



**ALTERNATİF YEŞİLLİKLERDE (MİBUNA, MİZUNA ve
KOMATSUNA) TUZ STRESİNİN MEYDANA
GETİRDİĞİ BAZI FİZYOLOJİK, MORFOLOJİK ve
KİMYASAL DEĞİŞİKLİKLERİN BELİRLENMESİ**

Zeliha Elif FURKAN
Yüksek Lisans Tezi

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Murat DEVECİ

2019

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALTERNATİF YEŞİLLİKLERDE (MİBUNA, MİZUNA ve KOMATSUNA) TUZ STRESİNİN MEYDANA GETİRDİĞİ BAZI FİZYOLOJİK, MORFOLOJİK ve KİMYASAL DEĞİŞİKLİKLERİN BELİRLENMESİ

ZELİHA ELİF FURKAN

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Murat DEVECİ

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Murat DEVECİ danışmanlığında, Zeliha Elif FURKAN tarafından hazırlanan “Alternatif Yeşilliklerde (Mibuna, Mizuna ve Komatsuna) Tuz Stresinin Meydana Getirdiği Bazı 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 : Prof. Dr. Murat DEVECİ

İmza:

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Canan ÖZTOKAT KUZUCU

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ALTERNATİF YEŞİLLİKLERDE (MİBUNA, MİZUNA VE KOMATSUNA) TUZ STRESİNİN MEYDANA GETİRDİĞİ BAZI FİZYOLOJİK, MORFOLOJİK ve KİMYASAL DEĞİŞİKLİKLERİN BELİRLENMESİ

Zeliha Elif FURKAN

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Murat DEVECİ

Bu çalışmamızda materyal olarak Mibuna (*Brassica rapa* var. *nipposinica*), Mizuna (*Brassica rapa* var. *japonica*) ve Komatsuna (*Brassica rapa* L. var. *perviridis*) kullanılmıştır. Denememiz 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/gece) saatlik fotoperiyodik düzende, 400 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ışık şiddetine sahip iklim odasında gerçekleştirilmiştir. Bitkiler iklim odasında çıkış ve fide dönemlerine kadar damla sulama ile Hoagland besin çözeltisi içeren hidroponik sisteme alınmış, daha sonra 800 ml hacminde perlit içeren saksılarda Hoagland çözeltisi ile beraber tuz stresi uygulamalarına başlanmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurularak ve her tekerrür 3 tür (mibuna, mizuna ve komatsuna) ve 4 tuz konsantrasyonundan (kontrol, 50, 100 ve 200 mM NaCl) oluşmaktadır. Tüm denemede toplam 36 parsel, her parselde 10 bitki ve tüm denemede toplam 360 bitki kullanılmıştır. Hasat döneminde bitkilerde yaprak hasar indeksi, yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı (g), yaprak kalınlığı (mm), yaprak alanı (cm^2), bitki boyu (cm), kök derinliği (cm), yaş ve kuru ağırlıklar (g) yaprak oransal su içeriği (%), yaprak su potansiyeli (-MPa), yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%), yaprak sıcaklıkları (°C), klorofil miktarı (SPAD değeri), yaprak stoma geçirgenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), yaprak renk değerleri (L^* , a ve b) ile yapraklarda bulunan makro ve mikro besin elementleri miktarları (% ve ppm) ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre denemede tuz konsantrasyonlarının artmasına ters orantılı olarak mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin; yaprak sayıları, yaprak ağırlıkları, yaprak alanları, bitki boyları, kök derinlikleri, yaprak yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak oransal su içerikleri, yaprak su potansiyelleri, yaprak klorofil miktarları ile yapraklarda bulunan makro ve mikro besin elementi oranlarında azalmaların olduğu görülmüştür. Dolayısıyla tuz miktarının artmasıyla bu kriterlerin tamamının azaldığı saptanmıştır. Bu sonuçların aksine artan tuz konsantrasyonu sonucunda ele alınan türlerin yaprak kalınlıkları, membran zarar indeksi, yaprak sıcaklıkları, yaprak renk değerleri ile yaprak stoma geçirgenlikleri tuz konsantrasyonu artışıyla doğru orantılı olarak artmıştır.

Anahtar kelimeler: Japon yeşillikleri, tuz konsantrasyonu, NaCl, yaprak su potansiyeli

2019, 96 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION OF SOME PHYSIOLOGICAL, MORPHOLOGICAL AND CHEMICAL CHANGES OF SALT STRESS IN ALTERNATIVE GREENS (MIBUNA, MIZUNA AND KOMATSUNA)

Zeliha Elif FURKAN

Tekirdag Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Murat DEVECİ

In this study, Mibuna (*Brassica rapa* var. *nipposinica*), Mizuna (*Brassica rapa* var. *japonica*) and Komatsuna (*Brassica rapa* L. var. *perviridis*) were used as plant material. Our experiment was established under controlled conditions in a adjustable climate room with a temperature between + 40 °C and 20 °C. All experiments were performed, 20 °C temperature, 65-70% humidity, 10/14 (light / night) hour photoperiod, 400 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ in a climate room. Hoagland hydroponic solution was used by drip irrigation in hydroponic system during emergence and seeding periods then salt stress applications were made. The experiment consists of 3 replications with randomized plots with 3 replicates (Mibuna, Mizuna and Komatsuna) and 4 salt concentrations (control, 50, 100 and 200 mM NaCl). There were 36 parcels in the experiment, 10 plants in each parcel and 360 plants in the whole experiment. During the harvest, leaf damage index, number of leaves, weight of leaf (g), leaf thickness (mm), leaf area (cm^2), plant height (cm), root depth (cm), leaf fresh and dry weight (g), relative leaf water content (%), leaf water potential (MPa), membrane damage in leaf cells (%), leaf temperature (°C), chlorophyll content (SPAD value), leaf stoma permeability ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), leaf color values (L^* , a and b) and macro and micro nutrients content were determined. According to the obtained results from the trial, when the salt rate in the Hoagland hydroponic solution was increased, the number of leaves, leaf weight, leaf area, plant height, root depth, leaf fresh and dry weight, relative leaf water, leaf water potential, chlorophyll amount and macro-micro nutrient elements in the leaves decreased. Therefore, it was determined that all of these criteria decreased with the increasing amount of salt. Contrary to these results, the leaf thickness, membrane damage in leaf cells, leaf temperature, leaf stoma permeability and leaf color values increased with the increasing raioes of NaCl.

Key Words: Japanese greens, salt concentration, NaCl, leaf water potential

2019, 96 Pages

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
ŞEKİL DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ÖNSÖZ	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	19
3.1 Materyal.....	19
3.2 Yöntem	20
3.2.1 Denemenin kuruluşu.....	20
3.2.2 Verilerin değerlendirilmesi.....	22
3.2.3 Yapılan ölçüm, sayım ve değerlendirme	23
3.2.3.1 Morfolojik değişimlere ait bazı ölçümler	23
3.2.3.2 Fizyolojik değişimlere ait bazı ölçüm ve analizler	25
3.2.3.3 Kimyasal değişimlere ait analizler	30
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	31
4.1 Morfolojik Değişimlere Ait Ölçümler.....	31
4.1.1 Yaprak hasar indeksi	31
4.1.2 Yaprak sayısı (adet)	33
4.1.3 Yaprak ağırlığı (g)	36
4.1.4 Yaprak kalınlığı (mm)	37
4.1.5 Yaprak alanı (mm ²)	40
4.1.6 Bitki boyu (mm)	42
4.1.7 Kök derinliği (mm).....	44
4.1.8 Yaprak yaş ağırlığı (g).....	46
4.1.9 Yaprak kuru ağırlığı (g).....	48
4.2 Fizyolojik Değişimlere Ait Ölçüm ve Analizler.....	49
4.2.1 Yaprak oransal su içeriği (%)	49

4.2.2 Yaprak su potansiyeli (-MPa).....	52
4.2.3 Yaprak hücrelerinde membran zarar indeksi (%).....	54
4.2.4 Yaprak sıcaklıkları (°C).....	57
4.2.5 Klorofil miktarı (SPAD değeri).....	60
4.2.6 Renk Değerlerinin Belirlenmesi	62
4.2.7 Yaprak Stoma Geçirgenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹).....	66
4.3 Kimyasal Değişimlere Ait Analizler	68
4.3.1 Makro ve Mikro besin element miktarları (% ve ppm).....	68
4.3.1.1 Azot Miktarı (%)	68
4.3.1.2 Fosfor Miktarı (%).....	70
4.3.1.3 Potasyum Miktarı (%)	73
4.3.1.5 Magnezyum Miktarı (%)	74
4.3.2 Mikro besin element miktarları (ppm)	75
4.3.2.1 Çinko Miktarı (ppm).....	75
4.3.2.2 Mangan Miktarı (ppm)	77
4.3.2.3 Bakır Miktarı (ppm).....	78
4.3.2.4 Demir Miktarı (ppm)	80
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	82
6. KAYNAKLAR.....	84
ÖZGEÇMİŞ	96

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak hasar indeksi ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar	31
Çizelge 4.2 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak sayısı (adet) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar.....	34
Çizelge 4.3 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar	36
Çizelge 4.4 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak kalınlığı (mm) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar	38
Çizelge 4.5 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak alanı (cm ²) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar	40
Çizelge 4.6 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin bitki boyu (mm) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar	42
Çizelge 4.7 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin kök derinliği (mm) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar.....	45
Çizelge 4.8 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak yaş ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar.....	46
Çizelge 4.9 : Mibuna, bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak kuru ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar	48
Çizelge 4.10 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak oransal su içeriği (%) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar.....	50
Çizelge 4.11 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak su potansiyeli (-MPa) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar	52
Çizelge 4.12 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak hücrelerinde membran zarar indeksi (%) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar.....	55
Çizelge 4.13 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak sıcaklıkları (°C) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar	58
Çizelge 4.14 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin klorofil miktarı (SPAD) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar.....	60
Çizelge 4.15 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkileri yapraklarına ait parlaklık (koyuluk, açıklık) ortalamalarına (L) etkisi ve LSD testine göre gruplar*	63

Çizelge 4.16 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkileri yapraklarına ait yaprak renkleri (a) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*	63
Çizelge 4.17 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkileri yapraklarına ait yaprak renkleri (b) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*	63
Çizelge 4.18 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak stoma geçirgenliğinin belirlenmesi ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar	66
Çizelge 4.19 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin azot (%) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar	68
Çizelge 4.20 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin fosfor (%) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar	70
Çizelge 4.21 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin potasyum (%) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar.....	71
Çizelge 4.22 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin kalsiyum (%) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar	73
Çizelge 4.23 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin magnezyum (%) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar.....	74
Çizelge 4.24 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin çinko (ppm) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar	76
Çizelge 4.25 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin mangan (ppm) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar.....	77
Çizelge 4.26 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin bakır (ppm) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar	79
Çizelge 4.27 : Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin demir (ppm) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar	80

ŞEKİL DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1 : a) Mibuna, (b) Mizuna, (c) Komatsuna tohum paket resimleri.....	19
Şekil 3.2 : Bitkilerin yetiştirildiği bilgisayar kontrollü iklim odası görünümü... ..	20
Şekil 3.3 : İklim odasında plastik multipotlarda tohum ekimi dönemine ait görüntüler	20
Şekil 3.4 : 200 litre hacmindeki Hoagland çözelti ile doldurulmuş plastik tanklar ile iklim odası otomatik kontrol panosunun görünümü.....	21
Şekil 3.5 : Hasat dönemine kadar sulama zamanlarında kaplardaki besin çözeltilisine ilave edilecek farklı NaCl tuz konsantrasyonlarının hazırlanması	21
Şekil 3.6 : Hasat döneminde mibuna, mizuna ve komatsuna yapraklarının hassas terazide tartılması	23
Şekil 3.7 : (a): Hasat dönemine gelmiş yaprakların digital kumpas ile yaprak kalınlığının ölçülmesi, (b): Yaprakların tarayıcıdan taranıp bilgisayar programı aracılığı ile bitki başına toplam yaprak alanının hesaplanması	24
Şekil 3.8 : Hasat döneminde yaprakların etüvde kurutulması ile yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi.....	25
Şekil 3.9 : Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilmesi	25
Şekil 3.10 : Saf Azot (N) gazı kullanarak 40 atm (-4 MPa) basınca kadar ölçüm yapmakta olan Scholander basınç odası ile yaprak su potansiyeli ölçümleri	26
Şekil 3.11 : Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi aşamaları	27
Şekil 3.12 : İnfrared termometre (IRT) (Raynger ST8 model)	28
Şekil 3.13 : Klorofilmetre yardımıyla mibuna, mizuna ve komatsuna yapraklarının tuz stresi sonrası hasat döneminde yaprak klorofil tayini	28
Şekil 3.14 : Homojen olmayan materyallerin renklerinin ölçümüne uygun, oldukça büyük bir ölçüm alanına sahip olan HunterLab D25LT ile yaprak renk ölçüm cihazı.....	29
Şekil 3.15 : Tuz stresi sonrası hasat döneminde yapraklardan gaz geçişi ölçümü.....	30
Şekil 3.16 : Hasat döneminde öğütülen yaprak örneklerinin 0,5 mm'lik elekten geçirilmesi ve analiz için hazır hale getirilmesi	30

Şekil 4.1 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak hasar indeksi ortalamaları üzerine etkileri	31
Şekil 4.2 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak sayısı (adet) ortalamaları üzerine etkileri.....	34
Şekil 4.3 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak ağırlığı (g) ortalamaları üzerine etkileri.....	36
Şekil 4.4 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak kalınlığı (mm) ortalamaları üzerine etkileri.....	38
Şekil 4.5 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak alanı (cm ²) ortalamaları üzerine etkileri	40
Şekil 4.6 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin bitki boyu (mm) ortalamaları üzerine etkileri	43
Şekil 4.7 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin kök derinliği (mm) ortalamaları üzerine etkileri	45
Şekil 4.8 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak yaş ağırlığı (g) ortalamaları üzerine etkileri	47
Şekil 4.9 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak kuru ağırlığı (g) ortalamaları üzerine etkileri	48
Şekil 4.10 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak oransal su içeriği (%) ortalamaları üzerine etkileri.....	50
Şekil 4.11 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak su potansiyeli (-MPa) ortalamaları üzerine etkileri	53
Şekil 4.12 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin gün ortası (Ψ_{go}) yaprak su potansiyeli üzerine etkileri (-MPa)	53
Şekil 4.13 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak hücrelerinde membran zarar indeksi (%) ortalamaları üzerine etkileri.....	55
Şekil 4.14: Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak sıcaklıkları (°C) ortalamaları üzerine etkileri	58
Şekil 4.15 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin klorofil miktarı (SPAD) ortalamaları üzerine etkileri	61
Şekil 4.16 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin renk değerleri ortalamaları üzerine etkileri.....	64
Şekil 4.17 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak stoma geçirgenliğinin (mmol m ⁻² s ⁻¹) ortalamaları üzerine etkileri	67

Şekil 4.18 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin azot (%) ortalamaları üzerine etkileri	68
Şekil 4.19 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin fosfor (%) ortalamaları üzerine etkileri	70
Şekil 4.20 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin potasyum (%) ortalamaları üzerine etkileri	72
Şekil 4.21 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin kalsiyum (%) ortalamaları üzerine etkileri	73
Şekil 4.22 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin magnezyum (%) ortalamaları üzerine etkileri	75
Şekil 4.23 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin çinko (ppm) ortalamaları üzerine etkileri	76
Şekil 4.24 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin mangan (ppm) ortalamaları üzerine etkileri.....	77
Şekil 4.25 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin bakır (ppm) ortalamaları üzerine etkileri	79
Şekil 4.26 : Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin demir (ppm) ortalamaları üzerine etkileri	80

SİMGELER VE KISALTMALAR

MPa	: Megapaskal
Ψ	: Psi
Ψ_w	: Su potansiyeli
$\Psi_{\text{şö}}$: Şafak öncesi yaprak su potansiyeli
$\Psi_{\text{şv}}$: Şafak vakti yaprak su potansiyeli
Ψ_{go}	: Gün ortası yaprak su potansiyeli
ppm	: Milyonda bir
YOSİ	: Yaprak oransal su içeriği
YSP	: Yaprak su potansiyeli
ÖYA	: Özgül yaprak alanı
CWSİ	: Bitki su stresi indeksi
SPAD	: The Soil-Plant Analyses Development
MZİ	: Membran zararlanma indeksi
IRT	: Infrared termometre
EC	: Elektriksel iletkenlik
ET	: Bitki su tüketimi
OSİ	: Oransal su içeriği
NSİ	: Nisbi su içeriği
WUE	: Su kullanım randımanı
IWUE	: Sulama suyu kullanım randımanı
TA	: Taze ağırlık
KA	: Kuru ağırlık
TuA	: Turgor ağırlık
NaCl	: Sodyum klorür
Na	: Sodyum
Cl	: Klorür
N	: Azot
P	: Fosfor
K	: Potasyum
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
Fe	: Demir
Zn	: Çinko
Mn	: Mangan
Cu	: Bakır

ÖNSÖZ

Lisans öğrenimimden itibaren benden zaman ve desteğini esirgemeyen çok kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Murat DEVECİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Deneme süresince desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen değerli üniversite hocalarıma ve arkadaşlarımdan özellikle Mustafa Furkan KABA'ya teşekkür ederim. En önemlisi kıymetli aileme tüm hayatım boyunca emeklerini, sabırlarını, sevgi ve desteklerini hiçbir zaman üzerimden esirgemedikleri için sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Hem babamız hem öğretmenimiz olan Mehmet FURKAN'a eğitimimi her zaman desteklediği için ayrıca teşekkür ederim. Yüksek lisans öğrenimimdeki yoğun çalışmalarımda yardım ve desteğini esirgemeyen sevgili arkadaşım Murat SAVCI'ya teşekkür ederim. Yüksek lisans öğrenimimi destekleyen ve yardımını esirgemeyen çalışmakta olduğum Asos Proses Makina Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketine teşekkür ederim.

Haziran 2019

Zeliha Elif FURKAN
Ziraat Mühendisi

1. GİRİŞ

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. 2010).

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye de küresel ısınmanın özellikle su kaynaklarının zayıflaması, kuraklık ve çölleşme ile buna bağlı ekolojik bozulmalarla karşı karşıya olup küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından risk grubu ülkeler arasındadır. Küresel iklim değişikliği, kurak ve yarı kurak alanların genişlemesine ek olarak kuraklığın süresinde ve şiddetindeki artışlar, çölleşme süreçlerini, tuzlanma ve erozyonu da tetikleyeceği bildirilmektedir (Türkeş 1994).

Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yikanarak yeraltı suyuna karışan çözünebilir tuzların yüksek taban suyuyla birlikte kapillarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun topraktan ayrılarak tuzun toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölümünde birikmesi olayıdır (Ekmekçi ve ark. 2005).

Tuzlulukla ilgili çalışmalardaki ana düşünce, tuzluluğun tüm canlı yaşamına olan etkisinin anlaşılmasını sağlayarak, yaşamın hangi ölçü içinde tuzluluktan etkilenmediğini ortaya koymaktır. Toprağın tuzluluğunun artması nedeniyle yaşamını tarıma bağlamış sayısız uygarlığın yok olduğunu tarih içerisinde anımsarız. Günümüzde en yeni ve çağdaş toprak, su, bitki ve çiftlik işletmeciliği tekniğine karşın tuzluluk nedeniyle tarım dışı kalmış alanlar oldukça yaygındır. Türkiye’de yaklaşık 1,5 milyon hektarda tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmaktadır. Bu, sulamaya uygun arazilerin yaklaşık %32,5’ ine denktir. Toprakların tuzlulaşma ve alkalileşmesini sulama, drenaj toprak özellikleri ve iklim etmenleri gibi etmenler önemli ölçüde etkilemektedir (Kanber 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.

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 2004).

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 tarım 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 tuzluluktan etkilenmektedir ve bu alan dünyanın tüm karasal alanlarının %6'sından fazladır. Kuru tarım yapılan 150 milyon hektarlık alanın 32 milyon hektarı çeşitli oranlarda ikincil tuzluluk tehdidi altındadır. 230 milyon hektar sulama yapılmış alanların 45 milyon hektarı ise tuzdan etkilenmektedir (Munns 2002). Ekilebilir alanlardaki böylesi tuz birikiminin, küresel çerçevede daha da harap edici boyutlara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, ürün verimi ve kalitesindeki azalmaya bağlı olarak büyük ekonomik kayıplara da neden olacaktır (Mahajan ve Tuteja 2005).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağıştan dolayı 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 tuzluluğuna neden olmaktadır (Uygan ve ark. 2006).

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 büyüme engellemenekte, yaşlı yapraklardan başlayan klorofil ve membran parçalanmasına yani kloroz ve nekrozlara neden 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 ve tuzu kabullenme 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. 2008a).

Lahanagillerin birçoğunun kültüre alınmadan çok önce, Avrupa'nın kuzeyinde tıbbi bitki olarak toplandığı bilinmektedir. Cao ve ark. (1996), Lunet ve ark. (2006), Davey ve ark.(2000), Podsedek (2007) yaptıkları araştırmalarında lahanagillerin C vitamini gibi zengin antioksidanlar içerdiğini ve bu sebzelerin tüketiminin zararlı serbest radikallere karşı koruma sağladığını ve kanser riskini azalttığını bildirmişlerdir. Bu nedenlerle bugün, lahana grubu sebzelerin yetiştiriciliğine ilgi gittikçe artmaktadır (Eryılmaz Açıkgöz 2012).

Brassica ailesinden beyaz lahana, yaprak lahana, karnabahar, tere, roka gibi bazı sebzeler büyük oranda talep görmekte ve tüketilmekte iken Uzakdoğu orijinli mibuna ve mizuna Türkiye'de henüz çok tanınmamaktadırlar. Mibuna ve mizuna besin değerinin yanı sıra düşük ve yüksek sıcaklıklara çabuk adaptasyon özelliği ile yıl boyunca Türkiye'de yetiştirilebilecek potansiyele sahiptirler (Varış ve ark. 2010).

Lahana grubu sebzeler içinde yer alan Komatsuna'nın halk arasında bilinen adı ıspanak hardalıdır. Diğer alternatif yeşillikler gibi (Mizuna, Mibuna, Misome) gibi Komatsuna yaprakları sebze olarak değerlendirilen ve Japon yeşillikleri olarak adlandırılan grupta yer almaktadır. Sebze olarak değerlendirilen Komatsuna başta Japonya, Tayvan ve Kore'de olmak üzere tüm dünyada geniş alanlarda yetiştirilmektedir. Komatsuna çiğ olarak tek başına, diğer Japon yeşillikleri ile birlikte veya salata-marul grubu sebzeler ile salatalarda tüketildiği gibi yaprakları salamura yapılarak veya çorbalarda kullanılmaktadır. Komatsuna sahip olduğu yüksek kalsiyum ve vitamin C içeriği ile beslenme açısından da oldukça faydalıdır. Diğer Japon yeşillikleri gibi çiğ tüketilebilmesi ve bitki gelişmesinin her aşamasında hasat edilebilme olanağı sayesinde küçük ev bahçelerinde veya geniş alanlarda ticari üretimi gerçekleştirilebilen bir sebze türüdür. Ayrıca birçok Asya ülkesinde hayvan yemi olarak da kullanılmaktadır (Eşiyok ve ark. 2008).

Ülkemizin sahip olduğu ekolojik avantajlardan dolayı bu sebzelerin geniş yayılma alanı bulabileceği, salata için yaprakları yenilen tere, roka, maydanoz, nane gibi iştah açıcı

sebzelerin yanında ülke pazarında yer edinebilecekleri düşünülmektedir (Eryılmaz Acıkgoz ve Altintas 2011).

Bu araştırmada Türkiye için yeni sebzelerden olan Uzak Doğu kökenli Mibuna (*Brassica rapa* var. *nipposinica*), Mizuna (*Brassica rapa* var. *japonica*) ve Komatsuna (*Brassica rapa* var. *perviridis*), bitkilerine uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının meydana getireceği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişiklikler belirlenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Ekmekçi ve ark. (2005) toprakta artan tuz oranının, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısında bozulmalara neden olduğunu ve bitki büyümesini de olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir. Bitki veriminde saptanacak azalmaların, toprak çözeltisinin miktarına dayalı olduğu kadar, bitkinin tuza dayanıklılığıyla da alakalı olduğunu bildirmişlerdir.

Mibuna ve Mizuna lahana grubu sebzeler arasında yer alan, yaprakları sebze olarak değerlendirilen ve Japon yeşillikleri olarak adlandırılan grupta yer almaktadır. Dünyada yaprakları sebze olarak değerlendirilen birçok bitkinin kökeni Çin'e dayanmasına karşın Mibuna ve Mizuna'nın anavatanı Japonya'dır ve Asya ülkelerinde geniş alanlarda yetiştirilmektedir. Çiğ olarak tek başlarına veya Japon yeşillikleri olarak adlandırılan diğer sebzeler "Misome, Komatsuna, hardal" ile birlikte veya salata-marul grubu ile birlikte salatalarda kullanılmaktadır.

Mibuna ve Mizuna, beta karoten, Vitamin C, kalsiyum ve demir bakımından oldukça zengindir. Sebze olarak değerlendirilen yaprakların vitamin ve mineral maddeler bakımından oldukça zengin olması ve çiğ tüketilebilmesi düşük kalorili beslenme zincirinde alternatif lezzetler oluşturmak için kullanılmaktadır. Ayrıca içerdikleri yüksek glikozinolat bileşikleri izotiyosinolatlara dönüşerek bazı hastalıklara karşı vücuda direnç sağlar. Bu özelliklerine rağmen ülkemizde çok sınırlı alanda yetişen Mibuna ve Mizuna üretim ve tüketim alışkanlıkları ile ilgili yeterli bilgi ve kaynak bulunmamaktadır. Morfolojik yapısı ve kültürü yapılan ülkelerdeki tüketim şekli incelendiğinde Türk mutfaklarında garnitür olarak veya salatalarda diğer yeşilliklerin yerine alternatif sebze olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Yüzeysel bir kök sistemine sahip olan Mibuna ve Mizuna 'nın toprak üstünde oluşan gövdesi rozet şeklindedir ve rozet gövde üzerinde gelişen yapraklar 40-45 cm uzunluk ve 30-35 cm genişliğe ulaştıklarında hasat olgunluğuna gelirler. Sebze olarak değerlendirilen bu yapraklar Mibunada düz, uzun ve parlak koyu yeşil renge sahiptirler. Mizunada ise yapraklar yumuşak parçalı veya düz, parlak koyu yeşil renkte olabilmektedir. Mibuna ve Mizuna 'nın üretiminde farklı şekillerde yetiştiricilik söz konusu olduğundan hasat da farklı şekillerde gerçekleştirilebilmektedir. Açıkta veya örtü altında yapılan yetiştiricilik, sürekli hasat veya kışlık üretim olarak tek hasat amacıyla yapılır. Sürekli hasatta, Mibuna da yapraklar 10-12 cm, Mibunada 7-8 cm uzunluğa ulaştığı genç dönemde yaprakların hasat edilmesi veya 20- 25 cm uzunluğa ulaştığı olgun dönemde yaprakların hasat edilmesi şeklinde yapılır. Bu hasat şekillerinde tekrar büyümek üzere gövdenin 2-3 cm'lik kısmı toprakta bırakılır. Bir diğer hasat

şekli ise tek hasat olarak kökten kesim şeklinde gerçekleştirilir. Sürekli hasatta, bitkiden 4 veya 5 kez yaprak hasadı mümkün olmaktadır. Üç haftada hasada gelen çeşitler bulunduğu gibi büyük habitus oluşturan ve 6-8 haftada hasada gelen çeşitler de bulunmaktadır. Yapraklar sürekli hasatta oldukça genç dönemde kesildiğinden narin ve gevrek bir yapıya sahiptir fakat yaşlanma ile birlikte yapraklar gevrekliğini kaybeder. Hasat edilen Mibuna ve Mizuna yaprakları 1-5 °C sıcaklık ve % 90-95 nem içeren depolarda saklanabilir. Bunun dışında buzdolabı koşullarında birkaç gün saklanabilmektedir (Eşiyok ve ark. 2008).

Komatsuna yüzeysel kök sistemine sahiptir ve gövde rozet şeklinde gelişme gösterir. Bitki çok hızlı gelişir ve büyük bir habitus meydana getirir. Tohum ekiminden 20-30 gün sonra bitkiler 20-35 cm boya ulaşır. Hasat bitki büyümesinin her aşamasında yapılabilir. Tam olgunluğa ulaşan yapraklar koyu yeşil renkli yaklaşık 15-18 cm genişliğinde ve 25-30 cm uzunluğundadır. Yaprak sapları açık yeşil renkli ve incedir. Sürekli veya tek hasat yöntemi uygulanabilir. Sürekli hasatta, yapraklar 12-15 cm uzunluğa ulaştığı genç dönemde veya 30 cm uzunluğa ulaştığı olgun dönemde yapraklarının hasat edilmesi şeklinde yapılır. Bu hasat şekillerinde bitkinin tekrar yaprak oluşturarak büyümesi için gövdenin 2 cm'lik kısmı toprak üstünde bırakılır. Sürekli hasatta bitkiden 3 veya 4 kez yaprak hasadı mümkün olmaktadır. Tek hasat ise yaprakların olgunlaştığı ve pazarlanabilir büyüklüğe ulaştığı dönemde gövdenin altından kesilmesi şeklinde gerçekleştirilir. Fide dikiminden 20 gün sonra hasat olgunluğuna gelen çeşitler bulunduğu gibi büyük habitus oluşturan ve 80 günde hasat olgunluğuna ulaşan çeşitlerde bulunmaktadır. Hasat edilen Komatsuna yaprakları 1-5 °C sıcaklık ve %90-95 nem içeren depolarda depolanabilir (Eşiyok ve ark. 2008).

Brassica familyasının birer üyesi olan mibuna ve mizuna zengin besin değerine sahiptirler. A ve C vitaminlerinin iyi birer kaynağıdır ve lifli bir yapıya sahiptirler. Taze yapraklarının 100 g'ındaki besin içeriği; 480 mg potasyum, 210 mg kalsiyum, 31 mg magnezyum, 64 mg fosfor, 2,1 mg demir, 0,41 mg manganez, 1300 µg beta-karoten, 110 µg retinol, 55 mg C vitamini, 1,8 mg E vitamini (Alpha-Tocopherol), 120 µg K vitamini ve 140 µg folik asitdir (Varış ve ark. 2010).

Eryılmaz Açıkgöz (2012) yapmış olduğu bir araştırmanın sonucunda mibuna ve mizuna bitkilerinin ekim zamanından etkilendiklerini ve her iki bitkide verim ve bir takım bitkisel özellikler açısından ışığın sonbahara kıyasla daha kuvvetli olduğu ilkbahar ekim zamanında daha yüksek değerlere ulaşmış olduklarını tespit etmiştir. Her iki bitkide verim, C vitamini, Ca, Mg ve Mn elementleri dikkate alındığı zaman ilkbahar ekim zamanının; ham protein, N, P, K, Cu, Fe ve Zn elementleri dikkate alındığı zaman sonbahar ekim zamanının

uygun ekim dönemi olduğu belirlenmiştir. Isıtmasız seralarda daha çok salata-marul, tere, roka, taze soğan, sarımsak, pırasa gibi hızlı gelişen sebzelerin sonbahar-kış ayları süresince ya da geç sonbahardan erken ilkbahara kadar geçen aylarda yetiştirilebildiklerini bildirmişlerdir. Mibuna ve mizuna kısa yetiştirme periyoduna sahip olması ile ısıtılmayan seralarda alternatif bir ürün olarak tavsiye edilmektedir.

Komatsuna ılıman iklime sahip bölgelerde bütün yıl boyunca yetiştirebilmesine rağmen, genellikle serin iklim sebzesi olarak üretilmektedir. Bitki kısa süreli çok sıcak ve soğuklara karşı toleranslı olmasına karşın uzun süren sıcak ve soğuk koşullardan olumsuz etkilenir. Sebze olarak tüketilen yapraklar nemli sever ve nemli bölgelerde iyi gelişir. Komatsuna toprak bakımından seçici olmamakla birlikte organik madde yönünden zengin, su tutma kapasitesi yüksek ve iyi drene olabilen, killi-tınlı topraklarda daha iyi gelişme gösterir. Komatsunanın yetiştiriciliği son derece kolaydır, tek yıllık yaprak ve sapsız yenilen bir sebzedir. Yetiştiriciliği yapılan bir sebzenin arasında ara bitki olarak veya sınır bitkisi olarak da yetiştirilebilmektedir. Komatsuna genel görüntüsü ile ıspanağa benzemektedir. Bitki; geniş, genellikle gevşek yapılı, parlak yeşil, kırılğan, narin yapraklara sahiptir. Düşük kalorili olup yüksek antioksidan içeriği, B6, C ve E vitaminleri, folik asit, kalsiyum, karoten, mangan, bakır ve lif bakımından mükemmel bir besindir (Eryılmaz Açıkgöz ve ark. 2015).

Jităreanu ve ark. (2017)'nın Komatsuna (*Brassica rapa* var. *perviridis*) üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada; vejetasyon süresi kısa olan bitkilerin, tuz stresini önlediğini ve tuzlu topraklarda yetişen bitkilerde ise yatırım kayıplarını azalttığını tespit etmişlerdir.

Eryılmaz Açıkgöz ve Atıntaş (2011) yapmış oldukları bir çalışmada, C vitamini ve mineral içeriğinde mevsimsel değişiklikler ve komatsuna'da bazı verim ve kalite parametrelerini incelemişlerdir. Yapılan bu çalışmada araştırılan bütün verim ve kalite kriterleri, bitki eni dışında, kış sonlarında ve ilkbaharın erken döneminde yetişmiştir. K, Ca, S, Mg ve Mn içerikleri, kış başlarında erken ilkbaharda, N, P, Cu, Fe ve Zn içerikleri ise sonbaharın başlarında erken büyüme dönemlerinde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. İkinci büyüme döneminde ise verimin neredeyse 4 kat daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca, kış erken ilkbahar yetiştirme döneminde bitkilerin C vitamini ve Ca içeriklerinin de oldukça yüksek olduğu saptanmıştır.

Miller ve Burke (1983) kuru fasulyede verimi en çok düşüren su stresinin, çiçeklenme zamanında uygulanan su stresi olduğunu, bu durumdan sakınılmasının doğru olacağını belirtmişlerdir.

Ike (1986), yer fıstığının gelişimi ve verimi üzerine toprak su stresinin etkisiyle ilgili çalışmış ve yer fıstığını erken çiçeklenme ve tane oluşum dönemleri boyunca su stresine maruz bırakmıştır. Sonuçlara göre ilk çiçeklenme evresinde uygulanan su stresi tane oluşum evresine göre bitki boyunu, yaprak sayısını ve tane gelişiminin daha fazla azalmasına neden olmuştur.

Öztürk (1991) soya bitkisinde su stresinin etkilerini incelediği araştırmasında bitki boyunun 8-10 cm olduğu dönemi V1 (ilk gelişme dönemi) olarak adlandırmıştır. Araştırmacı soya fasulyesi V1 döneminde su stresine maruz bırakıldığı zaman, diğer dönemlerde strese uğrayan bitkilere oranla hasat dönemine daha erken girdiğini aynı zamanda bitkilerin zayıf geliştiklerini ve bitki veriminde de %50'den fazla kayıpların meydana geldiğini belirtmiştir. Bunların dışında bitki boylarında kontrole oranla %36 düzeyinde azalma gösterip bitkilerde terleme ile kaybettikleri suyun miktarının, kontrole oranla %51 seviyesinde azalmış olduğunu görülmüştür. V1 döneminden itibaren su stresi altında kalmış olan bitkinin kuru madde üretiminin de yine kontrole oranla %51 düzeyinde azaldığını belirlenmiştir. Araştırmacı su stresinin kuru madde üretimine etkisinin vegetatif gelişme dönemlerinde daha şiddetli olduğunu, V1 döneminden itibaren su stresi uygulanan bitkilerde kuru madde üretiminin azalmasını da muhtemelen bu bitkilerde fotosentez organları olan yaprakların azalması ile ilgili olduğunu öne sürmüştür. Bunun yanında su stresinin uygulandığı bitkilerin köklerinin ise, kontrol bitkilere oranla daha derinlere ulaştığını bildirmiştir.

Scopel ve ark. (1992) soya fasulyesinde üzerinde tohum verimini arttırmak amacıyla yaptıkları çalışmalarında orta seviyede su kısıtlamasının, boğum aralarının kısılmasının yanında bitki boyunu da kısalttığını ve bitkinin toplam ağırlığını azalttığını belirtmişlerdir.

Toprak çözeltilisinde tuz oranı artış gösterdiği ve su potansiyeli azaldığı zaman, bitki hücrelerinde ozmotik potansiyel düşmekte ve bitki hücrelerinin bölünmesi ya da uzaması aniden yavaşlamaktadır. Bu stres durumu altında genelde stomalar kapanmakta ve sonucunda fotosentez azalmaktadır. Stres koşullarının sürmesi durumunda ise bitki büyümesi tamamen sonlanabilmektedir (Ashraf 1994).

Pugnaire ve ark. (1994) hücre büyümesi olayının olumsuz yönde etkilenmesinin bitkilerde yaprak alanlarının küçülmesine ve böylece fotosentez ürünlerinin azalışına sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Smesrud ve ark. (1997) nemin fasulye bitki gelişiminin tüm dönemlerinde önemli olduğunu, çiçeklenme ve meyve bağlama evrelerinde su stresi hassasiyetinin arttığını

bildirmişlerdir. Bu evrede su kısıtlığının verim ve meyve kalitesi üzerine olumsuz yönde büyük etkisinin olacağını belirtmişlerdir.

Ramirez ve Kelly (1998) fasulyede yapmış oldukları bir çalışmada, su stresinin seviyesine göre tane veriminin %22 ile %71 arasında azaldığını saptamışlardır.

Bitki strese girdiği zaman ilk meydana gelen belirtilerinden biri yaprak sıcaklığının artması olmasıyla birlikte, bu durum radyasyon emiliminin olduğu ve transpirasyonun engellendiği anlamını taşımaktadır (Buschmann ve Lichtenthaler 1998, Chaerle ve Van Der Straeten 2000).

Sera koşullarında yetiştirilen fasulye çeşitlerinde (Carioca ve Prince) su kısıntısının verim ve verim komponentleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, bitkiler optimum koşullarda, çiçeklenme evresi ve meyve (bakla) bağlama evresinde su stresinde yetiştirilmiştir. Carioca çeşidinin Prince'e göre susuzluğa daha dayanıklı olduğu, her iki evrede de uygulanan su stresinin bitkilerin gelişmelerinin ve verim öğelerinin (tane ağırlığı, bitkideki tane sayısı, bitkideki bakla sayısı, yaprak sayısı, bitki boyu) olumsuz yönde etkilendiği tespit edilmiştir (Boutraa ve Sanders 2001).

Mannan ve ark. (2002) marulda gelişime ve verime, dört çeşit sulama seviyesinin etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, sulama sıklıklarının bitki boyu, yaprak sayıları, baş ağırlıkları, baş büyüklükleri, kuru madde üretimleri, yaprak alanları ve verimlerine ciddi oranda etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Verimin ve baş ağırlıklarının sulama sıklığıyla artmakta olduğu tespit edilmiştir. En fazla baş ağırlığı (369,67 g), en yüksek bitki boyu (27,00 cm), en çok yaprak alanı (5,23 cm²), en çok kuru madde ağırlığı (23,47 g), en çok baş kalınlığı (15,67 cm), en geniş baş çapı (18,00 cm) ile en fazla toplam (2,52 t/ha) ve pazarlanabilen (1,64 t/ha) verim 7 günlük sulama sıklığında saptanmıştır. Bitki büyümesinde ve gelişiminde önemli bir etken olan suyun eksikliği durumlarında meydana gelen su stresi toplam yaprak sayısı, yaprak alanı ve yaprak ağırlığını ciddi oranda azaltmaktadır.

Tuz stresinde olan bitkiler, stomalarını kapatıp yaprak alanlarının da azalması ile transpirasyonu düşürerek su kaybının önüne geçmeye çalışmaktadır. Fakat yaprak alanının azalması ile birim alandaki CO₂ fiksasyonu da azalır. Bu zaman dilimi içinde respirasyon artar, bu da birim yaprak yüzey alanına karşılık gelen günlük CO₂ asimilasyonunun azalması sonucunu doğurur. Hayatta kalabilmek için oldukça fazla enerji harcayan bitki, ihtiyacı olandan daha az fotosentez yapmakta ve ihtiyacı olan enerjiye sahip olamamaktadır. Tüm

bunların sonucunda bitki büyümesi ve gelişimi de gerilemektedir (Karanlık 2001, Yaşar 2003).

Arpacı (2003) konularını Class A Pan'dan buharlaşan suyun %40, %70, %100 ve %120 seviyesinde bitkiye geri verilmesi üzerine yürüttüğü çalışmasında. su stresinin kavunda; toplam verime, meyve ağırlığına, bitki başına meyve sayısına, meyve eti ağırlığına, meyve enine gibi verim kriterlerinin yanında kök kuru ağırlığına, gövde kuru ağırlığına, yan dal sayısına, boğum arası uzunluğuna, yaprak alanına, yaprak sayısına olumsuz etkisinin olduğunu ve su kısıntısının erkenci verimi, suda çözünebilir kuru madde miktarını ve kök uzunluğunu arttırdığını tespit etmiştir.

Kültür formları içinde en önemlilerinden biri olan fasulye bitkisinin, üretiminin yapıldığı bölgelerde belli zamanlarda mutlaka sulama gerekmektedir. Su kısıntısından kaynaklı meydana gelen su stresinin sonucunda büyüme ölçütleri olan bitki boyu, toplam yaprak sayısı, toplam yaprak alanı ve biyolojik kütle üretimi ciddi şekilde azalırken, toplam kök kütlesi/toplam sürgün oranı su kullanma yeteneği ile alakalı olarak önemli ölçüde artmıştır (Yin ve ark. 2005).

Ashraf ve Iram (2005) kuraklık stresi nedeniyle yaprak alanlarında azalmaların meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Kazlı (2005) yarım ıslatma olan sulama konusunu tam ıslatma olan konu ile kıyasladığında %13,2'lik su tasarrufunun olduğunu tespit etmiştir. Bunun yanında tam ve yarı ıslatma olan konuların arasında ilk olarak verim ve bakla sayısı olmak kaydıyla bütün konularda (kök kuru ağırlıkları, gövde yaş ağırlıkları, yaprak yaş ağırlıkları ve yaprak alanları dışında) farklılığın olmadığı gözlemlenmiştir. Su stresi bütün özellikler üzerinde negatif etki yaratmıştır.

Mahajan ve Tuteja (2005) stres ortamında yetiştirilen kavun bitkilerinin kontrol grubundaki bitkilere kıyasla daha az yaprak sayısı ve yaprak alanı meydana getirdiğini saptamıştır. Yaprak sayısı ve yaprak alanı olarak kurak şartlarda kontrol gruplarına en yakın değerlerin 196, 107, 208, 305, (%9-13) nolu genotipler olduğunu belirlemiştir. Bunun yanı sıra kontrol grubu bitkilerine kıyasla en çok kayıpların olduğu genotipler; 2, 3, 40 ve 52 (%44-63) olduğu saptanmıştır. Kurak şartlarda yaprakta oluşan morfolojik değişiklikler genel olarak transpirasyon ile kaybedilmekte olan su oranını düşürme amaçlı olmuştur.

Miyashita ve ark. (2004) barbunya üzerine yapmış oldukları bir çalışmada kuraklık stresinin fotosentez, terleme ve stoma iletkenliğine olan etkilerini gözlemlemişlerdir. Bitkiler

sulandıktan sonra birkaç günlüğüne göreceli şekilde su stresine bırakılmıştır. Barbunyanın iyileşme gösterebilmesi için yeniden sulanıp ve fotosentez, terleme, stomatal iletkenlik ve klorofil floresanstaki değişimler izlenlenmiştir. Bitkilerin 2 gün sulanmadığı zaman fotosentez düzeyinin, terleme miktarının ve stomatal iletkenliklerinin hızlıca azaldığı gözlemlenmiştir. Klorofil floresansın ise 1 hafta su verilmediği zaman azaldığı görülmüştür. Sulama sıklığı azaldıkça yeniden sulamadan sonra fotosentez, terleme ve stomatal iletkenlikteki düzelme göreceli şekilde düşmüştür. Kuraklık stresinin ardından fotosentez, terleme, stomatal iletkenlik düzelme miktarlarında farklılıklar meydana gelmiştir. Tüm bunların sonucunda yaprak su potansiyeli, iyileşme süresi, kısa süreli fotosentez, terleme ve stomatal iletkenlik aralarında kapalı bir kolerasyonun bulunduğu açıkça gözlenmiştir.

Şehirli ve ark. (2005) damla sulama sistemiyle sulanan kuru fasulyenin suyu kullanma kriterlerinin belirlenmesi için başladıkları bir çalışmada, bitkiye verilen su oranının %0, %25, %50, %75 ve %100' ün sağlandığı beş çeşit sulama programı ile yürütmüşlerdir. Araştırmalarının neticesinde, bitkinin su isteğinin tamamının sağlandığı şartlarda, fasulyenin mevsimsel bitki su tüketimi 732 mm olarak saptanmıştır. Kazanılan tane verimleri, uygulanmış olan toplam sulama suyu ve mevsimsel bitki su tüketim miktarı ile paralellik göstermiştir. Araştırmada mevsimlik su ve verim ilişki faktörü (k_y) 1,04 olarak tespit edilmiştir. Bunun yanında, çalışma konularına göre sulama suyunun kullanım verimi (IWUE) 0,34 – 0,41 kg/m^3 , su kullanım verimleri (WUE) ise 0,20 – 0,37 kg/m^3 arasında değiştiği görülmüştür.

İki ayrı su stresi düzeyinin (orta ve şiddetli) *Phaseolus vulgaris* L. üzerindeki tesirinin incelendiği bir çalışmada, büyüme değişkenlerine ait bitki boyları, yaprak sayıları, yaprak alanları, yaprak, gövde ve köklerinin yaş ve kuru ağırlıkları fazlalaşan susuzluk düzeylerinde azalma göstermiştir. Aşırı su stresi kök kuru ağırlıkları hariç diğer bitkisel özelliklerde önemli azalışlara yol açmıştır (Doğan 2006).

Gençoğlan ve ark. (2006)'nın yürütmüş oldukları bir çalışmada, geleneksel ve kısmi kök kuruluğu sulama tekniğiyle değişik düzeylerde sulama uygulanan taze fasulyede, ürün randımanının 686 ile 1087 kg/da arasında değiştiği görülmüştür.

Madakbaş ve ark. (2006) 2002-2003 yıllarında Samsun'da bulunan Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde bölge topraklarına en çok uyan bodur fasulye çeşitlerini saptamak ve performanslarını tayin etmek maksadıyla yapmış oldukları denemelerinde, iki yıl içinde elde edilen verim ortalamalarının 1112,5-2278,7 kg/da arasında değiştiği görülmüştür.

En fazla verim 2002 senesinde 1847,7 kg/da olarak Simav çeşidinden, 2003 senesinde ise 2905,3 kg/da olarak Gina çeşidinden elde edilmiştir.

Güzel (2006)'in yapmış olduğu araştırmanın sonucunda ulaşılan verilere göre kuraklık stresiyle kök ve gövde uzunluklarının azaldığı saptanmıştır. Araştırmada iki farklı domates türünde de (*L. esculentum* ve *L. chilense*) oransal su içeriği'nin (OSİ) kuraklık stresinde azaldığı görülürken, bu azalmanın kuraklığa nispeten duyarlı *L. esculentum*'da daha fazla olduğu görülmüştür. Kuraklık stresinde absisik asit (ABA) veya Ca^{+2} uygulamasının OSİ'ndeki inhibisyonu azalttığı görülmüştür. Araştırmanın beşinci gününde stresli ve stressiz koşullar altında kuraklığa dayanıklı olan *L. chilense*'de klorofil miktarında gözle görülür fazlaşma gözlenmiş, buna karşılık, *L. esculentum*'da klorofil miktarında düşüş saptanmıştır.

Köksal (2006) sulama suyu düzeylerinin şeker pancarının verim, kalite ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisinin, infrared termometre ve spektrometre ile belirlenmesi isimli denemesinde yedi değişik sulama konusunda ağır yapılı toprakta, 2004 ve 2005 senelerinde çalışmıştır. Bitkiler çeşitli cihazlarla ve örnekleme metodu ile izlenmiş çeşitli bulgulara ulaşılmıştır. Genel anlamda gözlemlenen fizyolojik değişkenler ile uzaktan algılanmış olan bilgilerle hesaplanan indekslerin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.

Kuraklık stresine dayalı olarak bitki büyümesinde, yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak alanları gibi değişkenlerde azalmaların olduğu birçok çalışmada belirtilmektedir (Anyia ve Herzog 2004, Clavel ve ark. 2005, Mnasri ve ark. 2007).

Daşgan (2008)'a göre tuz ve kuraklık stresleri genelde yüksek sıcaklık stresiyle birlikte meydana gelebilmektedir. Bitkinin yaprak sıcaklığının düşük olması transpirasyon ile kendisini serinletmeye çalışmasının stres durumunda gösterdiği bir adaptasyon mekanizması olarak açıklanmaktadır.

Kuşvuran ve ark. (2008a) 34 değişik bamyaya genotipinin kuraklığa dayanıklılığını belirlediği bir arazi denemesinde, bitkiler yan yana iki parselde yetiştirilmiş ve bir parseldeki bitkiler kuraklık stresine bırakılırken, diğer parseldeki bitkiler ise damla sulama sistemiyle sulanıp yetiştirilmiştir. Bamyada genotipsel farklılıklar ve tolerant genotiplerin saptanması amacıyla yapılan çalışmada görsel skala (0-5 skalası) ölçüleri açısından genotiplerin farklı değerler edindiği ve değişik tepkiler verdikleri gözlemlenmiştir. Kuraklık çalışmaları neticesinde yeşil kısım, yaş ve kuru ağırlık, bitki boyları, gövde çapları ve yaprak sayıları gibi büyüme değişkenlerinin olumsuz yönde etkilenmiş olduğu, bilhassa yaş ve kuru ağırlıklarının

kaybının çeşit seçiminde ön seçim adımlarında mühim bir tarama etkeni olabileceği ifade edilmiştir.

Demirel ve ark (2010) Çanakkale ilinde karpuz için klorofil ve yaprak su içeriği ölçümlerinden faydalanılarak bitkinin su stresinin saptanmasını amaçladıkları çalışmada klorofil okumaları (KO) ve yaprak su içeriği (YSİ) ölçümleri sulama öncesi (SÖ) ve sulama sonrası (SS) belirlenmiştir. Sulamalar damla sulama sistemiyle yapılmış ve 6 değişik sulama konusu [(S100 (kontrol), S80, S60 S40, S20 ve S0 (susuz)] uygulanmıştır. Büyüme zamanları: (1) çiçeklenme, (2) meyve oluşumu, (3) olgunlaşma ve hasat olmak üzere 3 kısma ayrılmıştır. Gelişme zamanı süresince klorofil değerleri ve yaprak su içerikleri S100 konusundan S0 konusuna doğru düşmüştür. Çiçeklenme zamanı, meyve oluşum zamanı, olgunlaşma ve hasat zamanları için klorofil okumaları ve yaprak su içerikleri arasındaki ilişkilerin katsayıları (R^2) sırası ile 0.751, 0.805, 0.878 olarak saptanmıştır. Çalışmanın sonuçları, yaprak su içeriği ve klorofil değerlerinin bilhassa çiçeklenme zamanı ve meyve oluşum zamanının başlangıcında su stresini belirlemek için kullanılabileceğini ortaya konmuştur.

Güneş ve ark. (1998), biberin Zn beslenmesi üzerine NaCl tuzluluk oranı ve artan miktarlarda verilen fosforun etkilerini incelemiştir. Tuz uygulanmayan şartlarda verilen P meyve ağırlığında artışa neden olurken, tuzlu şartlarda meyve ağırlığının P uygulaması ile azaldığı görülmüştür. Tuz uygulaması ve artan miktarlarda verilen P (300 mg P kg^{-1} hariç) bitkilerde Zn içeriğinin ve alınımının azalmasına neden olmuştur. En çokta tuzlu şartlarda 300 ve 500 mg kg^{-1} P verilen bitkiler, Zn eksikliğinde olan belirtileri göstermişlerdir. Yapraklarda P oranı artan miktarlarda verilen fosfora bağlı olarak artış göstermiştir. Bu artışların, tuzlu koşullar altında daha belirgin olduğu görülmüştür. Tuzluluk ve artan seviyelerde uygulanmış olan P, bitki dokularında Na miktarlarının artmasına neden olmuştur. Keza bitkilerde Cl miktarları da tuz oranına dayalı olarak artmıştır.

Kuşvuran (2010) yürüttüğü çalışmada, tuz ve kuraklığın kavun genotiplerinde bitki büyüme ve gelişmesini kısıtladığını, kavun genotiplerinin stres faktörlerine karşı değişik tepkiler gösterdiğini belirtmektedir. Özellikle de katalaz (CAT) ve glutatyon redüktaz (GR) enzim aktiviteleri ile sitrullinin kavunlarda tuz ve kuraklığa dayanımda fazlasıyla etkili olduğu anlaşılmıştır. Ulaşılan sonuçlara göre tuz ve kuraklık streslerinin benzer mekanizmaları harekete geçirdiği, iyon regülasyonu ve enzimatik değişiklikler doğrultusunda kavun genotiplerinin tuz stresinden daha çok etkilendiği belirtilmiştir.

Köksal ve ark. (2010) bodur taze fasulye bitkisinin sulama döneminin belirlenmesinde kullanılmak üzere sınır yaprak su potansiyeli (YSP) ve bitki su stresi indeksi (CWSI) seviyelerini tayin etmişlerdir. Bu amaç doğrultusunda altı değişik sulama düzeyine sahip olan bir arazi çalışmasından elde edilen YSP ve bitki örtü sıcaklığı verileri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda YSP ve CWSI'nin fasulyede kullanılabileceği görülmüştür. YSP'nin -14,0 ile -18,0 bar ve/veya CWSI'nin 0,25 ile 0,50 arasında olması halinde taze fasulye bitkisinde sulamanın gerektiği belirlenmiştir.

Uyan (2011) farklı vejetasyon zamanlarında değişik su kısıtlarının ıspanak bitkisinde oluşturduğu fizyolojik, morfolojik ve kimyasal farklılıkların saptanması üzerine yapmış olduğu çalışmada yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı (g), yaprak kalınlığı (mm), yaprak alanı (cm²), yaprak oransal su içeriği (%), yaprak su potansiyeli (MPa), yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%), yaprak sıcaklığı (°C), nisbi büyüme oranı (mg/KA), toplam fenolik madde (mg/100 g), toplam klorofil (mg/l), serbest prolin (µmol/g TA), sistein (µmol/g TA), askorbik asit (mg/100 g), lipit peroksidasyon (mmol/g TA) ile yapraklarda bulunan makro ve mikro besin elementlerini belirlenmiştir. Ispanak bitkisinin gelişim periyotları açısından, erken zamana rastlayan kuraklık daha az stres düzeylerinde geçirilirken, ilerleyen periyotlarda stres düzeyi ilerledikçe artmış, yine de genç dönemde geçirilen kuraklık stresi bitki büyümesi ve gelişmesinin olumsuz yönde etkilenmesine neden olmuştur. Hasat zamanında meydana gelecek bir su stresinde ise stres sonrası bitkilerin yalnızca kontrol ve %75 sulama miktarlarında sulanmış olanlara stresin tesir etmediği %0, %25 ve %50 düzeyinde sulanan bitkilerinse stresten kurtulamadığı, büyüme ve gelişimini sürdürmediği saptanmıştır.

Erken gelişim evresindeki 24 günlük bamyalar ile yürütülen bir araştırmada verim alınamamıştır. Değişik banya genotiplerinin tuz ve kuraklığa dayanıklılık düzeylerini saptamak için bir dizi morfolojik ve fizyolojik ölçüm ve analizler yapılmıştır. Bunlar; 0-5 skalasına göre genotiplerde semptomatik hasarlanmanın puanlanması, yeşil kısım taze ve kuru ağırlığı, kök taze ve kuru ağırlığı, yaprak sayıları, bitki boyları, yaprak alanları, membran zararlanma indeksleri, SPAD-klorofil metre okumaları, yaprak oransal su içeriği, yaprak su potansiyeli, yaprak osmotik potansiyel, stoma geçirgenliği, yaprak sıcaklıkları, yeşil kısım ve kökte Na, K, Ca ve Cl analiz ve ölçümleridir. Araştırılan bütün kriterler yönünden tuz ve kuraklık stresinde olan bitkilerde kontrol bitkilerine oranla oluşan % değişimler saptanmıştır. Bunun yanında kriterlerin birbirleri ile olan durumları da incelenmiştir. Her iki stres koşulunun da yeşil aksamın ağırlıklarının, kök ağırlığına kıyasla daha çok etkilenmiş olduğu,

bitki boyu, yaprak sayısı ve yaprak alanı gibi kriterlerin stres koşulları mevcut olduğunda azaldığı, klorofil miktarında artışın meydana geldiği, yaprak oransal su içeriğinde azalmanın olduğu, yapraklarda membran zararlanmalarını meydana getirdiği, yaprak sıcaklıklarının artmış olduğu tespit edilmiştir (Küçükkömürcü 2011).

Kuşvuran (2011), bamyada genotiplerin tuza dayanımlarına göre sınıflandırılmasında kullanılacak kriterleri ile genotiplerin tuz stresine karşı gösterdikleri reaksiyonları araştırmıştır. Stresin sonunda meydana gelen etkinin belirlenmesinde bitkilerde 0-5 görsel zararlanma skalası, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı ve yaprak alanı, yeşil aksam Na^+ , K^+ , Ca^{++} iyon içerikleri kullanılmıştır. Araştırmanın sonunda bamyada genotiplerinin tuz stresi altında değişik reaksiyonlar sergilediği, 0-5 skala değerlendirmesi, yeşil aksam kuru ağırlığı, yaprak alanı ile Na^+ , K^+ ve Ca^{++} iyon değişimlerinin incelenmesi üzerine yapılan çalışmalarda etkili olabilecek kriterler içinde bulunabileceğini tayin etmiştir.

Ünlükara ve ark. (2006)'ya göre sera domates yetiştiriciliğinde hem düşük kaliteli suların kullanılması hem de topraksız tarım yönteminde besin çözeltisi verilmesi sonucunda tuzluluk sorunları meydana gelmektedir. Tuzluluk ise belli bir seviyeden sonra verimin azalmasına sebep olmakta ve iyi idare edilemediği zaman sürdürülebilir tarıma engel olmaktadır.

Aktaş ve Kılıç (2013) soya filiz (*Glycine max* L.) üretiminde tuzun etkilerini incelemek amacıyla, çimlenme evresinden sonra 25 ve 50 mM NaCl miktarlarında tuz uygulamışlardır. Tuzlulukla birlikte sürgün-kök uzunluğunda ve sürgün-kök taze ağırlığında azalmaların meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu araştırma sonunda tuza hassas genotipin Nazlıcan ve Mitchell, en dayanıklı genotipin ise Yeşilsoy olduğu belirtilmiştir. Sonuçta soya filizi yetiştiriciliğinde abiotik şartlara dayanıklı çeşitlerin kullanılmasının uygun olacağı ifade edilmiştir. Ayrıca üreticilik sırasında meydana gelebilecek birtakım hastalıklar ve filiz uçlarında oluşan kararmalar için az miktarda tuz uygulamasını önermişlerdir.

Akıncı ve Akıncı (2000) bazı patlıcan çeşitlerinin (*Solanum melongena* L. Kemer, Pala ve Aydın Siyahı) farklı tuzluluk (0, 50, 100 ve 150 mM NaCl) seviyelerinde çimlenme evresi reaksiyonlarını incelemişlerdir. Araştırmada tuz miktarının artması ile çimlenme seviyesi ve zamanı, bitkinin yaş ağırlığı için oransal büyüme hızları, sürgünler ve kök boylarının azaldığı görülmüştür.

Erdal ve ark. (2000) araştırmalarında tuz stresi altında hıyar fidelerinin gelişimlerini ve bazı besin element içeriklerinin farklı miktarlarda K uygulanmasına dayalı olarak değişikliklerini incelemişlerdir. Yetiştirme ortamına dört farklı dozda tuz (0, 10, 20 ve 30 mmol NaCl) ve dört farklı dozda potasyum (0, 75, 150, 300 mg/kg) uygulaması yapılmıştır. Deneme sonucunda tuz ve K uygulamalarının bitkinin kuru ağırlığını olumsuz etkilediği anlaşılmıştır. Aşırı tuz uygulamasında bitkide Na, Ca, Mn, Cu ve Fe miktarları artmış, bunun yanında K ve P miktarlarında ise azalma olmuştur. Potasyum uygulamasıyla bitkide K, Zn, Mn, Cu ve Fe miktarlarında artma olmuş, buna karşın Na, Ca, Mg ve P miktarlarında ise azalma olmuştur.

Makbul ve ark. (2011) kuraklık stresi altında kalan soya fasulyesi bitkisinde yaprak su potansiyeli, kök/gövde oranı, toplam klorofil miktarı ve stoma iletkenliğinin azalmış olduğu ve sonucunda da kuraklık stresine maruz bırakılan soya fasulyesinde bir takım anatomik ve fizyolojik farklılıkların oluştuğunu belirlemişlerdir.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde tuzluluğun olması ciddi bir sorun oluşturmaktadır. Bilhassa son senelerde küresel iklim değişikliklerinin tesiriyle tuzluluk sıkıntısı daha fazla önemli olmuştur. Kurak bölgelerde artan sıcaklık ve azalan yağışın tesiri sonucunda tuz yıkanamayıp toprağın st kısmında toplanmaktadır. Bu da bitkilerin kök gelişiminin kısıtlanmasına, bitkilerde abiyotik stresin meydana gelmesine neden olmaktadır. Kurak bölgelerin tuzlu topraklarında yapılmış olan tarımsal uygulamalarda tahılların kökleri kısalarak, su alımıyla terleme azalmıştır. Bunun yanında yanlış sulama yapılarak yetiştirilen bitkilerde tuzluluk sıkıntısı oluşmakta ve bitkilerde tuz stresi meydana gelmektedir. Tuz stresi önemli fizyolojik sorunlar oluşturduğu için bitkilerin vejetatif ve reproduktif büyümelerini sınırlamakta, döllenme sorunlarına, meyvelerin iyi gelişememesine ve bitkilerin yitirilmesine neden olmaktadır. Bitkilerin tuzluluğa bağlı göstermiş oldukları dayanıklılıkları da farklılık göstermektedir (Dölarslan ve Gl 2012).

Yıldırım (2012) sera koşullarında yapmış olduğu çalışmasında biber bitkisinin su stresi indeksi ile verim ilişkisi belirlemeyi amaçlamıştır. Kısıtlı su uygulamasında yaprak alan indeksinin en az, kontrol (%100) uygulamasındaysa en fazla olduğunu saptamıştır. Çalışmada yaprak su içeriği miktarları için gün boyu olacak şekilde saatlik ölçümler yapılmış ve gün içindeki değişimler kontrol edilmiştir. Sonucunda sulama seviyesine bağlı yetiştirme evresi içinde yapılmış olan kontrollerde yaprak su içeriğinin etkilenmiş olduğu anlaşılmıştır. Yaprak su içeriğinin, sulama konularına dayalı olarak istatistiki bakımdan farklılık gösterdiği

görülmüştür. Yaprak su içeriğinin, vejetatif evrede %273-356, çiçeklenme evresinde %222-325 ve tane dolumu-hasat evresinde %117- 247 arasında değiştiği görülmüştür.

Kaya ve Daşgan (2013) yaptıkları araştırmalarında, 81 adet farklı fasulye genotipinin kurak ve tuzluluğa dayanıklılık düzeylerini erken bitki gelişme evresinde incelemiştir. Tuzluluk ve kuraklığa fazla dayanıklı olan fasulye genotipleri yetiştiricilere tavsiye edilebileceği gibi ileriki zamanlarda ıslah çalışmalarında da gen kaynağı olarak değerlendirilebilecektir. Bitkiler, substrat kültürü yöntemiyle vermikulit içinde yetiştirilmiştir. Fasulye bitkisi genotiplerinin tuzluluğa gösterdikleri reaksiyonları belirlemek için 200 mM NaCl kullanılırken, kuraklık stresi suyun aşamalı olarak kesilmesiyle sağlanmıştır. Araştırmada, fasulye bitkileri stres olmayan kontrol gruplarında da geliştirilmiştir. Araştırılan bütün kriterler yönünden tuzluluk ve kuraklık stresinde olan bitkilerde kontrol grubundaki bitkilere göre meydana gelen % değişimleri hesaplanmıştır. Araştırma sonunda fasulye genotiplerinin tuzluluk ve kuraklık streslerine gösterdikleri tepkileri yönünden geniş bir çeşitliliğin olduğu görülmüştür.

Bir çalışmada yer kirazında sulama kısıntısı ile yatarılan kuraklık bitkinin büyüme ve gelişimini olumsuz yönde etkilemiştir. Stres sonrası bitkilerin yalnızca %100 (kontrol) ve %75 sulama miktarında sulama yapılanların stresten etkilenmedikleri, %0, %25 ve %50 oranında sulama yapılan bitkilerin ise stresi atlatamayıp büyüme ve gelişimini sürdüremediği görülmüştür (Çelik 2014).

Bora (2015) değişik vejetasyon evrelerinde tuz uygulamalarının Jalapeno biberde oluşturduğu fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişimlerin saptanması üzere yürütmüş olduğu araştırmasından elde edilen sonuçlara göre uygulanmış olan değişik tuz uygulamalarında incelenen parametrelerden yaprak hücrelerinde membran zararlanmaları, yaprak sıcaklıkları ve besin elementlerinden Na ve Cl oranlarının tuzluluk fazlaştıkça yükseldiği; diğer bütün parametrelerin tuzluluğun 0 mM' dan 100 mM'e doğru artmasıyla düştüğü saptanmıştır.

Pıtır (2015) biberde yaptığı çalışmada farklı su streslerinin oluşturduğu fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişiklikleri incelemiştir. Su kısıtlanması ile meydana getirilen yapay kuraklık stresinin Jalapeno biber çeşidinde ölçülen tüm kriterleri olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Karipçin ve Şatır (2016) su stresi koşullarında yetiştirilen marulda verim ve besin miktarına arbusküler mikorizal fungus (AMF)'un etkileri üzerine çalışmışlardır. %100 (tam

su) ve %50 su seviyeleri ile *Glomus* türü mikoriza fungusu uygulanmış olan marul bitkileri GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde bulunan ısıtmasız seralarda yetiştirilmiştir. Çalışmada, kanopi çapları, baş ağırlıkları, baş çapları, baş boyları, pazarlanabilir yaprak sayıları, pazarlanabilir ve pazarlanamaz yaprak ağırlıkları, toplam yaprak sayıları, kök boğazı çapları, kök enleri ve kök boyları gibi ölçümler ile yapraklarda bulunan bazı mikro ve makro besin elementlerinin miktarları incelenmiştir. Kök kısımlarında görülen spor ve infeksiyon (bulaşma) miktarları da saptanmıştır. Bunların sonucunda eksiksiz sulamanın marul bitkisinin verim ve diğer verim bileşenleri üzerine olumlu etkilerinin olduğu, su seviyesinin artmasıyla yapraklarda bulunan N içeriğinin fazlalaştığı, en fazla Fe miktarının da eksiksiz sulama konusunda yer alan mikorizal fungus uygulamalarında bulunduğu tespit edilmiştir. Bitki kök bölgesinde yoğun spor (86,67 ad.) ve en fazla infeksiyon (%56,67) %50 su uygulanmış olan grupta tespit edilmiştir.

Yılmaz ve ark. (2011) tuzluluğun, kurak ve yarı kurak alanları tehdit eden en ciddi sorunlardan biri olduğunu ifade etmişlerdir. Tarım bölgelerinde tuzluluğun artması, toprak yapısında bozulmalara neden olmakta, bitkinin mahsul kalitesi ve verimini ciddi derecede kısıtlamaktadır. Tuzluluk, bitkilerin farklı gelişim evreleri yanında morfolojik, hücresel, fizyolojik ve moleküler düzeyde çok fazla kısıtlamalara neden olmaktadır. Bitkiler, tuzluluğa cevap olarak birçok dayanıklılık yöntemleri oluşturmaktadır. Tuzluluğa yanıt anlamında, antioksidanların ile antioksidan enzimlerin etkinliklerinin arttırılması, bitki büyüme düzenleyicileriyle ozmolit sentezine teşvik olunması, fotosentetik yöntemin farklılaştırılması, gen ifadesi ve SOS yöntemiyle iyon alımlarının düzenlenmesi, stres ile alakalı genlerin aktive edilip transkripsiyon etmenlerinin sentezlenmesi ve stres proteinleri üretimine teşvik edilmesi önemli dayanıklılık göstergeleridir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada bitkiler Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölüm laboratuvarları ve iklim odasında yetiştirilmiştir.

Kimyasal analizler ise Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri ve Tekirdağ Ticaret Borsası Toprak-Yaprak Analiz Laboratuvarlarında yapılmıştır.

3.1 Materyal

Bu araştırmada materyal olarak Mibuna (*Brassica rapa* var. *nipposinica*), Mizuna (*Brassica rapa* var. *japonica*) ve Komatsuna (*Brassica rapa* L. var. *perviridis*) kullanılmıştır.

Denemede kullanılan tohumlardan Mibuna ve Mizuna (Şekil 3.1 a ve Şekil 3.1 b) Zengarden, İzmir-Türkiye firmasından tedarik edilirken (Anonim 2018 a, Anonim 2018 b), Komatsuna (Şekil 3.1 c) tohumları ise Magic Garden Seeds GmbH, Deutschland- Almanya firmasından sağlanmıştır (Anonim 2018 c).



Şekil 3.1. (a) Mibuna, (b) Mizuna, (c) Komatsuna tohum paket resimleri

3.2 Yöntem

3.2.1 Denemenin kuruluşu

Deneme 20°C sıcaklık, %65-70 nem, 10/14 (aydınlık/gece) saatlik fotoperiyodik düzende, 400 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ışık şiddetine sahip iklim odasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Bitkilerin yetiştirildiği bilgisayar kontrollü iklim odası görünümü

Yetiştirme odasında masalar üzerinde plastik multipotlara tohum ekimi yapılmıştır (Şekil 3.3). Tohumlar torf içerisine ekilerek (Klasman TS1 fide tofu) ve normal bakım işlemleri yapılarak yetiştirme odalarında mibuna, mizuna ve komatsuna için en uygun şartlarda bitkiler ilk gerçek yaprakların görüldüğü döneme kadar yetiştirilmiştir (Eşiyok ve ark. 2008).



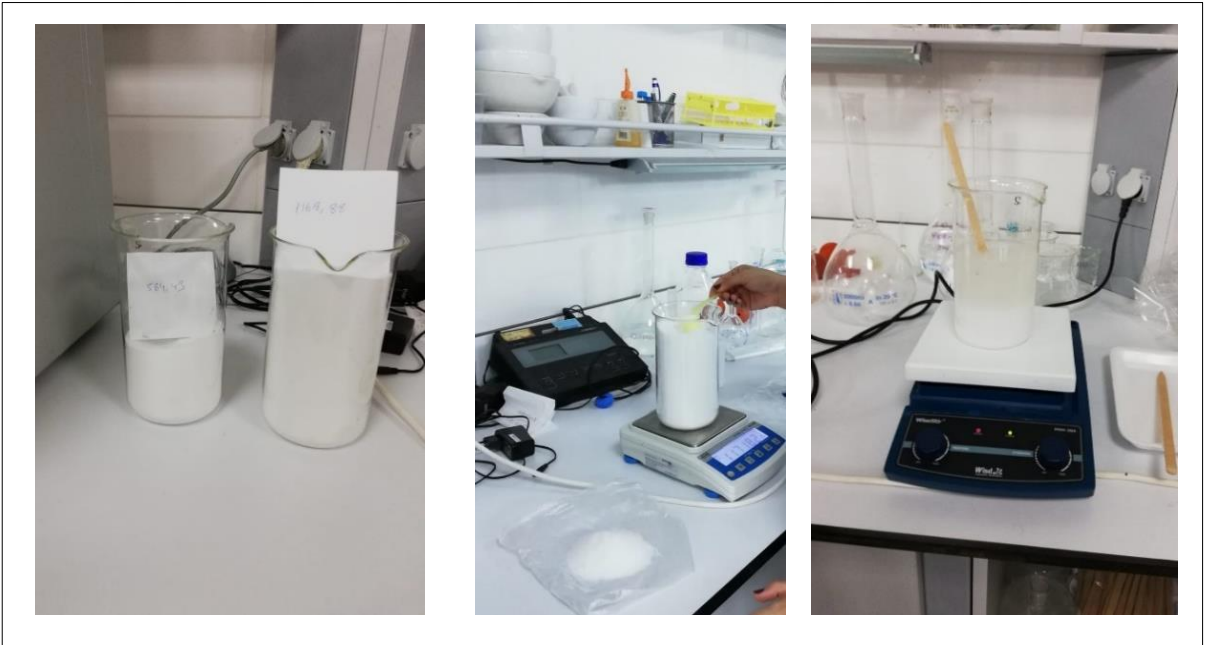
Şekil 3.3. İklim odasında plastik multipotlarda tohum ekimi dönemine ait görüntüler

İlk gerçek yaprakların görüldüğü dönemde Hoagland besin çözeltisi içeren hidroponik sisteme alınmışlardır (Şekil 3.4). Bitkiler 800 ml hacminde (13x11cm ebatlarında) perlit içeren saksılarda yetiştirilmişlerdir.



Şekil 3.4. 200 litre hacmindeki Hoagland çözelti ile doldurulmuş plastik tanklar ile iklim odası otomatik kontrol panosunun görünümü

Tuz uygulamaları bitkilerin şaşırtılmasıyla beraber gerçek yapraklı olduğu dönemde başlanmış ve hasat dönemine kadar kaplardaki besin çözeltisine sulama zamanlarında 0, 50, 100 ve 200 mM tuz konsantrasyonunu sağlayacak şekilde saksılara NaCl ilave edilmiştir (Çizelge 3.5) (Kuşvuran ve ark. 2008a).



Şekil 3.5. Hasat dönemine kadar sulama zamanlarında kaplardaki besin çözeltisine ilave edilecek farklı NaCl tuz konsantrasyonlarının hazırlanması

3.2.2 Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrür 3 tür (mibuna, mizuna ve komatsuna) ve 4 farklı tuz konsantrasyonundan (kontrol, 50, 100 ve 200 mM NaCl) oluşmuştur. Tüm denemede toplam 36 parsel, her parselde 10 bitki ve tüm denemede toplam 360 bitki bulunmaktadır.

Denemeden elde edilen veriler MSTAT versiyon 3,00 /EM paket programı kullanımıyla hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin istatistik hesaplamasında her tür kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Önemli bulunan farklılıklar için LSD (Least Significant Difference: Asgari Anlamlı Farklılık) kontrol yöntemiyle farklılığı oluşturulan gruplar tespit edilmiştir (Akdemir ve ark. 1994).



3.2.3 Yapılan Ölçüm, Sayım ve Değerlendirme

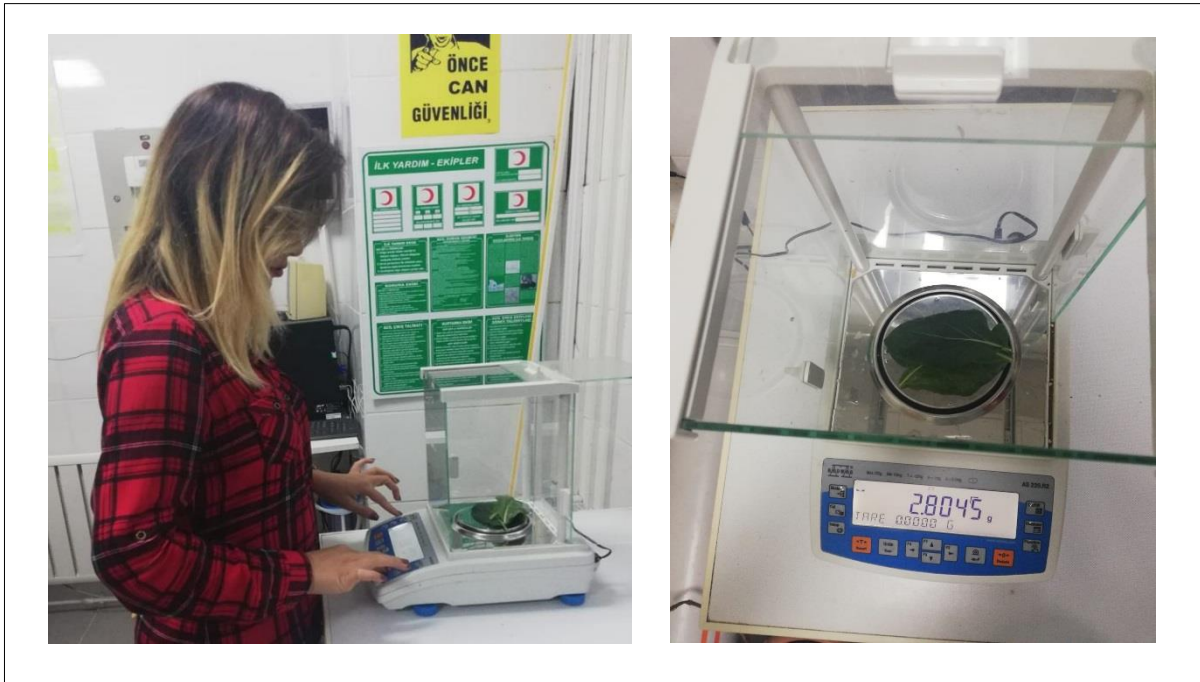
3.2.3.1 Morfolojik değişimlere ait bazı ölçümler

Yaprak Hasar İndeksi: Bitkilerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla 0-5 Skalası 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. 2008a).

- 0: Bitkilerin tuz stresinden hiç etkilenmemesi (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

Yaprak sayısı (adet): Hasat döneminde 2 cm'den daha fazla uzunluğa sahip yapraklar sayılmıştır.

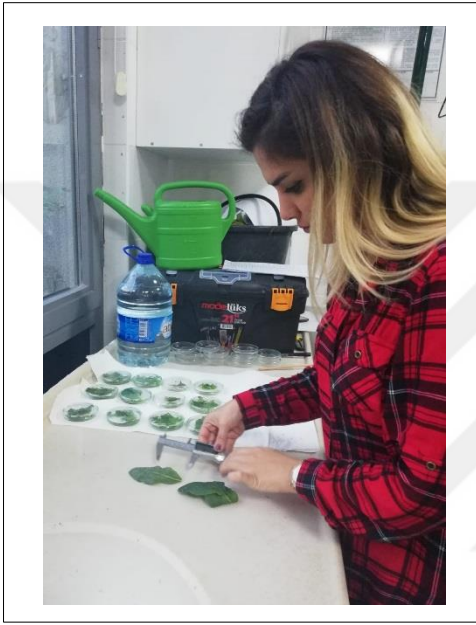
Yaprak ağırlığı (g): Hasat döneminde 2 cm'den daha fazla uzunluğa sahip yapraklar 0,0001 g'a duyarlı terazide tartılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Hasat döneminde mibuna, mizuna ve komatsuna yapraklarının hassas terazide tartılması

Yaprak kalınlığı (mm): Hasat döneminde bitkinin en iyi gelişmiş kalitedeki yaprağının ayasındaki, iki damar arası mümkün olabildiğince orta damara yakın yerden kumpas ile ölçülmüştür (Şekil 3.7 a).

Yaprak alanı (cm²): Hasat döneminde 2 cm'den daha fazla uzunluğa sahip yapraklar tarayıcıdan geçirilip (Şekil 3.7 b) bilgisayar programı aracılığı ile ölçülmüştür (Kraft 1995, Devenci ve ark. 2006).



(a)



(b)

Şekil 3.7. (a): Hasat dönemine gelmiş yaprakların digital kumpas ile yaprak kalınlığının ölçülmesi, (b): Yaprakların tarayıcıdan taranıp bilgisayar programı aracılığı ile bitki başına toplam yaprak alanının hesaplanması

Bitki boyu (cm): Bitki boyu olarak bitkinin toprak üstü organlarının en üst noktası ile toprak seviyesi arasındaki mesafe dikkate alınmıştır.

Kök derinliği (cm): Bitki kök derinliği olarak hasat döneminde bitkinin kök uç noktası ile toprak yüzeyi arasındaki mesafe dikkate alınmıştır.

Yaş ve Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi (g): Hasat döneminde stres uygulamaları sonucunda her parselden tesadüfi olarak seçilen 2'şer bitki hassas terazide tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiş, daha sonra aynı örnekler 65°C etüvde 48 saat süreyle kurutulduktan sonra (Şekil 3.8) kuru ağırlıkları alınmıştır (Öztekin 2009).



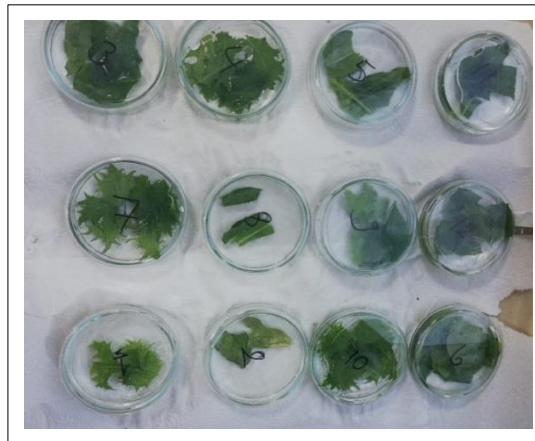
Şekil 3.8. Hasat döneminde yaprakların etüvde kurutulması ile yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi

3.2.3.2 Fizyolojik değişimlere ait bazı ölçüm ve analizler

Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi (%): Yaprak Oransal Su içeriği (YOSİ) önceki çalışmalar dikkate alınarak belirlenmiştir (Sanchez ve ark. 2004, Kuşvuran ve ark. 2008a). Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için taze ağırlıkları tartılmış, daha sonra alınan yapraklar 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilmiş (Şekil 3.9), bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65 °C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık g olarak alınmıştır. Elde edilen verilerle aşağıdaki formül yardımıyla (3.1) 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 3.9. Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilmesi

Yaprak Su Potansiyeli Ölçümü (MPa): Yaprak su potansiyeli Scholander basınç odası (Şekil 3.10) ile ölçülmüştür. Ölçümler hasat döneminde gün ortasında yapılmıştır. Ölçümler bitkideki en gelişmiş yapraklarda uygulanmıştır. Her uygulama için iki ölçüm gerçekleştirilmiştir (Scholander ve ark. 1965).



Şekil 3.10. Saf Azot (N) gazı kullanarak 40 atm (-4 MPa) basınca kadar ölçüm yapmakta olan Scholander basınç odası ile yaprak su potansiyeli ölçümleri

Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (%): Membran Zararlanma İndeksi-MZİ (Membran Injury Index-MII) hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Dlugokecka ve Kacperska-Palacz 1978, Fan ve Blake 1994). Hasat döneminde stres ve kontrol bitkilerinin yapraklarından 17 mm çapında alınan diskler deiyonize su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra EC'si ölçülmüş, aynı diskler 100 °C'de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür (Şekil 3.11). Elde edilen değerden aşağıdaki formül yardımıyla (3.2) yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%) olarak belirlenmiştir.

$$MZİ=(Lt-Lc/1-Lc) \times 100 \quad (3.2)$$

Lt: Tuz stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC
Lc: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC



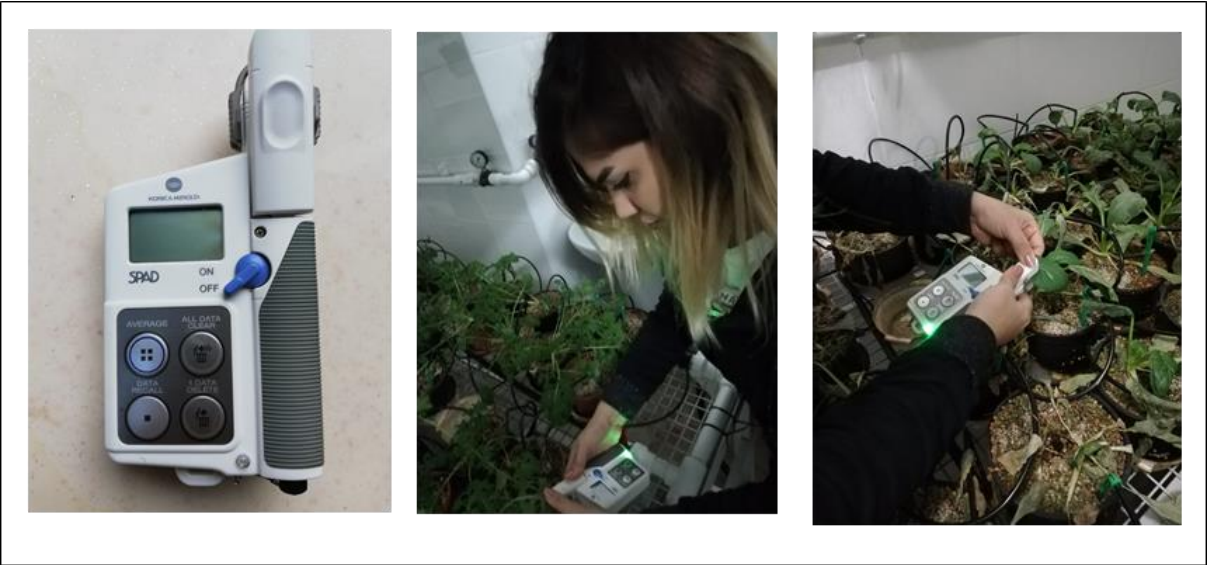
Şekil 3.11. Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi aşamaları

Yaprak Sıcaklıklarının Saptanması (°C): Bitki yüzey sıcaklığının ölçülmesine dayalı infrared termometre tekniği bitkiye dokunmaksızın, daha hızlı ve doğru ölçüm yapma olanağı sağladığından, popüleritesi artmaktadır. Anılan teknik, transpirasyonun yaprak yüzey sıcaklığını düşürmesi ilkesine dayanır. Bitkinin büyüme döneminde aldığı su sınırlanır, gözenek direnci artar, transpirasyon azalır ve yaprak sıcaklığı yükselir. Bu özellikten yararlanılarak bitki yaprakları infrared termometre ile sıcaklıkları ölçülerek yaprakların tuz stresine karşı tepkileri ölçülmeye çalışılmıştır. Ölçümlerde 7-18 mm dalga boyunda ışınları algılayan filtrelerle sahip infrared termometre (IRT) (Raynger ST8 model) kullanılmıştır (Ödemiş ve Baştuğ 1999). Hasat döneminde iklim odasında yaprak su potansiyelinin yapıldığı gün ortası ölçümleri öncesi her parselden tesadüfi seçilmiş 3 bitkinin yapraklarının 3-4 bölgesinde yapılan sıcaklık ölçüm ortalamaları kullanılmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. İnfrared termometre (IRT) (Raynger ST8 model)

Klorofil tayini (SPAD Değeri): Klorofil tayini için, hasat döneminde her parselden tesadüfi seçilmiş 4 bitkinin yapraklarında, yaprağın ana damara yakın iki bölgesi “Konica Minolta SPAD-502” portatif klorofilmetre ile ölçülmüştür (Geravandi ve ark. 2011). Ölçüm yapılacak yaprağın ana damara yakın iki bölgesinden ve her parselde 4 bitkiden örnek okumaları yapılmıştır (Şekil 3.13). Ölçülen değerler Soil Plant Analysis Development (SPAD) değerleri olarak ifade edilmiştir. Klorofilmetrenin yapımçı firmasına göre SPAD değer skalasında 1=klorotik veya sarı renk, 50 = koyu yeşil renk olarak belirtilmiştir (Uzunlu 2006).



Şekil 3.13. Klorofilmetre yardımıyla mibuna, mizuna ve komatsuna yapraklarının tuz stresi sonrası hasat döneminde yaprak klorofil tayini

Renk Değerlerinin Belirlenmesi: Renk ölçümleri özellikle homojen olmayan materyallerin renklerinin ölçümüne uygun, oldukça büyük bir ölçüm alanına sahip olan HunterLab D25LT (Hunter Associates Laboratory Inc., Virjinya, A.B.D.) renk ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.14.). Bu cihazla ölçülen renk parametreleri; renk parlaklığı (L*) ve renk koordinatlarıdır (a* ve b*). L* değeri 0 ile 100 arasında değişmekte ve 0 siyah rengi 100 ise beyazı göstermektedir. Renk koordinatları a* ve b* belirli bir ölçüm aralığına sahip olmayıp pozitif ve negatif değerler almaktadır. a* değeri kırmızı- yeşil eksenini temsil etmekte, pozitif değerler kırmızıyı, negatif değerler ise yeşili temsil ederken, 0 ise nötrdür. 2. renk koordinatı b* de pozitif değerler sarı rengi, negatif değerler ise mavi rengi göstermektedir (Eryılmaz Açıkgöz ve ark. 2015). Ölçümler her parselden 3 farklı bitki kullanılarak ve her bitkiden en gelişmiş yaprak seçilerek gerçekleştirilmiştir. Seçilen yapraklarda yapılan ölçümlerde yaprağın üzerinde en az 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.14. Homojen olmayan materyallerin renklerinin ölçümüne uygun, oldukça büyük bir ölçüm alanına sahip olan HunterLab D25LT ile yaprak renk ölçüm cihazı

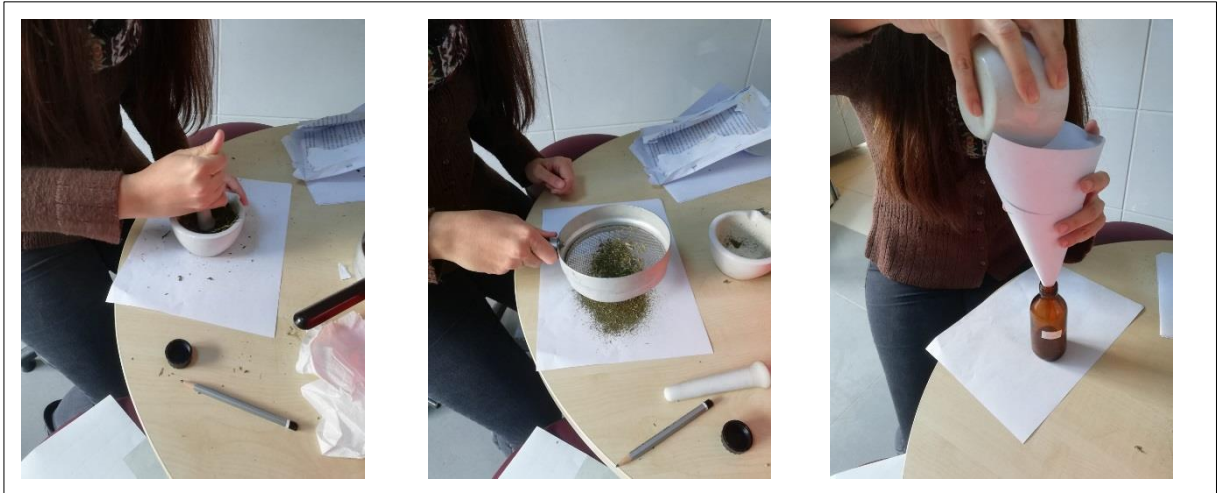
Yaprak Stoma Geçirgenliğinin Belirlenmesi ($mmol m^{-2}s^{-1}$): Hasat döneminde her parselde tesadüfi seçilmiş 4 bitkinin yapraklarında stomalarından gaz geçişi 11-14 saatleri arasında Decagon marka SC-1 model taşınabilir porometre (Şekil 3.15) kullanılarak kaydedilmiştir (Fischer ve ark. 1998, Pietragalla ve Pask 2012).



Şekil 3.15. Tuz stresi sonrası hasat döneminde yapraklardan gaz geçişi ölçümü

3.2.3.3 Kimyasal değişimlere ait analizler

Makro ve mikro besin elementleri tayini (% ve ppm): Hasat döneminde 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 (Şekil 3.16) (İbrikci ve ark. 1994). Analiz için kurutulmuş ve elenmiş yaprak örnekleri cam tüplere yerleştirilip kapakları kapatılmış ve bu yaprak numuleri makro-mikro besin elementi analizleri için Tekirdağ Ticaret Borsası Yaprak-Toprak Analiz Laboratuvarına gönderilmiş ve analizleri yaptırılmıştır.



Şekil 3.16. Hasat döneminde öğütülen yaprak örneklerinin 0,5 mm'lik elekten geçirilmesi ve analiz için hazır hale getirilmesi

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Morfolojik Değişimlere Ait Ölçümler

4.1.1 Yaprak hasar indeksi

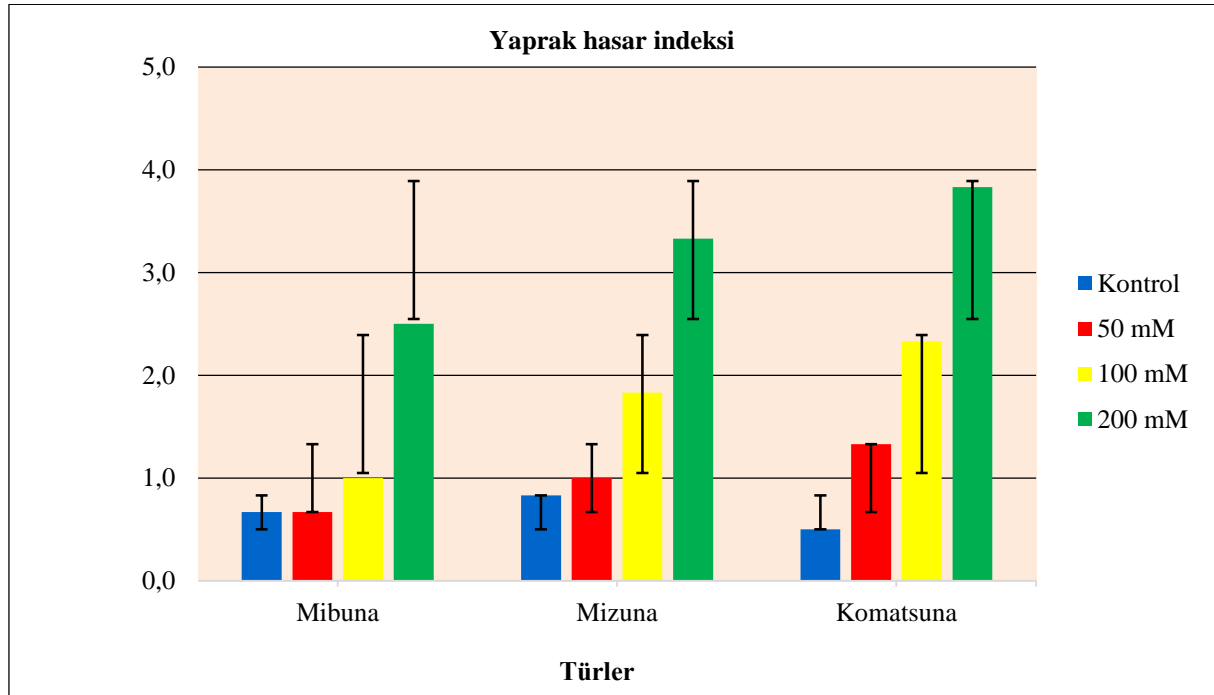
Denememizde bulunan mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz miktarlarının yaprak hasar indeksi üzerine etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak hasar indeksi ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Yaprak hasar indeksi	Mibuna	0,67 b	0,67 b	1,00 b	2,50 a	1,21
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		0,00	49,25	271,13	
	Mizuna	0,83 c	1,00 bc	1,83 b	3,33 a	1,75
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		20,48	120,48	301,20	
	Komatsuna	0,50 c	1,33 c	2,33 c	3,83 a	2,00
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		166,00	366,00	666,00	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 1,099802 LSD (%1)_{Mizuna}: 0,8721002 LSD (%1)_{Komatsuna}: 0,9762118



Şekil 4.1. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak hasar indeksi ortalamaları üzerine etkileri

Çizelge 4.1 incelendiğinde ele alınan faktör ve indisin %1 hata seviyesinde önemli olduğu bulunmuştur. Elde edilen verilerin istatistik hesaplamasında her tür kendi içerisinde değerlendirilmiştir

Denemede bitkilerin yapraklarında saptanan hasarın derecesi tuzluluk arttıkça bitkilerde hasarların da artmış olduğu yönündedir. Çizelge 4.1'den de görüldüğü üzere hasar indeksi ortalamaları 0,67-3,83 arasında değişmektedir.

Tuz uygulamaları yönünden Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'i incelediğimizde yapraklardaki zararın kontrol bitkilerinin yapraklarında en düşük düzeylerde olduğu (0,67- 0,83 -0,50) görülmüştür. Yapraklardaki zarar 200 mM'e kadar tuz uygulamalarının devam ettiği bitkilerin yapraklarında en fazla seviyelere (2,50 - 3,33 – 3,83) ulaşmıştır. Sonuç olarak daha fazla süre tuz uygulanan bitkilerde tuz uygulama miktarının artmasına bağlı olarak yapraklardaki hasarın da artmış olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1'e göre artan tuzluluk miktarının kontrol bitkilerine göre % değişimler incelendiğinde tuz stresinin artmasına bağlı olarak türlerin kontrol bitkilerine oranla yapraklardaki hasar miktarlarında artış meydana geldiği görülmüştür. Türler kendi içersinde değerlendirildiğinde bu değişim Mibunada 200 mM tuz uygulamasında yaprak hasar indeksi kontrole nazaran 2,7 kat artarken (%271,13) bu oran mizunada 3 kat (%301,20) komatsunada ise 6,6 kata kadar (%666) artmıştır. Buna göre kontrol gruplarında tuz miktarının en üst düzeye çıktığı 200 mM de en büyük yaprak hasarı komatsunada meydana gelirken bunu mizuna izlemiş en düşük zararlanma ise mibuna türüne ait bitkilerde meydana gelmiştir.

Hasegawa ve ark. (1986) tuz stresinin bitkilerin kaybedilmesine neden olabileceği gibi dayanıklılık durumlarına dayalı olarak da bitki gelişimine engel olduğunu, kloroz, nekrotik lekelerin meydana gelmesine neden olabildiklerini, verim ve kalitede azalmalara sebep olduğunu açıklamışlardır.

Daşgan ve ark. (2002)'nin domateste, Aktaş ve ark. (2002)'nin da biberde yaptıkları tuz stresinin incelenmesi çalışmalarında skala değerleri yönünden genotipler arasında önemli farklılıkların olduğu görülmüş ve diğer morfolojik ve fizyolojik parametreler yanında skala değerlendirmelerinin de önemli olduğu belirtilmiştir.

Kuşvuran ve ark. (2007b)'nin kavunda tuza dayanıklılık açısından genotipler düzeyinde farklılığın tespiti için yapmış oldukları çalışmalarında skala değerlerinin tuza toleransın saptanmasında etkili bir değişken olarak kullanılabileceğini belirtmektedirler.

Kuşvuran (2010)'ın kavunda yapmış olduğu bir çalışmada stres sonucunda, genotiplerin tuz ve kurak koşullarda gösterdiği tepkilerin derecesinin birbirinden farklı olduklarını genelinde kuraklık stresinin tuz stresine kıyasla görsel bakımdan daha çok etkili olduğunu saptamıştır.

Kuşvuran ve ark. (2007a)'nın bamyada yapmış oldukları kuraklık tarama denemesinde skala değerleri yönünden genotiplerin farklılıklar gösterdiği ve farklı puanlamalarının olduğu, tuz stresinde olduğu gibi skala değerlerinin morfolojik ve fizyolojik parametreler ile birlikte önemli olduğu ifade edilmiştir.

Tuz uygulamalarının etkileri yönünden ortalamalara baktığımızda, 0 mM (kontrol grubu) uygulamalarından 200 mM NaCl uygulamalarına doğru gidildikçe yapraklardaki zararın artmış olduğu gözlemlenmiştir. Kontrolde bitkilerin yapraklarında daha az tuz stresi olduğu (0,67 - 0,83 -0,50) gözlenirken, 200 mM NaCl uygulaması sonucunda yapraklarda zararın en üst düzeylere çıkmış olduğu (Çizelge 4.1) ve yapraklarda %50-75 düzeyinde nekrozların ve kayıpların oluştuğu görülmüştür. Ekmekçi ve ark. (2005), Deveci ve Uyan (2011) da yapmış oldukları çalışmalarında stres altındaki bitkilerin hasar indeksi incelemelerinde denememizden elde ettiğimiz sonuçlara benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

4.1.2 Yaprak sayısı (adet)

Hasat zamanında mibuna, mizuna ve komatsuna Japon yeşilliklerinin ortalama yaprak sayısı değişimi Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2'de gösterildiği gibidir.

Yaprak sayıları ele alındığında mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin oluşturduğu farklılıklar %1 hata düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Yaprak sayısı ortalamaları Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi mibuna'da 7,33-12,00 adet arasında, mizuna'da 4,67-10,00 adet ve komatsuna'da 6,33-21,67 adet arasında değişmektedir.

Tuz uygulamalarının ele alınan 3 farklı tür üzerine ayrı ayrı etkilerine ait ortalamalar Çizelge 4.2'de incelendiğinde, her 3 türde de hiç tuz uygulaması yapılmayan kontrol parsellerinden 200 mM NaCl uygulama parsellerine doğru gidildikçe yaprak sayısında azalma olduğu görülmüştür. Yani tuz oranlarının artışına paralel şekilde yaprak sayıları azalmıştır.

Çizelge 4.2. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak sayısı (adet) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

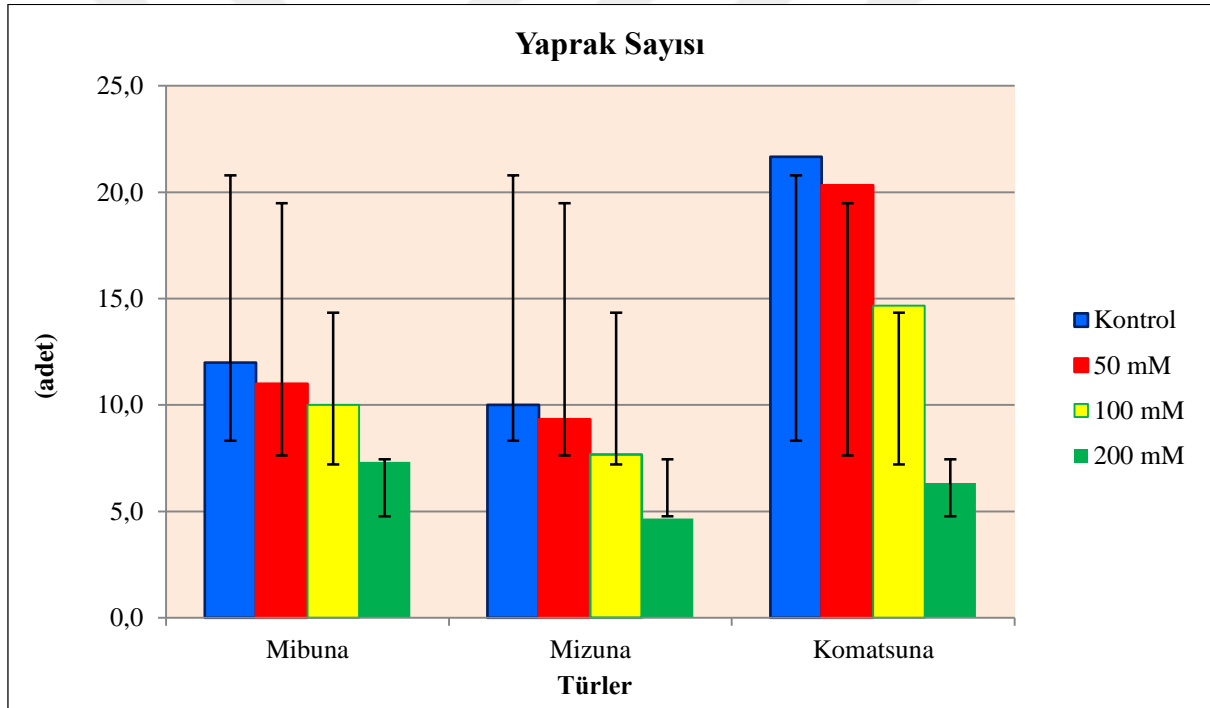
Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Yaprak Sayısı (adet)	Mibuna	12,00 a	11,00 b	10,00 c	7,33 d	10,083
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-8,33	-16,67	-38,89	
	Mizuna	10,00 a	9,33 a	7,67 b	4,67 c	7,917
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-6,70	-23,30	-53,30	
	Komatsuna	21,67 a	20,33 a	14,67 b	6,33 c	15,750
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-6,18	-32,30	-70,79	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 0,872

LSD (%1)_{Mizuna}: 1,129

LSD (%1)_{Komatsuna}: 1,252



Şekil 4.2. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak sayısı (adet) ortalamaları üzerine etkileri

Türler kendi içinde ayrı ayrı değerlendirildiğinde mibunada bu değişim tuz artışına paralel olarak kontroldeki yaprak sayısına nazaran %38,89 azalma meydana geldiği gözlenirken, yine kontrol durumlarına göre bu oran mizunda %53,30 olurken, komatsunada %70,79'luk azalma meydana gelmiştir. Yaprak sayısı bakımından tuz stresi durumunda en fazla tepkiyi komatsunanın en az tepkiyi ise mibuna türüne ait bitkilerin gösterdiği anlaşılmaktadır.

Fasulye bitkisinde su stresi ve kuraklık çalışmalarında bazı araştırmacıların değişik çeşitler ile yapmış olduğu incelemelerinde kısa zamanlı kuraklığın dahi fasulye bitkisinde tane verimi ve de kaliteyi olumsuz yönde azalttığı belirlenmiştir (Miller ve Burke 1983, Ramirez-Vallejo ve Kelly 1998, şehirali ve ark. 2005, Gençoğlan ve ark. 2006, Madakbaş ve ark. 2006, Doğan 2006, Albayati 2018).

Önceki çalışmalarda da farklı türde sebzelere tuz uygulamanın artmasına bağlı olarak yaprak sayısının da azaldığı ve tuzun yaprak sayısını olumsuz etkilediği bu durumun bitkilerde tuz stresine neden olduğu sonucuna varılmıştır (Dadkhah ve Grrifiths 2006, Yokaş ve Tuna 2006, Kuşvuran 2010, şen 2008, Uysal 2007, Kalyoncu 2013, Kaya ve Daşgan 2013, Deveci ve Bora 2016, Deveci ve Tuğcu 2017).

Denemede tuz stresine bağlı olarak yaprak sayısında azalma oluşmasını, farklı türlerde çalışan Kuşvuran ve ark. (2008a) ile Küçükkömürcü (2011), tuz ve kuraklık stresinde olan bitkilerde, yaprak sayısını da azalma olduğu şeklinde açıklamışlardır.

Mannan ve ark. (2002) marulda yapmış oldukları çalışmalarda sulama sıklıklarının bitki boyu, yaprak sayıları, baş ağırlıkları, baş büyüklükleri, kuru madde üretimleri, yaprak alanları ve verimlerine ciddi oranda etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Bitki büyümesinde ve gelişiminde mühim bir etken olan suyun eksikliği ve tuzluluk durumlarında oluşan su stresi toplam yaprak sayısı, yaprak alanı ve yaprak ağırlığını ciddi miktarda azaltmaktadır.

Tuzluluk anında meydana gelen bitki köklerinin toprakta bulunan suyu kullanamadığı için oluşan su stresinden dolayı tüm bitkisel gelişimin yavaşladığı hatta durabildiği ve özellikle yaprak sayısında meydana gelen azalmalar ile fotosentez oranlarının düştüğü birçok araştırıcı tarafından bildirilmiştir (Öztürk 1991, Smesrud ve ark. 1997, Boutraa ve Sanders 2001, Kazlı 2005).

Yukarıda belirtildiği üzere yapılmış olan çalışmalarda da tuzluluğun artması ile oluşan su stresi sonucunda yaprak sayısının azaldığı görülmüştür.

4.1.3 Yaprak ağırlığı (g)

Farklı tuz konsantrasyonlarının uygulandığı mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin ortalama tek yaprak ağırlıklarına ait değişimler Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3'te gösterildiği gibidir.

Tek yaprak ağırlığına ait ortalamalarının yer aldığı çizelge 4.3'te ele alınan tuz uygulamasının oluşturduğu farklılıkların mibuna, mizuna ve komatsuna bitkileri için %1 hata düzeyinde istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

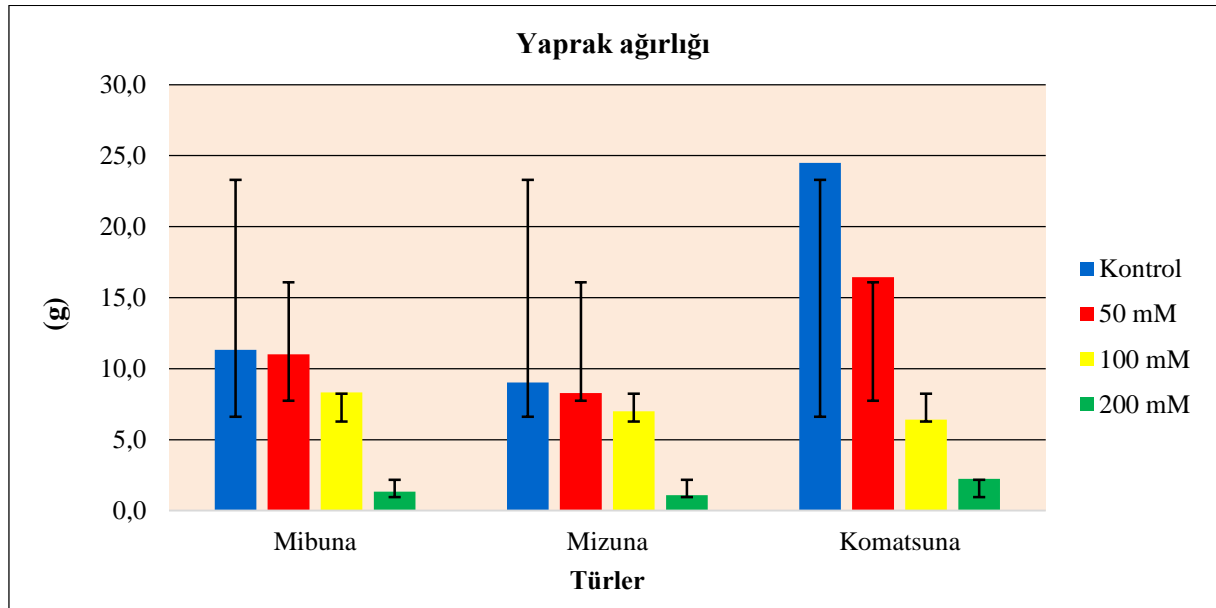
Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Yaprak ağırlığı (g)	Mibuna	11,33 a	11,00 a	8,33 b	1,33 c	8,00
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-2,91	-26,48	-88,26	
	Mizuna	9,03 a	8,28 b	7,00 c	1,09 d	6,32
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-8,33	-22,47	-87,93	
	Komatsuna	24,50 a	16,45 b	6,42 c	2,24 d	12,41
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-32,87	-73,78	-90,85	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)Mibuna: 1,463

LSD (%1)Mizuna: 0,582

LSD (%1)Komatsuna: 2,930



Şekil 4.3. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak ağırlığı (g) ortalamaları üzerine etkileri

Tek yaprak ağırlığı ortalamaları Çizelge 4.3'te görüldüğü gibi mibuna'da 1,33-11,33 gram arasında, mizuna'da 1,09-9,03 gram ve komatsuna'da 2,24-24,50 gram arasında değişmektedir.

Çizelge 4.3 incelendiğinde, her 3 türde de hiç tuz uygulanmamış olan kontrol parsellerinden 200 mM NaCl uygulamasına doğru gidildikçe yaprak ağırlığında azalma olduğu görülmektedir. Buradan anlaşıldığı üzere tuz miktarlarının artışıyla birlikte yaprak ağırlıkları da azalmıştır.

Denemede ele aldığımız 3 türü yaprak ağırlığı bakımından kıyaslayacak olursak kontrole nazaran artan tuzluluk oranı komatsuna türüne ait bitki yaprak ağırlığını %90,85 azaltarak en yüksek sonucu verirken bunu %87,93 azalma ile mibuna izlemiş çok yakın bir yüzdeyle de mizuna (%87,93) en düşük azalmayı göstermiştir.

Benzer şekilde Yurtseven ve ark. (1996)'ın biberde yapmış olduğu bir çalışmada yaprak ağırlıklarının tuz stresinden olumsuz etkilendiği belirtilmiştir.

Hümk asitin tuz stresi altında yetişen maş fasülyesi gelişimine ve iyon alımına etkisi üzerine yapılan çalışmada, yaprak yaş ağırlığının tuz stresinin artmasına bağlı olarak azaldığı görülmüştür (Kalyoncu 2013).

Üç hıyar (*Cucumis sativus* L.) çeşidinin tuzluluğa karşı fizyolojik ve antioksidant tepkileri üzerine yapılmış olan bir çalışmada tuzun çeşitler üzerinde yaprak ağırlığını azaltan etkisi tespit edilmiştir (Furtana ve Tıprıdamaz 2010).

Bu çalışmalara paralel denememizdeki bitkilerin yaprak ağırlıklarının tuz stresinin artmasıyla azaldığı görülmüştür.

4.1.4 Yaprak kalınlığı (mm)

Araştırmada ele aldığımız mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak kalınlığı üzerine etkileri Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4'te gösterildiği gibidir.

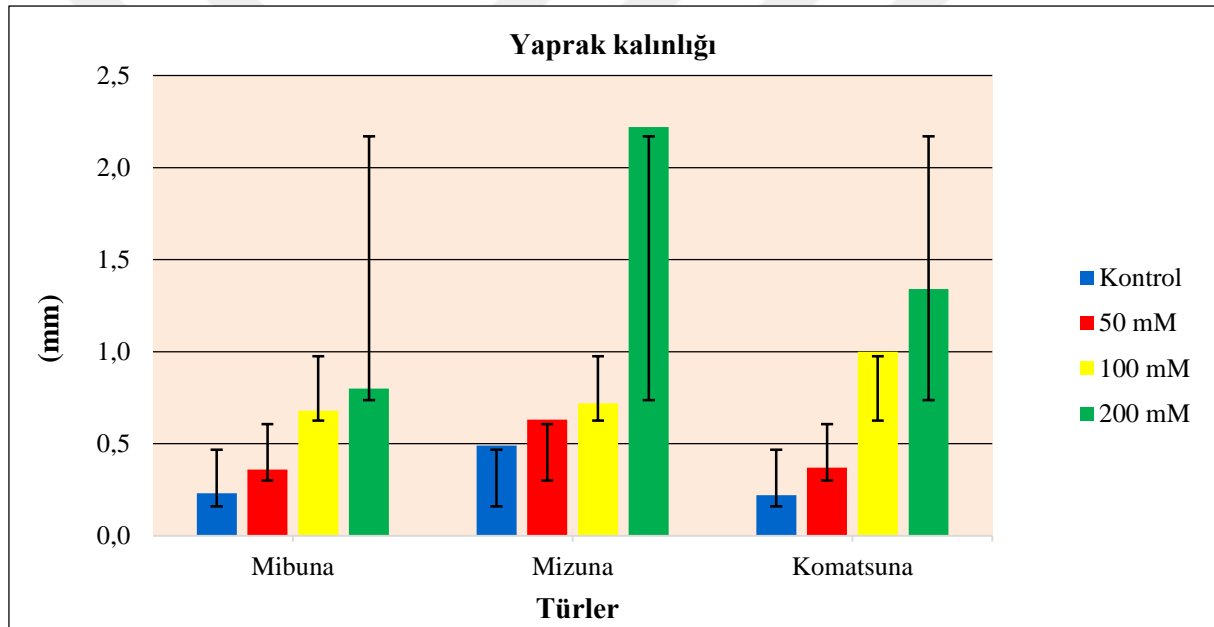
Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine ait ortalamalar incelendiğinde yaprak kalınlığı açısından farklı tuz konstantrasyonlarının ortalamalarının istatistiksel açıdan %1 önem seviyesi içinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.4. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak kalınlığı (mm) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Yaprak kalınlığı (mm)	Mibuna	0,23 d	0,36 c	0,68 b	0,80 a	0,518
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		57,83	195,65	247,83	
	Mizuna	0,49 c	0,63 b	0,72 b	2,22 a	1,033
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		9,80	47,55	353,67	
	Komatsuna	0,22 d	0,37 c	1,00 b	1,34 a	0,733
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		69,54	354,54	509,09	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna} 3,027104 LSD (%1)_{Mizuna} 3,027104 LSD (%1)_{Komatsuna} 3,027104



Şekil 4.4. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak kalınlığı (mm) ortalamaları üzerine etkileri

Çizelge 4.'te görüldüğü üzere yaprak kalınlığı ortalamaları her üç tür için de hiç tuz verilmeyen kontrol bitkilerinden 200 mM NaCl uygulanan bitkilere doğru gidildikçe artmaktadır. Yani artan tuz miktarı türlerin yaprak kalınlıklarında artışa sebep olmuştur.

Tuz uygulamaları bakımından incelediğimizde hiç tuz uygulanmayan kontrol bitkilerini hariç tutarsak mibuna için en düşük yaprak kalınlığının 50 mM tuz uygulamasında (0,36 mm), en yüksek yaprak kalınlığının 200 Mm tuz uygulamasında (0,80 mm), mizuna için en düşük yaprak kalınlığının 50 mM (0,63 mm) tuz uygulamasında, en yüksek kalınlığın da 200 mM

(2,22 mm) ve komatsuna için en düşük yaprak kalınlığının 50 mM tuz uygulamasında (0,37 mm), en yüksek yaprak kalınlığının 200 mM tuz uygulamasında (1,34 mm) oldukları görülmektedir.

Yaprak kalınlıklarının tuz stresine maruz kalmasıyla meydana gelen kalınlaşmada türler kendi içlerinde incelendiğinde; kontrol bitkilerine nazaran komatsunada yaklaşık 5 kat artış (%509,09) meydana gelmiştir. Bu oran mizunada 3,5 kat (%353,67), mibunada yaklaşık 2,5 kat (%247,83) şekline meydana gelmiştir.

Munns ve Termaat (1986)'ın yaptığı bir açıklamaya göre bitkiler, büyüme ve gelişme evresinde aldıkları tuzun çeşidine ve derecesine bağlı olarak tuzluluk stresinden farklı şekillerde etkilenebilmektedirler.

Eryılmaz Açıkgöz ve ark. (2015)'in komatsuna bitkisinde yapmış oldukları bir çalışmalarında ortalama yaprak kalınlığını 0,529 mm olarak tespit etmişlerdir.

Hastürk Şahin ve ark. (2016), yapmış oldukları bir çalışmada mibuna da yaprak kalınlığını ortalama 0,531mm olarak, mizunada ise ortalama 0,30 mm olarak ölçülmüştür.

Ünlükara ve ark. (2006)'a göre, tuzluluk belli bir seviyeden sonra verimin azalmasına sebep olmakta ve iyi idare edilemediği zaman sürdürülebilir tarıma engel olmaktadır. Yapılmış olan araştırmalar değişik çevre koşullarında bitkilerin tuzluluk karşısında göstermiş oldukları reaksiyonların da farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Biberde yapılan bir çalışmada farklı su streslerinin oluşturduğu fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişiklikler incelemiştir. Bu çalışmada yaprak kalınlıkları (mm) belirlemiştir. Su kısıtlanması ile meydana getirilen yapay kuraklık stresinin Jalapeno biber çeşidinde ölçülen bu kriterleri olumsuz yönde etkilemiş olduğu anlaşılmıştır (Pıtır 2015).

Araştırmacıların yapmış olduğu çalışmalarında elde ettiğimiz tuzluluk stresi sonrasında oluşan su stresini benzer şekilde desteklediği görülmüştür.

4.1.5 Yaprak alanı (cm²)

Denemede ele aldığımız mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin hasat döneminde 2 cm'den büyük bütün yapraklarının tarayıcıdan geçirilerek uygun program ile bulunan yaprak alanı değerleri Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5'te verilmiştir.

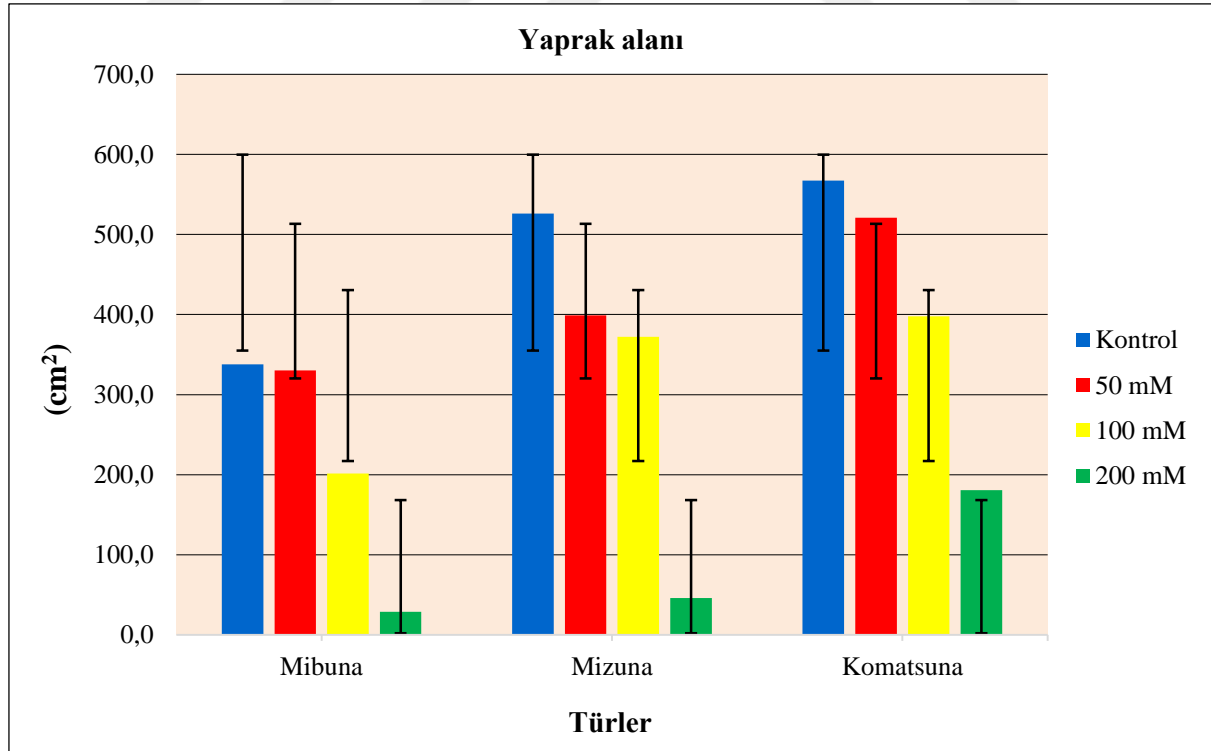
Yaprak alanı bakımından incelediğimizde Çizelge 4.5'te yer alan değerlerin tüm türlerde ortalamalar arasındaki farklılıkların %1 seviyesinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak alanı (cm²) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Yaprak alanı (cm ²)	Mibuna	337,97 a	330,29 a	201,68 b	29,01 c	224,74
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-2,27	-40,33	-91,41	
	Mizuna	526,02 a	398,89 b	372,28 c	46,26 d	335,86
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-24,17	-29,23	-91,21	
	Komatsuna	567,33 a	520,78 b	397,771 c	180,85 d	416,67
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-8,20	-29,89	-68,12	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna} 8,456951 LSD (%1)_{Mizuna} 4,507235 LSD (%1)_{Komatsuna} 6,512848



Şekil 4.5. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak alanı (cm²) ortalamaları üzerine etkileri

Deneme sonucunda mibuna için yaprak alanı ortalamaları 29,01-337,97 cm² arasında, mizuna için yaprak alanı ortalamaları 46,26-526,02 cm² arasında, komatsuna için yaprak alanı ortalamaları 180,85-567,33 cm² arasında değişim gösterdiği görülmektedir.

Uygulanan tuz miktarları incelendiğinde denemede ele aldığımız her üç tür içinde tuz uygulanmayan kontrol bitkilerinden 200 mM tuz uygulanan bitkilere doğru ilerledikçe yaprak alanı bakımından azalma olmuştur. Bu azalmaların kontrol bitkilerine göre yüzdesel değişimleri incelendiğinde artan tuz miktarı sonucunda en fazla yaprak alanı azalması yaklaşık %91 ile mibuna ve mizunada meydana gelmiştir. En az değişim ise komatsuna bitki yapraklarında (%68,12) tespit edilmiştir. Yaprak alanı bakımından tuzluluğa komatsuna türü yapraklarının daha dayanıklı olduğu söylenebilir.

Eryılmaz Açıkgöz ve ark. (2015) yapmış oldukları komatsuna (*Brassica rapa* L. var. *perviridis*) bitkisine ait bazı fiziko-mekanik ve yapısal özelliklerin belirlenmesi isimli çalışmalarında komatsuna bitkisinde ortalama yaprak alanının 224,358 cm² olduğunu saptamışlardır. Araştırmamızda aynı türde bu değer ortalama 567,33 cm² dir.

Hastürk Şahin ve ark. (2016)'nın yapmış olduğu bir çalışmada ise mibuna bitkisinin yaprak alanı ortalama 67,92 cm², mizuna bitkisinin yaprak alanı ise ortalama 94,22 cm² olarak ölçülmüştür. Araştırmacıların elde ettiği sonuçların çalışmamızdakinden farklı olması kullanılan çeşit ve yetiştirme ortamlarının farklılık göstermesi nedeniyle olabilir.

Pugnaire ve ark. (1994) hücre büyümesinin olumsuz etkilenmesi, bitkide fotosentez ürünlerinin azalmasına ve dolayısıyla yaprak alanını da azalışına neden olduğunu belirtmişlerdir.

Kuşvuran (2010)'ın kavun üzerine yapmış olduğu bir çalışmada genotiplerin tuz ve kuraklık stresi altında yaprak alanında azalma meydana geldiğini rapor etmiştir.

Hibrit biber çeşitleri üzerine yapılan bir tuzluluk çalışmasında farklı miktarlarda tuz uygulanmıştır. Uygulanan tuzun miktarı arttıkça yaprak alanında azalma görülmüştür (Chartzoulakis ve Klapaki 2000).

Tuz stresindeki bitkiler, stomalarını kapatarak yaprak alanlarının da azalması ile transpirasyonu düşürüp su kaybının önüne geçmeye çalışmaktadır. Fakat yaprak alanının azalması ile birim alandaki CO₂ fiksasyonu da azalır. Bu süre içinde respirasyon artar, bu da birim yaprak yüzey alanına karşılık gelen günlük CO₂ asimilasyonunun azalmasına neden olur. (Karanlık 2001, Yaşar 2003).

Arpacı (2003) bir çalışmasında, su stresinin kavunda; toplam verime, meyve ağırlığına, bitki başına meyve sayısına, meyve eti ağırlığına, meyve enine vb. verim kriterlerinin yanında kök kuru ağırlığına, gövde kuru ağırlığına, yan dal sayısına, boğum arası uzunluğuna, yaprak alanına, yaprak sayısına olumsuz etkisinin olduğunu tespit etmiştir.

Ashraf ve Iram (2005) kuraklık stresinden kaynaklı olarak yaprak alanlarında azalmaların meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Kuraklık stresine dayalı olarak bitki büyümesinde, yaş ve kuru ağırlıkların, yaprak alanlarının azalması birçok çalışmada ortaya konmuştur (Anyia ve Herzog 2004, Clavel ve ark. 2005, Mnasri ve ark. 2007).

Yıldırım (2012), sera koşullarında yapmış olduğu çalışmada biber bitkisinin su stresi indeksi ile verim ilişkisinin belirlenmesini ele almıştır. Çalışmada kısıtlanmış su uygulaması ile yaprak alan indeksinin en az, kontrol (%100) uygulamasındaysa en fazla olduğunu saptanmıştır.

Yukarıda belirtilen abiyotik stresin neden olduğu diğer çalışmalarda olduğu gibi bizim çalışmamızda da artan tuzluluğun yaprak alanını azalttığı tespit edilmiştir.

4.1.6 Bitki boyu (mm)

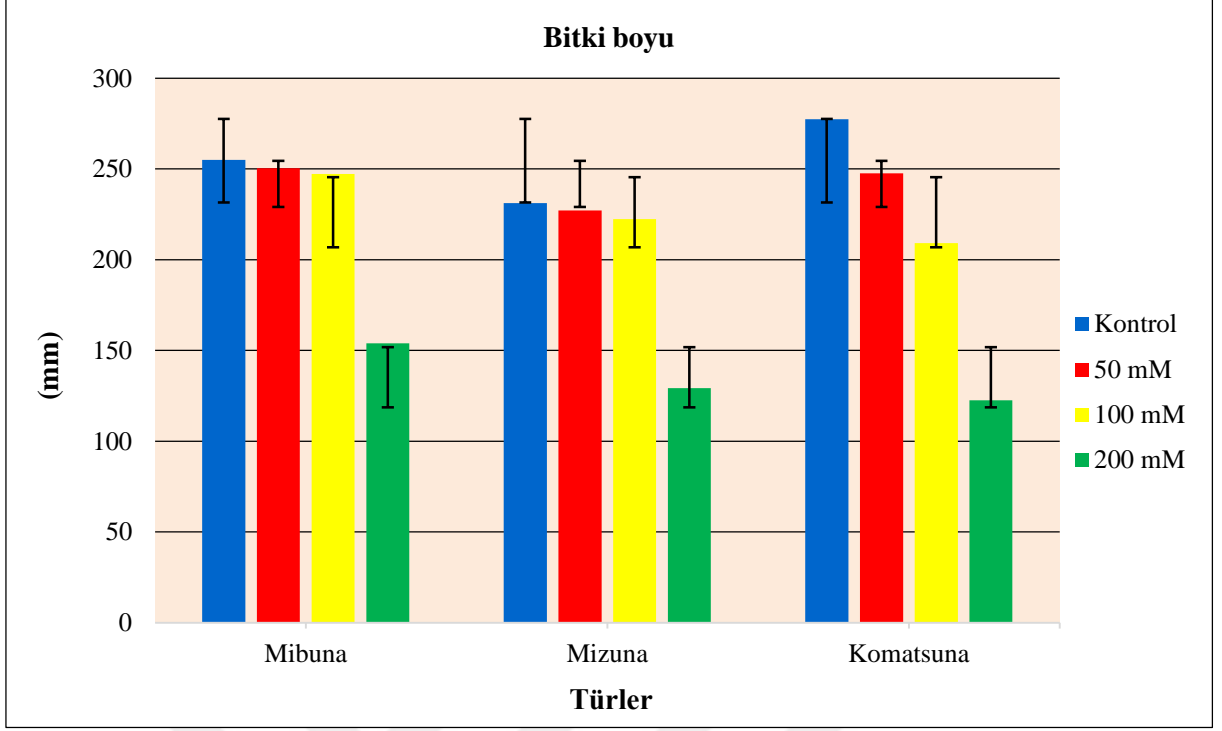
Kontrollü koşullar altında iklim odasında yetiştirilen mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine sulama suyu ile birlikte verilen farklı tuz konsantrasyonlarının bitki boylarında meydana getirdiği değişimlere ait ortalamalar Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin bitki boyu (mm) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Bitki boyu (mm)	Mibuna	255,10 a	250,51 b	247,18 c	153,99 d	226,69
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-1,8	-3,10	-39,63	
	Mizuna	231,24 a	227,15 b	222,39 c	129,32 d	202,52
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-1,77	-3,82	-44,08	
Bitki boyu (mm)	Komatsuna	277,34 a	247,65 b	209,12 c	122,51 d	214,16
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-10,70	-24,59	-55,82	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna} 2,16602 LSD (%1)_{Mizuna} 3,423439 LSD (%1)_{Komatsuna} 2,203765



Şekil 4.6. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin bitki boyu (mm) ortalamaları üzerine etkileri

İncelenen tüm türlere uygulanan kontrol, 50 mM, 100 mM ve 200 mM tuzlulukların bitki boylarına olan etkilerinin istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

Farklı miktarlardaki tuz uygulamalarının etkisiyle tuz miktarının artışına paralel olarak bitki boylarının tüm türlerde azaldığı görülmektedir. Tuz uygulamalarının türler üzerine etkileri ayrı ayrı incelendiğinde hiç tuz uygulaması yapılmayan kontrol uygulamalarına göre en yüksek bitki boyu azalması %55,82 ile komatsuna bitkilerinde meydana gelmiştir. Bu oranlar mizunada %44,08, mibunada %39,63 olarak belirlenmiştir.

Süyüm (2011)'e göre strese maruz kalan bitkilerin savunma mekanizmaları çalışmakta ve fotosentez hızı buna bağlı olarak düşmektedir. NaCl konsantrasyonunun toksik etkisi ve besin elementlerinin alımındaki antagonistik etkilerden dolayı bitki boyunun azalmaktadır.

Bitkilerde tuzluluk, kuraklık gibi streslerden sonra su potansiyeli azalmakta ve bitki hücrelerindeki ozmotik potansiyel de düşmektedir. Bunun yanında hücre bölünmesi veya uzaması azalmaktadır. Genel olarak stres altındaki bitkilerde stomalar kapanır ve fotosentez azalır. Bu stres koşullarının sürmesi durumunda bitki büyümesi tamamiyle durabilmektedir (Ashraf 1994).

Araştırmacılar tuz stresi sonucunda oluşan su stresi ile boğum aralarının kısılmasının yanında bitki boyunu da kısalttığını bitkinin boyunda ciddi azalmaların oluştuğunu belirtmişlerdir (Ike 1986, Scopel ve ark. 1992, Costa ve ark. 2002, Yin ve ark. 2005, Çelik 2014).

Bu denemede bitkilere uygulanan tuz stresine bağlı olarak yapraklardaki klorofil azalmıştır. Bununla birlikte fotosentez hızı azalmıştır. Bitki boylarındaki azalmaların tuzluluk stresinden kaynaklandığı görüşüne varılmıştır.

Yapmış olduğumuz bu çalışmada bitki boyu değerlerinin diğer araştırmacıların buldukları sonuçlarla uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

4.1.7 Kök derinliği (mm)

Farklı tuz uygulamalarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinde meydana getirdiği kök derinlikleri Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7’de verilmiştir.

Ele alınan tüm verilerin LSD testine göre %1 önem seviyesinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7’den de görüldüğü gibi kök derinliğine ait ortalamalar incelenen türlerde tuz oranındaki artışa bağlı olarak azalma göstermiştir.

Tuz oranlarına ait ana etki incelendiğinde mibuna bitkisinde 200 mM tuz konsantrasyonunda en düşük seviyede olan kök derinliği (215,30 mm) ve hiç tuz uygulanmayan kontrol bitkilerinde en yüksek kök derinliği seviyesine (295,71 mm) ulaştığı görülmüştür. Mizuna bitkisinde de 200 mM tuz uygulamasında en düşük seviyede olan kök derinliği (113,66 mm), tuz uygulanmayan kontrol bitkilerinde en yüksek kök derinliğine (283,98 mm) ulaşmıştır. Benzer şekilde komatsuna bitkisinde de 200 mM tuz uygulandığında en düşük seviyede olan kök derinliği (108,32 mm), tuz uygulamasının olmadığı kontrol parselinde en yüksek kök derinliği seviyesine (304,77 mm) ulaşmaktadır. Tüm bu verilerden anlaşılacağı üzere kök derinliği tuz miktarının düşmesine paralel şekilde artmıştır.

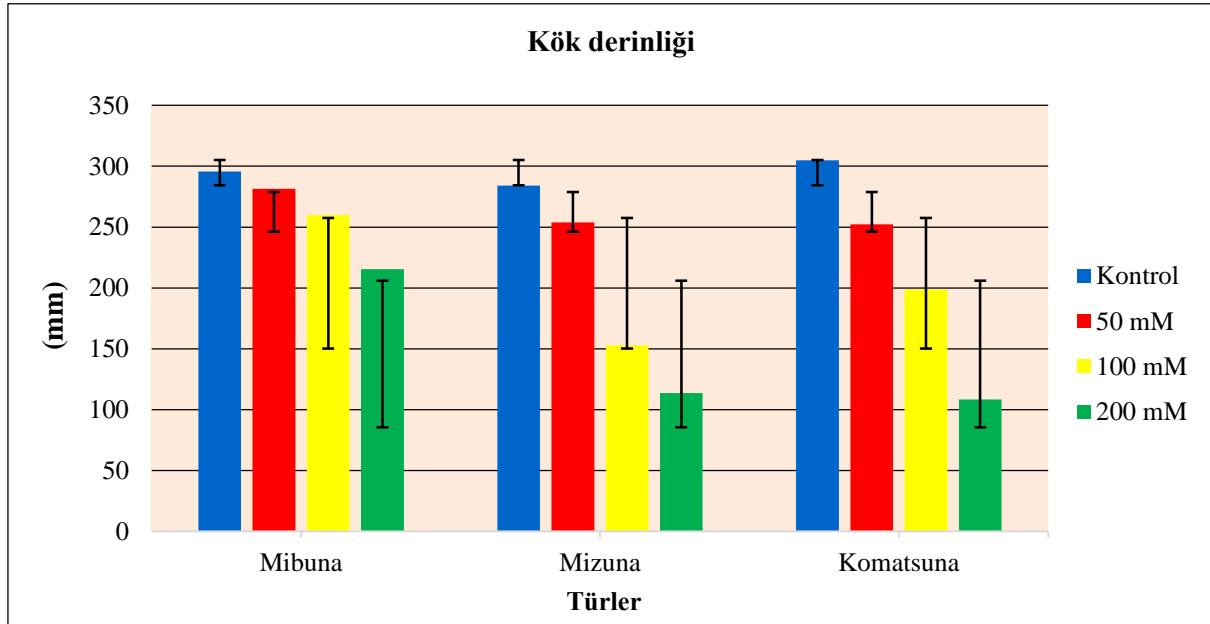
Tuz stresinin türlerin kök derinliğine etkileri açısından sonuçlar incelendiğinde; tuz stresinden en az etkilenen tür mibuna olurken (-%27,19), en fazla etkilenen tür ise komatsuna bitki kökleri olmuştur (-%64,45).

Çizelge 4.7. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin kök derinliği (mm) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Kök derinliği (mm)	Mibuna	295,71 a	281,38 b	259,87 c	215,30 d	263,07
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-4,85	-12,12	-27,19	
	Mizuna	283,98 a	253,79 b	152,92 c	113,66 d	201,09
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-10,63	-46,15	-59,98	
	Komatsuna	304,77 a	252,34 ab	198,67 b	108,32 c	216,02
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-17,20	-34,81	-64,45	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna} 7,027838 LSD (%1)_{Mizuna} 8,736552 LSD (%1)_{Komatsuna} 86,3394



Şekil 4.7. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin kök derinliği (mm) ortalamaları üzerine etkileri

Akıncı ve Akıncı (2000), farklı patlıcan çeşitlerinde farklı tuzluluk (0, 50, 100 ve 150 mM NaCl) seviyelerinin çimlenme üzerine etkisini incelemiştir. Araştırmada tuz miktarının artması ile çimlenme oranı ve süresi, bitkinin yaş ağırlığı, oransal büyüme hızları, sürgünler ve kök boylarının azaldığı görülmüştür.

Güzel (2006)'nin iki farklı domates türünde de (*L. esculentum* ve *L. chilense*) yapmış olduğu araştırmanın sonucunda ulaşılan verilere göre kuraklık stresiyle kök ve gövde uzunluklarının azaldığı saptanmıştır.

Keser ve ark. (2009)'ın domates üzerinde yapmış olduğu bir çalışmada tuz stresinin, kök gelişimini toksik etkiden dolayı azalttığını öne sürmüşlerdir.

Kurak bölgelerde fazlaşan sıcaklık ve düşen yağışın tesiri sonucunda tuz yıkanamayarak toprağın üst kısmında toplanmaktadır. Bu da bitkilerin kök gelişiminin kısıtlanmasına, bitkilerde abiyotik stresin meydana gelmesinin nedenini oluşturmaktadır (Dölerslan ve Gül 2012).

Aktaş ve Kılıç (2013), soya filizi (*Glycine max* L.) üretimi üzerine tuzun etkilerini incelemişlerdir. Tuzlulukla birlikte sürgün-kök uzunluğunda ve sürgün-kök taze ağırlığında azalmaların meydana geldiği tespit edilmiştir.

Kök derinliği üzerine araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlar farklı türlerde çalışan diğer araştırmacıların sonuçlarına benzer şekilde tuz stresi uygulanan bitkilerin, uygulanmayan bitkilere oranla kök derinliğinin azaldığı şeklinde görülmektedir.

4.1.8 Yaprak yaş ağırlığı (g)

Çalışmada ele alınan mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz uygulamalarının yaprak yaş ağırlığı ortalamalarına etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 4.8 ve Şekil 4.8'te gösterilmiştir.

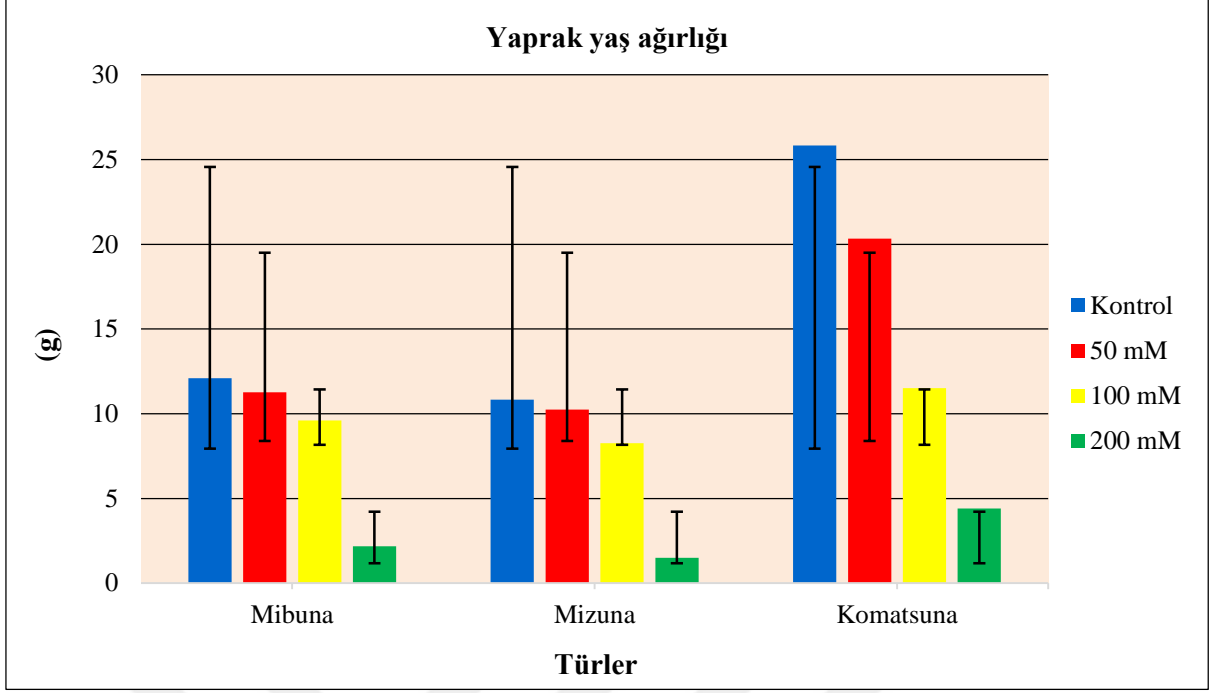
Çizelge 4.8'e göre türler kendi içerisinde ayrı ayrı incelendiğinde ele alınan tuz uygulamalarının istatistiki olarak % 1 hata seviyesinde önemli oldukları bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak yaş ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Yaprak yaş ağırlığı (g)	Mibuna	12,10 a	11,27 a	9,61 b	2,18 c	8,794
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-6,87	--20,62	-81,93	
	Mizuna	10,83 a	10,24 a	8,26 b	1,50 c	7,710
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-5,48	-23,74	-86,14	
	Komatsuna	25,83 a	20,34 b	11,51 c	3,41 d	15,525
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-21,24	-55,43	-86,80	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 0,9620288 LSD (%1)_{Mizuna}: 0,8399872 LSD (%1)_{Komatsuna}: 2,110306



Şekil 4.8. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak yaş ağırlığı (g) ortalamaları üzerine etkileri

Bitkilere 200 mM'e kadar yapılan tuz uygulamalarının sonucunda yaş yaprak ağırlığı ortalamalarında en fazla yaprak ağırlığı kontrol gruplarında görülürken, bunu 50 mM grubu izlemekte, en az yaprak yaş ağırlığı ortalamalarının da 200 mM gruplarında olduğu görülmüştür.

Yaprak yaş ağırlığına tuzun etkisi incelendiğinde tuz miktarı yükseldikçe yaprak ağırlığının düştüğü, tuz miktarının düşmesiyle yaprak ağırlığının yükseldiği görülmüştür.

Tuz stresinin yaprak yaş ağırlığı üzerine etkileri bakımından sıralamada kontrol bitkilerine nazaran en yüksek ağırlık azalması %86,80 ile komatsunada meydana gelirken en az azalma %81,93 ile mibuna türüne ait bitki yapraklarında meydana gelmiştir.

Yurtseven ve ark. (1996)'ın yapmış oldukları bir çalışmada toplam yaprak ağırlıklarının tuz uygulamasından olumsuz şekilde etkilendiklerini belirtmişlerdir.

Akıncı ve Akıncı (2000), bazı patlıcan çeşitlerinin (*Solanum melongena* L. Kemer, Pala ve Aydın Siyahı) farklı tuzluluk (0, 50, 100 ve 150 mM NaCl) seviyelerine çimlenme safhasındaki reaksiyonlarını incelemişlerdir. Araştırmalarında tuzun miktarı arttıkça bitkinin yaş ağırlığının azaldığını tespit etmişlerdir.

Kuraklık stresinin bitki gelişiminde, yaş ve kuru ağırlıklarında azalmaların olduğu bir çok çalışmada belirtilmektedir (Anyia ve Herzog 2004, Clavel ve ark. 2005, Mnasri ve ark.

2007). Denememizde yukarıda belirtilen çalışmalardaki sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir.

4.1.9 Yaprak kuru ağırlığı (g)

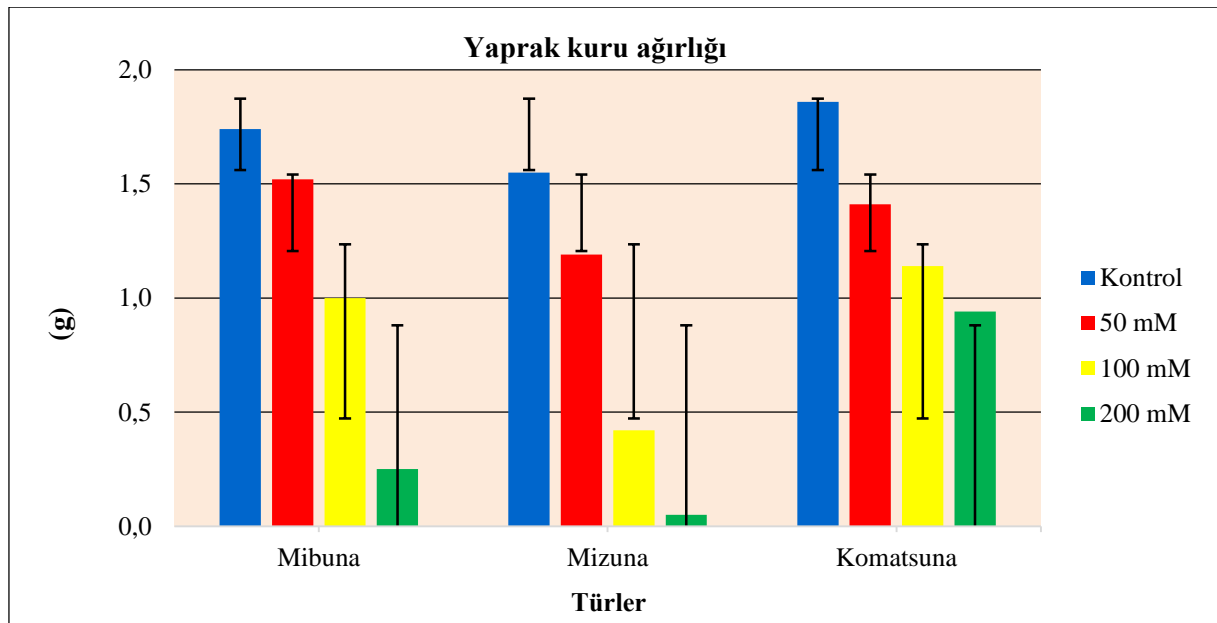
Denemede incelediğimiz mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanmış olan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak kuru ağırlığı ortalamalarına etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Mibuna, bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak kuru ağırlığı (g) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Yaprak kuru ağırlığı (g)	Mibuna	1,74 a	1,52 b	1,00 c	0,25 d	1,134
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-12,99	-42,33	-85,30	
Yaprak kuru ağırlığı (g)	Mizuna	1,55 a	1,19 b	0,42 c	0,05 d	0,806
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-22,99	-72,57	-96,78	
Yaprak kuru ağırlığı (g)	Komatsuna	1,86 a	1,41 b	1,14 c	0,55 d	1,342
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-23,95	-38,34	-70,46	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 9,572544 LSD (%1)_{Mizuna}: 3,293345 LSD (%1)_{Komatsuna}: 0,1658013



Şekil 4.9. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak kuru ağırlığı (g) ortalamaları üzerine etkileri

En yüksek yaprak kuru ağırlığı kontrol gruplarında bulunurken, en düşük yaprak kuru ağırlığı ortalamalarının ise 200 mM NaCl tuzu uygulanmış gruplarda yer aldığı görülmüştür. Tuz stresi miktarının artışına paralel olarak yaprak kuru ağırlığı azalmıştır.

Denemede ele alınan türlerin tuzlulukta kontrole göre % değişimleri Çizelge 4.9'da sunulmuştur. Buna göre % değişimler en fazla mizunada olurken (%96,78), bunu mibuna izlemiş (%85,30), en az değişim komatsuna (%70,46) bitki yapraklarında olmuştur.

İki ayrı su stresi düzeyinin (orta ve şiddetli) *Phaseolus vulgaris* L. üzerindeki tesirinin incelendiği bir araştırmada yaprak, gövde ve köklerin yaş ve kuru ağırlık değerlerinin artan susuzluk düzeylerinde azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Doğan 2006).

Kuşvuran ve ark. (2008a) bamyada kuraklığa dayanıklılıkla ilgili denemelerinde, yeşil kısım, yaş ve kuru ağırlıkları, özellikle yaş ve kuru ağırlık kaybının ön seçim adımlarında önemli bir tarama etkeni olabileceğini ifade etmişlerdir.

Erdal ve ark. (2000), araştırmalarında tuz stresi altında hıyar fidelerinin gelişimlerini ve bazı besin elementlerinin farklı miktarlarda K uygulanmasına dayalı olarak değişikliklerini incelemişlerdir. Deneme sonucunda tuz ve K uygulamaları ile bitkinin kuru ağırlığının olumsuz etkilendiği anlaşılmıştır.

Bizim yapmış olduğumuz denemenin sonuçları da bitki kuru ağırlığı bakımından araştırmacıların sonuçlarına benzerlik göstermiştir.

4.2 Fizyolojik Değişimlere Ait Ölçüm ve Analizler

4.2.1 Yaprak oransal su içeriği (%)

Denemede farklı tuz uygulamalarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinde yaprak oransal su içeriğine (YOSİ) etkileri Çizelge 4.10 ve Şekil 4.10'da verilmiştir.

Elde edilen tüm veriler arasındaki farklılığın istatistiki açıdan incelendiğinde %1 hata seviyesinde önemli olduğu anlaşılmaktadır.

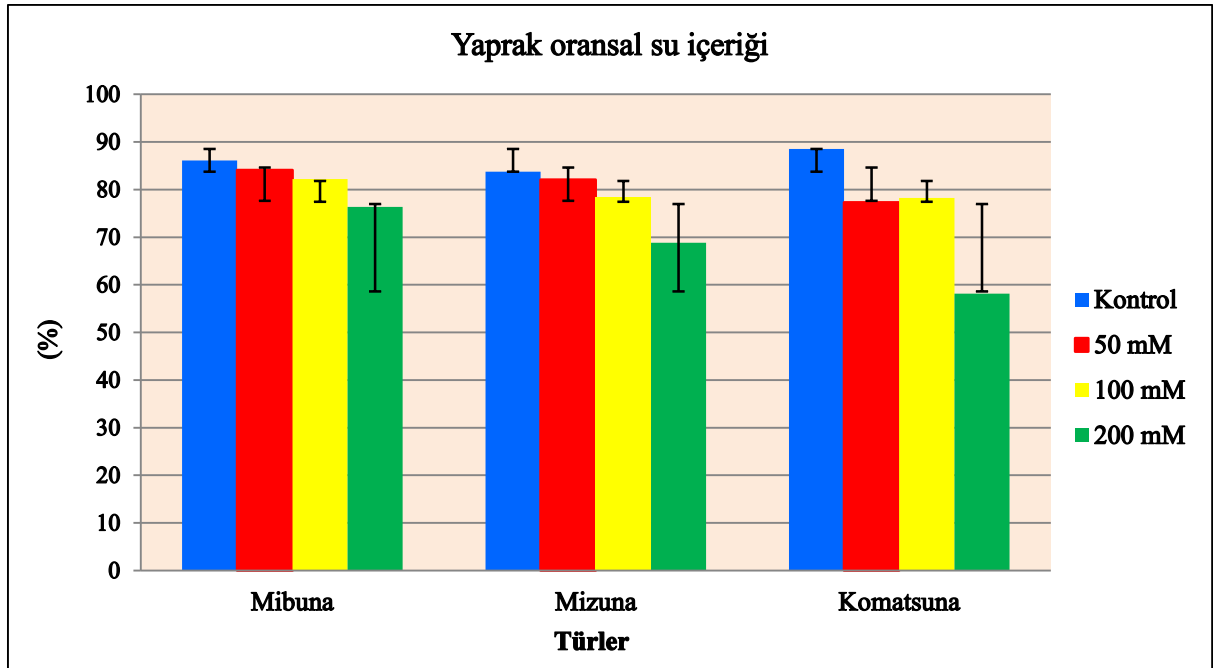
YOSİ ortalamaları mibuna bitkilerinde %76,37 ile %86,11 arasında, mizuna bitkilerinde %68,85 ile %83,75 arasında, komatsuna bitkilerinde ise %58,14 ile %88,53 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.10. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak oransal su içeriği (%) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Yaprak oransal su içeriği (%)	Mibuna	86,11 a	84,09 ab	82,17 b	76,37 c	82,186
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-2,34	-4,58	-11,31	
	Mizuna	83,75 a	82,04 ab	78,47 b	68,85 c	78,283
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-2,05	-6,30	-17,79	
	Komatsuna	88,53 a	77,28 b	78,26 b	58,14 c	75,555
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-12,70	-11,60	-34,32	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 2,073069 LSD (%1)_{Mizuna}: 4,336525 LSD (%1)_{Komatsuna}: 5,297



Şekil 4.10. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak oransal su içeriği (%) ortalamaları üzerine etkileri

Farklı tuz uygulamaları ana etkisi açısından Çizelge 4.10 ele alındığında mibuna bitkisinde tuz uygulanmadığında YOSİ %86,11 seviyesindeyken, tuz uygulamasının artmasıyla 50 mM 100 mM ve 200 mM konsantrasyonlarda azaldığı ve en düşük seviyeye 200 mM uygulamasında YOSİ'nin %76,37'e düştüğü görülmektedir. Mizuna bitkisinde de kontrol bitkilerinde %83,04 en yüksek seviyede olan YOSİ ile, 200 mM uygulamasında YOSİ %68,85 ile en düşük seviyededir. Komatsuna bitkisini incelediğimizde kontrolde en yüksek seviyede olan YOSİ %88,53' ten 200 mM uygulamasında %58,14'e düşerek diğer türler ile benzer etkiyi gösterdiği görülmektedir.

Artan tuz konsantrasyonlarının kontrol uygulamalarına karşı % değişimleri incelenmiştir. Çizelge 4.10'a göre ele alınan 3 türe ait bitkilerin YOSİ ortalamaları kontrollerine göre farklı oranlarda azalma göstermişlerdir. Bu sonuçlara göre türler arasında en fazla yaprak oransal su kaybı %34,32 lik azalma ile komatsuna bitkilerinde meydana gelirken bunu %17 lik azalma ile mizuna takip etmiş, en az YOSİ kaybı %11,31 ile mibuna bitkilerinde görülmüştür.

Tuzluluk stresinin artmasıyla sudaki ozmotik potansiyel azalmaktadır ve bundan dolayı bitkide fizyolojik kuraklık stresi de meydana gelmektedir (Levitt 1980). Tuzluluk sonucu ortaya çıkan zararların ilk belirtisi araştırmamızda olduğu gibi su eksikliği olmaktadır (Munns ve Termaat 1986).

Ayyıldız (1990)'a göre sulama suyunda tuz seviyesinin artmasına bağlı olarak bitki su tüketimi azalmaktadır. Oluşan bu fizyolojik kuraklıkla bitkinin su alımında zorluklar meydana gelmektedir.

Katerji ve ark. (2004) da yaprak oransal su içeriğindeki azalmaların turgor kaybına bağlı olduğunu ve hücreler için gerekli olan suyun azalması anlamına geldiğini belirtmektedirler.

Kuşvuran (2010)'a göre tuz ve kuraklık stresleri yaprak su içeriğinin azalmasına neden olmaktadır. Genel olarak tuz ve kuraklık stresi karşılaştırıldığında kuraklık stresinde meydana gelen YOSİ azalmasının (%43,57), tuz stresine oranla daha fazla olduğu görülmüştür (%38,32).

Farklı araştırmacılar denememizde olduğu gibi artan konsantrasyonlarda NaCl uygulamasında nispi su içeriğinin stres koşullarında düştüğünü ve kontrol bitkilerinde ise en yüksek değerlere ulaştığını ifade etmişlerdir (Kaya ve ark. 2003, Choluj ve ark. 2004, Sekmen ve ark. 2005, Yakıt ve Tuna 2006, Demirel ve ark 2010, Kuşvuran 2010, Topaloğlu 2010, Kaya 2011, Bayat ve ark. 2012, Bora 2015).

4.2.2 Yaprak su potansiyeli (-MPa)

Denemede incelenen yaprak su potansiyeli (Ψ_{yaprak}) ortalamaları mizuna, mibuna ve komatsuna bitkilerine yapılan tuz uygulamalarının gün ortası (Ψ_{go}) ölçümlerine ait ortalamalar Çizelge 4.11 Şekil 4.11 ve 4.12’de verilmektedir.

Her türün kendi içerisinde ayrı ayrı yapılan istatistiksel değerlendirmelerine göre uygulanan tuz konsantrasyonları ortalamaları istatistiki olarak %1 hata seviyesinde önemli olduğu anlaşılmaktadır. Tuz konsantrasyonu arttıkça yaprak su potansiyellerinin 3 türde de azaldığı görülmektedir.

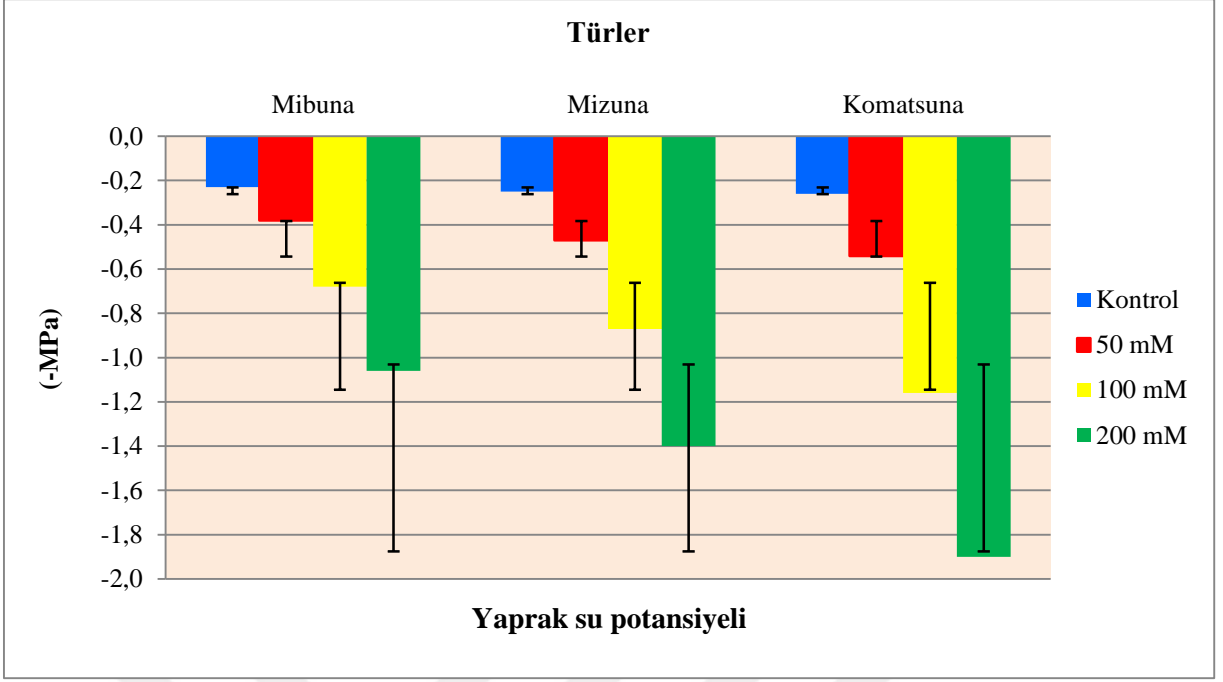
Türler yaprak su potansiyeli bakımından birbirleriyle kıyaslandığında en yüksek tuz uygulaması kontrol bitkilerine göre komatsuna da %630 yaprak su potansiyeli azalmıştır. Yaprak su potansiyeli bakımından 3 türden tuza karşı daha az tepki veren ise %363,91 azalış ile mibuna türüne ait bitkiler olmuştur.

Çizelge 4.11. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak su potansiyeli (-MPa) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Yaprak su potansiyeli (-MPa)	Mibuna	-0,23 a	-0,38 b	-0,68 c	-1,06 c	0,591
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-66,52	-196,96	-363,91	
	Mizuna	-0,25 a	-0,47 b	-0,87 c	-1,40 d	-0,75
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-82,88	-239,69	-444,75	
	Komatsuna	-0,26 a	-0,54 b	-1,16 c	-1,90 d	-0,967
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-108,84	-348,84	-630,76	

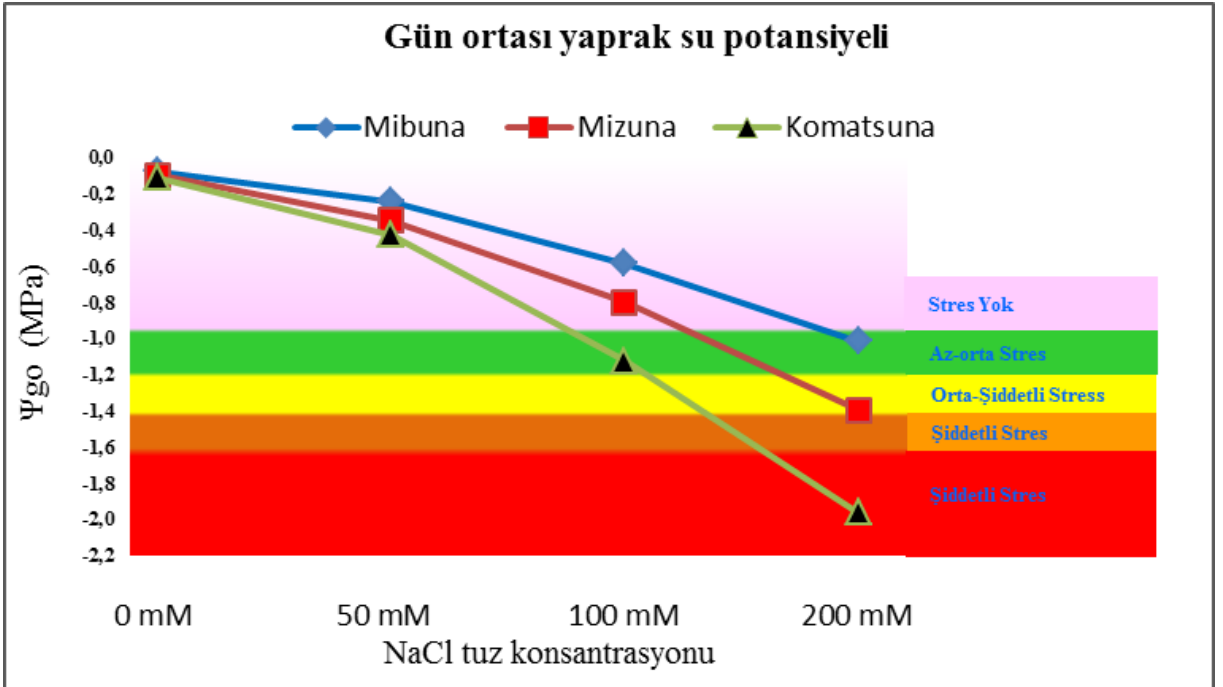
*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 0,1914509 LSD (%1)_{Mizuna}: 0,1658013 LSD (%1)_{Komatsuna}: 0,2140486



Şekil 4.11. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak su potansiyeli (-MPa) ortalamaları üzerine etkileri

Şekil 4.12’de arka fon genel bitki fizyolojisine ve birçok araştırmacının farklı türler üzerinde yapmış olduğu çalışmalarda buldukları skala değerlerine göre renklendirilmiştir (Taiz ve Zeiger 2008, Deveci ve Uyan 2011).



Şekil 4.12. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin gün ortası (Ψ_{go}) yaprak su potansiyeli üzerine etkileri (-MPa)

Denememizde gerçekleştirilen ölçümler neticesinde, mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin tümünde tuz uygulamalarında gün ortası yaprak su potansiyellerinin (Ψ_{go}) giderek azalma eğiliminde olduğu ve bundan dolayı stres düzeylerinin artmış olduğu tespit edilmiştir. 200 mM tuz uygulamasının yapıldığı bitkilerde Ψ_{go} değerleri mibuna, mizuna ve komatsuna için sırasıyla -1,06 MPa, -1,40 MPa, -1,90 MPa olmuştur. 200 mM NaCl uygulamalarındaki bitkilerin şiddetli strese maruz kaldıkları saptanmıştır. Buna karşılık, hiç tuz uygulanmamış olan gruptaki bitkilerde Ψ_{go} değerleri mibuna, mizuna ve komatsuna sırasıyla -0,23 MPa, 0,25 MPa, 0,26 MPa'a, 50 mM NaCl uygulanan gruplarda yine sırasıyla -0,38 MPa, -0,47 MPa, -0,54 MPa'a ve 100 Mm NaCl uygulanan gruplarda da sırasıyla -0,68 MPa, -0,87 MPa, -1,16 MPa'a kadar düşmüştür (Çizelge 4.11 ve Şekil 4.11).

Şekil 4.12'nin incelenmesinde türlerin kontrol ve 50mM lık tuz uygulamasına maruz kaldıklarında skalanın stressiz bölgesinde, 100 mM'lük tuz uygulamasında mibuna ve mizunanın stressiz komatsuna bitkilerinin az-orta stres bölgesinde kaldığı izlenmiştir. En yüksek tuz konsantrasyonu uygulaması olan 200 mM NaCl uygulaması sonucu türler ayrı ayrı tepki vermişlerdir. Bu durumda komatsuna en fazla tuza tepki vererek şiddetli stres bölgesinde görülürken mizuna orta şiddetli bölgede mibuna ise diğerlerine göre daha iyi tepki vererek az-orta stres bölgesinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.12).

Bazı araştırmacılar tuz ve kuraklık stresi ile ilgili yaptıkları çalışmalarında araştırma sonuçlarını destekler şekilde su alımında meydana gelen azalmalar neticesinde yaprak su potansiyelinin azaldığını ve kuraklık stresinin ortaya çıktığını belirlemişlerdir. Buna göre alınabilen su miktarı azaldıkça yaprak su potansiyeli azalırken, alınabilir su miktarının artmasıyla yaprak su potansiyeli ortalamalarının arttığı görülmüştür (Miyashita ve ark. 2004, Ashraf ve Iram 2005, Dichio ve Montanaro 2005, Maya ve Kanber 2008, Karipçin 2009, Köksal ve ark. 2010, Arslan 2011, Deveci ve Uyan 2011, Kaya 2011, Küçükkömürcü 2011, Süyüm 2011, Yandım 2013, Çelik 2014, Kıran ve ark. 2014, Deveci ve Bora 2016).

4.2.3 Yaprak hücrelerinde membran zarar indeksi (%)

Farklı tuz stresinin mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak hücrelerinde oluşturduğu membran zararlanma indeksi (MZİ) bakımından değişimleri Çizelge 4.12 ve Şekil 4.13'da verilmiştir.

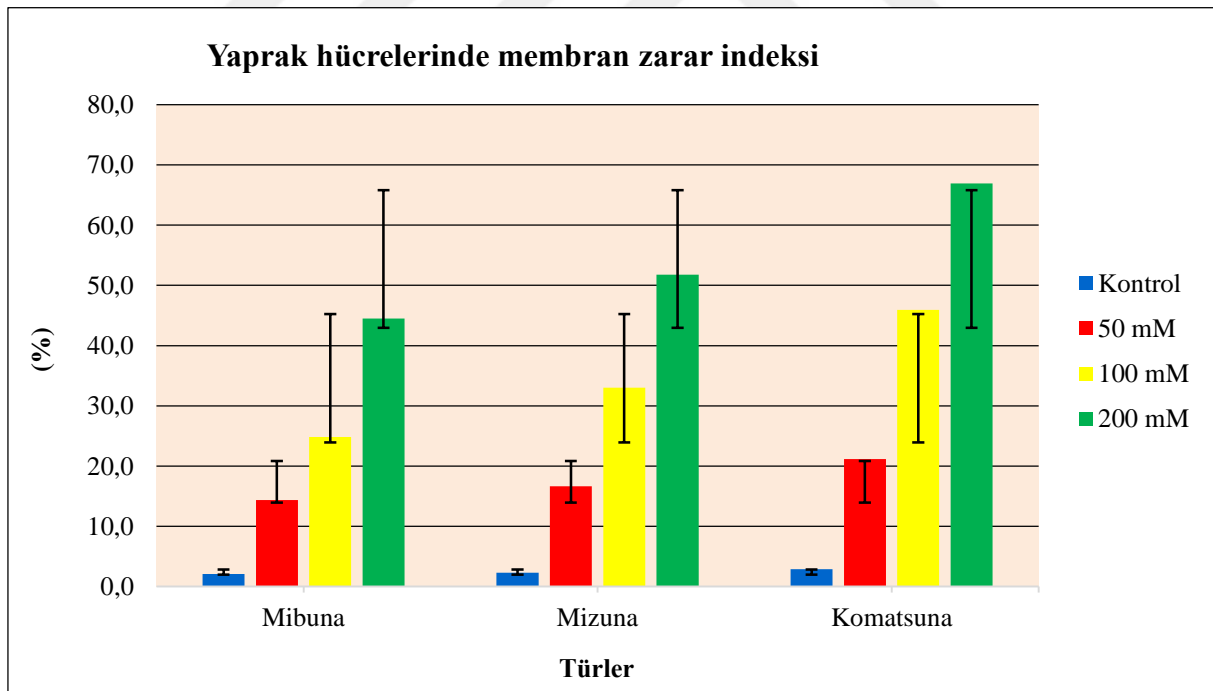
Ortalamaların değerlendirilmesi sonucunda farklılıkların istatistiksel açıdan %1 hata düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak hücrelerinde membran zarar indeksi (%) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Yaprak hücrelerinde membran zarar indeksi (%)	Mibuna	2,10 d	14,37 c	24,83 b	44,50 a	21,45
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		584,14	1082,52	2019,05	
	Mizuna	2,27 d	16,67 c	33,00 b	51,80 a	25,93
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		635,20	1355,67	2184,96	
	Komatsuna	2,90 d	21,17 c	45,93 b	66,90 a	34,23
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		629,90	1483,90	2206,90	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1) Mibuna: 5,393854 LSD (%1) Mizuna: 6,46696 LSD (%1) Komatsuna : 11,93923



Şekil 4.13. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak hücrelerinde membran zarar indeksi (%) ortalamaları üzerine etkileri

Çizelge 4.12' de MZİ ortalamalarının mizuna, mibuna ve komatsuna bitkilerinde sırasıyla %21,45, %25,93 ve %34,23 olduğu ve en düşük yaprak membran zararlanma

indeksinin mibunada hiç tuz uygulanmayan grupta (%2,10) yer aldığı, en yüksek zararlanma indeksinin komatsunada 200 mM tuz uygulanan grupta (%66,90) yer aldığı saptanmıştır.

Artan tuz miktarlarının kontrol uygulamalarına göre % değişimleri Çizelge 4.12'de hesaplanmıştır. Türler bu sonuçlara göre karşılaştırıldığında yaprak hücrelerinde kontrol uygulamalarına göre en fazla deformasyon yani hücre zarından zararlanma nedeniyle çıkan madde miktarı %2206,90 ile komatsuna yapraklarında görülürken en az deformasyon yaklaşık %2019,05 mibuna yapraklarında meydana gelmiştir. Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasında uygulanan tuz stresi sonucu dayanıklılık sıralaması mibuna, mizuna ve komatsuna şeklinde meydana gelmiştir.

Tuzluluk stresinin bitkiler üzerinde hüresel zararlanmaya neden olduğu görülmüştür.

Kaya ve Daşgan (2013) fasulyede yapmış oldukları bir araştırmada tuz ve kuraklık streslerinin yaprak hücrelerinde membran zararlanmasına neden olduğunu belirtmişlerdir.

Deveci ve Uyan (2011) ıspanakta yaptıkları bir çalışmada kuraklık stresinde oluşan su azlığına dayalı olarak, hücre membranlarında ve lipit yapılarında bozulmaların oluştuğunu ifade etmişlerdir.

Kaya (2011) fasulyede yaptığı araştırmalarda, tuz uygulamanın membran geçirgenliğini arttıran etkisinin olduğunu belirtmiştir.

Küçükkömürcü (2011) tuzluluk ve kuraklık streslerine dayanıklılık yönünden bamya genotiplerinin incelenmesi üzerine yaptığı çalışmada, tuz stresi altında kuraklığa oranla hücre zararlanmasındaki artışın daha belirgin olduğunu belirtmektedir.

Süyüm (2011) karpuzun genetik kaynaklarında tuz stresi ve kuraklık stresine dayanıklılık düzeylerinin saptanması için yapmış olduğu bir çalışmada, karpuz genotiplerinin yaprak hücrelerinde membran zararlanmasını tuz stresinde %20,35 olarak ve kurak stresinde de %3,96 olarak saptamıştır.

Akay (2010) biberde yapmış olduğu bir araştırmada, tuz miktarı arttıkça hücre membranlarında bozulmaların olduğunu belirtmiştir.

Ecem (2010) mısır genotiplerinde kuraklık stres düzeyinin artmasıyla yaprak dokularında membran bütünlüğünün ve geçirgenliğinin kontrol gruplarına oranla önemli miktarda artmış olduğunu saptamıştır.

Kuşvuran (2010) kavunda kuraklığa ve tuzluluğa dayanıklılığın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantıyı incelemiş olduğu bir çalışmada, hücrelerde stres sonrasında oluşan membran zararlanma indekslerinin her iki stres durumunda da benzer sonuçlar göstermeleri ve tuz stresinde genotiplerin ortalama yüzde değişiminin %34,25 olmasına karşılık kuraklık stresinde %30,60 olduğunu saptamıştır.

Karakuş (2008) farklı tuz (NaCl) uygulamaları durumlarında prolin uygulamalarının patatesin fizyolojik ve morfolojik özelliklerine etkilerini ele aldığı bir çalışmada yaprakta oluşan en fazla hücre membran geçirgenliğinin 100 mM tuz uygulamasında, en az hücre membran geçirgenliğinin de kontrol gruplarında olduğunu tespit etmiştir.

Tohma (2007) çilekte yapmış olduğu bir çalışmada, salisilik asitin tuz stresine dayanıklılıkta etkilerini ele almıştır. Tüm örnekleme dönemlerinde tuz miktarının çoğalmasının membran geçirgenliğinin artmasına neden olduğunu saptamıştır.

Köşkeröglü (2006) yüksek lisans tezi çalışmasında, tuz ve su stresi altındaki mısırdaki prolin birikim seviyeleri ve stres değişkenlerini incelemiştir. Membran permeabilitesi veya elektriksel iletkenliğin (EC) kontrol grubunda en az seviyede olduğunu; su stresi ve düşük tuz grubunda kontrole oranla iki kat artış gösterdiğini ve bu artışın da yüksek tuz ve su stresi grubunda üç katına çıktığını belirlemiştir.

Yakıt ve Tuna (2006) tuz stresinde mısır bitkisinde membran geçirgenliği düzeyinin kontrol grubunda en az olduğunu; ancak tuz grubunda kontrole oranla yaklaşık beş kat artışın olduğunu tespit etmiştir.

Holmberg ve Bülow (1998)'a göre abiyotik stres faktörlerinin ilk işaretinin, çalışmamızda olduğu gibi spesifik membranların hasar görmesi olduğunu bildirmişlerdir.

4.2.4 Yaprak sıcaklıkları (°C)

Denemede kullanılan mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yapraklarda meydana getirdiği sıcaklıklar infrared termometre ile ölçülmüştür, ortalamalarına ait veriler Çizelge 4.13 ve Şekil 4.14'de gösterildiği gibidir.

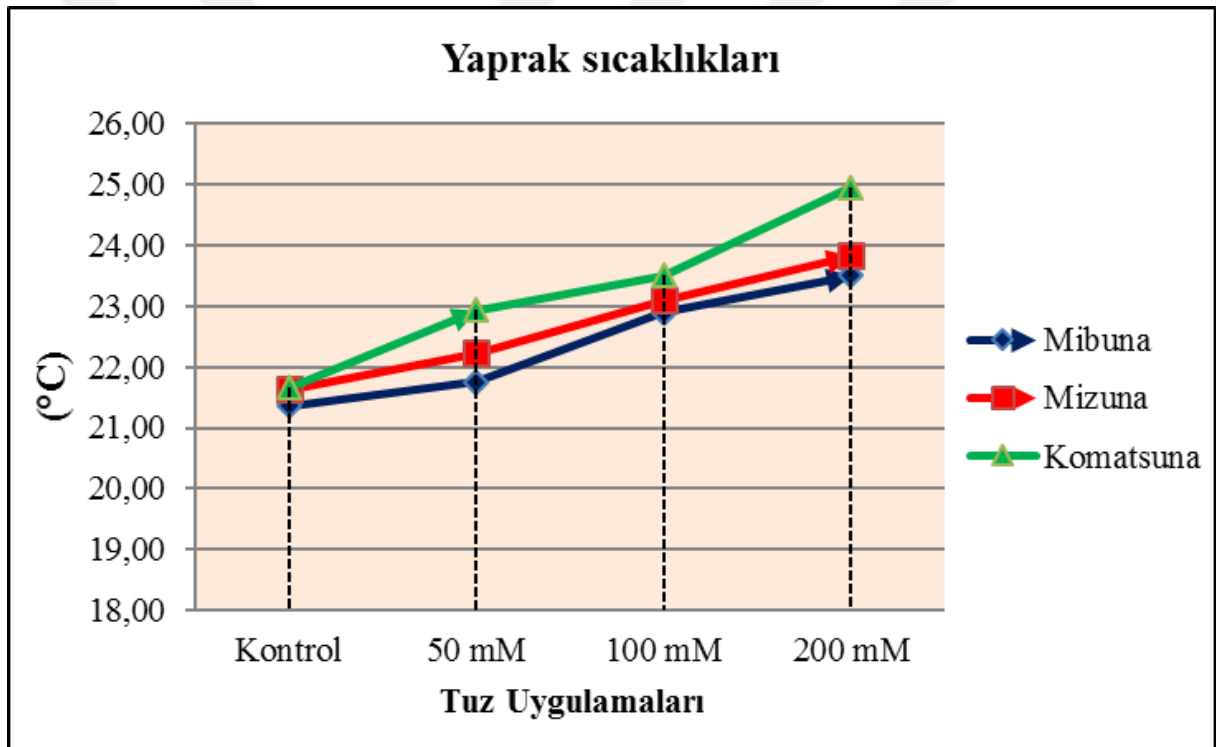
Yaprak sıcaklığı bakımından ele alınan bitkilerin istatistiksel olarak %1 hata sınırı içinde önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.13. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak sıcaklıkları (°C) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Yaprak sıcaklıkları (°C)	Mibuna	21,36 c	21,76 bc	22,90 ab	23,50 a	22,383
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		1,87	7,17	9,98	
	Mizuna	21,63 c	22,23 bc	23,10 ab	23,83 a	22,700
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		2,77	6,78	10,17	
	Komatsuna	21,66 c	22,93 b	23,50 b	24,96 a	23,267
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		5,84	8,45	15,23	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 1,152687 LSD (%1)_{Mizuna}: 1,387193 LSD (%1)_{Komatsuna}: 1,19561



Şekil 4.14. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak sıcaklıkları (°C) ortalamaları üzerine etkileri

Çizelge 4.13'ten de anlaşılacağı gibi tuz uygulamasının ana etkileri yönünden tüm türlerde tuz konsantrasyonu artışına paralel olarak yaprak sıcaklıklarının da arttığı görülmektedir.

Tüm türlerde en düşük sıcaklıklarının kontrol parsellerinde mibuna bitkisinde 21,36 °C, mizuna bitkisinde 21,63 °C ve komatsuna bitkisinde 21,66 °C oldukları, en yüksek

sıcaklıkların ise 200 mM tuz uygulamasının yapıldığı parsellerde mibuna bitkisinde 23,50 °C, mizuna bitkisinde 23,83 °C ve komatsuna bitkisinde 24,96 °C' de oldukları gözlenmektedir.

Yaprak sıcaklıkları kriterine göre ele alınan türler kıyaslandığında en fazla tuzluluk stresine girip su stresi oluşumundan dolayı başlangıca göre en yüksek yaprak yüzey sıcaklığı değişimi %15,23 artışla komatsuna bitkilerinde meydana gelmiştir. Bu oran mizuna da %10,17 ye düşerken mibunada en az yaprak yüzey sıcaklığı artışı (%9,98) izlenmiştir.

Jackson ve ark. (1986)'a göre, uzaktan algılama ile bitki koşullarının gözlenmesi sadece verim tahmin etmede değil aynı zamanda günlük olarak bitki yönetiminde de etkilidir. Birçok arazi denemesi kurularak el radyometreleri ile bitki karakteristiklerinin spektral tepkileri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalara göre, radyometrik bir biçimde ölçülen bitki örtü sıcaklığı referans bir sıcaklık ile karşılaştırıldığında (hava sıcaklığı), su stresine ilişkin önemli bir gösterge niteliğindedir.

Bitki strese girdiği ilk evrede oluşan belirtilerinden biri yaprak sıcaklığının artması olmasıyla birlikte, bu durum radyasyon emiliminin olduğu ve transpirasyonun engellendiği anlamını taşımaktadır (Buschmann ve Lichtenthaler 1998, Chaerle ve Van Der Straeten 2000).

Aynı şekilde Walker ve Hatfield (1979) bitki yüzey sıcaklığının hava sıcaklığına oranla daha fazla artmasının bitkinin su stresine girdiğinin bir belirtisi olduğunu bildirmektedir (Köksal 2006).

Daşgan (2008)'a göre tuz ve kuraklık stresleri genelde yüksek sıcaklık stresiyile beraber oluşmaktadır. Araştırmanın sonucuna göre bitkinin yaprak sıcaklığının düşük olması durumunda transpirasyon ile kendisini serinletmeye çalışması stres durumunda gösterdiği bir adaptasyon mekanizması olabilmektedir.

Köksal (2006) sulama suyu düzeylerinin şeker pancarının verim, kalite ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisinin, infrared termometre ve spektoradyometre ile belirlenmesi üzerine yapmış olduğu bir denemesinde yedi değişik sulama konusunda ağır yapılı toprakta, çalışmıştır. Genel anlamda gözlemlenen fizyolojik değişkenler ile uzaktan algılanmış olan bilgilerle hesaplanan indekslerin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.

Kaya (2011) NaCl uygulaması sonucunda yaprak sıcaklığının, hiç tuz uygulanmayan bitkilerde, farklı tuz konsantrasyonu uygulananlara oranla azalma gösterdiğini bildirmiştir.

Avcu ve ark. (2013) tuzlu koşullarda domates bitkisinde, Süyüm (2011) karpuzda tuz ve kuraklık çalışmasında, Küçükkömürücü (2011), bamyada, Bora (2015) biberde tuz

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

4.2.5 Klorofil miktarı (SPAD değeri)

Denemede ele alınan mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine ait ortalama klorofil miktarı değişimleri Çizelge 4.14 ve Şekil 4.15’de verilmektedir.

Tüm bitkiler için ortalamaların değerlendirilmesi sonucu incelenen türlerden mizuna, mibuna ve komatsuna bitkilerinin klorofil miktarı bakımından istatistiksel açıdan %1 hata sınırları içinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Her tür kendi içerisinde tuzluluk bakımından istatistiksel analize tabii tutulmuş ve buna göre ele alınan 3 türde de artan tuz miktarı klorofil miktarında azalmalara sebebiyet vermiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin klorofil miktarı (SPAD) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

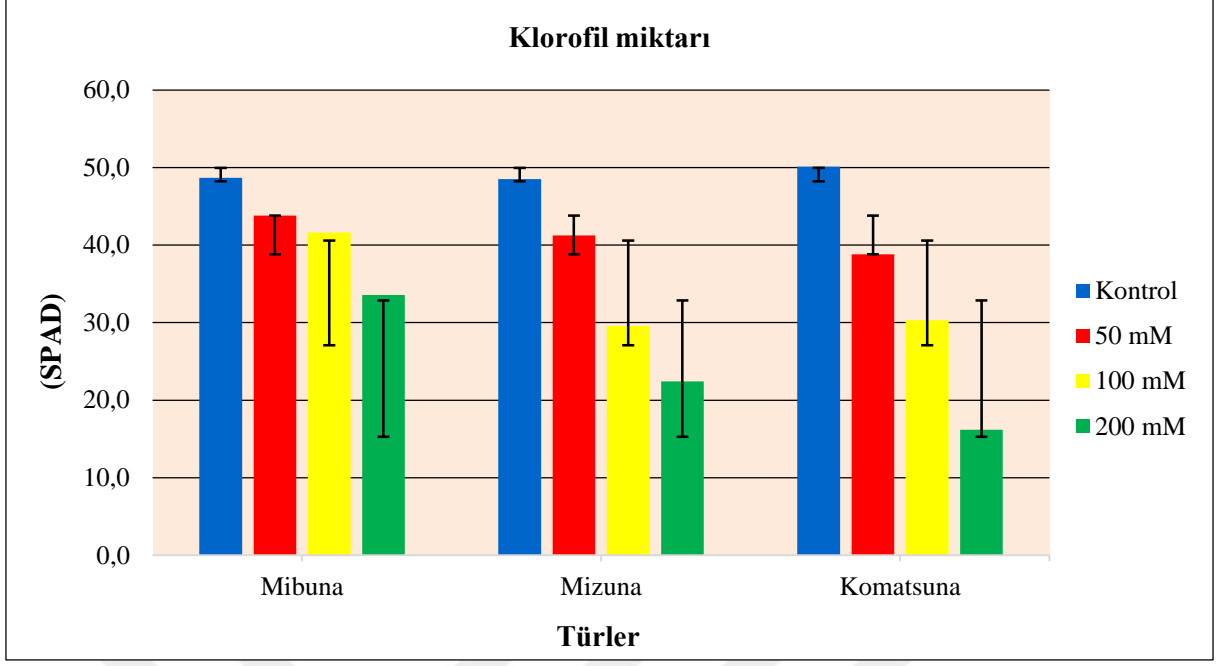
Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Klorofil miktarı (SPAD)	Mibuna	48,66 a	43,80 a	41,60 ab	33,56 b	41,908
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-10,00	-14,52	-31,03	
	Mizuna	48,50 a	41,26 ab	29,56 bc	22,43 c	35,442
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-14,91	-39,04	-53,75	
	Komatsuna	50,10 a	38,80 ab	30,30 b	16,20 c	33,580
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-22,55	-39,52	-67,66	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 9,953854 LSD (%1)_{Mizuna}: 17,5052 LSD (%1)_{Komatsuna}: 13,37384

Tuza verdikleri tepki bakımından türler kontrol bitkilerine göre değerlendirildiğinde % değişim oranı komatsunada en fazla klorofil miktarı azalmasının olduğu (%67,66), en az klorofil miktarında azalmasının (%31,03) ise mibuna yapraklarında meydana geldiği çizelge 4.14 den anlaşılmaktadır.

Kaya ve Daşgan (2013) yapmış oldukları bir çalışmada, klorofil değerlerinin tuzluluk ve kuraklık stresi altında yetiştirilen bitkilerde arttığını görmüşlerdir.



Şekil 4.15. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin klorofil miktarı (SPAD) ortalamaları üzerine etkileri

Tuz stresi, bitkilerde net fotosentez miktarını, transpirasyon derecesini ve stoma iletkenliklerini azaltmakla birlikte, stoma direncini de artırır. Yılmaz ve ark. (2011), *Citrus sinensis*'de yaptıkları bir çalışmada 100 mM tuz uygulamasının stoma iletkenliğini ve fotosentez miktarının azalmasına neden olduğunu saptamışlardır. Yüksek yapıya sahip olan bitkilerde tuz stresi, net fotosentezin, fotosentetik değişkenlerin, pigment kompozisyonunun değişmesine neden olmaktadır.

Klorofil miktarı, tuz stresinde olan bitkilerde negatif yönde etkilenmektedir. Tuz stresinde metabolik faaliyetlerde aksamaların olması, ilk olarak Ca ve K daha sonra N, P ve Mg gibi makro besin elementlerinde alınımının engellenmesi klorofil aktivasyonunu negatif yönde etkilemektedir. Tuz uygulanması ile birlikte toplam klorofil oranının önemli miktarda azaldığı görülmüştür (Akay 2010).

Çekiç (2008), tuzluluk altında geliştirilen biberde arbusküler mikorizanın bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişkenlerde etkisinin incelendiği çalışmada, klorofil miktarının tuzlulukla azalmış olduğunu ancak mikorizalı bitkilerin daha fazla klorofil miktarına sahip olduklarını görmüştür. Bundan dolayı tuz uygulamasının bitkide klorofil miktarındaki negatif etkisinin azaltılabilmesi amacıyla mikorizanın dışarıdan eklenen kimyasal maddelerin yerine kullanılmasını önermiştir.

Tuzluluğun fazlalaşmasıyla klorofil miktarında azalmaların meydana geldiği Kaya ve ark. (2007) ile Kuşvuran ve ark. (2008b) tarafından da belirtilmiştir.

Tohma (2007) tuz miktarlarının artmasının ile toplam klorofil içeriğinin azaldığını ve kontrol grubunda (2 mScm^{-1}) $59,3 \text{ mg/l}$ olan toplam klorofil miktarının, 4 mScm^{-1} uygulanmasında $55,8 \text{ mg/l}$ 'ye ve 6 mScm^{-1} 'de $48,6 \text{ mg/l}$ 'ye düştüğünü ve tüm tuz uygulamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu saptanmıştır.

Atay (2006) sulama suyu tuzluluk miktarına dayalı artan tuzluluğun, klorofil kayıplarına sebep olduğunu belirtmektedir.

Akay (2010)'a göre klorofil miktarı tuz stresinde olan bitkileri negatif etkilemektedir. Tuz stresinde genel metabolik etkinliklerin kısıtlanması, ilk olarak Ca ve K olmak üzere N, P ve Mg gibi makro besin elementlerinin alınımalarında aksamaların olması gibi etkenler klorofil aktivasyonunu negatif yönde etkilemektedir.

Şen (2005)'e göre yenilenen bitkilerin klorofil içeriklerinde oluşan azalmasının sebebi, uygulanan tuzluluğun klorofil sentezinden sorumlu olan enzimleri inhibe etmesi veya kloroplast yapı ve fonksiyonunda farklılıklara yol açmasıdır.

Çiçek ve Çakırlar (2002) mısır bitkisinde, tuzlulukla yaprakların klorofil miktarında düşüşlerin olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmacılar yüksek miktarda tuz uygulamalarında iyon birikimleri ile stomaların açılma ve kapanmalarındaki olumsuzluklar sebebiyle toplam klorofil içeriğinde azalmaların meydana geldiğini ve bu durumun sonucunda fotosentez faaliyetinin azalıp bitki gelişiminde aksaklıkların meydana geldiğini ifade etmişlerdir (Seemann ve Critchley, 1985, Aranda ve Syvertsen, 1996).

4.2.6 Renk Değerlerinin Belirlenmesi

Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yapraklarında yapılan renk ölçüm değerleri (L, a ve b) Çizelge 4.15, 4.16 ve 4.17 ile Şekil 4.16'da verilmiştir. Türlerin yapraklarına ait parlaklık (koyuluk, açıklık) değerleri (L), yaprak renkleri a^* ve b^* 'ye ait verilerin incelenmesinde sadece yaprak b^* renginde komatsuna bitkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuş, diğer renk ölçümleri istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.15. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkileri yapraklarına ait parlaklık (koyuluk, açıklık) ortalamalarına (L) etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Renk değerleri (L)	Mibuna	29,43	31,88	33,20	36,38	32,72
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		8,32	12,81	23,62	
	Mizuna	29,60	35,59	37,84	39,72	35,19
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		20,24	27,84	34,19	
	Komatsuna	30,65	31,46	39,93	54,65	39,18
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		2,64	30,28	78,30	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.16. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkileri yapraklarına ait yaprak renkleri (a) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Renk değerleri (a)	Mibuna	-7,48	-7,14	-6,89	-5,97	-6,87
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		4,55	7,89	20,19	
	Mizuna	-6,14	-5,55	-5,22	-3,22	-5,03
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		9,61	14,98	47,56	
	Komatsuna	-5,86	-5,32	-5,16	-4,91	-5,31
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		9,22	11,95	16,21	

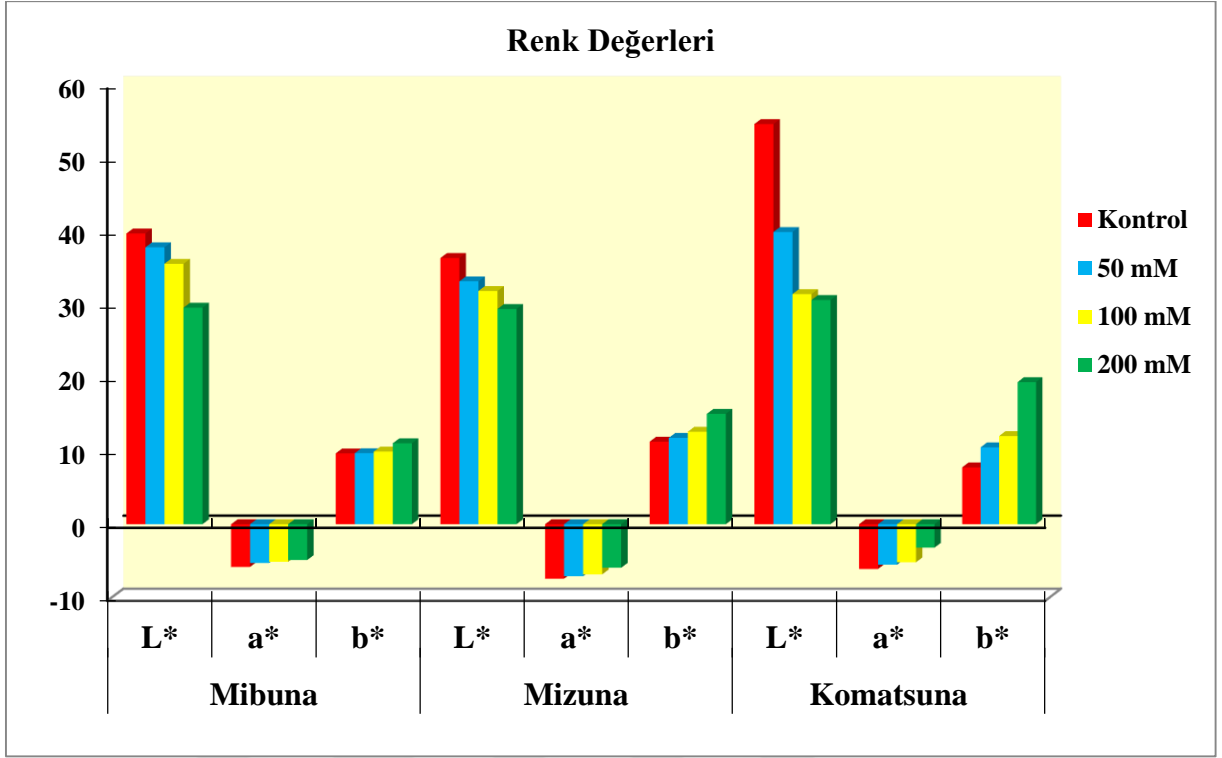
*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.17. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkileri yapraklarına ait yaprak renkleri (b) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Renk değerleri (b)	Mibuna	9,71	9,74	9,96	11,10	10,13
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		0,31	2,57	14,32	
	Mizuna	11,32	11,84	12,68	15,12	12,74
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		4,59	12,01	33,57	
	Komatsuna	7,79 b	10,54 ab	12,09 ab	19,45 a	12,47
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		35,30	55,20	149,68	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)Komatsuna: 9,337033



Şekil 4.16. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin renk değerleri ortalamaları üzerine etkileri

Çizelge 4.15’de hiç tuz uygulamasın yapılmadığı kontrol uygulamalarında 3 türün yapraklarına ait parlaklık değerleri (L*)¹ karşılaştırıldığında mibuna daha koyu yapraklara sahipken (29,43) bunu mizuna izlemiş (29,60) ve en açık renk değerleri ise komatsuna yaprak değerlerinden (30,65) elde edilmiştir.

Aynı şekilde kontrole nazaran artan tuz (NaCl) uygulamasıyla yaprak parlaklık değerleri (L*) artmış yani Hunter Lab renk skalasına göre renk açılması meydana gelmiştir. Kontrol bitkilerine kıyasla tuz stresine maruz kalan bitkilerde renk açılması meydana gelmiştir. 200 mM tuz uygulamasında en fazla renk açılması %78,30 artışla komatsuna bitki yapraklarında (54,65) olurken, en az renk açılması %23,62 artışla mibuna bitkisine ait yapraklarda (36,38) olmuştur.

Çizelge 4.16’da mibuna, mizuna ve komatsuna yaprak rengine ait a değeri yeşil (-a*)² bulunmuştur. Hasat dönemine kadar ilave tuz uygulanmamış kontrol bitkileri Hunter Lab renk skalasına göre değerlendirildiğinde mibuna bitkisine ait yaprakların daha koyu yeşil (-7,48)

¹ L* değeri 0 ile 100 arasında değişmekte ve 0 siyah rengi 100 ise beyazı göstermektedir.

² a* değeri kırmızı- yeşil eksenini temsil etmekte, pozitif değerler kırmızıyı, negatif değerler ise yeşili temsil ederken, 0 ise nötrdür.

olduğu, bunu mizuna yapraklarının izlediği (-6,14) ve en açık yeşil yaprakların ise komatsuna yapraklarının (-5,86) olduğu belirlenmiştir.

Uygulanan tuz stresi sonrası yaprak yeşil renklerinde kontrole nazaran en az değişim komatsunada (%16,21 azalma) görülürken en fazla değişimin ise mizuna bitkisinin yapraklarında (%47,56 azalma) olduğu grlmştir.

Çizelge 4.17’de türlerin yaprak rengi b^* değeri sarı (b^+)³ olarak ölçülmüş ve komatsuna yapraklarının b^+ (sarı) değerleri kontrol bitkilerinde (7,79) en düşük bulunmuştur. Kontrol bitkilerinin sarı renk durumu en yüksek mizuna bitkisine ait yapraklarda (11,32) tespit edilmiştir. Tuz konsantrasyonlarının yaprak renklerinin b değerlerine etkileri izelge 4.17’de incelendiğinde tuz konsantrasyonlarının artmasıyla beraber yapraklarda sarı renk oranının arttığı anlaşılmıştır. En fazla değişim kontrol bitkilerine oranla %149 luk artışla komatsuna bitkisinde olurken bunu mizuna izlemiş (%33,57) ve en az sarı renk artışı ise %14,32 lik bir artışla mibuna bitkisi yapraklarında olmuştur.

Bitki organları (yaprak, tohum v.b) ve işlenmiş ürünlerde renk parametrelerini belirlemek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda ayrıca ele alınan karakterler ile renk parametrelerinin bir ilişkisinin bulunup bulunmadığı ortaya çıkarılmaya çalışılmaktadır. Bu renklerin bitkilerin morfolojik, agronomik karakterlerle ilişkileri veya biyotik ve abiyotik streslerle olan ilişkileri de incelenmektedir (Aydoğan ve ark. 2011).

Toprakta meydana gelen tuz stresi sonucu oluşan fizyolojik kuraklık sonucunda meydana gelen su stresi yapraklardaki klorofil içeriğinde değişim göstermektedir. Farklı türlerde yapılan çalışmalarda araştırıcılar bitkiye verilen su miktarına bağlı olarak yaprak klorofil içeriğinin değişim gösterdiğini saptamışlardır (Kırnak ve Demirtaş 2002, Marler ve ark. 1994)

Buna göre kontrol uygulamasına nazaran tuz konsantrasyonunun artmasıyla beraber yapraklara ait parlaklık değerlerinde (L^*) renkte açılma meydana gelmiştir. Tuz uygulaması ile yaprakların yeşil renk değerleri ($-a$) kontrole göre daha azalırken, sarı renk değeri (b^+) ise artmıştır.

³ b^* de pozitif değerler sarı rengi, negatif değerler ise mavi rengi göstermektedir

4.2.7 Yaprak Stoma Geçirgenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

Çalışmada mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanmış olan tuz stresinin yaprak stoma geçirgenliğinin belirlenmesine etkisi ve LSD testine göre grupları Çizelge 4.18 ve Şekil 4.17’de yer aldığı gibidir.

Denememizde Japon yeşillikleri olarak bilinen mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak stoma geçirgenliği üzerine tuz uygulamalarının etkisi incelenmiş ve sadece komatsuna bitkisine ait yapraklarda stoma geçirgenliği %1 hata seviyesinde istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.18. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin yaprak stoma geçirgenliğinin belirlenmesi ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

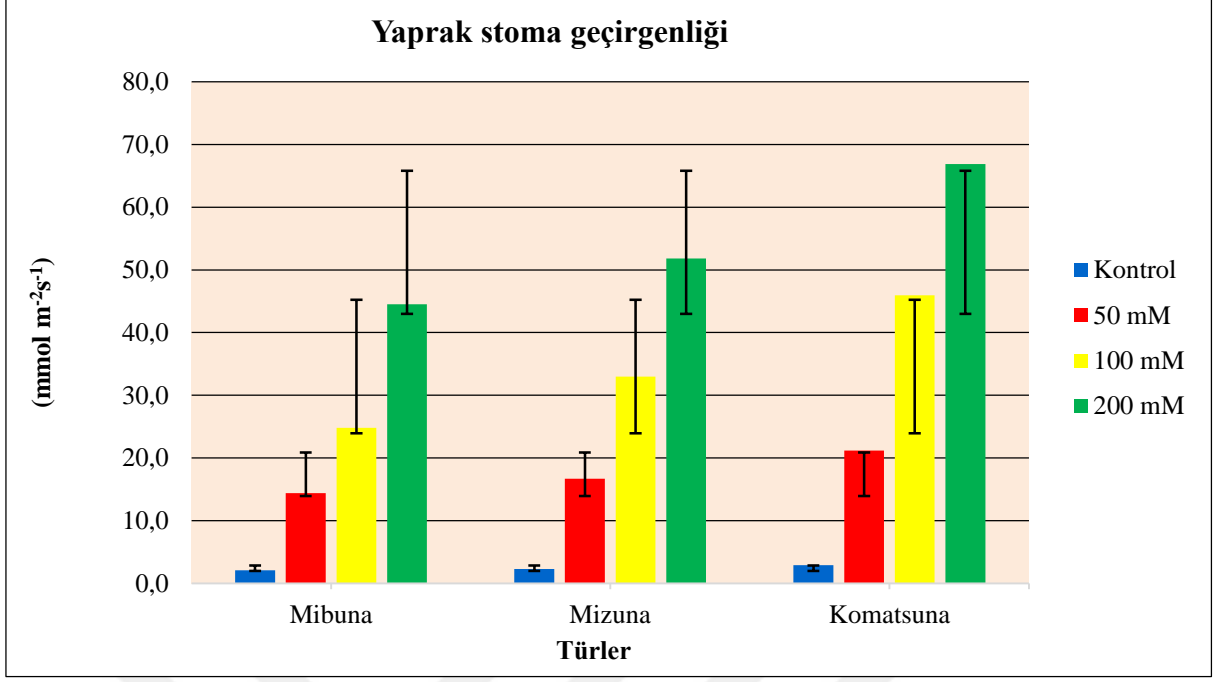
Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Yaprak stoma geçirgenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Mibuna	5,57	8,47	11,20	12,77	9,50
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		52,06	101,08	129,26	
	Mizuna	8,67	11,83	13,43	21,07	13,75
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		36,45	54,90	143,02	
	Komatsuna	9,63 c	12,43 bc	21,70 ab	25,57 a	17,33
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		29,08	125,34	165,52	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)Komatsuna: 9,541382

Çizelge 4.18 incelendiğinde tuz miktarları artışı ile yaprak stoma geçirgenliklerinin de arttığı görülmektedir. Bu artış oranı komatsuna türüne ait bitkilerde ortalama %165,52 olurken mibuna türüne ait bitki yapraklarında bu artış %129,26 da kalmıştır. Başka bir ifade ile yapraklardaki stoma geçirgenliği tuz stresine paralel olarak en yüksekte düşüğe sıralandığında komatsuna, mizuna ve mibuna şeklinde gerçekleşmiştir.

Tuz uygulamaları bakımından gözlemlediğimizde en düşük yaprak stoma geçirgenliği değerlerinin hiç tuz uygulanmayan kontrol bitkilerinde olduğu, tuz uygulama miktarı arttıkça bu değerlerin arttığı ve en yüksek değerlere 200 mM NaCl uygulaması ile ulaşıldığı görülmektedir. Tüm tuz konsantrasyonları için yaprak stoma geçirgenliği ortalamaları en az mibunada ($9,50 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), daha sonra mizunada ($13,75 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) ve en fazla komatsunada ($17,33 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) belirlenmiştir.



Şekil 4.17. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin yaprak stoma geçirgenliğinin ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) ortalamaları üzerine etkileri

Makbul ve ark. (2011)'nin yapmış olduğu bir çalışmada kuraklık stresi koşullarında olan soya fasulyesinde stoma iletkenliğinin de azaldığını ve bunun sonucunda kuraklık stresine maruz bırakılan soya fasulyesinde bir takım anatomik ve fizyolojik farklılıkların oluştuğu ifade edilmiştir.

Tuz stresi, bitkilerde net fotosentezi, transpirasyonu ve stoma iletkenliklerini azaltmanın yanında, stoma direncini de artırır. Yılmaz ve ark. (2011) yaptıkları bir araştırmada 100 mM NaCl uygulaması stoma iletkenliğinin ve fotosentez miktarının azalmasına neden olduğunu belirtmişlerdir.

4.3 Kimyasal Değişimlere Ait Analizler

4.3.1 Makro besin element miktarları (%)

4.3.1.1 Azot Miktarı (%)

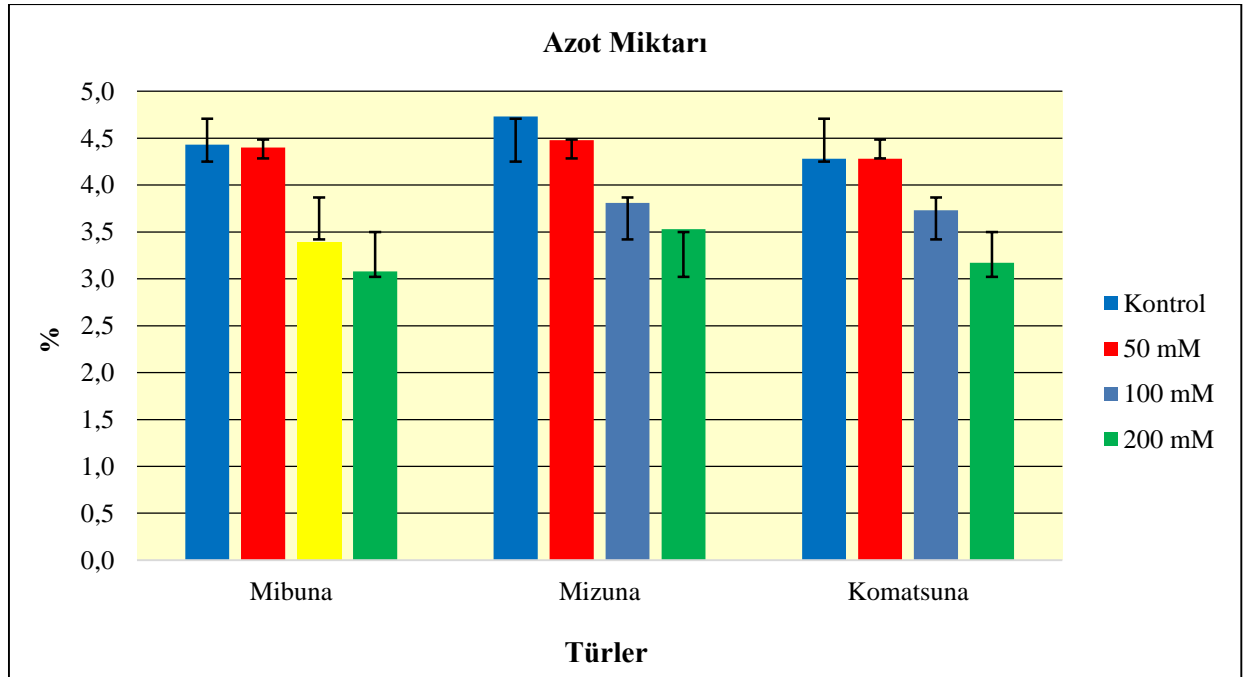
Farklı tuz konsantrasyonlarının uygulandığı mibuna, mizuna ve komatsuna bitkileri azot miktarı yönünden ele alındığında istatistiki olarak %1 hata sınırında yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin azot (%) ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Azot (%)	Mibuna	4,43 a	4,40 a	3,39 b	3,08 c	3,83
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-0,68	-23,48	-30,47	
	Mizuna	4,73 a	4,48 b	3,81 c	3,53 d	4,14
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-5,29	-19,45	-25,37	
	Komatsuna	4,28 a	4,28 a	3,73 b	3,17 c	3,86
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		0,00	-12,85	-25,93	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 3,027104 LSD (%1)_{Mizuna}: 3,451429 LSD (%1)_{Komatsuna}: 3,174854



Şekil 4.18. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin azot (%) ortalamaları üzerine etkileri

Çalışmada 3 farklı türe uygulanmış olan tuz stresinin azot miktarına etkisi ve LSD testine göre grupları Çizelge 4.19 ve Şekil 4.18’de yer aldığı gibidir

Çizelge 4.19 dan da anlaşılacağı üzere bu bitkilere uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının artmasıyla azot miktarları azalmaktadır.

Tuz konsantrasyonlarının temel etkisi bakımından tüm sonuçlar ele alındığında azot miktarının; kontrol grubunda en yüksek değere sahip olduğu ve en düşük azot miktarının ise 200 mM grubunda olduğu görülmektedir. Bu bağlamda; kontrol grubuna tuz uygulanmadığı için toprakta bulunan besin elementlerini ve suyu kolaylıkla alabildikleri aynı zamanda herhangi bir sorun olmadan fotosentez yapabildikleri için bu bitkilerin gelişimlerinin artmasıyla azot miktarının da arttığı anlaşılmaktadır. En yüksek tuz konsantrasyonunun uygulandığı 200 mM grubunda ise azot miktarındaki azalmanın sebebi, bitkilerin tuz stresine bağlı olarak gelişimlerini sürdürememeleri ve yetiştirme ortamında bulunan besin elementlerini yeterli miktarda alamamalarıdır.

Kırnak ve ark. (2003) çan biberi (*Capsicum annuum* L.) ile yaptıkları çalışmada, biberlerin özellikle çiçeklenme zamanında su stresine oldukça hassas olduklarını gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada su eksikliği özellikle klorofil içeriğini etkilemiş ve yaprakta bulunan bazı besin maddelerinin konsantrasyonlarını azaltmıştır. (N, P, K, Ca, Mg ve özellikle N ve Mg konsantrasyonları).

Çeşitli sebze türlerine uygulanan tuzlulukla ilgili çalışan araştırmacılar bitkilerin kök alanında artan tuz oranının azot alımını olumsuz yönde etkilediğini ve buna bağlı olarak bitkilerdeki azot miktarının azaldığını belirtmişlerdir. (Ekmekçi Altunal 2007, Bilgin ve Yıldız 2008, Bora 2015).

Kuşvuran (2011) bamya bitkisinde tuza dayanım ile ilgili çalışmasında uyguladığı tuz stresinin sonunda meydana gelen tesirlerin belirlenebilmesi için bitkilerde incelemeler gerçekleştirmiştir. Araştırmanın sonunda bamya genotiplerinin tuz stresi altında değişik reaksiyonlar sergilediği, 0-5 skala değerlendirmesi, yeşil aksam kuru ağırlığı, yaprak alanı ile Na^+ , K^+ ve Ca^{++} iyon değişimlerinin incelenmesi üzerine yapılan çalışmalarda etkili olabilecek kriterler içinde bulunabileceğini tayin etmiştir.

4.3.1.2 Fosfor Miktarı (%)

Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz miktarlarının bitki yapraklarında bulunan fosfor miktarındaki farklılıkların istatistiksel açıdan %1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir.

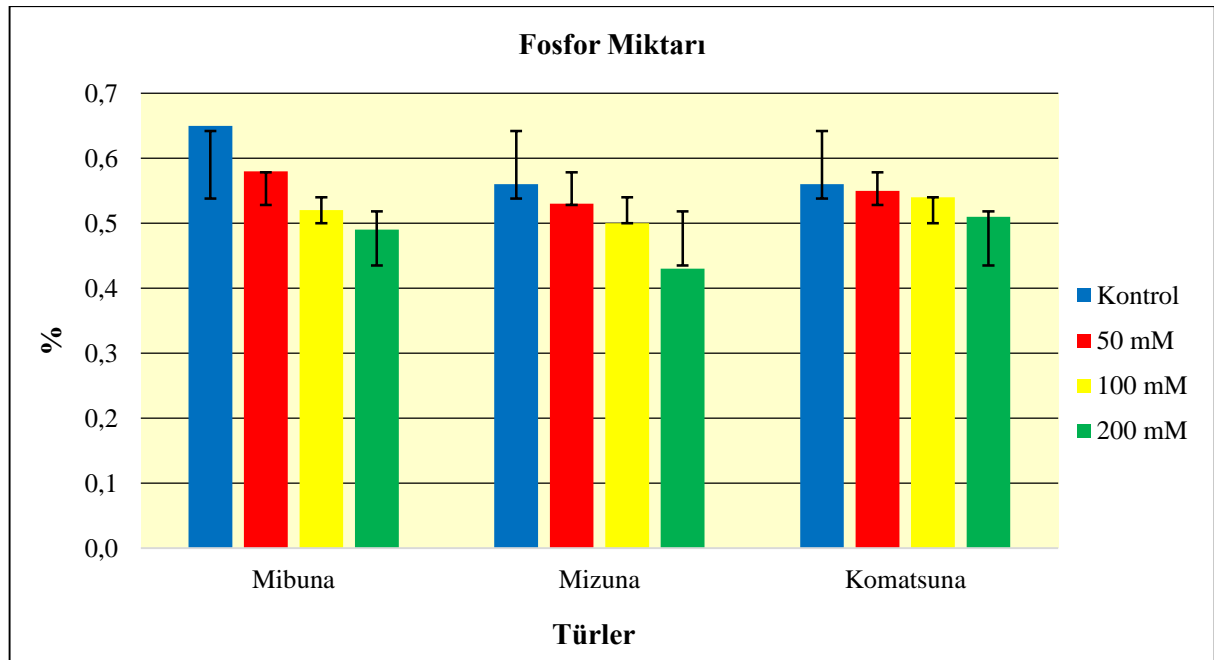
Çalışmada mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanmış olan tuz stresinin fosfor miktarına etkisi ve LSD testine göre grupları Çizelge 4.20 ve Şekil 4.19'da yer aldığı gibidir.

Çizelge 4.20. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin fosfor (%) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Fosfor (%)	Mibuna	0,65 a	0,58 b	0,52 c	0,49 c	0,56
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-10,77	-20,00	-24,62	
	Mizuna	0,56 a	0,53 ab	0,50 b	0,43 c	0,51
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-5,36	-10,71	-23,21	
	Komatsuna	0,56 a	0,55 a	0,54 a	0,51 b	0,54
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-1,79	-3,57	-8,93	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 3,174854 LSD (%1)_{Mizuna}: 3,027104 LSD (%1)_{Komatsuna}: 3,027104



Şekil 4.19. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin fosfor (%) ortalamaları üzerine etkileri

Farklı tuz miktarlarının temel etkisi bakımından tuz miktarının artmasıyla, fosfor miktarının düşmekte olduğu anlaşılmaktadır.

Türlerin fosfor miktarı bakımından kontrole göre % değişimleri incelendiğinde en büyük fark mibunada olurken (%24,62 azalma), en az değişim komatsuna bitki yapraklarında (%8,93 azalma) olduğu belirlenmiştir.

Erdal ve ark. (2000) hıyar fidelerinde yapmış olduğu çalışmada yüksek tuz konsantrasyonunda bitkide fosfor miktarının azalmış olduğunu belirtmişlerdir.

Biberde Zn gübrelemesinde artan fosfor dozlarının ve tuzluluğun birlikte etkisinin incelendiği araştırmada tuzluluğun olmadığı gruplarda uygulanan P ile meyve veriminin arttığı ancak tuzlu koşullarda verimin düştüğü belirlenmiştir (Güneş ve ark. 1998).

Farklı sebze türlerinde yapılmış olan tuz uygulamalarında araştırmacılar denememize paralel yönde kök ortamındaki fazla tuz konsantrasyonunun fosfor alımı üzerinde olumsuz etkilerinin olduğunu ve bitkideki fosfor miktarının azaldığını belirtmişlerdir (Al-Rawahy ve ark. 1992, Güneş ve ark 1998, Erdal ve ark. 2000, Ekmekçi ve Altunal 2007, Bilgin ve Yıldız 2008, Arıcı ve Erarslan 2012, Bora 2015).

4.3.1.3 Potasyum Miktarı (%)

Araştırmamıza konu olan mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinde potasyum miktarına ait veriler Çizelge 4.21 ve Şekilde 4.20’de gösterilmektedir.

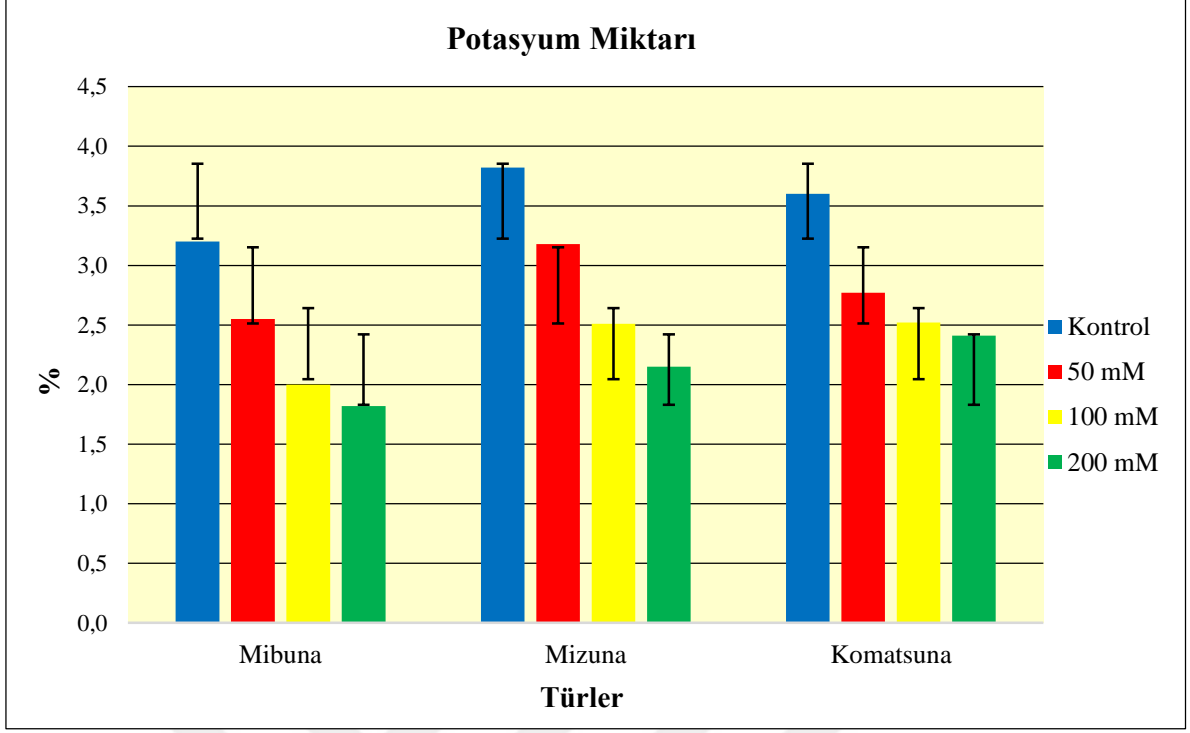
Araştırmamızda tuz uygulamasının etkisi istatstiki olarak %1 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.21. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin potasyum (%) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Potasyum (%)	Mibuna	3,20 a	2,55 b	2,00 c	1,82 c	2,39
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-20,31	-37,50	-43,13	
	Mizuna	3,82 a	3,18 b	2,51 c	2,15 d	2,92
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-16,75	-34,29	-43,72	
	Komatsuna	3,60 a	2,77 b	2,52 c	2,41 d	2,83
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-23,06	-30,00	-33,06	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 3,174854 LSD (%1)_{Mizuna}: 3,316026 LSD (%1)_{Komatsuna}: 3,316026



Şekil 4.20. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin potasyum (%) ortalamaları üzerine etkileri

Artan tuz miktarıyla yapraklardaki potasyum miktarının kontrole göre azaldığı Çizelge 4.21 den anlaşılmaktadır. Bu azalmalar tür bazında ele alındığında mizunada en fazla olurken (%43,13), komatsunada en az düzeyde (%33,06) olmuştur.

Akay (2010) biberde yapmış olduğu tuzluluk denemesinde tuz miktarının artmasıyla potasyum (K) miktarının azaldığını tespit etmiştir.

Erdal ve ark. (2000) hıyar fidelerinde yapmış oldukları tuzluluk çalışmasında artan tuzluluğun K miktarını azalttığını belirlemişlerdir.

Güneş ve ark. (1998), bitkilerde tuza toleransın köklerden aşırı Na ve K alınımını engellemeleriyle olduğunu belirtmişlerdir.

Tuz stresine bağlı olarak potasyum konsantrasyonlarında azalma görülmüş ve genel anlamda tuz uygulamasında meydana gelen bu azalmaların kuraklık stresine nazaran daha etkili olduğu belirlenmiştir. Kavunda yapılan bir çalışmada kuraklık stresinin de tuz stresi gibi K alımını engellediği anlaşılmıştır ve kontrol grubundaki bitkilere oranla diğer tüm genotiplerde kayıpların meydana geldiği bulunmuştur (Kuşvuran 2010).

4.3.1.4 Kalsiyum Miktarı (%)

Araştırmamız süresince iklim odasında yetiştirmiş olduğumuz mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan tuzluluğun kalsiyum miktarı üzerine meydana getirmiş olduğu değişimlere ait ortalamalar Çizelge 4.22 ve Şekil 4.21’de belirtilmiştir.

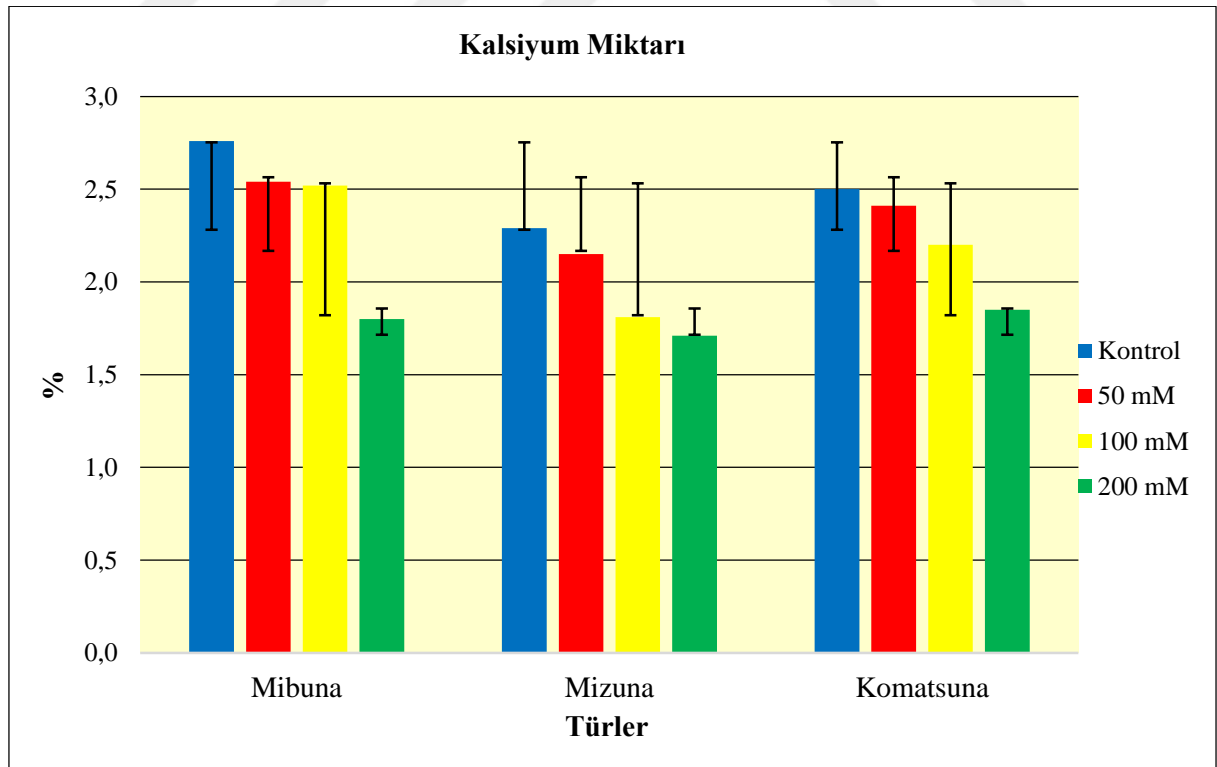
Denememizde tuz uygulamasının ana etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.22. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin kalsiyum (%) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Kalsiyum (%)	Mibuna	2,76 a	2,54 b	2,52 b	1,80 c	2,41
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-7,97	-8,70	-34,78	
	Mizuna	2,29 a	2,15 b	1,81 c	1,71 d	1,99
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-6,11	-20,96	-25,33	
	Komatsuna	2,50 a	2,41 b	2,20 c	1,85 d	2,25
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-3,60	-12,00	-26,00	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 4,280972 LSD (%1)_{Mizuna}: 3,316026 LSD (%1)_{Komatsuna}: 3,189252



Şekil 4.21. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin kalsiyum (%) ortalamaları üzerine etkileri

Çizelge 4.22 incelendiğinde tuz uygulanmayan kontrol gruplarında kalsiyum miktarı en fazla mibunada (%2,76) bulunurken bunu sırasıyla Komatsuna (%2,50) ve mizuna (%2,29) izlemiştir.

Kalsiyum bitkilerde membran bütünlüğünün korunması, iyon alımı ve hareketliliği konusunda seçicilik bakımından çok önemli bir besin elementidir. Ca iyonlarının floemdeki taşınımının sınırlı olması nedeniyle kuraklık stresinde suyun az, sınırlı veya hiç olmadığı zaman ksilemde Ca taşınımı azalmaktadır. Tuzlu koşullarda Ca iyon miktarının kontrol bitkilerine oranla azaldığı görülmüştür. Fakat kuraklık stresinde Ca azalması daha fazla görülmüştür (Kuşvuran 2010).

Bir çalışmada artan tuz konsantrasyonu yaprakların ve köklerin makro besin elementi oranlarını da etkilemiştir. Tuz stresinde makro elementlerde P, K, Ca ve Mg miktarlarında azalma tespit edilmiştir (Köşkeröglü 2006).

Denememize konu olan tüm türler ele alındığında tuz konsantrasyonunun artmasıyla Ca miktarlarında azalmalar olduğu ve en yüksek değerlerin kontrol gruplarında yer aldığı, en düşük değerlerin 200 mM tuz konsantrasyonunun uygulandığı gruplarda bulunduğu görülmektedir.

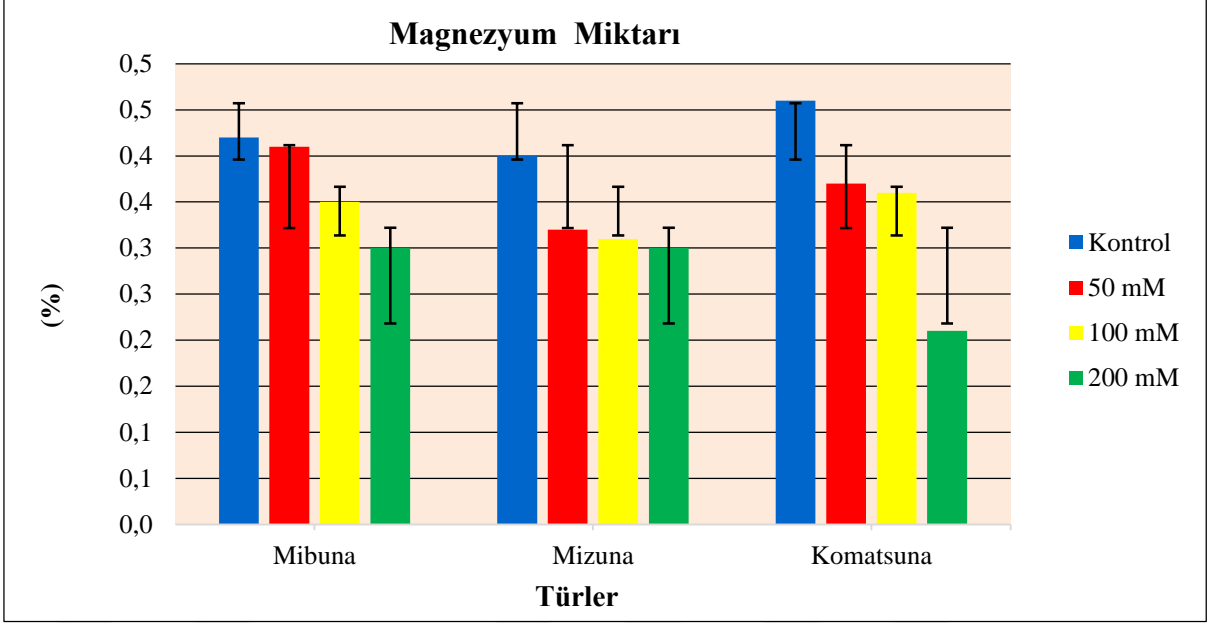
4.3.1.5. Magnezyum Miktarı (%)

Denememizde ele aldığımız mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine ait magnezyum miktarlarındaki değişimler Çizelge 4.23 ve Şekild 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin magnezyum (%) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Magnezyum (%)	Mibuna	0,42 a	0,41 a	0,35 b	0,30 c	0,37
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-2,38	-16,67	-28,57	
	Mizuna	0,40 a	0,32 b	0,31 b	0,30 b	0,33
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-20,00	-22,50	-25,00	
	Komatsuna	0,46	0,37	0,36	0,21	0,60
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-19,57	-21,74	-54,35	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.
LSD (%1)_{Mibuna}: 3,316026 LSD (%1)_{Mizuna}: 3,451429



Şekil 4.22. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin magnezyum (%) ortalamaları üzerine etkileri

Araştırmamıza konu olan her türün kendi içerisinde yapılan istatistik analizleri sonucunda mibuna ve mizuna türleri üzerine uygulanan tuz uygulamaları istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenirken, komatsuna türüne ait ortalamaları arası farklılığı istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir.

4.3.2 Mikro besin element miktarları (ppm)

4.3.2.1. Çinko Miktarı (ppm)

Araştırmamızda yer alan mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinde artan tuz uygulamaları ile çinko miktarlarında oluşan değişimler Çizelge 4.24 ve Şekil 4.24'de verilmektedir.

Tuzlulukta kontrole göre % değişim bakımından türleri kıyasladığımızda çinko miktarında en fazla değişim mibuna yapraklarında görülürken (%39,01 azalma), en az etkilenme komatsuna yapraklarında (%24,81 azalma) meydana gelmiştir.

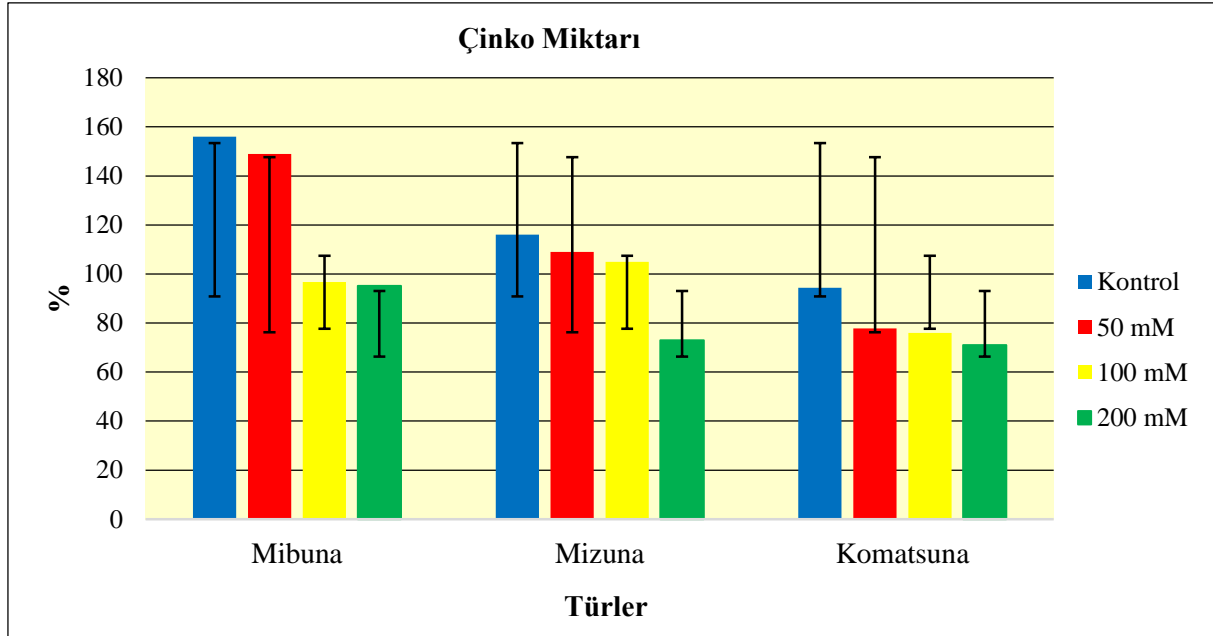
Farklı türlerde yapılan tuzluluk çalışmalarında, denememizde olduğu gibi tuz uygulama oranının artmasıyla bitkinin aldığı çinko miktarında azalmalar görülmüştür (Arıcı ve Eraslan 2012, Yurtseven ve Baran 2000, Güneş ve ark. 1998, Bora 2015).

Çizelge 4.24. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin çinko (ppm) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Çinko (ppm)	Mibuna	156,00 a	149,00 b	96,67 c	95,15 c	124,20
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-4,49	-38,03	-39,01	
	Mizuna	116,00 a	109,00 b	105,00 b	73,00 c	100,75
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-6,03	-9,48	-37,07	
	Komatsuna	94,40 a	77,74 b	76,00 c	70,98 d	79,78
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-17,65	-19,49	-24,81	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 3,35449 LSD (%1)_{Mizuna}: 4,004482 LSD (%1)_{Komatsuna}: 1,333301



Şekil 4.23. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin çinko (ppm) ortalamaları üzerine etkileri

Bir çalışma sonucuna göre kuraklık stresi uygulanmış fasulyenin yapraklarında Zn birikimi kontrol bitkilerine kıyasla bazı genotiplerde yükselmiş, bazılarında düşmüş ve bazılarında ise hiçbir değişiklik meydana gelmemiştir (Özpay 2008).

4.3.2.2 Mangan Miktarı (ppm)

Denemede mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının mangan miktarına etkisi ile LSD testine göre grupları Çizelge 4.25 ve Şekilde 4.24’de verilmiştir.

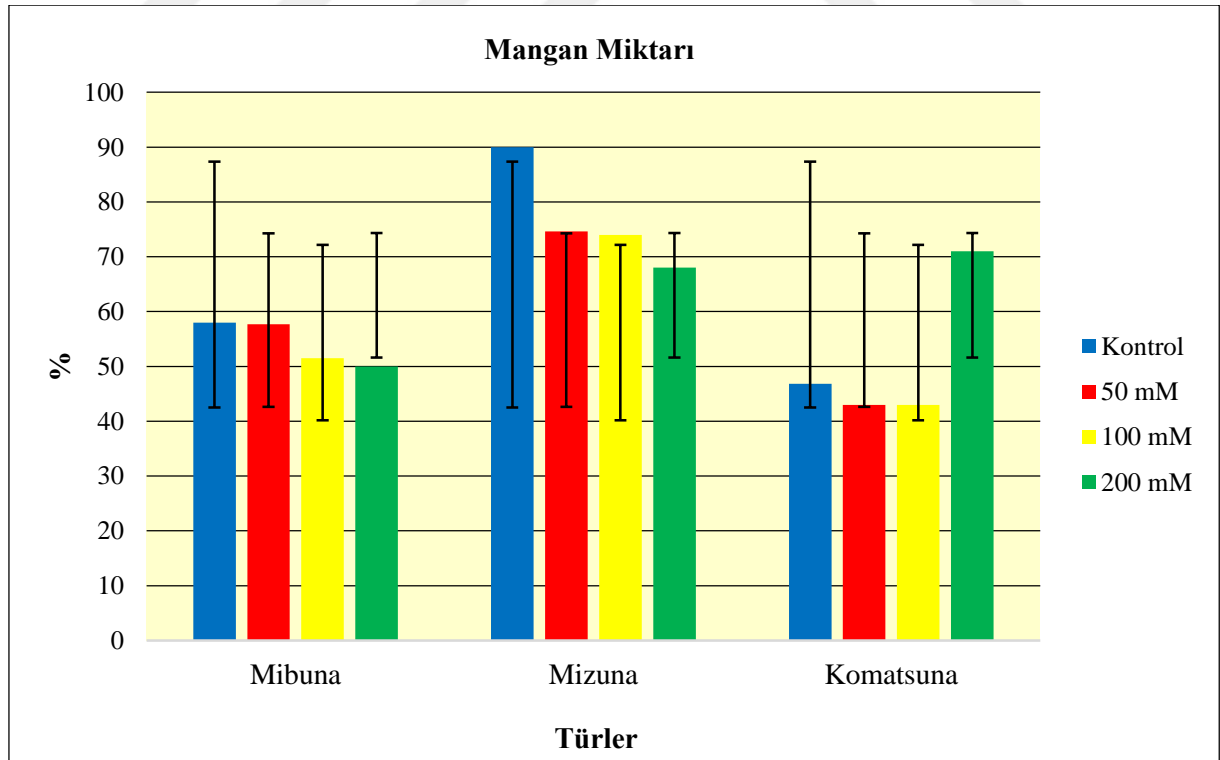
Bu çalışmamızda, tuz konsantrasyonunun etkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli görülmüştür.

Çizelge 4.25. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin mangan (ppm) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Mangan (ppm)	Mibuna	58,00 a	57,68 a	51,50 b	50,00 c	54,30
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-0,55	-11,21	-13,79	
	Mizuna	90,00 a	74,65 b	74,00 b	68,00 c	76,66
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-17,06	-17,78	-24,44	
	Komatsuna	46,81 a	43,00 b	43,00 b	41,49 b	43,58
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-8,14	-8,14	-11,37	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 1,49834 LSD (%1)_{Mizuna}: 1,883141 LSD (%1)_{Komatsuna}: 3,320169



Şekil 4.24. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin mangan (ppm) ortalamaları üzerine etkileri

Çalışmamızda ele aldığımız türlerde kontrol grubunda en yüksek mangan değerine sahipken tuz oranı arttıkça mangan miktarının düştüğü görülmüştür.

Tuzlulukta kontrole göre % değişim bakımından türler karşılaştırıldığından mangan miktarı bakımından en fazla değişim mizuna yapraklarında görülürken (%24,44 azalma), tuz stresinden mangan içeriği bakımından en az etkilenme komatsuna yapraklarında (%11,37 azalma) meydana gelmiştir.

Komatsuna bitkisi düşük kalorili olmakla birlikte kalsiyum, karoten, mangan, bakır ve lif bakımından yüksek bir besindir (Eryılmaz Açıkgöz ve ark. 2015).

Kuraklık stresine maruz kalmış bitkilerin gövdelerinde Mn birikimleri kontrol bitkilerine oranla bazı genotiplerde fazlalaştığı, bazı genotiplerde azalma olduğu ve bazı genotiplerde de herhangi bir değişim olmadığı gözlenmemiştir (Özpay 2008).

Denememizden edindiğimiz sonuçlara göre tuzluluk stresinin artmasıyla mangan alımında azalmalar olmuştur. Benzer şekilde farklı araştırmacıların çeşitli türler üzerinde yapmış olduğu çalışmalarında da mangan miktarında azalmalar görülmüştür (Cramer ve Nowak 1992, Erdal ve ark. 2000, Doğan 2006, Köse 2011, Özpay 2011, Bora 2015).

4.3.2.3 Bakır Miktarı (ppm)

Çalışmamızda yer alan mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının toplam bakır miktarı üzerine etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 4.26 ve Şekilde 4.25'de yer almaktadır.

Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinde toplam bakır miktarları tuz etkisi bakımından ele alındığında en yüksek bakır oranı kontrol gruplarında görülürken en düşük bakır miktarlarının 200 mM tuz uygulamasında olduğu tespit edilmiştir.

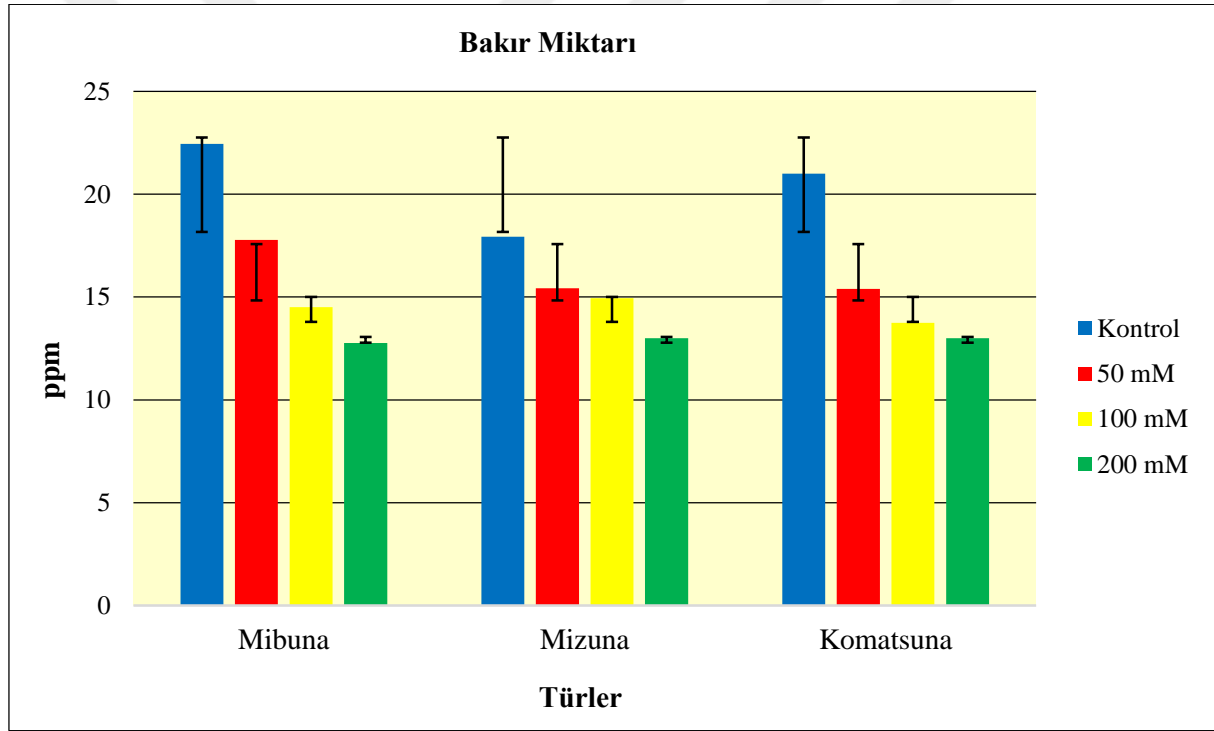
Hiç tuz uygulaması yapılmayan kontrol uygulamalarından 200 mM tuz uygulamasına doğru gidildikçe her üç türde de yapraklardaki bakır miktarında önemli miktarda azalmalar meydana gelmiştir. Bu oranlar mibunada kontrole nazaran 200 mM da %43,16 lük bir azalma ile ilk sırada kendini gösterirken mizunada bu azalma %27,54 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.26. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin bakır (ppm) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Bakır (ppm)	Mibuna	22,45 a	17,78 b	14,51 c	12,76 d	16,88
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-20,80	-35,37	-43,16	
	Mizuna	17,94 a	15,43 b	14,95 b	13,00 c	15,33
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-13,99	-16,67	-27,54	
	Komatsuna	21,00 a	15,39 b	13,74 c	13,00 d	15,78
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-26,71	-34,57	-38,10	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 0,1658013 LSD (%1)_{Mizuna}: 1,510522 LSD (%1)_{Komatsuna}: 9,525544



Şekil 4.25. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin bakır (ppm) ortalamaları üzerine etkileri

Denememizin sonuçlarına benzer şekilde araştırmacıların farklı sebze türlerine tuz konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak bitkilerin sahip olduğu bakır miktarlarında azalmalar olduğunu bildirilmiştir (Erdal ve ark. 2000, Bilgin ve Yıldız 2008, Esringü ve ark. 2011, Kalyoncu 2013, Bora 2015, Tuğcu 2016).

4.3.2.4 Demir Miktarı (ppm)

İklim odasında yetiştirdiğimiz mibuna, mizuna ve komatsuna sebze türlerine ait demir miktarı araştırma bulguları ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.27 ve Şekilde 4.26’da verilmiştir.

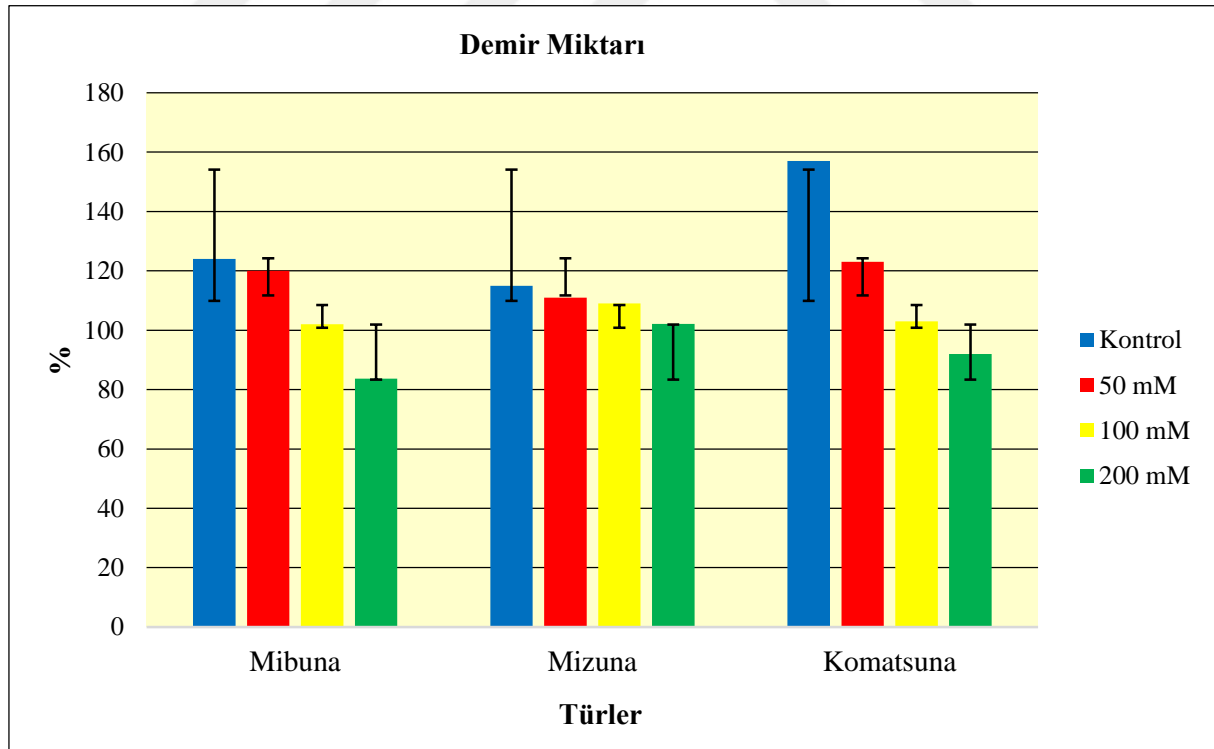
Çizelge 4.27 de elde edilen verilerde her 3 tür kendi içerisinde istatistik analize tabi tulumuş ve ortalamalar arasında %1 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.27. Mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerine uygulanan farklı tuz stresinin demir (ppm) ortalamalarına etkisi* ve LSD testine göre gruplar

Kriter	Tür	Tuz Uygulamaları				Ort.
		Kontrol	50 mM	100 mM	200 mM	
Demir (ppm)	Mibuna	124,00 a	120,00 b	102,00 c	83,64 d	107,41
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-3,23	-17,74	-32,55	
	Mizuna	115,00 a	111,00 b	109,00 b	102,15 c	109,29
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-3,48	-5,22	-11,17	
	Komatsuna	157,00 a	123,00 b	103,00 c	92,00 d	118,75
	Tuzlulukta kontrole göre % değişim		-21,66	-34,39	-41,40	

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında fark yoktur.

LSD (%1)_{Mibuna}: 2,914521 LSD (%1)_{Mizuna}: 3,365399 LSD (%1)_{Komatsuna}: 4,11728



Şekil 4.26. Farklı tuz konsantrasyonlarının mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin demir (ppm) ortalamaları üzerine etkileri

Tuzluluğun ana etkisi yönünden en yüksek demir içeriği kontrol gruplarında iken 200 mM tuz uygulaması grubuna doğru tuzun artmasıyla demir miktarlarının da azaldığı tespit edilmiştir.

Demir içeriğinin tuz stresi karşısında değişimi Çizelge 4.27 de verilmiştir. Kontrol uygulamalarından en yüksek tuz miktarına doğru gidildikçe oluşan değişim miktarına göre en az demir miktarı azalması mizunada (%11,17), sonrasında mibuna da (%32,55) meydana gelirken en fazla demir miktarı azalması komatsunada (%41,40) meydana gelmiştir.

Benzer şekilde farklı araştırmacıların yapmış olduğu tuzluluk çalışmalarında bitkide tuz oranının artması üzerine bitkinin aldığı demir miktarında azalmalar olduğu belirtilmiştir (Erdal ve ark. 2000, Köse 2011, Arıcı ve Erarslan 2012, Bora 2015, Tuğcu 2016, Öztürk 2018).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkilerde abiyotik stres etmenlerinin morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal, anatomik ve moleküler olarak oldukça fazla değişimlere sebep olduğu bilinmektedir. Tuz stresi de bitkilerde büyüme ve gelişmeyi aynı zamanda verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir. Çok fazla ürün kaybına neden olmasından dolayı tuz stresi, ciddi ekonomik zararlara neden olur.

Toprakta, NaCl ve başka çözülebilir tuz oranlarının artmasına bağlı olarak tuz stresi meydana gelmektedir. Bu da bitkide büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkilemektedir. Toprakta tuz miktarının fazlalaşması ve su alımının azalması, hücrelerde ozmotik potansiyeli düşürür. Bundan dolayı, tuz stresi miktar ve süreye dayalı olarak bitkinin büyümesini, gelişimini, çimlenme oranını, fotosentezi ve bunun gibi birçok biyolojik faktörü etkilemektedir.

Bu araştırmada “Alternatif Yeşilliklerde (mibuna, mizuna ve komatsuna) Tuz Stresinin Meydana Getirdiği Bazı Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi” amaçlanmıştır. Denemede materyal olarak mibuna (*Brassica rapa* var. *nipposinica*), mizuna (*Brassica rapa* var. *japonica*) ve komatsuna (*Brassica rapa* L. var. *perviridis*) kullanılmıştır. Bitkilerin yetiştiriciliği Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde bulunan ve kontrollü koşullar altında sıcaklığı +40°C ile -20°C arasında ayarlanabilen iklim odasında 20°C sıcaklık, %65-70 nem, 10/14 (aydınlık/gece) saatlik fotoperiyodik düzende, 400 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ışık şiddetine sahip iklim odasında gerçekleştirilmiştir. Kimyasal analizler ise Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri ve Tekirdağ Ticaret Borsası Toprak-Yaprak analiz Laboratuvarında yapılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurularak ve her tekerrür 3 tür (mibuna, mizuna ve komatsuna) ve 4 tuz konsantrasyonundan (kontrol, 50, 100 ve 200 mM NaCl) oluşmaktadır. Tüm denemede toplam 36 parsel, her parselde 10 bitki ve tüm denemede toplam 360 bitki kullanılmıştır. Bitkiler Hoagland besin çözeltisi içeren hidroponik sistemde 800 ml hacminde perlit içeren saksılarda yetiştirilmişlerdir.

Hasat döneminde bitkilerde morfolojik olarak; yaprak hasar indeksi, yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı (g), yaprak kalınlığı (mm), yaprak alanı (cm^2), bitki boyu (cm), kök derinliği (cm), yaş ve kuru ağırlıklar (g) ölçülmüştür. Fizyolojik olarak yaprak oransal su içeriği (%), yaprak su potansiyeli (-MPa), yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%), yaprak sıcaklıkları (°C), klorofil miktarı (SPAD değeri), yaprak stoma geçirgenliği (mmol m^{-2}

²s⁻¹) ile yaprak renk değerleri ölçölürken kimyasal olarak yapraklarda bulunan makro ve mikro besin elementleri miktarları (% ve ppm) ölçölmüştür.

Denemeden elde edilen değerler incelendiğinde; Yapraklarda hasar indeksi analizlerinin incelenen tüm bitkilerde 200 mM tuz uygulandığında en fazla düzeyde olduğu ve bunun yapraklarda %25-50 arasında nekrotik leke göstermesi ve dökölme başlaması anlamına geldiği yani 3 skalasında olduğu görölmüştür. 100 ve 50 mM tuz uygulamalarında ise lokal sararma ve kıvrılmaların olduğu görölmüştür. Hiç tuz uygulaması yapılmayan kontrol gruplarında ise; 0 skalasının bulunduğu yani bitkilerin stresten etkilenmeyip büyüme ve gelişimlerini normal şekilde tamamladıkları gözlenmiştir.

İncelememizde tuz konsantrasyonlarının artmasına ters orantılı olarak mibuna, mizuna ve komatsuna bitkilerinin; yaprak sayıları, tek yaprak ağırlıkları, yaprak alanları, bitki boyları, kök derinlikleri, yaprak yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak oransal su içerikleri, yaprak su potansiyelleri, yaprak klorofil miktarları ile yapraklarda bulunan makro ve mikro besin elementi oranlarında (N, P, Ca, K, Zn, Cu, Fe, Mg, Mn) azalmaların olduğu görölmüştür. Dolayısıyla tuz miktarının artmasıyla bu kriterlerin ve besin elementlerinin tamamının azaldığı saptanmıştır.

Bu sonuçların aksine artan tuz konsantrasyonu sonucunda ele alınan türlerin yaprak kalınlıkları, membran zarar indeksi ile yaprak sıcaklıkları tuz konsantrasyonu artışıyla doğru orantılı olarak artmıştır. Yaprak renk değerlerinde (L, a ve b) ise sadece b'de ve komatsunada önemli farklılıklar meydana gelmiştir ve yaprak stoma geçirgenliklerinde de sadece komatsunada farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Sonuç olarak yurdumuz ve dünyada son yıllarda görölen küresel ısınma ve su kıtlığına bağlı olarak topraklarda görölen tuzluk sorunlarının kaçınılmaz olduğu bilenen bir gerçektir. Bu sebeple özellikle tuzluluk probleminin olduğu bölgelerde sebze yetiştiriciliği ve çeşitliliğin arttırılması bakımında özellikle ele aldığımız Japon yeşillikleri olarak bilinen bu türlerden özellikle mibunanın tuzluluk problemi olan yerlerde yetiştiriciliği tuza olan toleransından dolayı önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Akay R ZH (2010). Biberde Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Fizyolojik Parametreler ile Mineral Madde İçeriği Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 66 sayfa, Şanlıurfa.
- Akdemir B, Kayışoğlu B, Kavdır İ (1994). MSTAT İstatistik 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, Cilt 3, Sayı 1, Kahramanmaraş.
- Aktaş H (2002). Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 105 s. Adana.
- Aktaş H, Kılıç P (2013). Soya Filizi Yetiştiriciliğinde (*Glycine max* L.) Tuz Uygulamalarının Tohum Çimlenmesi ve Filiz Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 23(3): 236-241.
- Al-Rawahy SA, Stroehlein JL, Pessaraki M (1992). Dry Matter Yield and Nitrogen, Na, Cl and K Content of Tomatoes Under Sodium Chloride Stres. Journal Plant Nutr., 15: 341-358.
- Albayati İJA (2018). Damla Sulamada Farklı Lateral Aralığı Uygulamasının Taze Fasulyede Verim ve Kalite Unsurlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 35 s. Konya.
- Anonim (2018a). Mibuna tohumu. <https://www.zengardentr.com/urun/mibuna-tohumu> (Erişim tarihi 13.09.2018)
- Anonim (2018b). Mizuna tohumu. <https://www.zengardentr.com/urun/mini-mizuna-tohumu> (Erişim tarihi 13.09.2018)
- Anonim (2018c). Komatsuna (*Brassica rapa* var. *perviridis*). [https://www.magicgardenseeds.com/Vegetables/Komatsuna-\(Brassica-rapa-var.-perviridis\)-A.1072-](https://www.magicgardenseeds.com/Vegetables/Komatsuna-(Brassica-rapa-var.-perviridis)-A.1072-) (Erişim tarihi 02.02.2019)
- Anyia AO, Herzog H (2004). Genotypic variation in drought performance and recovery in cowpea under controlled environment. J. Agro. & Crop Sci. 190: 151-159.
- Aranda RR, Syvertsen J.P (1996). The Influence of Foliar Applied Urea Nitrogen and Salina Solutions on Net Gas Exchenc of Citrus Leaves, J. Amer. Soc. Hort. Sci, 121: 501-506.
- Arıcı ŞE, Eraslan F (2012). In vitro Koşullarda Colt (*Prunus avium* X *Prunus psudocerasus*) Kiraz Anacının Sürgün Gelişimi, Klorofil ve Mineral Madde İçeriği Üzerine Tuz Stresinin Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 7 (2): 41-48.

- Arpacı BB (2003). Farklı Su Düzeyi Uygulamalarının Kavunda Verim, Bitki Gelişimi ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- 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 (1994). Breeding for Salinity Tolerance in Plants. Critical Reviews in Plant Sciences, 13(1): 17-42.
- 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.
- Atay AN (2006). Harran Ovası Koşullarında Damla Sulama Sistemi ile Sulanan Biberin Tuza Dayanımının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 91 sayfa, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Avcu S, Akhoundnejad Y, Daşgan HY (2013). Domateste Tuz Stresi Üzerine Selenyum ve Silikon Uygulamalarının Etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 6 (1): 183-188.
- Aydoğan A, Gürbüz A, Evlice AK, Karaca K (2011). Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinde Yaprak ve Un Rengi ile Bazı Karakterler Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 20(2): 17-23.
- Ayyıldız M (1990). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1196, Ders Kitabı: 344, S.1-282, 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. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, sayfa:12-14.
- 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. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Boutraa T, Sanders FE (2001). Influence of Water Stress on Grain Yield and Vegetative Growth of Two Cultivars of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agronomy and Crop Science, 187: 251-257.
- Buschmann C, Lichtenthaler HK (1998). Principles and Characteristics of Multi-Colour Fluorescence Imaging of Plants. Journal of Plant Physiology, 152: 297-314.
- Chartzoulakis K, Klapaki G (2000). Response of Two Greenhouse Pepper Hybrids to NaCl Salinity During Different Growth Stages. Scientia Horticulture, 86, 247-260.

- Chaerle L, Van Der Straeten D (2000). Imaging Techniques and The Early Detection of Plant Stress. Trends in plant science, 5(11): 495-501.
- Clavel D, Drame NK, Roy-Macauley H, Braconnier S, Laffray D (2005). Analysis of Early to Drought Associated with Field Drought Adaptation in Four Sahelian Groundnut (*Arachis hypoganea* L.) Cultivars. Environmental and Experimental Botany 54: 219-230.
- 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.
- Costa AA, Silva EM, Oliveira CJ, Pinheiro FGM, Almeida GP, Cunha MS, Oliveria JCP, Machado LAT, Guedes RL, Teixeira RFB, Moncunill DFA (2002). Cloud Microphysics Experiment Over Northeast Brazil, 11th Conference on Cloud Physics, Ogden, Utah-USA.
- 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.
- Çekiç FÖ (2008). Tuzluluk Koşullarında Yetiştirilen Biber (*Capsicum annuum* L.) Bitkisinde Arbusküler Mikorizanın Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, 96 sayfa, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Mersin.
- Çelik A (2014). Yer Kirazında Farklı Su Uygulamalarının Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Çiçek N, Çakırlar H (2002). The Effect of Salinity on Some Physiological Parameters in two Maize Cult. Bulg. J. Plant Physiological. 28 (1–2), 66–74.
- Dadkhah AR, Griffiths H (2006). The Effect of Salinity on Growth, Inorganic Ions and Dry Matter Partitioning in Sugar Beet Cultivars. Journal of Agricultural Science and Technology. 8: 199-210.
- Daşgan HY, Aktas H, Abak K, Cakmak I (2002). Determination of Screening Techniques to Salinity Tolerance in Tomatoes and Investigation of Genotype Responses. Plant Science, 163: 695-703.
- Daşgan HY, Koç S, Ekinci B, Aktaş H, Abak K (2006). Bazı Fasulye Ve Börülce Gnotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri. Alartarm, 5 (1): 23-31.
- Daşgan HY (2008). İklim Değişikliğinin Sebze Tarımına Etkileri (Yüksek Sıcaklık Stresi) VII Sebze Tarımı Sempozyumu, sa:26-29. Yalova.
- Demirel K, Genç L, Çamoğlu G, Aşık S (2010). Karpuz Bitkisinde Yaprak Su İçeriği ve Klorofil Okumalarından Yararlanılarak Su Stresinin Belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(3): 155-162.

- Deveci M, Arin L, 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, Şanlıurfa.
- Deveci M, Bora M (2016). Değişik Vejetasyon Dönemlerine Kadar Uygulanan Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Biberde Meydana Getirdiği Fizyolojik Değişikliklerin Belirlenmesi. IMCOFE'2016, International Multinational Multidisciplinary Congress of Eurasia. Volume: 1, Page: 552-563, July 11-13 Odessa, Ukraine
- Deveci M, Tuğcu D (2017). Değişik Vejetasyon Dönemlerine Kadar Uygulanan Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Yaprak Lahana (*Brassica oleracea* var. *acephala*)' da Meydana Getirdiği Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişikliklerin Belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi (Academic Journal of Agriculture), 6(Özel Sayı): 81-88.
- Dichio B, Montanaro G (2005). How to improve nutrition efficiency on actinidia *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) CF Liang et AR Ferguson. Informatore Agrario (Italy).
- 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, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dölarslan M, Gül E (2012). Toprak Bitki İlişkileri Açısından Tuzluluk. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 5(2): 56-59.
- 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.
- Ekmekçi E, Apan M, Kara T (2005). Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi, OMÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (3): 118-125.
- Ekmekçi E, Altunal E (2007). Farklı Tuzluluk Düzeylerindeki Sulama Sularının, Biberde Bazı Büyüme Gelişme Ve Verim Parametrelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun.
- 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 H.T (2010). 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.
- Eryılmaz Açıkgoz F (2012). İlkbahar ve Sonbahar Ekim Zamanlarında Yetiştirilen Mibuna (*Brassica rapa* var. *nipposinica*) ve Mizuna (*Brassica rapa* var. *japonica*)’da Verim ve Bazı Bitki Özellikleri ile C Vitamini, Protein ve Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1): 64-70.
- Eryılmaz Açıkgoz F, Altıntaş S (2011). Seasonal Variations in Vitamin C And Mineral Contents and some Yield and Quality Parameters in Komatsuna (*Brassica rapa* var. *pervidis*). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9 (2): 289-291.
- Eryılmaz Açıkgoz F, Aktaş F, Hastürk Şahin F (2015). Komatsuna (*Brassica rapa* L. var. *pervidis*) Bitkisine Ait Bazı Fiziko-Mekanik ve Yapısal Özelliklerin Belirlenmesi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2): 67-77.
- Esringü A, Kant C, Yıldırım E, Karlıdağ H, Turan M (2011). Ameliorative Effect of Foliar Nutrient Supply on Growth, Inorganic Ions, Membrane Permeability, and Leaf Relative Water Content of Physalis Plants under Salinity Stress. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42 (4): 408-423.
- Eşiyok D, Bozokalfa M, Kaygısız Aşçıoğlu T (2008). Egzotik Sebze Türleri ve Yetiştiriciliği. *Ege Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayın No: 571: 49-52.*
- Fan S, Blake T (1994). Abscisic Acid Induced Electrolyte Leakage in Woody Species with Contrasting Ecological Requirements. *Physiologia Plantarum*, 90: 414-419.
- Fischer RA, Rees D, Sayre KD, Lu ZM, Condon AG, ve Saavedra AL (1998). Wheat Yield Progress Associated with Higher Stomatal Conductance and Photosynthetic C Rate and Cooler Canopies. *Crop Science* 38, 1467–1475.
- Furtana GB, Tıyrımadaz R (2010). Physiological and Antioxidant Response of Three Cultivars of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) to Salinity. *Turkish Journal of Biology*, 34: 287-296.
- Gençoğlan Ç, Altunbey H, Gençoğlan S (2006). Response of Green Bean (*P. vulgaris* L.) to Subsurface Drip Irrigation and Partial Rootzone-Drying Irrigation. *Agricultural Water Management*, 84:274-280.
- 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.
- Güneş A, İnal A, Alparslan M, Çıkılı Y (1998). Effect of Salinity on Phosphorus Induced Zinc Deficiency in Pepper (*Capsicum annuum* L.) Plants. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(4): 459-464.

- Güzel A (2006). Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan Domates Bitkilerinde Bazı Fizyolojik ve Büyüme Parametreleri Üzerine Absisik Asit (ABA) ve Kalsiyum'un (Ca^{+2}) Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Hasegawa PM, Bressan RA, Handa AV (1986). Cellular Mechanisms of Salinity tolerance. Hort. Sci. 21: 1317-1324.
- Hastürk Sahin F, Aktas T, Eryılmaz Acikgoz F, Akcay T (2016), Some Technical and Mechanical Properties of Mibuna (*Brassica rapa* var. *nipposinica*) and Mizuna S
- Holmberg N, Bülow L (1998) Improving stress tolerance in plants by gene transfer, Trends in Plant Science, 3 (2): 61-66.
- Ike IF (1986). Effect of soil moisture stres on the growth and yield of Spanish variety peanut. Plant and Soil, 96: 297-298.
- 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.
- Jackson RD, Pinter Jr PJ, Reginato RJ, Idso SB (1986). Detection and evaluation of plant stress for crop management decisions. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 24(1): 99-106.
- Jităreanu CD, Slabu C, Adumitrese L, Pastia MC (2017). Physiological Reaction of *Brassica rapa* L. var. *perviridis* L. H. Bailey Plants Cultivated on Salinized Soil with Zeolitic Tuff and Peat, J. Plant Develop. 24: 95-102.
- Kalefetoğlu T, Ekmekçi Y (2005). Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri Ve Dayanıklılık Mekanizmaları, G.Ü., Fen Bilimleri Dergisi, 18 (4): 723-740.
- Kanber R, Çullu MA, Kendirli B, Antepli S, Yılmaz N (2005). Sulama, Drenaj ve Tuzluluk. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildirileri, s: 213-251, Milli Kütüphane, Ankara
- 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.
- Kalyoncu Ö (2013). Hümik Asitin Tuz Stresi Altında Yetişen Maş Fasülyesi (*Vigna radiata* L. *Wilczek*) Gelişimine ve İyon Alımına Etkisi. Y. Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Karanlık S (2001). Değişik Buğday Genotiplerinde Tuz Stresine Dayanıklılık ve Dayanıklılığın Fizyolojik Nedenlerinin Araştırılması. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Karipçin MZ (2009). Yerli Ve Yabani Karpuz Genotiplerinde Kuraklığa Toleransın Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana.
- Katerji N, Van Hoorn JW, Hamdy A, Mastrorilli M (2004). Comparasion of Corn Yield Response to Plant Water Stress Caused by Salinity and by Drought. Agricultural Water Management, 65: 95-101.

- Kaya C, Higgs D, Kırmak 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 A.L, Ashraf M, Altunlu H (2007). Improved Salt Tolerance of Melon 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 Genotipinin Taranması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi 212 sayfa, 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. 29 (2): 39-48.
- Kazlı A (2005). Tam ve Yarı Isıtmalı Damla Sulamanın Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'nin Verimi ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Keser Ö, Çolak G ve Caner N (2009). Tuza Toleransı Farklı İki Kültür Bitkisinde Bazı Fizyolojik ve Makromorfolojik Parametreler Üzerine Na₂CO₃ Tipi Tuz Stresi Etkileri. BAÜ FBE Dergisi, Cilt:11 (2): 64-80.
- 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.
- Kırmak H, Demirtaş, MN (2002). Su stresi altındaki kiraz fidanlarında fizyolojik ve morfolojik değişimlerin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(3): 265-270.
- Kırmak H, Kaya C, Higgs D, Tas İ (2003). Responses of drip Irrigated Bell Pepper to Water Stress and Different Nitrogen Levels with or without Mulch Cover. *Journal of Plant Nutrition*, 26: 263-277.
- Köksal ES (2006). Sulama Suyu Düzeylerinin Şeker Pancarının Verim, Kalite ve Fizyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin İnfrared Termometre ve Spektrodyometre İle Belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar Sulama Anabilim Dalı, Ankara: 67s.
- Köksal ES, Üstün H, İlbeyi A (2010). Bodur Yeşil Fasulyenin Sulama Zamanı Göstergesi Olarak Yaprak Su Potansiyeli ve Bitki Su Stres İndeksi Sınır Değerleri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 24(1): 25-36.
- Köse Ş (2011). Türkiye'de Yetiştirilen Bazı Kabak Türlerinde (*Cucurbita* sp.) Kuraklık Stresine Tolerans Bakımından Genotipik Varyasyonun Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 87 sayfa, 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 Flaeche Packing Programme.
- Kuşvuran, Ş (2004). Kavunda (*Cucumis melo* L.) Tuz Stresine Toleransın Belirlenmesinde Antioksidant Enzim Ektivitesi ve Lipid Peroksidasyonundan Yararlanma Olankaları. Ankara Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Yüksek Lisans Tezi 110 sayfa.
- Kuşvuran Ş, Üzen N, Daşgan HY, Abak K (2007a). Farklı Bamyası Genotiplerinin Tuz Stresi Altında Göstermiş Oldukları Tepkilerin İncelenmesi. V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Erzurum.
- Kuşvuran Ş, Ellialtıoğlu S, Abak K, Yaşar F (2007b). Responses of Some Melon (*Cucumis sp.*) Genotypes to Salt Stress. Journal of Agricultural Sciences, 13 (4): 395-404.
- Kuşvuran Ş (2010). Kavunlarda Kuraklık Ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Kuşvuran Ş, Daşgan HY, Abak K (2008a). Farklı Bamyası Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tepkileri. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos, Yalova.
- Kuşvuran Ş, Yaşar F, Abak K, Ellialtıoğlu Ş (2008b). 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 (2010). Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Kuşvuran Ş (2011). Bamyası (*Abelmoschus esculentus* L.)'da Tuz Stresine Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıklar ve Tarama Parametrelerinin Araştırılması. Derim 28(2): 55-70.
- Küçükörmürcü S (2011). Tuzluluk ve Kuraklık Streslerine Tolerans Bakımından Bamyası Genotiplerinin Taranması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Levitt J (1980). Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol.II, 2nd ed. Academic Press, New York, pp: 607.
- Mahajan, S., and Tuteja, N., 2005. Cold, Salinity and Drought Stress: An Overview, Archives of Biochemistry and Biophysics, 444: 139-158.
- Madakbaş SY, Kar H, Küçükörmürcü B (2006). Çarşamba Ovasında Bazı Bodur Taze Fasulye Çeşitlerinin Verimliliklerinin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(3/4): 71-77.
- Mahajan S, Tuteja N (2005). Cold, Salinity and Drought Stresses. An Overview, Archives of Biochemistry and Biophysics, 444: 139-158.

- Makbul S, Saruhan Güler N, Durmuş N, Güven S (2011). Changes in anatomical and physiological parameters of soybean under drought stress. Turkish Journal of Botany, 35(4), 369-377.
- Mannan MA, Bhuiya M, Begum R (2002). Effect of Water Regimes on The Growth and Yield of Summer Lettuce. Journal of Training and Development, 15 (1-2): 145-149.
- Marler TE, Schaffer B, Crane JH (1994). Developmental Light Level Affects Growth, Morphology and Leaf Physiology of Young Carambola Trees. Journal of American Society of Horticultural Sciences 119(4): 711-718.
- Maya F, Kanber R (2008). Farklı Su ve Gübre Sistemlerinde Pamuk Bitkisinde Yaprak Su Potansiyelinin Değişimi. Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, 19(2): 22-34, Adana
- Miller DE, Burke D. (1983). Response of Dry Beans to Daily Deficit Sprinkler Irrigation. Agronomy Journal 75: 775-778.
- Miyashita K.; Tanakamaru S, Maitani T, Kimura K (2004). Recovery Responses of Photosynthesis, Transpiration and Stomatal Conductance in Kidney Bean Following Drought Stress. Environmental and Experimental Botany 53 (2): 205-214.
- Mnasri B, Aouani ME Mhamdi R (2007). Nodulation and Growth of Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) Under Water Deficiency. Soil Biology & Biochemistry 39: 1744-1750.
- Munns R, Termaat A (1986). Whole-Plants 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.
- 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.
- Özpay T (2008). Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Kuraklık Stresine Olan Tepkilerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 54 sayfa, Van.
- Öztekin GE (2009). Aşılı Domates Bitkilerinde Tuz Stresine Karşı Anaçların Etkisi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. 342 sayfa, İzmir.
- Öztürk HS (1991). Soya Bitkisinin Gelişimi Üzerine Farklı Dönemlerdeki Su Stresinin Farklı Tekstürlü Topraklardaki Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öztürk Ş (2018). Pazı Yetiştiriciliğinde Farklı Tuz Konsantrasyonlarına Sahip Sulama Sularının Pazının Büyüme ve Gelişimine Olan Etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, 61 sayfa, Tekirdağ.

- Pıtır M (2015). Biber Yetiştiriciliğinde Farklı Su Kısıtlarının Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Pietragalla J, Pask A (2012). Stomatal Conductance. Physiological Canopy Temperature, Stomatal Conductance and Water Relation Traits. Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping, 16-18.
- Pugnaire FI, Endolz LS, Pardos J (1994). Handbook of Plant and Crop Stress (M. Pessarakli, ed.). p: 247, Marcel Dekker, New York.
- Ramirez-Vallejo P, Kelly JD (1998). Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica* 99: 127-136
- 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 Stress. *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.
- 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.
- 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.
- Smesrud JK, Hess M, Sellar J (1997). Western Oregon Irrigation Guides. EM 8713, Oregon State University Extension Service, Corvallis OR.
- Scholander PF, Yamel HT, Bradstreet ED, Hemmingsen EA (1965). Sap Pressure in Vascular Plants. *Science*, 148: 339-346.
- Scopel I, Riscos De Compactação Do Solo Na Produção Florestal (1992). In: Seminario De Atualização Sobre Sistemas De Exploração E Transporte Florestal, Curitiba. Anais. Curitiba: Fundação De Pesquisas Florestais Do Paraná, Universidade Federal De Viçosa, (7): 172-193.
- Süyük 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.
- Şehirli S, Erdem T, Erdem Y, Kenar D (2005). Damla Sulama Yöntemi İle Sulanan Fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) Su Kullanım Özellikleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(2): 212-216.
- Şen A (2005). Buğday (*Triticum aestivum* L.) Doku Kültüründe Tuz Stresinin Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, 72 sayfa, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul.

- Şen Ö (2008). Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Patlıcan Fidelerinin Gelişimi ve Besin Elementi İçerikleri Üzerine Arbuscular Mikorizal Fungus Uygulamalarının Etkisi. Y. Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Konya.
- Taiz L, Zeiger E (2008). Bitki Fiyolojisi Üçüncü baskıdan çeviri (Çeviri Editörü: Prof. Dr. İsmail Türkan), Palme Yayıncılık, Ankara.
- 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.
- Tuğcu D (2016). Değişik Vejetasyon Dönemlerine Kadar Uygulanan Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Yaprak Lahanada Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, 80 sayfa, Tekirdağ.
- Türkeş M (1994). Artan Sera Etkisinin Türkiye Üzerindeki Etkileri, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 321: 71.
- Uyan B (2011). Değişik Vejetasyon Dönemlerinde Farklı Su Kısıtlarının Ispanakta Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Uygan D, Havgören F, Büyükaş D (2006). Eskişehir Sulama Şebekesinde Drenaj Sularının Kirlenme Durumu ve Sulamada Kullanma Olanaklarının Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1): 47-58.
- Uysal T (2007). Tuzlu Topraklarda Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Gelişimine VAM'ın Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 76 s. Konya.
- Uzunlu M (2006). Aspirinin Kavun Fidelerinin Değişik Abiyotik Stres Koşullarına Karşı Toleranslarının Artırılması Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 39 s. Kahramanmaraş.
- Ünlükara A, Cemek B, Karadavut S (2006). Farklı Çevre Koşulları İle Sulama Suyu Tuzluluğu İlişkilerinin Domatesin Büyüme, Gelişme, Verim Ve Kalitesi Üzerindeki Etkileri. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 23 (1): 15-23.
- Variş S, Eryılmaz Açıkgöz F, Altıntaş S (2010). Salata İçin Yaprakları Yenilen Alternatif Sebze: Mibuna ve Mizuna. Hasad Bitkisel Üretim, 296: 70-71.
- 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.

- Yakıt 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, 19(1): 59-67.
- Yaşar F (2003). Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin *in vitro* ve *in vivo* Olarak İncelenmesi. (Doktora Tezi) Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Yıldırım D (2012). Sera Koşullarında Biberin Bitki Su Stresi İndeksi İle Verim İlişkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Yılmaz E, Tuna AL, Bürün B (2011). Bitkilerin Tuz Stresine Karşı Geliştirdikleri Tolerans Stratejileri. C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 7, 47–66.
- Yin C, Wang X, Duan B, Luo J, Li C (2005). Early growth, dry matter allocation and water use efficiency of two sympatric Populous species as affected by water stress. Environmental and Experimental Botany, 53(3): 315-322.
- Yokaş S, Tuna AL (2006). Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitsikisinde (*Zea mays* L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg ve K'nın Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 19 (1): 59-67.
- 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.
- 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.

7. ÖZGEÇMİŞ

07.11.1988 yılında babasının öğretmen olarak atandığı ilk görev yeri olan Urfa'da dünyaya geldi. İlk, orta ve lise öğrenimini Diyarbakır'da tamamladı. 2007 yılında Diyarbakır Rekabet Kurumu Anadolu Lisesinden mezun oldu. 2008 yılında Konya Selçuk Üniversitesinde Elektronik Haberleşme önlisans bölümünü kazandı ve 2010 yılında da mezun oldu. 2011 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünü kazandı ve 2016 yılında Ziraat Mühendisliği Bahçe Bitkileri Alt programından mezun oldu. Aynı yıl Bahçe Bitkileri Anabilim Dalının sebzeçilik bölümünde Prof. Dr. Murat Deveci danışmanlığında Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2016 yılından itibaren Asos Proses Makine San. ve Tic. A.Ş'de Satış ve İş geliştirme sorumlusu olarak çalışmaktadır.

