve Nikbakht vd. (2008), 500 mg L<sup>-1</sup> humik asidin gerbera çiçeklerinde çiçek gelişiminde etkili olduğunu ve %52 verim artışı sağladığını bildirmiştir.

#### 4.5. Yaprak Boyu

Aslanağzı bitkisinin yaprak boyuna humik asit ve azotlu gübre çeşitlerinin uygulanmasının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da gösterilmektedir. Humik asit uygulamasının aslanağzı bitkisinin yaprak boyu üzerine etkinliğinin olmadığı gözlenmiştir. Ancak, azot formlarının (P<0.01) ve humik asit x azot formları interaksiyonunun (P<0.05) aslanağzı bitkisinde yaprak boyu üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Aslanağzı bitkisinin yaprak boyuna ait varyans analiz sonuçları

VK	Sd	KT	KO	F
Humik asit (HA)	2	108.636	54.318	1.292ö.d
Azot formları (AF)	3	3133.693	1044.564	24.851**
HA x AF	6	706.232	117.705	2.800*

\*: %5 seviyesinde önemli, \*\*: %1 seviyesinde önemli.

Humik asit ve azotlu gübre uygulamalarının aslanağzı bitkisinin yaprak boyu ortalamalarına ait değerler Çizelge 4.10'da gösterilmektedir. Amonyum sülfat, amonyum nitrat ve üre uygulamalarının aslanağzı bitkisinin yaprak boyuna etkisi incelendiğinde en yüksek değer üre gübresi uygulamasından (66.98 mm) elde edilmiştir.

Çizelge 4.10. Aslanağzı bitkisinin yaprak boyu ortalamaları (mm)

	N-U	AS	AN	Üre	Ortalama
HA - U	50.16 bcd	57.44 abc	50.70 bcd	75.04 a	58.34
TKİ-Humas	34.90 d	60.35 ab	57.94 abc	64.01 ab	54.30
HUM-Zn	40.37 cd	64.58 ab	53.75 bcd	61.88 ab	55.14
Ortalama	41.81 C	60.79 A	54.13 B	66.98 A	
LSD <sub>HA</sub> 5.493 LSD <sub>N</sub> 6.343 LSD <sub>HAxN</sub> 10.986					

N: azot, U: uygulanmayan, HA: humik asit, AS: amonyum sülfat, AN: amonyum nitrat

Aslanağzı bitkisinin yaprak boyu 34.90 ile 75.04 mm arasında değişmiş, en küçük değer azot uygulanmadan TKİ-Humas uygulanan bitkilerden elde edilmiştir. En yüksek yaprak boyu ise humik asit uygulanmadan üre uygulanan bitkilerden elde edilmiştir.

Bu çalışmada, humik asitin, azotlu gübre ile uygulanmasının, aslanağzı bitkisinin yaprak boyunu artırmada çok etkili olmadığı, üre gübresinin tek olarak uygulanmasının yaprak boyunu olumlu etkilediği görülmüştür. Benzer araştırmalarda, azot uygulamasının bitkilerde gelişmeyi teşvik ettiği, gelişmeye bağlı olarak bitkilerin yapraklarında sayı ve boyutlarında artışa yol açtığı belirtilmiştir (Amin 2011). Ürenin toprakta uzun süre kalması ve nitratin yıkanarak azot kaybının azaldığı dikkate alındığında, bitkilerin azot kazanımlarının daha kolay ve fazla olması da yaprak boyu artışında etkili olduğu düşünülmektedir. Ürenin nitrat olarak topraktan az kaybolmasına neden olabilecek etmenlere dair çalışmalar mevcuttur (Wu vd., 2007; MartinezAlcantara vd., 2013).

#### 4.6. Gövde Çapı

Aslanağzı bitkisinin gövde çapına uygulanmaların varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de gösterilmektedir. Azot formlarının aslanağzı bitkisinin gövde çapına etkisi önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur.

Çizelge 4.11. Aslanağzı bitkisinin gövde çapına ait varyans analiz sonuçları

VK	Sd	KT	KO	F
Humik asit (HA)	2	0.083	0.042	0.234 ö.d.
Azot formları (AF)	3	4.034	1.345	7.571**
HA x AF	6	0.620	0.103	0.582 ö.d.

\*\* : %1 seviyesinde önemli.

Humik asit ve azotlu gübre çeşitleri uygulamasının aslanağzı bitkisinin gövde çapı ortalamalarına ait değerler Çizelge 4.12’de gösterilmektedir. Amonyum sülfat, amonyum nitrat ve üre uygulamalarının aslanağzı bitkisinin gövde çapına etkisi incelendiğinde en yüksek değer (2.83 cm) üre gübresi uygulamasından elde edilmiştir. Ancak gövde çapında, uygulanan azotlu gübreler kontrol bitkilerine göre aynı etkiyi göstermiştir.

Çizelge 4.12. Aslanağzı bitkisinin gövde çapı ortalamaları (cm)

	N-U	AS	AN	Üre	Ortalama
HA-U	2.25	2.87	2.46	3.30	2.72
TKİ-Humas	2.18	2.80	3.00	3.01	2.75
HUM-Zn	2.28	2.93	2.96	2.17	2.59
Ortalama	2.24 B	2.87 A	2.81 A	2.83 A	
	LSD <sub>HA</sub> 0.357	LSD <sub>N</sub> 0.412	LSD <sub>HAxN</sub> 0.714		

N: azot, U: uygulanmayan, HA: humik asit, AS: amonyum sülfat, AN: amonyum nitrat

Bu çalışmayla benzemeyen şekilde, Nikbakht vd (2008), humik asit uygulamasının gerbera bitkilerinin gövde çapının büyümesini ve çiçeklenmesini artırdığını saptamışlardır. Çalışmamızla benzer olarak Mjeed ve Ali (2017), aslanağzı bitkisine üç farklı azot dozu (0, 140 ve 280 mg kg<sup>-1</sup>) ve gyttja uygulamasının bitki büyümesine etkinliğini incelemiş ve çalışma sonucunda verimsiz toprağa azotlu gübre ile gyttja eklenmesinin bitkilerin morfolojik özelliklerini iyileştireceğini tespit etmişlerdir.

#### 4.7. Klorofil

Aslanağzı bitkisinin klorofil düzeyine humik asit ve azotlu gübre çeşitlerinin uygulanmasının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13’de gösterilmektedir. Humik asit

uygulaması ( $P<0.05$ ), azot formları ( $P<0.01$ ) ve humik asit x azotlu gübre interaksyonu ( $P<0.01$ ) aslanağzı bitkisinin klorofil düzeyine etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Aslanağzı bitkisinin klorofil içeriğine ait varyans analiz sonuçları

VK	Sd	KT	KO	F
Humik asit (HA)	2	1262.450	631.225	4.411*
Azot formları (AF)	3	46067.692	15355.897	107.317**
HA x AF	6	8205.965	1367.661	9.558**

\*: %5 seviyesinde önemli. \*\*: %1 seviyesinde önemli.

Humik asit ve azotlu gübre çeşitleri uygulamasının aslanağzı bitkisinin klorofil düzeyi ortalamalarına ait değerler Çizelge 4.14’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.14. Aslanağzı bitkisinin klorofil içeriği ortalamaları (CM birimi)

	N-U	AS	AN	Üre	Ortalama
HA- U	156.7 def	180.1 cd	186.2 cd	213.8 abc	184.2 B
TKİ-Humas	133.7 ef	237.2 ab	163.3 de	248.7 a	195.7 A
HUM-Zn	125.8 f	202.1 bc	163.7 de	237.8 a	182.3 B
Ortalama	138.7 D	206.5 B	171.1 C	233.4 A	
LSD <sub>HA</sub>	10.135	LSD <sub>N</sub> 11.703	LSD <sub>HAxN</sub> 20.270		

N: azot, U: uygulanmayan, HA: humik asit, AS: amonyum sülfat, AN: amonyum nitrat

Amonyum sülfat, amonyum nitrat ve üre uygulamalarının aslanağzı bitkisinin klorofil düzeyine etkinliği incelendiğinde, en yüksek klorofil değeri üre gübresi uygulamasında ortalama 233.4 CM, amonyum sülfat uygulamasında klorofil değeri ortalama 206.5 CM ve amonyum nitrat gübresi uygulandığında klorofil değeri ortalama 171.1 CM birimidir.

Aslanağzı bitkisinde en yüksek klorofil içeriği TKİ-Humas gübre uygulanan bitkilerden elde edilmiş olup ortalama 195.7 CM değerindedir. Humik asit uygulanan kontrol bitkilerinde ise klorofil düzeyi 184.2 CM olurken, HUM-Zn uygulanan bitkilerde klorofil düzeyinin ortalama 182,3 CM birimi olduğu saptanmıştır. Humik asit x azot formları interaksyonuna göre 248.7 CM birimi ile TKİ-humas x üre kombinasyonu (248.7 CM birimi) klorofil içeriğine etkisi yüksek bulunmuştur.

Russo ve Berlyn, (1990) araştırmalarında humik asit uygulaması ile otların fotosentetik etkinliği ve klorofil içeriklerinin arttırıldığı sonucuna varmışlardır. Fan vd. (2015) araştırmasında krizantemde humik asitin yapraklara uygulanmasının yapraklardaki

klorofil içeriğini, net fotosentez oranını, çözünür şeker ve protein içeriğini iyileştirdiğini ve çiçek boyutlarını, taze ağırlığı, vazo ömrünü ve antioksidan aktivitelerini arttırdığını saptamışlardır.

Azot, fotosentez için gerekli olan klorofil sentezi için gereklidir. Bu nedenle, düşük azot ve klorofil seviyeleri, enerji kullanımında bozulmalara ve bitki besin elementlerinin alımı ve gelişme için karbonhidrat üretimi gibi temel işlevleri yerine getirme yeteneğinin azalmasına yol açacaktır. Yaprakların klorofil içeriği, bitkideki N içeriği ile de ilişkili olabilir. Bu ilişki, öncelikle yapraklardaki toplam N'nin %50-70'inin kloroplastlarla ilişkili enzimlere dahil edilmesine atfedilebilir (Lana vd. 2012). Silva Júnior (2013), orkide bitkilerinde kontrollere kıyasla üre uygulanan bitkilerin klorofil oranında bir artış gözlemlendiğini ve ürenin bitkilerin mezofilinde ve klorofil içeriğinde değişikliklere neden olarak fotosentetik dokuların gelişimini desteklediğini bildirmiştir.

#### 4.8. Yaş Ağırlık

Aslanagzı bitkisinin yaş ağırlığına humik asit ve azotlu gübre çeşitlerinin uygulanmasının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'de gösterilmektedir. Yalnız azotlu gübre çeşitlerinin aslanagzı bitkisinin yaş ağırlığına etkisi önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Aslanagzı bitkisinin yaş ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

VK	Sd	KT	KO	F
Humik asit (HA)	2	71.46	35.73	2.49 ö.d.
Azot formları (AF)	3	6658.93	2219.64	154.92**
HA x AF	6	203.53	33.92	2.36 ö.d.

\*\* : %1 seviyesinde önemli.

Humik asit ve azotlu gübre çeşitleri uygulamasının aslanagzı bitkisinin yaş ağırlık ortalamalarına ait değerleri Çizelge 4.16'da gösterilmektedir. Amonyum sülfat, amonyum nitrat ve üre uygulamalarının aslanagzı bitkisinin yaş ağırlığına etkisi incelendiğinde, yaş ağırlığın en yüksek olduğu değer amonyum nitrat gübre uygulamasından (38.58 g) elde edilmiştir. AS gübresi uygulamasında ortalama 38.24 g ve üre gübresi uygulamasında ise ortalama 38.12 g yaş ağırlık saptanmıştır.

Çizelge 4.16. Aslanağzı bitkisinin yaş ağırlık ortalamaları (g)

	N-U	AS	AN	Üre	Ortalama
HA-U	7.10	42.79	38.67	38.06	31.66
TKİ-Humas	5.07	37.09	33.44	38.34	28.49
HUM-Zn	8.56	34.85	43.63	37.96	31.25
Ortalama	6.91 B	38.24 A	38.58 A	38.12 A	
	LSD <sub>HA</sub> 3.207	LSD <sub>N</sub> 3.703	LSD <sub>HAxN</sub> 19.20		

N: azot, U: uygulanmayan, HA: humik asit, AS: amonyum sülfat, AN: amonyum nitrat

Aslanağzı bitkisinin en yüksek yaş ağırlık ortalaması humik asit uygulanmayan kontrol bitkilerinden (31.66 g) elde edilmiştir. HUM-Zn uygulanan bitkilerde yaş ağırlık ortalaması 31.25 g olurken, TKİ-Humas gübre uygulanan bitkilerde yaş ağırlığının ortalama 28.49 g olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmanın sonuçlarına benzemekle birlikte, Jack ve Evans (2000), humik asit uygulamalarının kadife çiçeği ve sardunya da taze ağırlığını artırdığını, Mohammadipour vd (2012), çalışmasında kadife çiçeğinde humik asit uygulamasından maksimum taze çiçek ağırlığı elde edildiğini bildirmiştir. Yine bu bulguları Fan vd. (2015) de humik asit uygulamasının Kasımpatı çiçeklerinin taze ağırlığını artırdığı şeklinde sonucu saptamıştır.

Bu çalışmada azot uygulamasının bitkinin taze ağırlığına sadece humik asit uygulanmasından daha etkili olduğunu göstermiştir. Mjeed ve Ali (2017), gytja ve azot uygulamalarının, aslanağzı bitkisinin taze ağırlığını azotun artırdığını bildirmiştir.

#### 4.9. Kuru Ağırlık

Aslanağzı bitkisinin kuru ağırlığına humik asit ve azotlu gübre çeşitlerinin uygulanmasının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17'de gösterilmektedir. Humik asit uygulaması ( $P<0,05$ ), azotlu gübre çeşitlerinin ( $P<0,01$ ) ve humik asit x azotlu gübre interaksyonunun ( $P<0,01$ ) aslanağzı bitkisinin kuru ağırlığına etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.17. Aslanağzı bitkisinin kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

VK	Sd	KT	KO	F
Humik asit (HA)	2	4.333	2.166	4.801*
Azot formları (AF)	3	262.518	87.506	193.928**
HA x AF	6	14.342	2.390	5.297**

\*: %5 seviyesinde önemli. \*\*: %1 seviyesinde önemli.

Humik asit ve azotlu gübre çeşitleri uygulamasının aslanağzı bitkisinin kuru ağırlığına etkisini gösteren değerler Çizelge 4.18’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.18. Aslanağzı bitkisinin kuru ağırlık ortalamaları (g)

	N-U	AS	AN	Üre	Ortalama
HA-U	1.38 c	8.30 ab	7.38 ab	6.88 b	5.99 B
TKİ-Humas	1.12 c	7.39 ab	6.80 b	7.76 ab	5.77 B
HUM-Zn	1.83 c	6.76 b	9.35 a	8.42 ab	6.59 A
Ortalama	1.44 B	7.48 A	7.85 A	7.69 A	
LSD <sub>HA</sub>	0.569	LSD <sub>N</sub> 0.657	LSD <sub>HAxN</sub> 1.138		

N: azot, U: uygulanmayan, HA: humik asit, AS: amonyum sülfat, AN: amonyum nitrat

İstatistiksel olarak azotlu gübre uygulamaları kontrole göre artış sağlamış ve birbirinden farklı bir etki göstermemiş olmasına rağmen amonyum nitrat gübresi bitki kuru ağırlığına azot uygulamalarının ortalamasına göre en yüksek artışı (7.85 g) sağladığı görülmüştür. Humik asit uygulamaları için ise HUM-Zn’nin (6.59 g) hem kontrol hem de TKİ-humas uygulamasına göre kuru maddeyi arttırdığı belirlenmiştir. Kuru ağırlık 1.12 ile 9.35 g arasında değişmiş, en fazla HUM-Zn ile amonyum nitrat gübresinin birlikte uygulanmasından elde edilmiştir.

Kamari Shahmaleki (2010) ve Abdel-Mawgoud (2007) çalışmalarında, humik asidin besin maddelerini alma yeteneğinin bitkilerin kuru biyokütlesi üzerinde olumlu etkilerinin bulunduğunu belirterek çalışmamızda elde edilen sonuçları desteklemektedir. Elde edilen sonuçlara göre humik asit ve azotlu gübre çeşitlerinin uygulanması aslanağzı bitkisinde kuru ağırlığın arttırılmasında etkili olduğunu göstermiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, humik asit ve azot uygulamalarının aslanağzı (*Antirrhinum majus* L.) bitkisinin büyüme ve çiçek üretimi üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada, aslanağzı bitkisinin Bitki boyuna azotlu gübre çeşitlerinden amonyum nitrat gübresi ve interaksiyonda TKİ-Humas + amonyum sülfat en fazla artış sağlamıştır. Çiçek boyunun artışına, HUM-Zn + üre uygulaması etkili olmuştur. Çiçek çapı, humik asit uygulanmayan kontrol bitkilerine amonyum sülfat gübresinin uygulanmasıyla etkili büyüme sağlamıştır. Yaprak eninde, TKİ + üre uygulamasının bitkilerde artış olduğu belirlenmiştir.

Yaprak boyu, üre gübresinden olumlu etkilenmiş ancak HUM-Zn + amonyum sülfat gübresi ile en yüksek uzama sağlamıştır. Yaprak eni TKİ humasdan, kuru ağırlık HUM-Zn uygulamasından etkilenmiştir. Gövde çapı, en yüksek üre gübresi uygulamasından olumlu etkilenmiştir. Bitki yaş ağırlığı, amonyum nitrat gübresi ile artmıştır. Bitki kuru ağırlığı, HUM-Zn + üre gübresi uygulamasından olumlu etkilenmiştir.

Farklı humik asit uygulamaları bitkinin gelişimine farklı etkilerde bulunmuştur. Bitkinin gövde ve yaprak büyümesine topraktan uygulanan TKİ-Humas uygulaması en çok etki ederken, humik asit ve azot formları karışımının bitkinin çiçek kalitesine etkisi önemli bulunmuştur. Gövde çapı, yaprak eni ve yaprak boyunun uzamasına en yüksek üre gübre uygulamasının etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Klorofil içeriği TKİ-Humas + üre uygulamasından olumlu etkilenmiştir. Araştırmadaki sonuçların uygulamaların herbir incelenen özellik için farklı yorumlamalara yol açtığı görülmüştür. Genelleme yapılacak olursa bitkinin büyümesinin ve veriminin en çok yansıttığı kuru ağırlığa HUM-Zn + üre uygulamasının etkili olduğu söylenebilir. Bunun nedeni de, HUM-Zn'nin, çinko içermesi ve çinkonun çiçeklenmede olumlu etkisinin olduğu şekilde açıklanabilir. Ancak humik asit uygulamasının gübrelerle birlikte bitkilerin gelişimine olumlu etkide bulunduğu gösterilmiştir. Bu araştırma ileride farklı arazi ve uygulama dozlarını içeren azot ve humik asit ile çalışılmasının üreticiyi yönlendirmede önemli sonuçların elde edilmesini sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abbas, T., S., Ahmad, M., Ashraf, M., Adnan Shahid, M., Yasin, R., Mukhtar Balal, M.A., Pervez, S., (2013). *Effect of humic and application at different growth stages of kinnow mandarin (Citrus reticulata blanco) on the basis of physio-biochemical and reproductive responses*, Academia J. Biotechnol, 1:014–020.
- Abdel-Mawgoud, A.M.R., El-Greadly, N.H.M., Helmy, Y.I., Singer, S.M., (2007). *Responses of Tomato Plants to Different Rates of Humic-based Fertilizer and NPK Fertilization*, Journal of Applied Sciences Research., 3:169-174.
- Adesemoye A.O., Obini, M., Ugoji E.O., (2008). *Comparison of plant growth promotion with Pseudomonas aeruginosa and Bacillus subtilis in three vegetables*. Brazilian J. Microbiol., 39, 423–426.
- Ahmad, I., R.U., Saquib, M., Qasim, M., Saleem, A., Khan, S., Yaseen, M., (2013). *Humic acid and cultivar effects on growth, yield, vase life, and corm characteristics of gladiolus*, Chil. J. Agric. Res., 73:339–344.
- Ahmed, O. H., Aminuddin, H., & Husni, M. H. A. (2006). *Reducing ammonia loss from urea and improving soil-exchangeable ammonium retention through mixing triple superphosphate, humic acid and zeolite*. Soil Use and Management, 22(3), 315-319.
- Amin, M.E.H., (2011). *Effect of different nitrogen sources on growth, yield and quality of fodder maize (Zea mays L.)*. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 10:17–23.
- Arancon, N. Q., Lee, S., Edwards, C. A., & Atiyeh, R. (2003). *Effects of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicomposts on growth of greenhouse plants: the 7th international symposium on earthworm ecology*. Cardiff· Wales· 2002. Pedobiologia, 47(5-6), 741-744.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Lee, S., Byrne, R., (2006). *Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth*. Eur. J. Soil Biol. 42, S65–S69.
- Arancon, N.Q., Yardin, E., Edwards, C.A., Lee, S., (2003). *The trophic diversity of nematode communities in soils treated with vermicomposts*, Pedobiologia, 47:731-735.
- Asghari, R., (2014). *Comparing the Effects of Growth Bed and Planting Density on the Growth and Flowering Characteristics of Snapdragon*, Agricultural Higher Education Center, Karaj, Iran, pp, 2305- 6622.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Atafar, Z., A. Mesdaghinia, J. Nouri, M. Homaei, M. Yunesian, M. Ahmadimoghaddam and A.H. Mahvi. (2010). *Effect of fertilizer application on soil heavy metal concentration*. Environment Monit Assess, 160(1-4): 83-89.
- Aulakh, M., Grant, C.A., (2008). *Integrated Nutrient Management for Sustainable Crop Production* (1st ed.).
- Baldotto, M. A., Baldotto, L. E. B., (2013). *Gladiolus development in response to bulb treatment with different concentrations of humic acids*. Revista Ceres 60:138-142.
- Baligar, V.C., Fageria, N.K., He, Z.L., (2001). *Nutrient use efficiency in plants*, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 32: 921–950.
- Bashan Y., (1998). *Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture*, Biotechnology Advances, 16(4):729-770.
- Boguta, P., Skic, K., Sokołowska, Z., Frąc, M., Sas-Paszt, L., (2021). *Chemical transformation of humic acid molecules under the influence of mineral, fungal and bacterial fertilization in the context of the agricultural use of degraded soils*, Molecules, 26(16): 4921.
- Boran, S., (2008). *Overview cut flower sector*. Izmir chamber of commerce, AR and GE bulletin Novemebr-2008, Izmir, Turkey.
- Chang, L., Wu, Y., Xu, W., Nikbakht, A., 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.
- Chen, Y., Aviad, T., (1990). *Effects of humic substances on plant growth. Humic substances in soil and crop sciences*, Selected readings, 161-186.
- Chen, Y., Avnimelech, Y., (2012). *The role of organic matter in modern agriculture*, Springer Science & Business Media.144(25):458-462.
- Chen, X.G., Ding, Y.F., Tang, Z.H., Wei, M., Shi, X.M., Zhang, A.J., Li, H.M., (2015). *Suitable nitrogen rate for storage root yield and quality of sweet potato*. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 21: 979–986
- Chen, X.G., Kou, M., Tang, Z.H., Zhang, A.J., Li, H.M. (2017). *The use of humic acid urea fertilizer for increasing yield and utilization of nitrogen in sweet potato*, Plant Soil Environ., 63: 201–206.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Chen, Q., Yuan, Y., Hu, Y., Wang, J., Si, G., Xu, R., Zhang, G. (2021). *Excessive nitrogen addition accelerates N assimilation and P utilization by enhancing organic carbon decomposition in a Tibetan alpine steppe*. *Science of the Total Environment*, 764, 142848.
- Comba L. Corbet S.A., Bird, B.A., Collinge S., Miyazaki N., (1999). *Garden Flowers: Insect Visits and the Floral Reward of Horticulturally-modified*. *Variants*, 83(1):73-86.
- Coonan, E.C.; Kirkby, C.A.; Kirkegaard, J.A.; Amidy, M.R.; Strong, C.L.; Richardson, A.E. (2020). *Microorganisms and Nutrient Stoichiometry as Mediators of Soil Organic Matter Dynamics*. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 117, 273–298.
- Delgado, V.F., Lopez, O.P., Gonzalez, E.A., (1998). *Effect of sunlight illumination on marigold flowers meals and egg yolk pigmentation*. *J Agric. Food Chem.* 46:698-706.
- Dong, L., Córdova-Kreylos, A. L., Yang, J., Yuan, H., & Scow, K. M. (2009). *Humic acids buffer the effects of urea on soil ammonia oxidizers and potential nitrification*. *Soil Biology and Biochemistry*, 41(8), 1612-1621.
- Dong, L.H., Yang, J.S., Wang, E.T., Yuan, H.L., Chen, W.X., (2008). *Chemical characteristic and influences of two fractions of Chinese lignite humic acids on urease*. *European Journal of Soil Biology* 44, 166–171.
- Dong, L.H., Yuan, Q., Yuan, H.L., (2006). *Changes of chemical properties of humic acids from crude and fungal transformed lignite*. *Fuel* 85, 2402–2407.
- Dudley, J.B., Pertuit, A.J., Toler, J.E., (2004). *Leonardite influences zinnia and marigold growth*. *Hort Science*, 39: 251-255.
- El-Bassioug, H.S.M., Bakry, B.A., El-Monem Attia, A.A., Abd Allah, M.M., (2014). *Physiological role of humic acid and nicotinamide on improving plant growth, yield, and mineral nutrient of wheat (Triticum durum) grown under newly reclaimed sandy soil*, *Agric. Sci.* 5:687–700.
- Elkhateeb, M A., El-Leithy, A.S., Aljemaa, B.A., (2011). *Effect of Mycorrhizal Fungi Inoculation and Humic Acid on Vegetative Growth and Chemical Composition of Acacia saligna Labill. Seedlings under Different Irrigation Intervals*, *J. Hort. Sci. Ornament Plants.*, 3(3): 283-289.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Enwall, K., Nyberga, K., Bertilssonb, S., Cederlunda, H., Stenstroma, J., Hallin, S., (2007). *Long-term impact of fertilization on activity and composition of bacterial communities and metabolic guilds in agricultural soil*. Soil Biology and Biochemistry 39, 106–115.
- Erisman, J.W., Sutton, M.A., Galloway, J., Klimont, Z., Winiwarter, W., (2008). *How a century of ammonia synthesis changed the world*. Nature Geoscience, 1: 636–639.
- Esringü, A., Sezen, I., Aytatlı, B., Ercişli, S., (2015). *Effect of humic and fulvic acid application on growth parameters in Impatiens walleriana L.*, Akademik Ziraat Dergisi, 4(1):37-42 .
- Fageria, N. K., Baligar, V.C., (2005). *Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants*. Advances in agronomy, 88, 97-185.
- Fan, MF, Jiang, R, Liu, X, Zhang, F, Lu, S., (2005). *Interaction between noon-flooded mulching cultivation and varying nitrogen inputs in rice-wheat rotations*, Field Crops Res. 91:307-318.
- Fan, H. M., Wang, X. W., Sun, X., Li, Y. Y., Sun, X. Z., Zheng, C. S., (2014). *Effects of humic acid derived from sediments on growth, photosynthesis and chloroplast ultrastructure in chrysanthemum*. Scientia Horticulturae, 177, 118-123.
- Fan, H., Li, T., Sun, X., Zheng, C., (2015). *Effects of humic acid derived from sediments on the postharvest vase life extension in cut chrysanthemum flowers*, Postharvest Biology and Technology, 101:82–87.
- Ferrara, G., Brunetti, G., (2010). *Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (Vitis vinifera L.) cv Italia*. Span. J. Agric. Res., 8(3):817–822.
- Frink, C.R., Waggoner, P.E. and Ausubel, J.H., (1999). *Nitrogen Fertilizer: Retrospect and Prospect*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 96, 1175-1180.
- Gadimov, A., Ahmaedova, N., & Alieva, R. C. (2007). *Symbiosis nodules bacteria Rhizobium leguminosarum with peas (Pisum sativum) nitrate reductase, salinification and potassium humate*. Trans. Inst. Microbiol. Azerbaijan Natl. Acad. Sci. Baku, 4, 158-163.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gezgin, S., Dursun, N., Yılmaz, F. G. (2012). *Bitki yetiştiriciliğinde humik ve fulvik asit kaynağı olan TKİ-humasın kullanımı*. SAÜ Fen Edebiyat Dergisi, 1, 159-163.
- Grenthe, I., Puigdomenech, I., (1997). *Modelling in Aquatic Chemistry*, OECD Nuclear Energy Agency, Paris, 154.
- Haghighi, M., Nikbakht, A., Xia, Y. P., Pessarakli, M., (2014). *Influence of humic acid in diluted nutrient solution on growth, nutrient efficiency, and postharvest attributes of gerbera*. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 45(2), 177-188.
- Hasan, A. M., (2019). *Effect of foliar application of humic acid and benzyladenine on growth and flowering of pot marigold (Calendula officinalis L.)*. Journal of Duhok University, 22(1), 69-77.
- Hasegawa, R.H., Fonseca, H., Fan celli, A.L., Dasilva, V.N., Schammas, E.A., Reis, T.A., Corrêa, B., (2008)., *Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains*, Food Control. 19: 36–43.
- Hatipoğlu, A. Gülgün, B., (1999). *Tek ve Çok Yıllık Mevsimlik Çiçekler*, Kent Matbaası, İzmir, 208 s.
- Heil, C.A., (2005). *Influence of humic, fulvic and hydrophilic acids on the growth, photosynthesis and respiration of the dinoflagellate Prorocentrum minimum (Pavillard) Schiller*. Harmful Algae 4, 603–618.
- Hosseini, Farahi, M.A., Aboutalebi, S., Eshghi, M., Dastyaran, F., Yosefi F., (2013). *Foliar application of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of Aromas, strawberry in soilless culture*, Agric. Commun, 1:13–16.
- Hu, X., Gu, H., Liu, J., Wei, D., Zhu, P., Zhou, B., Wang, G. (2022). *Metagenomics reveals divergent functional profiles of soil carbon and nitrogen cycling under long-term addition of chemical and organic fertilizers in the black soil region*. Geoderma, 418, 115846.
- Jack, A. H., Evans, M. R. (2000). *Humic acid seed and substrate treatments promote seedling Root Development*. Hort Science, 35: 1231–1233.
- Ju, X.T., Kou, C.L., Zhang, F.S., Christie, P., (2002). *Nitrogen balance and groundwater nitrate contamination: Comparison among three intensive cropping systems on the North China Plain*. Environmental Pollution, 143: 117–125.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kamari Shahmaleki, S., Peyvast, Q., Olfati, J. (2010). *Effect of organic fertilizer and foliar application of humic acid on marigold*. Journal of Horticultural Sciences., 24(2): 149-153.
- Kazemi, M., (2013). *Effect of foliar application of humic acid and potassium nitrate on cucumber growth*. Bull. Environ. Pharmacol, Life Sci., 11:03–06.
- Khalaj, M.A., Edrisi, B., (2012). *Effect of plant spacing and nitrogen levels on quantity and quality characteristics of tuberose (Polianthes tuberosa L.) under field experiment*, Indian journal of Agriculture Science, 2(3):244-255.
- Lana, M. D. C., Dartora, J., Marini, D., Hann, J. E. (2012). *Inoculation with Azospirillum, associated with nitrogen fertilization in maize*. Revista Ceres, 59, 399-405.
- Li, G., Evens, M.R., (2000). *Humic acid substrate treatments and foliar spray application effects on root growth and development of seedlings*. HortScience 35:434.
- Liang, T.B., Wang, Z.L., Liu, L.L., Wang, R.J., Chen, X.G., Zhang, X.D., Shi, C.Y., (2007). *Effects of humic acid urea on yield and nitrogen absorption, assimilation and quality of ginger*. Plant Nutrition and Fertilizer Science 13, 903–909.
- Lindsay, W.L. Norvell, W.A., (1978). *Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper*. Soil Science Society of America Journal, 42:421-428.
- Liu, X.J., Zhang, Y., Han, W.X., Tang, A.H., Shen, J.L., Cui, Z.L., Vitousek, P., Erisman, J.W., Goulding, K., Christie, P., Fangmeier, A., Zhang, F.S., (2013). *Enhanced nitrogen deposition over China*, Nature, 494: 459–462.
- Loeppert, R.H., Suarez, D.L., (1996). *Carbonate and gypsum*. In: *Methods of Soil Analysis*. Part 3. Chemical Methods, pp. 437-474. Edited by D.L. Spark. Madison, Wisconsin, USA.
- MacCarthy, P., (2001). *The Principles of Humic Substances*, Soil Science, 166: 738-739.
- MacCarthy, P., C. E. Clapp, Malcolm R. L., (1990). *An introduction to soil humic substances*, In: P. MacCarthy et al. (eds.). *Humic substances in soil and crop sciences: selected readings*. American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 1-12.
- Martinez-Alcantara, B., Quinones, A., Polo, C., Primo-Millo, E., Legaz, F. (2013). *Use of nitrification inhibitor DMPP to improve nitrogen uptake efficiency in citrus trees*. Journal of Agricultural Science, 5(2): 1-18.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Memon, S.A., Khetran, K. (2014). *Effect of humic acid and calcium chloride on the growth and flower production of Snapdragon (Antirrhinum majus L.)*. International Journal of Agricultural Technology, 10(6):1549-1561.
- Mjeed, A.M., Ali, M.A., (2017). *Effect of Gytija and Nitrogen Applications on Growth and Flowering of Snapdragons (Antirrhinum majus L.) Plant in the Two Soils Depth*, Kurdistan Journal of Applied Research (KJAR), 2 (1).
- Mohammadipour, E., Golchin, A., Mohammadi, J., Negahdar, N., Zarchini, M., (2012). *Effect of humic acid on yield and quality of marigold (Calendula officinalis L.)*. Annals of Biological Research, 11:5095-5098.
- Mora, V., Bacaicoa, E., Zamarreño, A.M., Aguirre, E., Garnica, M., Fuentes, M., García-Mina, J.M., (2010). *Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients*. J. Plant Physiol. 166, 633–642.
- Morard, P., Eyheraguibel, B., Morard, M., Silvestre, J. (2011). *Direct effects of humiclike substance on growth, water, and mineral nutrition of various species*, J of Plant Nutr 34:46–59.
- Nardi, S., G., Concheri, G., Dell’Agnola, G., (1996). *Biological activity of humus*, pp. 361-406. In A. Piccolo (ed.). *Humic Substances in Terrestrial Ecosystems*. Elsevier, New York.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., Vianello, A., (2002). *Physiological effects of humic substances on higher plants*, Soil Biology and Biochemistry, 34(11):1527-1536
- Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, P.Y., Luo, A., Etemadi, N., (2008). *Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera*. Journal of Plant Nutrition, 31: 2155–2167.
- Ören, Y., (2007). *Farklı zamanlarda uygulanan Humik asit ve çinko (Zn) dozlarının pamukta (G. hirsutum L.) verim, verim komponentleri ve lif kalite özellikleri üzerine olan etkisinin saptanması*, Master tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Pertusatti, J., Prado, A.G.S., (2007). *Buffer capacity of humic acid: thermodynamic approach*. Journal of Colloid and Interface Science 314, 484–489.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Pena-Mendez E.M., Havel, j., Patocka J., (2005). *Humic substances ñ compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine*, Journal of Applied Biomedicine, 3:13-24.
- Peoples, M.B., Craswell E.T., (1992). *Biological nitrogen fixation: investments, expectations and actual contributions to agriculture*, Plant Soil, 141 (1992), pp. 13-39
- Pettit, R. E., (2004). *Organic matter, humus, humate, humic acid, fulvic acid and humin: their importance in soil fertility and plant health*, CTI Research, 10, 1-7.
- Piccolo A., (2002). *The supramolecular structure of humic substances: a novel understanding of humus chemistry and implications in soil science*. Adv. Agron., 75, pp. 57-134.
- Richards, L.A., (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*. U.S.A:U.S. Department of Agriculture, Handbook 60.
- Rostami, M., Shokouhian, A., Mohebodini, M., (2022). *Effect of Humic Acid, Nitrogen Concentrations and Application Method on the Morphological, Yield and Biochemical Characteristics of Strawberry 'Paros'*. International Journal of Fruit Science, 22(1), 203-214.
- Russo, R.O., Berlyn, G.P. (1992). *Vitamin-humic-algal root biostimulant increases yield of green bean*. HortScience, 27:847.
- Salman, S.R., Abou-hussein, S.D., Abdel-Mawgoud, A.M.R., El-Nemr. M.A., (2005). *Fruit yield and quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application*, J. Appl. Sci. Res., 1:51–58.
- Salwa A. Eisa. I ., (2011). *Effect of amendments, humic and amino acids on increases soil fertility, yields and seeds quality of peanut and sesame on sandy soils*. Research Journal of Agriculture and Biological Science 7.1 (2011): 115-125.
- Sarı, Ö., Çelikel, F. G. Yaşar, H., (2022). *Current Status and the Last Locations of Turkey's Native Buxus species (Buxus sempervirens L. and Buxus balearica Lam.) Under Threats*. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (2), 179-196
- Schnitzer, M., Monreal, C. M., (2011). *Quo vadis soil organic matter research? A biological link to the chemistry of humification*. Advances in agronomy, 113, 143-217.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Serek, M., Sisler, E.C., Reid, M.S., (1995). *Effects of 1-MCP on the Vase Life and Ethylene Response of Cut Flowers*, Plant Growth Regul, 16, 93–97.
- Silva Júnior, J. M. D., Rodrigues, M., Castro, E. M. D., Bertolucci, S. K. V., Pasqual, M. (2013). *Changes in anatomy and chlorophyll synthesis in orchids propagated in vitro in the presence of urea*. Acta Scientiarum. Agronomy, 35, 65-72.
- Soil Survey Staff, USDA (United States Department of Agriculture), (1951). *Soil Survey Manual. Handbook No. 18, Bureau of Plant Industry, Soils and Agricultural Engineering, United States Department of Agriculture, Washington DC, 205.*
- Song, Q. N., Yang, Q. P., Yu, D. K., Fang, K., Zhao, G. D., Yu, S. B. (2013). *The effects of forest conversion on soil N mineralization and its availability in central Jiangxi subtropical region*, Acta Ecol. Sin., 33(22), 7309–7318.
- Sparks, D. L. (2003). *Environmental Soil Chemistry*, Second Edition, Academic Press, San Diego, pp. 82.
- Spiertz, J.H.J., (2009). *Nitrogen, sustainable agriculture and food security: A review*. Agronomy for Sustainable Development, 30: 43–55.
- Sposito, G., (1996). *The Environmental Chemistry of Aluminum*, CRC Pres, 186.
- Stuart, D., Basso, B., Marquart-Pyatt, S., Reimer, A., Robertson, G.P., Zhao, J.H., (2015). *The need for a coupled human and natural systems understanding of agricultural nitrogen loss*, BioScience, 65: 571–578.
- Tai-bo, C., W. Zhen-lin, L. Lan-ian, W. Ru-Juan, C. Xiao-guang, Z. Xiao-dong, S. Chun-yu. (2007). *Effects of humic acid urea on yield and nitrogen absorption, assimilation and quality of ginger*. J. Plant Nutr. Fert 13:903.
- Tan, K. H. (1998). *Principles of Soil Chemistry*. (3rd edition), p: 267. Marcel Dekker, Inc. New York, USA.
- Thorn K.A. Folan D.W., MacCarthy P. (1989). *Characterization of the international humic substances society standard and reference fulvic and humic acids by solution state carbon-13 (13C) and hydrogen-1 (1H) nuclear magnetic resonance spectrometry*. Water Resour. Investig. Rep., 89 , p. 4196.
- Thorn, K.A., Mikita, M.A., (1992). *Ammonia fixation by humic substances: a nitrogen15 and carbon-13 NMR study*. Science of the Total Environment 113, 67–87.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Vaughan, D. and Malcom, R.E. (1985). *Influence of Humic Substances on Growth and Physiological Processes*. In: Vaughan, D. and Malcom, R.E., Eds., *Soil Organic Matter and Biological Activity*, Martinus Nijhoff/Junk W, Dordrecht, The Netherlands, 37-75.
- Van Grinsven, H. J. M., Spiertz, J. H. J., Westhoek, H. J., Bouwman, A. F., & Erisman, J. W., (2014). *Nitrogen use and food production in European regions from a global perspective*. *The Journal of Agricultural Science*, 152(S1), 9-19.
- Vitousek, P.M., D'Antonio, C.M., Loope, L.L., Rejmanek, M., Westbrooks, R., (1997). *Introduced species: a significant component of human caused global change*. *New Zealand Journal of Ecology*, 21, 1-16.
- Wenkel, K. O., Brozio, S., Gebbers, R., Mirschel, W., (2003). *Approaches to site-specific Nitrogen fertilization*, *Archives of Agronomy and Soil Science*, 49(2), 149-162.
- Wu, S. F., Wu, L. H., Shi, Q. W., Wang, Z. Q., Chen, X. Y., Li, Y. S. (2007). *Effects of a new nitrification inhibitor 3, 4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) on nitrate and potassium leaching in two soils*. *Journal of Environmental Sciences*, 19(7), 841-847.
- Wu, Y., Xia, Y. P., Zhang, J. P., Du, F., Zhang, L., Ma, Y. D., & Zhou, H. (2016). *Low humic acids promote in vitro lily bulblet enlargement by enhancing roots growth and carbohydrate metabolism*. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B*, 17(11), 892-904.
- Xu, D.B., Wang, Q.J., Wu, Y.C., Yu, G.H., Shen, Q.R., Huang, Q.W., (2012). *Humic-like sub-stances from different compost extracts could significantly promote cucumber growth*. *Pedosphere* 22, 815–824.
- Young CC, Su CH, Li GC, Wang MC, Arun AB. (2004). *Prospects for nitrogen incorporation into humic acid as evidenced by alkaline extraction method*. *Curr Sci*, 87:1704–9.
- Zheng, P., (1991). *The Application and production of Peat Humic Acids*. Chemical Industry Press, Beijing.
- Zhu H, Bilgin M, Bangham R, Hall D, Casamayor A, Bertone P, Lan N, Jansen R, Bidlingmaier S, Houfek T, Mitchell T, Miller P, Dean RA, Gerstein M, & Snyder M. (2001). *Global analysis of protein activities using proteome chips*. *Science*. 14;293(5537):2101-5. doi: 10.1126/science.1062191.