

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

KABAKTA (*CUCURBITA PEPO* L.) TUZ STRESİNE TOLERANSIN  
BELİRLENMESİNDE ANTİOKSİDANT ENZİM AKTİVİTELERİNİN *IN VITRO* VE  
*IN VIVO* OLARAK İNCELENMESİ”

ŞENAY (TEPE) SEVENGÖR

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA  
2010

Her hakkı saklıdır

## ÖZET

Doktora Tezi

### KABAKTA (*CUCURBITA PEPO* L.) TUZ STRESİNE TOLERANSIN BELİRLENMESİNDE ANTIOKSİDANT ENZİM AKTİVİTELERİNİN *IN VITRO* VE *IN VIVO* OLARAK İNCELENMESİ

Şenay (TEPE) SEVENGÖR

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Şebnem ELLİALTIOĞLU

Araştırmanın amaçları, a) kabakta tuza tolerans bakımından genotipler düzeyinde farklılıkların bulunduğunu ortaya koymak, b) tuza toleransın belirlenmesinde Z STRESİNE kullanılacak etkin seçim parametreleri saptamak, c) kabakta antioksidant enzim aktiviteleri ile tuza tolerans yeteneği arasındaki ilişkiyi hem bitkide (*in vivo*), hem de doku kültüründe (*in vitro*) ortaya çıkarmaktır. Amaçların gerçekleştirilebilmesi için çalışma, birkaç aşamada yürütülmüştür. Ön seçim aşamasında, 26 adet farklı kabak genotipinde tuz stresi koşullarında temel bazı büyüme parametreleri ve fizyolojik değişimler incelenmiştir. Skala değerleri ve yaş ağırlıklar belirlenmiş, mineral element analizleri ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Cl}^-$  iyonları); klorofil ve lipid peroksidasyonu (MDA) ölçümleri yapılmıştır. İkinci aşamada ise, Tuza tolerant ve duyarlı olarak belirlenen dört kabak genotipi seçilmiştir. (İki adet tuza tolerant genotip: İskenderun-4 ve AB-44; iki adet tuza duyarlı genotip: A-24 ve ÇÜ-7). Tuza tolerant ve duyarlı kabaklarda antioksidant enzim aktiviteleri incelenmiştir. Bu aşama, su kültüründe yetiştirilen bitkiler kullanılarak yapıldığı gibi, doku kültürü koşullarında da yapılmış, 50 mM NaCl içeren ortamlarda yetiştirilen hipokotil dokularında 21.günde SOD, CAT, GR ve APX enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, antioksidant enzim aktivitelerinin tuza tolerans üzerinde etkili olduğu; tuzlu koşullarda yaşayabilen kabak genotiplerinin antioksidatif enzim sistemlerini duyarlı genotiplere göre çok daha aktif kullandıkları belirlenmiştir. Dokulardaki enzim aktiviteleri, tam bitki örnekleri ile paralel sonuçlar vermiş ve tuza tolerans derecesinin belirlenmesinde kullanılabileceği gösterilmiştir. Enzim aktivitelerinin dışında tuza tolerans düzeyi hakkında en iyi bilgiyi verebilecek parametrenin yaş ağırlık stres indeks değeri, MDA ölçümleri, Na ve Cl iyonu miktarları olduğu gözlenmiştir.

**Ağustos 2010, 163 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Kabak, *Cucurbita* spp. oksidatif stres, NaCl, *in vitro*, antioksidant enzim aktivitesi

## ABSTRACT

INVESTIGATION OF SOME ANTIOXIDANT ENZYME ACTIVITIES IN SQUASH GENOTYPES UNDER SALT STRESS IN TERMS OF *IN VITRO* AND *IN VIVO*.

Şenay (TEPE) SEVENGÖR

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

Supervisor : Prof. Dr. Şebnem ELLİALTIOĞLU

Research purposes, a) To reveal that there are differences in squash genotypes in terms of salt tolerance. b) To Determine the effective selection parameters, to be used in salt tolerance determination. c) To discover the, relationship between antioxidant enzyme activities and salt tolerance ability in squash, both in plant (*in vivo*) and tissue culture(*in vitro*). In order to achieve these purposes, study was conducted in several stages. In Pre-selection phase, 26 different squash genotypes in salt stress conditions, were examined, in terms of some basic growth parameters and physiological changes. Scale values, wet weights of the plants; mineral element analysis (concentration of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup> and Cl<sup>-</sup> ions); chlorophyll and lipid peroxidation (MDA) measurements have been done. In the second stage; four salt tolerant and sensitive squash genotypes were selected.( Two salt tolerant genotypes: İskenderun-4 and AB-44; Two salt-sensitive genotype: A-24 and ÇÜ-7) . Antioxidant Enzyme activities in salt tolerant and sensitive squash genotypes were examined. At this stage; analysis has been made using plants grown in hydroponic culture, tissue culture also enzyme activities in hypocotyl tissues grown in media containing 50 mM NaCl in 21 days, SOD, CAT, GR and APX has been determined. In conclusion, the antioxidant enzyme activities have an impact on the tolerance to salt; squash genotypes that can live in salted conditions, were found to use antioxidative enzyme systems more active compared to salt-sensitive squash genotypes. Enzyme activity in tissues, whole plant samples gave parallel results and it has been shown that these activities can be used to determine the degree of salt tolerance. Except for the . Enzyme activities, it has been observed that the best information about the level of salt tolerance can be the parameters such as; wet plant weight stress index value, MDA measurements and Na and Cl ion amounts.

**August 2010, 163 pages**

**Key Words:** Salt tolerance, squash, *Cucurbita sp.*, antioxidant Enzyme analysis

## TEŞEKKÜR

Öğrenimim boyunca her bakımdan yakın ilgi, destek, anlayış ve emeklerini esirgemeyen, akademik katkılarının yanı sıra; sevgi dolu kişiliğiyle, pozitif enerjisiyle hayatımı renklendiren, her zaman yanımda olan ve hep yanımda olmasını istediğim çok değerli danışman hocam, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi, Prof. Dr. Şebnem ELLİALTIOĞLU'na,

Çalışmalarım süresince desteklerini esirgemeyen değerli bölüm başkanımız sayın Prof. Dr. Gökhan SÖYLEMEZOĞLU'na, Tez izleme Komitesi değerlendirmelerindeki katkılarından dolayı Sayın Prof.Dr Köksal DEMİR ve Ankara üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmakognozi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Murat KARTAL'a, Araştırmada kullanılan kabak genotiplerine ait tohumların temin edilmesindeki emeklerinden dolayı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Öğretim Üyesi Sayın 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 yardımları ve emeklerinden dolayı değerli arkadaşlarım, Ferah ERTEKİN, Nurçin SEVİN, Mehlika TAŞBAKIR, Didem TÜRKÖZÜ, Banu GÜNALP, Yard. Doç Dr. Nurhan KESKİN, Sema KIRICIOĞLU'na, Doktora çalışmalarına başladığım günden beri maddi manevi destek sağlayan , her zaman eğitime verdikleri değeri ve önemi de vurgulayan Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Müsteşar Yardımcısı Sayın Dr. Ferhat ŞELLİ ve İç Kontrol Daire Başkanı Sayın Ahmet Zahir ERKAN'a; Bağdat baharatları sahibi Mustafa DANACI'ya Şanlıurfa 'da çalışmalarımız sırasında göstermiş oldukları ilgi ve konukseverliğinden dolayı Ahmet YAZGAN, Osman SAATÇİ'ye, burada sayamadığım, doğrudan ya da dolaylı olarak destek ve emeği geçen tüm değerli arkadaşlarıma,

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

Şenay (TEPE) SEVENGÖR  
Ankara, Ağustos 2010

## SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat derece
da	Dekar
g	Gram
mg	Miligram
ml	Mililitre
µg	Mikrogram
µmol	Mikromol
mM	Milimol
%	Yüzde
CAT	Katalaz
MDA	Maleondialdehit
SOD	Superoksit dismutaz
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen Peroksit
TA	Taze ağırlık
TBA	Tiobarbütirik asit
TCA	Trikloroasetik asit
Ha	Hektar
Cl	Klor
Na	Sodyum
Ca	Kalsiyum
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
YASİ	Yaş ağırlık stres indeksi
KMSİ	Kuru madde stres indeksi
EC <sub>w</sub>	Elektriksel iletkenlik
dS.m <sup>-1</sup>	desisiemens
T.A.	Taze ağırlık
NaCl	Sodyumklorür

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Çevresel stres faktörleri ve bunların çoklu ilişkileri (Larcher 1995, Horasan 2010).....	12
Şekil 3.1 a ve b. Kabakların yetiştirildiği araziden görünüm, c. Kabakta erkek çiçek d. Dişi çiçeğin elle yapay olarak tozlanması (kendileme), e. Kendilenmiş dişi çiçek (Ellialtıoğlu 2009), f. Kendilenmiş kabak tohumları.....	51
Şekil 3.2 Denemede yer alan yerli kabak genotiplerinden bazılarında tohum almak üzere kendilenmiş meyvelerin görünüşü.....	52
Şekil 3.3 Su kültürünün kurulduğu iklim odasından ve gelişen kabak fidelerinden görünüm.....	55
Şekil 3.4 Tuz uygulamasının yedinci gününde ölçüm ve analizler için alınarak kullanılan fideler (soldakiler kontrol, sağdakiler tuz uygulamasından alınan fidelerdir).....	57
Şekil 3.5 a. Örneklerin nitrik asit çözeltisinde bekletilmesi, b. Süzme işleminin uygulama aşamasından görünüm.....	58
Şekil 3.6 Kabakta ( <i>C.pepo</i> cv.Sakız) kotiledon ve hipokotil dokularından kallus elde etme amacıyla yapılan denemedeki bazı büyüme düzenleyici kombinasyonlarından örnekler.....	61
Şekil 3.7 Aseptik koşullarda a.Besin ortamının kavanozlara doldurulması, b.Dikim için hazır durumdaki steril kabin, c. Kabak tohumlarının yüzeysel sterilizasyonu,d.Tohum dikimi yapılmış besin ortamları.....	62
Şekil 4.1 Kontrol grubu kabak bitkilerinin gelişimi, b. Tuz uygulanan kabak genotipleri arasında ortaya çıkan gelişme farklılıkları.....	66
Şekil 4.2 100 mM tuz uygulanan 26 kabak genotipinin 4 ve 7. günlerindeki gelişme indeks değerleri.....	68
Şekil 4.3 Denemede yer alan kabak genotipleri arasında indeks değeri en yüksek, tuza toleransı en düşük olan genotipler.....	72
Şekil 4.4 Denemede yer alan kabak genotipleri arasında indeks değeri orta, tuza toleransı da orta derecede olan genotipler.....	73
Şekil 4.5 Denemede yer alan kabak genotipleri arasında indeks değeri en düşük, tuza toleransı en yüksek olan genotipler.....	74
Şekil 4.6 Kontrol ve 100 mM tuz uygulamasının, 26 farklı kabak genotipine ait fidelerde, stresin 4. ve 7. günlerindeki bitki yaş ağırlıklarına etkisi.....	76
Şekil 4.7 Farklı kabak genotiplerine ait fidelere su kültüründe uygulanan 100 mM NaCl stresinin 4. ve 7. günlerindeki yaş ağırlık stres indeks değerleri (%)......	77
Şekil 4.8 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin köklerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Na <sup>+</sup> iyonu miktarları (µg/mg K.A.).....	80
Şekil 4.9 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövdelerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Na <sup>+</sup> iyonu miktarları (µg/mg K.A.).....	82
Şekil 4.10 100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Na <sup>+</sup> iyonu miktarları (µg/mg K.A.)...84	
Şekil 4.11 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasının ardından ölçülen Na <sup>+</sup> iyonu miktarları (µg/mg K.A.), a.4. gün, b. 7. Gün.....	87

Şekil 4.12	100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin köklerinden alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki $K^+$ iyonu miktarları ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ K.A.).....	90
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.)...	92
Şekil 4.14	100 mM tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki $K^+$ iyonu miktarları ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ ).....	94
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.....	97
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.).....	100
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.).....	102
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.).....	104
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.....	106
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.).....	110
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.).....	112
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.).....	114
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.....	117
Şekil 4.24	26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra ölçülen MDA miktarları ( $\mu$ mol/g T.A.).....	119
Şekil 4.25	Tuz uygulamasından bir hafta sonra yapraklarda klorofil kaybı ve renk açılması.....	121
Şekil 4.26	26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra ölçülen klorofil miktarları ( $\mu\text{g}/\text{g}$ T.A.).....	124
Şekil 4.27	Toplam dört kabak genotipiyle kurulan ikinci su kültürü denemesi aşamasında kontrol bitkilerinin gelişmelerinden bir görünüm...	126
Şekil 4.28	Tuzlu koşullarda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltilisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin kök yaş ağırlıkları (g).....	127
Şekil 4.29	Tuzlu koşullarda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltilisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin yeşil aksam yaş ağırlıkları (g).....	128

Şekil 4.30	Tuz stresinin iki farklı kabak genotipinde neden olduğu farklı zararlanma dereceleri. A. İskenderun-4 genotipi, B. ÇÜ-7 genotipi.....	129
Şekil 4.31	Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltilisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin MDA miktarları ( $\mu$ mol/g T.A).....	131
Şekil 4.32	Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltilisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin klorofil miktarları ( $\mu$ mol/g T.A).....	132
Şekil 4.33	Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltilisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin yapraklarındaki süperoksit dismutaz enzim aktiviteleleri ( $\mu$ mol/dak/mg T.A).....	134
Şekil 4.34	Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltilisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin yapraklarındaki katalaz enzim aktiviteleleri ( $\mu$ mol/dak/mg T.A).....	135
Şekil 4.35	Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltilisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin yapraklarındaki glutasyon redüktaz enzim aktiviteleleri ( $\mu$ mol/dak/mg T.A).....	137
Şekil 4.36	Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltilisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin yapraklarındaki askorbat peroksidaz enzim aktiviteleleri ( $\mu$ mol/dak/mg T.A).....	138
Şekil 4.37	Tuza tolerant ve duyarlı kabak genotiplerinin tuzlu (50 mM NaCl) ve tuz içermeyen kontrol ortamlarında 21 gün süreyle geliştirilen hipokotil dokularından görünümleler.....	144
Şekil 4.38	Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında kabak eksplantlarındaki SOD enzimi aktivitesi ( $\mu$ mol/dak/mg T.A).....	145
Şekil 4.39	Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında kabak eksplantlarındaki CAT enzimi aktivitesi ( $\mu$ mol/dak/mg T.A).....	147
Şekil 4.40	Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında kabak eksplantlarındaki GR enzimi aktivitesi ( $\mu$ mol/dak/mg T.A).....	148
Şekil 4.41	Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında kabak eksplantlarındaki APX enzimi aktivitesi ( $\mu$ mol/dak/mg T.A).....	149



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan kabak genotiplerinin denemelerdeki numarası,kodu, çeşit adı veya toplandığı yöreye göre verilen isimleri, temin edildiği yer.....	50
Çizelge 3.2 Hoagland besin çözeltisinde bulunan besin maddeleri ve Konsantrasyonları.....	54
Çizelge 3.3 MS temel besin ortamında bulunan besin maddeleri ve konsantrasyonları (Murashige and Skoog 1962).....	61
Çizelge 4.1 100 mM tuz uygulamasında genotiplerin göstermiş oldukları reaksiyonun 0-5 skalasına göre ortalamaları ve istatistiksel gruplandırmalar.....	67
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.....	70
Çizelge 4.3 Kabaklarda, 7 günlük tuz stresi sonunda bitkilerdeki yaş ağırlık ortalamaları (g/bitki), yaş ağırlık stres indeks (YASİ) değerleri (%) ve istatistiksel gruplandırmalar.....	75
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 <sup>+</sup> miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µ g/mg K.A).....	79
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 <sup>+</sup> miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A).....	81
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 <sup>+</sup> miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A).....	83
Çizelge 4.7 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra Na <sup>+</sup> iyonu miktarları (µg/mg K.A).....	85
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 <sup>+</sup> miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A).....	89
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 <sup>+</sup> miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A).....	91

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 ( $\mu\text{g}/\text{mg K.A}$ ).....	93
Çizelge 4.11	26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra $K^+$ iyonu miktarları ( $\mu\text{g}/\text{mg K.A}$ ).....	95
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 ( $\mu\text{ g}/\text{mg K.A}$ ).....	99
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 ( $\mu\text{ g}/\text{mg K.A}$ ).....	101
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 ( $\mu\text{ g}/\text{mg K.A}$ ).....	103
Çizelge 4.15	26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra $Ca^{+2}$ iyonu miktarları ( $\mu\text{g}/\text{mg K.A}$ ).....	105
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 ( $\mu\text{g}/\text{mg K.A}$ ).....	109
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 ( $\mu\text{g}/\text{mg K.A}$ ).....	111
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 ( $\mu\text{g}/\text{mg K.A}$ ).....	113
Çizelge 4.19	26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra $Cl^-$ iyonu miktarları ( $\mu\text{g}/\text{mg K.A}$ ).....	115

Çizelge 4.20	26 farklı kabak genotipine ait fidelerin yapraklarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra ölçülen MDA miktarları ( $\mu$ mol/g T.A.) ve kontrole göre artış oranları (%).....	118
Çizelge 4.21	26 farklı kabak genotipine ait fidelerin yapraklarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra bitkilerdeki toplam klorofil miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde kayıplar ( $\mu$ g/mg T.A.).....	122
Çizelge 4.22	Tuz (100 mM NaCl) uygulaması ve kontrol ortamında, 7 gün boyunca büyütülen kabak genotiplerinin kök ve yeşil aksam yaş ağırlıkları (g) ile kontrole göre kayıp oranları (%).....	126
Çizelge 4.23	Tuz (100 mM NaCl) uygulaması ve kontrol ortamında, 7 gün boyunca büyütülen kabak genotiplerinin, malondialdehit (MDA) ve klorofil miktarları ile bu maddelerin kontrole göre artış ve azalışları ( $\mu$ mol/g T.A.).....	130
Çizelge 4.24	Tuz (100 mM NaCl) uygulaması ve kontrol ortamında, 7 gün boyunca büyütülen kabak genotiplerinin, yapraklarındaki SOD enzim aktivitesi ( $\mu$ mol/dak/mg T.A.) ve kontrole göre değişimi (%)...133	
Çizelge 4.25	Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltilinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin yapraklarındaki katalaz enzim aktivitesi ( $\mu$ mol/dak/mg T.A.) ve kontrole göre değişimi (%).....	135
Çizelge 4.26	Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltilinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin yapraklarındaki GR enzim aktivitesi ( $\mu$ mol/dak/mg T.A.) ve kontrole göre artışı (%).....	136
Çizelge 4.27	Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltilinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerinin yapraklarındaki APX enzim aktivitesi ( $\mu$ mol/dak/mg T.A.) ve kontrole göre artışı (%).....	138
Çizelge 4.28	Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında geliştirilen hipokotil dokularındaki SOD enzimi aktivitesi ( $\mu$ mol/dak/mg T.A.)....	145
Çizelge 4.29	Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında geliştirilen hipokotil dokularındaki CAT enzimi aktivitesi ( $\mu$ mol/dak/mg T.A.).....	146
Çizelge 4.30	Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında geliştirilen hipokotil dokularındaki GR enzimi aktivitesi ( $\mu$ mol/dak/mg T.A.).....	148
Çizelge 4.31	Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında geliştirilen hipokotil dokularındaki APX enzimi aktivitesi ( $\mu$ mol/dak/mg T.A.)...149	

## 1. GİRİŞ

Stres, bitkinin üretkenliğini sınırlayan ya da biyokütle birikimini düşüren herhangi bir çevresel etmen olarak tanımlanır (Grime 1979). Toprak ya da su tuzluluğu, önde gelen stres faktörlerinden biri olup, bitkisel üretimi önemli ölçüde kısıtlayabilir (Shannon 1998).

Dünyada tarım yapılan toprakların yaklaşık %40'ının tuzluluk problemi altında olduğu ifade edilmektedir (Serrano ve Gaxicola 1994). Ghassemi vd. (1995) dünyadaki sulanabilir alanların %20'sinin tuzluluk ile etkilendiğini bildirirken, Lopez ve Satti (1996) sulama sularının tuzluluğu açısından bir değerlendirme yapmıştır. Bu değerlendirmeye göre, dünya yüzeyinde 1400 km<sup>3</sup> su bulunduğunu ve bunun % 97.4'lük kısmının tuzlu su olduğunu ileri süren araştırmacılar, dünyada sulanabilir 237 milyon hektar alanın 30 milyon hektarlık bölümünün tuzlu sular tarafından zarar gördüğünü ve 80 milyon hektarlık bölümünün ise değişik düzeylerde etkilendiğini belirtmektedirler. Bu durumda tuzluluğun giderek yaygınlaşan ciddi bir stres faktörü olduğu açıkça görülmektedir. Çevik (1986), Türkiye topraklarının toplam alanınının 78 milyon hektar olduğunu, bunun % 35.6'sının işlenebilir arazi olup, bu alanların % 3.2'sinin tuzluluk problemine sahip olduğunu belirtmektedir. Ülkemizde yaklaşık 1.512.772 ha alan NaCl tuzluluğunun etkisi altındadır (Dinç vd. 1993). Bunun dışında, 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 da bilinmektedir (Sevgican 1999).

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 alınımının 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).

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 kullanılabilir 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 seyreitse 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 sürdürme 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 açıklanamamış 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. Fasulye, turp, havuç ve soğan türleri tuza en fazla duyarlı grupta yer alırken ( $1.5-3 \text{ dSm}^{-1}$ ), lahana, patates, domates, karnabahar, tatlı patates, baş salata, kereviz, karpuz, kavun, hıyar ve biber orta düzeyde duyarlı ( $3-5 \text{ dSm}^{-1}$ ), ıspanak, kırmızı pancar, kabak ve kuşkonmaz ise toleransı daha yüksek bitkiler arasında sıralanmaktadır (Knott 1996, Maas ve Hoffman 1977, Maas 1990).

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. Ancak günümüzde tuza toleransın belirlenmesinde bitki doku ve organellerinde iyon ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ ) birikimi, bitkide taşınımı ve dağılımı ile bu iyonların birbirine olan oranları ( $\text{K/Na}$ ) (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).

Tuzluluk, diğerk abiyotik stres faktörlerinden olan yüksek ve düşük sıcaklık, kuraklık ve mineral element eksikliğinden kaynaklanan stres faktörlerinde olduğu gibi bitkilerde karbon metabolizmasını ve elektron taşınım aktivitesini engellemektedir (Gueta Dahan vd. 1997; Sreenivasulu vd. 2000). Tuz stresi altındaki bitkiler su kaybını azaltmak için stomalarını kapatmakta, böylece CO<sub>2</sub> gazının girişı engellenmektedir. Bunun sonucu olarak CO<sub>2</sub> fiksasyonu azalmaktadır (Brugnoli ve Lauteri 1991, Makela vd. 1999). Karbondioksit fiksasyonunda kullanılmayan elektronlar ile absorbe edilen ışık enerjisi O<sub>2</sub>'in aktivasyonunda, yani radikallerin sentezlenmesinde kullanılmaktadır (Hallewel ve Gutteridge 1985). Karanlık (2001) tarafından da açıklandığı gibi, stres altındaki bitkide artan düzeylerde sentezlenen serbest radikaller hücrelere zarar vermekte, özellikle yavaşlama sürecine giren fotosentezin etkinliği daha da sınırlanmaktadır. Sentezlenen serbest oksijen radikalleri, protein membran lipitleri ve nükleik asitler ile klorofil gibi hücre komponentlerini de bozmaktadır (Fridovich 1986, Davies 1987). Şimdiye kadar yapılmış pek çok araştırma, tuz stresi altında yetişen bitkilerde görülen nekrozların oksijen radikallerince gerçekleştirilmiş olan lipid tahribatından; klorozların ise oksijen radikallerinin klorofilleri parçalamasından kaynaklandığını göstermektedir (Salin 1987, Streb ve Feirabend 1996).

Stres altındaki canlıların genelinde olduğu gibi bitkilerde de stres karşısında serbest oksijen radikallerini zararsız bileşiklere dönüştüren antioksidant miktarları ve antioksidant enzim aktiviteleri yüksek olduğunda, o bitkiler oskidatif zararlanmaya karşı daha dayanıklı olmaktadırlar. Bitkideki kloroplastlar, toksik oksijen türevlerine karşı antioksidatif savunma sistemlerine sahip olup, bu antioksidantların başında vitamin E, vitamin C, glutasyon ve karotenoidler (beta-karoten ve zeaxanthin) gelmektedir (Karanlık 2001). Süper oksit dismütaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), glutasyon redüktaz (GR), katalaz (CAT) gibi enzimler serbest oksijen radikallerinin yok edilmesinde en etkin antioksidatif enzimler olarak bilinmektedirler (Cakmak ve Marschner 1992, Cakmak 1994, Gossett vd. 1994a).

Kabakgiller, dünya üzerinde yetiştiriciliği yapılan *Cucurbitaceae* familyasına ait 118 adet cins ve toplam 825 adet türden oluşmaktadır (Bisognin 2002). *Cucurbitaceae* familyasında en fazla kültürü yapılan türler, yazlık kabaklar (*Cucurbita pepo* L.), kışlık



kestane kabakları (*Cucurbita maxima* Duch.) ve kışlık bal kabakları (*Cucurbita moschata* Pour.)'dır (Paris 2001). Bu familyadaki türlerin arasında önemli yer tutan kabak, meyvesinden yararlanılabildiği gibi, çiçeklerinden ve tohumlarından da faydalanılan bir ürün olarak farklılık kazanmaktadır. Smith (1997)'in belirttiğine göre; kabakların 10.000 yıl önce Oaxaca (Meksika)'da yaşayan Guila Naquits yerlileri tarafından yetiştirildiği, mısır ve fasulyeden yaklaşık 4000 yıl önceye ait arkeolojik kazılarda kabak bitkisinin bulunduğu dair kanıtlara rastlanmıştır. Dolayısıyla Meksika'nın yüksek bölgeleri ve Orta Amerika'nın kuzey kısımları, *Cucurbita pepo* L.'nin anavatanı olarak kayıtlara geçmiştir (Bisognin 2002). Kabağın ilk kültüre alındığında meyvelerini acı ve zehirli olabildiği, bu nedenle kültüre alınma nedeninin besleyici ve daha az acı olan tohumları olduğu Robinson (2005) ve Paris (2001) tarafından ifade edilmektedir. Amerika'nın keşfinden sonra kabağın dünyanın diğer ülkelerine taşınması deniz yoluyla olmuş ve gittiği yerlerde diversifikasyona da uğrayarak yeni tipler oluşturmuş, böylece önemli ve sevilen bir sebze türü haline gelmiştir (Paris vd. 2006). Kabağın Avrupa'da bilindiği 1500'lü yıllarda Roma'da figürlerine rastlandığı çeşitli kayıtlarda yer almaktadır (Janick ve Paris 2005).

*Cucurbita pepo* L. türünün anavatanı olarak bilinen A.B.D. ve Meksika en fazla üretim miktarına sahip iken, Akdeniz ülkelerinden Türkiye, İtalya ve Mısır da dünya kabak üretiminin üçte birini karşılamaktadır (Paris 1996).

Genetik çeşitlilik bakımından kabakgillerde önemli bir yere sahip olan Türkiye'de (Sarı vd. 2008), kabaklar genel olarak üç ana grupta toplanmaktadır: Yazlık kabaklar, Kışlık kabaklar ve Süs kabakları. Yazlık kabaklar arasında yer alan sakız kabağı ve zucchini tipindeki ince ve uzun kabakların yanı sıra *C.pepo* L. botanik sınıfı içinde yer alan bir başka yazlık kabak grubunu da çerezlik veya çekirdek kabakları oluşturmaktadır (Yanmaz ve Düzeltir 2003). Bununla birlikte ülkemizde az miktarda da bal kabağı (*C. moschata* Pour.) ve kestane kabağı (*C.maxima* Duch.) tohumları çerezlik olarak kullanılmaktadır (Yanmaz vd. 2008).

Toplam sebze üretiminin yaklaşık olarak 26 milyon ton olduğu ülkemizde, bu değer 8 milyon tonunu ve %30'luk bir bölümünü kabakgiller familyasına ait türler (karpuz, kavun, kabak, hıyar) oluşturmaktadır (Anonim 2008). Kabak üretim değerlerini tiplerine göre ayırdığımızda, sakız kabağının 279 351 ton, balkabağının 80 915 ton, çerezlik kabağın ise 378 000 ton olarak istatistiklerde yer aldığını görmekteyiz. Toplam 378 606 ton'luk üretim değeriyle Türkiye, dünya kabak üretiminde Çin, Hindistan, Rusya Federasyonu, İran, Mısır, Amerika Birleşik Devletleri'nden sonra 10. sırada gelmektedir. Üretim alanı bakımından ise 9 896 ha sakız kabağı, 3 688 ha balkabağı ve 24 952 ha çerezlik kabak üretim alanı miktarları ile, dünyada Çin, Hindistan, Kamerun, Küba, Rusya Federasyonu, İran, Mısır, Amerika Birleşik Devletleri'nden sonra toplam 38 536 ha değeriyle 9. sırada yer almaktadır (Anonymous 2007a, Anonim 2009a, Ermiş 2010).

Kabak, sahip olduğu değişik tipleri ve türleri sayesinde Akdeniz sahil kuşağında seralarda üretimi yapılan bir sebze türü olduğu gibi, açık alanlarda da hemen hemen her bölgede yetiştirilebilen, çerezlik kabakların Trakya'da ve İç Anadolu'da ağırlık kazandığı, geniş yayılıma sahip bir sebze türüdür. Tuzlanma sorununun gün geçtikçe artması ve yaygınlaşması, sebze tarımında tuzluluğa tolerant genotiplerin belirlenmesi gereksinimini ortaya çıkartmaktadır. Özellikle Nevşehir ve çevresindeki kurak yaz koşullarına rağmen hiç sulama yapılmadan yetiştiriciliği yapılan kabaklar, kurak ve yarı kurak ekolojilerde tuzluluk sorunu olan toprakları değerlendirilmesinde iyi bir alternatif olabileceğini akla getirmektedir. 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. Örtü altında yetiştirilen yemeklik ince ve uzun kabakların dışında balkabağı, kestane kabağı ve çerezlik kabaklarda üretim, çoğunlukla yöresel populasyon materyalleri kullanılarak yapılmaktadır. Genetik materyal bakımından sahip olunan eşsiz zenginliğimize rağmen ıslah edilmiş çeşitlerimizin azlığı, verim ve kalite özellikleri yüksek fakat ülkemizin pazar isteklerine tam olarak uymayan yabancı çeşitleri ülkeye girmesine neden olacağından, bu durum yerli materyalimizin kaybolup gitmesine yol açabilecek çok riskli bir sonucu işaret etmektedir. Çevresel streslere karşı tolerant çeşitlerin

bulunmaması, olumsuz koşullarda yetiştiricilik yapıldığında önemli derecede ürün ve kalite kaybına yol açmaktadır. 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.

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.

Tuza karşı gösterilen tepki bakımından bitki türleri ve çeşitleri, hatta organları arasında fizyolojik ve metabolik değişimler bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır (Belkhodja 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. 2007a, b.). Ayrıca yöresel

Şereflikoçhisar kavunlarında da yapılan çalışma, iyon dengesinin ve hücre zarı hasarındaki değişimlerin, tuz stresine toleransta önemli rol oynadığını bir kere daha onaylamıştır (Demir 2009). Bir başka kabakgil grubu olan kabaklarda gerçekleştirilen bu çalışmada da;

- Türkiye'nin değişik yörelerinden toplanmış olan kabak populasyonlarının tuza tolerans durumlarının belirlenmesi;
- Populasyonlar arasında tuza tolerans bakımından bir farklılık bulunup bulunmadığının belirlenmesi;
- Tuza tolerans seviyesini ortaya koymada etkin seçim parametrelerini araştırmak;
- Kabakta antioksidant enzim aktiviteleri ile tuza tolerans yeteneği arasındaki ilişkiyi hem bitkide (*in vivo*), hem de kallus kültüründe (*in vitro*) ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

### 2.1 Stres ve Bitkilerde Tuz Stresi

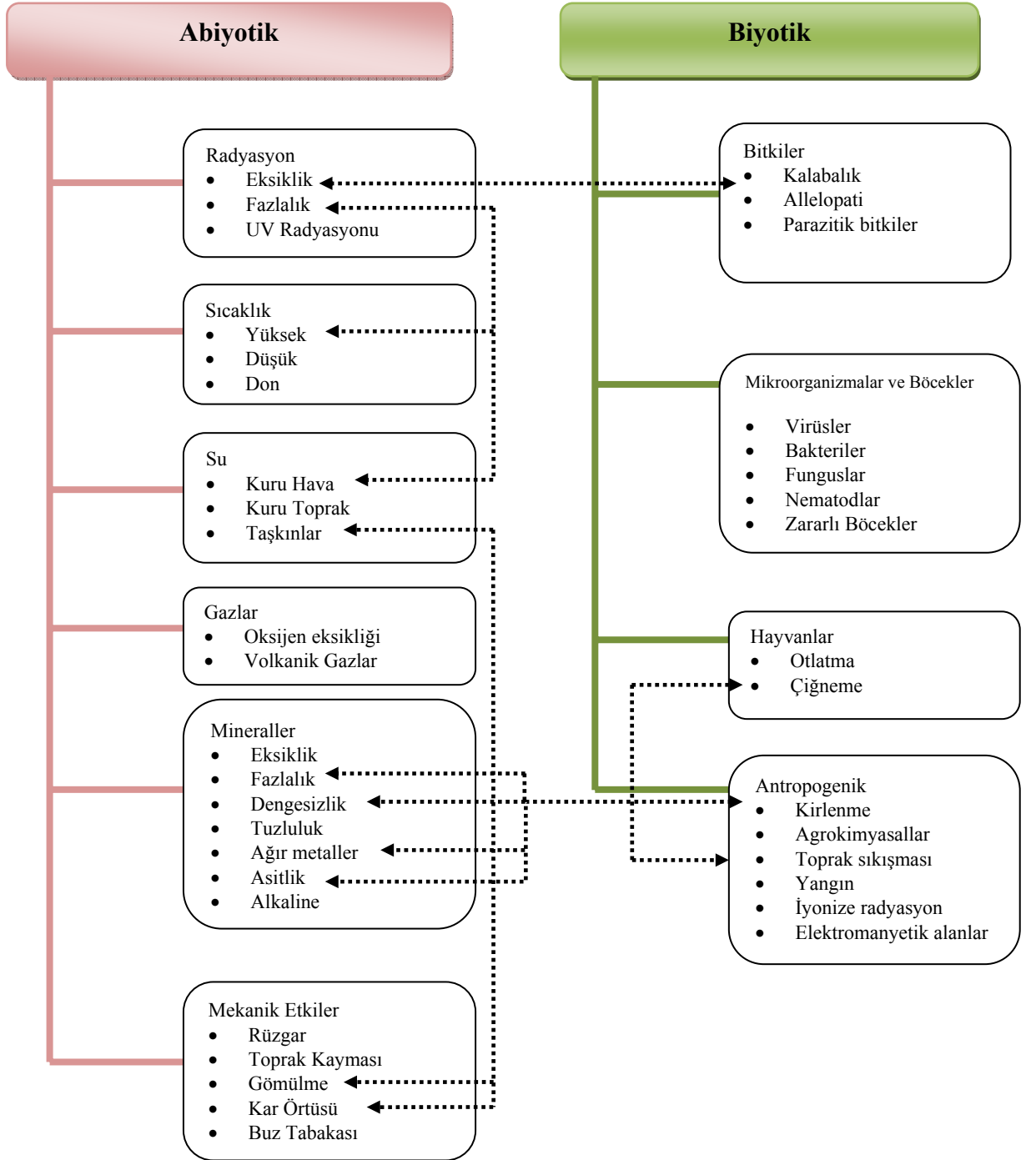
Bitkiler, çok değişik koşullara adapte olarak yeryüzünde hemen hemen her türlü ortamda hayatta kalmayı başarabilirler. Fakat genel olarak türler, belirli koşul ve ortamlarla sınırlı kalırlar ve bu da onların kendilerine ait doğalarını ifade eder. Değişen koşulların oluşturduğu evrimsel baskıya bağlı olarak türler, geniş bir yelpazede seyreden ve hatta uç değerler gösteren çevresel koşullara uyum ve tolerans gösterebilme yönünde evrimleşmişlerdir. Biyotik ve abiyotik faktörlere karşı bitkinin verdiği yanıt, kısa dönemli fizyolojik ya da evrimsel mekanizmalar sonucu ortaya çıkan daha uzun dönemli adaptasyon şeklinde olabilir. Bu noktada stres, bitkinin herhangi bir şekilde uyum sağlayamadığı, hayatta kalma ve üremesini gerçekleştiremediği koşul ya da koşullar olarak tanımlanmaktadır (Hawkesford ve Buchner 2001, Horasan 2010).

Stres ve strese tolerans kavramları birbirleriyle yakından ilişkilidir. Stres toleransı bitkinin uygunsuz ortam koşulları ile başa çıkabilme potansiyelidir (Taiz ve Zeiger 2008). Bitkiler fizyolojik yanıt mekanizmalarını devreye sokarak fenotipik plastisite yoluyla stres koşullarına uyum sağlayabilirler (Via vd. 1995) ve bu durum çoğunlukla strese tolerans olarak ifade edilir. Bitkilerin gelişim, canlılık ve üretkenliklerini koruyabilmek amacıyla, metabolizma ya da morfolojilerini değiştirme yoluna gidebilme kapasiteleri, stres koşullarına dayanıklılıklılık ya da tolerans olarak yorumlanmaktadır. Adaptasyon, gelişimde gerileme ile sonuçlanabilse dahi, zor koşullar altında hayatta kalma ve üremeye olanak sağlar (Hawkesford ve Buchner 2001).

Bitki yaşamını kısıtlayabilen stres faktörleri, biyotik ve abiyotik olarak sınıflandırılarak, ışık, oksidatif stres, yüksek ya da düşük sıcaklık, besinsel dengesizlikler, su, tuzluluk, toksik metal konsantrasyonları ve patojen saldırıları olarak sıralanabilir. Biyotik ve abiyotik faktörler ile bunların çoklu ilişkileri Şekil

2.1'de görülmektedir. Diğer bir sınıflandırma şeklinde ise stres faktörleri, doğal ve antropogenik olarak gruplandırılabilir. Bu durumda doğal olarak nitelendirilen faktörler, insan etkisinin dışında gelişen her türlü stres durumunu kapsar. Antropogenik stres ise herbisitler, fungusitler, pestisitler, hava kirleticiler, fotooksidanlar, ozon, asit yağmurları, yanlış sulama ve gübre uygulamaları, ağır metaller, artan UV radyasyonu ve CO<sub>2</sub> emisyonu gibi faktörleri ifade eder.

## STRES FAKTÖRLERİ



Şekil 2.1 Çevresel stres faktörleri ve bunların çoklu ilişkileri (Larcher 1995, Horasan 2010)

Bitkilerde görülen tuz stresi, NaCl tuzu başta olmak üzere genellikle sodyum tuzları nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Tuzluluk sorununa neden olan bileşikler klorürler (NaCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>), sülfatlar (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>), nitratlar (Na<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>), karbonatlar ve bikarbonatlar (CaCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub>) 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).

Doğada bitkiler tuza tolerans bakımından halofitler (tuzcul bitkiler) ve glikofitler (yüksek tuz yoğunluklarından etkilenen ve zarar gören bitkiler) olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. 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. Diğer bir deyişle çoğu tarım bitkisi yüksek tuz konsantrasyonlarına karşı duyarlıdır (Levitt 1980, Ellialtıoğlu ve Tıprıdamaz 1998 ).

Tuz stresi, tarımsal üretim ve verimi sınırlandıran en önemli çevresel etmenlerden birisidir. Tuzluluğun tarımda yılda yaklaşık 12 milyon dolar zarara neden olduğu belirlenmiş ve bu değer in toprak tuzluluğundaki artış ile birlikte yükselebileceği öngörülmektedir (Ghaessami vd. 1995). 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 1992) kök büyümesi ve gelişmesinin de tuzluluktan benzer biçimde etkilendiği ortaya konmuştur. Tuz stresi bitkinin ölümüne neden olabileceği 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 vd. 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:

- Su eksikliği (su stresi),
- Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının fazla miktarda alınması nedeniyle oluşan iyon toksisitesi,
- İyon taşınımında ortaya çıkan dengesizlik nedeniyle hücre içindeki sıvının mineral yapısının ve Ca<sup>++</sup> dengesinin bozulması.

Gürel ve Avcıoğlu (2001)'na göre tuzun zararlı etkileri şu şekilde özetlenebilir:

*Köklerde su alımının azalması:* Toprakta tuzun varlığı kurak şartlar altında önemli derecede şiddetlenerek kök hücrelerinin osmotik potansiyelini artırmaktadır. Ekstrem tuz stresi altında kökler yalnızca topraktan suyu almakta başarısız olmamakta, bunun yanı sıra bünyelerindeki suyu da kaybedebilmektedirler.

*Hücre duvarlarının genişlemelerinin engellenmesi:* Gelişme doku hacminde dönüşümsüz bir ilerlemedir. Bu durum, hücre genişlemesi veya hücre bölünmesi ile gerçekleşebilir. Tuzlu koşullar altındaki bir bitkide tuz, hücre genişlemesini durdurarak büyümeyi engellemekte, fakat bu olay geri dönüşümlü olarak gerçekleşebilmektedir.

*Yaprak yanıklığı, uç yanıklığı ve benekli nekrozlar, azalan fotosentez:* Na katyonu ve Cl anyonu ile yeşil aksamda meydana gelen zararlı etkiler radyoaktif markerlerle belirlenmiştir. Fotosentetik kapasite açısından sonuçta her iki iyon kayda değer biçimde fotosentezi ve karbonhidrat asimilasyonunu engelleyebilmekte ve bu yüzden şayet düzeltilmezse ürünlerin ekonomik değerinde olumsuz sonuçlara sebep olabilmektedir. NaCl'nin zarar belirtileri sodyumunkinden çok daha önce başlamaktadır. Tipik olarak klor stresinin belirtisi yaprak ortasında yanma ve yeşil uç yanıklığıdır. Uç yanıklığı ve yanık kloraza neden olmaktadır. İleri safhalarda nekrotik doku, yaprağın %50'sini veya

daha fazlasını kaplayabilmekte ve sonuç olarak bitkinin fotosentetik aktivitesinde büyük bir azalışa neden olmaktadır. Çeşitli bitkilerde sodyumun dağılımı büyük önem taşımaktadır. Yapraklarda bu iyonun konsantrasyonları çok düşük olmasına karşın köklerde yaygın olarak daha fazla bulunur.

*Hücre bölünmesi, hücre genişlemesi, yaprak büyüklüğü ve tüm bitkinin gelişmesinde azalma:* Bitkiler bu tür abiyotik şartlara uyum sağlamak için kendi fizyolojik aktivitelerini değiştirmekte, yeni savunma stratejileri geliştirmekte ve böylece olumsuz şartlara karşı duyarlılığını azaltmaya çalışmaktadır.

Tuzluluğun bitki anatomisi ve morfolojisi de dahil tüm metabolizmasını etkileyen bir faktör olduğunu vurgulayan Levitt (1980) ise, tuz stresinden kaynaklanan iyon toksisitesini birincil derecede etkili stres faktörü; bunun ardından oluşan su alınınının 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.

## **2.2 Tuzluluğun Bitki Büyüme ve Gelişimi Üzerine Etkileri**

Tuzluluk bitkilerde genel olarak bodurlaşma ile sonuçlanmaktadır (Cherian vd. 1999, Takemura vd. 2000). Tuzluluk stresine verilen ilk yanıt, artan konsantrasyonlarla beraber yaprak yüzey alanında meydana gelen azalmalar şeklinde olmaktadır (Wang ve Nil 2000). Öte yandan tuzluluğun, yaprak, gövde ve köklerin yaş ve kuru ağırlıklarında da kayda değer bir düşüşe neden olduğu gözlenmiştir (Chartzoulakis ve Klapaki 2000). Turpta (*Raphanus sativus*) toplam kuru ağırlığın, yüksek tuz konsantrasyonlarında azaldığı gözlenmiş ve bu düşüşün %80'i yaprak alanı ve ışık emiliminin azalmasına bağlı bulunurken, %20'sinde ise stomatal iletkenlikte meydana gelen azalmanın etkili olduğu ileri sürülmüştür (Marcelis ve Van Hooijdonk 1999). Tuzluluk, domateste gövde

ağırlığı, bitki boyu, bitki başına düşen yaprak sayısı, kök uzunluğu ve kök yüzey alanında (Mohammad vd. 1998); pamukta ise kök, gövde ve yaprak biyokütlesinde azalmaya, kök/gövde oranında ise artışa neden olmuştur (Meloni vd. 2001).

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). Cho 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  $\text{Na}^+$  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.  $\text{Ca}^{+2}$  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  $\text{NaCl}$  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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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 CO<sub>2</sub> 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 çıkmakta, 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.

### **2.3 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 döllenme 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 (Asch 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 stoplazmadan 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 tolerant 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 glikofitlerde inorganik iyon biriktirme mekanizmasının iyi çalışabildiğini, bu mekanizma sayesinde tuzlu koşullarda dış ortamdaki su potansiyeli düşük olduğu zaman turgorluluğun aynı düzeyde tutulabildiğini belirtmektedirler. Buna karşılık glikofitlerde tuz zararının fazla iyon birikmesine bağlı olduğunu ve bu birikimin büyümeyi engellediğini gösteren kanıtlar bulunmaktadır (Greenway ve Munns 1980, Weimberg 1986).

Stres faktörünün etkisine maruz kalan bitkilerde hücrede sentezlenen ve yine hücre içerisinde stoplazma 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 kültürü 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 görülürken, tuzun yanında besin ortamlarına prolin veya glisinbetain ilave edilmesi, embriyoların gelişimi üzerine olumlu etkide bulunmuştur. Bu alışma 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 ozmoregülatör olarak görev yaptığı (WynJones ve Storey 1978), bazıları stres sonrası dönemde azot miktarı ve enerjinin korunmasında rol oynadığı (Barnett ve Taylor 1966) yönünde görüşler ne srmşlerdir.

#### **2.4 Tuz Stresine Bitkiler Tarafından Verilen Yanıtlar ve Uyum Mekanizmaları**

Bitkiler tuzluluk stresine karşılık genel olarak iki farklı mekanizma ile yanıt vermektedirler: Tuzdan sakınım (exclusion) ve tuzu kabullenme (inclusion).Tuzdan sakınım mekanizmasına sahip olan bitkiler, tuzu bünyelerinden uzak tutarak hücre içindeki tuz konsantrasyonunu sabit olarak koruyabilmekte ve böylece toksisitenin önüne geçebilmektedirler. Tuzu kabullenme mekanizmasına sahip bitkilerde ise Na ve Cl iyonlarına doku toleransı gösterilmekte yani, Na iyonu fazlaca alındığı halde, zararlanma belirtisi gözlenmemekte veya çok az gözlenmektedir. Bu tip bitkilerde tuzun hücreler içinde tutulduğu ve özelleşmiş hücrelerde biriktirildiği bilinmektedir (Levitt 1980).

Tuzluluğa karşı bitkilerin gösterdiği uyum mekanizmaları daha geniş anlamda şu şekilde sıralanabilir (Parida ve Das 2005):

- İyonların seçimli birikimi ya da uzaklaştırılması
- İyonların köklerden alımının ya da yapraklara taşınımının kontrolü,
- İyonların hücresel ya da tüm bitki bazında özel bölmelerde biriktirilmesi,
- Osmotik olarak uyumlu bileşiklerin sentezi,
- Fotosentetik yollarda meydana gelen değişimler,
- Zarların yapılarında meydana gelen değişimler,

- Antioksidant enzim sentezi ve aktivitesinde artış,
- Bitkisel hormonlarla yapılan düzenlemeler,

Tuza uyum mekanizmaları basit ve daha kompleks olmak üzere ikiye ayrılabilir (Parida ve Das, 2005). Basit mekanizmalar, çeşitli biyokimyasal yollardan meydana gelen değişimleri ifade ederken, daha kompleks mekanizmalar, fotosentez ve solunum gibi hücre yaşamında önem teşkil eden başlıca süreçleri tuzun zararlı etkilerinden koruma görevi üstlenmişlerdir. Bu duruma ilişkin diğer bazı örnekler, hücre iskeleti, hücre duvarı, plazma zarı ile hücre duvarı etkileşimlerinde meydana gelen bozulmalar ile (Botella vd. 1994), kromozom ve kromatin yapısında meydana gelen değişimler, diğer bir deyişle DNA metillenmesi, poliploidisi, belli sekansların amplifikasyonu veya DNA eliminasyonu gibi olgulara karşı geliştirilen mekanizmalardır (Walbot ve Cullis 1985). Kompleks koruma mekanizmaları için, basit mekanizmaların eşgüdümü olarak indüklendiğine inanılmaktadır (Bohnert vd. 1995).

## **2.5 Serbest Oksijen Radikalleri ve Bunlara Karşı Bitkiler Tarafından Geliştirilen Fizyolojik Mekanizmalar**

Bitkiler herhangi bir stres faktörü ile karşı karşıya kaldıklarında fotosentetik karbon metabolizması ve elektron taşınım aktivitesinde azalma meydana gelmektedir. Tuz stresi yaşayan bitkiler, kökler yoluyla bünyelerine fazla miktarda toksik olabilecek tuz iyonlarını su ile birlikte almamak için su alımını yavaşlatmakta, su kaybını azaltarak canlılığını sürdürebilmek için de stomalarını kapatmaktadırlar. Böylece fotosentezin temel maddelerinden biri olan karbondioksitin girişi de engellenmiş olmakta, CO<sub>2</sub> fiksasyonu azalmaktadır. Stres koşullarında, bitkilerde biyosentetik reaksiyonların gerilemesi ve ATP'ye olan gereksinimin azalması sonucunda mitokondri ve kloroplastlardaki elektron taşıma sisteminde elektron fazlalığı oluşabilmektedir (Eker 2002). Fotosentez için absorbe edilen ışık enerjisi ve açığa çıkan elektronlar, yeterli CO<sub>2</sub> olmadığından ve bu nedenle CO<sub>2</sub> indirgenmesinde kullanılmadığından, kloroplastlarda biriktirilmekte ve moleküler O<sub>2</sub>'in aktivasyonunda kullanılmaktadır. Bu tür olumsuz koşullarda, fotosentetik kaynaklı elektronlar ve pigmentler tarafından absorbe edilmiş olan enerji, CO<sub>2</sub> yerine moleküler O<sub>2</sub>'e aktarılmakta ve toksik etkileri çok yüksek olan

oksijen radikalleri ve türevleri oluşmaktadır (Okuda vd. 1991, Asada 1994, Foyer vd. 1994, Cakmak 1994). Bunlar süperoksit radikal ( $O_2^-$ ); hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ); hidroksil radikal ( $OH^\cdot$ ) ve singlet oksijen ( $^1O_2$ ) olarak adlandırılmaktadır (Çakmak 1994, Makela vd. 1999).

Tuz stresi altında açığa çıkan serbest oksijen radikallerinin bitkilerde hüresel düzeyde hasara yol açtığı bilinmektedir. Serbest oksijen radikalleri hücre zarlarında lipid peroksidasyonuna neden olmakta ve bu da hücre zarının tahrip olmasına yol açmaktadır. Toksik oksijen radikallerinin tuzluluğun da aralarında bulunduğu stres koşullarında artan oranlarda sentezlenmesi, özellikle ortamdaki ışık yoğunluğunun fazla olmasıyla daha da etkin olabilmekte; bitkilerdeki klorofil ve hücre zarı hasarı şeklinde ortaya çıkan fotooksidatif zararlara neden olmaktadır. Serbest oksijen radikalleri, öncelikle hücre zarlarının fosfolipidlerini (özellikle doymamış yağ asitlerini) (Fridovic,1986,Shalata ve Tal,1998,Sreenivasulu vd. 1999), proteinleri (Davies, 1987), nükleik asitleri (Fridovic, 1986, Imlay ve Linn, 1988) ve klorofili parçalamakta ve bu etkiler yüksek ışık yoğunluğunda daha da artmaktadır (Foyer vd. 1994,Cakmak vd. 1995,Eker,2002). Çeşitli araştırmalar, tuz stresi altında yetişen bitkilerde görülen nekrozların, oksijen radikallerince gerçekleştirilen hücre zarlarındaki lipit tahribatından; klorozun ise oksijen radikallerinin klorofili parçalamasından kaynaklı olduğunu göstermektedir (Heat ve Parker 1968, Salin 1987, Gepstein 1988, Gossett vd. 1994a, Streb ve Feierabend,1996).

Bitkiler, stres koşullarında ortaya çıkan serbest oksijen radikallerine karşı, bazı savunma mekanizmaları geliştirmiştir. Bunların bir kısmı enzimatik yollarla yapılan savunmalar ve toksik etkilerin ortadan kaldırılmasına yönelik tepkimeleri içermektedir, diğer bir kısmı ise enzimatik olmayan madde ve yollarla ilişkilidir. Diğer bir deyişle bitkiler kendilerini toksik  $O_2$  türevlerine karşı koruyan, değişik miktarlarda antioksidantlara ve antioksidatif enzimlere sahiptirler (Asada ve Takahashi 1987).

Enzimatik yollarla toksik oksijen radikallerinin zararsız formlara dönüştürülmesi, yalnızca bitkilerde değil, son yıllarda tüm canlılarda hücre tahribatının önüne geçmede etkin olarak literatüre geçmiştir. Süperoksit dismutaz (SOD) (EC 1.15.1.1), süperoksit radikalının detoksifikasyonundan sorumlu enzimdir. Gossett vd. (1994a)'nın deyişimiyle

SOD, süperoksitin ( $O_2^-$ ) en önemli öğütücüsüdür ve bu enzimatik aktivite,  $H_2O_2$  oluşumuyla sonuçlanır. Askorbat peroksidaz (APX) (EC 1.11.1.11) ve glutatyon redüktaz (GR) (EC 1.6.4.2) enzimleri ise, beraberce hidrojen peroksitin detoksifikasyonunda belirleyici rol oynamaktadır (Çakmak vd. 1993, Çakmak 1994).

Hidrojen peroksit, Kalvin döngüsünün tiyol içeren enzimlerinin oksidasyonunda ve böylece fotosentezin engellenmesinde doğrudan rol oynamaktadır (Tanaka vd. 1982). Katalaz (CAT) (EC 1.11.1.6), askorbat peroksidaz (Chen ve Asada, 1989) ve birkaç genel peroksidaz, hidrojen peroksitin parçalanmasını katalize etmektedir. Ancak Asada ve Takahashi (1987), katalazın etkisinin zayıf olması nedeniyle asıl detoksifikasyonun, 'askorbat-glutatyon döngüsü' olarak tanımlanan bir mekanizma sayesinde gerçekleştiğini bildirmektedir. Askorbat peroksidaz (APX), hidrojen peroksitin detoksifikasyonunda belirleyici ana rolü üstlenmiştir. Bu işlevi gerçekleştirmek için askorbat peroksidaz enzimi, askorbik asiti kullanmakta ve reaksiyon sonucunda monodehidro askorbat ile su, ürün olarak çıkmaktadır. Askorbat'a bağlı  $H_2O_2$  dönüştürme sistemi; APX'in yanında monodehidroaskorbat redüktaz (EC 1.6.5.4), dehidroaskorbat redüktaz (EC 1.8.5.1) ve glutatyon redüktaz (GR) enzimlerine de ihtiyaç duyar (Hossain vd.1984, Bowler vd. 1992). Bu enzimlerin işbirliği, zararlı aktif oksijenlerin olumsuz etkilerini gidermede büyük önem taşımaktadır. Hidrojenperoksitin zararsız hale getirilmesindeki reaksiyon sıralamasında önce askorbat peroksidazın enzimatik işlevi sonucunda monodehidroaskorbat radikalleri üretilmekte; bunlar NADPH-bağlı monodehidroaskorbat radikal redüktaz tarafından dehidroaskorbat'a indirgenmektedir. Dehidroaskorbat, enzimatik olmayan bir yolla glutatyon'un indirgenmesiyle ve dehidroaskorbat redüktaz enzimi aktivitesiyle enzimatik yolla askorbat'a indirgenir. Okside glutatyon, NADPH-bağlı glutatyon redüktaz enzimi sayesinde indirgenmiş bir yapıya dönüşür (Gossett vd.1994a).

Askorbik asit (askorbat), vitamin-E (-tokoferol), glutatyon, -karoten ve zeaksantin karotenoidi gibi bazı bilinen maddeler, bitkilerin stres koşullarında ortaya çıkarak toksik etki yapan serbest oksijen radikallerine karşı kullandığı başta gelen antioksidantlardır (Cakmak ve Marschner, 1992).

## 2.6 Tuza Toleransta Genotip Farklılıkları ve Tuza Tolerant Genotiplerin Seçiminde Kullanılan Parametreler

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 populasyonlardan seçim yapma kapsamında yoğunlaşırken, moleküler 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 aktarılarak elde edilen transgenik bitkilerin kuraklık ve don zararına da dayanıklı olabildiğini ifade etmektedir.

Modern biyoteknolojinin 1960'lı yıllardan beri tüm dünyada üzerinde çalışılan ve birçok yönüyle geleneksel biyoteknoloji kapsamında değerlendirilmeye başlanan bitki doku kültürleri; ıslahçılara ve bitki yetiştiricilerine büyük hizmetler sunmaktadır. Bunun yanında temel biyoloji çalışmalarında da yararlanılan doku kültürleri konularından olan kallus kültürleri; bitkilerin *in vivo* koşullarında gösterdikleri tepkileri hücresel düzeyde

*in vitro* koşullarında da verebilmektedirler. Smith ve McComb (1981), pancar, fasulye ve iki adet halofit bitki olan *Atriplex* ve *Suaeda*'yı hem *in vivo*, hem de *in vitro* koşullarında tuza tolerans testlerine almışlardır. *In vitro* gelişme parametresi olarak bitki ve kallus yaş ağırlığını kullanan araştırmacılar, pancar ve fasulyede tam bitki ve kallus gelişimlerinin birbirine paralel sonuçlar verdiğini; halofit türlerde ise iki farklı koşulda belirlenen sonuçların birbiriyle uyumlu olmadığını saptamışlardır.

Bitkilerde meyve şekli ve iriliği ile tuza tolerans arasında bir ilişkinin bulunduğu domateste çalışan bazı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Anastasio vd. 1987, Shanon vd. 1987). Caro vd. (1991)'nin konuyu incelemek amacıyla yaptıkları çalışma, bu bilgileri teyit etmektedir. Gerçekten de kiraz domatesi (cherry tomato) olarak adlandırılan domateslerin, normal irilikteki meyvelere sahip domates çeşitlerine göre tuz stresine karşı daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Picha (1986), küçük meyveli domateslerin, normal büyüklüktekilere oranla daha yüksek sukroz, indirgenmiş şekerler ve asitlere sahip olduğunu kaydetmiş; tuzluluk ile ilgili çalışan araştırmacılar da tuz toleransının bu özellikler ile açıklanabileceğini ifade etmişlerdir.

Ellialtıoğlu ve Tıpırdamaz (1994), domateste tuz stresine karşı tolerans düzeyinin belirlenmesinde, çeşitli parametrelerin kullanım olanaklarını araştırdıkları bir çalışmada; yirmi adet kültür domates çeşidi (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ve iki yabancı türe (*L. peruvianum* ve *L. pimpinellifolium*) ait bitkileri kontrol ve 150 mM NaCl uyguladıkları tuz stresi ortamlarında yetiştirmişlerdir. Su kültüründe yapılan çalışmada incelenen parametreler arasında kuru madde stres indeks değeri ile kök hücrelerindeki iyon sızma ve ozmotik potansiyel arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Genotipler arasında tuza tolerans bakımından belirgin farklılıklar bulunmuş, Rio Grvee VF12 çeşidi en yüksek toleransı gösterirken Apla F<sub>1</sub> çeşidi tuza en duyarlı çeşit olarak belirlenmiştir. Patlıcanda yürütülen bir başka araştırmada, altı değişik patlıcan çeşidinin tuza karşı gösterdikleri tolerans düzeyinin birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. K 510, Antou Nasu ve Nepali Local patlıcan çeşitleri, denemede kullanılan diğer üç çeşide göre tuza daha yüksek tolerans göstermiştir (Tıpırdamaz ve Ellialtıoğlu 1997).

Tuz stresi koşullarında bitki hücrelerinde sentezlenen organik ve inorganik maddelerin birçoğu tanımlanmıştır. Prolin bunlardan birisidir (Stewart 1981). Tüm dünyada pek çok bitki türünde değişik stres faktörlerinin etkisi altındaki sentezlenme miktarı üzerinde çalışılan prolin'in bitkideki miktarı tuzlulukla bağlantılı olarak değişebilmektedir (Buhl ve Stewart 1983). Yapılan çalışmalar, prolin birikiminin türe özgü bir karakter taşıdığını (Cavailari ve Huang 1979) ve stres koşulları altında bitkilerde değişik miktarlarda biriktiğini (Hanson vd. 1977, Singh ve Rai 1981, Aloni ve Rosenstrein 1984, Bal vd. 1984) göstermiştir.

Aspinall ve Paleg (1981), bitki türleri içerisinde genotipler düzeyinde stres koşulları altında prolin biriktirme yetenekleri bakımından farklılıklar bulunduğunu, özellikle de tahıllarda (Paleg ve Aspinall 1981) tuza tolerans bakımından bir seçim yapılması düşünüldüğünde prolin birikiminin bir seçim kriteri olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. Bir başka grup araştırmacı ise daha fazla prolin biriktiren genotiplerin olumsuz çevre koşullarında, prolin birikimi yeteneği düşük olanlara göre daha uzun süre yaşayabildiklerini ve prolin birikiminde gözlenen değişimlerin, kuraklığa karşı toleransın ölçülmesinde bir parametre olarak kullanılabileceğini öne sürmektedirler (Barnett ve Taylor 1966, Palfi ve Juhansz 1971). Buna karşılık değişik domates (Aloni ve Rosenstein 1984), nohut (Singh ve Rai 1981, Pveey ve Ganapathy 1985), patates (Levy 1983), soya fasulyesi (Moftah ve Michel 1987) ve arpa (Hanson vd. 1979) çeşitleri ile yapılan çalışmalarda tolerant çeşitlerin prolin biriktirme yeteneklerinin duyarlı olanlara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Biberde tuz stresi üzerinde çalışan Güneş vd. (1996), NaCl tuzu uyguladıkları bitkilerde prolin artışı belirlemişler; domateste tuz uygulamaları yapan Alian vd. (2000) ise prolin artışı ile tuzluluk arasında bir ilişki bulamadıklarını ifade etmişlerdir. Prolin birikimi konusunda daha fazla sayıda araştırma incelendiğinde birbiriyle çelişen ve tuza toleransın belirlenmesinde güvenilir bir parametre olmadığını gösteren bulgularla karşılaşmaktadır. Soliman ve Doss (1992)'un iki farklı domates çeşidinde tuz stresi altında prolin ve bazı iyonların birikimini inceledikleri bir araştırmada; prolinin gelişmekte olan genç yapraklarda, yaşlı yapraklara oranla daha fazla bulunduğu belirlenmiştir. Tuzluluk seviyesi arttıkça prolin birikimi de fazlalaşmıştır. Tuza toleransı yüksek Edkawi domates çeşidinin aynı yaştaki yapraklarında prolin birikimi; tuza duyarlı VF 145 çeşidindeki prolin birikiminden daha



az miktarda olmuştur. Bu durumda prolinin tuzluluğa dayanımı sağladığı görüşünden ziyade; tuz stresi sonucunda bitkilerde biriken bir organik bileşik olduğu görüşü güçlenmektedir. Buna benzer olarak bazı araştırmacılar, prolin birikiminin stresin yarattığı metabolik düzensizliklerin rastlantısal bir sonucu olduğunu ve hiçbir adaptif değere sahip olmadığını ileri sürmektedirler (Hanson vd. 1977, Fukutoku ve Yamada 1984). Son yıllarda bu yöndeki görüşler artmış olup, bazı bitki türü ve çalışılan stres faktörü koşullarında yorumlamaya uygun prolin birikimi sonuçları elde edilmiş olmakla birlikte, genel olarak güvenilir bir seçim kriteri olarak görülmemektedir.

Glisin betain birikimi de üzerinde durulan ve bir dönem yoğun bir şekilde çalışılan organik maddelerden birisidir. Betain maddesinin, bitki metabolizması için toksik olmadığı ve koruyucu sitoplazmik ajan olarak rol oynadığı iddia edilmektedir (WynJones ve Storey 1978). Betain birikiminin ıslah çalışmalarında stres toleransı için özellikle Graminae'lerde değerli bir metabolik kriter olabileceği ileri sürülürken (Hitz vd. 1982); bitkilerde strese toleransın betain birikimi sayesinde arttığını gösteren kesin bir kanıt bulunmamaktadır (Poljakoff-Mayber vd. 1987). Ancak tahıllar grubundan buğdayda tuza tolerans ile genç yapraklarda glisin betain birikimi arasında önemli bir ilişkinin bulunduğu da kaydedilmektedir (Colmer vd. 1995).

Bitkilerin Na ve Cl iyonlarını kendilerinden uzak tutmaları sayesinde tuz toleransı sağlayabildikleri bilinmektedir. Rush ve Epstein (1981) domateste Na<sup>+</sup> akümüasyonu 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<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> 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 Fernveez-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.

Bitkilerin tuzlu koşullarda  $Na^+$  iyonu yerine  $K^+$  veya  $Ca^{+2}$  iyonlarını almayı tercih etmelerini sağlayan seçicilik özelliğinin gelişmiş olması ve buna bağlı olarak ölçülen yüksek K/Na ve Ca/Na oranları, tuza tolerant genotip seçimlerinde kullanılabilir güvenilir bir parametre olarak literatürde karşımıza çıkmaktadır (Muhammed vd. 1987, Maathuis ve Amtmann 1999). Çeltik tohumunun ekiminden 60 gün sonra, bitkinin en genç üç yaprağındaki K/Na oranının, tuzluluk şartlarında, yeşil ürün kaybı hakkında bir fikir verebileceği ve genotip dayanıklılığını yansıtabileceği ileri sürülmektedir. Ash vd. (2000), tuza dayanıklı çeltik çeşidi ıslahında; bu kriterin çimlenme oranı ve fide yaşama oranı gibi diğer bazı parametrelerle beraber kullanılması halinde başarılı sonuçlar alınabileceğini rapor etmişlerdir.

Volkmar vd. (1998), tahıllarda gerçekleştirdikleri bir araştırmada, bitkideki K/Na oranının tuza toleransta seçici bir parametre olabileceğini, ancak tek başına yeterli görülmeyip başka kriterlerce de desteklenmesi gerektiğinden bahsetmektedir. Ülkemizde buğday bitkisinde yapılan bir çalışmada, su kültüründe yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı buğday genotiplerinde K/Na oranının belirgin biçimde farklı olduğu kaydedilmiştir. Tuza tolerant Dağdaş genotipinde, yeşil aksamdaki Na<sup>+</sup> iyonu birikimi daha az bulunmuş ve bu sayede K/Na oranı daha yüksek olan bu genotipin, duyarlı ES-14 buğday genotipine oranla tuz stresine daha yüksek bir tolerans sergilediği belirlenmiştir (Karanlık 2001).

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. Bunun ardından, dayanıklı ve duyarlı genotiplerin melezlenmesiyle elde edilen F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> ve BC<sub>1</sub> generasyonlarında bitkilerin K/Na oranının kalıtımı incelenmiş, bu özelliğın kalıtımının tek bir gen çifti tarafından kontrol edilebileceğine yönelik bulgular elde edilmiştir.

Bitkiler; ekstrem sıcaklıklar, kuraklık, herbisit uygulamaları, beslenme bozukluğu gibi çevresel streslerle karşılaştıklarında, reaktif oksijen türlerinin üretimi ile antioksidantların aktivitesiyle bunların etkisiz hale getirilmesi arasındaki denge bozulur ve bu durum genellikle oksidatif zararlanmayla sonuçlanır. Yüksek düzeyde antioksidant içeren bitkilerin oksidatif zararlanmaya daha yüksek düzeyde dayanım gösterdikleri rapor edilmiştir. Tuz stresi altında bulunan bitkilerde serbest oksijen radikallerine karşı bitkiyi koruyan enzim aktivitelerinin dayanıklı genotiplerde daha yüksek olduğu, yapılan araştırmalarla belirlenmiştir (Dhindsa ve Mathowe 1981, Wise ve Naylor 1987, Çakmak ve Marschner 1992, Polle vd. 1992, Gossett vd. 1994a, Gossett vd.1996).

Sekiz haftalık pamuk bitkisinin yapraklarında antioksidant enzimler ve tuza tolerans arasındaki ilişkiyi; tuza tolerant ve duyarlı ikişer çeşit kullanarak gösteren Gossett vd. (1993), en yüksek tuz toleransına sahip olan Acala pamuk çeşidinin yüksek düzeyde katalaz oluşumu ve peroksidaz ve glutatyon redüktaz artışı sergilediğini kanıtlamıştır. Tuza tolerant ve duyarlı bezelye çeşitlerinde enzim ölçümleri yapan Hernandez vd. (1995), tolerant çeşitteki APaz, GRaz, MDHARaz, Mn-SOD ve DHARaz aktivitelerinde artış olduğunu belirlemişler, Cu-Zn-SOD aktivitelerinin değişmediğini, duyarlı bezelye çeşidinde ise bu enzimlerin aktivitesinde azalma görüldüğünü kaydetmişlerdir. Gosset vd. (1996) tuza toleransı yüksek pamuk çeşitlerinde katalaz ve peroksidaz enzim aktivitelerinin yüksek olduğunu, duyarlı çeşitlerde ise bu aktivitelerin ya değişim göstermediğini ya da azaldığını belirlemişlerdir.

Hıyar bitkisinde tuz stresi altında antioksidatif enzim aktivitelerindeki değişim inceleyen Lechno vd.(1997), CAT ve GRaz enzim aktivitesinin tuz uygulamasıyla birlikte arttığını, SOD aktivitesinde ise herhangi bir farklılığın ortaya çıkmadığını belirtmektedirler. Araştırmacılar, tuz stresi konusunda serbest oksijen radikallerinin etkisi ve değişimi ile ilgili birçok bulgunun elde edilmiş olduğunu, fakat bu sonuçlar arasında tutarlılık bulunmadığını, denemelerde farklı bitki yaşlarının kullanılması ve denemelerin kuruluş şekillerinin bunun üzerinde etkili olabileceğini bildirmektedirler.

Stres faktörlerinin neden olduğu oksidatif zararlanmanın en etkili olduğu hücre kısımlarından birisi hücre zarlarıdır. Oksidatif zararlanma sonucunda hücre zarlarında lipid peroksidasyonu meydana gelmekte ve zarın geçirgenliği bozularak hücre sıvısının hücre içinde tutulmaması sonucunda bitki ölüme doğru yönelmektedir. Tuz stresine benzer bir oksidatif zararlanmaya neden olan kuraklık stresi üzerinde çalışan Dhindsa ve Mathowe (1981); SOD ve katalaz enzimlerinin aktiviteleri ile lipid peroksidasyonu düzeyinin sınırlanması arasında çok iyi bir pozitif etkileşim olduğunu belirlemişlerdir. Eserde, kuraklığa duyarlı *C.filicinum* bitkisinde olduğu gibi kontrol edilemeyen lipid peroksidasyon düzeyinin, sınırsız bir hücre zarı hasarına, hücre sıvısının kaybına ve sonuçta ölüme neden olduğu açıklanmaktadır. Lipid peroksidasyonu, bu işlemin bir ürünü olan ve malondialdehit (MDA) adı verilen bir madde yardımıyla ölçülebilmekte;

adı geçen ürün hücre zarı hasarı uğradığında açığa çıktığından; yüksek miktarda bulunması hücre zarının tahrip olduğunu, düşük miktarda bulunması ise hücre zarı yapısının bozulmadığını veya az seviyede etkilendiğini göstermektedir.

Galia çeşidi (*Cucumis melo* var. *reticulatus*) tuza toleransı en yüksek ticari kavun çeşidi olarak değişik araştırmalarda kullanılmış ya da sözü edilmiştir (Franco vd. 1993, An vd.2002). Buna karşılık An vd. (2002) Revigal C-8 adlı kavun çeşidini araştırmalarında duyarlı çeşit olarak kullanırken; Franco vd. (1993) Revigal çeşidinin çimlenme, fide gelişimi ve hidroponik kültürde geliştirme aşamalarında tuzluluk stresi altında yaşamını devam ettirdiği; özellikle gelişme döneminin ileri safhalarında tuzluluk sorunu ile karşılaşan bitkilerin bu sorunla başa çıkma konusunda daha başarılı olduklarını; Revigal çeşidinin duyarlı grupta değerlendirilemeyecek bir performans gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu noktada hemen belirtilmesi gerek diğer bir husus; kavundaki tuz toleransının birçok çevresel etmen tarafından kolaylıkla etkilendiğidir. Borochoy-Neori ve Shani (1995) kök bölgesi sıcaklığının, Navarro vd. (1999) yetiştirme ortamının; Mavragianopoulos vd. (1999) karbondioksit konsantrasyonunun kavun bitkisindeki tuz toleransını etkilediğini belirlemişlerdir. Hoffman ve Jobes (1978)'in bitkilerdeki tuz toleransının, artan hava oransal nemi ile olumlu yönde etkilenebileceği görüşü, An vd. (2002)'nin kavunlarda yaptığı çalışma sonucunda kanıtlanmıştır. Tuza tolerant Galia çeşidi, artan hava oransal nemi karşısında tolerans durumunda bir farklılık yaşamazken; tuza duyarlı ve düşük hava oransal nemi koşullarında gelişmesi çok fazla engellenen Revigal C-8 çeşidi, hava oransal neminin artması halinde tuza karşı daha iyi dayanım göstermiştir. Araştırmacılar bu olumlu etkiyi açıklamada osmotik potansiyel sonuçlarından ve yapraklardaki toksik miktarda biriken Na ve Cl iyonlarının mikrorlarındaki azalma bulgusundan yararlanmışlardır. Oransal nemdeki artış, yapraklardaki osmotik potansiyeli etkilemezken; köklerdeki osmotik potansiyeli artırmış, bu da NaCl uygulamasına dayanmada yardımcı olmuştur.

Resisto ve Arava kavun (*Cucumis melo* L.) çeşitlerini; *Cucurbita maxima* ve *C. moschata* üzerine aşıladıktan sonra tuzlu koşullarda yetiştirerek aşılammış kontrol bitkileri ile karşılaştıran Romero vd. (1993), bitki başına meyve verimi bakımından aşılı bitkilerin üstün bulduklarını bildirmişlerdir. Bu olumlu etkinin anaç olarak kullanılan

bitkilerin  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarını tutarak aşılaman 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. Bu araştırma, kavunda tuza tolerans mekanizması hakkında çok önemli bulgu ve göstergelerin yer aldığı bir çalışma olarak dikkat çekici bulunmuştur.

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 Nelson 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.

Nelson vd. (1984), 4 adet kavun çeşidinde (Galia, Noy Amid, Rochet, Persia 202) tuzlu sularla sulama yapılması halinde en uygun yetiştirme ortamı, saksı büyüklüğü gibi yetiştirme koşullarını belirlemeye çalışmışlardır. Geniş saksı, besin maddesince zengin ve iyi ısınma koşulları; tuza toleransı artırmıştır. Rochet çeşidi ise, diğerlerinden yüksek bir performans göstermiştir.

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  $\text{dSm}^{-1} = \text{EC}_w$ ) 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  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  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.

Franco vd. (1997), 6 değişik kavun çeşidinde (Delada, Gallicum, Galor, Melina, Regal, Revigal) hem fide aşaması hem de arazide verim aşamasında tuzluluğa karşı gösterdikleri tolerans bakımından deneyler yapmışlardır. Bitkiler  $EC_w = 2.5$  (kontrol), 5.0 veya  $7.5 \text{ dSm}^{-1}$  değerlerini sağlayacak oranda NaCl ilave edilen besin çözeltisi ile sulanmışlardır. Fide gelişimi döneminde tuzluluğun etkisi, tohum ekiminden itibaren 36 gün sonra yapılan yaprak alanı ölçümleri ile ortaya konmuştur. Melina çeşidi  $7.5 \text{ dSm}^{-1}$  tuzlulukta, yaprak alanı bakımından kontrolün % 60'ını, verim bakımından da kontrolün % 66'sını vererek en tolerant çeşit olmuştur. Delada ise, sırasıyla % 51 ve % 56 değerleri ile tuza en duyarlı çeşit olmuştur. Tüm çeşitlerde tuzdan etkilenme durumu ile fide yaprak alanındaki azalma arasında ( $r = 0.99$ ) düzeyinde yüksek bir korelasyon bulunmuştur. Bu sonuçlar, fide yaprak alanındaki azalmanın, kavunda tuza tolerasyon için yapılacak hızlı bir screening için iyi bir seleksiyon kriteri olabileceğini göstermektedir.

Türkiye'deki yerli kavun materyalinin kullanıldığı ve tuza tolerant kavunlarımızın belirlenmesine yönelik ilk çalışma 1996 yılında Akıncı tarafından doktora tezi konusu kapsamında yapılmıştır. 120 adet yerli ve yabancı kavun genotipi ile başlanan ve daha sonra yapılan seçimler ile sayısı 6 adede indirilen kavun genotiplerinde tuza toleransın belirlenmesi için etkin bir yöntem saptamak mümkün olamamıştır. Bu çalışma, kavunda tuza toleransın hem tür içindeki genetik varyasyona, hem çevresel koşullara, hem de bitkinin tuza maruz kaldığı gelişme dönemine çok yakından bağlı olduğunu ortaya koyan önemli bir kaynak niteliğindedir. Çimlenme değerlerinin, bitkinin sonraki gelişme aşamalarındaki tuz toleransı için ışık tutamayacağı, prolin'in stres sonucunda yüksek bir artış gösterdiği, fakat bunun toleransı belirlemede güvenilir sonuçlar veremeyeceği bu çalışmadan elde edilen bulguların en akılda kalıcıları arasındadır.

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 ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ ) 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 F<sub>1</sub> (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  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonları, klorofil, MDA miktarları ile SOD ve CAT enzim aktiviteleri incelenmiştir. Kavun genotipleri arasında tuza tolerans bakımından farklılıkların bulunduğu, tuza tolerans özelliğinin  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  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 kullanılabilecek 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 popülasyonlardır. Kavun fideleri en az üçer yaprağa sahip olduktan sonra (yaklaşık 2 hafta) besin çözeltisinin 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<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup> ve Cl<sup>-</sup> 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.

## 2.7 Kabakta Tuz Stresi

Kavun (*Cucumis melo* L.), kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkisel yetiştiriciliğin karşısındaki en önemli sorunlardan birisi olan “tuzluluk sorunu” ile karşılaşıldığında çözüm için ilk akla gelen ürünlerden birisidir (Navarro vd. 1999). Kabak ise tuzlu topraklarda kavun yetiştirmek için anaç olarak kullanılması önerilen bir türdür. Colla (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 (2006 b), *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. *melopepo* (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, 1000 ve 10000 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 aşılana 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 aşılammış 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  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarını tutarak aşılannan 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) buldurması ve fotosentez yapabilme özelliğini koruması sonucunda oluşabileceği belirtilmektedir.

Colla (2006), karpuz için ticari olarak kullanılan bazı anaçların tuza tolerans durumlarını kapalı topraksız sistemde (NFT) incelemiştir. 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) ve '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 alınmasına 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. *styrice* türünde fide dikimi öncesi veya yetiştirme dönemi boyunca değişik dozlarda tuz uygulaması (0, 2.5, 5, ve 10 g.l<sup>-1</sup> NaCl) ve üç dönemde (fide dikimi, dört yapraklı bitki ve çiçeklenme dönemi) azotlu gübreleme (0, 75, 150, 225, ve 300 kg.ha<sup>-1</sup> NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) yapmışlardır. Tuz uygulamalarının tümü, kontrole göre yapraktaki prolin miktarında serbest prolinin artmasına neden olmuş, en yüksek prolin 2.5 g.l<sup>-1</sup> NaCl ve 225 kg ha<sup>-1</sup> N içeren kombinasyonda meydana gelmiştir. Yağ miktarına, düşük düzeydeki tuzluluk olumlu etki yapmış ve en yüksek

yağ miktarı, 2.5 g.l<sup>-1</sup> 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 adet 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* Duchense, *C.moschata* Duchense, *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, ve 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.

## **2.8 Bitki Doku Kültürlerinin Tuz Stresi Çalışmalarında Kullanımı**

Modern biyoteknolojinin 1960'lı yıllardan beri tüm dünyada üzerinde çalışılan ve birçok yönüyle geleneksel biyoteknoloji kapsamında değerlendirilmeye başlanan bitki doku kültürleri; ıslahçılara ve bitki yetiştiricilerine büyük hizmetler sunmaktadır. Bunun yanında temel biyoloji çalışmalarında da yararlanılan doku kültürleri konularından olan kallus kültürleri; bitkilerin *in vivo* koşullarında gösterdikleri tepkileri hücresel düzeyde *in vitro* koşullarında da verebilmektedirler. Smith ve McComb (1981), pancar, fasulye ve iki adet halofit bitki olan *Atriplex* ve *Suaeda*'yı hem *in vivo*, hem de *in vitro*

koşullarında tuza tolerans testlerine almışlardır. *In vitro* gelişme parametresi olarak bitki ve kallus yaş ağırlığını kullanan araştırmacılar, pancar ve fasulyede tam bitki ve kallus gelişimlerinin birbirine paralel sonuçlar verdiğini; halofit türlerde ise iki farklı koşulda belirlenen sonuçların birbiriyle uyumlu olmadığını saptamışlardır.

Bitkilerin tuza karşı toleransını belirlemek için çoğu veri, arazi parçalarının yapay olarak tuzlu suyla sulanması ve kök bölgesinin tuzlu ortamda bırakılması yoluyla elde edilmiştir (Bernstein 1974, Maas ve Hoffman 1977, Papadopoulos ve Rendig 1983). Ancak arazi denemelerinde topraktaki yüksek heterojenite oranı, sonuçlar üzerinde farklı etkiler oluşturabilmektedir. Bu nedenle daha küçük bitkilerle ve daha kontrollü koşullarla çalışma olanağı veren fide denemeleri uygulanmaya başlanmıştır. Fide aşamasında seleksiyon yalnızca daha az işgücü, daha az zaman gereksinimi, daha az maliyet gibi avantajlarla kalmaz; yüksek tutarlılığı ile de tarla denemelerinden üstünlük gösterir (Qureshi vd. 1990). Fide denemelerinde de fazla sayıda bitkisel materyale gerek duyulmakta, denemelerin yapılacağı açık veya örtülü alan ihtiyacı bulunmaktadır. Tuz stresi çalışmalarında su kültürleri de kullanılmakta olup bu uygulamanın da iş yoğunluğu; ışık, sıcaklık ve nem kontrollü geniş iklim odalarına gereksinim bulunması gibi zorlukları bulunmaktadır. Tuza toleransın belirlenmesinde yararlanılan bir diğer uygulama da tohum çimlendirme testleridir (Akıncı 1996). Ancak Qureshi vd. (1990)'nın da buğdayda yaptıkları tuza tolerant genotip seçimi çalışmasında belirledikleri gibi, tohum çimlenme dönemindeki tuza tolerans görünümüyle, fide aşamasındaki sonuçlar her zaman birbiriyle uyumlu olmayabilmektedir.

1970' li yılların başından itibaren gelişmiş ülkelerde başta olmak üzere dünyanın birçok ülkesinde ve Türkiye'de bitki doku kültürleri konusunda çalışmalar büyük rağbet görmüş, bugünkü modern biyoteknolojinin temellerinin atılmasında doku kültüründen sağlanan gelişmeler önemli rol oynamıştır. Bitki organ, doku, hücre veya hücre kısımlarının yapay besin ortamları üzerinde aseptik koşullar altında çeşitli amaçlarla yetiştirilmesi olarak tanımlanabilecek bitki doku kültürleri bitki yetiştiricileri ve ıslahçılarına çok değişik olanaklar sunmaktadır.

Aynı tür içerisinde bile genotipler arasında farklılık gösterdiği bilinen tuza tolerans düzeylerinin belirlenmesi, yetiştiricilik yapılacak topraktaki veya kullanılacak sulama suyundaki tuzluluk miktarına uygun bitkisel materyalin seçimi için büyük önem taşımaktadır. Yukarıda sözü edilen klasik yöntemlerle genotiplerin tuza tolerans düzeyinin belirlenmesi mümkün olsa da, bunların olumsuz yanları bulunmaktadır. Doku kültürleri kullanıldığında bu olumsuzluklardan kurtulmak söz konusu olduğu gibi, her türlü çevresel faktörün ve beslenmeden doğabilecek farklılıkların ortadan kaldırıldığı tam kontrollü koşullarda çalışmak mümkün olabilmektedir. Değişik bitki türlerinde, doku kültürü yöntemi kullanılarak dünyada ve ülkemizde tuza tolerans bakımından çeşit düzeyinde farklılıklar ortaya konmuştur. Örneğin ülkemizde asma bitkisinde değişik çeşit ve anaçların tuza dayanımları, *in vitro* koşullarında incelenmiştir. Bu amaçla Ercan ve Gülcan (1992) asmaların yazlık sürgünleri üzerindeki altıncı boğumları tek boğum eksplantı olarak kullanırken, Sivritepe (1995) yazlık sürgünlerden üzerinde birer aktif tomurcuk bulunduran tek boğumlu eksplantları bu amaçla kullanmışlardır. Araştırma sonuçları, asmada türler ve çeşitler arasında tuza tolerans bakımından önemli düzeyde farklılığın *in vitro* koşullarında ortaya konabildiğini ve elde edilen sonuçların daha önceden *in vivo*'da elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğunu, dolayısıyla doku kültürünün bitki tür ve çeşitlerinin tuza tolerans durumlarını belirlemede germplasm taramalarında güvenilir biçimde kullanılabileceğini göstermiştir.

Tuza toleransın fizyolojik ve biyokimyasal temellerinin aydınlatılması için yapılan temel araştırmalarda da doku kültürü tekniğinden yararlanılmaktadır. Tuzluluğa karşı hücresel düzeydeki yanıtların belirlenmesine yönelik olarak yapılmış doku kültürü çalışmalarına çeşitli bitki türlerinde rastlanmaktadır. Ben-Hayyim vd. (1987), Citrus hücre kültürlerinde NaCl tuzluluğuna tolerant hücre seçmeye çalışmışlar, bu amaçla ortama ilave edilen PEG, NaCl ve CaCl<sub>2</sub> maddelerinin her üçünün de hücre içindeki K<sup>+</sup> iyonunda artışa neden olduğu, K/Na oranının önemli bir kriter olduğu ve tuza maruz kalan hücrelerin toleransında K<sup>+</sup>'un anahtar rolü oynayabileceği kanısına varmışlardır.

Stres koşullarında sentezlenen organik bileşikler; şekerler, organik asitler, polioller, aminoasitler ve bunların N metillenmiş türevleri olarak sıralanmaktadır. Bunların içerisinde sakaroz gibi şekerler ve okzalal, malat gibi organik asitler, çoğu yüksek

glikofit bitkideki majör organik ozmotik dengeleyicilerdir (Ellialtıoğlu ve Tıprıdamaz 1998). Tütün bitkisinde birisi tuza tolerant, diğeri duyarlı iki çeşide ait hücre kültürlerine %1.5 oranında NaCl uygulandığında, her iki çeşitte de prolin birikimi ortaya çıkmıştır. Prolinin hücre kültürlerinde birikimi tuza duyarlı bitki hattında çok hızlı meydana geldiği halde birikim düzeyi, ozmotik uyumu sağlayabilecek kadar yüksek olamamıştır. Tuza tolerant tütün hattında ise prolinin miktar olarak daha fazla biriktiği belirlenmiştir. Ashraf (1994), stres koşullarında prolin akümülyasyonundaki artışın aslında bitkinin ozmotik uyumuna çok fazla katkı sağlamayacak, bununla ilgisi olmayan, sadece bitkide stresin yol açtığı zararlanma nedeniyle ortaya çıkan bir semptom olabileceği ihtimali üzerinde durmaktadır.

Olmos ve Hellin (1996), Challis bezelye çeşidinden selekte edilen biri tuza duyarlı birisi de tuzlu kültür koşullarına adapte olmuş iki hücre hattına 85.5 mM NaCl uygulamışlardır. Tuzluluğa adapte olmuş kalluslarda protein, şekerler, amino asitler, organik asitler ve askorbik asit birikimi; diğer kalluslardan daha yüksek değerler vermiştir. Tuz uygulamasına yanıt olarak adapte olmuş kalluslarda hücreler arasında Na ve Cl iyonları birikimi ve bununla birlikte başta indirgenmiş şekerler olmak üzere askorbik asit ve serbest amino asitler artmıştır. Tuza uyum sağlamış olan kallus hattındaki bu durumu açıklamaya çalışan araştırmacılar; yüksek konsantrasyonlardaki bazı organik çözünebilir maddelerin oksidatif strese neden olan radikallerin yok edilmesinde etkili olabileğinden ve şekerlerin de bu görevi üstlenmiş olabileceğinden bahsetmektedirler. Ayrıca özünebilir şekerlerin hidroksil radikalini ortadan kaldırma yeteneği sayesinde, adapte olmuş kalluslarda düşük oranda lipid peroksidasyonu ortaya çıkmış olabileceğini de vurgulamaktadırlar.

Chandler ve Thorpe (1987), *Brassica napus* hücre süspansiyonundan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tuzluluğuna tolerant hücre hatları selekte etmiştir. Tolerant hücre hatları Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> varlığında iyi gelişme göstermiş; ancak duyarlı ve tolerant hücre hatlarının her ikisinde de prolin artışının birbirine yakın düzeylerde ortaya çıktığı görülmüştür. Bu ise araştırmacılar tarafından, prolinin tuza tolerans mekanizmasında önemli bir işlevinin bulunmadığı şeklinde değerlendirilmiştir. Bu bulguların aksine Cowpea bitkisinde hücre kültürlerinden NaCl tuzuna tolerant hücre hatları elde edilmiş ve duyarlı hücre hattında



prolin birikimi meydana gelmezken, tolerant hücre hattında bu aminoasit birikimi kaydedilmiştir (Pveey ve Ganapathy 1985). Tam bitkilerde olduğu gibi, *in vitro* kültür ortamlarında da birbiriyle uyuşmayan bulgular, prolinin tuz stresine toleranstaki gerçek işlevi konusunda hala tartışmaların yapılmasına neden olmaktadır.

Arpa embriyolarını tuz ilave edilmiş besin ortamlarında kültüre alan Lone *et al.* (1987), aynı zamanda ortama dışsal olarak prolin ve glisin betain de eklemiştir. Tuzlu ortamlarda embriyolar bu sayede çimlenmiş ve sürgün uzaması sağlanabilmiştir. *In vivo* denemelerle desteklenen çalışmada, prolinin hücre zarlarının stabilitesini sağlayarak, bu sayede enzimleri tuzun yıkıcı etkisinden koruduğu iddia edilmektedir.

Tıyrıdamaz ve Karakullukçu (1993) tarafından yapılan çalışmada, domateste embriyo kültürü tekniği kullanılarak besin ortamlarına 50-150 mM NaCl uygulanmış, aynı zamanda dışsal olarak ilave edilen prolin ve glisin betain'in tuz stresini giderme ve bazı içsel madde değişimleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmada, besin ortamına ilave edilen tuz miktarının artmasıyla birlikte bitkiciklerin gövde ve köklerine ait yaş ve kuru ağırlıkları azalmıştır. Böylece tuzun gelişme üzerindeki engelleyici etkisi belirgin biçimde ortaya çıkmıştır. Dışsal prolin ve glisin betain uygulaması yapılan ve 150 mM tuz stresine tabi tutulan *in vitro* domates fidelerinde kontrol bitkilerine oranla büyüme inhibisyonunun ortadan kaldırıldığı, bu iki amino asitin tuz stresinin olumsuz etkilerini gidermede olumlu etkilerini bilindiği açıkça gözlenmiştir. Prolin ve glisin betain'in, bitki tarafından Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarını alımı üzerinde de etkili olduğu, özellikle prolin içeren ortamlardaki bitkiler tarafından ortamdaki daha az miktarda Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> alındığı elde edilen bulgular arasında yer almıştır.

Kallus ve hücre süspansiyon kültürleri, abiyotik stres koşullarına tolerant, herbisitlere dayanıklı, ya da bazı fungal hastalık etmenlerine dayanıklı çeşit ıslahında yararlanılabilecek bir teknik olarak kullanılabilir. Tuza tolerans amacıyla önceki yıllarda kallus ve hücre kültürleri yapılmış; *Colocasia esculenta*, *Medicago sativa*, *Nicotiana tabacum* ve *Sorghum bicolor* bitkilerinde tuza tolerant hücre hatları ve hatta bazılarında bitkiler elde edilebilmiştir (Yeo ve Flowers 1993). Bressan vd. (1985) ve

Nabors vd. (1980), tütün bitkisinin hücre süspansiyon kültüründen elde ettikleri tuza tolerant bitkilerin, somaklonal varyasyon sayesinde ortaya çıktığını ileri sürmektedirler.

Dix ve Street (1975) biber ve tütünde 0.34 M NaCl içeren besin ortamında yaşayabilen tuza tolerant hücre hatları elde ettiklerini bildirmiş; çeltik bitkisinde çalışan Rains vd. (1980) ve yonca ile çalışan Croughan vd. (1978) tuza tolerant hücre hatlarından bitki geliştirebildiklerini kaydetmişlerdir.

Ellialtıoğlu ve Tıyrıdamaz (1998b), kereviz kalluslarını NaCl içermeyen kontrol ortamı ile iki farklı NaCl dozu içeren ortamlarda kültüre almıştır. Kallus yaş ağırlığındaki artış ile prolin miktarındaki değişimler ve Na, K, Cl iyon miktarları belirlenen kallus dokularında ayrıca somatik embriyo oluşumu da takip edilmiştir. 300 mM NaCl ve üzerindeki dozların kereviz türü için çok hızlı toksik etkiye sahip olduğu, tuz bulunan ortamlarda kallus yaş ağırlığının kontrole göre çok daha düşük olarak bulunduğu ifade edilmektedir. Araştırmacılar, kallus kültürlerinin tuz stresi için yapılacak screening denemelerinde kullanılabilecek bir potansiyelinin bulunduğu işaret etmişlerdir.

Yaşar (2003) tarafından yapılan tez çalışmasında tuza tolerant ve duyarlı olduğu belirlenen toplam beş adet patlıcan genotipinde antioksidant enzim aktiviteleri incelenmiştir. Bu çalışma su kültüründe yetiştirilen bitkiler kullanılarak yapıldığı gibi, *in vitro* kallus kültürleri koşullarında da yapılmış, kallus dokusu üretilemeyen yabancı tür dışında, dört genotipte kontrol ve tuz stresi ortamlarında üretilen kalluslardaki SOD, CAT, GR ve APX enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, antioksidant enzim aktivitelerinin tuza tolerans üzerinde çok etkili olduğu; tuzlu koşullarda yaşayabilen patlıcan genotiplerinin antioksidatif enzim sistemlerini kuşkuya yer vermeyecek biçimde kesinlikle duyarlı genotiplere göre çok daha aktif kullandıkları belirlenmiştir. Kallus dokularındaki enzim aktiviteleri, tam bitki örnekleri ile paralel sonuçlar vermiş ve tuza tolerans derecesinin belirlenmesinde patlıcan kallus kültürlerinin kullanılabileceği gösterilmiştir.

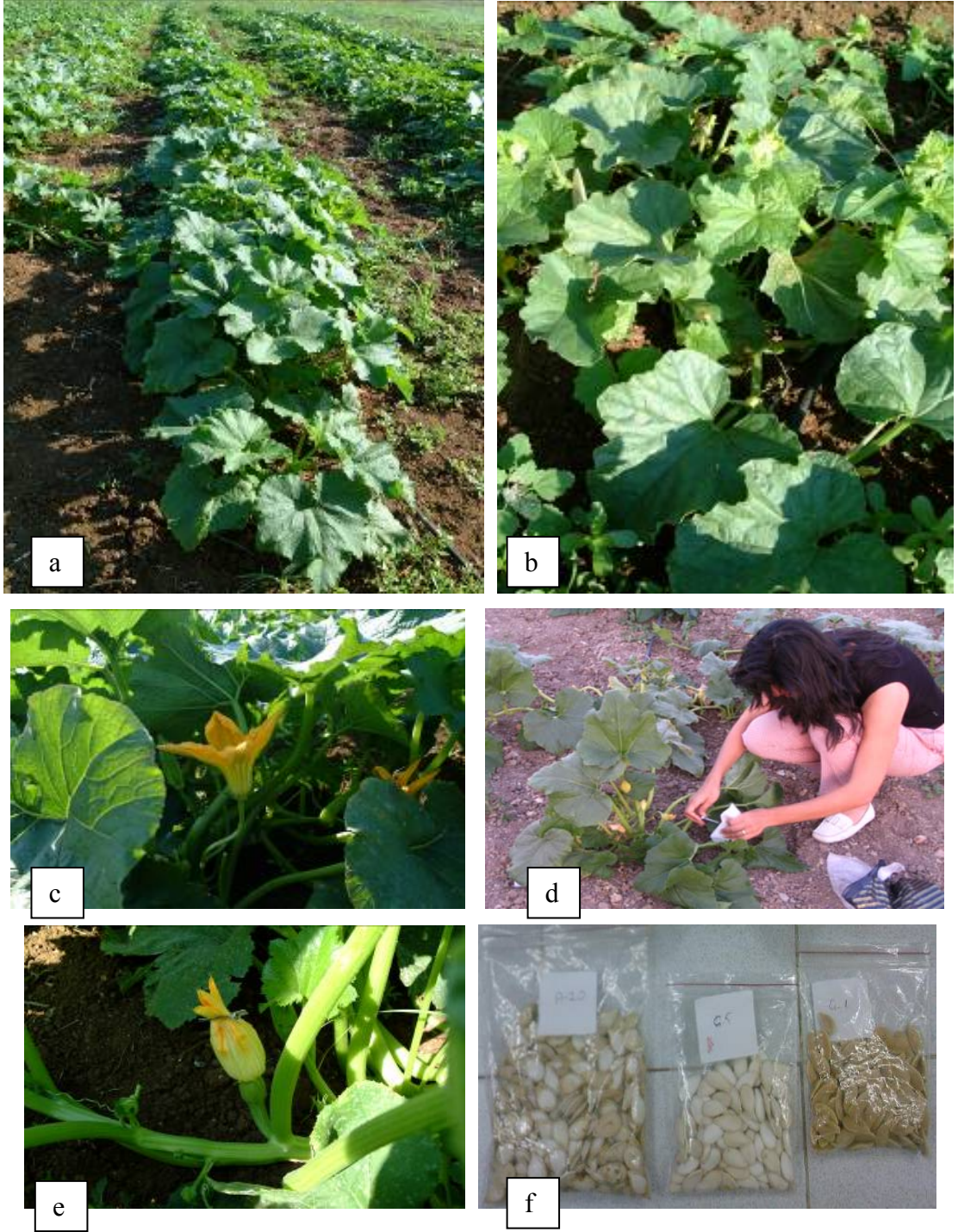
### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

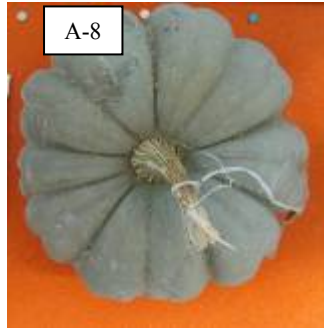
Kabakta tuz stresine karşı genotipler düzeyinde farklılığın ortaya konulabilmesi ve bu farklılığın etkin yöntemler kullanarak gösterilebilmesi amacıyla planlanan çalışmada, *Cucurbita pepo*, *C.moschata* ve *C.pepo* var. *styriaca* türlerine ait 26 adet değişik kabak genotipi kullanılmıştır. Bunların tümü ülkemizin değişik yörelerinde yetiştirilen yerel popülasyonlardan 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. Bitkilerin yetiştirilmesi ve kendileme işlemlerinin yanı sıra meyvelerin hasat edilerek tohumların çıkartılması, Ellialtıoğlu (2008), Ertekin (2010) ve Ermiş (2010) tarafından da açıklandığı şekilde gerçekleştirilmiştir.

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 Balkabağı/Kovanlık - Antalya
4	A-11	Yemeklik kabak/Elazığ
5	A-13	Balkabağı(Sarı)/Adana
6	A-16	Tatlı kabak/Sakarya
7	A-18	Balkabağı/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 3.1 a.b. Kabakların yetiştirildiği araziden görünüm, c. Kabakta erkek çiçek, d. Dişi çiçeğin elle yapay olarak tozlanması (kendileme), e. Kendilenmiş dişi çiçek (Ellialtıoğlu 2009), f. Kendilenmiş kabak tohumları



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

## 3.2 Yöntem

Araştırmanın ana hedefleri a) kabakta tuza tolerans bakımından genotipler düzeyinde farklılıkların bulunduğunu ortaya koymak, b) tuza toleransın belirlenmesinde kullanılacak etkin seçim parametreleri belirlemek, c) kabakta antioksidant enzim aktiviteleri ile tuza tolerans yeteneği arasındaki ilişkiyi hem bitkide (*in vivo*), hem de kallus kültüründe (*in vitro*) incelemek şeklinde özetlenmektedir. Bu amaçların gerçekleştirilebilmesi için öncelikle 26 genotipin kullanıldığı ilk aşamada toleransı yüksek ve düşük toplam dört genotip seçilmesi için denemeler yapılmıştır. Bu aşamaya “ön seçim aşaması” adı verilmiş, incelenen temel bazı büyüme parametreleri ve fizyolojik değişimler çerçevesinde genotipler, tuza tolerans bakımından sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. En duyarlı ve en tolerant olan genotipler içerisinde ikişer adet seçilerek bunlarda antioksidant enzim aktiviteleri incelenmiştir. Bu aşama su kültüründe yetiştirilen bitkiler kullanılarak yapıldığı gibi, *in vitro* koşullarda besin ortamına alınan hipokotil dokularında da yapılmıştır.

### 3.2.1 Tohumların çimlendirilmesi ve su kültürünün kurulması

Kabak tohumları, vermikulit doldurulmuş 40x25x5 cm boyutlarındaki plastik çimlendirme kaplarına ekilmiştir. Denemenin birinci aşamasında toplam 26 adet, ikinci aşamada ise bunların içerisinde seçilen 4 adet genotipe ait kabak tohumları, plastik kaplardaki vermikulit'in içerisine ekilmiş, üzerleri yaklaşık 1 cm kalınlığındaki vermikulit ile örtülmüştür. Her genotipten 100'er adet tohum ekildikten sonra çeşme suyu ile sulama yapılmıştır. Çimlendirme kaplarının alt yüzeyi 0.5 cm çapında toplam 9 adet deliğe sahip olup, sulama suyunun drene edilmesi sağlanmıştır.

Vermikulit iyice ıslatıldıktan ve sulama suyunun fazlası süzildikten sonra çimlendirme kapları, 25±1°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 fideler su kültürüne alınmışlardır (Şekil 3.3). Su kültürü için, Hoagland besin çözeltisi (Hoagland ve Arnon, 1938) (Çizelge 3.2) doldurulmuş 25x25 x18 cm boyutlarındaki plastik küvetler kullanılmıştır. Özel olarak hazırlanmış ve her fide için üzerine delikler açılmış plastik tablalara kabak fideleri küçük sünger parçaları ile sarılmak suretiyle yerleştirilmiştir. Bitki kökleri besin çözeltisinde olacak şekilde tablalar 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 ve besin çözeltisinde bulunan besin maddeleri ve konsantrasyonları

Ortam bileşenleri	Miktarı (g/l)
CaNO <sub>3</sub>	236.15
KNO <sub>3</sub>	101.11
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	68.05
MgSO <sub>4</sub>	123.12
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> FeO <sub>7.5</sub> H <sub>2</sub> O	10.00
MnCl <sub>2</sub>	0.36
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0.58
ZnCl <sub>2</sub>	0.02
CuCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.01



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



### **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, ilk 26 adet genotipin yer aldığı ön seçim aşamasında, tuz uygulamasından 4 ve 7 gün sonra olmak üzere iki defa yapılmıştır. 100 mM NaCl uygulanan ve kontrol olarak kullanılmak üzere sadece Hoaglyve çözeltisinde yetiştirilen kabak fidelerinde 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. Ayrıca yapraklarda lipid peroksidasyon düzeyini ortaya koymak amacıyla MDA miktarı ve klorofil miktarı tayinleri de yapılmıştır. Şekil 3.4'te değişik genotiplerden alınan fidelerin yedinci ölçüm günündeki görünümüne ait fotoğraflar verilmiştir.

### **3.2.4 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, 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)

### 3.2.5 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.

### 3.2.6 Mineral element analizleri

Denemede, kontrol ve tuz uygulamalarından tesadüfi olarak seçilen 3'er bitkinin gövdesi, kökü ve 3.yaprakları mineral madde tayini için kullanılmıştır. İyon analizleri için her bir bitkiden hazırlanan farklı organların örneklerinden 200 mg alınmış ve üzerine 10 ml 0.1 N HNO<sub>3</sub> (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<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+</sup> iyonları flame fotometrik yöntemle (Eppendorf flame photometer); Cl<sup>-</sup> 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 µg/mg kuru ağırlık (µg/mg K.A.) olarak belirlenmiştir (Taleisnik vd. 1997).



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

### 3.2.7 Klorofil analizi

Her genotipten kontrol ve tuz uygulanan üçer bitkiden alınan yapraklar klorofil analizi için kullanılmıştır. Sürgün ucundan itibaren geriye doğru ilk üç yaprak alınmıştır. Bu örnekler 5 cm çapında ve 5 cm yüksekliğindeki kapaklı cam kavanozlara konmuş ve analiz yapılmaya kadar -40°C'deki derin dondurucuda saklanmışlardır. -40°C'de donmuş olan yaprak örneklerinden 200 mg alınarak, %80'lik etanol içerisine konmuş 80°C'deki su banyosunda 20 dakika süreyle bekletildikten sonra 654 nm'de absorbans değerleri spektrofotometrik olarak okunmuştur (Luna vd. 2000). Bu ölçümler sonunda, yaş yaprak örneğindeki toplam klorofil miktarı aşağıdaki formül kullanılarak µg/mg T.A olarak belirlenmiştir:

Toplam Klorofil:  $A_{654} \times 1000 / 39.8 \times \text{Örnek miktarı}$

### 3.2.8 Lipid peroksidasyonu

Hücre zarlarının hasar görmesi olarak adlandırılabilen lipit peroksidasyonunun bir ürünü olan malondialdehit (MDA) miktarının belirlenmesi için (Lutts vd. 1996) tarafından anlatılan yöntem izlenmiştir. Bu yöntemle göre; bir önceki bölümde klorofil analizi için bitki örneği alınması ve derin dondurucuda saklanmasına kadar yapılan tüm işlemler aynen kullanılarak hazırlanmış yaprak örneklerinden, 200 mg tartılarak alınmıştır. Bunun üzerine 5 ml %0.1'lik trikloroasetik asit (TCA) ilave edilmiş, bu karışım 12500 rpm devir hızında 20 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. 5 ml'lik ekstraktan 3 ml süpernatant alınmış; bunun üzerine içinde %20 tiobarbitirik asit (TBA) bulunan 3 ml %0.1'lik TCA ilave edilmiştir. Karışım 95°C'deki sıcak su banyosunda 30 dakika bekletilmiş, bunun ardından Analytic Jena 40 model spektrofotometrede A532 ve A600 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. MDA konsantrasyonu,  $155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  olan "extinction" katsayısı kullanılarak µmol/g T.A olarak saptanmıştır. Hesaplama aşağıdaki formülden yararlanılmıştır:

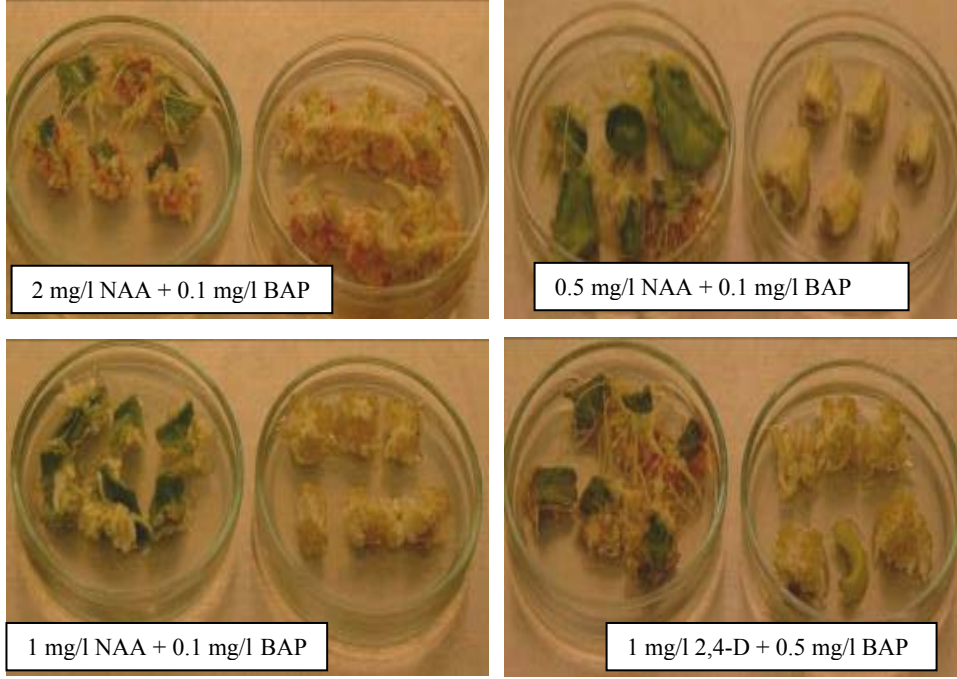
$\text{MDA} = (A_{532} - A_{600}) \times \text{Ekstrakt hacmi (ml)} / (155 \text{ mM/cm} \times \text{Örnek miktarı (mg)})$

### 3.2.9 Doku kültürleri

#### 3.2.9.1 Genel doku kültürü şartları

Doku kültürü uygulamalarının tümü aseptik koşullar altında yapılmış, bunun için steril kabin kullanılmıştır. Kullanılan bistüri bıçağı ve pensler önceden steril edilmiş ve dikim işlemi sırasında da %96'lık etil alkole batırılıp alevden geçirilerek steril koşulların devamı sağlanmıştır. Besin ortamları 500 ml'lik balon jojeler içerisinde otoklavlandıktan sonra daha önceden steril edilen petri kutularına steril kabin içerisinde 10'ar ml olacak şekilde dağıtılmıştır. Ortamların otoklavda sterilizasyonu, 1.2 atmosfer basınç altında, 121°C sıcaklıkta 20 dakika sürede gerçekleştirilmiştir. Besin ortamı olarak MS (Murashige ve Skoog 1962) temel ortam bileşimi kullanılmıştır. Tohum çimlendirme aşamasında 40 ml besin ortamı doldurulmuş Magenta kutularından faydalanılmış, hormonsuz MS ortamına %2 sukroz ve %0.7 agar ilave edilmiş ve pH 5.7'ye ayarlanmıştır. MS ortam reçetesine göre mineral tuzların ve vitaminlerin cins ve dozları Çizelge 3.3'te olduğu gibidir.

Kabakta kallus elde edebilmek amacıyla hipokotil ve kotiledon parçaları eksplant olarak kullanılmıştır. 2,4-D (0.5, 1.0 ve 2.0 mg/l) ve NAA (0.5, 1.0 ve 2.0 mg/l)'in üçer dozu esas alınarak BAP (0.1 ve 0.2 mg/l)'nin iki farklı dozu ile kombine edilmiştir. Böylece 12 kombinasyon elde edilmiş, bu ortamlara eksplant dikimleri gerçekleştirilmiştir. İstenen özellikteki saf kallus dokusu gelişimi sağlanamadığından ve bu konuda daha geniş kombinasyonlu deneylere ihtiyaç olduğu anlaşıldığından, denenen kombinasyonlar arasında tuzluluk çalışmalarında kullanılmak üzere 1 mg/l NAA ve 0.1 mg/l BAP bulunan kombinasyon, tuzluluk deneylerinde kullanılmak üzere seçilmiştir. Buna göre temel MS ortamı reçetesi kullanılmış, ayrıca besin ortamına 1 mg/l NAA ve 0.1 mg/l BAP katıldıktan sonra %3 oranında sukroz ve %0.7 oranında agar ilave edilerek ortam pH'sı 5.7'ye ayarlanmıştır. Denemede yer alan bazı kombinasyonlarda ve seçilen kombinasyonda gelişen eksplantların görünüşleri Şekil 3.6'da verilmiştir.



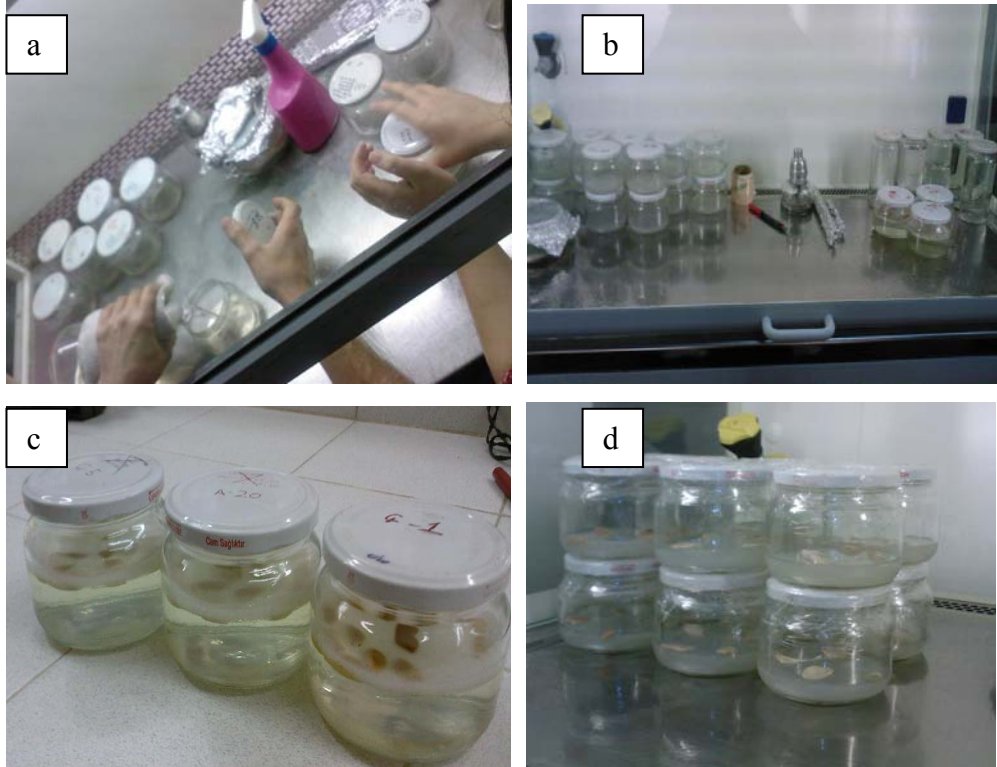
Şekil 3.6 Kabakta (*C.pepo* cv.Sakız) kotiledon ve hipokotil dokularından kallus elde etme amacıyla yapılan denemede bazı büyüme düzenleyici kombinasyonlarından örnekler

Çizelge 3.3 MS temel besin ortamında bulunan besin maddeleri ve konsantrasyonları (Murashige ve Skoog 1962)

Ortam bileşenleri	Miktarı (mg/litre)
(NH <sub>4</sub> )NO <sub>3</sub>	1.650
KNO <sub>3</sub>	1.900
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	440
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	370
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	27,8
Na <sub>2</sub> EDTA	37,3
MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	22,3
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	8,6
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6,2
KI	0,83
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0,25
CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0,025
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0,025
Myo-inositol	100
Glisin	2,0

### 3.2.9.2 Tohumların yüzeysel sterilizasyonu ve çimlendirilmesi

Sakız kabağına ait tohumlar, %20'lik ticari sodyum hipoklorit (çamaşır suyu) içinde 20 dakika çalkalanarak yüzeysel sterilizasyon işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 3.7.c). Bunun ardından, 3 defa 5'er dakika steril saf su ile durulama işlemi yapılmıştır. Sterilizasyon işleminin yapıldığı cam kavanozdaki son durulama suyu süzildükten sonra tohumlar steril kurutma kağıdı üzerine alınarak fazla suları kurutma kağıdına emdirilmiş ve tohumlar, hormonsuz MS ortamında çimlendirmeye alınmışlardır (Şekil 3.7.d). Tüm bu işlemler laminar akışlı kabinde aseptik koşullarda yapılmıştır (Şekil 3.7. a.b). Cam kavanozlar içerisine 4'er adet tohum ekilmiştir.  $26\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve sürekli karanlık koşullarda çimlendirilen fideler, kökçük uzunluğu yaklaşık 5 mm olduğu zaman 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık olacak şekilde ayarlanmış fotoperiyodik düzene sahip iklim odasına aktarılmışlardır.



Şekil 3.7 Aseptik koşullarda; a.Besin ortamının kavanozlara doldurulması, b.Dikim için hazır durumdaki steril kabin, c. Kabak tohumlarının yüzeysel sterilizasyonu, d. Tohum dikimi yapılmış besin ortamları

### 3.2.9.3 Eksplantların dikimi ve kallus elde edilmesi

Aseptik koşullarda çimlendirilen tohumlardan gelişen dört genotipe ait kabak fideleri, dört haftalık inkübasyon süresi tamamlandıktan sonra eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu amaçla, kotiledon dokularına göre daha iyi kallus oluşumunun sağladığı görülen hipokotil dokuları değerlendirilmiştir. Bunun için öncelikle kökboğazından kesim yapılarak kökler uzaklaştırılmış, hipokotil bölgesi yaklaşık 15 mm'lik parçalara ayrılarak hipokotil eksplantları hazırlanmış ve besin ortamlarına dikilmiştir. Hipokotil eksplantları tuz (50 mM NaCl) içeren stres koşullarına ve kontrol ortamlarına yatay biçimde yerleştirilmişlerdir. Eksplantların petri kutularındaki besin ortamlarına dikilmesinden sonra ise tüm költürler, sürekli karanlık ve 25 °C ±1 sıcaklık düzenine ayarlanan iklim odasına ve karanlık koşullara yerleştirilmiştir.

İskenderun-4, AB-44, Ü-7 ve A-24 genotiplerinde kontrol ve tuz uygulaması için 10'ar adet petri kutusu ve her bir petri kutusuna 6'şar adet hipokotil eksplantı yerleştirilmiştir. Stres ve kontrol ortamlarında gelişmeye bırakılan hipokotillerden, tuz uygulamasının 15. gününde ağırlık ölçümleri yapılmış ve aynı zamvea antioksidant enzim aktiviteleri için örnekler alınarak hemen sıvı azota daldırılmış ve cam kavanozlar içerisinde -80°C'deki derin dondurucuda saklanmıştır.

### 3.2.10 Antioksidatif enzim analizleri

Tuz stresi altındaki bitkilerde meydana gelen enzim değişimlerini incelemek için yaklaşık 1 g taze yaprak örneği sıvı azot içerisinde porselen havanlarda ezildikten sonra, içinde 0.1 mM Na-EDTA bulunan 50 mM'lık 10 ml'lik fosfor tampon çözeltisi (pH:7.6) ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler 15 dk süresince 15000 g'de santrifüj edildikten sonra elde edilen santrifgantlar enzim analizlerinde kullanılmıştır. Enzim aktivitelerinin belirleneceği örnekler, ölçüm yapıncaya kadar +4°C sıcaklıkta tutulmuştur. Ölçümler Analytic Jena 40 model spektrofotometrede gerçekleştirilmiştir. Enzim ölçümünde son hacimler, tampon çözeltisiyle tamamlanmıştır.



Superoksit dismutaz (SOD) aktivitesi, Cakmak ve Marschner (1992) ve Cakmak (1994)'a göre NBT'nin (nitro blue tetrazolium kloridin) ışık altında  $O_2^-$  tarafından indirgenmesi yöntemine göre ölçülmüştür. Tüm çözeltiler konulduktan sonra reaksiyon ortamı son hacim 5 ml olacak şekilde; cam şişeler içerisine önce 0.1 mM Na-EDTA içeren 50 mM'lık (pH:7.6) fosfor (P) tamponu, daha sonra üzerine sırasıyla enzim ekstraktı (25-100  $\mu$ l), 0.5 ml 50 mM  $Na_2CO_3$  (pH:10.2), 0.5 ml 12 mM L-methionine, 0.5 ml 75  $\mu$ M P-nitro blue tetrazolium chloride (NBT) ve 10  $\mu$ M riboflavine eklenmiştir. NBT'nin  $O_2^-$  tarafından indirgenmesi, örneklerin 24°C ve 400  $\mu$ mol  $m^{-2} s^{-1}$  ışık intensitesi altında 10 dk tutulması ile oluşturulmuştur. Bir SOD aktivitesi ünitesi, 560 nm'de ölçülen NBT indirgenme oranının % 50' sinin engellenebilmesi için gereken enzim miktarı olarak ifade edilmiştir.

Askorbat peroksidaz (APX) aktivitesi, Cakmak ve Marschner (1992) ve Cakmak (1994)'a göre 290 nm'de ( $E=2.8 \text{ mM cm}^{-1}$ ) askorbatın oksidasyonu ölçülerek yapılmıştır. Buna göre, son hacmi 1 ml olacak şekilde ayarlanan reaksiyon ortamına, 0.1 mM EDTA içeren 50 mM'lık fosfor tamponu (pH:7.6), 0.1 ml 10 mM EDTA içeren 12 mM  $H_2O_2$ , 0.1 ml 0.25 mM L(-) askorbik asit ve enzim ekstraktı ilave edilmiş ve askorbat oksidasyonu 290 nm'de okunmuştur (Şekil 3.12).

Glutatiyon redüktaz (GR) aktivitesi, Cakmak ve Marschner (1992) ve Cakmak (1994)'a göre 340 nm'de ( $E=6.2 \text{ mM cm}^{-1}$ ) NADPH'nin oksidasyonu esas alınarak ölçülmüştür. Buna göre, son hacmi 1 ml olacak şekilde ayarlanan reaksiyon ortamına 0.1 mM EDTA içeren 50 mM'lık fosfor tamponu (pH= 7.6), 0.1 ml 0.5 mm okside glutatiyon (GSSG), 0.1 ml 0.12 mM NADPH ve enzim ekstraktı ilave edilerek NADPH oksidasyonu 340 nm'de okunmuştur.

Katalaz aktivitesi (CAT),  $H_2O_2$ 'nin 240 nm'de ( $E=39.4 \text{ mM cm}^{-1}$ ) parçalanma oranı esas alınarak ölçülmüştür. Bu enzim analizinde son hacmi 1 ml olacak reaksiyon ortamına 0.1 mM EDTA içeren 50 mM'lık fosfor tamponu (pH=7.6), 0.1ml 100 mM  $H_2O_2$  ve enzim ekstraktı ilave edilmiştir (Cakmak ve Marschner 1992, Cakmak 1994).

Gelişen hipokotil dokularından enzim aktivitelerinin ölçülmesi için 1 g örnek alınarak sıvı azot içerisinde porselen havanlarda ezme işlemi yapılmıştır. Diğer tüm işlemler, yapraklarda yapılan işlemlerin aynısıdır.

### **3.2.11 Değerlendirmelerin yapılması**

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

### 4.1 Ön seçim aşaması

Çalışmanın ilk aşamasında 26 adet kabak genotipine ait fideler su kültüründe yetiştirilmiş; 100 mM NaCl uygulanan ve tuz uygulanmayan kontrol bitkilerinde çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal değişimler kaydedilmiştir. Ölçüm ve analizler tuz uygulamasından sonra 4. ve 7. günlerde yapılmıştır.

#### 4.1.1 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 birörtlülüğe yakın gelişme durumu gözlenirken; Şekil 4.1.b'de 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

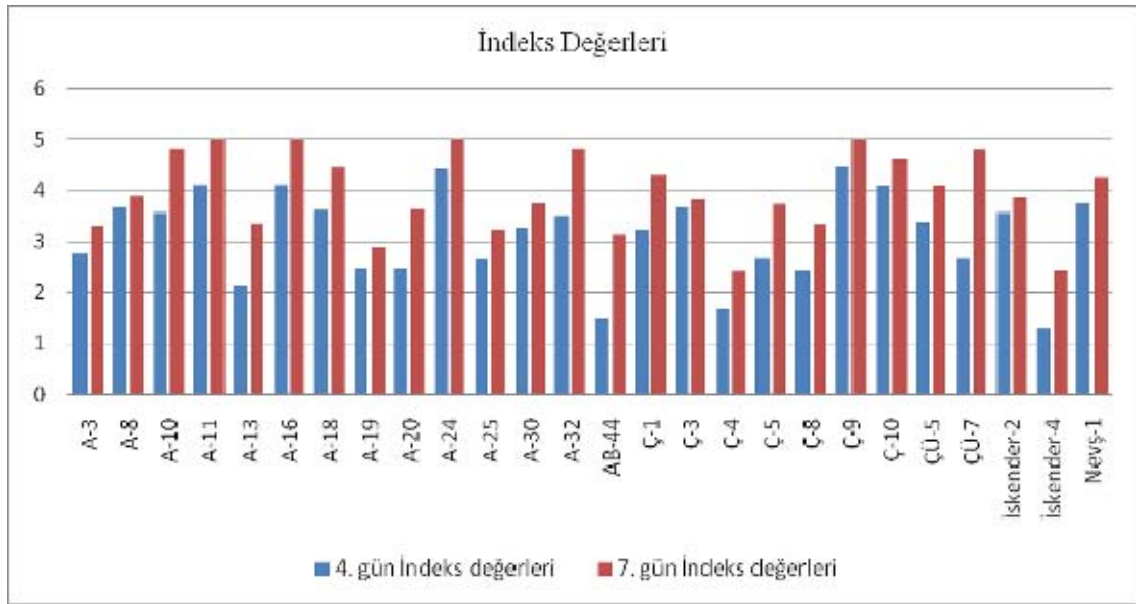
Tuz uygulamasından sonraki 4 ve 7. gün yaşamaya devam eden ve yeterli sayıda bitki bulduran toplam 26 adet kabak genotipinde belirlenen skala değerleri ortalaması ve bunlara ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’de ve Şekil 4.2’de verilmiştir.

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-2□	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; 4.5'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) patlıcvea, Kuşvuran (2004) kavunda, Koç (2005) fasulyede, skala değerlerinin tuza tolerant genotip seçiminde etkili olarak kullanılacak bir parametre olduğundan bahsedilmektedir.

#### **4.1.2 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 orvea 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	Bitki Yaş Ağırlığı (g/bitki)*				
	No	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

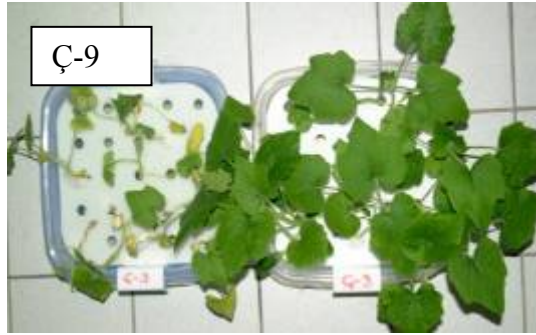
\* Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $P \leq 0.01$ )

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

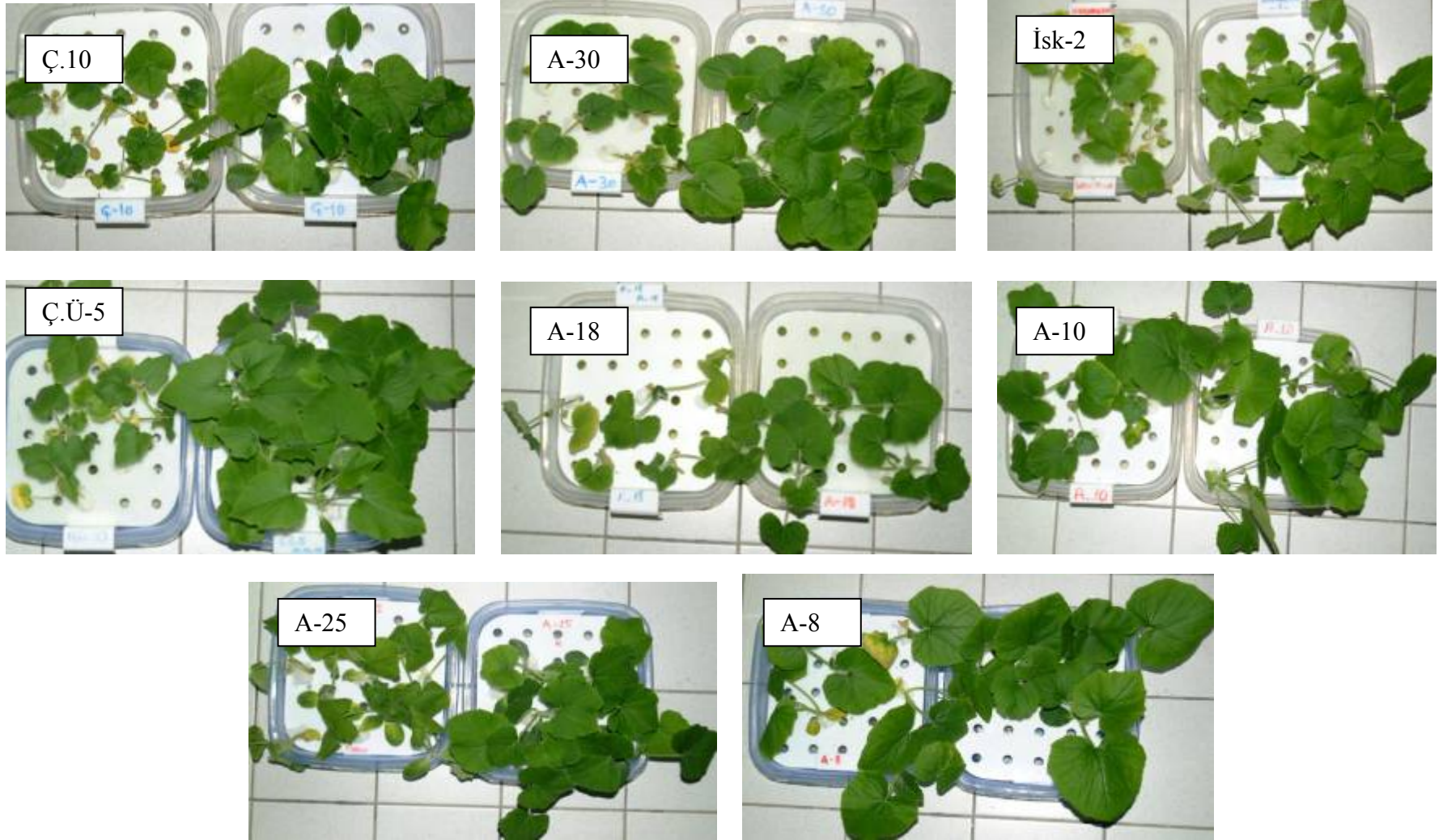
düşünüldüyse de, sonuçlar bu doğrultuda oluşmamıştır. Örneğin ‘İskenderun-4’ genotipi, indeks değeri bakımından en iyi derecelerden birini aldığı halde (1.31), yaş ağırlığı bakımından kontrol bitkilerine en yakın değerleri veren, diğer bir deyişle tuzdan en düşük orvea etkilenen kabak genotipleri arasında olamamıştır (%58.61 YASİ). Ancak yine de kontrol bitkileri ortalamasının %60’ına kadar yakınına ulaşan orvea 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 orvea 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.

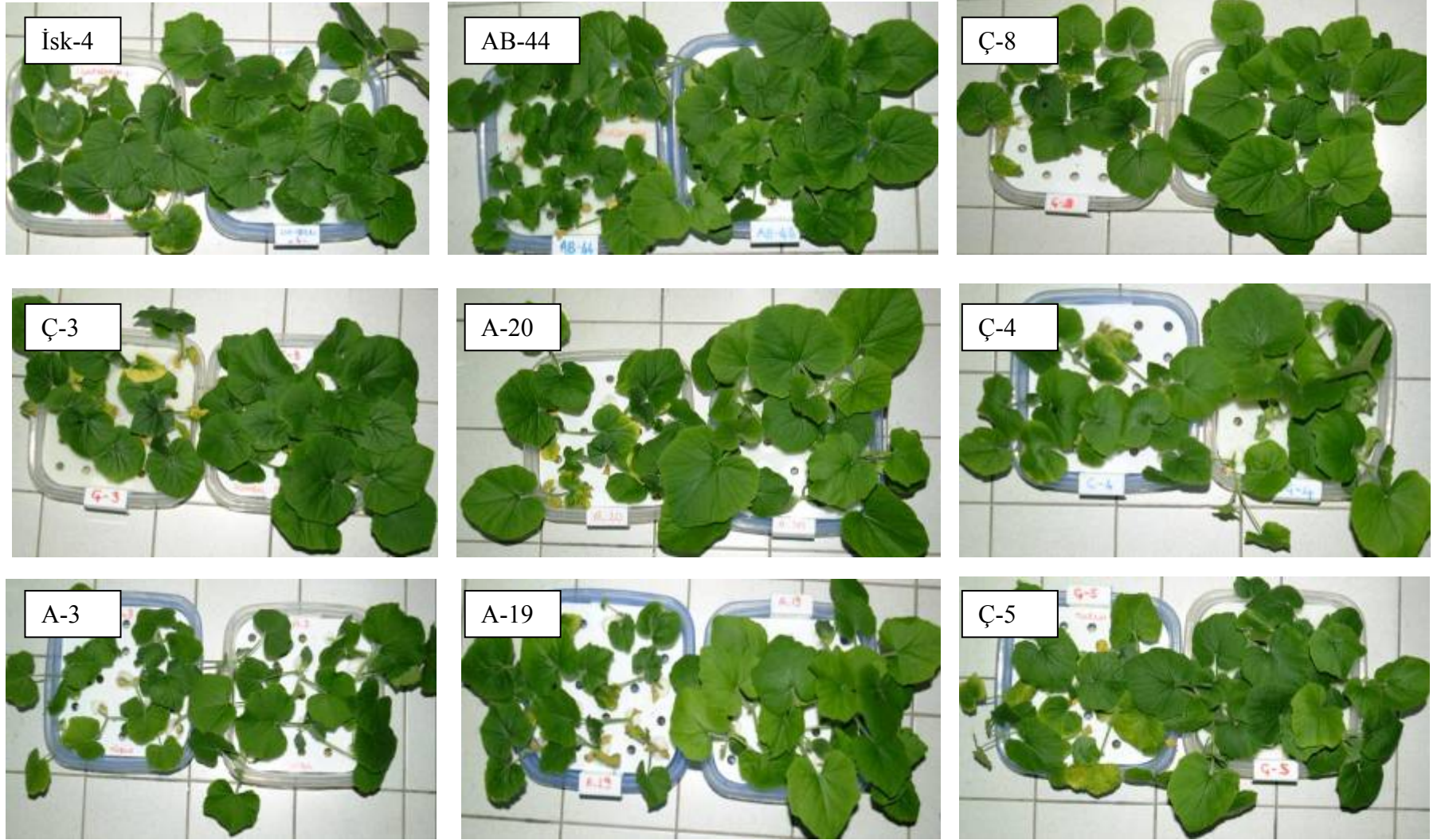




Şekil 4.3 Denemede yer alan kabak genotipleri arasında indeks değeri en yüksek, tuza toleransı en düşük olan genotipler



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



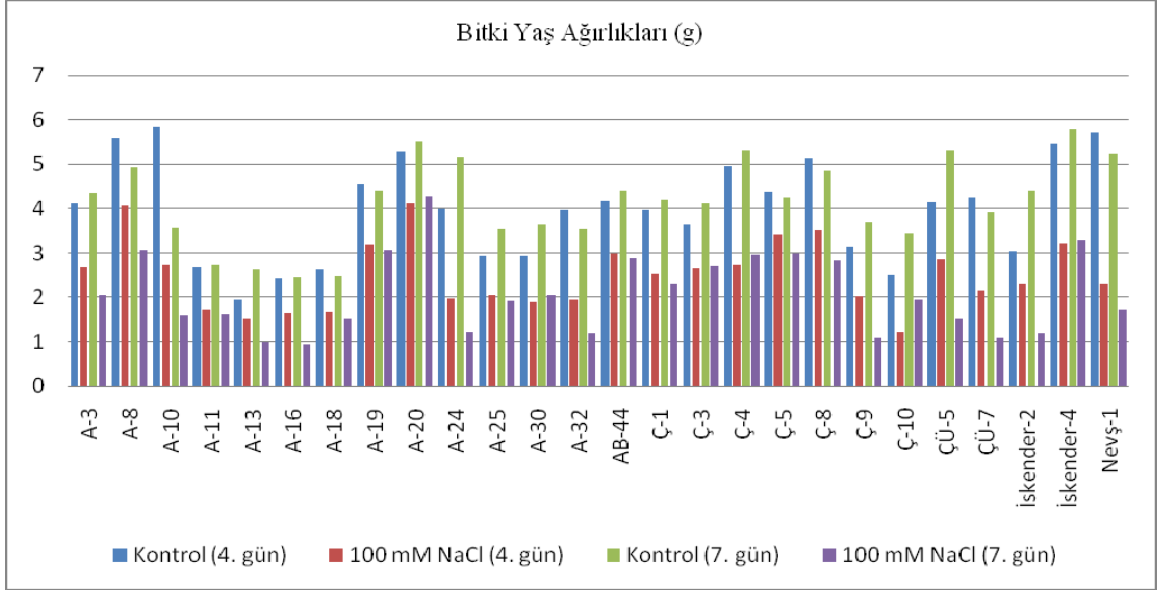
Şekil 4.5 Denemede yer alan kabak genotipleri arasında indeks değeri en düşük, tuza toleransı en yüksek olan genotipler

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	Bitki Yaş Ağırlığı (g/bitki)*				YASİ (%)
	No	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

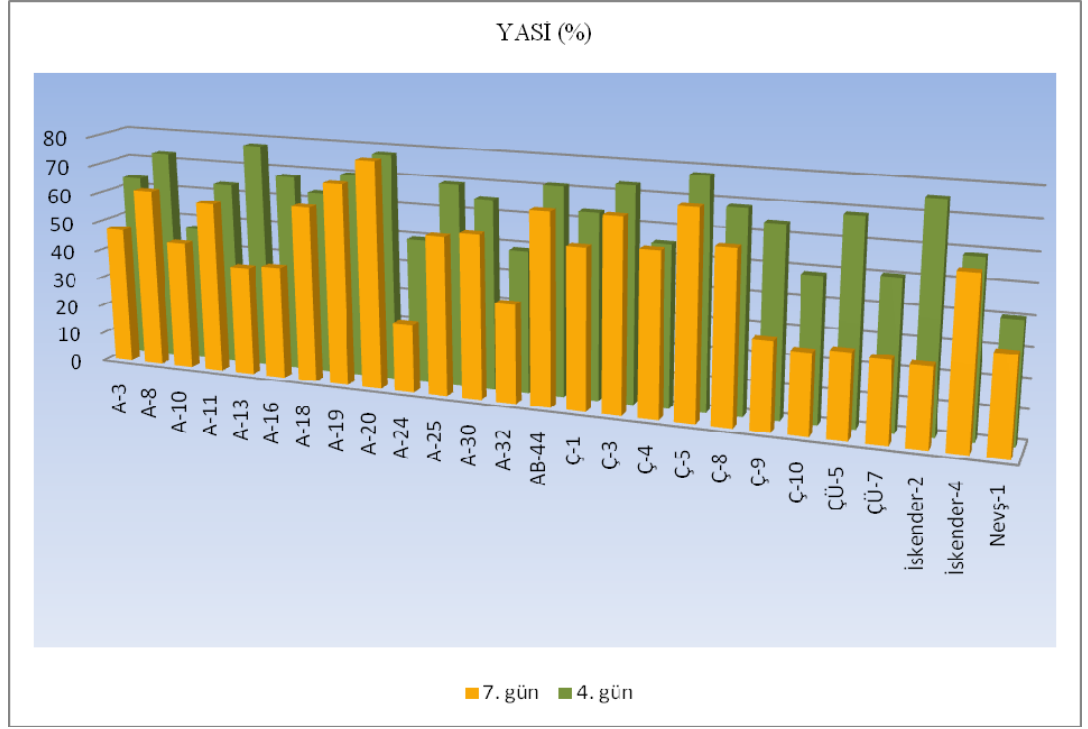
\* Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $P \leq 0.01$ )

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 koymasına 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 dayveıkları 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. Tuz stresinin bitkilerde bodurlaşma ile sonuçlandığı ve ağırlıkta azalmalara yol açtığı, diğer bazı araştırmacılar tarafından da gösterilmiştir (Cherian vd. 1999, Takemura vd. 2000).

#### **4.1.3 İyon miktarı ölçümleri**

##### **4.1.3.1 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<sup>+</sup> iyonu miktarında artış meydana gelmiştir.

##### **Köklerdeki Na<sup>+</sup> iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler**

4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda köklerdeki Na<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> iyonu artış oranları şöyledir: %237.3, %359.6, %180.5, %213.7, %421.5, %382.1). Buna karşılık

bazı genotiplerin köklerinde Na<sup>+</sup> iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Köklerde, tuz uygulamasının 4. gününde en az Na<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µ g/mg K.A.)

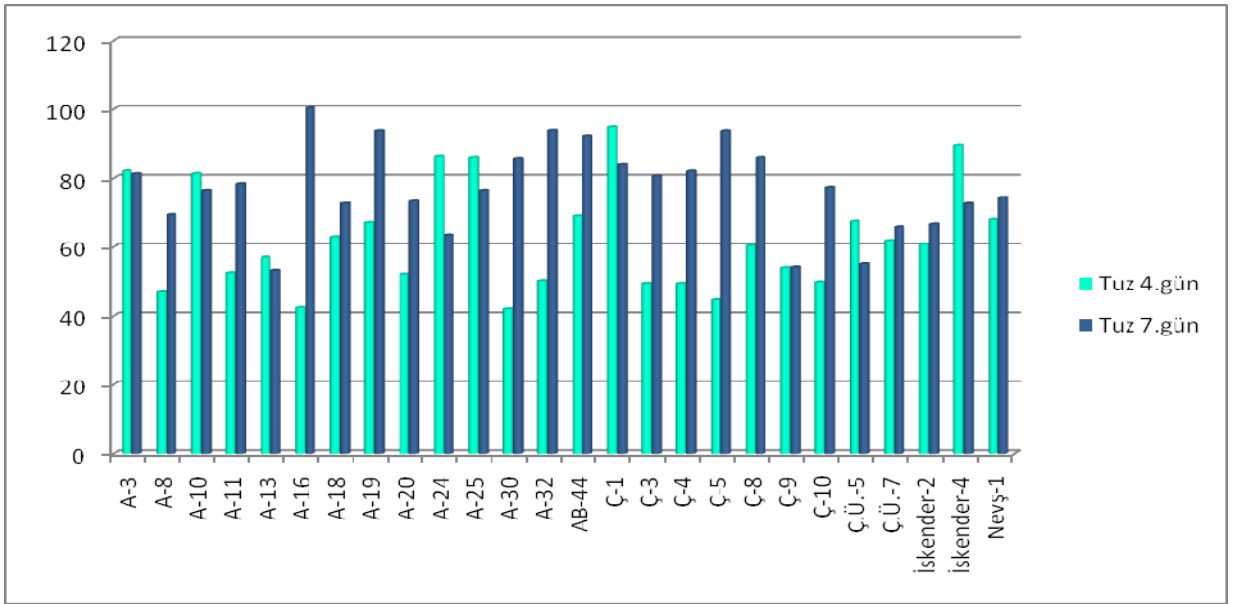
Genotip	Na <sup>+</sup> (µg/mg K.A.) 4.gün			Na <sup>+</sup> (µg/mg K.A.) 7.gün		
	Kontrol	NaCl	Artış %	Kontrol	NaCl	Artış %
A-3	15,75 e	82,13 bc	421,5	31,43 bc	81,32 bc	158,7
A-8	18,38 de	46,88 f	155,1	21,33 c	69,38 d	765,0
A-10	16,88 de	81,38 bc	382,1	22,23 c	76,53 c	244,3
A-11	16,88 de	52,50 e	211,0	24,38 c	78,42 bc	221,7
A-13	18,00 de	57,00 de	216,7	21,00 c	53,25 e	153,6
A-16	18,00 de	42,38 f	135,4	24,32 c	100,35 a	312,6
A-18	14,50 e	63,00 d	334,5	24,07 c	72,64 cd	201,8
A-19	16,36 de	67,13 d	310,3	34,67 b	93,80 a	170,8
A-20	27,75 b-d	52,13 e	87,9	33,01 b	73,27 c	122,0
A-24	30,75 b	86,25 b	180,5	33,66 b	63,51 de	88,7
A-25	27,38 b-d	85,88 b	213,7	28,13 bc	76,50 c	172,0
A-30	24,00 cd	42,00 f	75,0	20,51 cd	85,57 b	317,2
A-32	21,00 cd	50,25 ef	139,3	20,32 cd	93,86 a	361,9
AB-44	19,50 c-e	69,00 d	253,8	24,59 c	92,28 a	175,3
Ç-1	28,13 b-d	94,88 a	237,3	31,66 bc	83,90 b	165,0
Ç-3	14,63 e	49,50 ef	238,3	36,03 b	80,63 bc	123,8
Ç-4	20,25 c-e	49,50 ef	144,4	18,17 d	82,06 bc	351,6
Ç-5	15,38 e	44,63 f	190,2	27,08 c	93,75 a	246,2
Ç-8	18,75 de	60,38 d	222,0	34,67 b	85,88 bc	147,7
Ç-9	35,63 ab	54,00 e	51,6	46,71 a	54,18 e	16,0
Ç-10	22,13 cd	49,88 ef	125,4	26,63 c	77,38 c	190,6
Ç.Ü.-5	30,38 b	67,50 d	122,2	36,75 b	55,13 e	50,0
Ç.Ü.-7	45,00 a	61,88 d	37,5	36,44 b	65,88 de	80,8
İskender-2	39,60 a	60,75 d	53,4	29,09 bc	66,70 de	129,3
İskender-4	19,50 c-e	89,63 b	359,6	30,75 bc	72,63 c	136,2
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<sup>+</sup> iyonunu (100.35, 93.86, 93.75, 93.80, 92.28 µg/mg K.A.)



alan ilk 5 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Na<sup>+</sup> iyonu artış oranları şöyledir: %312.6, %361.9, %246.2, %170.8, %175.3). Buna karşılık bazı genotiplerin köklerinde Na<sup>+</sup> iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Köklerde, tuz uygulamasının 7. gününde en az Na<sup>+</sup> 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 örneklerindeki 4. ve 7. gündeki Na<sup>+</sup> iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

#### Gövdedeki Na<sup>+</sup> iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda gövdedeki Na<sup>+</sup> 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 örneklerindeki 4. ve 7. gündeki Na<sup>+</sup> iyonu miktarları da Şekil 4.9'da grafik halinde gösterilmiştir.

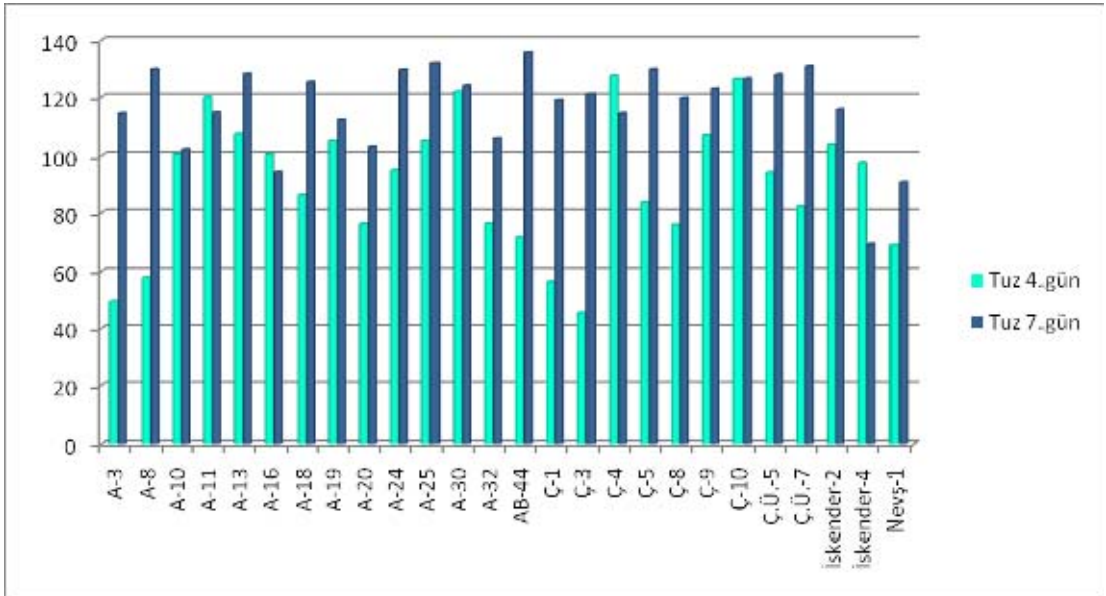
Ç-4, Ç-10, A-30, A-11 ve A-13 numaralı genotipler tuz uygulamasının 4.gününde, gövdesine en fazla miktarda Na<sup>+</sup> iyonunu (127.50, 126.38, 121.88, 120.00, 107,63 µg/mg K.A.) alan ilk genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Na<sup>+</sup> iyonu artış oranları şöyledir: %1207.7, %665.5, %692.5, %481.7, %635.7). Buna karşılık bazı genotiplerin gövdelerinde Na<sup>+</sup> iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Gövde kısmında, tuz uygulamasının 4. gününde en az Na<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.)

Genotip	Na <sup>+</sup> (µg/mg K.A.) 4.gün			Na <sup>+</sup> (µg/mg K.A.) 7.gün						
	Kontrol	NaCl	Artış %	Kontrol	NaCl	Artış %				
A-3	10,50	c-e	49,50	f	371,4	12,50	d	114,32	bc	814,6
A-8	17,63	b	57,75	ef	227,6	15,00	b-e	129,75	a	765,0
A-10	11,25	c	100,50	ab	793,3	16,69	b-d	102,18	cd	512,2
A-11	20,63	a	120,00	a	481,7	14,02	c-e	114,61	bc	717,5
A-13	14,63	bc	107,63	ab	635,7	14,79	c-e	128,09	a	766,1
A-16	22,88	a	100,50	ab	339,2	21,48	a	94,31	d	339,1
A-18	12,38	bc	86,25	cd	596,7	13,41	c-e	125,25	a	834,0
A-19	9,38	c-e	105,38	ab	1023,5	11,33	de	112,77	b	895,3
A-20	13,50	bc	76,13	d	463,9	23,28	a	103,13	cd	343,0
A-24	10,13	c-e	94,88	b	836,6	11,41	de	129,58	a	1035,7
A-25	19,00	a	105,38	ab	454,6	14,25	b-e	131,89	a	825,5
A-30	15,38	bc	121,88	a	692,5	15,75	b-e	123,99	ab	687,2
A-32	11,25	c-e	76,13	d	139,3	13,50	c-e	106,13	cd	361,9
AB-44	10,50	c-e	71,25	d	578,6	12,75	c-e	135,75	a	964,7
Ç-1	19,13	a	56,25	ef	194,0	13,32	c-e	118,88	b	792,5
Ç-3	12,38	bc	45,38	f	266,6	15,71	b-e	121,15	ab	671,2
Ç-4	9,75	de	127,50	a	1207,7	15,38	b-e	114,36	bc	643,6
Ç-5	11,63	c-e	83,63	cd	619,1	15,15	b-e	129,75	a	756,4
Ç-8	10,88	c-e	75,75	d	596,2	12,24	c-e	119,63	b	877,4
Ç-9	16,13	bc	107,25	ab	564,9	15,50	b-e	123,00	ab	693,5
Ç-10	16,51	bc	126,38	a	665,5	15,75	b-e	126,56	a	703,6
Ç.Ü.-5	17,25	b	94,13	b	445,7	14,31	c-e	127,88	a	793,6
Ç.Ü.-7	12,00	bc	82,13	cd	484,4	12,41	c-e	130,75	a	953,6
İskender-2	15,00	bc	103,88	ab	592,5	17,31	b-d	115,68	bc	568,3
İskender-4	24,38	a	97,50	b	299,9	15,00	b-e	69,00	e	360,0
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 ≤ 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<sup>+</sup> iyonunu (135.75, 131.89, 130.75, 129.75, 129.75 µg/mg K.A.) alan ilk 5 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Na<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Gövdelerde, tuz uygulamasının 7. gününde en az Na<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

### Üçüncü yapraktaki Na<sup>+</sup> iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

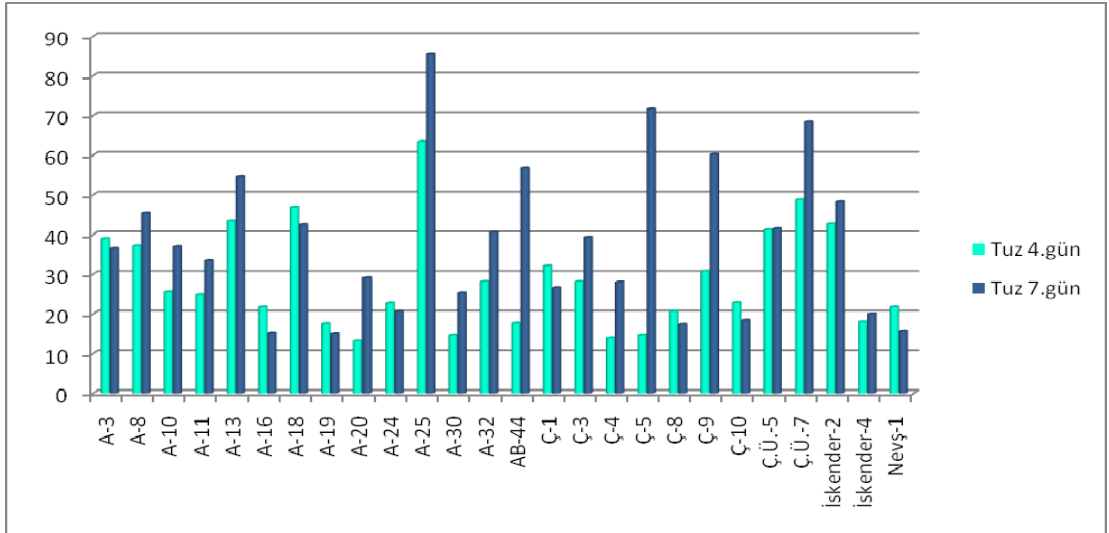
4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda üçüncü yapraktaki Na<sup>+</sup> iyonu miktarı bakımından elde edilen sayısal veriler ve bunların istatistiksel değerlendirilmesine ilişkin harflendirmeler, Çizelge 4.6'da verilmiştir. Ayrıca tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Na<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.)

Genotip	Na <sup>+</sup> (µg/mg K.A.) 4.gün					Na <sup>+</sup> (µg/mg K.A.) 7.gün				
	Kontrol		NaCl		Artış %	Kontrol		NaCl		Artış %
A-3	8,75	de	39,00	c	345,7	9,94	c	36,46	de	266,8
A-8	8,25	de	37,13	c	350,1	12,89	bc	45,38	d	252,1
A-10	12,00	c-e	25,50	cd	112,5	14,00	a-c	36,90	de	163,6
A-11	10,50	c-e	24,75	cd	135,7	15,00	a-c	33,40	de	122,7
A-13	8,25	de	43,50	b	427,3	13,48	a-c	54,66	cd	305,5
A-16	10,50	c-e	21,75	de	107,1	14,89	a-c	15,22	fg	2,2
A-18	7,88	de	46,88	b	494,9	13,68	a-c	42,56	d	211,1
A-19	11,75	c-e	17,50	fg	48,9	10,58	bc	15,05	fg	42,2
A-20	8,25	de	13,13	fg	59,2	11,72	bc	29,09	e	148,2
A-24	18,38	ab	22,75	c-e	23,8	12,75	bc	20,59	f	61,5
A-25	12,52	c-e	63,38	a	406,2	11,09	bc	85,50	a	671,0
A-30	13,50	c-e	14,63	fg	8,4	11,63	bc	25,24	e	117,0
A-32	10,13	c-e	28,13	c-e	177,7	12,38	bc	40,55	d	227,5
AB-44	14,63	b-e	17,63	ef	20,5	13,88	a-c	56,70	cd	308,5
Ç-1	8,63	de	32,09	cd	271,8	10,56	bc	26,58	e	151,7
Ç-3	18,38	ab	28,13	c-e	53,0	11,46	bc	39,32	d	243,1
Ç-4	9,00	de	13,88	fg	54,2	13,88	a-c	28,01	e	101,8
Ç-5	11,63	c-e	14,63	fg	25,8	12,00	bc	71,63	b	496,9
Ç-8	16,18	b-d	20,63	de	27,5	12,86	bc	17,31	fg	34,6
Ç-9	13,13	b-e	30,75	cd	134,2	12,53	bc	60,18	bc	380,3
Ç-10	17,50	b-d	22,88	c-e	30,7	13,50	a-c	18,40	fg	36,3
Ç.Ü.-5	9,50	b-d	41,25	b	334,2	12,75	bc	41,52	d	225,6
Ç.Ü.-7	12,77	c-e	48,75	b	281,8	12,14	bc	68,35	b	463,0
İskender-2	12,50	c-e	42,75	b	242,0	14,63	a-c	48,21	d	229,5
İskender-4	12,03	c-e	18,00	e	49,6	12,00	bc	20,00	f	66,7
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<sup>+</sup> iyonunu (63.38, 48.75, 46.88, 43.50, 42.75, 41.25 µg/mg K.A.) bulunduran ilk genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Na<sup>+</sup> iyonu artış oranları şöyledir: %406.2, %281.8, %494.9, %427.3, %242.0, %334.2). Buna karşılık bazı genotiplerin üçüncü yapraklarında Na<sup>+</sup> iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Üçüncü yapraklarında, tuz uygulamasının 4. gününde en az Na<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> iyonunu (85.50, 71.63, 68.35, 56.70, 54.66 µg/mg K.A.) biriktiren ilk 5 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Na<sup>+</sup> iyonu artış oranları şöyledir: %671.0, %496.9, %463.0, %308.5, %305.5). Buna karşılık bazı genotiplerin üçüncü yapraklarında Na<sup>+</sup> iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Üçüncü yapraklarda, tuz uygulamasının 7. gününde en az Na<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> 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.

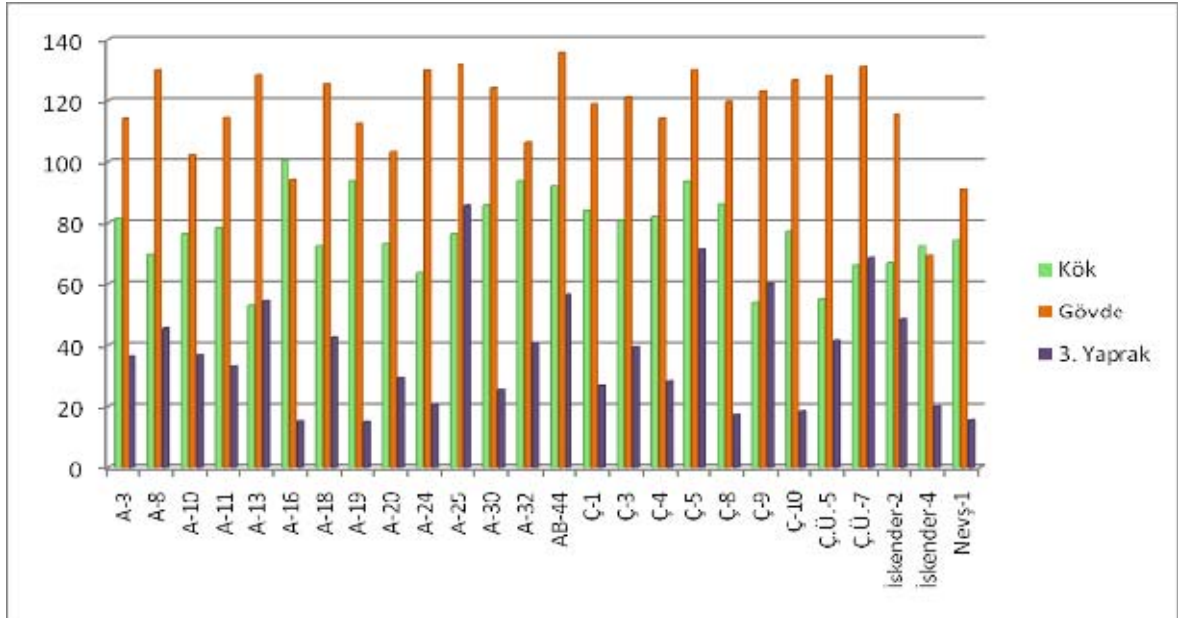
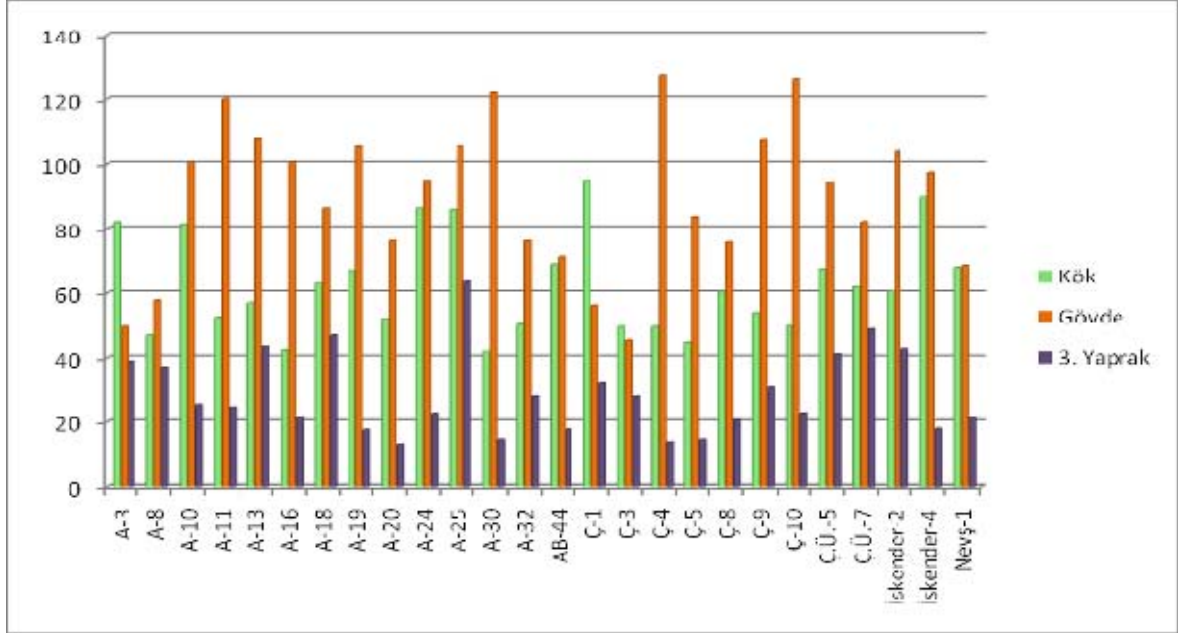
Çizelge 4.7 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra Na<sup>+</sup> iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

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 aksamalarında 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 tosisitesi 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.

Farklı kabak genotiplerinde büyümedeki azalmanın en önemli nedeni, bitki bünyesinde gereğinden çok fazla ve toksik düzeyde biriken sodyum iyonu konsantrasyonudur. Başka bazı bitki türlerinde olduğu gibi (Karanlık 2001, Aktaş 2002, Yaşar 2003) kabakta tuza tolerans özelliği bitki yeşil aksamındaki Na iyonu birikimi ile ilgili görülmektedir. NaCl konsantrasyonunun yüksek olduğu yetiştirme ortamlarındaki bitkiler, aşırı miktarda Na iyonu almaktadırlar. Na iyonuna, iyonik çapları ve elektriksel yükleri nedeniyle büyük benzerlik gösteren K iyonunun alımı, bu nedenle tuzlu koşullarda engellenmektedir. Tüm patlıcan genotiplerinde Na iyonu alımındaki artışlarla birlikte K iyonu alımında azalma ortaya çıkmıştır. Aralarında yüksek değerli bir negatif etkileşim bulunan Na ve K iyonlarının alımı, toleransın ortaya çıkmasında en etkili mekanizmalardan birisi olarak patlıcan etkili seçim kriterleri kategorisinde ilk sıralarda yer almıştır. Levitt (1980), ortamda sodyum klorürün fazla olması durumunda, bitkiler tarafından Na<sup>+</sup> iyonunun gereğinden fazla alındığı ve oluşan rekabet nedeniyle K<sup>+</sup> iyonu alımında azalma olduğunu kaydetmiştir. Bitki genotiplerinin farklı oranlarda Na<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> 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 (1997), Yu vd. (1998), Karanlık (2001), Aktaş (2002) ve Yaşar (2003) tarafından gösterilmiştir.



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



Ayrıca bitkinin yeşil aksamına Na gidişini engelleyebilen ve seçici olarak yüksek oranlarda K gönderen genotiplerin tuz toksisitesine daha dayanıklı olduğu Greenway ve Munns (1980), WynJones vd. (1984) tarafından da bildirilmektedir. Bazı başka kaynaklarda ise, genç yapraklarda K akümülyasyonu yapabilen, sodyumu yaşlı yapraklarında biriktiren ve bunları erken yaşlandırıp dökerek bünyesinden uzaklaştıran genotiplerin tuza tolerant oldukları hakkında bilgiler verilmiştir (Yeo ve Flowers 1983, Yeo vd. 1991).

#### 4.1.3.2 Potasyum iyonu

##### **Köklerdeki K<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> 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 örneklerindeki 4. ve 7. gündeki K<sup>+</sup> iyonu miktarları da Şekil 4. 12'de grafik halinde gösterilmiştir.

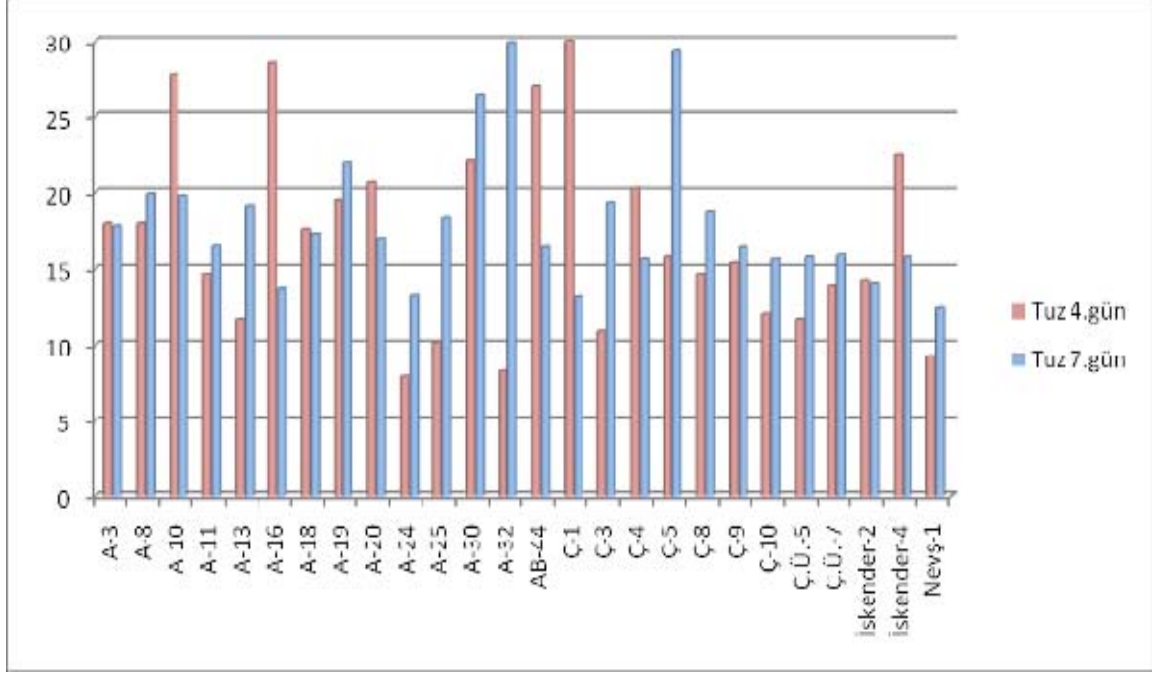
Ç-1, A-16, A-10, AB-44, İskender-4, A-30, A-20 ve Ç-4 numaralı genotipler tuz uygulamasının 4.gününde, köklerinde en fazla miktarda K<sup>+</sup> iyonu (30.00, 28.50, 27.75, 27.00, 22.50, 22.13, 20.63 ve 20.25 µg/mg K.A.) bulunduran (koruyabilen) genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre K<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Köklerde, tuz uygulamasının 4. gününde en az K<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.)

Genotip	K <sup>+</sup> (µg/mg K.A.) 4.gün					K <sup>+</sup> (µg/mg K.A.) 7.gün				
	Kontrol		NaCl		Azalış (%)	Kontrol		NaCl		Azalış (%)
A-3	42,00	d-f	18,00	b	57,1	56,16	bc	17,84	b-e	68,2
A-8	77,63	a	18,00	b	76,8	74,93	a	19,88	b-e	73,5
A-10	34,88	ef	27,75	a	79,6	65,17	ab	19,77	b-e	69,7
A-11	47,25	cd	14,63	cd	69,0	51,00	b-d	16,45	b-e	67,7
A-13	55,13	c	11,63	cd	78,9	32,00	e	19,13	b-e	40,2
A-16	46,50	cd	28,50	a	38,7	41,68	d	13,73	c-e	67,1
A-18	68,75	b	17,63	b	83,4	49,20	d	17,19	b-e	65,1
A-19	51,01	c	19,50	b	61,8	56,97	bc	22,01	ab	61,4
A-20	27,75	f	20,63	ab	25,7	41,50	d	16,89	b-e	59,3
A-24	43,88	d-f	7,88	de	82,0	43,66	d	13,15	c-e	69,9
A-25	43,50	d-f	10,13	de	76,7	58,13	bc	18,38	b-e	68,4
A-30	48,38	cd	22,13	ab	77,8	58,34	bc	26,43	a	54,7
A-32	55,13	c	8,25	de	91,8	59,73	bc	29,91	a	49,9
AB-44	40,88	ef	27,00	a	73,0	48,48	d	16,39	b-e	66,2
Ç-1	37,88	ef	30,00	a	70,0	38,22	de	13,08	c-e	65,8
Ç-3	33,75	f	10,88	de	67,8	43,59	d	19,32	b-e	55,7
Ç-4	64,13	b	20,25	ab	68,4	58,41	bc	15,64	c-e	84,8
Ç-5	37,88	ef	15,75	bc	58,4	51,46	b-d	29,25	a	43,2
Ç-8	51,38	c	14,63	bc	71,5	60,68	bc	18,75	b-e	59,1
Ç-9	49,88	cd	15,38	bc	69,2	26,52	e	16,39	b-e	38,2
Ç-10	43,13	d-f	12,00	cd	72,2	70,13	a	15,61	c-e	77,7
Ç.Ü.-5	27,00	f	11,63	c-e	56,9	23,73	e	15,75	c-e	33,6
Ç.Ü.-7	45,38	de	13,88	cd	69,4	32,25	e	15,88	c-e	50,8
İskender-2	77,28	a	14,25	bc	81,6	56,42	bc	14,06	c-e	75,1
İskender-4	34,50	e f	22,5	ab	34,8	47,25	d	15,75	c-e	77,7
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<sup>+</sup> iyonu azalma oranları şöyledir: %49.9, %43.2, %54.7, %61.4). Buna karşılık bazı genotiplerin köklerinde K<sup>+</sup> iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Köklerde, tuz uygulamasının 7. gününde diğer

kabak genotiplerinin tümü benzer sonuçlar vermiş ve 12.40-19.88  $\mu\text{g}/\text{mg}$  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  $\text{K}^+$  iyonu miktarları ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  K.A.)

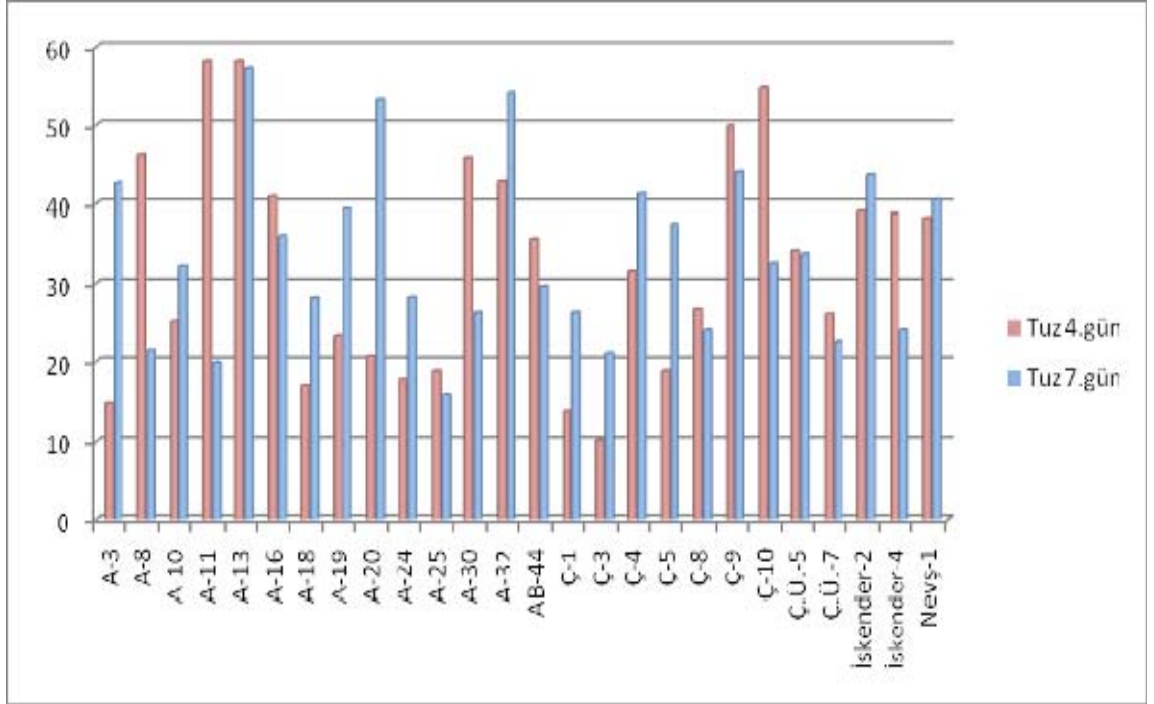
### Gövdedeki $\text{K}^+$ iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

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  $\text{K}^+$  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<sup>+</sup> miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.)

Genotip	K <sup>+</sup> (µg/mg K.A.) 4.gün					K <sup>+</sup> (µg/mg K.A.) 7.gün				
	Kontrol		NaCl		Azalış (%)	Kontrol		NaCl		Azalış (%)
A-3	103,13	a	14,63	d	85,8	83,93	a	42,59	b	49,3
A-8	93,38	a	46,13	b	50,6	101,88	a	21,38	cd	79,0
A-10	64,5	c	25,13	c	61,0	78,00	a	32,21	c	58,7
A-11	70,13	bc	58,13	a	17,1	88,49	a	19,83	d	77,6
A-13	75,75	bc	58,13	a	23,3	80,46	a	57,24	a	28,9
A-16	49,13	cd	40,88	b	16,8	70,11	a	36,03	c	48,6
A-18	62,63	c	16,88	d	73,0	60,63	ab	28,13	cd	53,6
A-19	63,75	c	23,25	c	63,5	76,83	a	39,30	bc	48,8
A-20	105,88	a	20,63	c	80,5	83,50	a	53,25	a	36,2
A-24	61,88	c	17,63	d	71,5	45,96	b	28,17	cd	38,7
A-25	50,25	cd	18,75	d	62,7	93,75	a	15,67	d	83,3
A-30	64,13	c	45,75	b	28,7	66,75	ab	26,23	c	60,7
A-32	79,5	bc	42,75	b	46,2	93,00	a	54,14	a	41,8
AB-44	80,63	b	35,63	bc	55,8	67,50	ab	29,55	c	56,2
Ç-1	56,25	c	13,88	d	75,3	54,74	b	26,25	cd	52,0
Ç-3	50,25	cd	10,13	d	79,8	32,88	c	21,04	cd	36,0
Ç-4	104,63	a	31,50	c	69,9	73,88	a	41,21	b	44,2
Ç-5	57,00	c	18,75	d	67,1	46,89	b	37,50	bc	20,0
Ç-8	65,63	c	26,63	c	59,4	68,25	ab	24,00	cd	64,8
Ç-9	89,25	b	49,88	ab	44,1	62,75	ab	43,98	b	29,9
Ç-10	57,68	c	54,75	a	5,1	91,88	a	32,57	bc	64,6
Ç.Ü.-5	48,38	d	34,13	bc	29,5	46,24	b	33,75	bc	27,0
Ç.Ü.-7	70,88	bc	26,00	c	63,3	58,15	b	22,49	cd	-7,5
İskender-2	84,75	b	39,00	b	54,0	86,58	a	43,58	b	49,7
İskender-4	84,38	b	38,75	b	54,1	28,50	c	24,00	cd	15,8
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<sup>+</sup> iyonunu bulunduran (58.13, 58.13, 54.75 ve 49.88 µg/mg K.A.) ilk genotipler olmuştur (Sırasıyla kontrole göre K<sup>+</sup> iyonu azalma oranları şöyledir: %17.1, %23.3, %5.1 ve %44.1). Buna karşılık bazı genotiplerin gövdelerinde K<sup>+</sup> iyonu miktarı düşük bulunmuştur. Gövde kısmında, tuz uygulamasının 4. gününde en az K<sup>+</sup> 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 örneklerindeki 4. ve 7. gündeki  $K^+$  iyonu miktarları ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  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  $\mu\text{g}/\text{mg}$  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.

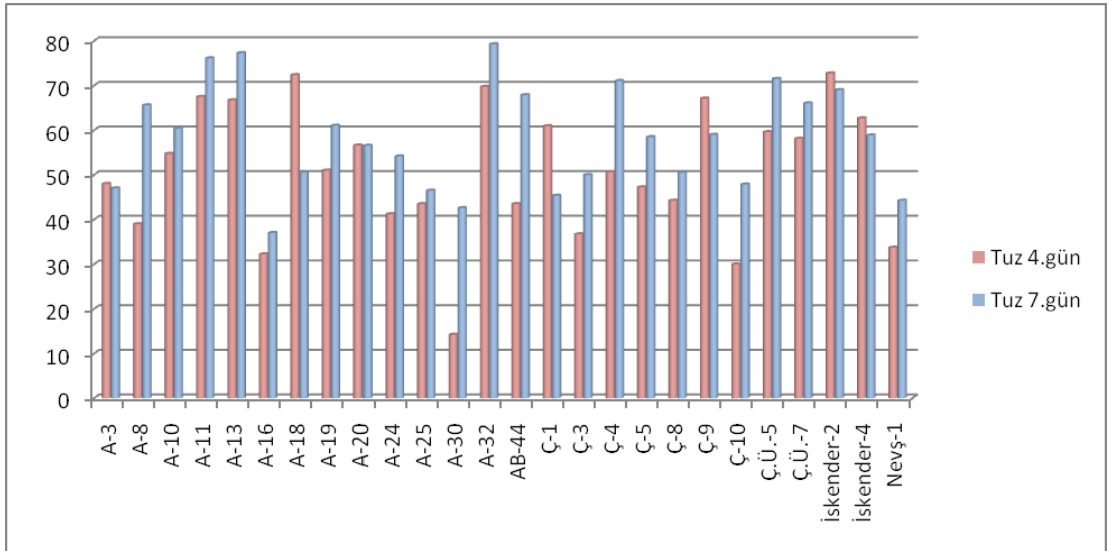
### Üçüncü yapraktaki K<sup>+</sup> iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda üçüncü yapraktaki K<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> 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<sup>+</sup> miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artış ve azalışlar (µg/mg K.A.)

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

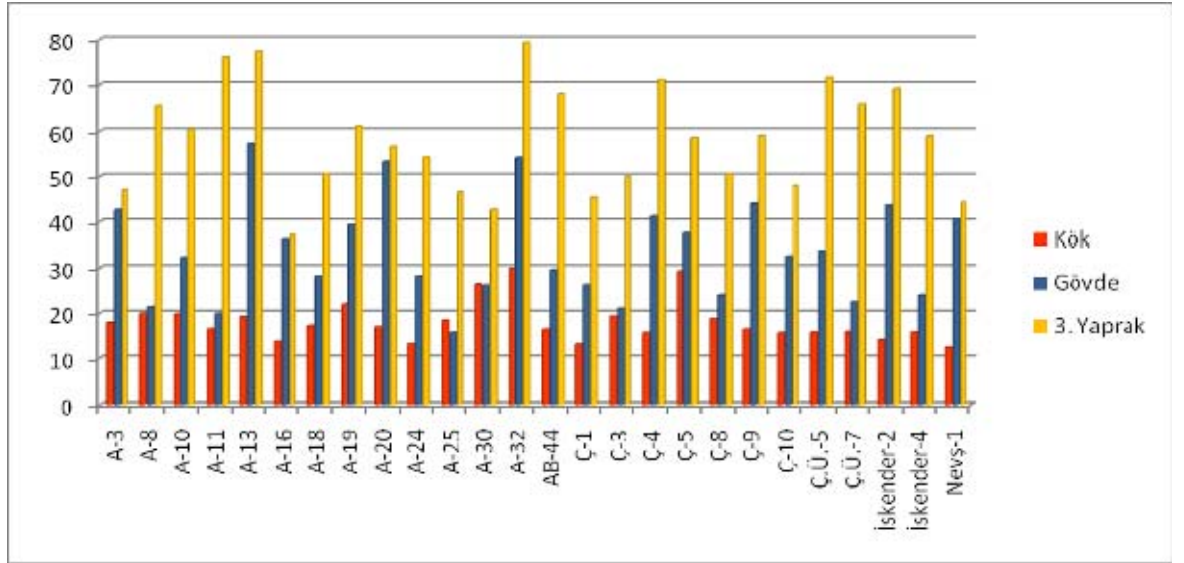
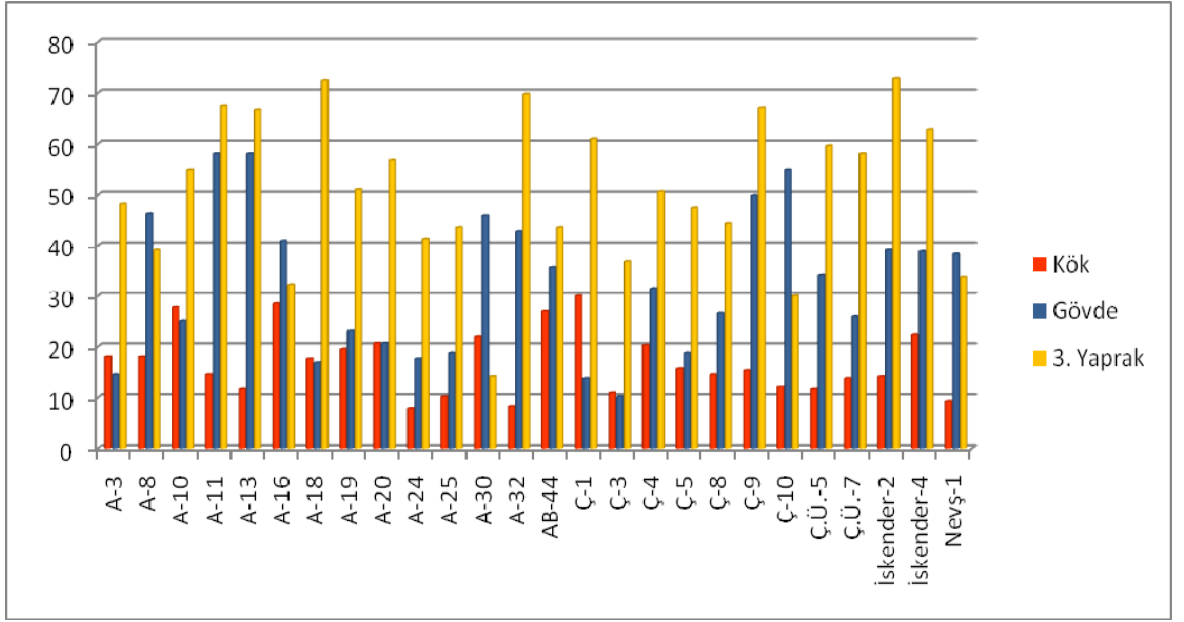
Genotip	4. gün			7. gün		
	Kök	Gövde	3. yaprak	Kök	Gövde	3. yaprak
A-3	18,00	14,63	48,00	17,84	42,59	47,02
A-8	18,00	46,13	39,00	19,88	21,38	65,63
A-10	27,75	25,13	54,75	19,77	32,21	60,40
A-11	14,63	58,13	67,50	16,45	19,83	76,14
A-13	11,63	58,13	66,75	19,13	57,24	77,32
A-16	28,50	40,88	32,25	13,73	36,03	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



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.

Bitki tarafından bünyeye yüksek konsantrasyonlarda tuz (NaCl) alımı diğer iyonların, özellikle  $K^+$ 'un alımına karşılık bir rekabet oluşturur ve bu durum  $K^+$  eksikliği ile sonuçlanır (Parida ve Das 2005). Bitki genotiplerinin farklı oranlarda Na ve K absorpsiyonu yapması ve böylece bünyelerinde farklı  $K^+/Na^+$  oranlarına sahip olmasının, tuzluluğa dayanım konusunda rol oynadığı Zhu (2003), Volkov vd. (2003), Ghars vd. (2008) tarafından gösterilmiştir.



Şekil 4.15 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasının ardından ölçülen K<sup>+</sup> iyonu miktarları (µg/mg K.A.), a. 4. gün, b. 7. gün

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.

#### **4.1.3.3 Kalsiyum İyonu**

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<sup>+2</sup> iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler**

4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda köklerdeki Ca<sup>+2</sup> 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<sup>+2</sup> 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<sup>+2</sup> 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<sup>+2</sup> iyonu azalış oranları şöyledir: %30.8, %16.7, %36.4, %56.4 %42.9, %50.0). Buna karşılık bazı genotiplerin köklerinde Ca<sup>+2</sup> iyonu miktarı daha da düşük bulunmuştur. Köklerde, tuz uygulamasının 4. gününde en az Ca<sup>+2</sup> iyonu biriktiren ilk

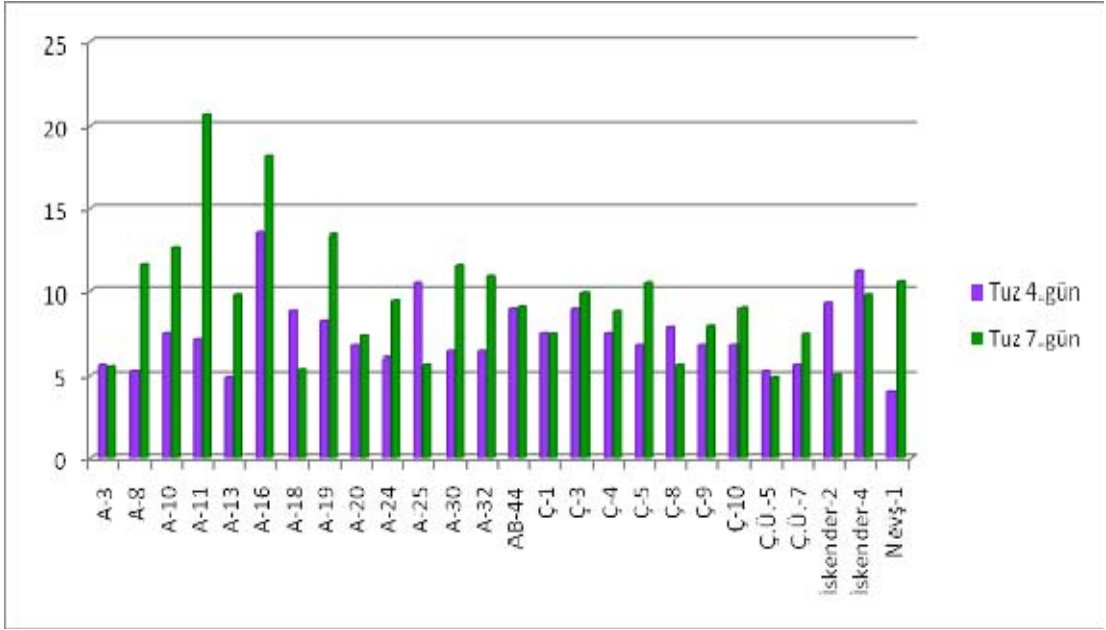
5 genotip, iyon miktarları ve kontrole göre azalış oranları ise şu şekildedir: Nevşehir-1 (4.00; %71.9), Ç.Ü-5 (5.25; %48.2), A-8 (5.25; %75.9), A-3 (5.63; %58.3), Ç.Ü-7 (5.63; %64.3).

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 ( $\mu$  g/mg K.A.)

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

### Gövdedeki Ca<sup>2+</sup> iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda gövdedeki Ca<sup>2+</sup> 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<sup>2+</sup> iyonu miktarları da Şekil 4.17'de grafik halinde gösterilmiştir.

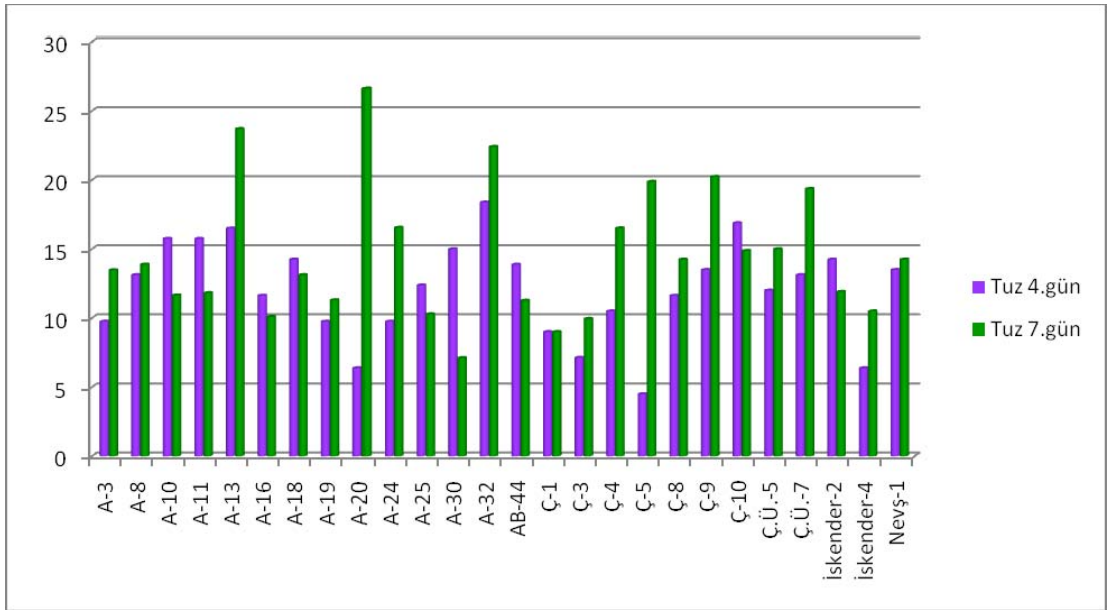
Çizelge 4.13 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan gövde kısımlarındaki  $Ca^{+2}$  miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar ( $\mu$  g/mg K.A.)

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

### Üçüncü yapraktaki Ca<sup>+2</sup> iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

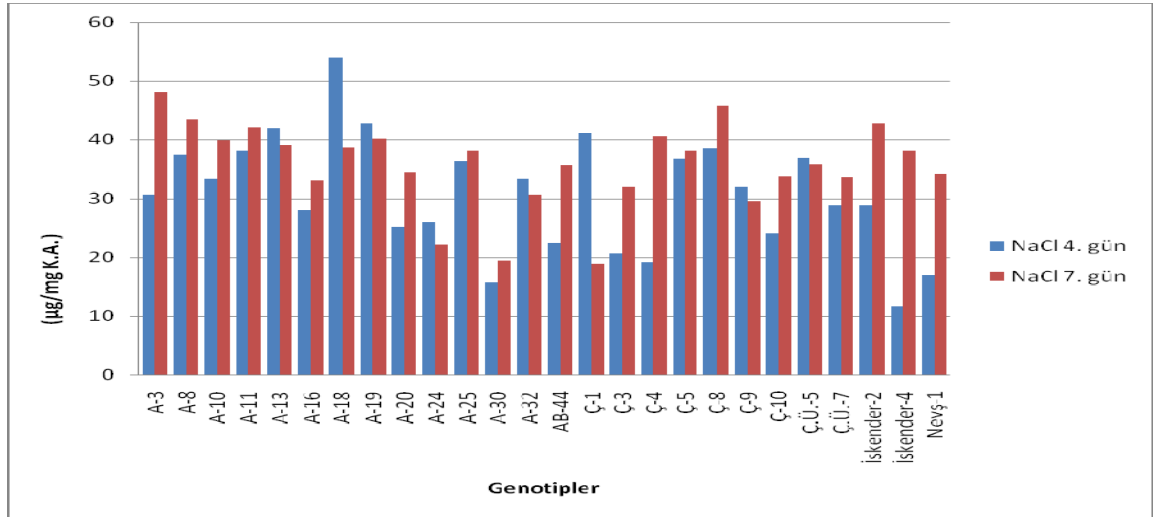
4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda üçüncü yapraktaki Ca<sup>+2</sup> iyonu miktarı bakımından elde edilen sayısal veriler ve bunların istatistiksel değerlendirilmesine ilişkin harflendirmeler, Çizelge 4.14'te verilmiştir. Ayrıca tuz uygulaması yapılan bitkilerin üçüncü yapraklarından alınan örneklerdeki 4. ve 7. gündeki Ca<sup>+2</sup> 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<sup>+2</sup> miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar ( $\mu$  g/mg K.A.)

Genotip	Ca <sup>+2</sup> ( $\mu$ g/mg K.A.) 4.gün			Ca <sup>+2</sup> ( $\mu$ g/mg K.A.) 7.gün						
	Kontrol	NaCl	Azalış (%)	Kontrol	NaCl	Azalış (%)				
A-3	26,00	b	30,75	c-e	18,3	22,12	d	48,11	a	117,5
A-8	37,13	a	37,50	bc	1,0	41,18	b	43,50	a	5,6
A-10	42,00	a	33,38	c-e	(-) 20,5	37,54	bc	39,80	bc	6,0
A-11	47,63	a	38,25	bc	(-) 19,7	50,25	a	42,10	a	(-) 16,4
A-13	33,75	b	42,00	b	24,4	41,95	b	39,02	bc	(-) 7,0
A-16	48,00	a	28,00	de	(-) 41,7	45,33	b	33,10	c	(-) 27,0
A-18	38,63	a	54,00	a	39,8	42,97	b	38,73	bc	(-) 9,9
A-19	24,38	b	42,75	b	75,3	34,76	c	40,07	ab	15,3
A-20	38,25	a	25,13	de	(-) 34,3	40,75	b	34,38	bc	(-)15,6
A-24	28,13	b	26,00	de	(-) 7,6	34,50	c	22,19	c	(-) 35,7
A-25	31,47	b	36,38	c-e	15,6	36,94	bc	38,25	bc	3,5
A-30	34,13	b	15,75	f	(-) 53,9	36,00	bc	19,50	d	(-) 45,8
A-32	42,38	a	33,38	c-e	(-) 21,2	32,25	c	30,73	c	(-) 4,7
AB-44	39,00	a	22,50	e	(-) 42,3	24,38	d	35,72	bc	46,5
Ç-1	24,25	b	41,09	b	69,4	29,91	c	18,89	d	(-) 36,8
Ç-3	25,88	b	20,63	de	(-) 20,3	25,50	d	31,94	c	25,3
Ç-4	38,25	a	19,13	d-f	(-) 50,0	43,13	b	40,53	ab	(-) 6,0
Ç-5	44,25	a	36,75	c-e	(-) 16,9	31,13	c	38,25	bc	22,9
Ç-8	25,83	b	38,63	bc	49,6	41,79	b	45,90	a	9,8
Ç-9	36,38	a	31,88	c-e	(-) 12,4	33,17	c	29,52	c	(-) 11,0
Ç-10	28,38	b	24,00	de	(-) 15,4	45,00	b	33,73	c	(-) 25,0
Ç.Ü.-5	28,00	b	36,88	c-e	31,7	30,00	c	35,81	bc	19,4
Ç.Ü.-7	31,72	b	28,88	de	(-) 9,0	30,46	c	33,62	c	10,4
İskender-2	31,88	b	28,88	de	(-) 9,4	36,75	bc	42,81	a	16,5
İskender-4	35,78	ab	11,63	fg	(-) 67,6	31,50	c	38,25	bc	21,4
Nevş-1	16,13	c	16,88	f	4,6	34,50	bc	34,22	c	(-) 0,8



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  $\mu\text{g}/\text{mg}$  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).

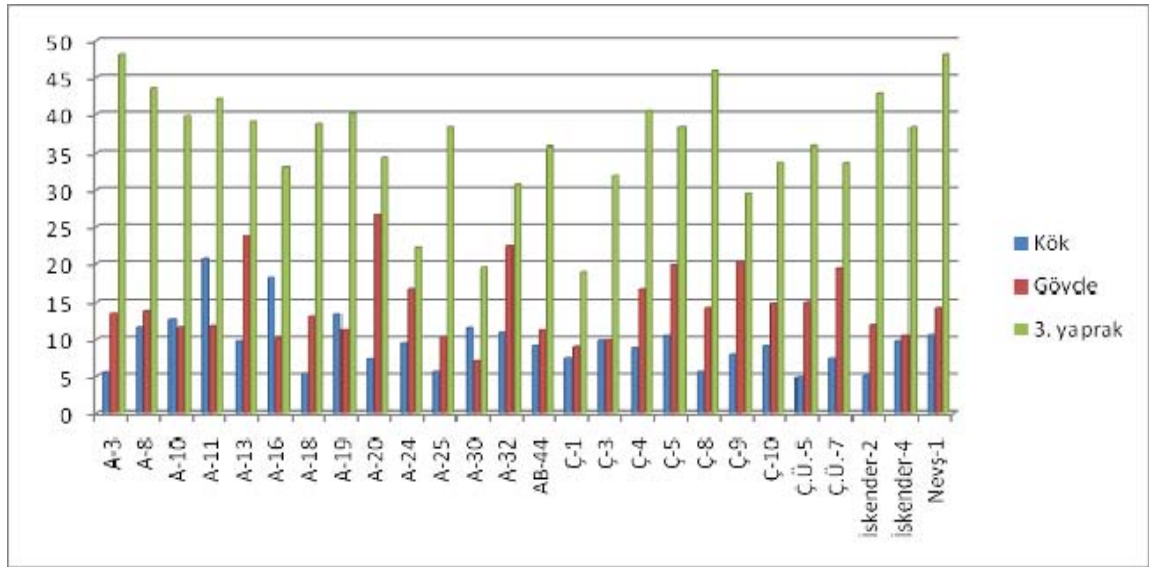
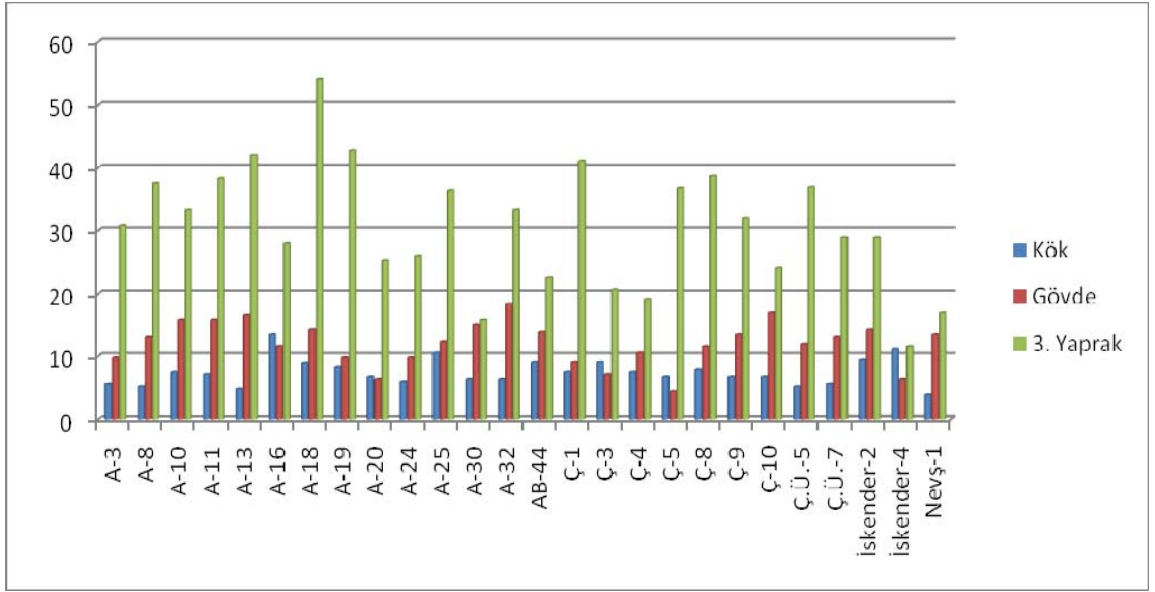
### Genotipler bazında 4 ve 7. günlerdeki Ca<sup>+2</sup> iyonu miktarları

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<sup>+2</sup> 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.

#### 4.1.3.4 Klor İyonu

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<sup>-</sup> iyonu miktarında artış meydana gelmiştir.

#### Köklerdeki Cl<sup>-</sup> iyonu miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda köklerdeki Cl<sup>-</sup> 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<sup>-</sup> iyonu miktarları da Şekil 4.20'de grafik halinde gösterilmiştir.

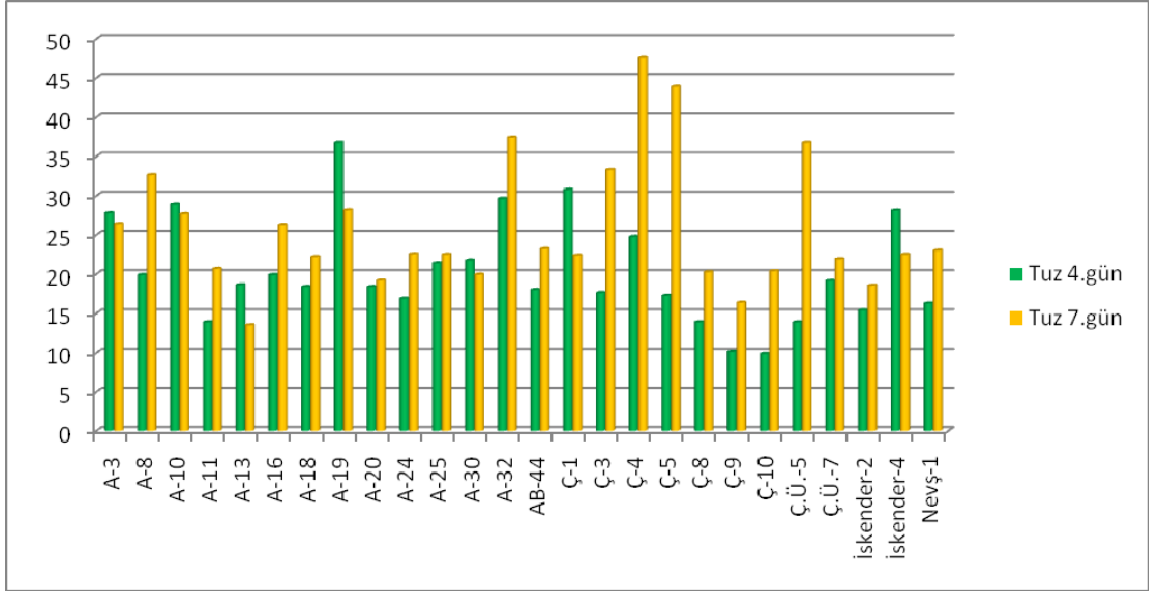
A-19, Ç-1, A-32, A-10, İskender-4 numaralı genotipler tuz uygulamasının 4.gününde, köklerine en fazla miktarda Cl<sup>-</sup> iyonunu (36.75, 30.75, 29.63, 28.88, 28.08 µg/mg K.A.) alan ilk genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Cl<sup>-</sup> iyonu artış oranları şöyledir: %639.4, %241.7, %182.2, %133.3, %188.0). Buna karşılık bazı genotiplerin köklerinde Cl<sup>-</sup> iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Köklerde, tuz uygulamasının 4. gününde en az Cl<sup>-</sup> 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<sup>-</sup> miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.)

Genotip	Cl <sup>-</sup> (µg/mg K.A.) 4.gün			Cl <sup>-</sup> (µg/mg K.A.) 7.gün						
	Kontrol	NaCl	Artış (%)	Kontrol	NaCl	Artış (%)				
A-3	9,25	a	27,75	ab	200,0	13,68	a	26,40	b-d	93,0
A-8	12,38	a	19,88	b	60,58	16,69	a	32,63	a	95,5
A-10	12,38	a	28,88	a	133,3	15,52	a	27,64	b-d	78,1
A-11	3,38	b	13,88	c	310,7	10,50	ab	20,67	b-d	96,9
A-13	12,75	a	18,63	b	46,1	4,88	b	13,50	d	176,6
A-16	3,00	b	19,88	b	562,7	8,96	ab	26,28	b-d	193,3
A-18	9,25	a	18,38	b	98,7	15,55	a	22,21	b-d	42,8
A-19	4,97	b	36,75	a	639,4	4,84	b	28,12	ab	481,0
A-20	12,50	a	18,38	b	47,0	2,93	b	19,18	cd	554,6
A-24	8,50	a	16,88	c	98,5	16,67	a	22,56	b-d	43,9
A-25	13,13	a	21,38	b	62,8	11,25	ab	22,50	b-d	100,0
A-30	10,21	a	21,75	b	113,0	3,84	b	19,93	cd	419,0
A-32	10,50	a	29,63	a	182,2	4,02	b	37,40	a	830,3
AB-44	13,50	a	18,00	b	33,3	9,42	ab	23,21	b-d	146,4
Ç-1	9,00	a	30,75	a	241,7	6,27	b	22,39	b-d	257,1
Ç-3	9,50	a	17,63	bc	85,5	10,28	ab	33,30	a	223,9
Ç-4	4,50	b	24,75	b	450,0	6,70	b	47,56	a	609,9
Ç-5	8,50	ab	17,25	bc	102,9	4,41	b	43,88	a	895,0
Ç-8	8,63	ab	13,88	c	60,8	5,89	b	20,25	b-d	243,8
Ç-9	8,25	ab	10,13	d	22,8	13,91	a	16,36	cd	17,6
Ç-10	6,00	b	9,88	d	64,6	4,13	b	20,37	b-d	393,2
Ç.Ü.-5	8,38	ab	13,88	c	65,6	15,01	a	36,75	a	144,8
Ç.Ü.-7	2,75	b	19,13	b	595,6	5,96	b	21,92	b-d	267,8
İskender-2	6,40	b	15,38	c	140,3	4,82	b	18,55	cd	284,9
İskender-4	9,75	a	28,08	ab	188,0	15,75	a	22,50	b-d	42,9
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<sup>-</sup> iyonunu (47.56, 43.88, 37.4, 36.75, 33.3 µg/mg K.A.) alan ilk 5 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Cl<sup>-</sup> iyonu artış oranları şöyledir: %609.9, %895.0, %830.3, %22.5, %223.9). Buna karşılık bazı genotiplerin köklerinde Cl<sup>-</sup> iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Köklerde, tuz uygulamasının 7. gününde en az Cl<sup>-</sup> 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 örneklerindeki 4. ve 7. gündeki Cl<sup>-</sup> iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

### Gövdedeki Cl<sup>-</sup> iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda gövdedeki Cl<sup>-</sup> 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 örneklerindeki 4. ve 7. gündeki Cl<sup>-</sup> 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<sup>-</sup> iyonunu (73.50, 68.25, 66.38, 66.38, 60.75 µg/mg K.A.) alan ilk genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Cl<sup>-</sup> iyonu artış oranları şöyledir: %1052.0,

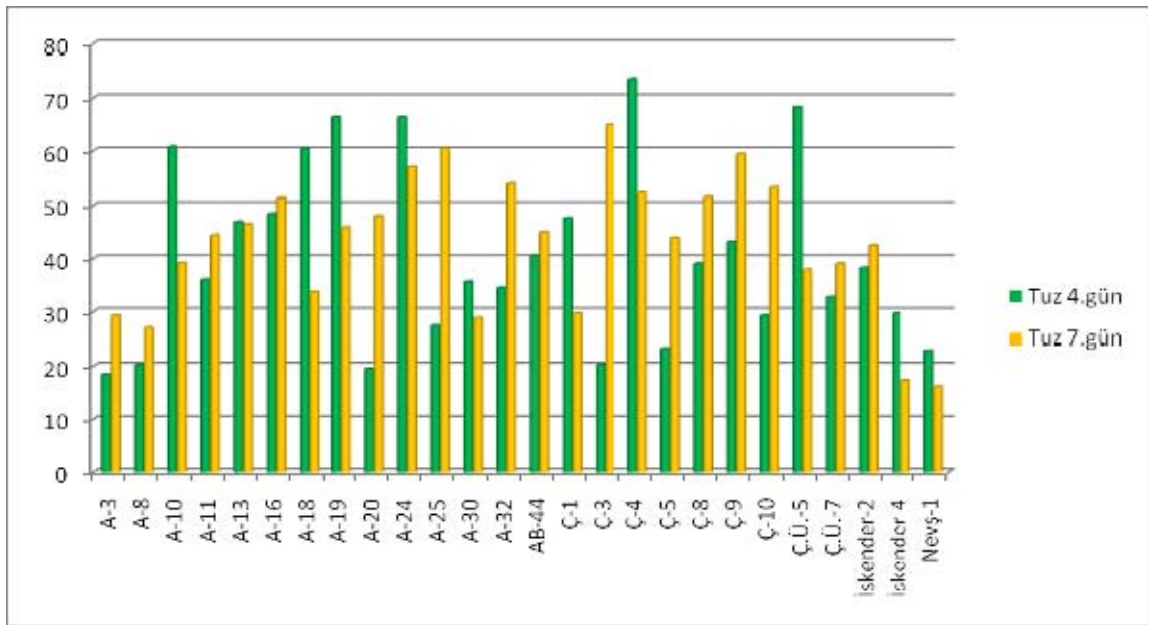
%145.9, %2112.7, %124.0, %710.0). Buna karşılık bazı genotiplerin gövdelerinde Cl<sup>-</sup> iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Gövdesinde, tuz uygulamasının 4. gününde en az Cl<sup>-</sup> iyonu biriktiren ilk 5 genotip, iyon miktarları ve artış oranları ise şu şekildedir: A-3 (18.38; %276.6) , 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<sup>-</sup> miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg K.A.)

Genotip	Cl <sup>-</sup> (µg/mg K.A.) 4.gün					Cl <sup>-</sup> (µg/mg K.A.) 7.gün				
	Kontrol		NaCl		Artış (%)	Kontrol		NaCl		Artış (%)
A-3	4,88	b	18,38	c	276,6	23,21	a	29,24	c	126,0
A-8	12,38	a	20,25	c	63,6	12,38	b	27,00	c	218,1
A-10	7,50	b	60,75	a	710,0	16,86	b	39,17	b	232,3
A-11	11,38	a	36,00	bc	216,3	17,78	b	44,37	b	249,6
A-13	11,00	a	46,88	b	326,1	12,08	b	46,48	b	384,8
A-16	14,25	a	48,38	b	239,5	22,62	a	51,22	ab	226,4
A-18	12,63	a	60,38	a	378,0	6,54	c	33,75	bc	516,1
A-19	13,63	a	66,38	a	387,0	3,69	c	45,85	b	1.242,5
A-20	10,75	a	19,50	c	81,4	11,08	b	48,00	b	433,2
A-24	3,00	b	66,38	a	2.112,7	23,46	a	57,04	a	243,1
A-25	5,75	b	27,38	bc	376,2	7,13	c	60,50	a	848,5
A-30	2,25	c	35,63	bc	1.483,6	7,13	c	28,80	c	403,9
A-32	13,50	a	34,50	bc	155,6	23,25	a	53,86	a	231,7
AB-44	4,50	b	40,50	b	800,0	12,00	b	44,93	b	374,4
Ç-1	10,75	a	47,63	b	343,1	2,90	c	29,63	c	1.021,7
Ç-3	5,25	b	20,25	c	285,7	5,47	c	64,93	a	1.187,0
Ç-4	6,38	b	73,50	a	1.052,0	3,75	c	52,18	ab	1.391,5
Ç-5	1,50	c	23,25	bc	1.450,0	2,31	c	43,88	b	1.899,6
Ç-8	9,38	a	39,00	b	315,7	6,39	c	51,38	ab	804,1
Ç-9	8,25	b	43,13	b	422,7	6,85	c	59,42	a	867,4
Ç-10	7,26	b	29,25	bc	302,9	13,13	b	53,17	ab	405,0
Ç.Ü.-5	11,75	a	68,25	a	480,8	23,98	a	37,88	b	158,0
Ç.Ü.-7	11,25	a	32,75	b	191,1	5,86	c	39,00	b	665,5
İskender-2	10,13	a	38,25	b	277,6	14,38	b	42,48	b	295,4
İskender-4	15,75	a	29,63	bc	88,1	10,13	bc	17,25	d	170,3
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<sup>-</sup> 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<sup>-</sup> iyonu artış oranları şöyledir: %1.187.0, %848.5, %867.4, %243.1, %231.7). Buna karşılık bazı genotiplerin köklerinde Cl<sup>-</sup> iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Gövdesinde, tuz uygulamasının 7. gününde en az Cl<sup>-</sup> 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 örneklerindeki 4. ve 7. gündeki Cl<sup>-</sup> iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

### Üçüncü yapraktaki Cl<sup>-</sup> iyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

4 ve 7 günlük tuz stresi sonunda üçüncü yapraktaki Cl<sup>-</sup> 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<sup>-</sup> iyonu miktarları da Şekil 4. 22’de grafik halinde gösterilmiştir.

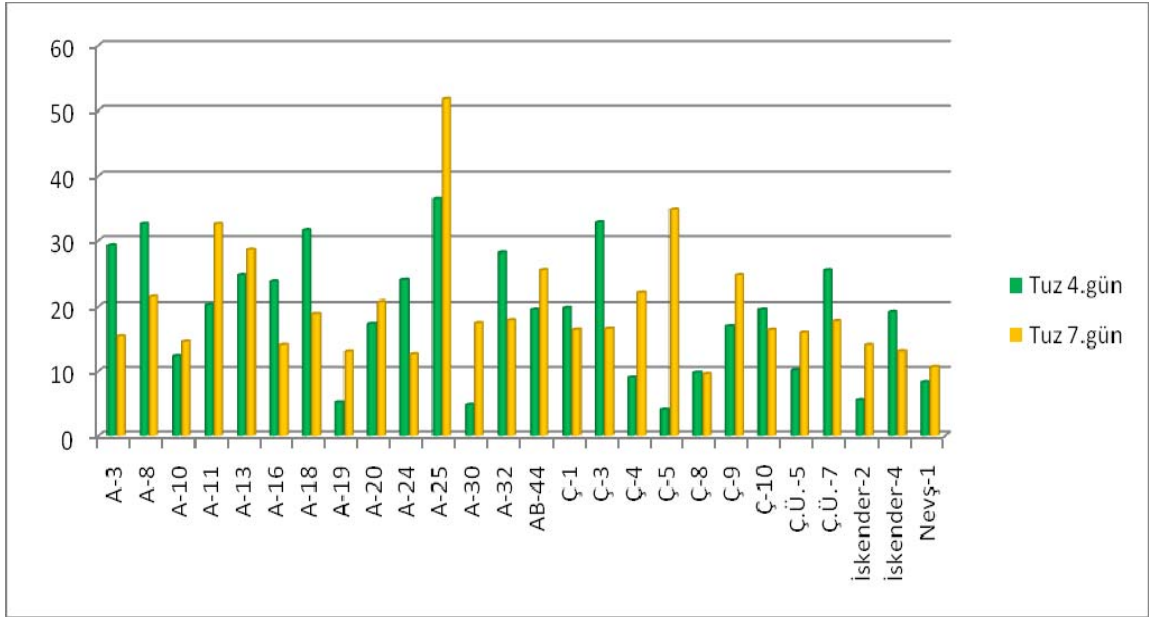
Çizelge 4.18 100 mM NaCl uygulanan kabak fidelerinin 4. ve 7. günlerinde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan üçüncü yaprak kısımlarındaki Cl<sup>-</sup> miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde artışlar (µg/mg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

Genotip	Cl <sup>-</sup> (µg/mg K.A.) 4.gün			Cl <sup>-</sup> (µg/mg K.A.) 7.gün						
	Kontrol	NaCl	Artış (%)	Kontrol	NaCl	Artış (%)				
A-3	8,13	b	22,25	b	359,8	3,85	b	15,32	cd	397,9
A-8	0,75	c	30,63	a	3.984,7	9,64	a	21,38	c	221,7
A-10	6,75	b	12,38	c	183,4	3,37	b	14,47	cd	429,4
A-11	3,00	b	20,25	b	675,0	6,38	ab	32,62	b	511,3
A-13	8,63	b	24,75	b	286,8	10,63	a	28,55	b	268,6
A-16	11,25	a	23,75	b	211,1	6,61	ab	13,94	cd	152,4
A-18	6,38	b	31,63	a	395,7	10,86	a	18,82	c	173,3
A-19	3,88	b	5,25	d	135,3	2,33	b	13,09	cd	561,8
A-20	10,38	a	17,25	b	166,2	3,94	b	20,65	c	524,1
A-24	15,38	a	24,00	bc	156,0	9,00	a	12,67	cd	140,0
A-25	0,64	c	36,38	a	5.684,4	4,07	b	51,75	a	1.271,5
A-30	3,00	b	4,88	d	162,7	4,50	b	17,38	cd	386,2
A-32	11,63	a	28,13	ab	241,9	10,63	a	17,82	cd	167,6
AB-44	15,38	a	19,50	bc	126,8	3,38	b	25,53	bc	755,3
Ç-1	13,13	a	19,78	bc	150,6	12,82	a	16,33	cd	127,4
Ç-3	12,38	a	32,88	a	165,5	1,71	b	16,48	cd	963,7
Ç-4	4,88	b	9,00	cd	184,4	10,13	a	21,98	c	216,9
Ç-5	3,13	b	4,13	d	131,9	11,25	a	34,88	b	310,0
Ç-8	4,53	b	9,75	cd	215,3	3,22	b	9,54	d	296,3
Ç-9	9,13	a	16,88	b	184,8	7,51	ab	24,75	bc	329,6
Ç-10	10,25	a	19,50	b	190,2	6,38	ab	16,31	cd	255,6
Ç.Ü.-5	7,75	b	10,13	c	130,7	8,88	ab	15,88	cd	178,8
Ç.Ü.-7	2,16	b	25,50	b	1.180,6	8,75	b	17,69	cd	202,2
İskender-2	4,13	b	5,63	c	136,3	7,88	ab	13,94	cd	176,9
İskender-4	2,60	b	19,13	b	735,8	7,50	ab	13,13	cd	175,1
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<sup>-</sup> iyonunu (36.38, 32.88, 31.63, 30.63, 28.13 µg/mg K.A.) alan ilk genotipler olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Cl<sup>-</sup> iyonu artış oranları şöyledir: %5684.4 %165.5, %395.7, %3984.7, %241.9). Buna karşılık bazı genotiplerin üçüncü yapraklarında Cl<sup>-</sup> iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Üçüncü yapraklarında, tuz

uygulamasının 4. gününde en az Cl<sup>-</sup> 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<sup>-</sup> iyonunu (51.75, 34.88, 32.62 ve 28.55 µg/mg K.A.) alan ilk 5 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Cl<sup>-</sup> iyonu artış oranları şöyledir: %1.271.5, %244.8, %511.3, %182.7). Buna karşılık bazı genotiplerin üçüncü yapraklarında Cl<sup>-</sup> iyonu miktarı daha düşük bulunmuştur. Üçüncü yapraklarında, tuz uygulamasının 7. gününde en az Cl<sup>-</sup> 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<sup>-</sup> 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<sup>-</sup> iyonu miktarları (µg/mg K.A.)

### Genotipler bazında 4 ve 7. günlerdeki Cl<sup>-</sup> 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.

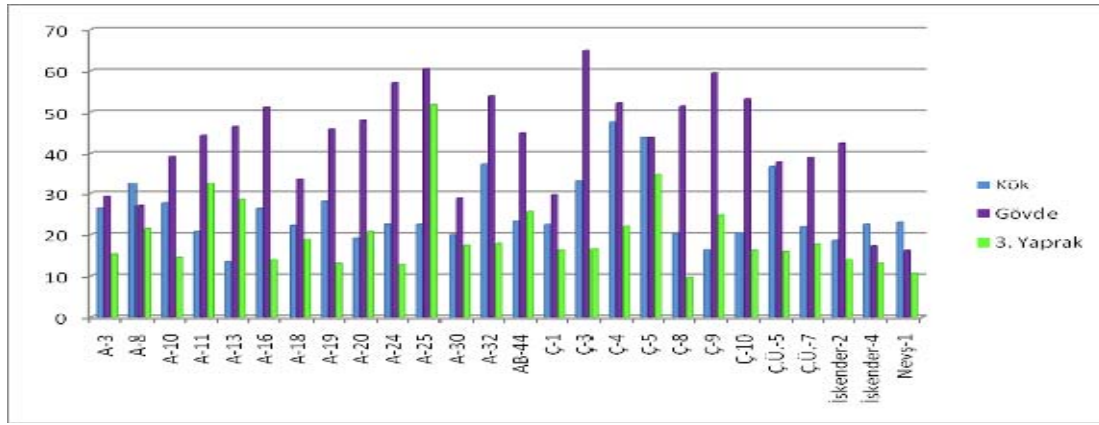
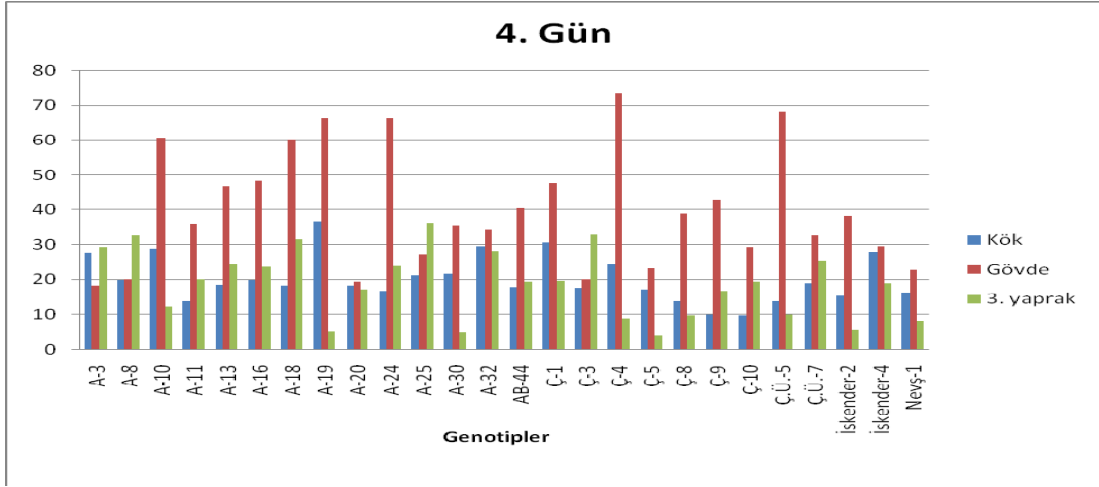
Bu çizelgedeki değerler kullanılarak Şekil 4.23 a ve b hazırlanmıştır.

Çizelge 4.19 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra Cl<sup>-</sup> 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.

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.



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

#### 4.1.4 Lipid peroksidasyonu

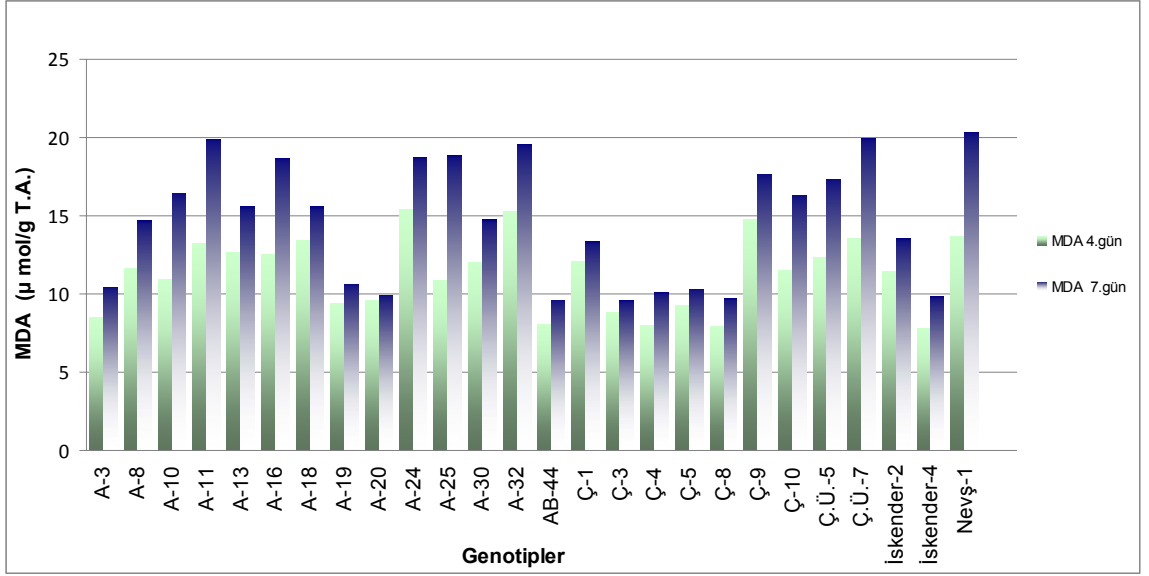
Tuz stresiyle birlikte artan toksik serbest oksijen radikalleri bitki organellerindeki lipid ve klorofil gibi hücre komponentlerini tahrip etmektedir. Tuz stresi altında hücre zarında oluşan hücre tahribatını belirlemek amacıyla lipid peroksidasyon ürünü olan malondialdehid (MDA) miktarında ortaya çıkan değişimler belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan 26 genotipin tepkileri, istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar sergilemiştir.

Çizelge 4.20’de görüldüğü gibi tuz stresinin 4. günü, kontrol grubunda yer alan bitkilerle karşılaştırıldığında, NaCl uygulaması yapılan bitkilerde MDA düzeylerinde artış olduğu ve tuz stresinin kabak genotiplerinin hücre zarlarında, az veya çok hasara yol açtığı gözlemlenmiştir. MDA miktarı esas alınarak tuza toleransı en fazla veya en düşük olan kabak genotipleri sıralanmıştır. Buna göre denemede yer alan genotipler içerisinde tuza en fazla tolerans gösteren 5 genotip şunlar olmuştur (Parantez içerisinde yer alan değerler, kontrole göre % olarak MDA miktarındaki artış oranını göstermektedir): İskender-4 (% 43.09), Ç-3 (%61.69), AB-44 (%67.15), Ç-4 (%71.03), A-20 (%79.32). Hücre zarındaki hasarın bir göstergesi olarak yorumlanan MDA miktarı açısından yapılan değerlendirme sonucunda tuza en duyarlı bulunan genotipler ise sırasıyla A-24 (%217.56), A-32 (%220.63), Nevş-1 (%215.70), A-18 (%198.66), A-16 (%193.68) olmuşlardır (Şek.4.24).

Çizelge 4.20 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin yapraklarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra ölçülen MDA miktarları ( $\mu$  mol/g T.A.) ve kontrole göre artış oranları (%)

Genotip	MDA ( $\mu$ mol/g T.A.) 4.gün					MDA ( $\mu$ mol/g T.A.) 7.gün				
	Kontrol		NaCl		Artış (%)	Kontrol		NaCl		Artış (%)
A-3	4,02	b	8,45	de	110,20	5,26	a	10,43	e	98,29
A-8	4,56	b	11,67	cd	155,92	5,32	a	14,68	c	175,94
A-10	5,24	a	10,98	cd	109,54	4,90	a	16,44	b	235,51
A-11	5,31	a	13,24	ab	149,34	4,97	a	19,89	a	300,20
A-13	4,65	b	12,64	b-d	171,83	5,22	a	15,56	bc	198,08
A-16	4,27	b	12,54	b-d	193,68	4,23	b	18,66	ab	341,13
A-18	4,49	b	13,41	ab	198,66	5,15	a	15,60	bc	202,91
A-19	5,11	a	9,35	de	82,97	4,75	a	10,62	de	123,58
A-20	5,32	a	9,54	de	179,32	4,63	ab	9,95	e	114,90
A-24	4,84	ab	15,37	a	217,56	4,89	a	18,72	a	282,82
A-25	5,21	a	10,89	cd	109,02	4,45	b	18,89	a	324,49
A-30	4,35	b	12,02	b-d	176,32	5,44	a	14,74	c	170,96
A-32	4,75	b	15,23	a	220,63	5,26	a	19,57	a	272,05
AB-44	4,81	ab	8,04	e	67,15	5,32	a	9,65	e	81,39
Ç-1	5,62	a	12,08	b-d	114,95	5,18	a	13,33	c-e	157,34
Ç-3	5,43	a	8,78	de	61,69	4,52	b	9,54	e	111,06
Ç-4	4,66	b	7,97	e	71,03	5,43	a	10,05	ef	85,08
Ç-5	4,72	b	9,27	de	96,40	4,84	ab	10,29	ef	112,60
Ç-8	4,10	b	7,89	e	92,44	5,31	a	9,67	e	82,11
Ç-9	5,18	a	14,76	a	184,94	5,27	a	17,67	b	235,29
Ç-10	5,06	a	11,50	cd	127,27	4,28	b	16,35	b	282,01
Ç.Ü.-5	4,94	ab	12,32	b-d	149,39	4,63	ab	17,37	b	275,16
Ç.Ü.-7	5,76	a	13,56	ab	135,42	4,13	b	19,95	a	383,05
İskender-2	4,79	ab	11,43	cd	138,62	5,50	a	13,54	c-e	146,18
İskender-4	5,43	a	7,77	e	43,09	5,31	a	9,79	e	84,37
Nevş-1	4,33	b	13,67	ab	215,70	4,88	a	20,31	a	316,19

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



Şekil 4.24 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra ölçülen MDA miktarları (µ mol/g T.A.)

Tuz stresinin 7. günü, kontrol grubunda yer alan bitkilerle karşılaştırıldığında, NaCl uygulaması yapılan bitkilerde MDA düzeylerinde artış olduğu ve tuz stresinin kabak genotiplerinin hücre zarlarında, az veya çok hasara yol açtığı gözlemlenmiştir. MDA miktarı esas alınarak tuza toleransı en fazla veya en düşük olan kabak genotipleri sıralanmıştır. Buna göre denemede yer alan genotipler içerisinde tuza en fazla tolerans gösteren 5 genotip şunlar olmuştur (Parantez içerisinde yer alan değerler, kontrole göre % olarak MDA miktarındaki artış oranını göstermektedir): AB-44 (%81.39), Ç-8 (%82.11), İskender-4 (%84.37), Ç-4 (%85.08), A-3 (%98.29). Hücre zarındaki hasarın bir göstergesi olarak yorumlanan MDA miktarı açısından yapılan değerlendirme sonucunda tuza en duyarlı bulunan genotipler ise sırasıyla ÇÜ-7 (%383.05 ), A-16 (% 341.13), A-24 (% 324.49), Nevş-1 (% 316.19), A-10 (% 300.20) olmuşlardır.

Yüksek tuzluluk durumunda bitkilerin hücre zarı bütünlüğünün bozulması, stomaların kapanışı ve fotosentetik elektron taşınımının aksaması nedeniyle oksidatif stres ortaya çıkmakta; bitki buna karşılık antioksidatif savunma sistemlerini harekete geçirmektedir.



Çeşitli stres faktörlerinin etkisiyle yoğunlaşan oksijen metabolizmasının ara ürünleri olan toksik oksijen türevleriyle savaşmak zorunda kalan bitkiler, kendilerini fitotoksik etkilerden koruyan birçok antioksidant madde ve antioksidatif enzime sahiptir. Bu nedenle çevresel strese dayanıklılığın bir kısmı da oksijen radikallerin sınırlandırılması veya antioksidant madde ve antioksidatif enzim aktivitesinin artırılması sayesinde gerçekleşmektedir. Tuzluluk stresi altında, serbest O<sub>2</sub> türevlerinin oluşumunun arttığı, önceki yıllarda birçok araştırmacı tarafından kanıtlanmıştır (Hernandez vd. 1994, Gosset vd., 1994a, b, 1996, Sreenivasulu vd. 2000).

Aktif oksijen türevleri membran lipidlerinin peroksidasyonuna neden olmakta ve hücre zarında hasara yol açmakta (Sreenivasulu vd. 1999, Ye vd. 2000), böylece ortaya çıkan iyon sızması da bazı araştırmacılar tarafından tuz stresine tolerans için bir gösterge olarak kullanılmaktadır (Blum 1985, Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu 1994). Bunun yanında lipid peroksidasyonu ürünü olan malondialdehit'in miktarının belirlenmesi, oksidatif zararın en basit göstergesi olarak kullanılmaktadır (Spsychalla ve Desborough 1990, Zhang ve Kirkham 1996). Gossett vd. (1994 a), tuz stresine duyarlı bir pamuk çeşidinde 150 MM tuz uygulamasının ardından ölçülen lipid peroksidasyonunun, dayanıklı çeşitten %51 oranında daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar, lipid peroksidasyonunun oksidatif stres sonucu ortaya çıktığını, antioksidatif enzimlerini daha yüksek düzeyde çalıştıran dayanıklı çeşitte, lipid peroksidasyonunun ya da diğer bir deyişle MDA'in düşük seviyelerde bulunduğunu belirtmişlerdir. Hernandez vd. (1995) bezelye bitkisinde; Shalata ve Tal (1998) domates genotiplerinde; Karanlık (2001) buğdayda, Aktaş (2002) biberde, Yaşar (2003) patlıcan ve Kuşvuran (2004) kavunda tuza toleransı yüksek genotiplerin düşük MDA miktarı ve daha az lipid peroksidasyonuna sahip olduğunu, lipid peroksidasyonu fazla olan genotiplerin ise tuza daha fazla duyarlılık gösterdiklerini belirlemişlerdir. Bu araştırmada da bitkinin tuzdan etkilenme düzeyi ile yapraklarda ölçülen MDA miktarı arasında ilişki bulunduğu görülmüş, MDA miktarındaki artış ve azalışlara göre yapılan sıralama ile tuza tolerans özelliğinin bağlantılı olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 4.20, Şekil 4.24). Özellikle 7.gün ölçümlerinde tuza duyarlı kabakların MDA miktarlarında ciddi

düzeyde artışlar belirgin olmuştur. MDA miktarının kabak genotiplerinde tuza toleransı işaret edebilecek bir parametre olabileceği düşünülmektedir.

#### 4.1.5 Klorofil miktarı

Oksidatif stresin bitkilerde en belirgin tahribatlarından birisi de klorofil yapısındaki bozulmalar ve sonuçta klorofil miktarındaki azalmalar olarak bilinmektedir. Çalışmamızda tuz uygulamasının 4. gününde stres altındaki bitkilerde toplam klorofil miktarı, 4 adet genotip hariç diğer 22 adet kabak genotipinde kontrol bitkilerine göre azalma göstermiştir. Şekil 4.25'te tuz uygulamasından bir hafta sonra kabak yapraklarındaki renk açılması ve belirgin kloroz görülmektedir. Klorofil miktarındaki azalma oranları Çizelge 4.21'de verilmiştir.



Şekil 4.25 Tuz uygulamasından bir hafta sonra yapraklarda klorofil kaybı ve renk açılması

Çizelge 4.21 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin yapraklarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra bitkilerdeki toplam klorofil miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre yüzde kayıplar ( $\mu$  g/mg T.A.)

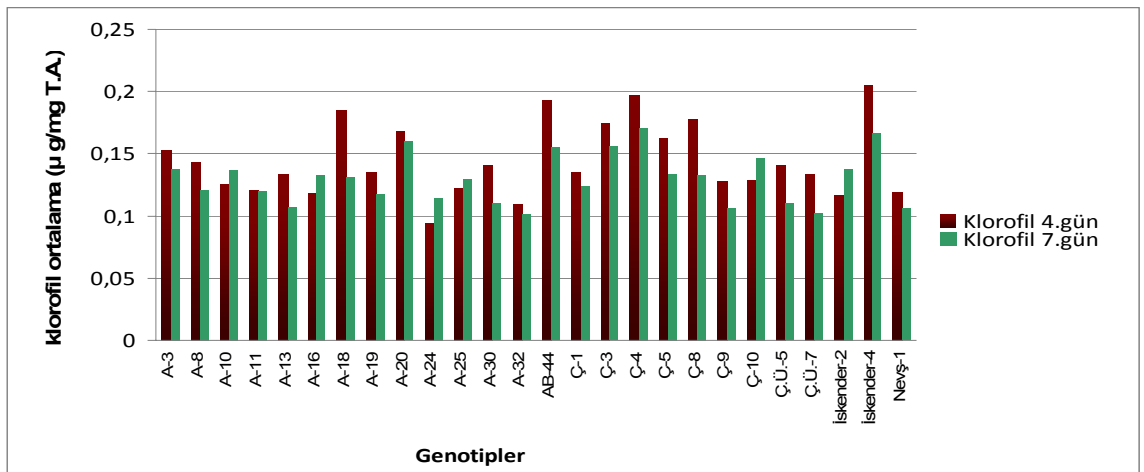
Genotip	Klorofil ( $\mu$ g/g T.A.) 4.gün					Klorofil ( $\mu$ g/g T.A.) 7.gün				
	Kontrol		NaCl		Azalma (%)	Kontrol		NaCl		Azalma (%)
A-3	0.148	de	0.153	bc	+ 3,38	0,196	ab	0,138	c	29,54
A-8	0.173	c	0.143	c	17,34	0,168	c	0,121	d	27,59
A-10	0.135	e	0.126	de	6,67	0,172	bc	0,137	c	20,35
A-11	0.196	b	0.120	de	38,78	0,156	c-e	0,120	d	23,08
A-13	0.162	c-e	0.134	cd	17,28	0,134	e	0,107	e	20,15
A-16	0.179	bc	0.118	e	34,00	0,156	cd	0,133	c	14,74
A-18	0.180	bc	0.185	a	+ 2.78	0,221	a	0,131	c	40,72
A-19	0.150	d	0.135	cd	10,00	0,112	f	0,118	de	+5,36
A-20	0.193	b	0.168	b	12,95	0,173	bc	0,160	ab	7,51
A-24	0.133	e	0.094	e	29,32	0,121	f	0,115	de	4,96
A-25	0.145	de	0.122	de	15,86	0,213	a	0,130	c	38,97
A-30	0.150	d	0.141	c-e	6,00	0,156	c-e	0,110	e	29,49
A-32	0.172	c	0.109	e	36,63	0,143	de	0,101	e	29,37
AB-44	0.146	de	0.193	a	+32,19	0,173	bc	0,155	b	10,40
Ç-1	0.146	de	0.135	cd	7,53	0,188	b	0,124	cd	34,04
Ç-3	0.195	b	0.175	b	10,26	0,182	b	0,156	b	14,29
Ç-4	0.188	b	0.197	a	+ 4,79	0,192	ab	0,171	a	10,94
Ç-5	0.180	bc	0.162	b	10,00	0,145	de	0,134	c	7,59
Ç-8	0.243	a	0.178	b	26,75	0,165	c	0,133	c	19,39
Ç-9	0.182	bc	0.128	de	29,67	0,158	cd	0,106	e	32,91
Ç-10	0.188	b	0.129	de	31,38	0,185	b	0,146	bc	21,08
Ç.Ü.-5	0.181	bc	0.141	c	22,10	0,117	f	0,110	e	5,98
Ç.Ü.-7	0.186	b	0.134	cd	27,96	0,139	e	0,102	e	26,62
İskender-2	0.168	c-e	0.116	de	30,95	0,156	c-e	0,138	bc	11,54
İskender-4	0.170	c	0.205	a	+20,59	0,215	a	0,167	ab	22,33
Nevş-1	0.173	c	0.119	de	30,00	0,176	bc	0,106	e	39,77

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

Oksidatif tuz stresi altında toplam klorofil miktarı 4.gün bazı genotiplerde artışlar göstermekle birlikte genel olarak azalmıştır. Stresin 4. gününde klorofili % 32.19 oranında artan AB-44, % 20.59 oranında artan İskender-4, %4.79 oranında artan Ç-4, % 2.78 oranında artan A-18 ve % 6.00 oranında azalan A-30'un tuzdan en az düzeyde etkilenen genotipler olarak ilk beş sırayı aldığı görülmektedir (Çizelge 4.21). Bu özellik bakımından 7. gündeki sıralama ise şöyle olmuştur: %5.36 oranında artış ile A-19 ilk sırada olup bunu azalma oranları olan % 4.96 ile A-24, %5.98 ile ÇÜ-5, %7.51 ile A-20 ve %7.59 ile Ç-5 genotipleri izlemiştir.

Toplam klorofil miktarı, kontrol bitkilerine göre fazla orvea azalan genotipler sıralandığında stresin 4.günü, ilk beş şöyle olmaktadır: A-11 (%38.78), A-32 (%36.63), A-16 (%34.00), Ç-10 (%31.38), İskender-2 (%30.95). Aynı özellik bakımından azalma oranları bakımından tuz stresinin 7.günü sıralama bir miktar değişmiştir. Buna göre klorofil miktarı kontrole göre en fazla oranda azalan genotipler sırasıyla A-18 (%40.72), Nevş-1 (%39.77), A-25 (%38.97), Ç-1 (%34.04) ve Ç-9 (%32.91) olmuştur.

Ancak azalma oranları esas alınarak yapılan bu sıralamalarda en fazla zarar görenler arasında bazen tolerant gruptan olduğu düşünüler genotiplerin yer alması, bazen de tam tersine en duyarlı genotipler arasında bulunanların en düşük oranda klorofil kaybı gösterenler arasında yer alması, sadece oranların değil belki de stres koşularındaki klorofil miktarı ölçüm değerlerinin de dikkate alınması gerektiğini işaret ediyor olabilir. Bu nedenle miktar bakımından da en düşük ve en yüksek klorofile sahip olanlar 4. ve 7. günler bazında sıralanmıştır. Buna göre 4.gün en yüksek klorofil miktarları İskender-4, Ç-4, AB-44, A-18 ve Ç-8 genotiplerinde ölçülmüştür (sırasıyla 0.205, 0.197, 0.193, 0.185 ve 0.178  $\mu\text{g/g}$  T.A.). Aynı gün ölçümlerindeki en düşük klorofil değerleri ise A-24, A-32, İskender-2, A-16 ve Nevş-1 genotiplerinden elde edilmiştir (sırasıyla 0.094, 0.109, 0.116, 0.118 ve 0.119  $\mu\text{g/g}$  T.A.) (Şekil.4.26).



Şekil 4.26 26 farklı kabak genotipine ait fidelerin değişik kısımlarında tuz uygulamasından 4 ve 7. gün sonra ölçülen klorofil miktarları ( $\mu\text{g/g}$  T.A.)

Tuz stresinin 7.gününde en yüksek klorofil miktarları sırasıyla Ç-4, İskender-4, A-20, Ç-3 ve AB-44 genotiplerinden ölçülmüştür (0.171, 0.167, 0.160, 0.156 ve 0.155 µg/g T.A.). Klorofil miktarı en düşük bulunan ve tuzdan en fazla etkilenen genotipler ise A-32, ÇÜ-7, Ç-9, Nevş-1 ve A-13 olmuştur (sırasıyla 0.101, 0.102, 0.106, 0.106 ve 0.197 µg/g T.A.).

Klorofil miktarı, yüksek tuz konsantrasyonlarında kontrole göre azalmaktadır (Franco vd. 1993, Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu 1994, Sivritepe 1995). Tuz stresi, bitkinin ölümüne neden olabildiği gibi tolerans durumuna bağlı olarak büyümeyi engellemekte, kloroplastların tahrip olması nedeniyle kloroz ve nekrotik lekelerin oluşumuna yol açabilmektedir (Hasegawa vd. 1986). Kabak genotiplerinde de tuz uygulaması, büyük bir çoğunlukla klorofil miktarında azalmaya neden olmuştur (Çizelge 4.21). Klorofildeki azalma, yapraklarda sararma ile kendini göstermekte; öncelikle yaprak damarlarının arasındaki dokuda sararma meydana gelmekte ve en son olarak yaprak damarları sararmaktadır. Kabakta sararmanın hemen ardından kurumalar meydana gelmekte ve zarar gören yaprağın kuruması çok çabuk olmaktadır. Fakat Çizelge 4.21 incelendiğinde 26 adet genotipten 5 tanesinde 4.gün, 1 tanesinde de 7.gün, tuz stresi altında toplam klorofil miktarı bakımından kontrole göre artış bulunduğu görülmektedir. Bu durum, ‘tuzlu koşullarda büyüyen bitkilerin yaprakları küçük, rengi de koyu yeşildir’ ifadesini kullanan Mangal ve Lal (1990)’in tespitleriyle uyumaktadır. Ancak genotipler incelendiğinde, özellikle stresin ilk günlerinde rengi daha koyu yeşil olan ve klorofil miktarı da kontrol bitkilerinin ortalamasından yüksek bulunan kabakların tolerant genotipler olduğu, skala değerleri bakımından düşük değerler alan grupta buldukları anlaşılmaktadır. Stres süresi uzadıkça bunlarda da klorofil kaybı ortaya çıkmakta ve kontrole göre miktar azalmaktadır, fakat özellikle stresin 4.gününde yapılan klorofil ölçümlerinin kabak genotiplerine ait fidelerdeki tuz stresine tolerans hakkında bilgi verebileceği söylenebilecektir.

## 4.2 İkinci Su Kültürü Denemesi

2009 yaz döneminde, kontrollü koşullara sahip iklim odasında kurulan su kültüründe, bir önceki aşamada tuza tolerant ve duyarlı genotiplerin arasından seçilmiş toplam 4 adet kabak genotipiyle yapılan bu denemede aynı tuz konsantrasyonu kullanılmış; tuz stresinin 7. gününde analiz ve ölçümler yapmak üzere bitki örnekleri alınmıştır. Kontrol ve stres uygulama gruplarından alınan yaş bitki örneklerinde; yeşil aksam yaş bitki ağırlığı (YBA) lipid peroksidasyonunu belirlemek üzere malondialdehit (MDA) miktarı, klorofil miktarı ve antioksidatif enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Şekil 4.27’de ikinci deneme aşamasındaki kontrol bitkilerinin görüntülerine yer verilmiştir.



Şekil 4.27 Toplam dört kabak genotipiyle kurulan ikinci su kültürü denemesi aşamasında kontrol bitkilerinin gelişmelerinden bir görünüm

### 4.2.1 Kök ve yeşil aksam yaş ağırlığı

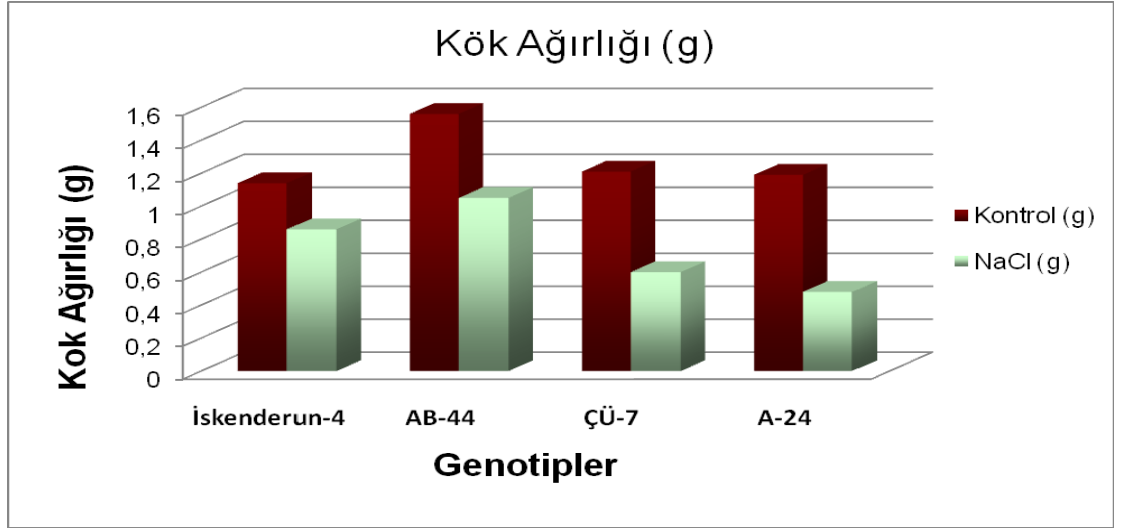
Tuz stresi altında yetiştirilen dört adet farklı kabak genotipinde ve bunların kontrollerinde; 100 mM NaCl uygulaması yapıldıktan sonra 7. gün alınan bitki örneklerinde belirlenen kök ve yeşil aksam yaş ağırlığı değerleri Çizelge 4.22’de verilmiştir. Tuzlu ortam, kabak fidelerinin kök ve yeşil aksam yaş ağırlıklarında azalmaya yol açmıştır (Şekil 4.28 ve 4.29).

Çizelge 4.22 Tuz (100 mM NaCl) uygulaması ve kontrol ortamında, 7 gün boyunca büyütülen kabak genotiplerinin kök ve yeşil aksam yaş ağırlıkları (g) ile kontrole göre kayıp oranları (%)

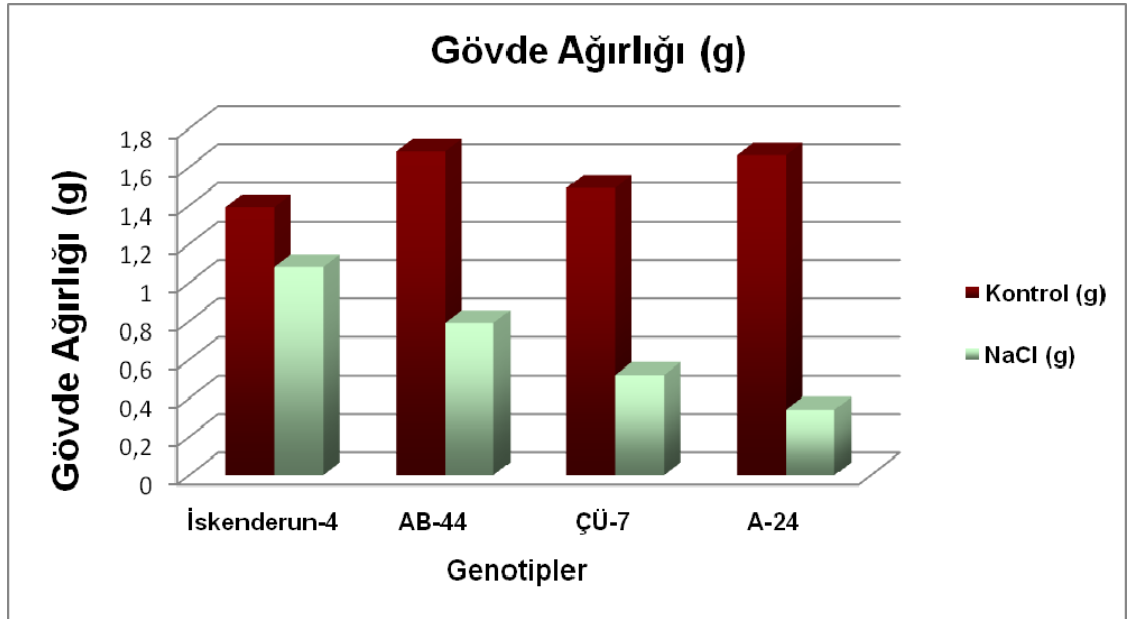
Genotip	Kök Ağırlığı (g)			Yeşil aksam Ağırlığı (g)		
	Kontrol	NaCl	Kayıp (%)	Kontrol	NaCl	Kayıp (%)
İskenderun-4	1,14	0,86	24,56	1,39	1,08	22,30
AB-44	1,56	1,05	42,75	1,68	0,79	52,98
ÇÜ-7	1,21	0,60	50,41	1,49	0,52	65,10
A-24	1,19	0,48	59,66	1,66	0,34	79,52

Kök ağırlığı bakımından tuzdan en az etkilenen iki genotip İskenderun-4 (%24.56 azalma) ve AB-44 (%42.75 azalma) olmuştur. Kök yaş ağırlığı özelliği bakımından ÇÜ-7 ve A-24 genotipleri, tuz stresi ile karşılaştıklarında %50'nin üzerinde ağırlık kaybına sahip olmuşlardır.

Yeşil aksam yaş ağırlıkları bakımından dört genotip karşılaştırıldığında 100 mM NaCl stresinin 7.gününde en geride kalan genotip A-24 olmuştur (0.34 g, %79.52 kayıp). Bunun ardından ÇÜ-7 genotipi 0.52 g değeri ile en fazla kayba uğrayan ikinci genotip (%65.10) olmuş; AB-44 ve İskenderun-4 kabak genotipleri ise tuza karşı yeşil aksam yaş ağırlığı bakımından kendilerini daha iyi koruyan genotipler olmuşlardır (sırasıyla 0.79 g ve %52,98 kayıp, 1.08 g ve %22.30 kayıp). Şekil 4.30'da tuza tolerant ve duyarlı gruptaki genotiplerin tuz stresinin 7.günü sonundaki görünüşleri verilmiştir.



Şekil 4.28 Tuzlu koşullarda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin kök yaş ağırlıkları (g)



Şekil 4.29 Tuzlu koşullarda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin yeşil aksam yaş ağırlıkları (g)





Şekil 4.30 Tuz stresinin iki farklı kabak genotipinde neden olduğu farklı zararlanma dereceleri. A. İskenderun-4 genotipi, B. ÇÜ-7 genotipi

Fide aşamasında yapılan deneyler, kanımızca genotipin tuza tolerans düzeyini oldukça iyi yansıtmaktadır. Şekil 4.30'da da görüldüğü gibi genç fide aşamasında strese tolerans düzeyinin genotipler bazında çok belirgin ortaya çıkabileceği düşünülmüştür. Nitekim Perry (1982), stres koşulları altında meydana gelen değişimler açısından bitkiler ya da uygulamalar arası bir karşılaştırma yapmak amacıyla çimlenme oranından veya büyük yaşlı bitkilerdeki gözlemlerden ziyade, fide gelişiminin göz önünde bulundurulmasının daha sağlıklı olacağını ileri sürmüştür. Bu olgu, kabak (Francois 1985), havuç (Schmidhalter ve Oertli 1991) ve hıyarda (Passam ve Kakouriotis 1994) yapılan çalışmalarla da desteklenmiştir.

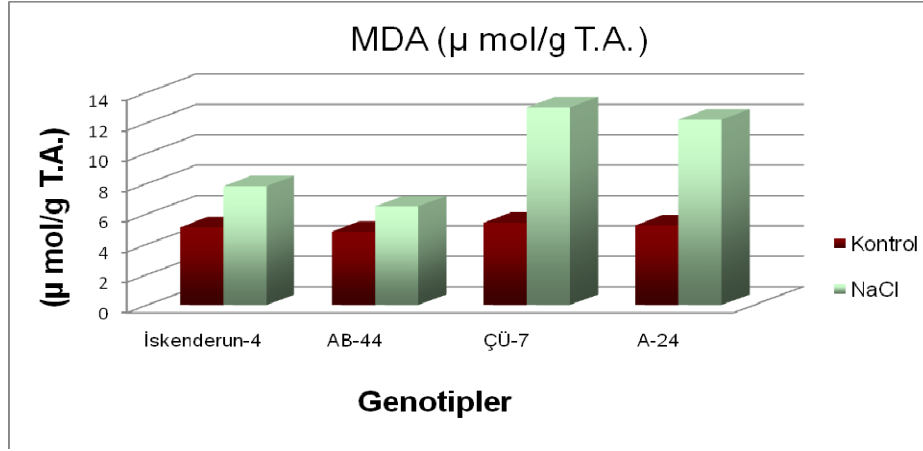
#### 4.2.2 Lipid peroksidasyonu ve klorofil ölçümleri

Ön seçim aşamasındaki testlerden elde edilen sonuçlar ışığından ikinci su kültürü denemesinde kullanılmak üzere seçilen dört adet kabak genotipi ile yapılan lipid peroksidasyonu ve klorofil ölçümleri Çizelge 4.23'te birlikte verilmiştir. Tuz stresinin yol açtığı oksidatif zararlanmanın en tipik belirtilerinden olan hücre zarındaki tahribatın ya da diğer bir deyişle lipid peroksidasyonunun ürünü olan MDA'nın miktarının ölçülmesi sonucunda görülmüştür ki, tuz stresine yüksek düzeyde tolerans gösteren genotiplerde bu maddenin ortaya çıkışı çok daha az olmakta, tuzlu koşullardan çok zarar gören duyarlı genotiplerde ise hücre zarı daha fazla tahrip olduğundan MDA miktarı daha fazla ortaya çıkmaktadır. En fazla MDA açığa çıkaran genotipler 13.01 ve 12.20  $\mu$  mol/g T.A. değerleriyle ÇÜ-7 ve A-24 adlı tuza duyarlılığı fazla olan kabaklar olmuştur. Buna karşılık tuza toleransı yüksek olan AB-44 ve İskenderun-4, 6.49 ve 7.82  $\mu$  mol/g T.A. MDA ölçümleriyle en az lipid peroksidasyonuna uğramıştır (Şekil 4.31).

Çizelge 4.23 Tuz (100 mM NaCl) uygulaması ve kontrol ortamında, 7 gün boyunca büyütülen kabak genotiplerinin, malondialdehit (MDA) ve klorofil miktarları ile bu maddelerin kontrole göre artış ve azalışları ( $\mu$  mol/g T.A.)

Genotip	MDA ( $\mu$ mol/g T.A.)			Klorofil ( $\mu$ g/mg T.A.)		
	Kontrol	NaCl	Artış (%)	Kontrol	NaCl	Azalma (%)
İskenderun-4	5,11 a	7,82 c	53,03	0,183 b	0,162 a	11,48
AB-44	4,82 a	6,49 c	34,65	0,274 a	0,159 a	41,97
ÇÜ-7	5,41 a	13,01 a	140,48	0,141 b	0,107 b	24,11
A-24	5,24 a	12,20 ab	132,82	0,243 a	0,098 b	59,67

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

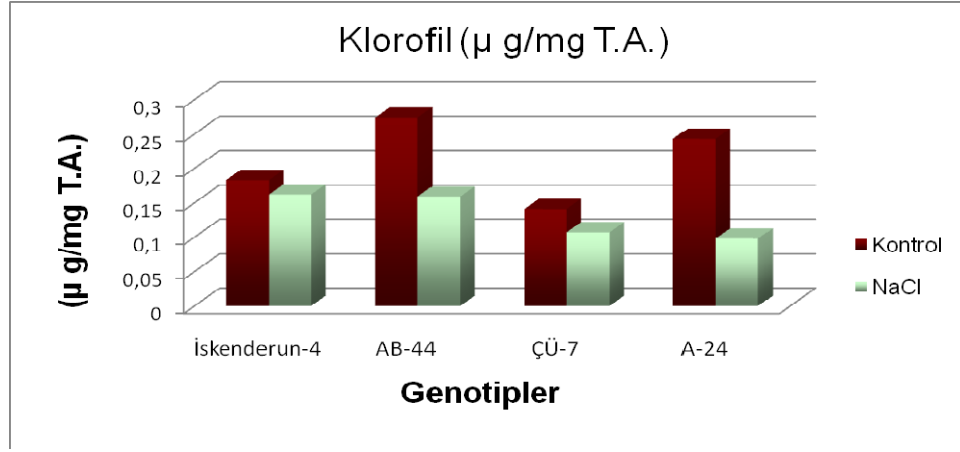


Şekil 4.31 Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin MDA miktarları (μ mol/g T.A.)

MDA, lipid peroksidasyonunun bir ürünü olup, hücre içindeki artan varlığı hücre ve organel zarlarında oksidatif stres sonucu meydana gelen parçalanmanın bir göstergesidir (Rao vd. 1997). Bunun yanında lipid peroksidasyonu ürünü olan malondialdehit'in miktarının belirlenmesi, oksidatif zararın en basit göstergesi olarak kullanılmaktadır (Spychalla ve Desborough 1990, Jagtap ve Bhargava 1995, Zhang ve Kirkham 1996). Kabaklarda yaptığımız bu çalışmada, MDA miktarının tuz stresi koşullarında ölçülmesinin stres toleransının belirlenmesi yönünde çok önemli bir kriter olduğu ve genotiplerin gruplandırılmasında rol oynayabileceği sonucuna varılmıştır.

Klorofil miktarı bakımından da istatistiksel anlamda genotipler arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiş, tuz stresi altında klorofil miktarını en iyi koruyan genotipler İskenderun-4 ve AB-44 olmuştur (0.162, 0.159 μ mol/g T.A.). A-24 ve ÇÜ-7 duyarlı genotipler, tuzlu koşullarda en düşük klorofil miktarına sahip olmuşlardır (sırasıyla 0.098 ve 0.107 μ mol/g T.A.) (Şekil 4.32). Kontrol bitkilerine göre azalma oranları, klorofil ölçümlerinde yine tutarlı sonuçlar vermemiş, tolerant İskenderun-4'ün hemen ardından duyarlı ÇÜ-7 genotipi gelmiştir (Çizelge 4.23). Bu nedenle önceki deneme aşamasında olduğu gibi, klorofil miktarlarındaki kontrole göre azalma oranlarından ziyade, esas dikkate

alınması gereken sayısal değerlerin, ölçülen klorofil miktarları olması gerektiği, bu değerlerin genotipler bazında karşılaştırılmasının daha tutarlı sonuçlar vereceği gözlenmiştir.



Şekil 4.32 Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin klorofil miktarları (µ mol/g T.A.)

#### 4.2.3 Antioksidant enzim aktiviteleri

Hoagland besin çözeltisinde yetiştirilen 4-5 yapraklı kabak fidelerinin bir bölümüne 100 mM NaCl uygulanırken, diğer bir bölümü de kontrol uygulaması olarak tuz ilave edilmeden yetiştirilmeye devam edilmiştir. Tuz uygulamasının 7. gününde tuz stresine tabi tutulan ve kontrol olarak kullanılan; iki adet tuza tolerant yerli genotip, iki adet tuza duyarlı yerli genotip olmak üzere toplam dört kabak genotipine ait bitkilerin en genç üç yaprağı alınarak sıvı azotta dondurulduktan sonra, örneklerden dört farklı antioksidatif enzime ait aktiviteler ölçülmüştür. Bu enzimler süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) ve glutasyon peroksidaz (GR) enzimleridir. Yapılan analizler sonucunda, tuz stresi altındaki bitkilerde olduğu gibi aynı zamanda kontrol olarak kullanılan NaCl ilave edilmemiş besin çözeltilerinde yetiştirilen bitkilerde de daha az olmakla birlikte, tüm kabak genotiplerinde enzimlerin tamamı belli oranlarda aktive olmuştur. Tuza karşı tolerant

olduğu düşünölen genotiplerde enzim aktivitelerinin tamamı yüksek değerler vermiş, tuza duyarlılığı fazla olduğu düşünölenlerde ise ölçümü yapılan tüm enzimlerin aktiviteleri kontrol bitkilerinin değerlerine daha yakın bulunmuştur.

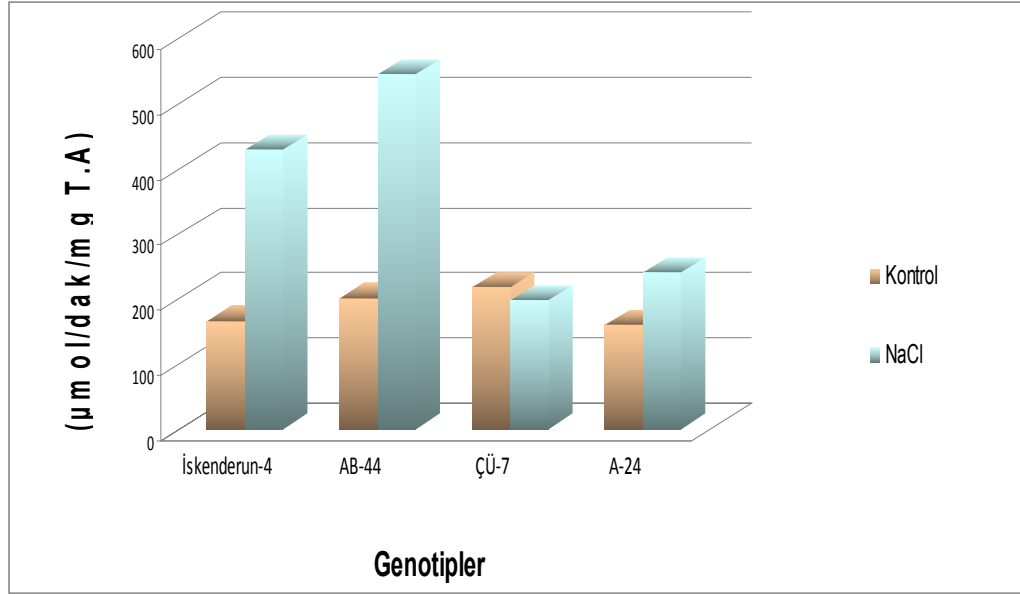
#### *Superoksit dismutaz (SOD) enzimi aktivitesi*

Dört değişik kabak genotipinin 100 mM NaCl içeren tuzlu ortamda yetişen ve kontrol için NaCl bulundurmayan ortamda yetişen bitkilerinin en geçen uer yaprağındaki SOD enzimi aktiviteleri izelge 4.24'te gösterilmiştir. SOD aktiviteleri bakımından, genotipler incelendiğinde; AB-44 ve İskenderun-4'ün en yüksek miktarda enzim aktivitesine sahip olduğu görölmektedir (546.4 ve 430.8  $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ). Bu genotiplerin tuz stresinin 7.gününde ,kontrole göre SOD aktivitelerini sırasıyla %171.03 ve %159.05 oranlarında artırdığı görölmektedir. A-24 genotipinde kontrole göre sadece %50.69'luk bir artış değerleriyle 240.2  $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ 'luk SOD aktivitesi ölçölmüştür. Bu ölçömlerde en ilginç sonuç, Ü-7 genotipinden elde edilmiştir. Kontrol bitkilerinde SOD enzim aktivitesi bakımından İskenderun-4 tuza tolerant genotiple aynı grup içerisinde yer aldığı halde, tuz stresi altında SOD enzimi aktivitesini pozitif yönde artıramamış ve stres altında bu enzimin aktivitesinde %8.38 oranında bir azalma ortaya çıkmıştır (şekil 4.33).

Çizelge 4.24 Tuz (100 mM NaCl) uygulaması ve kontrol ortamında, 7 gün boyunca büyüölen kabak genotiplerinin, yapraklarındaki SOD enzim aktivitesi ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ) ve kontrole göre değerini (%)

Genotip adı ve No'su	Superoksit Dismutaz ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )		
	Kontrol	NaCl	Değerim (%)
İskenderun-4	166,3 c	430,8 b	+ 159,05
AB-44	201,6 b	546,4 a	+ 171,03
Ü-7	217,1 a	198,9 d	- 8,38
A-24	159,4 c	240,2 c	+ 50,69

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



Şekil 4.33 Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin yapraklarındaki süperoksit dismutaz enzim aktiviteleri (µmol/dak/mg T.A.)

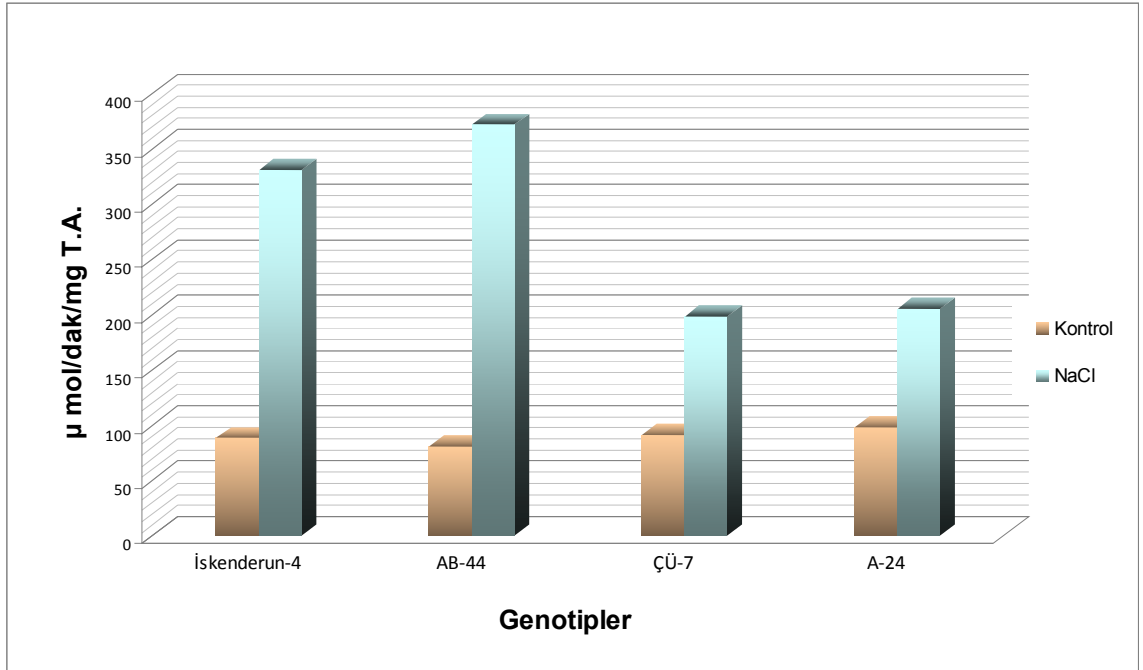
#### *Katalaz (CAT) enzimi aktivitesi*

Dört değişik kabak genotipinin 100 mM NaCl içeren tuzlu ortamda yetişen ve kontrol için NaCl bulundurmeyen ortamda yetişen bitkilerinin en genç üçer yaprağındaki CAT enzimi aktiviteleri Çizelge 4.25'te gösterilmiştir. CAT aktiviteleri bakımından genotipler incelendiğinde; AB-44'ün en yüksek miktarda enzim aktivitesine sahip olduğu görülmektedir (371.7 µmol/dak/mg T.A.). Bunu İskenderun-4 genotipi izlemekte (331.0 µmol/dak/mg T.A.) olup; A-24 ve ÇÜ-7 ise bu enzimin aktivitesi bakımından tuzluluk koşullarında en düşük performansı göstermişlerdir (205.5 ve 198.3 µmol/dak/mg T.A.) (Şekil 4.34). Tuz stresi altında tolerant genotipler (İskenderun-4 ve AB-44), en yüksek artış oranlarına sahip olmuşlardır (%358.89 ve %274.43).

Çizelge 4.25 Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin yapraklarındaki katalaz enzim aktiviteleri ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ) ve kontrole göre değişimi (%)

Genotip	Katalaz ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )		
	Kontrol	NaCl	Artış (%)
İskenderun-4	88,4 ab	331,0 a	274,43
AB-44	81,0 b	371,7 a	358,89
ÇÜ-7	91,5 a	198,3 b	116,72
A-24	98,3 a	205,5 b	109,05

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



Şekil 4.34 Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin yapraklarındaki katalaz enzim aktiviteleri ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )

### *Glutasyon redüktaz (GR) enzimi aktivitesi*

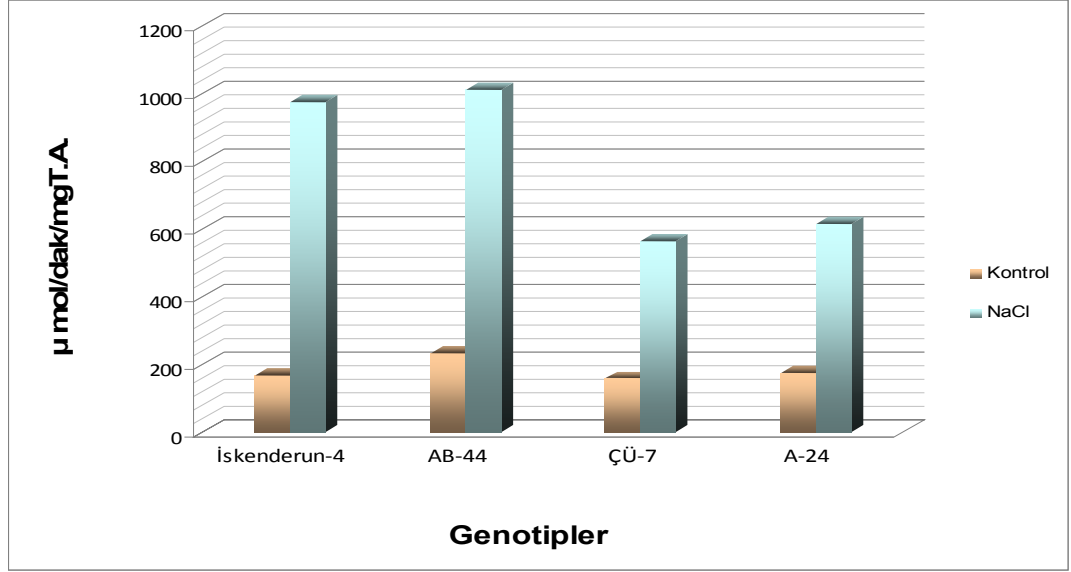
Oksidatif stresin giderilmesinde askorbat-glutasyon döngüsünde başrolü oynayan enzimlerden birisi olan glutasyon redüktaz enzimi aktiviteleri, denemede yer alan tüm kabak genotiplerinde yüksek konsantrasyonda NaCl uygulaması sonucunda artış göstermiştir. Ancak, Çizelge 4.26'da görülebileceği gibi NaCl içeren ortamda yetişen genotiplerin çoğunun birbiriyle arasında glutasyon redüktaz aktiviteleri bakımından,  $p \leq 0.01$  hata sınırı düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. AB-44 en yüksek GR enzimi aktivitesine sahip olurken (1012.2  $\mu$  mol/dak/mg T.A.); diğer tolerant genotip İskenderun-4 ikinci sırada yer almıştır (973.2  $\mu$  mol/dak/mg T.A.). A-24 ve ÇÜ-7 kabak genotipleri, bu enzim bakımından daha düşük değerleri (613.5 ve 563.0  $\mu$  mol/dak/mg T.A.) vermiştir (Şekil 4.35). Tuza toleransı yüksek İskenderun-4 genotipi, GR enzim aktivitesi ve kontrol bitkilerine göre ortaya çıkan artış oranı bakımından diğer genotiplerden ayrılırken; toleransı yüksek genotipler arasında kabul edilen AB-44 ise bu enzim açısından yapılan incelemede duyarlı genotiplerle aynı grup içerisinde kalmıştır.

Çizelge 4.26 Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin yapraklarındaki GR enzim aktivitesi ( $\mu$ mol/dak/mg T.A.) ve kontrole göre artışı (%)

Genotip adı ve No'su	Glutasyon Reduktaz ( $\mu$ mol/dak/mgT.A)		
	Kontrol	NaCl	Artış (%)
İskenderun-4	167,2bc	973,2 b	482,06
AB-44	234,4a	1012,2 a	331,83
ÇÜ-7	158,3c	563,0 d	255,65
A-24	173,6b	613,5 c	253,40

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





Şekil 4.35 Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin yapraklarındaki glutasyon redüktaz enzim aktiviteleri (µmol/dak/mg T.A.)

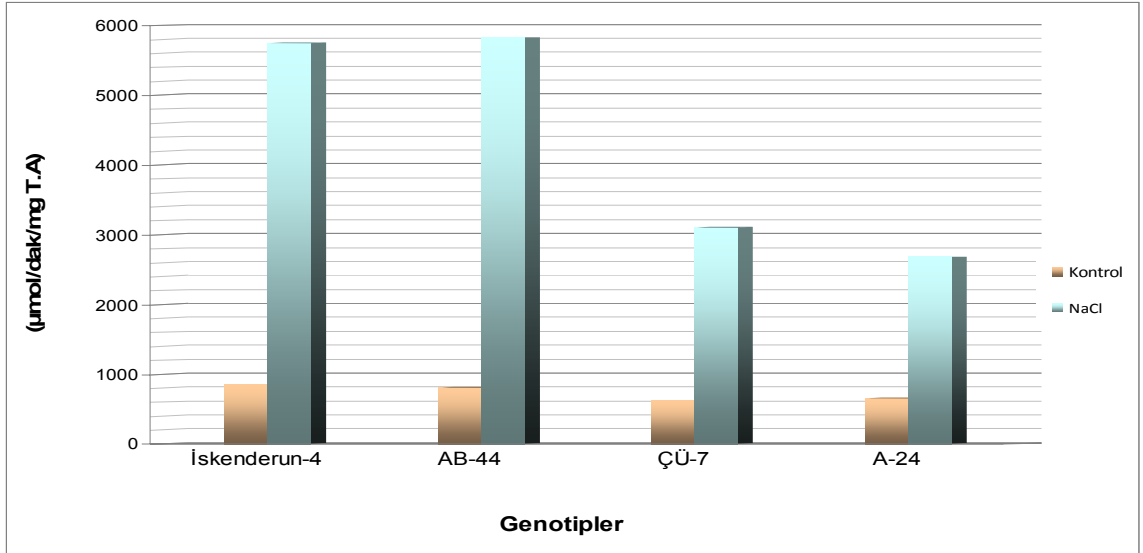
#### *Askorbat peroksidaz (APX) enzimi aktivitesi*

Askorbat-glutasyon döngüsünde etkili enzimlerden bir diğeri olan askorbat peroksidaz enzimi aktiviteleri, denemede yer alan tüm kabak genotiplerinde yüksek konsantrasyonda NaCl uygulaması sonucunda önemli miktarlarda artış göstermiştir. 100 mM NaCl ilave edilen tuzlu ortamlarda yetiştirilen genotipler, askorbat peroksidaz enzim aktivitesi bakımından  $p \leq 0.01$  hata derecesi esas alındığında istatistiksel açıdan farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.27). AB-44 ve İskenderun-4 en yüksek APX enzimi aktivitesine sahip olurken (sırasıyla 5823.8 ve 5746.0 µ mol/dak/mg T.A.); ÇÜ-7 ve A-24 çeşitleri bu enzim bakımından birbirini takip eden düşük değerleri vermiştir (3100.7 ve 2678.5 µ mol/dak/mg T.A.) vermiştir (Şekil 4.36). APX enzim aktivitesini tuz stresi koşullarında artırma oranı bakımından AB-44 genotipi önemli performans sergilemiş, bunu İskenderun-4 izlemiştir; iki duyarlı genotip ise bu enzimin aktivitesini artırmada en geride kalmıştır.

Çizelge 4.27 Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerinin yapraklarındaki APX enzim aktivitesi ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ) ve kontrole göre artışı (%)

Genotip	Askorbat Peroksidaz ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )		
	Kontrol	NaCl	Artış (%)
İskenderun-4	843,5 a	5746,0 a	581,21
AB-44	805,5 a	5823,8 a	623,00
ÇÜ-7	622,2 b	3100,7 b	398,34
A-24	656,3 b	2678,5 c	308,12

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



Şekil 4.36 Tuzlu ortamda (100 mM NaCl) ve tuz ilave edilmeyen besin çözeltisinde 7 gün süreyle yetiştirilen farklı kabak genotiplerine ait bitkilerin yapraklarındaki askorbat peroksidaz enzim aktiviteleri ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )

Tuz stresi altındaki bitkilerin yaşamsal faaliyetlerini yavaşlattıkları, su alımını azaltıp buna bağlı olarak stomalarını kapattıkları bilinmektedir. Bu durum, bitkilerin  $\text{CO}_2$  alımını azalttığından, yeterli  $\text{CO}_2$  bulamayan fotosentetik elektronların  $\text{O}_2$  molekülüne aktarımı söz konusu olmakta, böylece aktive edilmiş ve toksik etkisi olan serbest oksijen radikalleri

oluşmaktadır. Bu radikaller, canlı hücrelerdeki oksidatif stresin kaynağıdır. Bitkiler, oluşan bu tehlikeli molekülleri yok etmede ne kadar başarılıysa, ya da bir başka söyleneş ile antioksidatif savunma mekanizmalarını ne kadar iyi çalıştırırlarsa stres kaynağına o denli yüksek tolerans gösterebilirler. Tuz stresiyle karşılaşan bitkilerde toksik radikallerin ortadan kaldırılmasında etkili olan antioksidatif enzim aktivitelerinde artış sağlanabiliyorsa; o genotiplerde tuz stresine dayanım da o kadar yüksek olmaktadır (Hernandez vd. 1995, Gossett vd. 1994 a, Sreenivasulu vd. 2000).

Aktif oksijen türevlerinden süperoksit radikalini ortadan kaldıran SOD enziminin aktivasyonu, 100 mM NaCl uygulanan kabak bitkilerinde, kontrole göre artış veya azalma göstermiştir (Çizelge 4.27). Tuz uygulamasının 7. gününde alınan yaprak örneklerinde yapılan SOD ölçümlerinde tuza tolerant İskenderun-4 ve AB-44 genotiplerinde olduğu gibi tuza duyarlı olan A-24'te de tuz stresi altında SOD aktivitesi değişik oranlarda artmıştır. Buna karşılık ÇÜ-7 çekirdek kabağı genotipinde kontrol bitkilerine göre SOD aktivitesi, tuz uygulamasında azalmıştır. Enzim sistemlerini çalıştırmanın, tuza tolerans açısından kabak bitkisinde önemli olabileceği görülmüştür. Yabani domates türü ile kültür domateslerinde tuz stresi altında antioksidant enzim aktivitelerindeki değişimleri inceleyen Shalata ve Tal (1998), tuza dayanıklı yabani türde SOD aktivitesinin arttığını, duyarlı genotip olan M82'de ise azaldığını rapor etmişlerdir. 2002 yılında Aktaş tarafından ülkemizde yapılan bir araştırmada 120 farklı biber genotipi tuza tolerans bakımından incelenmiş, tuza tolerant Cac yabani biber genotipinde SOD aktivitesi, tuza duyarlı Pazarcık-3 genotipinden çok daha yüksek bulunmuştur. Yaşar (2003) da, yabani patlıcanlar ve tuza toleransı yüksek yerli patlıcan genotiplerinde SOD aktivitesinin tuzlu koşullarda yüksek oranda artış gösterdiği halde; duyarlı genotiplerde ya çok az bir artış görüldüğünü, ya da kontrole göre azalma kaydedilmiştir. Kuşvuran (2004) tarafından yapılan bir başka çalışmada kavunda da tuza tolerant üç genotip, 100 mM NaCl uygulaması ile kontrole göre yüksek SOD aktivitesi göstermiş; duyarlı olan genotipler kontrole göre daha az SOD aktivitesi sergilemiştir.

Süperoksit dismutaz enzimi, süperoksit radikalini ortadan kaldırmakta fakat bunun sonucunda toksik özelliği yine çok yüksek olan bir başka madde olan hidrojen peroksit oluşmaktadır. Hidrojen peroksitin parçalanması (detoksifikasyonu) için etkili olan enzimlerden birisi katalaz, diğerleri de askorbat-glutasyon döngüsüne katılan glutasyon peroksidaz ve askorbat peroksidaz'dır. Katalaz aktivitesi, kabakta tuz uygulaması yapıldığında artış göstermiştir (Çizelge 4. 28). Tuza toleransı yüksek olan genotiplerde %274-358 oranında katalaz enzimi aktivitesi artışı belirlenirken, duyarlı genotiplerdeki artış %109-116 oranında olabilmektedir. Pamukta çalışan Gosset vd. (1994a), domates ile çalışan Shalata ve Tal (1998), patlıcan Yaşar (2003), kavunda Kuşvuran (2004), tuza dayanımı yüksek çeşitlerde CAT aktivitesini, duyarlı genotiplere göre daha yüksek değerlerde saptamışlardır.

Hidrojen peroksitin detoksifikasyon sürecinde okside glutasyon'un indirgenmesinden sorumlu olan glutasyon redüktaz aktivitesinin tuz stresi altında arttığı, önceki bazı araştırmalarda kaydedilmiştir (Gossett vd. 1996, Lin ve Kao 2000, Karanlık 2001, Yaşar 2003, Kuşvuran 2004). Kabakta yürüttüğümüz bu araştırmada, 100 mM tuz uygulaması ile bitkilerin yapraklarındaki GR aktivitesinde kontrole göre artış ortaya çıkmıştır. Tuza dayanımı yüksek genotiplerde %331-482 arasında bir oranla GR aktivitesinde artış belirlenirken; duyarlı genotiplerde bu artış sadece %253-255 oranında meydana gelmiştir. Gossett vd. (1994a) pamukta, Hernandez vd. (1995) bezelyede, Karanlık (2001) buğdayda tuzlu koşullarda dayanıklı bitkilerin, duyarlı olanlara göre daha yüksek oranlarda artan GR enzim aktivitelerine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Shalata ve Tal (1998) ise, domateste farklı bulgular hakkında bilgi vermekte, GR aktivitesinin tuza hem tolerant hem de duyarlı çeşitlerde, tuz stresi altında azalma gösterdiğini anlatmaktadır. Yaşar (2003), patlıcan tuza tolerans ile GR aktivitesindeki artış arasında yüksek bir pozitif korelasyon olduğundan bahsetmektedir.

Askorbat-glutasyon döngüsü sayesinde gerçekleşen hidrojen peroksit detoksifikasyonu işlemindeki diğer etkili enzim olan askorbat peroksidaz aktivitesi de tuz stresi altında

artmaktadır. Shalata ve Tal (1998) domateste, Lopez vd. (1996) havuçta, Sreenivasulu vd. (2000) *Setaria* sp.'de, Karanlık (2001) ise buğdayda tuz uygulamasının ardından tuza dayanıklı çeşitlerde APX enzim aktivitesinin, duyarlı çeşitlerden çok daha yüksek olduğunu bildirmektedirler. Hernandez vd. (1995), bezelyede tuz stresinin APX enzimi aktivitesini tolerant çeşitte artırdığını, duyarlı çeşitte ise bir değişiklik yaratmadığını bildirmektedir. Patlıcvea su kültürü koşullarında yapılan 150 mM tuz uygulamasının 10. gününde alınan yaprak örneklerinde APX enzim aktivitesinde tüm genotiplerde artış belirlenmiş; tuza tolerant olanlarla birlikte bir adet duyarlı çeşidin de APX enzim aktivitesinin yüksek olduğu görülmüştür. Yaşar (2003), bu çalışmalarında, enzimlerin tek başına değil, diğer enzimlerle koordinasyon içerisinde çalışmalarının daha etkili olduğundan bahsetmektedir. Kabakta yaptığımız bu çalışmada, APX enzim aktiviteleri, tuza tolerant genotiplerde %581-623 arasında artış göstermiş, duyarlı genotipler ise %308-398 artışlara sahip olabilmektedir. Artış oranları bakımından tuza tolerant ve duyarlı genotipler arasında önemli bir farklılık bulunmaktadır.

Çalışma sonuçlarımız, enzim aktivitelerinin tuza duyarlı ve tolerant genotiplerde belirgin farklı sonuçlar vermesi dolayısıyla bir seçim parametresi olarak öne çıkıyor görünmektedir. Bu sonuçlarda kanımızca 26 genotip içerisinde iki gruptaki en uçlarda bulunan ikişer genotipin tercih edilerek ikinci deneme aşamasında kullanılmasının büyük etkisi olmuştur. Önceki yıllarda Anabilim dalımızda yapılan çeşitli çalışmalarda da antioksidan enzimlerin stres faktörlerine tolerans sağlamada çok etkili oldukları gözlenmiş olmakla birlikte, tek başına seçimde kullanılacak özellikte olamayacağı yönünde görüşler oluşmuştur. Özellikle kabak ile aynı familyada yer alan kavunda çalışan Kuşvuran (2004), yabancı döllenmiş ve bireyler arasında da genetik olarak farklılıkların bulunduğu populasyonlarda, enzim analizi sonuçları ile geniş bir genetik havuzun taranamayacağı, birbirine uzak noktalarda yer alan genotiplerin net sonuçlar verebildiğini fakat orta derecede toleransa sahip büyük grubun içindeki genotiplerin ayrılmasında enzimlerin yetersiz kalacağından bahsetmektedir. Bu görüşe katıldığımızdan dolayı, her ne kadar çalışmamızda kabak genotipleri arasında tuza tolerans bakımından incelenen dört enzim de beklenen sonuçları vermiş, istatistiksel olarak tolerant ve duyarlı genotipler birbirinden ayrılmışlarsa da;

screening amaçlı olarak enzimlerin tek başlarına kullanılmasının yetersiz kalacağı öngörümünü göz önünde bulundurmamak gerektiğini vurgulamak yararlı olacaktır.

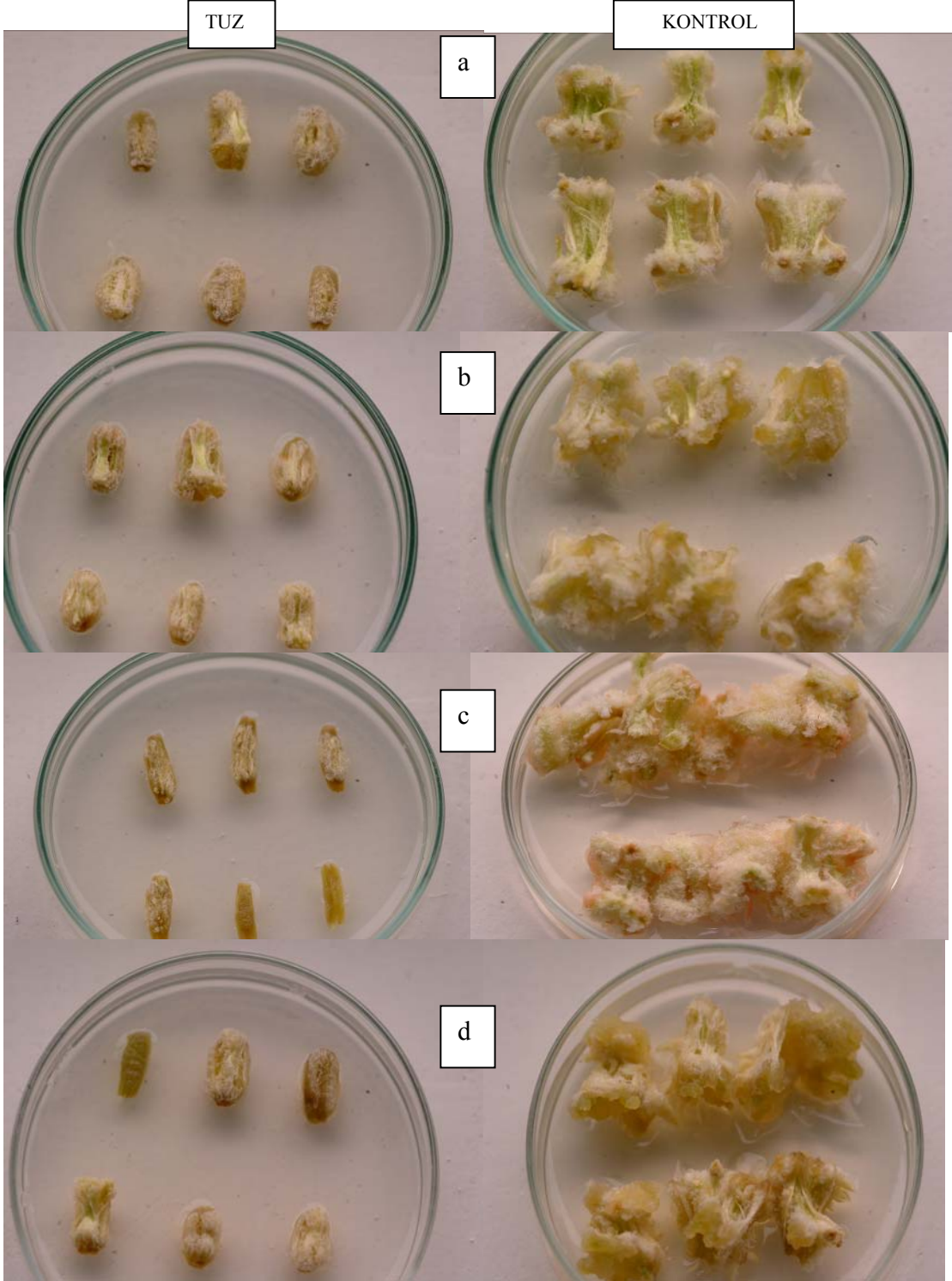
#### **4.2.4 *In vitro* koşullarda tuz stresi uygulanan eksplantlarda antioksidant enzim aktiviteleri**

Su kültüründe yetiştirilerek antioksidant enzim aktiviteleri ölçülen dört kabak genotipi (İskenderun-4, AB-44, ÇÜ-7 ve A-24), *in vitro* koşullarda denemelere alınmıştır. Kallus elde edilmesinin istenen nitelikte olmaması nedeniyle hipokotil kısımlarından en uygun olduğu belirlenen ortamlara eksplant dikimi yapılmış ve buradaki gelişen dokuda analizler gerçekleştirilmiştir. Hipokotiller hem kontrol, hem de 50 mM NaCl içeren ortamlarda kültüre alınmış ve 3 haftanın sonunda ölçüm ve analizler yapılmıştır. Şekil 4.37’de, dört kabak genotipinin tuzlu (50 mM NaCl) ve tuz içermeyen kontrol ortamlarında üç hafta süreyle geliştirilen hipokotil dokularına ait görüntülere yer verilmiştir.

NaCl ilave edilmeyen kontrol ortamlarındaki kallus dokuları canlı ve gelişme yönündeki aktif yapılarını sürdürdüğü halde tuz içeren ortamlardaki kallusların (özellikle tuza duyarlı genotiplerde) kahverengileştiği ve büyümelerinin durduğu gözlenmiştir.

##### *Superoksit dismutaz (SOD) enzimi aktivitesi*

Tuza tolerant ve duyarlı olduğu düşünülen toplam dört kabak genotipine ait hipokotil eksplantları, tuz içeren ve tuz içermeyen besin ortamlarında kültüre alındıktan sonraki 21. günde buldukları ortamdan küçük cam kavanozlara aktarılmış, enzim analizleri yapılncaya kadar -80°C’deki derin dondurucuda saklanmışlardır. Bu dokularda yapılan analizlerden ilki olan süperoksit dismutaz enziminin aktivitesine bakıldığında Çizelge 4.28’de gösterilen değerler elde edilmiştir. Hem kontrol hem de tuz içeren ortamlarda SOD aktivitesi saptanmış, stres uygulanan eksplantların tümünde kendi kontrollerine göre önemli miktarlarda artış belirlenmiştir.

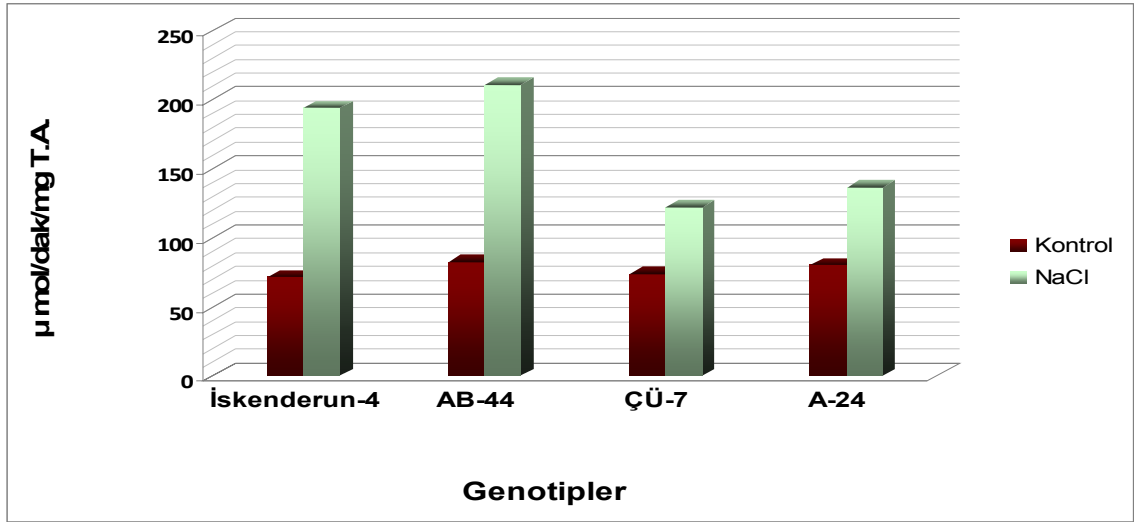


Şekil 4.37 Tuza tolerat ve duyarlı kabak genotiplerinin tuzlu (50 mM NaCl) ve tuz içermeyen kontrol ortamlarında 21 gün süreyle geliştirilen hipokotil dokularından görünüm. a. İskenderun-4, b. AB-44, c. ÇÜ-7, d. A-24 (solda:Tuz; sağda: Kontrol uygulamalarına ait petriler)

Çizelge 4.28 Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında geliştirilen hipokotil dokularındaki SOD enzimi aktivitesi ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )

Genotip	Superoksit Dismutaz ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )		
	Kontrol	NaCl	Artış (%)
İskenderun-4	71.3 b	194.0 a	172.0
AB-44	82.5 a	210.7 a	155.3
ÇÜ-7	73.8 b	122.1 b	65.4
A-24	80.4 a	136.6 b	69.9

Kabak genotiplerinin tuz stresi koşullarında SOD enzimi aktivitesi özelliği bakımından gösterdikleri tepkiler birbirinden farklılık göstermiştir. Tuzlu ortama dikimlerinden sonraki 21. günde en yüksek SOD aktivitesi AB-44 ve İskenderun-4 genotiplerinde bulunmuştur (sırasıyla 210.7 ve 194.0  $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ). A-24 kabak genotipi, 136.6  $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$  değeriyle ÇÜ-7 genotiple aynı grup içerisinde yer almış, en düşük SOD aktivitesini ise ÇÜ-7 genotipi 122.1  $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$  ile sergilemiştir (Şekil 4.38).



Şekil 4.38 Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında kabak eksplantlarındaki SOD enzimi aktivitesi ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )



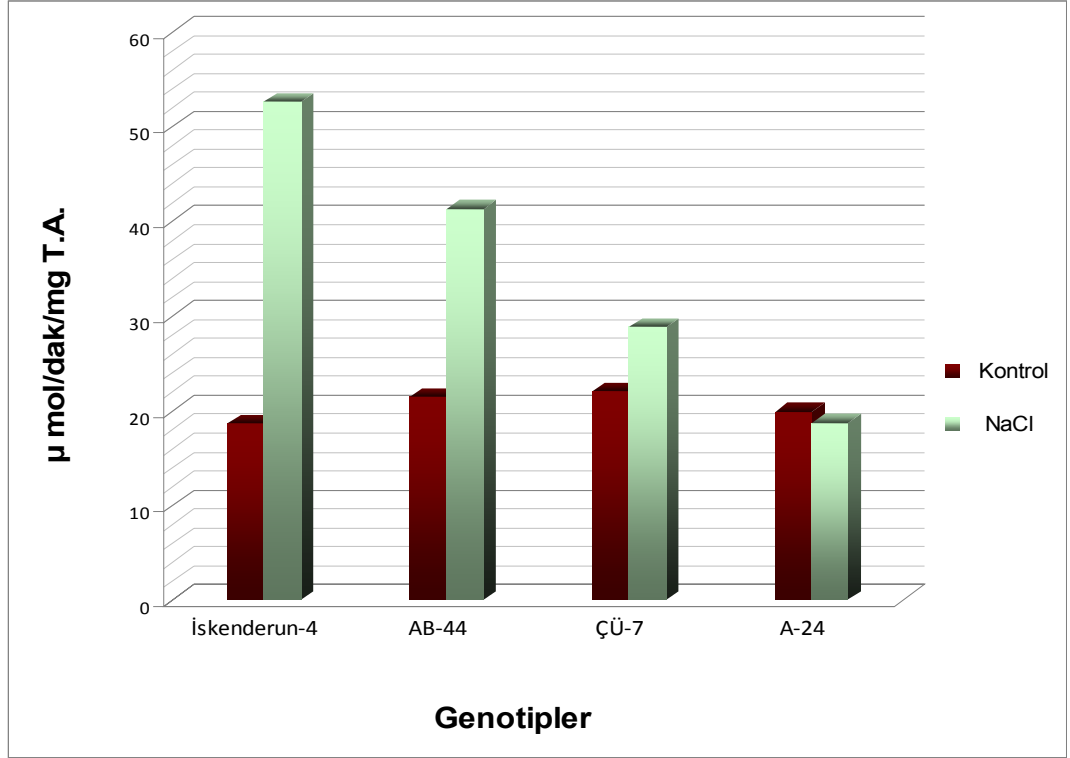
### *Katalaz (CAT) enzimi aktivitesi*

Katalaz enziminin aktivitesi bakımından yapılan inceleme sonucunda Çizelge 4.29'de gösterilen değerler elde edilmiştir. Hem kontrol hem de tuz içeren ortamlarda katalaz aktivitesi saptanmış, stres uygulanan eksplantların tümünde (A-24 adlı genotip hariç) kendi kontrollerine göre artış belirlenmiştir.

Katalaz aktivitesi bakımından, genotipler arasındaki fark  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Çizelge 4.29'de görüldüğü gibi, NaCl içeren ortamda geliştirilen hipokotil dokularının katalaz aktivitelerinde genotipler arasında önemli düzeyde fark bulunan bir sıralama ortaya çıkmıştır. Buna göre tuz stresi altında en yüksek katalaz aktivitesi İskenderun-4 genotipinde  $52.6 \mu\text{mol/dak/mg T.A.}$  değeriyle elde edilmiş; bunu sırasıyla AB-44 ( $41.3 \mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ), ÇÜ-7 ( $28.8 \mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ) ve A-24 ( $18.7 \mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ) genotipleri izlemiştir (Şekil 4.39). Tuz stresi uygulamalarında, genellikle enzim aktivitelerinde bir artış görülmekle birlikte A-24 genotipinde kontrole göre daha düşük bir katalaz aktivitesi belirlenmiştir. Dolayısıyla diğerlerinde artış oranı belirtilirken, bu genotipte %6.1 oranında kontrole göre azalma kaydedilmiştir.

Çizelge 4.29 Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında geliştirilen hipokotil dokularındaki CAT enzimi aktivitesi ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )

Genotip	Katalaz ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )		
	Kontrol	NaCl	Artış (%)
İskenderun-4	18.6 a	52.6 a	182.7
AB-44	21.4 a	41.3 a	92.9
ÇÜ-7	22.0 a	28.8 b	30.9
A-24	19.9 a	18.7 c	- 6.1



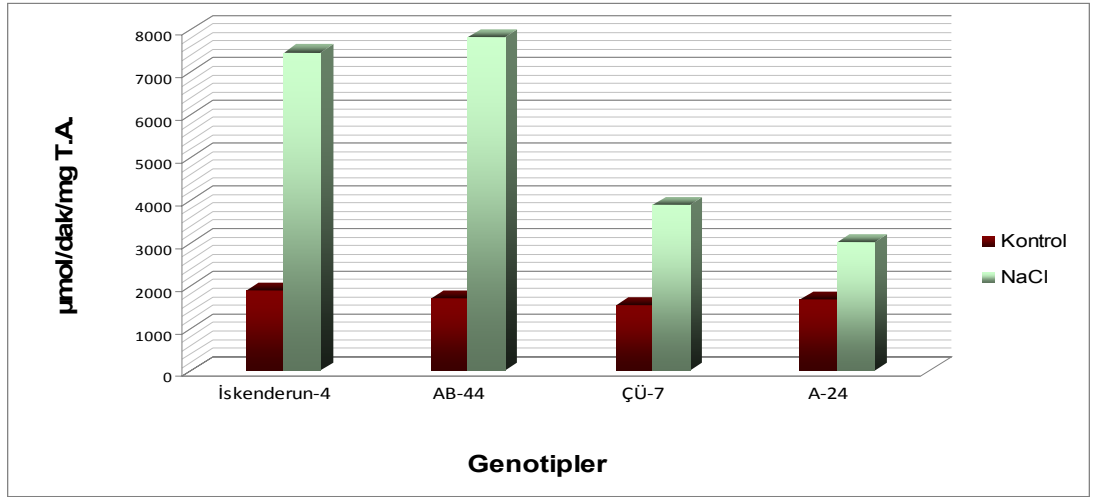
Şekil 4.39 Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında kabak eksplantlarındaki CAT enzimi aktivitesi (µmol/dak/mg T.A.)

#### *Glutasyon redüktaz (GR) enzimi aktivitesi*

Askorbat-glutasyon döngüsündeki önemli enzimlerden birisi olan glutasyon redüktaz enzimi aktiviteleri, denemede yer alan tüm kabak genotiplerinde NaCl uygulaması sonucunda artış göstermiştir. Çizelge 4.30'da görülebileceği gibi NaCl içeren ortamda yetişen tolerant ve duyarlı genotiplerin eksplantları arasında glutasyon redüktaz aktiviteleri bakımından,  $p \leq 0.01$  hata sınırı düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Kültürün 21.gününde AB-44 ve İskenderun-4 en yüksek GR enzimi aktivitesine sahip olurken (sırasıyla 7805.5, 7456.0 µ mol/dak/mg T.A.); ÇÜ-7 ve A-24 çeşitleri bu enzim bakımından daha düşük değerleri (3889.9, 3007.1µ mol/dak/mg T.A.) vermiştir (Şekil 4.40 a).

Çizelge 4.30 Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında geliştirilen hipokotil dokularındaki GR enzimi aktivitesi ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )

Genotip	Glutasyon Redüktaz ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )		
	Kontrol	NaCl	Artış (%)
İskenderun-4	1876.4 a	7456.0 a	297.3
AB-44	1700.3 ab	7805.5 a	359.0
ÇÜ-7	1539.6 bc	3889.9 b	152.6
A-24	1662.0 b	3007.1 c	80.9



Şekil 4.40 Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında kabak eksplantlarındaki GR enzimi aktivitesi ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )

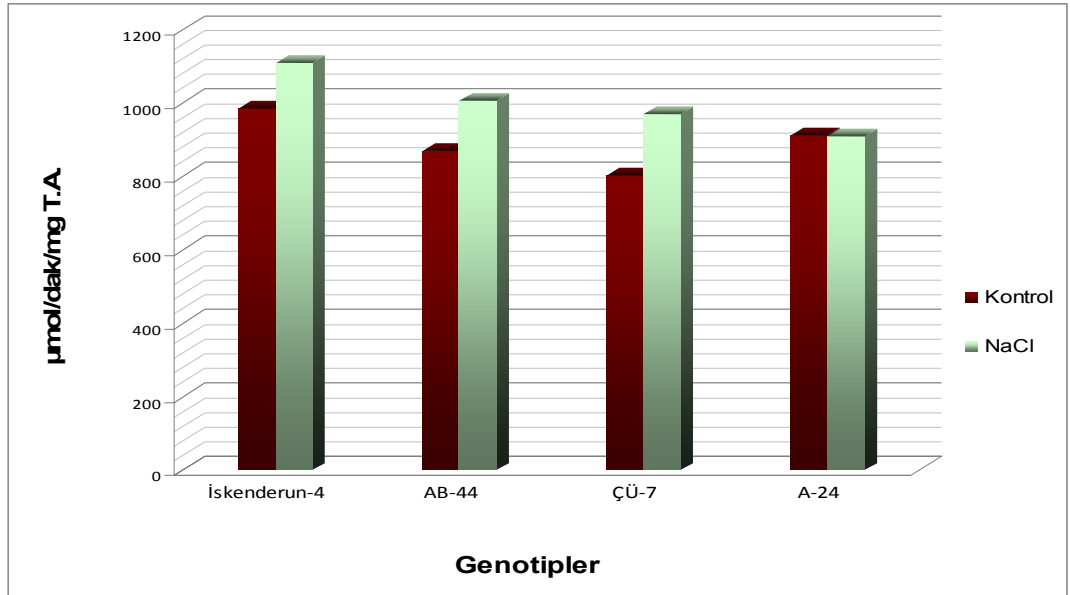
#### *Askorbat peroksidaz (APX) enzimi aktivitesi*

Askorbat-glutasyon döngüsünde etkili enzimlerden bir diğeri olan askorbat peroksidaz enzimi aktiviteleri, *in vitro* deneylerde yer alan tüm kabak genotiplerinde NaCl uygulaması sonucunda artış göstermiştir. 50 mM NaCl ilave edilen tuzlu ortamlarda 21 gün süreyle yetiştirilen genotipler, askorbat peroksidaz enzim aktivitesi bakımından  $p \leq 0.01$  hata derecesi esas alındığında istatistiksel açıdan farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.31).

İskenderun-4 ve AB-44 en yüksek APX enzimi aktivitesine sahip olurken (sırasıyla, 1106.5 ve 1005.0  $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ); ÇÜ-7 ve A-24 çeşitleri bu enzim bakımından birbirini takip eden düşük değerleri vermiştir (967.0, 906.5  $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ). APX enzim aktivitesini tuz stresi koşullarında artırma oranı bakımından tolerant genotipler iyi performans sergilemiş, ÇÜ-7 genotipi de bir miktar artırma sağladıysa da A-24 kabak genotipi kontrole göre daha düşük bir APX aktivitesine sahip olmuştur (Şekil.4.41).

Çizelge 4.31 Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında geliştirilen hipokotil dokularındaki APX enzimi aktivitesi ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )

Genotip	Askorbat Peroksidaz ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )		
	Kontrol	NaCl	Artış (%)
İskenderun-4	982.2 a	1106.5 a	12.6
AB-44	867.0 b	1005.0 ab	15.9
ÇÜ-7	800.4 bc	967.0 b	20.8
A-24	911.1 ab	906.5 bc	-0.6



Şekil 4.41 Tuz içeren (50 mM NaCl) ve kontrol ortamında kabak eksplantlarındaki APX enzimi aktivitesi ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ )

Kabakta tuz içeren ortamlarda kültüre alınan hipokotil dokuları ile, kontrol ortamlarında yetiştirilen dokular karşılaştırıldığında enzim aktivitelerinin ölçülmesinden elde edilen sonuçlar, genel olarak intakt bitki ile yapılan denemeden elde edilen sonuçlara benzerlik göstermiştir. Dokuların enzim analizleri için yapılan deneylerde çok rahatlıkla kullanılması, homojen yapıda ve kalıntısız örneklerin hazırlanmasında büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu yönüyle ve tuz uygulamasının yapılışındaki daha teknik, ama daha pratik olma özelliği nedeniyle tercih edilebilir bulunmuştur.

Tuz içeren ortamlarda, tuza duyarlı genotiplerde dokular kontrole göre çok daha az geliştikleri ve kahverengileştikleri halde; tuza tolerant genotiplerde kontrole göre renk farklılaşması daha az olmuş fakat gelişmedeki gerileme belirgin olarak gözlemlenmiştir. Yine de gelişmedeki gerileme, duyarlı kabaklardan daha az ortaya çıkmıştır.

Tam bitkide tuza dayanımı yüksek görülen bir kabak genotipi, doku kültüründe hiçbir zaman tuza duyarlı grup içerisinde yer almamıştır. Bu bulgular ile Smith ve McComb (1981)'un bulguları büyük bir paralellik göstermektedir. Araştırmacılar glükofit kültür bitkilerinden olan fasulye ve pancarda, intakt bitki ile yapılan denemelerden alınacak sonuçların, kallus kültürlerinde de aynı doğrultuda bulunacağını belirtmektedirler. Buradan, doku kültürünün, tüm bitki ile tuzluluk konusunda yapılacak screening çalışmalarının yerine rahatlıkla kullanılabileceği sonucu çıkmaktadır. Nitekim Gossett vd. (1994 b), kallus kültürü yaptıkları pamuk bitkisinde tam bitki ile elde ettikleri sonuçların paralel bulgularını belirlediklerini rapor etmektedirler. Araştırmacılar, 150 mM NaCl uyguladıkları kallus kültüründe, tuza dayanıklı Acala çeşidinin kallus dokusunda SOD aktivitesinin kontrole göre %410 oranında arttığını ve aynı şartlarda duyarlı çeşit Deltapine-50'ye ait kalluslarda SOD aktivitesinin değişmediğini belirlemişlerdir. Aynı araştırmada dayanıklı çeşidin kallusunda APX aktivitesi önemli bir artış gösterirken, duyarlı çeşitte kontrole göre önemli bir artış kaydedilmemiştir. CAT aktivitesi dayanıklı çeşitte, duyarlı çeşide göre %156 oranında daha fazla olmuştur. Yaşar (2003) tarafından yapılan çalışmada tuz stresi altında; tuza toleransı yüksek patlıcan genotipleri ile duyarlı genotipler arasında stresin 8. gününde

özellikle SOD enzim aktivitesi bakımından in vitro kallus kültürlerinde belirgin ve istatistiksel olarak önemli farklılık bulunurken; CAT enzimi aktivitesi hem 4. ve hem de 8. günlerde tolerant ve duyarlı genotipleri ayırt edici sonuçlar vermiş; GR ve APX enzimlerinin aktivasyonu 4. günde beklenen yönde değerler vermiştir. Bu sonuçların ışığında, antioksidatif enzim aktivitelerinin hep birlikte strese karşı koruyucu rol oynadıkları ve kallus kültürlerinin tuz stresine tolerans düzeyinin belirlenmesi istenilen patlıcan genotiplerinde etkili birer kriter olarak diğer bazı fizyolojik kriter ile birlikte değerlendirilebileceği, antioksidatif savunma mekanizmaların stres koşullarına dayanımın sağlanmasında patlıcan bitkisinde çok etkin çalışan sistemler olarak görüldüğü kaydedilmiştir. Bizim çalışmamızda ise SOD, CAT ve GR aktiviteleri tuza tolerant veya duyarlı kabakların doku kültüründe çok belirgin farklılıkları ortaya çıkarmış; APX enzimi ise ayırt edici özellikte bulunmamıştır. Tüm bitkiyi yetiştirmek, tuz uygulaması yaparak ardından analizler yürütmek yerine kültür koşullarında doku parçalarının kullanılabilmesi, bu çalışma ile mümkün bulunmuştur. Böylece çok daha geniş gen havuzlarını, kısa sürede tarama olanağı ortaya çıkabilecektir. Ayrıca mutlaka kallus dokusunun elde edilmesi ve kallusta çalışılmasının zorunlu olmadığı da bu çalışmayla ortaya konmuştur.

## 5. SONUÇ

Küresel iklim değişikliği ve buna bağlı olarak farklılaşan ekolojik koşullar, bitki ıslahçıları 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.

Tuzluluk, kurak ve yarı kurak bölgelerde, fazla ve yanlış gübreleme ve sulama yapılan yerlerde, sulama suyu tuzluluğu sorununun olduğu yörelerde, seralarda ortaya çıkabilen ve bitkisel üretimi olumsuz etkileyen, hatta bazen olanaksız kılan önemli bir stres kaynağıdır. Kabak, sahip olduğu geniş tip ve hatta tür zenginliğiyle sulama olanaklarının az veya hiç bulunmadığı alanlarda da yetiştirilebilen; kurak ve yarı kurak olarak değerlendirilebilecek bir bitkidir. Kabakta genotipler arasında tuzluluğa tolerans bakımından farklılıkların ortaya konması ve bu farklılıkların fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmaları hakkında bilgi edinebilmek; bunun yanısıra tuza tolerans derecelerinin belirlenmesinde *in vitro* tekniklerin ne derecede kullanılabileceğini ortaya çıkartmaya yönelik olarak yapılan bu araştırmada elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

- Toplam 26 adet *Cucurbita spp.* genotipinin yer aldığı çalışmada, 100 mM NaCl uygulaması ile oluşturulan tuz stresi karşısında, tuzluluğa karşı genotiplerin farklı tolerans seviyeleri gösterdikleri belirlenmiştir.
- Tuz stresi, bitki gelişimini engelleyici ve yaş ağırlıklarını azaltıcı etki yapmıştır.

- Tuzlu koşullarda yeşil aksam yaş ağırlıklarının tuza toleransı yansıtan en tipik özellik olduğu; stres koşullarında yaş ağırlıklarını iyi koruyabilen genotiplerin tuza toleranslarının daha iyi olduğu belirlenmiş; yaş ağırlık stres indeki ile skala değeri arasında çok yüksek ilişki olduğu gözlenmiştir.
- Skala değeri (tuzdan gözle ayırt edilebilir etkilenme derecesi), tuza toleransı gösteren en basit, fakat en etkili kriter olarak kendini göstermiş, diğer incelenen özelliklerin etkinliğinin belirlenmesinde bir nevi kontrol görevi yapmıştır.
- Değişik kabak genotiplerinde tuz uygulamasından sonra yapraklarda ölçülen Na iyonu artışının çok fazla olduğu, toksik düzeylerdeki bu artışın genotiplere göre önemli düzeyde farklılık gösterdiği; bazı istisnalar hariç genel olarak daha az Na iyonu alan genotiplerde tuza dayanımın daha fazla olduğu belirlenmiştir.
- 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.
- Na iyonu, tuz uygulanan tüm genotiplerde artmıştır. En fazla artış bitkilerin gövde kısmında olmuştur. Üçüncü yapraklardaki Na miktarı en düşük , bunu köklerdeki Na konsantrasyonu takip etmiştir.
- 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.
- 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.
- 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.

- Tuz uygulaması etkisi ile Ca iyonunun Na karşısında rekabet gücü azalmıştır. Ca iyonu da K gibi tuz uygulamalarında azalmıştır.
- Tuzluluk stresinde artan lipid peroksidasyon miktarları, hücre zarlarında hasar meydana geldiğini göstermektedir. Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında tuza tolerant kabakların MDA miktarlarında azalma meydana gelmiştir. MDA miktarı kontrole nazaran düşük olan kabakların tuza tolerant, MDA miktarındaki artışları fazla olanların ise tuza duyarlı genotipler oldukları yönünde kabakta güçlü bir yönelim ortaya çıkmıştır.
- Yapraklardaki toplam klorofil miktarı, seçimlerde göz önünde bulundurulması gereken fakat tek başına yeterli bulunmayan bir parametre olarak görülmüştür.
- İncelenen antioksidatif enzim aktivitelerinden SOD, katalaz ve GR, kabak türünde tuz stresi ile ilişkilendirilebilecek bir değerlilikte bulunmuştur. Tuza tolerant ve duyarlı genotiplerin enzim aktivitelerinde tuz stresi koşullarında artışlar meydana gelmiş, tolerant genotiplerde bu üç enzimin aktivitesi, duyarlılara nazaran daha yüksek bulunmuş, ya da kontrole göre daha fazla artış göstermiştir. Ancak bu aktivitelerin ölçümünün tek başına bir seçim kriteri olarak kullanılması yeterli olmayabilir.
- Kabağın yabancı döllenmiş bir tür olması ve özellikle yöresel populasyon niteliğindeki materyalde, birey olarak bitkiler arasında bile varyasyon bulunma olasılığının yüksek olması nedeni ile tuza tolerant grupta yer alan bir genotip farklı analizlerde, farklı bireyler tarafından temsil edildiğinden, başka bir parametre esas alınarak yapılan sıralamada tuza duyarlı gruptakilerin arasına dahil olabilmektedir. Bu durum da özellikle çeşit bazında değil de, populasyon seviyesinde yapılan screening çalışmalarında sıkıntı yaratmaktadır. Fazla sayıda materyalle ve çok tekrarlı olarak yapılacak analizlerin, populasyonun genel tavrını belirlemede etkili olabileceği düşünülmektedir.
- 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.

- Doku kültürünün tuz stresi için yapılacak bir screening işleminde kullanılabileceği, tuzlu ortamda yetiştirilen hipokotil dokularının gelişim durumlarına, SDO, CAT ve GR aktivitelerine bakarak gruplandırmanın yönlendirici olabileceği kanaatine varılmıştır. Dokuların homojen bir yapıda olması, kısa sürede çok sayıda bitki materyalini çok küçük bir laboratuvar alanında teste tabi tutma kolaylıkları nedeniyle doku kültürünün tercih edilebileceği izlenimi edinilmiştir.
- İntakt bitki ile çalışılması halinde yeşil aksamdaki Na ve Cl iyon artışları, gövde boyu, yeşil aksam yaş ağırlık değerleri birlikte değerlendirilmeli, bulguları destekleme amacıyla MDA miktarlarına bakılmalıdır.
- 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.
- 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.
- Anonim. 2008a. 2007 Tarım İstatistikleri Özeti (TUIK), Ankara.
- Anonim. 2009a. 2008 Tarım İstatistikleri Özeti (TUIK), Ankara.
- Anonymous. 2007a. Pumpkin, Squash, Gourds, FAO Bulletin of Statics, Web sitesi <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Erişim tarihi: 18.10.2009.
- Aranda, R.R and Syvertsen, J. P. 1996. The Influence of Foliar Applied Urea Nitrogen ve Salina Solutions on Net Gas Exchange of Citrus Leaves, J. Amer. Soc. Hort. Sci., 121, 501-506.
- Asch, F., Dörfling, K. and Dingkun, M. 1995. Response of rice varieties to soil salinity ve air humidity: A possible involvement of root- borne ABA. Plant ve Soil 117, 11-19.
- 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.
- 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 ve 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 ve sodium on gas Exchange parameters ve 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 fluorescence as a possible tool for salinity tolerance screening in barley (*Hordeum vulgare* L.). Plant Physiology 104, 667-673.
- Ben-Hayyim, G., Kafkafi, U. And Ganmore-Neumann. R., 1987. Role of Internal Potassium in Maintaining Growth of Cultured Citrus Cells Increasing NaCl and CaCl<sub>2</sub> Concentrations. Plant Physiol. 85: 434-439.
- Bergmann, W. 1992. Nutrition disorders of plants-development, Visiual and analitycal diagnosis. pp: 333-371, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.
- Bernstein, I. 1974. Crop growth ve salinity. In. J. Van Schișfagaarde Drainage for agriculture. Agronomy, 17;39-54.
- Bisognin, D.A. 2002. Origin and evolution of cultivated cucurbits. Ciencia Rural. 32(5), 715-723.
- Blum, A. 1985. Breeding crop varieties for stress environments. CRC Critical Rev. in Plant Sci. 2(3), 199- 238.

- Bohra, J. S. and Döfling, K. 1993. Potassium nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under NaCl salinity. *Plant ve 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.
- Bressan, R.A., Singh, N.K., Hvea, A.K., Kononowicz, A.K. and Hasegawa, P.M., 1985. Stable ve Unstable Tolerance to NaCl in Cultured Tobacco Cells. In: Freeling M. (ed.) *Plant Genetics Liss*, New York, 755-769.
- Carvajal, M., del Amor, F.M., Fernandez-Ballester, G., Martinez, V. and Cerda, A. 1998. Time course of solute accumulation ve 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 ve 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 ve Soil* 57, 167-175.
- Cherian, S., Reddy, M. P. and Pandya, J. 8., 1999, Studies on salt tolerance in *Avicennia marina* (Forstk.) Vierh.: effect of NaCl salinity on growth, ion accumulation ve enzyme activity., *Indian J. Plant Physiol.*, 4, 266-270.
- 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, ve 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 ve Potassium Ions Concentration in Leaf Blade, Leaf Sheath ve Root of Rice Plants. *Japan. J. of Crop Science.* (1)65: 1-7[Abstract].
- Chow, W.S., Ball, M.C. and Veerson, J.M. 1996. Grow ve photosynthetic response of spinach to salinity: Implications of K<sup>+</sup> nutrition for salt tolerance. *Aust. J. Plant Physiol.* 17, 563-578.
- Colla, G., Roupael, Y., Cardarelli, M., Massa, D., Salerno, A. and Rea, E., 2006. Yield, fruit quality ve mineral composition of grafted melon plants grown under saline conditions. *J. of Horticultural Science ve Biotechnology.* 81(1), 146-152.
- Cramer, G.R., Lauchli, A. and Epstein, E. 1986. Effects of NaCl ve CaCl<sub>2</sub> 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 ve elevated Calcium concentration. *J. Exp. Bot.* 39, 1513-1522.

- Croughan, T.P., Stavarek, S.J. and Rains, D.W. 1978. Selection of NaCl Tolerant Line of Cultured Alfaalfa Cells. *Crop Sci.*, 18: 959-963.
- Cuartero, J. and Fernveez-Munoz, R. 1999. Tomato ve salinity. *Sci. Hort.* 78 (1-4), 83-125.
- Çevik, B., 1986, Toprak Su Koruma Mühendisliği, Çukurova Üniversitesi Yayın No: 1 08, Adana.
- Daşgan, H.Y., Aktaş, H., Abak, K. ve 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.
- Dix, P.J. and Street, H.E., 1975. Sodium Chloride - Resistant Cultured Cells Line from *Nicotiana sylvestris* ve *Capsicum annuum*. *Plant Sci. Lett.*, 5: 231-235.
- Edelstein, M., Ben-Hur, M., Cohen, R., Burger, Y. and Ravina, I. 2005. Boron and salinity effects on grafted ve non-grafted melon plants. *Plant and Soil* 269, 273-284.
- Ellialtıoğlu, Ş. 2008. Hibrit Çeşitler ve Melezleme. *Bilim ve Teknik* 482, 94-97.
- Ellialtıoğlu, Ş. ve Tıprıdamaz, R. 1998. Doku kültürünün tuz stresine dayanıklılıkta kullanımı. *Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler 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.
- Ercan, N. ve Gülcan, R., 1992. In vitro Koşullarda Bazı Asma Çeşit ve Anaçlarının Tuza Dayanıklılıkları Üzerinde Araştırmalar. I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 13-16 Ekim 1992, Cilt II. S. 541-544, İzmir.
- Ermış, S. ve Yanmaz, R. 2008. Çerezlik kabakgil türlerinin besin ve sağlık açısından değeri. Türkiye III. Tohumculuk Kongresi, s 164, Nevşehir.
- Fageria, N.K. 1985. Salt Tolerance of Rice Cultivars. *Plant ve Soil* 88: 237-243.
- Ferriol, M. and Pico, B. 2008. Pumpkin and Winter Squash. In *Hvebook 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.
- Franco, J. A., Fernandez, J. A., Banon, S. and Gonzalez, A. Relationship between the effects of salinity on seedling leaf area ve fruit yield of six muskmelon cultivars. *HortScience*, 32(4): 642-644
- Francois, L.E. 1985. Salinity effects on germination, growth, ve 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 ve 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. Martínez. 2003. Effects of salinity ve rate of irrigatin on yield, fruit quality ve 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 ve water resorces human causes extent management ve 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.
- Gossett, D.R., Millhollon, E.P. and Lucas, M.C. 1994 a. Antioxidant Response to NaCl Stress in Salt-Tolerant ve Salt-Sensitive Cultivars of Cotton. *Crop Sci.*, 34: 706-714.
- Gossett, D.R., Millhollon, E.P., Lucas, M.C., Banks, S.W. and Marney, M.M. 1994 b. The Effects of NaCl on Antioxidant Activities in Callus Tissue of Salt-Sensitive Cotton Cultivars (*Gossypium hirsutum* L.). *Plant Cell Reports*, 13: 498-503.
- Graifenberg, A., Botrini, L., Giustiniani, L. and Lipucci di Paola, M. 1996. Yield, growth ve 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.
- Grime, J. P., 1979, *Plant Strategies ve Vegetation Process*, New York: Wiley.
- Güneş, A., Inal, A. ve Alpaslan, M. 1996. Effect of salinity on stomatal resistance, proline ve mineral composition of pepper. *J. Plant Nutrition* 19(2), 389-396
- Gürel, A. ve Avcioğlu, R., 2001, *Bitkilerde Strese Dayanıklılık Fizyolojisi*. S. Özcan, E Gürel, ve M. Babaoğlu içinde, *Bitki Biyoteknolojisi, Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları* (s. 288-326). S.Ü. Vakfı Yayınları.
- Hajibagheri, M.A., Harvey, D.M.R. and Flowers, J.T. 1987. Quantitative ion distribution within root cells of salt-sensitive ve salt-tolerant maize varieties. *New Phytol.* 105, 367-379.
- Hasegawa ,P.M., Bressan, R.A. and Hvea, A.V. 1986. Cellular mechanisms of salinity tolerance. *Hort. Sci.* 21, 1317-1324.
- Hawkesford, M. J. and Buchner, P., 2001, *Molecular analysis of plant adaptation to the environment*, London: Kluwer Academic Publishers.

- Heimler, D., Tattini, M., Ticci, S., Coradeshi, M.A. and Traversi, M.L. 1995. Growth, ion accumulation, ve 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.
- Hernandez, J. A., Del Rio, I. A. and Sevilla, F. 1994. Salt stress-induced changes in superoxide dismutase isozymes in leaves and mesophyll protoplasts from *Vigna unguiculata* (L.) walp. New Phytol., 126: 37-44.
- Hoffman, R., Tufariello, J. and Bisson, M. A. 1989. Effect of divalent cations on the sodium permeability of *Chara corallina* ve freshwater grown *Cahara buckelli*. J. of Exp. Bot. 40, 875-881.
- Huang, 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 stres. African Journal of Plant Science 2(3), 23-27.
- Jagtap, V. and Bhargava, S. 1995. Variation in the antioxidant metabolism of drought tolerant ve drought susceptible varieties of sorghum bicolor l. moench, exposed high light, low water ve high temperature stress. J. Plant Physiol., 145: 195-197.
- Janick, J. Paris, H.S. 2005. The cucurbit images (1515- 1518) of the Villa Farnesina, Rome. Annals of Botany, 97, 165- 176.
- Johnson, M., Grof, C. P. L. and Brownel, 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.
- Kurban, H., Saneoka, H., Nehira, K., Adilla, R, Premachandra, G. S. and Fujita, K., 1999, Effect of salinity on growth, photosynthesis ve mineral composition in leguminous plant *Alhagi pseudoalhagi* (Bieb.). Soil ScL Plant Nutr. ,45, 851-862.
- 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.
- Kuşvuran, S., Ellialtıoğlu, S., Yasar, F. ve Abak, K. 2007a. Effects of salt stress on ion accumulations ve 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., Ellialtioglu, S. ve 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 ve Biological Sciences* 3 (1), 40-45.
- Larcher, W., 1995. *Physiological plant ecology, ecophysiology ve stress physiology of functional groups*. Berlin: Springer- Verlag.
- Lauchli, A. 1986. Responses ve adaptation of crops to salinity. *Acta Hort.* 190, 243-246.
- Lauchli, A. 1990. Calcium, salinity ve plasma membrane. in: *Calcium in Plant Growth ve 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 ve potassium compartmentation ve 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.
- Lin, C. C. and Kao, C. H. 2000. Effect of NaCl stress on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> metabolism in rice Leaves. *Plant Growth Regul.*, 30: 151-155.
- Lopez, M.V. and Satti, S.M.E. 1996. Calcium ve potassium-enhanced growth and yield of tomato under sodium-chloride stress. *Plant Sci.* 114, 19-27.
- Lone, M.L., Kueh, S.H., Wyn Jones, R.G. and Bright, S.W.J., 1987. Influence of Proline and Glycinebetaine on Salt Tolerance of Cultured Barley Embryos. *J. Exp. Botany*, 38 (188): 479-490.
- 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.
- Maas, E. V. and Hoffman, G. J. 1977. Crop salt tolerance-current assesment. *J.Irrig. Drainage Div. Am.Soc. Civ. Eng.*, 103: 115-119.
- Mangal, J. L. and Lal, S. 1990. Salt tolerance behavior of khorif onion variety N.53. *Hort. Abst.* 53, 5129.
- Marcelis, L. F. and VanHooijdonk, J., 1999, Effect of salinity on growth, water use and nutrient use in radish (*Raphanus sativus* L.). *Plant Soil*, 215, 57-64.
- 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 ve cell of wheat seedlings. *J. Plant Physiol.* 156, 711-716.
- Meloni, D. A. Oliva, M. A, Ruiz, H. A. and Martinez, C. A, 2001, Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. *J. Plant Nutr.* ,24, 599-612
- Mer, R. K., Prajith, P. K., Pandya, D. H. and Pveey, A. N. 2000. Effect of salt on germination of seeds ve growth young plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* ve *Brassica juncea*. *J. Gron. Crop. Sci.* 185, 209-217.



- Mohammad, M., Shibli, R., Ajouni, M., Nimri, L., 1998, Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. *J. Plant Nutr.* ,21,1667-1680.
- Munns, R. Termaat, A. 1986. Whole-plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13, 143-160.
- Nabors, M.W., Gibbs, S.E., Bernstein, C.S. and Meis, M.E., 1980. NaCl-Tolerant Tobacco Plants from Cultured Cells. *Z. für Pflanzenphysiol.*, 97: 13-17.
- 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 ve 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.
- Olmos, E. and Hellin, E. 1996. Mechanismis of salt tolerance in a cell line of *Pisum sativum* : Biochemical and Physiological Aspects. *Plant Sci.*, 120: 37-45.
- Papadopoulos, I., Rending, V.V., 1983. Tomato Plant Response to Soil Salinity. *Agronomy Journal*, 75: 676-700.
- Parida, A K. and Das, AB., 2005, Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* , 60, 324-349.
- Paris, H.S. 1996. Summer squash: history, diversity ve distribution. *HortTechnology*, 6 (1), 6- 13.
- Paris, H. 2001. History of the cultivar- groups of *Cucurbita pepo*. *Horticultural Reviews*, 25, 71- 90
- Paris, H. S., Daunay, M.C. and Pitrat, M. Janick, J. 2006. First known image *Cucurbita* in Europe, 1505-1508. *Annals of Botany*, 98, 41-47.
- Poljakoff- Mayber, A. and Gale, J. 1975. *Plant in Saline Environments*. Springer-Verlag, Berlin, 213.
- Polle, A., Chakrabarti, S., Seifert, F., Schramel, P. and Rennenberg, H. 1992. Antioxidant and manganese deficiency in needles of norway spruce (*Picea abies* L.) trees. *Plant Physiol.*, 99: 1084-1089.
- Qadar, A. 1988. Potassium status of the rice shoot as index for salt tolerance. *Ind. J. Plant Physiol.* 31, 388-393.
- Qureshi, R.H., Rasid, A. and Ahmad, N., 1990. A Procedure for Quick Screening of Wheat Cultivars for Salt Tolerance, *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. Eds: N. El Bassam et. I. Kluwer Acad. Publ., Netherlands, 3315-324.
- Rains, D. W. 1972. Salt transport by plants in relation to salinity. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 23, 367.
- Rains, D. W., Croughan, T. P. and Stavarek, S. J. 1980. Selection of salt-tolerant plant using tissue culture, in: *genetic engineering of osmoregulation. in pact on plant productivity for food, chemicals and energy* (D.W. Rains, R.C. Valentine, A. Hollaender, eds.) Plenum, New York ve London, 279-292.

- Robinson, R.W. 2005. Squash and pumpkin. Horticultural Sciences Department New York State Agricultural Experiment Station, Geneva, New York.
- 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.
- Sarı, N., Tan, A., Yanmaz, R., Yetişir, H. Baklaya, A., Solmaz, L. and Aykas L. 2008. General status of cucurbit genetic resources in Turkey. *Cucurbitaceae 2008*, 21-32.
- 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.
- Serrano, R. and Gaxicola, R. 1994. Microbial Models and Salt Tolerance in Plants. *Crit. Rev. Plant Sci.* , 13, 121-138.
- Shalata, A. and Tal, M. 1998. The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in the leaf of the cultivated tomato ve its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii*. *Physiol. Plant.*, 104: 169-174.
- Shannon, M.C. and Francois, L.E. 1978. Salt tolerance of three muskmelon cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103, 127-130.
- Shannon, M. C., 1998, Adaptation of plants to salinity. *Adv. Agron.* ,60,75-119. Silverman, P., Seskar, M., Kanter, D., Schweizer, P., Metraux, J. P., and Raskin, I., 1995, Salicylic acid in rice: Biosynthesis, conjugation, ve possible role. *Plant Physiol.* , 108: 633-639.
- 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.
- Smith, B.D. 1997. The initial domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10.000 years ago. *Science*, 276, 932-934.
- Snapp, S.S. and Shennan, C. 1994. Salinity effects on root growth ve 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.
- Spychalla, J.P. and Desborough, S.L. 1990. Superoxide dismutase, catalase, and ascorbic acid content of stored potato tubers. *Plant Physiol.*, 94: 1214-1218.

- Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobus, U. and Weschke, W., 2000. Differential Response of Antioxidant Compounds to Salinity Stress in Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Seedling of Fox-Tail Millet (*Setaria italica*). *Physiol. Plant.*, 109:435-442.
- 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.
- Taiz, I. and Leiger, E. 2008, *Stres Fizyolojisi*. I. Taiz, ve E leiger içinde, *Bitki Fizyolojisi* (s. 591). Ankara: Palme.
- 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.
- Takemura, T., Hanagata, N., Sugihara, K., Baba, S., Karube, L. and Dubinsky, L. 2000, Physiological and biochemical responses to salt stress in the mangrove, *Bruguiera gymnorhiza*. *Aquat. Bot.*, 68, 15-28.
- 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. ve Karakullukçu, Ş. 1993. Prolin ve Glisinbetain'in Tuzlu Koşullarda Kültüre Alınmış Domates Embriolarının Gelişmesi ve Bazı İçsel Madde Değişimleri Üzerinde Bir Araştırma. *DOĞA TU Botanik* 17 (2), 57-64.
- Tıprıdamaz, R. ve Ellialtıoğlu, Ş. 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. ve Ellialtıoğlu, Ş. 1997. Some physiological ve biochemical changes in *Solanum melongena* L. genotypes grown under salt conditions. First Balkan Botanical Congress, Abstracts, Thessaloniki, Greece, 19-22 September 1997, 121 s.
- 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 ve 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. ve Suarez, D.L. 2008. Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. *Irrig. and Drain*. DOI: 10.1002/ird.453.
- Via, S., Gomulkiewicz, R., Scheiner, S. M. and Van Tiederer, P., 1995, Adaptive phenotypic plasticity: consensus and controversy. *Trends Ecol. Evol.*, 10, 212-216.
- Villora, G., Pulgar, G., Moreno, D. A. and Romero, L. 1997. Salinity treatments and their effect on nutrient concentration in zucchini plants (*Cucurbita pepo* L. var. *moschata*) *Aust. J. Exp. Agric.* 37, 605-608.
- Wang, Y. and Nil, N., 2000, Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. *J. Hortic. ScL Biotechnol.*, 75, 623-627.

- 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 ve 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<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> 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 *Saptina 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.
- Yanmaz, R. ve Düzeltir B. 2003. Çekirdek kabağı yetiştiriciliği. *Ekin Dergisi Yayınları*, 26, 22-24
- Yanmaz, R., Tuncer, B. ve Eyduran, E. 2008. Çekirdek kabaklarında (*Cucurbita pepo* L.) meyve şekli ve ağırlığı ile tohum verimi ilişkisi. *Türkiye III. Tohumculuk Kongresi*, s 47- 51, Nevşehir.
- 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. and Flowers, T. J. 1983. Varietal differences in the toxicity of sodium ions in rice leaves. *Physiol. Plant.*, 59: 189-195.
- Yeo, A.R., Lee, K. S., Izard 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.
- Yeo, A. R. and Flowers, T. J. 1993. Soil mineral stresses, approaches to crop improvement. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York., 18 s.
- Yetişir, H. ve Uygur, V. 2009. Plant growth ve 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, J. and Kirkham, M.B. 1996. Lipid peroxidation in sorghum and sunflower seedlings as affected by ascorbic acid, benzoic acid, ve propyl gallate. *J. Plant Physiol.*, 149: 489-493.
- 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 : Şenay SEVENGÖR (TEPE)  
Doğum Yeri : Adıyaman  
Doğum Tarihi : 05.01.1975  
Medeni Hali : Evli ve 1 çocuğu var  
Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara İncirli Lisesi (1993)  
Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü(1997)  
Yüksek Lisans:Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri  
Anabilim Dalı (2000)

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

1997-1999 : Bağdat Baharatları A.Ş  
2001-2002: İçişleri Bakanlığı Sivil Savunma memurluğu  
2002-2008: T.C Başbakanlık GAP İdaresi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı  
2008-.....: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı

### Yayınları (SCI ve diğer)

- Tepe, Ş.**, Ellialtıoğlu, Ş., Yenice, N. 2000. Obtaining poliploid mint (*Mentha longifolia* L.) plant by in vitro colchicine treatment. 4th International Symposium on in vitro Culture ve Horticultural Breeding. 2-7 July 2000, Tampere, Finland. Abstracts (Late Arrivals), No:10.
- Tepe, Ş.**, Ellialtıoğlu, Ş., Yenice, N., Tıprıdamaz, R. 2002. In vitro Kolhisin Uygulaması ile Poliploid Nane (*Mentha longifolia* L.) Bitkilerinin Elde Edilmesi. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (2): 63-69.
- Tepe, Ş.**, Ellialtıoğlu, Ş., Yenice, N. 2000. Nane (*Mentha longifolia* L.)’de Poliploid Bitkilerin Elde Edilmesi Üzerinde Bir Araştırma. III. Sebze Tarımı Sempozyumu, 11-13 Eylül 2000, Isparta, s: 172-176.
- Ellialtıoğlu, Ş., Özcan, S., Demir, K., **Tepe, Ş.** 1998. Nanenin (*Mentha* sp.) Doku Kültürü İle Çoğaltılma Olanakları. III. Ulusal Biyoteknoloji Sempozyumu, Biyoteknolojide Üniversite-Sanayi İşbirliği, 23-24 Ekim 1998, Eskişehir, s:13-18.
- Ellialtıoğlu,Ş., **Sevengör, Ş.**, Sezik, E. 2007. Şanlıurfa’da Nane Tarımının Geliştirilmesi üzerinde çalışmalar. Şanlıurfa GAP GİDEM Bilgilendirme Toplantısı. 30 Mart 2007.
- Sevengör,Ş.**,Özcan D.,2007. Bilgi Üreten Kurumların Organik Tarımda Rolü ve Önemi (Dünya, Avrupa ve Ülkemizde Çeşitli Uygulama Örnekleri) Sürdürülebilir Rekabet Avantajı Elde Etmede ORGANİK TARIM SEKTÖRÜ:Sektörel Stratejiler ve Uygulamalar, URAK, İstanbul.