



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ



TUZ STRESİ KOŞULLARINDA SALİSİLİK ASİT
UYGULAMASININ MARUL (*Lactuca sativa*)
BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE BİTKİ BESİN
ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ

Kemal ZURNACI

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TUZ STRESİ KOŞULLARINDA SALİSİLİK ASİT
UYGULAMASININ MARUL (*Lactuca sativa*)
BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE BİTKİ BESİN
ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ

Kemal ZURNACI

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: **27/08/2019**

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Ali SÜMER

ÇANAKKALE

Kemal ZURNACI tarafından Dr. Öğr. Üyesi Ali SÜMER yönetiminde hazırlanan ve **27/08/2019** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Tuz Stresi Koşullarında Salisilik Asit Uygulamasının Marul (*Lactuca sativa*) Bitkisinin Gelişimi ve Bitki Besin Elementi İçeriğine Etkisi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Dr. Öğr. Üyesi Ali SÜMER

.....

Başkan

Prof. Dr. Hamit ALTAY

.....

Üye

Doç. Dr. Ali Rıza ONGUN

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Kemal ZURNACI

TEŞEKKÜR

Tezin kurulumundan sonuna kadar yardımlarından dolayı danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Ali SÜMER hocama teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışması süresi içerisinde yol gösteren, bilgilerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Yakup ÇIKILI hocama şükranlarımı sunarım. Ders aşamasında ve dışında emeklerinden dolayı Doç. Dr. Cafer TÜRKMEN ve Prof. Dr. Nuray Mücellâ MÜFTÜOĞLU hocalarıma şükranlarımı sunarım. Tez kurulumu ve tez çalışma süresi içerisinde yardımlarını esirgemeyen ve her zaman yol gösteren Arş. Gör. Gizem AKSU hocama şükranlarımı bir borç bilirim.

Yardımlarından ve katkılarından dolayı değerli büyüğüm ziraat mühendisi Sertaç UYANIK'a teşekkürlerimi sunarım.

Her türlü zorlukta yanımda olan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, özveri ve sabır ile her zaman yanımda olan kız arkadaşım sınıf öğretmeni Büşra GEZGİN'e sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca bu yaşıma kadar her zaman doğru yolu gösteren, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen annem Fatma ZURNACI'ya, babam Emin ZURNACI'ya ve abim Fatih ZURNACI'ya sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Kemal ZURNACI
Çanakkale, Ağustos 2019

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°C	Derece santigrat (Celcius)
ABA	Absisik asit
APX	Askorbat peroksidaz
AsA	Askorbat
Ca	Kalsiyum
CAT	Katalaz
dS	desisiemens
GSH	Glutatyon
g	Gram
K	Potasyum
kg	Kilogram
LA	Lipoik asit
L	Litre
M	Molar
MDA	Malondialdehit
Mg	Magnezyum
mL	Mililitre
mM	milimolar
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
nm	Nanometre
NPT	Tiyol
OSİ	Oransal su içeriği
pH	Toprak Reaksiyonu
POD	Peroksidaz
SOD	Süperoksid dismutaz
SA	Salisilik asit

ÖZET

TUZ STRESİ KOŞULLARINDA SALİSİLİK ASİT UYGULAMASININ MARUL (*Lactuca sativa*) BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE BİTKİ BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ

Kemal ZURNACI

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ali SÜMER

27/08/2019, 34

Bu çalışma, 2018 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'ne ait iklim odasında kontrollü koşullarda yürütülmüştür. Maritima cinsi marul bitkisine artan tuz konsantrasyonlarında [0 (kontrol), 2, 4 ve 6 dS/m] artan salisilik asit (SA) dozları [0 (kontrol), 0,1, 0,5 ve 1,00 mM] uygulanmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre; 4 tuz uygulaması x 4 SA uygulaması x 4 tekerrür olarak toplam 64 saksıda yürütülmüştür.

Artan tuz (NaCl) stresi koşullarında ve SA uygulamalarında bitkinin tuz stresine karşı tepkisi bu çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır. Bu çalışmada artan tuz ve SA uygulamalarında marul bitkisinin gelişimi ve bitki besin elementi içeriğindeki değişimler incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, artan tuz dozları ile yeşil aksamdaki Na konsantrasyonun arttığı ve bunun sonucunda kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, verim kuru ağırlığı, yeşil aksamdaki K ve Zn (4 ve 6 dS/m tuz uygulamalarında) konsantrasyonlarında azalmalar tespit edilmiştir. Düşük tuz dozunda (2 dS/m) yeşil aksam Ca konsantrasyonunda azalma, yüksek dozlarda ise bir değişim tespit edilememiştir. 4 dS/m tuz dozunda yeşil aksam P ve Cu konsantrasyonlarında bir azalma diğer tuz dozlarında ise herhangi bir değişim tespit edilememiştir. Artan tuz dozları yeşil aksamdaki Fe konsantrasyonunda dalgalanmaya sebep olmuş, Mg ve Mn konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel açıdan önemsiz olmuştur. Artan SA uygulamasının ise kök yaş ağırlık, kök kuru ağırlık, verim kuru ağırlık ve yeşil aksamdaki Na, Mg, Mn ve Zn konsantrasyonlarına bir etki göstermediği belirlenmiştir.

Artan tuz dozlarından olumsuz etkilenen Ca ve K konsantrasyonları, SA artması ile olumlu yönde artış göstermiştir. SA uygulaması yeşil aksamdaki P ve Cu konsantrasyonlarında dalgalanmaya, Fe konsantrasyonunda ise azalmaya neden olmuştur.

SA x tuz interaksyonu ise yeşil aksam K, Ca, Cu, P ve Fe konsantrasyonlarına istatistiksel açıdan önemli bir etkiye neden olmuştur.

Anahtar sözcükler: Marul, Tuzluluk, Salisilik Asit, Bitki Besin Elementleri, Verim



ABSTRACT

THE EFFECT OF SALICYLIC ACID APPLICATION ON PLANT GROWTH AND PLANT NUTRIENT CONTENTS IN LETTUCE (*Lactuca sativa*) UNDER SALT STRESS CONDITIONS

Kemal ZURNACI

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Soil Science and Plant Nutrition

Advisor: Dr. Öğr. Üyesi Ali SÜMER

27/08/2019, 34

This study has been conducted under controlled conditions room in Department of Soil Science and Plant Nutrition at Çanakkale Onsekiz Mart University in 2018. Salicylic acid (SA) [0 (control), 0,1, 0,5 and 1,00 mM] and salt solutions [0 (control), 2, 4 and 6 dS/m]. were applied to the maritima genus lettuce. Experimental design includes four salt concentration rates x four SA application rates x four replicatios and total of 64 pots.

The main purpose of this study is the response of the plant to salt stress under increasing salt (NaCl) stress conditions and SA applications. In this study, development of lettuce plant and changes in plant nutrient content in increasing salt and SA applications were investigated.

According to the results obtained, increasing salt doses increased Na concentration in the green component and decreased root fresh weight, root dry weight, yield dry weight, K and Zn (4 and 6 dS / m salt applications) in green parts. Reduction in green component Ca concentration at low salt dose (2 dS / m) was observed while no change was detected in high doses. A reduction in green component P and Cu concentrations at 4 dS / m salt dose was determined, no change was detected in other salt doses. Increased salt doses caused fluctuations in Fe concentration in the green component, the effect on Mg and Mn concentrations was not statistically significant. Increased SA applications did not effect on root fresh weight, root dry weight, yield dry weight and Na, Mg, Mn and Zn concentrations in plant green parts.

Ca and K concentrations negatively affected by increasing salt doses, on the other

hand increased SA positively effect Ca and K concentrations. SA application fluctuated in P and Cu concentrations in green parts and reduced Fe concentration.

SA x salt interaction had a statistically significant effect on green component K, Ca, Cu, P and Fe concentrations.

Keywords: Lettuce, Salinity, Salicylic Acid, Plant Nutrients, Yield



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEZ SINAVI SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	5
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal	10
3.1.1. Bitki Materyali.....	10
3.1.2. Toprak Materyali	10
3.2. Yöntem.....	10
3.2.1. Bitkide Kuru Yakma Analizi.....	15
3.2.2. Bitki Yapraklarının Makro ve Mikro Besin Elementi Analizleri	16
3.2.3. Bitkide Na Analizi	16
BÖLÜM 4	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	17
4.1. Bitki Gelişimindeki Değişimler	17
4.1.1. Kök Yaş Ağırlığı	17
4.1.2. Kök Kuru Ağırlığı	18
4.1.3. Verim Kuru Ağırlığı	18
4.2. Verim Bitki Besin Elementi İçerikleri	19
4.2.1. Sodyum Konsantrasyonu	19
4.2.2 Potasyum Konsantrasyonu	20
4.2.3 Kalsiyum Konsantrasyonu.....	21
4.2.4 Magnezyum Konsantrasyonu	23
4.2.5 Fosfor Konsantrasyonu.....	23
4.2.6 Bakır Konsantrasyonu	24

4.2.7 Demir Konsantrasyonu	25
4.2.8 Mangan Konsantrasyonu	26
4.2.9 Çinko Konsantrasyonu	27
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	29
KAYNAKLAR	30
ÖZGEÇMİŞ	I



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Salisilik asidin kimyasal oluşum aşaması.....	3
Şekil 3.1. İklim odası kontrol paneli göstergesi.....	11
Şekil 4.1. Marul fidelerin dikim öncesi görüntüsü	12
Şekil 4.2. Marul fidelerin dikim sonrası ilk görüntüsü	12
Şekil 4.3. Marul fideleri dikiminden 15 gün sonra görüntüsü	13
Şekil 4.4. Marul fideleri dikiminden 30 gün sonra görüntüsü	13
Şekil 4.5. Marul fideleri dikiminden 45 gün sonra görüntüsü	14
Şekil 4.6. Marul fideleri dikiminden 60 gün sonra görüntüsü	14
Şekil 4.7. Marul bitkisinin 80 gün sonunda hasat yapılırken görüntüsü.....	15



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1. Artan tuz ve SA dozlarının kök yaş ağırlığına etkisinin varyans analizi.....	17
Çizelge 4.2. Artan tuz ve SA dozlarının kök yaş ağırlığına (g) etkisi	17
Çizelge 4.3. Artan tuz ve SA dozlarının kök kuru ağırlığına etkisinin varyans analizi.....	18
Çizelge 4.4. Artan tuz ve SA dozlarının kök kuru ağırlığına (g) etkisi	18
Çizelge 4.5. Artan tuz ve SA dozlarının verim kuru ağırlığına etkisinin varyans analizi ...	19
Çizelge 4.6. Artan tuz ve SA dozlarının verim kuru ağırlığına (g) etkisi.....	19
Çizelge 4.7. Artan tuz ve SA dozlarının Na miktarına etkisinin varyans analizi	20
Çizelge 4.8. Artan tuz ve SA dozlarının Na miktarına (mg/g) etkisi.....	20
Çizelge 4.9. Artan tuz ve SA dozlarının K miktarına etkisinin varyans analizi	21
Çizelge 4.10. Artan tuz ve SA dozlarının K miktarına (mg/g) etkisi	21
Çizelge 4.11. Artan tuz ve SA dozlarının Ca miktarına etkisinin varyans analizi	22
Çizelge 4.12. Artan tuz ve SA dozlarının Ca miktarına (mg/g) etkisi.....	22
Çizelge 4.13. Artan tuz ve SA dozlarının Mg miktarına etkisinin varyans analizi	23
Çizelge 4.14. Artan tuz ve SA dozlarının Mg miktarına (mg/g) etkisi.....	23
Çizelge 4.15. Artan tuz ve SA dozlarının P miktarına etkisinin varyans analizi.....	24
Çizelge 4.16. Artan tuz ve SA dozlarının P miktarına (mg/g) etkisi	24
Çizelge 4.17. Artan tuz ve SA dozlarının Cu miktarına etkisinin varyans analizi	25
Çizelge 4.18. Artan tuz ve SA dozlarının Cu miktarına (µg/g) etkisi	25
Çizelge 4.19. Artan tuz ve SA dozlarının Fe miktarına etkisinin varyans analizi.....	26
Çizelge 4.20. Artan tuz ve SA dozlarının Fe miktarına (µg/g) etkisi	26
Çizelge 4.21. Artan tuz ve SA dozlarının Mn miktarına etkisinin varyans analizi	27
Çizelge 4.22. Artan tuz ve SA dozlarının Mn miktarına (µg/g) etkisi	27
Çizelge 4.23. Artan tuz ve SA dozlarının Zn miktarına etkisinin varyans analizi	28
Çizelge 4.24. Artan tuz ve SA dozlarının Zn miktarına (µg/g) etkisi.....	28

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bitkiler yaşamlarını sürdürdükleri alanda sınırlayıcı birçok olumsuz şartlar altında kalmaktadır. Bitki metabolizmasını, büyüme ve gelişmeyi herhangi bir şekilde etkileyen yada engelleyen her tür olumsuz koşul, stres olarak kabul edilir (Gürel ve Avcıoğlu, 2001). Bitki stres aşamaları abiyotik ve biyotik olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Abiyotik stres aşamaları; tuzluluk, sıcak, soğuk, kuraklık ve rüzgâr gibi çevresel faktörleri oluşturmaktadır. Biyotik stres faktörleri ise bakteri, hastalık etmenleri, yabancı bitkiler ve böceklerdir (Mahajan ve Tuteja, 2005). Tuz stresi bitki büyüme ve üretkenliğini etkileyen önemli streslerden biri olup abiyotik stres grubuna girmektedir.

Dünya genelinde 800 milyon hektardan fazla arazi tuzluluk sorunuyla karşı karşıya olmakla beraber bu miktarın dünyadaki toplam arazi alanının %6'sına denk gelmektedir. Tuzluluk tehdidi altında olan kuru tarım olarak 150 milyon hektarlık alanın 32 milyonu, tuzluluk tehdidi altındaki sulamaya elverişli alanların ise 230 milyon hektarlık alanın 45 milyon hektarı tuzluluk sorunundan etkilenmektedir (Munns, 2002). Tarım ülkesi olarak gösterilen ülkemizde ise toprakların yaklaşık 1,5 milyon hektarı tuzluluk sorunu içermesi gelecek için büyük bir tehdit oluşturmaktadır (Ekmekçi ve ark., 2005).

Toprak tuzluluğu çoğunlukla buharlaşmanın fazla, yağışın ise az olduğu yüksek sıcaklık altındaki kurak ve yarı kurak bölgelerde görülmektedir. Toprak tuzluluğunun düzeyini belirleyen ana etkileri tuzluluk faktörleri tanımlar. Bunlar;

- Sulama suyunun kalitesi ve sulama yöntemi
- Toprak ve iklim özellikleri
- Drenajın yeterliliği
- Taban suyu düzeyidir.

Bitkiler normal gelişimlerini sürdürebilmeleri için toprak içerisinde yeterli su miktarının bulunması gerekmektedir. Bitki kök bölgesindeki tuz konsantrasyonunun artmasıyla bitkinin su alımında kullandığı enerjide artar ve bitki su yarıyışlılığı azalır. Bitkinin su kullanımı zorlaşması, bitkideki verim ve kaliteyi de doğrudan azaltıcı etkisi vardır (Kara ve Apan, 2000; Yurtseven ve Bozkurt, 1997; Yurtseven, 2000; Yurtseven ve ark., 2001). Toprak içerisindeki aşırı tuz konsantrasyonu, bitkilerin su alımını ve su içerisindeki minerallerden yararlanabilirliğini azaltmaktadır.

Bitkilerin tuz konsantrasyonu her bitki için çeşitlilik gösterir. Tuzluluk stresine karşı dayanıklı bitkiler, su ihtiyacını kolaylıkla karşılayabildikleri için ozmotik etkiye daha fazla

güç uygulayan bitkiler olarak adlandırılır. Bitkilerin tuza karşı dayanımlarının incelenmesi, özellikle toprak tuzluluğu belirli olan tarımsal alanlarda, o bölgelere uygun bitkiler seçilerek ekonomik düzeyde ürün alabilmek amacıyla önemlidir (Kotuby ve ark., 1997).

Tuzlu toprak sodyum (Na^+), klor (Cl^-) ve sülfatlı (SO_4^{2-}) bileşiklerinin toksik seviyeleri ile ayırıcı özelliğini ortaya koymaktadır. Dünya genelinde, bitki üretiminde en önemli abiyotik streslerden biri olan tuzluluk kelime anlamıyla beraber toprakta yüksek miktarda tuzluluğu ifade etse de bitkilerde toksik etkiyi oluşturan ana etmen sodyum klorür (NaCl)'dür. Sodyum klorür, hücredeki iyon dengesini bozmasının yanı sıra bitki su potansiyelini de azaltarak bitki büyüme ve gelişimini etkilemektedir. NaCl alımının artırılması hücrede Na^+ ve Cl^- düzeyinin artmasına, potasyum (K^+), kalsiyum (Ca^{2+}) ve magnezyum (Mg^{2+}) konsantrasyonlarının ise azalmasına neden olmaktadır (Parida ve Das, 2005).

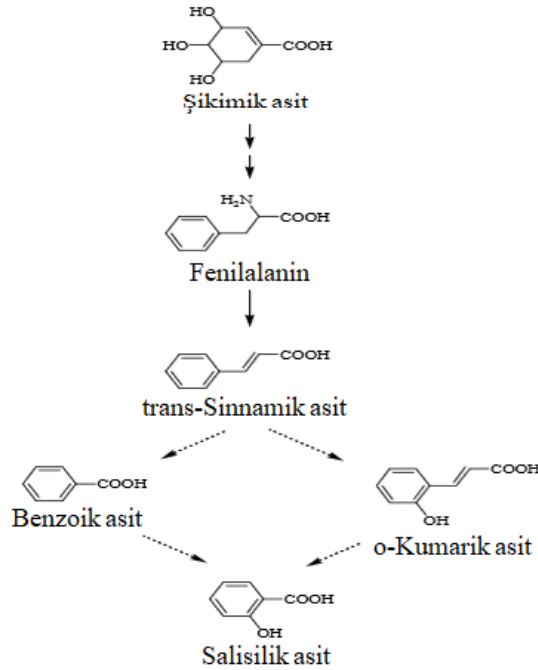
Topraktaki tuz miktarının artması sonucu bitkinin metabolizmasına, büyümesine ve gelişmesine olumsuz yönde etkilemektedir. Toprakta tuz konsantrasyonunun artması ve suyun azalması, bitki hücrelerinin ozmotik dengesini düşürmekle beraber bitkilerde birçok tepkinin oluşmasına yol açmaktadır (Glenn ve ark., 1997). Tuz stresi süresine ve yoğunluğuna bağlı olarak bitkinin büyümesini, gelişmesini, fotosentez ve hücre bölünmesi gibi birçok biyolojik aktiviteyi olumsuz etkileyerek belirlemektedir (Bressan, 2008). Tarımsal alanlarda tuzluluk, ürün kalitesi ile bitki verimliliğini sınırlamaktadır (Koca ve ark., 2007).

Bitkiler abiyotik stres koşullarına karşı, savunma mekanizmalarını harekete geçirerek ve aynı zamanda hücrel metabolizmalarını yeniden düzenleyerek streslere cevap verirler. İnsanoğlunun virüslere bağışıklık kazanıp hastalıklara karşı vücut otomatik direnç gösterdiği gibi aynı şekilde bitkilerde stres koşullarında kendilerini savunmak üzere önceden oluşmuş veya saldırı sonrasında oluşabilecek sorunlara karşı savunma mekanizmaları geliştirirler. Kalsiyum, absisik asit, polyaminer, jasmonik asit ve salisilik asit (SA) gibi moleküller bitkilerde sinyal gönderici veya uyarıcı olarak görev yapmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda abiyotik stres faktörlerine karşı dışarıdan bitkiye uygulanan salisilik asidin bitki içerisindeki konsantrasyonunun artması sayesinde abiyotik streslere karşı tolerans mekanizması faaliyete geçtiği belirlenmiştir (Hayat ve ark., 2010).

İnsanoğlunun çok eskilerden beri kullandığının bir örneği olarak M.Ö. 4. yüzyıllarda kadınların doğumları sırasında ağrıyı hafifletmek için ağızlarına söğüt yapraklarının verilip çiğnemelerinin istenmesi, salisatların bu önemli özelliğini ortaya koymaktadır. 1828

yılında Almanya’da Johann Buchner isimli bir araştırmacı, ilk defa sögüt ağacından çok az miktarda salisinin kristalleri izole etmiş olup, 1838 yılında İtalyan Raffaele Piria isimli bir bilim insanı laboratuvarında ilk kez izole ederek suda asidik özelliğinden dolayı salisilik asit ismini kullanmıştır. Salisilik asidin ilk seri üretimi ise 1898 yılında Bayer şirketi tarafından Almanya’da içeriğı asetilsalisilik asit (ASA) olan aspirin üretime sunulmuştur. (Raskin, 1992; Arteca 1996).

Salisilik asidin fiziksel özellikleri bozulmadan floemde taşınabildiğı hakkında güçlü sonuçlar bulunmakla beraber, bitkilerde taşınım hakkında kesin bir bilgiye ulaşılamamıştır. Salisilik asit bitkilerin savunma mekanizmalarında önemli görevler yapmakta ve özellikle biyotik ve abiyotik stres faktörleri ile karşılaştığında bitkiler salisilik asit üretmektedir (Arteca, 1996). Salisilik asidin oluşum aşaması Şekil 1.1’de belirtilmektedir.



Şekil 1.1. Salisilik asidin kimyasal oluşum aşaması

Marul (*Lactuca sativa* L.) bitkisi tek yıllık bir bitki olup papatyagiller (*Compositae*, *Asteraceae*) familyasının *Lactuca* cinsine bağılı serin iklim bitkisidir. Marul bitkisi tüm dünyada yaprakları en çok tüketilen sebzeler arasında yer almakla beraber form zenginliğı bakımından da oldukça fazladır. Marul bitkisinin sebze bakımından taze yaprakları değerlendirilirken, ekonomik yönden ise yüksek ticari öneme sahip bir bitkidir (Eşiyok, 2012). Marulun yetişme süresi bakımından 2-3 ay gibi kısa süreli olup, yurdumuzun hemen hemen her yerinde örtü altında yada açık arazide yetiştirilebilmektedir.

Yurdumuzun 2017 istatistik sonuçlarına göre göbekli marul cinsinin üretimi 223.448 ton, kıvırcık marul cinsinin üretimi 185.071 ton ve aysberg marul cinsinin üretimi ise 81.905 ton olmak üzere toplam 490.424 ton olarak belirlenmiştir. Bu üretimin yurdumuzda 1.607 ton kısmını Karabük ilinde yetiştirilmektedir (Anonim, 2019a).

Marul bitkisi toprak isteği bakımından fazla seçici olmamakla beraber derin bünyeli, drenajı iyi, organik maddece zengin, tınlı-kumlu toprak özellikleri marul yetiştiriciliğinde ideal topraklardır. Nemli ve serin iklim koşullarını seven marul bitkisi optimum gelişme sıcaklığı 15-18 °C olup, toprakta istenilen tuz miktarı ise 0.8-1.2 dS/m dir. Marul bitkisi uzun gün bitkisi olup yüksek sıcaklıklara ulaşılan yaz aylarında baş bağlanması olumsuz etkilenmekte ve çok düşük sıcaklıklarda ise kısa süre dayanabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı, marul bitkisi yetiştiriciliği yurdumuzda ılıman bölgelerde kış, sonbahar ve erken ilkbahar dönemlerinde yetiştirilmektedir. Yaz aylarında marul yetiştiriciliğini engelleyen en önemli neden ise iklim faktörleri ve gün uzunluğudur (Vural ve ark., 2000). Marul yetiştiriciliğinde olumsuz olan diğer bir faktör ise düşük ve yüksek tuzluluk oranıdır.

Bitkilerin tuzluluğa karşı olan dayanıklılığı birbirinden farklı olmaktadır. Genel olarak sebze grubu, tuza dayanıklılığı diğer bitkilere göre daha hassastırlar ve bu nedenlerden yola çıkarak sebzeler sık ve kaliteli sularla sulanmalıdır (Ayers ve Westcot, 1989).

Farklı marul çeşitleri ile yapılan denemede, sudaki EC değerinin 4.4 dS/m olduğunda %32, 6 dS/m olduğunda %50 oranında bitki ağırlığında bir azalma olduğu ve bitki büyüklüğünde de küçülmeye neden olduğu gözlemlenmiştir (Ayers ve ark., 1951).

Yapılan literatür çalışmaları sonucunda, tuz stresinin bitkilere olumsuz etkilerini gösteren ve bitkilerin tuzluluk zararının azaltılması için çeşitli kimyasalların kullanımı ile ilgili bilgiler bulunmakla beraber salisilik asidin çeşitli bitkilerde tuz stresinin azalttığı bilgileri de yer almaktadır. Bu bilgilerden yola çıkarak kıvırcık marul (*Lactuca sativa* L. var. Crispa) bitkisinde SA kullanarak tuzluluk stresinin tepkisini araştırmak çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Erkılıç (2005), yüksek lisans tezinde tuz stresi koşullarında biber (*Capsicum annuum* L.) fidelerinde SA'nın bazı fizyolojik özelliklerine etkisini incelediği çalışmada; Demre-8 çeşidine ait fidenin tuza dayanıklı olduğunu tespit etmiş, tuz uygulamasının kontrole göre sürgün uzunluğunda, kök ve yaprak alanında azalma belirlemiştir. Bitki yapraklarında yaş ağırlığında ve kuru ağırlığında prolin değerlerinde artış olduğunu belirlemiştir. Tuz ve farklı dozlardaki SA uygulaması Demre-8 fidesinde; yaprak ve kök alanı, sürgün boyu tuz uygulanan fidelere göre azalma bununla beraber yaprağın dokusu yaş, kuru ağırlığı ve oransal su içeriği (OSİ) ile üst ve alt yapraklarda prolin miktarlarında artış olduğunu tespit etmiştir. Kahramanmaraş-Acı çeşidine ait fidelerde ise tuza duyarlı olduğu tespit edilmiş, tuz uygulamasının sürgün uzunluğu, kök ve yaprak alan indeksinde azalma tespit etmekle beraber yaprak dokusunda yaş, kuru ağırlığı ve oransal su içeriği ile üst ve alt yapraklarda prolin miktarlarının arttığını belirlemiştir. Artan SA dozlarında yetiştirilen tuz uygulaması ile Kahramanmaraş-Acı fidelerinde; yaprak alan indeksi, kök uzunluğu, bitki yeşil aksam yaş, kuru ağırlığı ve oransal su içeriği tuz uygulanan bitkilere göre artış olduğunu ve sürgün uzunluğu, üst ve alt yapraklarda prolin miktarları oranında ise azalma tespit etmiştir.

Mutlu (2005), yüksek lisans tezinde tuz stresi ve SA'nın buğday yapraklarında apoplastik ve simplastik antioksidan enzimler üzerine etkilerini incelediği çalışmada; SA uygulaması ile tuza hassas ve dayanıklı buğday çeşitlerinde apoplastik katalaz (CAT) aktivitesini, 0,01 mM salisilik asit dozu düşürürken, 0,1 mM SA dozunun arttırdığını görmüştür. Tuzun; bu iki aktiviteyi artırırken, tuz ile SA kullanımında düşürdüğünü belirlemiştir. SA uygulamasının, dayanıklı varyetede simplastik CAT aktivitesini artırırken, hassas olan çeşitte ise düşürdüğünü tespit etmiştir. Tuz ise, iki varyetede de simplastik CAT aktivitesini düşürürken, tuz ile SA kullanımında dayanıklı simplastik CAT aktivitesini düşürmüştür, hassas olan aktivitede ise 0,1 mM SA dozu 0,25 ve 0,50 M tuzda artarken, 0,75 M tuzda düştüğü görmüştür. Salisilik asit uygulaması ile dayanıklı buğdayda apoplastik peroksidaz (POD) aktivitesini artırırken, hassas buğday çeşidinde ise düşürdüğünü belirtmiştir. Dayanıklı buğday çeşidinde SA ile tuz uygulamasının, apoplastik POD aktivitesinde artışına neden olurken, hassas olan buğday çeşidinde ise aktiviteyi değiştirmemiş ancak SA, 0,75 M tuzda apoplastik POD aktivitesini azaltmış olduğunu belirlemiştir. Salisilik asit uygulaması, simplastik POD aktivitesini dayanıklı buğday

çeşidinde arttırırken, hassas buğday çeşidinde ise değiştirmediğini belirtmiştir. Tuz ile SA uygulaması iki varyetede, simplastik POD aktivitesini aktif ettiğini tespit etmiştir. SA uygulaması apoplastik süperoksid dismutaz (SOD) aktivitesini dayanıklı buğday çeşidinde arttırırken, tuzda ise her iki varyetede, apoplastik SOD aktivitesini arttırmış olduğunu görmüştür. SA uygulaması, simplastik SOD aktivitesini dayanıklı buğday çeşidinde 0,1 mM SA dozunda arttırırken, hassas buğday çeşidinde ise genelde düşürdüğünü belirtmiştir. Tuz uygulaması simplastik SOD aktivitesini dayanıklı buğday çeşidinde 0,25 ve 0,50 M tuzda etkilemezken, 0,75 M tuzda düşürürken, hassas buğday çeşidinde ise arttırdığını görmüştür. Tuz ile SA uygulaması simplastik SOD aktivitesini dayanıklı buğday çeşidinde genelde etkilemezken, hassas buğday çeşidinde 0,25 ve 0,50 M tuzda arttırdığını tespit etmiştir. Sonuç olarak, tuz stresine bir cevap olarak simplastik ve apoplastik antioksidan enzimlerin önemli bir etkene sahip olduğunu belirlemiştir. Dışarıdan uygulanan salisilik asit uygulaması apoplastik antioksidan enzimleri etkileyerek tuza tolerans mekanizmasında önemli bir rol oynadığını tespit etmiştir.

Tohma (2007), yüksek lisans tezinde tuz stresi altındaki çilek bitkisinde salisilik asit uygulamasının dayanıklılık üzerine etkisini incelediği araştırmasında; tuzlu koşullarda SA uygulamasının membran geçirgenliğini azaltırken, prolin, protein, klorofil *b* ve toplam klorofil miktarlarını ise arttırdığını saptamıştır. Membran geçirgenliği sonucunda kontrol dozunda 6,27 mS/cm ve 1,00 mM dozundaki SA uygulamasında ise 5,29 mS/cm olarak bulmuştur. Protein ve prolin miktarları kontrol uygulamasında 14,14 mg/g ve 28,6 mg/g belirlenirken, 0,25 mM SA dozunda 19,65 mg/g ve 44,5 mg/g değerlerinde tespit etmiştir. En yüksek miktarları 33,5 mg/l klorofil *b* ve 57,8 mg/l toplam klorofil SA'nın 0,1 mM dozunda tespit etmiştir. SA uygulamasında bazı bitki besin elementlerinde Na, Cl ve Ca konsantrasyonları üzerinde önemli etki yaptıklarını belirlemiştir. Kontrol dozunda bitki yeşil aksamında 256 ppm Na, 21,3 ppm Cl ve %0,86 Ca olarak belirlemiştir. SA uygulamasının 0,5 mM dozunda 177 ppm Na ve SA uygulamasının 0,25 mM dozunda 16,8 ppm Cl ve %1,07 Ca olarak bulmuştur. Tuz stresi koşullarında uygulanan SA dozları bitki gelişimi için olumlu derecede etkilediğini ve SA tuzun toksik etkilerini ortaya çıkmasını geciktirdiğini tespit etmiştir.

Koçer (2007), yüksek lisans tezinde tuz stresi altındaki mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde, eksojen uygulanan SA ve absisik asidin (ABA) etkilerini incelediği çalışmasında; morfolojik gelişme üzerine tuzun artan dozlarında olumsuz etkilerini arttırdığını gözlemlerken, ABA uygulanan bitkilerde, SA uygulanan bitkilere göre daha iyi geliştiklerini gözlemlemiştir. Stoma büyüklükleri ve sayıları üzerinde hormonların ekstra

etkisi bulunmazken kök, gövde ve yaprak uzunlukları ve yaş-kuru ağırlık oranları üzerinde değişik etkiler olduğunu belirlemiştir. 150 ppm ABA uygulamalarında toplam klorofil seviyelerinin arttığını gözlemlemiştir. Toplam karotenoid seviyeleri ise hemen hemen tüm ABA uygulamasında yüksek olduğunu belirlemiştir. Endojen hormon seviyeleri ise, yağ asidi ve şeker seviyelerinin hem tuz uygulamaları hem de eksojen hormon uygulamaları ile birlikte önemli ölçüde değiştiğini belirlemiştir. Prolin seviyeleri tuz uygulaması ile artarken, hormon uygulamalarının da konsantrasyonlarına bağlı prolin seviyeleri önemli derecede arttığını tespit etmiştir.

Bak (2009), yüksek lisans tezinde tuz stresi altındaki iki kabak (*Cucurbita pepo* L.) çeşidinde SA uygulaması sonucu biyokimyasal ve fizyolojik değişimleri incelediği çalışmada; SA uygulaması ile tüm tuz yoğunluklarında bitki yapraklarının sararmasına neden olduğunu belirtmiştir. Yaş yaprak ağırlığı ve kök uzunluğunda SA uygulamasının 100 mM dozunda tuz konsantrasyonuna etkili olduğunu belirlemiştir. SA'nın hoagland kullanımının da sınırladığını gördükleri ve toplam klorofil miktarı ve klorofil *a/b* oranlarında belirli tuz yoğunluklarında arttığını belirtmiştir. Toplam klorofilde bir artışın olduğu SA uygulaması ile bu miktarları azalttığını ve diğer yoğunluklarda da arttırdığını görmüştür. Şeker miktarları ve ABA'da, su potansiyeli değerlerinde, enzim aktivitelerinde ve toplam klorofil miktarlarında, tuz yoğunluklarında ve SA uygulamasının olumsuz etkilerini gözlemlemiştir. Kültivar, tuz yoğunlukları ve bitki kısımlarına göre etkilerin değiştiğini belirtmiştir. Araştırma sonucunda tuz yoğunluklarının bitki toleransını olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Salisilik asidin ise bitki toleransını olumlu etkilediğini tespit etmiştir.

Baran (2011), yüksek lisans tezinde bitkilerin tuz stresine toleransında SA ve prolinin fizyolojik etkilerini incelediği çalışmada; oksidatif hasara dayanıklılıkla prolin aktivitesi arasında ve oksidatif hasarla yaprak yaşı arasında pozitif korelasyon olduğunu belirtmiştir. Enzim aktivitesindeki artışın ise SA miktarlarındaki artıştan kaynaklanmadığını saptamıştır. Tuz uygulamasında bitkilerin suyu belirli düzeyde tutmak için ozmotik potansiyelini düşürdüklerini, malondialdehit (MDA) ve klorofil değerlerinde tuz stresine göre değiştiğini gözlemlemiştir. Tuz stresinde klorofilin azaldığını bununla beraber MDA, prolin ve salisilik asit miktarının ise arttığını belirtmiştir. Soya fasulyesi strese karşı değişik tepkiler verdiğini, 0,50 ve 0,75 mM SA dozu tuzlu bölgelerde soya fasulyesi için en uygun doz olacağını tespit etmiştir.

Torun (2012), doktora tezinde tuz stresi koşullarında arpa (*Hordeum vulgare* L.) bitkisinde SA uygulamasının içsel fitohormonlar düzeyinde biyokimyasal ve fizyolojik etkilerini incelediği çalışmada; SA, arpa bitkilerinin tuz stresi koşullarında büyüme

parametreleri, fotosentetik ve su pigment içeriklerinde oluşan azalmayı iyileştirdiğini gözlemlemiştir. SA'nın ozmotoleransı arttırdığını tespit etmiştir. Tuz stresinin yoğunlukları artarken Erginel türünde glutasyon redüktaz (GR), Kalaycı türünde SOD ve POD, Akhisar türünde ise CAT enzimlerinin aktiviteleri arttığını belirtmiştir. SA uygulamasının CAT aktivitesinde azalmadan dolayı ABA seviyesi ile birbirleri arasında bağ olduğunu belirtmiştir. Bu araştırmalar sonucunda, stres öncesi uygulama ile ekzojenik ve tuz zararına salisilik asidin arpa türleri arasında bitkinin daha fazla tolerans gösterdiğini belirtmiştir. Tuz stresine en dayanıklı Kalaycı türünün olduğunu belirtirken en hassas ise Akhisar türünün olduğunu tespit etmiştir.

Akçalı (2014), yüksek lisans tezinde tuz stresine maruz bırakılan kanola fidelerinde lipoik asit (LA) ve SA uygulamasının belirli proteom ve biyokimyasal parametrelerin etkilerini araştırdığı çalışmada; tuz stresinin kök ve gövde büyümesi, askorbat ve glutasyon (GSH) içeriğini azaltırken, MDA, sistein, prolin ve tiyol (NPT) içeriğini ve SOD, CAT, guaiakol POD ve askorbat peroksidaz (APX) gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerini arttırdığını belirtmiştir. Dışarıdan uygulanan SA ve LA'nın fide büyümesindeki NaCl teşvikli azalmayı hafifletmiş olup MDA içeriklerini de azalttığını belirtmiştir. SA ve LA muamelesinde prolin içeriğinde değişiklik olmamıştır. Tuz stresi altında SA ve LA uygulamaları sistein içeriğini artırırken, tiyol içeriğini azalttığını belirtmiştir. Tuz stresi olan alanlarda askorbat içeriği dışarıdan uygulanan LA uygulamasında daha fazla azalırken, salisilik asit uygulamasında ise önemli bir etki görmediklerini belirtmiştir. Tuz uygulanan alanlarda sadece salisilik asit uygulamasının glutasyon içeriğini artırırken, dışarıdan uygulanan hem LA hem de SA uygulamalarının guaiakol POD ve CAT aktivitelerini de arttırdığı ve APX aktivitesinde ise azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. Burada belirtilen sonuçlar kısa zaman içerisinde tuz stresine maruz bırakılan bitkilerin fide büyümesinin artışında SA etkili olduğu kadar LA'nın da etkili olabileceğini tespit etmiştir.

Yenilmez (2016), yüksek lisans tezinde farklı SA dozlarının belirli Amerikan asma anaçlarının tuz içeriğine dayanımı üzerine etkisini incelediği çalışmada; tuz stresi altındaki üç farklı Amerikan asma anacı (1103P, 41B, 110R) çeliklerinde farklı miktarlardaki SA uygulamalarının (0, 3, 6 ve 9 mM) etkisini araştırmıştır. Bu araştırmada göz uyanma oranı, sürgün uzunluğu, bitki canlılığı, sürgün yaş ve kuru ağırlığı, zararlanma derecesi, sürgündeki boğum sayısı, tolerans oranı ve indeksi, yapraktaki Na, Ca, K ve Mg içeriğini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu araştırma sonucunda tüm değişkenler dikkate alındığında 1103 P ve 41 B Amerikan asma anaçlarında tuzluluk stresini azaltmasında 6 ve

9 mM SA uygulaması etkili olduğunu belirtmiştir. 110 R anacı için net bir sonuca ulaşamamış olmakla beraber bir doz tavsiyesinin yapılması da mümkün olmadığı tespit etmiştir.

Dilmen (2017), yüksek lisans tezinde tuzluluk stresinin buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinde meydana getirmiş olduğu retrotranspozon polimorfizmi üzerine SA etkisini incelediği çalışmasında; tuzluluğa retrotranspozon polimorfizminde artışına ve GTS oranında ise azalışa sebep olduğunu belirlemiştir. Tuzluluk stresinde uygulanan SA uygulaması ile retrotranspozon polimorfizmin de azalışa ve GTS oranında ise artışa sebep olduğunu tespit etmiştir.

Durmaz (2017), yüksek lisans tezinde tuz stresi altında çimlendirilen arpa tohumlarında dışarıdan SA uygulamasının sitogenetik etkilerini incelediği çalışmasında; farklı tuz yoğunluklarında çimlendirilen SA ön uygulamalı arpa tohumların kök meristem hücreesindeki kromozomal anormalliklerin frekansı, tek başına uygulanan SA'ya göre önemli derecede arttığını belirlemiştir. SA ön uygulaması en düşük tuz yoğunluğunda (0,32 M) tuzluluğun olumsuz etkisini hafifletmekte olup önemli derecede başarılı olmuştur. Yüksek tuz yoğunluğunda (0,35 ve 0,40 M) SA ön uygulaması ile kromozom anormallikleri üzerine tuz stresinin sebep olduğu negatif etkisini hafifletmekte başarıya ulaşamamıştır. Sitolojik incelemeleri sonucunda, suda çimlendirilen arpa tohumlarında herhangi bir anormalliğe rastlanamıştır. Mitotik fazlarda ise tümü normal olarak tanımlamıştır. Farklı tuz yoğunluklarında ve SA ön uygulaması ile düzensiz profaz, mikronükleus, yapışık kromozomlar, alingment anafaz, düzensiz anafaz, anafaz ve telofaz da kromozom köprüleri, geri kalmış kromozomlar gibi önemli kromozomal anormalliklere sebep olduklarını tespit etmiştir.

Ciğerli (2018), yüksek lisans tezinde farklı SA dozlarının Amerikan asma anaçlarının tuzluluğa dayanıklılığı üzerine etkilerini vitro koşullarda belirlenmesini incelediği çalışmasında; mikro çeliklerin patlama süresi, bitki canlılığı, sürme süresi, yaprak sayısı, sürgün kuru ağırlığı, yaş ağırlığı ve uzunluğu, zararlanma derecesi, sürgün tolerans indeksi ve sürgün tolerans oranının özelliklerini incelemiştir. Yaptıkları araştırmada 1103 P anacının 41 B anacına göre tuzluluğa daha dayanıklılığı olduğunu bunun yanında bitkinin tuzluluk toleransı ve bitki gelişimi açısından en uygun SA dozlarının 1103 P anacı için 1 mM olarak belirlemiştir. 41 B anacı için ise 0,5 ile 1 mM SA dozları en uygun olarak tespit etmiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki Materyali

Bu araştırma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi iklim odasında 2018 yılında yürütülmüştür. Tez çalışmasında materyal olarak kıvırcık marul [*Lactuca sativa* subsp. *crispa* (L.) scnöbl. 8G. Martens] olarak bilinen Maritima cinsi marul kullanılmıştır.

Maritima marul fidesi sonbahar, kış ve ilkbahar yetiştiriciliğine uygun bir çeşit olup iklim koşullarına bağlı olarak olgunluk süresi ve yetiştirme dönemi ortalama 50-85 gün arasında değişmektedir. Marulun yaprakları kalın, sulu ve baş yapısı ise homojendir. Marulun ortalama baş ağırlığı uygun yetiştirme ve iklim koşullarında 750-1100 g ağırlığındadır (Anonim, 2019b).

3.1.2. Toprak Materyali

Toprak materyali Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Yerleşkesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden 0-30 cm derinlikten alınan topraklar oluşturmaktadır. Alınan toprak örneklerindeki taş, saman, canlı hayvan ve benzeri ayıklandıktan sonra bir ay süresince gölgede hava kuru hale gelene kadar kurutulmuştur. Daha sonra bu topraklar tahta tokmak yardımıyla ezilerek 4 mm çapındaki elekten elenmiş ve her bir saksı için 2,5 kg tartılıp saksılara doldurulmuştur.

3.2. Yöntem

Yapılan çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'ne ait iklim odasında Maritima cinsi marul çeşidinde farklı tuz konsantrasyonları [0 (kontrol), 2, 4 ve 6 dS/m] baz alınarak ve her bir tuz uygulaması üzerine tuzun etkisini azaltacağı düşünülen farklı SA [0 (kontrol), 0,1, 0,5 ve 1,00 mM] uygulamaları yapılmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre; 4 tuz uygulaması x 4 SA uygulaması x 4 tekerrür olarak toplam 64 saksıda deneme yürütülmüştür.

Çalışmamız iklim odasında marul bitkisine uygun koşullara getirilerek yürütülmüştür. İklim odasının sıcaklığı 15-18 °C, nemi %60-65 ve aydınlanma süresi 16 saat gündüz, 8 saat gece olarak ayarlanmış olup deneme 09.02.2018 tarihinde kurulmuştur. İklim odasına ait oda sıcaklığı ve nem göstergesi Şekil 3.1'deki gibidir.



Şekil 3.1. İklim odası kontrol paneli göstergesi

Saksılara verilecek tuz miktarlarını ayarlamak için sırasıyla; 40,95 mg tuz 2 dS/m için, 81,90 mg tuz 4 dS/m için ve 122,85 mg tuz 6 dS/m için kimyaca saf NaCl'den tartılmış, belirli miktarda su ile çözülerek saksılara homojen olarak spreyleme yöntemi ile verilmiştir (Barzegar et al., 1997).

Salisilik asit uygulamaları ölçü balonlarına 0, 0,1, 0,5 ve 1,00 mM konsantrasyonlarda olacak şekilde ayrı ayrı hazırlanmıştır. Bu işlem için sırasıyla; 0,01381 g SA 0,1 mM için, 0,06905 g SA 0,5 mM için, 0,1391 g SA 1,00 mM için tartılıp 900 mL saf suda çözülerek son hacim 1 L'ye tamamlanmıştır. Farklı SA uygulamaları fidelerin dikiminden 1 gün sonra ve 15 gün sonra 2 kez olmak üzere belirlenen saksılardaki marul bitkisi yapraklarına spreyleme yöntemi ile uygulanmıştır.

Bitkilerin gübrenmesi için marul bitkisinin isteğine bağlı olarak, 30 g amonyum sülfat (10 kg/da N'a karşılık), 6,95 g DAP (Diamonyumfosfat=5 kg/da P₂O₅'a karşılık) ve 25,6 g potasyum sülfat (20 kg/da K₂O'e karşılık) olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Belirtilen miktarlardaki gübrelerin ½'si marul fidelerinin saksıya dikimi öncesi, geri kalan ½'si ise 15 gün sonra saksılar üzerinde uygulanmıştır.

Çalışma boyunca gün aralıklarıyla çekilen görüntüler Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7 gösterildiği gibidir.



Şekil 4.1. Marul fidelerin dikim öncesi görüntüsü



Şekil 4.2. Marul fidelerin dikim sonrası ilk görüntüsü



Şekil 4.3. Marul fideleri dikiminden 15 gün sonra görüntüsü



Şekil 4.4. Marul fideleri dikiminden 30 gün sonra görüntüsü



Şekil 4.5. Marul fideleri dikiminden 45 gün sonra görüntüsü



Şekil 4.6. Marul fideleri dikiminden 60 gün sonra görüntüsü



Şekil 4.7. Marul bitkisinin 80 gün sonunda hasat yapılırken görüntüsü

Marul bitkileri 80 gün sonunda 30.04.2018 tarihinde bitki kök boğazından kesilerek hasat edilmiştir. Bitki üst yeşil aksamı verim olarak adlandırılmıştır. Hasat edildikten sonra numaralandırılarak kâğıt keselere koyulmuş ve 65°C ayarlanmış etüvde kurutulmuştur. Kurutulan bitki materyali kahve makinesi yardımıyla öğütülmüştür.

3.2.1. Bitkide Kuru Yakma Analizi

Öğütülen bitki örneklerinden 0,500 g hassas terazide porselen kül kaplarına tartılarak her bir örnek yaklaşık 0,5 ml'lik etil alkol ve sülfürik asit çözeltisiyle ön yakma işlemi için ıslatılmıştır. Ayrıca bütün işlemlerin uygulandığı iki adet tanık numunesi de benzer şekilde hazırlanmıştır. Ön yakma işlemi çeker ocak içerisinde yapılarak fazla alkol yakılmıştır. Ön yakma işleminden sonra porselen kül kapları yeterince soğuduktan sonra kül fırınına yerleştirilerek fırın sıcaklığı kademeli olarak yükseltilmiş ve son sıcaklıkta (500±50°C) örneklerin rengi kül grisi olana (bir gece yeterli olmuştur) kadar yakma işlemi yapılmıştır. Fırından çıkartılan bitki küllerin uçmaması için piset yardımıyla birkaç damla saf su ilave edilmiş ve örnekler çeker ocak içerisinde ısıtıcı tabla üzerine alınmıştır. Daha sonra örnekler

üzerine 2 mL 10 N HNO₃ (nitrik asit) eklenmiş ve ısıtıcı tabla sıcaklığı 150-200 °C'ye çıkarılarak 10-15 dakikalık sürede krozelerdeki külleri çözme işlemi yapılmıştır. Bu işlem sırasında kuruma olasılığı olan krozeler üzerine birkaç damla saf su ilavesi yapılmıştır. Hazır hale gelen örnekler ısıtıcı tabla üzerinden alınarak 100 mL'lik ölçü balonlarına huni ve pisetteki saf su yardımı ile ölçü balonlarına yıkanmış ve balonlar derecesine tamamlanmıştır. Daha sonra bitki çözeltileri vidalı kapaklı numune kaplarına Whatmann No:42 filtre kâğıdı kullanılarak süzölmüş ve analiz edilmek üzere kapakları sıkıca kapatılmıştır (Müftüoğlu ve ark., 2014).

3.2.2. Bitki Yapraklarının Makro ve Mikro Besin Elementi Analizleri

Kuru yakma yöntemi ile yakılarak elde edilen çözeltilerde makro (P, K, Ca ve Mg) ve mikro (Cu, Fe, Mn ve Zn) besin elementleri konsantrasyonları ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer, Perkin Elmer OPTIMA-5300 DV) cihazı yardımıyla belirlenmiştir.

3.2.3. Bitkide Na Analizi

Sodyum için hazırlanan bir dizi (0, 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100 mg/kg Na) stok çözeltileri önceden alevli fotometrede (fleymfotometre) okutularak konsantrasyonlara karşılık gelen değerler belirlenmiş ve elde edilen standart seri yardımıyla örneklerdeki Na miktarları belirlenmiştir (Müftüoğlu ve ark., 2014).

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Bitki Gelişimindeki Değişimler

4.1.1. Kök Yaş Ağırlığı

Artan tuz konsantrasyonları ve SA uygulamalarında bitki kök yaş ağırlığında tuz dozları istatistiki açıdan $P < 0,001$ düzeyinde önemli bulunduğu Çizelge 4.1’de verilmiştir. Tuz konsantrasyonları arttıkça kök yaş ağırlığının azalmasına neden olmaktadır. SA ve SA x tuz dozları ise kök yaş ağırlığına etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmadığı Çizelge 4.2’de verilmiştir. Yaşar ve ark. (2007), farklı bitki türlerinde yaptıkları tuzluluk araştırmaları sonucunda toplam bitki ağırlıklarının tuz stresi altındaki bitkilerde tepkiyi belirlemede önemli bir parametre olduğunu ayrıca tuz stresinin kök ve diğer bitki gelişimi parametrelerinde olumsuz etki yaptığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.1. Artan tuz ve SA dozlarının kök yaş ağırlığına etkisinin varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Değeri	P Değeri
Toplam	63	192,3993		
SA	3	2,5986	0,6886	0,5635
NaCl (T)	3	122,4520	32,4479***	<0,001
SA x T intreaksiyonu	9	8,9680	0,6155	0,7778
Hata	48	60,3809		

*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; öd: önemli değil

Çizelge 4.2. Artan tuz ve SA dozlarının kök yaş ağırlığına (g) etkisi

Tuz (dS/m)	Salisilik Asit (mM)				Ortalama
	0	0,1	0,5	1,0	
0	10,64 ^{±0,49*}	10,48 ^{±0,82}	10,60 ^{±0,81}	10,71 ^{±0,68}	10,61 ^{±0,04} A
2	9,57 ^{±1,00}	9,09 ^{±0,38}	7,89 ^{±0,35}	8,08 ^{±0,17}	8,66 ^{±0,40} B
4	7,85 ^{±0,73}	8,30 ^{±0,59}	7,46 ^{±0,47}	7,68 ^{±0,22}	7,82 ^{±0,17} C
6	6,70 ^{±0,39}	6,83 ^{±0,40}	7,01 ^{±0,26}	6,84 ^{±0,29}	6,85 ^{±0,06} D
Ortalama	8,68 ^{±0,87}	8,69 ^{±0,76}	8,24 ^{±0,80}	8,33 ^{±0,83}	

*: Verilen değerler 4 tekrar ortalamasıdır (ortalama ± standart hata).

4.1.2. Kök Kuru Ağırlığı

Artan tuz konsantrasyonları ve SA uygulamalarında kök kuru ağırlığında tuz dozları istatistiki açıdan $P < 0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3). Tuz konsantrasyonları arttıkça kök kuru ağırlığının azalmasına neden olmaktadır. SA ve SA x tuz dozları ise kök kuru ağırlığına etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmadığı Çizelge 4.4’de verilmiştir. Koçer M.C. (2007), tuz stresi altında yetiştirilen mısır bitkisinde artan tuz konsantrasyonlarında kök kuru ağırlığında kontrol grubuna göre azaldığını tespit etmiştir.

Çizelge 4.3. Artan tuz ve SA dozlarının kök kuru ağırlığına etkisinin varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Değeri	P Değeri
Toplam	63	0,8648		
SA	3	0,0224	1,3736	0,2621
NaCl (T)	3	0,5626	34,5267***	<0,001
SA x T intreaksiyonu	9	0,0191	0,3906	0,9338
Hata	48	0,2607		

*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; öd: önemli değil

Çizelge 4.4. Artan tuz ve SA dozlarının kök kuru ağırlığına (g) etkisi

Tuz (dS/m)	Salisilik Asit (mM)				Ortalama
	0	0,1	0,5	1.0	
0	0,62 ^{±0,05*}	0,65 ^{±0,05}	0,66 ^{±0,03}	0,66 ^{±0,04}	0,65 ^{±0,009} A
2	0,45 ^{±0,02}	0,51 ^{±0,01}	0,48 ^{±0,03}	0,50 ^{±0,03}	0,49 ^{±0,01} B
4	0,42 ^{±0,02}	0,52 ^{±0,04}	0,44 ^{±0,05}	0,43 ^{±0,04}	0,45 ^{±0,02} B
6	0,40 ^{±0,01}	0,42 ^{±0,03}	0,38 ^{±0,02}	0,38 ^{±0,01}	0,39 ^{±0,009} C
Ortalama	0,47 ^{±0,05}	0,52 ^{±0,04}	0,49 ^{±0,06}	0,50 ^{±0,06}	

*: Verilen değerler 4 tekrar ortalamasıdır (ortalama ± standart hata).

4.1.3. Verim Kuru Ağırlığı

Artan tuz konsantrasyonları ve SA uygulamalarında verim kuru ağırlığında tuz dozları istatistiki açıdan $P < 0,001$ düzeyinde önemli bulunduğu Çizelge 4.5.’te verilmiştir. Tuz konsantrasyonları arttıkça verim kuru ağırlığının azalmasına neden olmaktadır. SA ve

SA x tuz dozları ise verim kuru ağırlığına etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmadığı Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Çiçek ve Çakırlar (2002), tuz stresi altındaki yetiştirilen mısır bitkisinde toplam yaş ve kuru ağırlığında azalma olduğunu tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.5. Artan tuz ve SA dozlarının verim kuru ağırlığına etkisinin varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Değeri	P Değeri
Toplam	63	9,0536		
SA	3	0,0137	0,2978	0,8268
NaCl (T)	3	8,2826	180,0016***	<0,001
SA x T intreaksiyonu	9	0,0211	0,1528	0,9975
Hata	48	0,7362		

*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; öd: önemli değil

Çizelge 4.6. Artan tuz ve SA dozlarının verim kuru ağırlığına (g) etkisi

Tuz (dS/m)	Salisilik Asit (mM)				Ortalama
	0	0,1	0,5	1,0	
0	3,76 ^{±0,11*}	3,86 ^{±0,07}	3,80 ^{±0,05}	3,86 ^{±0,04}	3,82 ^{±0,02} A
2	3,39 ^{±0,12}	3,40 ^{±0,04}	3,40 ^{±0,03}	3,40 ^{±0,02}	3,40 ^{±0,002} B
4	3,06 ^{±0,05}	3,08 ^{±0,05}	3,05 ^{±0,04}	3,08 ^{±0,09}	3,07 ^{±0,007} C
6	2,85 ^{±0,02}	2,87 ^{±0,01}	2,89 ^{±0,02}	2,86 ^{±0,03}	2,87 ^{±0,008} D
Ortalama	3,26 ^{±0,19}	3,30 ^{±0,21}	3,28 ^{±0,20}	3,30 ^{±0,21}	

*: Verilen değerler 4 tekrar ortalamasıdır (ortalama ± standart hata).

4.2. Verim Bitki Besin Elementi İçerikleri

4.2.1. Sodyum Konsantrasyonu

Artan tuz konsantrasyonları ve SA uygulamalarında Na miktarında tuz dozları istatistiki açıdan $P < 0,001$ düzeyinde önemli bulunduğu Çizelge 4.7'de verilmiştir. Tuz konsantrasyonları arttıkça Na miktarında önemli düzeyde artışlar meydana gelmiştir. SA ve SA x tuz dozları ise Na miktarında etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmadığı Çizelge 4.8.'de görülmektedir. Niu ve ark. (1995); Tuteja (2007), bitki hücrelerine Na⁺ iyonunun

girmesi, zar potansiyelinin bozmasına ve anyon kanalları yardımı ile Cl⁻'un enerji harcamadan hücreye girişini kolaylaştırdığını tespit etmişlerdir. Parida ve Das (2005), bitkilere yüksek miktarda NaCl uygulaması hücre içinde Na⁺ ve Cl⁻ birikiminin artmasına sebep olduğunu belirleyip ayrıca bitki su potansiyelini de azaltarak bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediğini belirlemişlerdir.

Çizelge 4.7. Artan tuz ve SA dozlarının Na miktarına etkisinin varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Değeri	P Değeri
Toplam	63	22,8784		
SA	3	0,0590	0,9813	0,4095
NaCl (T)	3	21,7468	361,2795***	<0,001
SA x T intreaksiyonu	9	0,1094	0,6059	0,7858
Hata	48	0,9631		

*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; öd: önemli değil

Çizelge 4.8. Artan tuz ve SA dozlarının Na miktarına (mg/g) etkisi

Tuz (dS/m)	Salisilik Asit (mM)				Ortalama
	0	0,1	0,5	1,0	
0	1,08 ^{±0,07*}	1,03 ^{±0,03}	1,12 ^{±0,06}	1,15 ^{±0,07}	1,09 ^{±0,02} D
2	1,49 ^{±0,05}	1,48 ^{±0,09}	1,53 ^{±0,03}	1,51 ^{±0,04}	1,50 ^{±0,01} C
4	1,92 ^{±0,03}	2,06 ^{±0,05}	2,01 ^{±0,09}	2,11 ^{±0,03}	2,03 ^{±0,04} B
6	2,71 ^{±0,08}	2,59 ^{±0,06}	2,60 ^{±0,06}	2,70 ^{±0,13}	2,65 ^{±0,03} A
Ortalama	1,80 ^{±0,34}	1,79 ^{±0,33}	1,81 ^{±0,31}	1,87 ^{±0,34}	

*: Verilen değerler 4 tekrar ortalamasıdır (ortalama ± standart hata).

4.2.2 Potasyum Konsantrasyonu

Artan tuz konsantrasyonları ve SA uygulamalarında K miktarında SA ve SA x tuz dozları $P < 0,001$ düzeyinde ve tuz dozu ise $P < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9). Toprakta 4 dS/m tuz konsantrasyonunda K konsantrasyonunda kontrole göre bir değişim olmamakla beraber 2 ve 6 dS/m dozunda ise azalmasına neden olmaktadır. SA

uygulamalarında K konsantrasyonu kontrole göre istatistiksel açıdan artış göstermiştir (Çizelge 4.10). Ghoulam ve ark. (2002), tuz uygulamaları sonucunda bitkilerin kök bölgesinde Na⁺ etkisine bağlı olarak kök ve yapraklarda Na⁺ iyonu artar iken, K⁺ iyonunun ise azaldığını belirtmişlerdir. Tohma Ö. (2007), tuz stresi altında yetiştirilen çilek bitkisinde SA uygulaması sonucu yaprak K konsantrasyonunda artış olduğunu belirtmiştir.

Çalışmamızda artan tuz dozlarında K konsantrasyonunun azalmaması Tohma Ö., (2007) belirttiği gibi salisilik asidin olumlu bir etkisi olarak görülmektedir.

Çizelge 4.9. Artan tuz ve SA dozlarının K miktarına etkisinin varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Değeri	P Değeri
Toplam	63	3827,8638		
SA	3	710,4380	13,1151***	<0,001
NaCl (T)	3	348,0807	7,8956**	0,0002
SA x T intreaksiyonu	9	2063,9819	15,6060***	<0,001
Hata	48	705,3632		

*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; öd: önemli değil

Çizelge 4.10. Artan tuz ve SA dozlarının K miktarına (mg/g) etkisi

Tuz (dS/m)	Salisilik Asit (mM)				Ortalama
	0	0,1	0,5	1,0	
0	113,93 ^{±0,52*}	112,85 ^{±1,49}	121,13 ^{±0,23}	128,36 ^{±1,33}	119,07 ^{±3,60} A
2	112,00 ^{±2,22}	120,40 ^{±3,30}	121,59 ^{±0,59}	101,16 ^{±0,48}	113,79 ^{±4,77} B
4	107,16 ^{±2,13}	117,16 ^{±1,66}	121,04 ^{±1,32}	126,86 ^{±3,07}	118,05 ^{±4,14} A
6	109,85 ^{±3,40}	120,40 ^{±0,43}	114,71 ^{±2,73}	111,55 ^{±0,38}	114,13 ^{±2,32} B
Ortalama	110,74 ^{±1,45} B	117,70 ^{±1,84} A	119,62 ^{±1,64} A	116,98 ^{±6,49} A	

*: Verilen değerler 4 tekrar ortalamasıdır (ortalama ± standart hata).

4.2.3 Kalsiyum Konsantrasyonu

Artan tuz konsantrasyonları ve SA uygulamalarında Ca konsantrasyonu SA ve SA x tuz dozları $P < 0,001$ düzeyinde ve tuz dozu ise $P < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). 2 dS/m tuz uygulamasında Ca konsantrasyonu kontrole göre azalmış olup 4 ve 6 dS/m dozunda ise bir değişim olmamıştır. Artan SA uygulaması Ca miktarında

kontrol uygulamasına göre istatistiksel açıdan artış gösterdiği Çizelge 4.12’de görülmektedir. Yaşar ve ark. (2006), tuz stresi altında, iki toleranslı ve iki hassas patlıcan çeşidi kullanılmış olup hassas olan bitki çeşidinde K^+ ve Ca^{+2} iyonlarında azalmalar olduğunu belirtmişlerdir. Kemmler ve Kraus (1971), tuzlu ortam koşullarında bitkilere ilave K^+ iyonu verilmesi durumunda, kök tüylerindeki Ca^{+2} yerine Na yer alması ile Ca^{+2} alımında düşüşler görüldüğünü belirtmişlerdir. Tohma Ö. (2007), tuz konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak çilek bitkisinin yaprak Ca miktarında bir azalma olduğunu ve SA uygulamaları sonucu yaprak Ca miktarında önemli seviyede olumlu etkilediğini tespit etmiştir.

Yüksek tuz dozlarında (4 ve 6 dS/m) Ca konsantrasyonunun azalmaması Tohma Ö., (2007)’de belirttiği gibi salisilik asidin olumlu bir etkisi olarak görülmektedir.

Çizelge 4.11. Artan tuz ve SA dozlarının Ca miktarına etkisinin varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Değeri	P Değeri
Toplam	63	128,8740		
SA	3	29,0813	13,1551***	<0,001
NaCl (T)	3	9,5646	4,3266**	0,0089
SA x T intreaksiyonu	9	52,8578	7,9702***	<0,001
Hata	48	35,3703		

*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; öd: önemli değil

Çizelge 4.12. Artan tuz ve SA dozlarının Ca miktarına (mg/g) etkisi

Tuz (dS/m)	Salisilik Asit (mM)				Ortalama
	0	0,1	0,5	1,0	
0	11,22 \pm 0,41*	11,92 \pm 0,32	12,63 \pm 0,34	13,26 \pm 0,19	12,26 \pm 0,44 A
2	11,19 \pm 0,17	12,79 \pm 0,29	12,64 \pm 0,39	10,00 \pm 0,05	11,57 \pm 0,65 B
4	11,05 \pm 0,24	12,59 \pm 0,51	12,26 \pm 0,26	14,45 \pm 0,94	12,59 \pm 0,70 A
6	10,89 \pm 0,25	12,78 \pm 0,37	11,85 \pm 0,55	14,14 \pm 0,64	12,41 \pm 0,69 A
Ortalama	11,09 \pm 0,07 B	12,52 \pm 0,20 A	12,35 \pm 0,18 A	12,88 \pm 1,01 A	

*: Verilen değerler 4 tekrar ortalamasıdır (ortalama \pm standart hata).

4.2.4 Magnezyum Konsantrasyonu

Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14’de görüldüğü gibi artan tuz dozları ve SA uygulamalarında Mg konsantrasyonunda SA, tuz ve SA x tuz dozlarının istatistiki açıdan önemli bir etki yapmamıştır. Özduven F. (2016), farklı SA dozları uyguladığı yazlık kabak yetiştiriciliğinde Mg miktarlarının etkisi ve interaksiyonu istatistiki açıdan önemli bir etki yapmadığını tespit etmiştir.

Çizelge 4.13. Artan tuz ve SA dozlarının Mg miktarına etkisinin varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Değeri	P Değeri
Toplam	63	5,5133		
SA	3	0,4338	2,0670	0,1170
NaCl (T)	3	0,3875	1,8463	0,1514
SA x T intreaksiyonu	9	1,3345	2,1198	0,0459
Hata	48	3,3576		

*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; öd: önemli değil

Çizelge 4.14. Artan tuz ve SA dozlarının Mg miktarına (mg/g) etkisi

Tuz (dS/m)	Salisilik Asit (mM)				Ortalama
	0	0,1	0,5	1,0	
0	3,04 ^{±0,01*}	3,02 ^{±0,19}	3,24 ^{±0,09}	3,38 ^{±0,15}	3,17 ^{±0,08}
2	3,02 ^{±0,05}	3,28 ^{±0,28}	3,55 ^{±0,17}	2,95 ^{±0,08}	3,20 ^{±0,13}
4	3,09 ^{±0,04}	3,55 ^{±0,09}	3,23 ^{±0,12}	3,27 ^{±0,10}	3,18 ^{±0,09}
6	3,36 ^{±0,09}	3,49 ^{±0,12}	3,28 ^{±0,10}	3,36 ^{±0,11}	3,07 ^{±0,04}
Ortalama	3,13 ^{±0,07}	3,33 ^{±0,11}	3,32 ^{±0,07}	3,24 ^{±0,09}	

*: Verilen değerler 4 tekrar ortalamasıdır (ortalama ± standart hata).

4.2.5 Fosfor Konsantrasyonu

Çizelge 4. 15’de gösterildiği üzere artan tuz konsantrasyonları ve SA uygulamalarında P miktarında SA ve tuz dozları $P < 0,001$ düzeyinde, SA x tuz dozları ise $P < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. SA uygulamasının P konsantrasyonunda ise

kontrole göre 0,5 mM dozunda değişim olmamakla beraber 0,1 ve 1,00 mM azalmasına neden olmaktadır. Toprakta sadece 4 dS/m tuz dozunda verim P konsantrasyonunda kontrole göre azalmasına neden olmuştur (Çizelge 4.16). Turhan ve ark. (2006), tuz uygulaması sonucunda, P ve K gibi bitki besin elementlerin alımını kısıtladığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.15. Artan tuz ve SA dozlarının P miktarına etkisinin varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Değeri	P Değeri
Toplam	63	5,4673		
SA	3	1,4147	12,3803***	<0,001
NaCl (T)	3	1,1797	10,3235***	<0,001
SA x T intreaksiyonu	9	1,0446	3,0471**	0,0058
Hata	48	1,8284		

*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; öd: önemli değil

Çizelge 4.16. Artan tuz ve SA dozlarının P miktarına (mg/g) etkisi

Tuz (dS/m)	Salisilik Asit (mM)				Ortalama
	0	0,1	0,5	1.0	
0	3,00 ^{±0,01*}	2,77 ^{±0,08}	2,95 ^{±0,06}	2,61 ^{±0,13}	2,83 ^{±0,08} AB
2	3,30 ^{±0,10}	2,62 ^{±0,07}	3,21 ^{±0,09}	2,62 ^{±0,11}	2,94 ^{±0,18} A
4	2,70 ^{±0,09}	2,56 ^{±0,09}	2,63 ^{±0,11}	2,40 ^{±0,09}	2,57 ^{±0,06} C
6	2,67 ^{±0,05}	2,53 ^{±0,05}	2,83 ^{±0,14}	2,81 ^{±0,06}	2,71 ^{±0,06} BC
Ortalama	2,92 ^{±0,14} A	2,61 ^{±0,05} B	2,91 ^{±0,12} A	2,62 ^{±0,08} B	

*: Verilen değerler 4 tekrar ortalamasıdır (ortalama ± standart hata).

4.2.6 Bakır Konsantrasyonu

Artan tuz konsantrasyonları ve SA uygulamalarında Cu miktarında SA, tuz ve SA x tuz dozları $P < 0,001$ düzeyinde önemli bulunduğu Çizelge 4.17'de belirtilmiştir. Toprakta 2 ve 4 dS/m tuz dozları Cu konsantrasyonunu azaltmakla beraber 6 dS/m dozunda ise arttırmaktadır. SA uygulaması ise Cu konsantrasyonunda kontrole göre 0,1 ve 0,5 mM dozlarında azalmış olup 1,00 mM SA dozunda ise artış göstermiştir (Çizelge 4.18). Al-

Karaki (2000), topraktaki tuz konsantrasyonunun artması ile beraber Cu alımını azalttığını belirlemiştir. Kant C. (2008), bitkilere uygulanan tuz dozu arttıkça Cu konsantrasyonlarında azalma meydana geldiğini tespit etmiştir. Tohma Ö. (2007), tuz konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak çilek bitkisinin Cu miktarını olumsuz etkilediğini ve SA uygulamaları sonucu Cu miktarında önemli seviyede olumlu etkilediğini tespit etmiştir.

Çalışmamızda artan tuz dozlarında Cu konsantrasyonunun azalmaması Tohma Ö., (2007) belirttiği gibi salisilik asidin olumlu bir etkisi olarak görülmektedir.

Çizelge 4.17. Artan tuz ve SA dozlarının Cu miktarına etkisinin varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Değeri	P Değeri
Toplam	63	216,6402		
SA	3	46,2501	20,7415***	<0,001
NaCl (T)	3	35,1495	15,7633***	<0,001
SA x T intreaksiyonu	9	99,5634	14,8836***	<0,001
Hata	48	35,6772		

*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; öd: önemli değil

Çizelge 4.18. Artan tuz ve SA dozlarının Cu miktarına ($\mu\text{g/g}$) etkisi

Tuz (dS/m)	Salisilik Asit (mM)				Ortalama
	0	0,1	0,5	1.0	
0	10,96 \pm 0,20*	10,46 \pm 0,42	9,68 \pm 0,10	14,20 \pm 0,63	11,33 \pm 0,99 AB
2	11,76 \pm 0,33	10,33 \pm 0,32	9,61 \pm 0,16	11,68 \pm 0,35	10,85 \pm 0,52 B
4	8,11 \pm 0,39	8,91 \pm 0,17	10,44 \pm 0,24	12,08 \pm 0,86	9,88 \pm 0,87 C
6	14,81 \pm 0,84	10,41 \pm 0,13	11,68 \pm 0,34	10,72 \pm 0,35	11,91 \pm 1,00 A
Ortalama	11,41 \pm 1,37 B	10,03 \pm 0,37 C	10,35 \pm 0,48 C	12,17 \pm 0,73 A	

*: Verilen değerler 4 tekrar ortalamasıdır (ortalama \pm standart hata).

4.2.7 Demir Konsantrasyonu

Çizelge 4.19.'da gösterildiği üzere artan tuz konsantrasyonları ve SA uygulamalarında Fe miktarında SA, tuz ve SA x dozları $P < 0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. 2 dS/m tuz

dozu Fe konsantrasyonunda kontrole göre azalmasına, 4 dS/m tuz dozunda değişim gözlenmediği ve 6 dS/m tuz dozunda ise arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.19. Artan tuz ve SA dozlarının Fe miktarına etkisinin varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Değeri	P Değeri
Toplam	63	39045,132		
SA	3	8954,657	51,1606***	<0,001
NaCl (T)	3	3872,203	22,1230***	<0,001
SA x T intreaksiyonu	9	23417,203	44,5975***	<0,001
Hata	48	2800,487		

*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; öd: önemli değil

Amal ve ark. (2014), artan tuz uygulaması sonucunda bitkide Fe^{+2} iyonunun birikiminde azalmalar olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda SA uygulaması verim Fe konsantrasyonunu istatistiksel olarak azaltmıştır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Artan tuz ve SA dozlarının Fe miktarına ($\mu\text{g/g}$) etkisi

Tuz (dS/m)	Salisilik Asit (mM)				Ortalama
	0	0,1	0,5	1.0	
0	114,67 ^{±1,31*}	94,93 ^{±2,10}	75,78 ^{±1,91}	93,80 ^{±1,91}	94,79 ^{±7,94} B
2	60,18 ^{±1,48}	79,82 ^{±0,27}	71,48 ^{±10,05}	113,34 ^{±5,59}	81,20 ^{±11,44} C
4	105,23 ^{±0,89}	86,93 ^{±2,86}	73,91 ^{±2,07}	111,31 ^{±4,72}	94,35 ^{±8,55} B
6	157,36 ^{±5,88}	65,02 ^{±3,28}	107,83 ^{±1,77}	81,45 ^{±0,95}	102,91 ^{±20,17} A
Ortalama	109,36 ^{±19,93} A	81,67 ^{±6,35} C	82,25 ^{±8,57} C	99,97 ^{±7,57} B	

*: Verilen değerler 4 tekrar ortalamasıdır (ortalama \pm standart hata).

4.2.8 Mangan Konsantrasyonu

Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22’de görüldüğü gibi artan tuz dozları ve SA uygulamaları Mn konsantrasyonunda SA, tuz ve SA x tuz dozlarının istatistiki açıdan önemli bir etki yapmamıştır. Özdüven F. (2016), farklı SA dozları uyguladığı yazlık kabak yetiştiriciliğinde Mn miktarlarının etkisi ve interaksiyonu istatistiki açıdan önemli bir etki yapmadığını tespit

etmiştir.

Çizelge 4.21. Artan tuz ve SA dozlarının Mn miktarına etkisinin varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Değeri	P Değeri
Toplam	63	2027,3135		
SA	3	46,6101	0,7558	0,5244
NaCl (T)	3	114,9903	1,8646	0,1482
SA x T intreaksiyonu	9	879,0135	4,7513	0,1451
Hata	48	986,6996		

*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; öd: önemli değil

Çizelge 4.22. Artan tuz ve SA dozlarının Mn miktarına ($\mu\text{g/g}$) etkisi

Tuz (dS/m)	Salisilik Asit (mM)				Ortalama
	0	0,1	0,5	1.0	
0	66,73 ^{±0,54*}	61,98 ^{±1,50}	73,54 ^{±1,11}	65,29 ^{±6,61}	66,89 ^{±2,43}
2	58,80 ^{±1,55}	67,24 ^{±2,65}	59,35 ^{±0,59}	67,55 ^{±1,74}	63,24 ^{±2,40}
4	68,08 ^{±0,54}	67,63 ^{±1,48}	64,08 ^{±1,70}	58,64 ^{±2,07}	64,61 ^{±2,18}
6	59,64 ^{±1,42}	64,70 ^{±2,14}	64,66 ^{±1,89}	67,76 ^{±1,38}	64,19 ^{±1,68}
Ortalama	63,31 ^{±2,38}	65,39 ^{±1,30}	65,41 ^{±2,96}	64,81 ^{±2,13}	

*: Verilen değerler 4 tekrar ortalamasıdır (ortalama \pm standart hata).

4.2.9 Çinko Konsantrasyonu

Artan tuz konsantrasyonları ve SA uygulamaları Zn miktarında sadece tuz dozları $P < 0,001$ düzeyinde önemli bulunduğu Çizelge 4.23’de gösterilmiştir. Tuz dozları arttıkça Zn konsantrasyonun azalmasına neden olmaktadır. SA ve SA x tuz dozları ise Zn konsantrasyonuna etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.24). Al-Karaki (2000), farklı tuz yoğunluklarında topraktaki tuz konsantrasyonunun artması bitkinin Zn alımını azalttığı belirlemiştir. Amal ve ark. (2014), artan tuz uygulaması sonucunda bitkide Zn^{+2} iyonunun birikiminde azalmalar olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 4.23. Artan tuz ve SA dozlarının Zn miktarına etkisinin varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Değeri	P Değeri
Toplam	63	655,145		
SA	3	26,9536	1,2567	0,4658
NaCl (T)	3	463,559	9,0897***	<0,001
SA x T intreaksiyonu	9	48,6528	2,6823	0,0624
Hata	48	115,970		

*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; öd: önemli değil

Çizelge 4.24. Artan tuz ve SA dozlarının Zn miktarına ($\mu\text{g/g}$) etkisi

Tuz (dS/m)	Salisilik Asit (mM)				Ortalama
	0	0,1	0,5	1.0	
0	69,28 ^{±1,71*}	45,72 ^{±2,20}	38,78 ^{±0,28}	58,56 ^{±2,25}	53,09 ^{±6,84} A
2	69,87 ^{±2,07}	53,10 ^{±2,39}	26,09 ^{±0,82}	69,52 ^{±2,26}	54,65 ^{±10,29} A
4	28,85 ^{±0,89}	23,14 ^{±0,69}	79,29 ^{±2,85}	66,60 ^{±3,57}	49,47 ^{±14,23} B
6	68,91 ^{±2,07}	45,11 ^{±2,61}	47,49 ^{±2,40}	30,29 ^{±0,14}	47,95 ^{±7,95} B
Ortalama	59,23 ^{±10,87}	41,77 ^{±6,46}	47,91 ^{±11,34}	56,24 ^{±8,98}	

*: Verilen değerler 4 tekrar ortalamasıdır (ortalama \pm standart hata).

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma marul bitkisinin isteğine bağlı olarak kontrollü koşullarda iklim odasında yürütülmüştür. Artan tuz stresi koşullarında ve SA uygulamalarında bitkinin tuz stresine karşı tepkisi bu çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır.

Araştırma sonucuna göre, artan tuz konsantrasyonu marul bitkisinin gelişimini ve bazı bitki besin elementlerin alımını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. Artan tuz konsantrasyonu ile yeşil aksamdaki Na miktarının arttığı ve bunun sonucunda, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, verim kuru ağırlığı, yeşil aksamdaki K ve Zn konsantrasyonlarında azalmalar tespit edilmiştir. Artan tuz konsantrasyonu ile yeşil aksamdaki Ca, Cu ve P konsantrasyonlarında genel olarak değişim gözlenmemekle beraber sadece belirli dozlarda azalma tespit edilmiştir. Artan tuz dozları yeşil aksamdaki Fe konsantrasyonunda dalgalanmaya sebep olmuş, Mg ve Mn konsantrasyonlarına ise bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Artan SA uygulamasının ise kök yaş ağırlık, kök kuru ağırlık, verim kuru ağırlık, yeşil aksam Na, Mg, Mn ve Zn konsantrasyonuna bir etki göstermediği belirlenmiştir. SA uygulaması Na konsantrasyonunu azaltmamakla beraber bazı bitki besin elementlerinde belirli oranlarda olumlu yönde etki göstermektedir. Artan tuz dozlarından olumsuz etkilenen Ca ve K konsantrasyonları, SA uygulaması sonucu olumlu yönde artış gözlenmiştir. Artan SA uygulaması yeşil aksamdaki P ve Cu konsantrasyonlarında dalgalanmaya, Fe konsantrasyonunda ise azalmaya neden olmuştur.

SA x tuz interaksyonu K, Ca, Cu ve P konsantrasyonlarını olumlu etkilemiş olup Fe konsantrasyonunu ise olumsuz etkilemiştir. Görüldüğü gibi SA tuzluluk stresi koşullarında bazı alkali elementlerin alımını azaltmamış buda tuzluluk toleransında çok önemli bir rol oynamaktadır.

SA uygulamasının tuz stresi koşullarında Na konsantrasyonuna kısa süre içerisinde bir etki göstermediği ve bazı alkali elementlerin alımını olumlu yönde etkilediği ancak vejetatif gelişme süresi daha uzun olan bitkilerde uygulandığında tuz zararında farklı sonuçlar elde edebileceği tahmin edilmektedir. Elde edilecek sonuçlar, SA uygulama şekline, dozuna ve zamanına göre farklılıklar gösterebileceği için yaptığımız çalışma konuyla ilgili diğer çalışmalara ışık olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akçalı N., 2014. Tuz stresi altındaki kanola fidelerinde lipoik asit ve salisilik asit uygulamalarının bazı biyokimyasal parametreler ve proteom değişimleri üzerine etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Türkiye.
- Al-Karaki G. N., 2000. Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stres. Mycorrhiza Abstract 10(2) : 51-54.
- Amal M. E., Abdel-Hamidheba, I., Mohamed., 2014. The Effect Of the exogenous gibberellic acid On Two Salt Stressed Barley cultivars, European Scientific Journal February, 10; 1857 – 7881.
- Anonim, 2019a. <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf>. Erişim tarihi: 07.04.2019
- Anonim , 2019b. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/alata/Belgeler/Diger-belgeler/MarulYetistirciligiNDenli.pdf> Erişim tarihi: 02.03.2019
- Arteca R N .,1996. Plant Growth substance principles and applications. Chapman and Hall, New York, 332 p.
- Ayers A.D., Wadleigh C.H., Bernstein L., 1951. "Salt tolerance of six varieties of lettuce," Am.Soc. for Hort. Sci., 57:237-242.
- Ayers R.S., Westcot, D. W., 1989. "Water Quality for Agriculture," FAO Irrig. and Drain Paper No.29, 174s., Roma, Italy.
- Bak Z. D., 2009. Tuz stresine maruz bırakılan iki kabak çeşidinde (*Cucurbita pepo* L.) salisilik asit uygulamasıyla gelişen fizyolojik ve biyokimyasal değişimler. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- Baran A., 2011. Bitkilerin tuz stresine toleransında salisilik asit ve prolin'in fizyolojik rolünün araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi, Türkiye.
- Barzegar A.R., Nelson P.N., Oades J.M., Rengasamy P., 1997. Organic matter, sodicity, and clay type: Influence on soil aggregation. Soil Sci. Soc. Am. J. 61, 1131-1137.
- Bressan R.A., 2008. "Stres Fizyolojisi", Editörler: Taiz, L., Zeiger, E., Çeviri Editörü: Türkan Đ., "Bitki Fizyolojisi", Palme Yayıncılık, 591-620, Ankara, Türkiye.

- Çiğerli S., 2018. Farklı salisilik asit dozlarının bazı Amerikan asma anaçlarının tuzluluğa olan dayanımları üzerine etkilerinin in vitro koşullarda belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversite, Türkiye.
- Çiçek N., Çakırlar, H., 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. *Bulgarian Journal Plant Physiology*, 28 (1–2); 66–74.
- Dilmen Ö., 2017. Tuzluluk stresinin buğdayda (*Triticum aestivum* L.) meydana getirmiş olduğu retrotranspozon polimorfizmi üzerine salisilik asitin etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Türkiye.
- Durmaz Z., 2017. Tuz stresi altında çimlendirilen arpa tohumlarında dışsal salisilik asit ön uygulamasının sitogenetik etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye.
- Ekmekci E., Apan M., Kara T., 2005. “Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi”, OMÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (3): 118-125. Samsun, Türkiye.
- Erkılıç E. G., 2005. Tuz stresi altındaki biber (*Capsicum annuum* L.) fidelerinde salisilik asitin prolin birikimi ve bazı fizyolojik özelliklere etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Türkiye.
- Eşiyok D., 2012. Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği, Meta Basım. 404 s. Bornova/İzmir. Türkiye.
- Ghoulam C., Foursy A., Fares K., 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars, *Environmental and Experimental Botany*, 47, 39-50.
- Glenn E.P., Brown J.J., Khan M.J., 1997. “Mechanisms of Salt Tolerance in Higher Plants”, Edited by Basra, A.S., and Basra, R.K., “Mechanisms of Environmental Stress Resistance in Plants”, Harwood Academic Publishers, 83- 110.
- Gürel A., Avcıoğlu R., 2001. “Bitkilerde Strese Dayanıklılık Fizyolojisi”, 21. bölüm, Editörler: Özcan, S., Gürel, E., Babaoğlu, M., “Bitki Biyoteknolojisi II, Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları”, Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, 308-313. Konya, Türkiye.
- Hayat Q., Hayat S., Irfan M., Ahmad A., 2010. Effect of exogenous salicylic acid under

- changing Bitki Tuz Stresi Toleransında Salisilik Asit ve Poliaminler, Yıldız vd. AKÜ FEMÜBİD 14 (2014) 021002 19 environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68, 14–25.
- Kant C., 2008. Toprakta oluşturulan tuz stresi koşullarında hümik asit ve hidrojen uygulamasının bazı toprak özellikleri ile bazı fizyolojik bitki parametreleri üzerine etkisi. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Türkiye.
- Kara T., Apan M., 2000. Tuzlu Taban Suyunun Sulamalarda Kullanımı İçin Bir Hesaplama Yöntemi. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 15(3):62-67. Samsun, Türkiye.
- Kemmler C., Krauss A., 1971. K and stress tolerance, Bünthof Agriculture Research station of Kali und Salz A. C. Bünteweg 8, D-3000 Hannover, Germany.
- Koca H., Bor M., Özdemir F., Türkan D., 2007. “The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes and proline content of sesame cultivars”, *Environmental and Experimental Botany*, 60: 344-351.
- Koçer M.C., 2007. Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkisinde, eksojen olarak uygulanan absisik asit ve salisilik asit etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye.
- Kotuby J., Koenig R., Kitchen B., 1997. Salinity and Plant Tolerance. Utah State University Extension. AG-SO-03., Utah, USA.
- Mahajan S., Tuteja N., 2005. “Cold, salinity and drought stress: an overview”, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444: 139-158.
- Munns R., 2002. “Comparative physiology of salt and water stress”, *Plant, Cell and Environment*, 25: 239-250.
- Mutlu S., 2005. Tuz stresi ve salisilik asitin buğday yapraklarında apoplastik ve simplastik antioksidan enzimler üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Türkiye.
- Müftüoğlu N.M., Türkmen C., Çıkkılı Y., 2014. Toprak ve Bitkide Verimlilik Analizleri (Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık TİC. LTD ŞTİ.).
- Niu X., Bressan R.A., Hasegawa P.M., Pardo J.M., 1995. Ion Homeostasis in NaCl Stress Environments. *Plant Physiology*, 109, 735-742.

- Özdüven F. F., 2016. Salisilik asit uygulamalarının farklı sulama seviyelerinde yetiştirilen yazlık kabakta (*Cucurbita pepo* L.) bitki gelişimi ve verime etkileri. Doktora Tezi. Namık Kemal Üniversitesi. Türkiye.
- Parida A.K., Das A.B., 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: a Review, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60, 324-349.
- Raskin I., 1992. Role of Salicylic Acid in Plants, *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular*, 43, 439-463.
- Tohma Ö., 2007. Çilekte salisilik asit uygulamasının tuz stresine dayanıklılık üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Türkiye.
- Torun H., 2012. Tuz stresine maruz bırakılan arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinde salisilik asit muamelesinin içsel fitohormonlar düzeyinde fizyolojik ve biyokimyasal etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- Turhan H., Genç L., Bostancı Y.B., Sümer A., Kavdır Y., Türkmen O.S., Killi D., 2006. Tuz stresinin ayçiçeği (*Helianthus Annuus* L.) üzerine etkilerinin yansıma teknikleri yardımıyla belirlenmesi. 1.Uzaktan Algılama-CBS Çalıştay ve Paneli. 27 Kasım. İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul, Türkiye.
- Tuteja N., 2007. Mechanisms of High Salinity Tolerance in Plants, *Methods in Enzymology*, 428, 419-438.
- Vural H., Eşiyok D., Duman İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme), Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova-İzmir, Türkiye.
- Yaşar F., Ellialtıoğlu Ş., Ozpay T., Üzal Ö., 2007. Karpuz (*Citrillus lanatus*) Genotiplerinde, Tuz Stresinden Kaynaklanan Oksidatif Zararlanmanın Zamana Göre Değişimi ve Skala İle İlişkisinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12, 59-64. Van, Türkiye.
- Yaşar F., Uzal O., Tüfenkci S., Yıldız K., 2006. Ion accumulation in different organs of green bean genotypes grown under salt stres. *European Journal of Horticultural Science*, 71, 169-172.
- Yenilmez N., 2016. Farklı salisilik asit dozlarının bazı Amerikan asma anaçlarının tuzluluğa olan dayanımı üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi,

Türkiye.

Yurtseven E., 2000. Patlıcanda (*Solanum melongena* L.) Su Tüketimine Tuzluluğun Etkisi. Topraksu Dergisi, Sayı: 2, Ankara, Türkiye.

Yurtseven E., Bozkurt, 1997. Sulama Suyu Kalitesi ve Toprak Nem Düzeyinin Marulda Verim ve Kaliteye Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 3(2) 44-51.

Yurtseven E., Öztürk, H. S., Demir, K. ve Kasım, M.U., 2001. Sulama Suyu Tuzluluğunun Tınlı Toprakta Profil Tuzluluğuna Etkisi. Ankara Üniv. Tarım Bilimleri Dergisi. 7:3:1-8. Türkiye.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Kemal ZURNACI

Doğum Yeri: Salihli/Manisa

Doğum Tarihi: 23.08.1992

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

- a. Kemal ZURNACI, Ali SÜMER, 2019. Tuz Stresi Koşullarında Salisilik Asit Uygulamasının Marul Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkisi. 8. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 12-15 Mart 2019 Antalya Bildiri Özetleri Kitabı, s. 116.

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Salkım Fidancılık, 2019

İLETİŞİM

E-posta Adresi: kemall.6239@hotmail.com