

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KABAKTA YEŞİL AKSAM VE KÖK BÖLGESİNDEKİ İYON
DAĞILIMININ TUZ STRESİNE TOLERANSIN BELİRLENMESİNDE
KULLANIM OLANAKLARI ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA**

Ferah ERTEKİN

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2010**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KABAKTA YEŞİL AKSAM VE KÖK BÖLGESİNDEKİ İYON DAĞILIMININ TUZ STRESİNE TOLERANSIN BELİRLENMESİNDE KULLANIM OLANAKLARI ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

Ferah ERTEKİN

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Şebnem ELLİALTIOĞLU

Kabakta genotipler arasında tuza tolerans bakımından farklılıkların belirlendiği ve bunun yanında bazı iyonların tuz stresi altında fidelerin hangi kısımlarında biriktiği konusunda çalışılmıştır. Bu amaçla Türkiye'nin bazı yörelerinden toplanan 26 adet kabak (*Cucurbita pepo* L., *C.moschata* ve *C.pepo* var. *styriaca*) genotipine tuz stresi uygulanarak bunlardaki zararlanma dereceleri belirlenmiş, genotipsel farklılık ortaya konmuştur. Ayrıca kabakta tuz stresine toleransın mekanizması hakkında bilgi edinmek, iyon dağılımının toleransın ortaya çıkmasındaki fonksiyonlarını açıklamak da çalışmanın bir diğer amacını oluşturmaktadır. Vermikulit içerisinde çimlendirilen kabak tohumlarından elde edilen fidelerin kotiledon yaprakları yatay duruma geldiğinde ½ Hoagland besin çözeltisinde su kültürüne alınmışlardır. Kabak fideleri en az üçer yaprağa sahip olduktan sonra (yaklaşık 2 hafta) besin çözeltisinin içerisine iki gün süreyle kademeli artış yoluyla toplam 100 mM NaCl ilave edilmiş ve tuz uygulamasının 4. ve 7. gününde ölçüm ve analizler yapılmıştır. Kontrol grubu bitkiler ise sadece ½ Hoagland besin çözeltisinde yetiştirilmeye devam edilmiştir. Na⁺, K⁺, Ca⁺² ve Cl⁻ iyonlarının ölçümü, zararlanma indeks değeri, bitki yaş ağırlığı ölçümleri yapılmıştır. İyon ölçümleri; fidelerin kök, gövde ve apikal kısımdan geriye doğru üçüncü yaprakta yapılmıştır. Genotipler arasında farklılıklar bulunmakla birlikte genel olarak her iki ölçüm zamanında da Na iyonunun en az yaprakta biriktiği, köklerdeki miktarın ikinci sırada yer aldığı, en fazla birikimin gövdede olduğu anlaşılmıştır. K ve Ca iyonları en az köklerde, daha sonra gövdede ve en fazla yapraklarda ölçülmüştür. Cl iyonu ise gövdede en yüksek değerleri verirken, bunu yaprak takip etmiş ve köklerde genel olarak en düşük klor miktarı ölçülmüştür. Tolerant genotip seçiminde organlar arasındaki birikim düzeyine bakarak fidelerde bir yorum yapmanın, çok isabetli sonuçlar veremeyebileceği gözlenmiştir. Tolerant genotip seçimi amacıyla daha düşük düzeyde tuz uygulamalarının, daha uzun süreli yetiştirilen bitkilerde incelenmesi önerisi tartışılmıştır. Bununla birlikte İskenderun-4, AB-44, A-20, A-19, Ç-4, Ç-3, Ç-5, Ç-8 ve A-3 genotipleri tuza karşı, diğer kabak genotiplerine göre daha yüksek tolerans sergilemişlerdir. Nevşehir-1, Ç.Ü.-7, Ç-9, A-11, A-16, A-32 genotipleri ise tuzdan kısa sürede ve çok fazla etkilenmişlerdir.

Mart 2010, 98 sayfa

Anahtar Kelimeler : Tuz toleransı, kabak, *Cucurbita* sp., iyon dağılımı, Na⁺, K⁺, Ca⁺², Cl⁻

ABSTRACT

Master Thesis

A RESEARCH ON THE POSSIBILITIES OF USING ION DISTRIBUTION IN THE PLANT PARTS FOR DETERMINING OF SALT TOLERANCE ON SQUASH

Ferah ERTEKİN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Şebnem ELLİALTIOĞLU

It was worked that there were some differences in salt-tolerance between the genotypes and in which parts of seedlings the ions accumulates under salt stress. For that purpose, 26 squash (*Cucurbita pepo* L., *C.moschata* and *C.pepo* var. *styriaca*) genotypes which were derived from different regions of Turkey were treated with salt stress on their body and then their damaging levels were defined and genotypic difference was proved. Additionally, to be informed about the mechanism of the tolerance towards salt stress and, to explain the functions of ion distribution in arising of tolerance are another aim of the work. When the cotyledon leaves of seedlings which were derived from squash seeds germinated in Vermiculite become to horizontal position, they were taken to hydroponic culture in ½ Hoagland solution of nutrient. After each squash seedlings had at least three leaves (in about 2 weeks), 100 mM NaCl was added in solution of nutrient for 2 days by gradual rising and measurement and analysis were made on 4th and 7th days of salt treatment. Control group plants were continued to be grown in ½ Hoagland solution of nutrient. The concentration of Na⁺, K⁺, Ca⁺² and Cl⁻ ions, damaging index value, wet weight of plant were measured. Ions were measured on root, stem and the third leaf of backward of apical part. Along with the differences between the genotypes, on each two measurement time, generally, it was observed that Na ion accumulated at least in leaves, secondly in roots and utmost in trunks. K and Ca ions were at least in roots, secondly in trunks, utmost in leaves. Cl ion was utmost in trunk, secondly in leaves and at least in roots. It was observed that making interpretation on the seedlings for selection of tolerant genotype, according to the levels of accumulation between the bodies, would not come up with right results. With the aim of selection of tolerant genotype, the suggestion of that investigation of lower level salt treatment on long-term cultivated plants was discussed. Besides, in comparison with other squash types, İskenderun-4, AB-44, A-20,A-19, Ç-4, Ç-3, Ç-5, Ç-8 and A-3 genotypes showed that more tolerance towards salt.

In case Nevşehir-1, Ç.Ü.-7, Ç-9, A-11, A-16, A-32 genotypes were affected in a short time and excessively by salt.

March 2010, 98 pages

Key Words: Salt tolerance, squash, *Cucurbita sp.*, ion distribution, Na⁺, K⁺, Ca⁺², Cl⁻

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca her bakımdan yakın ilgi, destek, anlayış ve emeklerini esirgemeyen, akademik katkılarının yanı sıra; çok yönlü, enerjik ve sevgi dolu kişiliğiyle de kişisel gelişimime büyük katkılarda bulunan ve hayatımın önemli kazanımlarından biri olarak gördüğüm çok değerli danışman hocam, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi, Prof.Dr. Şebnem ELLİALTIOĞLU'na,

Araştırmada kullanılan kabak genotiplerine ait tohumların temin edilmesindeki emeklerinden dolayı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Öğretim Üyesi Prof.Dr.Kazım ABAK ve hem materyal temini, hem de çalışmamın önemli bir bölümünün yürütüldüğü Van'da göstermiş olduğu destek, ilgi ve konukseverliğinden dolayı, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Öğretim Üyesi Doç.Dr.Fikret YAŞAR'a; Ankara ve Van'da yürütülen laboratuvar çalışmalarının tüm aşamaları boyunca esirgemedikleri özverili yardımları ve emeklerinden dolayı değerli Ziraat Mühendisi arkadaşlarım, Mehlika TAŞBAKIR, Didem TÜRKÖZÜ, Banu GÜNALP ve Şerif KÖSE'ye; istatistiksel analiz ve değerlendirmelerdeki yardımlarından dolayı Bartın Üniversitesi Öğretim Görevlisi Dr. Cevdet GÜMÜŞ'e; çalışmalarım süresince bana gösterdikleri ilgi, anlayış, maddi ve manevi destekle, her zaman eğitime verdikleri değeri ve önemi de vurgulamış ve dolayısıyla katkıda bulunmuş olan değerli işverenlerim, Lamia ve Atila TAŞKIN'a; burada saymadığım, doğrudan ya da dolaylı olarak destek ve emeği geçen gizli kahramanlarım, tüm değerli arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca ve çalışmamın her aşamasında bana destek olan, özellikle canım anneme ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Ferah ERTEKİN

Ankara, Mart 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTARACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1.GİRİŞ	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ.....	8
2.1 Bitkilerde Tuz Stresi.....	8
2.2 Bitkilerde Tuz Stresine Karşı Geliştirilen Uyum Mekanizmaları.....	13
2.3 Tuza Tolerans Özelliği ile İyon Miktarları Arasındaki İlişki	16
2.4 Kabakta Tuz Stresi	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM	26
3.1 Materyal.....	26
3.2 Yöntem.....	26
3.2.1 Tohumların çimlendirilmesi ve su kültürü denemesinin kurulması	29
3.2.2 Tuz uygulamalarının yapılması.....	31
3.2.3 Ölçüm ve analizler.....	32
3.2.3.1 0- 5 skalasının oluşturulması.....	32
3.2.3.2 Bitkilerde yeşil aksam ve kök ağırlıklarının belirlenmesi.....	33
3.2.3.3 Mineral element analizleri.....	33
3.2.4 Değerlendirmeler.....	34
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	35
4.1 Skala değerlendirmesi	35
4.1.1 Bitkilerde yaş ağırlıklarının belirlenmesi	38
4.1.2 İyon miktarı ölçümleri.....	47
4.1.2.1 Sodyum iyonu.....	47
4.1.2.2 Potasyum iyonu.....	56
4.1.2.3 Kalsiyum İyonu.....	65
4.1.2.4 Klor İyonu.....	76

5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	86
KAYNAKLAR	88
ÖZGEÇMİŞ	98

SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat derece
da	Dekar
g	Gram
mg	Miligram
ml	Mililitre
µg	Mikrogram
mM	Milimol
%	Yüzde
CAT	Katalaz
MDA	Maleondialdehit
SOD	Superoksit dismutaz
TA	Taze ağırlık
TBA	Tiobarbütirik asit
TCA	Trikloroasetik asit
Ha	Hektar
Cl	Klor
Na	Sodyum
Ca	Kalsiyum
YASİ	Yaş ağırlık stres indeksi
KMSİ	Kuru madde stres indeksi
EC _w	Elektriksel iletkenlik
dS.m ⁻¹	desisiemens
T.A.	Taze ağırlık
NaCl	Sodyumklorür

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.a. Kabakların yetiştirildiği araziden görünüm, b. Kabakta erkek çiçek ve sağ tarafta dişi çiçeğin elle yapay olarak tozlanması (kendileme), c. Kendilenmiş dişi çiçek (Ellialtıoğlu 2009).....	27
Şekil 3.2 Denemede yer alan yerli kabak genotiplerinden bazılarında tohum almak üzere kendilenmiş meyvelerin görünüşü.....	29
Şekil 3.3 Su kültürünün kurulduğu iklim odasından ve gelişen kabak fidelerinin görünüm.....	31
Şekil 3.4 Tuz uygulamasının yedinci gününde ölçüm ve analizler için alınarak kullanılan fideler (soldakiler kontrol, sağdakiler tuz uygulamasından alınan fidelerdir).....	33
Şekil 3.5.a. Örneklerin nitrik asit çözeltisinde bekletilmesi, b. Süzme işleminin uygulama aşamasından görünüm.....	34
Şekil 4.1.a. Kontrol grubu kabak bitkilerinin gelişimi, b. Tuz uygulanan kabak genotipleri arasında ortaya çıkan gelişme farklılıkları.....	35
Şekil 4.2 100 mM tuz uygulanan 26 kabak genotipinin 4 ve 7. günlerindeki gelişme indeks değerleri.....	37
Şekil 4.3 Denemede yer alan kabak genotipleri arasında indeks değeri en yüksek, tuza toleransı en düşük olan genotipler.....	41
Şekil 4.4 Denemede yer alan kabak genotipleri arasında indeks değeri orta, tuza toleransı da orta derecede olan genotipler.....	42
Şekil 4.5 Denemede yer alan kabak genotipleri arasında indeks değeri en düşük, tuza toleransı en yüksek olan genotipler.....	43
Şekil 4.6. Kontrol ve 100 mM tuz uygulamasının, 26 farklı kabak genotipine ait fidelerde, stresin 4. ve 7. günlerindeki bitki yaş ağırlıklarına etkisi.....	45
Şekil 4.7 Farklı kabak genotiplerine ait fidelere su kültüründe uygulanan 100 mM NaCl stresinin 4. ve 7. günlerindeki yaş ağırlık stres indeks değerleri (%).....	46
Şekil 4.8 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin köklerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Na ⁺ iyonu miktarları (µg/mg K.A.).....	49
Şekil 4.9 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövdelerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Na ⁺ iyonu miktarları (µg/mg K.A.).....	51
Şekil 4.10 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Na ⁺ iyonu miktarları (µg/mg K.A.).....	53
Şekil 4.11 26 farklı kabak genotipine ait fidelere değişik kısımlarında tuz uygulamasının ardından ölçülen Na ⁺ iyonu miktarları (µg/mg K.A.), a. 4. gün, b. 7. gün.....	55
Şekil 4.12 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin köklerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki K ⁺ iyonu miktarları (µg/mg K.A.).....	58

Şekil 4.13	100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövdelerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki K^+ iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg K.A.}$).....	60
Şekil 4.14	100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki K^+ iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg K.A.}$).....	62
Şekil 4.15	26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasının ardından ölçülen K^+ iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg K.A.}$), a. 4. gün, b. 7. gün.....	64
Şekil 4.16	100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin köklerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Ca^{+2} iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg K.A.}$).....	68
Şekil 4.17	100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövdelerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Ca^{+2} iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg K.A.}$).....	70
Şekil 4.18	100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Ca^{+2} iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg K.A.}$).....	72
Şekil 4.19	26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasının ardından ölçülen Ca^{+2} iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg K.A.}$), a. 4. gün, b. 7. gün.....	74
Şekil 4.20	100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin köklerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Cl^- iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg K.A.}$).....	78
Şekil 4.21	100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövdelerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Cl^- iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg K.A.}$).....	80
Şekil 4.22	100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Cl^- iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg K.A.}$).....	82
Şekil 4.23	26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasının ardından ölçülen Cl^- iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg K.A.}$), a. 4. gün, b. 7. gün.....	84

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan kabak genotiplerinin denemelerdeki numarası, kodu, çeşit adı veya toplandığı yöreye göre verilen isimleri, temin edildiği yer.....	28
Çizelge 3.2 Hoagland besin çözeltisinde bulunan besin maddeleri ve konsantrasyonları.....	31
Çizelge 4.1 100 mM tuz uygulamasında genotiplerin göstermiş oldukları reaksiyonun 0-5 skalasına göre ortalamaları ve istatistiksel gruplandırmalar *	36
Çizelge 4.2 Kabaklarda, 4 günlük tuz stresi sonunda bitkilerdeki bitki yaş ağırlık ortalamaları (g/bitki), yaş ağırlık stres indeks (YASİ) değerleri (%) ve istatistiksel gruplandırmalar	39
Çizelge 4.3 Kabaklarda, 7 günlük tuz stresi sonunda bitkilerdeki yaş ağırlık ortalamaları (g/bitki), yaş ağırlık stres indeks (YASİ) değerleri (%) ve istatistiksel gruplandırmalar.....	44
Çizelge 4.4 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan kök kısımlarındaki Na ⁺ miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µ g/mg K.A.).....	48
Çizelge 4.5 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan gövde kısımlarındaki Na ⁺ miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.).....	50
Çizelge 4.6 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan üçüncü yapraktaki Na ⁺ miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.).....	52
Çizelge 4.7 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra Na ⁺ iyonu miktarları (µg/mg K.A.).....	54
Çizelge 4.8 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan kök kısımlarındaki K ⁺ miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.).....	57
Çizelge 4.9 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan gövde kısımlarındaki K ⁺ miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.).....	59

Çizelge 4.10	100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan üçüncü yaprak kısımlarındaki K^+ miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artış ve azalışlar ($\mu\text{g}/\text{mg}$ K.A.).....	61
Çizelge 4.11	26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra K^+ iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg}$ K.A.).....	63
Çizelge 4.12	100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan kök kısımlarındaki Ca^{+2} miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (μ g/mg K.A.).....	67
Çizelge 4.13	100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan gövde kısımlarındaki Ca^{+2} miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (μ g/mg K.A.).....	69
Çizelge 4.14	100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan üçüncü yaprak kısımlarındaki Ca^{+2} miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (μ g/mg K.A.).....	71
Çizelge 4.15	26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra Ca^{+2} iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg}$ K.A.).....	73
Çizelge 4.16	100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan kök kısımlarındaki Cl^- miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar ($\mu\text{g}/\text{mg}$ K.A.).....	77
Çizelge 4.17	100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan gövde kısımlarındaki Cl^- miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar ($\mu\text{g}/\text{mg}$ K.A.).....	79
Çizelge 4.18	100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan üçüncü yaprak kısımlarındaki Cl^- miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar ($\mu\text{g}/\text{mg}$ K.A.).....	81
Çizelge 4.19	26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra Cl^- iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg}$ K.A.).....	83

1. GİRİŞ

Bitkisel üretimde stres; bitkinin yaşadığı ortamda bir veya birden fazla etkenin, büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkileyerek, verim düşüklüğü ile sonuçlanan bir dizi gerilemeye neden olmasıdır. Bitkide strese neden olan etmenler; biyotik kökenli olabildiği gibi (hastalık oluşturanlar ve zararlılar); tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar, besin elementlerinin eksiklik veya fazlalıkları gibi abiyotik kökenli de olabilmektedir.

Ghassemi vd. (1995), dünyadaki sulanabilir alanların %20'sinin tuzluluk ile etkilendiğini bildirmekte; Lopez ve Satti (1996) ise sulama sularının tuzluluğu açısından bir değerlendirme yaparak, dünya yüzeyinde 1400 milyon km³ su bulunduğunu ve bunun %97.4'lük bir oranının tuzlu su olduğunu ileri sürdüklerini dile getirmekte; tuzlu sular tarafından dünyada sulanabilir 237 milyon hektarlık alanın, 30 milyon hektarlık bölümünün zarar gördüğünü, 80 milyon hektarlık bir kısmının ise değişik düzeylerde etkilendiğini belirtmektedirler. Bu durumda tuzluluğun giderek yaygınlaşan ciddi bir stres faktörü olduğu görülmektedir.

Tarımsal üretim alanlarında tuzluluk, toprakların verimliliğini olumsuz yönde etkileyen, ürün verimini sınırlandıran en önemli sorunlardan birisidir. Toprak tuzluluğu çoğunlukla yağış miktarı az, yüksek sıcaklık derecelerine sahip olan kurak ve yarı kurak bölgelerde ortaya çıkmaktadır. Böyle bir ekolojide sulama yapılması halinde tuzlanma daha da hızlı ortaya çıkabilmektedir. Sulama ile toprağın alt katmanlarında bulunan tuz, evaporasyon sırasında kapillarite ile yukarı taşınmakta ve bitkinin kök bölgesi seviyesinde birikmektedir. Sulamanın yanlış uygulanması veya sulama suyunda aşırı düzeyde eriyebilir tuzların bulunması, yeterli drenajın olmaması da tuzlanmanın diğer nedenleri arasında yer almaktadır (Epstein vd. 1980).

Toprakta bulunan çözünebilir tuzların miktarı, bitkinin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan miktarın üzerine çıktığında sorunlar ortaya çıkmaya başlar. Toprakta tuz içeriği arttıkça bitkinin su alımı kısıtlanır. Tuz konsantrasyonu, kullanılabilir su potansiyelini

düşürmeye yetecek kadar olduğunda (0.5-1.0 bar) bitki strese girer ki, bu da tuz stresi olarak adlandırılır (Levitt 1980).

Ekonomik anlamda öneme sahip bitkilerin çoğu tuzluluğa karşı duyarlıdır. Tuzlu ortamlarda yetişen bir bitki için büyümeyi engelleyici faktörleri üç grupta toplamak olasıdır: a) kök bölgesindeki düşük su potansiyeli nedeniyle su alınınının azalması veya diğer bir deyişle su stresi, b) iyon toksisitesine neden olacak düzeyde yükselen Na^+ ve Cl^- iyonlarının bitki bünyesinde birikimi, c) besin maddelerinin alımı ve taşınımı sırasında ortaya çıkan dengesizlikler ve özellikle K^+ ve kısmen Ca^{+2} eksikliklerinin ortaya çıkması (Munns ve Termaat 1986, Marschner 1995, Karanlık 2001).

Tuzluluk sorununa neden olan bileşikler klorürler (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2), sülfatlar (Na_2SO_4 , MgSO_4), nitratlar (Na_2NO_3 , KNO_3), karbonatlar ve bikarbonatlar (CaCO_3 , Na_2CO_3 , NaHCO_3) ve boratlardır. Ancak genelde toprak tuzluluğu ve tuz stresi denildiğinde NaCl 'ün varlığından söz edilmektedir (Munns ve Termaat 1986). Toprak çözeltisinde NaCl oranı %0.5'ten daha fazla ise bu topraklar tuzlu topraklar olarak nitelendirilmektedir (Blum 1985).

Ülkemizde yaklaşık 1.512.772 ha alan NaCl tuzluluğunun etkisi altındadır (Dinç vd. 1993). Bunun yanında Türkiye'de 44.000 ha'lık örtü altı yetiştiriciliği yapılan alanların yaklaşık yarısını oluşturan ve yoğun sebze üretiminin yapıldığı sera tarımında karşılaşılan önemli problemlerden birisi olan tuzluluğun gün geçtikçe yaygınlaştığı bilinmektedir (Sevgican 1999). Tuzluluk sorununun ortaya çıkmasına neden olan faktörlerin yanında, sera yetiştiriciliğinde bunlara ilave olarak dengesiz ve yoğun gübreleme, örtü ile kaplanmış olması nedeniyle sera toprağına yağış düşmemesi ve yıkanma olmaması da etkide bulunmaktadır.

Tuzluluğun zararlı etkisini azaltmak, tuz birikimi nedeniyle ortaya çıkan verimlilik kaybını geri çevirmek ve yeniden canlandırılmış topraklar elde etmek için bazı uygulamalar yapılabilmektedir. Bu uygulamalar esas olarak çok miktarda kaliteli su, enerji ve dikkatli bir toprak yönetimi bileşenlerinden oluşmaktadır. Tuzluluk sorunu

denildiğinde en fazla zararlı etkiyi yapan ve en yaygın olan iyonlar olan Na ve Cl iyonlarının toprakta yüksek düzeylerde bulunduğu anlaşılmaktadır (Munns ve Termaat 1986). Bol temiz su kullanarak sodyum klorürün bitki kök bölgesinden yıkanması başvurulacak ilk yöntemdir. Tam bir yıkamanın gerçekleştirilmesi için yıkama suyunun miktarı ve kalitesi, toprağın yapısı, tuzun türü ve konsantrasyonu, toprak geçirgenliği, drenaj sisteminin etkinliği önemlidir. Bunun için sulama ve drenaj maliyetinin vurgulanması da gereklidir. Yapılan masraflara karşın, tuzluluk probleminin daha çok kurak ve yarı kurak alanlarda görülmesi, suyla yıkama şeklindeki bir çözümün pratik olmayacağını açıkça ortaya koymaktadır. Tuzun suyla toprak profilinden yıkanması işleminin yanısıra; organik gübreler kullanılarak toprağın humus miktarının artırılması, aşırı inorganik gübrelemeden kaçınılması, yüksek dolgu maddesi ve klor gibi toprak tuzunu artırıcı elementleri içeren gübreler kullanılmaması, seralarda topraksız yetiştiricilik yapılması veya belli zaman aralıkları ile toprağın üst katmanının değiştirilmesi gibi işlemler, topraklardaki tuz düzeyini kontrol altına almak veya bunun zararlarından kaçınmak için uygulanabilecek bazı yöntemler arasında yer alsa da; bu işlemler bazen zaman alıcı ve çoğunlukla da pahalı olmaktadır. Ayrıca iyileştirilen alanlarda uygun sulama yöntemlerinin kullanılmadığı durumlarda yeniden tuzlu topraklar oluşabilmektedir (Aktaş 2002).

Topraktaki tuzluluk sorununun ortadan kaldırılmasına yönelik olarak kullanılacak yöntemlerin güçlüğü ve masraflı olması nedeniyle, son yıllarda tuza dayanıklı bitki türleri ile bunlara ait tuza toleransı yüksek genotiplerin seçilmesi çok sayıda araştırmacının ilgi odağı olmuştur. Tuzluluğun sorun olduğu bölgede tuzluluk yavaş seyretse de kaçınılmaz olacağından, genetik dayanıma yönelmek en kalıcı çözüm olarak görülmektedir. Bitkilerin tuzdan etkilenme durumlarının genetik olarak kontrol altında olan bir özellik olduğu bilinmektedir. Ashraf (1994) tarafından “yüksek oranlarda çözünebilen tuz içeren ortamlarda bitkilerin büyüme ve gelişmesini sürdürebilme yeteneği” olarak tanımlanan “tuz toleransı”, bitkilerde farklı biçimlerde kendini gösterebilmektedir. Levitt (1980)’in açıkladığı iki farklı mekanizma, daha sonraki yıllarda Marschner (1995) tarafından da geliştirilerek anlatılmıştır. Buna göre, eğer bir bitkide tuzdan sakınım (*exclusion*) ve tuzu kabullenme (*inclusion*) mekanizmalarından birisi iyi gelişmiş ise, bu bitki genotipinin tuza toleransı yüksektir. Tuzdan

sakınım mekanizmasına sahip olan bitkiler, tuzun alınmasını sınırlama yoluyla toksisiteyi önleme yolunu kullanmaktadırlar. Bu bitkiler tuzu bünyesinden uzak tutarak hücre içindeki tuz konsantrasyonunu sabit olarak koruyabilmektedirler. Tuzu kabullenme mekanizmasına sahip bitkiler ise Na^+ ve Cl^- iyonlarına doku toleransı göstermektedirler. Bitki Na^+ iyonunu fazlaca aldığı halde, zararlanma belirtisi göstermiyor veya çok az etkileniyorsa doku toleransından söz edilebilir. Bu tip bitkilerde tuzun hücreler içinde tutulduğu ve tuz bezleri gibi özelleşmiş hücrelerde biriktirildiği bilinmektedir. Bu iki tolerans mekanizması esas anlamda kabul ediliyor olsa da, tuza karşı toleransın mekanizması henüz tam olarak açıklanabilmiş değildir (Babourina vd. 2000).

Bitkilerin tuza karşı gösterdiği tepkiler; bitkinin içinde bulunduğu gelişme dönemine, stres faktörü olan tuzun konsantrasyonuna, tuzun bitkiye etki ettiği süreye göre değişebilmekte; ayrıca iklim ve toprak özelliklerine bağlı olarak da farklılık gösterebilmektedir (Greenway ve Munns 1980). Çevresel faktörler ve fizyolojik etkilerin eşlik ettiği tuza tolerans özelliğinin esas kaynağı kalıtsal unsurlardır. Tuza tolerans bakımından bitkiler arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Familya, cins ve türler arasında farklılıklar bulunduğu gibi, aynı türe ait genotipler arasında da tuza tolerans yönünden farklılıkların bulunduğu bilinmektedir.

Bitkiler tarafından genotipler düzeyinde farklı tepkilerin bulunduğu tuza tolerans mekanizmasının anlaşılabilmesi için çok değişik özellikler incelenmiş olup bir genotipin tuz stresine karşı toleransını gösteren yaklaşık 200 adet morfolojik, fizyolojik veya biyokimyasal parametre olduğu ileri sürülmektedir. Geçen yıllar içerisinde bu parametreler, çok değişik bitki türlerinde farklı genotiplerde incelenmiş, ancak tuza toleransın belirlenmesinde etkin tek bir yöntem belirlenememiştir. Son yıllarda tuza toleransın belirlenmesinde bitki doku ve organellerinde iyon (Na^+ , K^+ ve Cl^-) birikimi, bitkide taşınımı ve dağılımı ile bu iyonların birbirine olan oranları (K/Na) (Hasegawa vd. 1986, Sykes 1987), bitkilerin organik madde biriktirme ve sentezleme yetenekleri ile hücre düzeyinde meydana gelen oksidatif stresten kaynaklanan zararlanmalar üzerinde durulmaktadır (Aktaş 2002). Daşgan vd. (2002) domateste tuza toleransın belirlenmesinde K/Na oranı gibi Ca/Na oranının da etkili olduğunu belirlemişler; tuza

tolerant domates genotiplerinin belirlenmesi için iyon dengelerinin screening parametresi olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Tuzluluk sorununun potansiyel olarak mevcut olduğu, ülkemizin kurak ve yarı kurak birçok bölgesinde açıkta yetiştiriciliği yapıldığı gibi örtü altında da gün geçtikçe artan bir ilgiyle tarımı yapılan kabak; tuza orta derecede tolerans gösteren bir sebze türüdür (Shannon ve Francois 1978). Ülkemizin hemen her yöresinde yetiştirilen ve değişik ekolojilere uyum sağlayarak uzun yıllardan beri üretilen, önemli düzeyde genetik zenginliğe sahip bu bitki türünde tuza tolerant genotiplerin belirlenerek ıslah çalışmalarında kullanılması konusunda yapılmış çalışmaya rastlanmamıştır.

Çevresel streslere karşı tolerant çeşitlerin bulunmaması, olumsuz koşullarda yetiştiricilik yapıldığında önemli derecede ürün ve kalite kaybına yol açmaktadır. Özellikle balkabağı ve çekirdek kabağında, üretimde kullanılan çeşitlerin büyük çoğunluğunun yöresel populasyonlar niteliğinde olması, yabancı döllen bir tür olan kabağın yıllar içerisinde karışmasına neden olmuştur. Kurak ve yarı kurak ekolojilerde çok az ve bazen de hiç sulama yapılmadan yetiştirilebilen bir tür olan kabağın tuzluluk sorunu olan toprakların değerlendirilmesinde iyi bir alternatif olabileceği düşünülmektedir. Örtü altı alanlarda tuzlanma sorununun gün geçtikçe artması ve yaygınlaşması da, kabak tarımında tuzluluğa tolerant genotiplerin belirlenmesi gereksinimini ortaya çıkartmaktadır. Kabak tür ve çeşitlerinin, karpuz ve kavuna anaç olarak kullanılması, bu türün önemini daha da artırmaktadır.

Kabakta da, diğer sebze türlerinin önemli bölümünde olduğu gibi ıslah edilmiş çeşitlerimizin azlığı, verim ve kalite özellikleri yüksek fakat ülkemizin pazar isteklerine tam olarak uymayan yabancı çeşitleri ülkeye girmesine neden olduğundan, bu durum yerli materyalimizin kaybolup gitmesine yol açabilecek çok riskli bir sonucu işaret etmektedir. Tüm bitki türlerimizde olduğu gibi kabakta da öncelikli olarak yöresel çeşitlerden, agronomik karakterleri belirlenmiş ve saflaştırılmış yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve bunun için ıslah programlarına hız kazandırılması gerekmektedir.

Tuza karşı gösterilen tepki bakımından bitki türleri ve çeşitleri, hatta organları arasında fizyolojik ve metabolik değişimler bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır (Belkhdja vd. 1994). Genotipe bağlı olarak farklı şiddetlerde ortaya çıkan tuzdan etkilenme derecesi, o genotipin tuz stresi altında geliştirdiği metabolik değişimlere bağlıdır. Bitkilerdeki bu değişik tepkiler incelenerek tuzluluğa karşı tolerans gösteren bitkilerin seçimleri için bazı kriterler geliştirmek olasıdır. Domates ve patlıcan türlerinde önceki yıllarda yapılan çalışmalarda tüm bu fizyolojik ve biyokimyasal parametreler ve başka bazı özellikler incelenerek tuza tolerans bakımından genotip düzeyinde farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir (Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu 1994, 1997). Kavunda tuz stresinin çeşitler bazında farklı etkiler yarattığı önceki çalışmalarda belirlenmiş, ancak yüksek tolerans gösteren genotipin seçiminde, fizyolojik ve biyokimyasal olarak kullanılan analiz ve gözlemler; etkin ve güvenilir bir seçim yöntemini ortaya koymayı mümkün kılamamıştır (Akıncı 1996). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde yapılan araştırmaların sonuçları, tuz stresi ile karşılaşan kavun bitkilerinde büyüme parametreleri, iyon değişimleri, klorofil, MDA miktarı, antioksidatif enzimlerin aktiviteleri gibi parametrelerin tümünde değişimler meydana geldiğini ve bunların çeşitlere göre önemli düzeyde farklılıklar taşıdığını göstermiştir (Kuşvuran vd. 2006, Kuşvuran vd. 2007 a, b, c). Kavunda NaCl tuzluluğuna tolerant genotip seçiminde etkili olarak kullanılacak en güvenilir parametrelerin bitkideki iyon değişimi, özellikle bünyeye aldığı klor iyonu miktarı, zararlanma indeks değeri, bitki yaş ağırlıkları olduğu gözlemlenmiştir. Kloru bünyeye daha az alan genotiplerin daha iyi geliştiği yönünde gözlemler edinilmiştir. Tüm bu önceki çalışmalar ve gözlemler ışığında planlanan araştırmada;

- a. Türkiye'nin değişik yörelerinden toplanmış olan kabak populasyonlarının tuza tolerans durumlarının belirlenmesi;
- b. Populasyonlar arasında tuza tolerans bakımından bir farklılık bulunup bulunmadığının belirlenmesi;
- c. Tuza tolerans seviyesini ortaya koymada etkin bir parametre olarak bilinen iyon birikiminin genotiplerdeki dağılımının incelenmesi;

- d. Tuz stresi altındaki kabak bitkilerinde Na ve Cl iyonlarının bitki üzerindeki dağılımının incelenmesi ve bu özelliğin tuza tolerans kabiliyeti ile ilişkisini araştırmak amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Bitkilerde Tuz Stresi

Bitkilerde görülen tuz stresi, NaCl tuzu başta olmak üzere genellikle sodyum tuzları nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Doğada bitkiler tuza tolerans bakımından halofitler (tuzcul bitkiler) ve glikofitler (yüksek tuz yoğunluklarından etkilenen ve zarar gören bitkiler) olmak üzere iki grupta toplanmaktadırlar. Halofitler; tuz bitkileridir ve tuzun yüksek konsantrasyonlarında gelişebilmektedirler. Yeryüzünde sadece az sayıda bitki türü sadece tuzlu koşullarda yaşayabildiği halde tuz seviyesinin düşük olduğu koşullarda yaşayamamaktadır (*Salicornia herbecea* ve *Atriplex vericaria*). Obligat halofit olmayan diğer bir grup halofit bitki (*Aster atripalium* ve *Plantago vericaria* gibi) düşük tuz seviyelerinde de normal gelişmelerini sürdürebilmektedir. Yüksek bitkilerin hemen tamamı glikofit bitkiler kapsamında yer almaktadır ve yüksek tuz konsantrasyonlarında yaşayamamaktadır (Levitt 1980, Ellialtıoğlu ve Tıprıdamaz 1998 a).

Tuz zararının bitkilerdeki belirtileri değişik şekillerde kendini gösterebilmektedir. Tuzluluk, bitkinin morfolojisi ve anatomisini de kapsayan tüm metabolizmasını etkileyen bir faktördür (Levitt 1980). Toprak çözeltisindeki tuz konsantrasyonu arttığında ve su potansiyeli azaldığında, bitki hücrelerinin ozmotik potansiyeli düşer ve bitki hücrelerinin bölünmesi ya da uzaması birden yavaşlar. Bu stres koşulları altında genellikle stomalar kapanır ve sonuç olarak fotosentez azalır. Stres koşullarının devam etmesi halinde bitki büyümesi tamamen durabilir (Ashraf 1994). Bitki tür ve çeşitleri arasında tuzluluğa gösterilen tepki bakımından farklılık bulunmakla birlikte, glikofit bitkilerin kök bölgesindeki tuzluluğun hafta veya ay düzeyindeki bir süreç boyunca artmasına karşı gösterilen ilk fenotipik yanıt, sürgün büyümesinde azalmadır. Bu bilgiye ek olarak tuzluluğa en fazla duyarlılık gösteren organların yapraklar olduğunu bildiren Munns ve Termaat (1986)'ın açıklamalarından sonraki yıllarda yapılan başka çalışmalar sonucunda mısırdaki (Cramer vd. 1988) ve domateste (Snapp ve Shennan 1994) kök büyümesi ve gelişmesinin de tuzluluktan benzer biçimde etkilendiği ortaya konmuştur. Tuz stresi bitkinin ölümüne neden olabildiği gibi tolerans durumuna bağlı olarak büyümeyi engellemekte, kloroz, nekrotik lekelerin oluşumuna yol açabilmekte, verim

ve kalitenin azalmasına neden olmaktadır (Hasegawa vd. 1986). Mer vd.(2000) de tuzun toksik etkisinin ilk önce yaşlı yapraklarda görülmeye başladığını, bu yaprakların uçlarından başlayıp yaprak ayasına ve sapına doğru ilerleyen kloroz şeklinde kendini gösterdiğini, daha sonra bu kısımların nekroze olduğunu belirtmektedir. Tuzlu koşullarda büyüyen bitkilerin büyüme hızı düşük olup bodur bir yapı sergilemektedirler, yaprakları ise çoğunlukla küçük ve rengi de koyu yeşildir. Tuz stresinde hücre büyümesi ve bölünmesindeki yavaşlamanın, sitokin miktarının azalması sonucu ortaya çıktığı ileri sürülmektedir. Hormon dengesinde ortaya çıkan değişikliklerin tohum çimlenmesi üzerinde de etkide bulunduğu, azalan sitokin sentezlenmesinin sonucu olarak çimlenme oranında azalma olduğu iddia edilmektedir (Mangal ve Lal 1990, Awank vd.1993). Tuzlu koşullarda çimlenmenin engellenmesi ve çimlenme yüzdesinin düşmesi, beklenen bir tepkidir (Demir ve Demir 1992).

Tuz stresine maruz kalan bitkilerde genel olarak karşılaşılan farklılıklar arasında kök, gövde ve sürgün uzunluğunda azalma; bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalma; yaprak alanı ve sayılarında azalma; klorofil miktarında azalma; verimde meyve tat ve renklerinde bozulma kaydedilmektedir. Bitki uzun süre tuzluluk stresi altında kaldığında, yaşlı yapraklarda iyon toksisitesi ve su noksanlığı, genç yapraklarda ise karbonhidrat noksanlığı ve buna bağlı belirtilerin ortaya çıktığı kaydedilmektedir (Greenway ve Munns 1980, Franco 1993, Sivritepe 1995, Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu 1994, 1997). Güneş vd. (1996), tuz stresi uyguladıkları biber bitkilerinde tuzluluğun kuru madde ağırlığında azalmaya neden olduğunu, büyüme ve gelişmenin engellendiğini bildirmişlerdir.

Tuzluluk bitki gelişmesini üç temel prensip çerçevesinde engellemektedir: iyon toksisitesi (Na ve Cl); ozmotik stres; beslenme bozuklukları (Greenway ve Munns 1980, Lauchli 1986, Munns ve Termaat 1986, Yeo vd. 1991). Marschner (1995), önceki açıklamaların ışığında bazı yeni yaklaşımlarla tuz stresinin bitki büyümesi üzerindeki sınırlayıcı etkisini üç grup altında değerlendirmiştir:

1. Su eksikliği (su stresi),
2. Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının fazla miktarda alınması nedeniyle oluşan iyon toksisitesi,

3. İyon taşınımında ortaya çıkan dengesizlik nedeniyle hücre içindeki sıvının mineral yapısının ve Ca^{++} dengesinin bozulması.

Levitt (1980) ise, tuz stresinden kaynaklanan iyon toksisitesini birincil derecede etkili stres faktörü; bunun ardından oluşan su alınımının azalması yani su stresi ve mineral maddedeki dengesizlikler ve beslenmedeki bozulmayı ikincil stres faktörleri olarak yorumlamaktadır. Tuz stresi ve buna bağlı oluşan su stresi arasındaki ilişkiyi ayırdetmek oldukça güçtür. Topraktaki tuz miktarının artışı ile suyun ozmotik potansiyeli düştüğünden, tuz stresi bitkiyi ikincil bir ozmotik strese, bir başka deyişle fizyolojik kuraklık stresine maruz bırakmaktadır. Greenway ve Munns (1980), bu durumu su noksanlığı veya su stresi olarak adlandırmaktadır.

Tuzlu koşullarda sodyumun yanısıra en fazla miktarda bulunan iyon olan klor; tüm bitkiler için yaşamsal öneme sahip bir element olduğu halde, sodyum iyonu sadece halofit bitkiler (Munns ve Termaat 1986) ve bazı C4 bitkileri için (Johnson vd. 1988) önemli bir element olarak değer taşımaktadır. Bitkiler normal koşullarda genellikle %0.004-2 oranında sodyum içermektedir (Bergmann 1992). Tuz stresine neden olacak tuzluluk konsantrasyonlarında, bitkilerin ihtiyaç duydukları miktarın çok üzerinde sodyum ve klor iyonu bulunmaktadır.

Sodyum, bitkide hem floem, hem de ksilem içerisinde hareket edebilme olanağına sahip bir element olarak bilinmektedir (Marschner 1997). Bohra ve Döffling (1993), tuz stresinde bitkinin kök bölgesinde iyon dengesinin bozulduğunu; artan miktadaki sodyum alımının, diğer mineral maddelerin alımı ile rekabete girerek beslenme noksanlığına yol açtığını bildirmektedir. İyon dengesizliğinin ve köklerde hücre zarı geçirgenliği bozulmasının bitkinin beslenme rejimini etkileyerek, metabolik olaylarda kullanılan temel bazı elementlerin alımını önlediği, bunun da fizyolojik sorunların ortaya çıkmasına neden olacağı ileri sürülmektedir (Villora vd. 1997). Levitt (1980), ortamda sodyum klorürün fazla olması durumunda, bitkiler tarafından Na^+ iyonunun gereğinden fazla alındığı ve oluşan rekabet nedeniyle K^+ iyonu alımında azalmaların ve böylece K^+ noksanlığının ortaya çıktığını ifade etmektedir. Yüksek sodyum iyonunun

bulunduğu ortamda bitkide potasyum alımının azaldığı bilinen bir gerçektir (Ashraf 1994, Lazof ve Cheeseman 1988, Chow vd. 1996). Chow vd. (1996)'nın çeltik bitkisinde yapmış olduğu araştırmada, bitkilerin yaprak ve gövdesinde artan sodyumun, potasyum üzerinde etkisi belirgin bulunmazken, köklerde artan tuzla birlikte potasyum alımının azaldığı saptanmıştır. Bitki genotiplerinin farklı oranlarda Na^+ ve K^+ absorpsiyonu yapması ve böylece bünyelerinde farklı K/Na oranlarına sahip olmasının (Na – K ayırım özelliği) tuzluluğa dayanım konusunda rol oynadığı, Heimler vd. (1995), Lopez ve Satti (1996), Yu vd. (1998) ve Aktaş (2002) tarafından gösterilmiştir.

Birçok bitki türünde, bitkilere uygulanan yüksek NaCl konsantrasyonu ile bitkinin klor akümülyasyonunda artış belirlenmiştir. Tuz stresi altındaki asmalarda sürgün uzamasındaki azalma ve limonlardaki klorofil miktarındaki kayıplar (Nieves vd. 1991) ile portakallarda fotosentez miktarı ve stoma iletkenliğindeki azalmalar (Banuls ve Primo-Milo 1992); aşırı klorür birikimi sonucu ortaya çıkan olumsuzluklar olarak yorumlanmıştır.

Yüksek tuz konsantrasyonları, bitkinin kalsiyum alımını ve taşınımını azaltmakta, kalsiyum yetersizliği ve bitkide iyon dengesizliğine neden olmaktadır (Cramer vd.1986; Huang ve Redmann 1995). Kalsiyum, tuz stresinde bitki açısından olumlu etkiye sahip bir elementtir. Yüksek dozda dışsal kalsiyum uygulaması, hücre zarının Na^+ iyonuna karşı geçirgenliğini azaltmaktadır. Bu şekilde sodyumun pasif alımla hücre içinde ve bitkide birikmesi önlenmektedir (Hoffman vd. 1989, Whittington ve Smith 1992). Kalsiyumun tuz stresine karşı koruyucu bir rol oynamasını çeşitli mekanizmalarla açıklamaya çalışan araştırmacıların ortak düşünceleri; kalsiyumun hücre zarını sağlamlaştırması ve iyon alımı ve taşınımında seçiciliğin kontrolünü sağlaması yönündedir. Ca^{+2} iyonunun, hücre zarındaki negatif yüklü temel gruplarla çapraz bağlantı yapması ve bu suretle hücre zarının yapısal bütünlüğünün korunduğu da yapılan açıklamalarda yer almaktadır (Cramer vd. 1986, Lauchli 1990). Cramer vd. (1986), su kültüründe yetiştirdiği pamuk bitkilerine NaCl ilave ettiklerinde, bitki gelişimi ve kök büyümesinin tuzluluktan etkilendiğini; ancak ortama kalsiyum eklenmesi sonucunda kök gelişiminin bundan olumlu yönde etkilendiğini belirlemişlerdir.

Tuz stresi altındaki bitkilerde stomalar kapatılmakta, yaprak alanları da küçültülerek transpirasyon azaltılmaya çalışılmaktadır. Böylece bitki, su kaybını en aza indirmek ve topraktan su ile birlikte yüksek miktardaki tuzu almayı engellemeye gayret etmektedir. Yaprak alanındaki azalmanın yanında birim alandaki CO₂ fiksasyonu da azalmaktadır. Bütün bunlara, yükselen respirasyon eşlik eder. Yaşamak için yoğun enerji sarfeden bitki, daha az fotosentez yaparak harcadıklarını yerine koyamadığı için gelişme ve büyüme geriler. Tuz stresi altında net CO₂ fiksasyonunun azalması; su noksanlığı, stomaların kapanışı, apoplastta tuzun birikmesi ve mezofil hücrelerinin turgoru kaybetmesi veya tuz iyonlarının doğrudan toksisitesi nedeniyledir (Karanlık 2001, Yaşar 2003).

Seemann ve Critchley (1985) ile Aranda ve Syvertsen (1996), yüksek tuz konsantrasyonlarında iyon birikimi ve stomaların açılıp kapanmasındaki düzensizlikler nedeniyle toplam klorofil miktarında azalmalar olduğunu ve bunun sonucu olarak fotosentez etkinliğinin azalarak bitkinin gelişiminde gerilemeler ortaya çıktığını açıklamaktadırlar. Zhu (2001) da, tuzluluğun stomaların kapanmasına neden olduğu, kloroplastların yapısını da bozarak CO₂ fiksasyonunun azalmasına yol açtığını, bunların fotosentezi olumsuz etkilediğini bildirmektedir.

Tuzluluk, çoğunlukla yapraklarda erken yaşlanmaya neden olmaktadır (Sahu ve Mishra 1987, Yeo vd. 1991). Yaprak yaşlanması genellikle protein veya klorofil konsantrasyonundaki azalma (Chen ve Kao 1991, Chen vd. 1991) ve hücre zarı geçirgenliğindeki artışla (Dhindsa vd. 1981) ifade edilmektedir. Tuz stresinin neden olduğu yapraklardaki erken yaşlanma ile lipid peroksidasyonu ürünü olan malondialdehit (MDA) arasındaki bir bağlantıdan bahsedilmektedir. MDA birikimi, iyon sızması (relative leakage ratio=RLR) ile paralellik göstermektedir. Lutts vd. (1996)'nın çeltik bitkisinde yaptıkları bir araştırmada tuza dayanıklı çeşitte MDA miktarı en düşük değerleri verdiği halde, tuza duyarlı çeşitte en yüksek MDA ölçümleri yapılmıştır. Tuzlu koşullarda oksidatif zararlanma sonucunda hücre zarlarında oluşan lipid peroksidasyonunun ürünü olarak malondialdehit açığa çıkmata, hücre zarı fazla hasara uğramış olan genotiplerde hem MDA miktarı ve hem de RLR ya da iyon sızması yüksek değerlere ulaşmaktadır. Benzer biçimde değişik patlıcan genotipleri ile tuz stresi

konusunda çalışan Yaşar (2003), tuza toleransı yüksek patlıcan genotiplerinin yaprak dokularında MDA miktarının; duyarlı genotiplere nazaran daha düşük olduğunu belirlemiştir.

2.2 Bitkilerde Tuz Stresine Karşı Geliştirilen Uyum Mekanizmaları

Bitkiler, doğadaki her türlü biyotik ve abiyotik kökenli stres faktörlerine karşı bazı savunma mekanizmaları geliştirmekte, olumsuz koşullara uyum sağlayarak büyüme ve gelişmelerine devam etmeye çabalamaktadırlar. 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. Genetik temellere dayanan bu tip farklı uyum yeteneklerinin yanısıra herhangi bir bitkinin farklı gelişme dönemleri, tuzun cinsi, konsantrasyonu, uygulama süresi gibi faktörlerin de bitkilerin geliştirdiği savunma mekanizmaları üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Örneğin Nelson ve Paris (1984) adlı araştırmacıların kavunlarda tuz stresi konusunda yapmış oldukları araştırmada, çimlenme döneminde NaCl tuzluluğuna en iyi toleransı gösteren genotiplerin fide döneminde tuzdan çok çabuk etkilendiği, ya da bu durumun tersinin gerçekleşerek çimlenme sırasında tuzluluktan olumsuz yönde etkilenen bazı genotiplerin fide döneminde tuza karşı daha yüksek bir tolerans sergiledikleri saptanmıştır. Çeltik bitkisinin çimlenme ve olgunlaşma dönemlerinde tuza karşı duyarlılığı, fide dönemi, ürün vermeden önceki dönem, tozlanma ve dölleme döneminden daha fazladır (Fageria 1985, Khatun ve Flowers 1995). Yine aynı bitkide iklim koşulları da tuz toleransının ortaya çıkması üzerinde etkili olabilmekte, özellikle atmosferdeki nisbi nem oranı, çeltik bitkisinin tuzluluğa karşı verdiği tepki üzerinde etki yapmaktadır (Ash vd. 1995).

Bitkilerdeki tuz stresi ve buna karşı bitkinin verdiği tepkilerle ilgili ilk önemli bilgileri veren Levitt (1980), tuzun neden olduğu strese karşı dayanıklılığın, tuzdan sakınım ve/veya tuza tolerans mekanizmalarıyla kontrol edildiğinden bahsetmektedir. Bu görüşü Tal (1983) ve Lauchli (1986) de benimsemekte ve tuzdan sakınım mekanizmasında; bitkilerin tuzu bünyesinden uzak tutabilmek için, kök hücrelerindeki tuz geçirgenliğinin

düşük olduğunu ifade etmektedir. Tuza dayanıklı bitkilerin kök hücrelerinin mümkün olduğunca yüksek bir geçirimsizliğe sahip olması beklenir. Burada hücre bazında pasif bir tutumla tuzun uzak tutulması söz konusudur. Bunun yanında bitkiler tuzdan sakınım mekanizması kapsamında, bünyeye giren Na iyonunu hücrelerden dışarıya pompalayarak tuzu bünyeden ihraç edebilmektedir. Na pompaları yardımıyla Na iyonlarının sitoplazmadan dışarıya atılması, bitkideki Na miktarının tolere edilebilir sınırlar içerisinde kalmasını sağlamaktadır (Yang vd. 1990). Bu durumda tuzdan sakınımın sağlanmasında, pasif uzak tutmanın yanısıra, enerji kullanımını gerektiren ihraç mekanizmasından da bahsetmek mümkündür (Hasegawa vd. 1986). Bir başka yöntem ise hızlı büyüme ile birim hacimde akümüle olan tuz miktarını azaltmak, diğer bir deyişle tuzu bünyede seyreltmektir. Hücrede biriken tuz iyonlarının vakuoller içerisine hapsedilerek plazmadan uzaklaştırılması da bitkiyi tuzun zararlı etkisinden koruyan bir başka mekanizmadır (Tattini vd. 1994). Sodyum iyonunun vakuollerde birikmesini sağlayan genin domates bitkisine aktarılmasından sonra elde edilen transgenik bitkiler, tuzlu koşullarda yetiştirilmiş; meyve olgunlaşma dönemine kadar incelenen bitkilerde tuzun yaşlı yaprakların vakuollerinde depolandığı, meyvelerde ise çok düşük oranlarda bulunduğu kaydedilmiştir (Zhang ve Blumward 2001).

Tuza tolerans gösteren bitkilerde ise tuzu kabullenme ve buna karşı uyum sağlamaya yönelik bazı düzenlemelerin bitki bünyesinde gerçekleştirilmesinden bahsedilebilir. Bitkiler, Na ve Cl iyonlarını köklerden, gövde ve yapraklara taşınımını kısıtlayarak tuza tolerans gösterirler. Arpa tuza toleransı oldukça yüksek olarak bilinen bir bitki türü olup, bu türde tuzun köklerden yeşil aksama gidiş aşamasında engellemeler bulunmakta, köklerdeki bariyerler sayesinde pasif alım ile bünyeye giren Na ve Cl iyonları yeşil aksama iletilmemektedir (Poljakoff –Mayber ve Gale 1975).

Tuzu iyi tolere eden türlerde Na ve Cl iyonlarının yeşil aksamın çeşitli organlarında ve dokularındaki dağılımı önemlidir. Tuz stresine neden olan Na ve Cl iyonlarının daha çok yaşlı yapraklarda tutulması ve genç yapraklara iletiminde kısıtlamalara sahip olmaları, tuza tolerat bitkilerin en bilinen özelliklerindedir. Bu bitkilerde genç yapraklarda, yaşlı yapraklara göre daha yüksek K bulunmakta; yaşlı yapraklardaki

potasyumun genç yapraklara floem yoluyla taşınması sonucunda bu dengenin sağlandığı rapor edilmektedir (Wolf vd. 1991).

Yüksek tuz konsantrasyonu koşullarında bulunan bitkiler, iyon toksisitesinin yanısıra daha önce de belirtildiği gibi, esas olarak ozmotik strese girmekte ve su noksanlığından kaynaklanan fizyolojik bozukluklar yaşamaktadır. Artan iyon alımı ile ozmotik stresin giderilmesi ve böylece hücre turgorunda azalma olmadan bitkinin gelişmesini sürdürebilmesine ‘ozmotik uyum’ adı verilmektedir (Rains 1972). Turner ve Jones (1980)’a göre, bitkilerin tuza tolerans farklılıkları, çözünebilir madde biriktirme kapasitesine göre değişmektedir. Ozmotik uyum’u çözünebilir madde biriktirme kapasitesi olarak tanımlayan araştırmacılar, bu yetenek sayesinde stres koşullarında bitki hücrelerindeki su potansiyelinin azaldığını, bunun sonucu olarak suyun bitkiye girmesinin mümkün olduğundan bahsetmektedirler. Bir bitkinin tuza dayanım gösterebilmesi için ozmotik uyum mekanizmalarından bir veya birkaçına sahip olması gerekmektedir. Tuz stresi ile karşılaşan bitkilerde; dışarıdan tuz iyonlarının bünyeye alınması veya bünye tarafından çözünebilir organik maddelerin sentezlenmesi ve bunların hücre içinde biriktirilmesi yoluyla ozmotik uyum sağlanabilmektedir (Marschner 1995). Bitkilerde ozmotik uyum terimi, Gabor vd. (1986) ve Weimberg (1986) tarafından, tuzluluk ya da su eksikliğine karşı, iyonların, serbest amino asitlerin ve çözünebilir şekerlerin aktif birikimi ile ozmotik potansiyelin dengelenmesi olarak tanımlanmıştır. Bir başka ifadeyle de ozmotik uyum, bitkilerin K ve Na gibi bazı inorganik iyonlar ya da gliserol, sukroz, prolin, betain gibi bazı organik maddeleri biriktirebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Hellebust 1976).

Meneguzzo vd. (2000), üzerinde çalıştıkları Ofanto ve Adamello isimli iki değişik buğday çeşidinde iyon birikimi yoluyla tuza dayanımın gerçekleştiğini; yüksek tuz konsantrasyonu nedeniyle bitkide ozmotik potansiyelin azaldığını, fakat Na, Cl ve K iyonlarının bünyeye alınarak hücre içinde biriktirilmesi sonucunda yeniden turgorun sağlanabildiğini ifade etmektedirler. Bu şekilde bir uyum mekanizmasını uygulayabilecek bitki genotiplerinde, tuz iyonlarının toksik etkilerine karşı duyarlılığın düşük olması gerekmektedir. Flowers vd. (1977), halofitlerde ve yarı dayanıklı glükofitlerde inorganik iyon biriktirme mekanizmasının iyi çalışabildiğini, bu

mekanizma sayesinde tuzlu koşullarda dış ortamdaki su potansiyeli dışuk olduğu zaman turgorluluğun aynı dızeyde tutulabildiğini belirtmektedirler. Buna karşılık glikofitlerde tuz zararının fazla iyon birikmesine bağlı olduğunu ve bu birikimin bđyüme yi engellediğini gđsteren kanıtlar bulunmaktadır (Greenway ve Munns 1980, Weimberg 1986).

Stres faktörünün etkisine maruz kalan bitkilerde hücrede sentezlenen ve yine hücre içerisinde sitoplazma ve organellerde bazı çözünebilir maddeler biriktirildiği uzun yıllardan beri bilinen ve konu ile ilgili çalışan tüm araştırmacılar tarafından rapor edilmiş bir olgudur. Bu maddelerin başında prolin ve glisinbetain gelmektedir. Tıprıdamaz ve Karakullukçu (1993) tarafından domates embriyo kđltürü sistemi kullanılarak yapılan bir araştırmada domates embriyoları 150 mM NaCl ilave edilmiş veya tuz katılmamış kontrol ortamları ile, tuzun yanısıra değişik dozlarda prolin ve glisinbetain ilave edilmiş besin ortamlarına dikilmiştir. Tuzlu ortamlarda embriyo gelişmesinde inhibisyon görölürken, tuzun yanında besin ortamlarına prolin veya glisinbetain ilave edilmesi, embriyoların gelişimi üzerine olumlu etkide bulunmuştur. Bu çalışma ile de anılan organik maddelerin tuz stresine toleransı artırmada etkili olduğu kanıtlanmıştır. Kuraklık ve tuzluluk koşullarında prolin sentezlenmesinin genel olarak arttığı bilindiğinden, bazı araştırmacılar prolin'in ozmoregölator olarak görev yaptığı (WynJones ve Storey 1978), bazıları stres sonrası dönemde azot miktarı ve enerjinin korunmasında rol oynadığı (Barnett ve Naylor 1966) yönünde görüşler öne sürmüşlerdir.

2.3 Tuza Tolerans Özelliği ile İyon Miktarları Arasındaki İlişi

Tuza tolerans bakımından bitki türleri ve hatta aynı tür içerisinde genotipler arasında farklılıkların bulunduğu daha önce de belirtildiği gibi birçok araştırma ile ortaya konmuş bir gerçektir. Tuz stresine karşı tolerant bitkilerin geliştirilmesine yönelik olarak çalışmalar tüm dünyada yapılmakta, bunlardan bir kısmı var olan popülasyonlardan seçim yapma kapsamında yoğunlaşırken, moleköler düzeyde yapılan araştırmalarda ise tuza toleranstaki etki mekanizmalarını kontrol eden genlerin belirlenmesi ve bunların istenen bitkilere aktarılması üzerinde durulmaktadır.

Ashraf (1994), genetik kaynaklar arasında tuza tolerans durumları bakımından farklılıklar olmasına rağmen, gerçek anlamda tuza tolerans gösteren genotiplerin oldukça sınırlı sayıda olduğundan bahsetmektedir. Bu nedenle de mevcut genetik potansiyelin değerlendirilmesi ve bunun içerisinde tolerant genotiplerin saptanması önem taşımaktadır. Ancak tuza tolerans özelliğinin çok sayıda gen tarafından kontrol edilen oldukça karmaşık bir karakter olması, tuza dayanıklı genotip belirlemede kullanılan parametrelerin her bitki türü veya genotipinde beklenen sonuçları vermemesi ve mekanizmaların tam olarak aydınlatılamamış olması gibi faktörler dayanıklılık ıslahı programlarının oluşturulmasını zorlaştırmaktadır. Tuza tolerans, diğer abiyotik stres konularından olan kuraklık, yüksek veya düşük sıcaklık, don zararına göre üzerinde daha fazla çalışmanın yapıldığı bir konudur (Aktaş 2002). Tuzluluğa karşı dayanım sağlayan birçok mekanizma, aynı zamanda diğer abiyotik stres faktörlerine de tolerans oluşturma avantajını sunmaktadır. Zhu vd. (1997), tuza tolerans özelliği, gen aktarımı yoluyla aktararak elde edilen transgenik bitkilerin kuraklık ve don zararına da dayanıklı olabildiğini ifade etmektedir.

Bitkilerin Na ve Cl iyonlarını kendilerinden uzak tutmaları sayesinde tuz toleransı sağlayabildikleri bilinmektedir. Rush ve Epstein (1981) domateste Na⁺ akümülyasyonu miktarının tuza tolerant genotip seçiminde iyi bir indeks olabileceğinden söz etmekte; Caro vd. (1991) ise bu görüşü destekledikleri gibi domateste tuza tolerant genotiplerin seçilmesi için yapraklardaki Na⁺ ve Cl⁻ iyon miktarlarının iyi birer seçim kriteri olarak görüldüğünü kaydetmektedirler.

Soliman ve Doss (1992), domateste tuz stresi altında bir tolerant ve bir duyarlı çeşitte Na ve Cl iyonlarının birikimini incelemişler; her iki iyonun da olgun ve yaşlı yapraklarda daha fazla biriktiğini gözlemlemişlerdir. Santa-Maria ve Epstein (2001), tuzlu koşullarda buğday bitkilerinde Na iyonunun genç yapraklardan uzaklaştırıldığı ve birikimin yaşlı yapraklarda yapıldığını hatırlatmaktadır. Ash vd. (2000), çeltik bitkisinde tuza tolerans özelliği bakımından yapılacak bir seçme için Na iyonu miktarının önemli bir parametre olabileceğinden bahsetmektedir. Ayrıca tuza toleransın belirlenmesinde genç yapraklardaki sodyum miktarının; bitkinin tüm yapraklarındaki toplam sodyum miktarına olan oranının önemli olabileceği vurgulanmaktadır. Cuartero

ve Fernandez-Munoz (1999), domateste tuzluluğun yaprak ve köklerde Na konsantrasyonunda artışa neden olduğunu, yüksek Na konsantrasyonunda yaprakların ozmotik potansiyelinin düştüğünü ve böylece bitkinin yeniden su alımının sağlanabildiğini açıkladıktan sonra; Na iyonlarının yaşlı yapraklarda biriktirilmesi ve genç yapraklarda daha düşük Na iyonu olmasını sağlama yeteneğinin, tuza toleransı sağlayan bir mekanizma olduğunu ileri sürmektedir. Diğer taraftan, bitkilerdeki K/Na ya da Ca/Na oranının tuza toleransın belirlenmesinde uygun bir seçim kriteri olabileceği ileri sürülmüştür (Levitt 1980, Chauhan vd. 1980, Hajibagheri vd. 1987). Bitkilerin tuzlu koşullarda almış oldukları Na^+ , K^+ ve Ca^{+2} miktarları bitkilerin K/Na ve Ca/Na oranlarına etki yapmaktadır. Bitkilerde K/Na ya da Ca/Na oranının yüksek olması, tuza toleransı artırmaktadır. K/Na oranının yüksek olması, bitkinin Na^+ iyonu yerine K^+ iyonunu tercih ettiğini ve bunu ya dışarıdan aldığını veya yaşlı yapraklardan genç yapraklara taşıdığını göstermektedir. Qadar (1988), çeltik sürgünlerindeki potasyum miktarının, tuza toleransı gösteren bir indeks değeri olabileceğini bildirmiştir. K^+ iyonunun tercih edilmesi sonucu Na^+ iyonu alımı azalmakta ve bunun tuza dayanımı artırdığı Al-Karaki (2000) tarafından da kaydedilmektedir.

Aktaş (2002) tarafından Çukurova Üniversitesi'nde yapılan bir araştırmada farklı biber tür ve çeşitlerinde (toplam 102 genotip) tuza toleransın belirlenmesine yönelik olarak değişik parametreler incelenmiş, NaCl tuzluluğundan kaynaklanan yapraklardaki toksisite semptomlarının yapraklardaki Na ve K/Na konsantrasyonları ile yakından ilişkili olduğu ortaya konmuştur.

Tuza tolerans bakımından bir türün içerisinde genotipler düzeyinde var olduğu bilinen çeşitlilik nedeniyle araştırmacılar için yıllardan beri merak konusu olan ve üzerinde belki de yüzlerce yayın yapılan “Tuza tolerant bitkilerin belirlenebilmesi için en uygun screening parametresinin ortaya konulması” amacıyla kavun bitkisinde de çalışmalar yapılmıştır. 1984 yılında Nerson ve Paris 45 kavun çeşidinden seçtikleri 4 adet çeşitte çimlenme aşamasından verim aşamasına kadar değişik özellikleri inceleyerek, tuz stresi altındaki tepkilerini araştırmışlardır. Çimlenme aşamasında uygulanan tuz dozunun artması ile beklenen çimlenme yüzdesi, kök ve hipokotil boyu sonuçları alınamayınca,

toleransı yüksek çeşitlerin çimlenme aşamasında belirlenemeyeceğine kanaat getirmişlerdir.

Carjaval vd. (1998), kavunda tuzluluğun su ilişkisine, osmotik uyum ve bitki büyümesi üzerine etkilerine incelemek amacıyla bir sera denemesi yapmışlardır. 20, 40 ve 60 mM NaCl (4, 6 ve 8 dSm⁻¹ = EC_w) dozlarını, farklı dört fenolojik dönemde uygulanmıştır (fide, çiçeklenme, meyve tutumu ve meyve gelişimi). Su potansiyeli ve osmotik potansiyelde azalma özelliği tüm tuz uygulamalarında ortaya çıkmıştır. Yapraklardaki toplam şeker miktarı, tuz uygulamasının hemen ardından artmış ancak, sonradan kontrol bitkilerindeki seviyeye inmiştir. Yapraklardaki Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının artışı birbirine benzer ve önemli düzeyde kendini göstermiş, yükselen NaCl konsantrasyonu ile bitkideki Na ve Cl iyonlarının miktarı da artmıştır. Tuz uygulamasının ardından; inorganik bileşenlerin organik bileşiklerden çok daha hızlı bitki bünyesinde arttığı belirlenmiştir.

Kuşvuran (2003) tarafından, kavunda tuza tolerans bakımından genotipler düzeyinde farklılığı saptamak ve bu amaçla etkin bir seçim parametresi olarak SOD ve CAT gibi bazı antioksidant enzim aktiviteleri veya lipid peroksidasyonundan yararlanma olanaklarının belirlendiği araştırmada iki aşama bulunmaktadır. Ön seçim aşamasında 36 adet *Cucumis* genotipi kullanılarak, temel bazı büyüme parametreleri ve fizyolojik değişimler çerçevesinde tuza tolerans bakımından sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, mineral element analizleri (Na⁺, K⁺ ve Cl⁻) ve lipid peroksidasyon (MDA) ölçümleri sonucunda tuza tolerant ve duyarlı gruplar oluşturularak toplam 6 adet genotip ikinci aşamada kullanılmak üzere belirlenmiştir [Tuza duyarlı genotipler: Yuva (21), Ananas F₁ (2), Acur (*C.flexuosus*) (60); Tuza tolerant genotipler: Besni (18), Midyat (35), Van (Erçek) - Şemame (48)]. Ayrıca tuza tolerant Galia C8 ve Galia F1 çeşitleri de çalışmaya dahil edilmiştir. 100 mM NaCl uygulanmış ve kontrol olarak NaCl içermeyen su kültüründe yetiştirilen 8 adet *Cucumis* materyalinin yapraklarında Na⁺, K⁺, Ca⁺² ve Cl⁻ iyonları, klorofil, MDA miktarları ile SOD ve CAT enzim aktiviteleri incelenmiştir. Kavun genotipleri arasında tuza tolerans bakımından farklılıkların bulunduğu, tuza tolerans özelliğinin Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının biriktirilmesi veya uzak tutulması ile ilişkili olduğu, YASİ (%) ve skala değerlerinin

tuza toleransın belirlenmesinde etkin parametreler olarak görüldüğü belirlenmiştir. Antioksidant enzim aktivitelerinden katalazın, SOD'a nazaran seçim için daha sağlıklı sonuçlar verdiği, fakat bu özelliklerin tuza toleransın belirlenmesinde tek başına kullanılmasının yeterli olamayacağı anlaşılmıştır. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde yapılan araştırmaların sonuçları, tuz stresi ile karşılaşan kavun bitkilerinde büyüme parametreleri, iyon değişimleri, klorofil, MDA miktarı, antioksidatif enzimlerin aktiviteleri gibi parametrelerin tümünde değişimler meydana geldiğini ve bunların çeşitlere göre önemli düzeyde farklılıklar taşıdığını göstermiştir (Kuşvuran vd. 2007, Kuşvuran vd. 2007a,b). Kavunda NaCl tuzluluğuna tolerant genotip seçiminde etkili olarak kullanılacak en güvenilir parametrelerin bitkideki iyon değişimi, özellikle bünyeye aldığı klor iyonu miktarı, zararlanma indeks değeri, bitki yaş ağırlıkları olduğu gözlemlenmiştir. Kloru bünyeye daha az alan genotiplerin daha iyi geliştiği yönünde gözlemler edinilmiştir. Bunun yanısıra tuz stresi ile karşılaşan kavun bitkilerinde alt yaprakları sararıp dökülen çeşitlerde gelişmenin devam ettiği, bunun olmadığı çeşitlerde ise genel bir sararma ve solma ortaya çıktığı yönünde gözlemler kaydedilmiştir.

Daşgan vd. (2006) Koçhisar ilçesi ve Tuz Gölü çevresinde yetiştirilen üç adet kavun genotipi ile ticari çeşitlerden Kırkağaç ve Yuva kavunlarını tuz stresi deneylerine tabi tutmuşlardır. 22 ve 35 günlük genç bitki dönemine kadar büyüttükleri bitkilerde K, Na, Ca iyon analizleri ve bunun yanı sıra bitki yeşil aksam, kök kuru ağırlık değerlerini skala yorumlamaları ile karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar Na iyonu alımının kavunda tuz stresini belirleme amacıyla kullanılabileceğini; K ve Ca iyonları, ya da kuru ağırlık değerlerinin stresi belirlemede kullanılacak parametreler olamayacağı yönünde görüş bildirmişlerdir.

Demir (2009) tarafından yapılan bir çalışmada bitkisel materyal olarak toplam 10 adet kavun (*Cucumis melo* L.) genotipi kullanılmıştır. Bunlardan biri tuza tolerant bir yerli genotip olan Midyat kavunu, diğeri tuza duyarlı Yuva çeşididir. Geri kalan 8 genotip Şereflikoçhisar ilçesi ve çevresinde kavun yetiştiricilerinden temin edilen populasyonlardır. Kavun fideleri en az üçer yaprağa sahip olduktan sonra (yaklaşık 2 hafta) besin çözeltilisinin içerisine üç gün süreyle kademeli artış yoluyla toplam 150 mM

NaCl ilave edilmiş ve tuz uygulamasından 3 ve 7. günün sonunda ölçüm ve analizler yapılmıştır. Na⁺, K⁺, Ca⁺² ve Cl⁻ iyonlarının ölçümü, Skala değeri, Bitki yaş ağırlığı ölçümleri yapılmıştır. İyonlar; kök, gövde, 1-4. Yapraklarda ayrı ayrı ölçülmüş ve toplam olarak da değerlendirilmiştir. Sonuç olarak Şereflikoçhisar'dan toplanan kavun genotipleri arasında tuza toleransı oldukça yüksek olanlar bulunduğu gibi (Gülhöyük B.C., Gülhöyük K.S., Koçhisar T-2), tuza toleransı daha düşük olanlar da ortaya çıkmıştır (Çiklota, Palazobası, Gülhöyük E.Ö., Koçhisar T-1). Midyat kavununun tuza toleransının yüksek olduğu, Yuva çeşidinin ise hassas olduğu görülmüştür. Kavunda tuza toleransın belirlenmesinde en önemli faktörün, bünyeye düşük düzeyde klor ve sodyum alma, bu iki iyonu uzak tutabilme yeteneği olduğu ortaya konmuş, K, Ca iyonu miktarlarının tuza toleransı belirlemede çok etkin olmadıkları anlaşılmıştır. İyon dağılımları organlar arasında farklılık göstermekle birlikte, tuza tolerans özelliği ile bağlantılı olmamıştır. Yeşil aksamdaki toplam Na ve Cl iyonlarının miktarı ile tuza tolerans arasında bir bağlantı olabileceği görülmüştür.

2.4 Kabakta Tuz Stresi

Kavun (*Cucumis melo* L.), kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkisel yetiştiriciliğin karşısındaki en önemli sorunlardan birisi olan “tuzluluk sorunu” ile karşılaştığında çözüm için ilk akla gelen ürünlerden birisidir (Navarro vd. 1999). Kabak ise tuzlu topraklarda kavun yetiştirmek için anaç olarak kullanılması önerilen bir türdür. Colla vd. (2006a), ticari anaçlık kabak (*Cucurbita maxima* x *C.moschata*) üzerine aşılı kavunların toprak üstü organlarındaki Na iyonu miktarını, aşılı olmayanlara göre daha az bulmuşlardır. Bu da, kabak genotiplerinin sodyum iyonunu uzaklaştırıcı (exclusion) mekanizmayı kullanarak tuzdan korunduğunu göstermektedir. Benzer bir şekilde Villora (1997), *Cucurbita pepo* var. *moschata* olarak adlandırılan zucchini kabağının, tuza yarı tolerant bir glikofit olarak tanımlamaktadırlar. Colla (2006b), *Cucurbita* spp. bitkileri üzerine aşılana karpuzların, *Lagenaria* spp. üzerine aşılana göre daha iyi bir gelişme sergilediklerini kanıtlamışlar, *Cucurbita*'nın kabakgiller içerisinde tuza tolerans bakımından dikkat çektiğini bildirmişlerdir. Francois (1985) ve Graifenberg vd. (1996) *C.pepo* var. *melo* (L.) Alef'in dS/m olarak 4.9'a kadar tuzluluğa dayandığını ve yarı tolerant olduğunu bildirmişlerdir.

Cucurbitaceae familyasına ait bazı türler (*Cucurbita* spp., *Lagenaria siceraria*, hıyar, karpuz ve kavun) hıyar çeşitlerine anaç olmak üzere çeşitli testlere tabi tutulmuştur. Bu çalışmada 0, 10000 ve 10 000 mg/L NaCl konsantrasyonları kullanılmış, *Cucurbita* spp. türlerinin kök gelişimi, *Lagenaria siceraria* türüne göre tuz stresinden daha az etkilenmiştir. *Cucurbita* spp., *L.siceraria*, *Benincasa hispida* ve hıyar bitkileri tuz uygulamalarından geçirildiğinde, *Cucurbita* spp. ve *L.siceraria* sırasıyla 2000 ve 4000 mg/L tuz konsantrasyonlarında etkilenmişler ve gelişmeleri gerilemiştir. Oysaki *Benincasa hispida*, çok daha düşük bir toleransa sahip olmuştur. Tuz uygulanan hıyar ve karpuz bitkilerinin yaprak kuru ağırlıklarının %4-5 kısmını sodyum iyonu oluşturmuştur. *Cucurbita* spp. ve *L.siceraria*'da ise bu oran sadece %0.1 olarak ölçülmüştür. Bu iki türün anaç olarak kullanıldığı ve üzerine hıyar aşılansarak elde edildiği aşılı hıyar bitkilerindeki yapraklarda da sodyum iyonunun kuru ağırlıktaki oranı %0.1 olmuştur (Matsubara, 1989).

Resisto ve Arava kavun (*Cucumis melo* L.) çeşitlerini; *Cucurbita maxima* ve *C. moschata* üzerine aşıladıktan sonra tuzlu koşullarda yetiştirerek aşılansmamış kontrol bitkileri ile karşılaştıran Snapp ve Shennan. (1994), bitki başına meyve verimi bakımından aşılı bitkilerin üstün bulduklarını bildirmişlerdir. Bu olumlu etkinin anaç olarak kullanılan bitkilerin Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarını tutarak aşılans kavun kısımlarına düşük düzeylerde iletmesi sonucunda ortaya çıktığı ve bunun yanı sıra anaç üzerinde gelişen kavun bitkilerinin kontrollere göre yapraklarında daha fazla pigment (klorofil a ve b, karoten) bulundurması ve fotosentez yapabilme özelliğini koruması sonucunda oluşabileceği belirtilmektedir.

Colla (2006b), karpuz için ticari olarak kullanılan bazı anaçların tuza tolerans durumlarını kapalı topraksız sistemde (NFT) incelemişlerdir. NaCl tuzunun altı değişik konsantrasyonu ve dördü ticari olarak karpuzda anaç olarak kullanılan toplam beş genotipin kullanıldığı çalışmada 0, 20, 40, 60, 80 ve 100 mM NaCl uygulamaları yapılmıştır. Ticari karpuz anaçlarının iki adedi *Lagenaria* spp. türüne ['Emphasis' (S&G) ve 'Macis' (Nunhems)]; iki adedi *Cucurbita* spp. türüne ['P360' (SAIS) and 'Polifemo' (Esasem)] ait olup bir tanesi de karpuz çeşididir [(*Citrullus lanatus*

(thumb.)Mansf.- cv ‘Star’ (Petoseed)]. Cucurbita türüne ait anaçlar, diğer genotiplerden daha fazla kök ve yeşil aksam kuru ağırlıklarına sahip olmuşlar; artan NaCl dozlarına bağlı olarak yeşil aksam kuru ağırlıklarında azalma meydana gelmiş ve bu durum özellikle karpuz çeşidinde daha belirgin biçimde ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak, Cucurbita spp. ve bunun ardından Lagenaria spp. türlerinde tuza tolerans özelliğinin, düşük Na iyonu alımına bağlı olarak karpuz çeşidine oranla daha fazla olduğu ortaya konmuştur.

Aroiee vd. (2005), çekirdek kabağı olarak bilinen ve yağ çıkartılan kabuksuz çekirdeklere sahip Cucurbita pepo var. styrica türünde fide dikimi öncesi veya yetiştirme dönemi boyunca değişik dozlarda tuz uygulaması (0, 2.5, 5, and 10 g.l⁻¹ NaCl) ve üç dönemde (fide dikimi, dört yapraklı bitki ve çiçeklenme dönemi) azotlu gübreleme (0, 75, 150, 225, and 300 kg.ha⁻¹ NH₄NO₃) yapmışlardır. Tuz uygulamalarının tümü, kontrole göre yapraktaki prolin miktarında serbest prolinin artmasına neden olmuş, en yüksek prolin 2.5 g.l⁻¹ NaCl ve 225 kg.ha⁻¹ N içeren kombinasyonda meydana gelmiştir. Yağ miktarına, düşük düzeydeki tuzluluk olumlu etki yapmış ve en yüksek yağ miktarı, 2.5 g.l⁻¹ NaCl uygulanan bitkilerden elde edilmiştir. Düşük düzeydeki stres faktörlerinin metabolizmayı ve sekonder metabolit olarak görülebilecek maddelerin oluşumunu hızlandırdığı yönünde bir görüş oluşmuştur.

Cucurbita spp. türlerinin anaç olarak kullanılma potansiyellerini etkileyen en önemli özellikleri çeşitli stres koşullarına gösterdikleri yüksek tolerans olmaktadır. Edelstein vd. (2005), kavun bitkisinin bor ve tuzluluk stresinden etkilendiğini ve bu yüzden *Cucurbita* spp. türleri üzerine aşılmasının yararlı olabileceği öngörüsüyle bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın konuları i. Aşılı ve aşısız kavun bitkilerinin gelişmesi ve verimi üzerine boron konsantrasyonlarının ve tuzluluğun etkilerini belirlemek, ii. Tuzluluk ve bor uygulamaları ile makroelementler ve bor alımı arasındaki etkileşimi incelemek olarak açıklanmaktadır. Bitkiler perlit içerisinde ve serada yetiştirilmiştir. Beş bor konsantrasyonu (0.2-10 mg/L) ve iki tuz konsantrasyonu (1.8 ve 4.6 dS/m EC'ye sahip olacak şekilde) sulama suyu halinde uygulanmıştır. Düşük tuzlulukta bor uygulaması yapıldığında bitkilerin yaşlı yapraklarındaki bor miktarı aşısız bitkilerde

249-2827 arasında mg/kg kuru ağırlık olarak ölçülürken, aşılı bitkilerde bu miktar 171-1651 olarak belirlenmiştir. Yüksek tuzluluk koşullarında ise aynı değerler aşısız bitkilerde 192-2221 arasında; aşılı bitkilerde 200-1263 mg/kg kuru ağırlık olarak saptanmıştır. Bu sonuçlar göstermiştir ki; aşılı bitkiler, her koşulda daha az bor alımı yapmakta ve biriktirmektedirler, ayrıca yüksek tuzluluk koşullarında bor alımı daha az olmaktadır. Araştırmacıların yorumları şu şekildedir: (i) Cucurbita anaçları, bor iyonlarından sakınmışlardır, bünyelerine almamışlardır (excluded), böylece aşılı bitkilerde bor miktarı daha düşük bulunmuştur. (ii) yüksek tuzluluk koşullarında daha az bor alımı, transpirasyon miktarının azalmasının bir sonucudur. Meyve verimi ile bor miktarı arasında önemli düzeyde negatif regresyon bulunmuştur. Aşılı bitkilerde yapraklarda bor birikimi, meyve verimi üzerinde daha az etkili olmuş, oysa aşısız bitkiler bu özellik bakımından daha fazla etkilenmiştir. Tuzluluk düzeyinin artması, bordan etkilenme şiddetini de artırmıştır.

Yeni Dünya'ya ait bir cins olan *Cucurbita* L. (Cucurbitaceae), kültürü yapılan beş tür (*C. pepo* L., *C. maxima* Duchesne, *C. moschata* Duchesne, *C. argyrosperma* Huber ve *C. ficifolia* Bouche) ve yedi-on arasında yabani türe sahiptir (Nee 1990). Bazı *Cucurbita* genotiplerinin çeşitli zor koşullara dayanımlarının iyi olması nedeniyle bunların diğer kabakgillere anaç olarak kullanımı söz konusu olmaktadır. Çok çeşitli genotipler ve bunların karpuz, kavun ve hıyar ile aşı uyuşmalarının olup olmadığı araştırılmaktadır. Örneğin Traka-Mavrona vd. (2000), *C. moschata*, *C. maxima*, *C. argyrosperma* ve *C. pepo*'nun yöresel genotiplerini ve bunların tür içi ve türlerarası melezlerini anaç olarak test etmişlerdir. *C. ficifolia* da, hıyarda kök yanıklığından korunmanın yanısıra tuzluluk ve düşük sıcaklığa tolerans sağlama konusundaki başarısıyla tanınmaktadır (Ferriol ve Pico, 2008).

Uygur ve Yetisir (2009), *Lagenaria siceraria* ve *Cucurbita maxima* üzerine aşılı Crimson Tide karpuz çeşidine ait bitkileri, 30 gün boyunca beş farklı dozdaki tuza sahip olan ortamlarda yetiştirmiş ve bazı gelişim parametrelerini inceleyerek, fosfor (P) ve azot (N) alımlarını da belirlemişlerdir. Tuz stresi, 0.5, 4, 8, 12, and 16 dS/m EC'ye sahip sulama suyu ile bitkilerin sulanması yoluyla oluşturulmuştur. Aşılı karpuzlar,

aşısız olanlara göre daha yüksek bir gelişme performansı göstermişlerdir. Tuz stresi, yeşil aksamda kontrole göre iki kattan daha fazla P alımına neden olmuştur. N alımı ise 8 dS/m tuzluluk düzeyinden itibaren hem aşılı hem de aşısız bitkilerde azalmıştır. Araştırma sonuçları, aşılı karpuzların tuz stresine daha iyi tolerans gösterdiğini ortaya koymuştur. Lif kabağı (*Lagenaria* spp.) ve özellikle denemede kullanılan ve Anadolu'ya özgü genotipin tuzlu koşullarda kullanılması ve karpuzların bu anaç üzerine aşılmasının yararlı olabileceğinden bahsedilmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Kabakta tuz stresine karşı genotipler düzeyinde farklılığın ortaya konulabilmesi ve bu farklılığın etkin yöntemler kullanarak gösterilebilmesi amacıyla planlanan çalışmada, *Cucurbita pepo*, *C.moschata* ve *C.pepo* var. *styriaca* türlerine ait 26 adet değişik kabak genotipi kullanılmıştır. Bunların tümü ülkemizin değişik yörelerinde yetiştirilen yerel populasyonlardan oluşmaktadır. Araştırmada kullanılan kabak genotiplerine ait tohumlar, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Öğretim Üyesi Prof.Dr.Kazım ABAK ve Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Öğretim Üyesi Doç.Dr.Fikret YAŞAR'dan temin edilmiş ve genotiplerin isimleri liste halinde Çizelge 3.1'de verilmiştir. Çok az sayıdaki kabak tohumlarının denemelerde kullanılabilmesi amacıyla tüm bitkiler yetiştirilmiş, kendilemeler yapılarak tohum elde edilmiştir. Kabaklardan tohum elde etmek üzere yapılan yetiştiricilik ve kendileme işlemlerine ilişkin fotoğraflar şekil 3.1'de verilmiştir. Kendilemeler sonucunda elde edilen bazı genotiplere ait meyveler ise şekil 3.2'de gösterilmiştir.

3.2 Yöntem

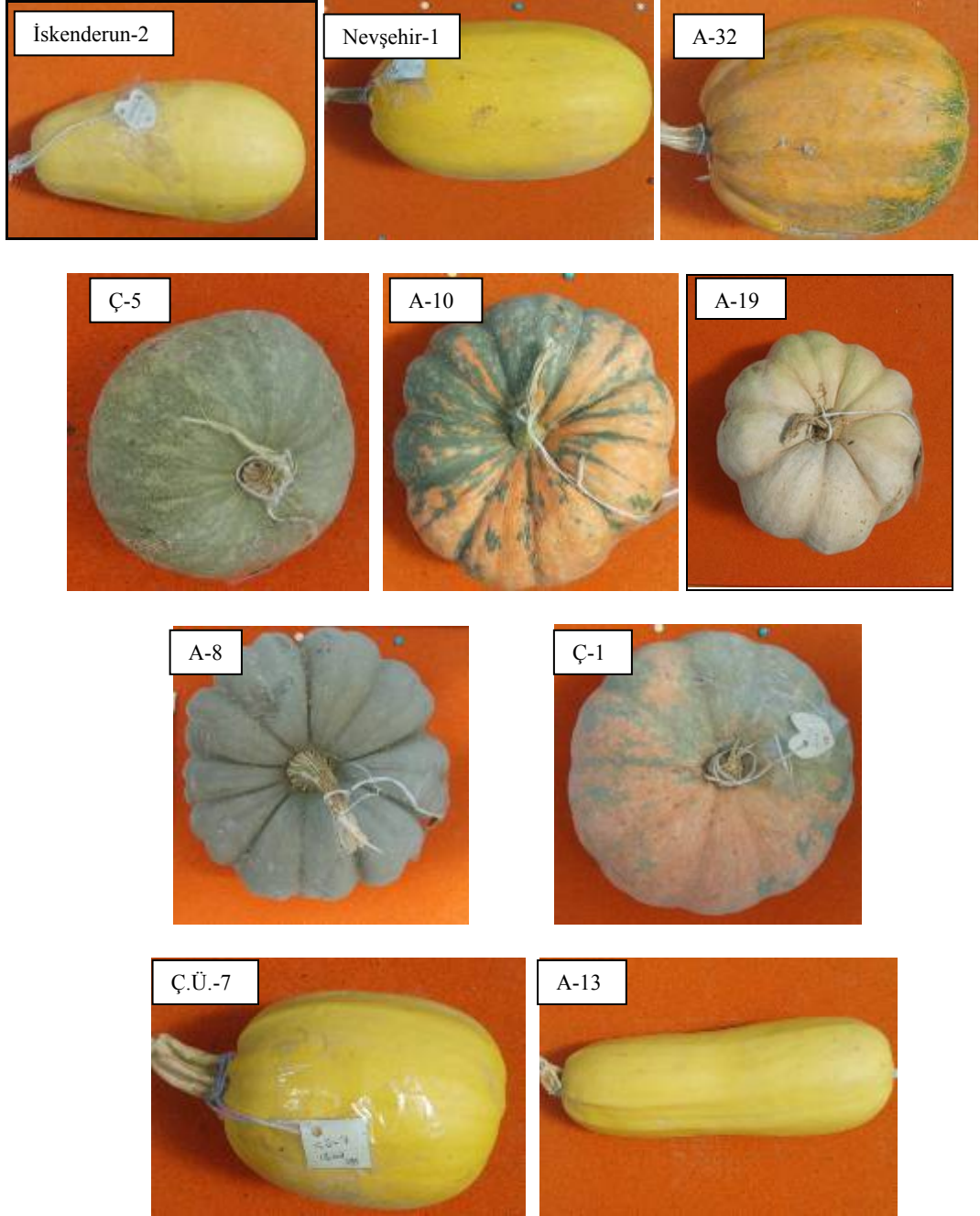
Türkiye'nin değişik yörelerinde yetiştirilen kabaklar arasında tuza tolerans özelliğinin değişiklik gösterebileceği ve bunların arasında toleransıdaaha yüksek olanlarının bulunabileceği varsayımıyla planlanan araştırmada, 26 adet kabak genotipinde, bitkilerin zarar görme derecesini gösteren skala değeri, yeşil aksam ve kök yaş ağırlıkları, iyon (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} ve Cl^-) miktarları ve bunların bitki üzerindeki dağılım durumlarına (kök, gövde ve üstten üçüncü yaprak) ilişkin gözlem ve analizler yapılmıştır:



Şekil 3.1a. Kabakların yetiştirildiği araziden görünüm, b. Kabakta erkek çiçek ve sağ tarafta dişi çiçeğin elle yapay olarak tozlanması (kendileme), c. Kendilenmiş dişi çiçek (Ellialtıoğlu 2009)

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan kabak genotiplerinin denemelerdeki numarası, kodu, çeşit adı veya toplandığı yöreye göre verilen isimleri, temin edildiği yer

No	Kodu	İsim /Yöre
1	A-3	Balkabağı/Osmaniye
2	A-8	Balkabağı/Keskin/Kırıkkale
3	A-10	Dilimli Bal kabağı/Kovanlık -Antalya
4	A-11	Yemeklik kabak/Elazığ
5	A-13	Balkabağı(Sarı)/Adana
6	A-16	Tatlı kabak/Sakarya
7	A-18	Bal Kabağı/Adana
8	A-19	Balkabağı/Bingöl
9	A-20	Beyaz Kostanika/Rize
10	A-24	Sarı arap kabağı/Rize
11	A-25	Rize
12	A-30	Melli sarı kabak/Bingöl
13	A-32	Kışlık kabak/Van
14	AB-44	Balkabağı/Tokat
15	Ç-1	Çukurca/Hakkari
16	Ç-3	Çukurca/Hakkari
17	Ç-4	Çukurca/Hakkari
18	Ç-5	Çukurca/Hakkari
19	Ç-8	Çukurca/Hakkari
20	Ç-9	Çukurca/Hakkari
21	Ç-10	Çukurca/Hakkari
22	ÇÜ-5	Çekirdek Kabağı/Adana
23	ÇÜ-7	Çekirdek Kabağı/Adana
24	İskender-2	İskenderun
25	İskender-4	İskenderun
26	Nevş-1	Nevşehir



Şekil 3.2 Denemede yer alan yerli kabak genotiplerinden bazılarında tohum almak üzere kendilenmiş meyvelerin görünüşü

3.2.1 Tohumların çimlendirilmesi ve su kültürü denemesinin kurulması

26 adet genotipe ait kabak tohumları vermikulit doldurulmuş 40x25x5 cm boyutlarındaki plastik kaplara ekilmiştir. Her genotipe ait 40'ar adet tohum vermikulit içerisine ekilerek üzeri 1 cm kalınlığındaki vermikulit ile örtülmüş, çeşme suyu ile

yeterince sulanmış, fazla suyun ise süzülmesi sağlanmıştır. Plastik kapların alt yüzeyinde bulunan 0.5 cm çapındaki 9 adet delik sayesinde fazla suyun drene edilmesi mümkün olmuştur.

Vermikulit iyice ıslandıktan ve sulama suyunun fazlası süzildikten sonra çimlendirme kapları, $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık %70 neme sahip iklim odasına yerleştirilmiştir. Üzerleri nemli gazete kağıdıyla örtülen kaplar düzenli olarak kontrol edilmiş ve vermikulit kurumayacak şekilde azar azar çeşme suyu ile sulanmaya devam edilmiştir. Çimlenme görülmeye başlayınca, gazete kağıtları kaldırılmış, 16/8 saatlik aydınlık/karanlık fotoperiyodik düzende fideler büyütülmüştür. Kotiledon yaprakları yatay duruma gelen ve ilk gerçek yaprakları görülmeye başlayan fidelerde sulama Hoagland besin çözeltisiyle (Çizelge 3.2) (Hoagland ve Arnon, 1938) yapılmaya başlanmıştır. Vermikulit ortamında kotiledon yaprakları yatay konuma gelen ve gerçek yaprağı görünmeye başlayan fideler, su kültürüne alınmışlardır (Şekil 3.3). Su kültürü için, Hoagland besin çözeltisi doldurulmuş 25x25x18 cm boyutlarındaki plastik küvetler kullanılmıştır. Özel olarak hazırlanmış ve her fide için üzerine delikler açılmış plastik tablolara kavun fideleri küçük sünger parçaları ile sarılmak suretiyle yerleştirilmiştir. Bitki kökleri besin çözeltisinde olacak şekilde tablolar küvetlerin üzerine konulmuştur. Havalandırma işlemi, iki adet akvaryum pompasına bağlı bulunan ince plastik hortumların besin çözeltisi içerisine daldırılması yoluyla yapılmıştır. Birer haftalık aralarla besin çözeltileri tazelenmiş, bu sırada küvetlerin yerleri de değiştirilerek ışıklandırma koşullarından tüm bitkilerin eşit biçimde yararlanması sağlanmıştır.

Çizelge 3.2 Hoagland besin çözeltisinde bulunan besin maddeleri ve konsantrasyonları

Ortam bileşenleri	Miktarı (g/l)
CaNO ₃	236.15
KNO ₃	101.11
KH ₂ PO ₄	68.05
MgSO ₄	123.12
C ₆ H ₅ FeO ₇ .5H ₂ O	10.00
MnCl ₂	0.36
H ₃ BO ₃	0.58
ZnCl ₂	0.02
CuCl ₂ .2H ₂ O	0.01



Şekil 3.3 Su kültürünün kurulduğu iklim odasından ve gelişen kabak fidelerinden görüntüler

3.2.2 Tuz uygulamalarının yapılması

Fideler 4-5 gerçek yapraklı oldukları dönemde tuz uygulamalarına geçilmiştir. Her genotipten ikişer tekerrürlü olmak üzere 24'er bitki tuz ve kontrol uygulamasında bulunacak şekilde fideler belirlenmiştir. Tuz için ayrılan fidelerin bulunduğu kaplardaki besin çözeltisine, iki gün süresince her gün aynı saatte 50 mM tuz konsantrasyonunu sağlayacak NaCl ilave edilmiştir. Kademeli olarak yapılan tuz uygulamasında ikinci

gün, besin çözeltisi içerisinde final konsantrasyon olarak 100 mM bulunması sağlanmıştır. Her hafta yinelenen çözeltilerin tazelenmesi aşamasında, tuz uygulamalarının aynı konsantrasyonda devamı sağlanmıştır.

3.2.3 Ölçüm ve analizler

Ölçüm ve analizler için örnek alma işlemi tuz uygulamasından 4 gün ve 7 gün sonra yapılmıştır. Hoagland besin çözeltisinde yetiştirilen kabak genotiplerinde tuzdan kaynaklanan hasarın gözle görülen belirtilerini ifade edebilmek amacıyla, 0-5 skalası oluşturulmuş, bitki yeşil aksam ve kök yaş ağırlıkları, yapraklardaki Na, K, Ca ve Cl iyon miktarlarını belirlemek üzere analizler yapılmıştır. Şekil 3.4'te değişik genotiplerden alınan fidelerin yedinci ölçüm günündeki görünümüne ait fotoğraflar verilmiştir.

3.2.3.1 0- 5 skalasının oluşturulması

Fidelerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla bir skala oluşturulmuştur. Bunun için zararlanma derecesine göre her uygulamadan tesadüfen seçilen 10'ar fideye 0-5 arasında puan verilmiştir. Kabak fidelerine tuz uygulamasından 4 ve 7 gün sonra, aşağıda belirtilen simptomlara göre 0'dan 5'e kadar puan verilmiştir:

- 0: Bitkinin tuz stresinden hiç etkilenmemesi
- 1: Büyümede yavaşlama, yapraklarda lokal sararma ve kıvrılma
- 2: Yapraklarda sararma ve % 25 oranında nekrotik lekelenme
- 3: Yapraklarda % 25-50 arasında nekrotik leke göstermesi ve dökülme
- 4: Yapraklarda % 50-75 oranında nekroz ve ölümlerin görülmesi
- 5: Yapraklarda % 75-100 oranında şiddetli nekroz görülmesi veya bitkinin tamamen ölmesi.



Şekil 3.4 Tuz uygulamasının yedinci gününde ölçüm ve analizler için alınarak kullanılan fideler (soldakiler kontrol, sağdakiler tuz uygulamasından alınan fidelerdir)

3.2.3.2 Bitkilerde yeşil aksam ve kök ağırlıklarının belirlenmesi

Kabak bitkilerinde, kontrol ve tuz uygulamalarından tesadüfi olarak alınan üçer adet kabak bitkisinin yeşil aksamı ve kökleri birbirinden ayrılarak 1/10000'lik hassas dijital terazide tek tek tartılmış ve yaş ağırlık değerleri (g) belirlenmiştir.

YASİ (Yaş Ağırlık Stres İndeksi) hesaplanırken her genotipte tuz uygulaması sonucunda elde edilen yaş ağırlık değerleri kendi kontrol değerleri ile oranlanmıştır.

3.2.3.3 Mineral element analizleri

Denemede, kontrol ve tuz uygulamalarından tesadüfi olarak seçilen 3'er bitkinin yaprakları mineral madde tayini için kullanılmıştır. İyon analizleri için her bitkiden hazırlanan yaprak örneği karışımından 200 mg alınmış ve üzerine 10 ml 0.1 N HNO₃ (Nitrik Asit) ilave edilmiştir (Şekil 3.5 a,b). Erlenler içerisinde ağızları alüminyum folye

ile kapatılarak oda sıcaklığında 1 hafta süreyle bekletilen örnekler bu sürenin sonunda çalkalayıcıya yerleştirilmiş ve 2 saat süreyle çalkalanmıştır. Ekstraktlarda Na^+ , K^+ , Ca^+ iyonları flame fotometrik yöntemle (Eppendof flame photometer); Cl^- iyonu gümüş iyonları ile kolorimetrik amperometrik titrasyon yoluyla analiz yapılmıştır. Bu amaçla otomatik bir kloridometreden (Buchler-Cotlove) yararlanılmıştır. Analizler tamamlandıktan sonra, kuru yaprak örneğindeki iyon miktarı $\mu\text{g}/\text{mg}$ kuru ağırlık ($\mu\text{g}/\text{mg}$ K.A.) olarak belirlenmiştir (Taleisnik vd. 1997).



Şekil 3.5.a. Örneklerin nitrik asit çözeltisinde bekletilmesi, b. Süzme işleminin uygulama aşamasından görünüm

3.2.4 Değerlendirmeler

Tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan denemelerden elde edilen sayısal değerler, varyans analizine tabi tutulmuş ve uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemlilik derecesi ortaya konulmuştur. Bunun için Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış ve farklılık dereceleri % 0.1 düzeyinde harflendirme yoluyla gösterilmiştir. Bu amaçla SAS Institute (1985) paket programından yararlanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

26 adet kabak genotipinden elde edilen sağlıklı fidelerle su kültüründe deneme kurulmuş; 100 mM NaCl uygulanan ve tuz uygulanmayan kontrol bitkilerinde çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal değişimler kaydedilmiştir. Tuz uygulamasından 4 ve 7. günlerde ölçüm ve analizler yapılarak sayısal değerler elde edilmiş ve bunlar istatistiki olarak yorumlanmıştır.

4.1 Skala Değerlendirmesi

100 mM tuz uygulanan ve kontrol grubunda bulunan değişik kabak genotiplerine ait fidelerde ortaya çıkan tuzdan etkilenme durumları, 0'dan 5'e kadar verilen numaralar yardımıyla rasyonel bir değerlendirme biçimine yansıtılmıştır. Kontrol gruplarında yer alan bitkilerde skala değeri tümüyle "0" olmuştur. Şekil 4.1.a'da, kontrol grubunda yer alan bitkilerde gelişme bakımından benzerlik ve birörnekliliğe yakın gelişme durumu gözlenirken; aynı şeklin ikinci şikkında (Şekil 4.1.b) tuz uygulamasından sonraki 7.gün kabak genotipleri arasında gelişme gerilemesi ve zararlanma derecesi bakımından ortaya çıkan varyasyon görülmektedir.



Şekil 4.1.a. Kontrol grubu kabak bitkilerinin gelişimi, b. Tuz uygulanan kabak genotipleri arasında ortaya çıkan gelişme farklılıkları

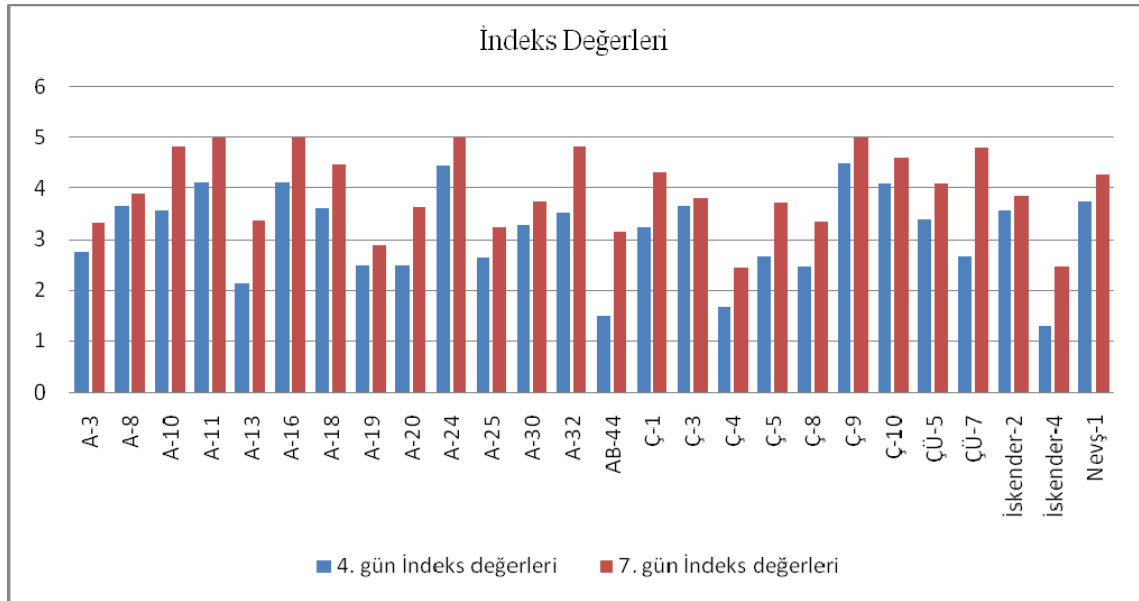
Tuz uygulamasından sonraki 4 ve 7. gün yaşamaya devam eden ve yeterli sayıda bitki bulduran toplam 26 adet kabak genotipinde belirlenen skala değerleri ortalaması ve bunlara ilişkin varyans analizi sonuçları çizelge 4.1’de ve şekil 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 100 mM tuz uygulamasında genotiplerin göstermiş oldukları reaksiyonun 0-5 skalasına göre ortalamaları ve istatistiksel gruplandırmalar*

Genotip	4. gün indeks değerleri	7. gün indeks değerleri
A-3	2,76 e	3,32 d-f
A-8	3,65 b-d	3,89 c-f
A-10	3,56 b-d	3,79 c-f
A-11	4,11 a-c	4,83 a
A-13	2,13 fg	3,36 d-f
A-16	4,12 a-c	5,00 a
A-18	3,61 b-d	4,47 b
A-19	2,48 ef	2,88 e-g
A-20	2,49 ef	3,63 c-f
A-24	4,44 ab	5,00 a
A-25	2,65 e	3,23 d-g
A-30	3,27 b-e	3,74 c-f
A-32	3,53 b-e	4,81 a
AB-44	1,50 h	3,14 d-g
Ç-1	3,22 b-f	4,32 b-e
Ç-3	3,65 b-d	3,82 df
Ç-4	1,67 h	2,43 fg
Ç-5	2,67 e	3,72 c-f
Ç-8	2,45 ef	3,33 d-g
Ç-9	4,49 ab	5,00 a
Ç-10	4,10 a-c	4,65 ab
ÇÜ-5	3,39 b-e	4,08 b-e
ÇÜ-7	2,66 e	4,79 a
İskender-2	3,56 b-e	3,96 c-f
İskender-4	1,31 h	2,45 fg
Nevş-1	3,74 b-d	4,26 b-e

* Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P \leq 0.01$)

Tuz uygulamasının 4. ve 7. günlerinde kabak genotiplerinin tuzdan zarar görme dereceleri farklı bulunmuştur. Tuzlu koşullarda yaşama süresi arttıkça genotiplerin tümünde zarar derecesini gösteren indeks değeri artmıştır. Bu artış bazı genotiplerde fazla olduğu halde, bazılarında daha az meydana gelmiştir. 4. gün değerlendirmelerinde tuzdan en az düzeyde etkilenen kabak genotiplerinin 'İskenderun-4', 'Ç-4' ve 'AB-44' genotipleri olduğu; 'Ç-9', 'A-24', 'A-16'nın ise tuzdan çok fazla etkilendiği ve en yüksek indeks değerlerine sahip oldukları anlaşılmıştır. Tuz uygulamasının 7. gününde bir kere daha yapılan indeks değerlendirmesinde, 'Ç-9', 'A-24' ve 'A-16' genotiplerine ilaveten, 'A-11', 'A-32' ve 'Ç.Ü-7' genotiplerinin de tuzdan çok fazla zarar gördüğü, bitkilerin çoğunun ölüm aşamasında oldukları gözlenmiştir. Buna karşılık aynen 4. günde olduğu gibi 'İskenderun-4' ve 'Ç-4' genotiplerinin gelişmelerini sürdürme bakımından en olumlu görünüme sahip olanlar olduğu belirlenmiş; ancak 'AB-44', 'Ç-8', 'A-20' ve 'Ç-3' genotipleri de oldukça iyi tolerans sergilemişlerdir.



Şekil 4.2 100 mM tuz uygulanan 26 kabak genotipinin 4 ve 7. günlerindeki gelişme indeks değerleri

Denemede yer alan kabak genotiplerinin 100 mM tuz uygulamasının 7. günündeki görünüşleri ile kontrol bitkileri ile birlikte karşılaştırmaları, Şekil 4.3, 4.4 ve 4.5'te verilmiştir.

Bitkilerin Na toksisitesi altında göstermiş oldukları ilk karakteristik tepki, yeşil aksam büyümesindeki yavaşlamadır. Bunun hemen ardından genellikle yaşlı yaprakların uç ve kenar kısımları sararmaya başlar, yaprak ana iletim demetine doğru ilerleyen kloroz şeklinde devam eder ve daha ileri safhada klorozların nekrozlara dönüşmesi ve yaprağın kuruması meydana gelir (Bergmann 1992, Karanlık 2001).

Çalışma sonuçlarımızda, tuz stresi koşullarında genotiplerin gösterdikleri tepkilerin şiddeti birbirinden farklılık göstermiştir. Aktaş (2002) biberde, Daşgan vd. (2002) domateste, Yaşar (2003) patlıcanda, Kuşvuran (2004) kavunda, Koç (2005) fasulyede, skala değerlerinin tuza tolerant genotip seçiminde etkili olarak kullanılacak bir parametre olduğundan bahsedilmektedir.

4.1.1 Bitkilerde yaş ağırlıklarının belirlenmesi

Tuz stresi altında yetiştirilen 26 farklı kabak genotipinde ve bunların kontrollerinde; 100 mM NaCl uygulaması yapıldıktan 4 ve 7 gün sonra alınan bitki örneklerinde belirlenen bitki yaş ağırlık değerleri çizelge 4.2’de verilmiştir.

Yetiştirme ortamına 100 mM NaCl ilave edilmesinden 4 gün sonra kabak fidelerinde bitki yaş ağırlıklarının kontrol fidelerine göre genel olarak azaldığı görülmüştür. Tuz stresi, 4 günün sonunda tüm genotiplerde bitki gelişimini değişik seviyelerde geriletici etki yapmıştır.

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi $P \leq 0.01$ hata sınırı esas alındığında ve farklı genotiplerin ortalamaları tuzlu ortam bazında birbirleriyle karşılaştırıldığında, bitki yaş ağırlığı bakımından tuzdan yüksek oranda etkilenenler; Ç-10, A-13, A-11, A-16, A-18, A-24, A-30, A-32 no’lu genotipler olmuştur. Genotipler aynı koşullarda birbirleriyle yarıştırdıklarında gelişme ve bitki yaş ağırlığı bakımından A-20 ve A-8 no’lu genotipler ilk sıraları almıştır. Diğerleri ise Duncan testi sonunda yapılan harflendirmelerde “b’den g’ye kadar” ortak paydaları alarak aynı grupları paylaşmışlardır.

Çizelge 4.2 Kabaklarda, 4 günlük tuz stresi sonunda bitkilerdeki bitki yaş ağırlık ortalamaları (g/bitki), yaş ağırlık stres indeks (YASİ) değerleri (%) ve istatistiksel gruplandırmalar

Genotip No	Bitki Yaş Ağırlığı (g/bitki)*				YASİ
	Kontrol		NaCl		
A-3	4,12	bc	2,67	b-e	63,57
A-8	5,59	a	4,07	a	72,80
A-10	5,83	a	2,74	b-d	46,99
A-11	2,69	ef	1,71	h	63,57
A-13	1,94	g	1,51	hi	77,84
A-16	2,43	ef	1,65	h	67,90
A-18	2,63	ef	1,66	h	63,12
A-19	4,54	a-c	3,18	bc	70,04
A-20	5,29	ab	4,11	a	77,69
A-24	3,99	b-d	1,98	gh	49,62
A-25	2,94	de	2,04	g	69,39
A-30	2,93	de	1,91	h	65,19
A-32	3,97	b-d	1,94	gh	48,87
AB-44	4,18	bc	2,98	bc	71,29
Ç-1	3,97	b-d	2,52	e	63,48
Ç-3	3,63	cd	2,66	b-e	73,28
Ç-4	4,96	ab	2,73	b-d	55,04
Ç-5	4,38	bc	3,41	b	77,85
Ç-8	5,14	ab	3,52	b	68,48
Ç-9	3,14	b-e	2,02	g	64,33
Ç-10	2,5	ef	1,22	hi	48,80
ÇÜ-5	4,15	bc	2,85	b-d	68,67
ÇÜ-7	4,25	bc	2,14	fg	50,35
İskenderun-2	3,04	d-f	2,3	ef	75,65
İskenderun-4	5,46	a	3,2	bc	58,61
Nevşehir	5,70	a	2,3	ef	40,35

* Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P \leq 0.01$)

Aynı stres koşulları altında farklı genotipler arasındaki farklılıktan ziyade, her genotipin kendi kontrolü ile karşılaştırılması sonucunda elde edilen ‘bitki yaş ağırlık stres indeks değeri (YASİ)’nin, genotiplerin gelişme performanslarını tuz stresi altında koruyabilme yeteneklerini ortaya koyması nedeniyle değerlendirmelerde daha etkin bulunacağı

düşünüldüyse de, sonuçlar bu doğrultuda oluşmamıştır. Örneğin ‘İskenderun-4’ genotipi, indeks değeri bakımından en iyi derecelerden birini aldığı halde (1.31), yaş ağırlığı bakımından kontrol bitkilerine en yakın değerleri veren, diğer bir deyişle tuzdan en düşük oranda etkilenen kabak genotipleri arasında olamamıştır (%58.61 YASİ). Ancak yine de kontrol bitkileri ortalamasının %60’ına kadar yakınına ulaşan oranda gelişme gösterebilmiştir. Bu özellik bakımından A-8, A-13, A-19, A-20, AB-44, Ç-3, Ç-5 birinci grubu (%70.04-77.85); A-3, A-11, A-16, A-18, Ç-1, Ç-8, Ç-9, ÇÜ-5 ikinci grubu (%63.12-69.39); diğer genotipler de üçüncü grubu (%40.35-58.61) oluşturmuşlardır.

Tuz uygulamasının yedinci gününde yapılan ölçüm ve değerlendirmeler sonucunda elde edilen bitki yaş ağırlıklarına ilişkin veriler çizelge 4.3’te gösterilmiştir. Yetiştirme ortamına 100 mM NaCl ilave edilmesinden 7 gün sonra kabak fidelerinde bitki yaş ağırlıklarının kontrol fidelerine göre önemli düzeyde azaldığı görülmüştür. Tuz stresi, 7 günün sonunda tüm genotiplerde bitki gelişimini değişik seviyelerde engelleyici etki yapmıştır. Çizelge 4.3’te görüldüğü gibi $P \leq 0.01$ hata sınırı esas alındığında ve farklı genotiplerin ortalamaları tuzlu ortam bazında birbirleriyle karşılaştırıldığında, bitki yaş ağırlığı bakımından tuzdan yüksek oranda etkilenenler; A-13 ve A-16 no’lu genotipler olmuştur. Aynı zamanda A-24, A-32, Ç-9, ÇÜ-7 ve İskenderun-2 genotipleri de benzer düzeylerde tuzdan fazlaca etkilenmiştir. Genotipler aynı koşullarda birbirleriyle yarıştırdıklarında gelişme ve bitki yaş ağırlığı bakımından A-20, İskenderun-4, AB-44, Ç-4, Ç-5, Ç-8, A-19 ve A-8 no’lu genotipler ilk sıraları almıştır. Diğerleri ise Duncan testi sonunda yapılan harflendirmelerde “c’den f’ye kadar” ortak paydaları olarak aynı grupları paylaşmışlardır.



Şekil 4.3 Denemede yer alan kabak genotipleri arasında indeks değeri en yüksek, tuza toleransı en düşük olan genotipler.



Şekil 4.4 Denemede yer alan kabak genotipleri arasında indeks değeri orta, tuza toleransı da orta derecede olan genotipler.



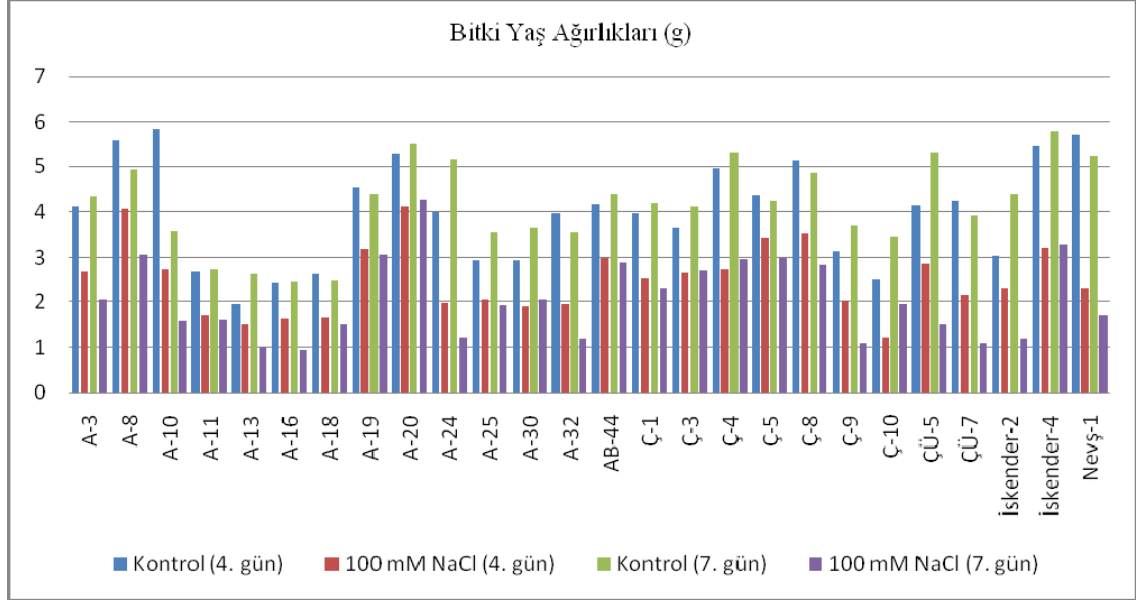
Şekil 4.5 Denemede yer alan kabak genotipleri arasında indeks değeri en düşük, tuza toleransı en yüksek olan genotipler.

Çizelge 4.3 Kabaklarda, 7 günlük tuz stresi sonunda bitkilerdeki yaş ağırlık ortalamaları (g/bitki), yaş ağırlık stres indeks (YASİ) değerleri (%) ve istatistiksel gruplandırmalar

Genotip No	Bitki Yaş Ağırlığı (g/bitki)*				YASİ (%)
	Kontrol		NaCl		
A-3	4,34	b-d	2,06	cd	47,46
A-8	4,94	ab	3,06	b	61,94
A-10	3,57	d-f	1,59	de	44,53
A-11	2,72	fg	1,61	de	59,19
A-13	2,63	fg	0,99	g	37,64
A-16	2,45	fg	0,95	g	38,78
A-18	2,49	fg	1,51	de	60,64
A-19	4,41	b-d	3,06	b	69,39
A-20	5,50	a	4,28	a	77,81
A-24	5,15	ab	1,21	e-g	23,50
A-25	3,55	d-f	1,93	d	54,36
A-30	3,64	d-f	2,04	cd	56,04
A-32	3,53	d-f	1,19	e-g	33,71
AB-44	4,40	b-d	2,88	b	65,45
Ç-1	4,20	cd	2,30	cd	54,76
Ç-3	4,11	cd	2,70	bc	65,69
Ç-4	5,32	ab	2,97	b	55,83
Ç-5	4,24	cd	2,98	b	70,28
Ç-8	4,85	bc	2,84	b	58,56
Ç-9	3,68	de	1,10	e-g	29,89
Ç-10	3,44	d-f	1,94	d	27,33
ÇÜ-5	5,30	ab	1,52	de	28,68
ÇÜ-7	3,92	c-e	1,08	e-g	27,55
İskenderun-2	4,40	b-d	1,18	e-g	26,82
İskenderun-4	5,78	a	3,28	b	56,75
Nevşehir	5,22	ab	1,72	de	32,95

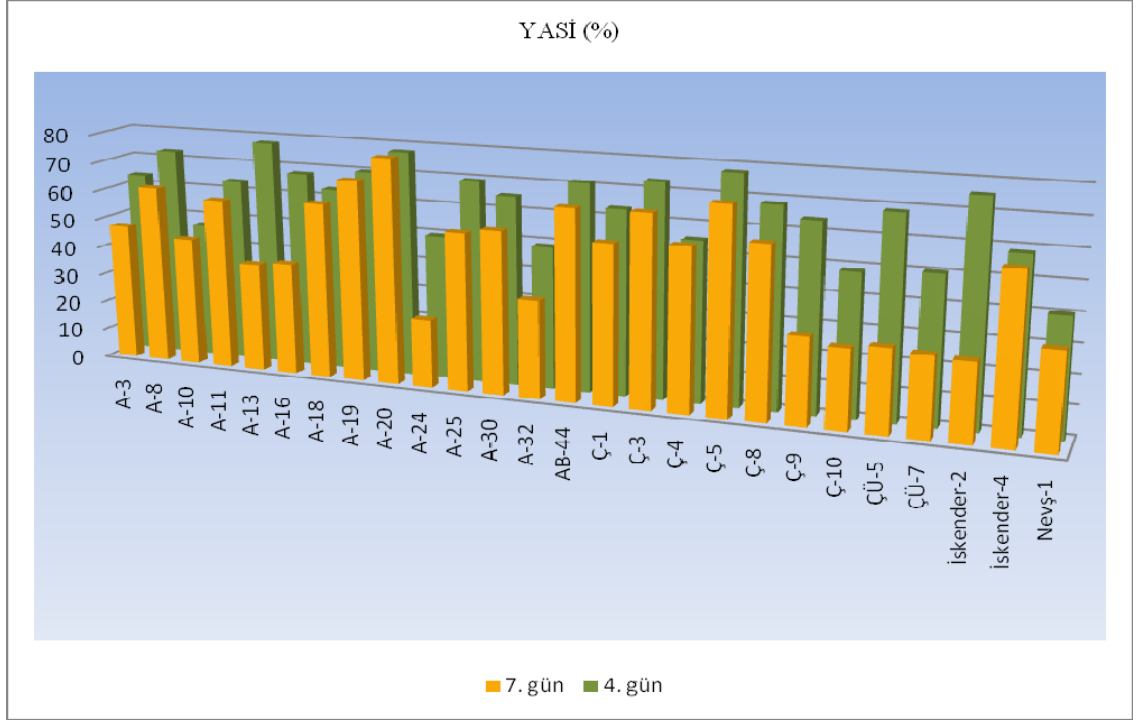
* Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P \leq 0.01$)

Şekil 4.6'da, kontrol ve 100 mM tuz uygulamasının 4. ve 7. günlerindeki bitki yaş ağırlıklarına ilişkin sayısal değerlerin kullanılmasıyla elde edilen grafik gösterilmektedir.



Şekil 4.6 Kontrol ve 100 mM tuz uygulamasının, 26 farklı kabak genotipine ait fidelerde, stresin 4. ve 7. günlerindeki bitki yaş ağırlıklarına etkisi

Aynı stres koşulları altında farklı genotipler arasındaki farklılıktan ziyade, her genotipin kendi kontrolü ile karşılaştırılması sonucunda elde edilen bitki yaş ağırlık stres indeksi değeri (YASİ), genotiplerin gelişme performanslarını tuz stresi altında koruyabilme yeteneklerini ortaya koyması nedeniyle değerlendirmelerde daha etkin bulunmuştur. Stresin 4.günüdeki ölçümlerde duyarlı ve toleransı yüksek olan genotipler arasında çok belirgin ve ayırt edici YASİ oranları elde edilemediği halde, stresin 7.gününde, %55'in üzerinde YASİ değerine sahip olanların, diğer genotiplere göre strese daha iyi dayandıkları gözlemlenmiştir. Bu genotipler a ve b Duncan harflerini alanlar olarak ilk sıralarda bulunmaktadır. Şekil 4.7'de, YASİ oranlarının 4 ve 7 günlük tuz stresi uygulamaları sonucundaki durumları, genotipler bazında gösterilmiştir.



Şekil 4.7 Farklı kabak genotiplerine ait fidelere su kültüründe uygulanan 100 mM NaCl stresinin 4. ve 7. günlerindeki yaş ağırlık stres indeks değerleri (%)

Tuz uygulamaları, genel olarak bitki yaş ağırlıklarında tüm genotiplerde azalmaya neden olmuştur. Mer vd. (2000), tuz stresinin büyümede sınırlanma ve yaşlı yapraklarda nekrozlar şeklinde etkisini gösterdiğini belirtirken; buğday, kavun, patlıcan ve biberde yapılan çalışmalarda da, stres sonucunda bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında kayıpların meydana geldiği bildirilmiştir (Karanlık 2001, Aktaş 2002, Daşgan vd. 2002, Yaşar 2003, Kuşvuran 2004). Kavunda yapılan çalışmalarda tuz stresi sonucu vegetatif gelişme ve meyve ağırlığında azalmalar meydana geldiği gösterilmiş (Mendlinger ve Pasternak 1992, Batia vd. 2005); bunun yanısıra Chartzoulakis ve Klapaki (2000), biberde 25 mM üzerindeki tuz uygulamalarında bitki kuru ağırlığının önemli ölçüde azaldığından bahsetmişlerdir. Ashraf vd. (2003), 100 mM tuz stresinde bamyaya çeşitleri yetiştirmişler ve tuza toleransı yüksek olan Posa Swani çeşidinin, toleransı düşük olan Sabz Bhindi çeşidine oranla daha yüksek kuru ağırlığa sahip olduğunu belirlemiştir. Aynı araştırmacılar, yeşil aksamda olduğu gibi kökte de yaş ve kuru ağırlıkların, tuz stresi nedeniyle azaldığını kaydetmişlerdir. Termaat ve Munns (1986), tuzlu ortamlarda yeşil aksamdaki gelişme inhibisyonunun köklere oranla daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

4.1.2 İyon miktarı ölçümleri

4.1.2.1 Sodyum iyonu

100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan kök, gövde ve üstten (apikal kısımdan geriye doğru) üçüncü yapraklarda sodyum iyonu miktarı belirlenmiştir. Tuz uygulaması yapıldığında denemede yer alan bütün kabak genotiplerinde tüm organlarda, kontrole göre tuz uygulamasında yer alan bitkilerde Na⁺ iyonu miktarında artış meydana gelmiştir.

Köklerdeki Na⁺ iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda köklerdeki Na⁺ iyonu miktarı bakımından elde edilen sayısal veriler ve bunların istatistiksel değerlendirilmesine ilişkin harflendirmeler, çizelge 4.4'te verilmiştir. Ayrıca tuz uygulaması yapılan bitkilerin köklerinden alınan örneklerindeki 4. ve 7. gündeki Na⁺ iyonu miktarları da şekil 4.8'de grafik halinde gösterilmiştir.

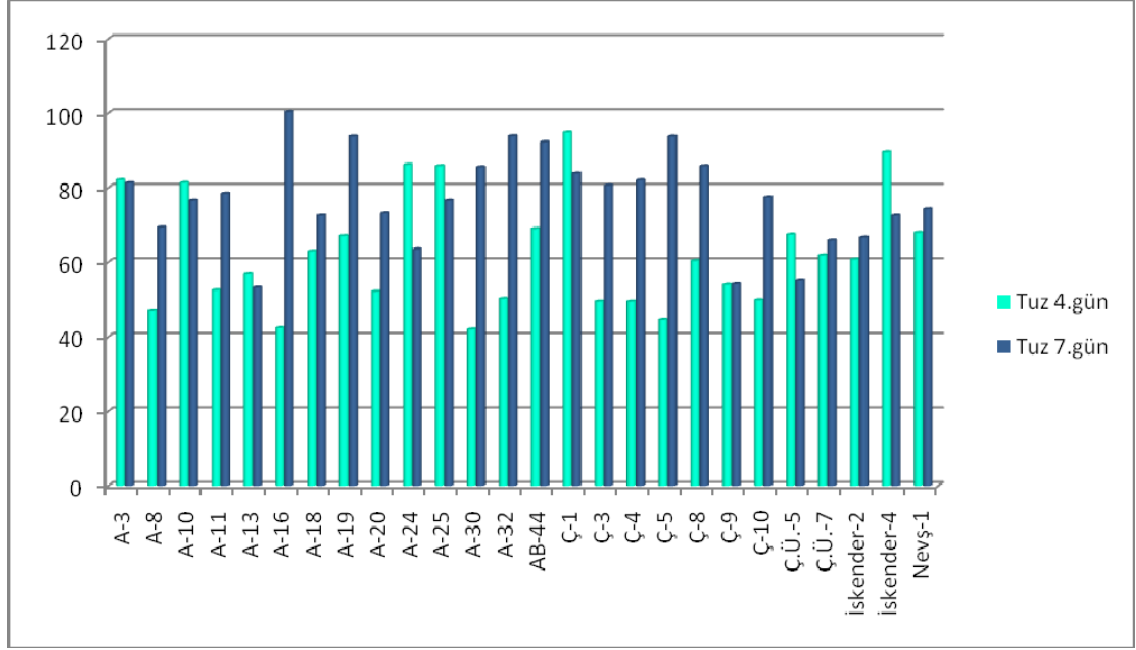
Ç-1, İskender-4, A-24, A-25, A-3 ve A-10 numaralı genotipler tuz uygulamasının 4.gününde, köklerine en fazla miktarda Na⁺ iyonunu (94.88, 89.63, 86.25, 85.88, 82.13 ve 81.38 µg/mg K.A.) alan ilk genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Na⁺ iyonu artış oranları şöyledir: %237.3, %359.6, %180.5, %213.7, %421.5, %382.1). Buna karşılık bazı genotiplerin köklerinde Na⁺ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Köklerde, tuz uygulamasının 4. gününde en az Na⁺ iyonu biriktiren ilk 5 genotip, iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: A-30 (42.00; %75.0), A- 16 (42.38; %135.4), A-8 (46.88; %155.1), Ç-3 (49.50; %238.3), Ç-4 (49.50; %144.4).

Çizelge 4.4 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan kök kısımlarındaki Na⁺ miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µ g/mg K.A.)

Bitki Organı	Genotip	Na ⁺ (µg/mg K.A.) 4.gün			Na ⁺ (µg/mg K.A.) 7.gün						
		Kontrol	NaCl	Artış %	Kontrol	NaCl	Artış %				
Kök	A-3	15,75	e	82,13	bc	421,5	31,43	bc	81,32	bc	158,7
Kök	A-8	18,38	de	46,88	f	155,1	21,33	c	69,38	d	765,0
Kök	A-10	16,88	de	81,38	bc	382,1	22,23	c	76,53	c	244,3
Kök	A-11	16,88	de	52,50	e	211,0	24,38	c	78,42	bc	221,7
Kök	A-13	18,00	de	57,00	de	216,7	21,00	c	53,25	e	153,6
Kök	A-16	18,00	de	42,38	f	135,4	24,32	c	100,35	a	312,6
Kök	A-18	14,50	e	63,00	d	334,5	24,07	c	72,64	cd	201,8
Kök	A-19	16,36	de	67,13	d	310,3	34,67	b	93,80	a	170,8
Kök	A-20	27,75	b-d	52,13	e	87,9	33,01	b	73,27	c	122,0
Kök	A-24	30,75	b	86,25	b	180,5	33,66	b	63,51	de	88,7
Kök	A-25	27,38	b-d	85,88	b	213,7	28,13	bc	76,50	c	172,0
Kök	A-30	24,00	cd	42,00	f	75,0	20,51	cd	85,57	b	317,2
Kök	A-32	21,00	cd	50,25	ef	139,3	20,32	cd	93,86	a	361,9
Kök	AB-44	19,50	c-e	69,00	d	253,8	24,59	c	92,28	a	175,3
Kök	Ç-1	28,13	b-d	94,88	a	237,3	31,66	bc	83,90	b	165,0
Kök	Ç-3	14,63	e	49,50	ef	238,3	36,03	b	80,63	bc	123,8
Kök	Ç-4	20,25	c-e	49,50	ef	144,4	18,17	d	82,06	bc	351,6
Kök	Ç-5	15,38	e	44,63	f	190,2	27,08	c	93,75	a	246,2
Kök	Ç-8	18,75	de	60,38	d	222,0	34,67	b	85,88	bc	147,7
Kök	Ç-9	35,63	ab	54,00	e	51,6	46,71	a	54,18	e	16,0
Kök	Ç-10	22,13	cd	49,88	ef	125,4	26,63	c	77,38	c	190,6
Kök	Ç.Ü.-5	30,38	b	67,50	d	122,2	36,75	b	55,13	e	50,0
Kök	Ç.Ü.-7	45,00	a	61,88	d	37,5	36,44	b	65,88	de	80,8
Kök	İskender-2	39,60	a	60,75	d	53,4	29,09	bc	66,70	de	129,3
Kök	İskender-4	19,50	c-e	89,63	b	359,6	30,75	bc	72,63	c	136,2
Kök	Nevş-1	32,25	ab	68,00	d	110,9	38,53	ab	74,41	c	93,1

* Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P ≤ 0.01)

A-16, A-32, Ç-5, A-19 ve AB-44 numaralı genotipler tuz uygulamasının 7. gününde, köklerine en fazla miktarda Na⁺ iyonunu (100.35, 93.86, 93.75, 93.80, 92.28 µg/mg K.A.) alan ilk 5 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Na⁺ iyonu artış oranları şöyledir: %312.6, %361.9, %246.2, %170.8, %275.3). Buna karşılık bazı genotiplerin köklerinde Na⁺ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Köklerde, tuz uygulamasının 7. gününde en az Na⁺ iyonu biriktiren genotiplerdeki iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: A-13 (53.25; %153.6), Ç-9 (54.18; %16.0), Ç.Ü-5 (55.13; %50.0), A-24 (63.51; %88.7), Ç.Ü-7 (65.88; %80.0), İskender-2 (66.70; %129.3).



Şekil 4.8 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin köklerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Na⁺ iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

Gövdedeki Na⁺ iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda gövdedeki Na⁺ iyonu miktarı bakımından elde edilen sayısal veriler ve bunların istatistiksel değerlendirilmesine ilişkin harflendirmeler, çizelge 4.5'te verilmiştir. Ayrıca tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövdelerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Na⁺ iyonu miktarları da şekil 4.9'da grafik halinde gösterilmiştir.

Ç-4, Ç-10, A-30, A-11 ve A-13 numaralı genotipler tuz uygulamasının 4.gününde, gövdesine en fazla miktarda Na⁺ iyonunu (127.50, 126.38, 121.88, 120.00, 107,63 µg/mg K.A.) alan ilk genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Na⁺ iyonu artış oranları şöyledir: %1207.7, %665.5, %692.5, %481.7, %635.7). Buna karşılık bazı genotiplerin gövdelerinde Na⁺ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Gövde kısmında, tuz uygulamasının 4. gününde en az Na⁺ iyonu biriktiren ilk 5 genotip, iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: Ç-3 (45.38; %266.6), A-3 (49.50; %371.4), Ç-1 (56.25; %194.0), A-8 (57.75; %227.6), Nevş-1(68.63; %210,1).

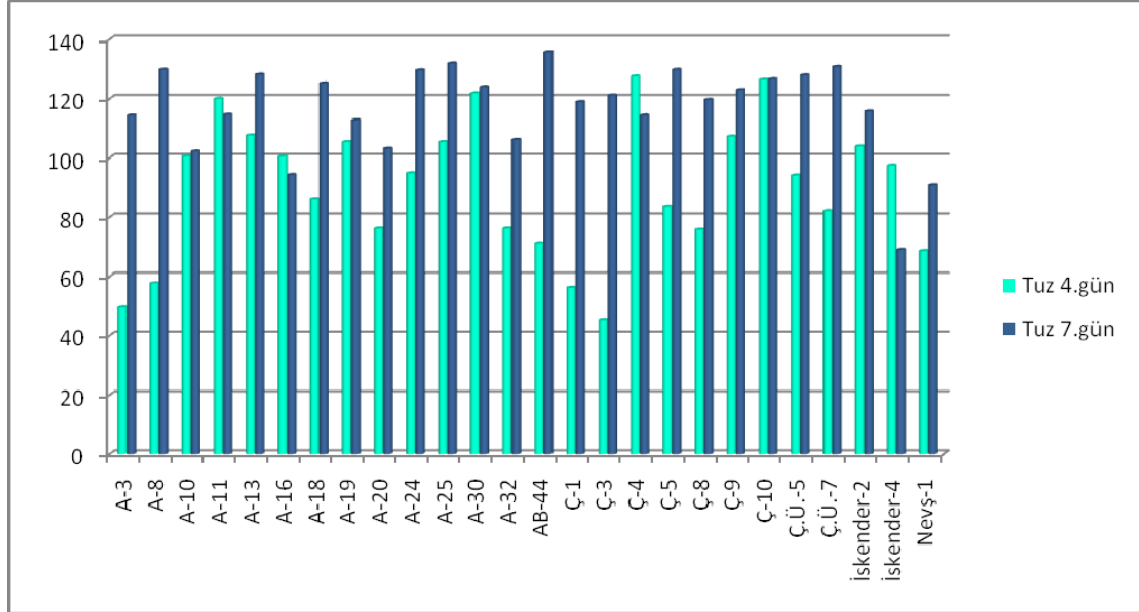
Çizelge 4.5 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan gövde kısımlarındaki Na⁺ miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.)

Bitki Organı	Genotip	Na ⁺ (µg/mg K.A.) 4.gün			Na ⁺ (µg/mg K.A.) 7.gün						
		Kontrol	NaCl	Artış %	Kontrol	NaCl	Artış %				
Gövde	A-3	10,50	c-e	49,50	f	371,4	12,50	d	114,32	bc	814,6
Gövde	A-8	17,63	b	57,75	ef	227,6	15,00	b-e	129,75	a	765,0
Gövde	A-10	11,25	c	100,50	ab	793,3	16,69	b-d	102,18	cd	512,2
Gövde	A-11	20,63	a	120,00	a	481,7	14,02	c-e	114,61	bc	717,5
Gövde	A-13	14,63	bc	107,63	ab	635,7	14,79	c-e	128,09	a	766,1
Gövde	A-16	22,88	a	100,50	ab	339,2	21,48	a	94,31	d	339,1
Gövde	A-18	12,38	bc	86,25	cd	596,7	13,41	c-e	125,25	a	834,0
Gövde	A-19	9,38	c-e	105,38	ab	1023,5	11,33	de	112,77	b	895,3
Gövde	A-20	13,50	bc	76,13	d	463,9	23,28	a	103,13	cd	343,0
Gövde	A-24	10,13	c-e	94,88	b	836,6	11,41	de	129,58	a	1035,7
Gövde	A-25	19,00	a	105,38	ab	454,6	14,25	b-e	131,89	a	825,5
Gövde	A-30	15,38	bc	121,88	a	692,5	15,75	b-e	123,99	ab	687,2
Gövde	A-32	11,25	c-e	76,13	d	139,3	13,50	c-e	106,13	cd	361,9
Gövde	AB-44	10,50	c-e	71,25	d	578,6	12,75	c-e	135,75	a	964,7
Gövde	Ç-1	19,13	a	56,25	ef	194,0	13,32	c-e	118,88	b	792,5
Gövde	Ç-3	12,38	bc	45,38	f	266,6	15,71	b-e	121,15	ab	671,2
Gövde	Ç-4	9,75	de	127,50	a	1207,7	15,38	b-e	114,36	bc	643,6
Gövde	Ç-5	11,63	c-e	83,63	cd	619,1	15,15	b-e	129,75	a	756,4
Gövde	Ç-8	10,88	c-e	75,75	d	596,2	12,24	c-e	119,63	b	877,4
Gövde	Ç-9	16,13	bc	107,25	ab	564,9	15,50	b-e	123,00	ab	693,5
Gövde	Ç-10	16,51	bc	126,38	a	665,5	15,75	b-e	126,56	a	703,6
Gövde	Ç.Ü.-5	17,25	b	94,13	b	445,7	14,31	c-e	127,88	a	793,6
Gövde	Ç.Ü.-7	12,00	bc	82,13	cd	484,4	12,41	c-e	130,75	a	953,6
Gövde	İskender-2	15,00	bc	103,88	ab	592,5	17,31	b-d	115,68	bc	568,3
Gövde	İskender-4	24,38	a	97,50	b	299,9	15,00	b-e	69,00	e	360,0
Gövde	Nevş-1	22,13	a	68,63	e	210,1	13,88	c-e	90,75	d	553,8

* Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P \leq 0.01$)

AB-44, A-25, Ç.Ü-7, Ç-5 ve A-8 numaralı genotipler tuz uygulamasının 7. gününde, gövdelerine en fazla miktarda Na⁺ iyonunu (135.75, 131.89, 130.75, 129.75, 129.75 µg/mg K.A.) alan ilk 5 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Na⁺ iyonu artış oranları şöyledir: %964.7, %825.5, %953.6, %756.4, %765.0). Bununla birlikte, ilk beş genotiple aynı istatistiksel grup içinde kalan ve gövdesine aldığı Na⁺ iyonu bakımından birinci toplu grubu oluşturan diğer genotipler ve aldıkları değerler de şu şekilde sıralanmıştır: A-24 (129.58, %1035.7), A-13 (128.09, %766.1), Ç.Ü-5 (127.88, %793.6), Ç-10 (126.56, %703.6), A-18 (125.25, %834.0). Buna karşılık bazı genotiplerin gövdelerinde Na⁺ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Gövdelerde, tuz

uygulamasının 7. gününde en az Na⁺ iyonu biriktiren genotiplerdeki iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: İskender-4 (69.00; %360.0), Nevş-1(90.75; %553.8), A-16 (94.31; %339.1), A-10 (102.18; %512.2), A-20 (103.13; %343.0).



Şekil 4.9 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövdelerinden alınan örneklerindeki 4. ve 7. gündeki Na⁺ iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

Üçüncü yapraktaki Na⁺ iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

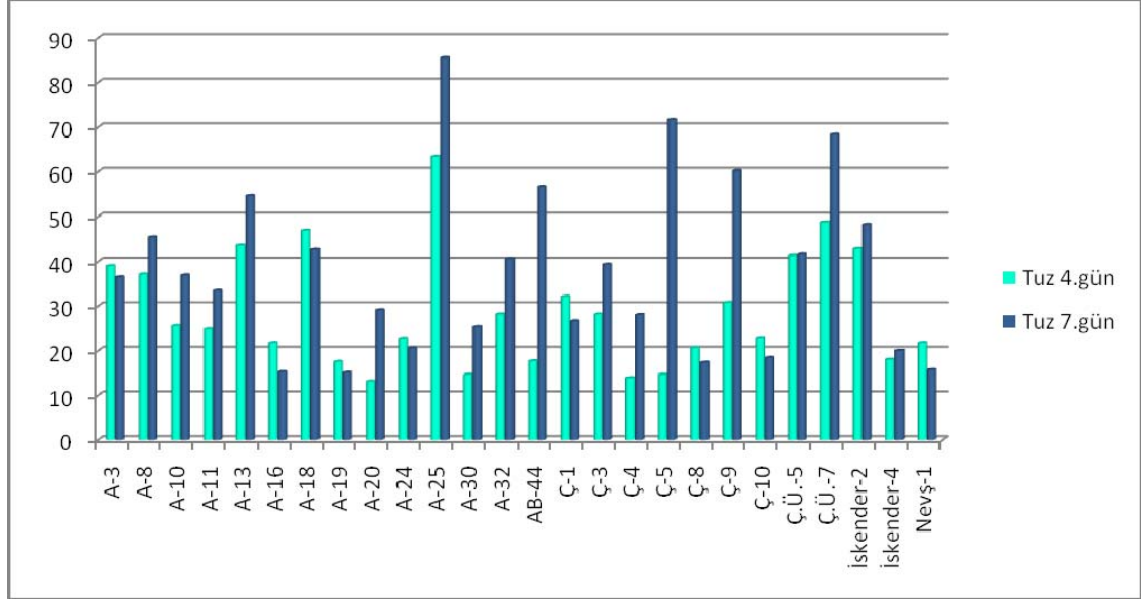
4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda üçüncü yapraktaki Na⁺ iyonu miktarı bakımından elde edilen sayısal veriler ve bunların istatistiksel değerlendirilmesine ilişkin harflendirmeler, çizelge 4.6'da verilmiştir. Ayrıca tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerindeki 4. ve 7. gündeki Na⁺ iyonu miktarları da şekil 4.10'da grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan üçüncü yapraktaki Na⁺ miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.)

Bitki Organi	Genotip	Na ⁺ (µg/mg K.A.) 4.gün					Na ⁺ (µg/mg K.A.) 7.gün				
		Kontrol		NaCl		Artış %	Kontrol		NaCl		Artış %
3.yaprak	A-3	8,75	de	39,00	c	345,7	9,94	c	36,46	de	266,8
3.yaprak	A-8	8,25	de	37,13	c	350,1	12,89	bc	45,38	d	252,1
3.yaprak	A-10	12,00	c-e	25,50	cd	112,5	14,00	a-c	36,90	de	163,6
3.yaprak	A-11	10,50	c-e	24,75	cd	135,7	15,00	a-c	33,40	de	122,7
3.yaprak	A-13	8,25	de	43,50	b	427,3	13,48	a-c	54,66	cd	305,5
3.yaprak	A-16	10,50	c-e	21,75	de	107,1	14,89	a-c	15,22	fg	2,2
3.yaprak	A-18	7,88	de	46,88	b	494,9	13,68	a-c	42,56	d	211,1
3.yaprak	A-19	11,75	c-e	17,50	fg	48,9	10,58	bc	15,05	fg	42,2
3.yaprak	A-20	8,25	de	13,13	fg	59,2	11,72	bc	29,09	e	148,2
3.yaprak	A-24	18,38	ab	22,75	c-e	23,8	12,75	bc	20,59	f	61,5
3.yaprak	A-25	12,52	c-e	63,38	a	406,2	11,09	bc	85,50	a	671,0
3.yaprak	A-30	13,50	c-e	14,63	fg	8,4	11,63	bc	25,24	e	117,0
3.yaprak	A-32	10,13	c-e	28,13	c-e	177,7	12,38	bc	40,55	d	227,5
3.yaprak	AB-44	14,63	b-e	17,63	ef	20,5	13,88	a-c	56,70	cd	308,5
3.yaprak	Ç-1	8,63	de	32,09	cd	271,8	10,56	bc	26,58	e	151,7
3.yaprak	Ç-3	18,38	ab	28,13	c-e	53,0	11,46	bc	39,32	d	243,1
3.yaprak	Ç-4	9,00	de	13,88	fg	54,2	13,88	a-c	28,01	e	101,8
3.yaprak	Ç-5	11,63	c-e	14,63	fg	25,8	12,00	bc	71,63	b	496,9
3.yaprak	Ç-8	16,18	b-d	20,63	de	27,5	12,86	bc	17,31	fg	34,6
3.yaprak	Ç-9	13,13	b-e	30,75	cd	134,2	12,53	bc	60,18	bc	380,3
3.yaprak	Ç-10	17,50	b-d	22,88	c-e	30,7	13,50	a-c	18,40	fg	36,3
3.yaprak	Ç.Ü.-5	9,50	b-d	41,25	b	334,2	12,75	bc	41,52	d	225,6
3.yaprak	Ç.Ü.-7	12,77	c-e	48,75	b	281,8	12,14	bc	68,35	b	463,0
3.yaprak	İskender-2	12,50	c-e	42,75	b	242,0	14,63	a-c	48,21	d	229,5
3.yaprak	İskender-4	12,03	c-e	18,00	e	49,6	12,00	bc	20,00	f	66,7
3.yaprak	Nevş-1	21,00	a	21,75	de	3,6	12,75	bc	15,68	fg	23,0

* Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P ≤ 0.01)

A-25, Ç.Ü-7, A-18, A-13, İskender-2 ve Ç.Ü-5 numaralı genotipler tuz uygulamasının 4.gününde, üçüncü yapraklarında en fazla miktarda Na⁺ iyonunu (63.38, 48.75, 46.88, 43.50, 42.75, 41.25 µg/mg K.A.) bulduran ilk genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Na⁺ iyonu artış oranları şöyledir: %406.2, %281.8, %494.9, %427.3, %242.0, %334.2). Buna karşılık bazı genotiplerin üçüncü yapraklarında Na⁺ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Üçüncü yapraklarında, tuz uygulamasının 4. gününde en az Na⁺ iyonu biriktiren ilk 5 genotip, iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: A-20 (13.13; %59.2), Ç-4 (13.88; %54.2), Ç-5 (14.63; %25.8), A-19 (17.50; %48.9), İskender-4 (18.00; %49.6).



Şekil 4.10 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Na⁺ iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

A-25, Ç-5, Ç.Ü-7, AB-44 ve A-13 numaralı genotipler tuz uygulamasının 7. gününde, üçüncü yapraklarında en fazla miktarda Na⁺ iyonunu (85.50, 71.63, 68.35, 56.70, 54.66 µg/mg K.A.) biriktiren ilk 5 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Na⁺ iyonu artış oranları şöyledir: %671.0, %496.9, %463.0, %308.5, %305.5). Buna karşılık bazı genotiplerin üçüncü yapraklarında Na⁺ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Üçüncü yapraklarda, tuz uygulamasının 7. gününde en az Na⁺ iyonu biriktiren genotiplerdeki iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: A-19 (15.05; %42.2), A-16 (15.21; %2.6), Nevş-1 (15.68; %23.0), Ç-8 (17.31; %34.6), Ç-10 (18.40; %36.3), İskender-4 (20.00; %66.7), A-24 (20.59; %61.5).

Genotipler bazında 4 ve 7. günlerdeki Na⁺ iyonu miktarları

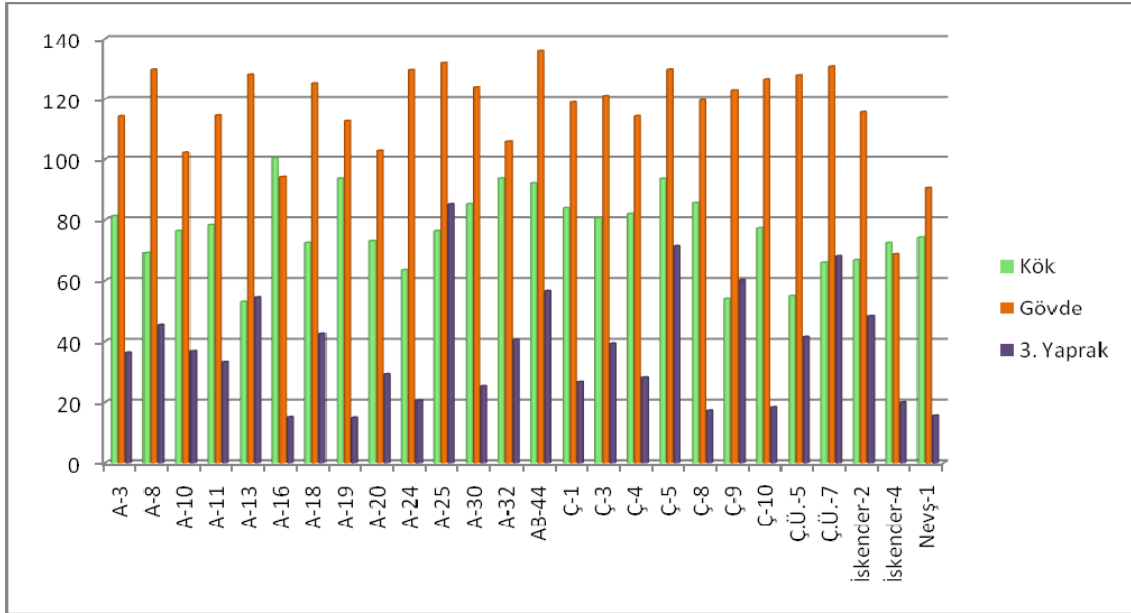
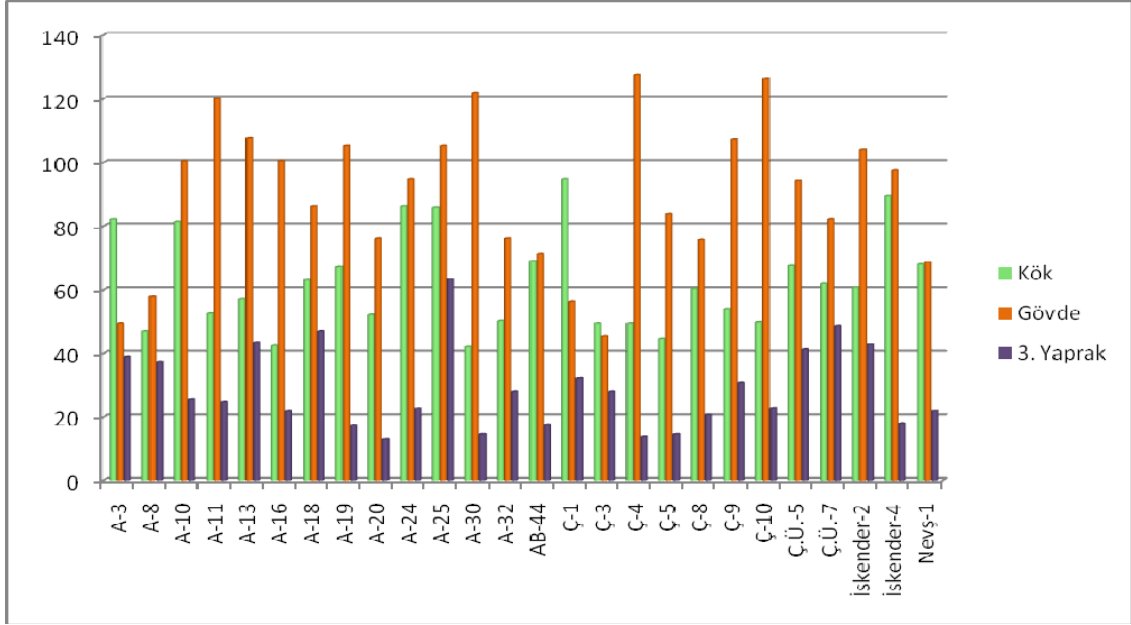
Her bir genotipte kök, gövde ve üçüncü yaprak olmak üzere üç farklı kısımdan elde edilen sodyum iyonu miktarları uygulamadan sonraki 4. ve 7. günlerde ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Buna ilişkin sayısal değerler çizelge 4.7’de beraberce verilmiştir. Bu çizelgedeki değerler kullanılarak şekil 4.11 a ve b hazırlanmıştır.

Çizelge 4.7 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra Na⁺ iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

Genotip	4. gün			7. gün		
	Kök	Gövde	3. yaprak	Kök	Gövde	3. yaprak
A-3	82,13	49,50	39,00	81,32	114,32	36,46
A-8	46,88	57,75	37,13	69,38	129,75	45,38
A-10	81,38	100,50	25,50	76,53	102,18	36,90
A-11	52,50	120,00	24,75	78,42	114,61	33,40
A-13	57,00	107,63	43,50	53,25	128,09	54,66
A-16	42,38	100,50	21,75	100,35	94,31	15,22
A-18	63,00	86,25	46,88	72,64	125,25	42,56
A-19	67,13	105,38	17,50	93,80	112,77	15,05
A-20	52,13	76,13	13,13	73,27	103,13	29,09
A-24	86,25	94,88	22,75	63,51	129,58	20,59
A-25	85,88	105,38	63,38	76,50	131,89	85,50
A-30	42,00	121,88	14,63	85,57	123,99	25,24
A-32	50,25	76,13	28,13	93,86	106,13	40,55
AB-44	69,00	71,25	17,63	92,28	135,75	56,70
Ç-1	94,88	56,25	32,09	83,90	118,88	26,58
Ç-3	49,50	45,38	28,13	80,63	121,15	39,32
Ç-4	49,50	127,50	13,88	82,06	114,36	28,01
Ç-5	44,63	83,63	14,63	93,75	129,75	71,63
Ç-8	60,38	75,75	20,63	85,88	119,63	17,31
Ç-9	54,00	107,25	30,75	54,18	123,00	60,18
Ç-10	49,88	126,38	22,88	77,38	126,56	18,40
Ç.Ü.-5	67,50	94,13	41,25	55,13	127,88	41,52
Ç.Ü.-7	61,88	82,13	48,75	65,88	130,75	68,35
İskender-2	60,75	103,88	42,75	66,70	115,68	48,21
İskender-4	89,63	97,50	18,00	72,63	69,00	20,00
Nevş-1	68,00	68,63	21,75	74,41	90,75	15,68

Her iki ölçüm gününde de genel bir değerlendirme olarak en düşük düzeyde sodyum iyonu birikiminin üçüncü yaprakta olduğunu, bunu kök kısmının takip ettiğini ve gövdedeki sodyum iyonu miktarının diğer iki bitki kısmından daha fazla olduğunu söylemek mümkündür. Diğer bir deyişle, tuz stresi karşısında kabak bitkilerinin yeşil aksamlarında köklerine nazaran daha fazla Na iyonu biriktirdikleri görülmüştür. Genel olarak genotiplerin Na iyonunu köklerde vakuollerde biriktirme ya da Na iyonunu kökten dışa ihraç etme gibi özellikleri kullanmadıkları, böylece toksik Na iyonunun yeşil aksama ulaştığı, böylece bitkinin iyon toksisitesi göstermesi ve buna bağlı olarak büyümede yavaşlama gibi olumsuzlukları sergiledikleri anlaşılmıştır. Nitekim Termaat ve Munns (1986), tuzlu ortamda yeşil aksam gelişiminin kök gelişiminden daha fazla etkilendiğini vurgularken, Carjaval vd. (1998) kavunda Na iyonunun genel olarak yapraklarda biriktirildiğini ifade etmiştir. Bizim çalışmamızda yaprakların tümü birlikte

değerlendirilmemiş olmakla birlikte hemen hemen bütün genotiplerde yaprakların birlikte incelenmesi halinde de büyük bir olasılıkla köklerden daha yüksek değer verebileceği, gövdedeki Na miktarının köklerden daha fazla olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.11 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasının ardından ölçülen Na⁺ iyonu miktarları (µg/mg K.A.), a. 4. gün, b. 7. gün

4.1.2.2 Potasyum iyonu

Köklerdeki K⁺ iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

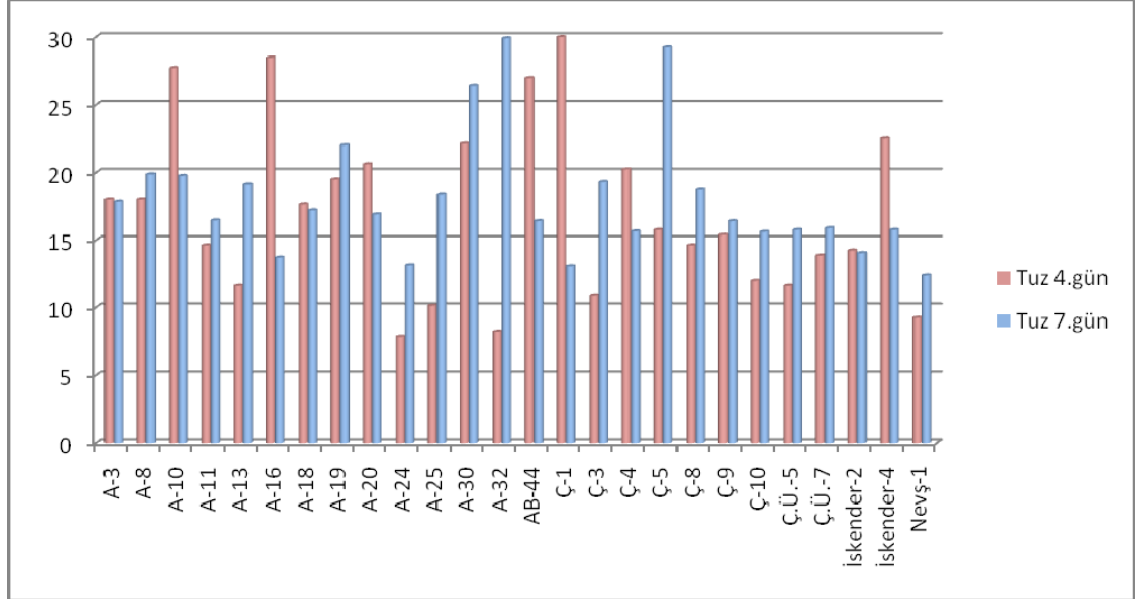
Tuz stresinin uygulanması, tüm kabak bitkilerinde potasyum iyonu bakımından azalmaya neden olmuştur. 4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda köklerdeki K⁺ iyonu miktarı bakımından elde edilen sayısal veriler ve bunların istatistiksel değerlendirilmesine ilişkin harflendirmeler, çizelge 4.8'de verilmiştir. Ayrıca tuz uygulaması yapılan bitkilerin köklerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki K⁺ iyonu miktarları da şekil 4. 12'de grafik halinde gösterilmiştir.

Ç-1, A-16, A-10, AB-44, İskender-4, A-30, A-20 ve Ç-4 numaralı genotipler tuz uygulamasının 4.gününde, köklerinde en fazla miktarda K⁺ iyonu (30.00, 28.50, 27.75, 27.00, 22.50, 22.13, 20.63 ve 20.25 µg/mg K.A.) bulunduran (koruyabilen) genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre K⁺ iyonu azalma oranları şöyledir: %70.0, %38.7, %79.6, %73.0, %34.8, %77.8, %25.7 ve %68.4). Buna karşılık bazı genotiplerin köklerinde K⁺ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Köklerde, tuz uygulamasının 4. gününde en az K⁺ iyonu biriktiren ilk 5 genotip, iyon miktarları ve kontrole göre azalma oranları ise şu şekildedir: A-32 (8.25; %91.8), A-24 (7.88; %82.0), Nevş-1 (9.25; %64.3), A-25 (10.13; %76.7), Ç-3 (10.88; %67.8).

Çizelge 4.8 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan kök kısımlarındaki K⁺ miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.)

Bitki Organi	Genotip	K ⁺ (µg/mg K.A.) 4.gün					K ⁺ (µg/mg K.A.) 7.gün				
		Kontrol		NaCl		Azalış (%)	Kontrol		NaCl		Azalış (%)
Kök	A-3	42,00	d-f	18,00	b	57,1	56,16	bc	17,84	b-e	68,2
Kök	A-8	77,63	a	18,00	b	76,8	74,93	a	19,88	b-e	73,5
Kök	A-10	34,88	ef	27,75	a	79,6	65,17	ab	19,77	b-e	69,7
Kök	A-11	47,25	cd	14,63	cd	69,0	51,00	b-d	16,45	b-e	67,7
Kök	A-13	55,13	c	11,63	cd	78,9	32,00	e	19,13	b-e	40,2
Kök	A-16	46,50	cd	28,50	a	38,7	41,68	d	13,73	c-e	67,1
Kök	A-18	68,75	b	17,63	b	83,4	49,20	d	17,19	b-e	65,1
Kök	A-19	51,01	c	19,50	b	61,8	56,97	bc	22,01	ab	61,4
Kök	A-20	27,75	f	20,63	ab	25,7	41,50	d	16,89	b-e	59,3
Kök	A-24	43,88	d-f	7,88	de	82,0	43,66	d	13,15	c-e	69,9
Kök	A-25	43,50	d-f	10,13	de	76,7	58,13	bc	18,38	b-e	68,4
Kök	A-30	48,38	cd	22,13	ab	77,8	58,34	bc	26,43	a	54,7
Kök	A-32	55,13	c	8,25	de	91,8	59,73	bc	29,91	a	49,9
Kök	AB-44	40,88	ef	27,00	a	73,0	48,48	d	16,39	b-e	66,2
Kök	Ç-1	37,88	ef	30,00	a	70,0	38,22	de	13,08	c-e	65,8
Kök	Ç-3	33,75	f	10,88	de	67,8	43,59	d	19,32	b-e	55,7
Kök	Ç-4	64,13	b	20,25	ab	68,4	58,41	bc	15,64	c-e	84,8
Kök	Ç-5	37,88	ef	15,75	bc	58,4	51,46	b-d	29,25	a	43,2
Kök	Ç-8	51,38	c	14,63	bc	71,5	60,68	bc	18,75	b-e	59,1
Kök	Ç-9	49,88	cd	15,38	bc	69,2	26,52	e	16,39	b-e	38,2
Kök	Ç-10	43,13	d-f	12,00	cd	72,2	70,13	a	15,61	c-e	77,7
Kök	Ç.Ü.-5	27,00	f	11,63	c-e	56,9	23,73	e	15,75	c-e	33,6
Kök	Ç.Ü.-7	45,38	de	13,88	cd	69,4	32,25	e	15,88	c-e	50,8
Kök	İskender-2	77,28	a	14,25	bc	81,6	56,42	bc	14,06	c-e	75,1
Kök	İskender-4	34,50	e f	22,5	ab	34,8	47,25	d	15,75	c-e	77,7
Kök	Nevş-1	25,88	f	9,25	de	64,3	32,47	e	12,4	de	61,8

A-32, Ç-5, A-30, A-19 numaralı genotipler tuz uygulamasının 7. gününde, köklerinde en fazla miktarda K iyonu (29.91, 29.25, 26.43 ve 22.01 µg/mg K.A.) bulunduran (koruyabilen) genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre K⁺ iyonu azalma oranları şöyledir: %49.9, %43.2, %54.7, %61.4). Buna karşılık bazı genotiplerin köklerinde K⁺ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Köklerde, tuz uygulamasının 7. gününde diğer kabak genotiplerinin tümü benzer sonuçlar vermiş ve 12.40-19.88 µg/mg K.A. arasında değerlere sahip olmuş ve aynı istatistiksel grupların içinde kalmışlardır.



Şekil 4.12 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin köklerinden alınan örneklerindeki 4. ve 7. gündeki K⁺ iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

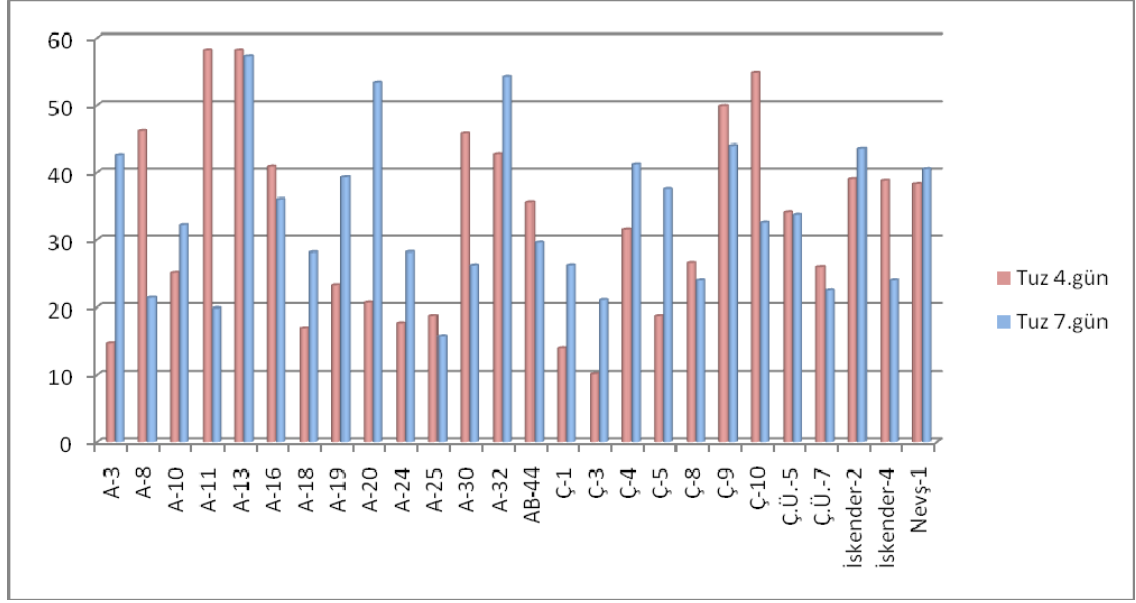
Gövdedeki K⁺ iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda gövdedeki K iyonu miktarı bakımından elde edilen sayısal veriler ve bunların istatistiksel değerlendirilmesine ilişkin harflendirmeler, çizelge 4.9'da verilmiştir. Tuz uygulaması, tüm kabakların gövdelerinde kontrole göre K iyonu bakımından azalmaya neden olmuştur. Ayrıca tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövdelerinden alınan örneklerindeki 4. ve 7. gündeki K⁺ iyonu miktarları da şekil 4.13'te grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.9 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan gövde kısımlarındaki K⁺ miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.)

Bitki Organı	Genotip	K ⁺ (µg/mg K.A.) 4.gün					K ⁺ (µg/mg K.A.) 7.gün				
		Kontrol		NaCl		Azalış (%)	Kontrol		NaCl		Azalış (%)
Gövde	A-3	103,13	a	14,63	d	85,8	83,93	a	42,59	b	49,3
Gövde	A-8	93,38	a	46,13	b	50,6	101,88	a	21,38	cd	79,0
Gövde	A-10	64,5	c	25,13	c	61,0	78,00	a	32,21	c	58,7
Gövde	A-11	70,13	bc	58,13	a	17,1	88,49	a	19,83	d	77,6
Gövde	A-13	75,75	bc	58,13	a	23,3	80,46	a	57,24	a	28,9
Gövde	A-16	49,13	cd	40,88	b	16,8	70,11	a	36,03	c	48,6
Gövde	A-18	62,63	c	16,88	d	73,0	60,63	ab	28,13	cd	53,6
Gövde	A-19	63,75	c	23,25	c	63,5	76,83	a	39,30	bc	48,8
Gövde	A-20	105,88	a	20,63	c	80,5	83,50	a	53,25	a	36,2
Gövde	A-24	61,88	c	17,63	d	71,5	45,96	b	28,17	cd	38,7
Gövde	A-25	50,25	cd	18,75	d	62,7	93,75	a	15,67	d	83,3
Gövde	A-30	64,13	c	45,75	b	28,7	66,75	ab	26,23	c	60,7
Gövde	A-32	79,5	bc	42,75	b	46,2	93,00	a	54,14	a	41,8
Gövde	AB-44	80,63	b	35,63	bc	55,8	67,50	ab	29,55	c	56,2
Gövde	Ç-1	56,25	c	13,88	d	75,3	54,74	b	26,25	cd	52,0
Gövde	Ç-3	50,25	cd	10,13	d	79,8	32,88	c	21,04	cd	36,0
Gövde	Ç-4	104,63	a	31,50	c	69,9	73,88	a	41,21	b	44,2
Gövde	Ç-5	57,00	c	18,75	d	67,1	46,89	b	37,50	bc	20,0
Gövde	Ç-8	65,63	c	26,63	c	59,4	68,25	ab	24,00	cd	64,8
Gövde	Ç-9	89,25	b	49,88	ab	44,1	62,75	ab	43,98	b	29,9
Gövde	Ç-10	57,68	c	54,75	a	5,1	91,88	a	32,57	bc	64,6
Gövde	Ç.Ü.-5	48,38	d	34,13	bc	29,5	46,24	b	33,75	bc	27,0
Gövde	Ç.Ü.-7	70,88	bc	26,00	c	63,3	58,15	b	22,49	cd	-7,5
Gövde	İskender-2	84,75	b	39,00	b	54,0	86,58	a	43,58	b	49,7
Gövde	İskender-4	84,38	b	38,75	b	54,1	28,50	c	24,00	cd	15,8
Gövde	Nevş-1	42,75	d	38,25	b	10,5	53,63	b	40,50	b	24,5

A-11, A-13, Ç-10 ve Ç-9 numaralı genotipler tuz uygulamasının 4.gününde, gövdesinde en fazla miktarda K⁺ iyonunu bulunduran (58.13, 58.13, 54.75 ve 49.88 µg/mg K.A.) ilk genotipler olmuştur (Sırasıyla kontrole göre K⁺ iyonu azalma oranları şöyledir: %17.1, %23.3, %5.1 ve %44.1). Buna karşılık bazı genotiplerin gövdelerinde K⁺ iyonu miktarı düşük bulunmuştur. Gövde kısmında, tuz uygulamasının 4. gününde en az K⁺ iyonu biriktiren genotipler, iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: Ç-3 (10.13; %79.8, Ç-1 (13.88; %75.3), A-3 (14.63; %85.8), A-18 (16.88; %73.0), A-24 (17.63; %71.5), A-25 (18.75; %62.7).



Şekil 4.13 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövdelerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki K⁺ iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

A-13, A-20 ve A-32 numaralı genotipler tuz uygulamasının 7. gününde, gövdesinde en fazla miktarda K iyonunu bulunduran (57.24, 54.14 ve 53.25 µg/mg K.A.) ilk genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre K⁺ iyonu azalma oranları şöyledir: %28.9, %36.2 ve %41.8). Buna karşılık bazı genotiplerin gövdelerinde K⁺ iyonu miktarı düşük bulunmuştur. Gövde kısmında, tuz uygulamasının 7. gününde en az K⁺ iyonu biriktiren genotipler, iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: A-25 (15.67; %83.3), A-11 (19.83; %77.6). Diğer genotiplerin verdiği K⁺ iyonu miktarları 21.04-43.98 değerleri arasında değişmiş, bunlardan birçoğu ortak Duncan harflerini almışlardır.

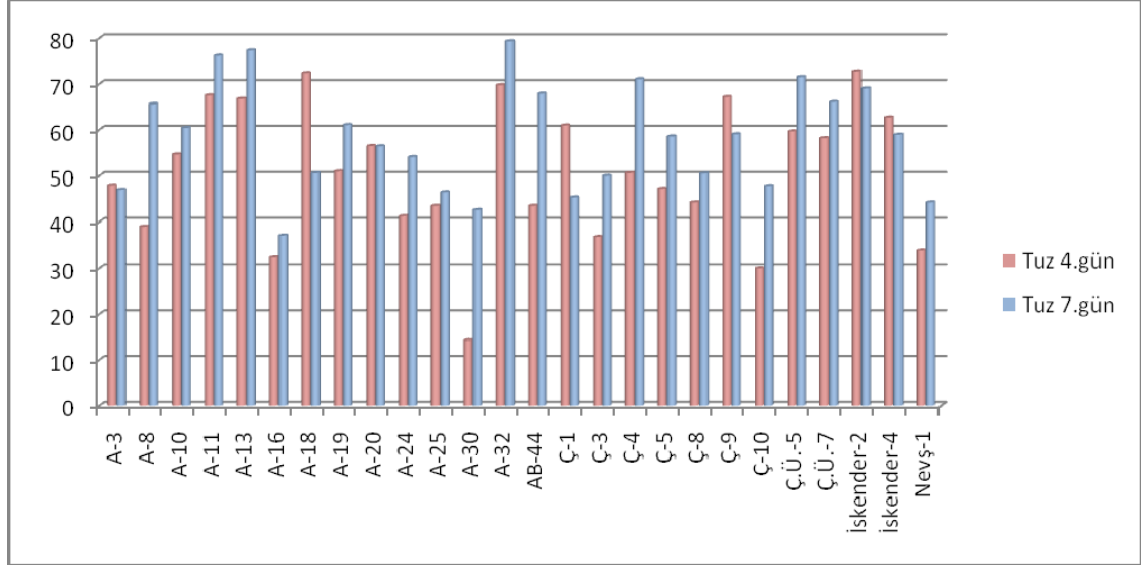
Üçüncü yapraktaki K⁺ iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda üçüncü yapraktaki K⁺ iyonu miktarı bakımından elde edilen sayısal veriler ve bunların istatistiksel değerlendirilmesine ilişkin harflendirmeler, çizelge 4.10'da verilmiştir. Ayrıca tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki K⁺ iyonu miktarları da şekil 4.14'te grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.10 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan üçüncü yaprak kısımlarındaki K⁺ miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artış ve azalışlar (µg/mg K.A.)

Bitki Organı	Genotip	K ⁺ (µg/mg K.A.) 4.gün			K ⁺ (µg/mg K.A.) 7.gün						
		Kontrol	NaCl	Artış-Azalış (%)	Kontrol	NaCl	Artış-Azalış (%)				
3.yaprak	A-3	35,88	bd	48,00	e	33,8	38,80	d	47,02	e	21,2
3.yaprak	A-8	48,75	bc	39,00	e-g	(-) 20,0	51,13	bc	65,63	bc	28,4
3.yaprak	A-10	39,75	bd	54,75	cd	37,7	47,92	c	60,40	bc	26,0
3.yaprak	A-11	56,63	ab	67,50	b	19,2	69,00	a	76,14	a	10,3
3.yaprak	A-13	38,63	bd	66,75	b	72,8	50,24	bc	77,32	a	53,9
3.yaprak	A-16	41,63	bc	32,25	fg	(-) 32,5	53,64	bc	37,04	g	(-) 31,0
3.yaprak	A-18	35,25	bd	72,38	a	105,3	47,67	c	50,59	cd	6,1
3.yaprak	A-19	34,88	d	51,00	c-e	46,2	52,95	bc	61,06	bc	15,3
3.yaprak	A-20	55,5	ab	56,63	cd	2,0	58,68	ab	56,57	c	(-) 3,6
3.yaprak	A-24	33,75	d	41,25	e	22,2	57,00	ab	54,18	cd	(-) 4,9
3.yaprak	A-25	44,24	bc	43,50	e	(-) 1,7	60,98	ab	46,50	e	(-) 23,7
3.yaprak	A-30	62,63	a	14,25	h	(-) 88,2	58,50	ab	42,60	e-g	(-) 27,2
3.yaprak	A-32	65,63	a	69,75	ab	6,3	71,25	a	79,30	a	11,3
3.yaprak	AB-44	52,50	ab	43,50	e	(-) 27,3	58,50	ab	67,88	ab	16,0
3.yaprak	Ç-1	33,75	d	60,94	cd	80,6	33,52	d	45,36	e-g	35,3
3.yaprak	Ç-3	47,63	bc	36,75	fg	(-) 32,8	42,23	cd	50,00	cd	18,4
3.yaprak	Ç-4	43,50	bc	50,63	c-e	16,4	46,13	c	71,07	a	54,1
3.yaprak	Ç-5	51,00	ab	47,25	e	(-) 27,4	47,63	c	58,50	c	22,8
3.yaprak	Ç-8	46,09	bc	44,25	e	(-) 4,0	42,89	cd	50,53	cd	17,8
3.yaprak	Ç-9	70,88	a	67,13	b	(-) 5,3	64,72	a	59,00	c	(-) 8,8
3.yaprak	Ç-10	41,00	bc	30,00	fg	(-) 26,8	39,75	d	47,88	e	20,5
3.yaprak	Ç.Ü.-5	37,88	bd	59,63	b-d	57,4	45,38	c	71,54	a	57,6
3.yaprak	Ç.Ü.-7	57,67	ab	58,13	b-d	0,8	58,27	ab	66,06	a-c	13,4
3.yaprak	İskender-2	61,50	a	72,75	a	18,3	60,38	ab	69,03	ab	14,3
3.yaprak	İskender-4	58,87	ab	62,70	b-d	6,5	41,25	cd	58,88	c	42,7
3.yaprak	Nevş-1	19,13	e	33,75	fg	76,4	47,25	c	44,26	e-g	(-) 6,3

İskender-2, A-18, A-32, A-11, Ç-9, A-13 ve İskender-4 numaralı genotipler tuz uygulamasının 4.gününde, üçüncü yapraklarında en fazla miktarda K⁺ iyonunu (72.75, 72.38, 69.75, 67.50, 67.13, 66.75 ve 62.70 µg/mg K.A.) bulunduran ilk genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre K⁺ iyonu artış oranları şöyledir: %18.3, %105.3, %6.3, 19.2, %(-)5.3, %72.8, %6.5). Buna karşılık bazı genotiplerin üçüncü yapraklarında K⁺ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Üçüncü yapraklarında, tuz uygulamasının 4. gününde en az K⁺ iyonu biriktiren ilk 5 genotip, iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: A-30 (14.25; %(-)88,2), Ç-10 (30.00; %(-)26.8), A-16 (32.25; %(-)32.5), Nevş-1 (33.75; %76.4), Ç-3 (36.75; %(-)32.8).



Şekil 4.14 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerdeki 4. ve 7. günde K⁺ iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

A-32, A-13, A-11, ÇÜ-5, Ç-4 ve İskender-4 numaralı genotipler tuz uygulamasının 7. gününde, üçüncü yapraklarında en fazla miktarda K⁺ iyonunu (79.30, 77.32, 76.14, 71.54, 71,07, 69.03 µg/mg K.A.) biriktiren ilk genotipler olmuştur. Buna karşılık bazı genotiplerin üçüncü yapraklarında K⁺ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Üçüncü yapraklarda, tuz uygulamasının 7. gününde en az K⁺ iyonu biriktiren genotiplerdeki iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: A-16 (37.04; %(-)31), A-30 (42.6;%(-)27.2), Nevş-1 (44.26; %(-)6.3), Ç-1 (45.36;%35.3).

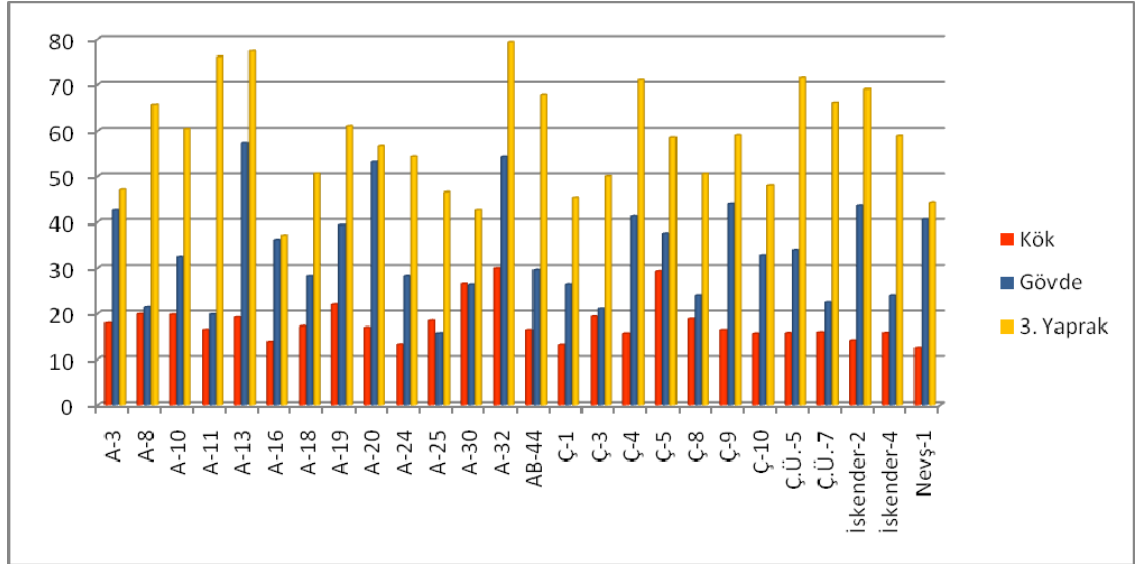
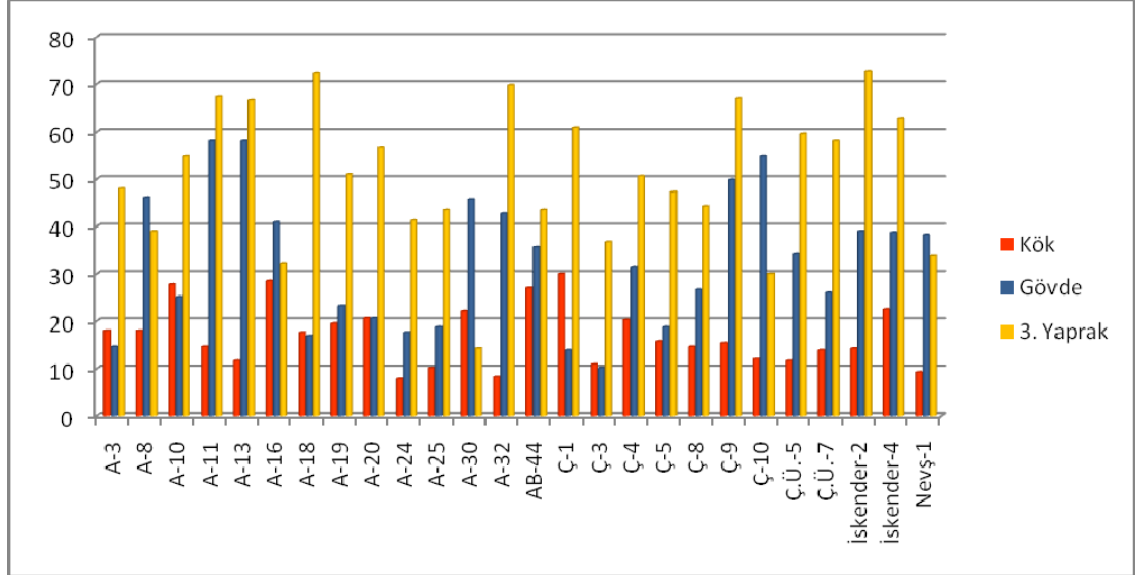
Genotipler bazında 4 ve 7. günlerdeki K⁺ iyonu miktarları

Her bir genotipte kök, gövde ve üçüncü yaprak olmak üzere üç farklı kısımdan elde edilen potasyum iyonu miktarları uygulamadan sonraki 4. ve 7. günlerde ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Buna ilişkin sayısal değerler çizelge 4.11'de beraberce verilmiştir.

Bu çizelgedeki değerler kullanılarak şekil 4.15. a ve b hazırlanmıştır.

Çizelge 4.11 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra K⁺ iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

Genotip	4. gün			7. gün		
	Kök	Gövde	3. yaprak	Kök	Gövde	3. yaprak
A-3	18,00	14,63	48,00	17,84	42,59	47,02
A-8	18,00	46,13	39,00	19,88	21,38	65,63
A-10	27,75	25,13	54,75	19,77	32,21	60,40
A-11	14,63	58,13	67,50	16,45	19,83	76,14
A-13	11,63	58,13	66,75	19,13	57,24	77,32
A-16	28,50	40,88	32,25	13,73	36,03	37,04
A-18	17,63	16,88	72,38	17,19	28,13	50,59
A-19	19,50	23,25	51,00	22,01	39,30	61,06
A-20	20,63	20,63	56,63	16,89	53,25	56,57
A-24	7,88	17,63	41,25	13,15	28,17	54,18
A-25	10,13	18,75	43,50	18,38	15,67	46,50
A-30	22,13	45,75	14,25	26,43	26,23	42,60
A-32	8,25	42,75	69,75	29,91	54,14	79,30
AB-44	27,00	35,63	43,50	16,39	29,55	67,88
Ç-1	30,00	13,88	60,94	13,08	26,25	45,36
Ç-3	10,88	10,13	36,75	19,32	21,04	50,00
Ç-4	20,25	31,50	50,63	15,64	41,21	71,07
Ç-5	15,75	18,75	47,25	29,25	37,50	58,50
Ç-8	14,63	26,63	44,25	18,75	24,00	50,53
Ç-9	15,38	49,88	67,13	16,39	43,98	59,00
Ç-10	12,00	54,75	30,00	15,61	32,57	47,88
Ç.Ü.-5	11,63	34,13	59,63	15,75	33,75	71,54
Ç.Ü.-7	13,88	26,00	58,13	15,88	22,49	66,06
İskender-2	14,25	39,00	72,75	14,06	43,58	69,03
İskender-4	22,50	38,75	62,70	15,75	24,00	58,88
Nevş-1	9,25	38,25	33,75	12,40	40,50	44,26



Şekil 4.15 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasının ardından ölçülen K^+ iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg}$ K.A.), a. 4. gün, b. 7. gün

Her iki ölçüm gününde de genel bir değerlendirme olarak en düşük düzeyde potasyum iyonu birikiminin köklerde olduğunu, bunu gövde kısmının takip ettiğini ve yapraktaki potasyum iyonu miktarının diğer iki bitki kısmından daha fazla olduğunu söylemek mümkündür.

Tuz stresi karşısında bitkiler ozmotik dengeyi, inorganik iyonların yardımıyla sağlamaktadırlar. Bitkiler, potasyum iyonunun aktif absorpsiyon ile alınması ve biriktirilmesi sayesinde hücre içindeki ozmotik potansiyelin artmasını ve hücreye daha fazla su girişini mümkün kılmaktadırlar (Koç 2005). Bu nedenle hücre içerisindeki ozmotik dengenin korunmasında K konsantrasyonunun önemi büyüktür. Tuz stresinin en önemli olumsuz etkilerinden biri, büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkileyen iyon dengesinde ortaya çıkan aksaklıklardır. Na miktarında meydana gelen artış, genellikle ozmotik regülasyonu ve besin dengesini bozarak spesifik iyon toksisitesine girmekte, iyonik çaplarının ve elektriksel yüklerinin benzerliği nedeniyle K iyonu ile rekabete girerek bu iyonun alımını da engellemektedir (Levitt 1980). Romero vd. (1997) ise yapraklarda artan Na konsantrasyonunun Na ve K iyonlarının antagonistik etkisi nedeniyle K eksikliklerine neden olabileceğini ifade etmiştir.

Tuz uygulaması nedeniyle kabak bitkilerinin K miktarlarında azalmalar meydana gelmiştir. Franco vd. (1993), kavunlarda Na ve Cl iyonlarına bağlı olarak K miktarında kayıplar meydana geldiğini; Ashraf vd. (2003) bamyada yüksek NaCl dozunun bitkilerin gövde ve kök kısımlarında Na ve Cl iyonlarında artışa neden olurken, K konsantrasyonunda azalmalara yol açtığını bildirmişlerdir. Debouba vd. (2006) ise domateste artan NaCl dozuna bağlı olarak yaprak ve kökte K iyon konsantrasyonlarında azalmalar gerçekleştiğini ifade etmişlerdir.

4.1.2.3 Kalsiyum iyonu

100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan kök, gövde ve üstten (apikal kısımdan geriye doğru) üçüncü yapraklarda kalsiyum iyonu miktarı belirlenmiştir. Tuz uygulaması yapıldığında denemede yer alan kabak genotiplerinde tuz uygulaması köklerde ve gövdelerde kalsiyum miktarının azalmasına, üçüncü yapraklarda ise genotiplere göre değişen bir biçimde artış veya azalışlara neden olduğu belirlenmiştir.

Köklerdeki Ca⁺² iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

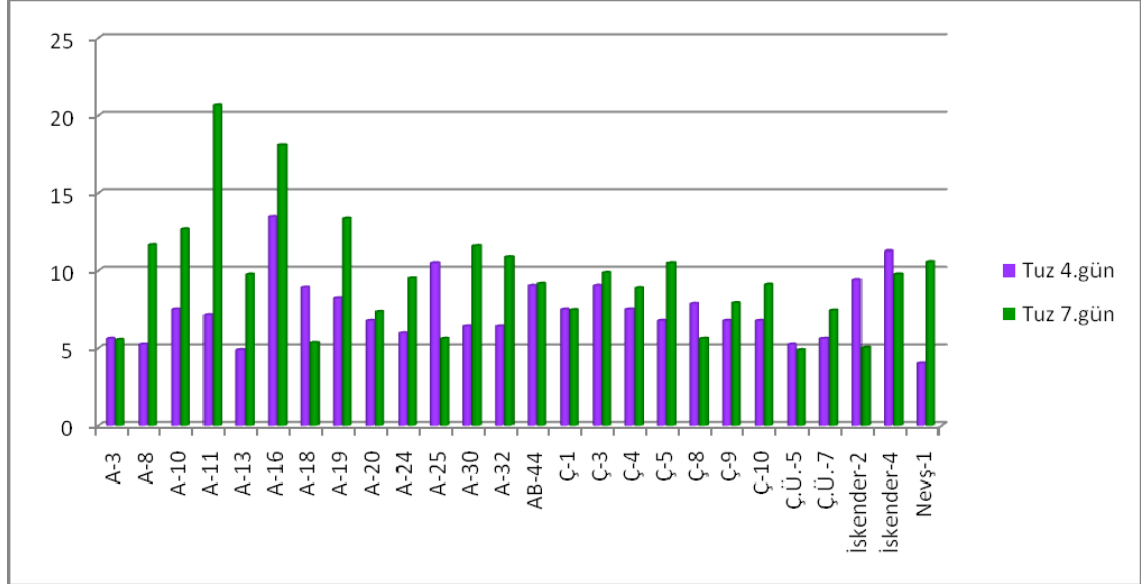
4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda köklerdeki Ca⁺² iyonu miktarı bakımından elde edilen sayısal veriler ve bunların istatistiksel değerlendirilmesine ilişkin harflendirmeler, çizelge 4.12'de verilmiştir. Ayrıca tuz uygulaması yapılan bitkilerin köklerinden alınan örneklerindeki 4. ve 7. gündeki Ca⁺² iyonu miktarları da şekil 4.16'da grafik halinde gösterilmiştir.

Tüm genotiplerde tuz uygulaması, kalsiyum iyon miktarını köklerde azaltmıştır. Bununla birlikte tuz stresi altında A-16, İskender-4, A-25, İskender-2 , Ç-3, AB-44 numaralı genotipler tuz uygulamasının 4. gününde, köklerinde en fazla miktarda Ca⁺² iyonunu (13.50, 11.25, 10.50, 9.38, 9,00 ve 9,00 µg/mg K.A.) biriktiren ilk genotipler olmuştur (Sırasıyla kontrole göre Ca⁺² iyonu azalış oranları şöyledir: %30.8, %16.7, %36.4, %56.4 %42.9, %50.0). Buna karşılık bazı genotiplerin köklerinde Ca⁺² iyonu miktarı daha da düşük bulunmuştur. Köklerde, tuz uygulamasının 4. gününde en az Ca⁺² iyonu biriktiren ilk 5 genotip, iyon miktarları ve kontrole göre azalış oranları ise şu şekildedir: Nevşehir-1 (4.00; %71.9), Ç.Ü-5 (5.25; %48.2), A-8 (5.25; %75.9), A-3 (5.63; %58.3), Ç.Ü-7 (5.63; %64.3).

Çizelge 4.12 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan kök kısımlarındaki Ca⁺² miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µ g/mg K.A.)

Bitki Organi	Genotip	Ca ⁺² (µg/mg K.A.) 4.gün					Ca ⁺² (µg/mg K.A.) 7.gün				
		Kontrol		NaCl		Azalış (%)	Kontrol		NaCl		Azalış (%)
Kök	A-3	13,50	cd	5,63	e	58,3	18,51	ab	5,56	d	70,0
Kök	A-8	21,75	a	5,25	e	75,9	28,30	a	11,63	b	58,9
Kök	A-10	10,88	d	7,50	cd	31,1	28,93	a	12,68	b	56,2
Kök	A-11	18,75	a-c	7,13	cd	62,0	22,88	a	20,69	a	9,6
Kök	A-13	20,63	a	4,88	ef	76,3	20,00	a	9,75	bc	51,2
Kök	A-16	19,50	a	13,50	a	30,8	19,94	a	18,11	a	9,2
Kök	A-18	22,25	a	8,88	cd	60,1	18,95	ab	5,36	d	71,7
Kök	A-19	11,64	d	8,25	cd	29,1	16,90	b	13,39	b	20,8
Kök	A-20	10,88	d	6,75	d	38,0	11,20	b	7,34	c	34,5
Kök	A-24	18,75	a-c	6,00	d	68,0	19,28	a	9,50	bc	50,7
Kök	A-25	16,50	bc	10,50	ab	36,4	23,25	a	5,63	d	75,8
Kök	A-30	16,88	bc	6,38	d	62,2	21,80	a	11,57	b	46,9
Kök	A-32	23,25	a	6,38	d	72,6	19,06	a	10,90	b	42,8
Kök	AB-44	15,75	bc	9,00	b	42,9	27,40	a	9,14	bc	66,6
Kök	Ç-1	17,63	bc	7,50	cd	57,5	17,23	b	7,46	c	56,7
Kök	Ç-3	18,00	a-c	9,00	b	50,0	16,30	b	9,86	bc	39,5
Kök	Ç-4	21,38	a	7,50	cd	64,9	22,51	a	8,85	c	60,7
Kök	Ç-5	20,63	a	6,75	d	67,3	17,24	b	10,50	b	39,1
Kök	Ç-8	21,00	a	7,88	cd	62,5	24,82	a	5,63	d	77,3
Kök	Ç-9	17,25	bc	6,75	d	60,9	12,98	b	7,93	c	38,9
Kök	Ç-10	10,50	d	6,75	d	35,1	21,00	a	9,08	bc	56,8
Kök	Ç.Ü.-5	10,13	d	5,25	e	48,2	20,12	a	4,88	d	75,7
Kök	Ç.Ü.-7	15,75	bc	5,63	e	64,3	13,28	b	7,43	c	44,1
Kök	İskender-2	21,50	a	9,38	b	56,4	20,31	a	5,04	d	75,2
Kök	İskender-4	13,50	cd	11,25	ab	16,7	19,13	a	9,75	bc	49,0
Kök	Nevş-1	14,25	bc	4,00	ef	71,9	13,38	b	10,58	b	20,9

A-11, A-16, A-19, A-10, A-8 numaralı genotipler tuz uygulamasının 7. gününde, köklerinde en fazla miktarda Ca⁺² iyonunu (20.69, 18.11, 13.39, 12.68, 11.63 µg/mg K.A.) koruyabilen ilk 5 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Ca⁺² iyonu azalma oranları şöyledir: %9.6, %9.2, %20.8, %56.2, %58.9). Buna karşılık bazı genotiplerin köklerinde Ca⁺² iyonu miktarı daha da düşük bulunmuştur. Köklerde, tuz uygulamasının 7. gününde en az Ca⁺² iyonu biriktiren genotiplerdeki iyon miktarları ve kontrollerine göre azalma oranları ise şu şekildedir: Ç.Ü-5 (4.88; %75.7), İskender-2 (5.04; %75.2), A-18 (5.36; %71.7), A-3 (5.56; %70.0), A-25 (5.63; %75.8), Ç-8 (5.63; %77.3).



Şekil 4.16 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin köklerinden alınan örneklerindeki 4. ve 7. gündeki Ca^{+2} iyonu miktarları ($\mu g/mg$ K.A.)

Gövdedeki Ca^{+2} iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

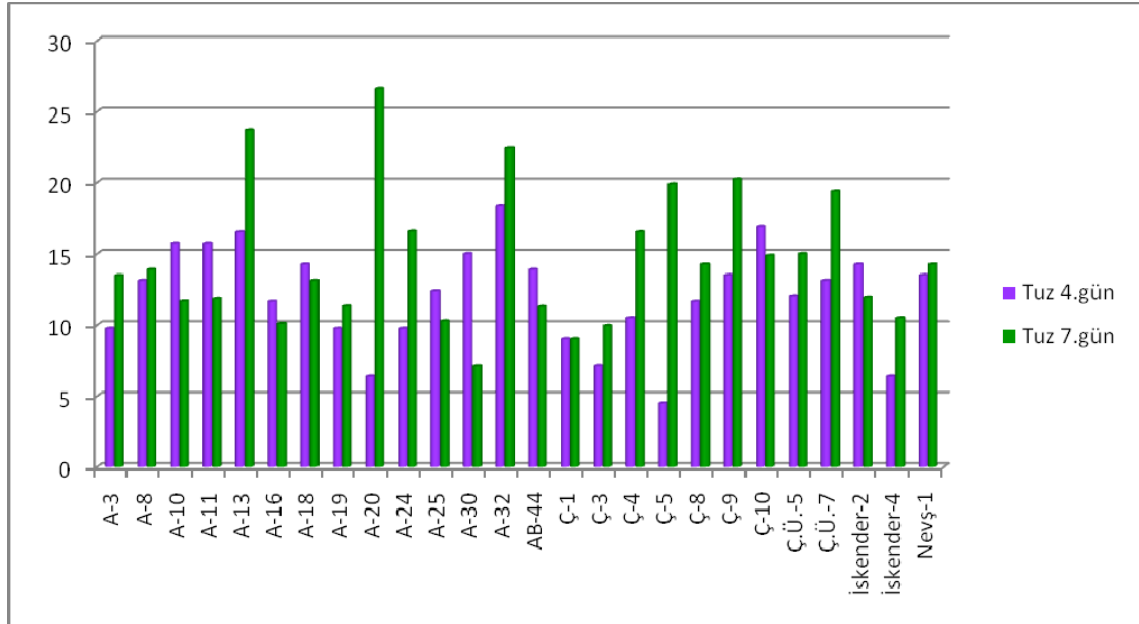
4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda gövdedeki Ca^{+2} iyonu miktarı bakımından elde edilen sayısal veriler ve bunların istatistiksel değerlendirilmesine ilişkin harflendirmeler, çizelge 4.13'te verilmiştir. Ayrıca tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövdelerinden alınan örneklerindeki 4. ve 7. gündeki Ca^{+2} iyonu miktarları da şekil 4.17'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.13 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan gövde kısımlarındaki Ca⁺² miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µ g/mg K.A.)

Bitki Organı	Genotip	Ca ⁺² (µg/mg K.A.) 4.gün			Ca ⁺² (µg/mg K.A.) 7.gün					
		Kontrol	NaCl	Azalış (%)	Kontrol	NaCl	Azalış (%)			
Gövde	A-3	38,63	a	9,75	d	74,8	35,00	b	13,47	61,5
Gövde	A-8	38,63	a	13,13	b-d	66,0	36,00	b	13,88	61,5
Gövde	A-10	26,63	bc	15,75	a	40,9	29,95	bc	11,65	61,1
Gövde	A-11	25,88	bc	15,75	a	39,1	32,64	bc	11,82	63,8
Gövde	A-13	28,88	bc	16,50	a	42,9	31,40	bc	23,70	24,5
Gövde	A-16	20,25	c	11,63	cd	42,6	23,59	cd	10,10	57,2
Gövde	A-18	42,38	a	14,25	b-d	66,4	42,37	a	13,13	69,0
Gövde	A-19	36,00	a	9,75	d	72,9	29,97	bc	11,30	62,3
Gövde	A-20	43,13	a	6,38	e	85,2	31,77	bc	26,63	16,2
Gövde	A-24	34,13	ab	9,75	d	71,4	27,76	b-d	16,55	59,6
Gövde	A-25	17,50	d	12,38	cd	29,3	41,25	a	10,29	75,1
Gövde	A-30	30,75	bc	15,00	ab	51,2	30,75	bc	7,12	76,8
Gövde	A-32	38,25	a	18,38	a	51,9	35,63	b	22,41	37,1
Gövde	AB-44	25,50	bc	13,88	b-d	45,6	21,00	cd	11,27	46,3
Gövde	Ç-1	17,63	d	9,00	d	49,0	22,09	cd	9,00	59,3
Gövde	Ç-3	22,50	c	7,13	ee	68,3	22,75	cd	9,95	56,3
Gövde	Ç-4	31,88	bc	10,50	cd	97,1	27,75	b-d	16,51	40,5
Gövde	Ç-5	29,25	bc	4,50	e	84,6	22,07	cd	19,88	9,9
Gövde	Ç-8	28,88	bc	11,63	cd	59,7	27,57	b-d	14,25	48,3
Gövde	Ç-9	27,38	bc	13,50	b-d	50,7	21,26	cd	20,23	4,8
Gövde	Ç-10	30,12	bc	16,88	a	44,0	24,75	cd	14,87	39,9
Gövde	Ç.Ü.-5	15,38	d	12,00	cd	22,0	26,91	b-d	15,00	44,3
Gövde	Ç.Ü.-7	21,75	c	13,13	b-d	29,6	29,99	b-d	19,36	35,4
Gövde	İskender-2	35,63	a	14,25	b-d	60,0	40,88	ab	11,91	70,9
Gövde	İskender-4	17,63	d	6,38	d	63,8	26,25	b-d	10,50	60,0
Gövde	Nevş-1	17,83	d	13,50	b-d	24,29	19,13	d	14,25	25,5

A-32, Ç-10, A-13, A-11 ve A-10 numaralı genotipler tuz uygulamasının 4.gününde, gövdesinde en fazla miktarda Ca⁺² iyonunu (18.68,16.88, 16.50,15.75,15.75 µg/mg K.A.) biriktiren ilk genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Ca⁺² iyonu azalma oranları şöyledir: %51.9, %44.0, %42.9, %39.1, %60.9, %40.9). Buna karşılık bazı genotiplerin gövdelerinde Ca⁺² iyonu miktarı çok daha düşük bulunmuştur. Gövde kısmında, tuz uygulamasının 4. gününde en az Ca⁺² iyonu biriktiren ilk 7 genotip, iyon miktarları ve kontrollerine göre azalma oranları ise şu şekildedir: Ç-5 (4.5; %84.6), İskender-4 (6.38; %63.8), A-20 (6.38; %85.2), Ç-1(9; %49.0), A-24 (9.75; %71.4), A-19 (9.75; %72.9), A-3 (9.75;%74.8).

A-20, A-13, A-32, Ç-9 ve Ç-5 numaralı genotipler tuz uygulamasının 7. gününde, gövdelerinde en fazla miktarda Ca^{+2} iyonunu (26.63, 23.7, 22.41, 20.23, 19.88 $\mu\text{g}/\text{mg}$ K.A.) koruyabilen ilk 5 genotip olmuştur (Sırasıyla kontrole göre Ca^{+2} iyonu azalma oranları şöyledir: %16.2, %24.5, %37.1, %4.8, %9.9). Buna karşılık bazı genotiplerin gövdelerinde Ca^{+2} iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Gövdelerde, tuz uygulamasının 7. gününde en az Ca^{+2} iyonu biriktiren genotiplerdeki iyon miktarları ve azalma oranları ise şu şekildedir: A-30 (7.12; %76.8), Ç-1(9.00; %59.3), Ç-3 (9.95; %56.3), A-16 (10.1; %57.2), A-25 (10.29; %75.1).



Şekil 4.17 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövdelerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Ca^{+2} iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg}$ K.A.)

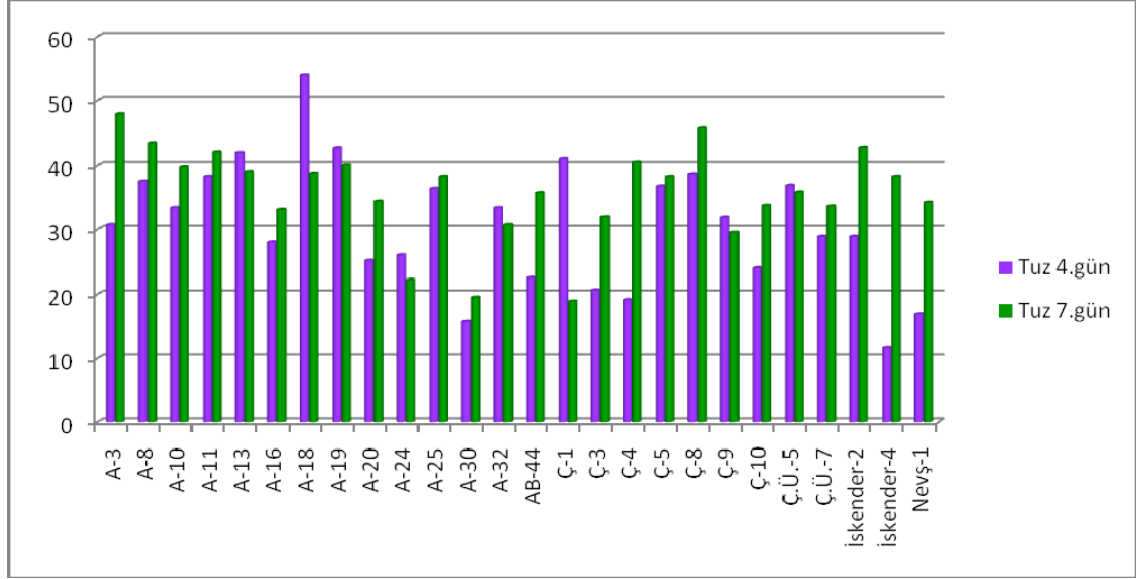
Üçüncü yapraktaki Ca^{+2} iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda üçüncü yapraktaki Ca^{+2} iyonu miktarı bakımından elde edilen sayısal veriler ve bunların istatistiksel değerlendirilmesine ilişkin harflendirmeler, çizelge 4.14'te verilmiştir. Ayrıca tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Ca^{+2} iyonu miktarları da şekil 4.18'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.14 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan üçüncü yaprak kısımlarındaki Ca^{+2} miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (μ g/mg K.A.)

Bitki Organı	Genotip	Ca^{+2} (μ g/mg K.A.) 4.gün				Ca^{+2} (μ g/mg K.A.) 7.gün				
		Kontrol		NaCl		Kontrol		NaCl		Azalış (%)
Gövde	A-3	38,63	a	9,75	d	74,8	35,00	b	13,47	61,5
Gövde	A-8	38,63	a	13,13	b-d	66,0	36,00	b	13,88	61,5
Gövde	A-10	26,63	bc	15,75	a	40,9	29,95	bc	11,65	61,1
Gövde	A-11	25,88	bc	15,75	a	39,1	32,64	bc	11,82	63,8
Gövde	A-13	28,88	bc	16,50	a	42,9	31,40	bc	23,70	24,5
Gövde	A-16	20,25	c	11,63	cd	42,6	23,59	cd	10,10	57,2
Gövde	A-18	42,38	a	14,25	b-d	66,4	42,37	a	13,13	69,0
Gövde	A-19	36,00	a	9,75	d	72,9	29,97	bc	11,30	62,3
Gövde	A-20	43,13	a	6,38	e	85,2	31,77	bc	26,63	16,2
Gövde	A-24	34,13	ab	9,75	d	71,4	27,76	b-d	16,55	59,6
Gövde	A-25	17,50	d	12,38	cd	29,3	41,25	a	10,29	75,1
Gövde	A-30	30,75	bc	15,00	ab	51,2	30,75	bc	7,12	76,8
Gövde	A-32	38,25	a	18,38	a	51,9	35,63	b	22,41	37,1
Gövde	AB-44	25,50	bc	13,88	b-d	45,6	21,00	cd	11,27	46,3
Gövde	Ç-1	17,63	d	9,00	d	49,0	22,09	cd	9,00	59,3
Gövde	Ç-3	22,50	c	7,13	ee	68,3	22,75	cd	9,95	56,3
Gövde	Ç-4	31,88	bc	10,50	cd	97,1	27,75	b-d	16,51	40,5
Gövde	Ç-5	29,25	bc	4,50	e	84,6	22,07	cd	19,88	9,9
Gövde	Ç-8	28,88	bc	11,63	cd	59,7	27,57	b-d	14,25	48,3
Gövde	Ç-9	27,38	bc	13,50	b-d	50,7	21,26	cd	20,23	4,8
Gövde	Ç-10	30,12	bc	16,88	a	44,0	24,75	cd	14,87	39,9
Gövde	Ç.Ü.-5	15,38	d	12,00	cd	22,0	26,91	b-d	15,00	44,3
Gövde	Ç.Ü.-7	21,75	c	13,13	b-d	29,6	29,99	b-d	19,36	35,4
Gövde	İskender-2	35,63	a	14,25	b-d	60,0	40,88	ab	11,91	70,9
Gövde	İskender-4	17,63	d	6,38	d	63,8	26,25	b-d	10,50	60,0
Gövde	Nevş-1	17,83	d	13,50	b-d	24,29	19,13	d	14,25	25,5

A-18, A-19, A-13, Ç-1 ve Ç.Ü-5, numaralı genotipler tuz uygulamasının 4.gününde, üçüncü yapraklarında en fazla miktarda Ca^{+2} iyonunu (54.00, 42.75, 42.00, 41.09 ve 38.88 μ g/mg K.A.) bulunduran ilk genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Ca^{+2} iyonu artış oranları şöyledir: %39.8, %75.3, %24.4, %69.4, %31.7). Buna karşılık bazı genotiplerin üçüncü yapraklarında Ca^{+2} iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Üçüncü yapraklarında, tuz uygulamasının 4. gününde en az Ca^{+2} iyonu biriktiren ilk 5 genotip, iyon miktarları ve kontrole göre azalma oranları ise şu şekildedir: İskender-4 (11.63; %67.6), A-30 (15.75; %53.9), Nevş-1 (16.88; %4.6 artış), Ç-4 (19.13; %50.0), Ç-3 (20.63; %20.3).



Şekil 4.18 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Ca^{+2} iyonu miktarları ($\mu\text{g}/\text{mg}$ K.A.)

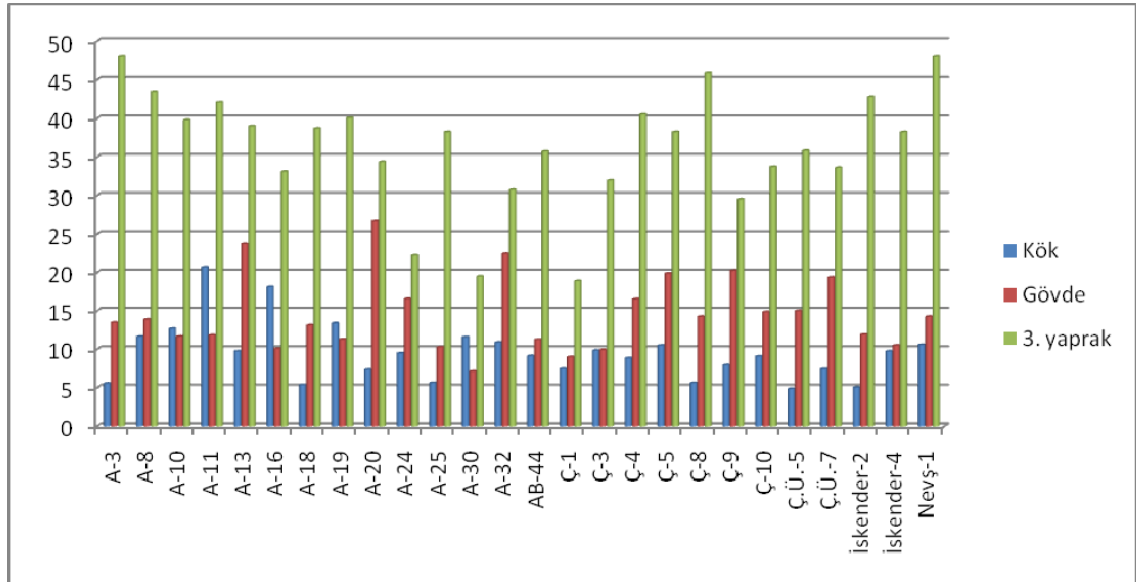
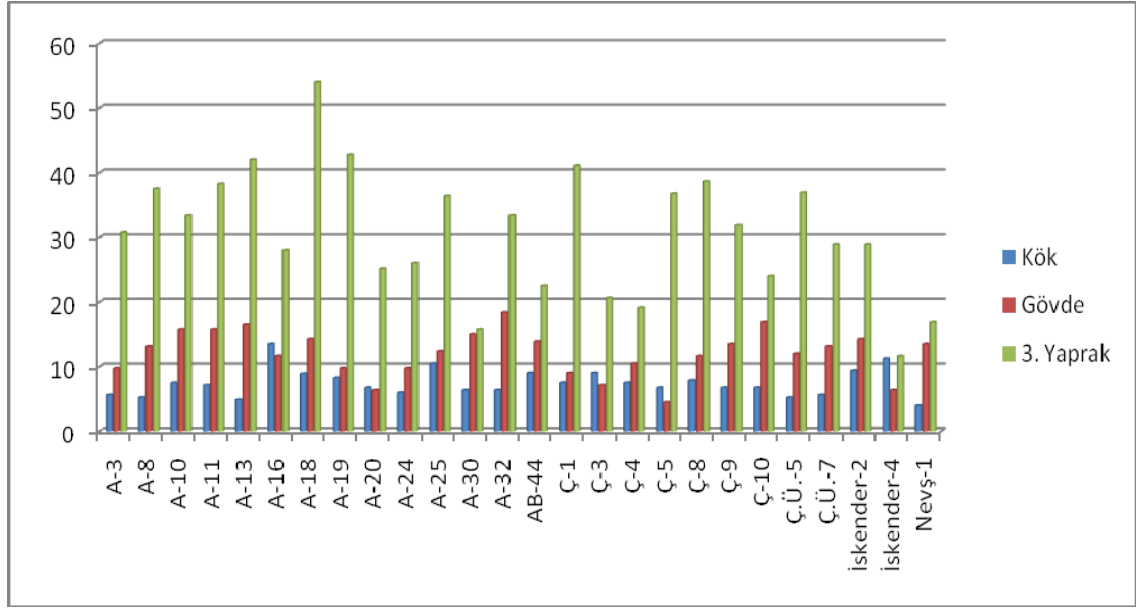
A-3, Ç-8, A-8, İskender-2 ve A-11 numaralı genotipler tuz uygulamasının 7. gününde, üçüncü yapraklarında en fazla miktarda Ca^{+2} iyonunu (48.11, 45.9, 43.5, 42.81, 42.1 $\mu\text{g}/\text{mg}$ K.A.) koruyabilen ilk 5 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Ca^{+2} iyonu değişim oranları şöyledir: %117.5 artış, %9.8 artış, %5.6 artış, %16.5 artış, %16.4 azalma). Buna karşılık bazı genotiplerin üçüncü yapraklarında Ca^{+2} iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Üçüncü yapraklarda, tuz uygulamasının 7. gününde en az Ca^{+2} iyonu biriktiren genotiplerdeki iyon miktarları ve değişim oranları ise şu şekildedir: Ç-1 (18.89; %36.8 azalma), A-30 (19.5; %45.8 azalma), A-24 (22.19; %35.7 azalma), Ç-9 (29.52; %11.0 azalma), A-32 (30.73; %4.7 azalma).

Genotipler bazında 4 ve 7. günlerdeki Ca^{+2} iyonu miktarları

Her bir genotipte kök, gövde ve üçüncü yaprak olmak üzere üç farklı kısımdan elde edilen kalsiyum iyonu miktarları uygulamadan sonraki 4. ve 7. günlerde ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Buna ilişkin sayısal değerler çizelge 4.15'te beraberce verilmiştir. Bu çizelgedeki değerler kullanılarak şekil 4.19 a ve b hazırlanmıştır.

Çizelge 4.15 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra Ca⁺² iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

Genotip	4. gün			7. gün		
	Kök	Gövde	3. yaprak	Kök	Gövde	3. yaprak
A-3	5,63	9,75	30,75	5,56	13,47	48,11
A-8	5,25	13,13	37,50	11,63	13,88	43,50
A-10	7,50	15,75	33,38	12,68	11,65	39,80
A-11	7,13	15,75	38,25	20,69	11,82	42,10
A-13	4,88	16,50	42,00	9,75	23,70	39,02
A-16	13,50	11,63	28,00	18,11	10,10	33,10
A-18	8,88	14,25	54,00	5,36	13,13	38,73
A-19	8,25	9,75	42,75	13,39	11,30	40,07
A-20	6,75	6,38	25,13	7,34	26,63	34,38
A-24	6,00	9,75	26,00	9,50	16,55	22,19
A-25	10,50	12,38	36,38	5,63	10,29	38,25
A-30	6,38	15,00	15,75	11,57	7,12	19,50
A-32	6,38	18,38	33,38	10,9	22,41	30,73
AB-44	9,00	13,88	22,50	9,14	11,27	35,72
Ç-1	7,50	9,00	41,09	7,46	9,00	18,89
Ç-3	9,00	7,13	20,63	9,86	9,95	31,94
Ç-4	7,50	10,50	19,13	8,85	16,51	40,53
Ç-5	6,75	4,50	36,75	10,5	19,88	38,25
Ç-8	7,88	11,63	38,63	5,63	14,25	45,90
Ç-9	6,75	13,50	31,88	7,93	20,23	29,52
Ç-10	6,75	16,88	24,00	9,08	14,87	33,73
Ç.Ü.-5	5,25	12,00	36,88	4,88	15,00	35,81
Ç.Ü.-7	5,63	13,13	28,88	7,43	19,36	33,62
İskender-2	9,38	14,25	28,88	5,04	11,91	42,81
İskender-4	11,25	6,38	11,63	9,75	10,50	38,25
Nevş-1	4,00	13,50	16,88	10,58	14,25	48,11



Şekil 4.19 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasının ardından ölçülen Ca^{+2} iyonu miktarları ($\mu g/mg$ K.A.), a. 4. gün, b. 7. gün

Her iki ölçüm gününde de genel bir değerlendirme olarak en düşük düzeyde kalsiyum iyonu birikiminin köklerde olduğunu, bunu gövde kısmının takip ettiğini ve yapraktaki kalsiyum iyonu miktarının diğer iki bitki kısmından daha fazla olduğunu söylemek mümkündür. 150 mM NaCl uygulaması yapılan yerel kavun genotiplerinde stresin 3. gününde, Ca iyonunun yapraklarda, gövde ve kökte dağılımı, Demir (2009) tarafından ölçülmüştür. Genel bir eğilim olarak, denemelerde yer alan on adet kavun genotipinde

en yüksek Ca iyonu miktarı 4. yapraklarda (denemede kullanılan en yaşlı yapraklar) bulunmuş, bunu sırasıyla 3. yapraklar, 2. yapraklar, 1. yapraklar, gövde ve kök kısımları izlemiştir. Bu sonuçlar, kabak genotipleriyle yaptığımız çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Bitkilerde kalsiyum, membran bütünlüğünün sağlanması, iyon alımı ve taşınımında seçiciliğin sağlanması açısından oldukça önemli bir elementtir. Bu nedenle tuz stresi altındaki genç kabak bitkilerinde kalsiyum iyonu miktarları da belirlenmiştir. 100 mM NaCl içeren ortamda yetiştirilen kabak genotiplerinin gövde, üçüncü yaprak ve köklerdeki Ca iyonu miktarı belirlenmiş ve bunların tuz stresi altında kontrole göre azalma ortaya koydukları belirlenmiştir.

Bitki hücresinde devam eden iyon taşınımı tek değerli (K, Na) ve çift değerli (Ca) katyonlar arasındaki denge ile sürdürülmektedir. Tek değerli katyonların konsantrasyonunda meydana gelen artış, iyon taşınım dengesini değiştirerek hücre geçirgenliğinin bozulmasına ve hücrenin zararlanmasına neden olmaktadır (Karanlık 2001). Hussain vd. (2008), hint darısında yaptıkları tuzluluk çalışmasında yüksek tuz konsantrasyonunun bitkilerde Na ve Cl iyonlarının birikimine neden olduğunu, Ca oranının ise azalma eğilimine geçtiğini bildirmişlerdir. Yine yüksek tuz konsantrasyonunun bitkinin kalsiyum alımını ve taşınımını azalttığı, kalsiyum yetersizliği ve bitkide iyon dengesizliğine neden olduğu pek çok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Cramer vd. 1986, Hung ve Redman 1995, Aktaş 2006).

Yetişir ve Uygur (2009), kabak genotiplerinde yaptıkları çalışmalarında Na konsantrasyonunda meydana gelen artışın Ca/Na ve K/Na oranlarında azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Daşgan vd. (2002) ise, Na artışı ile K/Na ve Ca/Na oranlarının yüksek olduğu genotiplerde daha düşük skala değerlerinin oluştuğunu saptamışlardır.

4.1.2.4 Klor iyonu

100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan kök, gövde ve üstten (apikal kısımdan geriye doğru) üçüncü yapraklarda klor iyonu miktarı belirlenmiştir. Tuz uygulaması yapıldığında denemede yer alan bütün kabak genotiplerinde tüm organlarda, kontrole göre tuz uygulamasında yer alan bitkilerde Cl⁻ iyonu miktarında artış meydana gelmiştir.

Köklerdeki Cl⁻ iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

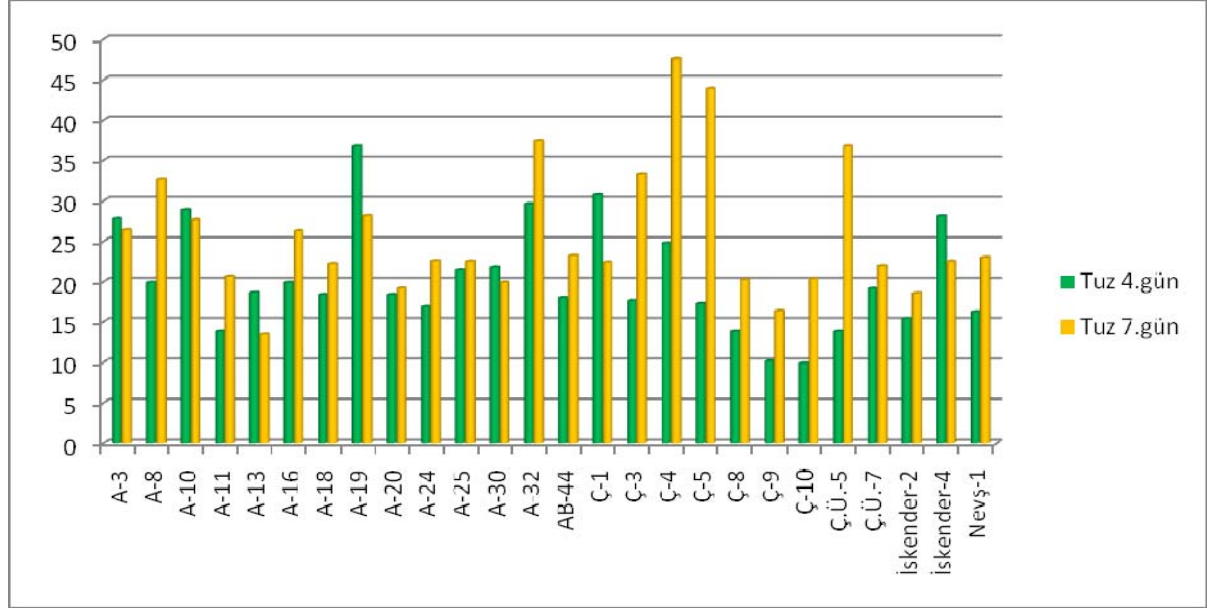
4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda köklerdeki Cl⁻ iyonu miktarı bakımından elde edilen sayısal veriler ve bunların istatistiksel değerlendirilmesine ilişkin harflendirmeler, çizelge 4.16'da verilmiştir. Ayrıca tuz uygulaması yapılan bitkilerin köklerinden alınan örneklerindeki 4. ve 7. gündeki Cl⁻ iyonu miktarları da şekil 4.20'de grafik halinde gösterilmiştir.

A-19, Ç-1, A-32, A-10, İskender-4 numaralı genotipler tuz uygulamasının 4.gününde, köklerine en fazla miktarda Cl⁻ iyonunu (36.75, 30.75, 29.63, 28.88, 28.08 µg/mg K.A.) alan ilk genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Cl⁻ iyonu artış oranları şöyledir: %639.4, %241.7, %182.2, %133.3, %188.0). Buna karşılık bazı genotiplerin köklerinde Cl⁻ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Köklerde, tuz uygulamasının 4. gününde en az Cl⁻ iyonu biriktiren ilk 5 genotip, iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: Ç-10 (9.88; %64.6), Ç-9 (10.13; %22.8), Ç.Ü-5 (13.88; %65.6), Ç-8 (13.88; %60.8), A-11 (13.88; %310.7).

Çizelge 4.16 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan kök kısımlarındaki Cl⁻ miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.)

Bitki Organi	Genotip	Cl ⁻ (µg/mg K.A.) 4.gün					Cl ⁻ (µg/mg K.A.) 7.gün				
		Kontrol		NaCl		Artış (%)	Kontrol		NaCl		Artış (%)
Kök	A-3	9,25	a	27,75	ab	200,0	13,68	a	26,40	b-d	93,0
Kök	A-8	12,38	a	19,88	b	60,58	16,69	a	32,63	a	95,5
Kök	A-10	12,38	a	28,88	a	133,3	15,52	a	27,64	b-d	78,1
Kök	A-11	3,38	b	13,88	c	310,7	10,50	ab	20,67	b-d	96,9
Kök	A-13	12,75	a	18,63	b	46,1	4,88	b	13,50	d	176,6
Kök	A-16	3,00	b	19,88	b	562,7	8,96	ab	26,28	b-d	193,3
Kök	A-18	9,25	a	18,38	b	98,7	15,55	a	22,21	b-d	42,8
Kök	A-19	4,97	b	36,75	a	639,4	4,84	b	28,12	ab	481,0
Kök	A-20	12,50	a	18,38	b	47,0	2,93	b	19,18	cd	554,6
Kök	A-24	8,50	a	16,88	c	98,5	16,67	a	22,56	b-d	43,9
Kök	A-25	13,13	a	21,38	b	62,8	11,25	ab	22,50	b-d	100,0
Kök	A-30	10,21	a	21,75	b	113,0	3,84	b	19,93	cd	419,0
Kök	A-32	10,50	a	29,63	a	182,2	4,02	b	37,40	a	830,3
Kök	AB-44	13,50	a	18,00	b	33,3	9,42	ab	23,21	b-d	146,4
Kök	Ç-1	9,00	a	30,75	a	241,7	6,27	b	22,39	b-d	257,1
Kök	Ç-3	9,50	a	17,63	bc	85,5	10,28	ab	33,30	a	223,9
Kök	Ç-4	4,50	b	24,75	b	450,0	6,70	b	47,56	a	609,9
Kök	Ç-5	8,50	ab	17,25	bc	102,9	4,41	b	43,88	a	895,0
Kök	Ç-8	8,63	ab	13,88	c	60,8	5,89	b	20,25	b-d	243,8
Kök	Ç-9	8,25	ab	10,13	d	22,8	13,91	a	16,36	cd	17,6
Kök	Ç-10	6,00	b	9,88	d	64,6	4,13	b	20,37	b-d	393,2
Kök	Ç.Ü.-5	8,38	ab	13,88	c	65,6	15,01	a	36,75	a	144,8
Kök	Ç.Ü.-7	2,75	b	19,13	b	595,6	5,96	b	21,92	b-d	267,8
Kök	İskender-2	6,40	b	15,38	c	140,3	4,82	b	18,55	cd	284,9
Kök	İskender-4	9,75	a	28,08	ab	188,0	15,75	a	22,50	b-d	42,9
Kök	Nevş-1	4,50	b	16,25	c	261,1	16,44	a	22,98	b-d	39,8

Ç-4, Ç-5, A-32, Ç.Ü-5, Ç-3 numaralı genotipler tuz uygulamasının 7. gününde, köklerine en fazla miktarda Cl⁻ iyonunu (47.56, 43.88, 37.4, 36.75, 33.3 µg/mg K.A.) alan ilk 5 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Cl⁻ iyonu artış oranları şöyledir: %609.9, %895.0, %830.3, %22.5, %223.9). Buna karşılık bazı genotiplerin köklerinde Cl⁻ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Köklerde, tuz uygulamasının 7. gününde en az Cl⁻ iyonu biriktiren genotiplerdeki iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: A-13 (13.5; %176.6), Ç-9 (16.36; %17.6), İskender-2 (18.55; %284.9), A-20 (19.18; %554.6), A-30 (19.93; %419.0).



Şekil 4.20 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin köklerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Cl⁻ iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

Gövdedeki Cl⁻ iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

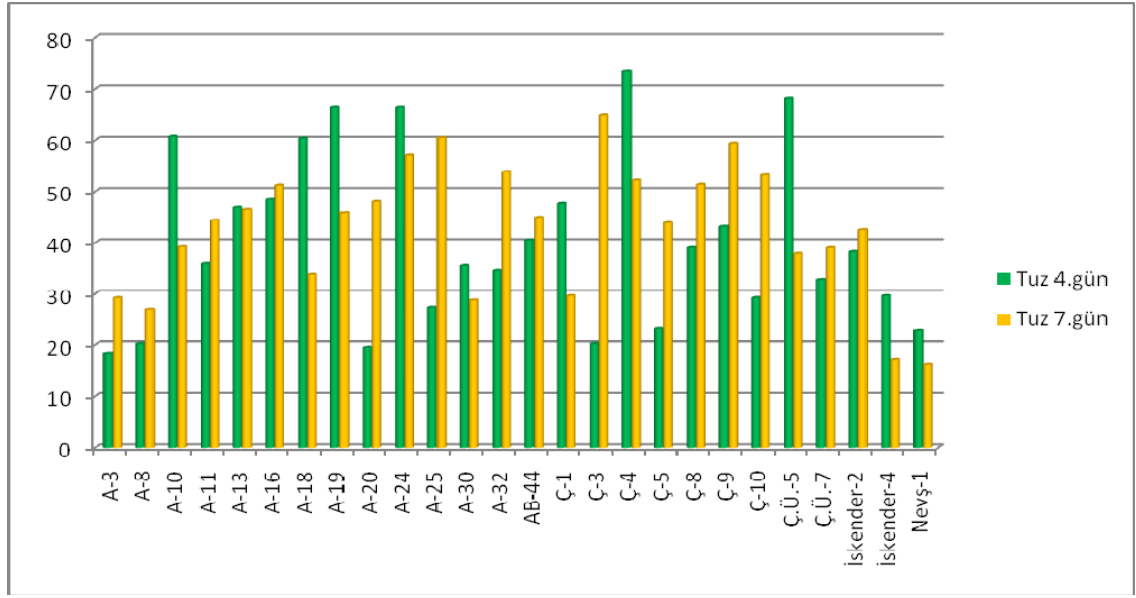
4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda gövdedeki Cl⁻ iyonu miktarı bakımından elde edilen sayısal veriler ve bunların istatistiksel değerlendirilmesine ilişkin harflendirmeler, çizelge 4.17’de verilmiştir. Ayrıca tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövdelerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Cl⁻ iyonu miktarları da şekil 4.21’de grafik halinde gösterilmiştir.

Ç-4, ÇÜ-5, A-19, A-24, A-10 numaralı genotipler tuz uygulamasının 4.gününde, gövdesine en fazla miktarda Cl⁻ iyonunu (73.50, 68.25, 66.38, 66.38, 60.75 µg/mg K.A.) alan ilk genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Cl⁻ iyonu artış oranları şöyledir: %1052.0, %145.9, %2112.7, %124.0, %710.0). Buna karşılık bazı genotiplerin gövdelerinde Cl⁻ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Gövdesinde, tuz uygulamasının 4. gününde en az Cl⁻ iyonu biriktiren ilk 5 genotip, iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: A-3 (18.38; %276.6) , A-20 (19.50;%(-) 30.7), A-8 (20.25; %63.6), Ç-3 (20.25; %285.7), Ç.Ü-7 (32.75; %40.8).

Çizelge 4.17 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan gövde kısımlarındaki Cl⁻ miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.)

Bitki Organı	Genotip	Cl ⁻ (µg/mg K.A.) 4.gün					Cl ⁻ (µg/mg K.A.) 7.gün				
		Kontrol		NaCl		Artış (%)	Kontrol		NaCl		Artış (%)
Gövde	A-3	4,88	b	18,38	c	276,6	23,21	a	29,24	c	126,0
Gövde	A-8	12,38	a	20,25	c	63,6	12,38	b	27,00	c	218,1
Gövde	A-10	7,50	b	60,75	a	710,0	16,86	b	39,17	b	232,3
Gövde	A-11	11,38	a	36,00	bc	216,3	17,78	b	44,37	b	249,6
Gövde	A-13	11,00	a	46,88	b	326,1	12,08	b	46,48	b	384,8
Gövde	A-16	14,25	a	48,38	b	239,5	22,62	a	51,22	ab	226,4
Gövde	A-18	12,63	a	60,38	a	378,0	6,54	c	33,75	bc	516,1
Gövde	A-19	13,63	a	66,38	a	387,0	3,69	c	45,85	b	1.242,5
Gövde	A-20	10,75	a	19,50	c	81,4	11,08	b	48,00	b	433,2
Gövde	A-24	3,00	b	66,38	a	2.112,7	23,46	a	57,04	a	243,1
Gövde	A-25	5,75	b	27,38	bc	376,2	7,13	c	60,50	a	848,5
Gövde	A-30	2,25	c	35,63	bc	1.483,6	7,13	c	28,80	c	403,9
Gövde	A-32	13,50	a	34,50	bc	155,6	23,25	a	53,86	a	231,7
Gövde	AB-44	4,50	b	40,50	b	800,0	12,00	b	44,93	b	374,4
Gövde	Ç-1	10,75	a	47,63	b	343,1	2,90	c	29,63	c	1.021,7
Gövde	Ç-3	5,25	b	20,25	c	285,7	5,47	c	64,93	a	1.187,0
Gövde	Ç-4	6,38	b	73,50	a	1.052,0	3,75	c	52,18	ab	1.391,5
Gövde	Ç-5	1,50	c	23,25	bc	1.450,0	2,31	c	43,88	b	1.899,6
Gövde	Ç-8	9,38	a	39,00	b	315,7	6,39	c	51,38	ab	804,1
Gövde	Ç-9	8,25	b	43,13	b	422,7	6,85	c	59,42	a	867,4
Gövde	Ç-10	7,26	b	29,25	bc	302,9	13,13	b	53,17	ab	405,0
Gövde	Ç.Ü.-5	11,75	a	68,25	a	480,8	23,98	a	37,88	b	158,0
Gövde	Ç.Ü.-7	11,25	a	32,75	b	191,1	5,86	c	39,00	b	665,5
Gövde	İskender-2	10,13	a	38,25	b	277,6	14,38	b	42,48	b	295,4
Gövde	İskender-4	15,75	a	29,63	bc	88,1	10,13	bc	17,25	d	170,3
Gövde	Nevş-1	3,00	c	22,88	bc	662,7	7,13	c	16,13	d	226,2

Ç-3, A-25, Ç-9, A-24, A-32 numaralı genotipler tuz uygulamasının 7. gününde, gövdesine en fazla miktarda Cl⁻ iyonunu (64,93, 60.50, 59.42, 57.04 ve 53.86 µg/mg K.A.) alan ilk 5 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Cl⁻ iyonu artış oranları şöyledir: %1.187.0, %848.5, %867.4, %243.1, %231.7). Buna karşılık bazı genotiplerin köklerinde Cl⁻ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Gövdesinde, tuz uygulamasının 7. gününde en az Cl⁻ iyonu biriktiren genotiplerdeki iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: Nevş-1 (16.13; %226.2), İskender-4 (17.25; %170.3), A-8 (27.00; %218.1), A-30 (28.80; %403.9), A-3 (29.24; %126.0).



Şekil 4.21 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövdelerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Cl⁻ iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

Üçüncü yapraktaki Cl⁻ iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

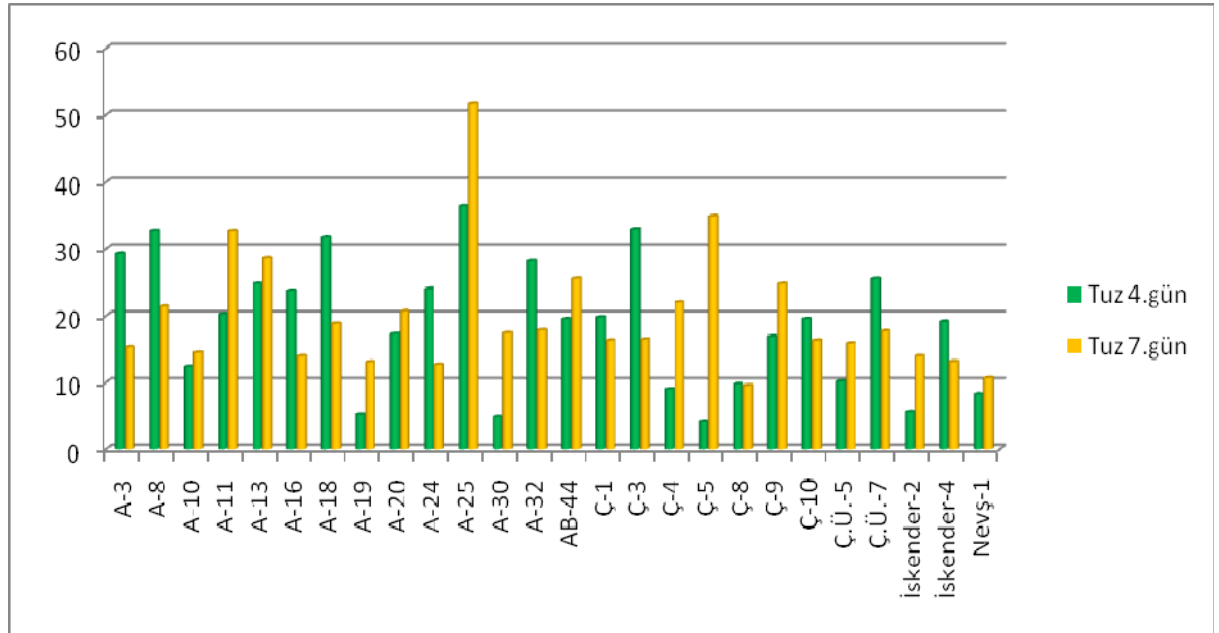
4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda üçüncü yapraktaki Cl⁻ iyonu miktarı bakımından elde edilen sayısal veriler ve bunların istatistiksel değerlendirilmesine ilişkin harflendirmeler, çizelge 4.18’de verilmiştir. Ayrıca tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Cl⁻ iyonu miktarları da şekil 4. 22’de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.18 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan üçüncü yaprak kısımlarındaki Cl⁻ miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.)

Bitki Organı	Genotip	Cl ⁻ (µg/mg K.A.) 4.gün					Cl ⁻ (µg/mg K.A.) 7.gün				
		Kontrol		NaCl		Artış (%)	Kontrol		NaCl		Artış (%)
3.yaprak	A-3	8,13	b	22,25	b	359,8	3,85	b	15,32	cd	397,9
3.yaprak	A-8	0,75	c	30,63	a	3.984,7	9,64	a	21,38	c	221,7
3.yaprak	A-10	6,75	b	12,38	c	183,4	3,37	b	14,47	cd	429,4
3.yaprak	A-11	3,00	b	20,25	b	675,0	6,38	ab	32,62	b	511,3
3.yaprak	A-13	8,63	b	24,75	b	286,8	10,63	a	28,55	b	268,6
3.yaprak	A-16	11,25	a	23,75	b	211,1	6,61	ab	13,94	cd	152,4
3.yaprak	A-18	6,38	b	31,63	a	395,7	10,86	a	18,82	c	173,3
3.yaprak	A-19	3,88	b	5,25	d	135,3	2,33	b	13,09	cd	561,8
3.yaprak	A-20	10,38	a	17,25	b	166,2	3,94	b	20,65	c	524,1
3.yaprak	A-24	15,38	a	24,00	bc	156,0	9,00	a	12,67	cd	140,0
3.yaprak	A-25	0,64	c	36,38	a	5.684,4	4,07	b	51,75	a	1.271,5
3.yaprak	A-30	3,00	b	4,88	d	162,7	4,50	b	17,38	cd	386,2
3.yaprak	A-32	11,63	a	28,13	ab	241,9	10,63	a	17,82	cd	167,6
3.yaprak	AB-44	15,38	a	19,50	bc	126,8	3,38	b	25,53	bc	755,3
3.yaprak	Ç-1	13,13	a	19,78	bc	150,6	12,82	a	16,33	cd	127,4
3.yaprak	Ç-3	12,38	a	32,88	a	165,5	1,71	b	16,48	cd	963,7
3.yaprak	Ç-4	4,88	b	9,00	cd	184,4	10,13	a	21,98	c	216,9
3.yaprak	Ç-5	3,13	b	4,13	d	131,9	11,25	a	34,88	b	310,0
3.yaprak	Ç-8	4,53	b	9,75	cd	215,3	3,22	b	9,54	d	296,3
3.yaprak	Ç-9	9,13	a	16,88	b	184,8	7,51	ab	24,75	bc	329,6
3.yaprak	Ç-10	10,25	a	19,50	b	190,2	6,38	ab	16,31	cd	255,6
3.yaprak	Ç.Ü.-5	7,75	b	10,13	c	130,7	8,88	ab	15,88	cd	178,8
3.yaprak	Ç.Ü.-7	2,16	b	25,50	b	1.180,6	8,75	b	17,69	cd	202,2
3.yaprak	İskender-2	4,13	b	5,63	c	136,3	7,88	ab	13,94	cd	176,9
3.yaprak	İskender-4	2,60	b	19,13	b	735,8	7,50	ab	13,13	cd	175,1
3.yaprak	Nevş-1	6,50	b	8,25	c	126,9	7,50	ab	10,65	d	142,0

A-25, Ç-3, A-18, A-8, ve A-32 numaralı genotipler tuz uygulamasının 4. gününde, üçüncü yapraklarına en fazla miktarda Cl⁻ iyonunu (36.38, 32.88, 31.63, 30.63, 28.13 µg/mg K.A.) alan ilk genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Cl⁻ iyonu artış oranları şöyledir: %5684.4 %165.5, %395.7, %3984.7, %241.9). Buna karşılık bazı genotiplerin üçüncü yapraklarında Cl⁻ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Üçüncü yapraklarında, tuz uygulamasının 4. gününde en az Cl⁻ iyonu biriktiren ilk 5 genotip, iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: Ç-5 (4.13; %131.9), A-30 (4.88;%162.7), A-19 (5.25; %135,3), Nevş-1 (8.25; %126.9), Ç-4 (9.00; %184.4), Ç-8 (9.75; %215.3).

A-25, Ç-5, A-11 ve A-13 numaralı genotipler tuz uygulamasının 7. gününde, üçüncü yapraklarına en fazla miktarda Cl⁻ iyonunu (51.75, 34.88, 32.62 ve 28.55 µg/mg K.A.) alan ilk 5 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Cl⁻ iyonu artış oranları şöyledir: %1.271.5, %244.8, %511.3, %182.7). Buna karşılık bazı genotiplerin üçüncü yapraklarında Cl⁻ iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Üçüncü yapraklarında, tuz uygulamasının 7. gününde en az Cl⁻ iyonu biriktiren genotiplerdeki iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: Ç-8 (9.54; %296.3), Nevş-1 (10.65; %142.0). Diğer genotiplerin tümü, 13.13-21.38 µg/mg K.A. Cl⁻ miktarına sahip olarak benzer gruplandırmalara sahip olmuşlardır.



Şekil 4.22 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Cl⁻ iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

Genotipler bazında 4 ve 7. günlerdeki Cl⁻ iyonu miktarları

Her bir genotipte kök, gövde ve üçüncü yaprak olmak üzere üç farklı kısımdan elde edilen klor iyonu miktarları uygulamadan sonraki 4. ve 7. günlerde ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Buna ilişkin sayısal değerler çizelge 4.19'da beraberce verilmiştir.

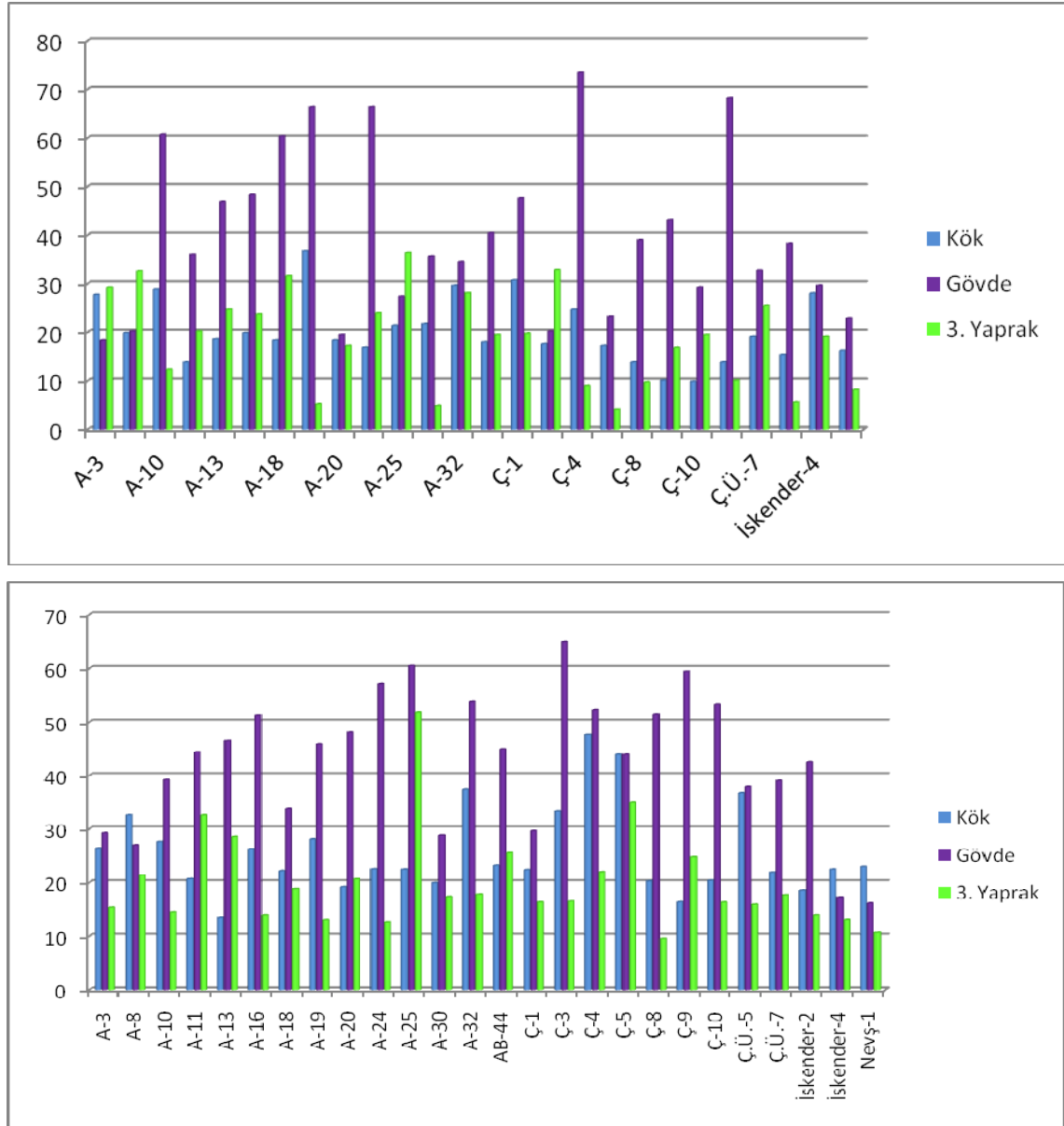
Bu çizelgedeki değerler kullanılarak şekil 4.23 a ve b hazırlanmıştır.

Çizelge 4.19 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra Cl⁻ iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

Genotip	4. gün			7. gün		
	Kök	Gövde	3. yaprak	Kök	Gövde	3. yaprak
A-3	27,75	18,38	29,25	26,4	29,24	15,32
A-8	19,88	20,25	32,63	32,63	27,00	21,38
A-10	28,88	60,75	12,38	27,64	39,17	14,47
A-11	13,88	36,00	20,25	20,67	44,37	32,62
A-13	18,63	46,88	24,75	13,50	46,48	28,55
A-16	19,88	48,38	23,75	26,28	51,22	13,94
A-18	18,38	60,38	31,63	22,21	33,75	18,82
A-19	36,75	66,38	5,25	28,12	45,85	13,09
A-20	18,38	19,50	17,25	19,18	48,00	20,65
A-24	16,88	66,38	24,00	22,56	57,04	12,67
A-25	21,38	27,38	36,38	22,50	60,50	51,75
A-30	21,75	35,63	4,88	19,93	28,80	17,38
A-32	29,63	34,50	28,13	37,40	53,86	17,82
AB-44	18	40,50	19,50	23,21	44,93	25,53
Ç-1	30,75	47,63	19,78	22,39	29,63	16,33
Ç-3	17,63	20,25	32,88	33,30	64,93	16,48
Ç-4	24,75	73,50	9,00	47,56	52,18	21,98
Ç-5	17,25	23,25	4,13	43,88	43,88	34,88
Ç-8	13,88	39,00	9,75	20,25	51,38	9,54
Ç-9	10,13	43,13	16,88	16,36	59,42	24,75
Ç-10	9,88	29,25	19,50	20,37	53,17	16,31
Ç.Ü.-5	13,88	68,25	10,13	36,75	37,88	15,88
Ç.Ü.-7	19,13	32,75	25,50	21,92	39,00	17,69
İskender-2	15,38	38,25	5,63	18,55	42,48	13,94
İskender-4	28,08	29,63	19,13	22,50	17,25	13,13
Nevş-1	16,25	22,88	8,25	22,98	16,13	10,65

Her iki ölçüm gününde de dikkati çeken özellik, klor iyonu miktarının genel olarak en fazla biriktirildiği kısmın gövde olduğudur. Bazı genotiplerde köklerdeki Cl iyonu üçüncü yapraktan daha yüksek çıkmış, bazı genotiplerde ise en düşük Cl konsantrasyonu, üçüncü yapraklarda bulunmuştur. A-3, İskender-2, İskender-4, Ç-4 ve A-19 gibi genotiplerde klorun yapraklarda daha az bulunması, bu genotiplerde klorun genç dokulara ulaştırılmaması ve böylece toksisiteden korunması amacıyla yaşlı dokularda veya bitkinin gövdesinde biriktirilmesi durumunu akla getirmektedir. Nitekim Demir (2009) de kavunda yapmış olduğu çalışmasında en düşük Cl konsantrasyonunu 1.yapraklarda, sonra 2, 3 ve 4.yapraklarda bulmuş, gövde ve kök dokularında ise birbirine yakın düzeylerde Cl içeriği tespit edilmiştir. Ancak çizelge ve grafiklerin incelenmesi sonucunda genotiplerin organlarındaki Cl iyonu dağılımının skala değerleriyle tam olarak bir ilişki içinde yorumlanamayacağı da görülmektedir.

Örneğin hassas grupta yer alan A-11, Ç-9’da ve orta düzeyde hassas olanların arasındaki A-32’de 3.yapraktaki Cl miktarları, köklerden fazla ölçülmüş ve hipotezi doğrular bir görünüm sergiledikleri halde; toleransı yüksek olarak görünen AB-44, Ç-5’te de benzer durum ortaya koymuşlardır. Buna karşın hassas Nevşehir-1 ve Ç.Ü-7 gibi genotiplerde 3.yapraktaki Cl miktarı, kökten daha düşük bulunmuştur. Bu durumda tüm bitki ile, daha ileri gelişimi seviyesindeki bitkilerle çalışmalar yapmadan ve tekrarlamalı yeni çalışmalar yapmadan kesin yorumlar yapmanın uygun olmayacağı görülmüştür.



Şekil 4.23 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasının ardından ölçülen Cl⁻ iyonu miktarları (µg/mg K.A.), a. 4. gün, b. 7. Gün

Yüksek tuz konsantrasyonlarının hücrede meydana getirdiği olumsuzlukların nedenleri arasında Na ve Cl iyonlarının yüksek konsantrasyonu ile oluşan iyon toksisitesi gelmektedir (Marschner 1995, Yaşar 2003, Borsani vd.2003). García-Sánchez vd. (2003), tuzluluğun limon yapraklarında Cl iyonu konsantrasyonunda artışa neden olduğunu ifade ederken; Ünlükara vd. (2008) tuz seviyesindeki artış ile birlikte, açık arazide yetiştirilen patlıcan bitkilerinin Cl iyonu miktarında artışların ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Chartzoulakis vd. (2000) biberde ve Meloni vd. (2001) pamukta yaptıkları çalışmalarında, NaCl stresinde bitkilerin Cl iyonu miktarlarında artış ortaya çıktığını ifade etmişlerdir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Küresel iklim değişikliği ve buna bağlı olarak farklılaşan ekolojik koşullar, bitki ıslahçıların çeşitli stres faktörlerine tolerans konusunda çalışmaya, hızlanan bir ivme ile yönlendirmektedir. Ticari olarak yetiştirilmekte olan mevcut çeşitlerin dışında yeni gen kaynaklarına ulaşılması ve bunların üstün özelliklerinden yararlanma amacıyla tarama (screening) çalışmalarının yapılması, tolerant bireylerin veya populasyonların ortaya çıkartılmasında birincil adım olarak görülmektedir. Kuraklık ve tuzlanmaya karşı dayanımı yüksek bitkilerin yetiştirilmesi ile verim ve kalite kayıplarının önüne geçilmesi, önceki yıllara göre giderek daha fazla gündeme gelir olmuştur. Bu iki strese karşı dayanım için bitkilerin benzer tolerans mekanizmaları kullandıkları bilinmekle birlikte, yine de tuza tolerans özelliği başlı başına bir sistem olma niteliğini korumaktadır. Tuza tolerans özelliği ile ilişkili pek çok fizyolojik ve biyokimyasal parametre bulunmakla birlikte, iyon alımı konusundaki seçicilik, alınan iyonların cinsi ve miktarı gibi konular, değişik bitki türlerinde tolerans ile etkileşim halinde bulunmaktadır. Islah programlarında kullanılacak genetik kaynakların ortaya çıkartılması amacıyla yerel kabak genotipleri kullanılarak yapılan bu çalışma ile ulaşılan sonuçlar şöyledir:

1. Toplam 26 kabak genotipi ile gerçekleştirilen tuzluluk (100 mM NaCl) uygulaması nedeniyle oluşturulan tuz stresi karşısında genotiplerin farklı tolerans seviyeleri gösterdikleri belirlenmiştir.
2. Tuz stresi, bitki gelişimini engelleyici ve yaş ağırlıklarını azaltıcı etki yapmıştır.
3. Stresin süresi arttıkça zarar verme etkisi de artmaktadır. Stresin 4.gününde tuz zararının yol açtığı belirtiler daha az iken, 7.günde nekroze olma ve bazı genotiplerde ölme frekansı daha fazla olmuştur.
4. Na iyonu, tuz uygulanan tüm genotiplerde artmıştır. En fazla artış bitkilerin gövde kısmında olmuştur. Üçüncü yapraklardaki Na miktarı ikinci sırada yer almış, köklerde en az Na konsantrasyonu belirlenmiştir.

5. K ve Ca iyonları, tuz uygulanan tüm genotiplerde azalmıştır. En düşük düzeyde potasyum ve kalsiyum iyonu birikiminin köklerde olduğunu, bunu gövde kısmının takip ettiğini ve yapraktaki miktarların, diğer iki bitki kısmından daha fazla olduğunu söylemek mümkündür.
6. Her iki ölçüm gününde de dikkati çeken özellik, klor iyonu miktarının genel olarak en fazla biriktirildiği kısmın gövde olduğudur. Bazı genotiplerde köklerdeki Cl iyonu üçüncü yapraktan daha yüksek çıkmış, bazı genotiplerde ise en düşük Cl konsantrasyonu, üçüncü yapraklarda bulunmuştur.
7. Fizyolojik çalışmalar içerisinde önemli bir yeri olan tuz stresi çalışmalarının bizim çalışmamızdaki gibi birkaç aylık genç bitkilerde olduğu kadar, gelişmesinin daha ileri aşamalarına geçmiş ve daha fazla sayıda yapraklara sahip bitkilerde yapılması, bu tip organ farklılıkları hakkında daha detaylı bilgi verecektir kanısı oluşmuştur. Tolerans mekanizmasının aydınlatılmasında çok sayıda genotipten ziyade, tolerans düzeyleri belirlenmiş birkaç genotip veya çeşitte ayrıntılı olarak çalışmanın daha yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.
8. Çalışmamız sırasında AB-44, İskenderun-4, Ç-4 genotipleri tuza toleransı, denemede kullanılan diğer kabaklara göre daha yüksek bulunan genotipler olmuştur. Çekirdek kabakları olan Ç.Ü-7 ve Ç.Ü-5 veya Nevşehir-1 genotiplerinin tuza karşı en hassas genotipler olarak dikkati çektiği söylenebilir.
9. Bu çalışmada tolerant olarak öne çıkan kabak genotiplerinin saflaştırılarak saf hatlar ile çalışmaların tekrarlanması faydalı olabilir. Böylece sonuçlarda tereddüt yaratan hususların giderilmesi mümkün olabilecektir. Çalışılan materyalin yerel populasyonlar olması ve bunların da açık ve yabancı döllenmiş bir tür olan kabağa ait olması, deneme sonuçlarındaki stabiliteyi olumsuz etkileyen bir faktör olarak görülmektedir.
10. Yeni çeşitlerin elde edilmesinde bu genotiplerin ıslah materyali olarak kullanılması, hem yerel materyalin korunması açısından hem de tuzlu alanlarda veya suyu sorun olan yerlerde üretimi artıracak yeni çeşitlerin geliştirilmesi açısından önemlidir.
11. Tuza toleransın genetik boyutu da araştırılarak, ilgili genlerin tanımlanması, bu stres koşuluna dayanım mekanizmasının tam olarak aydınlatılması bakımından gerekli görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akıncı, İ.E. 1996. Kavunda Tuza Tolerans Üzerine Araştırmalar. Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi (Basılmamış), Van, 157 s.
- Aktaş, H. 2002. Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi (Basılmamış), Adana, 105 s.
- Asch, F., Dingkun, M., Dörfling, K. and Miezian, K. 2000. Leaf K/Na ratio predicts salinity induce yields loss in irrigated rice. *Euphytica* 113, 109-118.
- Asch, F., Dörfling, K. and Dingkun, M. 1995. Response of rice varieties to soil salinity and air humidity: A possible involvement of root- borne ABA. *Plant and Soil* 117, 11-19.
- Ashraf, M. 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences* 13(1), 17-42.
- Ashraf, M., Arfan, M. and Ahmad, A. 2003. Salt tolerance in okra: Ion relations and gas exchanges characteristics. *J. of Plant Nutrition* 26(1), 63-79.
- Awank, Y.B., Atherton, J.G. and Taylor, A.J. 1993. Salinity effects on strawberry plants grown rock woll, growth and leaf relations. *J.Hort. Sci.* 68,783- 790.
- Babourina, O., Leonova, T. and Shabala, S. 2000. Effect of sudden salt stres on ion Fluxes in intact wheat suspension cell. *Annals of Botany* 85, 759-767.
- Banuls, J. and Primo-Milo, E. 1992. Effect of chlorid and sodium on gas Exchange parameters and water relations of Citrus plants. *Plant Physiology* 78, 238-246.
- Barnett, N. M. and Taylor, A. W. 1966. Amino acid and protein metaolism in bermuda grass during water stres. *Plant Physiol.* 11, 1222-1250.
- Belkhodja, R., Morales, F., Abadia, A., Gomez-Aparisi, J. and Abadia, J. 1994. Chlorophyll fluorecence as a possible tool for salinity tolerance screening in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Physiology* 104, 667-673.
- Bergmann, W. 1992. Nutritiondisorders of plants-development, Visiual and analitycal diagnosis. pp: 333-371, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.
- Blum, A. 1985. Breeding crop varieties for stress environments. *CRC Critical Rev. in Plant Sci.* 2(3), 199- 238.
- Bohra, J. S. and Döffling, K. 1993. Potassium nutration of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under NaCl salinity. *Plant and Soil* 152, 299-303.

- Borsani, O., Valpuesta, V. and Botella M.A. 2003. Developing salt tolerant plants in a new century: a molecular biology approach. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 73,101–115.
- Carvajal, M., del Amor, F.M., Fernandez-Ballester, G., Martinez, V. and Cerda, A. 1998. Time course of solute accumulation and water relation in muskmelon plants exposed to salt during different growth stages. *Plant Sci.* 138, 103–112.
- Caro, M., Cruz, V., Cuartero, J., Estañ, M. T. and Bolarin, M. C. 1991. Salinity tolerance of normal-fruited and cherry tomato cultivars. *Plant and Soil* 136 (2), 249-255.
- Chartzoulakis, K. and Klapaki, G. 2000. Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae* 86, 247-260.
- Chauhan, R. P. S., Chauhan, C. P. S. and Kumar, D. 1980. Free prolin accumulation in cereals in relation to salt tolerance. *Plant and Soil* 57, 167-175.
- Chen, C.T. and Kao, C.H. 1991. senescence of rice leaves xxix. ethylene production, polyamine level and polyamine biosynthetic enzyme activity during senescence. *Plant Sci.* 78, 193-198.
- Chen, C.T., Li, C.C. and Kao, C.H. 1991. Senescence of rice leaves XXXI. Changes of chlorophyll, protein, and polyamine contents and ethylene production during senescence of a chlorophyll-deficient mutant. *J. of Plant Growth Regulation* 10, 201-205.
- Cho, D.H., Itoh, R. and Ishi, R. 1996. Studies on Salt Tolerance Korean Rice Cultivars, Effect of NaCl Treatment on Sodium and Potassium Ions Concentration in Leaf Blade, Leaf Sheath and Root of Rice Plants. *Japan. J. of Crop Science.* (1)65: 1-7[Abstract].
- Chow, W.S., Ball, M.C. and Anderson, J.M. 1996. Grow and photosynthetic response of spinach to salinity: Implications of K⁺ nutrition for salt tolerance. *Aust. J. Plant Physiol.* 17, 563-578.
- Colla, G., Roupheal, Y., Cardarelli, M., Massa, D., Salerno, A. and Rea, E. 2006. Yield, fruit quality and mineral composition of grafted melon plants grown under saline conditions. *J. of Horticultural Science and Biotechnology.* 81(1), 146-152.

- Cramer, G.R., Lauchli, A. and Epstein, E. 1986. Effects of NaCl and CaCl₂ on Ion Activities in Complex Nutrient Solutions and Root Growth of Cotton. *Plant Physiol.* 81, 792-797.
- Cramer, G.R., Epstein, E. and Lauchli, A. 1988. kinetics of root elongation of maize in response to short-term exposure to NaCl and elevated Calcium concentration. *J. Exp. Bot.* 39, 1513-1522.
- Cuartero, J. and Fernandez-Munoz, R. 1999. Tomato and salinity. *Sci. Hort.* 78 (1-4), 83-125.
- Daşgan, H.Y., Aktaş, H., Abak, K. and Çakmak, İ. 2002. Detemination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype reponses. *Plant Science* 163, 695-703.
- Daşgan, H.Y., Aktaş, H. ve Abak, K. 2006. Tuz Gölü çevresinden toplanan bazı kavun genotiplerinin tuzluluğa tolerans düzeylerinin erken bitki gelişme aşamasında incelenmesi VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, Kahramanmaraş, s:408-413.
- Debouba, M., Gouia, H., Suzuki, A. and Ghorbel, M.H. 2006. NaCl stres effects on enzymes involved in nitrogen assimilation pathway in tomato '*Lycopersicon esculentum*' seedling. *J. of Plant Physiology* 163, 1247-1258.
- Demir, S. 2009. Tuz Gölü Çevresinde Yetiştirilen Yöresel Kavun Populasyonunun (Koçhisar Kavunu) Tuza Tolerans Özellikleri Bakımından İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış),83s, Ankara.
- Demir, İ. ve Demir, K. 1992. Farklı tuz konsantrasyonlarının beş değişik fasulye çeşidinde çimlenme, çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri. GAP 1. Sebze Tarımı Sempozyumu, Şanlıurfa, s:335-342.
- Dhindsa, R.S. and Mathowe, W. 1981. Drought tolerance in two mosses: correlated with enzymatic defence against lipid peroxidation. *J. of Exp. Bot.* 32 (126), 79-91.
- Dinç, U., Şenol, S., Atlay, I. ve Cangir, C. 1993. Türkiye Toprakları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 51, 233s.
- Edelstein, M., Ben-Hur, M., Cohen, R., Burger, Y. and Ravina, I. 2005. Boron and salinity effects on grafted and non-grafted melon plants. *Plant and Soil* 269, 273-284.
- Ellialtıoğlu, Ş. 2008. Hibrit Çeşitler ve Melezleme. *Bilim ve Teknik* 482, 94-97.

- Ellialtıoğlu, Ő. ve Tırdamaz, R. 1998. Doku k¼lt¼r¼n¼n tuz stresine dayanıklılıktaki kullanımı. Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Molek¼ler Temelleri Sempozyumu, 22-26 Haziran 1998, Bornova-İzmir, s:70-81.
- Epstein, E., Nortlyn, J.D., Rush, D.W., Kingbury, R.W., Keller, D.B., Cunnineham, G.A. and Wrona, A.F. 1980. Saline culture of crops: A genetic approach. *Science* 210, 399-404.
- Fageria, N.K. 1985. Salt Tolerance of Rice Cultivars. *Plant and Soil* 88: 237-243.
- Ferriol, M. and Pico, B. 2008. Pumpkin and Winter Squash. In *Handbook of Plant Breeding. Vol. 1. Vegetables I.* (Prohens J, Nuez F, eds) Springer, Heidelberg, pp. 317-349.
- Flowers, T.J., Troke, P.F. and Yeo, A.R. 1977. The mechanism of salt tolerance in hallophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 28, 89-121.
- Franco, J.A., Esteban, C. and Rodriguez, C. 1993. Effect of salinity on various growth stages of muskmelon cv. Revigal. *J. Hort. Sci.* 68, 899-904.
- Francois, L.E. 1985. Salinity effects on germination, growth, and yield of two squash cultivars. *HortScience* 20, 1102-1104.
- Gabor, G., Simon-Sarkadi, L., Bekes, F. and Erdei, L. 1986. Genotype specific changes in amino acid and polyanime of wheat tissue culture induced by osmotic stress. *Advances in Agricultural Biotechnology* 170-176.
- García-Sánchez, F.M., Carvajal, I., Porras, P. and Botía, V. M. 2003. Effects of salinity and rate of irrigatin on yield, fruit quality and mineral composition of “Fino 49” lemon. *Eur. J. Agron.* 19, 427-437.
- Ghassemi, F., Jakeman, A.J. and Nix, H.A. 1995. Salinisation of land and water resorces human causes extent management and case studies. CAB International, Wallingford, pp. 526.
- Gillapsy, G., Ben-David, H. and Gruissem, W. 1993. Fruits: A Developmental Perspective. *The Plant Cell* 5, 1439-1451.
- Graifenberg, A., Botrini, L., Giustiniani, L. and Lipucci di Paola, M. 1996. Yield, growth and elemental content of zucchini squash grown under saline-sodic conditions. *J. Hort. Sci.* 71, 305-311.

- Greenway, H. and Munns, R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhallophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31, 149-190.
- Güneş, A., Inal, A. ve Alpaslan, M. 1996. Effect of salinity on stomatal resistance, proline and mineral composition of pepper. *J. Plant Nutrition* 19(2), 389-396.
- Hajibagheri, M.A., Harvey, D.M.R. and Flowers, J.T. 1987. Quantitative ion distribution within root cells of salt-sensitive and salt-tolerant maize varieties. *New Phytol.* 105, 367-379.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A. and Handa, A.V. 1986. Cellular mechanisms of salinity tolerance. *Hort. Sci.* 21, 1317-1324.
- Heimler, D., Tattini, M., Ticci, S., Coradeschi, M.A. and Traversi, M.L. 1995. Growth, ion accumulation, and lipid composition of two olive genotypes under salinity. *J. Plant Nutrition* 18, 1723-1734.
- Hellebust, J. A. 1976. Osmoregulation. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 27, 485-505.
- Hoffman, R., Tufariello, J. and Bisson, M. A. 1989. Effect of divalent cations on the sodium permeability of *Chara corallina* and freshwater grown *Chara buckelli*. *J. of Exp. Bot.* 40, 875-881.
- Hung, J. and Redman, R. E. 1995. Solute adjustment to salinity and calcium supply in cultivated and wild barley. *J. Plant Nutrition* 18, 1371-1389.
- Hussain, K., Ashraf, M. and Ashraf, M.Y. 2008. Relationship between growth and ion relation in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) at different growth stages under salt stress. *African Journal of Plant Science* 2(3), 23-27.
- Johnson, M., Grof, C. P. L. and Brownell, T. F. 1988. The effect of Na nutrition on the pool size of intermediate of the C₄ photosynthetic pathway. *Aust. J. of Physiol.* 15, 749-760.
- Karanlık, S. 2001. Değişik Buğday Genotiplerinde Tuz Stresine Dayanıklılık Ve Dayanıklılığın Fizyolojik Nedenlerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi (Basılmamış) Adana, 162s.
- Khatun, S. and Flowers, T. J. 1995. Effects of salinity on seed set in rice. *Plant, Cell and Environment* 18, 61-67.
- Koç, S. 2005. Fasulyelerde Tuzluluğa Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıkların Erken Bitki Gelişimi Aşamasında Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Adana, 98 s.

- Kuşvuran, Ş., Yaşar, F., Abak, K. ve Ellialtıoğlu, Ş. 2006. Tuz stresi altında yetiştirilen kavun (*Cucumis melo* L.) genotiplerinde yapraklarda iyon birikimi ile tuza tolerans arasında ilişkiler. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, 19-22 Eylül, Kahramanmaraş, Bildiriler, s: 395-398.
- Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş., Yaşar, F. ve Abak, K. 2007. Bazı kavun (*Cucumis* spp.) genotiplerinin tuz stresine tepkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 13(4), 395-404.
- Kusvuran, S., Ellialtıoğlu, S., Yasar, F. and Abak, K. 2007a. Effects of salt stress on ion accumulations and some of the antioxidant enzymes activities in melon (*Cucumis melo* L.). Journal of Food, Agriculture & Environment - JFAE 5 (2), 351-354.
- Kusvuran, S., Yasar, F., Ellialtıoğlu, S. and Abak, K. 2007b. Utilizing Some Screening Methods in Order to Determine Tolerance of Salt Stress in the Melon (*Cucumis melo* L.). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 3 (1), 40-45.
- Lauchli, A. 1986. Responses and adaptation of crops to salinity. Acta Hort. 190, 243-246.
- Lauchli, A. 1990. Calcium, salinity and plasma membrane. in: Calcium in Plant Growth and Development (R.J. Leonard and P.K.Hepler eds), The American Society of Plant Physiologists Rockville, MD., 26-35.
- Lazof, J. S. H. and Cheeseman, M. 1988. Sodium and potassium compartmentation and transport across the roots of intact *Spergularia marina*. Plant Physiol. 88, 1274-1278.
- Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol.II, 2nd ed. Academic Press, New York, pp: 607.
- Lopez, M.V. and Satti, S.M.E. 1996. Calcium and potassium-enhanced growth and yield of tomato under sodium-chloride stress. Plant Sci. 114, 19-27.
- Lutts, S, Kinet, J. M. and Bouharmont, J. 1996. NaCl-Induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Ann. Bot. 78, 389-398.
- Mangal, J. L. and Lal, S. 1990. Salt tolerance behavior of khorif onion variety N.53. Hort. Abst. 53, 5129.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 657-680.

- Marschner, H. 1997. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2.nd Edition Academic Press, London. p. 889.
- Matsubara, S. 1989. Studies on Salt Tolerance of Vegetables-3. Salt tolerance of rootstocks. Agric Bull, Okayama Univ 73:17-25.
- Meneguzzo, S. and Navari-Izzo, R. 2000. NaCl effect on water relations and accumulation of mineral nutrient in shoots, roots and cell of wheat seedlings. J. Plant Physiol. 156, 711-716.
- Mer, R. K., Prajith, P. K., Pandya, D. H. and Pandey, A. N. 2000. Effect of salt on germination of seeds and growth young plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. J. Gron. Crop. Sci. 185, 209-217.
- Munns, R. and Termaat, A. 1986. Whole-plant responses to salinity. Aust. J. Plant Physiol. 13, 143-160.
- Navarro, J.M., Botella, M.A. and Martinez, V. 1999. Yield and fruit quality of melon plants grown under saline conditions in relation to phosphate and calcium nutrition. J. of Hort. Sci. Biotechnol. 74, 573-578.
- Nee, S. 1990. Community construction. Trends Ecol. Evol. 5(10), 337-339.
- Nelson, H. and Paris, H. S. 1984. Effects of salinity on germination, seedling growth and yield of melons irrigation. Science 5, 265-273.
- Nieves, M., Cerda, A. and Botella, M. 1991. Salt tolerance of lemon scions measured by leaf chloride and sodium accumulation. J. Plant Nutrition 14, 623-636.
- Poljakoff- Mayber, A. and Gale, J. 1975. Plant in Saline Environments. Springer-Verlag, Berlin, 213.
- Qadar, A. 1988. Potassium status of the rice shoot as index for salt tolerance. Ind. J. Plant Physiol. 31, 388-393.
- Rains, D. W. 1972. Salt transport by plants in relation to salinity. Annu. Rev. Plant Physiol. 23, 367.
- Romero, L., Belakbir, A., Ragala, L. and Ruiz, J.M. 1997. Response of plant yield and leaf pigments to saline conditions: effectiveness of different rootstocks in melon plants (*Cucumis melo* L.) Soil Sci. Plant Nutr. 43 (4), 855-862.
- Rush, D. V. and Epstein, E. 1981. Comparative studies on the sodium, potassium and chloride relations of a wild hallophytic and domestic salt-sensitive tomato species. Plant Physiol. 68, 1308-1313.

- Sahu, A.C. and Mishra, D. 1987. Changes in some enzyme activities during excised rice leaf senescence under NaCl-stress. *Biochemie und Physiol. der Pflanzen* 182, 501-505.
- Santa-Maria, G.E. and Epstein, E. 2001. Potassium/sodium selectivity in wheat and the amphiploid cross wheat x *Lophopyrum elongatum*. *Plant Sci.* 160, 532-534.
- Seemann, J.R. and 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.
- Sevgican, A. 1999. Örtüaltı Sebzeçiliği, E.Ü.Ziraat Fakültesi Basımevi, İzmir, 302.
- Shannon, M.C. and Francois, L.E. 1978. Salt tolerance of three muskmelon cultivars. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 103, 127-130.
- Sivritepe, N. 1995. Asmalarda Tuza Dayanıklılık Testleri Ve Tuza Dayanımda Etkili Bazı Faktörler Üzerinde Araştırmalar. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi (Basılmamış), Bursa, 176s.
- Snapp, S.S. and Shennan, C. 1994. Salinity effects on root growth and senescence in tomato and the consequences for severity of *Phytophthora* root rot infection. *J of Amer. Soc. Horticultural Science.* 119(3), 458-463.
- Soliman, M.S. and Doss, M. 1992. Salinity and mineral nutrition effects on growth and accumulation of organic and inorganic ions in two cultivated tomato varieties. *J. Plant Nutrition* 15, 2789 – 2799.
- Sykes, S. R. 1987. Apparent variation in chloride accumulation between vines of cultivars Italia and Matoro grown under furrow irrigation. *Aust. Salinity Newsletter* 15, 17.
- Tal, M. 1983. Selection for stress tolerance. in 'Handbook Of Plant Cell Culture, Volume 1'' (D.E. Evans, W.R. Sharp, P.V. Ammirato, Y. Yamada, eds.), Collier Macmillan Publishers, London, 461-487.
- Tattini, M., Coradeschi, M. A., Ponzio, C. and Traversi, L. 1994. Responses of olive plants to salt stress. abstracts. XXIVth Int. Hort. Congress, 21-27 August 1994, Kyoto-Japan ISHS.

- Tıprıdamaz, R. and Ellialtıoğlu, Ő. 1994. Domates genotiplerinde tuza dayanıklılığın belirlenmesinde değişik tekniklerin kullanımı. Ankara Üniv. Ziraat Fak Yayınları, Yayın No: 1358, Bilimsel Ar. ve İnc.: 752, 21s.
- Tıprıdamaz, R. and Ellialtıoğlu, Ő. 1997. Some physiological and biochemical changes in *Solanum melongena* L. genotypes grown under salt conditions. First Balkan Botanical Congress, Abstracts, Thessaloniki, Greece, 19-22 September 1997, 121 s.
- Tıprıdamaz, R. and Karakullukçu, Ő. 1993. Prolin ve Glisinbetain'in Tuzlu Koşullarda Kültüre Alınmış Domates Embriyolarının Gelişmesi ve Bazı İçsel Madde Değişimleri Üzerinde Bir Araştırma. DOĞA TU Botanik 17 (2), 57-64.
- Traka-Mavrona, E., Koutsika-Sotiriou, M. and Pritsa, T. 2000. Response of squash (*Cucurbita* spp.) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). Scientia Horticulturae 83, 353-362.
- Turner, N. C. and Jones, M. M. 1980. Turgor maintenance by osmotic adjustment: A review and evaluation, pp: 87-103. in: N.C. Turner and P.J. Kramer (eds.). Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress. John Wiley & Sons, New York.
- Ünlükara, A., Kurunç, A., Kesmez, G.D, Yurtseven, E. and Suarez, D.L. 2008. Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. Irrig. and Drain. DOI: 10.1002/ird.453.
- Villora, G., Pulgar, G., Moreno, D. A. and Romero, L. 1997. Salinity treatments and their effect on nutrient concentration in zucchini plants (*Cucurbitia pepo* L. var. *moschata*) Aust. J.Exp. Agric. 37, 605-608.
- Weimberg, R. 1986. Growth and solute accumulation in 6-week old seedling of *Agropyron elongatum* stressed with sodium and potassium salts. Plant Physiol. 67, 229-135.
- Whittington, J. and Smith, F. A. 1992. Calcium-salinity interactions affect ion transport in *Chara corallina*. Plant Cell and Environ. 15, 727-733.
- Wolf, O., Munns, R., Tonnet, M. and Jeschke, W.D. 1991. The role of the stem in the partitioning of Na⁺ and K⁺ in salt-treated barley. J. of Exp. Bot. 42, 278-282.

- Wyn Jones, R. G. and Storey, R. 1978. Salt stress and comparative physiology in the Gramineae. IV. Comparison of Salt Stress in *Spartina townsendii* and Three Barley Cultivars. Aust. J. Plant Physiol. 5, 839-850.
- Yang, Y. W., Newton, R. J. and Miller, F.R. 1990. Salinity tolerance in *Sorghum*. I. whole plant response to sodium chloride in *S.bicolor* and *S. halepense*. Crop Sci. 30, 775-781.
- Yaşar, F. 2003. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin in vitro ve in vivo Olarak İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmamış), 146 s, Van.
- Yeo, A.R., Lee, K. S., Izzard, P., Boursier, P. J. and Flowers, T. J. 1991. Short and long term effects of salinity on leaf growth in rice (*Oryza sativa* L.), J. Exp. Bot. 42, 881-889.
- Yetişir, H. and Uygur, V. 2009. Plant growth and mineral element content of different gourd species and watermelon under salinity stress. Turk J Agric For 33, 65-77.
- Yu, B., Gong, H. and Liu, Y. 1998. Effects of calcium on lipid composition and function of plasma membrane and tonoplast vesicles isolated from roots of barley seedlings under salt stress. J. Plant Nutr. 21, 1589-1600.
- Zhang, H.-X. and Blumwald, E. 2001. Transgenic salt-tolerant tomato plants accumulate salt in foliage but not in fruit. Nature Biotechnology 19, 765-768.
- Zhu, J.K. 2001. Plant salt tolerance. Plant Sci. 6 (2), 66-71.
- Zhu, J.K., Hasegawa, P.M. and Bressan, R.A. 1997. Molecular aspects of osmotic stress in plants. Plant Sci. 16, 253-277.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Ferah ERTEKİN

Doğum Yeri: LİBYA/Tarhuna

Doğum Tarihi: 05/09/1977

Medeni Hali: Bekar

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise: Çankaya Lisesi / 1994

Lisans: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü / 1999

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri
Anabilim Dalı (Eylül 2005 – Nisan 2010)

Çalıştığı Kurum / Kurumlar Ve Yıl

Dens Mühendislik Danışmanlık Ltd. Şti. - Kalite Uzmanı (2007-DEVAM)