

**DEĞİŞİK VEJETASYON DÖNEMLERİNE KADAR
UYGULANAN FARKLI TUZ
KONSANTRASYONLARININ YAPRAK LAHANADA
MEYDANA GETİRDİĞİ FİZYOLOJİK,
MORFOLOJİK ve KİMYASAL DEĞİŞİKLİKLERİN
BELİRLENMESİ**

**Demet TUĞCU
Yüksek Lisans Tezi**

**Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Murat DEVECİ**

2016

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DEĞİŞİK VEJETASYON DÖNEMLERİNE KADAR UYGULANAN
FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARININ YAPRAK LAHANADA
MEYDANA GETİRDİĞİ FİZYOLOJİK, MORFOLOJİK ve KİMYASAL
DEĞİŞİKLİKLERİN BELİRLENMESİ**

DEMET TUĞCU

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. MURAT DEVECİ

TEKİRDAĞ-2016

Her hakkı saklıdır

Bu tez, Namık Kemal Üniversitesi BAP tarafında NKUBAP.00.24.YL.14.09 numaralı proje ile desteklenmiştir

Doç. Dr. Murat DEVECİ danışmanlığında, Demet TUĞCU tarafından hazırlanan “Değişik Vejetasyon Dönemlerine Kadar Uygulanan Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Yaprak Lahanada Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Levent ARIN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Murat DEVECİ

İmza :

Üye : Doç. Dr. Hatıra TAŞKIN

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DEĞİŞİK VEJETASYON DÖNEMLERİNE KADAR UYGULANAN FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARININ YAPRAK LAHANADA MEYDANA GETİRDİĞİ FİZYOLOJİK, MORFOLOJİK ve KİMYASAL DEĞİŞİKLİKLERİN BELİRLENMESİ

Demet TUĞCU

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Murat DEVECİ

Bu araştırmada materyal olarak yaprak lahanası (karalahana) yerli çeşidi (*Brassica oleracea*. var. *acephala* cv. Yerli) kullanılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 4 tuz konsantrasyonu (kontrol, 50, 100 ve 200 mM NaCl), 2 tuz uygulama zamanı (8 gerçek yapraklı ve hasat dönemine kadar) uygulanmıştır. Tüm denemede toplam 32 parsel, her parselde 5 bitki ve tüm denemede toplam 160 bitki yer almıştır. Deneme, 20 °C sıcaklık, % 65-70 nem, 10/14 (aydınlık/gece) saatlik fotoperiyodik düzene sahip iklim odasında gerçekleştirilmiştir. Tuz uygulamalarına bitkilerin 4-5 gerçek yapraklı olduğu dönemde yapılmaya başlanmış ve 8 gerçek yapraklı dönem ve hasat dönemine kadar kaplardaki besin çözeltilisine sulama zamanlarında 0, 50, 100 ve 200 mM tuz konsantrasyonunu sağlayacak şekilde saksılara NaCl ilave edilmiştir. Deneme süresince yaprak su potansiyeli (MPa), yaprak oransal su içeriği (%), yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%), yaprak sıcaklıkları (°C), klorofil tayini (SPAD değeri), hasar indeksi, yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı (g), yaprak kalınlığı (mm), yaprak alanı (cm²), bitki boyu (cm), kök derinliği (cm), makro ve mikro besin elementleri (N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn) miktarları (% ve ppm) ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre, denemede ele alınan farklı vejetatif dönemlerden hasat dönemine kadar tuz uygulaması ile yaprak hücrelerinde membran zararlanması, yaprak sıcaklığı ve hasar indeksi kriterlerinde en yüksek ortalamalara ulaşılmıştır. Farklı tuz konsantrasyonları sonucunda ele alınan kriterlerden yaprak hücrelerinde membran zararlanması, yaprak sıcaklığı ve hasar indeksi miktarlarının tuzluluk arttıkça arttığı belirlenmiştir. Diğer tüm kriterlerde, tuzluğun 0 mM' dan 200 mM'e doğru artmasıyla elde edilen ortalamaların azaldığı tespit edilmiştir. Yaprak su potansiyeli açısından tuz konsantrasyonu arttıkça gün ortası yaprak su potansiyelinin (Ψ_{go}) düştüğü yani yaprakların su stresinin arttığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Brassica oleracea* L. var. *acephala*, vejetasyon dönemi, tuz stresi, yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su içeriği

2016, 82 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

EFFECTS OF VARIOUS SALT CONCENTRATION APPLIED TO DIFFERENT GROWTH STAGE OF KALE ON PHYSIOLOGICAL, MORPHOLOGICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS

Demet TUĞCU

Namık Kemal University
Institute of Science
Department of Horticulture

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Murat DEVECİ

In this study, kale (*Brassica oleracea*. var. *acephala* cv. Yerli) was used as the material. The experimental design was a randomized complete block design with four replications and four salt concentrations (Control, 50, 100 and 200 mM NaCl) were used. Trial coincidence groups were designed with 4 samples and 4 different salt concentrations (control, 50, 100, and 200 mM NaCl) and 2 salt application times (until 8 real leaves term and the harvesting term) were applied. There are 32 groups, 5 plants in each group, and 160 plants in total in the whole study. Experiments were carried out in a climate room with 20 °C temperature, % 65-70 humidity, 12/12 (light/dark) photoperiodical system. Salt applications were started to be done until the term in which the plants have 4-5 real leaves and NaCl was added to the nutrient solution in the cups in order to maintain a salt concentration of 0, 50, 100 ve 200 mM in watering times until the 8 real leaves term and the harvesting term. During the trial, leaf water potential (MPa), , relative leaf water content (%), membrane damage in leaf cells (%), leaf temperature (°C), total chlorophyll (SPAD), damage index, leaf number (quantity), leaf weight (g), leaf thickness (mm), leaf surface area (cm), plant height (cm), root depth (cm), and the macro and micro nutrient amounts (% and ppm) in the leaves were measured. According to the obtained results from the trial containing the salt application from different vegetation periods until the harvesting period, the membrane infestation in the leaf cells, the temperature of leaf and the damage index criteria have been measured as highest mean scores. As a result of different salt concentrations, among the discussed criteria the membrane infestation in the leaf cells, the leaf temperature and the damage index was determined that the amount increases as the salinity increases. All the other criteria discussed in this study were decreased when the salinity increased from 0 mM to 200 mM concentrations It was concluded that when salt concentration increases, midday leaf water potential (Ψ_{md}) have fallen and it means that water stress of leaves have been increased too.

Keywords: *Brassica oleracea* L. var. *acephala*, vegetation period, saltiness stress, leaf water potential, relative leaf water content

2016, 82 pages

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
SİMGELER DİZİNİ	ix
ÖNSÖZ	x
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	6
3. MATERYAL ve METOD	18
3.1. Materyal.....	18
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Deneme planı	18
3.2.2. Bitkilerin yetiştiği ortam.....	18
3.2.3. Bitkilerin yetiştirilmesi.....	19
3.2.4. Araştırmada incelenen bazı fizyolojik değişimlere ait kriterler.....	21
3.2.4.1. Yaprak su potansiyeli ölçümü (MPa).....	21
3.2.4.2. Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi (%).....	21
3.2.4.3. Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi (%).....	23
3.2.4.4. Yaprak sıcaklıklarının saptanması (°C).....	24
3.2.4.5. Klorofil tayini (SPAD değeri).....	25
3.2.5. Araştırmada incelenen bazı morfolojik değişimlere ait kriterler.....	26
3.2.5.1. Hasar indeksi.....	26
3.2.5.2. Yaprak sayısı (adet).....	26
3.2.5.3. Yaprak ağırlığı (g).....	27
3.2.5.4. Yaprak kalınlığı (mm).....	27
3.2.5.5. Yaprak alanı (cm ²).....	28

3.2.5.6. Bitki boyu (cm).....	28
3.2.5.7. Kök derinliği (cm).....	28
3.2.6. Araştırmada incelenen bazı kimyasal değişimlere ait kriterler.....	29
3.2.6.1. Makro ve mikro besin elementleri tayini (% ve ppm).....	29
3.2.7. Verilerin değerlendirilmesi.....	29
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	30
4.1. Yaprak Su Potansiyeli Ölçümü (MPa).....	30
4.2. Yaprak Oransal Su İçeriğinin belirlenmesi (YOSİ) (%).....	32
4.3. Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (%).....	34
4.4. Yaprak Sıcaklıklarının Saptanması (°C).....	36
4.5. Toplam Klorofil Tayini (SPAD değeri).....	38
4.6. Hasar İndeksi.....	39
4.7. Yaprak Sayısı (adet).....	41
4.8. Bitki Başına Toplam Yaprak Ağırlığı (g).....	42
4.9. Yaprak Kalınlığı (mm).....	44
4.10. Yaprak Alanı (cm ²).....	46
4.11. Bitki Boyu (cm).....	47
4.12. Kök Derinliği (cm).....	49
4.13. Makro ve Mikro Besin Elementleri Tayini (% ve ppm).....	51
4.13.1. Azot Miktarı (%).....	51
4.13.2. Fosfor Miktarı (%).....	52
4.13.3. Potasyum Miktarı (%).....	54
4.13.4. Kalsiyum Miktarı (%).....	56
4.13.5. Magnezyum Miktarı (%).....	58
4.13.6. Çinko Miktarı (ppm)	60
4.13.7. Mangan Miktarı (ppm)	61
4.13.8. Bakır Miktarı (ppm)	63
4.13.9. Demir Miktarı (ppm)	64
5. SONUÇ.....	66
6. KAYNAKLAR.....	69
ÖZGEÇMİŞ.....	81

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1.	Omcada gün ortası yaprak su potansiyellerine (ψ_{go}) göre stres seviyeleri...	14
Çizelge 4.1.	Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yaprak su potansiyeli (MPa) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	30
Çizelge 4.2.	Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	33
Çizelge 4.3.	Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yaprak membran zararlanması (%) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	34
Çizelge 4.4.	Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yaprak sıcaklığı (°C) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	36
Çizelge 4.5.	Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin klorofil miktarı (SPAD) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	38
Çizelge 4.6.	Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yaprak hasar indeksi (0-5 skalası) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	40
Çizelge 4.7.	Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yaprak sayısı (adet) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	41
Çizelge 4.8.	Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın bitki başına toplam yaprak ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	43
Çizelge 4.9.	Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yaprak kalınlığı (mm) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	45
Çizelge 4.10.	Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yaprak alanı (cm ²) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	46
Çizelge 4.11.	Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin bitki boyu (cm) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	48
Çizelge 4.12.	Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin kök derinliği (cm) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	50

Çizelge 4.13. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yapraklarında bulunan azot miktarına (%) etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	51
Çizelge 4.14. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yapraklarında bulunan fosfor miktarına (%) etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	53
Çizelge 4.15. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yapraklarında bulunan potasyum miktarına (%) etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	55
Çizelge 4.16. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yapraklarında bulunan kalsiyum miktarına (%) etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	57
Çizelge 4.17. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yapraklarında bulunan magnezyum miktarına (%) etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	58
Çizelge 4.18. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yapraklarında bulunan çinko miktarına (ppm) etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	60
Çizelge 4.19. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yapraklarında bulunan mangan miktarına (ppm) etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	62
Çizelge 4.20. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yapraklarında bulunan bakır miktarına (ppm) etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	63
Çizelge 4.21. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yapraklarında bulunan demir miktarına (ppm) etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	65
Çizelge 5.1. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yapraklarında denemede ele alınan fizyolojik, morfolojik ve kimyasal tüm kriterlerinin değişimleri.....	67

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1.	Bitkilerin yetiştirildiği iklim odası.....	19
Şekil 3.2.	İklim odasında viyollere yaprak lahanaya tohum ekimi ve çimlenme.....	19
Şekil 3.3.	Yaprak lahanaya fidelerinin 7 l hacmindeki saksılara şaşırtılması ve gelişimi...	20
Şekil 3.4.	Bitkilerin hidroponik sistemde yetiştirilmesinde kullanılan farklı tuz konsantrasyonlarındaki Hoagland besin çözeltisi tankları.....	20
Şekil 3.5.	Yaprak su potansiyelinin (Ψ_{yaprak}) Scholander Basınç Odası ile ölçümü.....	21
Şekil 3.6.	Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%) ölçümü a) Örnek alınan yaprakların ağırlık ölçümü, b) Örnek alınan yaprakların 4 saat suda bekletilmesi,c) Örnek alınan yaprakların 65 °C etüvde 48 saat kurutulması.....	22
Şekil 3.7.	Yaprak lahanaya yapraklarından 17 mm çapında alınan yaprak disklerinin de-iyonize su içerisinde bekletilmesi.....	23
Şekil 3.8.	Yaprak lahanadan 17 mm çapında alınan disklerin bulunduğu petri kaplarının otoklavda 100 °C'de 10 dakika bekletilmesi.....	23
Şekil 3.9.	Infrared termometre yardımıyla yaprak lahanaya yüzey sıcaklığının ölçümü....	24
Şekil 3.10.	Yaprak lahanaya bitkisinde klorofilmetre yardımıyla klorofil tayini.....	25
Şekil 3.11.	2 cm' den daha uzun yaprak lahanaya yapraklarının ayıklanması ve sayımı.....	26
Şekil 3.12.	Yaprak lahanaya bitkisinin 2 cm'den uzun yaprak ağırlıklarının hassas terazide tartılması.....	27
Şekil 3.13.	Yaprak lahanaya bitkisinin 2 cm'den uzun yapraklarının yaprak ayasının dijital kumpas ile ölçülmesi.....	27
Şekil 3.14.	Yaprakların tarayıcıdan geçirilip yaprak alanı programına aktarılması.....	28
Şekil 4.1.	Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın gün ortası (Ψ_{go}) yaprak su potansiyeli üzerine etkileri.....	30
Şekil 4.2.	Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın yaprak oransal su içeriği (YOSİ) üzerine etkileri.....	33
Şekil 4.3.	Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın yaprak membran zararlanması üzerine etkileri.....	35

Şekil 4.4. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın yaprak sıcaklığı üzerine etkileri.....	37
Şekil 4.5. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın klorofil miktarı üzerine etkileri.....	39
Şekil 4.6. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın yaprak hasar indeksi üzerine etkileri.....	40
Şekil 4.7. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın yaprak sayısı üzerine etkileri.....	42
Şekil 4.8. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın bitki başına toplam yaprak ağırlığı üzerine etkileri.....	43
Şekil 4.9. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın yaprak kalınlığı üzerine etkileri.....	45
Şekil 4.10. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın yaprak alanı üzerine etkileri.....	46
Şekil 4.11. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın bitki boyu üzerine etkileri.....	48
Şekil 4.12. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın kök derinliği üzerine etkileri.....	50
Şekil 4.13. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın azot miktarı üzerine etkileri	51
Şekil 4.14. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın fosfor miktarı üzerine etkileri.....	53
Şekil 4.15. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın potasyum miktarı üzerine etkileri.....	55
Şekil 4.16. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın kalsiyum miktarı üzerine etkileri.....	57
Şekil 4.17. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın magnezyum miktarı üzerine etkileri...	59
Şekil 4.18. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın çinko miktarı üzerine etkileri.....	60
Şekil 4.19. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın mangan miktarı üzerine etkileri.....	62
Şekil 4.20. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın bakır miktarı üzerine etkileri.....	63

Şekil 4.21. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın demir miktarı üzerine etkileri..... 65

SİMGELER DİZİNİ

MPa	: Megapaskal
Ψ	: Psi
Ψ_{yaprak}	: Yaprak su potansiyeli
Ψ_{go}	: Gün ortası yaprak su potansiyeli
YOSİ	: Yaprak oransal su içeriği
MZİ	: Membran zararlanma indeksi
IRT	: Infrared termometre
EC	: Elektriksel iletkenlik
dS/m	: Tuzluluk birimi (decisiemens/metre)
ppm	: Milyonda bir
NaCl	: Sodyum klorür
N	: Azot
P	: Fosfor
K	: Potasyum
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
Zn	: Çinko
Mn	: Mangan
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
Na	: Sodyum
Cl	: Klor

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmamda; tez konusunun seçiminde, yürütülmesinde, sonuçlandırılmasında ve sonuçlarının değerlendirilmesinde desteğini, yönlendirmelerini esirgemeyen, soru ve sorunlarıma çözüm bulan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Murat DEVECİ'ye, zor durumlarımda bilgilerinden faydalandığım saygıdeğer tüm Namık Kemal Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı akademik kadrosuna, tüm ölçümlerim esnasında yardımlarını esirgemeyen Namık Kemal Üniversitesi Bahçe Bitkileri 2010-2014 yılı Lisans öğrencilerine, tez çalışmama materyal sağlayan Birtaş Koll. Şti.'ye teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince bana verdikleri manevi destek, göstermiş oldukları sabır ve anlayıştan dolayı sevgili aileme ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ekim, 2016

Demet TUĞCU

1. GİRİŞ

Bitkisel üretimde stres, abiyotik (tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar, besin elementlerinin eksiklik veya fazlalıkları, ağır metaller, hava kirliliği, radyasyon gibi) ve biyotik (hastalık oluşturan mantar, bakteri, virüs vb. ve zararlılar) kökenli etmenler nedeniyle bitkinin büyüme ve gelişmesinde olumsuzluklara, bunlara bağlı olarak verim düşüklüğü ile sonuçlanan bir dizi gerilemeye neden olması biçiminde tanımlanabilir (Kuşvuran 2010).

Abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuzluluk hem tarım yapılan toprakları olumsuz etkilemekte hem de tuzluluk tehdidi altındaki topraklarda yetişen bitkilerde pek çok olumsuzluklara neden olmaktadır (Yılmaz ve ark., 2011). Yurdumuz topraklarının yaklaşık 1.5 milyon hektarı (bunun % 32.5'i sulanabilir alanlardır) tuzluluk sorunuyla karşı karşıyadır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi 2005). Dünya üzerinde ise 800 milyon hektardan fazla karasal alan tuzluktan etkilenmekte 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 2005).

Tarımda verim artışı sağlamak en önemli amaçlardan birisidir. Verim artırıcı iyileştirme uygulamalarından sulama ile genelde yalnızca verimdeki artış dikkate alınmaktadır. Ancak sulama suyu ile birlikte, bu suda erimiş halde bulunan katı maddelerin (tuzların) varlığının ve etkilerinin de göz önüne alınması gerekir. Sulu tarımda, yetiştirilen bitkinin tuza dayanımına bağlı olarak, sulama suyu kalitesi bitki gelişmesinde önemli bir konudur. Bu nedenle sulamada kullanılan suyun bitki verimi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi çalışmaları, bütün dünyada üzerinde durulan önemli bir çalışma alanını oluşturmaktadır (Ekmekçi Altunal 2007).

Tuzların bitki gelişimi üzerine olan olumsuz etkileri iki yönde olup; birincisi, toprak eriyiğinin ozmotik basıncını artırarak toprak suyunun bitkilere yarıyışlılığını azaltması, ikincisi ise toprak eriyiğinde tuzun kökleri aracılığı ile bitkiye geçmesi ve bitki bünyesinde çeşitli tuzların toksik miktarlarda birikmesi şeklinde olmaktadır. Tarımda kullanılacak olan suların uygunluğu; bu suların, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine yaptıkları etkiler

ile bitki gelişimine, verimine ve kalitesine olan etkileri göz önüne alınarak belirlenmektedir (Ayyıldız, 1990).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağış nedeniyle çözünebilir tuzlar derinlere taşınmamakta, 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).

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. Ülkemizin kurak ve yarı kurak bölgelerinde drenaj koşullarının iyi olmadığı topraklarda sulama suları ile gelen tuzlar, yağışlar ve sulama suları ile yeterli bir yıkama sağlanamadığı durumlarda, zamanla toprakların tuzlulaşmasına neden olmaktadır (Uygan ve ark. 2006).

Tuz stresi, birçok türde nişastalı endosperm kaynaklarının hareketliliğini sınırlar. Tohumdaki total çözünebilir şekerler stres koşullarında azalmaktadır (Yıldız ve ark. 2007)

Tuz stresi; değişik tuzların toprak ya da suda bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması olarak tanımlanır ve geniş alanların tarım dışı kalmasına neden olur. Bu tuzlar genelde klorürler, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlardır. Ancak doğada en çok rastlanılan tuz formu sodyum klorür (NaCl)'dür (Yılmaz ve ark. 2011).

Tuzluluk stresi ile karşı karşıya kalan bitkilerde de genotipik özellikler çerçevesinde tepkiler oluşmakta, bazı bitki tür ve çeşitleri tuzluluktan az düzeyde etkilenirken, bazıları ise ölümcül biçimde zarara uğramaktadır (Levitt 1980).

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).

Toprakların tuzlulaşma ve sodyumlulaşmasını sulama, drenaj, toprak özellikleri ve iklim etmenleri gibi etmenler önemli ölçüde etkilemektedir. FAO'nun tahminlerine göre, sulanan alanların yaklaşık yarısı "sessiz düşman" olan tuzluluk, sodyumluluk ve yüzeyde göllenme tehdidi altındadır (Kanber ve ark., 2005). Tuzluluk nedeniyle bitkisel üretimin ya da verimin düşmesinde bitkilerin, tuz düzeyi sürekli artan çevreye uyum gösterememeleri ana etmen olmaktadır.

Çevresel faktörler ve fizyolojik etkilerle birlikte meydana gelen tuza tolerans özelliğinin esas kaynağı kalıtsal unsurlardır. Tuza tolerans bakımından bitkiler arasında

önemli farklılıklar olduğu kadar, aynı türe ait genotipler arasında da tuza tolerans bakımından farklılıklar bulunduğu bilinmektedir (Kuşvuran 2010).

Tuz toleransı, yüksek oranlarda tuz içeriğine sahip olan ortamlarda bitkilerin büyüme ve gelişmesini sürdürebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu amaçla bitkiler tuzdan sakınım (exclusion) ve tuzu kabullenme (inclusion) mekanizmalarından birini devreye sokarak tuz koşullarında büyüme ve gelişmelerine devam edebilmektedirler. Tuzdan sakınım mekanizmasına sahip bitkiler, tuzu bünyesinden uzak tutarak hücre içerisindeki tuz konsantrasyonunu sabit tutma yeteneğine sahiptirler. Tuzu kabullenme mekanizmasını çalıştıran bitkilerde ise, Na ve Cl iyonlarına doku toleransı göstermektedirler (Kuşvuran ve ark. 2008 a).

Bitkilerin tuza olan dayanımları, gelişme dönemi ile de yakından ilgilidir. Genelde tüm bitkiler çimlenme ve ilk gelişme devrelerinde tuza daha duyarlıdır. Bu dönemdeki tuzluluk etkilenmeleri, bitkinin ileriki dönemlerinde yetersiz gelişmesine neden olabilmektedir. Ekonomik veya çevresel sınırlamalar nedeniyle (örneğin yetersiz drenaj) topraktan tuzu uzaklaştırmak mümkün olmayabilir. Bu gibi durumlarda topraktaki tuz düzeyine tolerans gösterebilen bitkiler seçilmelidir. Bütün kültür bitkileri belli düzeylerdeki tuzluluğa karşı duyarlıdır. Bitkinin tuzluluğa duyarlı olmasının anlamı, düşük tuzluluk düzeylerinde dahi çözelti içerisinde oluşan ozmotik basınç değerlerinin bitki kökleri tarafından karşılanamamasıdır (Ekmekçi Altunal 2007).

Doğal kaynakların gün geçtikçe azalması, her alanda olduğu gibi tarımda da yeni arayışları ortaya çıkarmaktadır. Sanayileşme ve kentleşme nedeniyle tarım alanları azalmakta buna karşın bu alanlardan beslenecek insan sayısı hızlı bir biçimde artmaktadır. Bu nedenle, yürütülen araştırmalar birim alandan elde edilecek verimi maksimuma çıkarmak üzerine yoğunlaşmaktadır (Erdem ve ark. 2010a).

Tarımsal üretimin artırılması toprak ve özellikle su gibi tarımsal girdilerin sınırlı olması nedeniyle mümkün olmamakta, ayrıca sulama sularının kalite yönünden her toprak koşulunda ve bitki çeşidinde kullanımın kısıtlı olması, bitkisel üretimdeki sorunu daha da büyütülmektedir. Günümüzde dünyayı ve elbette ki ülkemizi de tehdit eden “Küresel Isınma” ile her 10 yılda sıcaklığın 0.2 °C’ye kadar arttığı, yağışta ortalama %10 düşüş olduğu, yaz kuraklıklarının her geçen gün artacağı düşünülürse, tüm bunlar atık ve kalitesi düşük suların kullanılmasını bir zorunluluk haline getirmektedir. Bu suların, bitki verimini, gelişimini, toprak özelliklerini ve özellikle çevreyi nasıl etkilediğinin bilinmesi gerekmektedir. Bu bağlamda bu tür çalışmaların yapılması çok daha büyük önem kazanmaktadır. Hem ekolojik dengenin korunması, hem de tarımın dolayısıyla insan topluluklarının sürdürülebilir

gelişiminin sağlanması için, su ve toprak kaynaklarının, bugünkü ve gelecekteki ihtiyaçları karşılayabilecek en akılcı bir şekilde kullanılması gerekmektedir (Ekmekçi ve Altunal 2007).

Türkiye karmaşık iklim yapısı içinde, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak, bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden birisidir. Doğal olarak üç tarafından denizlerle çevrili olması, arızalı bir topografyaya sahip olması ve orografik özellikleri nedeniyle, Türkiye'nin farklı bölgeleri iklim değişikliğinden farklı biçimde ve değişik boyutlarda etkilenecektir. Örneğin, sıcaklık artışından daha çok çölleşme tehdidi altında bulunan Güney Doğu ve İç Anadolu gibi, kurak ve yarı kurak bölgelerle, yeterli suya sahip olmayan yarı nemli Ege ve Akdeniz Bölgeleri daha fazla etkilenmiş olacaktır. Meydana gelecek iklim değişiklikleri; tarımsal faaliyetlerde, hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacak, özellikle yukarıda belirtilen bölgelerimizde, su kaynakları bakımından önemli sorunlar ortaya çıkacaktır (Öztürk 2002).

Lahananın anavatanı olarak Kuzey Avrupa ülkeleri ve Baltık denizi kıyıları kabul edilmektedir. Lahana denize yakın, rutubetli olan tüm Avrupa kıyılarında geniş bir yayılma alanı bulmuştur. Fransa'nın Atlantik kıyıları, İrlanda ve İngiltere'nin güney kıyılarında yabancı olarak yetişen lahana formları bulunmaktadır (Anonim 2008).

Brassica oleracea L. var. *silvertis* Dillingen'e (1956) göre lahananın yabanisi olarak kabul edilmektedir. Dillingen bu yabancı formdan önce yaprak lahana *Brassica oleracea* L. var. *acephala*'nın ortaya çıktığını, daha sonra bu yaprak lahanadan dört alt varyetenin geliştiğini belirtmektedir. Çiçek yaprak ve gövdenin değişimi sonucu üç farklı grup oluşmuştur. Çiçek sapı ve çiçek değişimi ile brokkoli ve karnabahar, büyümenin kısıtlanması, tepe ve yan tomurcukların değişimi ile brüksel lahanası, baş ve yaprak lahanalar, gövdenin değişimi ile de alabaş'ın oluştuğu ileri sürülmektedir (Anonim 2008).

Rus araştırmacı Zhukowsky ise lahananın anavatanının Anadolu'nun Van yöresi olduğunu ve dünyanın en büyük lahanalarının burada yetiştirildiğini bildirmektedir (Anonim 2008b).

Ülkemizde lahanaların birçok değerlendirilme şekli olup, çiğ olarak tüketildiği gibi; salatası; kapuskası; etli ve zeytinyağlı sarması ve turşusu yapılmaktadır. Lahana grubu sebzelerin toplam ekim alanı yaklaşık 20 bin hektar, üretim miktarı ise yıllara göre değişmekte olup 622.000 ton civarındadır. Bu üretimin yaklaşık 85.000 tonu yaprak lahana olup tamamına yakını Karadeniz bölgesinde üretilmektedir. Karadeniz bölgesi dışındaki bölgelerimizde, bölgenin değerlendirme şekillerine uygun lahana çeşitleri üretilerek tüketilmektedir. Lahana, A, B, C ve E vitaminleri, yağ, protein, karbonhidrat, kalsiyum, potasyum, kükürt, magnezyum ve demir içermektedir (Cengiz 2009).

Tüm lahanagil sebzeleri bünyelerinde sulphoraphan denilen kükürtlü maddeyi içerirler. Bu madde anti kanserojen etkili bir maddedir. Lahana bitkisi, iki yıllık otsu bir bitki olup, serin iklim sebzesidir. Basit yapraklı, yaprak ayaları geniş ve yuvarlak şekillidir, yaprak sapı (cecil yaprak) yoktur. Lahananın çiçek topluluğu, tepe tomurcuğu ile onun altındaki tomurcukların patlayarak çiçek sürgünlerini oluşturmalarıyla meydana gelir ve salkım şeklindedir (Şalk ve ark. 2008).

Karalahana (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), vitamin ve mineraller açısından oldukça zengin bir serin iklim sebzesidir. Yeşil klorofil pigmentleri içinde bol miktarda beta-karoten, askorbik asit (vitamin C) ve kalsiyum barındırır. Koyu yapraklı olanları daha fazla beta-karoten içerir. Antioksidan ve fotokimyasal özellikleri olan karalahana bitkisi birçok kanser türünün ve kalp hastalığı riskinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Karalahana içinde çok az miktarda yağ ve sodyum da bulunmaktadır (Alibas, 2009) Karalahana oldukça zengin besin içeriği ile insanların günlük besin miktarını karşılayabilecek nitelikte olan önemli bir sebzedir (Gündoğdu, 2005)

Yaklaşık 2500 yıldır bilinmekte olan lahana bitkisi (*Brassica oleracea* L.) tuza dayanımı iyi olan bir kültür bitkisidir. Kotuby ve ark., (1997); Bayraklı, (1998); Kanber ve ark., (1992), lahana bitkisinin verimde oluşturacağı azalmaların 1.2-1.8 dS/m tuzluluk düzeyinde başlayacağını, EC=4.6 dS/m düzeyinde ise verimde yaklaşık % 50'ye kadar bir azalmanın beklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir (Ekmekçi ve ark. 2005).

Tuz stresi bitkilerde birçok metabolik olayı olumsuz yönde etkileyen ve özellikle kültür bitkilerinde ürün kalitesi ve verimi düşüren önemli bir abiyotik faktördür. Stres faktörleri ve bitkinin stres koşullarında geliştirdiği mekanizmalar açısından bir değerlendirme yapıldığında tuz stresine cevap niteliğinde, belirli parametrelerde değişiklikler olmaktadır.

Bu araştırma, yaprak lahana yetiştiriciliğinde farklı tuz konsantrasyonlarının meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişiklikleri belirlemeyi amaçlamaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Avcu ve ark. (2013) tarafından 2010 yılında Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde Tom-8 ve Tom-33 kodlu domates genotipleri kullanılarak iklim odasında su kültürü ortamında, genç bitki aşamasında 6 farklı uygulama ile tuz stresi çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada 6 farklı uygulama yapılmıştır. Bu uygulamalar şunlardır; 1) Kontrol, 2) Tuz stresi (200 mM NaCl), 3) Kontrol + Selenyum (10 µM), 4) Tuz stresi + Selenyum (10 µM), 5) Kontrol + Silikon (1 mM), 6) Tuz + Silikon (1 mM). Çalışmada; bitki boyu, yaprak sayısı, bitki yeşil aksamının ve kökünün taze ve kuru ağırlıkları, yeşil aksamda sodyum ve klor miktarı, yaprak sıcaklığı ve yaprak stoma geçirgenliği parametreleri incelenmiştir. Çalışmada, domates bitkileri tuz stresi altındayken, selenyum ve silikon uygulamalarının, bitkilerdeki tuz stresini azaltmadaki etkinlikleri araştırılmıştır.

Kaya ve Daşgan (2013), erken bitki gelişim aşamasında kuraklık ve tuzluluk streslerine tolerans bakımından fasulye genotipleri taranmış; tuz ve kuraklık stresinin etkileri karşılaştırıldığında klorofil değerleri, kuraklık stresi ve tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerde artış göstermiştir. Ancak tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerde bu artış daha düşük oranlarda gerçekleşmiştir. Klorofil değerleri açısından, tuz stresi fasulye genotiplerinde ortalama % 6.05 oranında artış gösterirken, kuraklık stresi fasulye genotiplerinde genel olarak ortalama % 37.88 oranında artış göstermiştir.

Küçükçelik (2013) tarafından yapılan denemede, perlit ve cibrede yetiştirilen Alsancak F1 ve Swanson F1 domates çeşitlerinin meyvelerine, A/H olarak % 0.00, % 0.25 ve % 0.75'lik $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ çözeltisi püskürtmenin, çiçek burnu çürük (ÇBÇ) ve çatlak meyve oluşumuna etkileri araştırılmıştır. İlk altı hasatta meyve sayısı ve verimi Swanson F1 çeşidinde daha yüksek olmuştur. Yetiştirme ortamları açısından ise; ekimden hasada gün sayısı ile ilk altı hasattaki meyve sayısı ve verimi yönünden cibreden daha erkenci bulunmuştur. Toplam meyve sayısı Swanson F1'de daha yüksek olmasına karşın, toplam meyve verimi ile pazarlanabilir meyve sayısı ve verimi yönünden uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. ÇBÇ ve çatlak meyve sayısı ile sayısal ÇBÇ meyve %'si, Swanson F1'de daha yüksek olmuştur. Kalsiyum dozlarının ÇBÇ ve çatlak meyve oluşumunu önlemedeki etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Deneme sonuçlarına göre erkencilik yönünden Swanson F1 ve perlit ortamı; ÇBÇ ve çatlak meyve sayılarının azlığı ve sayısal ÇBÇ meyve %'sinin düşüklüğü açısından Alsancak F1; ağırlık olarak pazarlanabilir meyve %'si bakımından da Alsancak F1'in perlitte yetiştirilmesi önerilmiştir. Araştırma

esnasındaki olumsuz çevre koşulları, hastalık, zararlı ve fizyolojik bozukluklar verimi oldukça düşürmüş, genel ortalama olarak beş salkımlı bitkide toplam meyve verimi 1.27 kg/bitki, dekara 3000 bitki varsayılırsa 3.81 ton/da; pazarlanabilir meyve verimi ise 0.6 kg/bitki veya 1.8 ton/da olmuştur.

Alibaş ve Okursoy (2012) tarafından yapılan çalışmada, yaprak özellikleri açısından benzer olan karalahana, pazı ve ıspanak bitkilerinin yenilen kısımları olan yapraklarına ait en, boy, kalınlık, yüzey alanı, ağırlık, hacim, özgül ağırlık ve yuvarlaklık oranı gibi boyutsal özelliklerin yanı sıra, renk kriterleri (L, a, b, C ve α), nem ve kül miktarları gibi yapısal özellikleri de ölçülmüştür. Yeşil yapraklı kış sebzeleri olmasıyla bilinen bu üç sebzenin genişlik, kalınlık, uzunluk, yuvarlaklık oranı, yaprak alanı, hacim ve ağırlık gibi bazı boyutsal özelliklerinde benzerlik bulunmuştur. Özgül ağırlık, yoğunluk ve yuvarlaklık oranı gibi boyutsal özellikleri ile renk (L, a, b, C, α), nem ve kül miktarı gibi yapısal özelliklerinde ise farklılık ($p < 0.01$) olduğu saptanmıştır.

Arıcı ve Eraslan (2012) tarafından yapılan çalışmada Colt (*Prunus avium X Prunus pseudocerasus*) kiraz anacının tuz (NaCl) stresine karşı reaksiyonları *in vitro* koşullarda araştırılmıştır. Sürgün ucu kültürü ile elde edilen eksplantlar, farklı konsantrasyonlarda NaCl içeren (0, 30, 50, 100, 150 mM) MS (Murashige ve Skoog, 1962) ortamı üzerinde kültüre alınmıştır. Sürgünlerin sayısının ve uzunluğunun 0-30 mM NaCl içeren ortam üzerinde diğer uygulamalara göre artış gösterdiği gözlemlenmiştir. 150 mM NaCl içeren ortam üzerinde gelişen sürgünler şiddetli nekrozlar gösterirken, 50-100 mM NaCl içeren MS ortamı üzerinde kültüre alınan sürgün uçlarında sararmaların meydana geldiği tespit edilmiştir. NaCl konsantrasyonu arttıkça bitkilerde sürgün sayısı, uzunluğu, yaş ağırlığı, klorofil miktarı, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu içeriklerinin azaldığı, Na miktarının ise arttığı belirlenmiştir.

Kaya (2011) tarafından yapılan çalışmada, fasulye genotiplerinin tuz ve kuraklık streslerine tepkileri bakımından geniş bir varyasyonun olduğu belirlenmiştir. Seksen bir farklı fasulye genotipi tuz ve kuraklığa tolerant, orta düzeyde tolerant ve hassas olarak sınıflandırılmıştır.

Kaya (2011), tuz ve kuraklık stresi altındaki fasulye genotiplerinin yaprak oransal su içeriği değerleri incelemiş kuraklık stresinde bitkilerin yaprak oransal su içeriğinde azalma gösterdiğini belirtmiştir.

Kayabaşı (2011), kuraklığın soyada bazı fizyolojik parametrelere etkisini araştırmıştır. Kuraklık stresine bağlı olarak bitkilerin stomalarını kapatarak fotosentez aktivitesini en düşük seviyeye indirdiği, bunun strese karşı koruyucu bir mekanizma olduğu, stoma hareketlerinin yapraktaki birçok fizyolojik ve biyokimyasal olayla bağlantılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Kuşvuran (2011)'nin çalışmasında bamyada tuza tolerant genotiplerin belirlenmesinde kullanılacak bazı parametrelerin etkinliği ile genotiplerin tuz stresine karşı göstermiş oldukları tepkiler incelenmiştir. On beş bamyaya genotipine ait tohumlar 2:1 oranında torf:perlit karışımı içeren viyollere ekilmiş, ekimden 20 gün sonra içerisinde 2:1 oranında torf:perlit karışımı bulunan plastik saksılara şaşırtılmıştır. Bitkiler 3 gerçek yapraklı aşamaya ulaştığında 200 mM NaCl uygulaması gerçekleştirilmiştir. Stres sonunda oluşan etkilerin ortaya konulabilmesi amacı ile bitkilerde 0-5 görsel skala değerlendirmesi, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı ve yaprak alanı, yeşil aksam Na^+ , K^+ , Ca^{++} iyon analizleri bakımından değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda bamyaya genotiplerinin tuz stresi karşısında farklı tepkiler gösterdiği, 0-5 skala değerlendirmesi, yeşil aksam kuru ağırlığı, yaprak alanı ile Na^+ , K^+ ve Ca^{++} iyon değişimlerinin tarama çalışmalarında etkin olarak kullanılacak parametreler arasında yer alabileceği belirlenmiştir.

Küçükkömürçü'nün 2011 yılında yürüttüğü denemede, 37 adet bamyaya genotipinin tuz ve kuraklık streslerine karşı tolerans seviyelerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bitkiler, vermikulit ortamında yetiştirilmiştir. Bamyaya genotiplerinin tuz stresine tepkilerini ortaya koymak için 200 mM NaCl kullanılırken, kuraklık stresi kademeli su kesilerek oluşturulmuştur. Çalışmada bamyaya bitkileri kontrol koşullarında da yetiştirilmiş ve farklı genotipteki bamyaların tuza ve kuraklığa tolerantlıkları belirlenmiştir. Tuz stresi yaprak alanını olumsuz etkileyerek değişen oranlarda kayıplara uğramasına neden olmuştur.

Tuz ve kurak koşullar altında yetiştirilen bitkilerin bitki boyu ve yaprak sayısı parametreleri, her iki stres koşulunda da azalma göstermiştir. Her iki stres koşulunda da tuz stresindeki azalmalar kuraklık stresine oranla daha yüksek çıkmıştır (Süyüm, 2011).

Uyan (2011)'in yürüttüğü araştırmada ıspanağın üç farklı vejetasyon döneminin başında (iki gerçek yapraklı dönem, beş gerçek yapraklı dönem ile hasat olgunluğu başlangıcında) beş farklı su kısıtlamasına (kontrol, % 0, % 25, % 50 ve % 75) gidilmiştir. İspanağın gelişim dönemleri bakımından, erken döneme denk gelen kuraklık daha düşük stres seviyelerinde atlatılırken, ilerleyen dönemlerde stres seviyesi gittikçe artmış, buna rağmen genç dönemde atlatılan kuraklık stresi bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz etkilemiştir. Hasat döneminde oluşacak bir su stresinde ise stres sonrası bitkilerin sadece kontrol ve % 75 sulama oranında sulananların stresten etkilenmediği, % 0, % 25 ve % 50 oranında sulanan bitkilerin ise stresi atlatamadığı, büyüme ve gelişmesine devam edemediği tespit edilmiştir.

Yılmaz ve ark. (2011) tarafından yürütülen bir araştırmada; en önemli problemler arasında olan tuzluluk, kurak ve yarı kurak alanlar ve bitkilerin, tuz stresine yanıt olarak

çeşitli tolerans stratejileri geliştirilmesi araştırılmıştır. 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 üretiminin teşvik edilmesinin önemli tolerans stratejilerden olduğu görülmüştür.

İzci (2009), tarafından Ege Bölgesi'nde üretimi yapılan üç farklı pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) kültür çeşidine (Nazilli-84, NM-503 ve Carmen) ait tohumlar çimlendirilmiş ve elde edilen bitkilerin sap ve yaprak parçaları, kallus oluşturmak üzere; 5 mg/l IBA ve NaCl'nin farklı konsantrasyonlarını (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM) içeren Murashige ve Skoog (MS) (1962) ortamlarına aktarılmıştır. Araştırmada, farklı tuz konsantrasyonlarının elde edilen kallusların fotosentetik pigment miktarları incelenmiş ve çeşitlerin tuza tolerans durumları ele alınmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre, uygulanan tuz konsantrasyonu artışına paralel olarak, incelenen pamuk çeşitlerinde NaCl'ün olumsuz etkilerine en güçlü reaksiyonu Nazilli-84 vermiştir. Dolayısıyla Nazilli-84, diğer çeşitlere göre tuza tolerans seviyesi en yüksek olan çeşit olarak belirlenmiştir. Fotosentetik pigmentlerde tuz konsantrasyonu arttıkça oluşan Klorofil a, Klorofil b ve toplam klorofil miktarlarında azalmalar gözlenmiş ve 150 mM seviyesinden sonra en düşük düzeye ulaşılmıştır.

Karipçin (2009) tarafından yüksek sıcaklık ve yüksek buharlaşma oranına sahip bölgeler için, karpuz genotiplerinde kuraklığa toleransın belirlenmesi amacıyla bitkisel materyal olarak, ikisi Mısır'dan olmak üzere, Türkiye'nin farklı bölgelerinden (çoğu Güneydoğu Anadolu Bölgesinden) toplanan 32 genotip kullanmıştır. Karpuz genotipleri, kuraklık toleransının belirlenmesi amacıyla farklı su düzeylerinde yetiştirmiştir. Üç farklı su düzeyi (S1= % 100-eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi-tam sulama, S2= % 50-S1 konusuna verilen suyun yarısının uygulanması-kısıntılı sulama, S0= % 0-tamamen kurak) uygulamıştır. Araştırma sonunda; 24, 25, 86-A, 197, 27, 143, 218, 224, 203, 185, 147, 215, 163, 114 ve 59-A no'lu genotiplerin kurağa tolerant oldukları; 35 ve 39 no'lu genotiplerin kurağa az tolerant oldukları saptamıştır. Crimson Tide ve 37 no'lu genotiplerin tolerant-intolerant çizgisinde yer aldıkları; 234, 325, 332, 330, 154, 243, 149, 98, 177, 212, 184, 117 ve 26 no'lu genotiplerin ise kuraklığa hassas olduklarını tespit etmiştir.

Kasırğa (2009)'un çalışmasında Gemlik zeytin (*Olea europaea* L.) fidanlarına NaCl dozlarının kademeli artan oranlarını (kontrol, 2560, 5120 ve 7680 mg L⁻¹ NaCl; sırasıyla 4.0, 8.0 ve 12.0 dS m⁻¹ tuzluluk yaratacak şekilde) uygulamıştır. Tuz çözeltileri yarı yarıya

seyreltilmiş Hoagland besin ortamına uygun miktarlarda NaCl tuzu eklenerek elde edilmiştir. Tuzlulukla beraber bitki dokularında genel olarak K, Ca, P, Mn, Zn, B içeriği düşmüştür. Toplam N içeriğinde bir değişim görülmüşken Mg içeriği artmıştır. K/Na ve K^+Ca^+Mg/Na oranları önemli düzeyde azalmıştır. Denemede kullanılan bitkiler artan tuzluluk şartları altında Na ve Cl'un büyük kısmını kök ve gövdede depolayarak fotosentetik organlar olan yaprakları tuzun olumsuz etkilerinden korumaya çalışmıştır.

Kuşvuran ve ark. (2008 c) tarafından araştırılan denemede; 100 mM tuz uygulanan *Cucumis* sp. genotiplerine ait bitkilerin yapraklarında Na^+ , K^+ , Cl^- iyon miktarı, lipid peroksidasyon ve klorofil miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler incelenmiştir. Çalışmada iki adet tuza toleransı yüksek ticari çeşit (Galia C8 ve Galia F1), üç adet orta düzeyde tolerant yerel çeşit (Besni, Midyat ve Şemame), iki adet hassas kavun çeşidi (Ananas ve Yuva) ile bir adet acur hattı (*C. flexuosus*) kullanılmıştır. Tuz uygulanan genotiplerde kontrol bitkilerine göre Na^+ ve Cl^- iyonlarında önemli düzeyde artışlar meydana gelirken, K^+ iyonunda ise azalma görülmüştür. Hücre zarı hasarı göstergesi olan lipid peroksidasyon ürünü MDA miktarı, tuz stresi altında hassas genotiplerde artış göstermiş; buna karşılık klorofil miktarlarında değişen oranlarda kayıplar meydana gelmiştir. Çalışma sonucunda özellikle Na^+ ve Cl^- iyon miktarlarının tuza tolerant ve hassas kavun genotiplerinin belirlenmesi açısından etkin bir parametre olabileceği görüşüne varılmıştır.

Yakupoğlu ve Özdemir (2007) tuzluluk ve alkaliliğin toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkilerini tartışmışlardır. Değerlendirmede tuzluluk ve alkaliliğin flokülasyon, dispersiyon, infiltrasyon, hidrolik iletkenlik, yüzey akış ve kabuk oluşumuna etkileri esas alınmıştır. Birçok çalışmada, topraktaki yüksek sodyum konsantrasyonunun, toprağın tekstürü, strüktürü, çözeltideki Ca ve Mg konsantrasyonu gibi birçok faktörle ilişkili olarak, toprağın infiltrasyon ve hidrolik iletkenlik değerlerini düşürdüğü, yüzey kabuğu oluşumunu ve dispersiyonu teşvik ettiği belirtilmiştir. Ayrıca, sulama suyunun EC değerindeki artışa paralel olarak toprakta agregat oluşumuna teşvik edildiği, yüzey akış değerinin ise azaldığı görülmektedir. Toprak fiziksel özelliklerindeki bu olumlu değişimin derecesini, topraktaki baskın kil minerali çeşidi ve toprak tekstürü belirlemektedir. Kaolinit grubu (1:1 tipi) killerin yaygın olduğu topraklarda, sodyumun dispers edici etkisi, montmorillonit grubu (2:1 tipi) killerin baskın olduğu topraklara göre daha düşük seviyededir. Tekstür özellikleri bakımından ise ince bünyeli topraklar kaba bünyeli topraklara göre daha fazla dispers olma eğilimindedirler.

Çırak ve Esendal (2006), toprakta yeterli su varlığına karşın, çeşitli nedenlerle bitkinin sudan yararlanamamasını ise fizyolojik kuraklık olarak tanımlamaktadırlar. Toprak yeterli

miktarda su içermesine rağmen toprağın su tutma kapasitesinin, bitkinin emme kuvvetinden fazla olması durumunda bitkiler suyu alamayarak kuraklık stresine girmektedir. Toprakta meydana gelen tuzluluk, toprak çözeltisinin ozmotik değerini artırarak toprak suyunun bitkiler tarafından alınımını güçleştirmekte, böylece bitkinin fizyolojik kuraklık ile karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır.

Sulama suyu yönetiminde, infrared termometre ve spektrometre gibi uzaktan algılama araçlarının kullanılabilmesi için, bu cihazların kullanıldığı arazi denemelerinin sonuçlarına gereksinim duyulduğunu bildirmiştir. Sulama suyu uygulama zamanı ve miktarına karar vermede kullanılan yöntemlerin büyük bir kısmı toprak su içeriğine dayanmaktadır. Topraktaki nem koşullarının izlenmesi ise zordur ve büyük alanların temsili çoğu zaman imkansızdır. Ayrıca toprakta tuzluluk gibi farklı koşulların varlığı, yeteri kadar su bulunmasına rağmen bitkinin bu sudan yararlanmasını engellemektedir. Uzaktan algılama gibi bitki izlemeye dayalı yöntemler kullanılarak, bitkide meydana gelen su stresinin neden olduğu belirtilerin büyük alanlarda da pratik bir biçimde ortaya koyulması olanaklıdır (Köksal, 2006).

Uygun ve ark. (2006) tarafından, Eskişehir ili merkez köylerinden Karacahöyük, Gökdere ve Osmaniye yörelerinde sulamada kullanılan drenaj sularının özelliklerinin belirlenmesi ve sulamada kullanılma olanaklarının araştırılması hedeflenmiştir. Drenaj suyu örnekleri, yörelerde yağmurlama ve karık sulama yapılan, şekerpancarı ve buğday yetiştirilen alanlardan sulama dönemi öncesi, sulama dönemi ve sulama dönemi sonrası olmak üzere üç, toprak örnekleri ise, sulama dönemi öncesi ve sonrası olmak üzere iki dönemde alınmıştır. Adı geçen yörelerin sulanmasında, drenaj sularının uygun stratejilere göre kullanılması durumunda ek sulama suyu kaynağı alabileceği belirlenmiştir. Ancak, drenaj suyu kalitelerinin düzenli olarak izlenmesi, yetiştirilen bitki, sulama yöntemi ve toprak tuz birikiminde oluşabilecek değişiklikler değerlendirilerek kullanım stratejilerinin belirlenmesinin uygun olacağına karar verilmiştir.

Uzunlu (2006) tarafından yürütülen bir denemede, değişik konsantrasyonlarda ve değişik yöntemlerle uygulanan aspirinin üşüme, kuraklık ve tuz streslerine maruz bırakılan kavun fidelerinde meydana gelen zararı önleme üzerine etkileri araştırılmıştır. Kavun tohumları 0, 0.10, 0.25, 0.50 ve 1.00 mM aspirin içeren suda 1 gün bekletilmişler ve ekilmişlerdir. Ayrıca 21 günlük fidelere de yine aynı konsantrasyonlarda aspirin içeren su yapraktan sprey olarak uygulanmış ve daha sonra tüm fideler yukarıda adı geçen stres koşullarına maruz bırakılmıştır. Üşüme stresi bitkilerin 3 ± 0.5 °C'de 3 saat tutulması ile gerçekleştirilmiştir. Kuraklık stresi sırasında bitkiler bir hafta boyunca hiç sulanmamışlar, tuz stresi sırasında ise bir hafta boyunca her gün 150 mM NaCl içeren su ile sulanmışlardır. Stres

uygulamalarından 3 gün sonra yapılan gözlem ve analizlerde 0.10 mM ile 1.00 mM arasında değişen konsantrasyonlarda yapılan aspirin uygulamalarının kavun fidelerinde uygulanan stres faktörlerine karşı toleransı artırdığı, ancak aspirin uygulama metodları arasında bir fark olmadığı sonuçlarına varılmıştır. Aspirin uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine kıyasla genelde daha düşük görsel hasar ve daha yüksek klorofil, stoma iletkenliği, yaprak ve kök yaş ve kuru ağırlık ve karbonhidrat içeriği, buna karşın daha düşük göreceli elektriksel iletkenlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Aspirin konsantrasyonları arasında ise 0.25 ve 0.50 mM konsantrasyonlarının en iyi sonucu verdiği ve kullanılan en yüksek aspirin konsantrasyonu olan 1.00 mM'nin, stres faktörlerine karşı toleransı arttırmada daha düşük konsantrasyonlara kıyasla daha az etkili olduğu bulunmuştur.

Yakit ve Tuna (2006)'nın çalışmasında, tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametrelerinin yanı sıra (membran geçirgenliği, nispi su içeriği, prolin, klorofil ve karotenoid miktarları ile yaprak ve köklerde makro elementler); kalsiyum (Ca), potasyum (K) ve magnezyumun (Mg) uygulamaları ve ölçümleri de yapmışlardır. Mısır bitkisine tuz ile ilave olarak verilen kalsiyum, magnezyum ve potasyumlu bileşikler, membran geçirgenliği ve bağıl su içeriği üzerine iyileştirici etki yapmış, tuzun olumsuz etkilerini kısmen hafifletmiştir. Prolin oranı tuz uygulamasıyla beraber artmıştır. Toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarları tuz uygulamasından olumsuz etkilenmiş, ancak besin çözeltilisine ilave edilen kalsiyum, magnezyum ve potasyumlu bileşikler tuzun olumsuz etkisini kısmen hafifletmiş, kontrol ve tuz grubuna göre iyileştirici etki yapmışlardır. Hasat sonrası, yapraklarda membran geçirgenliği (%EC) , bağıl su içeriği (%RWC), prolin, klorofil ve karotenoid miktarları tayin edilmiş, yaprak ve köklerde makro element (N, P, K, Ca, Mg, Na) analizleri yapılmıştır. Ayrıca bazı bitki gelişim parametreleri (sürgün ve kök kuru ağırlığı, bitki boyu, gövde çapı) saptanmıştır.

Ekmekçi ve ark. (2005)'nin belirttiği üzere; tuzluluk dünya topraklarının önemli sorunlarından biridir. Tarımsal ya da peyzaj sulama uygulamalarının yanlış yapılması, özellikle doğal drenaj koşullarının kötü olduğu kurak ve yarı kurak yerlerde tuzluluk sorununun ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Sulamanın olduğu her yerde toprağa tuz iletimi de söz konusudur. Sulamada kullanılan yerüstü ve yer altı sularının tamamı da bünyelerinde erimiş olarak tuzları bulundururlar. Topraktaki su, buharlaşma ve bitki kullanımıyla tüketildiğinde geride bu tuzlar kalarak birikmektedir. Toprakta biriken tuzlar, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini bozmakta ve bitki gelişimini de olumsuz yönde etkilemektedir. Yetiştirilen bitkinin veriminde görülecek azalmalar, toprak çözeltilisinin konsantrasyonuna bağlı olduğu kadar, bitkinin tuza dayanımı ile de ilgilidir. Araştırma

sonuçlarına göre, sulama suyu tuzluluğu, ele alınan bitkilerin hemen hepsinde verim ve kaliteyi azaltıcı etkide bulunmuştur.

Kalefetoğlu ve Ekmekçi (2005)'nin belirttiğine göre; bitkilerde, büyümeyi ve verimi etkileyen en yaygın çevresel streslerden biri olan kuraklık stresi, metabolik, mekanik ve oksidatif birçok değişikliğe neden olmaktadır. Kuraklık; stresin şiddetine, süresine, diğer stres türleri ile etkileşimlerine, strese maruz kalan bitkinin genotipine ve gelişim basamağına bağlı olarak, bitkilerde sınırlı çevresel koşullara adapte olmayı sağlayacak birçok fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler cevabı indüklemektedir.

Kesmez (2003)'in araştırmasında; 4 sulama suyu tuzluluğu (0.25, 2.5, 5 ve 10 dS/m) ve üç potasyum dozu (0, 5 ve 10 mM) konularının domates (*Lycopersicon esculentum*) bitkisinin verim ve kalitesi üzerine etkileri, 2002 yılında sera koşullarında test edilmiştir. Deneme sonucunda elde edilen yeşil aksam ve meyve üzerinde, verim, bitki su tüketimi, kimyasal ve fiziksel kalite unsurları değerlendirilmiştir. Yaş meyve verimleri deneme konularından hem tuzluluk hem de K düzeylerinden etkilenmiştir. Verim parametresi olarak değerlendirilen toplam kuru bitki ağırlığı tuzluluk ile azalmış ve bu azalma 5 dS/m tuzluluk düzeyinde başlamıştır. Fiziksel kalite parametrelerinden meyve çapı ve meyve boyu da tuzluluktan olumsuz yönde etkilenmiş, K dozlarının meyve çapı ve boyuna her hangi bir etkisi gözlemlenmemiştir. Kimyasal kalite parametresi olan meyvede toplam çözülebilir kuru madde miktarında tuzluluk konularının artışına paralel olarak artış gözlemlenmiş, ancak K dozlarının bu parametre üzerine her hangi bir etkisi bulunmamıştır. Sulama suyu tuzluluk düzeyleri meyve suyunun pH değerini de etkilemiş bu değer sulama suyu tuzlulukları arttıkça azalma kaydetmiştir. Deneme konularından sulama suyu tuzluluk düzeyleri bitki su tüketimini olumsuz yönde etkilemiş ve bitki su tüketimindeki düşüş 2.5 dS/m tuzluluk düzeyine sahip sulama suyu konusundan itibaren başlamıştır. Deneme süresince iki bitkinin tükettiği toplam sulama suyunun, ürettiği kuru maddeye oranı olarak hesaplanan su kullanım etkinliği değeri tuzluluk konularından etkilenmiş ve bu etki 10 dS/m tuzluluk düzeyinde en yüksek bulunmuştur. Deneme süresince toprağa % 20 yıkama suyu uygulanmış ve sızan drenaj sularının EC değerleri ölçülmüştür. Ölçülen EC değerleri önce bir artış kaydetmiş ve daha sonra azalma göstermiştir.

Öztürk (2002), patlıcan (*Solanum melongena* L.) bitkisinde, gelişme periyodunu 3 döneme ayırarak, bu dönemlerde uygulanan normal ve tuzlu suyun, bitki gelişimine ve toprak tuzluluğuna etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada tuzlu su olarak 5 dSm⁻¹ ve normal su olarak da 0.25 dSm⁻¹ elektriksel iletkenliğe sahip sular kullanılmıştır.

Özellikle ilk dönemlerde olmak üzere farklı dönemlerde uygulanan tuzlu suyun; bitki su tüketimini, bitki boyunu, bitki ağırlığını önemli düzeyde azalttığı belirlenmiştir.

Gün ortası yaprak su potansiyelleri (Ψ_{go}) Carbonneau (1998) ve Smith ve Prichard (2002)'a göre değerlendirilmiştir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Omcada gün ortası yaprak su potansiyellerine (ψ_{go}) göre stres seviyeleri (Smith ve Prichard 2002).

Sınıf	Gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) (MPa)	Stres seviyesi
0	$\psi_{go} > -1.0$ Mpa	Stres yok
1	$-1.0 \text{ MPa} \geq \psi_{go} \geq -1.2 \text{ MPa}$	Hafif stres
2	$-1.2 \text{ MPa} \geq \psi_{go} \geq -1.4 \text{ MPa}$	Orta stres
3	$-1.4 \text{ MPa} \geq \psi_{go} \geq -1.6 \text{ MPa}$	Yüksek stres
4	$-1.6 \text{ MPa} > \psi_{go}$	Şiddetli stres

Akıncı ve Akıncı (2000) tarafından bazı patlıcan çeşitlerinin (*Solanum melongena* L. Kemer, Pala ve Aydın Siyahı) farklı tuz (0, 50, 100 ve 150 mM NaCl) dozlarına çimlenme dönemindeki tepkileri araştırılmıştır. Denemede tuz dozu artışı ile çimlenme oranı ve süresi, bitki yaş ağırlığı için oransal büyüme hızı, sürgün ve kök boyu azalmıştır. İncelenen özelliklere çeşitlerin tepkileri farklı olmuştur.

Clark ve ark. (2000), bitkiler ve topraklar üzerinde tuzun etkisinin laboratuvar çalışmalarıyla gözlemlenmesi isimli bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, tuza toleranslı olarak pamuk (*Gossypium hirsutum* L.), orta toleranslı sorgum [*Sorghum bicolor* L. Moench], tuza orta duyarlı biber (*Capsicum annuum* L.) ve tuza duyarlı Fransız kadife çiçeği bitkileri kullanılmıştır. Tuzluluk düzeyleri, kontrol solüsyonuna 3:1 oranında CaCl_2 ve NaCl karıştırılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan tuz düzeyleri düşük (6.2 dSm^{-1}), orta (9.5 dSm^{-1}) ve yüksek (12.8 dSm^{-1})'tir. Çalışma sonucunda kadife çiçeği bitkisi en yüksek gelişimi kontrol düzeyinde göstermiş, bunu takiben düşük tuz düzeyi gelmiştir. Ancak orta ve yüksek tuzluluk düzeylerinde bitki yaşayamamıştır. Biber bitkisinde de tuzluluk düzeyleri aynı etkiyi göstermiştir. Sorgum bitkisi kontrol, düşük ve orta tuzluluk düzeyinde azalan, yüksek tuzlulukta çok az bir gelişme göstermiştir. Pamuk bitkisinde ise artan tuzluluk düzeylerine rağmen tuzluluk bitki gelişimini etkilememiştir.

Kara ve Apan (2000)'a göre, sulamanın olduğu her yerde toprağa tuz iletiminin de söz konusu olduğunu sulama suları ile toprağa iletilen tuzların, toprak çözeltisi içerisinde birikerek üzerinde yetiştirilen bitkiyi farklı biçimlerde etkilediğini bildirmişlerdir. Bu tuzlar

toprak fiziksel özelliklerini etkileyebileceği gibi doğrudan bitki üzerine toksik, yani zehir etkisi de yapabilirler ve sonuçta verimde azalmalara neden olur

Özcan ve ark. (2000)'ın çalışmalarında Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen nohut çeşitlerinin (Canitez-87, ILC-195/2 ve Damla) tuz stresinde gelişimi ve prolin, Na, Cl, P ve K konsantrasyonlarındaki değişimler araştırılmıştır. Bu amaçla toprağa 68 mM kg⁻¹ NaCl ilave edilmiştir. Tuz ilave edilen ve edilmeyen toprakta yetiştirilen nohut çeşitlerinin tuzluluğa gösterdikleri tepki, değişik bitkisel parametreler ile karşılaştırılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, Damla çeşidi, Canitez-87 ve ILC-195/2 çeşitlerine göre tuzdan daha az etkilenmiştir. Tuz stresi altında Damla çeşidinin kuru ağırlığı, diğer çeşitlere göre daha fazla olmuş ve genelde Na ve Cl konsantrasyonları diğer çeşitlere göre daha düşük bulunmuştur. Tuz stresi altında çeşitlerin prolin, Na, Cl ve P konsantrasyonları artmış, K konsantrasyonu ise azalmıştır.

Yurtseven (2000), Patlıcanda (*Solanum melongena* L.) su tüketimine tuzluluğun etkisi isimli çalışmasında, farklı tuz oranları içeren sulama suları uygulanan patlıcan parsellerinden hesaplanan gerçek bitki su tüketimi değerlerinin (ETc) tuzluluğun etkisiyle değişimini incelemiş, ayrıca ETc değerlerinin kap buharlaşması yöntemine göre hesaplanan referans bitki su tüketimleri (ETo) ile karşılaştırmıştır. Denemelerde sulama suyu tuz oranları olarak 1.3, 3.0, 4.5 ve 6.0 dSm⁻¹'lik toplam tuzluluklar ile Ca/Mg'un iki değişik oranı (1:3 ve 3:1) ele alınmıştır. Suların tuzluluk düzeylerinin oluşturulmasında NaCl, CaCl₂ ve MgSO₄ tuzları kullanılmıştır. İstenen tuzluluk düzeylerinde sulama sularının hazırlanabilmesi ve parsellere verilebilmesi amacıyla her parsel başına 225 l hacimli metal kaplar yerleştirilmiştir. Kapların alt kısımlarına yerleştirilen bir vana yardımıyla sulamalar, suyun bitki sıra aralarına açılan yüzlek karıklara verilmesi şeklinde yapılmıştır. Deneme sonucunda, tuzluluğun artması ile su tüketimi (evapotranspirasyon) değerlerinde azalmalar görülmüştür. Aynı zamanda bu ilişkinin sulama suyunun Ca/Mg oranı tarafından da etkilendiği görülmüştür.

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⁻¹ hariç) bitkilerin Zn içeriği ve alımını azaltmıştır. Özellikle tuzlu koşullarda 300 ve 500 mg kg⁻¹ P uygulamasında bitkiler, Zn noksanlığına ait belirtiler göstermiştir. Yaprakların P içeriği 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.

Yurtseven ve ark. (1996), sivri biberde, çimlenme ve fide oluşumu dönemleri ile gelişme dönemlerindeki sulama suyu tuzluluklarının, bazı verim parametrelerine olan etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmalar 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 gözlemlemişlerdir. Bitki gelişme dönemlerindeki tuzluluk düzeylerinin ise bitki verimi ve biomas'ını % 1, meyve boyu ve meyvede toplam kül değerlerini % 5 düzeyinde önemli oranda etkilediğini kaydetmişlerdir. Yaprak ve dallardaki toplam kül değerleri ise deneme konularından etkilenmemiştir. Ayrıca ele alınan verim parametrelerinin hiçbirisinde faktörler arası etkileşimi (interaksiyon) önemli bulunmamıştır.

Aşırı tuz stresi bitkilerde bodur büyümeye ve kök büyümesinde gerilemeye neden olur (Larcher, 1995). Tomurcuk oluşumu azalır, toprak üstü gelişme olumsuz şekilde etkilenir, yapraklar küçük kalır. Hücrelerin ölmeleri sonucu köklerde, tomurcuklarda, yaprak kenarlarında ve büyüme uçlarında sarı lekeler (nekrozlar) oluşur. Büyüme mevsimi tamamlanmadan sararan yapraklarda kuruma görülür ve en sonunda bitkinin tamamı kurur.

Dirik (1994)'in çalışmasında, Üç yerli çam türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *paliassiana* Lamb. Holmboe, *Pinus pinea* L.) kuraklığa karşı reaksiyonlarının belirlenmesi amacıyla, kurak yaz periyodundaki transpirasyon tutumları analiz edilmiştir. Araştırma bulgularına göre kızılçam ve karaçamının -8.0 MPa, fıstık çamının da -1.4 MPa su potansiyeli düzeylerinde su kayıplarına karşı stomatik düzenlemeyi başlattıkları stomaların tamamen kapatılmasının ise kızılçamda -2.2 MPa, karaçamında -2.5 MPa, fıstıkçamında -3.0 MPa düzeylerinde gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, ekofizyolojik bakımdan kızılçamın kuraklık etkilerine karşı yüksek bir dayanıklılık potansiyeline sahip olduğu, bu türü karaçamının izlediği, fıstık çamının ise sınırlı kuraklık etkilerine uyum gösterebilen bir tür olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Öztürk (1994)'ün bildirdiğine göre, tuzluluğun ürün kalitesi üzerine etkilerinin arazi koşullarında rahatça gözlemlenmesine karşın, bu konudaki çalışmaların yetersiz olduğunu belirtmekte ve genel olarak tuzluluğun, ürünün boyutlarında küçülmeye, meyve sayısında azalmaya, renk, görünüş ve kimyasal içeriklerinde değişmelere neden olduğunu belirtmektedirler.

Premachandra ve ark. (1992) ile McDonald ve Archbold (1998) su kullanımında azalmaların elektrolit sızmasını etkilediğini bildirmiştir.

Al-Rawahy ve ark. (1992)'a göre, sulama sularının kalitesinin, temel olarak içerdiği tuz miktarına göre sınıflandırıldığını, bazı sulama sularının bünyelerinde bulundukları

NaCl'den dolayı Na^+ ve Cl^- gibi spesifik iyonlar bakımından zengin olduklarını, bu durum da diğer besin elementleri ile aralarında antagonist bir etki olduğunu bildirmişlerdir.

Munns ve Termaat (1986), tuzluluk sorununa neden olan bileşikler klorürler (NaCl , CaCl^2 , MgCl^2), sülfatlar (Na_2SO_4 , MgSO_4), nitratlar (KNO_3), karbonatlar, bikarbonatlar (CaCO_3 , Na_2CO_3 , NaHCO_3) ve boratlar olduğunu bildirmişlerdir. Ancak genelde toprak tuzluluğu ve tuz stresi denildiğinde NaCl'ün baskın varlığından söz edilmektedir.

3. MATERYAL ve METOD

Araştırma; Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri İklim Odası ile Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarları'nda yapılmıştır.

3.1. Materyal

Bu araştırmada materyal olarak yaprak lahanası (karalahana) yerli çeşidi (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* cv. Yerli) kullanılmıştır. Yaprak lahanası, *Brassica oleracea* L. türünün, Akdeniz Bölgesi orijinli baş oluşturmeyen koyu yeşil yapraklı bir çeşididir. Gövde uzunluğu 60-120 cm arasında değişen bitkinin, gövdeye seyrek olarak dizilen, hafif dalgalı, kenarlı geniş yaprakları ile sarı çiçekleri vardır. Yapraklar genellikle alttan başlayarak hasat edilir. Bazı minerallerin yanı sıra A ve C vitamini de içeren bu bitki çoğu kez sıcak yemek (çorba, kapuska, sarma, pilav) yapılarak tüketilir. Çeşitli koşullara kolaylıkla uyum sağlaması ve soğuğa dayanıklılığı nedeniyle önemli bir kış sebzesi olan yaprak lahanası ABD'de, Avrupa'da ve Türkiye'nin özellikle Karadeniz Bölgesi'nde (toplam üretimin yaklaşık yüzde 80'i) yaygın olarak yetiştirilir (Cengiz 2009, Anonim 2013).

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 4 tuz konsantrasyonu (kontrol, 50, 100 ve 200 mM NaCl), 2 farklı tuz uygulama zamanı (8 gerçek yapraklı ve hasat dönemine kadar) yer almıştır. Tüm denemede toplam 32 adet parsel, her parselde 5 adet bitki olmak üzere toplam 160 adet bitki bulunmuştur.

3.2.2. Bitkilerin yetiştiği ortam

Deneme kontrollü koşullar altında, sıcaklığı +40°C ile -20°C arasında ayarlanabilen iklim odasında kurulmuştur. Tüm deneyler, 20°C sıcaklık, %65-70 nem, 10/14 (aydınlık/karanlık) saatlik fotoperiyodik düzene sahip iklim odasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Bitkilerin yetiştirildiği iklim odası

3.2.3. Bitkilerin yetiştirilmesi

Tohum ekimi Bahçe Bitkileri Bölümü İklim Odası'nda yer alan masalar üzerinde plastik viyollere yapılmıştır. Tohumlar torf içerisine ekilmiş ve normal bakım işlemleri yapılarak (Şalk ve ark. 2008) iklim odasında yaprak lahanası için en uygun şartlarda ilk gerçek yaprakların görüldüğü döneme kadar yetiştirilmiştir (Şekil 3.2).

İlk gerçek yaprakların oluşumu ile beraber bitkiler, iklim odasında bulunan masalar üzerinde bulunan 7 L hacminde (çapı 20 cm, yüksekliği 22,5 cm) perlit içeren saksılara şaşırtılmışlardır (Şekil 3.3).



Şekil 3.2. İklim odasında viyollere yaprak lahanası tohum ekimi ve çimlenme



Şekil 3.3. Yaprak lahana fidelerinin 7 l hacmindeki saksılara şaşırtılması ve gelişimi

Bu dönemle beraber, bitkiler Hoagland besin çözeltisi [(M: 3.0×10^{-3}), $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; 0.9×10^{-3} , K_2SO_4 ; 1.0×10^{-3} , MgSO_4 ; 0.2×10^{-3} , KH_2PO_4 ; 1.0×10^{-5} , H_3BO_3 ; 1.0×10^{-6} , MnSO_4 ; 1.0×10^{-7} , CuSO_4 ; 1.0×10^{-8} ZnSO_4 ; 1.0×10^{-4} , $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$; 1.0×10^{-6} ve Fe-EDTA (10^{-4} M)] (Hoagland ve Arnon 1950) içeren hidroponik sistemde yetiştirilmişlerdir (Şekil 3.4).

Tuz uygulamaları bitkilerin 4-5 gerçek yapraklı olduğu dönemde yapılmaya başlanmış, 8 gerçek yapraklı dönem ve hasat dönemine kadar kaplardaki besin çözeltisine sulama zamanlarında saksılara 0, 50, 100 ve 200 mM tuz konsantrasyonunu sağlayacak şekilde NaCl ilave edilmiştir (Kuşvuran ve ark. 2008b).



Şekil 3.4. Bitkilerin hidroponik sistemde yetiştirilmesinde kullanılan farklı tuz konsantrasyonlarındaki Hoagland besin çözeltisi tankları

3.2.4. Araştırmada incelenen bazı fizyolojik değişimlere ait kriterler

3.2.4.1. Yaprak su potansiyeli ölçümü (MPa)

Çalışmada yaprak su potansiyeli, Dirik (1994)'in çalışmasında da uyguladığı gibi Scholander basınç odası (Scholander ve ark. 1965) ile ölçülmüştür. Cihaz 40 atmosfer basınca kadar ölçüm yapmakta olup ölçüm işleri için saf azot gazı kullanmaktadır (Smith ve Prichard 2002). Ölçümler, ışıklandırma başladıktan 6 saat sonra saat 12:00 ile 14:00 arası (gün ortası) yaprak su potansiyeli: Ψ_{go} yapılmıştır. Ölçümler bitkideki en gelişmiş yapraklarda (Şekil 3.5) ve her uygulama için iki ölçüm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5. Yaprak su potansiyelinin (Ψ_{yaprak}) Scholander Basınç Odası ile ölçümü

3.2.4.2. Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi (%)

Tuz stresine tolerans denemelerinde, yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%) farklı bitkilerde çalışan araştırmacıların yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Öztekin 2009,

Sanchez ve ark. 2004, Türkan ve ark. 2005). Tuz stresi denemeleri sonunda bitkilerden alınacak yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için taze ağırlıkları kaydedilmiş, daha sonra alınan yapraklar 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilip; bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65°C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları gram olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.6). Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül (3.1) yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

$$YOSİ = (TA-KA)/(TuA-KA) \times 100 \quad (3.1)$$

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



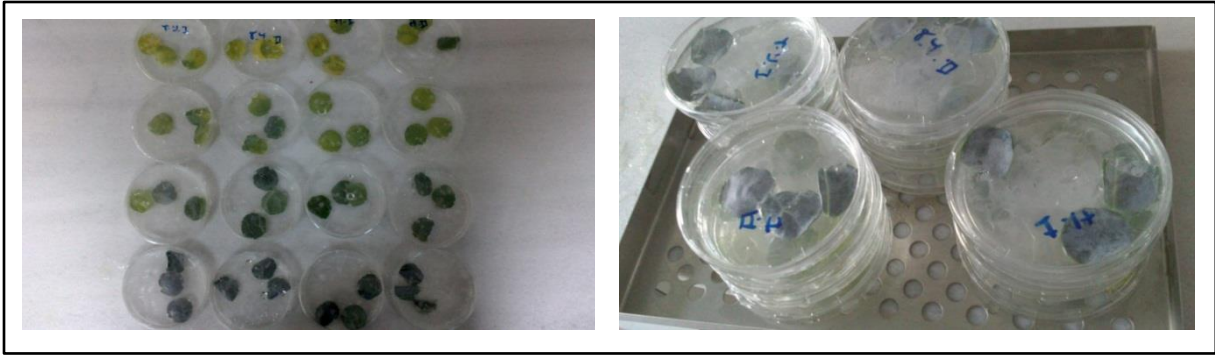
Şekil 3.6. Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%) ölçümü
a) Örnek alınan yaprakların ağırlık ölçümü,
b) Örnek alınan yaprakların 4 saat suda bekletilmesi,
c) Örnek alınan yaprakların 65 °C etüvde 48 saat kurutulması

3.2.4.3. Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi (%)

Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi yaprak hücrelerinden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi şeklinde yapılmıştır (Dlugokecka ve Kacperska-Palacz 1978, Fan ve Blake 1994). Her vejetasyon döneminde (8 yapraklı döneme kadar, hasat dönemine kadar) stres ve kontrol bitkilerinin yapraklarından 17 mm çapında alınan diskler, de-iyonize su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra sıvının elektriksel iletkenliği (EC) ölçülmüş, aynı diskler 100°C 'de 10 dakika bekletildikten sonra (Şekil 3.7 ve 3.8) çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür. Elde edilen değerden aşağıdaki formül (3.2) yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması yüzde (%) olarak belirlenmiştir.

$$MZİ=(L_t-L_c/1-L_c) \times 100 \quad (3.2)$$

L_t: Tuz stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC
L_c: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC



Şekil 3.7. Yaprak lahanadan 17 mm çapında alınan yaprak disklerinin de-iyonize su içerisinde bekletilmesi



Şekil 3.8. Yaprak lahanadan 17 mm çapında alınan disklerin bulunduğu petri kaplarının otoklavda 100°C'de 10 dakika bekletilmesi

3.2.4.4. Yaprak sıcaklıklarının saptanması (°C)

Bitki yüzey sıcaklığının ölçülmesine dayalı infrared termometre tekniği, bitkiye dokunmaksızın, daha hızlı ve doğru ölçüm yapma olanağı sağladığından, kullanım yaygınlığı artmaktadır. Anılan teknik, transpirasyonun yaprak yüzey sıcaklığını düşürmesi ilkesine dayanır. Bitkinin büyüme döneminde aldığı su sınırlanırsa, gözenek direnci artar, transpirasyon azalır ve yaprak sıcaklığı yükselir. Bu özellikten yararlanılarak infrared termometre ile yaprakların sıcaklıkları ölçülerek tuz stresine karşı tepkileri ölçülmeye çalışılmıştır (Şekil 3.9). Ölçümlerde 7-18 mm dalga boyunda ışınları algılayan filtrelelere sahip infrared termometre (IRT) (Raynger ST8 model) kullanılmıştır (Ödemiş ve Baştuğ 1999, Köksal 2006, Erdem ve ark. 2010a).



Şekil 3.9. Infrared termometre yardımıyla yaprak lahanası yüzey sıcaklığının ölçümü

3.2.4.5. Klorofil tayini (SPAD değeri)

Klorofil tayini için, değişik dönemlerde alınan yaprakların ana damara yakın iki bölgesi “Konica Minolta SPAD-502 portatif klorofilmetre” ile (Şekil 3.10) llmüştür (Erdem ve ark. 2010b, Geravandi ve ark 2011).



Şekil 3.10. Yaprak lahanada klorofilmetre yardımıyla klorofil tayini

3.2.5. Araştırmada incelenen bazı morfolojik değişimlere ait kriterler

3.2.5.1. Hasar indeksi

Bitkilerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla bir skala oluşturulmuştur. Bunun için zararlanma derecesine göre bitkilere 0-5 arasında puan verilmiştir. Tuza tolerans denemesinde aşağıda belirtilen semptomlara göre 0'dan 5'e kadar puan verilmiştir (Kuşvuran ve ark. 2008c).

0: Bitkiler tuz stresinden hiç etkilenmemiş (kontrol bitkileri)

1: Yapraklarda lokal sararma ve kıvrılma

2: Yapraklarda sararma ve % 25 oranında nekrotik leke

3: Yapraklarda % 25-50 arasında nekrotik leke göstermesi ve dökülme başlaması

4: Yapraklarda % 50-75 oranında nekrozlar ve ölümlerin görülmesi

5: Yapraklarda % 75-100 oranında şiddetli nekrozlar ve/veya bitkinin tamamen ölmesi

3.2.5.2. Yaprak sayısı (adet)

Her vejetasyon döneminde (8 yapraklı döneme kadar, hasat döneminde kadar) 2 cm'den daha fazla uzunluğa sahip yapraklar sayılmıştır (şekil 3.11).



şekil 3.11. 2 cm' den daha uzun yaprak lahana yapraklarının ayıklanması ve sayımı

3.2.5.3. Yaprak ağırlığı (g)

Her vejetasyon döneminde 2 cm'den daha fazla uzunluğa sahip yapraklar 0.0001g'a duyarlı hassas terazide tartılmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Yaprak lahanası bitkisinin 2 cm'den uzun yaprak ağırlıklarının hassas terazide tartılması

3.2.5.4. Yaprak kalınlığı (mm)

Her gelişme döneminde bitkinin en iyi gelişmiş kalitedeki yaprağının ayasındaki iki damar arası, mümkün olduğunca orta damara yakın yerden dijital kumpas ile ölçülmüştür (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Yaprak lahanası bitkisinin 2 cm'den uzun yapraklarının yaprak ayasının dijital kumpas ile ölçülmesi

3.2.5.5. Yaprak alanı (cm²)

Bu çalışmada yaprak alanı, her vejetasyon döneminde 2 cm'den daha fazla uzunluğa sahip yaprakların tarayıcıdan geçirilip bilgisayar programına aktarılması şeklinde (Şekil 3.14) ölçülmüştür (Kraft 1995, Deveci ve ark. 2006, Sanchez-de-Miguel ve ark. 2010, Deveci ve Uyan 2011, Deveci ve Bora 2016).



Şekil 3.14. Yaprakların tarayıcıdan geçirilip yaprak alanı programına aktarılması

3.2.5.6. Bitki boyu (cm)

Hasat döneminde her parselden tesadüfi olarak seçilen 3'er bitkinin boyu, bitkinin toprak üstü organlarının en üst noktası ile toprak yüzeyi arasındaki düşey mesafe dikkate alınarak, cetvelle cm olarak ölçülmüştür.

3.2.5.7. Kök derinliği (cm)

Hasat döneminde her parselden tesadüfi olarak seçilen 3'er bitkinin kök derinliği, bitkinin kökünü uzatabildiği en derin nokta ile toprak yüzeyi arasındaki düşey mesafe dikkate alınarak cetvelle cm olarak ölçülmüştür.

3.2.6. Araştırmada incelenen bazı kimyasal değişimlere ait kriterler

3.2.6.1. Makro ve mikro besin elementleri tayini (% ve ppm)

Her vejetasyon döneminde (8 yapraklı döneme kadar, hasat dönemine kadar), yaprak örnekleri en kısa sürede laboratuvara getirilip, yıkandıktan sonra fırında 70°C’de kurutulmuştur. Öğütülen yaprak örnekleri; 0,5 mm’lik elekten geçirilerek analiz için hazır hale getirilmiştir. Analiz için 0,25 g yaprak örneği tartılarak, üzerine 4 ml konsantre Nitrik asit eklenmiş ve 15 dakika bekletilmiştir. Mikrodalga fırında sırasıyla, 150, 175 ve 200°C’lerde 10 dakika yakma işlemi yapılmasını takiben elde edilen süzük 50 ml ye tamamlanarak ICP’de okunmuştur (İbrikçi ve ark. 1994).

3.2.7. Verilerin değerlendirilmesi

Denemeden elde edilen verilerin istatistiki analizleri MSTAT versiyon 3.00 /EM paket programı kullanımıyla yapılmıştır. Önemli bulunan farklılıklar için LSD kontrol yöntemiyle farklılığı oluşturan gruplar tespit edilmiştir (Akdemir ve ark. 1994).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

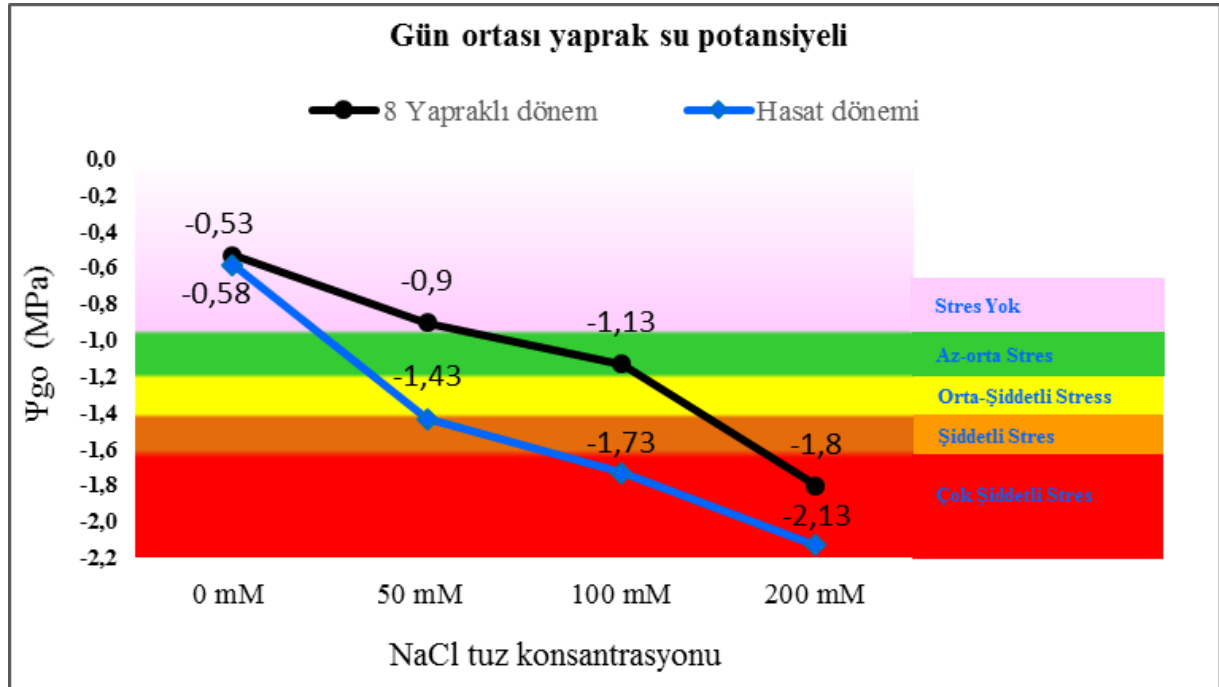
4.1. Yaprak Su Potansiyeli Ölçümü (MPa)

Çalışmada yer alan yaprak lahanası bitkisinin farklı dönemlerinde uygulanan farklı tuz uygulamalarının gün ortası (Ψ_{go}) yaprak su potansiyeli (Ψ_{yaprak}) değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir. Yapılan araştırmada, yaprak su potansiyeli ele alınan 2 faktör ve interaksiyonun LSD % 1’e göre istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanası bitkisinin yaprak su potansiyeli (MPa) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	- 0,53 f	- 0,90 e	- 1,13 d	- 1,80 b	- 1,09 b
Hasat Dönemine kadar	- 0,58 f	- 1,43 c	- 1,73 b	- 2,13 a	- 1,46 a
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	- 0,55 d	- 1,16 c	- 1,43 b	- 1,96 a	- 1,28

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0,15 LSD_{0,01} Dönem x tuz İnter: 0,22



Şekil 4.1. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanasının gün ortası (Ψ_{go}) yaprak su potansiyeli üzerine etkileri

Şekil 4.1'in arka fonu, genel bitki fizyolojisine ve birçok araştırmacının farklı türlerde yaptığı çalışmalarda tespit ettiği skala değerlerine (Carbonneau 1998, Smith ve Prichard 2002, Deloire ve ark. 2004, Carbonneau ve ark. 2007, Bahar ve ark. 2011) göre renklendirilmiştir (Deveci ve Uyan 2011, Deveci ve Pıtır 2015, Bora 2015).

Yaprak lahanası bitkisinin farklı büyüme dönemlerine kadar uygulanan tuz konsantrasyonlarına ait gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_{go}) ölçümleri, hasat döneminde yapılmış ve Ψ_{go} değerlerinin -0,53 MPa ile -2,13 MPa arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Farklı dönemlere kadar sürdürülen tüm tuz uygulamalarında gün ortası yaprak su potansiyellerinin (Ψ_{go}) giderek azalma eğilimi gösterdiği ve stres seviyesinin buna bağlı olarak arttığı saptanmıştır. Çizelge 4.1 incelendiğinde; dönem ana etkisi açısından hasat dönemine kadar yapılan tuz uygulamalarının ($\Psi_{go} = -1,46$ MPa), 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulanmış ($\Psi_{go} = -1,09$ MPa) bitkilere göre gün ortası yaprak su potansiyelini (Ψ_{go}) daha fazla düşürdüğü anlaşılmıştır. Elde edilen bu değerler Şekil 4.1'de gösterilen stres skalasına göre yorumlandığında, 8 yapraklı dönemin az-orta şiddette strese girdiği, hasat dönemine kadar tuz uygulanmış yaprak lahanaların ise şiddetli su stresine ulaştığı görülmektedir.

Çalışma tuz konsantrasyonlarının ana etkisi yönünden irdelendiğinde; hiç tuz uygulamasının olmadığı kontrol grubundan ($\Psi_{go} = -0,55$ MPa) en yüksek tuz uygulaması olan 200 mM uygulamasına ($\Psi_{go} = -1,96$ MPa) doğru gidildikçe yapraklardaki su potansiyelinin azaldığı saptanmıştır. Tuz konsantrasyonunun artmasına paralel olarak gün ortası yaprak su potansiyelinin (Ψ_{go}) azaldığını söylemek mümkündür. En yüksek tuz konsantrasyonu olan 200 mM lık uygulamada, en şiddetli stresin yaşandığı açıkça görülmektedir (Şekil 4.1).

Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1 incelendiğinde hiç tuz uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamasında tuza bağlı su stresi görülmemiş ve değerler $\Psi_{go} = -0,53$ MPa (8 yapraklı dönem) ile -0,58 MPa (hasat dönemine kadar) arasında değişmiştir.

8 yapraklı döneme kadar yapılan 50 mM'lık tuz uygulamalarında kontrol grubundakilere benzer şekilde Ψ_{go} değeri hafif orta stresin başlangıç sınır değeri olan -1 MPa'nın altına düşmemiş ve -0,9 MPa civarında kalmıştır. Ancak hasat dönemine kadar yapılan 50 mM'lük tuz uygulaması sonucunda yaprak lahanalarda Ψ_{go} değeri -1,43 MPa'a kadar düşmüş ve şiddetli stres sınırları içinde yer almıştır.

100 mM'lük tuz uygulamalarında ise ortalama Ψ_{go} değeri -1,43 MPa ile şiddetli stres civarında seyrederek -1,6 MPa'lık kritik sınırı aşmıştır. Ancak 8 yapraklı döneme kadar uygulanan 100 mM'lık tuz konsantrasyonu az-orta stres oluştururken, hasat dönemine kadar uygulanan ise çok şiddetli stres meydana getirmiştir. Bu nedenle, hasat dönemine kadar

yapılacak sulamalarda 100 mM'lık tuz konsantrasyonuna sahip sulama sularının kullanılmasının yerinde olacağı düşünülmektedir. 8 yapraklı döneme kadar ise herhangi bir stres durumu oluşmadığından 100 mM tuz konsantrasyonuna sahip suların kullanılmasında sakınca görülmemektedir.

Tuz uygulaması ana etkisinde 200 mM'lük konsantrasyonun bitkinin her iki vejetasyon döneminde de kritik sınır değeri olan Ψ_{go} -1,6 MPa (şiddetli stres)'in altına düşmüştür (Ψ_{go} = -1,96 MPa). Bu nedenle, gerek 8 yapraklı döneme kadar ve gerekse de hasat dönemine kadar uygulanan 200 mM'lık tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanalarda su stresi oluşturduğu anlaşılmıştır. Bu durumda yaprak lahanalarda 200 mM tuz konsantrasyonuna sahip suların sulamada kullanılmamasının daha uygun olacağı sonucuna varılabilir.

Tuz ve kuraklık stresi ile çalışan bazı araştırmacılar da araştırma sonuçlarını destekler şekilde su alımında meydana gelen azalmalar neticesinde yaprak su potansiyelinin azaldığını ve kuraklık stresinin ortaya çıktığını belirlemişlerdir. Yani alınabilen su miktarı azaldıkça en düşük yaprak su potansiyeli elde edilirken alınabilir, su miktarının artmasıyla yaprak su potansiyeli ortalamalarının arttığı görülmüştür (Ashraf ve Iram 2005, Dichio ve Montanaro 2005, Maya ve Kanber 2008, Karipçin 2009, Köksal ve ark. 2010, Arslan 2011, Devenci ve Uyan 2011, Kaya 2011, Küçükkömürcü 2011, Süyüm 2011, Yandım 2013, Kıran ve ark. 2014, Bora 2015).

4.2. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi (YOSİ) (%)

Farklı vejetatif dönemlere kadar farklı tuz uygulamalarının yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2'de verilmiştir. Yaprak lahana bitkisi üzerine uygulanan dönem ve tuz ana etkilerinin istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli olduğu anlaşılırken, dönem x tuz interaksiyonunun % 5 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

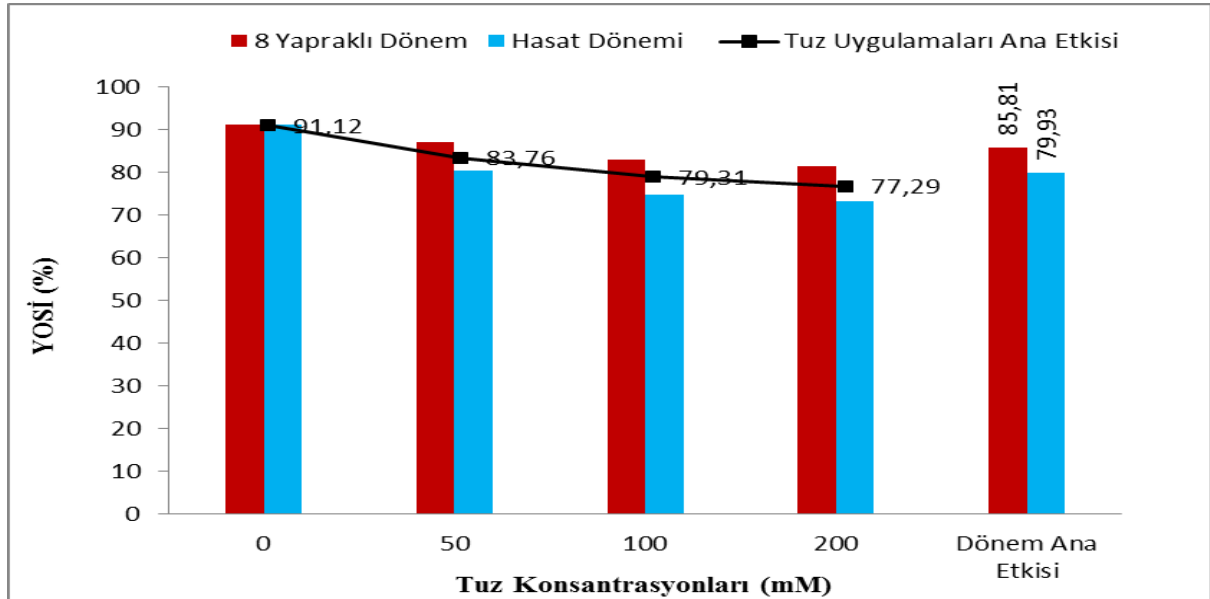
Çizelge 4.2'de dönem etkisi incelendiğinde, hasat dönemine kadar uygulanan tuz uygulamasının, 8 yapraklı döneme kadar uygulanan tuz uygulamasına göre yaprak oransal su içeriğini düşürdüğü belirlenmiştir. Sadece tuz uygulamaları bakımından Çizelge 4.2 incelendiğinde ise; kontrol uygulaması olan 0 mM NaCl uygulamasının en yüksek yaprak oransal su içeriğine (% 91,12) sahip olduğu, bunu 50, 100 mM NaCl uygulamalarının takip ettiği ve en düşük YOSİ değerinin ise 200 mM NaCl uygulamasından geldiği (% 77,29) anlaşılmıştır.

Çizelge 4.2. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanaya bitkisinin yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	91,07 a	87,03 ab	83,03 bc	81,31 c	85,81 a
Hasat Dönemine kadar	91,17 a	80,49 c	74,80 d	73,26 d	79,93 b
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	91,12 a	83,76 b	79,31 c	77,29 c	82,87

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 4,13 LSD_{0,05} Dönem x tuz İnter: 4,31

Çizelge 4.2’ de dönem x tuz interaksyonu incelendiğinde hasat x 0 mM interaksyonu ile 8 yapraklı dönem x 0 mM interaksyonlarının aynı istatistik grubunda ve en yüksek YOSİ değerine sahip oldukları belirlenmiştir. En düşük YOSİ’ nin hasat x 200 mM interaksyonu (% 73,26) olduğu görülmüştür.



Şekil 4.2. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın yaprak oransal su içeriği (YOSİ) üzerine etkileri

Sulama suyu tuzluluğunun artması ile bitki su tüketiminde görülen azalma, fizyolojik kuraklık nedeniyle bitkinin suyu almada karşılaştığı zorluklardan ortaya çıkmaktadır (Ayyıldız, 1990).

Toprakta bulunan tuz seviyesindeki artış ile suyun ozmotik potansiyeli düşmekte, böylece bitki fizyolojik kuraklık stresine de maruz kalmakta (Levitt 1980) ve tuzluluk sonucu

ortaya çıkan zararların ilk belirtisi araştırmamızda olduğu gibi su eksikliği olmaktadır (Munns ve Termaat 1986).

Katerji ve ark. (2004)'e göre yaprak oransal su düzeyindeki azalmalar, turgor kaybının bir sonucu olup, bu durum hücre genişlemesi olayları için gerekli suyun kısıtlanması anlamına gelmektedir. Sonuçlarımızda da benzer şekilde yapraklarda meydana gelen su düzeyindeki azalmaların bu sebeplerden ileri geldiğine dair fikir vermektedirler.

Alibas (2009)'ın tarafından yaprak lahanası, ıspanak ve pazı bitkilerinin yapraklarının teknik özelliklerini inceleme amaçlı çalışmada, yaprak lahanası bitkisinin yapraklarında bulunan nem miktarının % 88,60 ± (0,490) değerlerinde olduğunu bildirmişlerdir. Bu değer araştırmamızda yaprak lahanası YOSİ'nin tuz uygulanmamış bitkilerin nem içeriğini destekler niteliktedir.

Farklı türlerde tuzluluk çalışması yapan birçok araştırmacı, bu denemede olduğu gibi artan dozlarda NaCl uygulamasında nispi su içeriğinin stres koşullarında düştüğünü ve kontrol bitkilerinde ise en yüksek değerlere ulaştığını ifade etmişlerdir (Kaya ve Higgs 2003, Öncel ve Keleş 2002, Choluj ve ark. 2004, Sekmen ve ark. 2005, Yakıt ve Tuna 2006, Kuşvuran 2010, Topaloğlu 2010, Kaya 2011, Bayat ve ark. 2012, Bora 2015).

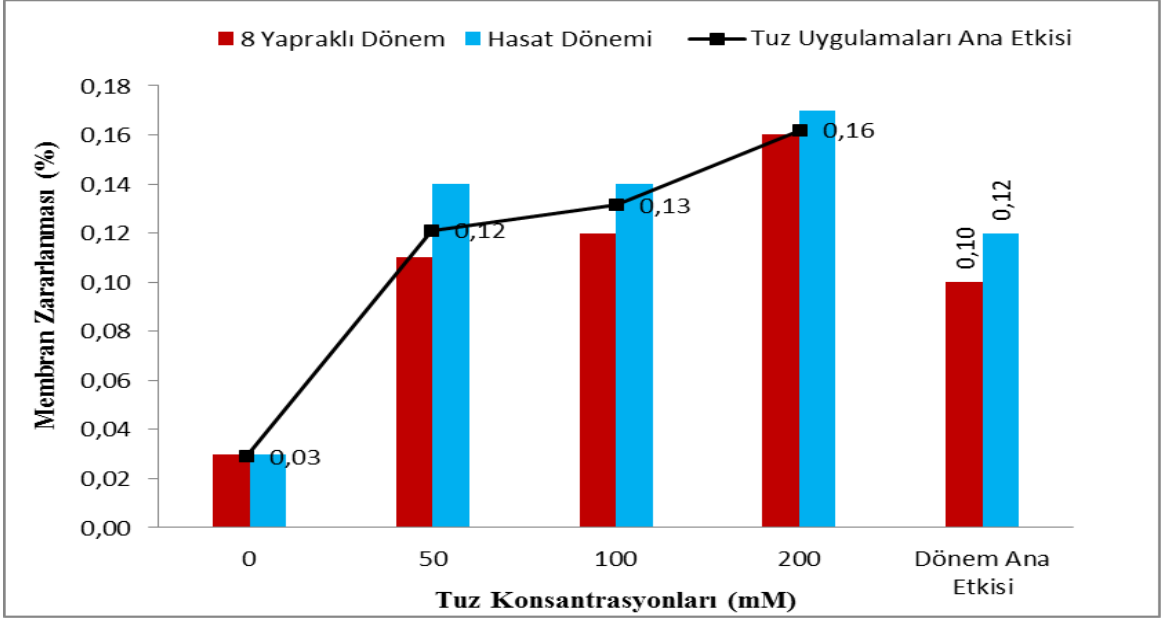
4.3. Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (%)

Yaprak lahanası bitkisinin yaprak hücrelerinde meydana gelen membran zararının değişimleri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3'de görülmektedir. Ortalamaların değerlendirilmesi sonucunda membran zararı yönünden ele alınan 2 ana faktörün istatistikî açıdan % 1 hata düzeyinde önemli olduğu, bunlara ait interaksiyonunun ise önemli olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.3. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanası bitkisinin yaprak membran zararlanması (%) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	3	11	12	16	10 b
Hasat Dönemine kadar	3	14	14	17	12 a
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	3 b	12 a	13 a	16 a	11

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 4,42



Şekil 4.3. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın yaprak membran zararlanması üzerine etkileri

Çizelge 4.3’de dönem ana etkisi bakımından, 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulananlarda daha az yaprak membran zararlanması gerçekleşirken (% 10), bu oranın hasat dönemine kadar yapılan tuz uygulaması ile yükselerek %12 değerine ulaştığı görülmüştür.

Çizelge 4.3 tuz uygulamaları ana etkisi yönünden incelendiğinde en düşük membran zararlanması ortalamasının kontrol uygulamasına (0 mM NaCl) ait yapraklarda (%3), en yüksek membran zararlanması ortalamasının ise 200 mM tuz uygulamasına ait yapraklarında (% 16) görülebileceği açıktır.

Holmberg ve Bülow (1998)’a göre abiyotik stres faktörlerinin ilk işareti, çalışmamızda olduğu gibi spesifik membranların hasar görmesidir. Araştırma sonuçlarımıza destekler şekilde Köşkeroğlu (2006), tuz ve su stresi altındaki mısır bitkisinde prolin birikim düzeyleri ve stres parametrelerini araştırdığı çalışmasında, membran permeabilitesi veya elektriksel geçirgenliğin (EC) kontrol grubunda en düşük olduğunu; su stresi ve düşük tuz grubunda kontrole göre 2 kat artış gösterdiğini ve bu artışın yüksek tuz ve su stresi grubunda 3 katına çıktığını, benzer şekilde Mansour ve Salama (2004), Parida ve Das (2005), Katarzania ve ark. (2010), Salama ve ark. (2007), tuzdan ilk etkilenen kısım olan plazma membranı geçirgenliğinin, farklı genotiplere ait hücrelerde farklılık gösterdiğini, tuzluluk şartlarında, hücre zarı hasarının tuza duyarlı formlarda daha fazla olduğu tespit etmişlerdir.

Farklı araştırmacılar fasulye, biber, bamya, karpuz, mısır, hıyar, kavun, patates ve şeker pancarı gibi sebzeler ile yapılan tuzluluk çalışmalarında, yaprak lahanaya benzer şekilde, tuz konsantrasyonu arttıkça hücre membranlarında bozulma olduğunu belirtmişlerdir

(Premachandra ve ark. 1992, McDonald ve Archbold 1998, Ghoulam ve ark. 2002, Yakıt ve Tuna 2006, Tohma 2007, Zhu ve ark. 2008, Karakuş 2008, Akay 2010, Ecem 2010, Kuşvuran 2010, Arslan 2011, Kaya 2011, Küçükkömürcü 2011, Süyüm 2011, Kaya ve Daşgan 2013, Bora 2015).

4.4. Yaprak Sıcaklıklarının Saptanması (°C)

Farklı vejetasyon dönemlerinde tuz uygulamalarının yaprak lahanaya bitkisinin yaprak sıcaklığı ortalamalarının değişimi Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4’de verilmiştir. Yaprak sıcaklığı yönünden ele alınan 2 ana faktör ve dönem x tuz etkisi, istatistiksel olarak % 1 hata sınırı içinde kaldığı Çizelge 4.4’te göstermektedir. Araştırma sonucunda, yaprak sıcaklığı ortalamaları 20,75 - 23,33 °C arasında değişmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanaya bitkisinin yaprak sıcaklığı (°C) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*

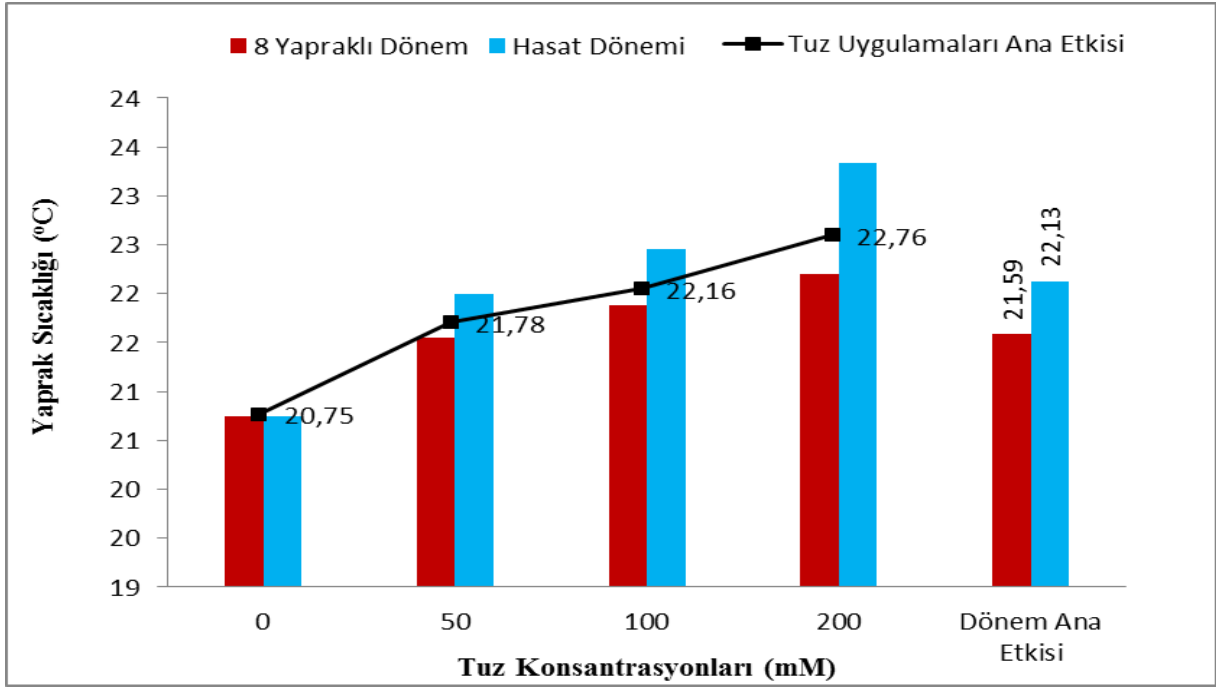
Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	20,75 e	21,55 d	21,88 cd	22,20 bc	21,59 b
Hasat Dönemine kadar	20,75 e	22,00 c	22,45 b	23,33 a	22,13 a
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	20,75 d	21,78 c	22,16 b	22,76 a	21,86

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0,32 LSD_{0,01} Dönem x tuz İnter: 0,45

Dönem ana etkisi dikkate alınarak Çizelge 4.4 incelendiğinde yaprak sıcaklığı bakımından yüksek sonucu hasat dönemine kadar tuz uygulaması yapılan bitkiler verirken (22,13 °C), düşük sonucu 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulaması yapılan bitkiler (21,59 °C) vermiştir.

Tuz uygulaması ana etkisi yönünden Çizelge 4.4 incelendiğinde, NaCl’ün farklı dozlarının yaprak sıcaklığı üzerinde etkili olduğu görülmekte ve 200 mM NaCl uygulamasından en yüksek (22,76 °C), 0 mM NaCl uygulamasından ise en düşük (20,75 °C) yaprak sıcaklığı ortalamaları elde edilmiştir. NaCl konsantrasyonu arttıkça yaprak sıcaklığının yükseldiği anlaşılmıştır. Dönem x tuz etkisinde ise yaprak sıcaklığı açısından en düşük sonuçlar 8 yaprak ve hasat dönemine kadar uygulanan 0 mM NaCl uygulamalarından

(20,75 °C) alınırken en yüksek sıcaklık ortalaması hasat dönemine kadar uygulanan 200 mM tuz uygulaması interaksyonunda (23,33 °C) kaydedilmiştir.



Şekil 4.4. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın yaprak sıcaklığı üzerine etkileri

Walker ve Hatfield (1979) bitki yüzey sıcaklığının hava sıcaklığına oranla daha fazla artmasının bitkinin su stresine girdiğinin bir belirtisi olduğunu saptamışlardır.

Vermeulen ve ark. (2007), domateste yapmış oldukları çalışmalarında, stomaların kapandığı durumda yaprak sıcaklığının yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Daşgan (2008), tuz ve kuraklık streslerinin genellikle yüksek sıcaklık ile beraber ortaya çıktığını ve bitkinin düşük yaprak sıcaklığına sahip olmasının transpirasyonla kendini serinletme çabası olarak strese karşı bir adaptasyon mekanizması olabileceğini bildirmiştir.

Kaya (2011)'ya göre NaCl uygulaması sonucunda, hiç tuz uygulanmayan bitkilerde, farklı miktarlarda tuz uygulamalarına kıyasla, çalışmamızdaki gibi, yaprak sıcaklığının azalma gösterdiğini bildirmiştir.

Yaprak sıcaklığı üzerine çalışan araştırmacıların elde ettiği sonuçlar, çalışmamız sonuçlarından tuz uygulaması ile birlikte yaprak sıcaklığının artışı destekler niteliktedir.

Avcu ve ark. (2013) tuzlu koşullarda domates bitkisinde, Süyüm (2011) karpuzda tuz ve kuraklık çalışmasında, Küçükkömürücü (2011), denemesinde kullandığı 37 adet bamya genotipinde, Bora (2015) Jalapeno biberinde tuz uygulamaları sonucunda yaprak

sıcaklıklarının arttığını, hatta bu artışların yaprak sıcaklığında ortalama 2,0-2,3°C arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

4.5. Toplam Klorofil Tayini (SPAD değeri)

Farklı dönemlere kadar farklı tuz uygulamalarında yetiştirilen yaprak lahanası bitkisinin ortalama klorofil miktarı değişimleri Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’de görüldüğü gibidir. Klorofil miktarına ait ortalamaların bulunduğu Çizelge 4.5’de incelenen tuz uygulamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan % 1 düzeyinde önemli olduğu, dönem etkisinin ve dönem x tuz etkisinin oluşturduğu farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanası bitkisinin klorofil miktarı (SPAD) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	80,15	57,15	41,15	22,43	50,22
Hasat Dönemine kadar	80,40	53,30	33,50	23,75	47,74
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	80,28 a	55,23 b	37,33 c	23,09 d	48,98

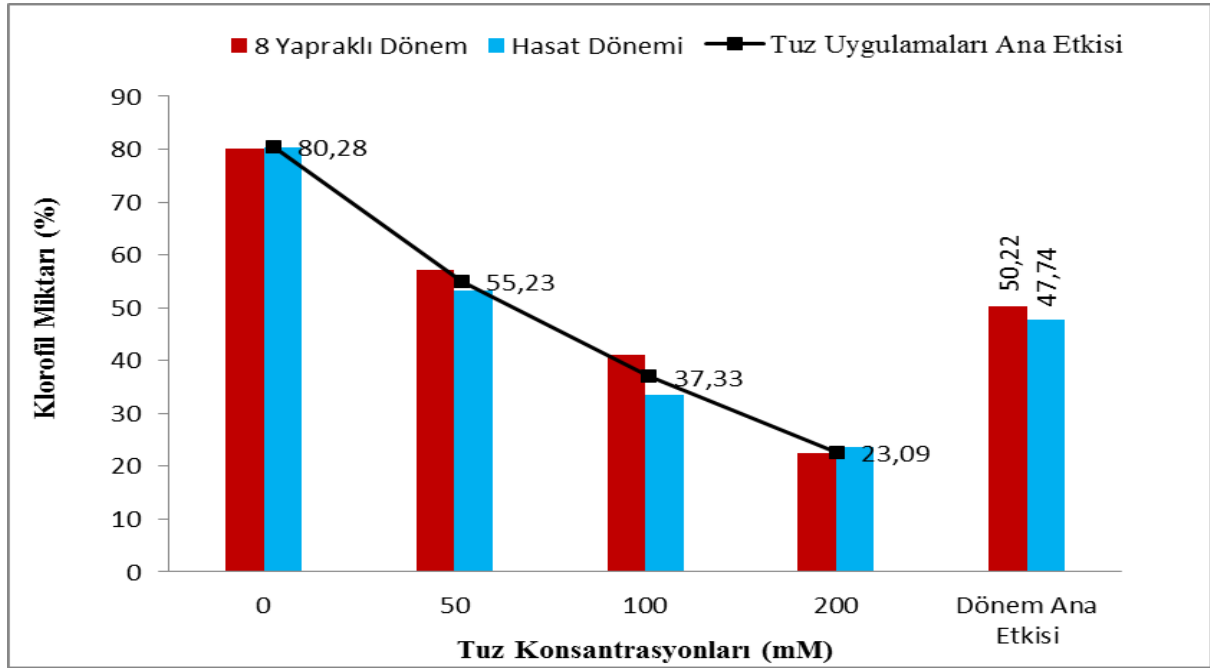
*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 7,01

Klorofil miktarı ortalamaları Çizelge 4.5’te görüldüğü gibi 80,15 ile 23,75 arasında değişim göstermiştir. Dönem etkisi göz ardı edilerek sadece tuz uygulamaları ana etkisi yönünden incelendiğinde, klorofil miktarının kontrol uygulamasında en yüksek değere ulaşırken (80,28), en yoğun tuz konsantrasyonu olan 200 mM NaCl uygulamasında klorofil içeriği 23,09’a düştüğü saptanmıştır. Tuz uygulamalarında, NaCl miktarının artmasıyla birlikte klorofil miktarında düşüş görülmüştür.

Çizelge 4.5’i farklı vegetatif dönemlerin etkisi yönünden irdelediğimizde istatistiksel olarak aralarında fark olmasa da (47,74) 8 yapraklı dönem mutlak değer olarak hasat dönemine nazaran daha yüksek klorofil içeriğine (50,22) sahip olmuştur.

Güneş ve ark. (1997)’nin çalışmalarında açıkladıkları gibi bitki sitoplazmasında aşırı Na bulunması; protein sentezini ve enzim aktivitesini engelleyerek toksik etki oluşturmaktadır. Ayrıca, bitki dokularında sodyuma göre daha fazla oranda akümüle olan

klorun yapraklarda zararlanmaya yol açarak, bu çalışmada olduğu gibi fotosentezi dolayısı ile ürünü olumsuz yönde etkileyebildiği şeklinde açıklama yapılabilir.



Şekil 4.5. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın klorofil miktarı üzerine etkileri

Farklı araştırmacılar tarafından benzer şekilde, birçok tuz uygulamaları çalışmasında NaCl miktarını artmasıyla birlikte klorofil miktarında düşüş görüldüğünü, bunun sonucu olarak fotosentez etkinliğinin azalarak bitkinin gelişmesinde gerilemeler ortaya çıktığını bildirmişlerdir (Seemann ve Crithley 1985, Romero-Aranda ve Syvertsen 1996, Kaya ve ark. 2003, Yaşar 2003, Shubhra ve ark. 2004, Ahmad ve ark. 2005, Kuşvuran ve ark. 2008a, İzci 2009, Yıldız ve ark. 2010, Şafak 2011, Kıran ve ark. 2014).

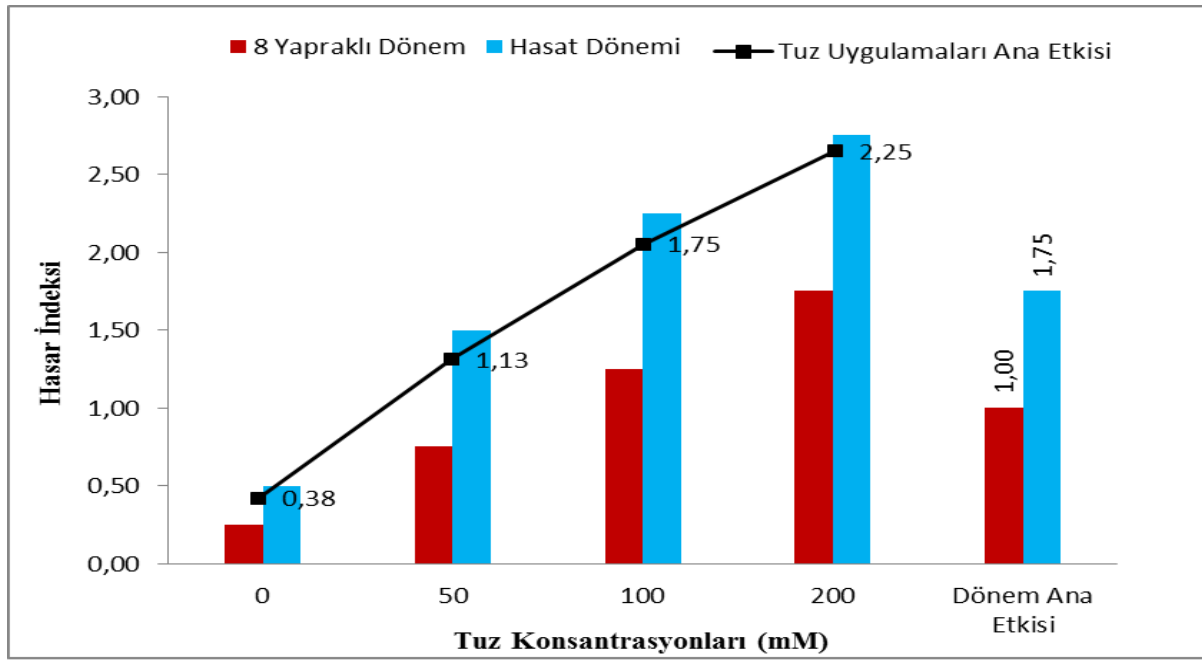
4.6. Hasar İndeksi

Yaprak lahanası bitkisinin 2 farklı vejetatif döneminde uygulanan 4 farklı tuz uygulamasının yapraklardaki hasar indeksinin incelendiği (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6) denemede, dönem ana etkisi ile tuz uygulamaları ana etkisinin istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli olduğu görülmüş olup, dönem x tuz interaksyonunun istatistiki olarak önemli olmadığı kaydedilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanaya bitkisinin yaprak hasar indeksi (0-5 skalası) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	0,25	0,75	1,25	1,75	1,00 b
Hasat Dönemine kadar	0,50	1,50	2,25	2,75	1,75 a
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	0,38 c	1,13 b	1,75 ab	2,25 a	1,38

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0,73



Şekil 4.6. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın yaprak hasar indeksi üzerine etkileri

Çizelge 4.6 sadece dönem etkisi yönünden incelediğinde hasat dönemine kadar uygulanan tuz etkisinin, 8 yapraklı döneme kadar uygulanan tuz etkisinden daha fazla yapraklara zarar verdiği (1,75) anlaşılmıştır.

Çizelge 4.6 tuz konsantrasyonları ana etkisi yönünden irdelendiğinde, 200 mM tuz uygulaması neticesinde yapraklarda en yüksek zararlanma görülürken (2,25), yapraklardaki zararlanma tuz miktarının azalmasıyla zararlanma azalmış, kontrol uygulaması olan 0 mM uygulamasında en düşük seviyede kalmıştır (0,275).

Bu çalışmada, 200 mM NaCl uygulanması sonucunda yapraklarda sararma ve kurumaların başladığı görülmüştür. Hasegawa ve ark. (1986) sonuçlarımıza paralel şekilde yaptıkları çalışmalarında tuz stresinin bitkinin ölümüne neden olabileceği gibi tolerans

durumuna bağı olarak büyümei engellediğini, kloroz, nekrotik lekelerin oluşumuna yol açabileceğini, verim ve kalitenin azalmasına neden olabileceğini bildirmişlerdir.

Tuz ve kuraklık stresi ile çalışan birçok araştırmacı denemelerinde hasar indeksi (0-5 indeksi) kriterini kullanmış ve araştırmamızdan elde ettiğimiz sonuçları destekler sonuçlar elde etmişlerdir (Larcher 1995, Aktaş 2002, Daşgan ve ark. 2002, Çeçen 2004, Ekmekçi ve ark. 2005, Koç 2005, Uzunlu 2006, Kuşvuran ve ark. 2007, Kuşvuran ve ark. 2008b, Küçükbasmacı Sabır ve Açar 2008, Kuşvuran 2010, Arslan 2011, Deveci ve Uyan 2011, Kaya ve Daşgan 2013, Turhan ve Demir 2013, Pıtır 2015, Deveci ve Bora 2016, Deveci ve Çelik 2016).

4.7. Yaprak Sayısı (adet)

Yaprak lahanası bitkisinin 2 farklı döneminde uygulanan farklı dozlarda tuz uygulamalarının yaprak sayısı ortalamaları üzerine, dönem ana etkisi ile tuz uygulamaları ana etkisinin istatistiki olarak % 1'e göre önemli olduğu, dönem x tuz interaksyonunun ise % 5'e göre önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7).

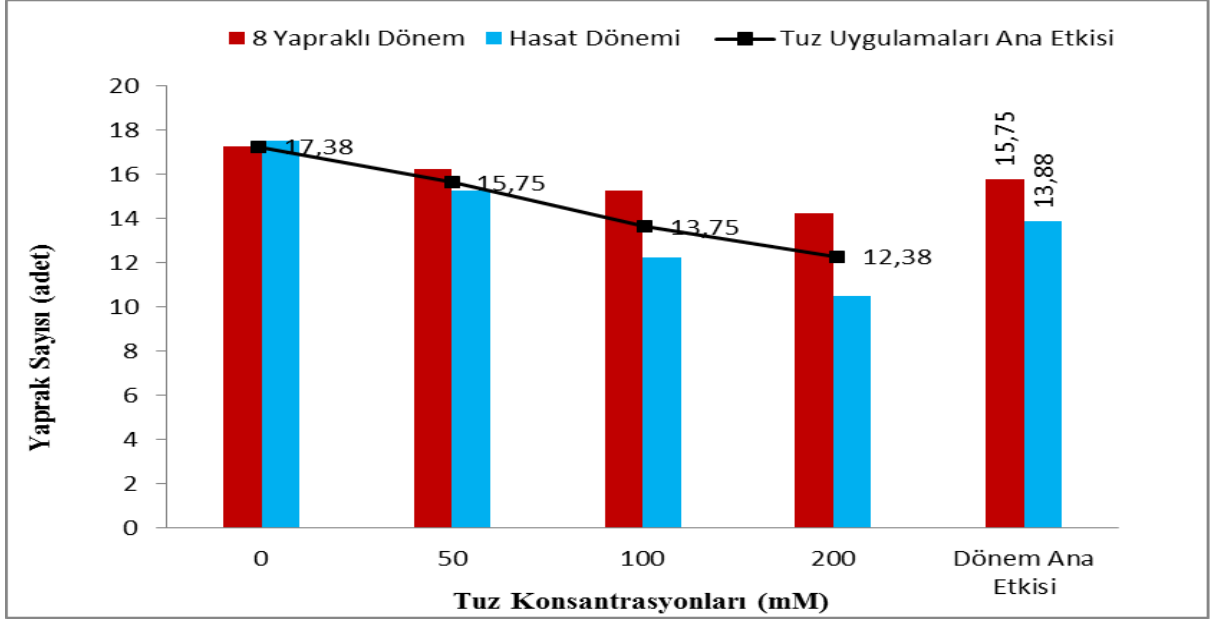
Çizelge 4.7. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanası bitkisinin yaprak sayısı (adet) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	17,25 a	16,25 ab	15,25 bc	14,25 c	15,75 a
Hasat Dönemine kadar	17,50 a	15,25 bc	12,25 d	10,50 d	13,88 b
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	17,38 a	15,75 a	13,75 b	12,38 b	14,81

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 1,81 LSD_{0,05} Dönem x tuz İnter: 1,89

Dönem etkisi yönünden Çizelge 4.7 incelendiğinde, hasat dönemine kadar uygulanan tuz etkisinin (15,75 adet), 8 yapraklı döneme kadar uygulanan tuz etkisine göre yaprak sayısında azalmaya (13,88 adet) sebep olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.7'de sadece tuz uygulaması ana etkisi sonuçları yönünden bakıldığında, tuz konsantrasyonları arttırıldıkça yaprak sayılarının azaldığı görülmüştür; kontrol uygulamasında yaprak sayısının en fazla olduğu (17,38 adet), 200 mM tuz uygulamasında ise yaprak sayısında azalma gerçekleşerek en az sayıda olduğu (12,38 adet) belirlenmiştir.



Şekil 4.7. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın yaprak sayısı üzerine etkileri

Dönem x tuz interaksiyonları incelendiğinde, yaprak sayısının en az olduğu interaksiyonun hasat döneminde uygulanan 200 mM tuz uygulamasının olduğu, yaprak sayısının en fazla olduğu interaksiyonun ise hasat dönemi kontrol uygulaması olduğu görülmüştür.

Yazgan ve İpek (1993), Tokat koşullarında yaprak lahana çeşitlerine ait sonbahar ekimlerinde ortalama yaprak sayısını $12,37 \pm 1,33$ adet olarak tespit etmişlerdir. Denememizden elde edilen yaprak sayısı araştırmacıların sonuçlarına paralellik göstermektedir.

Balkaya ve Yanmaz (2005), Karadeniz bölgesindeki yaprak lahana popülasyonları üzerine yaptıkları çalışmalarında bitki yaprak sayılarının 4 ile 12.1 adet arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızda ortalama yaprak sayısı 14,81 adet bulunmuş ve bu farklılığın denemede kullanılan çeşitten ve yetiştirme ortamından ileri geldiği düşünülmüştür.

Araştırmamızda tuz stresi sonucu meydana gelen değişimlere paralel olarak Kuşvuran ve ark. (2008c) ile Küçükkömürcü (2011), genel olarak tuz ve kuraklık stresinde, yaprak sayısında azalmanın meydana geldiğini bildirmişlerdir.

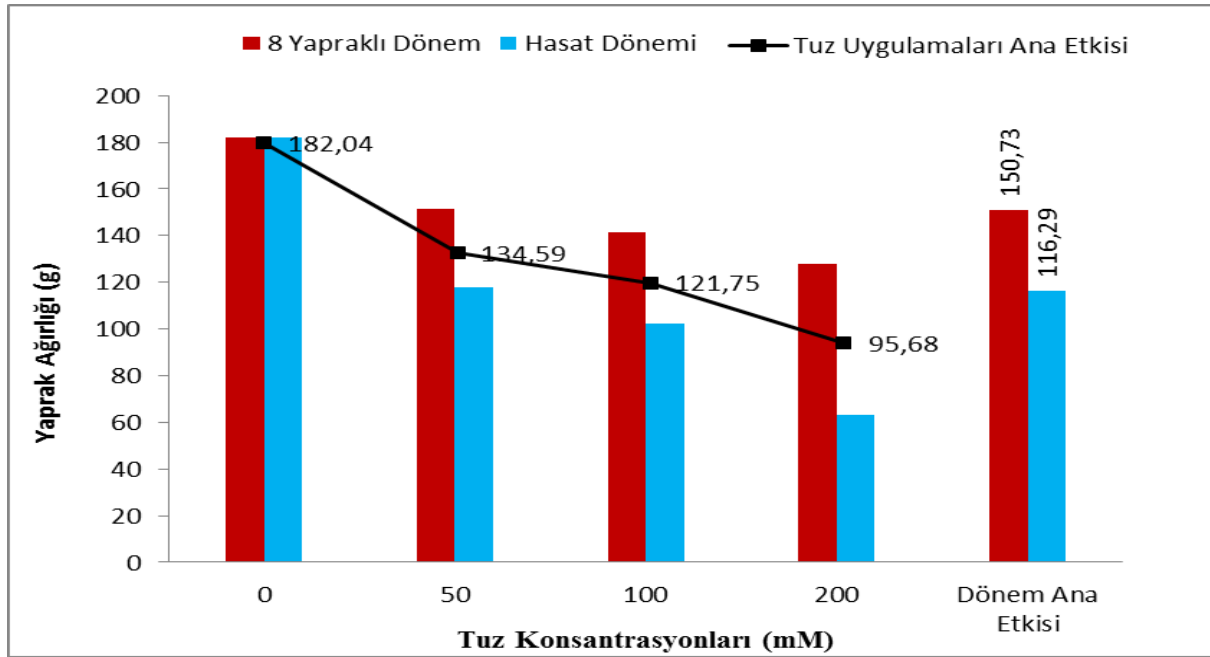
4.8. Bitki Başına Toplam Yaprak Ağırlığı (g)

Farklı tuz konsantrasyonlarının 2 farklı vejetatif döneme kadar uygulanması sonucunda yaprak lahanada bitki başına toplam yaprak ağırlığında meydana gelen değişimler Çizelge 4.8 ve Şekil 4.8'de görülmektedir.

Çizelge 4.8. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın bitki başına toplam yaprak ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	182,15 a	151,45 b	141,20 c	128,13 d	150,73 a
Hasat Dönemine kadar	181,93 a	117,73 e	102,30 f	63,23 g	116,29 b
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	182,04 a	134,59 b	121,75 c	95,68 d	133,51

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 1,07 LSD_{0,01} Dönem x tuz İnter: 1,51



Şekil 4.8. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın bitki başına toplam yaprak ağırlığı üzerine etkileri

Çizelge 4.8' in incelenmesi sonucunda dönem, tuz uygulamaları ana etkileri ile dönem x tuz konsantrasyonunun istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli olduğu ve ortalamaların 63,23-182,15 g arasında değiştiği saptanmıştır.

Uygulanan tuz miktarı artırıldıkça, bitki başına toplam yaprak ağırlığında azalma görülmüştür. Kontrolde 200 mM NaCl uygulamasına gidildikçe, bitki başına toplam yaprak ağırlığının düştüğü sonucuna varılmıştır. Dönem ana etkisine bakıldığı zaman ise, hasat dönemine kadar uygulanan tuz uygulamasının (116,29 g), 8 yapraklı döneme kadar uygulanan tuz uygulamasına (150,73 g) göre yaprak ağırlığını düşürdüğü anlaşılmıştır.

Dönem x tuz interaksyonu incelendiğinde, bitki başına toplam yaprak ağırlıkları 182,15 g değere sahip olan 8 yapraklı dönemdeki kontrol uygulaması ile 63,23 g değere sahip

olan hasat dönemine kadar uygulanan 200 mM tuz uygulaması arasındaki değerlerde olduğu belirlenmiştir.

Yazgan ve İpek (1993) Tokat yöresinde yetiştirdikleri yaprak lahanası bitkisinin yaprak ağırlıklarını, sonbahar döneminde ortalama 221,09 + 2,26 gram/bitki olarak rapor etmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarda araştırmacıların sonuçlarıyla benzerlik göstermiş; aradaki küçük farkın bitkilerin direk güneş ışığında doğal ortam yerine iklim odasında yapay ışıklandırmada yetiştirilmesinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Tuz uygulamasının yapılmadığı kontrol parsellerindeki bitkiler; su ve suda erimiş besin maddelerini rahatlıkla alabilmiş ve fotosentez herhangi bir sekteye uğramadığı için yaprak ağırlığı artmıştır. Diğer tuz uygulaması konularında yükselen tuz miktarları nedeniyle bitkiler su ve suda erimiş besin maddeleri alımını gerektiği şekilde tamamlayamadığı için yaprak ağırlığı tuz uygulamasına bağlı olarak düşmüştür.

4.9. Yaprak Kalınlığı (mm)

Araştırmada ele alınan yaprak lahanası bitkisinin farklı dönemlerde farklı tuz uygulamalarının ortalama yaprak kalınlığı değişimine etkileri Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9'da sunulmuştur. Yaprak kalınlığı ortalamaları açısından farklı konsantrasyonlardaki tuz uygulamaları ve dönem x tuz etkisinin istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli olduğu, dönem etkisinin ise istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

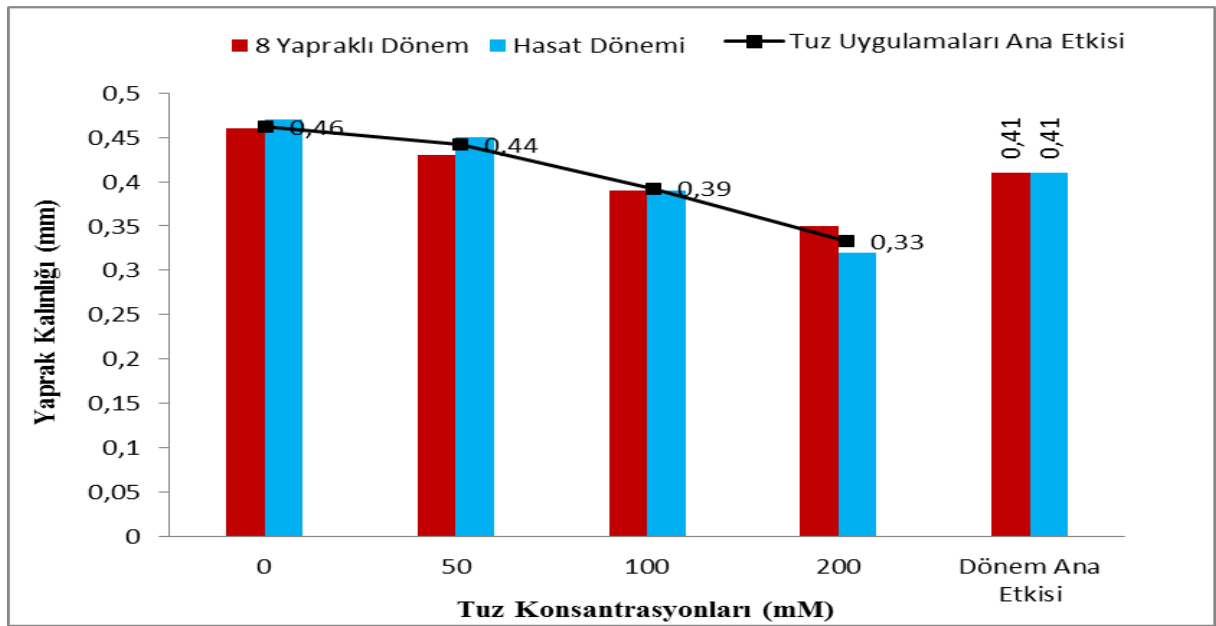
Çizelge 4.9'dan da görüldüğü gibi yaprak kalınlığı ortalamalarının dönem ana etkisi açısından incelenmesi sonucunda, 8 yapraklı döneme kadar yapılan tuz uygulamaları ile hasat dönemine kadar yapılan tuz uygulamalarının yaprak kalınlıkları açısından istatistiksel olarak aynı grupta olduğu yani aralarında fark olmadığı (0,41 mm) anlaşılmıştır.

Dönem etkisi göz ardı edilerek sonuçlar tuz konsantrasyonu ana etkisi açısından ele alındığında, kontrol uygulaması olan 0 mM tuz uygulamasında 0,46 mm olduğu görülmüş, tuz uygulaması miktarı arttıkça yaprak kalınlığının azaldığı, 200 mM tuz uygulamasında 0,33 mm olduğu belirlenmiştir. Dönem x tuz etkisini incelendiğinde ise, en yüksek yaprak kalınlığı değerine sahip olan uygulamanın, hasat dönemi x 0 mM etkisi olduğu (0,47 mm) görülürken, en düşük değere sahip olan uygulamanın ise hasat dönemi x 200 mM tuz uygulamasının (0,32 mm) olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.9. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanaya bitkisinin yaprak kalınlığı (mm) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	0,46 a	0,43 ab	0,39 bc	0,35 cd	0,41
Hasat Dönemine kadar	0,47 a	0,45 ab	0,39 bc	0,32 d	0,41
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	0,46 a	0,44 b	0,39 c	0,33 d	0,41

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0,13 LSD_{0,01} Dönem x tuz İnter: 6,25



Şekil 4.9. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın yaprak kalınlığı üzerine etkileri

Alibaş ve Okursoy (2012) tarafından yayınlanan yaprak lahanaya (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), pazı (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) ve ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) yapraklarının bazı teknik özellikleri isimli çalışmaya göre; yaprak lahanaya bitkisinin doğal ortamındaki yaprak kalınlıkları ortalamaları $0,415 \pm 0,205$ mm olarak kaydedilmiş, Balkaya ve Yanmaz (2005) ise Karadeniz Bölgesindeki yaprak lahanaya popülasyonları üzerine yaptıkları çalışmalarında, yaprak kalınlıklarının 0,23-0,39 mm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Araştırmamız da ise yaprak kalınlığı 0,32- 0,47 mm arasında bulunmuş ve araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz yaprak kalınlığı sonuçlarının araştırmacıların elde ettiği sonuçlar ile paralellik gösterdiği anlaşılmıştır.

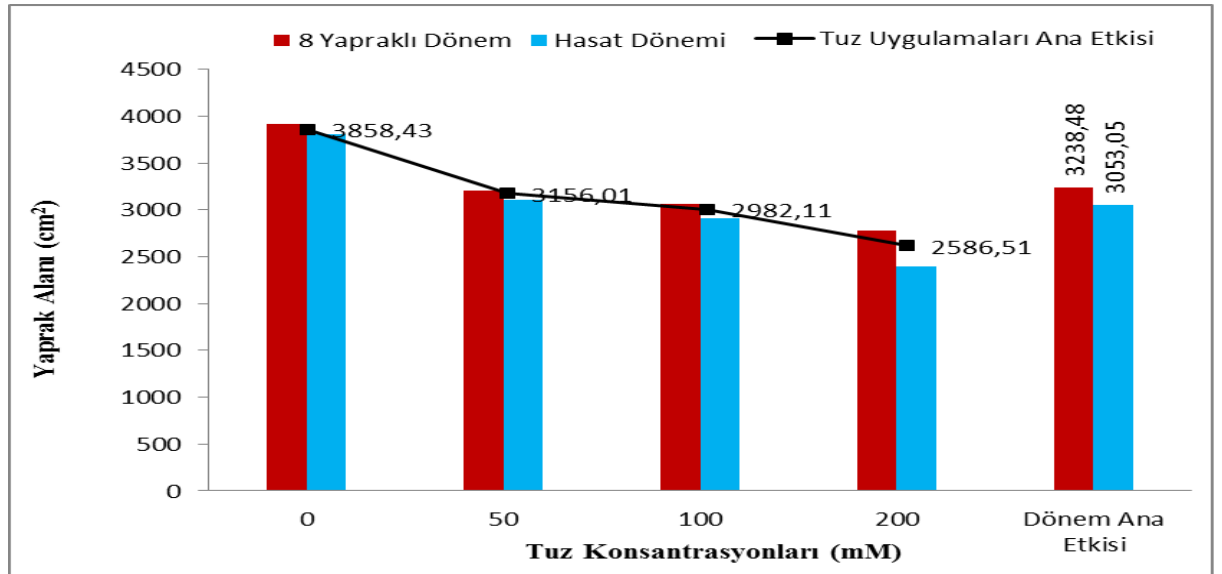
4.10. Yaprak Alanı (cm²)

Hasat döneminde yaprak lahanası bitkisinin 2 cm'den büyük tüm yapraklarının tarayıcıdan geçirilip ilgili program ile elde edilen toplam yaprak alanı değerleri Çizelge 4.10 ve Şekil 4.10' da verilmiştir. Yaprak alanı bakımından ele alınan tüm parametrelerin istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Farklı dönemlerde farklı tuz uygulamalarının yaprak lahanası bitkisinde yaprak alanı üzerine etkileri incelendiğinde, yaprak alanı ile tuz konsantrasyon uygulamalarının ters orantılı olarak değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.10. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanası bitkisinin yaprak alanı (cm²) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	3914,07 a	3204,44 b	3059,20 c	2776,22 d	3238,48 a
Hasat Dönemine kadar	3802,80 a	3107,57 bc	2905,02 d	2396,80 e	3053,05 b
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	3858,43 a	3156,01 b	2982,11 c	2586,51 d	3145,77

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 98,56 LSD_{0,01} Dönem x tuz İnter: 139,39



Şekil 4.10. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanasının yaprak alanı üzerine etkileri

Çizelge 4.10 dönem ana etkisi açısından incelendiğinde, hasat dönemine kadar uygulanan tuz konsantrasyonlarının, 8 yapraklı döneme kadar uygulamaya göre yaprak

alanının önemli seviyede düşürdüğü görülmektedir. Tuz konsantrasyonu ana etkisi incelendiğinde ise, 0 mM NaCl olan kontrol uygulamasından (3858,43 cm²) 200 mM'luk tuz uygulamasına (2586,51 cm²) doğru gidildikçe, yaprak alanında azalma olduğu anlaşılmaktadır.

Dönem x tuz interaksyonu incelendiğinde; en düşük yaprak alanı değerinin hasat dönemi x 200 mM tuz uygulaması (2396,80 cm²), en yüksek değer ise 8 yapraklı dönem x kontrol uygulaması (3914,07 cm²) olduğu saptanmıştır.

Tuz stresi altındaki bitkiler, stomalarını kapatarak yaprak alanlarının da küçülmesi ile transpirasyonu azaltarak su kaybını önlemeye çalışmaktadır. Ancak yaprak alanının azalmasıyla birim alandaki CO₂ fiksasyonu da azalır. Bu süre içerisinde respirasyon artar, bu durum birim yaprak yüzey alanı başına düşen günlük net CO₂ asimilasyonunda bir azalışa neden olur. Yaşamak için yoğun enerji harcayan bitki, ihtiyacından daha az fotosentez yapmakta ve gerekli enerjiyi sağlayamamaktadır. Sonuç olarak büyüme ve gelişme gerilemektedir (Karanlık 2001, Yaşar 2003).

Emongor ve ark (2004)'nın yaprak lahananın büyüme ve gelişmesi üzerine promalin etkisini inceledikleri araştırmalarında, kontrol grubunda bulunan bitkilerin ortalama yaprak alanının 3535 cm² olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacıların elde ettiği değerler çalışmamızdan elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Farklı türlerde yapılan birçok tuzluluk çalışmasında elde edilen sonuçları destekler şekilde artan tuz miktarına bağlı olarak yaprak alanında azalmalar meydana geldiğini bildirmişlerdir (Larcher 1995, Chartzoulakis ve Louppssaki 1997, Clark ve ark. 2000, Ashraf ve Iram 2005, Kuşvuran 2011, Kıran ve ark. 2014, Deveci ve Bora 2016).

4.11. Bitki Boyu (cm)

Yaprak lahana bitkisinin farklı dönemlerine kadar uygulanan 0 mM, 50 mM, 100 mM ve 200 mM tuz uygulamalarının, bitki boyu üzerine etkileri istatistiki olarak % 1 oranında önem teşkil edip, Çizelge 4.11 ve Şekil 4.11'de sunulmuştur.

Denemede bitki boyu ortalamalarının 18,35 cm ile 28,90 cm arasında değiştiği görülmektedir.

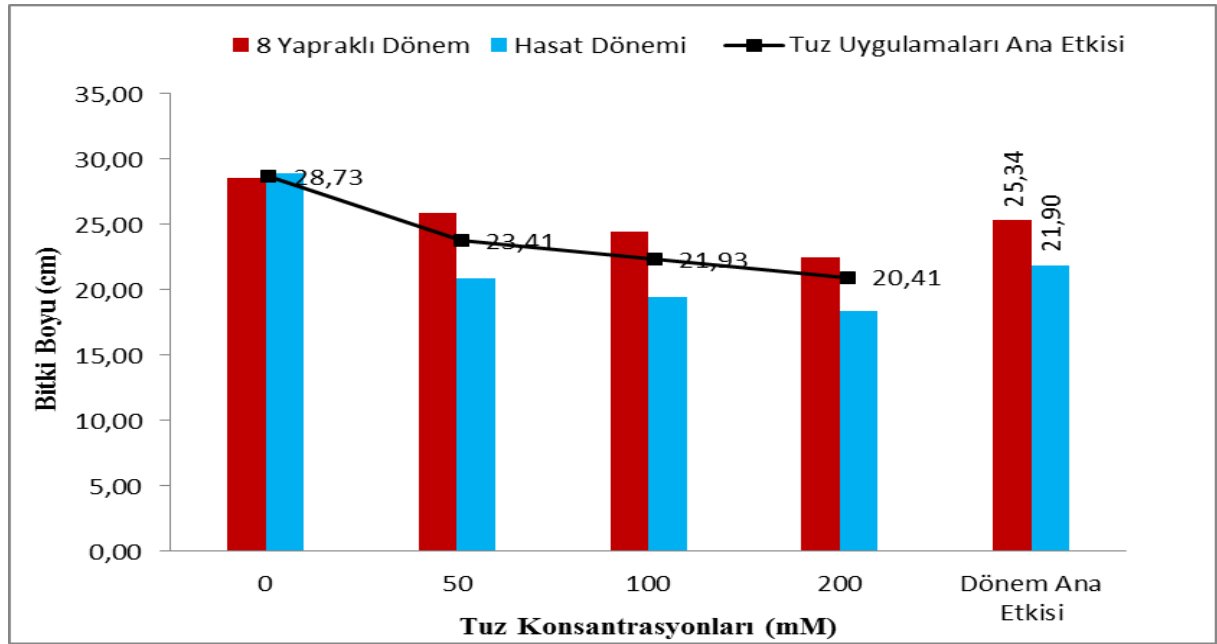
Çizelge 4.11 sadece dönem ana etkisi ele alınarak incelendiğinde; 8 yapraklı döneme kadar uygulanan tuz uygulamalarında bitki boyu ortalaması 25,34 cm; hasat dönemine kadar uygulanan tuz uygulamalarında bitki boyu ortalaması ise 21,90 cm olarak belirlenmiştir. Farklı konsantrasyonlarda verilen NaCl tuzunun etkisi incelendiğinde tuz uygulaması

miktarının artışıyla bitki boyunun ters orantılı olarak azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.11). Hiç NaCl uygulanmayan kontrol uygulamasından en yüksek bitki boyu ortalamasına (28,73 cm) ulaşılırken, NaCl uygulama dozunun artmasıyla bitki boyu azalarak 200 mM NaCl uygulaması ile en düşük değere (20,41 cm) inmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanaya bitkisinin bitki boyu (cm) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	28,55 a	25,90 b	24,43 c	22,48 d	25,34 a
Hasat Dönemine kadar	28,90 a	20,93 e	19,43 f	18,35 f	21,90 b
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	28,73 a	23,41 b	21,93 c	20,41 d	23,62

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0,87 LSD_{0,01} Dönem x tuz İnter: 1,23



Şekil 4.11. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın bitki boyu üzerine etkileri

Dönem x tuz interaksyonunda da aynı ters orantı görülmüş, en yüksek bitki boyuna sahip interaksyonun 8 yapraklı döneme kadar uygulanan 0 mM tuz uygulaması (28,90 cm), en kısa bitki boyuna sahip interaksyonun ise hasat dönemine kadar uygulanan 200 mM tuz uygulaması (18,35 cm) olduğu belirlenmiştir.

Emongor ve ark (2004)'nın yaprak lahananın büyüme ve gelişmesi üzerine promalinin etkisi isimli araştırmalarında, kontrol grubunda ortalama bitki boyunun 54,20 cm olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada ise bitki boylarının 20,41-28,90 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Aradaki farkın, çalışmamızda kullanılan çeşitlerin aynı olmaması, bitkilerimizin iklim odasında ve saksılarda doğal olmayan ortamlarda yetiştirilmesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Çalışmamızda tuz uygulamaları sonucunda oluşan tuz stresi nedeniyle yapraklardaki toplam klorofil düşmesine bağlı olarak fotosentez hızının düştüğü, bu nedenle bitki boyunda azalmalar meydana geldiği öngörülmüştür. Süyüm (2011), bitkilerin stres koşullarında kendini koruma mekanizmalarını çalıştırması ile fotosentez oranının düştüğünü, Na-Cl toksisitesi ve element alımlarındaki antagonistik etkiler nedeniyle bitki boyunda meydana gelen azalmaların başlıca sebepleri arasında görüldüğünü bildirmiştir.

NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak bitki boyunda azalmalar meydana geldiğini ve tuz stresinin artmasıyla bitki boyunun uzamasının azaldığına benzer sonuçlar farklı türlerde çalışan diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Öztürk 2002, Kuşvuran 2010, Bayat ve ark. 2012, Demirel ve ark. 2012).

4.12. Kök Derinliği (cm)

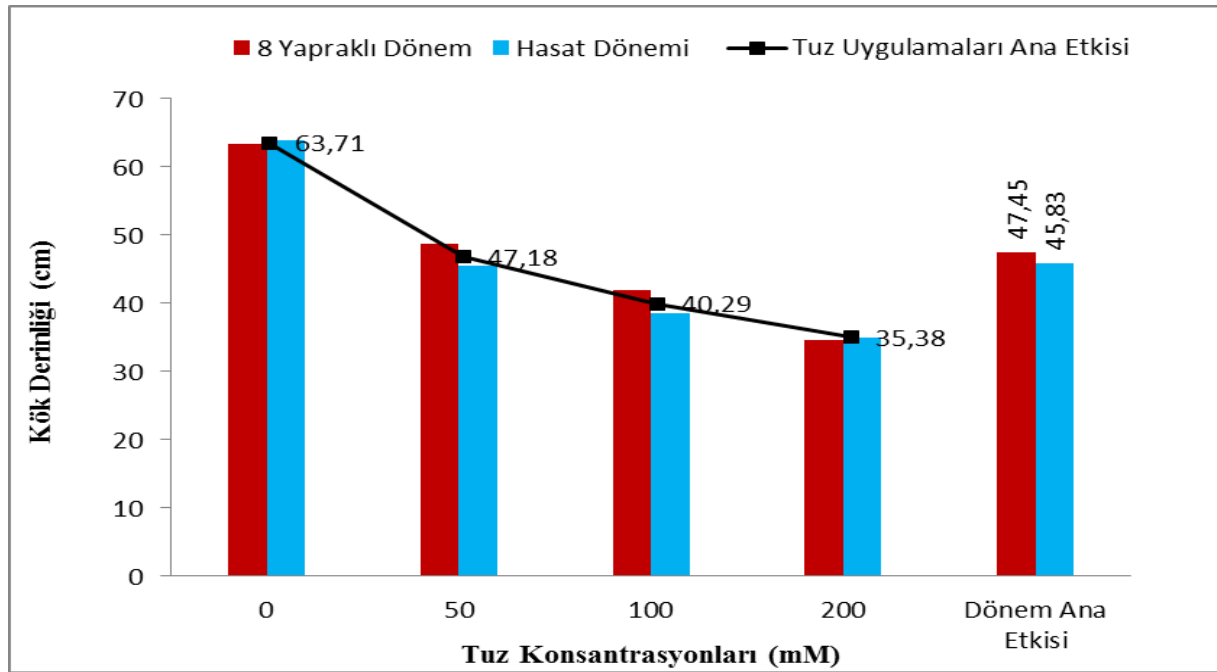
Değişik vejetasyon dönemleri farklı tuz uygulamalarında, yaprak lahanada bitkisinin kök derinlikleri Çizelge 4.12 ve Şekil 4.12' de verilmiştir. İstatistiki olarak dönem etkisinin % 5, tuz etkisinin %1 önem seviyesinde; dönem x tuz interaksiyonunun ise istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır. Kök derinliği ortalamaları Çizelge 4.12'den de görülebileceği gibi 35,38 - 63,43 cm arasında değişim göstermiştir.

Keser ve ark. (2009), domates bitkisinde artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak kök gelişiminin azaldığını, tuzun ana kök gelişiminde toksik etkisinin söz konusu olduğunu belirlemişlerdir. Yaprak lahanada da, tuz etkisiyle kontrole nazaran kök uzunluğunda önemli azalmalar meydana gelmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanana bitkisinin kök derinliği (cm) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	63,43	48,75	41,93	34,70	47,45 a
Hasat Dönemine kadar	64,00	45,60	38,65	35,05	45,83 b
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	63,71 a	47,18 b	40,29 c	35,38 d	46,64

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 2,32



Şekil 4.12. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın kök derinliği üzerine etkileri

Tuz stresinin bitkilerin kök derinliğine etkisini incelediğimizde elde ettiğimiz sonuçlar diğer araştırmacıların sonuçları ile paralellik göstermiş yani kök bölgesinin tuz stresine maruz kalması sonucunda kök gelişiminin azaldığı anlaşılmıştır (Baran ve ark. 1996, Akıncı ve Akıncı 2000, Bayat ve ark. 2012).

4.13. Makro ve Mikro Besin Elementleri Tayini (% ve ppm)

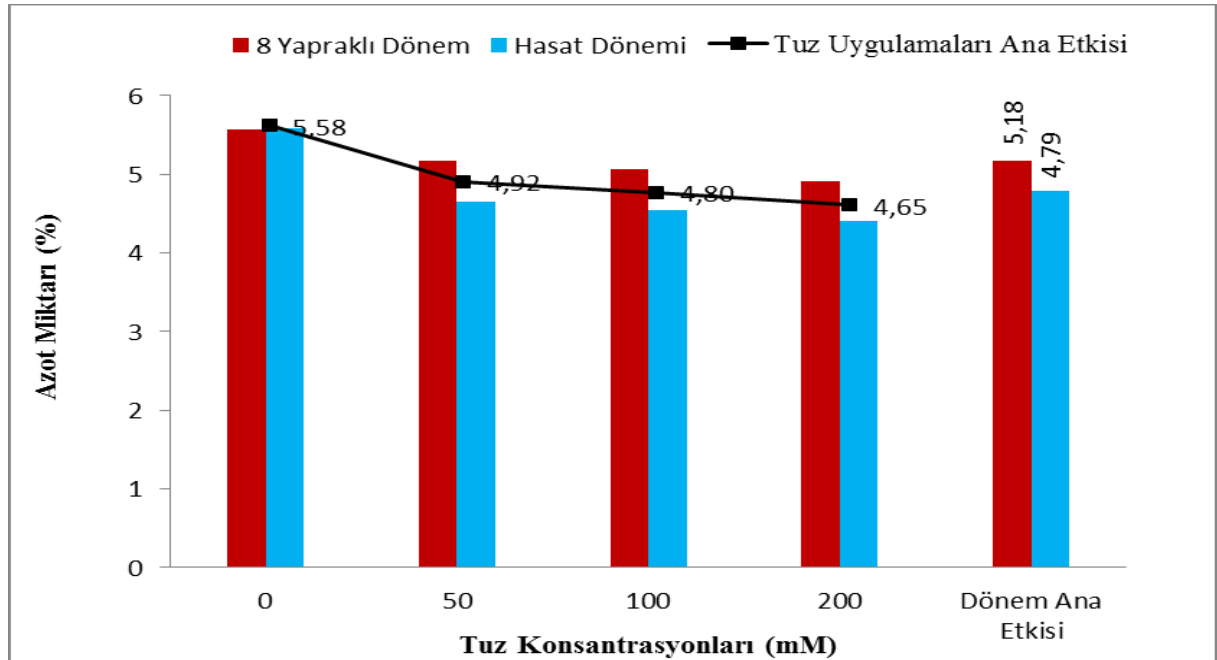
4.13.1. Azot miktarı (%)

Farklı tuz konsantrasyonlarının 2 farklı döneme kadar uygulandığı yaprak lahanaya bitkisinin azot miktarındaki değişimlerin incelenmesi sonucunda, dönem ve tuz ana etkisi ile bunların etkileşimlerinin istatistiki olarak % 1 öneme sahip oldukları görülmüştür.

Çizelge 4.13. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanaya bitkisinin yapraklarında bulunan azot miktarına (%) etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	5,57 a	5,19 b	5,06 c	4,91 d	5,18 a
Hasat Dönemine kadar	5,58 a	4,65 e	4,55 f	4,40 g	4,79 b
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	5,58 a	4,92 b	4,80 c	4,65 d	4,99

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0,139 LSD_{0,01} Dönem x tuz İnter: 1,97



Şekil 4.13. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın azot miktarı üzerine etkileri

Çizelge 4.13'den anlaşıldığı üzere, tuz ana etkisi ortalamalarında, uygulanan tuz miktarı artırıldıkça azot miktarında azalma olmaktadır. Kontrol uygulamaları ortalaması %

5,58 iken, 200 mM NaCl uygulamaları ortalaması % 4,65'tir. Dönem etkisine bakıldığı zaman ise, hasat dönemine kadar uygulanan tuz uygulamasının (% 4,79), 8 yapraklı döneme kadar uygulanan tuz uygulamasına (% 5,18) göre bitkideki azot miktarını düşürdüğü görülmektedir.

Dönem x tuz interaksyonu incelendiğinde azot miktarlarının, % 5,58 (hasat dönemdeki kontrol uygulaması) ile %4,40 (hasat dönemine kadar uygulanan 200 mM tuz uygulaması) arasındaki değerlerde olduğu belirlenmiştir.

Tuz uygulaması ana etkisi açısından sonuçlar incelendiğinde azot oranının; kontrol grubunda en yüksek değere ulaştığı görülmüş olup, en düşük azot oranının ise 200 mM grubundan alındığı tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak; kontrol grubunda bitkilere hiç tuz uygulaması yapılmadığı için gelişimlerini tam olarak tamamlamış olarak toprakta bulunan su ve suda erimiş besin maddelerini rahatlıkla alabildikleri ve fotosentez herhangi bir sekteye uğramadığı için bitki gelişimi ve buna bağlı olarak da yapraklardaki azot miktarının arttığı düşünülmüştür. 200 mM tuz uygulaması grubunda düşük çıkmasının sebebi ise, bitkinin tuz stresine girerek gelişimini tamamlayamadığı ve topraktan yeterli besin elementi alımını gerçekleştiremediği için bünyesindeki azot miktarının düşmesi olarak görülmüştür.

Farklı sebze türleri üzerine yapılan tuzluluk çalışmalarında araştırmacılar kök ortamında artan tuz miktarının azot (N) alımını olumsuz etkilediği ve bitkide azot oranının azaldığını bildirmişlerdir (Ekmekçi Altunal 2007, Bilgin ve Yıldız 2008, Bora 2015).

Gündoğdu (2005), karalahanalarda bazı element tayinleri isimli araştırmasında azot miktarının % 2,12 ile % 6,97 arasında değiştiğini, Açıkgöz Eryılmaz (2011)'in yaprak lahananın farklı hasat dönemlerinde yaprak lahananın ilk ve son hasatlarında azot miktarını ortalama % 5,90 ile % 4,30 arasında değiştiğini, Açıkgöz Eryılmaz ve Deveci (2011)'in yaprak lahana bitkisinin yapraklarında bulunan makro-mikro besin elementleri tayininde, Azot (N) içeriğinin ortalama % 4,70 değerinde olduğunu, Sikora ve Bodziarczyk (2012), çiğ ve pişmiş yaprak lahananın azot miktarının ortalama % 3,36 ±0,80 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda, yaprak lahana yapraklarındaki azot miktarlarının % 4,40 ile % 5,58 arasında değişmekte olduğu ve araştırmacının sonuçları ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

4.13.2. Fosfor miktarı (%)

Yaprak lahana bitkisinin 2 farklı vejetatif döneme kadar uygulanan 4 farklı tuz konsantrasyonunun, yapraklardaki fosfor miktarının değişimlerinin incelenmesi sonucunda (Çizelge 4.14 ve Şekil 4.14), dönem ve tuz ana etkileri ile bunların interaksyonunun istatistiki olarak önemli olduğu (% 1 önem seviyesinde) anlaşılmıştır.

Yaprak lahanada bitkilerinin fosfor miktarının çalışmamızda ortalama % 0,33 ile % 0,51 arasında değiştiği kaydedilmiştir.

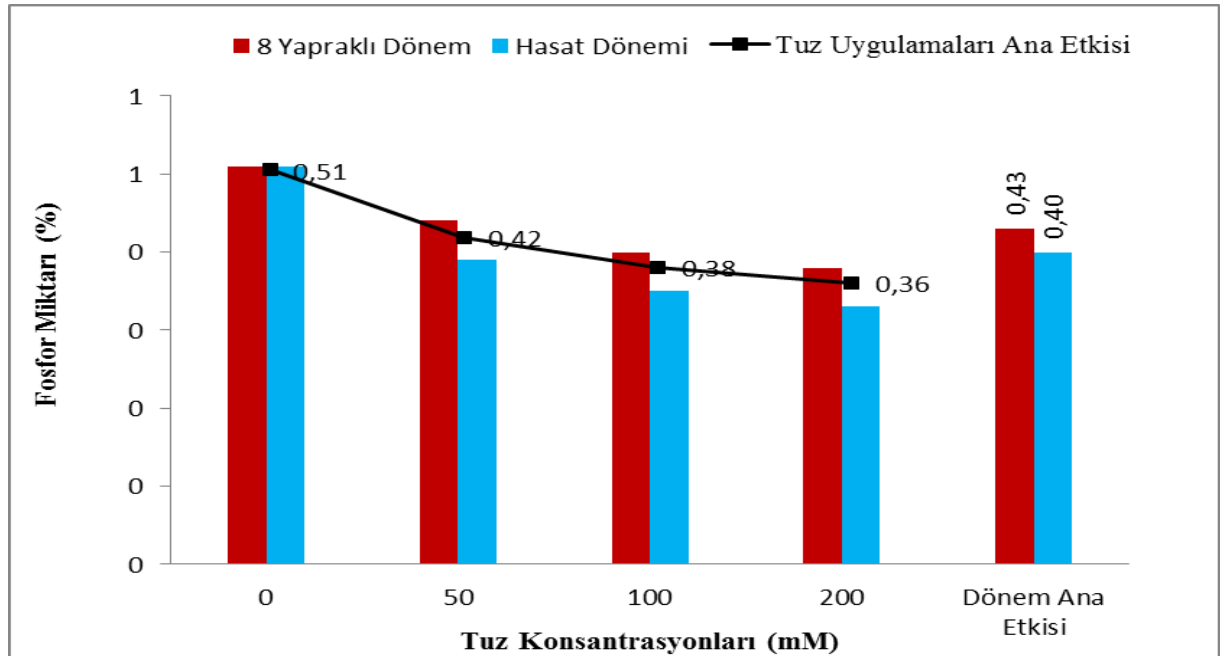
Bu sonuçlara göre, dönem ana etkisi yönünden 8 yapraklı döneme kadar tuz verilen bitkilerin hasat dönemine kadar tuz uygulaması yapılan bitkilere nazaran daha fazla fosfor içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Tuz konsantrasyonları ana etkisinin fosfor miktarı üzerine değişiminde ise artan tuz konsantrasyonlarının, kontrol uygulamasına nazaran fosfor miktarında düşmelere sebep olduğu anlaşılmıştır.

Çizelge 4.14. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanada bitkisinin yapraklarında bulunan fosfor miktarına (%) etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme Kadar	0,51 a	0,44 b	0,40 c	0,38 d	0,43 a
Hasat Dönemine Kadar	0,51 a	0,39 cd	0,35 e	0,33 f	0,40 b
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	0,51 a	0,42 b	0,38 c	0,36 d	0,41

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0,14 LSD_{0,01} Dönem x tuz İnter: 1,98



Şekil 4.14. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanada bitkisinin fosfor miktarı üzerine etkileri

Dönem x tuz interaksyonundan elde edilen en düşük fosfor değerine hasat dönemine kadar uygulanan 200 mM tuz uygulaması, en yüksek fosfor değerine sahip olan interaksyonun her iki vejetatif dönemlerdeki kontrol uygulamalarında olduğu görülmektedir.

Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere, tuz uygulaması hem süre hem de miktar olarak ne kadar artırılırsa bitki bünyesindeki fosfor miktarı da o kadar azalmıştır.

Gündoğdu (2005), Doğu Karadeniz bölgesinde yetişen karalahanalarda bazı element tayinleri isimli araştırmasında fosfor miktarını % 0,23 ile % 0,67 arasında değiştiğini belirlemiştir. Denememiz ile araştırıcının elde ettiği sonuçlar uyum içerisindedir.

Yüksek miktarda uygulanan tuz, yaprak ve köklerin makro element miktarlarını da etkilemiştir. Tuz uygulamasında yaprak ve köklerdeki makro elementlere bakıldığında artan Na miktarlarına paralel olarak P, K, Ca, Mg miktarlarında azalmalar saptanmıştır (Köşkeroglu 2006).

Açıkgöz Eryılmaz (2011), yaprak lahananın farklı hasat dönemlerinde mineral madde, vitamin C ve ham protein miktarları üzerine yaptığı araştırmasında fosfor miktarının ortalama % 0,52 olduğunu saptamıştır.

Açıkgöz Eryılmaz ve Deveci (2011)'in yaprak lahana ve kanola üzerine yürüttükleri bir çalışmada, yaprak lahana bitkisinin yapraklarında bulunan makro-mikro besin elementleri tayininde, fosfor (P) içeriğinin ortalama % 0,46 olduğunu tespit etmişlerdir.

Araştırmacıların yaprak lahanadaki fosfor miktarı üzerine elde etmiş olduğu sonuçlar denememizden elde ettiğimiz sonuçları desteklemiştir.

Farklı sebze türleri üzerine yapılan tuzluluk çalışmalarında araştırmacılar çalışmamıza paralel şekilde kök ortamında artan tuz miktarının fosfor (P) alımını olumsuz etkilediği ve bitkide fosfor oranının azaldığını bildirmişlerdir (Al-Rawahy ve ark. 1992, Alparslan ve ark. 1998, Güneş ve ark. 1998, Erdal ve ark. 2000, Ekmekçi Altunal 2007, Bilgin ve Yıldız 2008, Arıcı ve Eraslan 2012, Bora 2015).

4.13.3. Potasyum miktarı (%)

Farklı vejetasyon dönemlerinde tuz uygulamalarının yaprak lahana bitkisinin potasyum miktarı değişimleri Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15'de verilmiştir. Potasyum miktarı yönünden ele alınan 2 ana faktör ve dönem x tuz interaksyonu, istatistiksel olarak % 1 hata sınırı içinde kaldığı tespit edilmiştir.

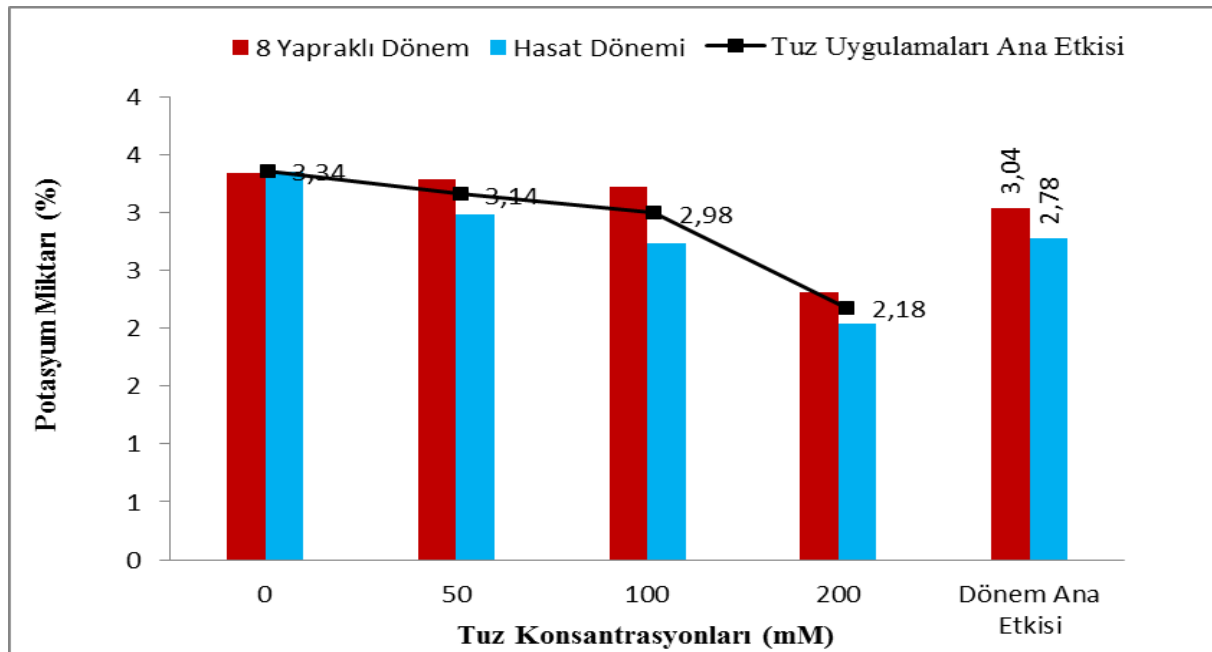
Araştırma sonucunda potasyum miktarı ortalamalarının % 2,04 ile % 3,35 arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir.

Dönem ana etkisi yönünden yaprak lahanada bitkisinin hasat dönemine kadar yapılan tuz uygulamasının (% 2,78), 8 yapraklı döneme kıyasla potasyum miktarını düşürdüğü (% 3,04) saptanmıştır.

Çizelge 4.15. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanada bitkisinin yapraklarında bulunan potasyum miktarına (%) etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	3,34 a	3,29 b	3,22 c	2,31 f	3,04 a
Hasat Dönemine kadar	3,35 a	2,98 d	2,74 e	2,04 g	2,78 b
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	3,34 a	3,14 b	2,98 c	2,18 d	2,91

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0,13 LSD_{0,01} Dönem x tuz İnter: 1,97



Şekil 4.15. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanada potasyum miktarı üzerine etkileri

Tuz ana etkisi yönünden en düşük potasyum değerinin 200 mM tuz uygulamasında olduğu görülürken (% 2,18), en yüksek potasyum değerinin, kontrol uygulamasında olduğu (% 3,34) kaydedilmiştir.

Çalışmamızda potasyum miktarı ortalamalarının % 2,04 ile % 3,35 arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir. Gündoğdu (2005), Doğu Karadeniz Bölgesinde yetişen

karalahanalarda bazı element tayinleri isimli araştırmasında potasyum miktarının % 2,76 ile % 5,47 arasında değiştiğini, Açıkgöz Eryılmaz ve Deveci (2011) yaprak lahananın potasyum (K) içeriğini ortalama % 3,33 olduğunu bildirmektedirler ve bu sonuçlar denememizden elde ettiğimiz sonuçları destekler niteliktedir.

Bitkilerin tuza dayanıklılıklarının kök sistemleriyle aşırı Na ve K alımını engellemelerine bağlı olduğu bildirilmiştir (Güneş ve ark. 1997). Aşırı miktarda Na ve Cl absorpsiyonunun, iyon dengesinde K aleyhine meydana getirdiği bozulmanın sebep olduğunu söylemek mümkündür. Na genellikle K alımını engellemekte, Cl ise özellikle NO₃ üzerine olumsuz etki yaparak bitkilerde iyon dengesinde bozulmalara sebep olmaktadır (Alparslan ve ark. 1998). Çalışmamızda kök bölgesindeki Na ve Cl miktarlarının gitgide atırılması sonucu potasyum alımının azalmasının bu iyon dengesindeki bozulmalardan meydana geldiği düşünülmüştür.

Çalışmamızda olduğu gibi tuzluluk stresinin şiddetlenmesiyle sodyum konsantrasyonundaki artış ve potasyum alımında azalmaların olduğu farklı araştırmacılar tarafından daha önce farklı türlerde saptamışlardır (Cho ve ark. 1996, Romerao ve ark. 1997, Contreras-Padilla ve Yahia 1998, Glenn ve ark. 1996, Erdal ve ark. 2000, Özcan ve ark. 2000, Köşkeröglü 2006, Trajkova ve ark. 2006, Bilgin ve Yıldız 2008, Nasri ve ark. 2008, Kasırğa 2009, Kuşvuran 2010, Küçük kömürcü 2011, Arıcı ve Eraslan 2012, Bora 2015).

4.13.4. Kalsiyum miktarı (%)

Araştırmada ele alınan yaprak lahana bitkisinin farklı dönemlere kadar farklı tuz uygulamalarının ortalama kalsiyum miktarı değişimleri Çizelge 4.16 ve Şekil 4.16' da görüldüğü gibidir. Kalsiyum miktarı ortalamaları bakımından 2 farklı dönemin, farklı konsantrasyonlardaki tuz uygulamalarının ve dönem x tuz interaksyonunun istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli olduğu görülmüştür.

Tuz uygulama yönünden, kalsiyum miktarı, 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulamasından (% 1,77) elde edilmiştir. Hasat dönemine kadar uygulanan tuz miktarının yapraklardaki kalsiyum miktarını düşürdüğü (% 1,61) görülmüştür.

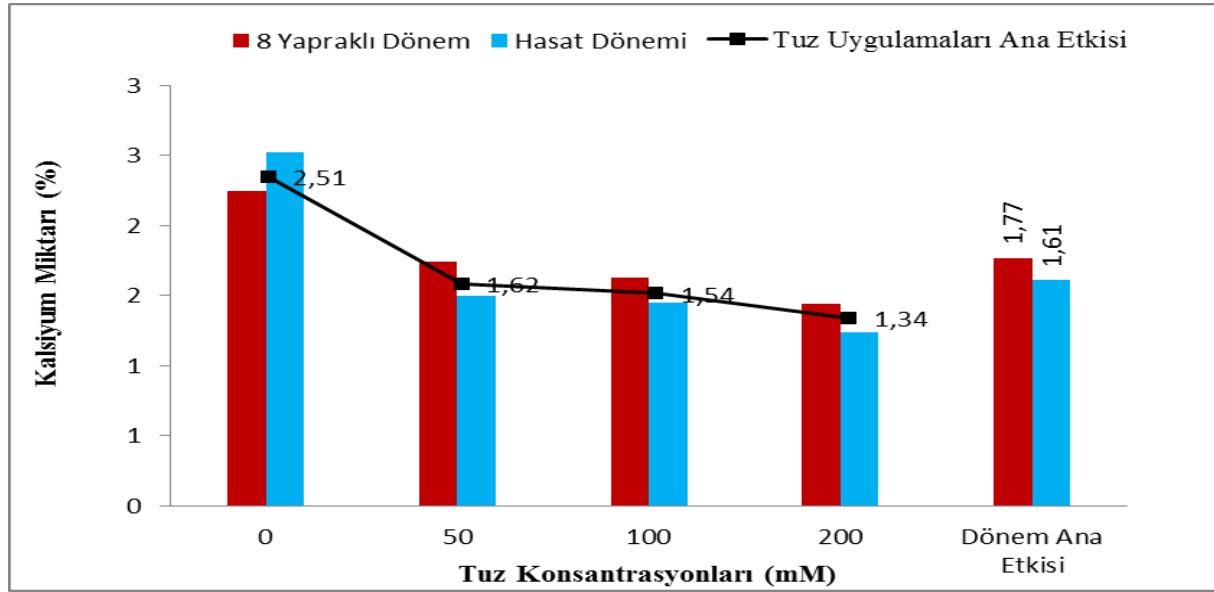
Uygulanan tuz dozlarının yapraklardaki kalsiyum miktarı üzerine değişiminde ise hiç NaCl verilmeyen kontrol uygulamasında en yüksek kalsiyum değeri kaydedilirken (% 2,51), bu oran tuz dozunun arttırılması ile gittikçe düşmüş ve en düşük ortalama 200 mM tuz uygulamasından (% 1,34) alınmıştır.

Dönem ve tuz interaksyonu beraber yorumlandığında (Çizelge 4.16), 8 yapraklı ve hasat dönemine kadar yapılan kontrol uygulamaları aynı istatistik grup içerisinde olmalarına rağmen, hasat dönemi x kontrol uygulaması mutlak değer olarak en yüksek kalsiyum ortalamasını (% 2,52) vermiştir. En düşük kalsiyum ortalaması (% 1,24) ise hasat x 200 mM interaksyonundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanada bulunan kalsiyum miktarına (%) etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	2,25 a	1,74 b	1,63 c	1,44 e	1,77 a
Hasat Dönemine kadar	2,52 a	1,50 d	1,45 e	1,24 f	1,61 b
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	2,51 a	1,62 b	1,54 c	1,34 d	1,69

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0,42 LSD_{0,01} Dönem x tuz İnter: 0,43



Şekil 4.16. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın kalsiyum miktarı üzerine etkileri

Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanada meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerin isimli çalışmamızda yapraklarda kalsiyum miktarının ortalama %1,24 ile % 2,52 arasında olduğu belirlenmiştir.

Yaprak lahabada daha önce çalışan bazı araştırmacıların elde ettikleri kalsiyum miktarlarının çalışmamızda elde edilenler ile uyum içerisinde olduğu anlaşılmıştır (Gündoğdu 2005, Açıkgöz Eryılmaz 2011, Açıkgöz Eryılmaz ve Deveci 2011).

Yüksek tuz konsantrasyonlarının bitkinin kalsiyum alımını ve taşınımını azalttığı, kalsiyum yetersizliği ve bitkide iyon dengesizliğine neden olduğu pek çok araştırmacı tarafından da vurgulanmıştır (Cramer ve ark. 1986, Hung ve Redman 1995, Aktaş, 2002, Köşkeroğlu 2006, Yakıt ve Tuna 2006, Hussain ve ark. 2008, Kuşvuran 2010, Kaya 2011, Süyüm 2011, Küçkkömürcü 2011).

Farklı araştırmacılar çalışmamızda elde edilen bulgulara benzer şekilde, farklı sebze türlerinde ortamdaki tuz konsantrasyonunun artmasıyla, bitkinin almış olduğu kalsiyum miktarında düşmeler olduğunu belirtmişlerdir (Kreji, 1999, Yakıt ve Tuna 2006, Bilgin ve Yıldız 2008, Bora 2015).

Tuzluluk stresinde Na toksisitesi nedeniyle, Ca alımının engellediği düşünülmektedir.

4.13.5. Magnezyum miktarı (%)

Yaprak lahana bitkisinin 2 farklı dönemine kadar uygulanan 4 farklı tuz uygulamasının, bitkideki ortalama magnezyum miktarına olan etkisine ait ortalamalar Çizelge 4,17 ve Şekil 4,17’de verilmiştir.

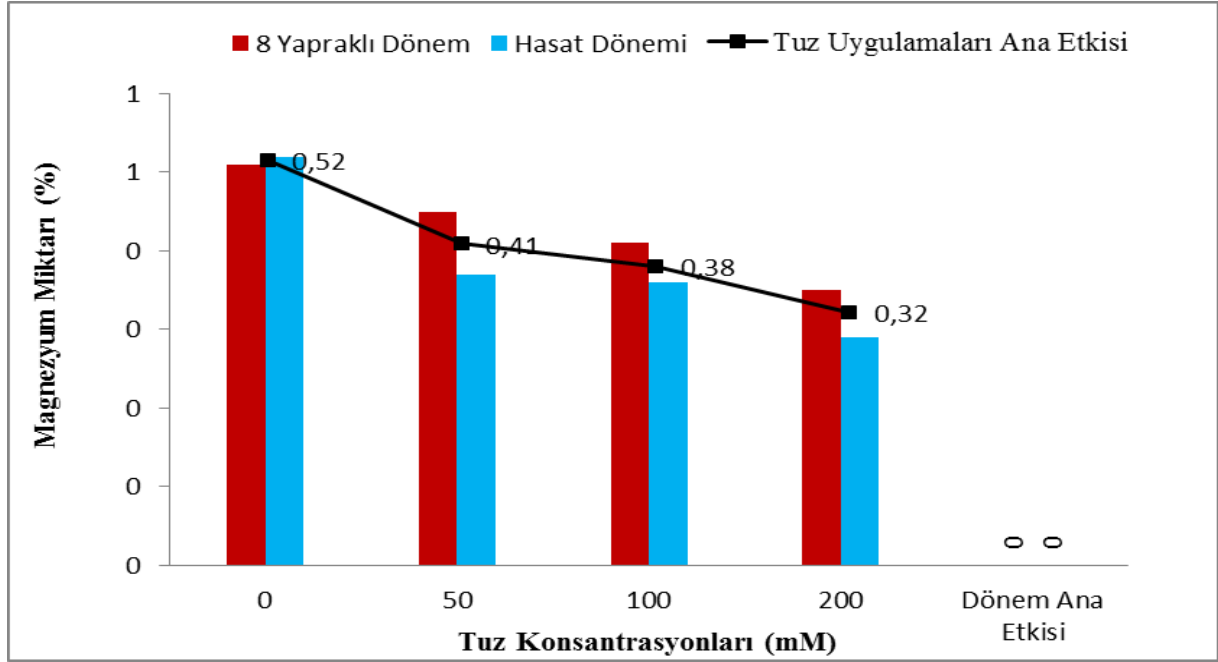
Çizelge 4.17. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahana bitkisinin yapraklarında bulunan magnezyum miktarına (%) etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	0,51	0,45	0,41	0,35	0,43 a
Hasat Dönemine kadar	0,52	0,37	0,36	0,29	0,39 b
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	0,52 a	0,41 b	0,38 b	0,32 c	0,41

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0,04

Araştırmada dönem ana etkisi ile tuz uygulamaları ana etkisinin istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli olduğu, ancak dönem x tuz uygulamaları interaksyonunun istatistiki olarak önemli olmadığı anlaşılmıştır (Çizelge 4.17).

Dönem ana etkisi bakımından yaprak lahanaya bitkisine 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulandığında, bitkideki ortalama magnezyum miktarının % 0,43 olduğu, ancak tuz uygulaması hasat dönemine kadar sürdürüldüğünde ise ortalamanın % 0,39'a düştüğü saptanmıştır.



Şekil 4.17. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın magnezyum miktarı üzerine etkileri

Yaprak lahanaya bitkisinin bu iki döneminde uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının bitki bünyesinde magnezyuma etkisi incelendiğinde, tuz konsantrasyonu artırıldıkça magnezyum miktarının düştüğü görülmüştür (Çizelge 4.17). Tuz uygulamaları sonunda elde edilen ortalama değerler sırasıyla % 0,52 (Kontrol), % 0,41 (50 mM), % 0,38 (100 mM) ve % 0,32 (200 mM) şeklindedir.

Çalışmada, yaprak lahanaya bitkilerinin magnezyum miktarının ortalama %0,29 ile %0,52 arasında değiştiği belirlenmiştir. Farklı araştırmacıların yaprak lahanaya üzerine yaptıkları çalışmalarda tespit ettikleri magnezyum içerikleri çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar ile benzerlik göstermiştir (Gündoğdu 2005, Ayaz ve ark. 2006, Açıkgöz Eryılmaz 2011, Açıkgöz Eryılmaz ve Deveci 2011).

Araştırmacılar farklı türlerde yaptıkları tuzluluk çalışmalarında, ortamdaki tuz konsantrasyonunun artmasıyla bitkinin almış olduğu magnezyum miktarında düşmeler olduğunu belirtmişlerdir (Jacoby 1993, Gadallah 1999, Gomez ve ark 1999, Arıcı ve Eraslan

2012, Köşkeröglü 2006, Trajkova ve ark. 2006, Yakıt ve Tuna 2006, Bilgin ve Yıldız 2008, Kayabaşı 2011, Bora 2015).

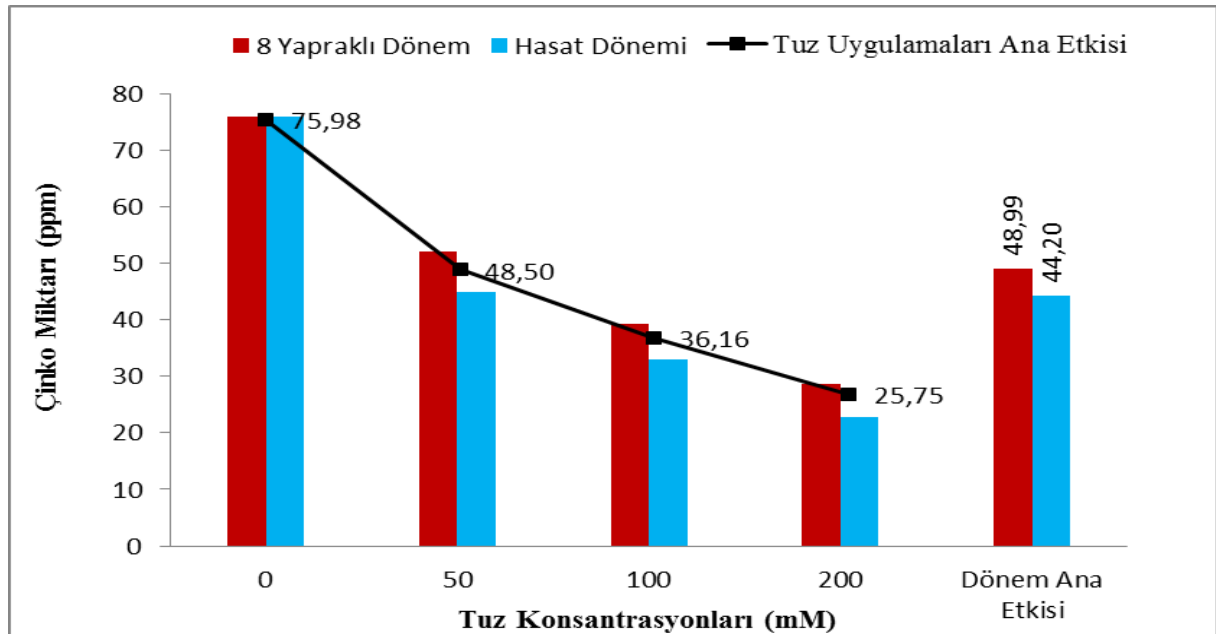
4.13.6. Çinko miktarı (ppm)

Araştırmada yaprak lahanası bitkisinin farklı dönemlere kadar farklı tuz uygulamalarının ortalama çinko miktarı değişimi Çizelge 4.18 ve Şekil 4.18’ de görüldüğü gibidir.

Çizelge 4.18. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanası bitkisinin yapraklarında bulunan çinko miktarına (ppm) etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	76,00 a	52,00 b	39,28 d	28,70 f	48,99 a
Hasat Dönemine kadar	75,95 a	45,00 c	33,05 e	22,80 g	44,20 b
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	75,98 a	48,50 b	36,16 c	25,75 d	46,60

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0,22 LSD_{0,01} Dönem x tuz İnter: 0,21



Şekil 4.18. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanasının çinko miktarı üzerine etkileri

Çinko miktarı ortalamaları açısından farklı konsantrasyonlardaki tuz uygulamaları ana etkisinin, dönem ana etkisinin ve dönem x tuz interaksiyonunun istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18 dönem ana etkisi yönünden ele alındığında hasat dönemine kadar olan tuz uygulamalarının (44,20 ppm), 8 yapraklı döneme kadar olan tuz uygulamalarına nazaran (48,99 ppm) yapraklarda daha az çinko birikimine sebep olduğu anlaşılmıştır.

Tuz uygulamaları ana etkisi Çizelge 4.18' de incelediğinde ise; tuz konsantrasyonu ile çinko miktarlarındaki değişimlerin ters orantılı olduğu saptanmıştır. Uygulanan tuz miktarındaki her bir artışın, yaprak lahanada bitkisindeki çinko miktarında azalışa sebep olduğu görülmüş olup, bu değerler sırasıyla şu şekildedir; 75,98 ppm (Kontrol), 48,50 ppm (50 mM NaCl), 36,16 ppm (100 mM NaCl), 25,75 ppm (200 mM NaCl).

Çalışmamızda çinko değerlerinin Çizelge 4.18'de 22,80 ile 76,00 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. Yaprak lahanada üzerine çalışan araştırmacıların elde etmiş olduğu çinko değerleri araştırmamızda elde etmiş olduğumuz çinko değerleri ile uyum içerisinde (Gündoğdu 2005, Ayaz ve ark. 2006, Tanak 2006, Sikora ve Bodziarczyk 2012).

Araştırmacılar farklı türlerde yaptıkları tuzluluk çalışmalarında, denememizdeki gibi, ortamdaki tuz konsantrasyonunun artmasıyla bitkinin almış olduğu çinko miktarında düşmeler olduğunu belirlemişlerdir (Arıcı ve Eraslan 2012, Yurtseven ve Baran 2000, Güneş ve ark. 1998, Kasırğa 2009, Bora 2015).

4.13.7. Mangan miktarı (ppm)

Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanada bitkisinin yapraklarında bulunan mangan miktarına etkisi ve LSD testine göre grupları Çizelge 4.19 ve Şekil 4.19'da görüldüğü gibidir.

Bu çalışmada, dönem ve tuz faktörleri ile bunların interaksiyonunun istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19).

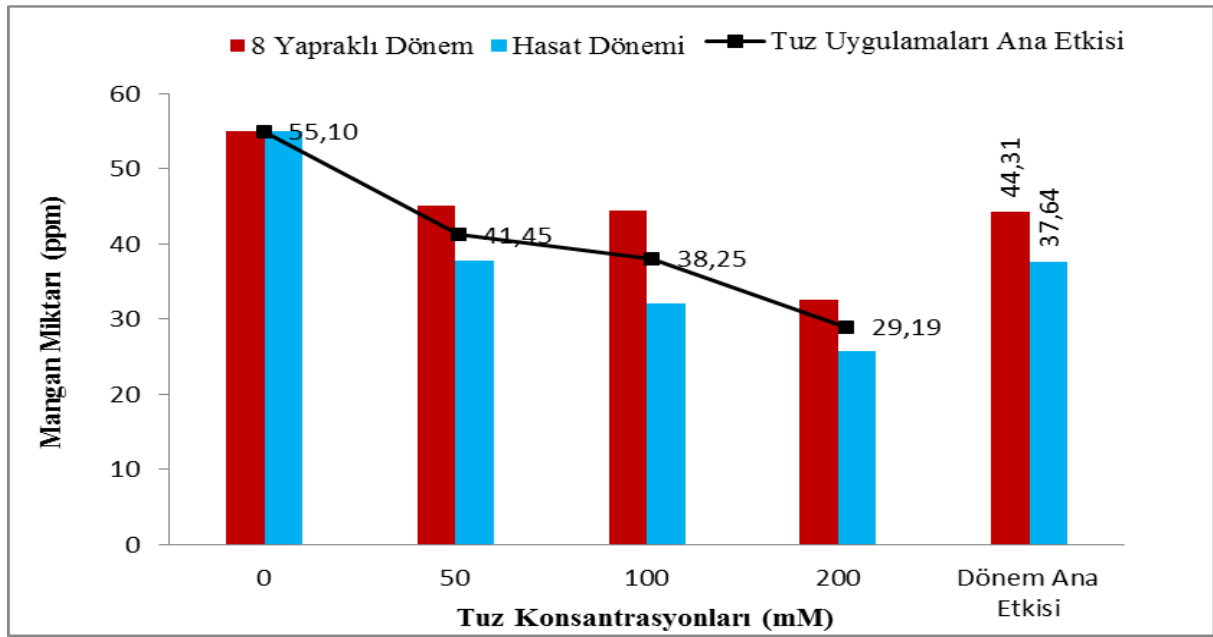
Diğer faktör ve interaksiyonu göz ardı ederek sadece dönem faktörünün mangan ortalamaları üzerine etkisi Çizelgemiz 4.19'da incelendiğinde 44,31 ppm ile 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulaması yapılan dönemden en yüksek mangan sonuçları alınmıştır.

Tuz uygulamaları ana etkisi yönünden yapraklardaki en yüksek mangan içeriği kontrol grubu olan 0 mM uygulama grubundan (55,10 ppm) alınmıştır. Tuz konsantrasyonlarının artmasına paralel olarak, yapraklardaki mangan miktarının azaldığı görülmüş ve en düşük mangan içeriği 200 mM tuz uygulama grubundan (29,19 ppm) alınmıştır.

Çizelge 4.19. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanaya bitkisinin yapraklarında bulunan mangan miktarına (ppm) etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	55,00 a	45,15 b	44,50 c	32,58 e	44,31 a
Hasat Dönemine kadar	55,05 a	37,75 d	32,00 f	25,80 g	37,64 b
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	55,10 a	41,45 b	38,25 c	29,19 d	40,97

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0,31 LSD_{0,01} Dönem x tuz İnter: 0,43



Şekil 4.19. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın mangan miktarı üzerine etkileri

Dönem x tuz uygulamaları interaksyonunu bakımından, hasat dönemi x kontrol interaksyonundan en yüksek mangan miktarı ortalaması (55,05 ppm) alınırken, hasat dönemi x 200mM interaksyonundan en düşük mangan ortalaması (25,80 ppm) alınmıştır.

Çizelge 4.19’da mangan ortalamalarının 25,80 ppm ile 55,10 ppm arasında kaldığı tespit edilmiştir. Yaprak lahanaya üzerine çalışan diğer bazı araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda tespit ettikleri mangan içerikleri çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar ile benzerlik göstermiştir (Gündoğdu 2005, Ayaz ve ark. 2006, Tanak 2006).

Araştırmamızdan elde ettiğimiz sonuçlardan tuzluluk stresinin şiddetlenmesiyle, mangan alımındaki azalmaların olduğu, farklı araştırmacılar tarafından çeşitli türlerde daha önce

saptanmıştır (Cramer ve Nowak 1992, Erdal ve ark. 2000, Doğan 2006, Köse 2011, Özpay 2011, Bora 2015).

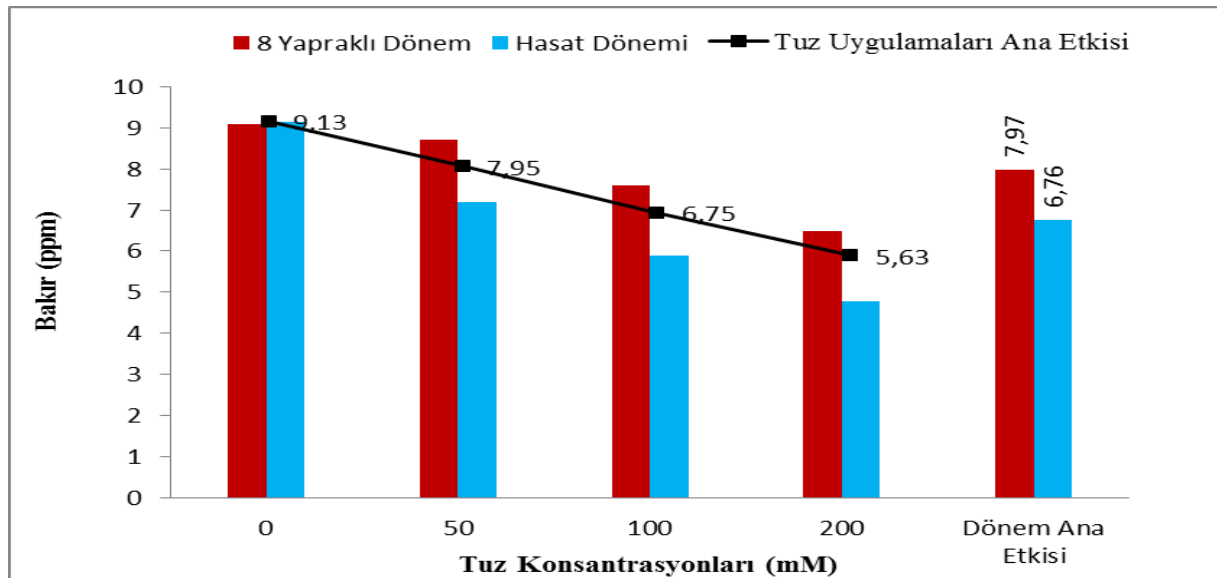
4.13.8. Bakır miktarı (ppm)

Sekiz yapraklı dönem ile hasat dönemine kadar tuz uygulamasının yapıldığı yaprak lahanası bitkisinin bakır miktarındaki değişimlerin incelenmesi sonucunda, dönem ve tuz ana etkisinin ve bunların etkileşiminin istatistiksel olarak % 1'lik hata düzeyinde farklılık oluşturduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.20 ve Şekil 4.20).

Çizelge 4.20. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanası bitkisinin yapraklarında bulunan bakır miktarına (ppm) etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	9,10 a	8,70 b	7,60 c	6,48 e	7,97 a
Hasat Dönemine kadar	9,15 a	7,20 d	5,90 f	4,78 g	6,76 b
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	9,13 a	7,95 b	6,75 c	5,63 d	7,36

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0,11 LSD_{0,01} Dönem x tuz İnter: 0,15



Şekil 4.20. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanasının bakır miktarı üzerine etkileri

Sadece vejetasyon dönemlerinin bakır miktarı üzerine değişimleri Çizelge 4.20’de incelendiğinde, 8 yapraklı döneme kadar yapılan tuz uygulamaları sonucu, yapraklardaki bakır miktarının (7,97 ppm), hasat dönemine kadar tuz uygulaması yapılan döneme nazaran (6,76 ppm) daha yüksek olduğu anlaşılmıştır.

Tuz uygulamaları ana etkisi açısından, en yüksek bakır değeri kontrol uygulamasında (9,13 ppm) bulunurken, en düşük değerin 200 mM tuz konsantrasyonuna ait olduğu (5,63 ppm) görülmüştür.

Çizelge 4.20’de bakır ortalamalarının 4,78- 9,15 ppm arasında olduğu tespit edilmiştir. Yaprak lahanada diğer araştırmacıların yaptıkları besin içerikleri araştırmalarında da bakır içerikleri, çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar ile uyum içerisindedir (Gündoğdu 2005, Ayaz ve ark. 2006, Sikora ve Bodziarczyk 2012).

Araştırmacılar, çalışmamız sonuçlarına benzer şekilde farklı sebze türlerinde ortamdaki tuz konsantrasyonunun artmasıyla bitkinin almış olduğu bakır miktarında düşmeler olduğunu belirtmişlerdir (Erdal ve ark. 2000, Bilgin ve Yıldız 2008, Bora 2015).

4.13.9. Demir miktarı (ppm)

Farklı dönemlerde uygulanan, farklı konsantrasyonlardaki tuz uygulamalarının, yaprak lahana bitkisinin bünyesindeki demir miktarına olan etkileri Çizelge 4.21 ve Şekil 4.21 görülmektedir.

Çizelge 4.21 incelendiğinde; ele alınan 2 faktör ve interaksiyonun istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olduğu anlaşılmıştır.

Tuz uygulamalarını dönem bazlı incelediğimizde, hasat dönemine (79,06 ppm) kadar tuz uygulanması yaprak lahana bitkisindeki demir miktarını, 8 yapraklı döneme (92,62 ppm) göre düşürdüğu anlaşılmıştır.

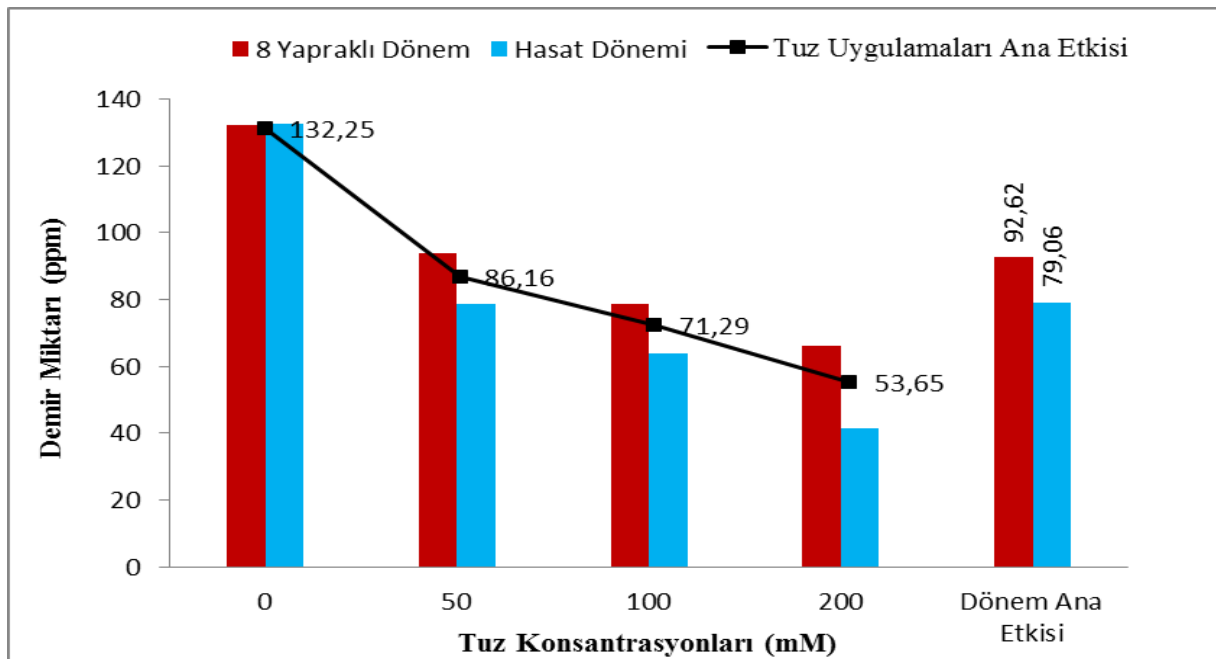
Tuz uygulamaları ana etkisi bakımından kontrol grubundan (132,25 pp) 200 mM tuz uygulaması grubuna (53,65 ppm) doğru, yani tuz arttırıldığında demir miktarının azaldığı saptanmıştır.

Dönem x tuz interaksiyonu incelendiğinde; en düşük değere sahip olan interaksiyonun, hasat dönemine kadar uygulanan 200 mM NaCl olduğu saptanırken, en yüksek interaksiyonun her iki dönemde de, kontrol uygulamasına ait olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.21. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanada bitkisinin yapraklarında bulunan demir miktarına (ppm) etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri	Tuz (NaCl) Konsantrasyonları				Dönem Ana Etkisi
	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
8 Yapraklı Döneme kadar	132,00 a	93,80 b	78,68 c	66,00 e	92,62 a
Hasat Dönemine kadar	132,50 a	78,53 d	63,90 f	41,30 g	79,06 b
Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	132,25 a	86,16 b	71,29 c	53,65 d	85,84

*LSD_{0,01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 1,50 LSD_{0,01} Dönem x tuz İnter: 5,93



Şekil 4.21. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahananın demir miktarı üzerine etkileri

Araştırmamızda yaprak lahananın demir miktarının 41,30 ppm ile 132,50 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. Gündoğdu (2005), Ayaz ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmalarda, yaprak lahanada ölçülen demir miktarları, araştırmamızda tespit ettiğimiz ortalamalar ile benzerlik göstermektedir.

Farklı araştırmacılar tarafından değişik türlerde yapılan tuzluluk çalışmalarında, ortamdaki tuz konsantrasyonunun artmasıyla bitkinin almış olduğu demir miktarında düşmeler olduğunu belirlenmiştir (Erdal ve ark. 2000, Köse 2011, Arıcı ve Eraslan 2012, Bora 2015).

5. SONUÇ

Sunulan bu çalışmada, değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanada meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerin belirlenmesi amacıyla 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 4 tuz konsantrasyonu (kontrol, 50, 100 ve 200 mM NaCl) ve 2 tuz uygulama zamanı (8 gerçek yapraklı ve hasat dönemi ne kadar) uygulanmıştır.

Uygulanan farklı tuz konsantrasyonları sonucunda, yaprak su potansiyeli (MPa), yaprak oransal su içeriği (%), yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%), yaprak sıcaklıkları (°C), toplam klorofil miktarı (SPAD), hasar indeksi, yaprak sayısı (adet), bitki başına toplam yaprak ağırlığı (g), yaprak kalınlığı (mm), yaprak alanı (cm²), bitki boyu (cm), kök derinliği (cm), makro ve mikro besin elementleri miktarları (% ve ppm) ölçülmüştür.

Tuz stresi karşısında yaprak lahana bitkilerinin tepkilerinin incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir: Yapılan çalışma sonucunda değerlendirmeye alınan tüm kriterler istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 5.1'de tüm ele alınan kriterlerin sonuçlarının birlikte incelenmesi neticesinde; denemede ele alınan farklı vejetatif dönemlerde tuz uygulamalarından, hasat dönemine kadar tuz uygulamasında yaprak hücrelerinde membran zararlanması, yaprak sıcaklığı ve hasar indeksi kriterlerinde daha yüksek ortalamalara ulaşılırken, 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulanmasından diğer tüm kriterler açısından daha yüksek ortalamalar elde edilmiştir.

Farklı tuz konsantrasyonları sonucunda ele alınan kriterlerden yaprak hücrelerinde membran zararlanması, yaprak sıcaklığı ve hasar indeksi miktarlarının tuzluluk arttıkça arttığı belirlenmiştir. Diğer tüm kriterlerde tuzluğun 0 mM' dan 100 mM'e doğru artmasıyla elde edilen ortalamaların azaldığı tespit edilmiştir.

Yaprak su potansiyeli sonuçlarında tuz miktarı konsantrasyonlarının artırıldığı durumlarda 100 mM'lük NaCl uygulamasına kadar bitkilerin şiddetli ya da çok şiddetli strese girmedikleri ancak tuzun uygulandığı dönemler açısından yaprak lahana için kritik tuz eşiğinin bitkilerin hasat dönemine kadar tuz stresine maruz kaldığı dönemlerde 100 mM NaCl uygulaması olduğu, 8 yapraklı döneme kadar yapılan uygulamalarda tuz miktarının 200 mM olduğu durumların bitkinin kritik eşiği olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.1. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanada bitkisinin yapraklarında denemede ele alınan fizyolojik, morfolojik ve kimyasal tüm kriterlerinin değişimleri

	Tuz Uygulama Dönemleri		Tuz (NaCl) Konsantrasyonları			
	8 Yapraklı Döneme kadar	Hasat Dönemine kadar	0 mM	50 mM	100 mM	200 mM
Yaprak Su Potansiyeli (MPa)	-1,09	-1,46	-0,55	-1,16	-1,43	-1,96
Yaprak Oransal Su İçeriği (%)	85,81	79,93	91,12	83,76	79,31	77,29
Membran Zararlanması (%)	10,00	12,00	3,00	12,00	13,00	16,00
Yaprak Sıcaklıkları (°C)	21,59	22,13	20,75	21,78	22,16	22,76
Toplam Klorofil (SPAD)	50,22	47,74	80,28	55,23	37,33	23,09
Hasar İndeksi	1,00	1,75	0,38	1,13	1,75	2,25
Yaprak Sayısı (adet)	15,75	13,88	17,38	15,75	13,75	12,38
Toplam Yaprak Ağırlığı (g)	150,73	116,29	182,04	134,59	121,75	95,68
Yaprak Kalınlığı (mm)	0,41	0,41	0,46	0,44	0,39	0,33
Yaprak Alanı (cm ²)	3238,48	3053,05	3858,43	3156,01	2982,11	2586,51
Bitki Boyu (cm)	25,34	21,9	28,73	23,41	21,93	20,41
Kök Derinliği (cm)	47,45	45,83	63,71	47,18	40,29	35,38
Azot miktarı (%)	5,18	4,79	5,58	4,92	4,8	4,65
Fosfor miktarı (%)	0,43	0,40	0,51	0,42	0,38	0,36
Potasyum miktarı (%)	3,04	2,78	3,34	3,14	2,98	2,18
Kalsiyum miktarı (%)	1,77	1,61	2,51	1,62	1,54	1,34
Magnezyum miktarı (%)	0,43	0,39	0,52	0,41	0,38	0,32
Çinko miktarı (ppm)	48,99	44,20	75,98	48,5	36,16	25,75
Mangan miktarı (ppm)	44,31	37,64	55,10	41,45	38,25	29,19
Bakır miktarı (ppm)	7,97	6,76	9,13	7,95	6,75	5,63
Demir miktarı (ppm)	92,62	79,06	132,25	86,16	71,29	53,65

Yaprak lahanaya bitkisinin değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonları sonucunda; zararlanma derecesi ile yapılan değerlendirmeye göre; tüm denemede 200 mM tuz konsantrasyonu uygulamasında yapraklarda şiddetli solgunluk, sararma ve bitkide solma gözlemlenirken; tuz konsantrasyonunun azalması ile bu zararlanmanın, yapraklarda görülen solgunluğun ve bitki büyümesindeki yavaşlamanın azaldığı saptanmıştır.

Sonuç olarak; kök bölgesinde tuz konsantrasyonunun artmasıyla yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su içeriği, toplam klorofil miktarı, yaprak sayısı, bitki başına toplam yaprak ağırlığı, yaprak kalınlığı, yaprak alanı, bitki boyu, kök derinliği ve makro-mikro besin elementleri değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Tuz miktarının artırılması yaprak hücrelerindeki membran zararlanma indeksini ve yaprak sıcaklıklarını artırmıştır.

- ✓ Yaprak su potansiyeli açısından tuz konsantrasyonu arttıkça gün ortası yaprak su potansiyelinin (Ψ_{go}) düştüğü yani yaprakların su stresinin arttığı,
- ✓ Yaprak lahanaya bitkisi hasat dönemine kadar tuzlu şartlarda yetiştirilmek zorunda kalındığında, gün ortası yaprak su potansiyelinin genel olarak -1,43 MPa altına düşmemesi gerektiği,
- ✓ Yaprak lahanaya yetiştiriciliğinde yaprak ve kalite kaybı olmaması için; hasada kadar en fazla 50 mM tuz uygulamasının eşik değer olduğu,
- ✓ Eğer tuz stresi 8 yapraklı döneme kadar sürecekse eşik değerin -1,13 MPa'ı geçmemesi, yani 100 mM tuz uygulamasından sonra yaprak ve kalite özelliklerinin bozulduğu,
- ✓ Denenen her iki vejetasyon döneminde de yaprak lahananın 200 mM tuza maruz kalınması halinde bitkinin çok şiddetli strese gireceği,
- ✓ Her iki vejetatif döneme kadar tuza maruz kalınması halinde, yaprak lahanaya bitkisinin 50 mM'lük tuz stresine dayanabildiği,
- ✓ YOSİ nin %74,80' nin altına düşmemesi,
- ✓ Hasar indeksi'nin 2,25'i aşmaması gerektiği, bu sınırın üzerinde yapraklarda sararma ve % 25 oranında nekrotik lekelenmenin arttığı yapraklarda dökülmelerin görüldüğü unutulmamalı ve bu kriterlerin dikkate alınması önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Açıkgöz Eryılmaz F (2011). Mineral, vitamin C and crude protein contents in kale (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) at different harvesting stages. African Journal of Biotechnology Vol. 10 (75):17170-17174.
- Açıkgöz Eryılmaz F, Deveci M (2011). Comparative analysis of vitamin C, crude protein, elemental nitrogen and mineral content of canola greens (*Brassica napus* L.) and kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*). African Journal of Biotechnology 10(83), 19385-19391
- Ahmad S, Wahid A, Rasul E, Wahid A (2005). Comparative Morphological and Physiological Responses of Green Gram Genotypes to Salinity Applied at Different Growth Stages. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 46: 135-142.
- Akdemir B, Kayışoğlu B, Kavdır İ (1994). MSTAT İstatistiki Paket Programı Kullanımı. Trakya Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:203, Yardımcı Ders Kitabı No:7, Tekirdağ.
- Akıncı S, Akıncı İE, (2000). Bazı Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Çeşitlerinin Çimlenme Döneminde Tuza Tepkileri. Fen ve Mühendislik Dergisi 2000, 3 (1): 58-64.
- Akay R ZH (2010). Biberde Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Fizyolojik Parametreler ile Mineral Madde İçeriği üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, 66 sayfa, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Şanlıurfa
- Akıncı S, Akıncı İE (2000). Bazı Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Çeşitlerinin Çimlenme Döneminde Tuza Tepkileri. Fen Ve Mühendislik Dergisi, Kahramanmaraş.
- Aktaş H (2002). Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı. (Doktora Tezi basılmamış), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 105 s.
- Alibas I (2009). Microwave, Vacuum, and Air Drying Characteristics of Collard Leaves. Drying Technology, 27(11);1266-1273.
- Alibaş İ, Okursoy R (2012). Karalahana (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), Pazı (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) ve Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) Yapraklarının Bazı Teknik Özellikleri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2012, 26 (1) : 39-48.
- Alparslan, M., Güneş, A., Taban, S., 1998. Tuz stresinde çeltik ve buğday çeşitlerinin kalsiyum, fosfor, demir, bakır, çinko ve mangan içeriklerindeki değişimler. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 22, 227-233.
- Al-Rawahy SA, Stroehlein JL, Pessaraklı M (1992)30. Dry Matter Yield and Nitrogen, Na, Cl and K Content of Tomatoes Under Sodium Chloride Stres. Journal Plant Nutr., 15: 341-358.
- Anonim (2008). <http://www.gencziraat.com/Bahce-Bitkileri/Lahana-Yetistiriciligi-12.html>
- Anonim (2013). <http://forum.kursistem.com/kara-lahana.html>

- Ayan S., 2013. Fidan Üretiminde Topraksız Kültür Ortamı Alternatifleri. Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Müh. Bölümü, Kastamonu.
- Arıcı ŞE, Eraslan F (2012). In vitro Koşullarda Colt (*Prunus avium* X *Prunus pseudocerasus*) Kiraz Anacının Sürgün Gelişimi, Klorofil ve Mineral Madde İçeriği Üzerine Tuz Stresinin Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 7 (2):41-48
- Arslan A (2011). Biberde 24-Epibrassinolid Uygulamaları ile Kuraklık Stresine Karşı Toleransın Artırılması. Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 105 sayfa, Kahramanmaraş.
- Ashraf, M, Iram A (2005). Drought Stress Induced Changes in Some Organic Substances in Nodules and Other Plant Parts of Two Potential Legumes Differing in Salt Tolerance. Flora, 200: 535–546.
- Avcu S, Akhoundnejad Y, Daşgan HY (2013). Domateste Tuz Stresi Üzerine Selenyum ve Silikon Uygulamalarının Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 6 (1): 183-188, 2013
- Ayaz F A, Glew RH, Millson M, Huang HS, Chuang LT, Sanz C, Hayırlıoğlu-Ayaz S (2006). Nutrient contents of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.). Food Chemistry, 96(4), 572-579.
- Ayyıldız M (1990). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1196, Ders Kitabı: 344, s.1-282, Ankara.
- Bahar E, Carbonneau A, Korkutal I (2011). The effect of extreme water stress on leaf drying limits and possibilities of recovering in three grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars. Afr. J Agric. Res. 6(5): 1151-1160.
- Balkaya A, Yanmaz R (2005). Promising kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) populations from Black Sea region, Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, Vol. 33 : 1-7.
- Baran A, Çaycı G, Öztürk HS, Ataman Y, Özkan İ (1996). Farklı Ortamlarda Yetiştirilen Biber Bitkisi (*Capsicum annuum* L.) nin Kök Parametrelerindeki Değişimler. 2 (2), 1-4, Ankara.
- Bayat R, Kuşvurun Ş, Üstün AS ve Ellialtıoğlu Ş (2012). Tuza Tolerans Özelliği Farklı İki Kabak Genotipine Ait Fidelere Yapılan Dışsal Prolin Uygulamalarının Etkileri Üzerinde Araştırmalar.
- Bilgin N, Yıldız N (2008). Besin Kültüründe Yetiştirilen (Kaya F1) Domates Çeşidinin (*Lycopersicon esculentum*) Artan NaCl Uygulamalarına Toleransı ve Tuzluluk Stresinin Kuru Madde Miktarı ile Bitki Mineral Madde İçeriğine Etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 39 (1), 15-21.
- Bora M, (2015). Değişik Vejetasyon Dönemlerine Kadar Uygulanan Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Biberde Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 92 sayfa, Tekirdağ.

- Carbonneau A (1998). Aspects qualitatifs. 258-276. In: Tiercelin, JR (Ed.), Traite d'irrigation. Tec&Doc. Lavosier Ed. Paris, p.1011.
- Carbonneau A, Deloire A, Jaillard B (2007). La Vigne. Physiologie, Terroir, Culture. Dunod, Paris, ISBN: 9782100499984.
- Cengiz S, (2009). Karalahananın İnsan HDL Reseptörüne (SR-B1) Etkisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Trabzon.
- Chartzoulakis K.S, Louppssaki MH (1997). Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. Agricultural Water Management, Volume 32. Issuc 3, Pages 215-225.
- Cho DH, Itoh R, Ishii R (1996). Studies on salt tolerance in Korean rice cultivars. 2. Effects of NaCl treatment on sodium and potassium ions concentration in leaf blade, leaf sheath and root of rice plants. Japanese Journal of Crop Science, 65(1), 1-7.
- Choluj D, Karwowska R, Jasinska M, Haber G (2004). Growth and Dry Matter-- Partitioning in Sugar Beet Plants (*Beta vulgaris* L.) under Moderate Drought. Plant Soil Environ., 50 (6): 265–272.
- Clark DR, Green JC, Gordon JA (2000). Laboratory Exercises to Demonstrate Effects of Salts on Plants and Soils. J. Nat. Resour. Life Sci. Educ. 29:41-45.
- Contreras-Padilla M, Yahia EM (1998). Changes in Capsaicinoids during Development, Maturation, and Senescence of Chile Peppers and Relation with Peroxidase Activity. J. Agric. Food. Chem., 46:2075-2079.
- Cramer GR, Läuchli A, Epstein E (1986). Effects of NaCl and CaCl₂ on Ion Activities in Complex Nutrient Solutions and Root Growth of Cotton. Plant Physiol. 81: 792-797.
- Cramer GR, Nowak RS (1992). Supplemental manganese improves the relative growth, net assimilation and photosynthetic rates of salt-stressed barley. Physiol. Plant 84: 600-605.
- Çeçen Ö (2004). Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisine Eksojen Olarak Uygulanan Naftalen Asetik Asit (NAA), Absisik Asit (ABA) ve Jasmonik Asit (JA)'in Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 78 sayfa, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Van.
- Çırak C, Esendal E (2006). Soyada Kuraklık Stresi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21(2): 231-237.
- Daşgan HY (2008). “İklim Değişikliğinin Sebze Tarımına Etkileri (Yüksek Sıcaklık Stresi)” VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, YALOVA
- Daşgan H., Aktaş H, Abak K, Çakmak I (2002). Determination of Screening Techniques to Salinity Tolerance in Tomatoes and Investigation of Genotype Responses. Plant Science, 163: 695-703.
- Deloire A, Carbonneau A, Wang Z, Ojeda H (2004). Vine and water, a short review. J Int. Sci. Vigne Vin. 38(1): 1-13.

- Demirel K, Genç L, Mendeş M, Saçan M, Kızıl Ü (2012). Kısıtlı Sulama Koşulları Altında Biberin (*Capsicum annuum* cv. *Kapıja*) Büyüme Eğrisi Parametrelerinin Tahmini. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(1): 37-43.
- Deveci M, L Arin, Polat S (2006). Quickstar F1 ve Rapidstar F1 Alabaş (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) Çeşitlerinin Özellikleri Üzerine, Farklı Büyüme Dönemlerindeki Düşük Sıcaklığın Etkileri, Türkiye VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi, s:96-101, Kahramanmaraş.
- Deveci M, Uyan B (2011). Değişik Vejetasyon Dönemlerinde Farklı Su Kısıtlarının Ispanakta Meydana Getirdiği Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişikliklerin Belirlenmesi. Türkiye VI. Bahçe Bitkileri Kongresi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Cilt 2 (Bağcılık, Sebzeçili ve Süs Bitkileri) s:285-291. Şanlıurfa.
- Deveci M, Bora M (2016). Biberin Farklı Vejetasyon Dönemlerinde Tuz Stresinin Meydana Getirdiği Morfolojik Değişikliklerin Belirlenmesi. Bahçe, Cilt 45 (Sebzeçilik-Bağcılık- Süs Bitkileri) s:180-185. Yalova.
- Deveci M, Çelik A (2016). Farklı Su Kısıtlarının Yerkirazında Meydana Getirdiği Fizyolojik ve Morfolojik Değişikliklerin Tespiti. Bahçe, Cilt 45 (Sebzeçilik-Bağcılık- Süs Bitkileri): 305-310. Yalova.
- Deveci M, Pıtır M (2015). Biber Yetiştiriciliğinde Farklı Su Kısıtlarının Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 85 sayfa, Tekirdağ.
- Dichio B, Montanaro G (2005). How to improve nutrition efficiency on actinidia *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) CF Liang et AR Ferguson. Informatore Agrario (Italy).
- Dirik H (1994). Genetik çeşitlilik ve orman gen kaynaklarının korunması. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University (JFFIU), 44(3-4), 113-122.
- Dlugokecka E, Kacperska-Palacz A (1978). Re-Examination of Electrical Conductivity Method for Estimation of Drought Injury. Biologia Plantarum (Prague), 20: 262–267.
- Doğan N (2006). Su Stresi Altındaki Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Bitkisinin İyon Alım Mekanizmasının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, 86 sayfa, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul.
- Ecem N (2010). Farklı Mısır (*Zea mays* L.) Çeşit ve Hatlarında Kuraklık Stresi Etkilerinin Fizyolojik Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 77 sayfa, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Sakarya.
- Emongor V, Pule-Meulenberg F and Phole O (2004). Effect of Promalin on Growth and Development of Kale (*Brassica oleracea* L var. *acephala* DC). Journal of Agronomy 3 (3): 208-214.
- Ekmekçi Altunal E (2007). Farklı Tuzluluk Düzeylerindeki Sulama Sularının, Biberde (*Capsicum annuum* L.) Bazı Büyüme, Gelişme ve Verim Parametrelerine Etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi 90 sayfa, Samsun.

- Ekmekçi E, Apan M, Kara T (2005). Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun, OMÜ Zir. Fak. Dergisi,, 20(3):118-125, J. of Fac. of Agric., OMU,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 İçeriğindeki Değişimler Üzerine Potasyumlu Gübrelemenin Etkisi. Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 10(1): 25-29, Van.
- Erdem T, Arın L, Erdem Y, Polat S, Deveci M, Okursoy H, Gültaş HT (2010 a). Yield and quality response of drip irrigated broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) under different irrigation regimes, nitrogen applications and cultivation periods, Agricultural Water Management, 97 (5):681-688 pp.
- Erdem Y, Arın L, Erdem T, Polat S, Deveci M, Okursoy H, Gültaş HT (2010 b). Crop water stress index for assessing irrigation scheduling of drip irrigated broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). Agricultural Water Management, 98(1): 148-156 pp.
- Fan S, Blake T (1994). Abscisic Acid Induced Electrolyte Leakage in Woody Species With Contrasting Ecological Requirements. *Physiologia Plantarum*, 90: 414-419.
- Gadallah MAA (1999). Effect of Proline and Glycinebetaine on *Vicia faba* Responses to Salt Stress. *Biologia Plantarum*. 42(2):249–257.
- Ghoulam C, Foursy A, 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.
- Geravandi M, Farshadfar E, Kahrizi D (2011). Evaluation of some physiological traits as indicators of drought tolerance in bread wheat genotypes. *Russian Journal of Plant Physiology*, 58 (1): 69-75.
- Glenn EP, Pfister R, Brown J, Thompson L, Leary J (1996). Na and K accumulation and salt tolerance of *Atriplex canescens* (*Chenopodiaceae*) genotypes. *American Journal of Botany*, 83;(8): 997-1005.
- Gomez JM, Hernandez JA, Jimenez A, Del Rio LA Ve Sevilla F (1999). Differential response of antioxidative enzymes of chloroplast and mitochondria to long term NaCl stress of pea plants. *Free Radic. Res.* 31, 11–18.
- Gündoğdu A (2005). Doğu Karadeniz Bölgesinde Yetişen Karalahanalarda (*Brassica oleracea* var. *acephala*) Bazı Element Tayinleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi 165 sayfa, Trabzon.
- Güneş A, Post WH, Kirkby EA, Aktaş M (1997). Influence of partial replacement on nitrate by amino acid nitrogen or urec in the nutrient medium on nitrate accumulation in NFT grown winter lettuce. *J. Plant. Nutr.* 17 (11), 1929-1938.
- Güneş A, İnal A, Alparslan M, Çıkılı Y (1998). Effect of Salinity on Phosphorus Induced Zinc Deficiency in Pepper (*Capsicum annum* L.) Plants. Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, 459-464, University of Ankara.

- Hasegawa PM, Bressan RA, Handa AV (1986). Cellular Mechanisms of Salinity tolerance. Hort. Sci. 21: 1317-1324.
- Hoagland DR, Arnon DI (1950). The water-culture method for growing plants without soil. Circular. California Agricultural Experiment Station, 347(2nd edit).
- Holmberg N, Bülow L (1998) "Improving stress tolerance in plants by gene transfer", Trends in Plant Science, 3 (2): 61-66.
- Hung J, Redman RE (1995). Solute Adjustment to Salinity and Calcium Supply in Cultivated and Wild Barley. J. Plant Nutrition, 18: 1371-1389.
- Hussain K, Ashraf M, Ashraf MY (2008). Relationship Between Growth and Ion Relation in Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* (L.)R.Br.) at Different Growth Stages under Salt Stres. African Journal of Plant Science, 2(3): 23-27.
- İbrikci H, Gülüt KY, Güzel N (1994). Gübrelemede Bitki Analiz Teknikleri. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No:95, Ders Kitapları Yayın No:8, S:16-17, Adana.
- İzci B (2009). Pamukta (*G. hirsutum* L.) Farklı Tuz Konsantrasyonlarının In Vitro Koşullarda Fotosentetik Pigmentler Üzerine Etkisi. 18 Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale.
- Jacoby B (1993). Mechanisms Involved in Salt Tolerance by Plants. Handbook of Plant and Crop Stress. Pessaraki, M. (Ed.), Newyork, USA, Pages: 97–123.
- Kalefetoğlu T, Ekmekçi Y (2005). Bitkilerde kuraklık stresinin etkileri ve dayanıklılık mekanizmaları, G.Ü., Fen Bilimleri Dergisi, 18 (4): 723-740.
- Kanber R, Kırdı C Tekinel O (1992). Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:21, Ders Kitapları Yayın No:6, Adana.
- Kanber, R., Çullu, M.A., Kendirli, B., Antepli, S. ve Yılmaz, N., 2005. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk. www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/013rizakanber.pdf
- Karakuş M (2008). Farklı Tuz (NaCl) Stresi Koşullarında Prolin Uygulamalarının Patateste Fizyolojik ve Morfolojik Özelliklere Etkileri. Doktora Tezi, 99 sayfa, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Kara T, Apan M (2000). Tuzlu Taban Suyunun Sulamalarda Kullanımı İçin Bir Hesaplama Yöntemi. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 15(3):62-67.
- Karanlık S (2001). Değişik Buğday Genotiplerinde Tuz Stresine Dayanıklılık ve Dayanıklılığın Fizyolojik Nedenlerinin Araştırılması. Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi 123 sayfa.
- Karipçin MZ (2009). Yerli Ve Yabancı Karpuz Genotiplerinde Kuraklığa Toleransın Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana.
- Kasırğa E (2009). Tuzluluğun Gemlik Zeytini (*Olea europaea* L.) Çeşidine Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, 53 Sayfa. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ZTO-YL-2009-0003.

- Katarzania SL, Bandurska H, Bocianowski J (2010). Evaluation of cell membrane injury in caraway (*Carum Carvi* L.) genotypes in water deficit conditions. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* vol 79, No.2: 95-99.
- Katerji N, Van Hoorn JW, Hamdy A, Mastrorilli M (2004). Comparison of Corn Yield Response to Plant Water Stress Caused by Salinity and by Drought. *Agricultural Water Management*, 65: 95–101
- Kaya C, Higgs D (2003). Supplementary KNO₃ Improves Salt Tolerance in Bell Pepper Plants, *J. of Plant Nutr.* 26, 7, 1367-1382.
- Kaya C, Higgs D, Kirnak H, Taş I (2003). Ameliorative Effect of Calcium Nitrate on Cucumber and Melon Plants Drip Irrigated with Saline Water. *Journal of Plant Nutrition*, 26 (8): 1665-1681.
- Kaya C, Tuna AL, Ashraf M, Altunlu H (2007). Improved Salt Tolerance of Melon (*Cucumis melo* L.) by the Addition of Proline and Potassium Nitrate. *Environmental and Experimental Botany*, 60: 397-403.
- Kaya E (2011). Erken Bitki Gelişme Aşamasında Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakımından Fasulye Genotiplerinin Taranması. Yüksek Lisans Tezi, 213 sayfa, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana
- Kaya E, Daşgan HY (2013). Erken Bitki Gelişme Aşamasında Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakımından Fasulye Genotiplerinin Taranması. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt:29-2.
- Kayabaşı S (2011). Kuraklık Stresinde Yetiştirilen Soyada (*Glycine max* L.) Bazı Fizyolojik Parametreler ile Prolin Birikiminin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, 40 sayfa, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Keser Ö, Çolak G ve Caner N (2009). Tuza Toleransı Farklı iki Kültür Bitkisinde Bazı Fizyolojik ve Makromorfolojik Parametreler Üzerine Na₂CO₃ Tipi Tuz Stresi Etkileri. *BAÜ FBE Dergisi*, Cilt:11 (2): 64-80.
- Kesmez GD (2003). Tuzluluk Koşulunda Potasyumun Domateste (*Lycopersicon esculentum*) Tuza Dayanımına, Su Kullanımına ve Vejetatif Gelişmeye Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, 49 Sayfa. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Ankara.
- Kıran S, Özkay F, Kuşvuran Ş, Ellialtıoğlu ŞŞ (2014). Tuz Stresine Tolerans Seviyesi Farklı Domates Genotiplerinin Kuraklık Stresi Koşullarında Bazı Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31 (3), 41-48.
- Koç S (2005). Fasulyelerde Tuzluluğa Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıkların Erken Bitki Gelişimi Aşamasında Belirlenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Adana, 87 sayfa.
- Köksal ES (2006). Sulama Suyu Düzeylerinin Şekerpancarının Verim, Kalite ve Fizyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin, İnfrared Termometre ve Spektrometre ile

Belirlenmesi. Doktora Tezi, 101 sayfa, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Ankara.

- Köksal ES, Üstün H, İlbeyi A (2010). Bodur Yeşil Fasulyenin Sulama Zamanı Göstergesi Olarak Yaprak Su Potansiyeli ve Bitki Su Stres İndeksi Sınır Değerleri. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 24, Sayı 1:25-36.
- Köse Ş (2011). Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Kabak Türlerinde (*Cucurbita sp.*) Kuraklık Stresine Tolerans Bakımından Genotipik Varyasyonun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 87 sayfa, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Van.
- Köşkeröğlu S (2006). Tuz ve Su Stresi Altındaki Mısır (*Zea mays L.*) Bitkisinde Prolin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, 106 sayfa, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Muğla.
- Kraft A (1995). Flächenberechnung einer SW-Grafik Fläche packing programme.
- Kreji C (1999). Production, Blossom-End Wet and Uptake of Sweet Papper as Affect by Sodium, Cation Ration and EC of The Nutrition Solution. Graterbauwissenschaft, 64 (4): 158-164.
- Kuşvuran Ş Üzen N, Daşgan HY, Abak K (2007). Farklı Bamya Genotiplerinin Tuz Stresi Altında Göstermiş Oldukları Tepkilerin İncelenmesi. V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Erzurum.
- Kuşvuran Ş, Yaşar F, Abak K, Ellialtıoğlu Ş (2008 a). Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Tuza Tolerant ve Duyarlı *Cucumis sp*’nin Bazı Genotiplerinde Lipid Peroksidasyonu, Klorofil ve İyon Miktarlarında Meydana Gelen Değişimler, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi ,Tarım Bilimleri Dergisi (J.Agric.Sci.), 18(1):14.
- Kuşvuran Ş, Daşgan HY, Abak K (2008 b). Kavunda Kuraklık Çalışmalarında Kullanılan PEG 6000 Dozunun Belirlenmesi üzerine Bir Araştırma. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, (26-29 Ağustos 2008), Yalova.
- Kuşvuran Ş, Daşgan HY, Abak K (2008 c). Farklı Bamya Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tepkileri. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos, Yalova.
- Kuşvuran Ş (2010). Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Kuşvuran Ş (2011). Bamya (*Abelmoschus esculentus L.*)’da Tuz Stresine Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıklar ve Tarama Parametrelerinin Araştırılması. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 2011, 28 (2):55-70.
- Küçükbasmacı Sabır F, Açar İT, (2008). Modifiye Atmosferde Muhafazanın Çengelköy Hıyar Çeşidinde Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana. Alatarım Dergisi, 2008, 7 (1): 29-35
- Küçükçelik B (2013). Soğuk Serada Perlit ve Cibrede Yetiştirilen Domates Çeşitlerinin Meyvelerine, Farklı Dozlarda Kalsiyum (CA) Püskürtmenin, Çiçek Burnu Çürüklüğü

ve Çatlamaya Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, 93 Sayfa. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.

- Küçükkömürücü S (2011). Tuzluluk ve Kuraklık Streslerine Tolerans Bakımından Bamya Genotiplerinin Taranması Yüksek Lisans Tezi, 177 Sayfa. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Larcher W (1995). Physiological Plant Ecology. Ecophysiology and Physiology of Functional Groups.
- Levitt J (1980). Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol.II, 2nd ed. Academic Press, New York, pp: 489-530.
- Mahajan S, Tuteja N (2005). Cold, salinity and drought stress: an overview, Archives of Biochemistry and Biophysics, 444: 139-158.
- Mansour MM., Salama KHA (2004). “Cellular basis of salinity tolerance in plants”, Environmental and Experimental Botany, 52: 113-122.
- Maya F, Kanber R (2008). Farklı Su ve Gübre Sistemlerinde Pamuk Bitkisinde Yaprak Su Potansiyelinin Değişimi. Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Cilt:19-2:22-34, Adana
- McDonald S, Archbold D (1998). Membrane competence among and within *Fragaria* species varies in response to dehydration stress. J. Am. Soc. Hortic. Sci., 123(5), 808–813.
- Munns R, Termaat A (1986). Whole-Plant Responses to Salinity. Aust. J. Plant Physiol., 13: 143-160
- Munns R (2002). Comparative physiology of salt and water stress, Plant, Cell and Environment, 25: 239-250.
- Nasri M, Zahedi H, Moghadam HRT, Ghooshchi F, Paknejad F (2008). Investigation of Water Stress on Macro Elements in Rapeseed Genotypes Leaf (*Brassica napus*). American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 3 (4): 669-672.
- Ödemiş B, Bastug R (1999). Infrared Termometre Tekniği Kullanılarak Pamukta Bitki Su Stresinin Değerlendirilmesi ve Sulamaların Programlanması, Tr. J. of Agriculture and Forestry 23, 31-37.
- Öncel I, Keleş Y (2002). Tuz Stresi Altındaki Buğday Genotiplerinde Büyüme, Pigment İçeriği ve Çözünür Madde Kompozisyonunda Değişmeler. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, 23(2), Sivas.
- Özcan H, Turan MA, Koç Ö, Çıkılı Y, Taban S (2000). Tuz Stresinde Bazı Nohut (*Cicer aietinum* L. cvs.) Çeşitlerinin Gelişimi ve Prolin, Sodyum, Klor, Fosfor ve Potasyum Konsantrasyonlarındaki Değişimler. Turk J Agric For 24 (2000) 649-654 TÜBİTAK.
- Özpay T (2008). Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Kuraklık Stresine Olan Tepkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 54 sayfa, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van.

- Öztekin GE (2009). Aşılı Domates Bitkilerinde Tuz Stresine Karşı Anaçların Etkisi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi 342 sayfa., İzmir.
- Öztürk A (2002). Farklı Gelişme Dönemlerinde Uygulanan Tuzlu ve Normal Suların Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Bitkisinin Bazı Özelliklerine ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 16 (30): 14-16.
- Öztürk A 1994. Tabansuyu Derinliği ve Sulama Suyu Kalitesinin Biber Verimine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Parida AK, Das AB (2005) “Salt tolerance and salinity effects on plants: a review”, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 324-349.
- Premachandra GS, Saneoka H, Fufita K, Ogata S (1992). Leaf water relations, osmotic adjustment, cell membrane competence, epicuticular wax load and growth as affected by increasing water deficits in sorghum. *J. Exp. Bot.*, 43, 1569–1576.
- Pıtır M (2015). Biber Yetiştiriciliğinde Farklı Su Kısıtlarının Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 85 s, Tekirdağ.
- Romero-Aranda R, Syvertsen JP (1996). The influence of foliar-applied urea nitrogen and saline solutions on net gas exchange of Citrus leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121(3), 501-506.
- Romero L, Belakbir A, Ragala L, Ruiz JM (1997). Response of Plant Yield And Leaf Pigments Tos Aline Conditions: Effectiveness of Different Rootstocks In Melon Plants (*Cucumis melo* L.). *Soil Sci. Plant Nutr.* 43(4): 855-862.
- Salama KHA, Mansour MMF, Ali FZM, Abou-hadid AF (2007). “NaCl-induced, changes in plasma membrane lipids and proteins of *Zea mays* L. cultivars differing in their response to salinity”, *Acta Physiol Plant*, 29: 351-359.
- Sanchez FJ, Andres EF, Tenorio JL, Ayerbe L (2004). Growth of Epicotyls, Turgor Maintenance and Osmotic Adjustment in Pea Plants (*Pisum sativum* L.) Subjected to Water Stres. *Field Crops Research*, 86: 81-90.
- Saruhan V, Üzen N, Eylen M, Çetin Ö (2008). Toprak Tuzluluğunun Kültür Bitkilerine Etkileri ve Alınabilecek Somut Önlemler. İklim Değişikliği Sempozyumu, 13-14 Mart, Ankara.
- Scholander PF, Yamel HT, Bradstreet ED, Hemmingsen EA (1965). Sap Pessure in Vascular Plants. *Science*, 148:339-346.
- Smith R, Prichard T (2002). UC Cooperative Extension August <http://ucce.ucdavis.edu/files/filelibrary/2161/41093.pdf>.
- Seemann JR, Critchley C 1985. Effects of Salt Stress on Growth. Ion Content, Stomatal Behaviour and Photosynthetic Capacity of a Salt Sensitive Species, *Phaseolus vulgaris* L. *Planta*, 164: 151-162. Senaratna, T., D. Touchell, E. Bunn and K. Dixon.

2000. Acetyl salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regul.* 30: 157-161.
- Sekmen AH, Demiral T, Tosun N, Türküsay H, Türkan İ (2005). Tuz Stresi Uygulanan Domates Bitkilerinin Bazı Fizyolojik Özellikleri Ve Toplam Protein Miktarı Üzerine Bitki Aktivatörünün Etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, 42(1): 85-95.
- Shubra Dayal J, Goswami CL, Munjal R (2004). Influence of phosphorus application on water relations, biochemical parameters and gum content in cluster bean under water deficit. *Biologia Plantarum* 48 (3), 445-448.
- Sikora ve Bodziarczyk (2012), Composition and Antioxidant Activity of Kale (*Brassica Oleracea* L. var. *acephala*) Raw and Cooked. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 11(3): 239-248.
- Süyüm K (2011). Karpuz Genetik Kaynaklarının Tuzluluk ve Kuraklığa Tolerans Seviyelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 145 sayfa, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Şafak N (2011). Kara Lahana (*Brassica oleracea* var. *acephala*) ve Pazı (*Beta vulgaris* var. *cicla*) 'da Kurşun ve Çinko Stresinin Araştırılması. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 62 sayfa, İstanbul.
- Şalk A, Arın L, Deveci M, Polat S (2008). Özel Sebzeçilik Ders Kitabı. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ.
- Taiz L, Zeiger E (2008). Bitki Fizyolojisi üçüncü baskıdan çeviri (Çeviri Editörü: Prof. Dr. İsmail Türkan), Palme Yayıncılık, Ankara
- Tanak AG (2006). Samsun Çevresinde Yetişen Bazı Yeşil Bitkilerdeki Ağır Metallerin Tayini, Yüksek Lisans Tezi, 64 Sayfa. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Samsun.
- Tohma Ö (2007). Çilekte Salisilik Asit Uygulamasının Tuz Stresine Dayanıklılık Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, 61 sayfa, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Erzurum.
- Topaloğlu, K (2010). Tuz Stresinin Chili Biberlerinin Pigment ve Kapsaisinoid Değişimi ile Peroksidaz Aktivitesi Arasındaki İlişki. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi 131 sayfa, Adana.
- Turhan P ve Demir S (2013). Çilekte siyah kök çürüklüğü (*Rhizoctonia solani* Kühn.) hastalığına karşı bazı biyolojik mücadele elemanlarının etkileri. *Türk. biyo. мүc. derg.*, 4 (2): 125-140.
- Türkan İ, 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 Mediates Water Stres. *Plant Science*, 168; 223-231.
- Trajkova F, Papadantonakis N, Savvas D (2006). Comparative Effects of NaCl and CaCl₂ Salinity on Cucumber Grown in a Closed Hydroponic System. *Hortsci.*, 41: 437-441.

- Uyan B (2011). Değişik Vejetasyon Dönemlerinde Farklı Su Kısıtlarının Ispanakta Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfoljik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, 106 Sayfa. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Uygun D, Haggören 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.
- Uzunlu M (2006). Aspirinin Kavun Fidelerinin Değişik Abiyotik Stres Koşullarına Karşı Toleranslarının Artırılması Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, 39 Sayfa. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Vermeulen K, Steppe K, Ljunh NS, Lemeur R, De Backer L, Bleyaert P, Dekock J, Aerts JM, Berckmans D (2007). Simultaneous Response of Stem Diameter, Sap Flow Rate and Leaf Temperature of Tomato Plants to Drought Stress. Acta Hort., 801, 1259-1266.
- Walker GK ve Hatfield JL (1979). Test of stress-degree-day concept using multiple planting dates of red kidney beans. Agronomy J.,71:967-971.
- Yakupoğlu T, Özdemir N (2007). Tuzluluk ve Alkaliliğin Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 22(1), 132-138.
- Yakit S, Tuna AL (2006). Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea mays L.*) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg ve K'nın Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2006, 19(1), 59-67.
- Yandım G (2013). Bazı Sentetik Siklitol Türevlerinin Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan Cicer (Nohut) Fideleri Üzerindeki Fizyolojik ve Biyokimyasal Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, 94 sayfa, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji anabilim Dalı, Mersin.
- Yaşar F (2003). Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin *in vitro* ve *in vivo* Olarak İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri, Doktora Tezi 139 sayfa.
- Yazgan ve İpek (1993), Kale, Kola ve Kara Lahananın Tokat Koşullarına Adaptasyonu. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 10:1-8.
- Yıldız M, Kasap E, Konuk M (2007). Tuzluluk, Sıcaklık ve Işığın Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkileri. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 225-243, Afyon.
- Yıldız M, Terzi H, Cenkeci S, Arıkan Terzi ES, Uruşak B 2010. Bitkilerde Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik ve Biyokimyasal Markörleri. Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi, :1(1): 1-33.
- Yılmaz E, Tuna AL Bürün B (2011). Bitkilerin Tuz Stresine Karşı Geliştirdikleri Tolerans Stratejileri. C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 7, 47-66.

- 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.
- Yurtseven E, Bozkurt DO (1997). Sulama suyu kalitesi ve toprak nem düzeyinin marulda verim ve kaliteye etkisi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 3(2), 44-51.
- Yurtseven E (2000). Patlıcanda (*Solanum melongena* L.) su tüketimine tuzluluğun etkisi. Toprak Su Dergisi, (2).
- Yurtseven E, Baran HY (2000). Sulama Suyu Tuzluluğu ve Su Miktarlarının Brokkolide (*Brassica oleracea botrytis*) Verim ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24, 185-190.
- Zhu J, Bie Z, Li Y (2008). Physiological And Growth Responses of Two Different Salt-Sensitive Cucumber Cultivars to NaCl Stress. Soil Science and Plant Nutrition, 54: 400-407.

ÖZGEÇMİŞ

30.12.1988 yılında İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 2007 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne girdi. Bir yıl İngilizce hazırlık sınıfından sonra, 2008 yılında başladığı lisans eğitimini 2012 yılında tamamlayarak mezun oldu. Aynı yıl Yüksek Lisans sınavını kazanarak Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında eğitime başladı. 2013-2015 yılları arasında Birtaş Koll. Şti. Firmasında fidanlık Ziraat mühendisi olarak görev yaptıktan sonra, 2015 yılından itibaren EKOL Teknik Temizlik Hizmetleri Tic. AŞ.'de İş Güvenliği Uzmanı olarak çalışmaktadır.