

**Humik Asitin Baklada (*Vicia faba* L.) Tuz (NaCl) Stresinin Azaltılması Üzerine Etkisi**Murat TUNÇTÜRK<sup>1\*</sup>, Rüveyde TUNÇTÜRK<sup>1</sup>, Erol ORAL<sup>1</sup>, İshak BARAN<sup>1</sup>

**ÖZET:**Bu çalışma, farklı tuz (NaCl) dozu uygulamaları (kontrol, 50, 100 ve 150 mM) altında yetiştirilen baklada (*Vicia faba* L.) humik asit uygulamalarının (kontrol, 50, 100 ve 200 ppm) bitkide bazı fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bakla bitkisinin kök ve gövde uzunluğu, kök ve gövde yaş ağırlığı, kök ve gövde kuru ağırlığı, yaprak alanı, yaprak klorofil miktarı, yaprak dokularında iyon sızıntısı, yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi ve malondialdehit (MDA) düzeyi gibi parametreler incelenmiştir. Çalışma sonucunda; tuz stresinin incelenen tüm parametreler üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tuz stresi koşullarının yaprak dokularında iyon sızıntısı ve MDA dışındaki tüm parametrelerde azalışlara neden olduğu tespit edilmiştir. Humik asit uygulamasının incelenen tüm parametreler üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$  ve  $p<0.01$ ).

**Anahtar Kelimeler:**Bakla, Humik Asit, Tuz, Tolerans

**Effect of Humic Acid on Reducing Salt (NaCl) Stress in Broad Bean (*Vicia faba* L.)**

**ABSTRACT:** This study was carried out to determine the effects of humic acid applications (control, 50, 100 and 200 ppm) on some physiological and biochemical parameters in different salt doses (control, 50, 100 and 150 mM, NaCl) in broad beans (*Vicia faba* L.). Parameters such as root and stem length, root and stem fresh weight, root and stem dry weight, leaf area, leaf chlorophyll amount, ion leakage in leaf tissues, membrane resistance index and malondialdehyde (MDA) level in leaf tissues were investigated. In the results of working; the effect of salt stress on all parameters examined was found statistically significant. It was determined that salt stress conditions caused decrease in all parameters except MDA and leaf tissues ion leak. The effect of humic acid application on all parameters examined was statistically significant ( $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ ).

**Keywords:** Broad Bean, Humic acid, Salt, Tolerance

<sup>1</sup>Murat TUNÇTÜRK (Orcid ID: 0000-0002-7995-0599), Rüveyde TUNÇTÜRK (Orcid ID: 0000-0002-3759-8332), Erol ORAL (Orcid ID: 0000-0002-3759-8332), İshak BARAN (Orcid ID: 0000-0002-6299-8043), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Murat TUNÇTÜRK, e-mail: murattuncurk@yyu.edu.tr

Geliş tarihi / Received: 26-03-2019

Kabul tarihi / Accepted: 01-05-2020

## GİRİŞ

Bitkisel üretimde verim ve kaliteyi etkileyen birçok stres faktörü bulunmaktadır. Bu stres kaynakları biyotik veya abiyotik olarak iki kısımda incelenir. Bitkide büyüme, gelişme ve ürün verimliliğini etkileyen olumsuz dış etmenler “stres” olarak tanımlanır (Akıncı, 1997). Bustres faktörleri arasında ilk sırada kurak ve yarı kurak alanlarda görülmekte olan tuzluluk oldukça önemlidir (Kaçar ve ark., 2002; Kalaj ve Pietkiewich, 1993; Akinermi, 2000). Günümüzde modern tarım uygulamaları ile birlikte üretimde kullanılan girdilere (gübreler, hormonlar ve ilaçlar) ilaveten vahşi sulama yöntemleri tuzluluğu tetikleyen başlıca nedenlerdir (Bat ve ark., 2020; Oral ve ark., 2020). Dünya üzerinde sulanan toprakların %6’sında tuzluluk problem görülmektedir (Kanber ve ark., 2005). Ülkemizde bu oran ise toplam sulanabilen arazilerin %32.5’ine karşılık gelmektedir (Kalyoncu, 2013). Toprakta tuzluluk ve alkalileşmenin en temel sebebi sulama, drenaj ve toprak özellikleri olarak sıralanmaktadır. Bayraklı (1998) ‘ya göre; tuzun bitki dokularına etkisi 3 farklı şekilde ortaya çıkmaktadır.

- a-Osmotik basıncın yükselerek su ve besin elementi alımının tamamen durması,
- b-Bir kısım tuzlarının bitki besin maddelerini alımını kısıtlayarak toksik etki sonucu metabolizmayı bozmaları,
- c-Toprak yapısını bozarak bitkinin yeterli su teminini olumsuz yönde etkilenmektedir.

Tuza dayanıklılık bakımından türler ve varyeteler arasında geniş bir varyasyon görülmektedir. Bakla (*Vicia faba* L.) bitkisi tuza orta derecede dayanıklı bir türdür. Tuz stresinin zararlı etkileri esas olarak bitki çeşidine bağlıdır. Aynı zamanda tuz çeşidi ve miktarı ile süreye bağlı olarak değişmektedir. (Munns et al., 2002). Günümüzde bitkisel üretimde kullanılan fosil kaynakların insan ve çevre üzerine olan olumsuz etkileri endişe verici bir boyut ulaşmıştır. Sentetik içerikli bu kimyasalların zararlı etkilerini azaltacak alternatif uygulamalara önem verilmelidir. Bu amaçla ekolojik tarım uygulamalarına kademeli olarak hız verilmiştir (Soyergin, 2003). Ekolojik tarımda esas amaç toprak verimliliğinin korunarak sürdürülebilir bir üretime sahip olmaktır. Bu hedeflere ulaşmada bitkisel üretimde organik gübreler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Organik gübreler bitkinin ihtiyacı olan besin maddelerini sağlamanın yanı sıra toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzeltici etkiye sahiptirler. Organik gübreler yapısal anlamda bitkisel ve hayvansal atıklardan oluşur. Bu organik maddelerin temel yapısını humik oluşturmaktadır. Humik bir şekilsel büyüklüğü olmayan, heterojen, değişik renklerde asidik kompleks moleküllerdir (MacCharty, 2001). Humik yapıdaki maddeler içerikleri nedeniyle toprak ve bitki üzerinde önemli etkilere sahiptirler. Toprakta, su tutma kapasitesi, havalanma, drenaj, iyon kapasitesi, çözünebilirlik gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerin artmasını sağlar. Bitkiler açısından ise kök ve fide gelişimi başta olmak üzere birçok faydasının olduğu belirtilmiştir. Humik madde toprakta üç farklı temel bileşen halinde bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla humik asit, fulvik asit ve humin olarak isimlendirilir. Toprak ve bitki açısından en önemli olanı hiç kuşkusuz humik asitlerdir. Bitki besleme açısından humik asit içerdiği bileşenler nedeniyle mikrobiyal aktivitenin ve popülasyonun önemli derecede artmasına neden olmaktadır (Hiradate and Yamaguchi, 2003).

Ülkemizde bitkisel üretimde artan kimyasal kullanımı, bilinçsiz sulama yöntemleri nedeniyle tuzluluk ve alkalilik problemi giderek artmıştır. Bu çalışmada, farklı tuz stresi şartlarında bakla bitkisinde humik asitin etkisinin tespiti amaçlanmıştır. Bitkisel üretim açısından toprakta tuzluluk nedeniyle üretim dışı kalan araziler ıslah edilerek ekonomiye katkı sağlayacağı gibi benzer çalışmalara da ışık tutacaktır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma 2019 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne ait kontrollü iklim odasında Tesadüf Parselleri Deneme Deseni' ne göre faktöriyel düzende 4 tekerrürlü olarak drenajsız saksılarda yürütülmüştür. Araştırmada bakla (*Vicia faba* L.) türüne ait Seher çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada dört farklı humik asit (0, 50, 100 ve 200 ppm) ve dört farklı tuz dozu (0, 50, 100 ve 150 mM NaCl) uygulanmıştır. Saksı denemelerinde, 20 cm çap ve 20 cm yüksekliği olan toplam 48 adet plastik saksı kullanılmıştır. Saksılara 300 gramı perlit olan 2 kg toprak karıştırılarak doldurulmuştur. Perlit toprak ile karıştırılmadan önce çeşme suyu daha sonrasında saf su ile yıkandıktan sonra eklenmiştir (Kına, 2000). Her saksıda 3 adet bakla tohumu olacak şekilde 02.07.2019 tarihinde ekim yapılmıştır. Ekim yapıldıktan hemen sonra saf olarak 50 cc can suyu verilmiştir. Saksılarda çıkış ve sonrasında iki gün ara ile sürekli 50 cc su verilmiştir (Koç, 2005). Saksıdaki bakla fideleri içerisinde en iyi gelişen bitki kalacak şekilde tekleme yapılmıştır. Bakla fidesi 3-4 yapraklı döneme ulaştığında 2 gün ara ile humik asit dozları (0, 50, 100 ve 200 ppm) toprağa karıştırılmıştır. Araştırmada bitkiler genç fide dönemlerinde kontrol olarak kabul edilen saksılar hariç başlangıç tuz dozları (0, 50, 100 ve 150 mM NaCl) uygulanmaya başlanmıştır. Bitkilere tuz dozlarının tamamı fizyolojik sorunlar ortaya çıkana kadar devam etmiştir (Seymen ve Önder, 2005). Bitkilerde önce yapraklarda daha sonra diğer kısımlarda görülen sararma ve benzeri problemler ile birlikte fideler hasat edilmiştir. Araştırmada, kök ve gövde uzunluğu, kök ve gövde yaş ağırlığı, kök ve gövde kuru ağırlığı, klorofil oranı, yaprak alan indeksi, yaprak dokularında iyon sızıntısı, yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi ve MDA (Malondialdehit  $\text{nmol g}^{-1}$ ) okumaları yapılmıştır.

Yaprak alanı Easy Leaf Area programı kullanılarak, klorofil içeriği, yapraktaki klorofil miktarını dolaylı olarak ölçen, taşınabilir klorofil metre cihazı (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) ile bağlı (oransal) su içeriği Arora ve ark. (2002)' in yöntemine göre, yaprak dokularında iyon sızıntısı ve membran dayanıklılık indeksi Premchandra ve ark. (1990); Sairam, (1994) yöntemlerine göre belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada lipid peroksidasyon düzeyini belirleyen malodialdehid (MDA); bitkiden alınan 0.5 g yaprak örneği 10 ml %0.1'lik trikloro asetik asit (TCA) ile homojenize edildikten sonra homojenat 15000 g'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneğin süpernatant kısmından 1 ml alınıp, üzerine 4 ml %20'lik TCA içerisinde çözülmüş %0.5' lik tiobarbiturik asit (TBA) eklenmiştir. Karışım 95°C su banyosunda 30 dakika bekletildikten sonra hızla buz banyosunda soğutulup 10000 g'de 10 dakika santrifüj yapıldıktan sonra süpernatant kısmının 532 ve 600 nm dalga boyunda absorbansı belirlenip aşağıdaki eşitlik ile malondialdehit (MDA) içeriği hesaplanmıştır (Heath ve Packer, 1968; Sairam ve Saxena, 2000).

### İstatistiksel Analizler

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri Costat (sürüm 6.303) paket programı ile yapılırken, verilerin çoklu karşılaştırma testleri ise Duncan testine göre yapılmıştır (Düzgünes ve ark., 1987).

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Tuz stresi altında bakla (*Vicia faba* L.) fidelerinde humik asit ön uygulamalarının fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi Çizelge 1 ve 2'de gösterilmiştir.

#### Kök Uzunluğu (cm)

Araştırma sonucunda baklada kök uzunluğu üzerine tuz dozları, humik asit ve tuz x humik asidin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ). Farklı tuz dozu uygulaması sonucunda elde edilen en uzun kök uzunluğu 28.7 cm ile 50 mM tuz dozundan elde edilmiştir. Bu parametrede en düşük değer ise 26.6 cm ile 150 mM tuz dozu uygulamasında ölçülmüştür. Ortalama 100 mM

uygulamasından 27.0 cm kök uzunluk değerleri ile aynı grupta yer almıştır. Birçok bitki ile yürütülen benzer çalışmalarda kök rizosferinde tuz miktarının artmasıyla birlikte ilk olarak osmotik stres oluşmaktadır. Genç fidelerin bünyelerine aldıkları tuz önemli bir stres kaynağıdır. Bu gerilme osmotik basınç ve iyon stresini artmasına neden olmaktadır (Parida ve Das, 2005). Tuz stresi hücre bölünmesi ve büyümesini olumsuz yönde etkileyerek kök uzunluğunun azalmasına yol açtığı belirtilmiştir (Bressan, 2008). Bu sonuçlar elde ettiğimiz bulgular ile benzerlik göstermektedir.

Ortalama humik asit dozlarından elde edilen en yüksek kök uzunluğu 200 ppm dozunda 30.6 cm, en düşük kök uzunluğu ise 25.4 cm ile 50 ppm HA dozundan elde edilmiştir. Humik asitin kontrol grubu ile aynı grupta yer almıştır. Aydın ve ark. (2012) tarafından yürütülen bir çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, humik asidin kök gelişimi ve uzunluğu üzerine olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Marul üzerine yürütülen bir çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur (Çimrin ve Yılmaz, 2005). Kızılgöçü ve ark (2017)'nin buğdayda yürüttükleri çalışmada tuzun bitkilerde kök büyüme ve gelişmesini azalttığı belirtilmiştir.

Tuz x HA interaksyonunda en yüksek kök uzunluğu 32.2 cm ile 100 mM tuz ve 200 ppm HA uygulamasından elde edilmiştir. En düşük kök uzunluğu ise 24.2 cm ile 150 mM tuz x humik asitin kontrol uygulamasında ölçülmüştür. Meganid ve ark., (2015), fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) üzerinde yürüttükleri bir çalışmada 15, 30 ve 45 gün sonra yapılan ölçümlerde tuz stresine karşı bitkilere verilen humik asidin kök uzunluğundaki artış üzerine istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir. Benzer bir araştırmada 100 mM NaCl uygulamasının arpada (*Hordeum vulgare* L.) kök uzunluğunu azalttığı ancak humik asit ile muamelenin bunu tersine çevirdiğini belirtmiştir (Jarosova et al., 2016).

### **Gövde Uzunluğu (cm)**

Elde edilen sonuçlara göre ortalama gövde uzunluğu üzerine HA, Tuz ve Tuz x HA interaksyonunun etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). Çizelge 1'de görüldüğü gibi en uzun gövde uzunluğu 38.7 cm ile 100 mM tuz dozundan, en düşük değer ise 36.9 cm ile tuzun kontrol grubundan elde edilmiştir. Benzer bir çalışmada fasulye fidelerinde toprak üstü aksamın gelişiminde önemli role sahip azot ve fosfor içeriklerinde en NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub> ve MgCl<sub>2</sub> uygulamaları sonucunda büyük düşüşler tespit edilmiştir. Bu düşüş bitkilerde kök, gövde gelişiminin gerilemesine neden olmaktadır (Aydın ve ark., 2012).

Baklada ortalama en yüksek gövde uzunluğu 38.7 cm ile 200 ppm HA dozundan, en düşük değer ise 35.5 cm ile HA uygulamayan bitkilerde elde edilmiştir (Çizelge 1). Benzer bir araştırmada Hoagland çözeltilisine eklenen humik asitin baklada köklerde Na, K ve Ca; toprak üstü organlarda ise Na, K, Fe ve Mn içeriklerini arttırarak toprak üstü aksamlarının daha iyi gelişmesini sağladığı belirtilmiştir (Büyükköskün, 2008).

Gövde uzunluğu üzerine Tuz x HA etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek gövde uzunluğu 40.3 cm ile 0 mM x 200 ppm uygulamasından, en düşük değer ise 32.7 cm ile 0 mM x 0 ppm doz uygulamalarından elde edilmiştir. Tuz stresine sokulmuş fasulye fidelerinde humik asitin gövde uzunluğu üzerine etkisinin önemli olduğu bildirilmiştir (Meganid et al., 2015).

### **Kök Yaş Ağırlığı (g)**

Çizelge 1 'de görüldüğü gibi kök yaş ağırlığı üzerine tuz, humik asit ve tuz x humik asit interaksyonlarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ). Tuz stresine maruz kalan baklada en yüksek ortalama kök yaş ağırlığı 4.81 g ile 50 mM tuz dozundan elde edilmiştir. En düşük kök yaş ağırlığı 3.44 g ile tuzun kontrol grubundan elde edilmiştir. Buğdayda benzer bir çalışmada

tuz dozlarındaki kademeli artışın bitkide su alım etkinliği ile birlikte besin maddelerinin alınımını azaltarak kök yaş ağırlıklarının azalmasına neden olduğu belirtilmiştir (Kızılgeçi ve ark., 2010).

Humik asit uygulamaları sonucu elde edilen en yüksek kök yaş ağırlığı 4.67 g ile 200 ppm HA dozundan elde edilirken, en düşük değer 3.71 g ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Zandonadi et al., (2007), tarafından mısır bitkisinde HA uygulamalarının kök yaş ağırlığını %244, IAA ise %80 artırdığı tespit edilmiştir. Özellikle humik asit benzeri büyümeyi teşvik eden hormonlar mısırdaki ikinci kök miktarında önemli derecede artışlar olduğu bildirilmiştir.

Tuz x HA interaksyonunda elde edilen en yüksek kök yaş ağırlığı 5.43 g ile 50 mM tuz x 200 ppm HA uygulamasından, en düşük değer ise 2.48 g ile 150 mM x 100 ppm dozlarından elde edilmiştir. Meganid et al. (2015), fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) üzerinde yürüttükleri bir çalışmada 15, 30 ve 45 gün sonra yapılan ölçümlerde tuz stresine karşı bitkilere verilen humik asidin kök uzunluğu ve yaş ağırlık artışı üzerine istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada 100 mM NaCl uygulamasının arpada (*Hordeum vulgare* L.) kök yaş ağırlığını azalttığı ancak humik asit ile muamelenin bunu tersine çevirdiğini belirtmiştir (Jarosova et al., 2016).

### Gövde Yaş Ağırlığı (g)

Gövde yaş ağırlıkları üzerine, Tuz, HA ve Tuz x HA interaksyonlarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ). Tuz dozu uygulamaları bakımından baklarda en yüksek gövde yaş ağırlığı 6.51 g ile kontrol grubundan, en düşük değerler ise 100 ve 150 mM tuz uygulamalarında 5.42 ve 5.56 g olarak ölçülmüştür (Çizelge 1). Artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak gövde yaş ağırlıklarının azaldığına dair araştırmacı bulguları ile çalışma sonuçlarımız benzerdir (Orak ve ark., 2020). Tuz stresine maruz kalan bitkilerde ortaya çıkan zarar tuzun yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak değişmektedir. Hücre duvarında meydana gelen zarar diğer hücre organellerinin bozulması sonucu büyüme ve gelişmede gerilemeye neden olmaktadır (Öztürk ve ark. 1994; Bat ve ark., 2020).

Humik asit uygulaması sonucu ortalama en yüksek gövde yaş ağırlığı 7.10 g ile 200 ppm dozundan, en düşük değer ise 4.76 g kontrol grubundan elde edilmiştir. Eyheraguibel et al. (2008)'nin su kültüründe mısırdaki yaptıkları bir çalışmada humik asit uygulamalarının mısır fidelerinde gövde ve yaprakların yaş ağırlıklarında kontrol gruplarına göre ortalama %60 oranında artış görülmüştür.

Tuz x Humik asit interaksyonundan elde edilen en yüksek gövde yaş ağırlığı 7.7 g ile 0 mM Tuz x 200 ppm HA uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 1). En düşük değer 4.32 g ile 150 mM x 0 ppm uygulamasında ölçülmüştür. Buğday (*Triticum aestivum* L.)'da 200 mM NaCl uygulaması sonucunda fidelede sürgün boyları ve gövde yaş ağırlığında sırasıyla %40 ve %75 oranında azalma meydana gelmiştir. Aynı çalışmada humik asit uygulaması sonucu meristem hücrelerindeki çoğalma sonucu sürgün boyu ve gövde yaş ağırlığında %20, %33 artış tespit edilmiştir (Osman et al., 2017).

### Kök Kuru Ağırlığı (g)

Kök kuru ağırlığı üzerine Tuz ve HA uygulamalarının etkisi önemsiz olurken, Tuz x HA interaksyon etkisi ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). En yüksek kök kuru ağırlığı 0.46 g ile 100 mM x 100 ppm uygulamasından, en düşük değer ise 0.28 g ile 150 mM x 100 ppm dozlarından elde edilmiştir (Çizelge 1). Bu konuda yürütülen çalışmalarda tuz stresi altındaki bitkilere verilen humik asitin kök hücrelerinde genişleme ve uzama, yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkisinin olumlu olduğu belirtilmiştir (Vaughan, 1974; Cacco et al., 1984; Russo and Berlyn, 1990; Howard, 2002).

### Gövde Kuru Ağırlığı (g)

Gövde kuru ağırlığı üzerine tuz, humik asit ve tuz x humik asit interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). Baklarda en yüksek kuru gövde ağırlığı 0.90 g kontrol tuz grubundan, en düşük değer ise 0.63g ile 150 mM tuz dozundan elde edilmiştir. Benzer çalışmalarda; tuz

stresine maruz kalan bitkilerde zarar derecesi tuzun yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir. Artan tuz dozu konsantrasyonlarına bağlı olarak yaş ve kuru gövde ağırlıklarının azaldığı bildirilmiştir (Öztürk ve ark., 1994; Bat ve ark., 2020).

Çizelge 1’de görüldüğü gibi humik asit dozları bakımından en yüksek gövde kuru ağırlığı 0.92 g ile 200 ppm dozundan, en düşük değer ise 0.65 g ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Varanini ve Pinton (1995) tarafından yürütülen benzer çalışmada humik asitlerin bitki büyümesi ve mineral beslenme üzerine etkilerinin oldukça önemli olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle ekimle birlikte çimlenme, ilk fide büyümesi, gövde gelişimi, sürgün miktarı ile makro ve mikro besin elementlerinin alınımının arttığı tespit edilmiştir (Chen and Avid, 1995).

Tuz x HA interaksiyonunda en yüksek değer 0.99 g ile kontrol grubu tuz ve 200 ppm humik asit dozunda ölçülmüştür. En düşük değer ise 150 mM x 100 ppm uygulamasında 0.53 g olarak ölçülmüştür (Çizelge 1) Benzer çalışmada tuz stresine maruz bırakılan fasulye fidelerine humik asit uygulamaları sonucunda 15, 30 ve 45 gün sonra yapılan gözlemlerde gövde yaş ve kuru ağırlıkları ile klorofil oranlarında istatistiksel olarak önemli artışlar tespit edilmiştir (Meganid ve ark., 2015). Birçok araştırmada HA uygulamalarının kök, gövde gelişimi, yaprak alanı gibi fizyolojik özellikler üzerine etkisi dışında bitki besin elementlerinin alınımına da katkı sağladıkları belirtilmiştir (Çimrin ve Yılmaz, 2005).

**Çizelge 1.** Tuz stresi altındaki bakla (*Vicia faba* L.) fidelerinde humik asidin ön uygulamasının bazı fizyolojik özellikler üzerine etkisi

Stres Uygulamaları							
Tuz Dozları	HA Dozları	Kök Uzun. (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Gövde Yaş Ağırlığı (g)	Kök Kuru Ağırlığı (g)	Gövde Kuru Ağırlığı (g)
Kontrol(T <sub>0</sub> )	HA <sub>0</sub>	25.7 e	35.7 d	2.91 c	5.01 d	0.29 f	0.80 def
	HA <sub>50</sub>	25.3 e	34.3 de	3.82 b	5.73 c	0.35d	0.85 cd
	HA <sub>100</sub>	28.7 b	37.3 cd	3.03 c	7.62 a	0.32 e	0.96 a
	HA <sub>200</sub>	29.7 ab	40.3 a	4.02 b	7.70 a	0.41 b	0.99 a
T <sub>0</sub> Ortalama		27.3 AB	36.9 B	3.44 B	6.51 A	0.34	0.90 A
50 mM(T <sub>50</sub> )	HA <sub>0</sub>	27.0 c	34.2 de	4.31 ab	4.71 e	0.35 d	0.73 gh
	HA <sub>50</sub>	28.0 b	33.7 f	4.44 ab	5.85 c	0.38 c	0.82 d
	HA <sub>100</sub>	28.3 b	34.3 de	5.08 a	6.12 b	0.41 b	0.88 b
	HA <sub>200</sub>	31.7 a	35.4 d	5.43 a	6.22 b	0.42 b	0.94 ab
T <sub>50</sub> Ortalama		28.7 A	34.4 C	4.81 A	5.72 B	0.39	0.84 B
100 mM (T <sub>100</sub> )	HA <sub>0</sub>	25.7 e	39.5 a	4.13 ab	5.01 a	0.37 c	0.59 ij
	HA <sub>50</sub>	24.0 f	39.0 abc	3.72 b	4.74 e	0.34 d	0.74 fgh
	HA <sub>100</sub>	26.0 d	36.7 d	5.18 a	4.82 e	0.46 a	0.82 d
	HA <sub>200</sub>	32.2 a	39.7 a	4.02 b	7.67 a	0.37 c	0.88 b
T <sub>100</sub> Ortalama		27.0 B	38.7 A	4.26AB	5.56 B	0.38	0.75 C
150 mM (T <sub>150</sub> )	HA <sub>0</sub>	24.2 f	32.7 g	3.52 bc	4.32 d	0.39 b	0.49 k
	HA <sub>50</sub>	24.3 f	35.3 d	5.18 a	5.34 cd	0.43 ab	0.60 hı
	HA <sub>100</sub>	28.7 b	34.7 ef	2.48 cd	5.23 cd	0.28 f	0.53 ıjk
	HA <sub>200</sub>	29.0 b	39.3 a	5.22 a	6.81 ab	0.38 c	0.89 b
T <sub>150</sub> Ortalama		26.6 B	35.5 B	4.10AB	5.42 B	0.37	0.63 D
HA Dozlarının Ortalaması	HA <sub>0</sub>	25.7 C	35.5 C	3.71 B	4.76 B	0.35	0.65 B
	HA <sub>50</sub>	25.4 C	35.6 C	4.29AB	5.41 B	0.37	0.66 B
	HA <sub>100</sub>	27.9 B	36.3 B	3.94 B	5.94 AB	0.36	0.79AB
	HA <sub>200</sub>	30.6 A	38.7 A	4.67 A	7.10 A	0.39	0.92 A
VK (%)		11.4	7.73	15.9	11.08	12.51	13.89
Tuz Dozları		*	**	*	*	öd	**
HA Dozları		**	**	*	**	öd	**
HA x Tuz Dozları		**	**	**	**	**	**

HA: Humik Asit; HA<sub>0</sub>: Kontrol dozu; T<sub>0</sub>: Kontrol Tuz Dozu; VK(%): Varyasyon katsayısı, öd:önemli değil.

\*P<0.05 düzeyinde, \*\* P<0.01 düzeyinde önemli.

### Yaprak Alan İndeksi (cm<sup>2</sup>)

Bu çalışmada yaprak alan indeksi (YAI) üzerine tuz, humik asit ve tuz x humik asit interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). Farklı tuz konsantrasyonlarında ortalama en yüksek yaprak alan indeksi 17.2 cm<sup>2</sup> ile kontrol (0 mM) grubundan elde edilirken, en düşük yaprak alan indeksi değeri ise 11.9cm<sup>2</sup> ile 150 mM tuz dozundan elde edilmiştir (Çizelge 2). Özellikle NaCl tuzları bitkide su miktarının azalmasını neden olduğundan iyon dengesi bozularak büyüme ve gelişme aktivitelerinin azalmasına neden olmaktadır. Benzer çalışmalarda artan tuz dozlarına paralel olarak yaprak alan indeksinin azaldığı tespit edilmiştir (Parida and Das, 2005).

Çizelge 2’de görüldüğü gibi baklada humik asit dozları bakımından en yüksek YAI değeri 16.6 cm<sup>2</sup> ile en yüksek humik asit uygulamalarından (200 ppm), en düşük değer ise 12.0 cm<sup>2</sup> kontrol grubundan elde edilmiştir. Kontrol ile 50 ppm HA uygulamaları ile aralarında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Fasulye fidelerinde yürütülen bir çalışmada humik asitin bitkilerde vejetatif gelişmeyi teşvik ettiği bildirilmiştir (Meganid et al., 2015).

Tuz x HA interaksyonu açısından; en yüksek yaprak alan indeksi 19.9 cm<sup>2</sup> değeri ile tuzun uygulanmadığı kontrol grubunda 100 ppm HA uygulamasında ölçülmüştür. En düşük değer 10.2 cm<sup>2</sup> ile 150 mM x 50 ppm doz uygulamalarından elde edilmiştir. Buğday, mısır ve fasulyede tuz stresi altında yürütülen çalışmalarda nitrate bağlı yaprak alan indeksi azalışında humik asitin iyileştirici etkisinden söz edilmiştir (Botella et al., 1994; Turan ve Aydın, 2005; Aydın ve ark., 2012). Özellikle hormon seviyesinde önemli bir bitki besin düzenleyicidir. Tuz gibi stres faktörlerine karşı bitkilere direnç sağladığı bildirilmiştir (Serenella et al., 2002). Birçok araştırmada HA’ nın kök, gövde gelişimi, yaprak alanı gibi fizyolojik özellikler üzerine etkisi dışında bitki besin elementlerinin alınmasına da katkı sağladıkları belirtilmiştir (Akinermi, 2000).

### Klorofil Oranı (SPAD)

Klorofil oranı bakımından tuz dozları ve HA dozları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Aynı zamanda Tuz x HA interaksyonunda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tuz uygulamaları sonucunda; en yüksek klorofil oranı 48.3 ile tuzun kontrol (0 mM NaCl) uygulamalarından elde edilirken, 50 ve 100 mM dozlarından elde edilen klorofil oranları (48.0) ile aynı grupta yer almıştır. En düşük değer ise 47.4 ile 150 mM tuz dozu uygulamalarından tespit edilmiştir (Çizelge 2). Koyro (2002) tarafından yürütülen bir çalışmada tuz zararının en fazla kloroplastlar üzerinde olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 2’de görüleceği gibi klorofil oranı bakımından HA uygulamaları sonucu en yüksek klorofil oranı 50.1 ile 200 ppm HA uygulamalarından elde edilirken, en düşük değer 46.7 ile kontrol uygulamasından ölçülmüştür. Bakla üzerine yürütülen bir çalışmada HA ile birlikte 50 ve 100 mM Al bitkide Fe, Mn ve K alımını artırarak klorofil sentezinde önemli rol aldığını belirtmişlerdir. Böylece bitkide klorofil oranı kontrol gruplarına göre artmıştır (Bozcuk, 2000). Bu sonuçlar elde ettiğimiz bulgular ile benzerlik göstermektedir.

Tuz x HA interaksyonunda en yüksek klorofil oranı 52.8 ile 50 mM x 200 ppm, en düşük değer ise 45.4 ile 150 mM tuz dozunda ve 0 ppm HA uygulamalarından elde edilmiştir. Meganid et al., (2015) tarafından yürütülen çalışmada tuz stresi altında fasulyede humik asitin klorofil içeriğini artırdığı tespit edilmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

### Yaprak Dokularında Membran Dayanıklılık İndeksi(%)

Yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi üzerine, tuz stresi uygulamaları ile HA x Tuz interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). Tuz uygulamaları bakımından en yüksek değer %63.9 ile 0 mM tuz dozu uygulamalarından elde edilmiştir. Yaprak dokularında

membran dayanıklılık indeksi bakımından 50 mM ile kontrol dozu aynı grupta yer almıştır (Çizelge 2). Tuz dozlarının artması ile dayanıklılık indeksi azalmış ve en düşük değer %53.7 olarak 150 mM uygulamasından elde edilmiştir. Benzer bir çalışmada membran zararından kaynaklı iyon sızıntılarının miktarı stresin derecesi hakkında bilgi vermektedir. Bu stres indeksi olarak tanımlanmaktadır. Söz konusu indeks; bitki türüne, stres süresine, şiddetine ve antioksidanların cinsine bağlı olarak artmakta, azalmakta ya da değişmemektedir (Mishra and Choudhuri 1999).

Humik asit uygulamaları bakımından membran dayanıklılık indeksi değeri %49.7-67.7 arasında değişiklik göstermektedir. Artan humik asit dozlarına paralel olarak yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksinin arttığı görülmüştür. Benzer çalışmalar ile bulgularımız benzerlik göstermektedir (Bat ve ark., 2020).

Tuz x HA uygulamaları bakımından en yüksek değer ise %75.6 ile 100 ppm ve 0 mM tuz uygulamalarından tespit edilmiştir. 50 mM tuz uygulamalarında ve HA kontrol grubuyla aralarında istatistiksel bir farklılığı olmadığı görülmektedir (Çizelge 2). Tuz ve kuraklık gibi stres altında humik asit ve silikon uygulamalarının bitki hücrelerini koruyarak membran dayanıklılık indeksini artırdığı bildirilmiştir (Desoky et al., 2018; Korkmaz, 2018).

### Yaprak Dokularında İyon Sızıntısı (%)

Yaprak dokularında iyon sızıntısı üzerine tuz, humik asit ve tuz x humik asit interaksiyonun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ).

Artan tuz dozlarına paralel olarak yaprak dokularında iyon sızıntısı artmıştır. En yüksek değer %32.6 ile 150 mM dozundan, en düşük ise % 25.5 oranında tuzun kontrol grubundan ölçülmüştür (Çizelge 2). Tuz dozlarına paralel olarak iyon sızıntı miktarının artmasının nedeni olarak bitki hücre membranı ve stabilitesinde meydana gelen hasardan ileri geldiği düşünülmektedir (Bat ve ark., 2020).

Humik asit dozlarından elde edilen en yüksek YDİS %33.8 ile kontrol grubundan, en düşük değer (%23.8) ise 200 ppm uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 2). Mishra and Choudhuri (1999) tarafından yürütülen bir çalışmada bitki hücre membranında meydana gelen zarar sonucu açığa çıkan iyon sızıntısının bitki türüne, stres kaynağına, stres süresi ve şiddetinin yanı sıra antioksidantların cinsine bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir.

Tuz x HA interaksiyonu bakımından en yüksek iyon sızıntısı oranı %39.8 ile 0 ppm humik asit ve 150 mM tuz uygulamalarından tespit edilmiştir. Tuz gibi stres faktörlerine maruz kalan bitkilerde ilk belirtiler hücre membranı ve stabilitesi üzerinde kendisini göstermekte, dayanıklılık mekanizmalarının açıklanmasında bu direnç önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir. Stres şartlarına karşı humik asit, silisyum, gibberellik asit ve deniz yosunu gibi ön uygulamaların stres koruyucu ve önleyici etkilere sahip oldukları belirlenmiştir (Zhu et al., 2004). Tuz stresinde membran hasarlanma derecesi hücreden sızan elektrolitlerin ölçülmesiyle tespit edilmektedir. Bu miktara bakılarak bitkinin stres şartlarına olan dayanıklılık indeksi belirlenmektedir (Bajji et al., 2001). Zarar derecesi bitkinin genetik yapısına, stres şartlarının derecesine ve süresine bağlı olarak değişmektedir.

### MDA (Malondialdehit $\text{nmolg}^{-1}$ )

Bu çalışmada, baklada MDA (Malondialdehit  $\text{nmolg}^{-1}$ ) üzerine farklı seviyelerde HA uygulamaları ile Tuz x HA interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ).

Humik asit uygulamaları bakımından en yüksek MDA değeri  $0.351 \text{ nmolg}^{-1}$  ile kontrol uygulamalarından, en düşük değer ise  $0.252 \text{ nmolg}^{-1}$  ile 200 ppm humik asit uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2). Humik asitlerin stres şartlarında hücre zarında lipid oksidasyon sonucu ortaya çıkan MDA miktarında önemli bir azalma meydana getirdiği bildirilmiştir (Aydın ve ark., 2012).



Araştırmada uygulanan tuz dozlarının MDA üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Tuz uygulamaları sonucu elde edilen MDA değerleri 0.272-0.295 nmol g<sup>-1</sup> değerleri arasında bulunmuştur.

Tuz x HA interaksyonunda en yüksek değer 0.438 nmol g<sup>-1</sup> ile 150 mM tuz x 0 ppm HA uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük değer 0.221 nmol g<sup>-1</sup> ile 0 mM x 200 ppm HA uygulamasında ölçülmüştür. Bitki stres şartlarında reaktif oksijen açığa çıkarmak suretiyle bir reaksiyon meydana getirmektedir. Açığa çıkan oksijen hücre membranında bulunan lipidleri oksitleyerek membran geçirgenliğinin bozulmasına neden olmaktadır. Bu zarar sonucunda tuz stresinin bir göstergesi olan ara ürün MDA açığa çıkmaktadır (Gosett et al., 1994). Elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında tuz zararı ile artan MDA miktarı humik asit uygulamaları ile azalmaya başladığı görülmüştür. Bulgularımızla benzer bir araştırmada biber bitkisinde humik asit benzeri maddelerin tuzun zararlı etkisini azalttığı bildirilmiştir (Tuna ve Eroğlu, 2016).

**Çizelge 2.** Tuz stresi altındaki bakla (*Vicia faba* L.) fidelerine humik asit ön uygulamasının bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi

Stres Uygulamaları						
Tuz Dozları	HA Dozları	YAI (cm <sup>2</sup> )	SPAD Değeri	YDMĐİ (%)	YDİS (%)	MDA (nmol g <sup>-1</sup> )
Kontrol(T <sub>0</sub> )	HA <sub>0</sub>	14.1 cd	46.2 d	45.7 mn	31.8 c	0.307 b-d
	HA <sub>50</sub>	17.6 ab	47.3 c	63.2 e	27.3 de	0.316 g
	HA <sub>100</sub>	19.9 a	48.4 bc	75.6 a	27.4 de	0.245 fg
	HA <sub>200</sub>	17.2 ab	51.5 ab	71.1 b	23.8 gh	0.221 g
T <sub>0</sub> Ortalama		17.2 A	48.3 A	63.9 A	25.5 B	0.272
50 mM (T <sub>50</sub> )	HA <sub>0</sub>	10.9 g	46.1 d	55.7 h	31.8 c	0.322 bc
	HA <sub>50</sub>	10.8 g	46.6 d	56.8 g	27.3 de	0.284 de
	HA <sub>100</sub>	13.3 de	46.6 d	68.1 c-e	22.4 h	0.283 de
	HA <sub>200</sub>	17.7 ab	52.8 a	70.3 b	20.6 i	0.277 e
T <sub>50</sub> Ortalama		13.2 B	48.0 A	62.7 A	26.1 B	0.292
100 mM (T <sub>100</sub> )	HA <sub>0</sub>	12.1ef	49.0 b	46.7 m	32.8 bc	0.329 b
	HA <sub>50</sub>	12.6 e	49.5 b	54.5 h-j	28.8 d	0.297 b-e
	HA <sub>100</sub>	11.0 f	46.5 d	61.6 e-g	28.1 d	0.297 b-e
	HA <sub>200</sub>	17.1 abc	47.0 c	73.3 aB	25.2 fg	0.245 fg
T <sub>100</sub> Ortalama		13.2 B	48.0 A	59.0 B	28.7 B	0.295
150 mM(T <sub>150</sub> )	HA <sub>0</sub>	11.0 f	45.4 e	50.9 k-m	39.8 a	0.438 a
	HA <sub>50</sub>	10.2 gh	47.1c	52.2 j	32.8 bc	0.342 b
	HA <sub>100</sub>	12.3 ef	48.4 bc	55.5 h	31.1 c	0.312 h
	HA <sub>200</sub>	14.2 cd	48.9 b	56.1 g	26.8 e	0.264ef
T <sub>150</sub> Ortalama		11.9 C	47.4 B	53.7 C	32.6 A	0.294
Humik Asit Dozlarının Ortalaması	HA <sub>0</sub>	12.0 C	46.7 B	49.7 D	33.8 A	0.351 A
	HA <sub>50</sub>	12.8 C	47.6 B	57.7 C	27.8 B	0.307 B
	HA <sub>100</sub>	14.1 B	47.4 B	65.2 B	27.4 B	0.284 C
	HA <sub>200</sub>	16.6 A	50.1 A	67.7 A	23.8 A	0.252 D
VK (%)		14.2	5.54	13.6	7.61	7.09
Tuz Dozları		**	**	**	**	öd
HA Dozları		**	**	**	**	**
HA x Tuz Dozları		**	**	**	**	**

Si: Silisyum; Si<sub>0</sub>: Kontrol dozu;T<sub>0</sub>: Kontrol Tuz Dozu; VK(%): Varyasyon katsayısı, öd: önemli değil, YAI; Yaprak Alan İndeksi, MDA; Malondialdehit;YDBSİ; Yaprak Dokularında Bağlı Su İçeriği;YDİS: Yaprak Dokularında İyon Sızıntısı; YDMĐİ; Yaprak Dokularında Membran Dayanıklılık İndeksi; \*P<0.05 düzeyinde; \*\* P<0.01 düzeyinde önemli.

## SONUÇ

Bu sonuçlara göre tuz stresinin incelenen tüm parametreler üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tuz stresi koşullarının yaprak dokularında iyon sızıntısı ve Malondialdehit

dışındaki tüm parametrelerde azalışa sebep olduğu tespit edilmiştir. Tuz stresinin etkisini azaltmak için kullanılan humik asit uygulamalarında ise incelenen tüm parametreler üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$  ve  $p<0.01$ ). Artan humik asit dozları tüm fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerde, YDİS ve MDA dışındaki diğer parametreler üzerinde kontrol (0 ppm) uygulamalarına kıyasla artışlara neden olmuştur. Ayrıca bitkilerin fizyolojik olarak en hassas olduğu dönem çıkıştan sonraki genç dönem olması nedeniyle benzeri çalışmaların bu dönemde yürütülmesinin daha doğru sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Tuz stresine karşı bitkilere dayanıklılık sağlayan humik asidin ticari gübre olarak kullanımı üzerine benzer uygulamalar yapılmalıdır. Özellikle geniş alanlarda tuz stresinden kaynaklı ekonomik kayıpların minimize edilmesinde humik asidin gübre olarak kullanılması için diğer alternatif uygulamalar ile kıyaslanarak maliyet analizlerinin çıkarılması sonucunda sağladığı katkı hesaplanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Akinci Ş, 1997. Physiological Responses To Water Stres By (*Cucumis Sativus* L.) and Related Species. Ph. D. Thesis, University of Sheffield. U. K., 1:8-11.
- Akinremi OO, Janzen HH, Lemke RL, Larney FJ, 2000. Response of Canola, Wheat and Green Beans to Leonardite Additions. Canadian Journal of Soil Science, 80: 437-443
- Arora A, Sairam RK, Srivastava GC, 2002. Oxidative Stress and Antioxidative Systems in plants, Curr. Science, 82: 1227-1238.
- Aydın A, Kant C, Turan M, 2012. Humic Acid Application Alleviate Salinity Stress of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Plants Decreasing Membrane Leakage. African Journal of Agricultural Research, 7: 1073-1086.
- Bajji M, Kinet JM, Lutts S, 2001. The Use of The Electrolyte Leakage Method for Assessing Cell Membrane Stability as A Water Stress Tolerance Test in Durum Wheat. Plant Growth Regulation, 36: 61-70.
- Bat M, Tunçtürk R, Tunçtürk M, 2020. Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.) Bitki Kuraklık Stresi ve Deniz Yosunu Uygulamalarının Bazı Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 23 (1): 99-107.
- Bayraklı F, 1998. Toprak Kimyası. 19 Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No: 26, 1.Baskı, Samsun, 214.
- Botella MA, Cerda A, Lips SH, 1994. Kinetics of  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{NH}_4^+$  Uptake by Wheat Seedlings: Effect of Salinity and Nitrogen Source. Journal of Plant Physiology, 144: 53-57.
- Bozcuk S, 2000. Bitki Fizyolojisi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Ankara, Türkiye 3.Baskı- Ankara
- Bressan RA, 2008. Stress fizyolojisi. Bitki Fizyolojisi. Palma Yayıncılık, 1:591-620.
- Büyükkeskin T, 2008. Hüyük Asitin Bakla (*Vicia faba* L.)'da Fide Gelişimine ve Alüminyum Toksikitesi Etkisinin Belirlenmesi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, 142 sy.
- Cacco G, Dell'Agnolla G, 1984. Plant Growth Regulator Activity of Soluble Humic Substances. Canadian Journal of Soil Science, 64: 25 – 28.
- Chen Aviad T, 1990. Effect of Humic Substances on Plant Growth, p. 161-187. In: MacCarthy P, Clap CE, Malcolm RL, Bloom PR (Eds.). Humic substances in soil and crop sciences: selected reading. Soil Science Society Am, Madison.
- Çimrin KM, Yılmaz I, 2005. Humic Acid Applications to Lettuce do Not Improve Yield but Improve Phosphorus Availability. Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Soiland Plant Science, 55: 58-63.
- Desoky EM, Rady MM, Merwad MA, 2018. Response of Water Deficit-Stressed *Vigna Unguiculata* Performances to Silicon, Proline or Methionine Foliar Application. Scientia Horticulturae, 228: 132-144.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F 1987. Research and Experimental Methods. Statistical Methods-II. Ankara University, Agriculture Faculty Press., 1:1021-1295.
- Eyheraguibel B, Silvestre J, Morard P 2008. Effects of Humic Substances Derived From Organic Waste Enhancement On The Growth and Mineral Nutrition of Maize”, Bioresource Technology, 1:99-4206.

- Gossett DR, Millhollon EP, Lucas MC, 1994. Antioxidant Response to NaCl Stress in Salt Tolerant and Salt Sensitive Cultivars of Cotton. *Crop Science*. 34: 706-714.
- Heath RL, Packer L, 1968. Photoperoxidation in Isolated Chloroplast. I. Kinetics and Stoichiometry of Fatty Acid Peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys*, 125: 189-198.
- Kaçar B, 2006. Potasyumun Bitkilerde İşlevleri ve Kalite Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü.1: 20- 29.
- Korkmaz K, 2018. Çilekte Su Stresi Altındaki Bitkiler Üzerine Hüyük Asit ve Silikonun Etkisinin İncelenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 53s
- Hiradate S, Yamaguchi NU 2003. Chemical Species of Aluminum Reacting with Soil Humic Acids. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 97: 26.
- Jarošová M, Klejdus B, Kováčik J, Babula P, Hedbavny J, 2016. Humic Acid Protects Barley Against Salinity. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38:161.
- Kalaj MH, Pietkiewicz S, 1993. *Acta Physiol. Plant.*, 15: 89-93.
- Kanber R, Çullu MA, Kendirli B, Antepli S, Yılmaz N, 2005. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, Ankara, 3-7 Ocak.
- Kına A, 2008. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının, İki Farklı Çilek (*fragaria x ananassa*) Çeşidinde Bazı Bitkisel ve Kimyasal Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 66 s.
- Kızılgöçü F, Tazebay N, Namlı M, Albayrak Ö, Yıldırım M, 2017. The Drought Effect on Seed Germination and Seedling Growth in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences, 1 (1): 33–37, Dec. 2017.
- Kızılgöçü F, Yıldırım M, Akıncı C, 2010. Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Tuzluluğa Tepkilerinin Belirlenmesi 1. Uluslararası Katılımlı Kamu Üniversite-Sanayi İşbirliği Sempozyumu ve Mermencilik Şurası, 24-26 Mayıs. 301-307, Diyarbakır.
- Koç S 2005. Fasulyelerde Tuzluluğa Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıkların Erken Bitki Gelişimi Aşamasında Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 86 s.
- Koyro HW, 2002. Environment-Plants-Molecules. Ultrastructural Effects of Salinity in Higher Plants, Salinity, 522 pp.
- Mac Carthy P, 2001. The Principles of Humic Substances. *Soil Science* 166: 738.
- Masciandaro G, Ceccanti B, Ronchi V, Benedicto S, Howard L, 2002. Humic Substances to Reduce Salt Effect on Plant Germination and Growth. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33: 365-378.
- Meganid AS, Al-Zahrani HS, El-Metwally MS, 2015. Effect of Humic Acid Application on Growth and Chlorophyll Content of Common Bean Plants (*Phaseolus vulgaris* L.) Under Salinity Stress Conditions. *International Journal of Innovative Research in Science. Engineering and Technology*, 4(5): 2651-2660.
- Mishra A, Choudhuri AD, 1999. Effects of Salicylic Acid on Heavy Metal-Induced Membrane deterioration Mediated By Lipxygenase In Rice. *Biologia Plantarum*, 42 (3): 409-415.
- Munns R, Hüseyin S, Rivelli, AR, James RA, Condon AG, Lindsay MP, Lagudah, ES, Schachtman, DP, 2002. Avenues for Increasing Salt Tolerance of Crops, and the Role of Physiologically Based Selection Traits. *Plant and Soil*, 247: 93-105.
- Oral E, Altuner F, Tunçtürk, R, Baran İ, 2020. Giberellik asit (GA<sub>3</sub>) Ön Uygulamasına Tabi Tutulmuş Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Tohumunda Tuz (NaCl) Stresinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkisi, *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(1): 123-134.
- Osman MEH, Mohsen AA, El-Feky SS., Mohamed WA 2017. Response of Salt-Stressed Wheat (*Triticum aestivum* L.) to Potassium Humate Treatment and Potassium Silicate Foliar Application. The 7th Inter. Conf. "Plant and Microbial Biotech and their Role in the Development of the Society", 85 – 102pp.

- Öztürk M, Gemici M, Özdemir F, Keyikçi, 1994. Tohum Çimlenmesi Olayında Bitkisel Hormonların ve Çimlenme Simülatorünün Tuz Stresini Azaltmadaki Rolü. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Edirne, 1: 44-48.
- Parida AK, Das AB 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: a Review, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 324-349.
- Premchandra GS, Saneoka A, Ogato S, 1990. Cell Membrane Stability, Anindicator of Drought Tolerance, As Affected By Applied Nitrogen in Soybean. *Journal of Agriculture Science*, 115: 63- 66.
- Russo, RO, Berlyn GP, 1990. The use of Organic Biostimulants to Help Low Input Sustainable Agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 1:19-42.
- Sairam RK, 1994. Effect of Moisture Stress on Physiological Activities of Two Contrasting Wheat Genotypes. *Indian Journal of Experimental Biology*, 32: 594-597.
- Sairam RK, Saxena DC, 2000. Oxidative Stres and Antioksidants in Wheat Genotypes: Possible Mechanism of Water Stres Tolerance. *J. Agron. and Crop Science*, 184: 55-61.
- Serenella N, Pizzeghello D, Muscolob, A, Vianello A, 2002. Physiological Effects of Humic Substances on Higher Plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1527-1536.
- Seymen B, Önder M, 2015. Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinde Tuzluluğun Fide Gelişimi Üzerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 2(2): 109-115.
- Soyergin S, 2003. Organik Tarımda Toprak Verimliliğinin Korunması, Gübreler ve Organik Tarım İyileştiricileri, Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova
- Tuna AL, Eroğlu B, 2016. Tuz Stresi Altındaki Biber (*Capsicum annuum* L.) Bitkisinde Bazı Organik ve İnorganik Bileşiklerin Antioksidatif Sisteme Etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32: 21.131.
- Turan M, Aydın A, 2005. Effects of Different Salt Sources On Growth, İnorganic İons and Proline Accumulation in Corn (*Zea mays* L.). *European Journal of Horticultural Science*, 70: 149-155.
- Varanini Z, Pinton R, 1995. Humic Substances and Plant Nutrition. *Progress in Botany*, 56: 97-117.
- Vaughan, D, 1974. Possible Mechanism for Humic Acid Action on Cell Elongation in Root Segments of (*Pisum sativum* L ) under Aseptic Conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 6: 241-247.
- Zhu ZJ, Fan HF, He Y, 2011. Roles Of Silicon-Mediated Alleviation Of Salt Stress In Higher Plants: A Review, *Proceedings of the 5th. International Conference on Silicon in Agriculture (September 13-18), Beijing, China*, 223 pp.