

T.C.  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**TUZ STRESİ VE GERİ KAZANIM SÜRECİNDE BİBERİN MORFOLOJİK,  
FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Hacı Yusuf KADAN  
DANIŞMAN: Doç. Dr. Özlem ÜZAL

VAN-2019



T.C.  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**TUZ STRESİ VE GERİ KAZANIM SÜRECİNDE BİBERİN (*Capsicum annum*  
L.) MORFOLOJİK, FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLERİNİN  
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Hacı Yusuf KADAN

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından **FYL-2018-7594**  
no'lu proje ile desteklenmiştir.

VAN-2019



## KABUL VE ONAY SAYFASI

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Özlem ÜZAL danışmanlığında, Hacı Yusuf KADAN tarafından sunulan "Tuz Stresi ve Geri Kazanım Sürecinde Biberin Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimlerinin İncelenmesi" isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 10/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Fikret YAŞAR

İmza:

Üye: Doç. Dr. Funda YOLDAŞ

İmza:

Üye: Doç. Dr. Özlem ÜZAL

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ~~19/07/2019~~ 20/9/2019 tarih ve ~~20/9-39-51~~ sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Suat ŞENSOY  
Enstitü Müdürü



## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İmza

H.Yusuf KADAN







## ÖZET

### **TUZ STRESİ VE GERİ KAZANIM SÜRECİNDE BİBERİN MORFOLOJİK, FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ**

KADAN, Hacı Yusuf  
Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı  
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Özlem ÜZAL  
Haziran, 2019, 111 sayfa

Bu çalışmada; tuz stresi altında ve geri kazanım sürecinde çarliston ve acı çöçek biber bitkisindeki metabolik olayların nasıl etkilendiğini açıklığa kavuşturmak, bitkilerin tuz stresine karşı hangi tepkiler verdiğini ve hangi uyum mekanizmaları geliştirdiğini anlamak amaçlanmıştır.

Pomza ortamında çimlendirilen biber tohumları 2. gerçek yaprakları oluştuğunda fideler, su kültürüne alınmıştır ve 4-5 gerçek yaprağa sahip olan fidelere tuz uygulamalarına başlanmıştır. Tuz uygulanmadan önce (0). gün bitki örnekleri alınarak, tuz uygulanacak fideler için besin çözeltisine 50 mM NaCl ilave edilmiştir. Tuz uygulama dönemi ve geri kazanım döneminin 10.ve 20. gününde örnek alma işlemi yapılmıştır. Bitkilerin, temel bazı büyüme parametreleri yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı(g), kök ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), gövde ağırlığı (g), gövde çapı (mm), bitki boyu (cm), ilk çiçeklenme, yaprak renk ölçümü, bazı biyokimyasal analizler (klorofil, MDA (Malondialdehit), Na, K, Ca, Cl, Fe, Zn, Cu, Mn ve Mg içerikleri, antioksidan enzim analizleri) yapılmıştır.

Yapılan ölçüm ve analizler sonucunda, her iki biber çeşidinde de tuz stresinin bitki gelişim parametreleri üzerine olumsuz etkisinin olduğu görülmüştür. Çarliston biber çeşidinin bitki gelişimlerini geri kazanım sürecinin 20. gününde toparlayabildiği, acı çöçek biber çeşidi ise metabolik aktiviteyi kontrol altında tutabilmek için bitki büyümesini sınırlandırarak bitkiyi kontrol edebilecek seviyede tutmuştur. Tuzluluğun bitkilerin erken çiçeklenmesi üzerine etkisine bakıldığında, yapılan gözlemlerde çarliston biber çeşidinde ilk çiçeklenmenin tuz uygulamasının 23. gününde olduğu görülmüştür. Yapılan biyokimyasal analizler sonucunda da bitkiler üzerindeki tuz stresinin olumsuz etkisinin geri kazanım sürecinin 20. gününde azaldığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biber, *Capsicum annum* L., Geri kazanım, Tuz stresi



## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF MORPHOLOGICAL, PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHANGES OF PEPPER DURING SALT STRESS AND RECOVERY PROCESS

KADAN, Yusuf  
Msc Thesis, Horticulture Science  
Supervisor: Assoc Prof. Dr. Özlem ÜZAL  
June 2019, 111 page

In this study, it is aimed to clarify how the metabolic events in the plant and pepper plant are affected under salt stress and recovery process, to understand which plants react to salt stress and which adaptation mechanisms are developed.

When the second seed leaves of the bee seeds germinated in pumice medium were formed, the seedlings were taken to water culture and salt application was started on the seedlings having 4-5 real leaves. Before salt application (0). day plant samples were taken, 50 mM NaCl was added to nutrient solution for seedlings to be applied salt. Sampling was performed on the 10th and 20th days of the salt application period and recovery period. Some basic growth parameters of plants are number of leaves (pieces), leaf weight (g), root weight (g), root length (cm), stem weight (g), stem diameter (mm), plant height (cm), first flowering , leaf color measurement, some biochemical analyzes (chlorophyll, MDA (Malondialdehyde), Na, K, Ca, Cl, Fe, Zn, Cu, Mn and Mg contents, antioxidant enzyme analyzes were performed.

As a result of the measurements and analyzes, it was observed that salt stress had a negative effect on plant growth parameters in both pepper cultivars. Çarliston pepper cultivar was able to recover the plant growth on the 20th day of the recovery process, while the bitter pepper cultivar was able to control the plant growth by limiting the plant growth in order to control the metabolic activity. When the effect of salinity on the early flowering of plants was observed, it was observed that the first flowering of the charliston pepper cultivar was on the 23rd day of salt application. As a result of the biochemical analysis, it was determined that the negative effect of salt stress on the plants decreased on the 20th day of the recovery process.

**Key words:** *Capsicum annum* L., Pepper, Recovery, Salt stres



## ÖN SÖZ

Doğal ve kültür formu bitkiler yaşamları süresince çeşitli stres faktörlerinin etkisi altında kalabilirler. Özellikle kültür formu bitkilerde ürün verimine ve kalitesine olumsuz etki eden en büyük çevresel etken tuzluluktur. Son yıllarda tuzluluktan etkilenen alanlar, hem dünya hem de ülkemizde sürekli artış göstermektedir. Toprakta bulunan çözünebilir tuzların miktarı, bitkinin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan miktarın üzerine çıktığında sorunlar ortaya çıkmaya başlar. Toprakta tuz içeriği arttıkça bitkinin su alımı kısıtlanır. Tuz konsantrasyonu, kullanılabilir su potansiyelini düşürmeye yetecek kadar olduğunda (0.5-1.0 bar) bitki strese girer ki, bu da tuz stresi olarak adlandırılır.

Bitkiler tarafından genotipler düzeyinde farklı tepkilerin bulunduğu tuza tolerans mekanizmasının anlaşılabilmesi için çok değişik özellikler incelenmiş olup bir genotipin tuz stresine karşı toleransını gösteren yaklaşık 200 adet morfolojik, fizyolojik veya biyokimyasal parametre olduğu ileri sürülmektedir. Geçen yıllar içerisinde bu parametreler, çok değişik bitki türlerinde farklı genotiplerde incelenmiş, ancak tuza toleransın belirlenmesinde etkin tek bir yöntem belirlenememiştir. Çalışmada, çarliston ve acı çiçek biber çeşidinde tuz stresi altında meydana gelen zararlanmaların ve geri kazanım süresinde meydana gelen iyileşmelerin belirlenerek tuz dozları arasındaki farklılıkların morfolojik ve fizyolojik parametreler yardımıyla ortaya konulması amaçlanmıştır.

Yüksek lisansım boyunca sabır ve hoşgörüsünü benden esirgemeyen, çalışma konumun belirlenmesinde ve çalışma koşullarımın en iyi şekilde sağlanmasında yardımlarını esirgemeyen; bilgi ve bilimsel bakış açısı kazanmamı sağlayan danışman hocam Doç. Dr. Özlem ÜZAL'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında bilgi ve deneyimlerini bizimle paylaşıp fayda sağlayan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Fikret YAŞAR'a ve katkılarından dolayı tez jürim Doç.Dr. Funda YOLDAŞ' a sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında bana yardımcı olan Zir. Yük. Müh. Halide TUĞA'a, yardımlarını benden esirgemeyen Zir. Müh. Melih UÇAR, Zir. Müh. Lütfullah BAŞLAK'a, Zir. Müh. Abidin GÜNAY'a ve arkadaşım Taner DEMİR'e teşekkürü borç bilirim.

Eğitim hayatım boyunca hep yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen sevgili aileme sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın yürütülmesinde **FLY- 2018- 7594** nolu proje ile maddi destek sağlayan Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederim.

Van 2019

Hacı Yusuf KADAN



# İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ .....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xvii
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Biberin Anavatanı ve Tarihçesi .....	1
1.2. Biberin Türkiye'ye Girişi ve Yayılışı.....	1
1.3. Biberin Üretim Miktarları .....	2
1.4. Biberin Bitkisel Özellikleri .....	2
1.5. Biberin Ekolojik istekleri.....	3
1.6. Tuzluluk ve Biber .....	3
2.KAYNAK BİLDİRİŞLERİ .....	5
2.1. Tuzluluk.....	5
2.1.1. Toprak tuzluluğu .....	5
2.1.2. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkisi .....	6
2.1.3. Tuz stresi ile ilgili yapılan çalışmalar .....	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	19
3.1. Materyal .....	19
3.1.1. Bitki materyali.....	19
3.2 Yöntem.....	20
3.2.1. Temel bazı büyüme parametrelerinin belirlenmesi .....	21
3.2.3. Klorofil analizi .....	23
3.2.4. Lipid peroksidasyonu .....	25
3.2.5. Spektrofotometrik enzim aktiviteleri .....	26
3.2.6. Yaprak renk ölçümü .....	27
3.2.7. Değerlendirmelerin yapılması .....	27
4.BULGULAR .....	29

4.1. Bitki Gelişimiyle İlgili parametreleri.....	29
4.1.1. Kök uzunluğu .....	29
4.1.2. Kök ağırlığı .....	30
4.1.3. Gövde ağırlığı.....	32
4.1.4. Gövde kalınlığı.....	34
4.1.5. Yaprak ağırlığı.....	36
4.1.6. Yaprak sayısı .....	37
4.1.7. Bitki boyu .....	39
4.1.8. Toplam ağırlık .....	41
4.1.9. İlk çiçeklenme tarihi.....	42
4.2. İyon miktarı ölçümleri .....	43
4.2.1. Yapraklardaki Na iyonu miktarında meydana gelen değişimler .....	43
4.2.2. Yapraklardaki K iyonu miktarında meydana gelen değişimler.....	44
4.2.3. Yapraklardaki K/Na iyonu miktarında meydana gelen değişimler .....	45
4.2.4. Yapraklardaki Ca iyonu miktarında meydana gelen değişimler .....	47
4.2.5. Yapraklardaki Ca/ Na iyonu miktarında meydana gelen değişimler .....	48
4.2.6. Yapraklardaki Cl iyonu miktarında meydana gelen değişimler.....	49
4.2.7. Yapraklardaki Mg iyonu miktarında meydana gelen değişimler .....	51
4.2.8. Yapraklardaki Fe iyonu miktarında meydana gelen değişimler.....	52
4.2.9. Yapraklardaki Zn iyonu miktarında meydana gelen değişimler .....	54
4.2.10. Yapraklardaki Cu iyonu miktarında meydana gelen değişimler.....	55
4.2.11. Yapraklardaki Mn iyonu miktarında meydana gelen değişimler.....	56
4.3. Klorofil Miktarı.....	58
4.4. Lipid Peroksidasyonu (MDA içeriği) .....	60
4.5. Antioksidant Enzim Aktiviteleri .....	61
4.5.1. Süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesi .....	61
4.5.2. Katalaz (CAT) enzim aktivitesi.....	62
4.5.3. Askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitesi.....	64
4.6. Yaprak Renk Analizi .....	65
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	70
KAYNAKLAR.....	79
ÖZ GEÇMİŞ.....	85



## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen kök uzunlukları (cm).....	29
Çizelge 4.2. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen kök ağırlıkları (g) .....	31
Çizelge 4.3. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen gövde ağırlıkları (g) .....	33
Çizelge 4.4. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen gövde kalınlıkları (mm) .....	34
Çizelge 4.5. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen yaprak ağırlıkları (g) .....	36
Çizelge 4.6. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen yaprak sayıları (adet).....	38
Çizelge 4.7. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen bitki boyları (cm) .....	39
Çizelge 4.8. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen toplam ağırlıkları (g) .....	41
Çizelge 4.9. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen sodyum miktarı.....	43
Çizelge 4.10. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen potasyum miktarı.....	44
Çizelge 4.11. Bitkilerin yapraklarında belirlenen potasyum/sodyum miktarları.....	46
Çizelge 4.12. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen kalsiyum miktarı.....	47

**Çizelge****Sayfa**

Çizelge 4.13. Bitkilerin yapraklarında belirlenen kalsiyum/sodyum miktarları .....	48
Çizelge 4.14. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen klor miktarı .....	50
Çizelge 4.15. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen magnezyum miktarı .....	51
Çizelge 4.16. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen demir miktarı .....	53
Çizelge 4.17. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen çinko miktarı .....	54
Çizelge 4.18. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen bakır miktarı .....	56
Çizelge 4.19. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen mangan miktarı.....	57
Çizelge 4.20. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen klorofil miktarı ( $\mu$ mol/g T.A.).....	59
Çizelge 4.21. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen MDA miktarı ( $\mu$ mol/g T.A.), .....	61
Çizelge 4.22. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen SOD miktarı ( $\mu$ mol/g T.A.),.....	62
Çizelge 4.23. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen CAT miktarı ( $\mu$ mol/g T.A.).....	64
Çizelge 4.24. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen APX miktarı ( $\mu$ mol/g T.A.).....	65

**Çizelge****Sayfa**

- Çizelge 4.25. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulaması öncesi (0. Gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında tespit edilen yaprak renk değerleri ..... 67
- Çizelge 4.26. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulaması öncesi ( 0. Gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında tespit edilen yaprak renk değerleri ..... 70





## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan tohumların ekimi ve çimlenen fidelerin görünümü .....	19
Şekil 3. 2.Su kültürüne alınmış fideler .....	20
Şekil 3. 3.Bitkilerin su kültüründeki 12. günleri .....	20
Şekil 3. 4. Bitkilerin temel bazı büyüme parametrelerinin ölçülmesi .....	22
Şekil 3.5. İyon analizi için süzüklerin hazırlanması .....	23
Şekil 3.6. Klor analizinin yapılması .....	23
Şekil 3.7. Klorofil analizinin yapılması (a:Örneklerin %80'lik etanol içerisine alınması, b,c: Sıcak su banyosunda bekletme, d: Spektrofotometrede okumanın yapılması).....	24
Şekil 3.8. MDA analizinin yapılması (a:alınan yaprak örneklerinin havanda ezilmesi, b, c: santrifüjleme yapılması ve pipetle süpernatanın alınması). .....	25
Şekil 3.9 Spektrofotometrik Enzim Aktiviteleri analizlerinin yapılması (a: örneğin sıvı azotta öğütülmesi, b: örneğin süzülme ve kar içinde bekletilmesi, c: süzölmüş örneklerin santrifüj edilmesi, d: spektrofotometrede okumanın yapılması ). .....	26
Şekil 4.1. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait kök uzunluğu .....	29
Şekil 4.2. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait kök ağırlığı. ....	31
Şekil 4.3. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait gövde ağırlığı. ....	33
Şekil 4.4. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait gövde kalınlığı.....	35
Şekil 4.5. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait yaprak ağırlığı. ....	36
Şekil 4.6. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait yaprak sayısı .....	38
Şekil 4.7. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait bitki boyu. ....	40
Şekil 4.8. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait toplam ağırlık. ....	41

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4. 9. Bitkilerde ilk çiçeklenme.....	42
Şekil 4.10. Bitkileri yapraklarında belirlenen sodyum birikimleri.....	43
Şekil 4.11. Bitkileri yapraklarında belirlenen potasyum birikimleri. ....	45
Şekil 4.12. Bitkileri yapraklarında belirlenen potasyum/sodyum birikimleri. ....	46
Şekil 4.13. Bitkileri yapraklarında belirlenen kalsiyum birikimleri.....	47
Şekil 4.14. Bitkileri yapraklarında belirlenen sodyum/potasyum birikimleri. ....	49
Şekil 4.15. Bitkileri yapraklarında belirlenen klor birikimleri. ....	50
Şekil 4.16. Bitkileri yapraklarında belirlenen magnezyum birikimleri. ....	52
Şekil 4.17. Bitkileri yapraklarında belirlenen demir birikimleri. ....	53
Şekil 4.18. Bitkileri yapraklarında belirlenen çinko birikimleri.....	55
Şekil 4.19. Bitkileri yapraklarında belirlenen bakır birikimleri. ....	56
Şekil 4.20. Bitkileri yapraklarında belirlenen mangan birikimleri.....	58
Şekil 4.21. Uygulamaların klorofil miktarı üzerine etkisi. ....	59
Şekil.4.22. Çarliston biber çeşidinde görülen kloroz ve nekrozlar.....	60
Şekil 4.23. Uygulamaların MDA miktarı üzerine etkisi.....	61
Şekil 4.24. Uygulamaların SOD enzimi üzerine etkisi.....	63
Şekil 4.25. Uygulamaların CAT enzimi üzerine etkisi.....	64
Şekil 4.26. Uygulamaların APX enzimi üzerine etkisi.....	66
Şekil 4.27. Çalışma boyunca çarliston ve acı çiçek biber çeşidine ait görseller .....	73
Şekil 4.27. Çalışma boyunca çarliston ve acı çiçek biber çeşidine ait görseller (devamı) .....	74

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
g	Gram
kg	Kilogram
ha	Hektar
L	Litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mmhos	MiliMhos
mmol	Milimol
mM	Milimolar
MPa	Megapascal
Nm	Nanometre
rpm	Dönüş/devir sayısı
ppm	Milyonda 1 birimlik
pH	Potansiyelinin hidrojen
µg	Mikrogram
µ g/mg T.A.	mikrogram/miligram Taze ağırlıkta
mol/min/mg T.A.	mol/dak/miligram Taze ağırlık
EC	Elektriksel İletkenlik
Ca	Kalsiyum
Cl	Klor
Cu	Bakır
Fe	Demir

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
<b>K</b>	Potasyum
<b>Mg</b>	Magnezyum
<b>Mn</b>	Mangan
<b>N</b>	Azot
<b>Na</b>	Sodyum
<b>Zn</b>	Çinko

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
<b>APX</b>	Askorbat peroksidaz
<b>ATP</b>	Adenozin trifosfat
<b>CAT</b>	Katalaz
<b>CaCl<sub>2</sub></b>	Kalsiyum klor
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	Kalsiyum karbonat
<b>CaNO<sub>3</sub></b>	Kalsiyum Nitrat
<b>CO<sub>2</sub></b>	Karbondioksit
<b>DNA</b>	Deoksiribo Nükleik asit
<b>FAO</b>	Foodand Agriculture Organization
<b>HNO<sub>3</sub></b>	Nitrik asit
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	HidrojenPeroksit
<b>KNO<sub>3</sub></b>	Potasyum nitrat
<b>MDA</b>	Malondialdehit
<b>MgCl<sub>2</sub></b>	Magnezyum klorür
<b>MgSO<sub>4</sub></b>	Magnezyum sülfat
<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>	Sodyum karbonat
<b>NaHCO<sub>3</sub></b>	Sodyum bikarbonat
<b>Na<sub>2</sub>NO<sub>3</sub></b>	Sodyum nitrat
<b>Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	Sodyum sülfat
<b>NBT</b>	Nitroblue tetrazolium kloridin
<b>SOD</b>	Süperoksit dismutaz
<b>TBA</b>	Tiobarbütirik asit



**Kısaltmalar****Açıklama****TCA**

Trikloroasetik asit

**TUİK**

Türkiye İstatistik Kurumu





# 1.GİRİŞ

## 1.1. Biberin Anavatanı ve Tarihçesi

Anavatanı Tropikal Amerika olan biber bitkisi, patlıcangiller (Solanaceae) familyasından Capsicum cinsindedir. Kristof Colomb (1492) Amerika'ya keşfi sırasında Meksika, Brezilya, Şili ve Peru'daki Kızılderililerin biber yetiştirdiğini gördüğü ifade edilmektedir. Biber 1493 yılında İspanya'ya, 16. yüzyılda ise Osmanlı İmparatorluğu döneminde İstanbul'a getirilmiştir. Yine eldeki mevcut bilgiler ışığı altında, Hindistan'da bol miktarda acı karabiber bulunduğu, Amerika'nın keşfinden önce buraya yapılan seyahatlerde Avrupa'ya bol miktarda biber getirildiği bilinmektedir (Bayraktar, 1970). Hindistan'da acı bibere, "Chilies" adı verilmiş, İspanyol dilinde "Chili" ve yine Amerika'da bu isim kullanılmıştır. Brezilya'da ise biber "Quija" veya "Quiva" adı almıştır (Dillingen, 1956, Oraman, 1968, Bayraktar, 1970, Şalk ve ark., 2008). Bu bilgilerden de bir sonuca gitmek mümkün olmakta, Meksika, Şili, Peru ve orta Amerika'nın biberin anavatanı olacağı ve ikinci bir anavatan olarak da Hindistan ve çevresinin gösterileceği varsayılabilir. Biberin Amerika'dan Avrupa'ya ilk giriş yolunun İspanya olduğu ve bunun 1493 yılına rastladığı, daha sonra İngiltere'ye 1548'de, Orta Avrupa ülkelerine ise 1578 yılında geçtiği kabul edilir (Oraman, 1968).

## 1.2. Biberin Türkiye'ye Girişi ve Yayılışı

Biberin ülkemize Avrupa ülkeleri ile kurulan ilişkiler ile girdiği düşünülmesine karşın yapılan son araştırmalarda farklı görüşler ortaya çıkmıştır (Andrews 1999). Türkiye'ye biberin üç değişik noktadan girme ihtimali üzerinde dururken, bunlardan birincisinde biberin İspanya'dan deniz yolu ile Güney Afrika kıyılarından Hindistan'a ulaştığını buradan Asya kıtasına yayıldığını belirtirken Basra Körfezi veya Kızıldeniz yolu ile Suriye'ye buradan Türkiye'ye girdiği düşünülmektedir. İkinci görüşe göre Amerika kıtasından İspanya'ya gelen biber, Fas üzerinden Mısır'a buradan İskenderun yolu ile İstanbul'a kadar ulaşmış, balkan ülkelerine hatta İtalya'ya İstanbul ile yapılan ticaret ile ulaştığı düşünülmektedir. Ayrıca Hindistan'dan Asya Kıtasına yayılan biberin, Afganistan ve İran üzerinden Türkiye'ye girdiği, buradan İstanbul'a ve bazı Doğu Avrupa ülkelerine yayıldığı diğer bir görüş olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu üç görüşün ortak

noktası ise biberin ülkemize 15-16. yy. arasında Osmanlı İmparatorluğu döneminde birçok ülke ile yapılan ticaret ile girdiği, hatta bazı tüccarlar tarafından karabibere rakip olmak üzere birçok ülkeye pazarlandığı bildirilmektedir.

### 1.3. Biberin Üretim Miktarları

TÜİK 2017 verilerine göre; Ülkemiz yaklaşık 8.396.392 dekar alanda 30.8 milyon tonluk sebze üretimi ile Dünya’da ilk 4 ülke arasındadır. Türkiye’de sebze üretiminin % 85’i açıkta ve %15’i de örtü altında gerçekleştirilmektedir. Tarım sektörünün çalışan nüfusunun % 23’ünü barındırdığı ve işlenen toplam arazinin % 12’sini de bahçe bitkilerinin oluşturduğu gerçeğinden hareketle, Türkiye’de yaklaşık 2.5-3 milyon kişinin bahçe bitkileri üretimi yaptığını söyleyebiliriz.

FAO’nun 2012 verilerine göre; 2012 yılında dünyada 31.171.567 ton biber üretimi, 2016 yılında 34.497.462 tona ulaşmıştır (Çizelge 1.). Dünya sebze üretiminin % 3’ü biber üretimidir. 2016 yılı Türkiye biber üretimi 2.457.822 ton olmuştur. 2017 yılında ise üretim % 6.1 artarak 2.608.172 tona ulaşmıştır. Türkiye dünya biber üretiminin %7.5’ini üretmektedir. Biber üretiminde Çin yaklaşık 14 milyon ton ile ilk sırada yer alırken, Türkiye (2017) 2.608.172 ton ile ikinci sırada yer almaktadır.

Çizelge 1.1 Dünya Biber Üretimi (ton)(Anonim, 2018)

Ürün	2010	2011	2012	2016
<b>Biber</b>	27.518.904	30.063.389	31.171.567	34.497.462

### 1.4. Biberin Bitkisel Özellikleri

Biber meyveleri sebze olarak değerlendirilmelerine karşın botanik olarak üzüksü bir meyvedir ve genellikle meyvenin kalite özelliklerine göre sınıflandırılır örneğin; acılık, renk, meyve kullanım şekli gibi. Meyve şekli yönünden türler arasında büyük farklılık bulunan biberde yaygın olarak ancho, dolma, jalepeno, pasilla, new mexican, yellow wax meyve tipleri taze ve gıda sanayinde işlenerek değerlendirilmektedir. Biber meyvelerinde, özellikle tohumların bağlı olduğu meyve duvarında Capsaicin adlı bir madde bulunur. Capsaicin acılık maddesidir. Bütün biber tiplerinde az veya çok bulunur. Tatlı biberler yok denecek kadar çok az Capsaicin içerir. Capsaicin miktarı arttıkça acılıkta artar. Bazı

sivri biber çeşitleri serada kışın tatlı iken yaza doğru sıcakta acılaşması kuru madde miktarına bağlı olarak Capsaicin asit miktarının artmasıyla ilgilidir (Dillingen, 1956).

### **1.5. Biberin Ekolojik istekleri**

Ilık ve tropikal iklimlerde yetişebilen çok yıllık bir bitkidir (Hekimoğlu ve Altındağ, 2009). Optimal gelişme ve meyve tutumu sıcaklığın 16-21 °C arasında olduğu ortamda gerçekleşir. 16 °C' nin altında ve 32 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda meyve tutumu meydana gelmez. Biber büyüme ve gelişme için domatesten daha fazla sıcaklık isteği vardır. Gün uzunluğu bakımından nötr gün sebzesi olarak kabul edilir. Işık miktarının fazla olmasını ister. Az ışıkta bol yaprak oluşturur. Biber nispi nemin % 60-70 olduğu ortamda iyi bir gelişme gösterir. Çiçeklenme döneminde düşük nem çiçek dökümlerine neden olmaktadır (Güvenç, 2016).

Biber yetiştiriciliğinde toprak tekstürünün kumlu tınlı veya tınlı olması tercih edilir. Toprakta pH değeri ise 6.0-6.5 aralığında olmalıdır. Toprakta faydalı nemin %65-70 civarında olması istenir (Güvenç, 2016).

### **1.6. Tuzluluk ve Biber**

Doğal ve kültür formlu bitkiler yaşamları boyunca çeşitli stres faktörleri etkisi altında kalabilirler. Bitkisel üretimde biyotik ve abiyotik stres nedeniyle verim ve kalite olumsuz etkilenmektedir. Tuz stresi de bunlardan biridir.

Tuz stresi bitkiyi doğrudan öldürebileceği gibi, bitkinin tuza toleransı ve ortamın tuz konsantrasyonuna bağlı olarak büyümeyi engellemekte, yaşlı yapraklardan başlayan klorofil ve membran parçalanmasına yani kloroz ve nekrozlara neden olmaktadır (Kuşvuran, 2010).

Bitkiler strese girdiklerinde dokuları arasında su dengesi bozulur. Stres günlük ya da uzun süreli olabilir. Stres durumunda turgor kaybı nedeniyle hücre büyümesi olumsuz olarak etkilendiğinden hücreler küçük kalırlar. Hücre büyümesindeki azalma çeper sentezini de etkiler. Protein ve klorofil olumsuz olarak etkilenirken, tohumların çimlenme yeteneğini kayb ettikleri görülür. Fotosentez ve solunum yavaşlar veya durur. Hücre büyümesinde gerileme yaprakların küçülmesine ve fotosentez üretiminin daha da azalmasına yol açar. Yeterli miktarda suyun olmaması ksilem ve floemdeki madde iletimini olumsuz olarak etkilediğinden meyvelerin küçük kalmasına, tahıllarda ise

danelerin dolgunlaşmamasına ve ürün kalitesinin düşmesine neden olur (Özen ve Onay, 2007).

Tuzluktan etkilenen alanlar, dünyada ve ülkemizde sürekli artış göstermektedir. Dünya genelinde, sulanan alanların üçte birinde tuzluluk sorunu vardır (Shannon, 1984). Ekmekçi ve ark. (2005), toprakta biriken tuzların, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini bozduğunu ve bitki gelişimini de olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Yetiştirilen bitkinin veriminde görülecek azalmalar, toprak çözeltisinin konsantrasyonuna bağlı olduğu kadar, bitkinin tuza dayanımı ile de ilgili olduğunu söylemişlerdir.

Bitkisel üretimde tuzluluğun zararlı etkisi azaltmak için yapılması gereken hususlar;

- Tuzlu toprakların ıslah edilmesi,
  - Tuzlu sulama sularının iyileştirilmesi,
  - Yetiştiricilik sırasında özel tekniklerin kullanılması,
  - Tuza tolerant genotiplerin seçimi,
- şeklindedir (Daşgan ve ark., 2006).

Bitkilerde birçok metabolik olayı olumsuz yönde etkileyen ve özellikle kültür bitkilerinde ürün kalitesi ve verimi düşüren önemli abiyotik faktörlerden biri olan tuz stresi, gerek açıkta ve gerekse örtü altı yetiştiricilikte önemli payı olan biber bitkisini olumsuz etkilemektedir. Bu olumsuz şartlardan dolayı ürün ve kalite kayıpları da ciddi boyutlara ulaşabilmektedir. Ancak bu olumsuzlukları ortadan kaldırmanın en önemli ve en kesin yolunda tuzluluğa toleranslı bitki tür ve çeşitlerini geliştirmek ve tuzluluğun olumsuz etkilerini giderici uygulamalar yapmaktır. Ancak böyle toleranslı tür ve çeşitleri geliştirebilmek için önce bitkinin stres mekanizmasını çok iyi aydınlatmak gerekmektedir. Yapılan bu çalışma biber bitkilerinin tuz stresi ve geri kazanım sürecinde meydana gelen fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişiklikleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda elde edilen sonuçlar ile biber bitkisinde tuz stresi metabolizması hakkında bilgi sahibi olunmuştur.

## 2.KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

### 2.1. Tuzluluk

#### 2.1.1. Toprak tuzluluğu

Tuzluluk sorunu denildiğinde en zararlı etkiyi yapan tuzlar; klorürler (NaCl, CaCl<sub>2</sub>, KCl, MgCl<sub>2</sub>), sülfatlar (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>), nitratlar (Na<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>), karbonatlar, bikarbonatlar (CaCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub>) ve boratlardır. Toprakta biriken bu tuzların bitkinin büyüme ve gelişmesini engelleyecek konsantrasyonlara ulaşması ve ekilebilir alanların tarım dışı kalması tuzluluk sorunu olarak tanımlanmaktadır. Bu tuz formları arasında en zararlı etkiye sahip ve yaygın olan NaCl formudur (Pitann ve ark., 2011). NaCl kaynaklı tuz stresi kurak ve yarı kurak bölgelerde yaygın olarak karşılaşılan ve verimde ciddi düşüşler yaratan bir sorundur. Tuzlu topraklar, genellikle nehirlere çıkışı olmayan, kapalı havzalarda uygun olmayan toprak yapısı, sert toprak tabakaları, uygun olmayan sulama şekli, yetersiz drenaj sistemi ve aşırı buharlaşma sonucunda ortaya çıkmaktadır. Dünyada ve ülkemizde tuzlu toprakların miktarı her geçen gün artmakta, verim azalmakta ve bazı alanlar aşırı tuzlanma nedeniyle tamamen üretim dışı kalmaktadır (Ekiz ve ark., 1995).

Dünya üzerinde 800 milyon hektardan fazla karasal alan tuzluluktan etkilenmektedir ve bu alan dünyanın tüm karasal alanlarının % 6'sından fazladır. Kuru tarım yapılan 150 milyon hektarlık alanın 32 milyon hektarı çeşitli oranlarda ikincil tuzluluk tehdidi altındadır. 230 milyon hektar sulama yapılmış alanların 45 milyon hektarı ise tuzdan etkilenmektedir (Munns, 2002). Ekilebilir alanlardaki böylesi tuz birikiminin, küresel çerçevede daha da harap edici boyutlara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, ürün verimi ve kalitesindeki azalmaya bağlı olarak büyük ekonomik kayıplara da neden olacaktır (Mahajan ve Tuteja, 2000). Türkiye'de yaklaşık 1.5 milyon hektarda tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmaktadır. Bu, sulamaya uygun arazilerin yaklaşık % 32,5' ine denktir. Toprakların tuzlulaşma ve alkalileşmesini sulama, drenaj toprak özellikleri ve iklim etmenleri gibi etmenler önemli ölçüde etkilemektedir (Ekmekçi ve ark., 2005). Gelecek 20 yıl içerisinde dünya genelinde bu değerlerin %50 oranında artış gösterebileceği ön görülmektedir (Hasanuzzaman ve ark., 2013).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağıştan dolayı çözünebilir tuzlar derinlere taşınamamakta, özellikle sıcak ve yağışsız olan dönemlerde, tuzlu taban suları

kılcal yükselme ile toprak yüzeyine kadar ulaşabilmektedir. Evaporasyonun yüksek oluşu nedeni ile sular toprak yüzeyinden kaybolurken beraberinde taşıdıkları tuzları toprak yüzeyinde veya yüzeye yakın kısımlarda bırakmaktadır. Diğer bir deyişle, bu bölgelerdeki tuzlulaşmanın temel nedeni yağışların yetersiz, buna karşılık evaporasyonun yüksek olmasıdır (Saruhan ve ark., 2008). Toprak çözeltisindeki aşırı miktarda bulunan çözülebilir tuzlar, bitkilerin sudan yararlanabilirliğini azaltmaktadır. Böyle durumlarda yaygın bir yanıt olan su potansiyelindeki azalma, turgor potansiyelinin devamı için çözünen madde içeriğinin artırılması sonucu ozmotik potansiyeldeki artış ile dengelenebilmektedir. Tuzluluk artışı, bitkilerin su potansiyelini olumsuz yönde etkilemektedir (Mugdal ve ark., 2010). Ekilebilir alanlardaki böylesi tuz birikiminin, küresel çerçevede daha da harap edici boyutlara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, ürün verimi ve kalitesindeki azalmaya bağlı olarak büyük ekonomik kayıplara da neden olacaktır (Mahajan ve Tuteja, 2000).

### **2.1.2. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkisi**

Bitkiler tuzluluğa göstermiş oldukları tepkilere göre halofitler (tuzcul bitkiler) ve glikofitler (yüksek tuz yoğunluklarından zarar gören bitkiler) olmak üzere iki grupta toplanmaktadırlar. Halofitler iyonların birikimi ile düşük ozmotik potansiyele sahip olan, böylece yüksek konsantrasyonlarda tuz içeren alanlarda yaşayabilme yeteneğine sahip olan bitkilerdir. Bunların aksine yüksek bitkilerin büyük bir çoğunluğu glikofit bitkiler içerisinde yer almakta ve bu bitkiler tuz stresi koşullarında ozmotik düzenlemeyi gerçekleştirememektedirler (Asraf, 2004; Kuşvuran, 2004). Bitki kök bölgesinde depolanan suyun bir kısmı bitki tarafından kullanılırken bir kısmı da toprak yüzeyinden buharlaşarak ve derine sızarak kaybolur. Yıkama yapılmıyorsa tuzların küçük bir kısmı topraktan uzaklaşır, kalan kısmı ise zamanla bitki kök bölgesinde birikir (Uygan ve ark., 2006). Sodyum iyonları bitki köklerinden pasif olarak hücreye girmekte, toksik etkisi nedeniyle hücrede tonoplastlarda bulunan H<sup>+</sup> pompalarıyla atılmaktadır. Sodyumum hücreler arası dokularda birikmiş olması bitki metabolizması için toksiktir ve bu nedenle sodyum iyonları vakuollerde depo edilmektedir. Bitkinin hem floem hem de ksilem iletim demetleri üzerinde hareket etme yeteneğine sahip olan sodyum iyonları etkisini ilk önce yaşlı yaprak uçlarında göstermeye başlayıp, yaprak ayası ve sapına doğru ilerleyerek



nekrozlara dönüşen simptomlar göstermektedir (Mer ve ark., 2000; Mengel ve Kirkby, 2001).

Tuzluluk genel olarak; bitkinin yaprak sayısı ve alanında azalma; bitkinin boyutunun küçülmesi, dokular ve organların farklılaşması ve büyümesini baskılaması, kök ve gövde ağırlığının dengelenememesi sonucunda daha çelimsiz kök oluşmasıyla kendisini göstererek büyümede yavaşlamaya sebep olur. Aynı zamanda tuzluluk, bitki yaş ve kuru ağırlığında meydana gelen azalmalar, klorofil içeriğinde azalmalar, meyve kalitesinde düşüş ve buna bağlı olarak verimde oluşacak aksaklıklarla da etkisini göstermektedir (Asraf, 2004; Yu ve ark., 2012). Bitkilerde tuz stresi büyümenin azalmasına, fotosentez hızının yavaşlamasına, reaktif oksijen türlerinin artmasına, su potansiyelinin azalmasına, iyon dengesizliğine ve stomaların kapanmasına yol açar (Cramer ve ark., 1994; Taiz ve Zeiger, 2002; Bartels ve Sunkar, 2005; Mahajan ve ark., 2008).

Tuz stresi, bu olayların etkisiyle bitkilerde büyüme ve gelişmeyi olumsuz bir şekilde etkiler ve önemli ölçüde ürün kaybına neden olur. Bu ürün kayıplarını en aza indirebilmek için tuza dirençli türler geliştirmek, bitkilerin tuz stresine karşı tolerans mekanizmalarını aydınlatmak ve ilgili gen kaynaklarının korunmasını sağlamak oldukça önem taşımaktadır (Koca ve ark., 2007; Yılmaz ve ark., 2011; Lovelli ve ark., 2012). Tuzluluğa karşı bazı önlemler alınabilmekte ise de, bu yöntemlerin genel olarak pahalı ve zaman alıcı olması nedeniyle son yıllarda, araştırmacılar tuz zararının en aza indirilmesi amacı ile farklı önlemler üzerinde çalışmalarına devam etmektedir (Asraf, 2004; Yu ve ark., 2012).

### Oksidatif Stres

Bitkiler ve tüm aerobik canlılar için atmosferik oksijen ( $O_2$ ) düzeyi oldukça önemlidir. Oksijen normal şartlarda bitkinin büyümesi ve gelişmesi için gerekli iken, yüksek konsantrasyonlara ulaştığı zaman bitkide ölümle sonuçlanacak hücresel hasarlara yol açmaktadır. Bunun nedeni, hücredeki moleküler oksijenin sürekli indirgenerek çeşitli reaktif oksijen türlerini (ROT) meydana getirmesidir (Çulha ve Çakırlar, 2012).

Bu reaktif oksijen türleri olan hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), süperoksit radikal ( $O_2^{\bullet-}$ ) ve hidroksil radikal ( $OH^{\bullet}$ ) gibi aktif radikaller bitki hücrelerinde kloroplastlarda, mitokondriler ve peroksizomlarda meydana gelen oksidatif reaksiyon sonucu

üretilmektedir. Bu reaktif oksijen türlerinin etkisi ile lipitler, proteinler ve nükleik asitler oksidatif hasara uğramakta ve bunun sonucunda metabolizmada önemli derecede problemler meydana gelmektedir (Demiral, 2003).

Bitki hücre metabolizmalarında sürekli üretilmekte olan ROT, antioksidanlar ve çeşitli korunma mekanizmaları ile baskılanıp, olabildiğince düşük seviyede tutulmaktadır. ROT'lar bitki hücrelerinin farklı bölümlerinde farklı şekillerde sentezlenmektedir. Kloroplastlarda bulunan ROT, pigmentlerin aşırı uyarılması ve elektron akışı esnasında O<sub>2</sub>'nin indirgenmesi sonucunda sentezlenmektedir (Galvez-Valdivieso ve Mullineaux, 2010).

### Reaktif oksijen türleri (ROT)

#### Süperoksit radikali (O<sub>2</sub>•<sup>-</sup>)

Süperoksit radikali (O<sub>2</sub>•<sup>-</sup>) hemen hemen tüm aerobik hücrelerde moleküler oksijenin (O<sub>2</sub>) bir elektron alarak indirgenmesi sonucu oluşmaktadır. Ayrıca süperoksit radikali, çeşitli flavoprotein dehidrogenazlar tarafından enzimatik olarak ve ferrodoksinlerin, hidrokinonların, tiyollerin ve indirgenmiş hemoproteinlerin fotooksidasyonları tarafından enzimatik olmayan yolla da üretilebilmektedirler. Süperoksit radikali direkt olarak zarar vermemekle beraber, hidrojen peroksit kaynağı olarak hasar oluşturmaktadır. Bu radikalın varlığında hücrede meydana gelen hasarlar; lipid peroksidasyonu zar hasarı, hücresel toksisite ve DNA'daki tek zincir kırılmalarıdır (Fridovich, 1995).

#### Hidrojen peroksit ( H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> )

Hidrojen peroksit ( H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ), oksijenin enzimatik olarak iki elektronla indirgenmesi ya da süperoksitlerin enzimatik veya enzimatik olmayan dismutasyon tepkimeleri sonucu oluşmaktadır. Yapısında paylaşılmamış elektron bulundurmaması nedeni ile radikal özelliğe sahip değildir. Hidrojen peroksit, S-H bağlarının oksidasyonu ile birçok enzimin inhibisyonunda görev almakta ve demir ve bakır gibi metal iyonlarının varlığında hidroksil radikaline dönüşebilmektedir. Ayrıca, proteinlerdeki hem grubunda bulunan demir iyonu ile tepkimeye girerek yüksek oksidasyon düzeyinde reaktif demir formlarını

oluşturmaktadır. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, peroksizomlarda CAT enzimi ve kloroplastlarda APX enzimi ile parçalanmaktadır (Charles ve Halliwell, 1980).

#### Hidroksil radikali (OH·)

Hidroksil radikali (OH·), en aktif ve en toksik oksijen radikali olmakla beraber +üretildiği her yerde birçok molekül ile reaksiyon vermektedir. OH· radikalinin sebep olduğu en önemli hasar, membran lipidlerinde meydana gelen peroksidasyondur (Nishiyama ve ark., 1998). Hidroksil radikalini oluşturmak üzere O<sub>2</sub>•<sup>-</sup> ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tepkimeye girmektedirler (Haber-Weiss reaksiyonu). Normal koşullarda yavaş ilerlemekte olan bu tepkime, demir ya da bakır iyonları varlığında hızlanmakta ve bunun sonucunda oksidatif hasarın daha da artmasına sebep olmaktadır (Fenton reaksiyonu) (Smirnoff, 1993).

#### Reaktif Oksijen Türlerine Karşı Savunma Mekanizmaları

Herhangi bir abiyotik stres altındaki bitkiler yaşamlarını devam ettirebilmek ve stresle başa çıkabilmek için oksidatif strese cevap olarak ROT'nin kontrolünü ve detoksifikasyonunu sağlayan çeşitli antioksidatif savunma mekanizmaları geliştirmektedirler. Bu savunma mekanizması yetersiz olduğu ya da çalışmadığı durumlarda ise bitki hücrelerinde ölüm meydana gelmektedir (Büyük ve ark., 2012). Tuz stresine cevap olarak; bitkilerde metabolizma yan ürünü olarak oluşan reaktif oksijen türlerini temizleyen çeşitli enzimatik olmayan antioksidanlar ile antioksidan enzimlerin aktivitelerinin artırılması, bitki büyüme düzenleyicilerinin ve ozmolit sentezinin teşvik edilmesi, fotosentetik yolun değiştirilmesi, gen ifadesi ve SOS yoluyla iyon alımının düzenlenmesi, stresle ilgili genlerin aktive edilerek transkripsiyon faktörlerinin sentezlenmesi ile stres proteinlerinin üretiminin teşvik edilmesi gibi tolerans mekanizmaları sayılabilir (Yılmaz ve ark., 2011).

Stres koşulları altında canlıların genelinde olduğu gibi bitkilerde de serbest oksijen radikallerinin zararlı etkilerine karşı geliştirdikleri antioksidanları iki grupta toplamak mümkündür. Bunlar; enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlardır.

#### Enzimatik antioksidanlar

Bitki hücresinde antioksidan enzimler; süperoksit dismutaz, peroksidaz, katalaz, askorbat peroksidaz ve glutatyon redüktaz'dır.

#### Süperoksit dismutaz (SOD)

Süperoksit dismutaz (SOD) enzimi, ilk defa McCord ve Fridovich tarafından izole edilmiş ve yüksek derecede reaktif olan süperoksit radikallerini ( $O_2^{\bullet-}$ ) katalizleyerek organizmalara oksijen varlığında hayatta kalma olanağı vermektedir. Bu reaksiyon, oksijen metabolize eden tüm organizmalarda ve bazı anaerobik canlılarda gerçekleşmekte ve sonucunda moleküler oksijen ( $O_2$ ) ve hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) açığa çıkmaktadır.

Süperoksit dismutaz, süperoksit radikalinin hidrojen peroksit ve oksijene dönüşümünü katalizleyen bir enzimdir. Bu enzimin aktif merkezlerinde yer alan metal iyonlarına göre üç izoenzimi vardır. Bunlar; demir içeren Fe-SOD, bakır ve çinko içeren Cu/Zn-SOD ve mangan içeren Mn-SOD'lardır. Fe-SOD'lar plastitler, Mn-SOD'lar mitokondri ve peroksizom ve Cu/Zn-SOD ise kloroplast, sitoplazma ve hücreler arası boşluklarda bulunmaktadır (Tanaka ve ark., 1999).

#### Peroksidaz (POX)

Peroksidazlar, bitkilerde yaygın olarak bulunan ve hem grubu içeren oksidaz grubu enzimleridir. Bir elektron yakalayıcı olarak  $H_2O_2$ 'i kullanarak substratı okside etmekte olan POX, kullanıldığı substrata göre isimlendirilmektedir. POX'ın hücrede bulunduğu yerler; hücre çeperi, sitozol ve vakuollerdir (Ülkü, 2014).

#### Askorbat peroksidaz (APX)

Askorbat peroksidazın substratı askorbat (Vitamin C) olmakla beraber hidrojen peroksit'e bağlı olarak farklı substratları da katalizlemektedir. Ayrıca bazı aromatik substratların (AH<sub>2</sub>) da oksidasyonunu katalizlemektedir.

#### Katalaz (CAT)

Katalaz, hücreleri strese karşı korumada görev alan en önemli enzimatik antioksidanlardan biridir. Stres koşulları altında oluşan zararlı  $H_2O_2$ 'nin  $H_2O$  ve  $O_2$ 'ye

direkt olarak dönüşümünü sağlamaktadır. CAT, çoğunlukla peroksizomlarda, çok az miktarda da mitokondri matriksinde ihtiva etmektedir (Foyer ve ark., 1994).

### Glutasyon redüktaz (GR)

Glutasyon redüktaz; elektron verici olarak NADPH'ı kullanarak yükseltgenmiş glutasyonun (GSSG) indirgenmesini (GSH) katalizleyen enzimdir (Creissen ve ark., 1994).

### Enzimatik olmayan antioksidanlar

Enzimatik olmayan antioksidanlar; fenoller, flavonoidler, karotenoidler, tokoferoller (Vitamin E), poliaminler, glutasyon ve fenolik bileşiklerdir. En önemli hücre antioksidanları askorbik asit (Vitamin C) ve tiyollerdir (SH grubu içeren bileşikler).

### 2.1.3. Tuz stresi ile ilgili yapılan çalışmalar

Bitkilerin tuz stresi sonrası geri kazanım sürecinde yapraklarda Na ve Cl konsantrasyonlarında düşüşlerin olduğu diğer bitki türlerinde de gözlemlenmiştir.(Ahmed ve Wyn Jones, 1979; Alarcon ve ark., 1993; Pardossi ve ark., 1978)

Alarcon ve ark. (1993), Pardossi ve ark (1998), tuz stresi esnasında konulan inorganik ve organik bileşiklerin (prolin, glisinbetain, şekerler vs.) tuz stresi sonrası geri kazanım sürecinde önemli olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Caro ve ark. (1991), kiraz domatesi (cherry tomato) olarak adlandırılan domateslerin, normal irilikteki domates çeşitlerine göre tuz stresine karşı daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

Yurtseven ve ark. (1996)'nın ekonomik değeri yüksek olan sivri biberde, çimlenme ve fide oluşumu dönemleri ile gelişme dönemlerindeki sulama suyu tuzluluklarının, bazı verim parametrelerine olan etkilerini araştırdıkları çalışma sonucunda, çimlenmeye ve fide biomas değerine 3,0 dS/m'lik tuzluluk düzeyinin önemli bir etkisi olmadığını, fide boylarının ise bu tuzluluk düzeyinde % 13 kadar arttığını tespit etmişlerdir. Bitki gelişme dönemlerindeki tuzluluk düzeylerinin ise bitki verimi ve

biomas'ını % 1, meyve boyu ve meyvede toplam kül değerlerini % 5 düzeyinde önemli oranda etkilediğini belirtmişlerdir. Yaprak ve dallardaki toplam kül değerleri ise deneme konularından etkilenmediğini ayrıca ele alınan verim parametrelerinin hiçbirisinde faktörler arası etkileşim (interaksiyon) önemli bulmamıştır.

Güneş ve ark. (1998), biber bitkisinin çinko beslenmesi üzerine NaCl tuzluluğu ve artan oranlarda uygulanan fosforun etkisini araştırmışlardır. Tuzsuz koşullarda uygulanan P meyve ağırlığının artmasına sebep olurken, tuzlu koşullarda meyve ağırlığı uygulanan P ile azalmıştır. Tuzluluk ve artan düzeylerde uygulanan P (300 mg P kg<sup>-1</sup> hariç) bitkilerin Zn kapsamı ve alımını azaltmıştır. Özellikle tuzlu koşullarda 300 ve 500 mg kg<sup>-1</sup> P uygulamasında bitkiler, Zn noksanlığına ait belirtiler göstermiştir. Yaprakların P kapsamı artan düzeylerde uygulanan fosfora bağlı olarak artmıştır. Bu artışlar, tuzlu koşullarda daha belirgin olmuştur. Tuzluluk ve artan düzeylerde uygulanan P, bitki dokularının Na kapsamını artırmıştır. Bitkilerin Cl kapsamı da tuzluluğa bağlı olarak artış göstermiştir.

Akıncı ve Akıncı (2000), bazı patlıcan çeşitlerinin (*Solanum melongena* L. Kemer, Pala ve Aydın Siyahı) farklı tuz (0, 50, 100 ve 150 mM NaCl) dozlarına çimlenme dönemindeki tepkilerini araştırmışlardır. Denemed-e tuz dozu artışı ile çimlenme oranı ve süresi, bitki yaş ağırlığı için oransal büyüme hızı, sürgün ve kök boyu azalmıştır.

Erdal ve ark. (2000), tuz stresi koşullarında hıyar fidelerinin gelişimi ve bazı besin maddelerinin alımı üzerine farklı dozlarda K uygulamasının etkilerini arştırdıkları çalışmada, ortama 4 farklı düzeyde tuz (0, 10, 20 ve 30 mmol NaCl) ve 4 farklı düzeyde potasyum (0, 75, 150, 300 mg/kg) uygulamışlardır. Araştırma sonunda tuz ve K uygulamalarının bitki kuru ağırlığı üzerine olumsuz etkisini görmüşlerdir. Yüksek tuzlulukta bitkinin Na, Ca, Mn, Cu ve Fe içerikleri artmış, buna karşılık K ve P içerikleri azalmıştır. Potasyum uygulamaları ile bitkinin K, Zn, Mn, Cu ve Fe içerikleri artmış, buna karşılık Na, Ca, Mg ve P içerikleri azalmıştır.

Farklı tuz dozları (1.2, 11.2 ve 24.9 dS/m) ile fasulye, bezelye ve buğday bitkileri kullanılarak tuzluluğun bu bitkiler üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; artan tuz konsantrasyonlarının tüm bitkilerde çimlenme oranını azalttığı, ilk gelişme döneminde bezelyede bitki ölümlerinin gerçekleştiği, biomas ağırlığının azaldığı ve verimde % 40 oranında azalmalar olduğu, bu bitkiler arasında buğdayın tuzluluğa bezelye ve fasulyeden daha toleranslı olduğu belirlenmiştir (Steppuhn ve ark., 2001).

Kuşvuran ve ark. (2002)'nin, kavunda tuza tolerans bakımından genotipler düzeyinde farklılığın bulunup bulunmadığını ortaya koyduğu çalışmalarında; tuz stresinde yapraklarda MDA miktarındaki artışın olduğu belirtilmiştir. 36 adet farklı genotip, tuza tolerans ve duyarlılık özelliği bakımından farklı parametrelere göre sıralanmış, özellikler arasındaki korelasyon katsayıları belirlenmiştir. Kavunda tuz zararının  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının toksik etkisinden kaynaklandığı, bu iyonları bünyede az bulunduran genotiplerde tuza toleransın daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Denemede kullanılan genotipler arasında Midyat, Besni ve Şemame kavun genotipleri tuza tolerant olarak belirlenirken; Ananas ve Yuva çeşitlerinin tuza en duyarlı kavun çeşitleri olduğu ortaya konmuştur.

Nitekim Yasar ve ark. (2016)'nin tuz stresi altında 7 farklı bezelye genotipinin MDA içeriklerini araştırdıkları çalışmalarında tuza hassas olan genotiplerin MDA miktarlarında artışın olduğunu, tuza dayanıklı genotiplerin ise MDA miktarlarında düşüşlerin olduğunu bildirmektedirler.

Lacerda ve ark (2005) biri dayanıklılık ve biri hassas olan 7 günlük iki sorgum çeşidinde 100m M tuz stresi ve 5 günlük geri kazanım sürecinde bitki yapraklarında Na, Cl miktarları ile Na/Ca ve Na/K oranlarının arttığını geri kazanım sürecinde ise yapraklarda Na Cl miktarları ile Na/Ca ve Na/K oranlarının düştüğünü tespit etmiştir. Tuz stresi sırasında düşük toksik iyon birikiminin tuza toleransa ve geri kazanım aşamasında fide gelişimi ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Aksine, tuz stresi sonrasında yüksek miktarda yaprakta organik çözünen madde biriktirmesi ile ne tuz toleransının ne de fide iyileşmesinin ilgili olmadığı belirtmişlerdir. Bu nedenle tuz stresinin azaltılmasından sonra sorgum fidelerinin toparlanabilme kapasitesi sürgünler ve kökler arasında yeterli miktarda karbon bulunması ve tuzun taşınması, emilimi ve yer değiştirmesi ile ilgili olduğu görülmüştür.

Yaşar ve ark. (2006a) iki hassas ve iki tolerant patlıcan çeşidinin tuz stresi altında kallus kültüründe yaptıkları çalışmada hassas olan genotiplerin Na ve Cl iyonu birikimleri daha yüksek bulunmuş, bu genotiplerin K ve Ca miktarlarında düşüşlerin olduğunu bildirmişlerdir. Buna benzer sonuçlar Yaşar ve ark. (2006b; 2013), Üzal, (2009), Üzal ve Yıldız, (2014)'in yaptıkları çalışmalardan da alınmıştır.

Uygulanan farklı tuz dozlarının biber çeşitlerinin çimlenme ve çıkışı üzerine etkisinin araştırdıkları bir başka çalışmaya bakıldığında, 11 biber çeşidini 14 gün süre ile

0, 85, 170 ve 215 mM NaCl içeren çözeltilerde çimlendirilmiştir. Sera koşullarında yürütülen bu çalışmalarda, 170 ve 215 mM tuzlu çözelti uygulanan çeşitlerin tümünde çıkışın olmadığı saptanmıştır. 85 mM tuz seviyesinde en fazla çıkış % 90 çıkış ile Çorbacı Acı Sivri ve en az çıkış ise % 9 ile Kapyra çeşidinin olduğu gözlenmiştir. Yapılan bu çalışmada çimlenme yüzdesi tuz stresi arttığında 11 biber çeşidinde azalmıştır. Tuz stresinin artması ile kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, taze ağırlık ve kuru ağırlıkta 11 biber çeşidi fidelerinde de tüm parametrelerde önemli derecede azalma olduğu gözlenmiştir. Denemeden elde ettikleri sonuçlara göre; Demre, Ilıca 250, 11-B-14, Bağcı Çarliston, Mini Acı Sivri, Yalova Çarliston ve Yağlık 28 çeşitlerinin tuz stresine karşı diğer çeşitlerden daha fazla toleranslı oldukları ve bu çeşitlerin tuza dayanıklı yeni çeşitler geliştirmede genetik kaynak olarak kullanılabilecekleri bildirilmiştir (Yıldırım ve Güvenç, 2006).

Daşgan ve ark. (2006), tarafından 10 fasulye ve 3 börülce genotipinin genç bitki aşamasında tuzluluğa karşı göstermiş tepkiler “iyon dengesi (regülasyonu)” yönünden incelenmiş ve genotiplerin tuzluluğa karşı tepkileri bakımından sınıflandırması yapılmıştır. Bitkiler, “derin akan su kültürü” tekniği ile yetiştirilmiştir. Su kültürü ortamında 125 mM NaCl uygulamasının, uygulanmayan kontrol grubu ile iyon alımı açısından karşılaştırılması amacıyla bitkilerin yeşil aksam dokularında Na, K ve Ca konsantrasyonları incelenmiştir. Tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerde, tuz zararı 1 ile 5 arasında değişen bir skala ile değerlendirilmiştir. Ayrıca, iyonların birbirleriyle olan ilişkileri korelasyon analizleriyle incelenmiştir. Araştırma sonucunda fasulye ve börülce genotiplerinin 125 mM NaCl uygulamasında farklı savunma mekanizmaları ile farklı duyarlılık seviyeleri gösterdikleri belirlenmiştir.

Esin (2007), bazı çilek çeşitlerinin tuza tolerans durumlarını belirlemiştir. Tiago ve Rapella çeşitlerinin diğer çeşitlere göre daha toleranslı olduğu gözlenmiştir. Vejetatif gelişme parametreleri göz önüne alınarak yapılan değerlendirmede Delmarnel, Dauglas ve Camarosa çeşitlerinin incelenen çeşitler arasında en hassas olduğu görülmüştür. Genellikle NaCl' nin sebep olduğu Na birikimi toleranslı çeşitlere göre hassas çeşitlerde daha fazla olmuştur. Ca/Na ve K/Na oranları toleranslı çeşitlerde daha fazla bulunmuştur. Tüm çeşitlerin MDA içerikleri NaCl uygulaması ile artmıştır. Fakat çeşitlerin tuza toleransı ile MDA içerikleri arasında net bir ilişki belirlenememiştir.



Keser ve ark. (2009), fotoperyodik indüksiyon altında ve karanlık şartlarda tuza orta derecede tolerant ve hassas olarak tanımlanan iki farklı kültür bitkisinin (*Lycopersicon esculentum* Mill. ve *Raphanus sativus* L.) çimlenme ve ilk fide büyüme evrelerindeki bazı fizyolojik ve makromorfolojik parametreler üzerine Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> tipi tuz stresi etkilerini incelemeyi amaçlayan çalışmada, fotoperyot şartlarında *L. esculentum* Mill. cv. H-2274'de 2000 ppm Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> konsantrasyonundan itibaren fidelerin hipokotil boyu ortalama uzunluklarında düşüşler gözlenirken, *R. sativus* L. cv. 8TR-17-8TR-18 hipokotillerinde en fazla gelişme kontrol grupta sağlanmıştır. Fotoperyot şartlarında *L. esculentum* Mill. cv. H-2274 fideciklerinin kök boyu ortalama uzunluklarında 500 ppm, *R. sativus* L. cv. 8TR-17 fidelerinin kök boyu ortalama uzunluklarında 200 ppm Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> konsantrasyonlarından itibaren düşüşler saptanırken, *R. sativus* L. cv. 8TR-18'de en yüksek kök boyu ortalama uzunluklarına kontrol grupta ulaşılmıştır. Fotoperyot ve karanlık uygulamalarında *R. sativus* L. cv. 8TR-17 ve 8TR-18'de, karanlık uygulamalarında *L. esculentum* Mill. cv. H-2274'de 2000 ve 5000 ppm Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> konsantrasyonlarında fideciklerde lateral kök gelişimleri olmamıştır.

Topaloğlu (2010), tarafından kontrollü koşullar altında *Capsicum annuum* L. çeşitlerinin (Meksika, Yediveren, 6089 ve 13), farklı konsantrasyonlarda (50, 100, 150 ve 200 mM) NaCl tuzluluğunun etkileri ve tuz stresinde chili biberlerinin kapsaisinoid değişimleri ile peroksidaz arasındaki ilişki çalışılmıştır. Tuz stresi oransal su içeriğini (RWC), klorofil ve karotenoidleri, bitki ağırlığı ve meyve miktarını azaltırken, aynı zamanda prolin, glisin betain (GB) çözüner karbonhidrat, total aminoasit ve antioksidant enzim peroksidaz (POD) aktivitelerini artırmıştır. Araştırılan varyeteler içerisinde kapsaisin miktarı en çok Yediveren meyvelerinde saptanırken, bunu Meksika, 6089 ve sonra 13 çeşitleri izlemiştir. Peroksidaz aktivitesi, kapsaisin miktarları yarılancığında artmaya başlamıştır. Kapsaisin artışı, peroksidaz aktivitesinin yarılanması veya düşmesiyle paralellik göstermiştir. Yüksek peroksidaz aktivitesi kapsaisin içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Sonuç olarak, kapsaisin miktarı ile peroksidaz aktivitesi arasında ters bir ilişki olduğunu tespit etmiştir.

Yılmaz ve ark. (2011)'na göre, tuzluluk, kurak ve yarı kurak alanları tehdit eden en önemli problemler arasındadır. Tarımsal alanlarda tuzluluğun artması, toprağın yapısını bozmakta, bitkilerin ürün kalitesi ve verimliliğini önemli ölçüde sınırlandırmaktadır. Tuz stresi, bitkilerde çeşitli gelişim süreçlerinin yanında morfolojik,

hücresel, fizyolojik ve moleküler seviyede pek çok aksaklıklara neden olmaktadır. Bitkiler, tuz stresine yanıt olarak çeşitli tolerans stratejileri geliştirmektedir. Tuz stresine yanıt çerçevesinde, metabolizma yan ürünü olarak oluşan reaktif oksijen türlerini yok eden çeşitli enzimatik olmayan antioksidanlar ile antioksidan enzimlerin aktivitelerinin artırılması, bitki büyüme düzenleyicilerinin ve ozmolit sentezinin teşvik edilmesi, fotosentetik yolun değiştirilmesi, gen ifadesi ve SOS yolu ile iyon alımının düzenlenmesi, stresle ilgili genlerin aktive edilerek transkripsiyon faktörlerinin sentezlenmesi ve stres proteinlerinin üretimini teşvik edilmesi önemli tolerans stratejileridir.

Tuz stresi altında farklı iki domates (*Lycopersicon esculentum*) genotipi kullanıldığı bir çalışmada, tuz stresi uygulaması için 200 mM NaCl ve silisyum için 1mM K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> kullanılmıştır. Tuz uygulamalarına 50 mM NaCl ile başlanmış, kademeli olarak tuz konsantrasyonu her gün 50 mM artırılarak 4 günde son doz olan 200 mM'a ulaşılmıştır. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen bitkilerde; yeşil aksam kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, yaprak sayısı gibi bitki büyüme ve gelişmesiyle ilgili parametreler, aynı zamanda bazı fizyolojik parametreler; yaprak oransal su içeriği, yeşil aksamda ve kökte sodyum (Na) ve klor (Cl) konsantrasyonları belirlenmiştir. Si'un tuz stresini azaltıcı etkileri; yeşil aksam ve kök ağırlıklarında, yaprak oransal su içeriğinde ve özellikle de kökte Na ve Cl iyonlarının daha az lokalize edilmesinde çok net olarak görülmüştür (Avcu ve ark., 2012).

Yaşar ve ark., (2012) ile Kabay ve ark., (2017)'nin yaptıkları çalışmalarda, değişik sebze türlerinde ve bunlara ait çok sayıdaki genotipte SOD, CAT ve APX enzim aktivitelerini stres koşullarında daha yüksek sentezleyebilen genotipler, yine stres koşullarında daha az sentezleyebilen genotiplere oranla stres koşullarına daha dirençli oldukları ortaya çıkmıştır.

Bayat ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada tuza tolerans seviyeleri önceden belirlenmiş, biri orta düzeyde tolerant (*C. moschata* Poir.), diğeri duyarlı (*C. pepo* L.) olan iki yerel kabak çeşidine yapılan dışsal prolin uygulamalarının, bitkilerdeki antioksidatif enzimlerin seviyesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Kabak tohumları vermikulit ortamında çimlendirilmiş ve hidroponik kültüre aktarılmıştır. Bir hafta sonra bitkiler 'Kontrol', '100 mM tuz (NaCl)', '100 mM tuz (NaCl) + 5 mM prolin' ve '100 mM tuz (NaCl) + 10 mM prolin' olmak üzere 4 farklı uygulamaya tabi tutulmuştur. Stresin 10. gününde sürgünün ucundan geriye doğru 2-4 yapraklardan hazırlanan örnekler,

süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) ve glutayon redüktaz (GR) enzim aktiviteleri bakımından değerlendirilmiştir. Genel olarak prolin uygulamalarının, kabak yapraklarının enzim aktivitelerinde kontrole göre artışa neden olduğu, bu etkinin tuza toleransı yüksek olan genotipde daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak dışsal prolin uygulamalarının kabak bitkisinde tuza karşı toleransın artırılmasında olumlu etki yaptığı, bu etkiyi antioksidatif enzim sistemini harekete geçirerek pekiştirdiği izlenimi edinilmiştir.

Manai ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada tuz stresi altındaki domates bitkisini (*Solanum lycopersicum*) nitrik oksit ile muamele etmişlerdir. Nitrik oksit uygulaması sonucu antioksidan enzim (SOD, APX, GR ve POX) aktivitelerinde artışlar gözlemlenmiştir. Nitrik oksit uygulanan bitkilerde prolin içeriklerinin fazla olduğu ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeriklerinin daha az olduğu gözlemlenmiştir.

Bora (2015) yaptığı çalışmada tuz uygulamalarının belirli oranlarla artırılmasıyla Jalapeno biber çeşidinin; yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, yaprak kalınlığı, yaprak alanı, bitki boyu, kök derinliği, meyve boyu, meyve çapı, meyve ağırlığı, klorofil tayini, yaprak oransal su içeriği ile yapraklardaki makro ve mikro besin elementleri miktarlarında (N, P, Ca, K, Zn, Cu, Fe, Mg, Mn) azalmaların meydana geldiği, yani tuz oranı arttıkça bu maddelerin miktarlarının düştüğü tespit edilmiştir. Yaprak hücrelerinde membran zararlanmaları, yaprak sıcaklığı ve makro mikro besin elementlerinden Na ve Cl, 100 mM tuz uygulamalarında en yüksek seviyede olduğu tuzluluk azaltıldığında miktarlarının azaldığı görülmüştür.

Biber de, glisinbetainin (GB) (0, 1, 5 ve 25mM) ekim öncesi tohum uygulamasının erken gelişim safhasında biberin (*Capsicum annuum L.*) tuz stresine dayanımının teşvik edilmesi amacı ile yaptıkları çalışmalarında, fideleri dört gerçek yapraklı döneme geldikleri zaman tuz (150 mM NaCl) stresine maruz bırakmışlardır. GB uygulanmış tohumların klorofil içeriği, membran stabilitesi, nispi nem içeriği vb. gibi parametrelerinin GB uygulanmamış tohumlara göre önemli derecede arttığı belirlenmiştir. Tuza dayanım bakımından 5 mM GB uygulamasının en yüksek değeri gösterdiğini ve tuz stresinin zararlı etkilerinden biber fidelerinin korunmasında GB uygulamasının etkili olduğu tespit edilmiştir (Korkmaz ve ark., 2016).

Şevgin Zirek (2017) farklı dozlarda uyguladığı Mg'un tuz stresi altındaki biber bitkisinde bazı antioksidan enzimlerin aktivitesinde belirgin değişmelere yol açtığı

belirtmiştir. Tuz stresi altındaki biber bitkilerine magnezyumun artan dozlarının bitkileri tuz stresinin olumsuz etkilerinden kısmen de olsa koruyacağı sonucuna varmıştır.

Öztaş (2018) tuz stresine karşı farklı dozlarda uygulanan potasyumun etkilerini araştırdıkları çalışmada, potasyumun uygun dozlarının tuz stresi altında bile olsa hücrede iyon dengesini sağlayarak bitkiyi tuzun toksik etkisinden koruyabildiğini belirtmiştir. Ayrıca K dozu arttıkça Cl alımında azalmaların olduğunu tespit etmiştir.



### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Bitki materyali

Biber (*Capsicum annum* L.) bitkisinde tuz stresi altında meydana gelen zararlanmaların ve geri kazanım süresinde meydana gelen iyileşmelerin belirlenerek, çeşitler ve dönemler arasındaki farklılıkların morfolojik ve fizyolojik parametreler yardımıyla ortaya konulması amaçlayan bu tez çalışması, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji laboratuvarında yürütülmüştür. Deneme normal atmosferin sağlandığı split klimalı iklim odasında yapılmıştır. Çalışmada Çarliston ve Acı çiçek biber çeşitleri kullanılmıştır.



Şekil 3. 1. Çalışmada kullanılan tohumların ekimi ve çimlenen fidelerin görünümü.



Şekil 3. 2.Su kültürüne alınmış fideler.



Şekil 3. 3.Bitkilerin su kültüründeki 12. günleri.

### 3.2 Yöntem

Deneme, normal atmosferin sağlandığı split klimalı iklim odasında ve su kültüründe yapılmıştır.

Bu amaçla, biber tohumları, pomza ve torf doldurulmuş 40x25x5 cm boyutlarındaki plastik çimlendirme kaplarına 100'er adet tohum ekilip sonra çeşme suyu ile sulanmıştır. Çimlendirme kaplarının alt yüzeyi 0.5 cm çapında toplam 9 adet deliğe

sahip olup, sulama suyunun drene edilmesi sağlanmıştır. Fide yetiştirme ortamı iyice ıslandıktan ve sulama suyunun fazlası süzöldükten sonra çimlendirme kapları,  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklık %70 neme sahip iklim odasına yerleştirilerek, üzerleri nemli gazete kâğıdıyla örtülüp kaplar ortam kurumayacak şekilde azar azar çeşme suyu ile sulanmaya devam edilmiştir. Çimlendirme kapları düzenli olarak kontrol edilmiş çıkış gerçekleştiğinde bu örtüler kaldırılmıştır. Kotiledon yaprakları yatay duruma gelen ve ilk gerçek yaprakları görülmeye başlayan fidelerde sulama Hoagland besin çözeltisiyle (Hoagland ve Arnon, 1938) yapılmaya başlanmıştır. Bu ortamda 2 gerçek yaprakları oluşan fideler, içinde besin çözeltisi doldurulmuş 25x25x18 cm boyutlarındaki plastik küvetler üzerine her fide için delikler açılmış plastik tablalara biber fideleri küçük sünger parçaları ile sarılmak suretiyle yerleştirilerek su kültürüne alınmıştır. Bitki kökleri besin çözeltisinde olacak şekilde tablalar küvetlerin üzerine konulmuştur. Havalandırma işlemi, akvaryum pompasına bağlı bulunan ince plastik hortumların besin çözeltisi içerisine daldırılması yoluyla yapılmıştır.

Fideler iki hafta süreyle su kültüründe büyütülerek, 4-5 gerçek yaprağa sahip iken fidelere tuz uygulamalarına başlanmıştır. Tuz uygulanmadan önce bitki örnekleri alınarak, tuz uygulanacak fideler için besin çözeltisine 50 mM tuz konsantrasyonunu sağlayacak NaCl ilave edilmiştir. Her hafta yinelenen çözeltilerin tazelenmesi aşamasında, tuz uygulamalarının aynı konsantrasyonda devamı sağlanmıştır. Örnek alma işlemi tuz uygulamasının 10. ve 20. gününde yapılmış, daha sonra tuz uygulaması kesilip, bitkiler Hogland besin çözeltisinde yetiştirilmeye devam edilmiştir. Böylece bitkiler geri kazanım sürecine alınmıştır. Geri kazanım sürecinde ise örnek alma işlemi 10. ve 20. gününde olmak üzere iki defada yapılmıştır. Bitkilerin, temel bazı büyüme parametrelerinden yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı (g), kök ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), gövde ağırlığı (g), bitki boyu (cm), ilk çiçeklenme, renk ölçümü, bazı biyokimyasal analizler (klorofil, MDA (Malondialdehit), Na, K, Ca, Cl, Fe, Zn, Cu, Mn ve Mg içerikleri, antioksidan enzim analizleri) yapılmıştır.

### **3.2.1. Temel bazı büyüme parametrelerinin belirlenmesi**

Kök ağırlığı, yaprak ağırlığı, gövde ağırlığının belirlenmesi üç tekerrürlü olarak 1/10.000 lik hassas dijital terazi ile tartılmıştır. Kök uzunluğu, bitki boyu cetvel ile cm olarak ölçülmüştür. Yaprak sayısı adet olarak belirtilmiştir. İlk çiçeklenmede ise biber

çeşitleri arasında en erken çiçek açan çeşidin stres uygulamasının kaçınıcı gününde olduğu belirtilmiştir.



Şekil 3. 4. Bitkilerin temel bazı büyüme parametrelerinin ölçülmesi.

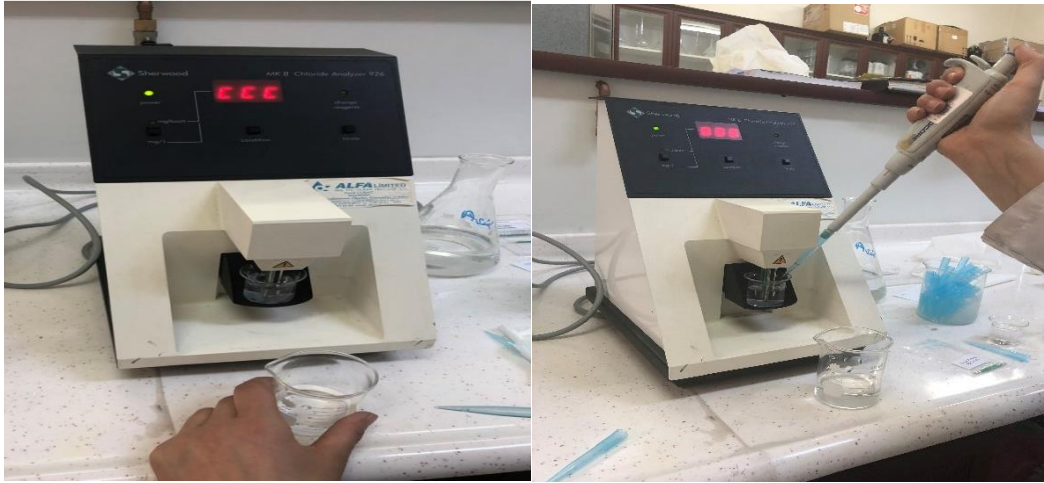
### 3.2.2. Mineral element analizleri

Bitkilerin kök, gövde ve yaprak kısımlarından alınan bitki örnekleri  $-84^{\circ}\text{C}$ 'deki derin dondurucuda saklanmıştır. İyon analizleri için derin dondurucuda saklanan her bir kök, gövde ve yaprak örneğinden 200 mg tartılarak, üzerine 10 ml 0.1 N  $\text{HNO}_3$  (Nitrik asit) ilave edilerek bir hafta süreyle kapaklı plastik kutularda oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilmiş örnekler, bu sürenin sonunda çalkalayıcıda 24 saat süreyle çalkalanmıştır. Na, K, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn ve Mg içerikleri ise, Kacar (1994)'e göre Atomik Absorbsiyon cihazında okunmuştur. Cl<sup>-</sup> iyonu ise gümüş iyonları ile kolorimetrik amperometrik titrasyon yoluyla analiz yapan otomatik bir kloridometre (Buchler – Cotlove chloridometer) yardımıyla ölçülmüştür. Bu ölçümler sonunda, yaş yaprak örneğindeki iyon miktarı  $\mu\text{g}/\text{mg}$  taze ağırlık olarak belirlenmiştir (Taleisnik ve ark., 1997).





Şekil 3.5. İyon analizi için süzüklerin hazırlanması.



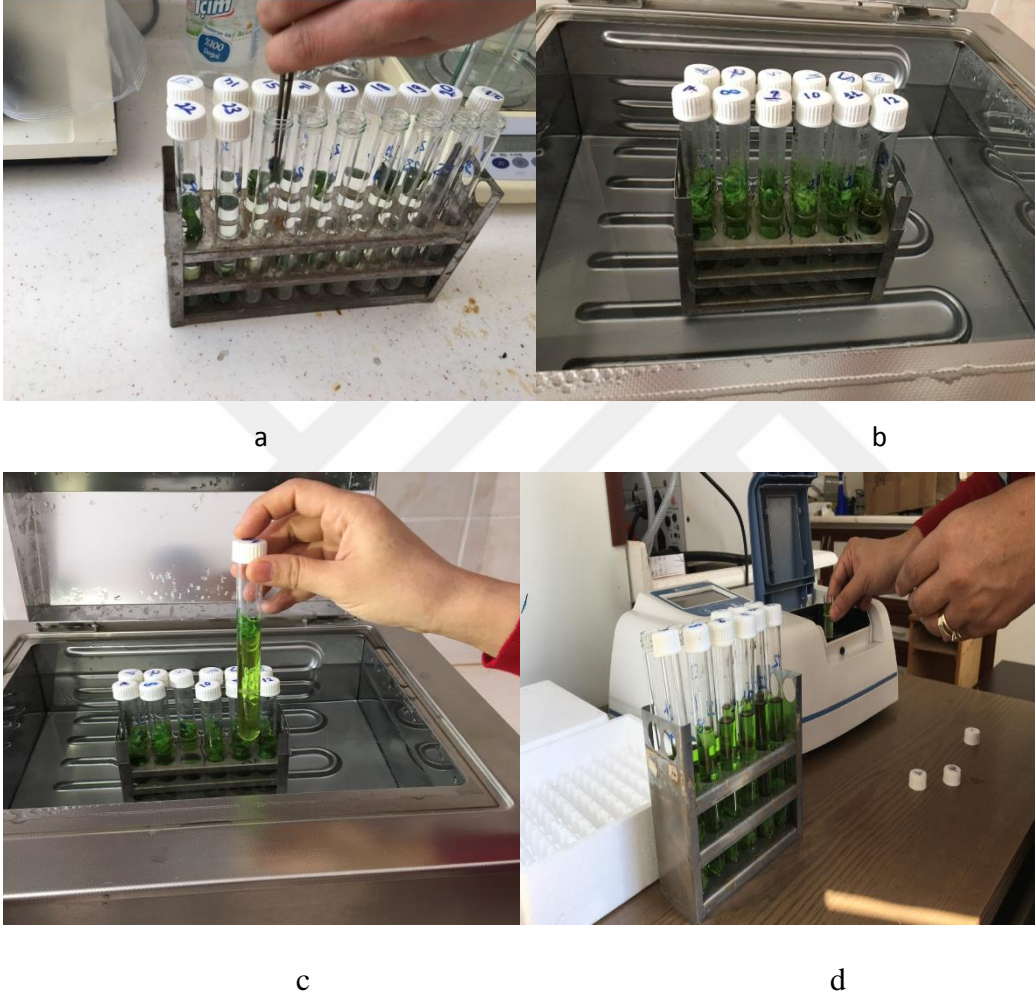
Şekil 3.6. Klor analizinin yapılması.

### 3.2.3. Klorofil analizi

Bitkilerin uç kısımlarından geriye doğru ilk üç yaprak alınarak, bu örnekler analiz yapılmaya kadar  $-84^{\circ}\text{C}$ 'deki derin dondurucuda saklanmıştır.  $-84^{\circ}\text{C}$ ' de donmuş olan

yaprak örneklerinden 200 mg alınarak, %80'lik etanol içerisine, yaş yaprak örneğindeki toplam klorofil miktarı aşağıdaki formül kullanılarak  $\mu\text{g}/\text{mg}$  taze konularak  $80^{\circ}\text{C}$ 'deki su banyosunda 20 dakika süreyle bekletildikten sonra  $654\text{ nm}$ 'de absorbans değerleri spektrofotometrik olarak okunmuştur (Luna ve ark., 2000).

Toplam klorofil=Absorbans değerleri x  $1000/39.8$  x örnek miktarı.



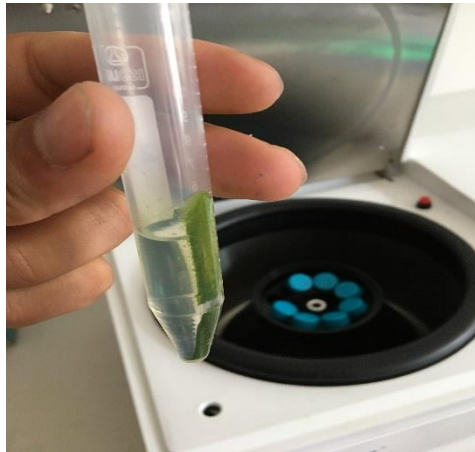
Şekil 3.7. Klorofil analizinin yapılması (a:Örneklerin %80'lik etanol içerisine alınması, b,c: Sıcak su banyosunda bekletme, d: Spektrofotometrede okumanın yapılması).

### 3.2.4. Lipid peroksidasyonu

Hücre zarlarının hasar görmesi olarak adlandırılabilir lipid peroksidasyonunun bir ürünü olan malonedialdehit (MDA) miktarının belirlenmesi için Lutts ve ark. (1996), tarafından bildirilen yöntem izlenmiştir. Bu yöntemde göre; bir önceki bölümde klorofil analizi için bitki örneği alınması ve derin dondurucuda saklanmasına kadar yapılan tüm işlemler aynen kullanılarak hazırlanmış yaprak örneklerinden, 200 mg tartılarak alınmıştır. Bunun üzerine 5 ml % 0.1'lik trikloroasetik asit (TCA) ilave edilip, bu karışım 12500 rpm devir hızında 20 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. 5 ml.lik ekstraktan 3 ml süpernatant alınıp; bunun üzerine içinde %20 tiobarbitirik asit (TBA) bulunan 3 ml %0.1'lik TCA ilave edilmiştir. Karışım 95°C'deki sıcak su banyosunda 30 dakika bekletilip, bunun ardından spektrofotometrede A532 ve A600 nm'de absorpsiyon değerleri okunmuştur.



a



b



c

Şekil 3.8. MDA analizinin yapılması (a:alınan yaprak örneklerinin havanda ezilmesi, b, c: santrifüjleme yapılması ve pipetle süpernatanın alınması).

### 3.2.5. Spektrofotometrik enzim aktiviteleri

Tuz stresi altındaki bitkilerde meydana gelebilecek enzim aktivitelerindeki değişimi incelemek için yaklaşık 1 g taze yaprak örneği sıvı azot içerisinde porselen havanlarda ezildikten sonra, içinde 0.1 mM Na-EDTA bulunan 50 mM, 10 ml' lik fosfat tampon çözeltisi (pH:7.6) ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler 15 dk süresince 15000 g'da santrifüj edildikten sonra elde edilen santrifüjantlar enzim analizlerinde kullanılmıştır. Enzim aktivitelerinin belirleneceği örnekler, ölçüm yapıncaya kadar +4°C sıcaklıkta tutulması amacıyla kar içinde tutulmuştur. Ölçümler spektrofotometrede gerçekleştirilmiştir. Superoksit dismutaz (SOD) aktivitesi, NBT'nin (nitro blue tetrazolium kloridin) ışık altında  $O_2^-$  tarafından indirgenmesi yöntemine göre, askorbat peroksidaz (APX) aktivitesi, 290 nm'de ( $E=2.8 \text{ mM cm}^{-1}$ ) askorbatın oksidasyonu, katalaz aktivitesi (CAT),  $H_2O_2$ 'nin 240 nm'de ( $E=39.4 \text{ mM cm}^{-1}$ ) parçalanma oranı esas alınarak yapılmıştır (Çakmak ve Marschner,1992; Çakmak,1994).



Şekil 3.9. Spektrofotometrik Enzim Aktiviteleri analizlerinin yapılması (a: örneğin sıvı azotta öğütülmesi, b: örneğin süzülme ve kar içinde bekletilmesi, c: süzölmüş örneklerin santrifüj edilmesi, d: spektrofotometrede okumanın yapılması ).



c

d

Şekil 3.9. Spektrofotometrik Enzim Aktiviteleri analizlerinin yapılması (a: örneğin sıvı azotta öğütülmesi, b: örneğin süzülme ve kar içinde bekletilmesi, c: süzölmüş örneklerin santrifüj edilmesi, d: spektrofotometrede okumanın yapılması) (devamı).

### 3.2.6. Yaprak Renk Ölçümü

Bitkilerin dış yapraklarının üst yüzeyindeki farklı noktalardan, yaprak renginde meydana gelen değişimler Minolta CR-400 (Minolta Camera Co, LTD Ramsey, NJ) marka renk ölçer kromametre ile tespit edilmiştir, (Batu ve ark. 1997). L\* değeri; rengin parlaklığında meydana gelen değişimleri, a\* değeri; yeşilden kırmızıya, b\* değeri ise; maviden sarıya renk değişimini göstermektedir. b\*'nin negative değerleri mavi rengi, pozitif değerleri sarı rengi; a\*'nın pozitif değerleri kırmızı rengi, negative değerleri ise yeşil rengi göstermektedir. Rengin temel bileşenlerini belirleyen hue değeri ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Zorlugenç ve Fenercioğlu, 2012).

$$\text{Hue} = H = \arctan ( b/a )$$

### 3.2.7. Değerlendirmelerin yapılması

Deneme tam şansa bağlı tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 15 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Çalışmanın sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmesi için Statgraphics istatistik analiz paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiksel olarak önemli bulunan deneme konuları % 5 önem seviyesinde Duncan testi ile gruplandırılmıştır.



## 4.BULGULAR

### 4.1. Bitki Gelişimiyle İlgili parametreleri

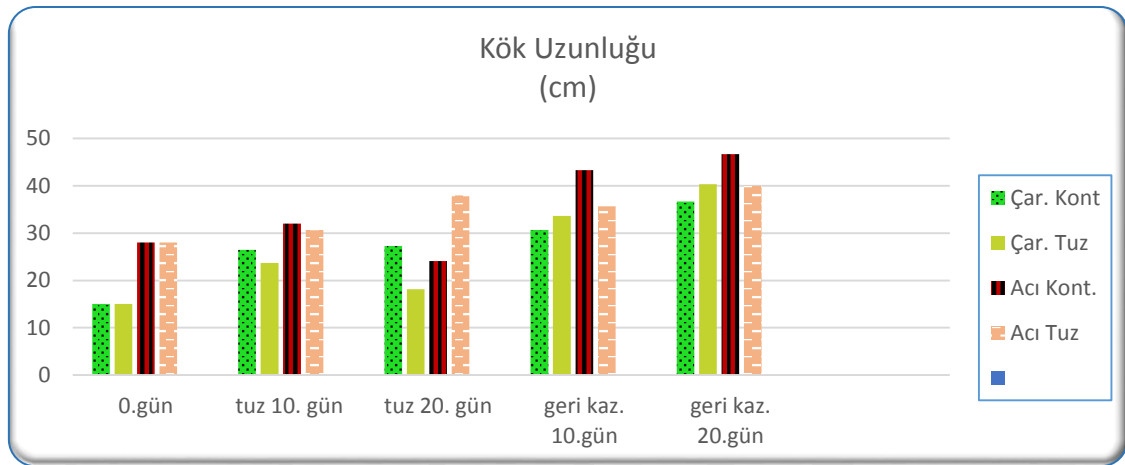
#### 4.1.1. Kök Uzunluğu

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitki örneklerinin kök uzunluklarındaki değişimler Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen kök uzunlukları (cm)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	15.0±1.0 D	15.0±1.0 D	-	28.0±3.0 C	28.0±3.0 C	-
	10. GÜN	26.5±2.5 C a	23.67±3.2 C a	0.294	32.0±1.0 B a	30.67±3.1 C a	0.512
UYGULAMA DÖNEMİ	20. GÜN	27.3±2.2 C a	18.17±0.3 D b	0.002	24.1±3.0 C b	38.0±1.0 AB a	0.001
	10. GÜN	30.67±0.58 B a	33.67±1.5 B b	0.033	43.33±1.5 A a	35.67±1.5 B b	0.003
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	36.67±1.53 A a	40.33±4.2 A a	0.225	46.67±1.5 A a	40.0±2.0 A b	0.010
	P DEĞERİ	0,0000	0.0000	-	0.0000	0.0003	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.1. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait kök uzunluğu.

Tuz uygulaması dönemi ile geri kazanım dönemlerinde, periyodik olarak alınan çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin kök uzunluklarında gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerde tuz uygulaması dönemi 20. gününde kök uzunluklarında önemli ölçüde azalışın olduğu, geri kazanım sürecinde ise bitkilerin kök uzunluklarında artışların olduğu tespit edilmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin kök uzunluklarının tuz uygulama döneminde azalmadığı, geri kazanım sürecinin 20. gününde ise önemli ölçüde arttığı dikkati çekmektedir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulamasının 10. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin kök uzunluklarında farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Fakat 20. gün sonunda kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkiler arasında kök uzunlukları bakımından farklılıkların önemli olduğu dikkati çekmektedir. Kontrol bitkilerinde 27.3 cm olan kök uzunluğu, tuz uygulanan bitkilerde 18,17 cm olarak belirlenmiştir. Aynı biber çeşidinin geri kazanım süreci 10. gününde, kök uzunluklarında istatistiksel anlamda farklılıkların olduğu, geri kazanımın 20. gününde ise kök uzunluklarında önemli farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Acı biber çeşidinde ise tuz uygulama döneminin 10. gününde kontrol bitkileri ve tuz uygulanan bitkilerde kök uzunlukları bakımından önemli istatistiksel farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Fakat tuz uygulama döneminin 20. günü sonunda kontrol ile tuz uygulaması arasında kök uzunlukları bakımından istatistiksel farklılıklar önemli bulunmuştur. Kontrol bitkilerinde 24.1 cm olan kök uzunluğu, tuz uygulanan bitkilerde 38,0 cm olarak belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinin 10. ve 20. gününde kök uzunluğu bakımından istatistiksel olarak farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir. Kontrol bitkilerinde kök uzunluğu 46.67 cm iken tuz uygulanan bitkilerde ise bu değer 40.0 cm' ye düşmüştür.

#### **4.1.2. Kök Ağırlığı**

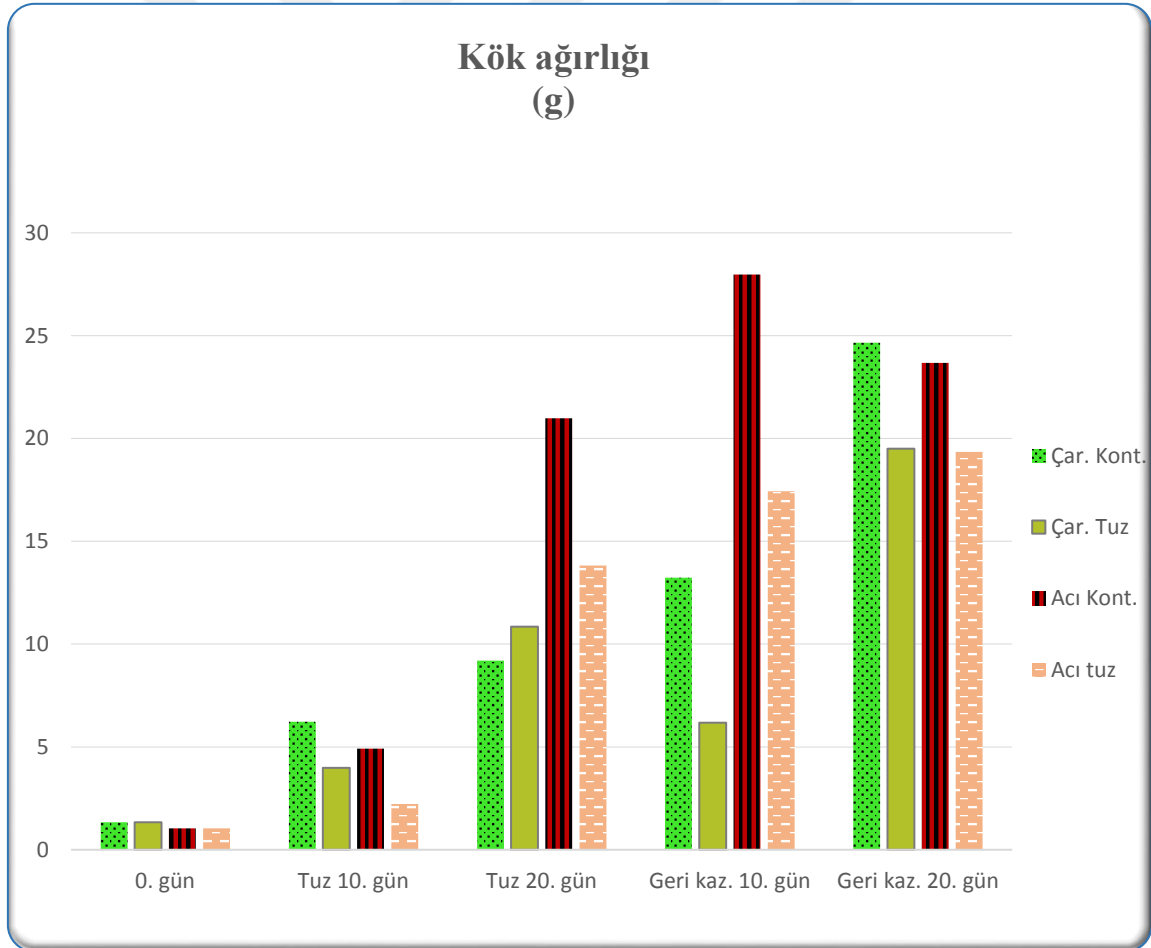
Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitki örneklerinin kök ağırlıklarındaki değişimler Çizelge 4.2. 'de verilmiştir.



Çizelge 4.2. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen kök ağırlıkları (g)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	1.33±0.12 E	1.33±0.12 D	-	1.04±0.29 E	1.04±0.29 E	-
	10. GÜN	6.23±1.85 D a	3.99±0.3 C a	0.1065	4.92±0.52 D a	2.23±0.03 D b	0.0009
UYGULAMA DÖNEMİ	20. GÜN	9.20±0.15 C a	10.85±2.65 B a	0.3414	20.99±1.22 C a	13.82±0.11 C b	0.0005
	GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	13.23±0.55 B a	6.18±0.73 C a	0.0002	27.97±0.85 A a	17.44±1.37 B a
	20. GÜN	24.66±0.95 A a	19.5±0.36 A b	0.0009	23.68±1.84 B a	19.35±0.29 A b	0.0158
	P DEĞERİ	0,000	0.000	-	0.000	0.000	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.2. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait kök ağırlığı.

Çizelge 4.2. 'de dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitki örneklerinin kök ağırlıklarındaki değişimler verilmiştir. Tuz uygulaması dönemi ile geri kazanım dönemlerinde, periyodik olarak alınan çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin kök ağırlıklarında gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin kontrol bitkilerinde dönemler boyunca bitkilerin kök ağırlıklarında artışların olduğu tespit edilmiştir. Aynı biber çeşidinin uygulama döneminde tuz uygulanan bitkilerin kök ağırlıklarının önemli oranda arttığı fakat geri kazanım dönemi 10. gününde kök ağırlıklarında önemli ölçüde azalışın olduğu, geri kazanım sürecinin 20. gününde ise bitkilerin kök ağırlıklarında artışların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Acı çiçek biber çeşidinde ise tuz uygulanan bitkilerin kök ağırlıklarının gerek tuz uygulama döneminde ve gerekse geri kazanım döneminde önemli ölçüde arttığı dikkati çekmektedir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidinde tuz uygulamasının 10. ve 20. günlerinde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin kök ağırlıklarında ki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Tuz uygulamasının 20. gününde kontrol bitkilerinde 9.20 g olan kök ağırlığı, tuz uygulanan bitkilerde 10.85 g olarak belirlenmiştir. Aynı biber çeşidi geri kazanım sürecinin 10. günün de ise, kök ağırlıklarında istatistiksel anlamda farklılıkların olmadığı, geri kazanımın 20. gününde ise kök ağırlıklarında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Acı biber çeşidinde ise tuz uygulama döneminin 10. ve 20. gününde kontrol ve tuz uygulaması yapılan bitkilerin kök ağırlıkları bakımından önemli istatistiksel farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Uygulama dönemi 20. Gününde kontrol bitkilerinde 20.99 g olan kök ağırlığı, tuz uygulanan bitkilerde 13.82 g olarak belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinin 10. gününde istatistiksel farklılık önemsiz bulunurken geri kazanımın 20. gününde ise bu farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir. Geri kazanım döneminin 20. gününde kontrol bitkilerinde kök ağırlığı 23.68 g iken tuz uygulanan bitkilerde kök ağırlığı 19.35 g değerine düşmüştür.

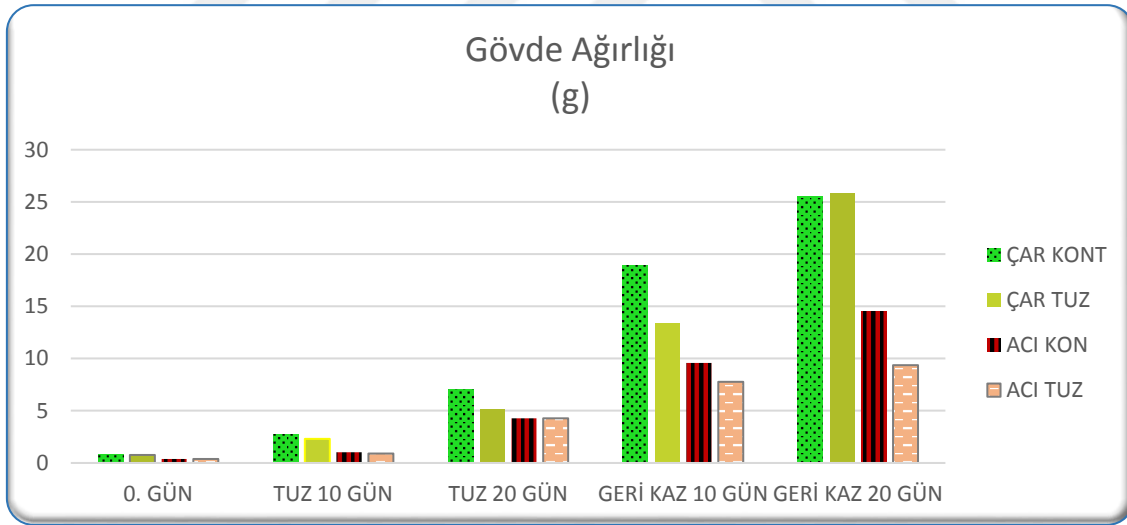
#### **4.1.3. Gövde Ağırlığı**

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitki örneklerinin gövde ağırlıklarındaki değişimler Çizelge 4.3. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen gövde ağırlıkları (g)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON KONTROL	NaCl	P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK KONTROL	NaCl	P DEĞERİ
UYGULAM A ÖNCESİ	0.GÜN	0.767±0.00	0.767±0.00	-	0.39±0.09	0.39±0.0	-
		2 E	2 E		D	9 D	
UYGULAM A DÖNEMİ	10. GÜN	2.75±0.75	2.31±0.23	0.3869	1.02±0.19	0.89±0.1	0.3841
		D a	D a		D a	5 D a	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	7.04±0.15	5.17±0.24	0.0003	4.27±0.03	4.27±0.0	0.8416
		C a	C b		C a	1 C a	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	18.95±0.45	13.35±1.31	0.0021	9.58±0.19	7.77±0.3	0.0013
		B a	B b		B a	5 B b	
P DEĞERİ	20. GÜN	25.55±1.35	25.85±1.22	0.7916	14.53±0.81	9.36±1.5	0.0070
		A a	A a		A a	6 A b	
P DEĞERİ		0,0000	0.0000	-	0.0000	0.0000	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.3. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait gövde ağırlığı.

Tuz uygulaması dönemi ile geri kazanım dönemlerinde, periyodik olarak alınan çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gövde ağırlıklarında gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin kontrol bitkilerinde dönemler boyunca bitkilerin gövde ağırlıklarında artışların olduğu tespit edilmiştir. Çarliston biber çeşidinin

tuz uygulanan bitkilerinde geri kazanım dönemi 10. ve 20. gününde bitkilerin gövde ağırlıklarında artışların olduğu belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidinde tuz uygulanan bitkilerin gövde ağırlıklarının gerek tuz uygulama döneminde ve gerekse geri kazanım döneminde önemli ölçüde arttığı dikkati çekmektedir. Charleston biber çeşidinde uygulamalar karşılaştırıldığında, tuz uygulamasının 10. ve 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövde ağırlıklarında farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Kontrol bitkilerinde 7.04 g olan gövde ağırlığı, tuz uygulanan bitkilerde 5.17 cm olarak belirlenmiştir. Aynı biber çeşidi geri kazanım sürecinin 10. ve 20. gününde ise gövde ağırlıklarındaki önemli farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Acı biber çeşidinde ise tuz uygulama döneminin 10. ve 20. gün sonunda kontrol ile tuz uygulaması arasında gövde ağırlıkları bakımından istatistiksel farklılıklar önemli bulunmamıştır. Kontrol bitkilerinde 4.27 g olan gövde ağırlığı, tuz uygulanan bitkilerde de 4.27 g olarak belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinin 10. ve 20. günün de ise gövde ağırlıkları bakımından önemli istatistiksel farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Kontrol bitkilerinde gövde ağırlığı 14.53 g iken tuz uygulanan bitkilerde 9.36 g değerine düşmüştür.

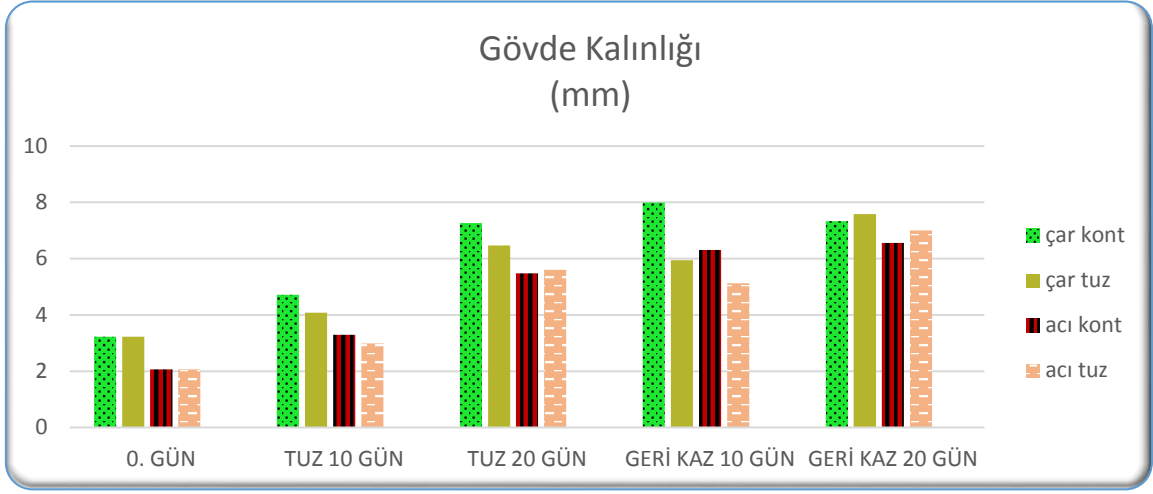
#### 4.1.4. Gövde Kalınlığı

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitki örneklerinin gövde kalınlıklarındaki değişimler Çizelge 4.4. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Charleston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen gövde kalınlıkları (mm)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	3.23±0.11	3.23±0.11	-	2.07±0.25	2.07±0.25	-
		C	E		D	D	
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	4.72±0.76	4.08±0.21	0.2347	3.29±0.39	2.99±0.44	0.4154
		B a	D a		C a	C a	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	7.27±0.03	6.47±0.3	0.101	5.48±0.01	5.6±0.23	0.4294
		A a	B b		B a	B a	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	7.99±0.19	5.95±0.07	0.0001	6.31±0.17	5.13±0.2	0.0014
		A a	C b		A a	B b	
P DEĞERİ	20. GÜN	7.33±0.58	7.58±0.19	0.5210	6.56±0.14	7.00±0.21	0.0383
		A a	A a		A b	A a	
P DEĞERİ		0,0000	0.0000		0.0000	0.0000	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.4. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait gövde kalınlığı.

Çizelge 4.4. 'de dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitki örneklerinin gövde kalınlıklarındaki değişimler verilmiştir. Tuz uygulaması dönemi ile geri kazanım dönemlerinde, periyodik olarak alınan çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gövde kalınlıklarında gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin kontrol bitkilerinde dönemler boyunca bitkilerin gövde kalınlıklarında artışların olduğu tespit edilmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde geri kazanım dönemi 10. ve 20. gününde gövde kalınlıklarında önemli ölçüde artışın olduğu tespit edilmiştir. Acı çiçek biber çeşidinde tuz uygulanan bitkilerin gövde kalınlığının gerek tuz uygulama döneminde ve gerekse geri kazanım döneminde önemli ölçüde arttığı dikkati çekmektedir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidinde tuz uygulamasının 10. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövde kalınlıklarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuş fakat 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövde kalınlıklarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Kontrol bitkilerinde 7.27 mm olan gövde kalınlığı, tuz uygulanan bitkilerde 6.47 mm olarak belirlenmiştir. Aynı biber çeşidi geri kazanım sürecinin 10. gününde ise, gövde kalınlıklarında istatistiksel anlamda farklılıkların olduğu, geri kazanımın 20. gününde ise gövde kalınlıklarında önemli farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Acı biber çeşidinde ise tuz uygulama döneminin 10. ve 20. gününde kontrol ve tuz uygulaması gövde kalınlıkları bakımından önemli istatistiki farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Kontrol

bitkilerinde 5.46 mm olan gövde kalınlığı, tuz uygulanan bitkilerde 5.6 mm olarak belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinin 10. ve 20. günün de ise gövde kalınlıkları bakımından önemli istatistiksel farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Kontrol bitkilerinde gövde kalınlığı 6.56 mm iken tuz uygulanan bitkilerde 7.00 mm olarak belirlenmiştir.

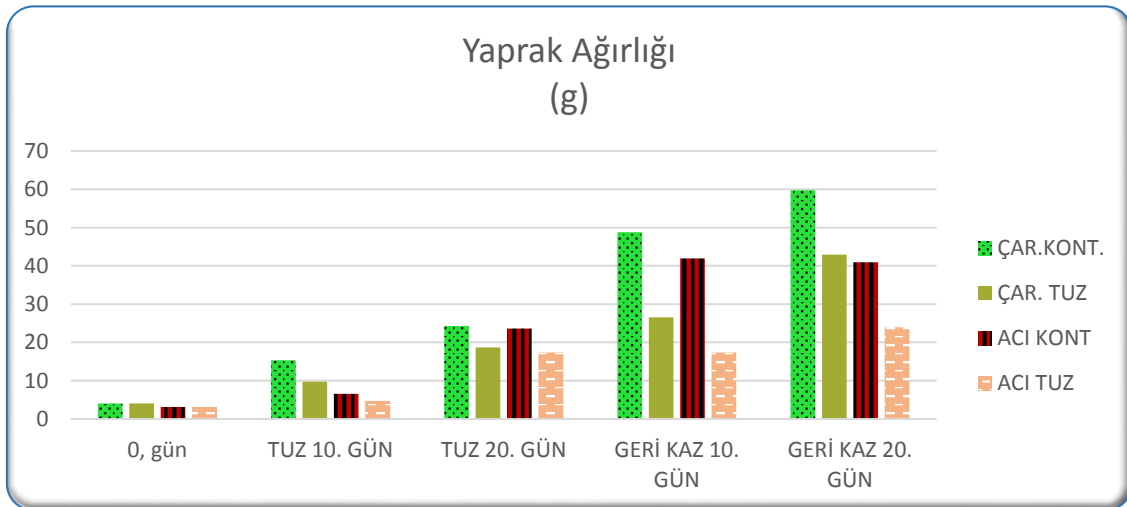
#### 4.1.5. Yaprak Ağırlığı

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitki örneklerinin yaprak ağırlıklarındaki değişimler Çizelge 4.5. 'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen yaprak ağırlıkları (g)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLISTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	4.09±0.02	4.09±0.02	-	3.18±0.07	3.18±0.07	-
		E	E		D	C	
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	15.37±3.76	9.80±0.96	0.0679	6.62±0.01	4.71±0.08	0.0000
		D a	D a		C a	C b	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	24.28±1.93	18.67±1.46	0.0159	23.62±1.62	17.35±0.54	0.0031
		C a	C b		B a	B b	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	48.78±0.44	26.52±0.70	0.0000	41.98±1.42	17.36±1.76	0.0000
		B a	B b		A a	B b	
P DEĞERİ	20. GÜN	59.77±0.89	42.94±4.94	0.0044	40.94±2.61	23.95±1.54	0.0006
		A a	A b		A a	A b	
P DEĞERİ		0.0000	0.0000	-	0.0000	0.0000	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.5. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait yaprak ağırlığı.

Çizelge 4.5. 'de dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitki örneklerinin yaprak ağırlıklarındaki değişimler verilmiştir. Tuz uygulaması dönemi ile geri kazanım dönemlerinde, periyodik olarak alınan çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin yaprak ağırlıklarının gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin kontrol bitkilerinde dönemler boyunca bitkilerin yaprak ağırlıklarında artışların olduğu tespit edilmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde geri kazanım dönemi 10. ve 20. gününde yaprak ağırlıklarının önemli ölçüde artışın olduğu belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidinde tuz uygulanan bitkilerin yaprak ağırlıklarında gerek tuz uygulama döneminde ve gerekse geri kazanım döneminde önemli ölçüde arttığı dikkati çekmektedir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidinde tuz uygulamasının 10. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yaprak ağırlıklarındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı bulunmuştur fakat 20. gününde bitkilerin yaprak ağırlıklarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Kontrol bitkilerinde 24.28 g olan gövde kalınlığı, tuz uygulanan bitkilerde 18.67 g olarak belirlenmiştir. Aynı biber çeşidi geri kazanım sürecinin 10. ve 20. gününde yaprak ağırlıklarında önemli farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Acı biber çeşidinde ise tuz uygulama döneminin 10. ve 20. gününde kontrol ve tuz uygulaması yaprak ağırlıkları bakımından önemli istatistiksel farklılıkların olduğu belirlenmiş. Kontrol bitkilerinde 23.62 g olan yaprak ağırlığı, tuz uygulanan bitkilerde 17.35 g olarak belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinin 10. ve 20. gününde yaprak ağırlığı bakımından önemli istatistiksel farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Kontrol bitkilerinde yaprak ağırlığı 40.94 g iken tuz uygulanan bitkilerde 23.95 g değerine düşmüştür.

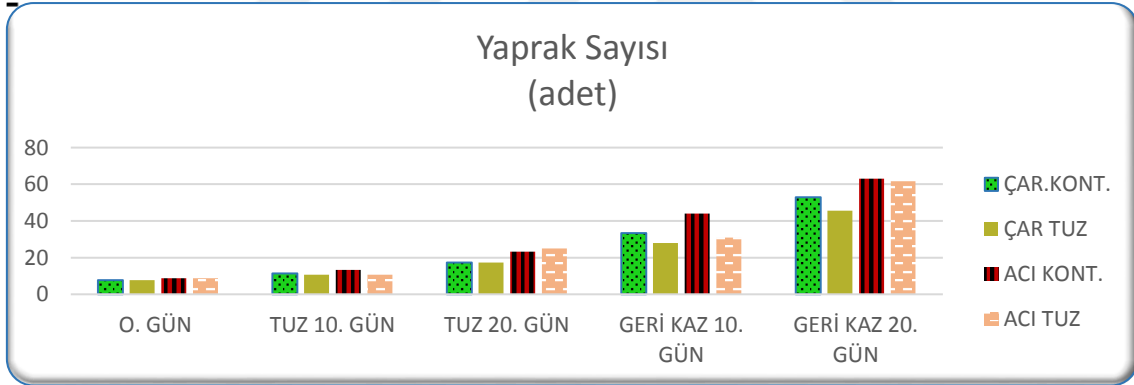
#### **4.1.6. Yaprak Sayısı**

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitki örneklerinin yaprak sayısındaki değişimler Çizelge 4.6. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen yaprak sayıları (adet)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	7.67±0.58	7.67±0.58	-	8.67±0.58	8.67±0.58	-
	10. GÜN	11.33±0.58	10.67±1.1	0.4216	13.33±0.58	10.67±1.5	0.0474
UYGULAMA DÖNEMİ	20. GÜN	17.33±0.58	17.33±0.5	1.0000	23.33±2.52	25.0±1.0	0.3465
	GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	33.33±1.53	28.0±2.0	0.0214	44.0±3.61	31.0±4.0
	20. GÜN	53.0±3.0	45.67±5.1	0.0994	63.0±3.0	61.67±1.5	0.5304
P DEĞERİ		0,0000	0.0000	-	0.0000	0.0000	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.6. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait yaprak sayısı.

Tuz uygulaması dönemi ile geri kazanım dönemlerinde, periyodik olarak alınan çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin yaprak sayısı gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin kontrol bitkilerinde dönemler boyunca bitkilerin yaprak sayısındaki artışların olduğu tespit edilmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde geri kazanım dönemi 10. ve 20. gününde bitkilerin yaprak sayısındaki artışın olduğu belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidinde de tuz uygulanan bitkilerin yaprak sayısında gerek tuz uygulama döneminde ve gerekse geri kazanım



döneminde önemli ölçüde arttığı dikkati çekmektedir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidinde tuz uygulamasının 10. ve 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yaprak sayısındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olmadığı bulunmuştur. Kontrol bitkilerinde 17.33 olan yaprak sayısı, tuz uygulanan bitkilerde de 17,33 olarak belirlenmiştir. Aynı biber çeşidi geri kazanım sürecinin 10. gününde yaprak sayısı bakımından istatistiki olarak önemli bulunmuştur fakat 20. gününde ise yaprak sayısında önemli farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Acı biber çeşidinde ise tuz uygulama döneminin 10. ve 20. gününde kontrol ve tuz uygulaması yaprak sayıları bakımından önemli istatistiksel farklılıkların olmadığı belirlenmiş. Kontrol bitkilerinde 23.33 olan yaprak sayısı, tuz uygulanan bitkilerde 25.00 olarak belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinin 10. gününde yaprak sayısı bakımından önemli farklılıkların olmadığı görülmüş fakat geri kazanımın 20. gününde ise bu farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Kontrol bitkilerinde yaprak sayısı 63.00 iken tuz uygulanan bitkilerde 61.67 değerine düşmüştür.

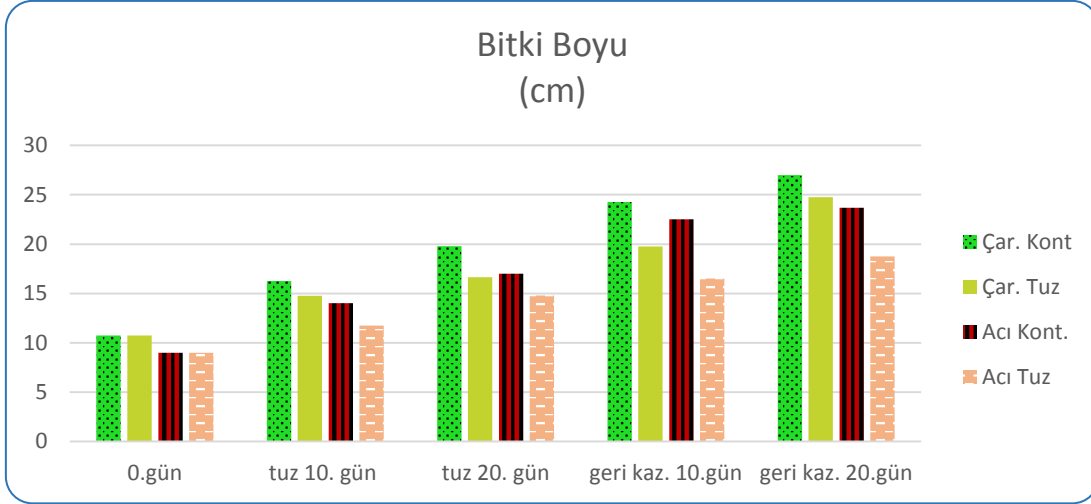
#### 4.1.7. Bitki boyu

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitki örneklerinin bitki boylarındaki değişimler Çizelge 4.7.' de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen bitki boyları (cm)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLISTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	10.75±1.0 E	10.75±1.0 E	-	9.0±3.0 E	9.0±3.0 E	-
	10. GÜN	16.25±2.5 D a	14.75±3.21 D a	0.2946	14.0±1.0 D a	11.75±3.06 D a	0.5122
UYGULAMA DÖNEMİ	20. GÜN	19.80±2.2 C a	16.65±0.29 C b	0.002	17.0±3.0 C b	14.80±1.0 AB a	0.0016
	GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	24.25±0.58 B a	19.75±1.53 B b	0.0335	22.50±1.53 B a	16.50±1.53 B b
	20. GÜN	27.00±1.53 A a	24.75±4.16 A a	0.2254	23.67±1.53 A a	18.75±2.0 A b	0.0101
P DEĞERİ		0,0000	0.0000	-	0.0000	0.0003	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir, aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.7. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait bitki boyu.

Tuz uygulaması dönemi ile geri kazanım dönemlerinde, periyodik olarak alınan çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin bitki boylarında gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise, çarliston biber çeşidi tuz uygulamasının 10. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin bitki boylarında farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Fakat 20. gün sonunda kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkiler arasında bitki boyları bakımından farklılıkların önemli olduğu dikkati çekmektedir. Kontrol bitkilerinde 19.80 cm olan bitki boyu, tuz uygulanan bitkilerde 16.65 cm olarak belirlenmiştir. Aynı biber çeşidinin geri kazanım süreci 10. gününde, bitki boylarında istatistiksel anlamda farklılıkların olduğu, geri kazanımın 20. gününde ise bitki boylarında önemli farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Acı biber çeşidinde ise tuz uygulama döneminin 10. gününde kontrol bitkileri ve tuz uygulanan bitkilerde bitki boyları bakımından önemli istatistiksel farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Fakat tuz uygulama döneminin 20. günü sonunda kontrol ile tuz uygulaması arasında bitki boyları bakımından istatistiksel farklılıklar önemli bulunmuştur. Kontrol bitkilerinde 17.00 cm olan bitki boyu, tuz uygulanan bitkilerde 14.80 cm olarak belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinin 10. ve 20. gününde bitki boyu bakımından istatistiksel olarak farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir. Kontrol bitkilerinde bitki boyu 23.67 cm iken tuz uygulanan bitkilerde ise bu değer 18.75 cm' ye düşmüştür.

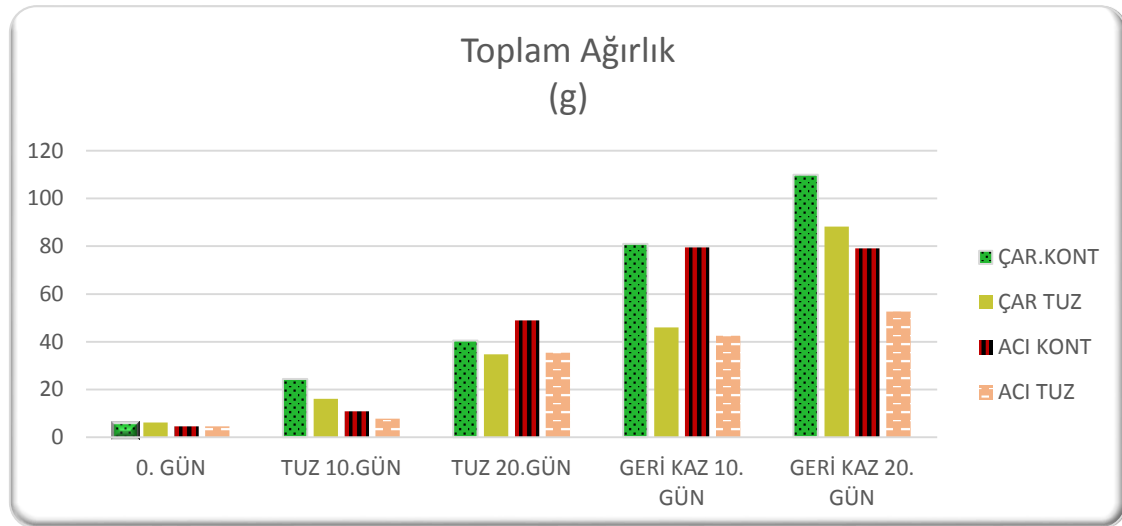
#### 4.1.8. Toplam Ağırlık

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitki örneklerinin toplam ağırlıklarındaki değişimler Çizelge 4.8. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak belirlenen toplam ağırlıkları (g)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	6.19±0.1 E	6.19±0.1 E	-	4.61±0.38 D	4.61±0.38 E	-
	10. GÜN	24.45±6.21 D a	16.11±1.33 D a	0.0851	10.92±2.93 C a	7.83±0.21 D a	0.1427
UYGULAMA DÖNEMİ	20. GÜN	40.52±2.22 C a	34.69±4.35 C a	0.1074	48.89±0.43 B a	35.44±0.43 C b	0.0000
	GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	80.97±0.55 B a	46.02±1.50 B b	0.0000	79.54±2.45 A a	42.58±2.55 B b
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	109.98±3.19 A a	88.28±5.27 A b	0.0037	79.15±1.58 A a	52.66±1.71 A b	0.0000
	P DEĞERİ	0,0000	0.0000	-	0.0000	0.0000	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.8. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerine ait toplam ağırlık.

Tuz uygulaması dönemi ile geri kazanım dönemlerinde, periyodik olarak alınan çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin toplam ağırlıklarında gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların

olduğu belirlenmiştir. arliston biber çeşidinin kontrol bitkilerinde dönemler boyunca bitkilerin toplam ağırlıklarında artışların olduğu tespit edilmiştir. arliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde geri kazanım dönemi 10. ve 20. gününde toplam ağırlıkları önemli olude artışın olduğu belirlenmiştir. Acı iek biber çeşidinde tuz uygulanan bitkilerin toplam ağırlıkları gerek tuz uygulama döneminde ve gerekse geri kazanım döneminde önemli olude arttığı dikkati çekmektedir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, arliston biber çeşidinde geri kazanımın 10. ve 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin toplam ağırlıklarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Acı biber çeşidinde ise tuz uygulama döneminin 20. gün sonunda kontrol ile tuz uygulaması arasında toplam ağırlıkları bakımından istatikselsel farklılıklar önemli bulunmuştur. Kontrol bitkilerinde 48.89 g olan toplam ağırlık, tuz uygulanan bitkilerde 35.44 g olarak belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinin 10. ve 20. günün de toplam ağırlıkları bakımından önemli istatikselsel farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Kontrol bitkilerinde toplam ağırlıkları 79.54 g iken tuz uygulanan bitkilerde 42.58 g değerine duşmüştur.

#### 4.1.9. İlk ieklenme Tarihi

İlk ieklenme tarihi arliston biber çeşidinde tuz uygulama döneminin 23. gününde gerçekleşmiştir. Geri kazanım sürecine geçildiğinde çiçeklenmenin görülmediği belirlenmiştir. Çalışma süresince acı iek biber çeşidinde çiçeklenme gözlenmemiştir.



şekil 4. 9. Bitkilerde ilk ieklenme.

## 4.2. İyon miktarı ölçümleri

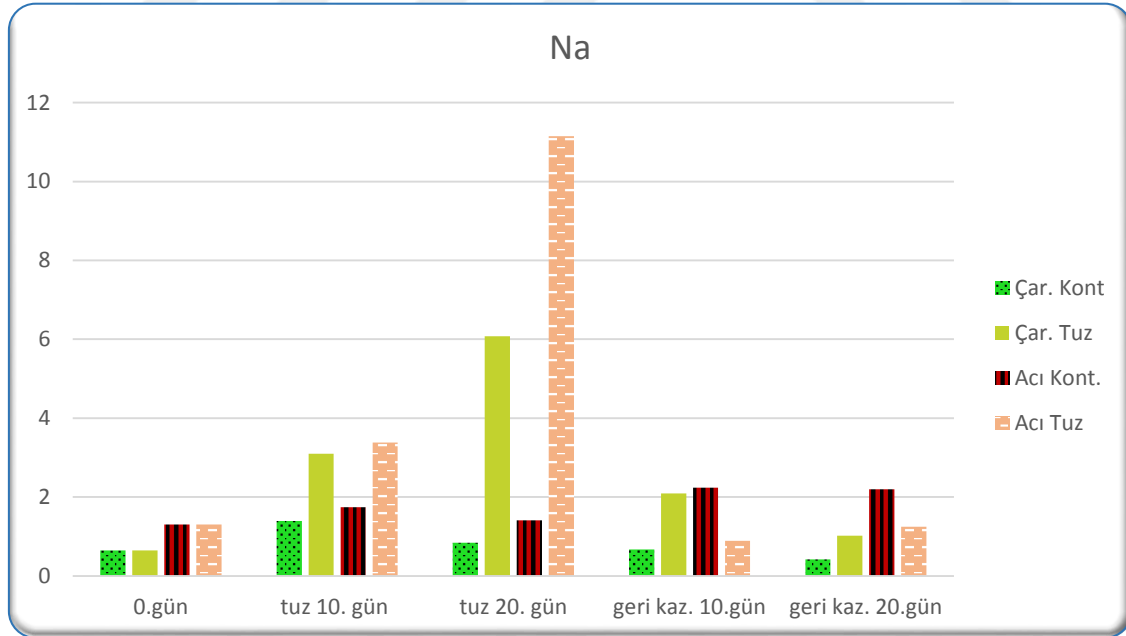
### 4.2.1. Yapraklardaki Na iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen sodyum miktarları Çizelge 4.9. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen sodyum miktarı

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLISTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	0.65±0.28	0.65±0.28		1.30±0.55	1.30±0.55	
		AB	AB		A	C	
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	1.39±0.80	3.10±0.89	0.0690	1.74±0.72	3.38±1.00	0.0832
		A a	B a		A a	B a	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	0.84±0.36	6.08±1.64	0.0058	1.41±0.90	11.15±3.00	0.0058
		AB b	A a		A b	A a	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	0.67±0.33	2.09±0.88	0.0594	2.24±1.09	1.23±0.54	0.1297
		AB a	BC a		A a	C a	
P DEĞERİ	20. GÜN	0.42±0.38	1.02±1.09	0.4220	2.20±0.11	1.75±0.62	0.0002
		B a	C a		A a	BC a	
P DEĞERİ		0,2109	0.0006		0.4555	0.0000	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.10. Bitkileri yapraklarında belirlenen sodyum birikimleri.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen sodyum içeriklerinin dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin

tuz uygulanan bitkilerinde özellikle uygulama döneminin 20. gününde yükselişin olduğu bunun istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ve geri kazanımın 10. ve 20. gününde ise sodyum miktarlarında düşüşlerin olduğu belirlenmiştir. Geri kazanım dönemi 20. gününde sodyum mikatrında en fazla düşüş olduğu tespit edilmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde sodyum miktarlarında en önemli yükselişin uygulama döneminin 20. gününde olduğu farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Acı biber çeşidinde geri kazanımın 10. ve 20. gününde ise sodyum miktarlarında düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, gerek çarliston biber çeşidinde gerekse acı çiçek biber çeşidinde tuz uygulamasının 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarındaki sodyum miktarları istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

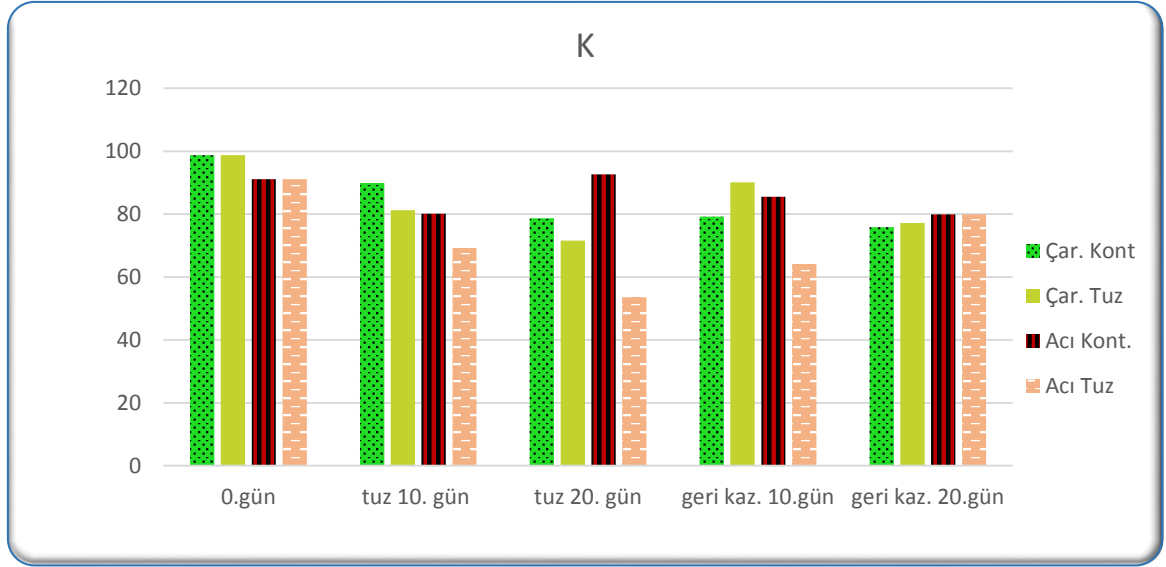
#### 4.2.2. Yapraklardaki K iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen potasyum miktarları Çizelge 4.10. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen potasyum miktarı

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	98.71±14.25 A	98.71±14.25 A	-	91.09±2.52 A	91.09±2.52 A	-
	10. GÜN	89.89±5.18 AB a	81.25±9.67 BC a	0.2443	80.07±8.28 B a	69.24±6.72 C b	0.3841
UYGULAMA DÖNEMİ	20. GÜN	78.74±4.94 B a	71.60±001 C a	0.0996	92.67±6.83 A a	53.63±2.15 D b	0.0007
	10. GÜN	79.22±6.29 B a	90.05±2.79 AB a	0.0529	85.49±4.49 AB a	64.13±4.53 C b	0.0044
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	75.86±5.14 B a	77.18±7.17 BC a	0.8083	79.94±5.16 B a	79.93±8.63 B a	0.9987
	P DEĞERİ	0,0282	0.0211	-	0.0633	0.0001	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.11. Bitkileri yapraklarında belirlenen potasyum birikimleri.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen potasyum içeriklerinin dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde özellikle uygulama döneminin 10. gününde düşüşün olduğu fakat bunun istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ve geri kazanımın 10. ve 20. gününde ise potasyum miktarlarında ki istatistiksel farklılık devam etmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde potasyum miktarlarında önemli düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir. Acı biber çeşidinde istatistiksel olarak en önemli farklılığın uygulama döneminin 10. gününde tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulaması ve geri kazanım dönemlerinde ki kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarında ki potasyum miktarları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında potasyum miktarlarında istatistiksel olarak farklılıklar uygulama döneminin 10. ve 20. gününde ve geri kazanımın 10. gününde olduğu tespit edilmiştir.

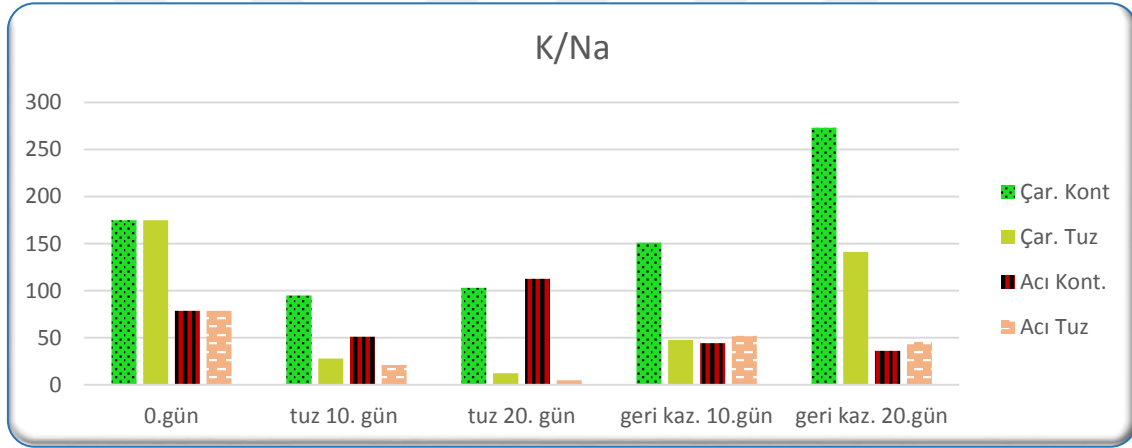
#### 4.2.3. Yapraklardaki K/Na iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen potasyum/sodyum miktarları Çizelge 4.11. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen potasyum/ sodyum miktarı

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	174.82±84.9 A	174.82±84.9 A	-	78.55±31.8 A	78.55±31.8 A	-
TUZ UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	94.77±78.9 A a	27.99±9.6 C a	0.2191	50.95±19.2 A a	21.24±4.1 CD a	0.0589
	20. GÜN	103.22±35.9 A a	12.22±2.6 C b	0.0119	112.49±110.4 A a	5.03±1.3 D a	0.1672
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	151.00±103.0 A a	47.75±17.2 B a	0.1620	44.20±19.9 A a	52.01±3.0 AB a	0.5385
	20. GÜN	273.11±160.8 A a	141.21±98.8 AB a	0.0010	36.24±2.6 A a	45.71±5.3 BC b	0.0496
	P DEĞERİ	0.2723	0.0237		0.4317	0.0010	

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çarşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir



Şekil 4.12. Bitkileri yapraklarında belirlenen potasyum/sodyum birikimleri.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen potasyum/sodyum içeriklerinde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde tuz uygulama döneminin 20. gününde potasyum/sodyum miktarlarında önemli düşüşlerin olduğu geri kazanım döneminde ise bu oranın arttığı tespit edilmiştir. Özellikle geri kazanım döneminin 20. gününde potasyum/sodyum miktarlarında önemli değere ulaştığı bu değerlerin dönemler bakımından değerlendirildiğinde en yüksek değer olduğu belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde tuz uygulama dönemi boyunca potasyum/sodyum miktarlarında önemli düşüşlerin olduğu en düşük potasyum/sodyum miktarı tuz uygulama döneminin 20.



gününde ölçülmüştür. Geri kazanım döneminde ise potasyum/sodyum oranında önemli yükselişlerin olduğu dikkati çekmektedir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarında ki potasyum/sodyum miktarları uygulama döneminin 20. gününde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında potasyum/sodyum miktarlarında istatikselsel olarak en önemli farklılığın geri kazanım döneminin 20. gününde olduğu tespit edilmiştir.

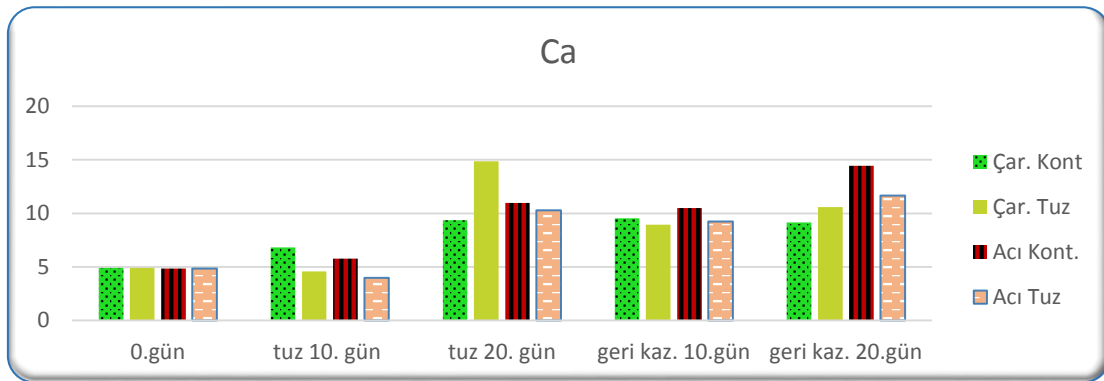
#### 4.2.4. Yapraklardaki Ca iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen kalsiyum miktarları Çizelge 4.12. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen kalsiyum miktarı

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	4.90±0.18	4.90±0.18	0.0627	4.86±0.24	4.86±0.24	0.0786
		B	B		B	B	
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	6.82±1.52	4.57±0.02	0.1979	5.76±1.57	3.98±1.04	0.7238
		AB a	C a		B a	B a	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	9.37±2.67	14.85±5.54	0.7345	10.96±2.20	10.28±2.16	0.5344
		A a	B a		A a	A a	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	9.54±2.20	8.93±1.89	0.1818	10.50±1.69	9.25±2.69	0.2801
		A a	BC a		A a	A a	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	9.16±0.91	10.57±1.19	0.0011	14.43±3.48	11.67±1.59	0.0017
		A a	AB a		A a	A a	
P DEĞERİ		0,0322	0.0044	-	0.0013	0.0011	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.13. Bitkileri yapraklarında belirlenen kalsiyum birikimleri.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen kalsiyum içeriklerinin dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde özellikle uygulama döneminin düşüşlerin olduğu fakat bunun istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir uygulama döneminin 20. gününde ise kalsiyum miktarlarında ki en yüksek değer (14,85) istatistiksel farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde kalsiyum miktarlarında önemli düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir. Acı biber çeşidinde istatistiksel olarak en önemli farklılığın uygulama döneminin 10. gününde tespit edilmiştir fakat bu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulaması ve geri kazanım dönemi boyunca kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarında ki kalsiyum miktarları istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında kalsiyum miktarlarında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı tespit edilmiştir.

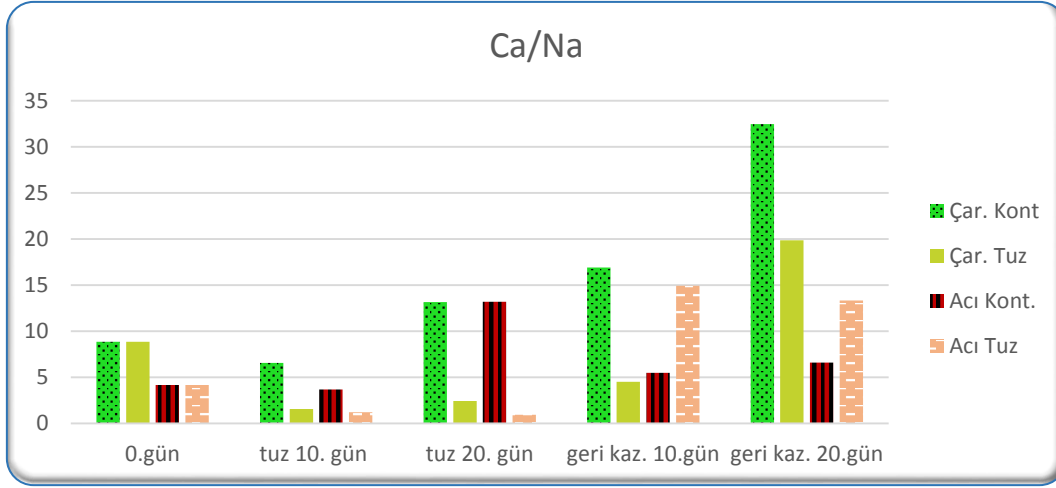
#### 4.2.5. Yapraklardaki Ca/ Na iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen kalsiyum/sodyum miktarları Çizelge 4.13. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen kalsiyum/sodyum miktarı

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLISTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	8.86±1.32	8.86±1.32	0.0000	4.15±0.55	4.15±0.55	0.0000
		D	B		CD	B	
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	6.55±0.09	1.54±0.38	0.0000	3.66±0.74	1.19±0.20	0.0000
	20. GÜN	13.17±1.08	2.40±0.23		13.19±0.41	0.93±0.07	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	16.91±0.79	4.51±1.12	0.0001	5.49±1.03	14.92±0.83	0.0003
	20. GÜN	32.46±1.25	19.86±0.90		6.57±0.84	13.31±0.41	
P DEĞERİ		0,0000	0.0000		0.0000	0.0000	

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir



Şekil 4.14. Bitkileri yapraklarında belirlenen sodyum/potasyum birikimleri.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen kalsiyum/sodyum içeriklerinde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde özellikle geri kazanım döneminin 10. ve 20. gününde kalsiyum/sodyum miktarlarında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Özellikle geri kazanımın 20. gününde kalsiyum/sodyum miktarında önemli derecede artışın olduğu dikkati çekmektedir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde tuz uygulama dönemi boyunca kalsiyum/sodyum miktarlarında önemli düşüşlerin olduğu en düşük kalsiyum/potasyum miktarının tuz uygulama döneminin 20. gününde olduğu tespit edilmiştir. Geri kazanımın sürecinde ise kalsiyum/sodyum miktarlarında önemli artışın olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarında ki kalsiyum/sodyum miktarları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında kalsiyum/sodyum miktarlarında istatistiksel olarak en önemli farklılığın uygulama dönemi ve geri kazanım döneminde olduğu tespit edilmiştir.

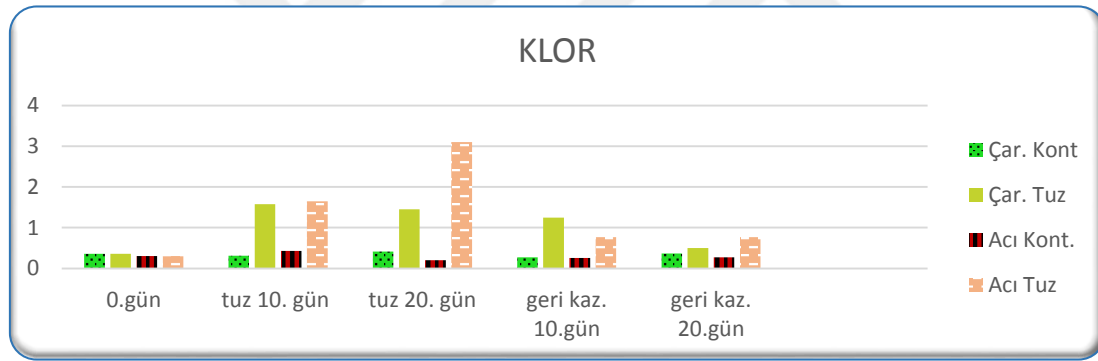
#### 4.2.6. Yapraklardaki Cl iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen klor miktarları Çizelge 4.14. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen klor miktarı

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLISTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	0.36±1.10	0.36±1.10	-	0.3±0.05	0.3±0.05	-
		A	D		AB	D	
TUZ UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	0.31±0.03	1.58±0.18	0.0003	0.43±0.14	1.65±0.3	0.0024
		A b	A a		A b	B a	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	0.41±0.08	1.45±0.17	0.0007	0.2±0.06	3.1±0.07	0.0000
		A b	AB a		B b	A a	
	10. GÜN	0.27±0.11	1.25±1.12	0.0005	0.26±0.2	0.77±0.2	0.0116
		A b	C a		B b	C a	
	20. GÜN	0.37±0.07	0.5±0.22	0.3862	0.27±0.06	0.77±0.27	0.0354
		A a	D a		B b	C a	
P DEĞERİ		0.3317	0.0000	-	0.0433	0.0000	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.15. Bitkileri yapraklarında belirlenen klor birikimleri.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen klor içeriklerinin dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde düşüşlerin olduğu bu düşüşlerin uygulama döneminde istatiki olarak önemsiz olduğu fakat geri kazanımın 10. ve 20. gününde istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde klor miktarlarında en önemli yükselişin uygulama döneminin 10. ve 20. gününde yükselişin olduğu ve bu yükselişlerin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Acı biber çeşidinin geri kazanım dönemlerindeki klor miktarları istatistiksel olarak önemsiz

bulunmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulamasının 10. ve 20. gününde ayrıca geri kazanım döneminin 10. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarında ki klor miktarları istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Fakat geri kazanım döneminin 20. gününde ki klor miktarları istatikselsel olarak önemli olmadığı dikkati çekmektedir. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında klor miktarlarında istatikselsel olarak en önemli farklılığın uygulama dönemi ve geri kazanım dönemde olduğu tespit edilmiştir

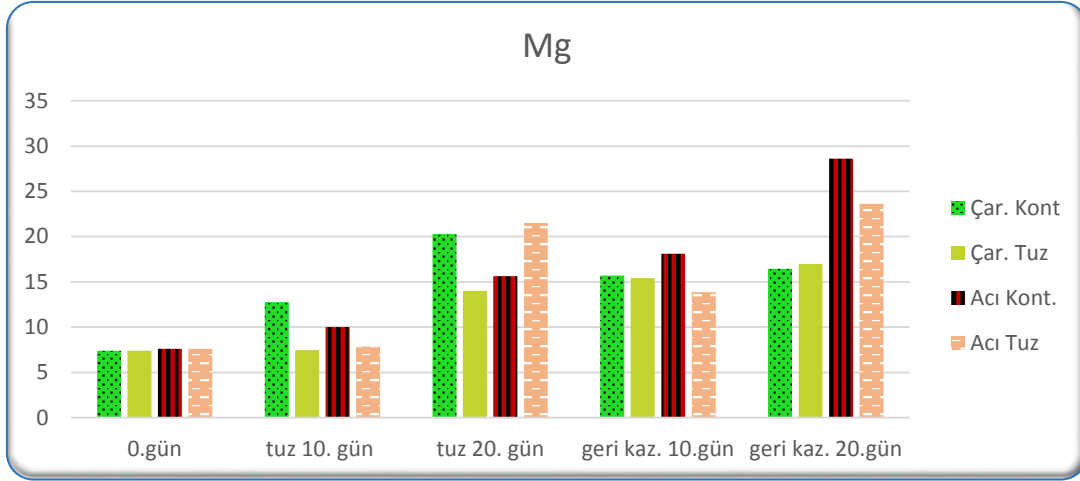
#### 4.2.7. Yapraklardaki Mg iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen magnezyum miktarları Çizelge 4.15.'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen magnezyum miktarı

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	7.38±0.18 C	7.38±0.18 C		7.59±0.61 C	7.59±0.61 C	
	10. GÜN	12.78±3.01 B a	7.46±0.86 B b	0.0425	10.01±1.54 C a	7.84±1.91 C a	0.2009
UYGULAMA DÖNEMİ	20. GÜN	20.29±1.56 A a	14.02±1.65 A b	0.0088	15.64±1.59 B a	19.16±3.51 A a	0.0584
	10. GÜN	15.70±3.24 AB a	15.43±3.18 A a	0.9221	18.11±2.41 B a	13.88±2.01 B a	0.0803
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	16.45±3.12 AB a	16.96±4.19 A a	0.8741	28.60±4.58 A a	23.62±4.00 A a	0.2294
	P DEĞERİ	0.0011	0.0017	-	0.0000	0.0001	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.16. Bitkileri yapraklarında belirlenen magnezyum birikimleri.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen magnezyum içeriklerinin dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde yükselişlerin olduğu tespit edilmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde magnezyum miktarlarında istatistiksel olarak en önemli farklılık uygulama döneminin 20. gününde olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulamasının 10. ve 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarında ki magnezyum miktarları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ve geri kazanım döneminde magnezyum miktarları bakımından farklılıkların önemsiz olduğu dikkati çekmektedir. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında magnezyum miktarlarında ki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

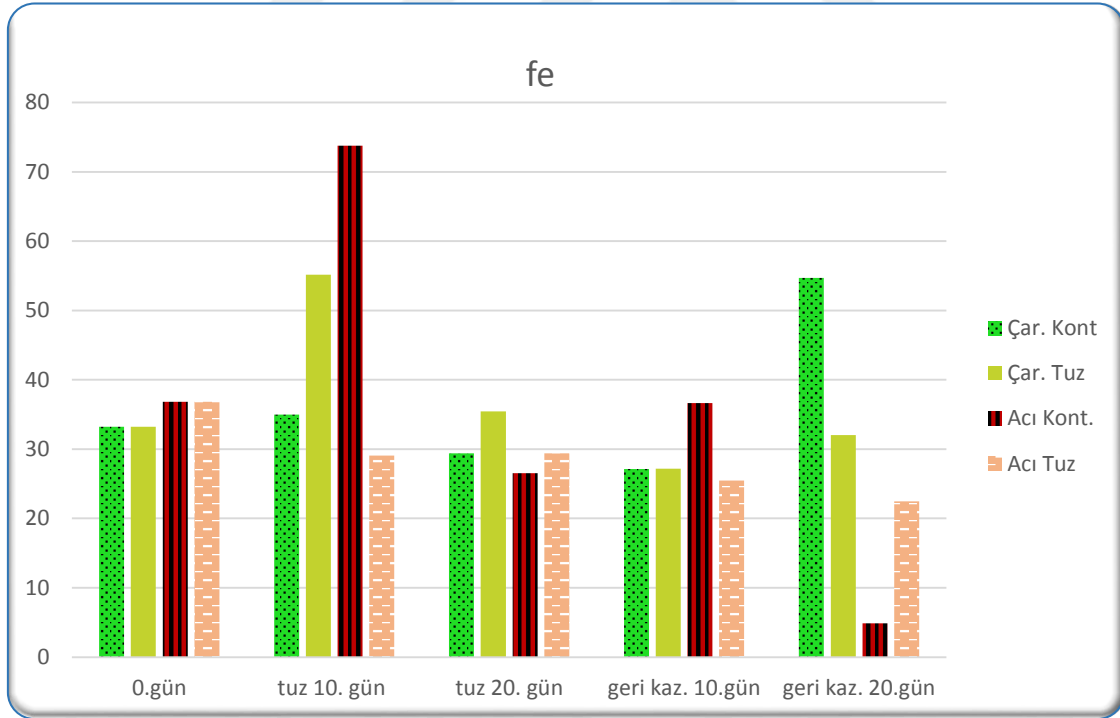
#### 4.2.8. Yapraklardaki Fe iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen demir miktarları Çizelge 4.16. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen demir miktarı

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLISTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	33.23±5.73	33.23±5.73		36.81±9.38	36.1±9.38	-
		B	B		B	A	
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	35.00±5.93	55.14±19.68	0.165	73.75±13.89	29.08±8.55	0.009
		B a	A a	1	A a	A b	0
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	29.39±7.74	35.44±14.22	0.552	26.54±4.59	29.39±10.40	0.686
		B a	AB a	6	B a	A a	8
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	27.11±3.14	27.18±1.89	0.972	36.64±17.7	25.47±2.85	0.343
		B a	B a	9	7	A a	1
P DEĞERİ	20. GÜN	54.69±6.85	32.03±7.54	0.018	31.36±4.87	22.48±2.48	0.048
		A a	B b	3	B a	A b	3
P DEĞERİ		0,0018	0.1042		0.0033	0.2678	

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.17. Bitkileri yapraklarında belirlenen demir birikimleri.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen demir içeriklerinin dönemsel olarak

istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde özellikle uygulama döneminin 20. gününde düşüşün olduğu fakat bunun istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ve geri kazanımın 10. ve 20. gününde de demir miktarlarında ki istatistiksel farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde demir miktarlarında önemli düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir. Acı biber çeşidinde istatistiksel olarak en önemli farklılığın geri kazanım döneminin 20. gününde tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulamasının 10. ve 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarında ki demir miktarları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Fakat geri kazanımın 20. gününde demir miktarları bakımından farklılıkların önemli olduğu dikkati çekmektedir. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında demir miktarlarında istatistiksel olarak en önemli farklılığın uygulama döneminin 10. gününde ve geri kazanımın 20. gününde olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.2.9. Yapraklardaki Zn iyonu miktarında meydana gelen değişimler

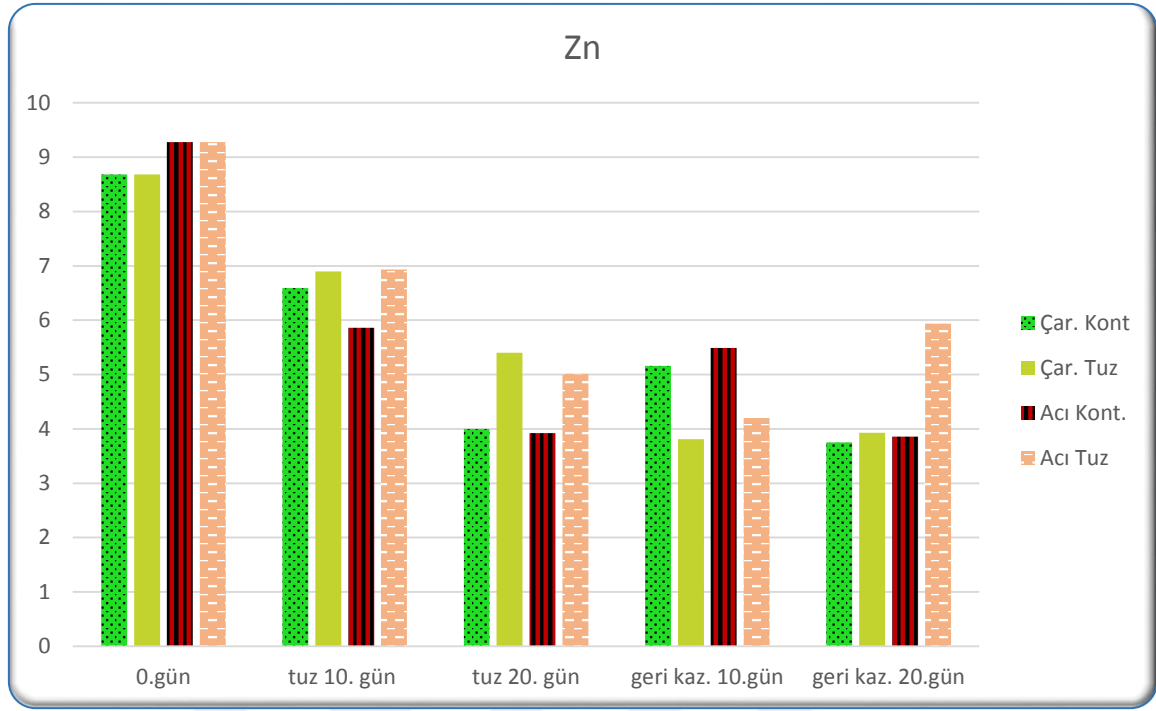
Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen çinko miktarları Çizelge 4.17. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen çinko miktarı

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	8.68±1.75	8.68±1.75	-	9.28±1.85	9.28±1.85	-
		A	A		A	A	
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	6.59±1.03	6.90±1.46	0.7810	5.86±0.57	6.93±0.26	0.0433
		AB a	AB a		B a	AB b	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	4.00±0.51	5.4±0.45	0.0249	3.92±1.09	5.01±0.62	0.2089
		C b	BC a		B a	BC a	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	5.16±1.17	3.81±0.42	0.1335	5.49±1.38	4.20±0.51	0.2057
		BC a	C a		B a	C a	
P DEĞERİ	20. GÜN	3.75±1.10	3.93±0.81	0.8315	3.86±0.71	5.94±2.22	0.1990
		C a	C a		B a	BC a	
P DEĞERİ		0,0025	0.0015	-	0.0017	0.0082	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.





Şekil 4.18. Bitkileri yapraklarında belirlenen çinko birikimleri.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen çinko içeriklerinin dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde özellikle uygulama döneminin 20. gününde düşüşün olduğu fakat bunun istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ve geri kazanımın 10. ve 20. gününde ise çinko miktarlarında ki istatistiksel farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde çinko miktarlarında önemli düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir. Acı biber çeşidinde istatistiksel olarak en önemli farklılığın uygulama döneminde tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulamasının 10. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarında ki çinko miktarları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Fakat 20. gün sonuna çinko miktarları bakımından farklılıkların önemli olduğu dikkati çekmektedir. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında çinko miktarlarında istatistiksel olarak en önemli farklılığın geri kazanımın 10. Gününde olduğu tespit edilmiştir.

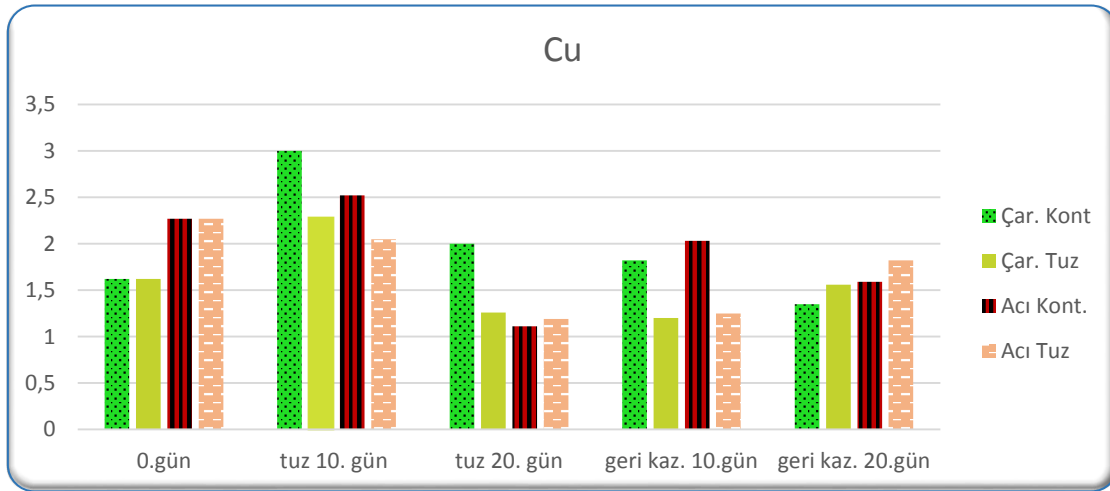
#### 4.2.10. Yapraklardaki Cu iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen bakır miktarları Çizelge 4.18.'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen bakır miktarı

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLISTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	1.62±0.39	1.62±0.39	-	2.27±0.32	2.27±0.32	-
		BC	BC		AB	AB	
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	3.00±0.13	2.28±0.32	0.0234	2.52±0.63	2.05±0.22	0.2951
		A a	A b		A a	A a	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	2.00±0.22	1.26±0.52	0.0880	1.11±0.22	1.19±0.35	0.7589
		Ba	Ba		C a	C a	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	1.82±0.19	1.20±0.31	0.0438	2.03±0.17	1.25±0.72	0.1465
		BC a	B b		AB a	AB a	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	1.35±0.42	1.56±0.23	0.4891	1.59±0.25	1.82±0.32	0.3982
		C a	B a		BC a	BC a	
P DEĞERİ		0,0005	0.0339		0.0055	0.0000	

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.19. Bitkileri yapraklarında belirlenen bakır birikimleri.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen bakır içeriklerinin dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde özellikle uygulama döneminin 20. gününde düşüşün olduğu ve

bunun istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ve geri kazanımın 10. ve 20. gününde ise bakır miktarlarında ki istatistiksel farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde bakır miktarlarında önemli düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir. Acı biber çeşidinde istatistiksel olarak en önemli farklılığın uygulama döneminde tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulamasının 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarında ki bakır miktarları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Fakat uygulama dönemi ve geri kazanım dönemlerinin 10. gününde ki çinko miktarlarındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli olduğu dikkati çekmektedir. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında çinko miktarlarında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı tespit edilmiştir.

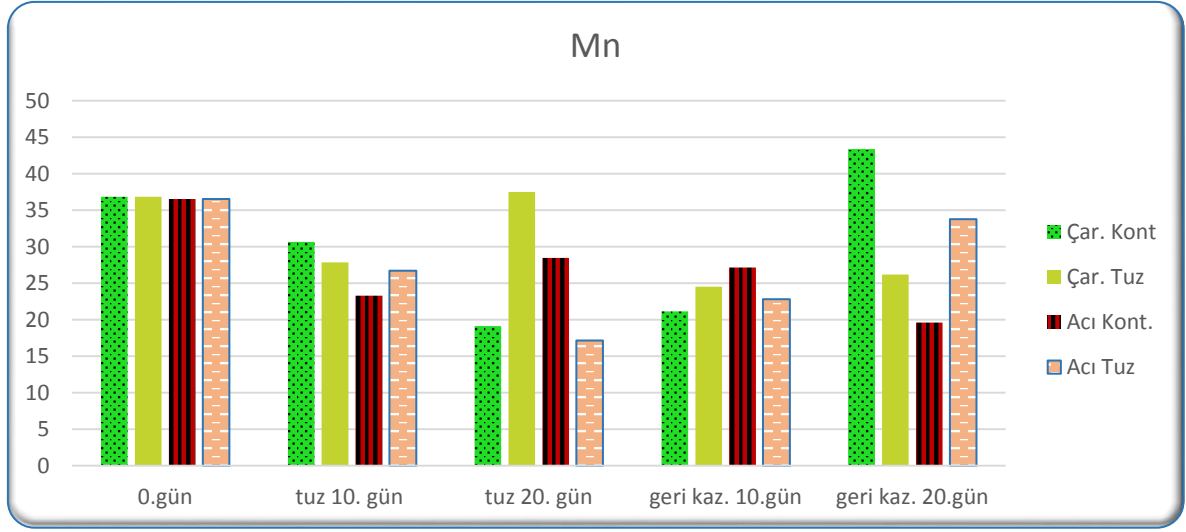
#### 4.2.11. Yapraklardaki Mn iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen mangan miktarları Çizelge 4.19. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen mangan miktarı

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON KONTROL	NaCl	P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK KONTROL	NaCl	P DEĞERİ
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	36.84±3.91 B	36.84±3.9 1 B	-	36.53±3.50 A	36.53±3.5 0 A	-
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	30.67±1.28 C a	27.85±4.1 2 B a	0.3214	23.29±3.65 B a	26.73±4.0 4 B a	0.3357
	20. GÜN	19.14±2.57 D b	37.50±4.7 8 A a	0.0043	28.50±1.23 AB a	17.15±1.3 1 C b	0.0004
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	21.16±1.98 D a	24.55±4.4 0 B a	0.2913	27.17±9.46 AB a	22.81±2.5 7 BC a	0.4842
	20. GÜN	43.41±4.61 A a	26.18±4.0 4 B b	0.0083	19.61±3.92 B a	33.79±3.5 2 A b	0.0096
P DEĞERİ		0,0000	0.0090	-	0.0232	0.0001	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.20. Bitkileri yapraklarında belirlenen mangan birikimleri.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen mangan içeriklerinin dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde özellikle geri kazanım döneminin 10. gününde düşüşün olduğu fakat bunun istatikselsel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde mangan miktarlarında önemli düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir. Acı biber çeşidinde istatikselsel olarak önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulaması ve geri kazanım döneminin 10. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarında ki mangan miktarları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Fakat uygulama dönemi ve geri kazanım döneminin 20. günü sonunda mangan miktarları bakımından farklılıkların önemli olduğu dikkati çekmektedir. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında mangan miktarlarında istatikselsel olarak en önemli farklılığın uygulama dönemi ve geri kazanım dönemlerinin 20. gününde olduğu tespit edilmiştir.

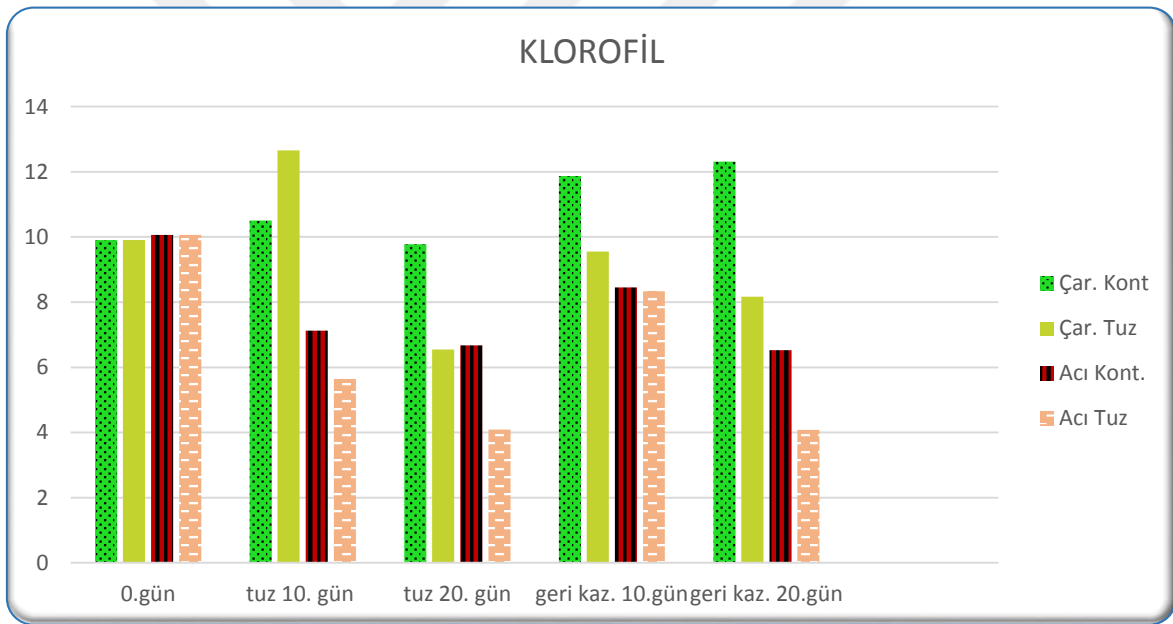
### 4.3. Klorofil Miktarı

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen klorofil miktarları Çizelge 4.20. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen klorofil miktarı ( $\mu$  mol/g T.A.)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLISTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	9.91±0.19 B	9.91±0.19 B	-	10.06±0.62 A	10.06±0.62 A	-
TUZ UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	10.50±0.51 B b	12.66±1.12 A a	0.00	7.13±0.68 C a	5.64±0.26 C b	0.02
	20. GÜN	9.78±0.33 B a	6.55±0.91 D b	0.01	6.67±0.26 C a	4.09±0.80 D b	0.01
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	11.87±0.76 A a	9.55±0.07 B b	0.01	8.45±0.45 B a	8.34±0.27 B a	0.75
	20. GÜN	12.31±0.52 A a	8.17±0.49 C b	0.00	6.53±0.24 C a	5.34±0.35 C a	0.00
P DEĞERİ		0,00	0,00		0,00	0,00	

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir



Şekil 4.21. Uygulamaların klorofil miktarı üzerine etkisi.

Oksidatif zararın tahribatı sonucu klorofil yapısındaki bozulmalar nedeni ile bitkilerin yapraklarında ki klorofil miktarlarında azalmalar olduğu bilinmektedir. Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında belirlenen klorofil içeriklerinde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde özellikle uygulama döneminin 20. gününde klorofil miktarlarında önemli düşüşlerin

olduğu ve bu değerin dönemler bakımından değerlendirildiğinde en duşuk değer olduğu belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinin 10. gününde ise bitkilerin yapraklarında olulen klorofil miktarının artış gösterdiği tespit edilmiştir. Acı iek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde tuz uygulama dönemi boyunca klorofil miktarlarında duşuşlerin meydana geldiği en duşuk klorofil miktarının tuz uygulama döneminin 20. gününde olduğu tespit edilmiştir. Geri kazanımın 10. ve 20. gününde klorofil miktarlarında artışların olduğu dikkati çekmektedir ve tuz uygulanan bitkilerin yapraklarındaki klorofil miktarları kontrol bitkileri ile yakın değerler aldığı görülmektedir.



Şekil.4.22. arliston biber çeşidinde görülen kloroz ve nekrozlar.

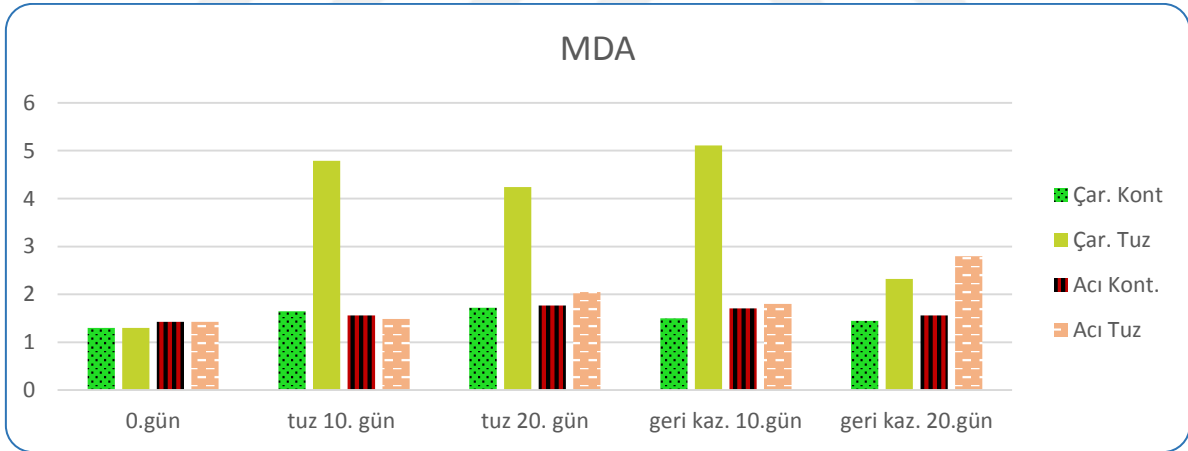
#### 4.4. Lipid peroksidasyonu (MDA içeriği)

Dönemler boyunca periyodik olarak alınan bitkilerin yapraklarında belirlenen tuz stresinin yol açtığı oksidatif zararın en tipik belirtilerinden olan huce zarındaki zararlanmanın ya da başka bir ifadeyle lipid peroksidasyonunun urunu olan MDA miktarları izelge 4.21. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen MDA miktarı ( $\mu$  mol/g T.A.),

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLISTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	1.30±0.14 C a	1.30±0.14 C a	-	1.43±0.23 A a	1.43±0.23 A a	-
TUZ UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	1.65±0.32 A b	4.79±1.56 A a	0.03	1.56±0.77 A a	1.49±0.15 A a	0.89
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	1.72±0.31 A b	4.24±1.47 AB a	0.04	1.77±0.66 A a	2.05±0.18 A a	0.52
	10. GÜN	1.50±0.18 A b	5.11±1.23 A a	0.01	1.71±0.06 A a	1.80±0.89 A a	0.88
	20. GÜN	1.45±0.38 A a	2.32±0.51 BC a	0.08	1.56±0.38 A a	2.80±0.61 A b	0.01
P DEĞERİ		0.00	0.44	0.01	0.26	0.92	

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.23. Uygulamaların MDA miktarı üzerine etkisi.

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerde belirlenen MDA miktarlarında dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu Çizelge 4.21.'de belirlenmiştir. Tuz stresi kaynaklı oksidatif zararın belirtisi olan hücre zarındaki zararı gösteren lipid peroksidasyonun yan ürünü olan MDA miktarları incelendiğinde uygulama dönemi boyunca kontrol bitkilerine göre tuz uygulanan bitkilerde önemli artışların olduğu belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin tuz

uygulama döneminde MDA miktarları bakımından uygulama dönemi boyunca ve geri kazanımın 10. Gününde belirgin bir şekilde arttığı bu periyotlarda MDA miktarlarının aynı istatistiksel grupta olduğu belirlenmiştir. Fakat geri kazanım sürecinin 20. gününde MDA miktarlarında önemli ölçüde düşüşlerin olduğu ve dolayısıyla oksidatif tahribatın en düşük seviyede olduğu dikkati çekmektedir. Acı biber çeşidinde gerek tuz uygulama dönemi ve gerekse geri kazanım dönemi MDA miktarları bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında ise tuz uygulama dönemi ve geri kazanımın 10. gününde MDA miktarlarında kontrole göre istatistiksel olarak farklılık görülmemiş fakat geri kazanımın 20. gününde kontrole göre istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir.

## 4.5 Antioksidant Enzim Aktiviteleri

### 4.5.1. Süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesi

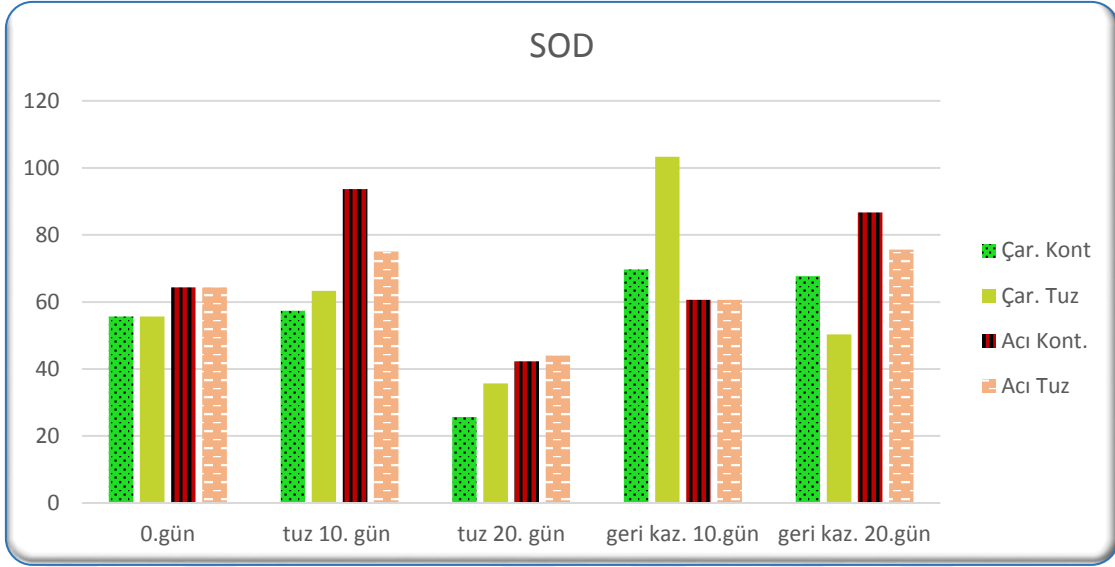
Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerinde Süperoksit dismutaz enzimi incelendiğinde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu Çizelge 4.22. 'de verilmiştir

Çizelge 4.22. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen SOD miktarı ( $\mu$  mol/g T.A.)

DÖNEM	PERİYO T	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	55.66± 3.78 C	55.66±3.78 C		64.33±3.78 B	64.33±3.78 B	
	10. GÜN	57.33±5.85 BC a	63.33±4.50 B a	0.2326	93.66±7.57 A a	75.0±6.08 A b	0.02
UYGULAMA DÖNEMİ	20. GÜN	25.66±2.08 D a	35.66±1.15 D b	0.0019	42.33±3.21 C a	44.0±2.64 C a	0.52
	GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	69.66±7.76 A a	103.33±3.78 A b	0.0025	60.66±1.52 B a	60.66±5.85 B a
20. GÜN		67.66±7.02 AB b	50.33±4.50 C a	0.0228	86.66±6.02 A a	75.66±7.02 A a	0.11
P DEĞERİ		0.0000	0.0000		0.0000	0.0002	

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.





Şekil 4.24. Uygulamaların SOD enzimi üzerine etkisi.

Çarliston biber çeşidinde dönemler arası karşılaştırılma yapıldığında uygulama döneminin 20. gününde düşüşlerin olduğu ve bu düşüşlerin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Geri kazanım sürecinde ise süperoksit dismutaz enziminin çarliston biber çeşidinde en yüksek 10.gününde (103,33), acı çiçek biber çeşidinde ise 20. gününde (75,66) tespit edilmiştir. Çizelge 22'e baktığımızda acı çiçek biber çeşidinde uygulama döneminin 10. günü ve geri kazanım sürecinin 20. günündeki değerler birbirine yakın olduğu görülmektedir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidinin kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkiler arasında tuz uygulama döneminin 10. gününde istatistiksel farklılık önemsizken tuz uygulamanın 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin süperoksit dismutaz enzimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkiler arasında tuz uygulama döneminin 10. gününde istatistiksel farklılık önemli olduğu tespit edilmiştir fakat tuz uygulamasının 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin süperoksit dismutaz enzimi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

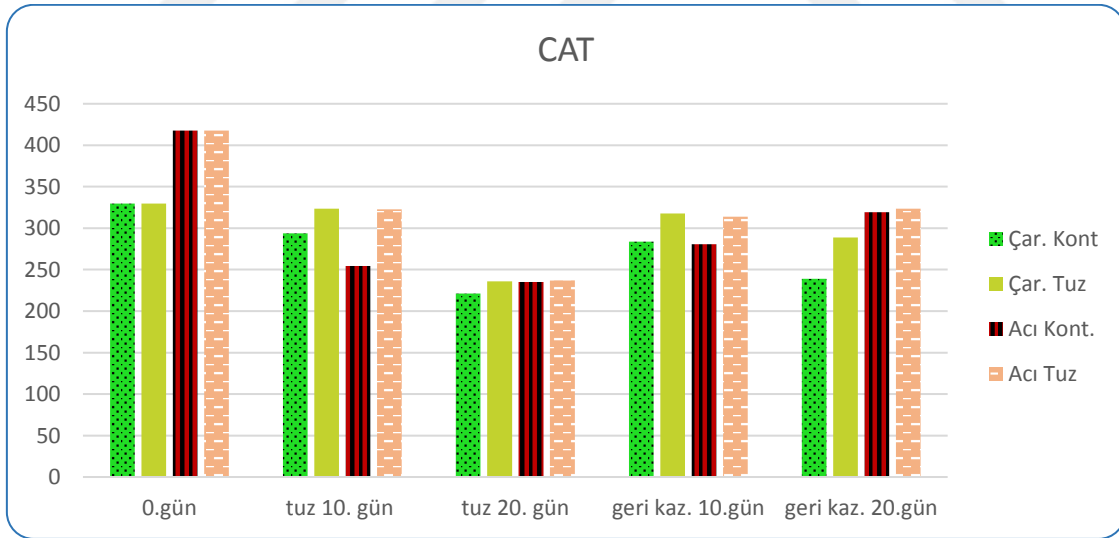
#### 4.5.2. Katalaz (CAT) enzim aktivitesi

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerinde katalaz enzimi incelendiğinde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu Çizelge 4.23. 'de verilmiştir

Çizelge 4.23. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen CAT miktarı ( $\mu$  mol/g T.A.)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLISTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	33.83±30.49 A	33.83±30.49 A		42.81±26.95 A	42.81±26.95 A	
	10. GÜN	29.86±20.46 B a	32.52±16.53 AB a	0.1226	25.29±20.80 CD a	32.67±14.54 B b	0.01
UYGULAMA DÖNEMİ	20. GÜN	22.03±9.82 C a	23.95±15.46 C a	0.2313	23.20±14.04 D a	23.06±21.09 C a	0.91
	10. GÜN	28.68±8.86 B b	31.84±16.01 AB a	0.0319	28.64±7.44 C b	31.74±5.17 B a	0.00
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	23.97±7.41 C b	28.62±10.86 B a	0.0028	32.19±11.96 B a	32.6±14.59 B a	0.71
	P DEĞERİ	0,0001	0,0007		0,0000	0,0000	

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.25. Uygulamaların CAT enzimi üzerine etkisi.

Çarliston biber çeşidinde dönemler arası karşılaştırılma yapıldığında uygulama döneminin 20. gününde düşüşlerin olduğu ve bu düşüşlerin istatiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Geri kazanım sürecinde ise katalaz enziminin çarliston biber çeşidinde en yüksek 10.gününde (32,52), acı çiçek biber çeşidinde ise 20. gününde (32,67) tespit

edilmiştir. Çizelge 23'e baktığımızda acı çiçek biber çeşidinde uygulama döneminin 10. günü ve geri kazanım sürecinin 20. günündeki değerler birbirine yakın olduğu görülmektedir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidinin kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkiler arasında uygulama döneminin 10. ve 20. gününde ki değerler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur fakat geri kazanım sürecinin 10. ve 20. günündeki değerler istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkiler arasında tuz uygulama döneminin 10. gününde ve geri kazanım döneminin 10. gününde katalaz enzim içerikleri istatistiksel farklılık önemli olduğu tespit edilmiştir.

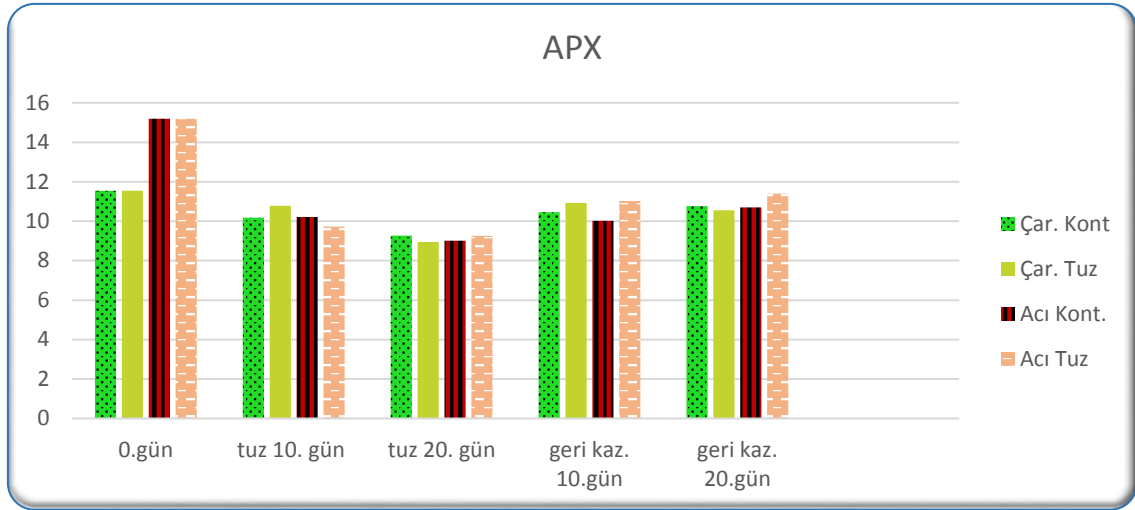
#### 4.5.3. Askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitesi

Çarliston ve acı çiçek biber çeşidinin gerek kontrol bitkilerinde ve gerekse tuz uygulanan bitkilerinde askorbat peroksidaz enzimi incelendiğinde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu Çizelge 4.24. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Çarliston ve acı çiçek biber çeşitlerinin tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen APX miktarı ( $\mu$  mol/g T.A.)

DÖNEM	PERIYOT	ÇARLISTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	11.55±0.90 A	11.55±0.90 A		15.2±0.42 A	15.2±0.42 A	
	10. GÜN	10.18±1.01 AB a	10.78±0.64 A a	0.437 8	10.21±0.70 B a	9.72±0.78 C a	0.47
UYGULAMA DÖNEMİ	20. GÜN	9.27±0.09 B a	8.95±0.38 B a	0.233 9	9.02±0.74 C a	9.25±0.34 C a	0.65
	10. GÜN	10.45±0.79 AB a	10.93±1.44 A a	0.645 3	10.02±0.44 BC b	11.02±0.38 B a	0.04
GERİ KAZANIM SÜRECİ	20. GÜN	10.76±0.56 A a	10.55±0.92 AB a	0.746 3	10.07±0.64 B a	11.43±0.93 B a	0.35
	P DEĞERİ	0,0421	0.0592		0.0000	0.0000	

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.



Şekil 4.26. Uygulamaların APX enzimi üzerine etkisi.

Çarliston biber çeşidinde dönemler arası karşılaştırılma yapıldığında uygulama döneminin 20. gününde düşüşlerin olduğu ve bu düşüşlerin istatiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Geri kazanım sürecinde ise askorbat peroksidaz enziminin çarliston biber çeşidinde en yüksek 10.gününde (10.93), acı çiçek biber çeşidinde ise 20. gününde (11.43) tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidinin kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkiler arasında uygulama dönemi ve geri kazanım dönemindeki değerler istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmektedir. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkiler arasında geri kazanım döneminin 10. gününde askorbat peroksidaz enzim içerikleri istatistiksel farklılık önemli olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.6. Yaprak Renk Analizi

Çizelge 4.25. Çarliston biber çeşidinin tuz uygulaması öncesi ( 0. Gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında tespit edilen yaprak renk değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.25. Çarliston biber çeşidinin yaprak renk ölçümleri

DÖNEM	PERİYOT	L değeri		p değeri	a değeri		p değeri	b değeri		p değeri	crome değeri		p değeri	hue değeri		p değeri
		Kontrol	NaCl		Kontrol	NaCl		Kontrol	NaCl		Kontrol	NaCl		Kontrol	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	45.4±0.76	45.4±0.76	0.05	18.11±0.83	18.11±0.83	0.02	24.31±1.63	24.31±1.63	0.01	30.33±1.81	30.33±1.81	0.01	126.80±0.57	126.80±0.57	0.00
		A	A		A	A		A	A		A	A		A	A	
		40.43±0.09	39.75±4.78		15.23±0.15	15.42±1.66		18.48±0.45	18.47±3.30		24.62±1.12	24.08±3.58		129.84±0.71	130.16±2.18	
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN			0.82			0.85			0.99			0.82			0.82
		B a	AB a		B a	B a		B a	B a		B a	B a		B a	AB a	
	20. GÜN	35.12±2.52	30.85±7.30	0.76	13.21±0.79	12.64±1.39	0.46	14.65±0.68	15.01±1.02	0.28	19.73±1.03	19.68±1.63	0.18	132.16±0.51	126.31±4.93	0.04
		C a	BC a		C a	C a		C a	BC a		C a	C a		C a	B b	
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	33.55±0.18	34.88±0.43	0.69	10.57±0.9	11.98±0.78	0.41	10.73±1.12	13.27±1.30	0.36	15.17±1.32	17.89±1.47	0.37	135.25±1.04	132.39±1.13	0.3
		C a	BC a		D a	C a		D a	CD a		D a	C a		D a	C a	
	20. GÜN	33.51±0.01	34.10±1.07	0.29	9.26±0.10	9.62±0.98	0.32	8.60±0.33	9.97±1.61	0.21	12.65±0.24	13.86±1.83	0.24	137.23±1.03	134.17±1.86	0.16
		C a	C a		E a	D a		E a	D a		E a	D b		E a	C a	
P DEĞERİ		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0	

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

L renk değeri yaprak parlaklığını, a değeri yeşilden kırmızıya, b değeri ise sarıdan maviye renk değişimlerini temsil etmektedir. L\* (parlaklık) değeri ölçüm yapılan yüzeyin ışığı ne kadar yansıttığını, yani siyahtan beyaza rengin açıklık ve koyuluğunu (0=Beyaz; 100=Siyah), a\* değeri kırmızıdan (pozitif) yeşile (negatif); b\* değeri ise sarıdan (pozitif) maviye (negatif) renk değişimlerini belirtmektedir. Hue açısı, rengin niteliğini belirtir (0°=kırmızıpembe, 90°=sarı, 180°=yeşil, 270°=mavi). Croma değeri ise, rengin canlılığını ifade etmekte olup; 0 değeri gri-akromatik (renksiz) rengi gösterirken, değer büyüdükçe rengin canlılığı artmaktadır (McGuire, 1992).

Çarliston biber çeşidinin gerek kontrol bitkileri ve gerekse tuz uygulanan bitkilerinin yaprak renk değerleri incelendiğinde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Çarliston biber çeşidinde dönemler karşılaştırıldığında en düşük L değeri uygulama döneminin 20. gününde (30.85) belirlenmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkiler arasında geri kazanım süreci 10. gününde istatistiksel farklılık önemli bulunurken diğer dönemlerde alınan ölçümlerde farklılık istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür. Gerek tuz uygulama dönemi ve gerekse geri kazanım sürecinde a, b ve Croma değerlerinde düşüşlerin olduğu ve bu düşüşlerin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. a renk değerlerinin en düşük değeri geri kazanım süreci 20. gününde (9,62) almıştır. Uygulamalar karşılaştırıldığında, kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkilerin a değerleri arasında fark istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür. En düşük b değeri geri kazanım süreci 20. gününde (9,97) ölçülmüştür. Uygulamalar karşılaştırıldığında, kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkilerin b değerleri arasında fark istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür. En düşük Croma değeri L, a, b renk değerlerinde olduğu gibi geri kazanım süreci 20. gününde (13.86) belirlenmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkiler arasında fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Hue değerinde tuz uygulama döneminde düşüşlerin olduğu fakat geri kazanım sürecinde ise hue değerinde artışların olduğu dikkati çekmektedir. En düşük hue değeri uygulama dönemi 20. gününde (126,31) ölçülmüştür. Uygulamalar karşılaştırıldığında, kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkiler arasında hue değeri bakımından geri kazanım sürecinin 10. gününde istatistiksel olarak farklılık önemli bulunmuştur.

Acı biber çeşidinin gerek kontrol bitkileri ve gerekse tuz uygulanan bitkilerinin yaprak renk değerleri incelendiğinde dönemsel olarak istatistiksel anlamda önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Acı biber çeşidinde dönemler karşılaştırıldığında en düşük L değeri uygulama döneminin 10. gününde (41.26) belirlenmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkiler arasında alınan ölçümlerde farklılık istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür. Gerek tuz uygulama dönemi ve gerekse geri kazanım sürecinde a, b ve Croma değerlerinde düşüşlerin olduğu ve bu düşüşlerin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. a renk değerlerinin en düşük değeri geri kazanım süreci 20. gününde (11.43) almıştır. Uygulamalar karşılaştırıldığında, kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkilerin a değerleri arasında fark istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür. En düşük b değeri geri kazanım süreci 20. gününde (13.10) ölçülmüştür. Uygulamalar karşılaştırıldığında, kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkilerin b değerleri arasında fark istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür. En düşük Croma değeri L, a, b renk değerlerinde olduğu gibi geri kazanım süreci 20. gününde (17.39) belirlenmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkiler arasında fark geri kazanımının 20. gününde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Hue değerinde tuz uygulama döneminde düşüşlerin olduğu fakat geri kazanım sürecinde ise hue değerinde artışların olduğu dikkati çekmektedir. En düşük hue değeri uygulama dönemi 20. gününde (128.10) ölçülmüştür. Uygulamalar karşılaştırıldığında, kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkiler arasında hue değeri bakımından uygulama döneminin 20. gününde istatistiksel olarak farklılık önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.26. Acı çiçek biber çeşidinin yaprak renk ölçümleri

DÖNEM	PERİYOT	L değeri		P değeri	a değeri		P değeri	b değeri		P değeri	crome değeri		P değeri	hue değeri		P değeri
		Kontrol	NaCl		Kontrol	NaCl		Kontrol	NaCl		Kontrol	NaCl		Kontrol	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	43.15±1.20	43.15±1.20	0.05	15.8±0.69	15.8±0.69	0.02	19.07±1.25	19.07±1.25	0.01	24.77±1.41	24.77±1.41	0.01	129.69±0.60	129.69±0.60	0.00
		A	A		A	A		A	A		B	B				
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	41.71±0.27	41.26±2.34	0.82	15.87±0.29	16.3±0.86	0.85	18.67±0.66	20.09±1.88	0.99	23.97±0.32	25.88±2.00	0.82	131.19±0.11	129.17±1.19	0.82
		AB a	AB a		A a	A a		A a	A a		A a	BC a				
	20. GÜN	38.46±0.42	41.93±0.15	0.76	13.00±0.27	16.08±0.29	0.46	14.87±0.58	20.53±0.43	0.28	19.75±0.61	26.08±0.52	0.18	131.2±0.49	128.10±0.11	0.04
		C a	AB a		B a	A a		B a	A a		A a	C b				
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	40.08±1.42	40.43±0.07	0.69	15.31±0.91	15.83±0.33	0.41	18.97±1.91	20.14±0.36	0.36	24.39±2.06	25.62±0.49	0.37	129.06±1.14	128.27±0.17	0.3
		BC a	B a		A a	A a		A a	A a		B a	C a				
P DEĞERİ	20. GÜN	34.29±1.61	35.76±1.32	0.29	10.81±0.30	11.43±0.89	0.32	11.98±0.7	13.10±1.08	0.21	16.15±0.72	17.39±1.39	0.24	132.29±0.84	131.30±0.50	0.16
		D a	C a		C a	B a		C a	B a		C a	A b		A a	A a	
P DEĞERİ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark  $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.





Şekil 4.27. Çalışma boyunca çarliston ve acı çiçek biber çeşidine ait görseller.



Şekil 4.27. Çalışma boyunca çarliston ve acı çiçek biber çeşidine ait görseller (devamı)

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

NaCl, su potansiyelini azaltmakta ve hücredeki iyon dengesini bozarak da bitki gelişimini olumsuz etkilemektedir. Irshad ve ark. (2002), tarafından yürütülen çalışmalar sonucunda tuz stresi altındaki bitkilerde köklerin su alma yeteneklerinde önemli azalmalar meydana geldiğinden, kök gelişimi ve gövde uzamasında gerilemenin olduğu bildirilmiştir. Stres altındaki bitkilerin gövde çapları azaldığı gibi boyları da kontrole göre küçük kaldığı, aynı şekilde yaprak alanı ve generatif evreye geçişte çiçeklenme ve meyve verimi de olumsuz etkilediği bildirilmiştir. Benzer şekilde Akdoğan ve Özkan (2000), fide dikimi, çiçeklenme ve meyve oluşumu dönemlerinde uygulanan su stresi artan tuzluluk değerlerinde, kök ve gövde kuru madde miktarı ve ürün miktarında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Richardson ve McCree (1985), Romero-Aranda ve ark. (2001), Çiçek ve Çakırlar (2002), Yaşar (2003), Lacerda ve ark. (2005), Cavalcanti ve ark., (2007); Yaşar ve ark. (2007), Üzal (2009), Şevgin Zirek (2017), Öztaş (2018) gibi araştırmacılar tuz stresi altındaki bitkilerin gelişiminin olumsuz şekilde etkilendiğini rapor etmişlerdir. Çalışmamızda her iki biber çeşidinde de tuz stresinin bitki gelişim parametreleri üzerine olumsuz etkisinin olduğu görülmüştür. Geri kazanım sürecine geçildiğinde ise özellikle çarliston biber çeşidinde geri kazanımın 20. gününde kontrole en yakın değerlerin kök uzunluğu, bitki boyu, gövde ağırlığı, gövde kalınlığı ve yaprak sayısı gibi gelişim parametrelerinde ölçüldüğü belirlenmiştir. Çarliston biber çeşidinin bitki gelişimlerini geri kazanım sürecinin 20. gününde toparlayabildiği söylenebilir. Bu veriler göz önüne alındığında tuz stresinden her iki biber çeşidinin de etkilendiği fakat geri kazanım sürecinde çarliston biber çeşidinde daha önce iyileşmelerin olduğu dikkati çekmektedir. Acı çiçek biber çeşidi ise metabolik aktiviteyi kontrol altında tutabilmek için bitki büyümesini sınırlandırarak bitkiyi kontrol edebilecek seviyede tutmuştur. Ayrıca Shannon ve Grieve (1999)'e göre tuzluluğun bütün etkileri negatif değildir. Ürün üzerinde, kalite ve hastalıklara dirençte, olumlu etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Ispanakta düşükten orta dereceye kadar olan tuzlulukta üründe artış olmakta, havuçta şeker oranı artmakta, patatesten tuzluluk arttıkça nişasta oranı azalmakta, düşük tuzlulukta lahanada başları daha sıkı olmakta, tuz yoğunluğu arttırıldıkça kerevizin kolayca etkilendiği ve iç kararmasına karşı daha dirençli olduğu rapor edilmiştir. Yaptığımız çalışmada da tuzluluğun bitkilerin erken çiçeklenmesi üzerine etkisine

bakıldığında, yapılan gözlemlerde çarliston biber çeşidinde ilk çiçeklenmenin tuz uygulamasının 23. gününde olduğu belirlenmiştir. Bütün bunlar değerlendirildiğinde bitkilerin tuz uygulama döneminde generatif faza geçtiği, geri kazanım sürecinde ise bitkilerin faz değişikliği yaşayarak generatif fazdan vejetatif faza geçtiği yönde bir değerlendirme yapılabilir.

Stres altındaki bitkilerin hücrelerinde hücre zarı hasara uğradığında açığa çıkan lipidperoksidasyonun yan ürünü olan malondialdehid (MDA) miktarının yüksek miktarda bulunması hücre zarının tahrip olduğunu, düşük miktarda bulunması ise hücre zarı yapısının bozulmadığını veya az seviyede etkilendiği sonucunu göstermektedir (Yaşar, 2003). Cavalcanti ve ark., (2007) börülce bitkisinde tuz stresi ve geri kazanım sürecinde MDA miktarlarındaki değişimleri gözledikleri çalışmalarında tuz stresi esnasında MDA miktarlarının yükseldiğini geri kazanımdan üç gün sonra aldıkları yaprak örneklerinde MDA miktarlarında hafif düşüşlerin olduğunu belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışma da tuz uygulama döneminde MDA miktarlarının her iki biber çeşidinde arttığı bu artışın çarliston biber çeşidinde daha fazla olduğu belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinde ise 10. günde MDA miktarlarının yine yüksek seviyelerde seyrettiği, bu sürecin 20. gününde ise bitkilerin stresin etkilerinin azalmasıyla birlikte MDA miktarlarında düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir.

Tuz stresi altında yetişen bitkilerde görülen nekrozların oksijen radikallerince gerçekleştirilmiş olan lipid tahribatından; klorozların ise oksijen radikallerinin klorofilleri parçalamasından kaynaklandığını göstermektedir (Üzal, 2009). Yakıt ve Tuna (2006), Çiçek ve Çakırlar (2002), Gadallah (1999) gibi bazı araştırmacılar da tuz stresi altında klorofil miktarlarında genel metabolik süreçteki aksamaya bağlı olarak azalma meydana geldiğini bildirmiştir. Çalışmamızda her iki biber çeşidinin tuz uygulaması döneminde uygulama yapılan bitkilerin yapraklarında klorofil miktarının kontrole göre düştüğü belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinde ise bitkilerin yapraklarındaki klorofil miktarlarında az da olsa artışların olduğu dikkati çekmektedir. Her iki biber çeşidinin klorofil miktarındaki iyileşmelerin geri kazanım sürecinin 10. Gününden sonra olduğu görülmektedir. Stres sürecinde oluşan klorofillerin parçalanması sonrası oluşan klorozlarda geri kazanım sürecinin ancak 20. gününde iyileşmelerin olduğu gözlemlenmiştir.

Tuz stresi altındaki bitkilerin kök bölgesinde artan Na konsantrasyonuna bağlı olarak yaprak ve köklerde Na içeriği artarken, Ca ve K miktarları azalmaktadır. Ghoulam ve ark., (2002) şeker pancarında, Lacerda ve ark., (2005) sorgumda, Essa, (2002) soyada; Yakıt ve Tuna (2006) mısırdaki benzer sonuçlar rapor etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da tuz uygulama dönemine özellikle K miktarlarının düştüğü, geri kazanım sürecinde ise K miktarlarında artışın olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte bitkinin yeşil aksamına  $\text{Na}^+$  gidişini engelleyebilen ve seçici olarak yüksek oranlarda  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  gönderen genotiplerin tuz zararına karşı daha dayanıklı olduğu Yaşar (2003), Yaşar ve ark. (2006), Yaşar (2007) tarafından da bildirilmektedir. Yine elde ettiğimiz sonuçlara göre tuz stresi uygulandığı dönemde bitkilerin yapraklarında  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  miktarları artarken geri kazanım sürecinde bu miktarların önemli ölçüde düşmüştür. Bu verileri destekler nitelikte farklı bitki türlerinde yapılan çalışmalarda da (Ahmad ve Wyn Jones, 1979; Alarcón ve ark., 1993; Pardossi ve ark., 1998) tuz stresi sonrası geri kazanım sürecinde bitkilerin yapraklarında  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  konsantrasyonlarında düşüşlerin olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Lacerda ve ark. (2005) sorgumda tuz stresi sürecinde yapraklarda  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  miktarları ile  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranlarının arttığını, geri kazanım sürecinde ise yapraklarda  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  miktarları ile  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  oranlarının düştüğünü tespit etmiştir. Villora ve ark. (2000) Fe, Mn, Zn, ve Cu elementlerinin alımının tuz stresi altında arttığını bildirmiştir. Fasulye bitkisinde  $\text{NaCl}$ 'ün etkisiyle besin elementlerinden Cl ve Mn köklerde, Cl, Fe ve Mn yapraklarda, Cl ve Fe meyvelerde yüksek miktarlarda bulunmuştur. Kabak bitkisinde Cl, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonları  $\text{NaCl}$ 'ün miktarına bağlı olarak artmıştır. Yaptığımız çalışmadan da bu bilgileri destekler nitelikte sonuçlar alınmıştır. Bitkilerin tuz uygulama döneminde Fe, Zn, Mn konsantrasyonlarında artışların olduğu belirlenmiştir.

Yine, çalışmamızda Mg konsantrasyonlarının tuz uygulama döneminde kontrole göre düştüğü ve geri kazanım sürecinde ise bu elementin giderek arttığı tespit edilmiştir. Klorofil miktarlarıyla kıyaslama yapıldığında ise aynı durumun söz konusu olduğu görülmektedir. Mg'un fotosentezde klorofil molekülünün merkez atomu olarak görev yaptığı bilinmektedir (Papenbrock ve ark., 2000). Dolayısıyla klorofil sentezi için gerekliliği elzemdir. Tuz stresi altında genel metabolik faaliyetlerin aksaması N, P ve Mg gibi makro besin elementlerinin alımlarında kısıtlanma gibi faktörler klorofil oluşumunu olumsuz etkiler. (Şevgin Zirek, 2017). Bütün bunlar değerlendirildiğinde de

bitkilerin stres sonrası geri kazanım sürecinde iyileşme döneminde metabolik aktiviteyi artırarak sürdürdüğü söylenebilir.

Stres faktörlerinin etkisiyle oluşan ve biriken Radikal Oksijen Türevleri (ROS) ile savaşmak zorunda kalan bitkiler, kendilerini fitotoksik etkilerden koruyan birçok antioksidant madde ve antioksidatif enzime sahiptir. Bu nedenle stres faktörlerine karşı toleransın artırılmasının önemli ayaklarından biride oksijen radikallerin sınırlandırılması veya antioksidant madde ve antioksidatif enzim aktivitesinin artırılmasıdır. Stres altındaki bitki türlerinde antioksidant enzim aktivitesindeki artış ile oksidatif stres zararındaki azalma arasında önemli bir korelasyonun bulunduğu (Yaşar ve ark., 2006; Yıldız ve ark., 2010) bilinmektedir. Tuzluluk stresi altında, serbest O<sub>2</sub> türevlerinin oluşumunun arttığını pek çok araştırmacı farklı bitki türlerinde yapmış oldukları çalışmalarla belirlenmiştir (Yasar, 2003; Yaşar ve ark., 2014, 2016; Uzal, 2017). Bitkilerin tuzdan zararlanmamasının en önemli nedeninin antioksidatif enzimlerin aktive olmasıyla bitki hücrelerini oluşan radikal oksijen türevlerinin zararlı etkisinden korumalarından kaynaklı olduğunu ileri sürmüşlerdir (Gosset ve ark., 1994; Hernandez ve ark., 1995; Shalata ve Tal, 1998; Sreenivasulu ve ark., 2000; Yaşar, 2003; Yaşar ve ark., 2006, 2007, 2008, 2014, 2016). Yine farklı araştırmacılar tarafından farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda bitkilere stres uygulandığında türün ve çeşidin genetik yapısına bağlı olarak antioksidant enzim aktivitelerinde artışların olduğu tespit edilmiştir (Yasar, 2003; Türkan ve ark., 2005; Yasar ve ark., 2008a, b; Yasar ve ark., 2010). Ayrıca Yaşar (2003) çeşitli patlıcan genotiplerinin tuza dayanım durumlarını belirlediği çalışmasında tuza tolerant genotiplerin enzim aktivitelerinin yüksek olduğunu tuza hassas olan genotiplerin ise enzim aktivitelerinin düşük olduğunu belirtmiştir. Bu çalışma ile benzer sonuçları Hernandez ve ark.(1993), Aktaş (2002), Karanlık (2001)' da yaptıkları çalışmalar sonucunda belirtmişlerdir. Jang (2004) ise tartışmalı ayrı bir konunun ozmotik stresten iyileşme sırasında oksidatif enzimlerin etkinliği hakkında kesin bir bilgi eksikliği olduğunu ileri sürmüştür. Yaptığımız çalışmada her iki biber çeşidinin gerek tuz uygulaması ve gerekse geri kazanım sürecinde alınan bitki yapraklarındaki CAT, APX ve SOD enzim aktivitelerinin de uygulamalar arasında istatistiki olarak farklılıkların olduğu görülmüştür. Genel anlamda enzimlerin her üçünde de en düşük aktivite tuz uygulamasının 20. gününde meydana gelmiş ve geri kazanım sürecinde ise enzim aktivitelerinde artışlar meydana gelmiştir. SOD enzim aktivitesi bakımından Charlston

biber çeşidinde tuz uygulamasının 10. gününde kontrole yakın değerler ölçülürken, tuz uygulamasının 20. günü ve geri kazanımın 10. gününde kontrolden çok daha yüksek değerler ölçülmüştür. Fakat acı çiçek biber çeşidinde ise SOD enzim aktivitesi tuz uygulamasının 10. gününde kontrol bitkilerinden daha düşük olurken, tuz uygulamasının 20. günü ve geri kazanım sürecinde ise kontrolle yakın değerler almıştır. Benzer şekilde Aydoğan (2012) , bazı taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin su basması stresine toleransları ve geri kazanım kapasitelerini belirlediği çalışmada, Katalaz ve Glutasyon Redüktaz aktivitelerinin ise su basması uygulamasıyla azaldığı, geri kazanım uygulamasıyla arttığını tespit etmiştir. Cavalcanti ve ark., (2007) ise yapraklarda katalaz enzimi aktivitesinin tuz uygulaması döneminde düştüğünü geri kazanım sürecinde ise değişmediği köklerde ise hem tuz uygulama döneminde hem de geri kazanım sürecinde değişmediğini belirlemiştir. SOD aktivitesinin ise her iki dönemde de değişmediğini tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada, börülce kökleri ve yapraklarının, tuz stresi ve geri kazanımı sırasında oksidatif zarara tepki olarak lipid peroksidasyonu ve CAT ve SOD aktivitelerinde belirgin farklılık geliştirdiği belirtilmiştir. Bununla birlikte, reaktif oksijen türlerinin neden olduğu oksidatif hasarlar ve /veya bu tepkilerin, büyüme azalması ile ilişkili olmadığı üzerinde durulmuştur.

Yapılan literatür taramalarında biber bitkisinde tuz stresi sonrası geri kazanım sürecindeki içsel mekanizmalar ile ilgili bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu yönüyle ele alındığında ilk çalışma olması nedeniyle özgündür. Bu çalışma sonrasında yapılması gereken ise örnek alma periyotlarının sıklaştırılarak içsel mekanizmanın daha iyi anlaşılmasının sağlanmasıdır. Bu konuda yapılacak ayrıntılı çalışmalar ile konunun aydınlığa kavuşmasının sağlanacağı kanaatindeyiz.





## KAYNAKLAR

- Ahmad, N., Wyn Jones, R.G., 1979. Glycinebetaine, proline and inorganic ion levels in barley seedlings following transient stress. *Plant Sci. Lett.* **15**: 231–237.
- Aktaş, H. 2002. *Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı*. (Doktora Tezi, Basılmamış), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Adana.
- Akdoğan, S., Özkan, İ., 2000. Gelişmenin değişik dönemlerinde uygulanan su noksanlığı geriliminin biber bitkisi (*capsicum annuum* l.)'nin tuza duyarlılığı üzerine etkisi, *AÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **6**(3): 1-8.
- Alarcon, J.J., S'anchez-Blanco, M.J., Bolar'ın, M.C., Torrecillas, A., 1993. Water relation and osmotic adjustment in *Lycopersicum esculentum* and *L. pinnelli* during short-term of salt exposure and recovery. *Physiol. Plant*, **89**: 441–447.
- Ashraf, M. P. J. C., Harris, P. J. C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, **166**(1): 3-16.
- Asraf, M. 2004 Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants, *Flora*, **199**:361-376.
- Avcu, S., Akhoundnejad, Y. ve Daşgan, Y.H. 2012. Domateste Tuz Stresi Üzerine Selenyum ve Silikon Uygulamalarının Etkileri, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, **6** (1): 183-188.
- Batu, A., Thompson, A. K., Ghafir, S. A. M. ve Rahman, N. A. A., 1997, Minolta ve hunter renk ölçüm aletleri ile domates, elma ve muzun renk değerlerinin karşılaştırılması, *Gıda*, **22** (4): 301-307.
- Bayat, R.A., Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, A. ve Üstün, S. 2013 Tuz stresi altındaki genç kabak (*cucurbita pepo* l. ve *c. moschata* poir.) bitkilerine uygulanan prolin'in, antioksidatif enzim aktiviteleri üzerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, **1**(1): 25–33.
- Bartels, D. ve Sunkar, R., 2005. Drought and salt tolerance in plants, *Critical Reviews in Plant Sciences*, **24**: 23–58.
- Bora, M., 2015. *Değişik Vejetasyon Dönemlerine Kadar Uygulanan Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Biberde Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik Ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi*, (Yüksek Lisans Tezi) Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Büyük, Ğ., Aydın, S. S., Aras, S., 2012. Bitkilerin stres koşullarında verdiği moleküler cevaplar, *Türk Hijyen Deneysel Biyoloji Dergisi*, **69**(2): 97-110.
- Cakmak, I., Marschner, H., 1992. Magnesium deficiency and high light density enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves. *Plant Physiol*, **98**: 1222-1226.
- Cakmak, I., 1994. Activity of ascorbate-dependent H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> scavenging enzymes and leaf chlorosis are enhanced in magnesium and potassium deficient leaves, but not in phosphorus deficient leaves. *Journal Of Experimental Botany*, **45**: 1259- 1266.
- Caro M, Cruz V, Cuartero J, Estan MT, Bolarin MC 1991. Salinity tolerance of normal-fruited and cherry tomato cultivars. *Plant and Soil* **136**: 249-25.
- Cavalcanti, F. R., Lima, J. P. M. S., Ferreira-Silva, S. L., Viégas, R. A., ve Silveira, J. A. G. 2007. Roots and leaves display contrasting oxidative response during salt stress and recovery in cowpea. *Journal of plant physiology*, **164**(5): 591-600.

- Charles, S., A. ve Halliwell, B. 1980 Effect of hydrogen peroxide on spinach (*spinacia oleracea*) chloroplast fructose biphosphatase, *Biochem J*, **189**:373–376.
- Cramer, G.R., Alberico, G.J. ve Schmidt, C., 1994. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids, *Australian Journal of Plant Physiology*, **21**: 675-692.
- Creissen, G., P., Broadbent, P., Kular, B., Reynolds, H., Welburn, A., R. and Mullineaux, P., M. 1994. Manipulation of glutathione reductase in transgenic plants: implications for plant responses to environmental stress, *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, **102**:167-175.
- Çiçek, N., Çakırlar, H., 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars, *Bulg. J. Plant Physiol.*, **28** (1-2): 66-74.
- Çulha,Ş. ve Çakırlar,H., 2012. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*,(11): 11- 34.
- Daşgan HY, Koç S, Ekinci B, Aktaş H, Abak K 2006. Bazı Fasulye ve Börülce Genotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri. *Alatarm*, **5** (1): 23-31.
- Demiral,T.,2003, *Genç pirinç fidelerine dışarıdan glisinbetain uygulanmasıyla tuza (nacl) toleransının arttırılmasında antioksidan enzim aktivitesinin rolünün araştırılması*,( Yüksek Lisans Tezi) Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri, Üniversitesi, İzmir.
- Dölarslan, M., Gül, E. 2012. Toprak bitki ilişkileri açısından tuzluluk.*Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*,**5**(2): 56-59.
- Ekiz, H., Bağcık, S.A., Yılmaz, A., Çağlayan N., Bozoğlu, S., 1995. Bazı arpa genotiplerinin tuzluluğa karşı toleranslarının ve toleransla ilgili seleksiyon kriterlerinin belirlenmesi. **3. Arpa. Malt Sempozyumu**, 5-7 Eylül, Konya.
- Ekmekçi E, Apan M, Kara T 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü*, **20** (3): 118-125.
- Ekmekçi, E., Tekin, K.. 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, **20**(3): 118-125.
- Erdal İ, Türkmen Ö, Yıldız M 2000. Tuz stresi altında yetiştirilen hıyar (*cucumis sativus* l. ) fidelerinin gelişimi ve kimi besin maddeleri içeriğindeki değişimler üzerine potasyumlu gübrelemenin etkisi. *Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, **10**(1): 25-29.
- Esin F 2007. *Bazı Çilek Çeşitlerinde NaCl Uygulamasının Bitki Gelişimi Ve İyon İçeriği Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, 100. Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Essa T.A., 2002. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science*, **188**(2): 86-93.
- Foyer, C.H., Lendaıs, M. Ve Kunert, K.J. 1994. Photooxidative stress in plants, *Phsiol. Plant.*, **92**: 696-717.
- Fridovich, I. 1995 Superoxide radical and superoxide dismutases, *Annual Review of Biochemistry*, **64**: 97-112.
- Gadallah, M.A.A., 1999. Effect of proline and glycinebetaine on *Vicia faba* responses to salt stress. *Biologia Plantarum*. **42**: 2, 249-257.
- Galvez-Valdivieso, G. ve Mullineaux, P.M. 2010 The role of reactive oxygen species in signalling from chloroplasts to the nucleus, *Physiologia Plantarum*, **138**:430-439.

- Ghoulam, C., Foursy, A. and Fores, 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 Exp. Botany*, **47**: 39-50.
- Gossett, D.R., Millhollon, E.P., Lucas, M.C., 1994. Antioxidant response to NaCl stress in salt-tolerant and salt-sensitive cultivars of cotton. *Crop Sci.*, **34**:706-714.
- Güneş A, İnal A, Alparlan M, Çıkılı Y 1998. Effect of salinity on phosphorus induced zinc deficiency in pepper (*capsicum annuum* L.) plants. department of soil science and plant nutrition, *Faculty of Agriculture*, **459**:464.
- Hernández, J.A., Olmos, E., Corpas, F.J., Sevilla, F., del Río, L.A., 1995. Salt-induced oxidative stress in chloroplast of pea plants. *Plant Science*, **105**:151–167.
- Irshad, M., Yamamoto, S., Eneji, A.E., Endo, T., Hona, T., 2002. Urea and Manure Effect on Growth and Mineral Contents of Maize Under Saline Conditions. *J Plant Nutrit*, **25**(1): 189- 200.
- Kabay, T., Erdinc, C., Sensoy, S. 2017. Effects Of Drought Stress On Plant Growth Parameters, Membrane Damage Index and Nutrient Content In Common Bean Genotypes. *Japs, Journal Of Animal and Plant Sciences*, **27**(3): 940-952.
- Karanlık, S., 2001. *Değişik buğday genotiplerinde tuz stresine dayanıklılık ve dayanıklılığın fizyolojik nedenlerinin araştırılması*. (Doktora tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Keser Ö, Çolak G, Caner N 2009. Tuza toleransı farklı iki kültür bitkisinde bazı fizyolojik ve makromorfolojik parametreler üzerine NA<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> tipi tuz stresi etkileri. *BAÜ FBE Dergisi*, **11**(2): 64-80.
- Koca, H., Bor, M., Özdemir, F. Ve Türkan, İ., 2007. The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymses and prolin content of sesame cultivars, *Environmental and Experimental Botany*, **60**: 344-351.
- Korkmaz, A., Demir, Ö., Kocaçınar, F., Yakup, 2016. Biber Fidelerinde Yapraktan Yapılan Melatonin Uygulamalarıyla Üşüme Stresine Karşı Toleransın Arttırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, **19** (3): 348-354.
- Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş., Abak, K., Yaşar, F. 2007. Bazı kavun (Cucumis sp.) genotiplerinin tuz stresine tepkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, **13**(4): 395-404.
- Lacerda, C. F., Cambraia, J., Oliva, M. A., ve Ruiz, H. A. 2005. Changes in growth and in solute concentrations in sorghum leaves and roots during salt stress recovery. *Environmental and Experimental Botany*, **54**(1): 69-76.
- Lovelli, S., Scopa, A., Perniola, M., Tommasa, T.D. ve Sofò, A., 2012. Abscisic acid root and leaf concentration to biomass partitioning in salinized tomato plants, *Journal of Plant Physiology*, **169**: 226-233.
- Luna, C., Seffino, L. G., Arias, C., ve Taleisnik, E., 2000. Oxidative stress indicators as selection tools for salt tolerance in *chloris gayana*.. *Plant Breeding*, **119**: 341-345.
- Lutts, S., Kinet, J.M., Bouharmont, J., 1996. NaClinduced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*, **78**(3): 389-398.
- Mahajan S, Tuteja N 2000. Cold, Salinity and Drought Stress: An Overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **444**: 139-158.
- Mahajan, S., Pveey, G. K. ve Tuteja, N., 2008. Calcium- and salt-stress signaling in plants: shedding light on SOS pathway, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **471**(2): 146–158.

- Manai, J., Kalai, T., Gouia, H., Corpas, F. J. 2014. Exogenous nitric oxide (NO) ameliorates salinity-induced oxidative stress in tomato (*Solanum lycopersicum*) plants *Journal Of Soil Science And Plant Nutrition*, **14**(2): 433-446.
- Mer, R. K., Prajith, P. K., H. Pandya, D., Pandey, A. N. 2000. Effect of salts on germination of seeds and growth of young plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. *Journal of Agronomy and Crop Science*, **185**(4): 209-217.
- Mugdhal, V., Madaan, N., and Mudgal, A. 2010 Biochemical mechanisms of salt tolerance in plants: a review, *International Journal of Botany*, **6** (2):136-143.
- Munns R 2002. Comparative physiology of salt and water stress, *Plant, Cell and Environment*. **25**: 239-250.
- Nishiyama, Y. Ikeda, H. ve Haramaki, N. 1998 Oxidative stress is related to exercise in tolerance in patients with heart failure, *American Heart Journal*, **135**: 115.
- Öztaş, Ö. 2018. *Tuz Stresi Altındaki Biber Bitkisine Potasyum Uygulamalarının Etkisinin Araştırılması*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Papenbrock J., Mock H.P., Tanaka R., Kruse E. and Grimm B. 2000. Role of magnesium chelatase activity in the early steps of the tetrapyrrole biosynthetic pathway. *Plant physiology*, **122**:1161-1169.
- Pardossi, A., Malorgio, F., Oriolo, D., Gucci, R., Serra, G., Tognoni, F., 1998. Water relations and osmotic adjustment in *Apium graveolens* during long-term NaCl stress and subsequent relief. *Physiol. Plant* **102**, 369–376.
- Pitann B., Kranz T., Zörb C., Walter A., Schurr U. and Mühling K. H. 2011 Apoplastic pH and growth in expanding leaves of *Vicia faba* under salinity, *Environmental and Experimental Botany*, **74**: 31-36.
- Richardson, S.G., McCree, K.J., 1985. Carbon balance and water relations of sorghum exposed to salt and water stress. *Plant Physiol*, **79**: 1015–1020.
- Romero-Aranda, R., T. Soria and J. Cuartero. 2001. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Sci.*, **160**:265- 272.
- Saruhan, V., Üzen, N., Eylan, M. Ve Çetin, Ö. 2008 Toprak tuzluluğunun kültür bitkilerine etkileri ve alınabilecek somut önlemler, *İklim Değişikliği Sempozyumu*, 13-14 Mart, Ankara.
- Shalata, A., Tal, M. 1998. The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in the leaf of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii*. *Physiologia Plantarum*, **104**(2): 169-174.
- Smirnoff, N. 1993. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation, *New Phytol*, **125**: 27-58.
- Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobus, U., Weschke, W., 2000. Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive seedling of fox-tail millet (*Setaria italica*). *Physiol. Plant.*, **109**: 435-442.
- Steppuhn, H., Volkmar, K. M., Miller, P. R., 2001, Comparing Canola, Field Pea, Dry Bean, and Durum Wheat Crops Grown in Saline. *Media. Crop Science*, **41**: 1827–1833.
- Şevgin Zirek, N. 2017. *Biber Bitkisinde Tuz stresi Üzerine Magnezyumun Etkileri*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van,
- Taleisnik, E., Peyran, G., Arias, C., 1997. Respose of *Chlorisgayana* Cultivars to Salinity. 1. Germination and Early Vegetatif Growth. *Tropical Grassland*, **31**: 232-240.
- Tanaka, Y., Hibino, T., Hayashi, Y., Tanaka, A., Kishitani, S. ve Takabe, T. 1999 Salt tolerans of transgenic rice overexpressing yeast mitochondrial Mn-SOD in

- tobacco catalase and askorbate peroxidase.Molecular plant microbe tolerance in plants.*Plant Sci.*, **166**: 3–16.
- Topaloğlu K 2010. *Tuz Stresinin Chili Biberlerinin Pigment Ve Kapsaisinoid Değişimi İle Peroksidaz Aktivitesi Arasındaki İlişki*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Türkan, I., Bor, M., Özdemir, F., 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 Mediated Water Stress.*Plant Science*, **168**(1): 223-231.
- Uygan D, Hakgören F, Büyüktaş D 2006. Eskişehir Sulama Şebekesinde Drenaj Sularının Kirlenme Durumu ve Sulamada Kullanma Olanaklarının Belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **19**(1): 47-58.
- Ülkü, Z 2014 *Zygophyllum fabago* L. 'nun lipid peroksidasyon, antioksidan enzimler ve prolin içeriği üzerine tuz stresinin etkileri, (Doktora Tezi) Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Üzal, Ö., 2009. *Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Bazı Çilek Çeşitlerinde Jasmonik Asitin Bitki Gelişimi ve Antioksidant Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi*. (Doktora Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Üzal, Ö., Yıldız, K., 2014. Bazı çilek (*Fregaria x ananassa* L.) Çeşitlerinin Tuz stresine Tepkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, **24**: 159-167.
- Üzal Ö., 2017 "The Effect Of GA3 Applications at different doses on lipidperoxidation, chlorophyll, and antioxidant enzyme activities in pepper plants under salt stress", *Fresenius Environmental Bulletin*, **26**(8): 5283-5288.
- Villora, G., Moreno, A., Pulgar, G., Romero, L., 2000. Yield Improvement in Zucchini Under Salt Stres. *Determining Micronutrient Balance. Scienta Horticulture*. **86**: 175-183.
- Yakit, S., Tuna, A.L., 2006. Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'nın etkileri. Akdeniz Üniversitesi *Ziraat Fakültesi Dergisi*, **19**(1): 59-67.
- Yaşar, F., 2003. *Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin in vitro ve in vivo Olarak İncelenmesi*. (doktora tezi basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bil. Enst, Van.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, S., Kusvuran, S., 2006a. Ion and Lipid Peroxide Content in Sensitive and Tolerant Eggplant Callus Cultured Under Salt Stress. *European Journal Horticultural Science*, **71** (4): 169- 172.
- Yaşar, F., Uzal, O., Tufenkci, S., Yıldız, K., 2006b. Ion accumulation in different organs of green bean genotypes grown under salt stres. *European Journal of Horticultural Science*, **71**, 169-172.
- Yaşar, 2007. Effects of salt stres on ion and lipid peroxidation content in green beans genotypes. *Asian Journal of Chemistry*, **19**(2): 1165-1169.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu Ş., Ozpay, T., Üzal Ö., 2007. Karpuz (*Citrillus lanatus*) Genotiplerinde, Tuz Stresinden Kaynaklanan Oksidatif Zararlanmanın Zamana Göre Değişimi ve Skala İle İlişkinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **12**: 59-64.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu S., Yıldız, K., 2008. Effect of salt stress on antioxidant defense systems, lipid peroxidation, and chlorophyll content in green bean, *Russian Journal of Plant Physiology*, **55**: 782-786.

- Yasar, F., Ellialtıoğlu S., Yıldız, K. 2008a. effect of salt stress on antioxidant defense systems, lipid peroxidation, and chlorophyll content in green bean, *Russian Journal of Plant Physiology*, **55**: 782-786.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Özpay, T., Uzal, Ö. 2008b. Tuz stresinin karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) antioksidatif enzim (SOD, CAT, APX ve GR) aktivitesi üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, **18**(1): 61-65.
- Yaşar, F., Uzal, Ö., Özpay, T., 2010. Changes of the lipid peroxidation and chlorophyll amount of green bean genotypes under drought stress, *African Journal of Agricultural Research*, **5**(19): 2705-2709.
- Yaşar, F., Üzal, Ö., Yaşar, Ö., 2013. Identification of Ion Accumulation and Distribution Mechanisms in Watermelon Seedling (*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf.) Grown Under Salt Stress. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, **23**: 209-214.
- Yaşar F., Üzal Ö., Köse Ş., Yaşar Ö., Ellialtıoğlu S., 2014 "Enzyme activities of certain pumpkin (*Cucurbita* spp) species under drought stress", *Fresenius Environmental Bulletin*, **23**: 1093-1099.
- Yasar, F., Uzal, O., Yasar, O., 2016. Antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation amount of pea varieties (*Pisum sativum* sp. arvense L.) under salt stress. *Fresenius Environmental Bulletin*, **2**: 37-42.
- Yıldız, M., Terzi, H., Cenkçi, S., Terzi, E.S.A., Uruşak, B., 2010. Bitkilerde tuzluluğa toleransın fizyolojik ve biyokimyasal markörleri. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi - C Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, **1**(1):1-33.
- Yılmaz E, Tuna A.L, Bürün B 2011. Bitkilerin Tuz Stresi Etkilerine Karşı Geliştirdikleri Tolerans Stratejileri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, **7**(1): 47-66.
- Yildirim, E., Güvenç, İ. 2006. Salt tolerance of pepper cultivars during germination and seedling growth. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **30**(5): 347-353
- Yurtseven E, Öztürk A, Kadayıfçı A, Ayan B 1996. Sulama Suyu Tuzluluğunun Biberde (*Capsicum annuum*) Farklı Gelişme Dönemlerinde Bazı Verim Parametrelerine Etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, **2** (2): 5-10.
- Yu S., Wang W. ve Wang B. 2012. Recent progress of salinity tolerance research in plants, *Russian Journal of Genetics*, **48** (5): 497-505.
- Zorlugenç, F. K. ve Fenercioğlu, H., 2012. Ozmotik Dehidrasyon Uygulamasının Trabzon Hurması Meyvelerinin Kuruma Davranışı ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri, *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **28** (5): 149-159.

## ÖZ GEÇMİŞ

1991’de Van Merkez İlinde dünyaya gelen Hacı Yusuf KADAN ilk ve orta öğrenimini burada tamamladı. 2011 yılında girdiği Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü’nden 2015 yılında Ziraat Mühendisi ünvanıyla ile mezun oldu. 2015 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı.







T.C  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: ..10./06./2019..

Tez Başlığı / Konusu: Tuz Stresi Ve Geri Kazanım Sürecinde Biberin Morfolojik, Fizyolojik Ve Biyokimyasal Değişimlerinin İncelenmesi

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam .....111.....sayfalık kısmına ilişkin, ....10./06./2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından ..Tuz Stresi...intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % ..13 (on üç) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayımlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: . Hacı Yusuf KADAN

Öğrenci No: 159101002

Anabilim Dalı: Bahçe Bitkileri

Programı:

Statüsü: Y. Lisans

Doktora

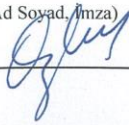
20.06.2019



DANIŞMAN ONAYI  
UYGUNDUR

Doç.Dr.Özlem ÜZAL  
Ziraat Fak.Bahçe Bitk.Böl.

(Unvan, Ad Soyad, İmza)



ENSTİTÜ ONAYI  
UYGUNDUR

(Unvan, Ad Soyad, İmza)

Prof.Dr.Şenol İNSOY  
Enstitü Müdürü

