ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI AMİNO ASİT DÜZEYLERİNİN GUAR (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) TAUB.) FİDELERİNDE TUZA TOLERANS ÜZERİNE ETKİSİ

İSMAİL AYKUT KAYTEZ

TARIM VE YAŞAM BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2020

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

İsmail Aykut KAYTEZ tarafından hazırlanan "**Farklı Amino Asit Düzeylerinin Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) Fidelerinde Tuza Tolerans Üzerine Etkisi"** adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı'nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Alpaslan KUŞVURAN

Jüri Üyeleri :

Başkan: Doç. Dr. Alpaslan KUŞVURAN

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Nuray ÇİÇEK

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Recep İrfan NAZLI

Yukarıdaki sonucu onaylarım
Dr. Öğr. Üyesi İlkay ÇORAK ÖCAL
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Farklı Amino Asit Düzeylerinin Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) Fidelerinde Tuza Tolerans Üzerine Etkisi

İsmail Aykut KAYTEZ

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Alpaslan KUŞVURAN

Bu çalışmada; yazlık bir baklagil türü olan guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) bitkisinde, inorganik asimilasyonun birincil ürünleri ve proteinlerin öncüleri olan aminoasitlerin (AA) kullanımının tuza tolerans üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmada; kontrol, tuz (150 mM NaCl), tuz + 300 mg L^{-1} AA, tuz + 600 mg L^{-1} AA, tuz + 1200 mg L^{-1} AA, tuz + 1800 mg L^{-1} AA olmak üzere 6 farklı uygulama guar bitkisine uygulanmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Uygulamadan sonra stres etkisinin tam olarak görüldüğü dönemde bitkiler hasat edilerek, fizyolojik ve morfolojik parametreler bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda; NaCl uygulaması ile kontrole göre morfolojik ve fizyolojik parametrelerde %41-87 oranında azalma görülmüştür. Bunun yanı sıra, tuz stresinde amino asit uygulamalarına bağlı olarak; yaş ağırlık, kuru ağırlık, sürgün uzunlukları, sap kalınlığı, bitki yaprak sayısı ve yaprak alanı gibi büyüme bileşenlerinde AA uygulaması sonucunda olumlu yönde artış olduğu tespit edilmiştir. Kontrol bitkileri ile AA uygulaması yapılan ve tuz stresine maruz kalan bitkiler karşılaştırıldığında; morfolojik parametrelerde %39-392 oranında artış saptanmış, amino asidin 600 mg L^{-1} dozunun stresin etkisinin azaltılmasında (%76-883) en etkin doz olduğu belirlenmiştir.

2020, 57 sayfa

Anahtar Kelimeler: Amino asit, baklagil, biyogübre, stres fizyolojisi, tuzluluk

ABSTRACT

Master's Thesis

Effect of Different Amino Acid Levels on Salt Tolerance of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) Seedlings

Ismail Aykut KAYTEZ

Cankiri Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agriculture and Life Sciences

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Alpaslan KUŞVURAN

In this study; it was investigated the effects the use of amino acids (AA) that the primary products of inorganic assimilation and the precursors of proteins, on salt tolerance in guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.). This study was carried out according to randomized plot design with three replicates. In research; control, NaCl (150 mM NaCl), NaCl + 300 mg L^{-1} AA, NaCl + 600 mg L^{-1} AA, NaCl + 1200 mg L^{-1} AA, NaCl + 1800 mg L^{-1} AA applications were applied to guar plant. When the symptoms of salinity stress were observed in plants, differences among the treatments were evaluated in terms of physiological and morphological parameters. The results showed that, NaCl treatments led to 41-87% reduction in morphological and physiological parameters in comparison to control plant. Additionally, it was determined that amino acid application increased growth components of the plants such as fresh weight, dry weight, shoot length, and shoot diameter, plant leaf number and area, which were under salt stress. When compared to the control; the growth rate increased by 39-392% while 600 mg l^{-1} was found to the most effective amino acid dose to decrease stress effect.

2020, 57 pages

Key words: Amino acid, legume, biofertilizer, stress physiology, salinity

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub., 2n=14), Baklagiller (*Fabaceae*) familyasından kurağa dayanıklı ve kendine döllenen tek yıllık bir bitki türüdür. Genellikle sebze olarak insan beslenmesinde kullanıldığı gibi yeşil aksamı kurutulduktan sonra hayvan beslemede kullanılmaktadır. Ayrıca tohum hasadı yapıldıktan sonra kalan bitkisel artıklar değerli bir yem kaynağıdır. Bununla birlikte hasat sonrasında arta kalan bitki kök ve sap artıkları toprak özelliklerini iyileştirici yönde etki yapmaktadır. Bu çalışmada, bitki gelişimine ve verimliliğe olumlu yönde katkı sağladığı birçok literatürde ifade edilen amino asit uygulamalarının ülkemiz için yeni bir baklagil türü olan ve farklı kullanım alanlarına sahip guarda tuza toleransı artırmaya yönelik etkileri incelenmiştir.

Tez çalışmamın her aşamasında benden desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübesiyle çalışmamı sabırla takip eden, yakın ilgi ve önerileriyle beni yönlendiren, çalışma şevkimi ve motivasyonumu artıran, bana her daim güvenen ve desteğini her zaman hissettiğim değerli hocam ve danışmanım Sayın Doç. Dr. Alpaslan KUŞVURAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca benden bilgi, öneri ve desteğini hiç bir zaman esirgemeyen, çalışmalarımda ne zaman ihtiyaç duysam içtenlik, sabırla ve gülümsemesi ile her zaman yanımda hissettiğim değerli hocam Doç. Dr. Şebnem KUŞVURAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Tüm yaşamım boyunca her attığım adımda maddi, manevi desteğini esirgemeyen, her daim yanımda olan bana her zaman güvenen ve inanan canım annem ve babama, abim Dr. Fazıl KAYTEZ'e sonsuz teşekkür ederim.

Son olarak gerek iş hayatında gerek yüksek lisans eğitim aşamasında her zaman yanımda olan, bana sıcacık bakışıyla 'yapabilirsin biraz daha gayret etmelisin.' diyen,

başarılarımın ilham kaynağı olan, hoşgörüsüyle, anlayışıyla sevgisiyle beni yüreklendiren, bana güvenen her konuda desteğini esirgemeyen yaşam kaynağım olan canım eşim Dr. Nazan KAYTEZ ve biricik oğlumuz A. Kürşat KAYTEZ'e sonsuz teşekkür ederim.

İsmail Aykut KAYTEZ
Çankırı, Ocak 2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET ii
ABSTRACT iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR iv
SİMGELER DİZİNİ vii
ŞEKİLLER DİZİNİ viii
ÇİZELGELER DİZİNİ ix
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ÖZETLERİ 5
2.1 Guarda Tuz Stresi 5
2.2 Bitkilerde Amino Asit Uygulamaları 9
2.3 Tuz Stresine Tolerans Açısından Amino Asit Uygulamaları. 12
3. METARYAL VE YÖNTEM 15
3.1 Materyal 15
3.2 Yöntem 15
3.2.1 Bitkilerin Yetiştirilmesi ve Denemenin Kurulması 15
3.2.2 Tuz (NaCl) ve Amino Asit (AA) Uygulamalarının Gerçekleştirilmesi 17
3.2.3 İncelenen Özellikler ve Yöntemleri 20
4. BULGULAR 30
4.1 Bitki Yaş e Kuru Ağırlığında Meydana Gelen Değişimler 30
4.2 Bitki Boyu ve Sap Kalınlığında Meydana Gelen Değişimler 32
4.3 Yaprak Alanı ve Dal Sayısında Meydana Gelen Değişimler 34
4.4 YOSİ ve MZİ Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler 35
4.5 Klorofil a ve Klorofil b Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler 37
4.6 Na^+ (Sodyum) ve K^+ (Potasyum) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler 39
4.7 Ca^{2+} (Kalsiyum) ve Cl^- (Klor) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler 41
4.8 K+/Na+ (Potasyum/Sodyum) ve Ca2+/Na+ (Kalsiyum/Sodyum) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler 42
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 44
KAYNAKLAR 51
ÖZGEÇMİŞ 57

SİMGELER DİZİNİ

>	Büyüktür
dS	Desisiemens
EC	Elektriksel İletkenlik
ha	Hektar
<	Küçüktür
L	Litre
m	Metre
mg	Miligram
%	Yüzde
g	Gram
da	Dekar

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Tohum ekimi öncesi hazırlık ve tohumların ekimi 16
Şekil 3.2 Bitkilerde çıkış sonrasına ait görüntüler 18
Şekil 3.3 Erken gelişme döneminde sulama 18
Şekil 3.4 Tuz (NaCl) ve tuz (NaCl) + amino asit (AA) uygulamaları başlangıç aşama 19
Şekil 3.5 Tuz (NaCl) ve tuz (NaCl) + amino asit (AA) uygulamaları gelişim aşaması 19
Şekil 3.6 Bitki boyu ve sap kalınlığının belirlenmesi 21
Şekil 3.7 Yaprak sayısı, yaprak alanı ve dal sayısının belirlenmesi 21
Şekil 3.8 Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi 23
Şekil 3.9 Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi (MZİ) 24
Şekil 3.10 Kontrol (standart besin çözeltisi) ve tuz (150 mM) uygulaması 26
Şekil 3.11 Kontrol (standart besin çözeltisi) ve tuz (150 mM) uygulaması 26
Şekil 3.12 Tuz (150 mM) + AA300 (300 mg L^{-1} amino asit) uygulaması..... 27
Şekil 3.13 Tuz (150 mM) + AA600 (600 mg L^{-1} amino asit) uygulaması..... 27
Şekil 3.14 Tuz (150 mM) + AA1200 (1200 mg L^{-1} amino asit) uygulaması..... 28
Şekil 3.15 Tuz (150 mM) + AA1800 (1800 mg L^{-1} amino asit) uygulaması..... 28

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Denemede guar bitkilerinin sulanmasında kullanılan standart besin çözeltisinin içeriği 16
Çizelge 4.1 Bitki yaş ve kuru ağırlığı değerleri, ortalamaları ve gruplar 30
Çizelge 4.2 Bitki boyu ve sap kalınlığı değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar 32
Çizelge 4.3 Yaprak alanı ve dal sayısı değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar 34
Çizelge 4.4 Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) ve membran zararlanma indeksi (MZİ) değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar 36
Çizelge 4.5 Klorofil a ve klorofil b değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar 37
Çizelge 4.6 Na^+ (sodyum) ve K^+ (potasyum) değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar 39
Çizelge 4.7 Ca^{2+} (kalsiyum) ve Cl^- (klor) değerleri, ortalamaları ve gruplar 41
Çizelge 4.8 K^+/Na^+ (potasyum/sodyum) ve Ca^{2+}/Na^+ (kalsiyum/sodyum) değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar 43

1. GİRİŞ

Tuzluluk, hem kurak hem de yarı kurak alanlarda tarımsal üretimi tehdit eden ve dünya genelinde sulanan tarım arazilerinin %20'sini doğrudan etkileyen önemli bir abiyotik stres faktörüdür (Wu *et al.* 2017). Tuz stresi; bitkinin biyokimyasal, fizyolojik ve morfolojik tepkilerinde; büyüme, verim, biyokütle ve bitkilerde kalite kayıplarına neden olan değişiklikler üzerinde etkili olmaktadır.

Yıkanmak suretiyle yeraltı sularına karışan çözünebilir tuzların, yüksek taban suyuyla birlikte kapilarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun uçmasıyla toprak yüzeyinde birikmesi olayına "tuzluluk" denmektedir. Önümüzdeki 20-25 yıllık süreçte; dünya kara alanının %5-7'sine, işlenen tarım alanlarının ise %20-30'una karşılık gelen miktarın, 21. yüzyılın ortalarında ise %50'lik bir bölümünün artan tuz oranına bağlı olarak tahrip olabileceği bildirilmektedir (Bonilla *et al*. 2004, Ahmadi *et al*. 2009, Chowdhury *et al.* 2019).

Öte yandan, iklimsel değişikliklere bağlı olarak düşük kaliteli ve kontrollü olmayan tarımsal su kullanımı nedeniyle; dünya yiyecek ihtiyacının üçte birini karşılayan 1.5 milyar ha tarım alanının yaklaşık olarak %5'inin (77 milyon ha) tuzluluktan etkilendiği bildirilmektedir. Türkiye'de ise bu miktar yaklaşık 1.5 milyon ha olup, hem bu alanların artışını önlemek hem de bu alanlarda daha etkin tarımsal üretim yapılabilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bahsedilen bu alanların; %60'ı tuzlu, %19.6'sı orta derecede tuzlu, %0.4'ü orta derecede alkali, %12'si hafif tuzlu-alkali, %8'i ise orta derecede tuzlu-alkali olarak sınıflandırılmaktadır (Kuşvuran 2010). Bugün yaklaşık 7.8 milyar olan dünya nüfusunun 2050'ye kadar 9 milyarı aşacağı öngörülmektedir. Öte yandan küresel ısınma başta olmak üzere diğer çevresel stres faktörlerinin olumsuz etkilerine bağlı olarak tarımsal üretimde hızlı düşüşler yaşandığı için strese dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi

veya tuzluluk gibi stres koşulları altında daha yüksek verim ve daha kaliteli ürün elde edilmesini sağlayacak yöntemlerin geliştirilmesi elzem bir hal almıştır.

Toprak ya da sulama suyunda yüksek oranda bulunan tuz konsantrasyonu, düşük ozmotik potansiyele bağlı olarak bitkilerin su alımını azaltmakta, yüksek tuz seviyesine bağlı olarak transpirasyon ile iyon toksisitesine neden olarak yaprak hücrelerine zarar vermekte ve bu durum da bitki büyümesi ve gelişimi üzerinde olumsuzluklara neden olmaktadır (Parihar *et al.* 2015; Rady *et al.* 2018). Tuz stresi, diğer çevresel stres faktörlerinde görüldüğü üzere, hidrojen peroksit (H_2O_2), süperoksit (O_2^-) ve hidroksil radikalleri (OH^-) gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikimine yol açmaktadır (Sekmen vd. 2013). Artan ROS konsantrasyonu, bitki dokularında çeşitli şekillerde oksidatif hasara yol açmakta (klorofil içeriğinde azalma, hücre zarında hasar, protein oksidasyonu, nükleik asitlerde iplik kopmaları, vb.) ve bunun sonucunda da hücre ölümüne neden olmaktadır.

Proteinlerin yapı taşları olarak adlandırılan amino asitler, protein sentezinde rol oynayan organik azotlu bileşiklerdir (Sarojnee *et al.* 2009). Amino asitler yüksek bitkilerde büyüme faktörleri gibi davranma kabiliyetine sahip olup, protein sentezinin yapı taşları olduklarından metabolik aktivite için önemli enzimler olabilirler. Bu bileşenlerin, özellikle hücre büyümesinin uyarılmasında önemli oldukları, bitki hücrelerinde uygun pH değerinin sürdürülmesinde yardımcı olan tamponlar gibi davrandıkları belirlenmiştir (El-Din *et al.* 2005). Ayrıca, hem asidik hem de bazik gruplar içerdiklerinden, hücre içindeki amonyağın da uzaklaştırılmasına katkı sağlamaktadırlar (Nahed *et al.* 2010). Bunun yanı sıra; alkaloitler, aminler, enzimler, terpenoidler, proteinler, pürinler, pirimidinler, vitaminler vb. dahil olmak üzere farklı organik bileşiklerin sentezine yardımcı olurlar (Talaat *et al.* 2014).

Amino asitler yüksek sıcaklık, düşük nem, don, böcek zararı, dolu zararı ve sel gibi ürün kalitesini ve miktarını azaltan, bitki metabolizması üzerinde olumsuz etkiye sahip stres koşullarına direnç sağlar. Amino asitlerin stres koşulları oluşmadan önce, oluşurken ve

sonrasında uygulanması ile stres fizyolojisinde ortaya çıkan sorunları önleme ve iyileştirme etkileri de vardır. Işık ve nem oranı düşük, sıcaklık ve tuz konsantrasyonu yüksek olduğunda stomalar küçülür (makro ve mikro besinlerin emilimi düşer) fotosentez, terleme ve solunum artar (karbonhidrat yıkımı). Bu durumda bitkinin metabolik dengesi olumsuz etkilenir. L-glutamik asit "bekçi hücreleri" sitoplazmaya ozmotik ajan olarak davranır. Böylece stomaların açılımını teşvik eder (Kavasoğlu 2018).

Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) Hindistan'da doğal vejetasyonda bulunan bir tür olup, bu ülkede ve Asya Kıtası'nda uzun yıllardır tarımı yapılmaktadır. Tarımsal olarak genellikle sebze, büyükbaş hayvanlar için yem, toprak özelliklerini iyileştirmek için yeşil gübreleme ya da örtü bitkisi olarak kullanılan yazlık bir baklagil türüdür (Rao and Shahid 2011, Rai 2015). Yeşil taze baklaları sebze olarak tüketilmekte olup, özellikle Vitamin A, demir (Fe) ve Vitamin C bakımından zengin bir içeriğe sahiptir (Deka *et al.* 2015). Ekim alanları ve üretim miktarı bakımından Hindistan tek başına %80'lik bir paya sahipken, bunu %15 ile Pakistan izlemektedir. Diğer ülkeler ise %5'lik (ABD, Avustralya ve Afrika vb.) bir orana sahiptir (NRAA 2014).

Guar zamkı doğal bir nano partikül olup türevleri önemli içeriklere sahiptir. 21 farklı sektörde yaklaşık 100 farklı üründe çok farklı şekillerde kullanılmaktadır. Bu ürünler arasında en yaygın olarak kullanıldığı alanlar gıda, ilaç, kozmetik, kâğıt, patlayıcı maddeler ve yangın söndürme cihazları, tekstil, sigara, petrol ve kaya gazı keşifleri olarak sıralanabilir.

Özellikle son yıllarda diğer kullanım alanlarındaki öneminin artmasına bağlı olarak hayvan besleme ve yeşil gübreleme alanında kullanımı eskiye kıyasla daha düşük seviyelerdedir (Arain 2013). Bir baklagil olduğundan kendisi ve kendisinden sonraki ürün için atmosfer azotunu bağlamak suretiyle toprağın üretkenliğini de artırmaktadır (Bewal *et al.* 2009, Cebeci *et al.* 2016). Bu anlamda; ülkemiz için yeni bir tür olan guarın, başta yeşil gübre ve toprak ıslahı olmak üzere özellikle hayvan besleme amacıyla

kullanılabileceği ve ekim nöbeti sistemleri içerisinde yer alabilecek değerli bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada; bitki gelişimine ve verimliliğe katkısı birçok literatürde ifade edilen amino asit uygulamalarının, ülkemiz için yeni bir baklagil türü olan ve farklı kullanım alanlarına sahip guarda tuza toleransı artırmaya yönelik etkileri incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Guarda Tuz Stresi

Ashraf *et al.* (2002), 15 farklı guar ekotipinin tuz stresi karşısında göstermiş oldukları tepkileri inceledikleri çalışmalarında; 3, 9 ve 15 dS m^{-1} olmak üzere üç farklı tuz konsantrasyonu kullanmışlardır. Araştırmada; tuz stresi ile birlikte bitki boyu, kök boyu, kök yaş ve kuru ağırlığı, bitki yaş ve kuru ağırlığı ve bitki başına tohum veriminde azalma meydana geldiği, bu azalmanın tuz dozundaki artışa bağlı olarak etkisini daha net bir biçimde gösterdiği tespit edilmiştir.

Teolis *et al*. (2009), 42 farklı guar aksesyonunun tuz stresinde göstermiş oldukları tepkileri belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri tarama çalışmasında; tohumları tuz stresi için 200 mM NaCl tuz konsantrasyonu ile sularken, kontrol bitkilerini saf su ile sulamışlardır. İncelenen aksesyonlar tuza tolerans özelliği bakımından geniş bir değişim göstermişlerdir. Çimlenme yüzdesi tuz stresi koşullarında %7 ile %90 oranları arasında değişmiş, tuza toleransı yüksek olan aksesyonlarda çimlenme yüzdesi daha yüksek bulunmuştur.

Ramarajan *et al.* (2013), guarda yaptıkları çalışmalarında, tuz stresinin tohum çimlenmesi ve biyokimyasal değişimler üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmada, NaCl konsantrasyonundaki artışın, çimlenme oranlarını olumsuz yönde etkilediği ve bu değişimin hassas çeşitlerde daha belirgin olduğu ifade edilmiştir.

Dhingra (2014), tuza tolerans olduğu bildirilen HG2-20 guar çeşidinin farklı tuz konsantrasyonlarında (0, 4, 8, 12 dS m^{-1}) morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerini incelemiştir. Çalışmada; tuz stresi ile birlikte yaprak ve köklerde membran

zararlanma indeksi artış gösterirken; yaprak oransal su içeriği, hasat indeksi ve toplam biyomasta azalma meydana gelmiştir. Bununla birlikte, çözülebilir şeker, aminoasit ve prolin içeriğinde tuz stresi ile birlikte artış belirlenirken, çiçek başına polen sayısı, polen boyutu, bitki başına çiçek sayısı da tuz stresinden olumsuz etkilenen parametreler arasında yer almıştır.

Rasheed *et al.* (2015), tuzluluğun bitkisel üretimi önemli derecede azalttığını, bu amaçla tuza tolerant çeşit ya da hatların belirlenmesine yönelik tarama çalışmalarının önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırıcılar bu doğrultuda 31 farklı guar ekotipinin tuza tolerans bakımından göstermiş oldukları tepkileri incelemişlerdir. Çalışmada EC 10 mS cm^{-1} dozu ile tuz stresi oluşturulurken, kontrol grubunda ise 0.354 mS cm^{-1} EC dozu kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; bitki yaş ve kuru ağırlıkları ile bitki boyu bakımından ortaya çıkan farklılıklar değerlendirilmiştir. Araştırmada kullanılan ekotipler arasında tuza tolerans bakımından geniş bir varyasyon belirlenmiş; tuz stresinin genel olarak incelenen parametreler bakımından olumsuzluklara yol açtığı ifade edilmiştir.

Gul *et al*. (2015), guarda farklı tuz stresi seviyelerinin bitki gelişiminde ortaya koydukları etkileri inceledikleri çalışmalarında 0, 2.5 ve 5 dS m^{-1} olmak üzere 3 farklı tuz dozu kullanmışlardır. Çalışmada tuz stresine paralel olarak bitki boyu, kök uzunluğu, yaprak sayısı ve alanı, bitki yaş ve kuru ağırlığı, bitki başına tohum sayısı ve tohum verimi ile klorofil a ve b oranında azalma meydana gelmiş, bu azalma 5 dS m^{-1} dozunda daha yüksek oranlarda gerçekleşmiştir. İyon değişimlerinin de incelendiği çalışmada bitki tuz dozundaki artış ile birlikte bitki Na^{+} içeriğinde artış meydana gelmiş, bunun aksine potasyum içeriğinde ve K/Na oranında azalma meydana gelmiştir.

Suraj *et al*. (2015), 15 farklı guar genotipinin tuz stresine olan tepkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında 0, 4, 8, 12 ve 16 dS m^{-1} olmak üzere 5 farklı tuz konsantrasyonuna yer vermişlerdir. Tuz stresi tüm genotiplerde prolin ve toplam çözülebilir şeker miktarında artışa neden olmuş, bu artış tuz konsantrasyonundaki artış ile

paralel bir biçimde devam etmiştir. En yüksek prolin birikimi 16 dS m^{-1} tuz konsantrasyonunda HG-563 nolu genotipte belirlenirken, en düşük içerik HG-258 genotipinde tespit edilmiştir. Toplam çözülebilir şeker içeriği bakımından ise genotipler arasında geniş bir varyasyon görülmüş, en yüksek şeker içeriği de 16 dS m^{-1} tuz konsantrasyonunda ve PNB genotipinde saptanmıştır.

Saeed *et al.* (2016) tarafından guarda çay kompostunun tuz stresine tolerans etkinliğinin araştırıldığı çalışmada; bitkilerin bir bölümü sadece 0, 50 ve 100 mM NaCl stresine maruz bırakılırken, bir bölümü ise aynı tuz konsantrasyonlarında çay kompostu ortamında yetiştirilmişlerdir. Saksı kültüründe gerçekleştirilen çalışmada, toprak evapotranspirasyon (ET), vejetatif büyüme parametreleri ile bazı biyokimyasal parametreler bakımından değerlendirilmiştir. ET değerleri tuz stresi ile birlikte azalma göstermiş, kompost uygulaması tüm tuz konsantrasyonlarında ET değerinin azalmasına neden olmuştur. Bunun yanı sıra incelenen tüm morfolojik ve fizyolojik parametreler bakımından tuz stresi düzeyindeki artışa bağlı olarak kontrol bitkilerine oranla kayıplar artış göstermiş ancak bu değişim çay kompostu kullanımı ile birlikte azalmıştır. Bunun yanı sıra organik çözeltiler (çözülebilir şeker, proteinler, serbest amino asit ve fenolik madde içeriği) tuz stresi koşullarında artış göstermiştir. Bu artış kompost kullanımında da belirlenmiştir. Çalışma sonucunda çay kompostunun tuz stresinin zararlı etkilerini hafifleterek, bitki gelişimini teşvik ettiği vurgulanmıştır.

Akçaman vd. (2017) tarafından 8 adet guar (125-1, 1-1, 40-1, 57-1, 62-4, 94, 98, 114) hattında, SAR değeri 3'ten küçük olacak şekilde farklı tuz kaynaklarından ($NaCO_3$, $MgCl_2$, $CaCl_2$), farklı seviyelerde sulama suyu elektriksel iletkenlik (EC) değerlerine (0, 4, 8, 12, 16, 20, 30, 40 dS m^{-1}) sahip sulama sularının çimlenme üzerine etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada; guar tohumlarının çimlenme hızı ve çimlenme gücü üzerine sulama suyu tuzluluğunun istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) etkileri olduğu belirlenmiştir. Sulama suyu tuzluluğu arttıkça çimlenme hızı ve çimlenme gücü azalma göstermiştir. Çimlenme hızı dikkate alındığında 8 dS m^{-1}'lik uygulama seviyesinde, %80 oranında çimlenme meydana gelmiş; çimlenme gücünde ise 12 dS m^{-}

[1] uygulamasından itibaren etkilenmenin olduğu belirlenmiştir. Genotiplerin çimlenme hızı ve çimlenme gücü genel olarak birbirine yakın bulunmuştur. Çalışmada, artan sulama suyu tuzluluk seviyesine bağlı olarak incelenen tüm parametrelerde etkilenme belirlenmiştir

Suthar *et al*. (2018) tarafından, tuza tolerans düzeylerinin belirlenmesine yönelik guarda gerçekleştirilen çalışmada, 25 farklı guar genotipi yer almıştır. 4 farklı tuz konsantrasyonunda (0, 3, 6 ve 9 dS m^{-1}) bitkiler; bitki boyu, yaş ve kuru ağırlık ile iyon değişimi bakımından değerlendirilmiştir. Çalışmada tuza tolerans bakımından genotipler arasında geniş bir varyasyon olduğu belirlenmiştir. İyon seçiciliği mekanizmasını kullanan ve daha yüksek K^+ ve K^+/Na^+ oranı gösteren genotiplerin yüksek tuz konsantrasyonlarına toleranslarının da yüksek olduğu bildirilmiştir. 25 genotip içerisinde, 8 genotip en yüksek tuz konsantrasyonu olan 9 dS m^{-1} değerinde tuz stresine tolerans özelliğini göstermiştir. Bunun yanı sıra diğer genotiplerin %50'si 3 ve 6 dS m^{-1} tuz konsantrasyonlarında kontrol bitkilerine oranla daha iyi bir gelişim göstermişlerdir.

2.2 Bitkilerde Amino Asit Uygulamaları

Moraditochaee *et al.* (2012), börülcede (*Vigna unguiculata* L.) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında; iki farklı amino asit (AA1: Kontrol (saf su) ve AA2: 2 g L^{-1} amino asit) ve dört farklı azot dozu (N1: 0 kg da^{-1}, N2: 2.5 kg da^{-1}, N3: 5.0 kg da^{-1} ve N4: 7.5 kg da^{-1} N) uygulamışlardır. Çalışma sonucunda; en yüksek tane verimi azot, amino asit ve azot x amino asit interaksiyonunda sırasıyla 136.0 kg da^{-1}, 116.7 kg da^{-1} ve 173.6 kg da^{-1} olarak elde edilmiştir.

Wahba *et al.* (2015), ısırgan otu (*Urtica pilulifera* L.)'nda gerçekleştirmiş oldukları çalışmada; yapraktan farklı dozlarda (0, 50, 100 ve 150 ppm) amino asit uygulamalarının (triptofan, tirozin ve glutamik) kimyasal bileşiminin yanı sıra büyüme ve verim parametreleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada; amino asit uygulamalarında, büyüme parametreleri (bitki boyu, dal sayısı, bitkinin taze ve kuru ağırlığı ve tohum verimi) ve kimyasal bileşimler (toplam karbonhidrat, toplam lipid içeriği ve toplam kafeik asit türevleri) kontrol bitkilerine oranla artış göstermiş, en etkili uygulamanın 100 ppm dozunda triptofan uygulaması olduğu bildirilmiştir.

Kavasoğlu (2018) tarafından fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) amino asit uygulamalarının tane verimi ile bazı tarımsal özellikler üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; "Amino total" ticari isimli amino asit gübresi 0 (kontrol), 150 cc da^{-1}, 300 cc da^{-1}, 600 cc da^{-1}, 900 cc da^{-1}ve 1200 cc da^{-1} olmak üzere 5 farklı dozda uygulanmıştır. Çalışma sonucunda; amino asit uygulamalarına göre "Kınalı" fasulye çeşidinin bitki boyu 60.67 (AA1 dozu) ile 89.33 cm (AA4 dozu), bakla sayı 19.00 (Kontrol) ile 30.00 adet $bitki^{-1}$ (AA2 dozu), baklada tane sayısı 3.70 (AA2 ve AA3 dozu) ile 4.53 adet (AA5 dozu), bitkide tane sayısı 71.00 (Kontrol) ile 110.97 adet (AA2 dozu), 100 tane ağırlığı 34.29 (Kontrol) ile 40.26 g (AA5 dozu), tane verimi 278.49 (Kontrol) ile 444.60 kg da^{-1} (AA2 dozu), protein oranı %23.25 (Kontrol) ile %24.49 (AA5 dozu) ve ham protein verimi 64.71 (Kontrol) ile 107.04 kg da^{-1} (AA2 dozu) arasında değişim göstermiştir.

Amino asit uygulaması fasulye bitkisinde tane verimi ve bazı tarımsal özellikler üzerinde olumlu etkiye sahip olmuş, dekara 300 cc amino asit uygulaması ile tane verimi ve protein oranının önemli derecede arttığı tespit edilmiştir.

Sahu *et al.* (2018), çeşitli amino asit temelli büyüme maddelerinin soya fasulyesinin (*Glycine max (*L.) Merrill) fizyolojik parametreleri, kuru madde oranı, verimliliği ve kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında; soya fasulyesinde en yüksek tohum verimi, biyolojik verim, 100 dane ağırlığı ve protein içeriğinin amino asit uygulanan bitkilerde elde edildiği ifade edilmiş olup, en yüksek tohum verimi (11.06 g bitki^{-1} ve 131.7 kg da^{-1}), biyolojik verim (23.37 g bitki^{-1} ve 300.86 kg da^{-1}), 100 dane ağırlığı (7.70 g) ve protein içeriği (%38.40) tespit edilmiştir.

Radkowski (2018), çayır kelp kuyruğunda (*Phleum pratense* L.) amino asit uygulamalarının verim, büyüme parametreleri ve klorofil oranı üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; 1.8, 3.0 ve 4.5 L ha^{-1} olmak üzere 3 farklı amino asit düzeyi kullanılmıştır. En yüksek doz olan 4.5 L ha^{-1} düzeyinde kontrol bitkilerine oranla tohum verimi ve çimlenme kapasitesinde artış belirlenmiş, bununla birlikte morfolojik karakterler bakımından tüm uygulamalarda artış ortaya çıkmıştır. İstatistiksel olarak uygulamalar arasında fark ortaya çıkmamış ancak en etkili dozun 3 L ha^{-1} olduğu ifade edilmiştir.

Aslan (2019), humik-fulvik asit ile amino asidi ayrı ayrı ve birlikte uygulama ile farklı dozlarda (kontrol, 2000, 4000, 6000 ve 8000 mL da^{-1}) uygulamanın kıvırcık yapraklı baş salatanın verim ve kalitesi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada; kıvırcık yapraklı baş salatanın (*Lactuca sativa* L.) bazı verim ve kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Araştırma bulgularına göre; humik-fulvik asit ile amino asidin ayrı ayrı ve birlikte uygulanması ile dozların etkisi, titre edilebilir asit hariç, bütün parametrelerde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek toplam bitki ağırlığı (1164.33 g) humik-fulvik asit + amino asidin birlikte uygulamasının 4000 mL da^{-1} dozunda elde edilirken; en yüksek

pazarlanabilir bitki ağırlığı (854.67 g), baş boyu (27.67 cm) ve baş çapı (22.33 cm) 8000 ml da^{-1} amino asit uygulamasında belirlenmiştir.

2.3 Tuz Stresine Tolerans Açısından Amino Asit Uygulamaları

El-Samad *et al.* (2011), fasulye ve mısırda (*Zea mays* L.) dışsal prolin ve amino asit uygulamalarının tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında; tuz stresinin kuru ağırlık, yaprak alanı, yaprak oransal su içeriği ve fotosentetik pigmentler bakımından olumsuz etki oluşturduğunu saptamışlardır. Bununla birlikte dışsal amino asit ve prolin uygulamaları ortaya çıkan bu olumsuzluğu önemli düzeyde sınırlandırmıştır. Bitki iyon değişiminin de incelendiği çalışmada, tuz stresi karşısında K^+, Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyon birikimi azalırken; amino asit ve prolin uygulamaları Na^+ iyon alımını sınırlandırmış, K^+ iyon alımını ise artırmıştır.

Bahari *et al.* (2013), buğdayda amino asit uygulamalarının tuz stresi üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında; 5 farklı amino asit gübresi kullanılmış (Kadostim, Phosphotern, Aminolephorte, Hyomiphorte, Fish Emulsion) ve bitkiler 3 farklı tuz stresi (0, 40 and 80 mM NaCl) düzeyine maruz bırakılmışlardır. Çalışma sonucunda; tuz stresi fotosentetik pigmentlerde azalmaya neden olmuş, bu azalma 80 mM NaCl uygulamasında daha da belirginleşmiştir. Bununla birlikte, amino asit uygulaması olumlu etki ortaya koyarken, en yüksek değerler Fish Emulsion uygulamasında elde edilmiştir.

Denli ve Arabacı (2014), kiwano (*Cucumis metuliferus*) (kavun/Afrika boynuzlu kavunu) bitkisinde elde edilen POD ve APX enzimleri üzerine bazı amino asitlerin etkisinin incelendiği çalışmalarında; her iki enzim için amino asitlerin aktivatör ya da inhibitör etkiye sahip olduğu ve bu etkinin amino asit konsantrasyonuna ve amino asitlerin asidik, bazik ve nötral karakterine göre değişiklik gösterdiğini saptamışlardır.

Sadak *et al.* (2015), deniz suyu ile sulamanın gerçekleştirildiği (3.13 ve 6.25 dS m^{-1}) çalışmalarında; materyal olarak Giza 843 fasulye çeşidini kullanmışlar, farklı konsantrasyonlarda (0, 500, 1000 veya 1500 mg L^{-1}) amino asit karışımlarının tuz stresine

tolerans üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada; tuz stresinin kök uzunluğu, bitki başına yaprak sayısı, köklerin taze ve kuru ağırlıkları, fotosentetik pigmentler, toplam karbonhidratlar, polisakkaritler ve fasulye yaprağı içeriğindeki nükleik asit DNA ve RNA'larında önemli azalmalara neden olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra tuz stresi bitkide Na^+ ve Cl^- içeriklerinin artmasına ve K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} ve P^{3+} içeriğinde ise azalmaya neden olmuştur. Buna karşın, amino asit uygulaması farklı düzeylerde tuza toleransı artırmış, en olumlu etki ise 1500 mg L^{-1} amino asit uygulamasında elde edilmiştir.

Shan *et al*. (2018), mısırda farklı büyüme düzenleyicilerin tuz stresine tolerans üzerindeki etkilerini irdeledikleri çalışmalarında; amino asit, giberalik asit, kinetin ve salisilik asit kullanmışlardır. Araştırmada; tuz stresi çimlenme oranında azalmaya neden olurken antioksidatif enzim aktiviteleri öncelikle artış göstermiş ancak stres süresine bağlı olarak azalma eğilimine girmişlerdir. Bunun yanı sıra; MDA ve Na^+ iyon içeriği artış göstermiştir. Dışsal bitki büyüme düzenleyici uygulamaları çimlenme oranını, K^+, Ca^{2+} ve Mg^{2+} içeriğini artırırken, Na^+ alımı ve MDA içeriği sınırlanmıştır. Çalışma sonucunda; dışsal bitki büyüme düzenleyicilerinin stres etkisini azaltarak toleransın sağlanmasında etkili olabileceği, giberalik asit ve amino asit uygulamalarının diğer uygulamalara oranla çok daha etkin rol oynadığını bildirmişlerdir.

Kalhor *et al.* (2018) tarafından marulda amino asit uygulamalarının tuz stresine etkilerinin incelendiği çalışmada; amino asit kaynağı olarak Gamma-Amino Butyric Acid (GABA) kullanılırken, tuz stresi 0, 40 ve 80 mM olmak üzere 3 farklı düzeyde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada çimlenme ve fide gelişimi incelenmiş, tuz stresi ile birlikte incelenen parametreler bakımından kontrol bitkilerine oranla azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte tuzluluğun olumsuz etkisi amino asit uygulamasına bağlı olarak azalma göstermiştir.

Mohammed *et al.* (2019), kıyı yalancı darısında (*Paspalum vaginatum*) amino asit uygulamalarının tuz stresine tolerans üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında; 4 farklı tuzluluk düzeyi (0.0, 10000, 15000 and 20000 ppm NaCl) kullanmışlardır. Araştırma sonucunda; artan tuz stresi ile birlikte yeşil aksam ve kök gelişimi ile klorofil içeriğinde azalma meydana gelirken, amino asit uygulamaları tuz stresinin olumsuz etkisini önemli ölçüde azaltmıştır. Araştırıcılar, özellikle 10000 ppm NaCl düzeyinde prolin + putrescine 200 ppm uygulamasının en etkin uygulama olduğu sonucuna varmışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Farklı amino asit düzeylerinin tuz stresi üzerindeki etkilerinin incelendiği bu çalışmada; Hindistan kökenli, yem amacıyla ekimi yapılan ve dik gelişme formuna sahip guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) tohumu ile %70 toplam organik madde, %14 organik karbon, %3 organik azot, %29 serbest amino asit, %20 nem ve pH değeri 2.5-4.5 arasında olan bitkisel kökenli amino asit içeren katı organik gübre (Amino Gold) amino asit materyali olarak kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Bitkilerin Yetiştirilmesi ve Denemenin Kurulması

Çalışma genç bitki aşamasında, Çankırı Karatekin Üniversitesi Kızılırmak Meslek Yüksekokulu Ballıca Yerleşkesi'nde bulunan ve gündüz/gece sıcaklık değerleri 26±2 °C ve 18±2 °C, nispi nem değeri ise %65±5 olan plastik serada, tesadüf parselleri deneme desenine göre, 2018 yılı yaz döneminde, 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Guar bitkisine ait tohumlar 12 litre hacminde, 2:1 oranında torf:perlit içeren plastik saksılara ekilmiş ve nem kaybını asgari düzeyde tutmak için ayrıca bir miktar vermikulit eklenmiştir (Şekil 3.1). Her saksıya 10'ar adet guar tohumu ekilip, bitki çıkışlarının ardından seyreltme yapılarak her saksıda diğerlerine göre daha sağlıklı çıkış yapan 5 bitki bırakılmıştır. Bitkiler 3 gerçek yapraklı aşamaya gelinceye kadar (15-20 cm boy) standart besin çözeltisi ile (Çizelge 3.1). sulanmıştır Sulamada "drene olan çözelti/uygulanan çözelti" oranı esas alınmıştır (Schröder and Lieth 2002). Günlük olarak drenaj seviyeleri

belirlenerek bu oran deneme süresince bitkilerin büyümesine göre %30 civarında tutulmuştur (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3).

Çizelge 3.1 Denemede guar bitkilerinin sulanmasında kullanılan standart besin çözeltisinin içeriği (Dasgan ve Abak 1999).

Besin elementi	Konsantrasyon (mg L^{-1})
N	172.20
P	52.70
K	328.44
Mg	26.30
Ca	120.30
S	22.47
Fe	1.68
Mn	0.85
B	0.44
Zn	0.30
Cu	0.85



Şekil 3.1 Tohum ekimi öncesi hazırlık ve tohumların ekimi

3.2.2 Tuz (NaCl) ve Amino Asit (AA) Uygulamalarının Gerçekleştirilmesi

Guar bitkileri 3 gerçek yapraklı döneme kadar (15-20 cm boy) sadece standart besin çözeltisi ile sulanmış, ekimden 39 gün sonra tuz (NaCl) ve tuz + amino asit (AA) uygulamalarına geçilmiştir (Şekil 3.4 ve Şekil 3.5). Tuz konsantrasyonu kademeli olarak artırılmış ve ilk gün 50 mM NaCl, ikinci gün 100 mM 3. gün sonunda ise final doz olan 150 mM NaCl değerine ulaşılmıştır. Bundan sonra deneme sonuçlanana kadar uygulamalar bu doz üzerinden devam etmiştir.

Deneme süresince; kontrol bitkileri sadece standart besin çözeltisi ile sulanırken, Tuz (NaCl) ve Tuz (NaCl) + Amino asit (AA) uygulamalarında ise besin çözeltisi ile birlikte 150 mM tuz konsantrasyonu ve amino asit uygulaması şeklinde sulama yapılmıştır. Denemede kullanılan su miktarı bitkilerden drene olan su oranına (tarla kapasitesi) göre hesaplanarak verilmiştir.

Çalışmada gerçekleştirilen uygulamalar şu şekildedir; 1-) Kontrol (Standart besin çözeltisi), 2-Tuz (150 mM), 3-) Tuz (150 mM) + AA300 (300 mg L^{-1} amino asit), 4-) Tuz (150 mM) + AA600 (600 mg L^{-1}amino asit), 5-) Tuz (150 mM) + AA1200 (1200 mg L^{-1} amino asit), 6- Tuz (150 mM) + AA1800 (1800 mg L^{-1} amino asit)

Stres etkilerinin net olarak görüldüğü dönemde (150 mM NaCl uygulamasından 22 gün sonra) bitkiler hasat edilerek, bazı morfolojik ve fizyolojik parametreler bakımından değerlendirilmiştir. Dolayısıyla ekim ile hasat arasında geçen süre toplam 61 gündür.



Şekil 3.2 Bitkilerde çıkış sonrasına ait görüntüler



Şekil 3.3 Erken gelişme döneminde sulama



Şekil 3.4 Tuz (NaCl) ve tuz (NaCl) + amino asit (AA) uygulamaları başlangıç aşaması



Şekil 3.5 Tuz (NaCl) ve tuz (NaCl) + amino asit (AA) uygulamaları gelişim aşaması

3.2.3. İncelenen Özellikler ve Yöntemleri

3.2.3.1 Yaş ve Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi

Stres ve amino asit uygulamaları sonucunda hasat edilen bitkilerden rastgele seçilen 4'er bitki kontaminasyonu önlemek için saf su ile yıkandıktan sonra hassas terazide tartılarak, g cinsinden yaş ağırlıkları belirlenmiş, daha sonra aynı örnekler 78 ºC etüvde 48 saat süreyle, ağırlıkları sabit kalıncaya kadar, kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları g cinsinden tespit edilmiştir.

3.2.3.2 Bitki Boyu ve Sap Kalınlığı Belirlenmesi

Bitkide kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge cm (±0.5) cinsinden metre ile ölçülmüştür. Sap kalınlığı sayısal kumpas yardımı ile mm (±0.1) olarak belirlenmiştir (Şekil 3.6).

3.2.3.3 Yaprak Sayısı, Yaprak Alanı ve Dal Sayısının Belirlenmesi

Deneme sonunda hasat edilen guar bitkilerinde yaprak sayısı bitki üzerindeki tüm yaprakların sayılması ile adet bitki^{-1} olarak, yaprak alanı ise CI BIO Science CI 202 model yaprak alan ölçer aleti kullanılarak cm^2 bitki^{-1} olarak belirlenmiştir. Ayrıca, her bir bitkideki dal sayısı adet bitki^{-1} olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.6 Bitki boyu ve sap kalınlığının belirlenmesi



Şekil 3.7 Yaprak sayısı, yaprak alanı ve dal sayısının belirlenmesi

3.2.3.4 Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi

Çalışmada, yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%) Sanchez *et al*. (2004) ve Turkan *et al.* (2005)'e göre yapılmıştır. Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için taze ağırlıkları alınmış, daha sonra alınan yaprak örnekleri 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilerek bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır (Şekil 3.8). Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 78ºC etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları g olarak tespit edilmiştir. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

(TA-KA)/(TuA-KA)x100

TA: Taze Ağırlık, KA: Kuru Ağırlık, TuA: Turgor Ağırlığı





Şekil 3.8 Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi

3.2.3.5 Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (MZİ)

Membran Zararlanma İndeksi-MZİ (Membran Injury Index-MIDX) hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Dlugokecka and Kacperska-Palacz 1978, Fan and Blake 2008). Stres ve kontrol bitkilerinin alttan 3. yapraklarından 17 mm çapında alınan diskler deiyonize su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra EC değeri tespit edilmiş, aynı diskler 100 °C'de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür. Elde edilen değerden aşağıdaki formül yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%) belirlenmiştir (Şekil 3.9).

MZİ=(Lt-Lc/1-Lc)x100

Lt: Tuzluluk stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC

Lc: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC



Şekil 3.9 Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi (MZİ)

3.2.3.6 Klorofil a ve b konsantrasyonlarının belirlenmesi

Klorofil a ve b konsantrasyonu Arnon (1949)'a göre Shimadzu marka spektrofotometre yardımıyla belirlenmiştir. Bitkilerin taze yaprak örnekleri (100-200 mg) 15 ml %80'lik (hacim/hacim) asetonla homojenize edilerek beyaz bant filtre kâğıdı kullanılarak filtre edilmiştir. Elde edilen ekstraksiyonda absorbans değerleri U.V. 663 nm'de klorofil a ve 645 nm'de klorofil b ölçülmüştür. Hesaplamalar verilen formüllere göre yapılmıştır (A: ölçülen absorbans değeri):

Klorofil a (Kl a) = (11.75xA663 - 2.35xA645) x 20 / mg örnek ağırlığı
Klorofil b (Kl b) = (18.61xA645 - 3.96xA663) x 20 / mg örnek ağırlığı

Mineral Element Analizleri

Uygulamalardan tesadüfî olarak seçilen 4'er bitkinin yaprakları mineral madde tayini için kullanılmıştır. 200 mg tartılan kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örnekleri 550 ºC kül fırınında 8 saat yakılmıştır. Elde edilen kül, %3.3'lük HCl'de çözünmüş ve mavi bantlı filtre kağıdında süzüldükten sonra Na^+, K^+ ve Ca^{2+} okumaları, Varian marka FS220 model Atomik Absorbsiyon Spekfotometre cihazında emisyon modunda gerçekleştirilmiştir (Kaçar ve İnal 2008). Bitki yeşil aksam Cl^- konsantrasyonun belirlenmesi Johnson ve Ulrich (1959)'e göre ve Mohr metodu ile yapılmıştır. Buna göre; öğütülmüş bitki örneklerinden 100 mg tartılarak 50 ml kapasiteli santrifüj tüpüne konulmuştur. Üzerine 25 ml saf su ilave edildikten sonra 10 dakika çalkalanıp ve 4000 devir ile santrifüj edilmiştir. Eriyikten 20 ml alıp erlenmayerlere konulmuş, üzerine 1 ml potasyum kromat indikatörü ilave edildikten sonra gümüş nitrat eriyiği ile titre edilmiştir. Klorun tamamı gümüş klorür halinde çökeldiğinde ve açık kahverengine dönüştüğünde titrasyona son verilmiştir.

Cl konsantrasyonu aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Klor % = (N-B) /A x 100

N: Numune titrasyonunda kullanılan gümüş nitrat miktarı, ml

B: Blank titrasyonunda kullanılan gümüş nitrat miktarı, ml

A: Analiz için alınan bitki numunesi miktarı

Uygulanan tuz konsantrasyonu ve farklı aminoasit dozlarına karşı bitkilerde meydana gelen morfolojik değişimler aşağıda verilmiştir (Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12, Şekil 3.13, Şekil 3.14 ve Şekil 3.15).



Şekil 3.10 Kontrol (standart besin çözeltisi) ve tuz (150 mM) uygulaması



Şekil 3.11 Kontrol (standart besin çözeltisi) ve tuz (150 mM) uygulaması



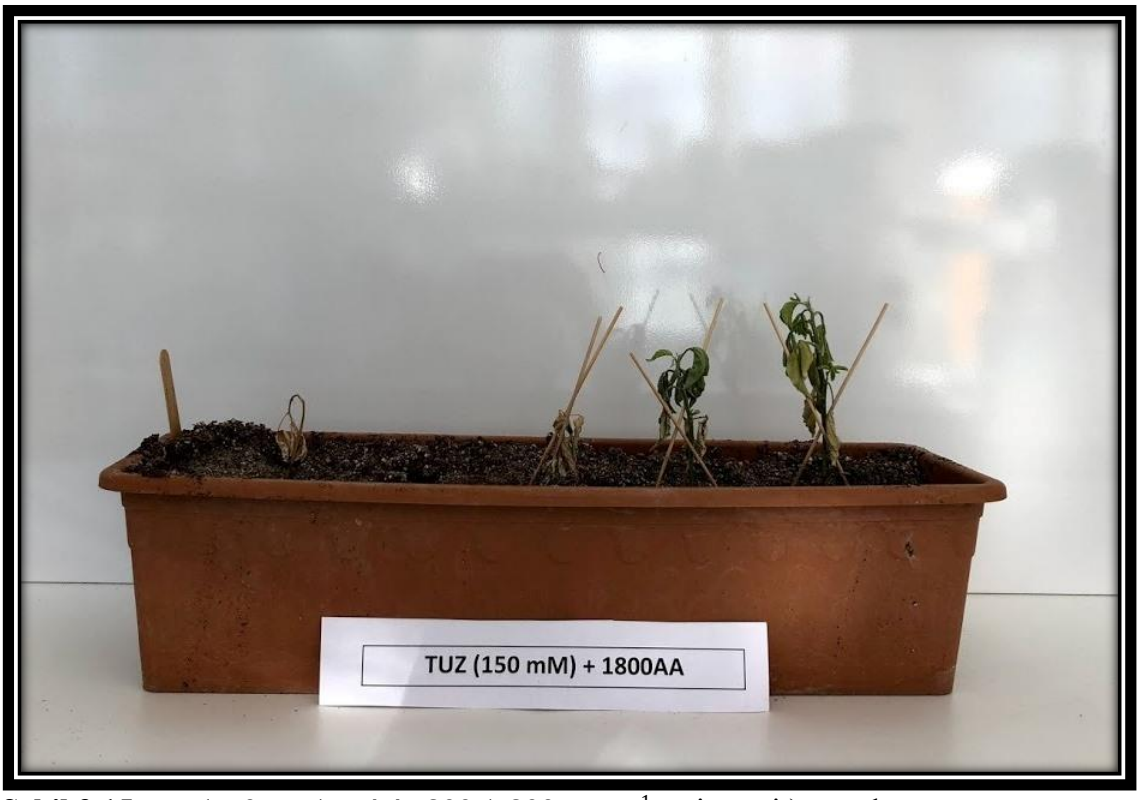
Şekil 3.12 Tuz (150 mM) + AA300 (300 mg L^{-1} amino asit) uygulaması



Şekil 3.13 Tuz (150 mM) + AA600 (600 mg L^{-1} amino asit) uygulaması



Şekil 3.14 Tuz (150 mM) + AA1200 (1200 mg L^{-1} amino asit) uygulaması



Şekil 3.15 Tuz (150 mM) + AA1800 (1800 mg L^{-1} amino asit) uygulaması

Verilerin değerlendirilmesi

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemelerden elde edilen sayısal değerler, JMP istatistik paket programında (ver. 5.1 SAS Institute Inc., USA) varyans analizine tabi tutulup uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemlilik derecesi ortaya konulmuştur. Bunun için LSD çoklu karşılaştırma testi yapılıp farklılık dereceleri $p<0.05$ düzeyinde harflendirme yoluyla gösterilmiştir. Yaprak oransal su içeriği ve membran zararlanma indeksine ait sonuçlar % değerler olarak hesaplandığından, bunların varyans analizinde açı transformasyonu uygulanarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır.

4. BULGULAR

Farklı amino asit (AA) düzeylerinin guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) fidelerinde tuza tolerans üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmadan elde edilen veriler ve istatistiksel gruplar aşağıda yer alan çizelgelerde ayrıntılı olarak verilmiştir.

4.1 Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığında Meydana Gelen Değişimler

Farklı amino asit düzeylerinin tuz stresi altındaki guar fidelerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmadan elde edilen bitki yaş ağırlığı ve kuru ağırlığı değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Bitki yaş ve kuru ağırlığı değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Bitki Yaş Ağırlığı (g bitki^{-1})	Bitki Kuru Ağırlığı (g bitki^{-1})
Kontrol	65.10±2.26^{b}	24.74±2.42^{b}
Tuz (150 mM)	**9.05±3.27^{d}**	**3.35±1.21^{e}**
Tuz (150 mM)+AA300 (300 mg L^{-1} amino asit)	27.62±3.65^{c}	17.80±1.00^{c}
Tuz (150 mM)+AA600 (600 mg L^{-1} amino asit)	**82.33±5.53^{a}**	**32.95±2.22^{a}**
Tuz (150 mM)+AA1200 (1200 mg L^{-1} amino asit)	21.72±3.66^{c}	8.25±1.39^{d}
Tuz (150 mM)+AA1800 (1800 mg L^{-1} amino asit)	19.48±4.98^{c}	7.02±1.79^{d}
Ortalama	**37.55±3.89**	**15.68±1.67**
EGF (%5)	10.41**	3.51**
VK (%)	4.26	2.30

*: P<0.05 **: P<0.01 EGF : En güvenilir fark. VK : Varyasyon katsayısı.

Çizelge 4.1 incelendiğinde, bitki yaş ve kuru ağırlığı değerleri bakımından farklı amino asit uygulamaları arasında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bir fark olduğu görülmektedir.

Çalışmada, kontrol bitkilerinde bitki yaş ağırlığı 65.10 g bitki^{-1}, bitki kuru ağırlığı ise 24.74 g bitki^{-1} olarak tespit edilmiş olup, AA uygulanmayan ve tuz stresine maruz kalan bitkilerde ise değerlerde ciddi bir azalma meydana gelmiş ve bitki yaş ve kuru ağırlığı değerleri sırasıyla 9.05 g bitki^{-1} ve 3.35 g bitki^{-1} olarak tespit edilmiştir. Tuz stresi altında olan ve 300 mg L^{-1} dozunda amino asit uygulanan bitkilerde ise bitki yaş ağırlığı 27.62 g bitki^{-1}, bitki kuru ağırlığı ise 17.80 g bitki^{-1} olarak tespit edilmiştir. Tuz stresi altında olan ve 600 mg L^{-1} dozunda amino asit uygulanan bitkilerin yaş ve kuru ağırlık değerleri sırasıyla 82.33 g bitki^{-1} ve 32.95 g bitki^{-1} olarak belirlenmiştir. 1200 mg L^{-1} dozunda amino asit uygulaması yapılan ve tuz stresine maruz kalan bitkilerde yaş ve kuru ağırlık değerleri ise sırasıyla, 21.72 g bitki^{-1} ve 8.25 g bitki^{-1} şeklinde tespit edilmiştir. 1800 mg L^{-1} doz uygulanan bitkilerdeki yaş ve kuru ağırlık değerleri ise sırasıyla 19.48 g bitki^{-1} ve 7.02 g bitki^{-1} olarak saptanmıştır.

Bitki yaş ağırlığı ve kuru ağırlığı bakımından; kontrol bitkileri ile tuz stresine maruz kalan ve 4 farklı dozda amino asit uygulanan bitkiler kıyaslandığında, 150mM NaCl uygulanan bitkilerde kontrol bitkilerine göre bitki yaş ağırlıklarında yaklaşık %86, kuru ağırlıklarında ise %87 oranında azalma görülmüştür. Tuz+300AA uygulanan bitkiler ile kontrol bitkilerinin yaş ve kuru ağırlık değerleri kıyaslandığında; sırasıyla %57 ve %28 oranlarında azalma tespit edilmiştir. Diğer uygulamaların aksine, tuz+600AA uygulamasında kontrol bitkilerine göre yaş ve kuru ağırlık oranlarında yaklaşık %26 ve %33 oranlarında artış meydana gelmiştir. Tuz+1200AA ve tuz+1800AA uygulaması yapılan bitkiler ile kontrol bitkilerinin yaş ve kuru ağırlık değerleri kıyaslandığında ise sırasıyla %66 ve %72 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir.

Sadece tuz stresine maruz kalan bitkilerle, stres ile birlikte amino asit uygulanan bitkilerdeki iyileşme oranları kıyaslandığında; tuz+300AA uygulanan bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarındaki iyileşme oranları sırasıyla %205 ve %431 oranında tespit edilmiştir. Tuz+600AA uygulanan bitkilerde bu oranlar sırasıyla %809 ve %884, tuz+1200AA uygulanan bitkilerde sırasıyla %140 ve %146, tuz+1800AA uygulanan bitkilerde ise bitki

yaş ağırlığında %115, bitki kuru ağırlığında ise %109 oranında iyileşme olduğu tespit edilmiştir.

AA600 uygulaması kontrol bitkilerine göre yaklaşık %26 oranında iyileşmeye neden olurken, tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerde görülen iyileşme %809 oranında gerçekleşmiştir. Bitki kuru ağırlığı bakımından ise; AA600 uygulamasında kontrol bitkilerinde %33 oranında olumlu etki tespit edilirken, tuz stresi altında bu oran %884 olarak tespit edilmiştir.

4.2 Bitki Boyu ve Sap Kalınlığında Meydana Gelen Değişimler

Farklı amino asit düzeylerinin tuz stresi altındaki guar fidelerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmadan elde edilen bitki boyu ve sap kalınlığı değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Bitki boyu ve sap kalınlığı değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Bitki Boyu (cm bitki^{-1})	Sap Kalınlığı (mm bitki^{-1})
Kontrol	24.00±2.00^{b}	**5.08±0.72^{a}**
Tuz (150 mM)	**13.00±2.65^{c}**	**2.33±0.28^{c}**
Tuz (150 mM)+AA300 (300 mg L^{-1} amino asit)	14.67±2.52^{c}	3.32±0.48^{bc}
Tuz (150 mM)+AA600 (600 mg L^{-1} amino asit)	**27.33±1.15^{a}**	**5.70±0.57^{a}**
Tuz (150 mM)+AA1200 (1200 mg L^{-1} amino asit)	15.00±1.00^{c}	2.69±0.39^{bc}
Tuz (150 mM)+AA1800 (1800 mg L^{-1} amino asit)	15.33±0.58^{c}	3.37±0.83^{b}
Ortalama	**18.22±1.65**	**3.74±0.55**
EGF (%5)	3.25**	1.02**
VK (%)	4.78	5.87

*: P<0.05 **: P<0.01 EGF : En güvenilir fark. VK : Varyasyon katsayısı.

Çizelge 4.2 incelendiğinde, bitki boyu ve sap kalınlığı değerleri bakımından farklı amino asit uygulamaları arasında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bir fark olduğu görülmektedir.

Çalışmada, kontrol bitkilerinde bitki boyu 24.00 cm bitki^{-1}, sap kalınlığı ise 5.08 mm bitki^{-1} olarak tespit edilmiş olup, tuz stresine maruz kalan bitkilerde ise ciddi bir azalma meydana gelmiş ve bitki boyu ve sap kalınlık değerleri sırasıyla 13.00 cm bitki^{-1} ve 2.33 mm bitki^{-1} olarak tespit edilmiştir. Kontrol bitkileri ile tuz stresine maruz kalan ve amino asit uygulanan bitkilerin boyu ve sap kalınlıkları kıyaslandığında, tuz stresine maruz kalan bitkilerde kontrol bitkilerine göre yaklaşık %46, sap kalınlığında ise yaklaşık %54 azalma görülmüştür. Tuz+300AA uygulanan bitkiler ile kontrol bitkilerinin boyu ve sap kalınlıklarında sırasıyla %39 ve %35 oranında azalma olmuştur. Diğer uygulamaların aksine, tuz+600AA uygulanan bitkiler ile kontrol bitkileri kıyaslandığında, bitki boyunda %13, sap kalınlığında ise %12 oranında artış olduğu saptanmıştır. Tuz+1200AA uygulanan bitkilerde ise bitki boyunda %37, sap kalınlığında ise %47 oranında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde, tuz+1800AA uygulamasında da bitki boyu ve sap kalınlığında sırasıyla %36 ve %33 oranında azalma meydana gelmiştir.

Tuz stresine maruz kalan ve amino asit uygulanan bitkilerin boy ve sap kalınlıklarında meydana gelen değişimler ise; tuz+300AA uygulamasında sırasıyla %13 ve %42 oranında artış şeklinde kendini göstermiştir. Tuz+600AA uygulamasında %110 bitki boyu ve %145 oranında sap kalınlığında artış tespit edilmiştir. Tuz+1200AA ve tuz+1800AA uygulamalarının bitki boyuna etkisi ise sırasıyla %16 ve %18, sap kalınlıklarındaki değişim oranları yaklaşık %15 ve %45 oranında artış olarak tespit edilmiştir.

Bitki boyu ve sap kalınlıkları bakımından tuz stresine maruz kalan bitkilerde, en yüksek iyileşme oranı 600 mg L^{-1} dozunda amino asit uygulanan bitkilerde meydana gelmiştir.

4.3 Yaprak Alanı ve Dal Sayısında Meydana Gelen Değişimler

Farklı amino asit düzeylerinin tuz stresi altındaki guar fidelerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmadan elde edilen yaprak alanı ve dal sayısı değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Yaprak alanı ve dal sayısı değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Yaprak Alanı (cm^2 $bitki^{-1}$)	Dal Sayısı (adet $bitki^{-1}$)
Kontrol	**663.44±25.98^{a}**	9.67±1.53^{ab}
Tuz (150 mM)	**108.36±13.10^{d}**	**5.67±1.15^{b}**
Tuz (150 mM)+AA300 (300 mg L^{-1} amino asit)	165.47±19.14^{cd}	8.67±1.51^{ab}
Tuz (150 mM)+AA600 (600 mg L^{-1} amino asit)	420.91±37.88^{b}	**10.00±2.00^{a}**
Tuz (150 mM)+AA1200 (1200 mg L^{-1} amino asit)	221.53±12.34^{c}	8.33±2.08^{ab}
Tuz (150 mM)+AA1800 (1800 mg L^{-1} amino asit)	145.72±15.01^{cd}	7.67±1.06^{ab}
Ortalama	**287.57±18.68**	**8.33±1.55**
EGF (%5)	78.44**	4.21*
VK (%)	5.60	4.06

*: P<0.05 **: P<0.01 EGF : En güvenilir fark. VK : Varyasyon katsayısı.

Çizelge 4.3 incelendiğinde, yaprak alanı değerleri bakımından farklı amino asit uygulamaları arasında istatistiksel olarak %1 düzeyinde, dal sayısı değerleri bakımından ise istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bir fark olduğu görülmektedir.

Çalışmada, kontrol bitkilerinde bitki yaprak alanı 663.44 cm^2 $bitki^{-1}$, bitki dal sayısı ise 9.67 adet $bitki^{-1}$ olarak tespit edilmiş olup, tuz stresine maruz kalan bitkilerde ise değerlerde ciddi anlamda azalmalar meydana gelmiş ve bitki yaprak alanı ve bitki dal sayısı değerleri sırasıyla 108.36 cm^2 $bitki^{-1}$ ve 5.67 adet $bitki^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Kontrol bitkileri ile tuz stresine maruz kalan ve 4 farklı dozda amino asit uygulanan bitkiler kıyaslandığında, 150mM NaCl tuz uygulanan bitkilerde yaprak alanı değeri bakımından yaklaşık %84, dal sayısı bakımından ise yaklaşık %42 oranında azalma meydana gelmiştir. Kontrol bitkileriyle tuz+300AA uygulanan bitkiler kıyaslandığında yaprak alanı bakımından yaklaşık %75, dal sayısında %11 oranında azalma saptanmıştır.

Tuz+600AA uygulanan bitkiler ile kontrol bitkilerinde ise yaprak alanında yaklaşık %36, dal sayılarında ise yaklaşık %3 artış görülmüştür. Tuz+1200AA ve Tuz+1800AA uygulamaları ile kontrol bitkilerinin yaprak alanı ve dal sayıları kıyaslandığında yaprak alanlarında sırasıyla %66 ve %78, dal sayısında ise %14 ve %21 oranlarında azalma meydana gelmiştir.

Tuz stresine maruz kalan bitkiler ile 4 farklı dozda amino asit uygulanan bitkiler yaprak alanı ve dal sayıları bakımından kıyaslandığında; tuz+300AA uygulanan bitkilerde, 150mM NaCl uygulanan bitkilere göre yaprak alanı ve dal sayısı bakımından yaklaşık %53 artış meydana gelmiştir. Tuz+600AA uygulanan bitkiler, sadece 150mM tuz uygulanan bitkilerde, yaprak alanı bakımından %288, dal sayısı bakımından %76'lık bir artış olduğu görülmüştür. Tuz+1200AA ve tuz+1800AA uygulamalarında ise yaprak alanı bakımından sırasıyla %104 ve %34, dal sayısında ise sırasıyla %46 ve %35'lik artış meydana gelmiştir.

Tuz stresi altındaki bitkilere 600 mg L^{-1} amino asit uygulaması yapıldığında; yaprak alanı bakımından %288, bitki dal sayısı bakımından ise %76 oranında olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir.

4.4 Yaprak Alan Su İçeriği (YOSİ) ve Membran Zararlanma İndeksi Değerlerinde (MZİ) Meydana Gelen Değişimler

Farklı amino asit düzeylerinin tuz stresi altındaki guar fidelerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmadan elde edilen yaprak oransal su içeriği (YOSİ) ve membran zararlanma indeksi (MZİ) değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) ve membran zararlanma indeksi (MZİ) değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Yaprak Oransal Su İçeriği (%)	Membran Zararlanma İndeksi (adet bitki^{-1})
Kontrol	**97.36±2.00^{a}**	--
Tuz (150 mM)	**54.35±1.99^{e}**	26.63±**4.60^{a}**
Tuz (150 mM)+AA300 (300 mg L^{-1} amino asit)	80.46±2.93^{bc}	17.83±**2.15^{bc}**
Tuz (150 mM)+AA600 (600 mg L^{-1} amino asit)	87.31±2.14^{b}	12.24±**1.03^{c}**
Tuz (150 mM)+AA1200 (1200 mg L^{-1} amino asit)	72.57±2.11^{cd}	21.10±**1.30^{ab}**
Tuz (150 mM)+AA1800 (1800 mg L^{-1} amino asit)	68.32±1.41^{d}	22.25±**2.33^{ab}**
Ortalama	**76.73±2.10**	19.93±**2.28**
EGF (%5)	8.29**	7.84**
VK (%)	6.08	5.59

*: P<0.05 **: P<0.01 EGF : En güvenilir fark. VK : Varyasyon katsayısı.

Çizelge 4.4 incelendiğinde, yaprak oransal su içeriği ve membran zararlanma indeksi değerleri bakımından farklı amino asit uygulamaları arasında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bir fark olduğu görülmektedir.

Kontrol bitkileri ile tuz stresine maruz kalan ve 4 farklı dozda amino asit uygulanan bitkiler kıyaslandığında; 150mM NaCl uygulanan bitkiler, kontrol bitkilerine göre YOSİ oranında yaklaşık %44 oranında azalma meydana gelmiştir. Tuz+300AA uygulanan bitkilerde ise kontrol bitkilerine göre YOSİ değerinde yaklaşık %17, MZİ değerinde ise yaklaşık %17 oranında azalma meydana gelmiştir. Tuz+600AA uygulanan bitkilerle, kontrol bitkileri kıyaslandığında YOSİ bakımından %10, MZİ bakımından ise %12 oranında azalma görülmüştür. Tuz+1200AA ve tuz+1800AA uygulamalarında ise YOSİ bakımından sırasıyla %26 ve %30, MZİ bakımından ise sırasıyla %21 ve %22 oranında azalma tespit edilmiştir.

Tuz stresine maruz kalan bitkiler ile 4 farklı dozda amino asit uygulanan bitkiler YOSİ ve MZİ bakımından kıyaslandığında; tuz+300AA uygulanan bitkilerde, 150mM NaCl uygulanan bitkilere göre YOSİ bakımından yaklaşık %48, MZİ bakımından ise yaklaşık %33 oranında iyileşme meydana gelmiştir. Tuz+600AA uygulanan bitkilerde ise tuz

stresindeki bitkilere göre YOSİ'de %61, MZİ'de ise %54 oranında iyileşme belirlenmiştir. Tuz+1200AA ve tuz+1800AA uygulamalarında ise YOSİ bakımından sırasıyla %33 ve %25, MZİ bakımından ise %20 ve %17 oranında iyileşme meydana gelmiştir.

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) ve membran zararlanma indeksi (MZİ) bakımından, tuz stresine maruz kalan ve 600 mg L^{-1} dozunda amino asit uygulanan bitkilerde, YOSİ bakımından %61 oranında, MZİ bakımından ise %54 oranında iyileşme olduğu tespit edilmiştir.

4.5 Klorofil a ve Klorofil b Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Farklı amino asit düzeylerinin tuz stresi altındaki guar fidelerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmadan elde edilen klorofil a ve klorofil b değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Klorofil a ve klorofil b değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Krolofil a (mg g^{-1} FW)	Klorofil b (mg g^{-1} FW)
Kontrol	**2.26±0.10^{a}**	**1.61±0.15^{a}**
Tuz (150 mM)	1.28±0.16^{d}	0.89±0.06^{d}
Tuz (150 mM)+AA300 (300 mg L^{-1} amino asit)	1.87±0.10^{b}	1.43±0.05^{b}
Tuz (150 mM)+AA600 (600 mg L^{-1} amino asit)	**2.17±0.08^{a}**	**1.69±0.09^{a}**
Tuz (150 mM)+AA1200 (1200 mg L^{-1} amino asit)	1.61±0.16^{c}	1.57±0.05^{ab}
Tuz (150 mM)+AA1800 (1800 mg L^{-1} amino asit)	**1.39±0.06^{d}**	1.18±0.07^{c}
Ortalama	**1.76±0.11**	**1.40±0.08**
EGF (%5)	0.21**	0.15**
VK (%)	6.54	6.19

*: P<0.05 **: P<0.01 EGF : En güvenilir fark. VK : Varyasyon katsayısı.

Çizelge 4.5 incelendiğinde, klorofil a ve klorofil b değerleri bakımından farklı amino asit uygulamaları arasında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bir fark olduğu görülmektedir.

Çalışmada, kontrol bitkilerinde klorofil a 2.26 mg g^{-1} FW, klorofil b ise 1.61 mg g^{-1} FW olarak tespit edilmiş olup, tuz stresine maruz kalan bitkilerde ise %43 oranında azalma göstererek klorofil a 1.28 mg g^{-1} FW ve klorofil b 0.89 mg g^{-1} FW olarak tespit edilmiştir. Kontrol bitkileri ile tuz stresine maruz kalan ve 4 farklı dozda amino asit uygulanan bitkiler kıyaslandığında, tuz+300AA uygulanan bitkilerde klorofil a değerinde yaklaşık %17, klorofil b değerinde ise yaklaşık %11 oranında azalma meydana gelmiştir. Tuz+600AA uygulanan bitkilerde ise klorofil a değeri yaklaşık %4 oranında azalırken, klorofil b değeri kontrol bitkisine göre yaklaşık %5 oranında artış göstermiştir. Tuz+1200AA ve tuz+1800AA uygulanan bitkilerin, klorofil a değerleri kontrol bitkilerine göre sırasıyla, %29 ve %39, klorofil b değerleri ise yaklaşık %3 ve %27 oranında azalma göstermiştir.

Tuz stresine maruz bitkiler ile 4 farklı dozda amino asit uygulanan bitkilerin, klorofil a ve klorofil b değerlerini kıyaslandığında; tuz+300AA uygulanan bitkilerde klorofil a değeri %47 artış gösterirken, klorofil b değeri %60 oranında artış göstermiştir. Tuz+600AA uygulanan bitkilerde ise klorofil a değeri %69, klorofil b ise %90 artışla en yüksek oranlara sahip olmuştur. Tuz+1200AA ve tuz+1800AA uygulamalarında ise klorofil a değerleri sırasıyla %26 ve %8, klorofil b değerleri ise sırasıyla %76 ve %32 oranında artış göstermiştir.

Klorofil a ve klorofil bakımından; AA600 uygulaması, tuz stresine maruz kalan bitkilere göre sırasıyla %69 ve %90 oranında iyileşmeye neden olmuştur.

4.6 Na^+ (Sodyum) ve K^+ (Potasyum) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Farklı amino asit düzeylerinin tuz stresi altındaki guar fidelerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmadan elde edilen Na^+ (sodyum) ve K^+ (potasyum) değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Na^+ (sodyum) ve K^+ (potasyum) değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Na^+ (Sodyum) (%)	K^+ (Potasyum) (%)
Kontrol	**0.48±0.04^{d}**	**4.07±0.18^{a}**
Tuz (150 mM)	**3.10±0.19^{a}**	**1.95±0.17^{d}**
Tuz (150 mM)+AA300 (300 mg L^{-1} amino asit)	2.71±0.16^{b}	2.18±0.04^{c}
Tuz (150 mM)+AA600 (600 mg L^{-1} amino asit)	2.02±0.13^{c}	3.00±0.18^{b}
Tuz (150 mM)+AA1200 (1200 mg L^{-1} amino asit)	2.66±0.09^{b}	2.43±0.17^{c}
Tuz (150 mM)+AA1800 (1800 mg L^{-1} amino asit)	2.78±0.07^{b}	2.23±0.10^{c}
Ortalama	**2.92±0.11**	**2.64±0.14**
EGF (%5)	0.22**	0.27**
VK (%)	5.51	5.65

*: P<0.05 **: P<0.01 EGF : En güvenilir fark. VK : Varyasyon katsayısı.

Çizelge 4.6 incelendiğinde, Na^+ (sodyum) ve K^+ (potasyum) değerleri bakımından farklı amino asit uygulamaları arasında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bir fark olduğu görülmektedir.

Çalışmada, kontrol bitkilerinde Na^+ (sodyum) değerleri %0.48, K^+ (potasyum) değerleri ise %4.07 olarak tespit edilmiş olup, tuz stresine maruz kalan bitkilerde Na^+ (sodyum) değerinde ciddi bir artış meydana gelirken, K^+ (potasyum) değerinde ise azalma meydana gelmiş, Na^+ (sodyum) ve K^+ potasyum değerleri sırasıyla %3.10 ve %1.95 olarak tespit edilmiştir.

Kontrol bitkileri ile tuz stresine maruz kalan ve 4 farklı dozda amino asit uygulanan bitkiler kıyaslandığında; 150mM NaCl uygulanan bitkilerin Na^+ değerleri, kontrol bitkilerine göre yaklaşık %546 oranında artış gösterirken, K^+ değerinde %52 oranında azalma görülmüştür. Tuz stresine maruz kalan ve 300mg L^{-1} dozunda amino asit uygulanan bitkilerde ise Na^+ değeri, kontrol bitkilerine göre %465 artış gösterirken, K^+ değeri ise %47 oranında azalma göstermiştir. 600mg L^{-1} dozunda amino asit uygulanan tuz stresindeki bitkilerin Na^+ değerleri, kontrol bitkileri Na^+ değerine göre %321, K^+ değerlerinde %26 oranında azalma meydana gelmiştir. 1200mg L^{-1} ve 1800mg L^{-1} dozunda amino asit uygulan tuz stresi altındaki bitkilerin Na^+ değerleri, kontrol bitkilerindeki Na^+ değeri ile kıyaslandığında sırasıyla %454 ve %479, K^+ değerleri ise %40 ve %25 oranlarında azalma meydana göstermiştir.

150mM NaCl uygulanarak tuz stresine maruz kalan bitkilerin Na^+ ve K^+ değerleri ile amino asit uygulanan bitkilerdeki Na^+ ve K^+ değerleri kıyaslandığında, 300AA uygulaması ile Na^+ değerinde %12 azalma, K^+ değerinde ise %12 artış meydana gelmiştir. 600AA uygulamasında ise Na^+ değerinde %35 oranında azalma, K^+ değerinde ise %54 artış olmuştur. 1200AA ve 1800AA uygulamalarında ise Na^+ değerlerinde sırasıyla %14 ve %10 azalma, K^+ değerlerinde ise sırasıyla %25 ve %14 artış meydana gelmiştir.

Na^+ (sodyum) değerleri bakımından; AA600 uygulaması, tuz stresinde olan bitkilerde %35 oranında azalma gösterirken, K^+ (potasyum) değerinde de %54'lük artış göstermiştir.

4.7 Ca^{2+} (Kalsiyum) ve Cl^- (Klor) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Farklı amino asit düzeylerinin tuz stresi altındaki guar fidelerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmadan elde edilen NA^+ (sodyum) ve K^+ (potasyum) değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Ca^{2+} (kalsiyum) ve Cl^- (klor) değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	Ca^{2+} (Kalsiyum) (%)	Cl^- (klor) (%)
Kontrol	5.17 ± 0.16^{a}	0.32 ± 0.03^{e}
Tuz (150 mM)	2.45 ± 0.13^{f}	3.17 ± 0.09^{a}
Tuz (150 mM)+AA300 (300 mg L^{-1} amino asit)	3.03 ± 0.12^{e}	2.90 ± 0.11^{b}
Tuz (150 mM)+AA600 (600 mg L^{-1} amino asit)	4.17 ± 0.18^{b}	2.15 ± 0.07^{d}
Tuz (150 mM)+AA1200 (1200 mg L^{-1} amino asit)	3.72 ± 0.21^{c}	2.70 ± 0.08^{c}
Tuz (150 mM)+AA1800 (1800 mg L^{-1} amino asit)	3.34 ± 0.20^{d}	2.86 ± 0.05^{b}
Ortalama	**3.65±0.17**	**2.35±0.07**
EGF (%5)	0.26^{**}	0.12^{**}
VK (%)	3.94	2.89

*: P<0.05 **: P<0.01 EGF : En güvenilir fark. VK : Varyasyon katsayısı.

Çizelge 4.7 incelendiğinde, Ca^{2+} (kalsiyum) ve Cl^- (klor) değerleri bakımından farklı amino asit uygulamaları arasında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bir fark olduğu görülmektedir.

Çalışmada, kontrol bitkilerinde Ca^{2+} ve Cl^- değerleri bakımından, %5.17 oranında Ca^{2+}, %0.32 oranında Cl^- tespit edilmiş olup, tuz stresine maruz kalan bitkilerde ise değerlerde önemli ölçüde azalma ve artış meydana gelmiş, Ca^{2+} ve Cl^- değerleri sırasıyla %2.45 ve %3.17 olarak tespit edilmiştir. Kontrol bitkileriyle, tuz stresine maruz kalan ve 4 farklı dozda amino asit uygulaması yapılan bitkiler kıyaslandığında, 150mM NaCl uygulanan bitkilerin Ca^{2+} değerinde %53 oranında azalma meydana gelirken, Cl^- değerindeyse %890 oranında artış meydana gelmiştir. Tuz+300AA uygulanan bitkilerde, kontrol bitkileri Ca^{2+} oranına göre %42 azalırken, Cl^- oranında %806 oranında artış görülmüştür. Tuz+600AA uygulanan bitkilerin Ca^{2+} oranı %20 azalırken, Cl^- oranı %571 artmıştır. Tuz+1200AA ve tuz+1800AA uygulanan bitkilerin Ca^{2+} ve Cl^- oranları kontrol

bitkileriyle kıyaslandığında sırasıyla %28 ve %35 oranında Ca^{2+} azalırken, Cl^- oranı %743 ve %793 oranlarında artış göstermiştir.

Tuz stresine maruz kalan bitkilerin Ca^{2+} ve Cl^- oranlarıyla, 4 farklı dozda amino asit uygulanan bitkilerin, Ca^{2+} ve Cl^- oranları kıyaslandığında; 300 mg L^{-1} amino asit uygulanan bitkilerin Ca^{2+} oranında %24 artış, Cl^- oranında ise %9 azalma tespit edilmiştir. 600 mg L^{-1} amino asit uygulanan bitkilerdeyse, Ca^{2+} oranında %70 artış görülürken, Cl^- oranında %32 oranında azalma meydana gelmiştir. 1200 mg L^{-1} ve 1800 mg L^{-1} dozlarında ise Ca^{2+} değerlerinde sırasıyla %52 ve %36 artış, Cl^- değerlerinde ise %15 ve %10 oranında azalma tespit edilmiştir.

Bitkideki Ca^{2+} değerleri bakımından; AA600 uygulaması kontrol bitkilerine göre %20 oranında azalmaya neden olurken, tuz stresi altında yetiştirilen bitkilere göre %70 oranında iyileşme gerçekleşmiştir. Cl^- bakımından ise; kontrol bitkilerine göre yaklaşık %571 artış görülürken, tuz stresine maruz kalan bitkilere göre yaklaşık %32 oranında azalma meydana getirmiştir.

4.8 K^+/Na^+ (Potasyum/Sodyum) ve Ca^{2+}/Na^+ (Kalsiyum/Sodyum) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Farklı amino asit düzeylerinin tuz stresi altındaki guar fidelerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmadan elde edilen K^+/Na^+ (potasyum/sodyum) ve Ca^{2+}/Na^+ (kalsiyum/sodyum) değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8 K^+/Na^+ (potasyum/sodyum) ve Ca^{2+}/Na^+ (kalsiyum/sodyum) değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar

Uygulamalar	K^+/Na^+	Ca^{2+}/Na^+
Kontrol	**8.58±1.00^a**	**10.90±0.88^a**
Tuz (150 mM)	**0.62±0.02^b**	**0.79±0.01^c**
Tuz (150 mM)+AA300 (300 mg L^{-1} amino asit)	0.80±0.05^b	1.12±0.06^{bc}
Tuz (150 mM)+AA600 (600 mg L^{-1} amino asit)	1.49±0.19^b	2.07±0.15^b
Tuz (150 mM)+AA1200 (1200 mg L^{-1} amino asit)	0.91±0.09^b	1.40±0.12^{bc}
Tuz (150 mM)+AA1800 (1800 mg L^{-1} amino asit)	0.80±0.03^b	1.19±0.07^{bc}
Ortalama	**2.21±0.23**	**2.92±0.21**
EGF (%5)	1.14**	1.01**
VK (%)	7.94	5.51

*: P<0.05 **: P<0.01 EGF : En güvenilir fark. VK : Varyasyon katsayısı.

Tuz stresi (150 mM NaCl) bitkilerde artan Na^+ konsantrasyonu K^+/Na^+ ve Ca^{2+}/Na^+ oranında azalmaya yol açmıştır. Farklı düzeylerde gerçekleştirilen AA uygulamaları Na^+ alımında sınırlamaya gidilmesinde etkili olmuş, dolayısıyla bitkilerin bünyelerinde K^+ ve Ca^{2+} iyon konsantrasyonunun korunmasında etkili olmuştur. Ortaya çıkan bu etki özellikle AA600 uygulamasında ön plana çıkmıştır. Buna göre kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında AA içermeyen tuz uygulamasında %92 oranında azalma meydana gelirken; AA600 uygulamasında ortaya çıkan değişim %81-82 düzeyinde belirlenmiştir. Diğer uygulamalarda ise değişim kontrol bitkilerine kıyasla %87-90 oranında azalma şeklinde kendisini göstermiştir.

Amino asit içermeyen tuz uygulaması ile karşılaştırıldığında ise K^+/Na^+ ve Ca^{2+}/Na^+ oranında %29-162 düzeyinde artış meydana gelmiştir. Uygulamalar içerisinde yer alan AA600 uygulaması, AA içermeyen tuz uygulamasına oranla K^+/Na^+ oranında %162 ve Ca^{2+}/Na^+ oranında 140 düzeyinde artışa neden olmuştur.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bitkilerin gelişme ortamının tuzlu olması; spesifik iyon toksitesi, düşük ozmotik potansiyel ve bitki beslenmesindeki dengesizlikten dolayı olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu olumsuz faktörler bitkinin fizyolojik ve biyokimyasal yapısını olumsuz etkilemekte, buna bağlı olarak da bitki gelişimi sınırlanmakta ve verim azalmaktadır. Bitkilerin tuz stresine toleransı, toprağın nemi, iklim koşulları, toprak bünyesindeki tuzun cinsi ve diğer tuz çeşitlerine, bitki tür ve çeşidine, hatta genotiplere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir.

Yazlık bir baklagil türü olan guarda gerçekleştirilen bu çalışmada, 150 mM NaCl uygulaması bitkilerde gövde yaş ağırlığında %86.10, gövde kuru ağırlıklarında ise %86.46 oranında azalmaya neden olmuştur. NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak gövde yaş ve kuru ağırlıklarında meydana gelen azalmaya, tuzun bitkilerde yapmış olduğu ozmotik stresten dolayı ortaya çıkan ozmotik dehidrasyon veya transpirasyondaki artışın neden olabileceği ifade edilmektedir. Ozmotik dehidrasyonun meydana gelmesi, hücrenin su ve ozmotik potansiyelini düşürmekte, hücre hacminin ve genişleme oranının azalmasına neden olmaktadır. Artan transpirasyon sonucunda ise; bitkinin sürgün ve yapraklarında meydana gelen kurumalar ağırlık kaybına neden olmaktadır (Levitt 1980).

Penalla *et al.* (2016) bitki büyüme ve gelişmesindeki asıl faktörün fotosentetik kapasite olduğunu vurgulamıştır. Bununla birlikte Baath *et al.* (2017) ise biberde gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalma meydana geldiğini, bu etkinin çeşitler arasında farklılık oluşturabileceğini bildirmişlerdir. Tuz stresine maruz kalan guar bitkilerinde gövde boyu ve gövde çapı bakımından da, kontrol bitkilerine oranla, yaklaşık %46 ve %54 düzeyinde azalma meydana gelmiştir. NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak iyon toksisitesi ve su eksikliğine neden olmasından dolayı bitki büyüme ve gelişmesinde de değişimlere ve azalmalara sebep olmaktadır.

Tuz ve kuraklık stresi, bitkilerdeki metabolik ve biyokimyasal olayların aksamalarına neden olurken, bu durum bitki gelişiminde olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Tuzluluk, hücre vakuolasyonunun artması nedeniyle sap apikal meristem yapısındaki bozulma ile meristem boyutunda küçülmeyi meydana getirmektedir. Bunun sonucu olarak tuz stresi koşullarında meristem boyutu azalırken, hassas çeşitler bu etkiden daha fazla etkilenmektedir (Mahmoodzadeh *et al*. 2007). Sadak (2016) kuraklık koşullarının bitkilerde hücrelerin bölünmesini ve büyümesini azaltarak bitki gelişimini olumsuz yönde engellediğini, stres durumunda turgor basıncının azalması ve transpirasyonun olumsuz etkilenmesi sonucu mineral madde alımının da olumsuz yönde etkilendiğini ifade etmiş, ortaya çıkan bu olumsuzlukların bitki bünyesinde büyüme ve gelişmede azalmaya neden olabildiğini bildirmiştir.

Farklı dozlarda amino asit uygulaması büyüme parametreleri bakımından istatistiksel olarak da önemli farklılıklar ortaya koymuştur. Tuz stresi koşullarında, amino asit uygulanmayan bitkilerde gövde yaş ağırlığında %205 (AA300), %809 (AA600), %140 (AA1200) ve %115 (AA1800) düzeyinde iyileşme belirlenirken, kuru ağırlık değerlerinde bu oranlar %109-883 düzeyinde gerçekleşmiş, bitki kuru ağırlıkları bakımından en etkin doz AA600 olmuştur. Bitki çapı ve bitki boyu değerleri bakımından da benzer gelişmeler görülmüş, tuz stresi karşısında AA uygulanmayan stres bitkilerinde %45-54 düzeyinde azalma meydana gelirken, amino asit kullanılan bitkilerde bu oranlar %34-47 düzeyinde kalmış, AA600 uygulamasında ise kontrol bitkilerine oranla %12-13 oranında artış meydana gelmiştir.

Tuz stresi karşısında NaCl'nin neden olduğu toksisite ve su potansiyelinde meydana gelen azalma, bitki hücrelerinin ozmotik potansiyelinin düşmesine ve bitki gelişiminde azalmaya neden olmaktadır. Özellikle stomaların kapanması bitkinin fotosentez hızının azalmasına ve ilerleyen dönemlerde bitkinin ölümüne yol açmaktadır. Bu değişim süreci içerisinde tuz stresine en duyarlı olan bitki organlarının yapraklar olduğu

düşünülmektedir (Kuşvuran 2010). Tuz stresine maruz kalan guar bitkilerinde; yaprak alanı ve dal sayısı değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında bu azalma sırasıyla yaklaşık %84 ve %41 oranında değişim göstermiştir. Farklı dozlarda amino asit uygulamaları incelenen bu parametreler üzerinde de olumlu bir etki göstermiş; tuz stresine maruz kalan ve amino asit uygulanmayan stres bitkileri ile karşılaştırıldığında yaprak alanı değerlerinde yaklaşık %34-288, dal sayısı değerlerinde ise yaklaşık %35-76 oranında iyileşme gerçekleşmiştir. AA600 uygulaması, yaprak alanı değeri bakımından %288, dal sayısı bakımından ise %76 artış gerçekleştirmiştir.

Nahed *et al.* (2010) bazı amino asitlerin giberalinlerin biyosentezini artırdığını böylece bitki büyüme ve gelişiminde amino asit uygulamalarının etkili olabileceğini bildirmişlerdir. Afifipour and Khosh-Khui (2015) ise bitki hücrelerinde amino asidin genellikle inorganik azottan daha hızlı kullanılabilen bir azot kaynağı olduğunu, böylece bitki büyüme ve gelişmesinde etkili olduğunu ifade ederken; Sadak *et al.* (2015) amino asitlerin yaygın olarak bitki büyümesini ve verimini olumlu yönde etkileyen ve abiotik stresin olumsuz etkisini önemli ölçüde azaltan bir biyostimülant olduğunu bildirmiştir.

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ), pek çok bitkide strese toleransın belirlenmesinde kullanılan önemli bir parametre olarak yer almaktadır (Nxele *et al*. 2017). Tuz stresi ya da kuraklık stresi gibi su eksikliğinin görüldüğü stres koşullarında, ortamda yeterli suyun olmaması veya tuz stresinde olduğu gibi toksik iyon etkisine bağlı olarak yaprak ve köklerde su potansiyelinde azalma ortaya çıkmaktadır (Acosta-Motos *et al*. 2017). Munns (2002) tuz stresinin, bitkinin su alımını engelleyerek, ozmotik etki nedeniyle bitki gelişiminin azalmasına, iyon toksisitesi nedeniyle de yapraklarda su taşınımını sağlayan hücrelerde zararlanmalara neden olduğunu ifade etmiştir. Okunlola *et al*. (2017) YOSİ'nin stres koşullarından kuraklığa toleransın belirlenmesinde önemli bir gösterge olduğunu, tuz stresinde olduğu gibi kuraklık stresi ile birlikte YOSİ değerlerinde de azalma meydana geldiğini ifade etmektedir. Tuz stresi (150 mM NaCl) uygulanan guar bitkisinde YOSİ değerinin yaklaşık %44 oranında azalmasına yol açarken, farklı dozlarda

amino asit uygulanan bitkilerde bu azalma %10-29 düzeyinde kalmıştır. Tuz stresi koşullarında amino asit uygulanmayan bitkiler ile karşılaştırıldığında ise en etkin düzeyde iyileşme %60 ile AA600 uygulamasında belirlenmiştir. Ghars *et al.* (2008) *Arabidopsis thaliana* ve *Thellungiella halophila* bitkilerinde Na^+ iyonunun bitki gelişimini olumsuz etkilediğini ve yaprak su içeriğinin artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak azaldığını bildirmişlerdir. Goreta *et al.* (2008) ise karpuzda tuz stresinin bitki gelişimini olumsuz etkilemesi yanında yaprak su içeriğinin de azaldığını ifade etmişlerdir. Krishnan *et al.* (2013) hücrelerde ozmolit birikiminin turgor basıncının ayarlanarak hücre zarının korunduğunu ifade etmiş, Cuin and Shabala (2007) ise amino asitlerin, ozmolitler olarak hareket ederek ozmotik ayarlamaya katkıda bulunduğunu belirtmiştir.

Stres karşısında hücre membranlarında meydana gelen zararlanma ortama iyonların sızmasına neden olmaktadır. Bu prensip doğrultusunda ölçümleri yapılan guarda membran zararlanma indeksindeki artış, bitkinin stresten etkilenme düzeyinin de bir göstergesi olarak düşünülmektedir. Stres koşullarında hücre yapısının korunması; membran proteinlerinin özelliklerine, lipit bileşiklerinin yapısına ve bunların mekanizmalarındaki aktivitesine bağlıdır. Oksidatif stres genellikle aktif oksijen türevlerinin yoğunluğuna bağlı olarak membran proteinleri ve lipitlerin yapısında meydana gelen bozulmalar nedeniyle hücre zararlanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle enzim aktivitelerini çalıştıran ya da ozmotik düzenlemeyi gerçekleştirebilen genotiplerde hücre zararlanması da daha düşük düzeylerde gerçekleşmektedir (Bandurska 1998). Eroğlu (2016) biberde gerçekleştirmiş olduğu çalışmasında tuz stresinin membran zararlanma indeksinde artış görüldüğünü; Kuşvuran vd. (2018) rokada tuz stresinin hücre zarı geçirgenliğinde artışa neden olduğunu belirtmişlerdir. Gerçekleştirilen bu çalışmada; tuz stresi sonucu MZİ değeri %26.64 olarak belirlenmiş, AA uygulamaları %16-54 düzeylerinde MZİ değerinde azalmaya neden olmuştur. En düşük MZİ değeri AA600 uygulamasında, AA uygulanmayan stres bitkilerine oranla %54 azalma ile %12.24 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada; fotosentetik pigmentler (klorofil a ve b) bakımından tuz stresi ile birlikte azalma meydana geldiği, bu azalmanın kontrol bitkilerine oranla %43 ve %46 düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Klorofil içeriğinde meydana gelen bu azalmanın nedeni

Shivakrishna (2018) tarafından, O_2 ve H_2O_2 gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretilmesi sonucu lipid peroksidasyonun meydana gelmesinin sonucu olarak klorofil pigmentlerinin bozulması şeklinde ifade edilmektedir. Klorofil içeriğindeki azalmanın klorofil degradasyonundaki artma veya klorofil sentezindeki azalmadan kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Santos 2004). Klorofil içeriğindeki azalmanın tuzun membran kararlılığı üzerindeki olumsuz etkisinden kaynaklanabileceği vurgulanmaktadır. Nitekim hıyar (Khan *et al*. 2013), ayçiçeği (Ghassemi-Golezani and Hosseinzadeh-Mahootchi 2015) ve buğdayda (Shah *et al.* 2017) gerçekleştirilen çalışmalarda araştırıcılar, tuz stresi ile birlikte klorofil içeriğinde azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Farklı dozlarda amino asit uygulanan bitkilerdeki klorofil a ve klorofil b değerleri ortalaması ile tuz stresine maruz kalan bitkiler kıyaslandığında; klorofil a değerinde yaklaşık %38, klorofil b değerinde ise yaklaşık %65 oranında iyileşme gerçekleşmiştir. En yüksek iyileşme değeri ise AA600 uygulamasında gerçekleşmiş olup iyileşme değerleri klorofil a'da %69, klorofil b'de ise yaklaşık %90 olarak tespit edilmiştir.

Amino asitler klorofil konsantrasyonunun artışına neden olarak fotosentez miktarında artış sağlamaktadır. Amino asitler bitkisel hormonları ve büyüme düzenleyicileri uyaran ve aktive eden aktivatörlerdir. Glisin ve glutamik asit bitkisel doku ve klorofil sentezi oluşumu sürecinde temel metabolitlerdir. Bu amino asitler bitki fotosentezi için yüksek derecede önemli olan klorofil konsantrasyonunu artırmak için yardımcı olmaktadırlar (Kavasoğlu 2018). El-Ghamry *et al.* (2009), baklada amino asit ve hümik asidin etkilerini inceledikleri çalışmalarında, AA uygulamasının klorofil içeriğini artırdığını bildirmiştir. Benzer şekilde Bahari *et al*. (2013) buğdayda, Sadak *et al.* (2015) fasulyede ve Mohemmed *et. al.* (2019) kıyı yalancı darıda gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında; tuz stresine bağlı olarak fotosentetik pigmentlerde azalma meydana geldiğini ve AA kullanımı ile birlikte bu azalmanın önemli ölçüde engellenebildiğini ifade etmişlerdir.
Tuz stresine maruz kalan bitkilerde Na^+ ve Cl^- iyonlarında artış görülmüştür. Bitkilerde tuz stresinin olumsuz etkilerinin ortaya çıkmasında en önemli faktörlerden biri spesifik iyon toksisitesi olarak değerlendirilmektedir. Özellikle tek değerli katyonların (Na^+ ve K^+) konsantrasyonunda meydana gelen artış, iyon taşınım dengesini değiştirerek hücre

geçirgenliğinin bozulmasına ve hücrenin zararlanmasına neden olmaktadır (Levitt 1980). Na^+ miktarında meydana gelen artışın, genellikle ozmotik regülasyonu ve besin dengesini bozarak spesifik iyon toksisitesine girdiği, iyonik çaplarının ve elektriksel yüklerinin benzerliği nedeniyle K^+ iyonu ile rekabete girerek bu iyonun alımını da engellediğini bildirmiştir.

Bu çalışmada; 150 mM NaCl uygulaması, Na^+ iyon birikiminde %546 artışa neden olurken, K^+ değerinde ise %52 oranında azalmaya yol açmıştır. Farklı dozda amino asit uygulamaları ile tuz stresine maruz kalan bitkiler kıyaslandığında; AA600 uygulanan bitkilerdeki Na^+ değerinde %35 azalma, K^+ değerinde ise yaklaşık %54 artış olduğu görülmüştür. Liang *et al*. (2018) bu durumun özellikle tuz stresi koşullarında sitoplazmadaki K^+ içeriğindeki azalmanın, kök plasma membranlarındaki depolarizasyon ve reaktif oksijen türevlerinin K^+ iyonunun hücre dışına sızmasına neden olacak kanalları aktive etmesine bağlı olabileceğini vurgulamıştır. Kıran vd. (2016) ise NaCl'nin bitkinin kalsiyum alımını ve taşınımını azalttığını, kalsiyum yetersizliği ve bitkide iyon dengesizliğine neden olduğunu, patlıcanda gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında da benzer şekilde tuz stresi koşullarında Ca^{2+} iyon içeriğinde kontrol bitkilerine oranla azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada; kontrol bitkileri ile tuz stresine maruz kalan bitkiler karşılaştırıldığında; Ca^{2+} ve Cl^- değerleri bakımından, Ca^{2+} değerinde yaklaşık %53 oranında azalma görülürken, Cl^- değerinde ise yaklaşık %890 oranında artış meydana gelmiştir. Farklı dozlarda amino asit uygulaması ile tuz stresine maruz kalan bitkilerle Ca^{2+} değeri kıyaslandığında; Ca^{2+} değerinde yaklaşık %45 artış, Cl^- değerinde ise yaklaşık %17 iyileşme görülmüştür. Farklı dozda amino asit uygulamalarından AA600 ile Ca^{2+} değerinde %70 artış, Cl^- değerinde ise %32 değerinde azalış meydana getirmiştir.
Çalışma sonucunda;

1. Amino asit uygulamalarının kontrol bitkilerine kıyasla iyileştirici yönde etkide bulunduğu,
2. Tuz stresi koşullarında amino asit uygulamasının bitki büyüme parametreleri bakımından tuzun zararlı etkisini hafifletici rol oynadığı,
3. Tuz stresinin etkili olduğu kurak ve yarı kurak alanlarda gerçekleştirilecek olan guar yetiştiriciliğinde, amino asit uygulanmasının stresin olumsuz etkilerinin hafifletilmesi açısından etkili olabileceği,
4. Guarda tuz stresinin olumsuz etkisini hafifletmek için en uygun amino asit dozunun 600 mg L^{-1} olduğu,
5. Çalışmanın arazi koşullarında verime yönelik yapılarak amino asit uygulamasının etkinliğinin detaylı olarak incelenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Acosta-Motos, J.R., Ortuño, M.F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M.J. and Hernandez, J.A. 2017. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. Agronomy, 7(1), 18.

Afifipour, Z. and Khosh-Khui, M. 2015. Efficacy of spraying a mixture of amino acids on the physiological and morphological characteristics of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). International Journal of Horticultural Science and Technology, 2(2), 199-204.

Ahmadi, A., Emam, Y. and Pessarakli, M. 2009. Response of various cultivars of wheat and maize to salinity stress. Journal of Food, Agriculture Environment, 7(1), 123-128.

Akçaman, N., Taş, İ. ve Coşkun, Y. 2017. Farklı Sulama Suyu Tuzluluk Seviyelerinin Sakız Fasulyesi (*Cyamopsis tetraganoloba*)'nin Çimlenmesi Üzerine Etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 4(2), 130-137.

Arain, G.N. 2013. Cluster bean (Guar) cultivation in Pakistan. http://www.valleyirrigationpakistan.com/wp-content/uploads/2012/09/Guar-Cultivation-in-Pakistan.pdf, 7p.

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24, 1-15.

Ashraf, M.Y., Akhtar, K., Sarwar, G. and Ashraf, M. 2002. Evaluation of arid and semi-arid ecotypes of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) for salinity (NaCl) tolerance. Journal of Arid Environments, 52(4), 473-482.

Aslan, Y. 2019. Humik-fulvik asit ile amino asidin kıvırcık yapraklı baş salatanın verim ve kalitesi üzerine etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 46s, Tokat.

Baath, G.S., Shukla, M.K., Bosland, P.W., Steiner, R.L. and Walker, S.J. 2017. Irrigation water salinity influences at various growth stages of *Capsicum annuum*. Agricultural Water Management, 179, 246-253.

Bahari, A., Pirdashti, H. and Yaghubi, M. 2013. The effects of amino acid fertilizers spraying on photosynthetic pigments and antioxidant enzymes of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4(4), 787-793.

Bandurska, H. 1998. Implication of ABA and proline on cell membrane injury of water deficit stressed barley seedlings. Acta Physiologiae Plantarum, 20(4), 375-381.

Bewal, S., Purohit, J., Kumar, A., Khedasana, R. and Rama Rao, S. 2009. Cytogenetical investigations in colchicine-induced tetraploids of *Cyamopsis tetragonoloba* L. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 45(4), 143-154.

Bonilla, I., El-Hamdaoui, A. and Bolanos, L. 2004. Boron and calcium increase *Pisum sativum* seed germination and seedling development under salt stress. Plant Soil, 267(1-2), 97-107.

Cebeci, G., Gökkuş, A. ve Alatürk, F. 2016. Farklı ekim sıklığının sakız fasulyesinde (*Cyamopsis tetragonobla* (L.) Taub.) ot verimi ve bazı verim özelliklerine etkisi. Alınteri Zirai Bilimler Dergisi, 30(1), 53-59.

Chowdhury, S., Bhusan, D., Hashem, M. A., & Hoque, M. A. 2019. Organic amendments for mitigating soil salinity in rice. Research in Agriculture Livestock and Fisheries, 6(1), 11-17.

Cuin, T.A. and Shabala, S. 2007. Amino acids regulate salinity-induced potassium efflux in barley root epidermis. Planta, 225(3), 753.

Darwesh, R.S. 2013. Improving growth of date palm plantlets grown under salt stress with yeast and amino acids applications. Annals of Agricultural Sciences, 58(2), 247-256.

Daşgan, H.Y. ve Abak, K. 1999. Topraksız kültür kavun yetiştiriciliğinde azot ve potasyum düzeyleri ile farklı substratların verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri. Türkiye 3. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri, s. 310-314, Ankara.

Deka, K.K., Das, M.R., Bora, P. and Mazumder, N. 2015. Effect of sowing dates and spacing on growth and yield of cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba*) in subtropical climate of Assam, India. Indian Journal of Agricultural Research, 49(3), 250-254.

Denli, Z. ve Arabacı, G. 2014. Kiwano (*Cucumis metuliferus*) bitkisindeki peroksidaz enzimleri üzerine amino asit etkisinin incelenmesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 18(2), 105-109.

Dhingra, H.R. 2014. Effect of salinity stress on morpho-physiological, biochemical and yield characters of cluster bean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.]. Indian Journal of Plant Physiology, 19(4), 393-398.

Dlugokecka, E. and Kacperska-Palacz, A. 1978. Re-examination of electrical conductivity method for estimation of drought injury. Biologia Plantarum (Prague), 20, 262–267.

El-Din, K.M.G. and El-Wahed, M.A. 2005. Effect of some amino acids on growth and essential oil content of chamomile plant. International Journal of Agriculture and Biology, 7, 376-380.

El-Ghamry, A.M., Abd El-Hai, K.M. and Ghoneem, K.M. 2009. Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clayey soil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(2), 731-739.

El-Samad, H.A., Shaddad, M.A.K. and Barakat, N. 2011. Improvement of plants salt tolerance by exogenous application of amino acids. Journal of Medicinal Plants Research, 5(24), 5692-5699.

Eroğlu, B. 2016. Tuz Stresi altındaki biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde antioksidatif sistem üzerine bazı organik ve inorganik bileşiklerin karşılaştırılmalı etkinliklerinin araştırılması. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 96s., Muğla.

Fan, S. and Blake, T. 1994. Abscisic acid induced electrolyte leakage in woody species with contrasting ecological requirements. Physiologia Plantarum, 90, 414-419.

Ghars, M.A., Parre, E., Debez, A., Bordenave, M., Richard, L., Leport, L., Bouchereau, A., Savoure, A. and Abdelly, C. 2008. Comparative salt tolerance analysis between *Arabidopsis thaliana* and *Thellungiella halophila*, with special emphasis on K^+/Na^+ selectivity and proline accumulation. Journal of Plant Physiology, 165(6), 588-599.

Ghassemi-Golezani, K. and Hosseinzadeh-Mahootchi, A. 2015. Improving physiological performance of safflower under salt stress by application of salicylic acid and jasmonic acid. Walia Journal, 31, 104-109.

Goreta, S., Bucevic-Popovic, V., Selak, G.V., Pavela-Vrancic, M. and Perica, S. 2008. Vegetative growth, superoxide dismutase activity and ion concentration of salt-

stressed watermelon as influenced by rootstock. The Journal of Agricultural Science, 146(6), 695-704.
Goss, J.A. 1973. Amino acid synthesis and metabolism. Physiology of plants and their cells. Pergamon Press, Inc., New York.
Gul, H., Rafiq, A. and Muhammad, H. 2015. Impact of exogenously applied ascorbic acid on growth, some biochemical constituents and ionic composition of guar (*Cymopsis tetragonoloba*) subjected to salinity stress. Journal of Life Sciences, 3(01), 22-40.
Johnson, C.M. and Ulrich, A. 1959. Analytical methods for use in plant analysis. California Agricultural Experiment Station Bulletin, 766.
Kaçar, B. ve İnal, A. 2008. Bitki Analizleri Nobel Yayınları. ISBN 978-605-395-036-3, Ankara.
Kalhor, M.S., Aliniaeifard, S., Seif, M., Asayesh, E.J., Bernard, F., Hassani, B. and Li, T. 2018. Enhanced salt tolerance and photosynthetic performance: Implication of ɤ-amino butyric acid application in salt-exposed lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants. Plant Physiology and Biochemistry, 130, 157-172.
Kavasoğlu, A. 2018. Aminoasit uygulamasının kınalı fasulye çeşidinin tarımsal özellikleri üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek lisans Tezi, 36s., Konya
Khan, M.M., Al-Mas'oudi, R.S., Al-Said, F. and Khan, I. 2013. Salinity effects on growth, electrolyte leakage, chlorophyll content and lipid peroxidation in cucumber (*Cucumis sativus* L.). In International Conference on Food and Agricultural Sciences, Malaysia, IACSIT Press., 28-32.
Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F. ve Ellialtıoğlu, Ş. 2016. Tuza tolerant ve hassas patlıcan genotiplerinin kuraklık stresi koşullarında bazı morfolojik özelliklerinde meydana gelen değişimler. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2), 130-138.
Krishnan, S., Laskowski, K., Shukla, V. and Merewitz, E.B. 2013. Mitigation of drought stress damage by exogenous application of a non-protein amino acid γ–aminobutyric acid on perennial ryegrass. Journal of the American Society for Horticultural Science, 138(5), 358-366.
Kuşvuran, Ş. 2010. Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 356s, Adana.
Kuşvuran, Ş., Kaya E. ve Ellialtığlu, Ş., 2018. Rokada organik gübre kullanımın tuza tolerans üzerindeki etkisi. 2. Uluslararası Bilmess Kongresi, 5-7 Temmuz 2018, 593-598, Nevşehir, Türkiye.
Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stress, Volume 1: Chilling, Freezing, and High Temperature Stresses. Academic Press., 497s.
Liang, W., Ma, X., Wan, P. and Liu, L. 2018. Plant salt-tolerance mechanism. Biochemical and Biophysical Research Communications, 495(1), 286-291.
Mahmoodzadeh, H., Majd, A. and Lahouti, M. 2007. Effect of salinity stress on structure and ultrastructure of shoot apical meristem of canola (*Brassica napus* cv. symbol). Journal of Agronomy, 6(2), 366.
Mohammed, M.A., Awad, A.E. and Gendy, A.S. 2019. Growth, root system, salt resistance index and leaf pigments of *Paspalum vaginatum* as affected by saline irrigation water level and amino acids type. Zagazig Journal of Agricultural Research, 46(6), 1863-1875.
Moraditochaee, M., Bidarigh, S., Azarpour, E., Danesh, R.K. and Bozorgi, H.R. 2012.

Effects of nitrogen fertilizer management and foliar spraying with amino acid on yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4(20), 1489-1491.

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environment, 25, 239-250.

Nahed, G., Abdel Aziz, A.A., Mazher, M. and Farahat, M.M. 2010. Response of vegetative growth and chemical constituents of Thuja orientalis L. plant to foliar application of different amino acids at Nubaria. Journal of American Science, 6(3), 295-301.

NRAA 2014. Potential of rainfed guar (Cluster beans) cultivation, processing and export in India. Policy paper No.3 National Rainfed Area Authority, NASC Complex. DPS Marg, New Delhi-110012, India: 109p.

Nxele, X., Klein, A. and Ndimba, B.K. 2017. Drought and salinity stress alters ROS accumulation, water retention, and osmolyte content in sorghum plants. South African Journal of Botany, 108, 261-266.

Okunlola, G.O., Olatunji, O.A., Akinwale, R.O., Tariq, A. and Adelusi, A.A. 2017. Physiological response of the three most cultivated pepper species (*Capsicum* spp.) in Africa to drought stress imposed at three stages of growth and development. Scientia Horticulturae, 224, 198-205.

Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V.P., Prasad, S.M. 2015. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies. Environmental Science and Pollution Research, 22(6), 4056-4075.

Penella, C., Landi, M., Guidi, L., Nebauer, S.G., Pellegrini, E., San Bautista, A., Remorini, D., Nali, C., Lopez Galarza, S. and Calatayud, A. 2016. Salt-tolerant rootstock increases yield of pepper under salinity through maintenance of photosynthetic performance and sinks strength. Journal of Plant Physiology, 193, 1-11.

Rady, M.M., Taha, S.S. and Kusvuran, S. 2018. Integrative application of cyanobacteria and antioxidants improves common bean performance under saline conditions. Scientia Horticulturae, 233, 61-69.

Radkowski A. 2018. Influence of foliar fertilization with amino acid preparations on morphological traits and seed yield of timothy. Plant, Soil and Environment, 64, 209-213.

Ramarajan, S., Henry, J.L. and Saravana, G.A. 2013. Effect of seaweed extracts mediated changes in leaf area and pigment concentration in soybean under salt stress condition. Research and Reviews : Journal of Life Sciences, 3, 17-21.

Rai, D.K. 2015. trends and economic dynamics of guar in India. Working Paper, 311s.

Rao, N.K. and Shahid, M. 2011. Potential of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] and guar [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] as alternative forage legumes for the United Arab Emirates. Emirates Journal of Food and Agriculture, 23(2), 147.

Rasheed, M.J.Z., Ahmad, K., Ashraf, M.., Al-Qurainy, F., Khan, S. and Athar, H.U.R. 2015. Screening of diverse local germplasm of guar [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] for salt tolerance: a possible approach to utilize salt-affected soils. Pakistan Journal of Botany, 47(5), 1721-1726.

Sadak, M.S. 2016. Mitigation of drought stress on fenugreek plant by foliar application of trehalose. International Journal of Chemistry Technology Research, 9, 147-155.

Sadak, M.S.H., Abdelhamid, M.T. and Schmidhalter, U. 2015. Effect of foliar application of amino acids on plant yield and some physiological parameters in bean plants irrigated with seawater. Acta Biológica Colombiana, 20(1), 141-152.

Saeed, R., Shah, P., Mirbahar, A.A., Jahan, B., Ahmed, N., Azeem, M. and Ahmad, R. 2016. Tea [*Camellia sinensis* (L.) Kuntze] leaf compost ameliorates the adverse effects of salinity on growth of cluster beans (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). Paskistan Journal of Botany, 48(2), 495-501.

Sahu, B., Samaiya, R.K., Singh, Y. and Dwivedi, S.K. 2018. Differential responses of various amino acid based growth substances on biochemical estimations, yield and yield components of soybean (*Glycine max* (L.) merrill). Plant Archives, 18(2), 1730-1734.

Sanchez, F.J., Andres, E.F., TenorIo, J.L. and Ayerbe, L. 2004. Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) subjectedto water stres. Field Crops Research, 86, 81-90.

Santos, C.0V. 2004. Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. Scientia Horticulturae, 103(1), 93-99.

Sarojnee, D.Y., Navindra, B. and Chandrabose, S. 2009. Effect of naturally occurring amino acid stimulants on the growth and yield of hot peppers. Journal of Animal Plant Sciences, 5(1), 414-424.

Schroder, F.G. and Lieth, J.H. 2002. Irrigation control in hydroponics. In: Savvas D, Passam P (Eds) Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. Embryo Publications. Athens, p. 263-269, Greece.

Sekmen, A.H., Bor, M., Ozdemir, F. and Turkan, I. 2013. Current concepts about salinity and salinity tolerance in plants. In: Climate Change and Plant Abiotic Stress Tolerance (Tuteja N. And Gill S., eds.) Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

Shah, S.H., Houborg, R. and McCabe, M.F. 2017. Response of chlorophyll, carotenoid and SPAD-502 measurement to salinity and nutrient stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). Agronomy, 7(3), 61.

Shan, H., Zhang, H., Cui, A., Wang, Y. and Zhang, J. 2018. Effect of exogenous growth regulator on seed germination of maize under salt stress. Journal of Agricultural Science and Technology (Beijing), 20(8), 82-90.

Shivakrishna, P., Reddy, K.A., Rao, D.M., 2018. Effect of PEG-6000 imposed drought stress on RNA content, relative water content (RWC), and chlorophyll content in peanut leaves and roots. Saudi journal of Biological Sciences, 25(2), 285-289.

Suraj, K., Raj, K. and Nehra, K.S. 2015. Changes in proline and total soluble sugar content of clusterbean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] genotypes under salinity. Annals of Biology, 31(2), 175-179.

Suthar, J.D., Rajpar, I. and Ganjegunte, G.K. 2018. Comparative study of early growth stages of 25 guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) genotypes under elevated salinity. Industrial Crops and Products, 123, 164-172.

Talaat I.M., Khattab H.I. and Ahmed A.M. 2014. Changes in growth, hormones levels and essential oil content of *Ammi visnaga* L. plants treated with some bioregulators. Saudi Journal of Biological Sciences, 21(4), 355-365.

Teolis, I., Liu, W. and Peffley, E.B. 2009. Salinity effects on germination and plant growth of guar. Crop Science, 49(2), 637-642.

Turkan, I., Bor, M., Ozdemir, F. and Koca, H. 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* gray

and drought sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediates water stress. Plant Science, 168, 223-231.

Wahba, H.E., Motawe, H.M. and Ibrahim, A.Y. 2015. Growth and chemical composition of *Urtica pilulifera* L. plant as influenced by foliar application of some amino acids. Journ al of Material and Environmental Sciences, 6(2), 499-506.

Wu, G.Q., Feng, R.J., Li, S.J. and Du, Y.Y. 2017. Exogenous application of proline alleviates salt-induced toxicity in sainfoin seedlings. The Journal of Animal and Plant Sciences, 27(1), 246-251.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: İsmail Aykut KAYTEZ
Doğum Yeri	: Çankırı
Doğum Tarihi	: 28.07.1982
Medeni Hali	: Evli
Yabancı Dili	: İngilizce
Adres	: Yeni Mah. Ali İnandık Cad. No: 1/39 Çankırı
Tel	: 0 505 682 55 41
E-posta	: aykutkaytez@hotmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise	: Çankırı Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi, 2001
Lisans	: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 2007
Yüksek Lisans	: Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı, 2020

Yayınları (SCI-E)

1- Kusvuran, A., Kaytez, I.A., Yilmaz, U. and Kusvuran, S. (2019). The effects of exogenous amino acid on growth, ionic homeostasis, biochemical composition and antioxidative activity of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) seedlings. Applied Ecology and Environmental Research, 17(6), 15519-15530.