

155420

**DOMATES (*Lycopersicon Sp.*)’TE TUZ STRESİNİN BAZI  
FİZYOLOJİK PARAMETRELER VE ANTİOKSİDANT ENZİM  
AKTİVİTELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN *in vivo* VE *in vitro*  
OLARAK İNCELENMESİ**

***in vivo* AND *in vitro* INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SALINITY  
STRESS ON SOME PHYSIOLOGICAL PARAMETERS AND  
ANTIOXIDANT ENZYMES ACTIVITIES IN THE TOMATO  
(*Lycopersicon Sp.*)**

**Mahmut DOĞAN**

Hacettepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin

BIYOLOJİ Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

**DOKTORA TEZİ**

Olarak Hazırlanmıştır.

2004

**Her zaman destek, güç ve umut veren**

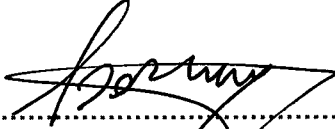
**Sevgili eşim**

**Nilüfer DOĞAN'a,**

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü' ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından **BİYOLOJİ ANABİLİM DALI'nda DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

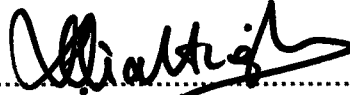
Başkan

  
Prof. Dr. Suna BÖZCÜK

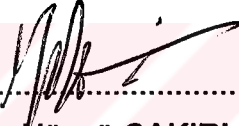
Üye

  
Prof. Dr. Serpil TERZİOĞLU

Üye

  
Prof. Dr. Şebnem ELLİALTIOĞLU

Üye

  
Doç. Dr. Hüsnü ÇAKIRLAR

Üye (Danışman)

  
Doç. Dr. Rukiye TIPIRDAMAZ

ONAY

Bu tez...../...../2004 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

...../...../2004

  
Prof. Dr. Ahmet R. ÖZDURAL  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

# DOMATES (*Lycopersicon sp.*)'TE TUZ STRESİNİN BAZI FİZYOLOJİK PARAMETRELER VE ANTİOKSİDANT ENZİM AKTİVİTELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN *in vivo* VE *in vitro* OLARAK İNCELENMESİ

**Mahmut DOĞAN**

## ÖZET

Bu çalışmada, domateste tuz stresine dayanıklı genotiplerin seçiminde kullanılabilecek etkin parametrelerin belirlenmesi ve *in vitro* testlerin *in vivo* tuz tolerans testleri yerine kullanılabilirliğinin ortaya konması amaçlanmıştır. Materyal olarak toplam 19 farklı domates genotipi kullanılmıştır. Bu genotipler, yabani domates türü *L. peruvianum*'a ait bir genotip ile, diğerleri *L. esculentum* L. türüne ait yerel genotiplerdir. Çalışma üç aşamada yürütülmüştür. Ön seçim aşamasında, genotipler su kültüründe büyütülerek iki yaprak evresinde 150 mM NaCl uygulanmıştır. Tuz uygulamasının 14. ve 28. gününde bitkilerin kök, gövde boyları, yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak sayısı ve alanları, kök/gövde kuru ağırlık oranları, kök, gövde ve yaprak dokularının iyon miktarları ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ),  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı, yaprak dokularında klorofil ve malondialdehid (MDA) miktarları belirlenmiştir. Sonuç olarak bir yabani genotip (*L. peruvianum*) ve iki yerel genotip (TR-68516 ve TR-55711) tuza dayanıklı, iki yerel genotip (TR-63233 ve H-2274) tuza hassas olarak seçilmiştir. Çalışmanın sonraki aşamaları seçilen hassas ve dayanıklı genotiplerde, 10 gün süreyle 150 mM NaCl uygulanarak su kültüründe *in vivo* ve kallus kültürlerinde *in vitro* olarak yürütülmüştür. Ön seçim aşamasında yapılan gözlem ve analizlere ilave olarak süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon redüktaz (GR) ve askorbat peroksidaz (APX) enzimlerinin aktiviteleri de belirlenmiştir.

150 mM NaCl uygulanarak oluşturulan tuz stresine karşı genotiplerin gösterdiği tepkiler arasında önemli varyasyon olduğu belirlenmiştir. Dokulardaki  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , iyonları ile  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı tuza dayanıklılık düzeyini gösteren önemli parametreler olarak ortaya çıkmış, ayrıca antioksidant enzim sistemlerinin de tuza tolerans üzerinde önemli rolü olduğu belirlenmiştir. Bünyesinde  $\text{Na}^+$  iyonu daha az,  $\text{K}^+$  iyonu daha yüksek ve dolayısıyla  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı daha büyük olan genotiplerin tuza dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Bu genotiplerde hassas genotiplere göre klorofil miktarının daha yüksek, MDA miktarının ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. MDA miktarı  $\text{Na}^+$  miktarı ile pozitif,  $\text{K}^+$ , klorofil miktarı ve  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı ile negatif yönde ilişkili bulunmuş ve tuz zararının gösterilmesi için önemli bir indikatör olarak ortaya çıkmıştır. Tuz stresinin gövde üzerindeki olumsuz etkisi köklere göre daha fazla olmuştur. Kök/gövde kuru ağırlık oranı, tuza dayanıklı genotiplerde hassas olanlara göre daha büyük bulunmuş ve dayanıklılığın belirlenmesinde kullanılabilecek önemli bir parametre olarak ortaya çıkmıştır. Tuza dayanıklı genotiplerdeki enzim aktiviteleri de duyarlılara göre daha yüksek bulunmuş, kontrollerine göre de daha fazla arttığı belirlenmiştir. Tuza tolerans bakımından genotipler arasındaki farklar *in vitro* koşullarda da ortaya çıkmış, sonuçların *in vivo*'da elde edilen sonuçlarla paralel olduğu görülmüş ve doku kültürünün domateste tuza tolerans durumlarını belirlemede *in vivo* testler yerine kullanılabileceği gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** domates, tuz stresi, antioksidant enzim, iyon ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ), *in vitro*

**Danışman:** Doç. Dr. Rukiye TIPIRDAMAZ, Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Botanik Anabilim Dalı.



***in vivo* AND *in vitro* INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SALINITY STRESS ON SOME  
PHYSIOLOGICAL PARAMETERS AND ANTIOXIDANT ENZYMES ACTIVITIES IN TOMATO  
(*Lycopersicon SP.*)**

**Mahmut DOĞAN**

**ABSTRACT**

In this study, the selection of effective parameters in the selection of tolerant genotypes to salt stress in tomato and to find out the usability of *in vitro* tests in place of *in vivo* salt tolerance tests were investigated. As a material, total 19 different tomato genotypes were used; one was wild type belonging to *L. peruvianum* and the others were local genotypes belonging to *L. esculentum* L.. The research has been conducted in three stages. In the preselection stage, genotypes which were grown in water culture was applied 150 mM NaCl at two leaf stages. The lengths, dry and fresh weights of root and shoot, the number and the area of leaves, ratio of root/shoot dry weights, the ion amounts ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) and ratio of  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  of root, shoot and leaf tissues, the chlorophyll and malondialdehyde (MDA) amounts of leaf tissues were determined on the 14<sup>th</sup> and 28<sup>th</sup> days of salt application. As a result, one wild genotype (*L. Peruvianum*) and two local genotypes (TR-68516 and TR-55711) were selected as salt tolerant, and two local genotypes (TR-63233 and H-2274) were selected as salt sensitive. In the further stages of this research, 150 mM NaCl is applied to the chosen sensitive and tolerant genotypes for 10 days, while water culture is practised *in vivo* and callus culture is practiced *in vitro* during this phase. In addition to the observation and analysis in the preselection phase, the activities of the superoxidismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione reductase (GR) and ascorbat peroxidase (APX) enzymes were also determined.

It was determined that there were some significant variations among the responses shown by the genotypes in the salt stress created with 150 mM NaCl application. The  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ions and  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  ratios in the tissues have been arisen as prominent parameters showing the level of salt tolerance, and also it has been determined that the antioxidant enzyme systems have played a significant role in being resistant to salt. It has been determined that the genotypes that have less  $\text{Na}^+$ , high  $\text{K}^+$  ion and therefore high  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  ratios in their structures were more tolerant to salt. In these genotypes, with respect to sensitive genotypes, there was more amount of chlorophyll and less MDA amount. MDA amount was positively correlated with the concentration of  $\text{Na}^+$ , and negatively correlated with concentration of  $\text{K}^+$ , chlorophyll amount and the ratio of  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  and it was considered that this has been an important indication showing the salt injury. The negative effects of the salt stress on shoot has been more with respect to roots. The rate of root/shoot dry weights has been found higher in salt tolerant genotypes than salt sensitive genotypes and this has been an important parameter in determining the tolerance. In the salt tolerant genotypes enzyme activities were higher with respect to sensitive genotypes and this was also more than their control. The differences between genotypes in terms of salt tolerance were also found in *in vitro* conditions. This results were parallel with the ones found in *in vivo* conditions and it was shown that tissue culture can be replaced to *in vivo* tests to determine the salt tolerance in tomato.

**Key words:** tomato, salinity, antioxidant enzyme, ion ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ), *in vitro*

**Advisor:** Associate Prof. Dr. Rukiye TIPIRDAMAZ, Hacettepe University, Department of Biology,  
Botany Section

## TEŞEKKÜR

Bana yol gösteren, araştırmaların planlanmasında, yürütülmesinde ve değerlendirilmesinde, emeği geçen tez danışmanı ve hocam Doç. Dr. Rukiye TIPIRDAMAZ'a, doktora başladığım günden bitinceye kadar her zaman manevi destek olan, engin tecrübesi ve farklı bakış açısı, örnek kişiliğiyle bana yön veren değerli hocam Prof. Dr. Suna BOZCUK'a ayrıca Prof. Dr. Serpil TERZİOĞLU'na, ve Doç. Dr. Hüsnü ÇAKIRLAR'a

Çalışmamın en önemli kısmı olan enzim analizlerinin gerçekleşmesindeki emeklerinden dolayı Prof. Dr. Şebnem ELLİALTIOĞLU' na, (Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü),

İstatistiksel analiz ve değerlendirmeleri yaparak bana yardımcı olan Doç. Dr. Ensar BAŞPINAR'a (Ankara Üniversitesi Genetik İstatistik Bölümü) ve Doç. Dr. Gülen GÜLLÜ'ye (Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü), çalışmalarımda bana yardımcı olan, emeği geçen, destek olan tüm değerli bölüm hocalarıma, dostlukları ve yardımıyla yanımda olan, çalışma arkadaşlarıma, denemede kullanılan yerli *Lycopersicon esculentum* türüne ait tohumları gönderen Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yetkililerine,

Ayrıca Harran Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Uğur BÜYÜKBURÇ'a ve tez çalışmamı proje (351 no'lu) halinde destekleyen HARRAN ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR BİRİMİ yetkililerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

|                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ÖZET.....                                                                                              | i         |
| ABSTRACT.....                                                                                          | ii        |
| TEŞEKKÜR.....                                                                                          | iii       |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....                                                                                | iv        |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....                                                                    | vii       |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                                                   | viii      |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....                                                                                 | ix        |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>                                                                                   | <b>1</b>  |
| <b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....</b>                                                                       | <b>7</b>  |
| 2.1. Tuzluluk ve Nedenleri.....                                                                        | 7         |
| 2.2. Tuzluluğun Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri.....                                                   | 9         |
| 2.3. Bitkilerde Tuz Stresine Karşı Geliştirilen Uyum Mekanizmaları.....                                | 19        |
| 2.4. Stres Koşullarında Serbest Oksijen Radikallerinin Sentezlenmesi ve Etkileri.....                  | 23        |
| 2.4.1. Oksijen ve özellikleri.....                                                                     | 23        |
| 2.4.2. Süperoksit radikali ( $O_2^{\cdot-}$ ) sentezi.....                                             | 24        |
| 2.4.3. Hidroksil radikali ( $OH^{\cdot}$ ) sentezi.....                                                | 25        |
| 2.4.4. Singlet oksijen ( $^1O_2$ ) sentezi.....                                                        | 25        |
| 2.5. Bitkiler Tarafından Serbest Oksijen Radikallerine Karşı Geliştirilen Fizyolojik Mekanizmalar..... | 26        |
| 2.6. Tuza Tolerant Genotiplerin Seçiminde Kullanılan Parametreler.....                                 | 28        |
| 2.7. Bitki Doku Kültürlerinin Tuz Stresi Çalışmalarında Kullanımı.....                                 | 34        |
| <b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>                                                                      | <b>38</b> |
| 3.1. Materyal.....                                                                                     | 38        |
| 3.2. Yöntem.....                                                                                       | 39        |
| 3.2.1. Su kültürü çalışmaları.....                                                                     | 39        |
| 3.2.2. Deney koşulları.....                                                                            | 39        |
| 3.2.3. Tohum çimlendirme yöntemi.....                                                                  | 40        |
| 3.2.4. Bitki büyütme yöntemi.....                                                                      | 41        |

|                                                                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.5. Ölçüm ve analizler.....                                                                            | 42        |
| 3.2.5.1. Bitki boyu, taze ve kuru ağırlık tayini.....                                                     | 42        |
| 3.2.5.2. Yaprak alan ölçümleri.....                                                                       | 42        |
| 3.2.5.3. İyon analizleri.....                                                                             | 43        |
| 3.2.5.4. Klorofil analizi.....                                                                            | 43        |
| 3.2.5.5. Malondialdehid (MDA) analizi.....                                                                | 43        |
| 3.2.6. Enzim aktivitelerinin belirlenmesi.....                                                            | 44        |
| 3.2.6.1. Ekstraktların hazırlanması.....                                                                  | 44        |
| 3.2.6.2. Katalaz (CAT) aktivitesi.....                                                                    | 44        |
| 3.2.6.3. Askorbat peroksidaz (AP) aktivitesi.....                                                         | 44        |
| 3.2.6.4. Gulutatyon redüktaz (GR) aktivitesi.....                                                         | 45        |
| 3.2.6.5. Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi.....                                                        | 45        |
| 3.2.7. Doku kültürü çalışmaları.....                                                                      | 45        |
| 3.2.8. Doku kültürü çalışmaları için tohum çimlendirilmesi.....                                           | 46        |
| 3.2.9. Eksplantların dikimi ve kallus elde edilmesi.....                                                  | 47        |
| 3.2.10. Kalluslarda tuza tolerans denemelerinin kurulması, ölçüm ve analizleri.....                       | 47        |
| 3.2.11. Sonuçların değerlendirilmesi.....                                                                 | 49        |
| <b>4. BULGULAR.....</b>                                                                                   | <b>51</b> |
| 4.1. Ön Seçim Aşaması.....                                                                                | 51        |
| 4.1.1. Kök, gövde ve yaprak ağırlığı ile boy ölçümleri.....                                               | 51        |
| 4.1.1.1. Kök ve gövde uzunluğu ile ilgili değişiklikler.....                                              | 51        |
| 4.1.1.2. Kök, gövde ve yaprak dokularında taze ağırlık değişimleri.....                                   | 54        |
| 4.1.1.3. Kök, gövde ve yaprak dokularında kuru ağırlık değişimleri.....                                   | 56        |
| 4.1.1.4. Kök/gövde kuru ağırlık oranları ile ilgili değişimler.....                                       | 59        |
| 4.1.2. Yaprak sayısı ve yaprak alanı ile ilgili değişimler.....                                           | 60        |
| 4.1.3. Yaprak dokularında MDA ve klorofil miktarı ile ilgili değişimler.....                              | 63        |
| 4.1.4. İyon analizleri.....                                                                               | 64        |
| 4.1.4.1. Kök, gövde ve yaprak dokularında Na <sup>+</sup> miktarı ile ilgili değişimler.....              | 64        |
| 4.1.4.2. Kök, gövde ve yaprak dokularında K <sup>+</sup> miktarı ile ilgili değişimler.....               | 67        |
| 4.1.4.3. Kök, gövde ve yaprak dokularında Cl <sup>-</sup> miktarı ile ilgili değişimler.....              | 69        |
| 4.1.4.4. Kök gövde ve yaprak dokularında K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> oranı ile ilgili değişimler..... | 72        |
| 4.1.5. İncelenen parametreler arasındaki ilişkiler.....                                                   | 74        |
| 4.1.6. Ön seçim aşaması sonuçlarına göre tuza tolerant ve duyarlı genotiplerin seçimi.....                | 80        |
| 4.2. Su Kültürü aşaması.....                                                                              | 82        |

|                                                                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2.1. Kök ve gövde boyu ile ilgili değişimler.....                                                                 | 82         |
| 4.2.2. Kök, gövde ve yaprak dokularında taze ve kuru ağırlık değişimleri.....                                       | 83         |
| 4.2.3. Yaprak sayısı ve yaprak alanı ile ilgili değişimler.....                                                     | 85         |
| 4.2.4. Yaprak dokusunda MDA ve klorofil miktarı ile ilgili değişimler.....                                          | 86         |
| 4.2.5. Kök, gövde ve yaprak dokularındaki Na <sup>+</sup> miktarı ile ilgili değişimler.....                        | 87         |
| 4.2.6. Kök, gövde ve yaprak dokularındaki K <sup>+</sup> miktarı ile ilgili değişimler.....                         | 88         |
| 4.2.7. Kök, gövde ve yaprak dokularında Cl <sup>-</sup> miktarı ile ilgili değişimler.....                          | 89         |
| 4.2.8. Kök, gövde ve yaprak dokularında K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> oranları ile ilgili değişimler.....         | 90         |
| 4.2.9. Yaprak dokularında CAT ve GR enzim aktiviteleriyle ilgili değişimler.....                                    | 91         |
| 4.2.10. Yaprak dokularında AP ve SOD enzim aktiviteleriyle ilgili değişimler.....                                   | 92         |
| 4.3. <i>In vitro</i> Şartlarda Yetiştirilen Kallus Dokularında Yapılan Analizler.....                               | 94         |
| 4.3.1. Kallus dokularında taze ve kuru ağırlık ile ilgili değişimler.....                                           | 94         |
| 4.3.2. Kallus dokularında Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> ve Cl <sup>-</sup> miktarları ile ilgili değişimler..... | 95         |
| 4.3.3. Kallus dokularında K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> oranı ile ilgili değişimler.....                          | 96         |
| 4.3.4. Kalluslarda CAT ve GR enzim aktivitesinde meydana gelen değişimler....                                       | 96         |
| 4.3.5. Kalluslarda AP ve SOD enzim aktivitesinde meydana gelen değişimler....                                       | 97         |
| <b>5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....</b>                                                                                 | <b>99</b>  |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>                                                                                               | <b>120</b> |
| <b>EKLER.....</b>                                                                                                   | <b>148</b> |
| Ek-1. Varyans analiz sonuçları                                                                                      |            |
| Ek-2. Yüzde değişim oranları                                                                                        |            |
| Ek-3. Korelasyon tabloları                                                                                          |            |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                                                                                                | <b>166</b> |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|                  |                     |
|------------------|---------------------|
| %                | Yüzde               |
| µg               | Mikrogram           |
| µmol             | Mikromol            |
| AP               | Askorbat peroksidaz |
| Ca <sup>++</sup> | Kalsiyum            |
| CAT              | Katalaz             |
| Cl <sup>-</sup>  | Klor                |
| cm               | Santimetre          |
| cm <sup>2</sup>  | Santimetrekare      |
| g                | Gram                |
| GR               | Gulutasyon redüktaz |
| K <sup>+</sup>   | Potasyum            |
| kg               | Kilogram            |
| MDA              | Malondialdehid      |
| mg               | Miligram            |
| ml               | Mililitre           |
| mM               | Milimol             |
| MS               | Murashige Skoog     |
| Na <sup>+</sup>  | Sodyum              |
| °C               | Santigrat derece    |
| SOD              | Süperoksit dismutaz |
| TA               | Taze ağırlık        |
| TBA              | Tiobarbütirik asit  |
| TCA              | Trikloroasetik asit |

|                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.1. Deneme sırasında iklim odasından ve büyütme kaplarında büyüyen bitkilerden bir görünüm.....                                           | 42 |
| Şekil 3.2. Magentalarda kallus elde etmek için geliştirilen 4 haftalık fideler.....                                                              | 47 |
| Şekil 3.3. Steril laminar akışlı kabinde kallus ekim aşamasından görünüm.....                                                                    | 48 |
| Şekil 3.4. Hipokotillerin görünüşleri (Numaralar farklı genotiplere ait olup genotip isimleri Çizelge 3.1’de verilmiştir).....                   | 49 |
| Şekil 3.5. Şekil 3.4’te görülen hipokotillerden alınan ve alt kültürde gelişen farklı genotiplere ait 4 haftalık kalluslarla ilgili görünüm..... | 49 |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 3.1. Denemede kullanılan domates genotipleri, ait olduğu türler ve temin edildiği lokasyonlar.....                                                                                                                                                                                        | 38 |
| Çizelge 3.2. Hoagland kültür çözeltisinin bileşimi (Hoagland and Arnon, 1938).....                                                                                                                                                                                                                | 40 |
| Çizelge 3.3. MS temel besin ortamında bulunan besin maddeleri ve oranları (Murashige ve Skoog, 1962).....                                                                                                                                                                                         | 46 |
| Çizelge 4.1. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasından 14 ve 28 gün sonra farklı domates genotiplerinin kök boyları (cm/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%) (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                                | 53 |
| Çizelge 4.2. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasından 14 ve 28 gün sonra farklı domates genotiplerinin gövde boyları (cm/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                             | 53 |
| Çizelge 4.3. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularının taze ağırlıkları (gr/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir)..... | 55 |
| Çizelge 4.4. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 28. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularının taze ağırlıkları (gr/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir)..... | 56 |
| Çizelge 4.5. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularının kuru ağırlıkları (gr/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir)..... | 57 |
| Çizelge 4.6. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 28. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularının kuru ağırlıkları (gr/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir)..... | 58 |
| Çizelge 4.7. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14 ve 28. gününde farklı domates genotiplerinin kök/gövde kuru ağırlık oranları                                                                                                                                             |    |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ve kontrole göre değişimleri (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                                                                                                                                                                                                               | 60 |
| Çizelge 4.8. Ön seçim aşamasında. kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. ve 28. gününde farklı domates genotiplerinin yaprak sayısı (adet/bitki) ve kontrole göre değişimler (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                                                              | 62 |
| Çizelge 4.9. Ön seçim aşamasında kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. ve 28. gününde farklı domates genotiplerinin yaprak alanı (cm <sup>2</sup> /bitki) ve kontrole göre değişimler (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir) .....                                                   | 62 |
| Çizelge 4.10. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14 ve 28. gününde farklı domates genotiplerinin yaprak dokularında MDA ( $\mu$ mol/g T.A.), klorofil ( $\mu$ g/g T.A.) miktarları ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir)..... | 64 |
| Çizelge 4.11. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularında Na <sup>+</sup> miktarları ( $\mu$ g/mg K.A.) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....          | 65 |
| Çizelge 4.12. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 28. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularında Na <sup>+</sup> miktarları ( $\mu$ g/mg K.A.) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değer üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....             | 66 |
| Çizelge 4.13. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularında K <sup>+</sup> miktarları ( $\mu$ g/mg K.A.) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....           | 68 |
| Çizelge 4.14. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 28. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularında K <sup>+</sup> miktarları ( $\mu$ g/mg K.A.) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....           | 69 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.15. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularında $Cl^-$ miktarları ( $\mu g/mg$ K.A.) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir)..... | 70 |
| Çizelge 4.16. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 28. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularında $Cl^-$ miktarları ( $\mu g/mg$ K.A.) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir)..... | 71 |
| Çizelge 4.17. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokusunda $K^+/Na^+$ oranları ve kontrole göre değişimi (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                            | 73 |
| Çizelge 4.18. Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 28. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokusunda $K^+/Na^+$ oranları ve kontrole göre değişimi (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                            | 73 |
| Çizelge 4.19. Ön seçim aşamasında, kontrol ortamında büyütülen bitkilerde denemenin 14. gününde incelenen özellikler için faktör analiz sonuçları.....                                                                                                                                                      | 76 |
| Çizelge 4.20. Ön seçim aşamasında, 150 mM tuz uygulamasının 14. gününde incelenen özellikler için faktör analizi sonuçları.....                                                                                                                                                                             | 77 |
| Çizelge 4.21. Ön seçim aşamasında, kontrol ortamında büyütülen bitkilerde denemenin 28. gününde incelenen özellikler için faktör analizi sonuçları.....                                                                                                                                                     | 78 |
| Çizelge 4.22. Ön seçim aşamasında, 150 mM tuz uygulamasının 28. gününde incelenen özellikler için faktör analizi sonuçları.....                                                                                                                                                                             | 79 |
| Çizelge 4.23. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinin kök ve gövde boyları (cm) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                                                                                      | 83 |
| Çizelge 4.24. 10 gün 150 mM tuz uygulanmış farklı domates genotiplerinde kök dokularının taze ve kuru ağırlıkları (gr/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                                                           | 83 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.25. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde gövde dokularının taze ve kuru ağırlıkları (gr/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                             | 84 |
| Çizelge 4.26. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde yaprak dokularının taze ve kuru ağırlıkları (gr/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                            | 85 |
| Çizelge 4.27. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde yaprak sayısı (adet/bitki) ve yaprak alanı (cm <sup>2</sup> /bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....               | 86 |
| Çizelge 4.28. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde MDA ( $\mu$ mol/g taze ağırlık) ve klorofil ( $\mu$ g/g taze ağırlık) miktarları ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....  | 87 |
| Çizelge 4.29. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde kök, gövde ve yaprak dokularındaki Na <sup>+</sup> miktarları (( $\mu$ g/mg K.A.) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir)..... | 88 |
| Çizelge 4.30. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde kök, gövde ve yaprak dokularındaki K <sup>+</sup> miktarları ( $\mu$ g/mg K.A.) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....   | 89 |
| Çizelge 4.31. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde kök, gövde ve yaprak dokularındaki Cl <sup>-</sup> miktarları ( $\mu$ g/mg K.A.) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....  | 90 |
| Çizelge 4.32. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde kök, gövde ve yaprak dokularındaki K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> oranları ve kontrole göre değişimi (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....               | 91 |
| Çizelge 4.33. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde CAT ve GR enzim aktiviteleri ( $\mu$ mol/dak/mg T.A.) ve kontrole göre değişim                                                                                                                         |    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                                                                                                                                                                                                            | 92 |
| Çizelge 4.34. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde AP ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ) ve SOD enzim aktiviteleri (U/dak/mg T.A) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                               | 93 |
| Çizelge 4.35. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerine ait kallus dokularında taze ve kuru ağırlıklar (gr/kallus) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                                                 | 94 |
| Çizelge 4.36. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerine ait kallus dokularında $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ ve $\text{Cl}^-$ miktarları ( $\mu\text{gr/mg K.A.}$ ) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir)..... | 95 |
| Çizelge 4.37. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerine ait kallus dokusunda $\text{K}^+/\text{Na}^+$ oranı ve kontrole göre değişimi (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                                                                | 96 |
| Çizelge 4.38. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerine ait kallus dokularında CAT ve GR enzim aktiviteleri ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                        | 97 |
| Çizelge 4.39. 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerine ait kallus dokularında AP ve SOD enzim aktiviteleri ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması $\pm$ standart hata olarak verilmiştir).....                        | 98 |

## 1. GİRİŞ

Bitki büyümesini engelleyen her faktör stres olarak tanımlanmaktadır. Dünyanın bir çok yerinde kuraklık, tuzluluk, aşırı sulama, yüksek ve düşük sıcaklık, pH ve ağır metallerin neden olduğu stresler yaygındır. Bu stresler özellikle gelişmekte olan ülkeler için sosyal ve ekonomik problemlere temel oluşturmaktadır. Dünya üzerinde tarımda kullanılabilir alanların sadece % 10' u herhangi bir çevresel stres etmeni ile karşı karşıya değildir. Geriye kalan % 90'lık kısımda, % 26 oranında en fazla karşılaşılan kuraklık stresi tehdidi altında olan alanlardan sonra % 20'lik bir oranla tuz stresi gelmektedir (Blum, 1985; Ashraf, 1994). Türkiye'de de 4 milyon hektar alanın tuzla etkilenmiş topraklara sahip olduğu ifade edilmektedir. Bu ise sulanabilir alan potansiyelimizin yaklaşık % 18'i demektir (Sönmez, 1990). Sosyal ve ekonomik yapısı ne olursa olsun beslenme açısından tarımın her ülke için önemli bir yeri vardır.

Dünya nüfusunun hızla artışıyla ortaya çıkan beslenme sorununa çözümler bulmak için yapılan araştırmalar, daha çok olumsuz çevre koşullarında tarımı yapılabilecek bitki türlerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Dünyada olduğu gibi, ülkemizde de tarım alanlarının sınırlı olması, üretimin artırılmasında birim alandan daha fazla ürün almayı zorlamaktadır. Bunun için de, ürün artışına etki eden tohumluk, sulama, tarımsal mekanizasyon, zararlılarla mücadele, ve gübreleme gibi önlemler, çoraklık ve drenaj sorunları olan arazilerin ıslahının yanı sıra bu alanlarda yetişebilecek bitki çeşitlerinin belirlenmesi ve ıslah edilmesi gerekmektedir. Araştırmacılar tuzluluk ve kuraklık stresi ile bitki arasındaki ilişkilerin farklı açılardan araştırılmasına büyük önem vermişlerdir. Ülkemizde ise yeterli alt yapı ve imkanın olmaması nedeniyle daha ayrıntılı çalışmalar yapılamamıştır. Çoğunlukla hücresel düzeyde oksidatif bir zararlanma olarak ortaya çıkan tuz stresi, kurak ve yarı kurak bölgelerde verimi etkileyen önemli bir faktördür. Tuzluluk problemini çözmek için tuza dayanıklı genotiplerin seçimi en etkili yaklaşım olarak görülmektedir (Shalaby et al., 1993). Tuza karşı gösterilen tepki bakımından bitki türleri ve çeşitleri, hatta organları arasında fizyolojik ve metabolik değişimler açısından önemli farklılıklar bulunmaktadır (Belkhodja et al., 1994). Genotipe bağlı olarak farklı şiddetlerde ortaya çıkan tuzdan etkilenme derecesi o genotipin tuz stresi altında geliştirdiği metabolik değişimlere, yani, fizyolojik ve

biyokimyasal tepkilere bağlıdır. Bitkilerdeki bu değişik tepkiler incelenerek tuzluluğa karşı tolerans gösteren bitkilerin seçimleri için bazı kriterler geliştirmek olasıdır.

Bitki büyümesi üzerine tuzluluğun temel etkisi osmotik basınç ile açıklanabilmektedir. Bitkilerin kök ortamındaki osmotik basınç değişimlerine karşı içsel osmotik durumlarını ayarlayabilmek için özel mekanizmalara sahip olmaları zorunludur. Bitkilerin osmotik durumlarını ayarlamalarına 'osmotik uyum' denir (Hamada et al., 1992). Bitkiler stresle karşı karşıya gelince, serbest amino asitleri, iyonları ve çözünebilir maddeleri biriktirerek osmotik potansiyellerini düşürürler (Weimberg, 1986). Bitkiler tuz stresi ile karşılaştıklarında da toprak çözeltisinden çeşitli iyonları alarak ya da bazı organik bileşikleri sentezleyerek osmotik uyum sağlamaktadırlar (Ashraf, 1994, Salama et al., 1994). Bir çok araştırmacı osmotik uyum ile tuz toleransı arasında bir ilişkinin olduğunu ileri sürmektedir (Greenway and Munns, 1980; Yeo, 1983; Weimberg, 1987). McKimmie ve Dobrenz (1991), Ashraf ve ark. (1996), yaptıkları çalışmalarda tuzlu çevrelerde yetişen tuza dayanıklı çeşitlerin gövdelerinde duyarlı çeşitlere göre daha az iyon biriktirdiğini bildirmektedirler. Bitkilerin yaprak dokusunun oransal su kapsamı ölçülerek de strese karşı toleransları belirlenebilmektedir. Fotosentez, stomaların açılıp-kapanması, yaprak genişlemesi gibi önemli fizyolojik ve morfolojik olayların, yaprakta azalan turgor potansiyeli ile ilişkili olduğu ve stresin artmasıyla yaprak dokusunun oransal su kapsamının azaldığı belirtilmiştir (Jones and Turner 1978). Tuzluluk stresinde yeni bir kriter olarak kullanılıp kullanılamayacağı halen araştırılan fotosentez konusunda çalışmalar devam etmektedir. Tuzluluk stresinin glikofitlerde, CO<sub>2</sub> fiksasyonunu azalttığı bilinmektedir (Vermaas, 1995). Ziska ve ark. (1990), yaptıkları çalışmada, stresin artışına bağlı olarak ribulobisfosfat karboksilaz (Rubisco) aktivitesinde ve klorofil içeriğinde azalma olduğunu gözlemişler, Ganieva ve ark. (1997) da tuz stresinin fotosentezi olumsuz etkilediğini göstermişlerdir.

Stres koşullarına biyokimyasal olarak dayanıklılık, yeni stres proteinleri sentezi ve osmotik düzenlemeler için gerek duyulan çözünür karbonhidratlar ve poliaminler gibi metabolitlerin birikimi ile sağlanabilir (Guy et. al.,1985, Kramer and Wang, 1990). Çeşitli inorganik iyonların ve osmoregülatör olarak görev yapan değişik



organik maddelerin birikimi (Wyn Jones, 1981; Ashraf, 1989), yapraklardaki fotosentetik aktivitelerin belirlenmesi (Sharma and Hall, 1992; Belkhodja et al., 1994), hücre zarı geçirgenliğinde ortaya çıkan zararlanma (Blum, 1985), kuru madde stres indeksi (Bousslama and Schapanagh, 1984) strese tolerant bitkilerin seçiminde kullanılabilecek parametreler arasındadır. Ancak belirtilen bu fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerin incelenmesiyle tuza tolerant genotip belirleme konusunda yüksek oranda korelatif bir ilişki belirlemek mümkün olamamaktadır.

Hücrelerde normal metabolizma sırasında serbest radikaller olarak adlandırılan okside edici moleküller (oksidantlar) oluşmaktadır. Bilindiği gibi serbest radikallerden olan aktif oksijen türevleri oksidant özellik gösterirler. Süper oksit radikali ( $O_2^-$ ), hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), hidroksil radikali ( $OH^\cdot$ ) ve singlet oksijen ( $^1O_2$ ) gibi reaktif oksijen türevleri biyolojik sistemlerde en sık rastlanan oksidantlardır. Oksidantların neden olduğu hasarların mekanizması oldukça karmaşıktır. Ancak genel anlamda oksidantlar, hücre bölünmesini engellemekte (Yamada et al., 1993), hücre zarını, kalıtsal materyali ve çeşitli enzimatik olayları etkileyerek (Brent and Rumack, 1993) hücre hasarı yapmaktadırlar. Oksitleyici özelliğe sahip olan bu tür elektrofilitik moleküller hücre membranındaki lipidleri, hücrenin önemli fonksiyonel molekülleri olan proteinleri ve DNA'yı oksitleyebilmekte ve sonuçta oksitlenmiş proteinler hücresel fonksiyon bozukluğuna, DNA hasarına ve mutasyona neden olmaktadır. Membran lipidlerinin oksidasyonu ise membrandaki lipidlerin peroksidasyonuna neden olarak hücre membran permeabilitesini bozarak hücreyi olumsuz etkilemektedir (Halliwell and Gutteridge, 1981). Normal hücresel metabolizma sonucu ortaya çıkan oksidantlar hücreler tarafından üretilen ve antioksidant olarak adlandırılan süperoksitdismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon redüktaz (GR) ve askorbat peroksidaz (AP) gibi enzimlerle etkisiz hale getirilmektedir. Serbest  $O_2$  radikalleri SOD ile,  $H_2O_2$  katalaz ile, lipidlerin peroksidasyonu ise glutatyon peroksidaz ile etkisiz hale getirilmektedir. Tuzluluk, kuraklık, yüksek ve düşük sıcaklık, ağır metal ve hava kirliliği gibi çevresel streslerin etkisinde kalan bitkilerde de oksidatif stres artmakta ve mutajen özelliğe sahip süperoksit, hidroksil radikali ve hidrojen peroksit serbest oksijen radikalleri oluşmaktadır. Bu oksidantlar organizmada sitoplazmik ve mitokondriyel SOD, CAT, Glutatyon peroksidaz gibi enzim sistemlerini içeren antioksidantlar ile veya askorbik asit (askorbat), vitamin-E ( $\alpha$ - tokoferol), glutatyon,

$\beta$ -karoten ve zeaksantin karotenoidi gibi enzimatik olmayan antioksidant maddeler ile zararsız hale dönüştürülmektedirler (Armstrong and Browne, 1994). Yapılan çalışmalarda stres koşulları altında dayanıklı varyetelerde SOD, CAT ve peroksidaz (POD) enzimlerinin aktivitelerinde artış gözlenmiştir. Aynı zamanda bu enzimlerin yaralanma, tuz stresi ve hastalık direnci gibi stresle ilgili olaylarda rolü olduğu da bildirilmiştir (Bottella et al.1994). Son yıllarda bitkilerde stres koşullarında oluşan serbest oksijen radikalleri ve enzim sistemlerindeki tepkiler ile genotiplerin strese dayanımları arasında ilişkilerin bulunduğu belirlendikten sonra bu konuda çalışmalar yoğunlaşmıştır (Luna et al., 1994; Gossett et al., 1994a).

Tuzun sebep olduğu oksidatif stres, oluşturduğu zararın mekanizması ve bazı antioksidant enzim aktivitelerindeki değişimler bezelye bitkisinin tuza dayanıklı ve hassas iki çeşidinde çalışılmış, dayanıklı çeşitlerde yüksek, hassas çeşitlerde ise düşük miktarlarda enzim aktivitesi bulunduğu bildirilmiştir (Hernandez et al., 1995). Hava kirliliğinin farklı düzeylerde olduğu bölgelerde oksidatif strese maruz kalan bitkilerde serbest oksijen radikalleri yakalayıcısı olduğu düşünülen antioksidanların rolü ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada bitkilerin hava kirliliğine gösterdikleri toleransın SOD ve peroksidaz miktarındaki artışla ilişkili olduğu gösterilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına dayanılarak, çalışılan bitkiler tolerans bakımından sınıflandırılmıştır (Rao and Dubey, 1990). Tüm bitki düzeyinde yapılan çalışmalarda tuza dayanıklı pamuk (Gossett et al., 1994a) ve domates genotiplerinin (Shalata and Tal, 1998) hassas olanlara göre daha yüksek antioksidant enzim aktivitesine sahip oldukları belirlenmiştir. Bununla birlikte değişik bitki sistemlerinde tuza dayanım ile bu enzimlerin aktiviteleri arasında kesin bir ilişki ortaya konulamamıştır (Alfocea, et al., 1993; Al-Karaki, 2000). Bu belirsizliklerin nedenlerinin farklı orijin ve yaştaki sistemlerin ve farklı hücre tiplerinin kullanımı, kullanılan bu sistemlerin tuza duyarlılığındaki farklardan kaynaklanabileceği bildirilmektedir.

Doku kültürleri, tuza toleransın fizyolojik ve biyokimyasal temellerinin ortaya konulması için yapılan temel araştırmalarda ve pek çok stres koşulunda dayanıklı genotiplerin seçimi amacıyla kullanılmaktadır. Klasik yöntemlerle toleranslı bitkilerin seçimi, zaman alıcı, fazla bitkisel materyal, açık ve kapalı sera alanları gerektirmektedir. Buna karşılık, doku kültürü kullanıldığında bu dezavantajlar



ortadan kalkmakta, çevresel faktörler ve beslenmeden doğabilecek farklılıklar giderilerek tam kontrollü bir ortamda çalışılabilmektedir. Ayrıca *in vitro* koşullarda yapılan denemeler, homojen materyal ile çalışma olanağı verdiği için avantaj sağlamaktadır. Tuz stresine karşı hücre düzeyinde yanıtların belirlenmesi amacıyla doku kültürü çalışmalarının kullanımına değişik bitki türlerinde rastlanmaktadır (Hernandez et al., 1993; Cano et al., 1996; Gossett et al., 1994 b; Rush et al., 2000). Bununla birlikte hücre doku kültürü düzeyinde tuz tolerans mekanizması tam olarak aydınlatılamamıştır (Chen and Asada, 1998).

Domates, yılda 70 milyon tona yaklaşan üretimiyle dünyada en fazla yetiştirilen sebzelerden biridir. Ülkemizde de yetiştirilen sebze türleri arasında yıllara göre değişmekle birlikte yıllık ortalama 6.2 milyon ton üretim değeri ile (Anonymous 1993) en fazla üretilen sebze türlerinden olan domates tuza yarı dayanıklı glikofitik bitkiler ile hassas glikofitler arasında bir yapı göstermektedir (Storey et al., 1977). Diğer bitki türlerinde olduğu gibi domates bitkisinde de genotipler arasında tuza dayanım özelliği bakımından önemli derecede farklılıklar bulunmaktadır (Joshi, 1984; Shannon et al., 1987; Perez-Alfocea et al., 1996; Cuartero and Fernandez-Munoz, 1999). *Lycopersicon* cinsi içinde genetik variabilitenin fazla olması ve bu cins içerisinde bulunan bazı yakın akraba türler ile kültür domatesinin uyuşması sayesinde yeni karakterlerin ıslahçılar tarafından kullanılması, ayrıca adaptasyon yeteneğinin yüksek olması, günümüzde zorunlu bir gıda durumunda olan domatesin dünya üzerinde yetiştiriciliğinin çok yaygın olmasını sağlamıştır (Çürük, 1993). Ülkemiz için önemli bir tür olan domateste tuzluluğa tolerant genotiplerin yetiştirilmesi verim ve kalite açısından önemlidir. Aynı zamanda genotip farklılığının tuza toleransta etkili olduğu bilindiğinden bu mekanizmanın aydınlatılması, tolerant genotiplerin etkin bir yöntemle seçilebilmesi de ayrı bir önem taşımaktadır. Domateste daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda (Tıpırdamaz ve Ellialtıoğlu, 1994) tuz stresine yüksek tolerans gösteren genotiplerin seçiminde, fizyolojik ve biyokimyasal olarak kullanılan analiz ve gözlemler etkin ve güvenilir bir seçim yöntemini ortaya koymayı mümkün kılammıştır.

Bu çalışmada domateste tuz stresine dayanıklı genotiplerin seçiminde kullanılabilecek etkin parametrelerin belirlenmesi ve *in vitro* testlerin *in vivo* tuz

tolerans testleri yerine kullanılabilirliğinin ortaya konması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda faklı domates genotiplerinin bazı fizyolojik ve biyokimyasal parametreler (iyonlar, klorofil, MDA) yanında antioksidant enzim aktiviteleri (SOD, CAT, AP ve GR) bakımından tuz stresine karşı gösterdiği tepkiler hem *in vivo* olarak tam bitkide hem de *in vitro* olarak kallus kültüründe çalışılmış, incelenen parametrelerin birbiriyle ve ayrıca genotiplerin tuza dayanımı ile olan ilişkileri araştırılmıştır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Tuzluluk ve Nedenleri

Bitkisel üretimde gerekli temel unsurlardan olan toprak ve su, içerdikleri yoğun tuz miktarları nedeniyle zaman zaman sorun olmakta ve yetiştiriciliği sınırlandıran en önemli faktörler arasında yer almaktadır. Toprak tuzluluğu, yağışın az olduğu kurak ve yarı kurak ekolojilerde sıkça rastlanan bir stres kaynağıdır ve genellikle toprakta fazla miktarda NaCl birikimini ifade etmektedir (Nui et al., 1995; Marschner, 1997). Tuzluluk, toprağın saturasyon ekstraktının elektriki iletkenliği ile (EC) ifade edilmektedir. Geçmişte mmhos/cm olarak ifade edilen elektriki iletkenlik günümüzde  $\text{Sm}^{-1}$  olarak ifade edilmektedir ( $\text{mmhos/cm}=0.1 \text{ Sm}^{-1}$  yada  $1 \text{ mScm}^{-1}$ ). Toprakların tuz kapsamı ile saturasyon ekstraktlarının elektriki iletkenlik (EC) ve osmotik potansiyel değeri arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır ve  $1 \text{ mS cm}^{-1}$ ;  $-0.036 \text{ MPa}$ 'dır. EC değeri  $4 \text{ mS cm}^{-1}$ 'i aştığı zaman tuz stresi oluşmakta ve ürün miktarında azalmalar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle sulama sularının EC değerinin de  $2 \text{ mS cm}^{-1}$ 'in üzerinde olmaması gerekmektedir (Kacar ve ark., 2002). Venne (1984)' ye göre elektriksel kondaktiviteleri  $4 \text{ mmhos/cm}$  ya da doymun çözeltisinde yaklaşık  $2560 \text{ mg/l}$  çözünmüş tuz içeren veya NaCl söz konusu ise  $44 \text{ mM}$ 'lık bir iyonik konsantrasyona sahip topraklar, tuzlu topraklar olarak tanımlanmıştır (Sivritepe ve Eriş, 1996).

Dinç ve Şenol (1997), doymunluk çamuru çözeltisinde  $25^\circ\text{C}$ 'de ölçülen iletkenliğe (dS/m) göre toprak tuzluluğunu sınıflandırmışlardır. Buna göre 0-2 dS/m arasındaki topraklar 'tuzsuz', 2-4 dS/m olan topraklar 'çok az tuzlu', 4-8 dS/m olan topraklar 'az tuzlu', 8-16 arasındakiler 'orta tuzlu' ve 16 dS/m'den fazla değerde bulunanlar ise 'çok tuzlu' olarak nitelendirilmektedir. Toprak çözeltisinin osmotik potansiyeli çözünmüş tuzlar tarafından kontrol edilir ve bu tuzların konsantrasyonuna göre azalır çoğalır. Topraklarda, kök bölgesi içinde çözünebilir tuzların birikmesine tuzlanma denir. Toprakta bulunan tuzlar  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  ve  $\text{K}^+$  gibi katyonlar ile  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$  ve  $\text{CO}_3^-$  gibi anyonlardan oluşmaktadır. Bu tuzlar toprağın kendi bünyesinde bulunabildiği gibi, toprağın ana materyalini oluşturan kayaların da ham maddesidir. Bu kayaların zamanla ayrılarak toprağa karışmasıyla tuzluluk oluşabilmektedir (Anonymous,1978; Marschner,1997). Toprakların tuzlanması yalnız bir faktöre bağlı olmayıp, birçok faktörün etkisiyle

beliren oldukça karmaşık bir olaydır. Tuzlar, bitkilerin vejetasyon süresince evaporasyon ve transpirasyondan kalan kalıntılar olarak bitki bünyesinde birikebilmektedir. Yaprak ve diğer kısımların koparak yere düşmelerinden sonra da tuzlar, yağışlarla toprağa geri dönebilmektedir. Toprağın fazla miktarda tuz taşınması yada tuzluluğun çeşitli nedenlerle artması dolayısıyla, tarıma elverişsiz duruma gelmesi çoraklaşma olarak tanımlanmaktadır. Toprakların bitkilere zarar verecek derecede tuzlanmasının temel nedenleri ise, çözünebilir tuzların toprak katmanlarında ve taban suyunda birikmesi veya mevcut taban suyunun yükselmesine bağlı olarak tuzların toprak yüzeyine taşınması, sulama suyunun kalitesizliği, sulama suyunda aşırı düzeyde eriyebilir tuzların bulunması, kök bölgesinde tuz yığılması olarak gösterilmektedir (Epstein et al., 1980; Quamme and Stushnoff, 1983).

Seralarda ise monokültür yetiştiricilik, dengesiz ve yoğun ticari gübre kullanımı ile örtü nedeniyle sera toprağına yağışın düşmemesi ve yıkamanın meydana gelmemesi tuzluluk problemine neden olmaktadır. Kıyı bölgelerde denizden esen nemli ve tuzlu rüzgarlar yoluyla da toprak tuzluluğı ortaya çıkabilmektedir (Epstein et al., 1980; Quamme and Stushnoff, 1983; Sevgican, 1999; Aktaş, 2002). Tuzluluk sorunu, bazen toprak kökenli olmayıp sulama suyundan kaynaklanmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak ekolojilerde yapılan tarımsal üretimde, su gereksinimi, sulama yapılarak karşılanmaktadır. Sulama suyu olarak kullanılabilir tüm yüzey ve yer altı sularında az veya çok miktarda çözünmüş tuzlar bulunmaktadır. Bitkilerin gelişimini engelleyecek düzeyde tuz içeren tarım toprakları bazı özel işlemlerle kazanılmaya çalışılmaktadır. Bu işlemlerden en önemlisi, fazla miktarda temiz sulama suyu kullanılarak tuzun bitki kök bölgesinden yıkanarak uzaklaştırılmasıdır. Ayrıca organik gübreler kullanılarak toprağın humus miktarının artırılması, aşırı inorganik gübrelemeden kaçınılması ve  $Cl^-$  gibi toprak tuzunu artırıcı elementleri içeren gübreler kullanılmaması, topraklardaki tuz düzeyini kontrol altına almak veya bunun zararlarından kaçınmak için uygulanabilecek yöntemlerdir. Ancak bu işlemler zaman alıcı ve çoğunlukla da pahalı olmaktadır. Ayrıca iyileştirilen alanlarda uygun sulama yöntemlerinin kullanılmadığı durumlarda yeniden tuzlu topraklar oluşabilmektedir.

## 2.2. Tuzluluğun Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri

Doğada bitkiler tuza tolerans bakımından iki grupta toplanmaktadırlar: Halofitler; tuzcul bitkiler ve glikofitler; yüksek tuz yoğunluklarından etkilenen ve zarar gören bitkiler. Yüksek bitkilerin pek çoğu glikofit bitkiler kapsamında yer almaktadır ve yüksek tuz konsantrasyonlarında yaşayamamaktadır.

Bitkiler tuzluluktan, farklı büyüme dönemlerinde farklı etkilenmektedir. Bitkilerin tuza en duyarlı oldukları evre çimlenme ve fide gelişimi evresi olup büyüme ve gelişme ilerledikçe tuz toleransı da artmaktadır (Rains, 1991; Ashraf, 1994). Çimlenme ve fide çıkış döneminde tuza tolerans özelliğinin daha sonraki büyüme periyotlarında da bitkinin tuzlu koşullara adaptasyonu için avantaj olduğu bildirilmektedir (Rains, 1991). Tuzluluğa duyarlı olarak bilinen glikofit bitkiler çimlenme döneminde % 0.5 tuzluluk seviyesinden etkilenirken, dayanıklı olarak kabul edilen halofit bitkilerde bu sınır 10 kat daha yüksektir (Özdemir, 1995).

Tuzluluk, bitkinin morfolojisi ve anatomisini kapsayan tüm metabolizmasını etkileyen bir faktördür (Levitt, 1980). 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 olduğu bildirilmiştir (Munns and Termaat, 1986). Sonraki yıllarda mısırdaki (Cramer et al., 1988) ve domatesteki (Snapp and Shennan, 1992) yapılan çalışmalarda kök büyümesi ve gelişmesinin de tuzluluktan benzer biçimde etkilendiği ortaya konmuştur. Tuz stresi bitkinin ölümüne neden olabildiği gibi tolerans durumuna bağlı olarak büyümeyi engellemekte, kloroz ve nekrotik lekelerin oluşumuna yol açmakta, verim ve kalitenin azalmasına neden olmaktadır (Hasegawa et al., 1986). Mer ve ark. (2000) da 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. Tuz stresine maruz kalan bitkilerde kök, gövde ve sürgün büyümesi ile meyve ağırlığı ve dolayısıyla, verimin azaldığı; meyvede tat, aroma ve renklenmenin olumsuz etkilendiği belirlenmiştir (Abbas et al., 1991; Franco et al., 1993; Sivritepe, 1995; Shannon and Grieve, 1999). Tuz

stresi bitkilerde bodur büyümeye, kök büyümesinde gerilemeye, tomurcuk oluşumunda azalmaya ve yapraklarda küçülmeye neden olmaktadır. Hücrelerin ölmesi sonucu köklerde, tomurcuklarda, yaprak kenarlarında büyüme uçlarında sarı lekeler şeklinde nekrozlar oluşmakta, yapraklarda kuruma başlamakta ve sonuçta bitkinin tamamı kurumaktadır. Tuz stresinden etkilenmiş bu durumdaki bitkilerde sitokinin miktarının azaldığı, absisik asit ve etilen miktarlarının arttığı belirlenmiştir (Larcher, 1995). Levitt (1972), tuzluluk zararını iki ana başlık altında toplamıştır; Birincil tuz stresini zararı, kendi içinde iki alt gruba ayrılmıştır. Bunlardan birisi membran yapısındaki lipid ve proteinlerdeki bozulmaları ve değişiklikleri kapsayan doğrudan zarar, diğeri ise enzimlerin aktivasyonu veya inaktivasyonunu kapsayan metabolik bozuklukları içeren dolaylı zarardır. İkincil tuz zararı da iki alt gruba ayrılmıştır. Bunlar ozmotik stres ve besin eksikliği stresidir.

Levitt (1980), bitkilerde tuz stresini ile iyon stresini ayırmıştır. Buna göre ortamdaki tuz konsantrasyonu nedeniyle su potansiyeli 0.05-0.1 MPa (0.5-1 bar) düzeyine ulaştığında bitkiler tuz stresinden etkilenmektedir. Tuz konsantrasyonunun yüksek olmadığı koşullarda özel bir iyonun konsantrasyonuna bağlı olarak bitkilerde iyon stresini oluşmaktadır. Ancak pratikte su potansiyelini 0.1 MPa'ın altına düşürerek tuz stresini oluşturan tuz konsantrasyonunun belirlenen miktarın çok üzerinde olduğu buna karşılık iyon stresini oluşturacak iyon konsantrasyonunun çok daha düşük düzeyde olduğu ifade edilmektedir (Kacar ve ark., 2002).

Gorham ve ark. (1985a) tuzluluk stresinin bitkiler üzerinde üç temel zarar mekanizması ile etkili olduğunu bildirmektedirler. Bunlar; su eksikliği ile ortaya çıkan ozmotik stres, fazla  $\text{Cl}^-$  ve  $\text{Na}^+$  alımı ile ilgili özel iyon toksisitesi ve fazla miktarda  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ 'un alınması ile potasyum, nitrat ve fosfat alımının azalması veya bu iyonların dengesinin bozulması ile görülen dengesiz iyon alımı veya yetersiz besin maddesi alımıdır.

Sodyum, bitkide hem floem, hem de ksilem içerisinde hareket edebilen bir element olarak bilinmektedir (Marschner, 1997). Bu nedenle özellikle  $\text{Na}^+$ , bitkinin birçok organı üzerinde olumsuz etkide bulunmaktadır. Bitkilerde yaprak alanı azalmasının bünyedeki  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonları ile doğrudan ilişkili olduğu; yapraktaki sodyum konsantrasyonu ile bitki biyokütlesi arasında ters bir ilişki olduğu ve tuzlu



ortamlarda bitkinin yeşil aksamı ve kök gelişiminin de olumsuz etkilendiği ortaya çıkmıştır (Botella et al., 1997). Son yıllarda yapılan çalışmalarda, tuzluluk artışıyla bitkilerin almış oldukları yüksek miktarlardaki  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının bitki iyon dengesini olumsuz etkileyerek toksik etki yaptığı fikri kabul görmektedir (Botella et al., 1997).  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının dominant olduğu yüksek tuzlulukta, kök bölgesinde iyon dengesinin olumsuz yönde etkilendiği ve köklerde hücre zarı geçirgenliğinin bozulduğu bildirilmiştir (Spickett et al., 1993), iyon dengesizliğinin bitkinin beslenme rejimini olumsuz etkileyerek, metabolik olaylarda kullanılan temel elementlerin alınımını önlediği, bunun da bazı fizyolojik sorunların ortaya çıkmasına neden olabileceği belirtilmiştir (Gorham et al., 1985b). Protoplazmada  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  miktarlarında artış olması, solunuma ait zincirde fotofosforilasyon ve fosforilasyon ile çok az enerji üretilmekte, azot asimilasyonu bozulmakta, protein metabolizmasında karışıklıklar olmaktadır. 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 and Munns, 1980; Franco et al., 1993; Sivritepe, 1995; Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu, 1994; 1997). Güneş ve ark. (1996) da tuz stresi uyguladıkları biber bitkilerinde tuzluluğun kuru madde ağırlığında azalmaya neden olduğunu, büyüme ve gelişmenin engellendiğini bildirmişlerdir. Değişik bitki çeşitlerinin tuz stresine dayanıklılıkları ile bitki besin maddeleri alımları çeşitli araştırmacılar tarafından çalışılmıştır. Domateste yapılan bir araştırmada tuza duyarlı olan genotipler üzerine tuzluluğun olumsuz etkisinin gövde ve yapraklarda biriken klor ve sodyumun neden olduğu iyon toksisitesinden kaynaklandığı saptanmıştır (Alian et al., 2000). Yetiştirme ortamında tuz konsantrasyonunun artmasıyla bitki dokularındaki mineral kompozisyonu sodyum iyonunun alınımı ile değişmekte, özellikle de bünyedeki potasyumda belirgin azalmalar görülmektedir. Yüksek tuz konsantrasyonunun bitkide yarattığı sıkıntılar, suyun ozmotik olarak tutulmasından ve spesifik iyonların protoplazma üzerine olan toksik etkilerinden kaynaklanmaktadır.

Tuzluluğun bitkilerde, su alımının azalmasına, iyonların toksik seviyelerde biriktirilmesine ve beslenme yeteneğinin düşmesine yol açtığı, kök ortamında yüksek konsantrasyonlarda tuz bulunması halinde bitkinin besin dengesinin bozulduğu ve özellikle, bitkilerin başlıca besin kaynağı olan  $\text{K}^+$  ve  $\text{Ca}^{++}$ 'un alınması ve taşınmasının azaldığı Ashraf, (1994) tarafından bildirilmiştir. Taban ve Katkat,



(2000)'da tuz stresi altındaki bitkilerde iyon dengesinin bozulmasının tuzu oluşturan iyonlarla bitki besin elementleri arasında rekabete yol açarak bitkinin besin elementlerini yeterince alamamasına neden olduğunu belirtmektedirler. NaCl tuzunun yüksek olduğu topraklardaki bitkilerde  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$ , ve  $\text{Ca}^{+2}$  alımı önemli derecede azalmaktadır.

Yüksek tuz konsantrasyonunun bitkide oluşturduğu zarar temel olarak suyun ozmotik olarak tutulmasından ve belli iyonların protoplazma üzerinde zarar oluşturmalarından kaynaklanır. Çözeltide tuz konsantrasyonunun artması su potansiyelini doğrusal olarak azaltmakta ve sonuçta bitki daha az su almaktadır. Ortamda  $\text{Na}^+$  katyonunun ve buna bağlı olarak  $\text{Cl}^-$  ve  $\text{SO}_4^{-2}$  anyonlarındaki artışın protoplazmanın iyon dengesini ( $\text{K}^+ + \text{Ca}^{+2} / \text{Na}^+$ ) bozduğu, bu olumsuzluklara paralel olarak enzim aktivitelerinin azaldığı, protein sentezinin gerilediği, membran geçirgenliğinin azaldığı ve kloroplastlar ve diğer hücre organellerinin zarar gördüğü çeşitli araştırma sonuçları olarak bildirilmektedir. Tuzluluğa duyarlı bitkiler, tuzsuz ortamdan yüksek tuzlu ortama alındığında hızlı ve dönüşümsüz bir şekilde su kaybederek pörsümektedirler (Özdemir, 1995). Tuzluluk stresi ile ortaya çıkan su eksikliği nedeniyle yapraklardaki su miktarı azaldığından fotosentez, yaprak uzaması ve stomaların açılması gibi önemli fizyolojik ve morfolojik olaylar da olumsuz etkilenmektedir (Jones and Turner, 1978).

Tuz stresinin, fotosistemlerin ışık toplayıcı komplekslerini etkilediği, grana oluşumunu zorlaştırdığı ve fotosistemler arasındaki ilişkiyi bozarak fotosentezi azalttığı belirlenmiştir (Ganieva et al., 1997). Ayrıca, tuz stresinin klorofil ve Rubisco miktarında, yaprak turgor basıncında ve  $\text{CO}_2$  değişiminde azalmaya neden olduğu, bazı spesifik iyonların birikmesine ve aşırı alınmasına neden olarak glikofitlerde fotosentetik  $\text{CO}_2$  fiksasyon hızını azalttığı bildirilmiştir (Vermaas, 1995). *Prunus salicina* bitkisi ile yapılan bir çalışmada da yapraklardaki  $\text{Cl}^-$  iyonunun artmasıyla  $\text{CO}_2$  asimilasyonunun azaldığı belirlenmiştir. (Ziska et al., 1990). Yüksek dışsal tuz (NaCl) konsantrasyonu hem dışsal su potansiyelini azaltarak hücre çoğalmasını engellemesi ile hem de sitoplazmada  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarını biriktirerek metabolik olaylarda inhibisyona yol açmasıyla bitkiye zarar vermektedir (Spickett et al., 1993). Araştırmacılar bu durumu tuz stresi altında bitkilerin hormon dengesindeki değişikliklere bağlamışlar; stres altındaki bitki

dokularında sitokin sentezinin inhibe edildiğini ve bu durumun çimlenme üzerine olumsuz etkisinin bulunduğunu belirtmişlerdir.

Tuzlu koşullarda çimlenmenin engellenmesi ve çimlenme yüzdesinin düşmesi, beklenen bir tepkidir (Bozcuk, 1991; Demir ve Demir, 1992). 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 and Lal, 1990; Awank et al., 1993). Çiçek (1999), iki mısır genotipi ile yaptığı çalışmada, tuz stresinin bitki çeşidine ve bitkinin gelişim evresine bağlı olarak farklı etkiler gösterdiğini, tuza toleranslı çeşitlerin belirlenmesinde bitkinin tüm gelişim evrelerinde tuzluluk streslerinin ayrı ayrı ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$  vb.) ve kombinasyonlar ( $\text{NaCl}+\text{CaCl}_2$  vb.) şeklinde denenerek daha doğru bir sonuca ulaşmanın mümkün olabileceğini bildirmiştir.

Mutlu (2003), tuz stresi altında yetiştirilen ayçiçeği bitkilerinin kök, gövde ve yapraklarında bazı poliaminlerin miktarının arttığını, strese karşı tolerans oluşmasında aminlerin önemli rol oynayabileceğini, prolin miktarının yapraklarda arttığını, protein miktarının azaldığını, stresin derecesi ve süresine göre  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  miktarlarının arttığını,  $\text{K}^+$  miktarının azaldığını, poliamin (serbest-bağlı), prolin ve iyon miktarlarının birbiriyle yakından ilişkili olduğunu, incelenen parametrelerde meydana gelen bir değişikliğin diğerini doğrudan ya da dolaylı olarak etkilediğini saptamıştır.

Tuzluluk bitki gelişmesini üç temel prensip çerçevesinde engellemektedir: iyon toksisitesi ( $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ ); ozmotik stres; beslenme bozuklukları (Greenway and Munns, 1980; Lauchli, 1986; Munns and Termaat, 1986; Yeo et al., 1991). Marschner (1995), önceki açıklamaların ışığında bazı yeni yaklaşımlarla tuz stresinin bitki büyümesi üzerindeki sınırlayıcı etkisini üç grup altında değerlendirmiş; bunları, su eksikliği (su stresi),  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının fazla miktarda alınması nedeniyle oluşan iyon toksisitesi, iyon taşınımında ortaya çıkan dengesizlik nedeniyle hücre içindeki sıvının mineral yapısı ve  $\text{Ca}^+$  dengesinin bozulması şeklinde sıralamıştır. Levitt (1980) ise, tuz stresinden kaynaklanan iyon

toksisitesini birincil derecede etkili stres faktörü; bunun ardından oluşan su alımının 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 ayırt etmek oldukça güçtür. Topraktaki tuz miktarının artışı ile suyun ozmotik potansiyeli düştüğünden, tuz stresi bitkiyi ikincil bir ozmotik strese, bir başka deyişle fizyolojik kuraklık stresine maruz bırakmaktadır. Greenway ve Munns (1980), bu durumu su noksanlığı veya su stresi olarak adlandırmaktadır. Tuzlu koşullarda sodyumun yanı sıra fazla miktarda bulunan klor; tüm bitkiler için yaşamsal öneme sahip bir element olduğu halde, sodyum iyonu sadece halofit bitkiler (Munns and Termaat, 1986) ve bazı C4 bitkileri için (Johnson et al., 1988) önemli bir element olarak değer taşımaktadır. Bitkiler normal koşullarda genellikle % 0,004-2 oranında sodyum içermektedir (Bergmann, 1992). Tuz stresine neden olacak tuzluluk konsantrasyonlarında, bitkilerin ihtiyaç duydukları miktarın çok üzerinde sodyum ve klor iyonu bulunmaktadır. Domates bitkisinde çeşitlerin tuza farklı dayanım gösterdiklerini belirleyen (Alian et al., 2000), Fireball çeşidinin tuzlu koşullarda bünyesine fazla miktarda  $\text{Na}^+$  iyonu aldığı halde bundan olumsuz yönde etkilenmediğini; buna karşılık aynı oranda  $\text{Na}^+$  iyonunu bünyesine alan Patio çeşidinin tuz toksisitesi belirtileri gösterdiğini kaydetmektedir. Çiçek (1999), kök ortamında  $\text{Na}^+$  iyonlarının fazla olması durumunda  $\text{K}^+$  iyonlarının alımı ve bitki bünyesinde taşınmasının olumsuz etkilendiğini,  $\text{K}^+$  eksikliğinde ise bazı enzim aktivitelerinin, membranların seçici geçirgenliğinin ve stomaların açılıp-kapanması gibi olayların olumsuz etkilendiğini bildirmiştir. Bohra ve Döffling (1993), tuz stresi ortamında bitkinin kök bölgesindeki iyon dengesinin bozulduğunu; artan miktardaki sodyum alımının, diğer mineral maddelerin alımı ile rekabete girerek beslenme noksanlığına yol açtığını bildirmektedirler. İyon dengesizliğinin ve köklerde hücre zarı geçirgenliğinin bozulması bitkinin beslenme rejimini etkileyerek, metabolik olaylarda kullanılan temel bazı elementlerin alımını önlediği, bunun da fizyolojik sorunların ortaya çıkmasına neden olacağı ileri sürülmektedir (Villora et al., 1997). Levitt (1980), ortamda sodyum klorürün fazla olması durumunda, bitkiler tarafından  $\text{Na}^+$  iyonunun gereğinden fazla alındığı ve oluşan rekabet nedeniyle  $\text{K}^+$  iyonu alımında azalmaların ve böylece  $\text{K}^+$  noksanlığının ortaya çıktığını ifade etmektedir. Benzer bulgular Ashraf (1994), Lazof ve Cheeseman, (1988), Chow ve

ark. (1996) ve Mutlu (2003) tarafından da rapor edilmiştir. Chow ve ark., (1996)'nın çeltik bitkisinde yapmış oldukları araştırmada, bitkilerin yaprak ve gövdesinde artan sodyumun, potasyum üzerinde etkisi belirgin bulunmazken, köklerde artan tuzla birlikte potasyum alımının azaldığı saptanmıştır. Bitki genotiplerinin farklı oranlarda  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$  absorpsiyonu yapması ve böylece bünyelerinde farklı  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranlarına sahip olmasının ( $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  ayırım özelliği) tuzluluğa dayanım konusunda rol oynadığı, Heimler ve ark. (1995), Lopez ve Satti (1996), Yu ve ark. (1998) ve Aktaş (2002), tarafından gösterilmiştir. Maas (1993), turunçgillerde olduğu gibi yüksek klorür duyarlılığı ve buna bağlı olarak oluşan klor toksisitesinin de önemli zararlandırma faktörü olduğuna işaret etmektedir. Birçok bitki türünde, bitkilere uygulanan yüksek NaCl konsantrasyonu ile bitkinin klor akümüülasyonunda artış belirlenmiştir. Tuz stresi altındaki limonlarda klorofil miktarındaki kayıplar (Nieves et al., 1991) ile portakallarda fotosentez miktarı ve stoma iletkenliğindeki azalmalar (Banuls and Primo-Milo, 1992) aşırı klorür birikimi sonucu ortaya çıkan olumsuzluklar olarak yorumlanmıştır.

Tuzluluğun artması ile bitkilerin almış oldukları kalsiyum miktarındaki azalma varılan diğer bir sonuçtur. Biberde yapılan bir çalışmada ortamdaki tuz konsantrasyonunun artmasıyla bitkinin almış olduğu kalsiyum miktarında düşmeler ve verimde azalmalar olduğu gözlenmiştir (Aktaş, 2002). Diğer bir çalışmada, pamuk bitkisinde su kültürü ortamında besin çözeltisine NaCl eklenmesiyle iyon aktivitesinin önemli derecede etkilendiği ve kök büyümesinin engellendiği, fakat ortama  $\text{Ca}^{+2}$  eklenmesinin tuzlu koşullar altında kök gelişmesine yardımcı olduğu belirlenmiştir (Brugnoli and Lauteri, 1991). Yüksek tuz konsantrasyonları, bitkinin kalsiyum alımını ve taşınımını azaltmakta, bitkide kalsiyum yetersizliği ve iyon dengesizliğine neden olmaktadır (Cramer et al., 1986; Huang and 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 et al., 1989; Whittington and 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.  $\text{Ca}^+$  iyonunun, hücre zarındaki negatif yüklü temel gruplarla

çapraz bağlantı yapması ve bu suretle hücre zarının yapısal bütünlüğünü koruduğu yapılan açıklamalarda yer almaktadır (Cramer et al., 1986; Lauchli, 1990). Rengel (1992), kalsiyum elementinin hücre zarına bağlanarak geçirgenliği kontrol altında tuttuğunu, hücre içinde bulunan kalsiyumun dışarı verilmesini engellediğini ileri sürmektedir. Kalsiyum ve potasyum, iyonların hücre zarından seçici olarak taşınmasında birbirlerine benzer davranışlar sergilerler (Fageria, 1983). Bitkideki düşük  $Ca^{+}/Na^{+}$  oranı, aynen düşük  $K^{+}/Na^{+}$  oranında olduğu gibi kök hücre zarlarındaki seçiciliğin bozulmasına yol açmakta, bunun sonucu olarak sodyumun hücre içine pasif alımı ve bitkide toksik düzeyde birikimi ortaya çıkmaktadır. Tuzlu topraklarda jips uygulaması yapılarak bitkilerin tuza toleransını artırmaya yönelik olarak yapılan uygulamanın esas bu olup, jipsin hem toprak strüktürünü geliştirip havalanmayı artırıcı etkide bulunması ve hem de bitkideki  $Ca^{+}/Na^{+}$  oranını artırarak, köklerin dışarıdan  $Na^{+}$  alım kapasitesini sınırlandırması nedeniyle tuzlu topraklarda fayda sağlayabilmektedir (Aktaş, 2002). Cramer ve ark. (1986), su kültüründe yetiştirdiği pamuk bitkilerine NaCl ilave ettiklerinde, bitki gelişimi ve kök büyümesinin tuzluluktan etkilendiğini; ancak ortama kalsiyum eklenmesi sonucunda kök gelişiminin bundan olumlu yönde etkilendiğini belirlemişlerdir. Alfocea ve ark. (1993), değişik domates çeşitlerinin tuza tolerans durumlarını, iyon seçici özelliği yönünden inceledikleri araştırmalarında domateste tuza duyarlılığın  $Na^{+}$  ve  $Cl^{-}$  iyonlarının toksik etkileri ve buna bağlı olarak beslenme bozukluğunun ortaklaşa etkisiyle ortaya çıktığına işaret etmektedir.  $K^{+}$  ve  $Ca^{+}$  alımının artması sayesinde, bitki büyümesinin tuzlu koşullarda olumlu etkilendiğini; ancak bazı çeşitlerde  $K^{+}$  ve  $Ca^{+}$  seçiciliği özelliği bulunmasına rağmen, yine de tuzdan etkilendiklerini belirten araştırmacılar, tuza toleransın sadece seçici iyon alımıyla açıklanamayacak bir mekanizma olduğunu ifade etmektedirler. Lopez ve Satti (1996), kum kültüründe yetiştirilen ve 50 mM NaCl ile sulanan domates bitkilerinde kök hacmi ve kök yaş ağırlığı, yaprak yaş ağırlığı, meyve veriminin kontrole göre önemli derecede azaldığını; tuzla birlikte  $KNO_3$  ve  $Ca(NO_3)_2$ 'ın tek başına veya birlikte bitkinin yetiştirildiği ortama verilmesi halinde tüm bu parametrelerde artış sağlandığını bildirmişlerdir. Caines ve Shennan (1999), domateste  $CaCl_2$  ve  $NaCl_2+CaCl_2$  tuz uygulamaları yapıldığında sürgün değerlerine göre kök ağırlığı ve uzunluğu değerlerinin tuzluluktan en fazla etkilenen ve azalan parametreler olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar, tuzlu ortamlara  $CaSO_4$  ilave ettiklerinde hem sürgün, hem de kök uzunluklarındaki



inhibisyonun ortadan kaldırılabilirdiğini, bitki büyüme ve gelişmesinin arttığını saptamışlardır. Çiçek (1999), belirli tuz stresi seviyelerine kadar  $\text{Na}^+$ 'un olumsuz etkilerinin muhtemelen  $\text{Ca}^{++}$  tarafından tolere edilmiş olabileceğini fakat belirli bir seviyeden (-0,5 MPa) sonra  $\text{Ca}^{++}$ 'un bu olumlu etkisinin azaldığını, ölçülen ve belirlenen parametreler birbirleriyle yakından ilişkili olduğunu ve bir parametrede ortaya çıkan değişikliğin diğerini doğrudan veya dolaylı olarak etkilediğini, bitki bünyesinde strese bağlı olarak olumsuz yönde meydana gelen fizyolojik ve biyokimyasal bir değişiklik bitkinin morfolojisine yansıdığını bildirmektedir.

Tuz stresi fotosentez üzerindeki olumsuz etkilerini değişik parametreler üzerine etkili olarak gerçekleştirmektedir. Yaprakların iç hücrelerindeki  $\text{CO}_2$  basıncı düşerken, stomaların geçirgenliğinde ve klorofil kapsamında da azalma olmaktadır (Güneş et al., 1996). Kloroplast iç yapılarında değişiklikler olurken, fotokimyasal ve karboksilasyon tepkimeleri de azalmakta ve dokularda çözünebilir şeker miktarı artmaktadır (Sharma and Hall, 1992; Salama et al., 1994). Araştırmacılar yaprakta çözünebilir şeker miktarının artmasının bitkinin bodur büyümesine bağlı olarak floem iletim borularında taşınan organik madde miktarının azalması nedeniyle ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Tuz stresindeki bitkilerin yapraklarında biriken absisik asitin stomaların kapanmasına ve fotosentezin azalmasına neden olduğu da saptanmıştır (Downton et al., 1988). Fotosentezde, sadece stomaların kapanmasıyla değil, tuzun kloroplastlar üzerindeki, özellikle elektron taşınmasındaki etkileriyle de bozulmalar görülebilmektedir.

Stres altında radikallerin artması, hücrede lipid, protein ve nükleik asitleri oksidatif zarara uğratarak, bitki metabolizmasında önemli tahribatlara yol açmaktadır. Tuz stresi altında oluşan radikaller, yaprakta membran lipidlerini tahrip ederek nekrozların, klorofilin parçalanmasına neden olarak klorozun ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Tuz stresi altında bitkilerde hücre tahribatı nedeniyle özellikle duyarlı genotiplerde lipid peroksidasyonu tolerant bitkilere göre daha fazla olmaktadır. Downton ve ark. (1985), 200 mM NaCl de büyütülen ıspanak yapraklarında klorofil miktarında azalma olduğunu saptamışlardır. Toplam klorofil miktarı içerisinde klorofil a'nın daha fazla etkilendiği ve parçalandığı saptanmıştır. Tuzlu koşullarda bitkilerde klorofil miktarındaki azalmanın klorofili parçalayan klorofilaz enzim aktivitesinin artmasına bağlı olduğu bildirilmiştir (Rao and Rao,

1981). Tuz stresi altındaki bitkilerde stomalar kapatılmakta, yaprak alanları da küçültülerek transpirasyon azaltılmakta ve böylece bitki, su kaybını en aza indirerek topraktan su ile birlikte yüksek miktarda tuz almayı engellemeye çalışmaktadır. Yaprak alanındaki azalmanın yanında birim alandaki CO<sub>2</sub> fiksasyonu da azalmaktadır. Bunlara respirasyon artması eşlik etmekte, yaşamak için yoğun enerji sarfeden bitki, daha az fotosentez yaparak harcadıklarını yerine koyamadığı için gelişme ve büyüme gerilemektedir. Tuza duyarlı olan bitkilerde tuz stresi başlangıçta solunumun hızla artmasına neden olurken stresin süresi uzadıkça büyümedeki gerilemeye bağlı olarak ortaya çıkan bitki metabolizmasındaki değişimler ve karbon asimilasyonun azalması nedeniyle solunumda önemli derecede azalmaya neden olmaktadır. Tuz stresi altında net CO<sub>2</sub> fiksasyonunun azalması; su noksanlığı, stomaların kapanışı, apoplastta tuzun birikmesi ve mezofil hücrelerinin turgoru kaybetmesi veya tuz iyonlarının doğrudan toksisitesi nedeniyledir (Karanlık, 2001). 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.

Tuzluluk, çoğunlukla yapraklarda erken yaşlanmaya neden olmaktadır (Sahu and Mishra, 1987; Yeo et al., 1991). Yaprak yaşlanması genellikle protein veya klorofil konsantrasyonundaki azalma (Chen and Kao, 1991; Chen et al., 1991) ve hücre zarı geçirgenliğindeki artışla (Dhindsa and Mathowe, 1981) ifade edilmektedir. Tuz stresinin yaprak yaşlanması üzerindeki özel etkisi, toksik iyonların (Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup>) birikmesi veya K<sup>+</sup> ve Ca<sup>+</sup> iyonlarının azalması etkisi nedeniyle ortaya çıkmaktadır (Yeo and Flowers, 1983; Yeo et al., 1991). Tuz stresinin neden olduğu yapraklardaki erken yaşlanma ile lipid peroksidasyonu ürünü olan malondialdehit (MDA) arasında bağlantı olduğundan bahsedilmektedir. MDA birikimi ile iyon sızması oranı (relative leakage ratio=RLR) arasında kuvvetli bir paralellik görülmektedir. Lutts ve ark. (1996), 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 peroksidasyon ürünü olarak



malondialdehid açığa çıkmakta, hücre zarı hasara uğramış olan genotiplerde hem MDA miktarı ve hem de RLR ya da iyon sızması yüksek değerlere ulaşmaktadır.

### **2.3. Bitkilerde Tuz Stresine Karşı Geliştirilen Uyum Mekanizmaları**

Abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuzluluk stresine karşı bitkiler, kendilerini koruyabilmek için birtakım savunma mekanizmaları geliştirmiştir. Tuza dayanıklılık; bir bitkinin protoplazmada ulaşılan aşırı tuz miktarının düzenlenmesi, tuz regülasyonu yolu ile olan kaçınma veya alternatif olarak, artan iyon konsantrasyonu ile bir araya gelen toksik ve ozmotik etkileri tolere etme yeteneği ile sağlanabilmektedir. Yapılan araştırmalarda tuz stresine karşı bitkilerin göstermiş oldukları reaksiyonlar üzerine bitki yaşı, tuzun uygulanma süresi ve dozunun önemli olduğu belirtilmektedir (Greenway and Munns, 1980).

Tuzlu koşullarda bitkiler kendilerine zarar verecek düzeyde bulunan  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının etkilerini farklı şekillerde azaltarak korunmaya çalışmaktadırlar. Bu korunma; 1) tuzun bünyeye alınmaması, tuzdan sakınım (exclusion); mekanizmada kök ve sürgünlerdeki tuz taşınımının engellenmesi söz konusudur. Özellikle de halofobik türlerde fazla miktardaki iyonlar; köklerde, sapın üst kısımlarında, yaprak ve çiçek saplarında tutulurlar. Böylelikle de tuzun meristemlere, gelişmekte olan yapraklara ve genç meyvelere ulaşan miktarı azaltılmış olur (Levitt, 1980, Marschner, 1995). 2) Tuz eliminasyonu; bitki tuzları kök ve sürgün yüzeyleri ile özelleşmiş bezler ve tüylerle dışarı atarak, uçucu metil halidleri serbest bırakarak ve tuz içeren kısımlarını dökerek, önemli miktarlardaki tuzu biriktiren yaşlı yaprakların absisyonu ile kendini aşırı tuzdan koruyabilir. Bu mekanizma aynı zamanda tuzu kabullenme (inclusion) mekanizmasıdır. Bu mekanizmaya sahip bitkiler  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarına doku toleransı gösterirler (Babourina et al., 2000). 3) Tuzun seyreltilmesi; tuz konsantrasyon artışını önlemek üzere suyun yeterli miktarda absorbe edilmesi sonucu hücre özsuyunun seyreltilmesi yolu ile gerçekleştirilmektedir. Tuzun seyreltilmesi tuz sukkulensi (hücrelerin depolama hacimlerinin tuz alınımı ile kademeli olarak artma göstermesi) ve tekrar dağılım ( $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  floemde kolaylıkla hareket edebildikleri için yüksek konsantrasyona ulaştıklarında bitkinin her yerine dağılımı ile seyreltilir) mekanizmaları ile gerçekleşmektedir (Wolf et al., 1991). Bir bitkinin tuzlu koşullarda hayat devresini tamamlayabilme ve diğer bitkilerle başarılı bir şekilde

rekabet edebilme yeteneği olarak tanımlanan tuz toleransı, bitkilerde gelişme evrelerine bağlı olarak değişim göstermektedir (Paleg and Aspinall, 1981).

Tuzun protoplastlardaki bölmelerde biriktirilmesi tuz stresine karşı kullanılan diğer bir mekanizmadır. Halofitler ve tuzlu topraklarda yaşayan karasal bitkiler, hücre özsularında tuz biriktirerek ozmotik potansiyellerini azaltırlar ve turgorlarını korumaya çalışırlar. Ozmotik potansiyel, tuz birikiminin yanı sıra, organik asitler ve karbonhidratlar ile de azaltılabilir. Tuz iyonlarının çoğunluğu vakuollerde biriktirilmektedir. Böylelikle sitoplazmanın ve en önemlisi de kloroplastların maruz kaldıkları konsantrasyonlar azaltılarak, bunların enzim sistemleri doğrudan tuz stresinden korunmuş olmaktadır. 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.

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 hücreleri 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  $\text{Na}^+$  iyonunu hücrelerden dışarıya pompalayarak tuzu bünyeden ihraç edebilmektedir.  $\text{Na}^+$  pompaları yardımıyla  $\text{Na}^+$  iyonlarının sitoplazmadan dışarıya atılması, bitkideki  $\text{Na}^+$  miktarının tolere edilebilir sınırlar içerisinde kalmasını sağlamaktadır (Yang et al., 1990). Bu durumda tuzdan sakınımın

sağlanması, enerji kullanımını gerektiren ihraç mekanizmasından da bahsetmek mümkündür (Hasegawa et al., 1986). 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 and Blumward, 2001). Tuza tolerans gösteren bitkilerde ise tuzu kabullenme ve buna karşı uyum sağlamaya yönelik bazı düzenlemelerin bitki bünyesinde gerçekleştirilmesinden bahsedilebilir. Bitkiler,  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  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 olduğu, köklerdeki bariyerler sayesinde pasif alım ile bünyeye giren  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonları yeşil aksama iletilmediği bildirilmiştir (Poljakoff-Mayber and Gale, 1975). Tuzu iyi tolere eden türlerde  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının yeşil aksamın çeşitli organlarında ve dokularındaki dağılımı önemlidir. Tuz stresine neden olan  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının daha çok yaşlı yapraklarda tutulması ve genç yapraklara iletiminde kısıtlamalara sahip olmaları, tuza tolerant bitkilerin en bilinen özelliklerindendir. Bu bitkilerde genç yapraklarda, yaşlı yapraklara göre daha yüksek  $\text{K}^+$  bulunmakta; yaşlı yapraklardaki potasyumun genç yapraklara floem yoluyla taşınması sonucunda bu dengenin sağlandığı rapor edilmektedir (Wolf et al., 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. Osmotik 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 osmotik uyum mekanizmalarından bir veya bir kaçına sahip olması gerekmektedir. Tuz stresi ile karşılaşan bitkilerde,

dışarıdan tuz iyonlarının bünyeye alınması veya bünye tarafından     nebilir organik maddelerin sentezlenmesi ve bunların hücre içinde biriktirilmesi yoluyla ozmotik uyum sağlanabilmektedir (Marschner, 1995). Bitkilerde ozmotik uyum terimi, Gabor ve ark. (1986) ve Weimberg (1986) tarafından, tuzluluk ya da su eksikliğine karŗı, iyonların, serbest amino asitlerin ve     nebilir şekerlerin aktif birikimi ile ozmotik potansiyelin dengelenmesi olarak tanımlanmıŗtır. Bir baŗka ifadede 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). Bitkiler stresle karŗı karŗıya gelince osmotik uyumu sağlamak amacıyla yapılarında d ŗ k moleküler ağrılıklarda suda     nebilir organik maddeler biriktirirler (Weimberg, 1987). Meneguzzo ve ark. (1998), üzerinde  alıŗtıkları iki değişik buğday çeşidinde iyon birikimi yoluyla tuza dayanımın ger ekleŗtiėini; 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 karŗı duyarlılığın d ŗ k olması gerekmektedir. Flowers ve ark. (1977), halofitlerde ve yarı dayanıklı glikofitlerde inorganik iyon biriktirme mekanizmasının iyi  alıŗabildiėini, bu mekanizma sayesinde tuzlu koŗullarda dıŗ ortamdaki su potansiyeli d ŗ k olduğu zaman turgorluluğun aynı düzeyde tutulabildiğini belirtmektedirler. Buna karŗılık glikofitlerde tuz zararının fazla iyon birikmesine bağlı olduğunu ve bu birikimin büyümeyi engellediğini gösteren kanıtlar bulunmaktadır (Greenway and Munns, 1980; Weimberg, 1986).

Stres faktörünün etkisine maruz kalan bitki hücrelerinde sentezlenen ve yine hücre içerisinde sitoplazma ve organellerde biriktirdiği bilinen maddelerin baŗında prolin ve glisinbetain gelmektedir. Tıprıdamaz ve Karakullukçu (1993) tarafından, domates embriyo kültürü sistemi kullanılarak yapılan bir araŗtırmada domates embriyoları 150 mM NaCl ilave edilmiŗ tuzlu ortam ve tuz katılmamıŗ kontrol ortamları ile, tuzun yanısıra değişik dozlarda prolin ve glisinbetain ilave edilmiŗ besin ortamlarına dikilmiŗtir. Tuzlu ortamlarda embriyo geliŗmesinde inhibisyon görülürken, besin ortamlarına tuzun yanında prolin veya glisinbetain ilave edilmesi embriyoların geliŗimi üzerine olumlu etkide bulunmuŗtur. Bu  alıŗma ile de bu

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 (Wyn Jones and Storey, 1978), bazıları stres sonrası dönemde azot miktarı ve enerjinin korunmasında rol oynadığı yönünde görüşler öne sürmüşlerdir.

## **2.4. Stres Koşullarında Serbest Oksijen Radikallerinin Sentezlenmesi ve Etkileri**

### **2.4.1. Oksijen ve özellikleri**

Oksijen bütün aerobik organizmalarda oksidatif reaksiyonlar için son oksidant olarak gereklidir. 1954'te Gersham and Gilbert, artan oksijen ( $O_2$ ) konsantrasyonunun canlı organizma için toksik olabileceğini ve radikal oluşumunun bu toksisitede büyük rolü olabileceğini öne sürmüşlerdir (Freeman and Crapo, 1982). Moleküler oksijenin toksik etki göstermesi, oluşturduğu süperoksit radikali ( $O_2^-$ ), hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), hidroksil radikali ( $OH^\cdot$ ) ve singlet oksijen ( $^1O_2$ ) gibi reaktif ara ürünler nedeniyle. Biyolojik sistemlerde moleküler oksijenin indirgenmesi sırasında oluşan bu ürünlere "reaktif oksijen türevleri" (ROT) denilmektedir (Rubanyi and Vanhutte, 1986a; b; Fridovich, 1995). Moleküler oksijenden oluşan radikaller biyolojik sistemler ya da organizmalar için ciddi bir tehlikedir. Reaktif oksijen türevleri belli redoks tepkimeler sırasında oluşabildiği gibi oksijenin tamamlanmamış indirgenmesi sırasında, mitokondride suyun yükseltgenmesinde ya da kloroplastlarda elektron aktarımı sırasında da oluşur. Singlet oksijen oluşumunu ( $^1O_2$ ) hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), superoksit anyon ( $O_2^-$ ), hidroksil radikal ( $OH^\cdot$ ) ve perhidroksil radikal ( $O_2H$ ) gibi diğer reaktif oksijen türevlerinin oluşumu izler. Ayrıca kloroplastlarda elektronlar doğrudan fotosistem 1'den oksijene aktarıldığı zaman süperoksit anyonlar ( $O_2^-$ ) anyonlar oluşur. Mitokondri ve kloroplastlarda elektron transport zincirinden sızan elektronlar normal aerobik metabolizmada  $O_2$  ile reaksiyona girer ve superoksit ( $O_2^-$ ), hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), hidroksil ( $OH^\cdot$ ) gibi aktif oksijen türevlerinin üretilmesine yol açar (Ashraf, 1994). Reaktif oksijen türevleri oksidatif fosforilasyonla bağlantılı olmayan endoplazmik retikular elektron transportunda da üretilirler (sitokrom-P450 ve sitokrom B5). Yüksek miktarda oksidaz enzimi (D-aminoasit oksidaz, a hidroksiasit oksidaz, yağasit-coenzim A oksidaz) taşıyan peroksizomlar  $H_2O_2$  üretim bölgeleridir. Bitki ve bakterilerde bulunan peroksidazlar oksidasyon esnasında  $O_2$



 retirler. Ayrıca temel durumdaki oksijenin energetik aktivasyonu ile singlet oksijen ( $^1O_2$ )  retilir (Anonymous, 2001).  $H_2O_2$  kuvvetli bir oksitleyici ajan olup süperoksit dismutasyonu sırasında ya da oksijenin doğrudan indirgenmesiyle oluşur ve hem oksidatif hasara neden olur hem de süperoksit radikali gibi yüksek derecede reaktif serbest radikalleri oluşturan bir zinciri başlatır. Sitotoksik olan bu aktif oksijen türevleri özellikle de hidroksil radikal ( $OH^\cdot$ ), lipitler (Asada, et al., 1977; Chauhan and Kumar, 1980), protein (Anonymous, 2000a; Banuls and Primo-Mile, 1992) ve nükleik asitler (Asch et al., 1995)  zerinde oksidatif zarar oluşturarak normal metabolizmanın bozulmasına yol açarlar.

Bitkiler biyotik veya abiyotik herhangi bir stres faktörü ile karşı karşıya kaldıklarında fotosentetik karbon metabolizması ve elektron taşınım aktivitesi azalmaktadır. Tuz stresi yaşayan bitkiler, kökleri yoluyla bünyelerine fazla miktarda toksik olabilecek tuz iyonlarını su ile birlikte almamak için su alımını yavaşlatmakta, su kaybını azaltarak canlılığını sürdürebilmek için stomalarını kapatmaktadırlar. Böylece fotosentezin temel maddelerinden biri olan karbondioksit girişi engellenmiş olmakta,  $CO_2$  fiksasyonu azalmaktadır. Stres koşullarında, bitkilerde biyosentetik reaksiyonların gerilemesi ve ATP'ye olan gereksinimin azalması sonucunda mitokondri ve kloroplastlardaki elektron taşıma sisteminde elektron fazlalığı oluşmaktadır (Eker, 2002). Fotosentez için absorbe edilen ışık enerjisi ve açığa çıkan elektronlar, yeterli  $CO_2$  olmadığından ve bu nedenle  $CO_2$  indirgenmesinde kullanılamadığından, kloroplastlarda biriktirilmekte ve moleküler  $O_2$ 'in aktivasyonunda kullanılmaktadır. Bu tür olumsuz koşullarda, fotosentetik kaynaklı elektronlar ve pigmentler tarafından absorbe edilmiş olan enerji,  $CO_2$  yerine moleküler  $O_2$ 'e aktarılmakta ve toksik etkileri çok yüksek olan oksijen radikalleri ve türevleri oluşmaktadır (Okuda et al., 1991; Asada, 1994; Foyer et al., 1994;  akmak, 1994). Bitki hücresinde toksik oksijen radikallerinin sentez yolları hakkında bazı genel bilgiler, Asada ve ark. (1977) tarafından yapılan açıklamalar ışığında aşağıda verilmiştir.

#### **2.4.2. Süperoksit radikali ( $O_2^\cdot$ ) sentezi**

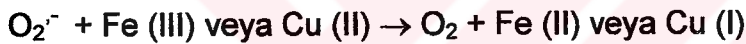
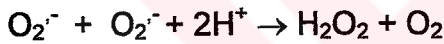
Moleküler oksijenin ışık enerjisi ile indirgenmesi (fotored ksiyonu) ilk kez 1951 yılında Mehler adlı araştırıcı tarafından tanımlanmıştır. İlk değerlendirmelerde kloroplastlardaki moleküler oksijenin fotored ksiyonu ile  $H_2O_2$ 'in üretildiği ileri



sürülmüştür. 1970'li yıllarda ise, bitkilerde oksijen indirgenmesinin ilk ürününün 'süperoksit' olduğu belirlenmiştir. Hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), ya süperoksitin ( $O_2^{\cdot-}$ ) yok edilmesiyle kendiliğinden, ya da süperoksit dismutaz enziminin katalitik etkisiyle oluşmaktadır:  $O_2^{\cdot-} + O_2^{\cdot-} + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2$  Bitki hücrelerindeki  $H_2O_2$ 'in büyük bir bölümü, süperoksit radikallerinin SOD aktivitesi ile dismutasyonu yoluyla üretilmektedir. Ancak bunun yanında süperoksit radikalının askorbat, tiyol, ferrodoksin ve mangan iyonları tarafından redüksiyonu yoluyla oluştuğu da bilinmektedir.

#### 2.4.3. Hidroksil radikali ( $OH^{\cdot}$ ) sentezi

Su, iyonize edici radyasyon veya ultraviyole ışıkla aydınlatıldığında başlıca iyonizasyon ürünlerinden biri olarak  $OH^{\cdot}$  üretilmektedir. Diğer organellerde olduğu gibi kloroplastlarda da hidroksil radikalının üretiminin olup olmadığı belirlenmemiştir. Hücredeki hidroksil radikalının en önemli sentez kaynağı, metaller tarafından katalizlenen Haber-Weiss reaksiyonu'dur:



Raeksiyonlarda da görüldüğü ve Baker ve Gebicki (1984)'nin de belirttiği gibi, süperoksit radikali, hidrojen peroksitin kaynağı ve aynı zamanda Fe(III) ve Cu(II) iyonlarının indirgeyicisi olmakta ve  $OH^{\cdot}$  radikalının sentezinde anahtar rolü oynamaktadır. Hidroksil radikali; hidrojen peroksit ve süperoksit radikali arasındaki tepkimelerde oluşmakta ve bu tepkimeler, indirgenmiş metaller tarafından hızlandırılmaktadır.

#### 2.4.4. Singlet oksijen ( $^1O_2$ ) sentezi

Klorofil tarafından ışık enerjisinin absorbe edilmesiyle 'aktif triplet klorofil molekülü' ( $^3Klo^*$ ) oluşmaktadır. Aktive olmuş klorofil molekülünün, absorbe ettiği enerjiyi moleküler oksijene aktarması sonucunda singlet oksijen üretilmektedir. Bununla birlikte, ışık altındaki kloroplastlarda singlet oksijene doğrudan rastlanmamıştır.

Asada ve Takahashi (1987), singlet oksijenin üretilse bile sulu ortamlarda çok kısa ömrünün olduğunu, çevresindeki moleküllerle yüksek oranda tepkimeye girdiğini ve üretildiği yerde tilakoid membranlardaki karotenoidler tarafından yok edildiğini bildirmektedirler. Araştırmacılar, tilakoid membranlarda yüksek düzeyde bulunan karotenoid miktarının, tilakoidlerde singlet  $O_2$  üretimi yapıldığının kanıtı olduğunu öne sürmektedirler. Bitkide tuz stresi altında açığa çıkan serbest oksijen radikalleri hücre zarlarında lipid peroksidasyonuna neden olmakta bu da hücre zarının tahrip olmasına yol açmaktadır. Toksik oksijen radikalleri tuz stresi 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. Çeşitli araştırmalar tuz stresi altında yetişen bitkilerde görülen nekrozların, oksijen radikallerince gerçekleştirilen hücre zarlarındaki lipid tahribatından; klorozun ise oksijen radikallerinin klorofili parçalamasından kaynaklandığını göstermektedir (Heat and Packer, 1968; Salin, 1987; Gepstein, 1988; Gossett et al., 1994a; Streb and Feierabend, 1996).

## **2.5. Bitkiler Tarafından Serbest Oksijen Radikallerine Karşı Geliştirilen Fizyolojik Mekanizmalar**

Bitkiler yüksek ışık intensitesi, ekstrem sıcaklıklar, kuraklık, herbisit uygulamaları veya mineral eksikliği gibi çevresel stres koşullarına maruz kaldıklarında reaktif oksijen türevleri üretimi ile antioksidant enzim aktiviteleri arasındaki denge bozulur ve oksidatif zarar ortaya çıkar (Chen et al., 1991; Caines and Shennan, 1999; Al-Karaki, 2000; Anonymous, 2000b). Canlı sistemler solunum sırasında  $O_2$  kullanır, bunun sonucunda toksik serbest  $O_2$  radikalleri açığa çıkar SOD bunları  $H_2O_2$  çevirir,  $H_2O_2$  te canlı sistemde bulunan CAT enzimi ile  $H_2O$ 'a çevrilir. Reaktif oksijen türlerinin detoksifikasyonu aerobik yaşam için zorunludur. Radikal tarafından oluşturulan hasar durumunda devreye giren savunma sistemleri; SOD, GR, CAT ve diğer hepoprotein peroksidazlar gibi hidroperoksidazları içeren enzimatik sistemler ile vitamin-E ( $\alpha$ -tokoferol), askorbik asit (askorbat), glutatyon,  $\beta$ -karoten ve zeaksantin karotenoidi gibi antioksidantlar olarak bilinen enzimatik olmayan koruyucuları içerir (Hochstein and Atallah, 1988; Simic, 1988; Çakmak and Marschner, 1992; Anderson, 1996; Noctor and Foyer, 1998).  $H_2O_2$ 'in neden olduğu hasarın potansiyeli CAT ve GR (GSH- Px) gibi iki enzimatik savunma ile azaltılır (Brent and Rumack, 1993).

Enzimatik yollarla toksik oksijen radikallerinin zararsız formlara dönüştürülmesi, yalnızca bitkilerde değil, son yıllarda tüm canlılarda hücre tahribatının önüne geçmede etkin olarak literatüre geçmiştir. SOD (EC 1,15,1,1), süperoksit radikalinin detoksifikasyonundan sorumlu enzimdir. Gossett ve ark. (1994a)'na göre SOD, süperoksitin ( $O_2^{\cdot-}$ ) en önemli öğütücüsüdür ve bu enzimatik aktivite,  $H_2O_2$  oluşumuyla sonuçlanır. AP (EC 1.11,1.11) ve GR (EC 1.6,4.2) enzimleri ise, beraberce hidrojen peroksitin detoksifikasyonunda belirleyici rol oynamaktadır (Çakmak et al., 1993).

Hidrojen peroksit, Calvin döngüsünün tiyol içeren enzimlerinin oksidasyonunda ve böylece fotosentezin engellenmesinde doğrudan rol oynamaktadır (Tanaka et al., 1982). CAT (EC 1.11,1.6), AP ve birkaç genel peroksidaz, hidrojen peroksitin parçalanmasını katalize etmektedir (Chen and Asada, 1998). Ancak Asada ve Takahashi (1987), katalazın etkisinin zayıf olması nedeniyle asıl detoksifikasyonun, 'askorbat-glutasyon döngüsü' olarak tanımlanan bir mekanizma sayesinde gerçekleştiğini bildirmektedir. AP, hidrojen peroksitin detoksifikasyonunda belirleyici ana rolü üstlenmiştir. Bu işlevi gerçekleştirmek için AP enzimi, askorbik asiti kullanmakta ve reaksiyon sonucunda monodehidro askorbat ile su ürün olarak çıkmaktadır. Askorbat'a bağlı  $H_2O_2$  dönüştürme sistemi; AP'ın yanında monodehidroaskorbat redüktaz (EC: 1.6,5.4), dehidroaskorbat redüktaz (EC: 1.8,5.1) ve glutasyon redüktaz (GR) enzimlerine de ihtiyaç duyar (Hossain et al., 1984; Bowler et al., 1992). Bu enzimlerin işbirliği, zararlı aktif oksijenlerin olumsuz etkilerini gidermede büyük önem taşımaktadır. Hidrojenperoksitin zararsız hale getirilmesindeki reaksiyon sıralamasında önce AP'ın enzimatik işlevi sonucunda monodehidroaskorbat radikalleri üretilmekte; bunlar NADPH-bağlı monodehidroaskorbat radikal redüktaz tarafından dehidroaskorbata indirgenmektedir. Dehidroaskorbat, enzimatik olmayan bir yolla glutasyon'un indirgenmesiyle ve dehidroaskorbat redüktaz enzimi aktivitesiyle enzimatik yolla askorbat'a indirgenir. Okside glutasyon, NADPH-bağlı GR enzimi sayesinde indirgenmiş bir yapıya dönüşür (Gossett et al., 1994a). Askorbik asit (askorbat), vitamin-E ( $\alpha$ -tokoferol), glutasyon,  $\beta$ -karoten ve zeaksantin karotenoidi gibi bazı bilinen maddeler, stres koşulları altında ortaya çıkarak toksik etki yapan

serbest oksijen radikallerine karşı bitkilerin kullandığı enzimatik olmayan en önemli antioksidantlardır (Çakmak and Marschner, 1992).

## **2.6. Tuza Tolerant Genotiplerin Seçiminde Kullanılan Parametreler**

Tuz stresine karşı tolerant bitkilerin geliştirilmesine yönelik olarak yapılan çalışmaların bir kısmı var olan populasyonlardan seçim yapma kapsamında yoğunlaşırken, moleküler düzeyde yapılan araştırmalar ise tuza toleranstaki etki mekanizmalarını kontrol eden genlerin belirlenmesi ve bunların istenen bitkilere aktarılması üzerinde yoğunlaşmaktadır. Ashraf (1994), genetik kaynaklar arasında tuza tolerans 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 bir karakter olması, tuza dayanıklı genotip belirlemede kullanılan parametrelerin her bitki türü veya genotipinde beklenen sonuçları vermemesi ve mekanizmaların tam olarak aydınlatılamamış olması dayanıklılık ıslahı programlarının oluşturulmasını zorlaştırmaktadır. Tuza tolerans, kuraklık, yüksek veya düşük sıcaklık, don zararı gibi diğer abiyotik stres konularına göre üzerinde daha fazla çalışılan bir konudur (Aktaş, 2002). Tuzluluğa karşı dayanım sağlayan birçok mekanizma, aynı zamanda diğer abiyotik stres faktörlerine toleransın oluşmasıyla da ilgili bulunmaktadır. Zhu ve ark. (1997), tuza tolerans özelliği gen aktarımı yoluyla elde edilen transgenik bitkilerin kuraklık ve don zararına da dayanıklı olabildiğini ifade etmektedir. Bitkilerde meyve şekli ve iriliği ile tuza tolerans arasında bir ilişkinin bulunduğu domatestte çalışan bazı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Anastasio et al., 1987; Shannon et al., 1987). Caro ve ark. (1991)'nin konuyu incelemek amacıyla yaptıkları çalışma, bu bilgileri teyit etmektedir. Gerçekten de kiraz domatesi (Cherry tomato) olarak adlandırılan çeşitlerin, 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 (*L. 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. 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 and Stewart, 1983). Yapılan çalışmalar, prolin birikiminin türe özgü bir karakter taşıdığını (Cavallari and Huang, 1979) ve stres koşulları altında bitkilerde değişik miktarlarda biriktiğini (Hanson et al., 1977; Singh and Rai, 1981; Aloni and Rosenstein, 1984; Bal et al., 1984) göstermiştir.

Aspinall ve Paleg (1981), bitki türleri içerisinde genotipler düzeyinde stres koşulları altında prolin biriktirme yetenekleri bakımından farklılıklar bulunduğunu, özellikle de tahıllarda (Paleg and 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 (Palfi and Juhansz, 1971). Buna karşılık değişik domates (Aloni and Rosenstein, 1984), nohut (Singh and Rai, 1981; Pandey and Ganapathy, 1985), patates (Levy, 1983), soya fasulyesi (Moftah and Mickhel, 1987) ve arpa (Hanson et al., 1979) çeşitleri ile yapılan çalışmalarda tolerant çeşitlerin prolin biriktirme yeteneklerinin duyarlı olanlara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Biberde tuz stresi üzerinde çalışan Güneş ve ark. (1996), NaCl tuzu uyguladıkları bitkilerde prolin artışı belirlemişler; domateste tuz uygulamaları yapan Alian ve ark. (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 karşılaşılmaktadır. Soliman ve Doss (1992), 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 dayanım sağladığı görüşünden ziyade; tuz stresi sonucunda bitkilerde biriken bir organik bileşik olduğu görüşü güçlenmektedir. Buna benzer olarak bazı araştırmacılar, prolin birikimi stresin yarattığı metabolik düzensizliklerin rastlantısal bir sonucu olduğunu ve hiçbir adaptif değere sahip olmadığını ileri sürmektedirler (Hanson et al., 1977; Fukutoku and 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 organik maddelerden birisidir. Betain maddesinin, bitki metabolizması için toksik olmadığı ve koruyucu sitoplazmik ajan olarak rol oynadığı iddia edilmektedir (Wyn Jones et al., 1984). Betain birikiminin ıslah çalışmalarında stres toleransı için özellikle *Gramineae*'lerde değerli bir metabolik kriter olabileceği ileri sürülürken (Hitz et al., 1982); bitkilerde strese toleransın betain birikimi sayesinde arttığını gösteren kesin bir kanıt bulunmamaktadır (Poljakoff-Mayber et al., 1987). Ancak tahıllar grubundan buğdayda tuza tolerans ile genç yapraklarda glisin betain birikimi arasında önemli bir ilişkinin bulunduğu da kaydedilmektedir (Colmer et al., 1995).

Bitkilerin  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarını kendilerinden uzak tutmaları sayesinde tuz toleransı sağlayabildikleri bilinmektedir. Rush ve Epstein (1981), domateste  $\text{Na}^+$  akümüasyonu miktarının tuza tolerant genotip seçiminde iyi bir indeks olabileceğinden söz etmekte; Caro ve ark. (1991) ise, bu görüşü destekledikleri gibi domateste tuza tolerant genotiplerin seçilmesi için yapraklardaki  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyon miktarlarının iyi birer seçim kriteri olduğunu bildirmişlerdir.

Soliman ve Doss (1992), domateste tuz stresi altında tolerant ve duyarlı çeşitte  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyon birikimini incelemişler; her iki iyonun olgun ve yaşlı yapraklarda



daha fazla biriktiğini gözlemlemişlerdir. Santa-Maria ve Epstein (2001), tuzlu koşullarda buğday bitkilerinde  $\text{Na}^+$  iyonunun genç yapraklardan uzaklaştırıldığı ve birikimin yaşlı yapraklarda yapıldığını hatırlatmaktadır. Asch ve ark. (2001), çeltik bitkisinde tuza tolerans özelliği bakımından yapılacak bir seçme için  $\text{Na}^+$  iyonu miktarının önemli bir parametre olabileceğinden bahsetmektedir. Ayrıca tuza toleransın belirlenmesinde genç yapraklardaki sodyum miktarının; bitkinin tüm yapraklarındaki toplam sodyum miktarına olan oranının önemli olabileceği vurgulanmaktadır. Cuartero ve Fernandez-Munoz (1999), domateste tuzluluğun yaprak ve köklerde  $\text{Na}^+$  konsantrasyonunda artışa neden olduğunu, yüksek  $\text{Na}^+$  konsantrasyonunda yaprakların ozmotik potansiyelinin düştüğünü ve böylece bitkinin yeniden su alımının sağlanabildiğini açıklamakta;  $\text{Na}^+$  iyonlarının yaşlı yapraklarda biriktirilerek genç yapraklarda daha düşük tutulma yeteneğinin, tuza toleransı sağlayan bir mekanizma olduğunu ileri sürmektedir. Diğer taraftan, bitkilerdeki  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  yada  $\text{Ca}^+/\text{Na}^+$  oranının tuza toleransın belirlenmesinde uygun bir seçim kriteri olabileceği ileri sürülmüştür (Levitt, 1980; Chauhan and Kumar 1980; Hajibagheri et al., 1987). Bitkilerin tuzlu koşullarda almış oldukları  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ve  $\text{Ca}^{+2}$  miktarları,  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  ve  $\text{Ca}^+/\text{Na}^+$  oranlarına etki yapmaktadır. Bitkilerde  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  ya da  $\text{Ca}^+/\text{Na}^+$  oranının yüksek olması, tuza toleransı artırmaktadır.  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranının yüksek olması, bitkinin  $\text{Na}^+$  iyonu yerine  $\text{K}^+$  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.  $\text{K}^+$  iyonunun tercih edilmesi sonucu  $\text{Na}^+$  iyonu alımı azalmakta ve bunun tuza dayanımı artırdığı Al-Karaki (2000) tarafından da kaydedilmektedir.

Bitkilerin tuzlu koşullarda  $\text{Na}^+$  iyonu yerine  $\text{K}^+$  veya  $\text{Ca}^{+2}$  iyonlarını almayı tercih etmelerini sağlayan seçicilik özelliğinin gelişmiş olması ve buna bağlı olarak ölçülen yüksek  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  ve  $\text{Ca}^+/\text{Na}^+$  oranları, tuza tolerant genotip seçimlerinde kullanılabilecek güvenilir bir parametre olarak görülmektedir (Muhammed et al., 1987; Maathuis and Amtmann, 1999). Çeltik tohumunun ekiminden 60 gün sonra, bitkinin en genç üç yaprağındaki  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranının, tuzluluk şartlarında, yeşil ürün kaybı hakkında bir fikir verebileceği ve genotip dayanıklılığını yansıtabileceği ileri sürülmektedir. Asch ve ark. (2001) tarafından tuza dayanıklı çeltik çeşidinin ıslahında; bu kriterin çimlenme oranı ve fide yaşama oranı gibi diğer bazı

parametrelerle beraber kullanılması halinde başarılı sonuçlar alınabileceği rapor edilmiştir. İki değişik *Sorghum* çeşidinde yapılan tuz stresine tolerans çalışmasında, tuza tolerans gösteren çeşidin  $K^+/Na^+$  oranı kökte ve yeşil aksamda yüksek bulunmuş, duyarlı çeşitte ise bu oranın daha düşük olduğu saptanmıştır (Yang et al., 1990). Volkmar ve ark. (1998), tahıllarda gerçekleştirdikleri bir araştırmada, bitkideki  $K^+/Na^+$  oranının tuza toleransta seçici bir parametre olabileceğini, ancak tek başına yeterli görülmeyip başka kriterlerle de desteklenmesi gerektiğinden bahsetmektedir. Karanlık (2001), tarafından yapılan bir araştırmada da tuza tolerant buğday genotipinde, yeşil aksamdaki  $Na^+$  iyonu daha az bulunmuş bu sayede  $K^+/Na^+$  oranı yüksek olan bu genotipin, duyarlı buğday genotipine oranla tuz stresine daha toleranslı olduğu belirlenmiştir

Aktaş (2002) tarafından 102 farklı biber tür ve çeşitinde tuza toleransın belirlenmesine yönelik olarak değişik parametreler incelenmiş, yapraklardaki toksisite semptomlarının, yapraklardaki  $Na^+$  ve  $K^+/Na^+$  oranı ile yakından ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Bunun ardından, dayanıklı ve duyarlı genotiplerin melezlenmesiyle elde edilen generasyonlarda bitkilerin  $K^+/Na^+$  oranının kalıtımı incelenmiş, bu özelliğin kalıtımının tek bir gen çifti tarafından kontrol edilebileceğine yönelik bulgular elde edilmiştir. Yaşar (2003), patlıcanda yaptığı çalışmada 150 mM tuz uygulamasından sonra genotiplerin bünyelerine  $Na^+$  iyonu girişinin çok miktarda arttığını, artışın genotiplere göre farklılık gösterdiğini, yapraklarda daha az  $Na^+$  biriktiği taktirde tuza dayanımının arttığını, bünyesinde potasyum iyonunu biriktiren genotiplerin daha dayanıklı olduğunu,  $K^+/Na^+$  oranının tuza tolerans için önemli bir parametre olabileceğini bildirilmiştir. Araştırmada ayrıca yüksek düzeyde antioksidant içeren bitkilerin oksidatif zararlanmaya daha yüksek düzeyde dayanım gösterdikleri de rapor edilmiştir. Tuz stresi altında bulunan bitkilerde serbest oksijen radikallerine karşı bitkiyi koruyan enzim aktivitelerinin dayanıklı genotiplerde daha yüksek olduğu, yapılan başka araştırmalarla da belirlenmiştir (Dhindsa and Mathowe, 1981; Wise and Naylor, 1987; Chen et al., 1991; Çakmak and Marschner, 1992; Polle et al., 1992; Gossett et al., 1994a; Gosset et al., 1996; Cho et al., 1996; Caines and Shennan 1999; Anonymous, 2001). Sekiz haftalık pamuk bitkisinin yapraklarında antioksidant enzimler ve tuza tolerans arasındaki ilişkiyi; tuza tolerant ve duyarlı iki çeşit kullanarak gösteren Gossett ve ark. (1993), yüksek tuz toleransına sahip olan

Acala pamuk çeşidinde yüksek düzeyde CAT, peroksidaz ve GR artışı olduğunu belirlemişlerdir. Hernandez ve ark. (1995), tuza tolerant ve duyarlı bezelye çeşitlerinde tuz stresi altında tolerant çeşitteki APaz, GRaz, MDHARaz, Mn-SOD ve DHARaz aktivitelerinde artış olduğunu, Cu-Zn-SOD aktivitelerinin değişmediğini, duyarlı bezelye çeşidinde ise bu enzimlerin aktivitesinde azalma görüldüğünü kaydetmişlerdir. Gosset ve ark. (1996), tuza toleranslı pamuk çeşitlerinde CAT ve peroksidaz enzim aktivitelerinin yüksek olduğunu, duyarlı çeşitlerde ise bu aktivitelerin ya değişim göstermediğini ya da azaldığını belirlemişlerdir.

Lechno ve ark. (1997), tuz stresi altında hıyar bitkisinde antioksidatif enzim aktivitelerindeki değişimi incelemişler, CAT ve GR enzim aktivitesinin tuz uygulamasıyla birlikte arttığını, SOD aktivitesinde ise herhangi bir farklılığın ortaya çıkmadığını belirlemişlerdir. 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 CAT enzimlerinin aktiviteleri ile lipid peroksidasyonu düzeyinin sınırlanması arasında pozitif etkileşim olduğunu belirlemişlerdir. Kuraklığa duyarlı *Cratoneuron filicinum* bitkisi ile yapılan çalışmada olduğu gibi kontrol edilemeyen lipid peroksidasyon düzeyinin, sınırsız hücre zarı hasarına, hücre sıvısının kaybına ve sonuçta ölüme neden olduğu açıklanmaktadır. Lipid peroksidasyonu, bu işlemin bir ürünü olan ve MDA adı verilen bir madde yardımıyla ölçülebilmekte; MDA hücre zarı hasara uğradığında açığa çıktığından; yüksek miktarda bulunması hücre zarının tahrip olduğunu, düşük miktarda bulunması ise hücre zarı yapısının bozulmadığını veya az seviyede etkilendiğini göstermektedir. Patlıcanda yapılan bir çalışmada da tuza

toleraslı genotiplerde MDA miktarının düşük, tuza duyarlı olan genotiplerde ise yüksek olduğu bildirilmiştir (Yaşar, 2003).

## **2.7. Bitki Doku Kùltürlerinin Tuz Stresi Çalışmalarında Kullanımı**

Bitkilerin tuza karşı toleransını belirlemek için yapılan çalışmaların bir kısmı tarla denemeleri bir kısmı da fide denemeleri şeklinedir. Ancak arazi denemelerinde topraktaki yüksek heterojenite oranı, sonuçlar üzerinde farklı etkiler oluşturabilmektedir. Tuza toleransın belirlenmesinde yararlanılan bir diğerk uygulama da tohum çimlendirme testleridir (Akıncı, 1996). Ancak Qureshi ve ark. (1990)'nın buğday da, Bozcuk (1989)'un domates, arpa ve pamukta, Çiçek (1999)'in mısırdada yaptıkları tuza tolerant genotip seçimi çalışmalarında belirledikleri gibi, tohum çimlenme dönemindeki tuza tolerans davranışı ile, fide aşamasındaki sonuçlar her zaman birbiriyle uyumlu olmamaktadır.

1970'li yılların başından itibaren gelişmiş ölkelerde başta olmak üzere dünyanın birçok ölkesinde ve Türkiye'de bitki doku kùltürleri konusunda çalışmalar büyük rağbet görmüştür. Bitki, organ, doku, hücre veya hücre kısımlarının yapay besin ortamları üzerinde aseptik koşullar altında çeşitli amaçlarla yetiştirilmesi olarak tanımlanan bitki doku kùltürleri araştırcılara, bitki yetiştiricilerine ve ışlahçılara çok değışik olanaklar sunmaktadır. Yukarıda sözü edilen klasik yöntemlerle genotiplerin tuza tolerans düzeyinin belirlenmesi mümkün olsa da, bunların olumsuz yanları bulunmaktadır. Doku kùltürleri kullanıldığında bu olumsuzluklardan kurtulmak söz konusu olduğu gibi, her türlü çevresel faktörün ve beslenmeden doğabilecek farklılıkların ortadan kaldırıldığı tam kontrollü koşullarda çalışmak mümkün olabilmektedir. Değışik bitki türlerinde, doku kùltürü yöntemi kullanılarak dünyada ve ölkemizde tuza tolerans bakımından çeşit düzeyinde farklılıklar ortaya konmuştur.

Ercan ve Gülcan (1992), Sivritepe (1995), asma bitkisinde değışik çeşit ve anaçların tuza dayanımlarını *in vitro* koşullarda incelemişlerdir. Her iki araştırma sonuçları, asmada türler ve çeşitler arasında tuza tolerans bakımından önemli düzeyde farklılığın *in vitro* koşullarda ortaya konabildiğini ve elde edilen sonuçların daha önceden *in vivo*'da elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğunu, dolayısıyla doku kùltürünün bitki tür ve çeşitlerinin tuza tolerans durumlarını belirlemede germplasm

taramalarında güvenilir biçimde kullanılabileceğini göstermiştir. Tuzluluğa karşı hücresel düzeydeki yanıtların belirlenmesine yönelik olarak yapılmış doku kültürü çalışmalarına çeşitli bitki türlerinde rastlanmaktadır. Ben-Hayyim ve ark. (1987), *Citrus* hücre kültürlerinde NaCl tuzluluğuna tolerant hücre seçmeye çalışmışlar, bu amaçla ortama ilave edilen PEG, NaCl ve  $\text{CaCl}_2$  maddelerinin her üçünün de hücre içindeki  $\text{K}^+$  iyonunda artışa neden olduğu,  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranının önemli bir kriter olduğu ve tuza maruz kalan hücrelerin toleransında  $\text{K}^+$ 'un anahtar rol oynayabileceği kanısına varmışlardır. Stres koşullarında sentezlenen organik bileşikler; şekerler, organik asitler, polioller, aminoasitler ve bunların azot metillenmiş türevleri olarak sıralanmaktadır (Weimberg, 1986; Moftah and Michel, 1987; Ashraf, 1989). Tuza tolerant ve duyarlı iki tütün çeşitine ait hücre kültürlerine %1.5 oranında NaCl uygulandığında, her iki çeşitte 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 (Qureshi et al., 1990). Ashraf (1994), stres koşullarında prolin akümüülasyonunun 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 tuza duyarlı ve tuzlu kültür koşullarına adapte olmuş iki hücre hattına 85.5 mM NaCl uygulamışlardır. Tuzluluğa adapte olmuş kalluslarda protein, şeker, amino asit, organik asit ve askorbik asit birikimi; diğer kalluslardan daha yüksek değerler vermiştir. Tuz uygulamasında adapte olmuş kalluslarda hücreler arasında  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyon birikimi ve bununla birlikte başta indirgenmiş şekerler olmak üzere askorbik asit ve serbest amino asitler artmıştır. Araştırmacılar; yüksek konsantrasyonlardaki bazı organik çözünebilir maddelerin oksidatif strese neden olan radikallerin yok edilmesinde etkili olabildiğinden ve şekerlerin bu görevi üstlenmiş olabileceğinden bahsetmektedirler. Ayrıca çözünebilir şekerlerin hidroksil radikalini ortadan kaldırma özelliği sayesinde, adapte olmuş kalluslarda düşük oranda lipid peroksidasyonu ortaya çıkmış olabileceğini de vurgulamaktadırlar. Cowpea bitkisinde hücre kültürlerinden NaCl tuzuna tolerant hücre hatları elde edilmiş ve duyarlı hücre hattında prolin birikimi meydana



gelmezken, tolerant hücre hattında bu amino asitin birikimi kaydedilmiştir (Pandey and Ganapathy, 1985). Tam bitkilerde olduğu gibi, *in vitro* kültür ortamlarında da birbiriyle uyuşmayan bulgular, prolinin tuz stresine toleranstaki gerçek işlevi konusunda hala tartışmalıdır. Arpa embriyolarını tuz ilave edilmiş besin ortamlarında kültüre alan Lone ve ark. (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. Tıpırdamaz ve Karakullukçu (1993) tarafından yapılan çalışmada domatesta 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 etkileri açıkça gözlenmiştir. Prolin ve glisin betain'in, bitki tarafından  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyon alımı üzerinde etkili olduğu, özellikle prolin içeren ortamlarda bitkiler tarafından ortamdan daha az miktarda  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  alındığı elde edilen bulgular arasında yer almıştır. Demir ve Kocaçalışkan (2002) da, yaptıkları çalışmada fasulye fidelerine  $\text{NaCl}_2$  ve prolini beraber veya tek başına uyguladıklarında, polifenoloksidaz (PPO) aktivitesinin kontrole göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır.  $\text{NaCl}_2$  fidelerin dokularında protein miktarını azaltırken prolin yada  $\text{NaCl}_2$  ile prolin beraber uygulandığında dokulardaki protein miktarı oldukça yüksek bulunmuştur. Çalışmanın sonuçları prolinin tuz stresi koşullarında enzimleri dengeleyici rolü olabileceği hipotezini güçlendirmektedir.

Kallus ve hücre süspansiyon kültürleri, abiyotik stres koşullarına tolerant, herbisitlere dayanıklı, ya da bazı fungal hastalık etmenlerine dayanıklı çeşit ıslahında yararlanılabilecek bir teknik olarak da kullanılabilmektedir. 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 and Flowers, 1993). Bressan ve ark. (1985) ve Nabors ve ark. (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 ve ark. (1980) ve yonca ile çalışan Croughan ve ark. (1978) tuza tolerant hücre hatlarından bitki geliştirebildiklerini kaydetmişlerdir. Ellialtıoğlu ve Tıprıdamaz (1998b), kereviz kalluslarını kontrol ortamı ile iki farklı NaCl dozu içeren ortamlarda kültüre almıştır. Kallus yaş ağırlığındaki artış ile prolin miktarındaki değişimler ve  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  iyon miktarları belirlenen kallus dokularında ayrıca somatik embriyo oluşumu da takip edilmiştir. 300 mM NaCl ve üzerindeki dozların kereviz türü için 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 seçim denemelerinde kullanılabileceğine işaret etmişlerdir. Yaşar (2003), patlıcanda yaptığı çalışmada tuza toleranslı genotip kalluslarında CAT, AP, GR ve SOD enzim aktivitelerinin yüksek, duyarlı genotiplerde ise bu enzim miktarlarının düşük bulunduğunu ayrıca bu sonuçların *in vivo* koşullarda elde edilen sonuçlarla birbirini destekler nitelikte olduğunu bildirilmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Denemede *L. esculentum* türüne ait 22 yerli domates genotipi ile *L. pennellii*, *L. peruvianum*, *L. hirsutum* yabancı türleri olmak üzere toplam 25 domates genotipine ait tohumlar kullanılmıştır. Tohumlar Ege Tarımsal Araştırma Merkezinden temin edilmiştir. Bu genotiplerin isimleri, türleri ve temin edildiği lokasyonlar Çizelge 3.1' de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Denemede kullanılan domates genotipleri, ait olduğu türler ve temin edildiği lokasyonlar.

| Kod no | Genotip adı | Tür adı              | Lokasyonlar                       |
|--------|-------------|----------------------|-----------------------------------|
| 2      | TR 40395    | <i>L. esculentum</i> | Diyarbakır/Şeyhkent               |
| 3      | TR 40397    | <i>L. esculentum</i> | Diyarbakır/Merkez                 |
| 5      | TR 47815    | <i>L. esculentum</i> | Adıyaman/Samsat, Sütbulak         |
| 8      | TR 48938    | <i>L. esculentum</i> | Kastamonu/Tosya, Merkez           |
| 11     | TR 52361    | <i>L. esculentum</i> | Kars/Kötek                        |
| 15     | TR 52428    | <i>L. esculentum</i> | Erzurum/Tortum, Kale              |
| 22     | PI 899-01   | <i>L. peruvianum</i> | Almanya orjinli                   |
| 24     | H 2274      | <i>L. esculentum</i> | Yerli Sofralık çeşit              |
| 25     |             | <i>L. esculentum</i> | Rio grande Sanayi Tipi (salçalık) |
| 1      | TR 40361    | <i>L. esculentum</i> | Mardin/Kızıltepe, Sancaklı        |
| 6      | TR 47865    | <i>L. esculentum</i> | Şanlıurfa/Bozova, Geçitbaşı       |
| 7      | TR 47882    | <i>L. esculentum</i> | Şanlıurfa/Bozova, Arıköy          |
| 10     | TR 49646    | <i>L. esculentum</i> | İzmir/Kiraz, Karaburç             |
| 13     | TR 52377    | <i>L. esculentum</i> | Kars/Kötek                        |
| 14     | TR 52414    | <i>L. esculentum</i> | Erzurum/Tortum, Esendurak         |
| 16     | TR 55711    | <i>L. esculentum</i> | Trabzon/Araklı, Yalıboyu          |
| 17     | TR 61697    | <i>L. esculentum</i> | Muğla/Milas, Dereköy              |
| 19     | TR 63233    | <i>L. esculentum</i> | İzmir/Bergama, Kozluca            |
| 20     | TR 68516    | <i>L. esculentum</i> | Bartın/Arit Beldesi, Merkez       |
| 26     | TR 40532    | <i>L. esculentum</i> | Elazığ/Mollakendi                 |
| 27     | TR 48940    | <i>L. esculentum</i> | Gaziantep/Nizip, Belkıs           |
| 28     | TR 61870    | <i>L. esculentum</i> | Denizli/Çal, Şapçılar             |
| 29     | TR 52376    | <i>L. esculentum</i> | Kars/Kötek                        |
| 30     | PI 8996-01  | <i>L. hirsutum</i>   | Almanya Humb, Et boupi            |
| 31     | PI 8982-01  | <i>L. pennellii</i>  | Amerika orjinli                   |

### 3.2. Yöntem

Bu çalışmada; domateste tuza dayanıklılık bakımından genotipler arasında olabilecek farkları ortaya çıkarmak, tuza dayanıklılıkta kullanılacak önemli seçim parametrelerini belirlemek, domateste antioksidant enzim aktiviteleri ile tuza dayanıklılık yeteneği arasındaki ilişkiyi bitkide (*in vivo*) ve kallus kültüründe (*in vitro*) olarak araştırıp ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Çalışmalar iki aşamada yürütülmüştür. Öncelikle seçim aşamasında 150 mM tuz (NaCl) stresi altında 14 ve 28 gün süreyle büyütülen farklı domates türü ve genotiplerinde (25 genotip) fizyolojik gelişmeler ve temel büyüme parametreleri (bitki boyu, yaş kuru ağırlıkları, yaprak sayısı, yaprak alanı) ile ayrıca fizyolojik ve biyokimyasal değişimler (klorofil miktarı, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> iyon miktarları ve MDA miktarı) değerlendirilerek genotipler tuza dayanıklılık bakımından sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Çalışmanın ikinci aşamasında sınıflandırma sonunda dayanıklı ve duyarlı oldukları belirlenen genotiplerde, seçim aşamasında yapılan analiz ve gözlemlere ilave olarak bazı antioksidant enzim (CAT, AP, GR ve SOD) aktiviteleri, 10 gün süreyle tuz uygulaması ile *in vivo* olarak su kültüründe ayrıca kontrol ve tuz stresi şartlarında elde edilen kallus kültüründe *in vitro* olarak incelenmiştir.

#### 3.2.1. Su kültürü çalışmaları

Denemede tam kuvvetteki Hoagland besin çözeltisinden (Hoagland and Arnon, 1938) hazırlanan ½ kuvvetteki Hoagland çözeltisi esas kültür çözeltisi olarak kullanılmıştır. Tam kuvvetteki Hoagland besin çözeltisinin bileşimi çizelge 3.2'de verilmiştir. ½ kuvvetteki Hoagland kültür çözeltisi ile sulanan bitkiler kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Tuz stresi çalışmalarında ise esas kültür çözeltisi (kontrol) olarak kullanılan ½ kuvvetteki Hoagland kültür çözeltisine 150 mM NaCl ilave edilerek hazırlanan tuzlu kültür ortamı kullanılmıştır.

#### 3.2.2. Deney koşulları

Çimlenme ve büyüme devresini kapsayan tüm denemeler bitki büyütme odasında kontrollü koşullarda yapılmıştır. Her iki devrede de bitki büyütme odasındaki sıcaklık 25±2 °C ve bağıl nem % 65±5'e ayarlanmış deney süresince koşullar sabit tutulmuştur. Çimlenme devresinde tohumları içeren kültür kapları karanlıkta bırakılmıştır. Büyüme devresinde ise bitkiler 16/8 saat aydınlık/karanlık periyoduna

bırakılmıştır. Işık şiddeti bitki yaprak yüzeyinden 13500 lüks olacak şekilde % 90'ı floresans lamba, % 10'u ise inkandescent lamba ile sağlanmıştır.

**Çizelge 3.2.** Hoagland kültür çözeltisinin bileşimi (Hoagland and Arnon, 1938).

| <b><u>Makro Elementler</u></b>                                                     | <b><u>g/lt*</u></b> |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . 4H <sub>2</sub> O                              | 0.821               |
| KNO <sub>3</sub>                                                                   | 0.506               |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                                                    | 0.136               |
| MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O                                              | 0.120               |
| <b><u>Mikro Elementler</u></b>                                                     | <b><u>mg/lt</u></b> |
| C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> FeO <sub>7</sub> . 5H <sub>2</sub> O (Ferric sitrat) | 50.00               |
| MnCl <sub>2</sub> . 4H <sub>2</sub> O                                              | 1.80                |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>                                                     | 2.90                |
| ZnCl <sub>2</sub>                                                                  | 0.12                |
| CuCl <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O                                              | 0.05                |

\* ½ oranında sulandırılmış Hoagland çözeltisi hazırlamak için belirtilen makro ve mikro element miktarları 2 lt, distile suda eritilmiştir. Çözeltinin pH'sı 0.05 M KOH ile 5.7-5.8'e ayarlanmıştır.

### 3.2.3. Tohum çimlendirme yöntemi

Çalışmamızda kullanılan tüm genotiplere ait sağlam ve benzer büyüklükte yeteri kadar tohum seçilmiştir. Tohumların yüzeysel sterilizasyonu Ellis ve ark. (1988)'nin yöntemine uyularak gerçekleştirilmiştir. Buna göre tohumlar bir veya iki damla Polioxyethylensorbitanmonolaurat (tween 20) içeren % 20'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 15 dakika tutulmuştur. Bu sürenin sonunda 3 defa 5'er dakika süreyle distile su ile yıkanan tohumlar çimlendirme kaplarına alınmıştır. Çimlendirme kabı olarak 20x14x6 cm boyutlarında kapaklı plastik kaplar kullanılmıştır. Etiketli çimlendirme kaplarının içine ince bir tabaka pamuk ve bunun üzerine iki tabaka kurutma kağıdı yerleştirildikten sonra tohumlar kurutma kağıdının arasına dizilerek bırakılmışlardır. Pamuk ve kurutma kağıdı 20 ml distile su ile nemlendirilmiştir. Çimlendirme kaplarının kapakları kapatılıp tohumların çimlenmesi için bitki büyütme odasında 8 gün karanlıkta bırakılmıştır. Çimlenmiş ve kökleri yeteri kadar uzamış 8-10 günlük fideler büyütme üzere su kültürüne alınmıştır.

#### **3.2.4. Bitki büyüme yöntemi**

Bitkilerin su kültüründe büyütülmeleri aşamasında özel bitki büyüme kapları kullanılmıştır. Bu kaplar 26x26x11 cm boyutlarında, plastik olup, yaklaşık 4 lt kültür çözeltisi almaktadır. Her kabın üzerine bitkileri taşıyabilecek 22x22 cm boyutlarında fiberglastan yapılmış, delikli bir tabla yerleştirilmiştir. Her tablanın üzerinde bitkilerin yerleştirileceği, belli aralıklarla açılmış, 36 adet 0.5 cm çapında delik ile tablanın bir köşesinde havalandırma borusu için büyükçe bir delik bulunmaktadır. Plastik kaplar, tabla seviyesine kadar  $\frac{1}{2}$  kuvvetteki Hoagland kültür çözeltisi ile doldurulmuştur. Sonra çimlenmiş ve kökleri yeterince (5-10 cm) uzamış fideler pens yardımıyla dikkatlice tabladaki deliklere pamuk tampon vasıtasıyla yerleştirilmiştir. Her kültür kabı, havalandırma sisteminden gelen borular aracılığı ile havalandırılmış ve sistemdeki musluklar yardımıyla her kaptaki kök bölgesine eşit miktarda hava kabarcığı gitmesi sağlanmıştır. Şekil 3.1'de denemenin yürütüldüğü iklim odası ve özel büyüme kapları içinde büyüyen bitkilere ait bir görüntü verilmiştir. Kaplardaki kültür çözeltileri haftada bir kez değiştirilmiştir. Ayrıca, kaplardaki kültür çözeltilerinin azalan miktarı hafta içinde distile su ya da kültür çözeltisi ile tamamlanmıştır. Genotiplere ait fideler bu şekilde hazırlanarak, iklim odasında rast gele dağılım sistemine göre yerleştirilmişlerdir. Fidler bu yöntem kullanılarak çimlenmeden itibaren ikinci yapraklar çıkıncaya kadar 25 gün süreyle % 50'lik Hoagland kültür çözeltisinde büyütülmüşlerdir. Bu aşamadaki bitkilere tuz stresi uygulaması, farklı domates genotipleri ile yapılan daha önceki çalışmalarda (Bozcuk, 1991) büyümedeki azalma açısından önemli farklılıklar yaratmak için gerekli minimum tuz konsantrasyonu olarak tespit edilen 150 mM NaCl verilerek yapılmıştır. Bu amaçla tuz uygulaması için ayrılan fidelere üç gün 50'şer mM NaCl olacak şekilde tuz ilave edilmiş ve toplam konsantrasyon 150 mM olacak şekilde ayarlanmıştır. Kontrol ve tuz uygulamalarına ait yetiştirme kaplarındaki çözeltiler, her hafta taze hazırlanan çözeltilerle değiştirilmiştir. Toplam tuz konsantrasyonu 150 mM'a ulaştıktan 14 ve 28 gün sonra tuz stresi uygulanmış bitkilerden ve paralel olarak kontrol grubu bitkilerden ölçüm ve analizlerde kullanılmak üzere örnekler alınmıştır.





**Şekil 3. 1.** Deneme sırasında iklim odasından ve büyütme kaplarında büyüyen bitkilerden bir görünüm.

### **3.2.5. Ölçüm ve analizler**

#### **3.2.5.1. Bitki boyu, taze ve kuru ağırlık tayini**

Kontrol grubundan ve tuz uygulanan domates fidelerinden 3'er adet bitki seçilerek yaprakları sayılmış, kök boğazından sürgün ucuna ve kök ucuna kadar olan uzunlukları ölçülerek gövde boyu ve kök boyu (cm/bitki) belirlenmiştir. Kök, gövde ve yaprak olmak üzere kesilerek parçalara ayrılmış, ayrı ayrı taze ağırlıkları (T.A.) g/bitki olarak tespit edilmiştir. Taze ağırlıkları, kök, gövde boyları ile yaprak sayısı belirlenen bitkiler 80 °C'ye ayarlanmış etüvde 48 saat tutularak kurutulmuş ve kuru ağırlıkları (K.A.) g/bitki olarak belirlenmiştir.

#### **3.2.5.2. Yaprak alan ölçümleri**

Her genotipten 3'er bitki alınarak bunlara ait yapraklar yaprak ayasının başladığı noktadan koparılmış ve beyaz A4 kağıdına yapıştırılarak fotokopileri çekilmiştir. Bu fotokopilerde 236 matricola marka planimetre yardımıyla ölçüm yapılarak yaprak alanı  $\text{cm}^2/\text{bitki}$  olarak hesaplanmıştır.



### 3.2.5.3. İyon analizleri

Kontrol ve tuz uygulama sonucu elde edilen bitkilerde  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının miktar tayini için ekstraktların hazırlanmasında Taleisnik ve ark. (1997), tarafından açıklanan yöntem izlenmiştir. Buna göre; kök, gövde ve yaprak olmak üzere her bir uygulamaya ait 80 °C de 48 saat kurutulmuş örnekler porselen havanda öğütülerek toz haline getirilmiştir. Daha sonra, hassas olarak tartılan bilinen miktardaki örnek, bir tüp içine alınarak üzerine 1 N Nitrik asitten ( $\text{HNO}_3$ ) 10 ml ilave edilerek homojenize edilip 20 dakika süreyle çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Homojenize edilen örnekler 95 °C de bir saat su banyosunda bekletildikten sonra, soğutularak 3500 rpm de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatant kısmı alınarak 10 ml daha 1 N  $\text{HNO}_3$  ilave edilerek aynı işlem tekrarlanmıştır. Aynı işlem sonunda alınan süpernatant kısmı bilinen bir hacime tamamlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan ekstraktlarda  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$  iyonları alev fotometresi (Eppendorf flame photometer) ile,  $\text{Cl}^-$  analizleri ise kloridometre (Buchler- Cotlove- chloridometer) cihazı ile analiz edilmiş ve miktarlar  $\mu\text{g}/\text{mg}$  K.A. olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.5.4. Klorofil analizi

Yaprak dokularındaki klorofil miktarı Luna ve ark. (2000)' nın uyguladığı yöntemle göre belirlenmiştir. Bunun için bitkinin 2. yapraklarından bilinen miktarda alınan taze örnekler % 80'lik 10 ml etanol içine konmuş ve su banyosunda 80 °C'de 20 dakika bekletildikten sonra 654 nm'de absorbans (A) değerleri "Analitik Jena Spekord 40 Model" spektrofotometrede okunmuştur. Yaprak dokularındaki klorofil miktarı toplam klorofil:  $A_{654} \times 1000 / 39,8 \times \text{taze örnek (mg)}$  formülü ile  $\mu\text{g}/\text{mg}$  T.A. olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.5.5. Malondialdehid (MDA) analizi

Yaprak dokularındaki MDA miktarı Lutts ve ark. (1996)' nın yöntemi esas alınarak belirlenmiştir. Bu yöntemle göre -80 °C de donmuş olan örneklerden 200 mg yaş yaprak örneği alınmış, bunun üzerine 5 ml % 0.1 'lik Trichloro Aceticacid (TCA) ilave edilmiş ve bu karışım 12500 rpm devir hızında 20 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. 5 ml'lik ekstraktan 3 ml süpernatant alınarak, üzerine % 20 Thiobarbituric Acid (TBA) bulunan % 0.1'lik 3 ml TCA ilave edilmiştir. 95 °C' deki sıcak su banyosunda 30 dakika bekletilen karışımın, 532 ve 600 nm'de absorbans

değerleri (A) Analitic Jena 40 model spektrofotometrede okunmuştur. Kör olarak, içinde % 20 TBA bulunan % 0.1'lik TCA kullanılmıştır. Yaprak dokularındaki MDA miktarı, MDA:  $(A_{532-A} \times 600 \times \text{Ekstraksiyon hacmi (ml)}) / (155 \text{ mM/cm} \times \text{Örnek miktarı (mg)})$  formülü ile ( $\mu\text{mol/g T.A.}$ ) olarak hesaplanmıştır.

### **3.2.6. Enzim aktivitelerinin belirlenmesi**

#### **3.2.6.1. Ekstraktların hazırlanması**

Kontrol ve tuz uygulanmış bitkilerin 2. yapraklarından Çakmak ve Marschner (1992) ve Çakmak (1994)'in yöntemlerine göre ekstraktlar hazırlanmıştır. Buna göre yaklaşık, 0.5 gram taze yaprak örneği sıvı azotta ezilmiş ve içinde 0.1 mM Na-EDTA bulunan 50 mM'lık (pH 7.6) fosfat (P) tampon çözeltisi ile (10 ml) homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler 15 dk süre ile 15000 g ve + 4 °C de santrifüj edildikten sonra, elde edilen süpernatantta enzim aktiviteleri yine Çakmak ve Marschner (1992) ve Çakmak (1994)'in yöntemlerine göre belirlenmiştir.

#### **3.2.6.2. Katalaz (CAT) aktivitesi**

Spektrofotometrede  $\text{H}_2\text{O}_2$ 'nin 240 nm'de ( $E=39.4 \text{ mM cm}^{-1}$ ) parçalanma oranı esas alınarak ölçülmüştür. Buna göre, son hacim 1 ml olan reaksiyon ortamını 0.1 mM EDTA içeren 25 mM'lık fosfat tamponu (pH 7.6), 0.1 ml 100 mM  $\text{H}_2\text{O}_2$  ve enzim ekstraktı oluşturmaktadır. Yukarıda hazırlanışı açıklanan ekstrakta 10'ar saniye ara ile 1 dakika süredeki  $\text{H}_2\text{O}_2$  dekompozisyonu spektrofotometrede okunmuş ve CAT enzim aktivitesi  $\mu\text{mol/min/g T.A.}$  olarak hesaplanmıştır.

#### **3.2.6.3. Askorbat peroksidaz (AP) aktivitesi**

290 nm'de ( $E=2.8 \text{ mM cm}^{-1}$ ) askorbatın oksidasyon hızı ölçülerek saptanmıştır. Buna göre, son hacmi 1 ml olan reaksiyon ortamına 0.1 mM EDTA içeren 50 mM'lık fosfat tamponu (pH 7.6), 0.1 ml 10 mM EDTA içeren 12 mM  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 0.1 ml 0.25 mM L(+) askorbik asit ve enzim akstraktı ilave edilerek askorbat oksidasyonu 20 saniye ara ile 1 dakika süredeki askorbat oksidasyonu spektrofotometrede okunmuş ve AP aktivitesi  $\mu\text{mol/min/g T.A.}$  olarak hesaplanmıştır.



#### 3.2.6.4. Glutasyon redüktaz (GR) enzim Aktivitesi

340 nm'de ( $E=6,2 \text{ mM cm}^{-1}$ ) NADPH' nın oksidasyonu esas alınarak ölçülmüştür. Buna göre, son hacim 1 ml olan reaksiyon ortamına 0.1 mM EDTA içeren 50 mM'lık fosfat tamponu (pH 7.6), 0.1 ml 0.5 mM okside gulutasyon, 0.1 ml 0.12 mM NADPH ve enzim ekstraktı ilave edilerek NADPH oksidasyonu 340 nm'de 20 saniye ara ile 1 dakika süre ile okunmuş ve GR aktivitesi  $\mu\text{mol/min/g T.A.}$  olarak hesaplanmıştır.

#### 3.2.6.5. Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi

Nitro blue tetrazolium kloridin (NBT) ışık altında  $\text{O}_2^-$  tarafından indirgenmesi yöntemine göre ölçülmüştür. Bu yöntemle göre son hacim 5 ml olacak şekilde cam şişeler içinde oluşturulan reaksiyon ortamına önce 0.1 mM Na-EDTA içeren 50 mM'lık (pH 7.6) fosfat tamponundan konulduktan sonra üzerine sırasıyla enzim ekstraktı (25-100  $\mu\text{l}$ ), 0.5 ml 50 mM  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (pH 10.2), 0.5 ml 12 mM L-methionine, 0.5 ml 75  $\mu\text{M}$  p-NBT ve 0.5 ml 10  $\mu\text{M}$  riboflavin eklenmiştir. NBT'in  $\text{O}_2^-$  tarafından indirgenmesi ise örneklerin 24 °C ve 400  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  ışık intensitesi altında 10-15 dk tutulması ile sağlanmıştır. SOD aktivitesi U/g T.A. olarak hesaplanmıştır. Bir SOD aktivite ünitesi, (U) 560 nm'de ölçülen NBT'un indirgenme oranının % 50'sinin engellenmesi için gereken enzim miktarı olarak ifade edilmiştir.

#### 3.2.7. Doku kültürü çalışmaları

Araştırmanın bir bölümünü, *in vitro* koşullarda kallus dokularına yapılan tuz uygulamalarına karşı, tuza toleransı yüksek ve tamamen duyarlı genotiplerdeki analizler ve enzim aktivitelerinin belirlenmesi oluşturduğundan: bu çalışmaya esas teşkil etmek üzere H-2274 domates çeşidinde en iyi düzeyde kallus oluşumu için en uygun ortam ve eksplantın belirlenmesi amacıyla denemeler yapılmıştır. Bunun için 2,4-diklorofenoksi asetik asit (2,4-D)'in üç farklı dozu (0.5, 1.0, 2.0 mg/l) ile kinetinin üç farklı dozunu (0.1, 0.5, 1.0 mg/l), %2 oranında sukroz ve %0.7 oranında agar içeren Murashige ve Skoog (MS) ortam kombinasyonlarına eksplantlar dikilmiştir. Bu denemelerin sonucunda en uygun eksplant tipinin hipokotil olduğu tespit edilmiştir. Temel besin ortamı MS kullanılarak, (Murashige ve Skoog, 1962) ortama 1.0 mg/l 2.4-D ve 0.1 mg/l kinetin ilave edilmesi halinde domates hipokotilerinden dağılgan, krem renkli ve hızlı gelişen yapıda kallus

oluşumu sağlanmıştır. Çalışmanın *in vitro* kısmı bu sonuçlara göre büyütülen kallus dokularında yürütülmüştür. Bu doğrultuda yapılan ön seçim çalışmalarından elde edilen sonuçlara göre esas denemede kullanılmak üzere seçilen 2 dayanıklı, 2 hassas ve bir yabancı genotip olmak üzere toplam 5 genotipte doku kültürü çalışmaları yürütülmüştür.

### 3.2.8. Doku kültürü çalışmaları için tohum çimlendirilmesi

Tohumlar, Ellis ve ark. (1988)'nin yüzeysel sterilizasyon yöntemi uygulanarak bakteri ve mantarlardan temizlenmiştir. Bu yöntemle göre tohumlar, önce 1 veya 2 damla tween 20 damlatılmış, % 20'lik sodyum hipoklorid çözeltisi içinde, 15 dakika süreyle steril edilmiştir. Daha sonra tohumlar üç defa beşer dakika steril distile su ile yıkandıktan sonra MS temel besin ortamı içeren magenta kaplarına 6' şar (şekil 3.2) tohum konularak iklim odasına yerleştirilmiştir. Bu işlemlerin tamamı laminar akışlı kabinde (Şekil 3.3) steril şartlarda yapılmıştır. MS temel besin ortamının bileşimi Çizelge 3.3' de verilmiştir. Tohumlar 25±2°C sıcaklık ve sürekli karanlık şartlarında çimlendirilmiştir.

**Çizelge 3.3.** MS temel besin ortamında bulunan besin maddeleri ve oranları  
(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               |
| CuSO <sub>4</sub> . 5H <sub>2</sub> O                | 0.025              |
| Myo-inositol                                         | 100                |
| Glisin                                               | 2.0                |

pH: 5.7' ye KOH ile ayarlanmıştır.



### 3.2.9. Eksplantların dikimi ve kallus elde edilmesi

Fidelerin kök uzunluğu 1 cm ye ulaştınca magentalar 16 saat aydınlık 8 saat karanlık fotoperiyota alınmışlardır. Dört haftalık inkübasyon süresini tamamlayan fideler eksplant dikimi ve kallus elde edilmesi aşamasında kullanılmışlardır. Şekil 3.2’de magenta kapları içinde yetiştirilen domates fideleri görülmektedir. İklim odasında ilk üç gerçek yaprak oluşumundan sonra fidelerin kök boğazından kesilerek hipokotillerden alınan explantlar 1.0 mg/l 2.4-D ve 0.1 mg/l kinetin ilave edilmiş MS ortamı içeren petri kaplarına yatay bir şekilde ekilmiştir. Petriler 25±2 °C sıcaklık ve sürekli karanlık şartlarında iklim odasında yerleştirilmişlerdir. Şekil 3.4’de hipokotillerin görünüşleri verilmiştir Yaklaşık dört hafta içerisinde oluşan kalluslar ana ekplanttan ayrılarak alt kültüre alınmıştır. Burada da dört hafta gelişen kalluslar 150 mM NaCl içeren besin ortamlarına alınarak tuz uygulaması yapılmıştır.

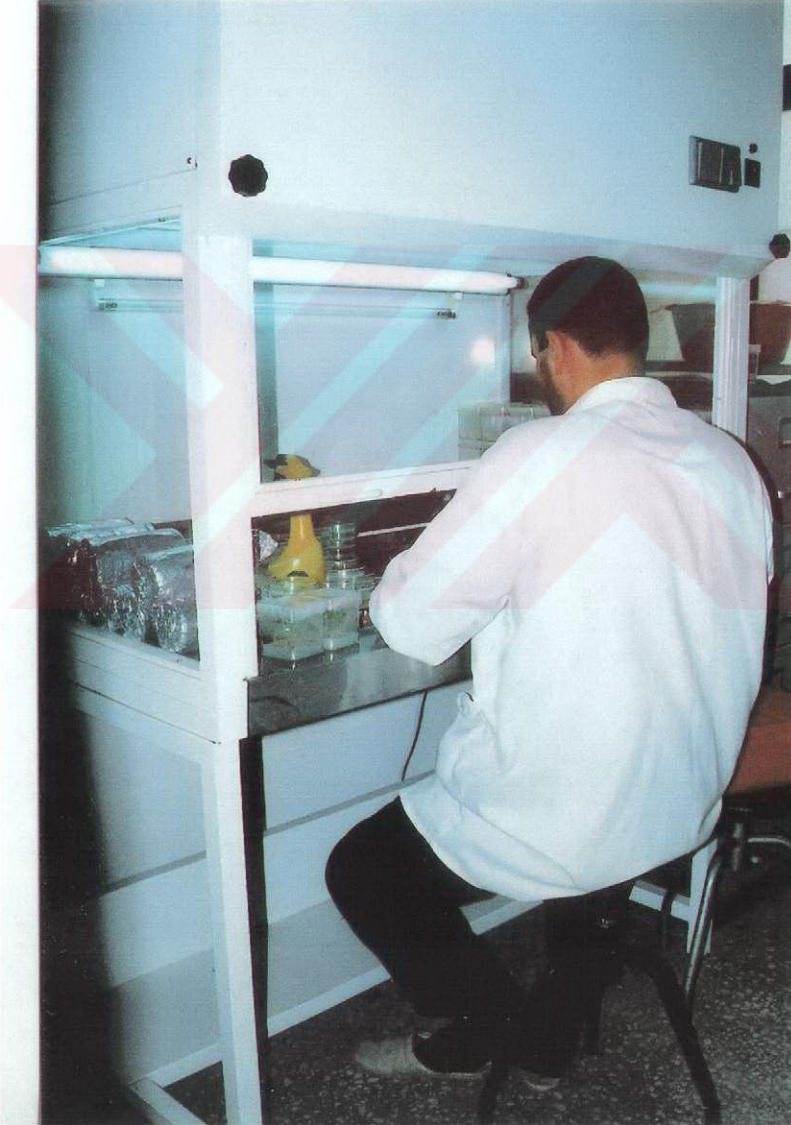


**Şekil 3.2.** Magentalarda kallus elde etmek için geliştirilen 4 haftalık fideler

### 3.2.10. Kalluslarla tuza tolerans denemelerinin kurulması, ölçüm ve analizleri

Alt kültürde 4 haftasını tamamlayan, iki duyarlı, iki dayanıklı ve bir adet yabani olmak üzere toplam beş genotipe ait kalluslar kontrol ve tuz olmak üzere her genotip için 15'er petri kutusu ve her bir petri kutusuna her biri 1'er gram olmak üzere 8 adet kallus dokusu aktarılmıştır (Şekil 3.5’de alt kültürde 4 hafta gelişen

kallusların görünüşleri verilmiştir). 150 mM NaCl' lü ortamda 10 gün gelişmeye bırakılan tuz uygulanmış kalluslarda ve kontrol kalluslarda taze ve kuru ağırlıklar tespit edilmiştir. Kallusların bir kısmı sıvı azota daldırılıp -80 °C derin dondurucuda enzim analizleri yapılmak üzere saklanmıştır. Kuru madde de iyon analizleri, -80 °C de dondurulmuş materyallerde enzim analizleri bölüm 3.2.5.5 ve enzim aktivitelerinin ölçümleri ise bölüm 3.2.6'da anlatılan yöntemlere göre yapılmıştır.

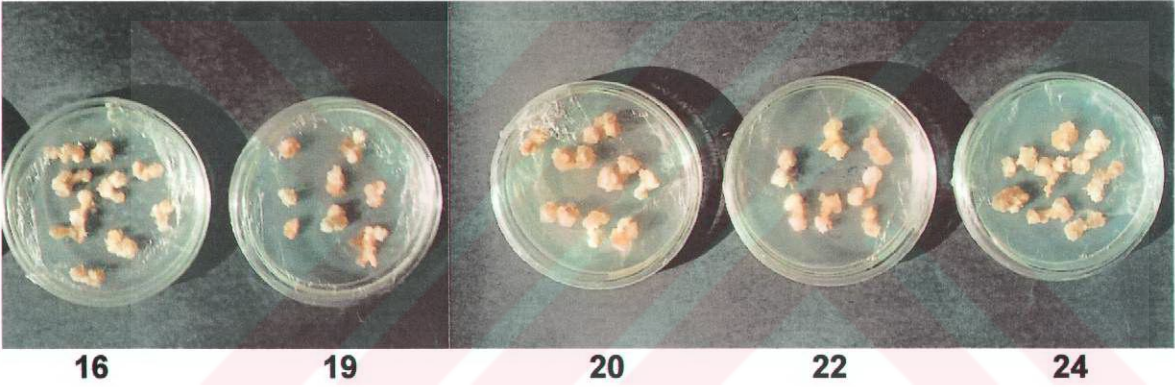


**Şekil 3.3.** Steril laminar akışlı kabinde kallus ekim aşamasından görünüm





**Şekil 3.4.** Hipokotillerin görünüşleri (Numaralar farklı genotiplere ait olup genotip isimleri Çizelge 3.1’de verilmiştir).



**Şekil 3.5.** Şekil 3.4’te görülen hipokotillerden alınan ve alt kültürde gelişen farklı genotiplere ait 4 haftalık kalluslarla ilgili görünüm.

### 3.2.11. Sonuçların değerlendirilmesi

Deneme, tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel düzende 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Denemedeki faktörlerden biri (zaman) tekrarlanan ölçüm niteliğinde olduğu için, üç faktörlü ve faktörlerden biri tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniği ile üzerinde durulan özellikler bakımından faktörler karşılaştırılmış, faktörlerin seviyeleri arasındaki farklar asgari önemli fark (A.Ö.F.) çoklu karşılaştırma yöntemi ile incelenmiştir. Hesaplamalar; MINITAB 13.0 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Özelliklerin çoklu karşılaştırmaları için Statistica V.6.0 paket programından yararlanılmıştır.

Araştırmada kullanılan tüm çeşitlerde incelenen fizyolojik ve biyokimyasal özellikler arasındaki ilişkiler bir çoklu karşılaştırma testi olan faktör analizi testi ile de incelenmiştir. Korelasyon incelemeleri ve faktör analizleri Statgraphics Plus for Windows 3.1 İstatistik paket programı ile yapılmıştır. Çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri olan faktör analizi kullanılarak incelenen parametreler faktörlere ayrılmış, eigenvalue değerine (>1) göre değişimleri en fazla açıklayan faktörler tespit edilmiştir. Değişkenlerin faktör loading değerlerine (>0.25) bakarak her faktörde hangi değişkenlerin gruplandığı ve genotiplerin faktör skor değerlerine bakarak ta bu gruptan en çok etkilenen genotipler belirlenmiştir. Faktör analizi, çeşitli değişkenler arasındaki ilişkiyi araştıran istatistik bir tekniktir. Bu analizdeki temel düşünce, ölçülebilen bir takım değişkenler arasındaki bağımlılık yapısını yok ederek ve boyut indirgeyerek daha az sayıda yeni ve birbirinden bağımsız değişkene indirgemektir. Faktör analizi indirgenmiş faktör analitik çözüme dayanan bir matematik modeldir. Modelde n tane bireyin p tane özelliğini gösteren matris X ise, bu veri matrisi; faktör yüklerini gösteren matris A, faktör puanlarını gösteren matris F ve artık matris U olmak üzere üç kısma ayrılabilir ve bu eşitlik şöyle gösterilir.

$$X_{(p,n)} = A_{(p,m)} F_{(m,n)} + U_{(p,n)}$$

Burada, n: bireyin sayısını, p: değişken sayısını, m: faktör sayısını gösterir. Faktör analizinin hesaplanmasında genellikle dört temel adım vardır. İlk olarak tüm değişkenler arasındaki korelasyon matrisi hesaplanır. İkinci adımda faktör ayrımı yapılır. Bu adımda değişkenlerin öz değerleri hesaplanır, verileri açıklamakta gerekli olacak faktör sayısı seçilir. A yükler matrisinin hesaplandığı bu adıma temel faktör adımı denir. Üçüncü adımda faktörlerin iyi bir şekilde yorumlanabilmeleri için temel bileşen sonuçlarına döndürme yapılarak D döndürülmüş matris hesaplanır. Son olarak da dördüncü adımda her bir örnekleme noktasının faktör puanları hesaplanır. Her bir birey için hesaplanmış olan faktör puanları, o bireyin faktörden hangi düzeyde etkilendiğini gösterir. Faktör puanı 0 olan bireyler, o faktörden diğer bireyler kadar etkilenirken daha yüksek puana sahip bireyler daha çok etkilenmektedir (Kim and Mueller, 1987).

## **4. BULGULAR**

### **4.1. Ön Seçim Aşaması**

Çalışmanın tohum çimlendirme aşamasında Çizelge 3.1'de listesi verilen 25 domates genotipi arasında 30 ve 31 nolu genotipler çimlenmemiştir. Geri kalan 23 genotipe ait fideler su kültürüne alınarak yetiştirilmiştir. Çizelge 3.1' de gösterilen 26, 27, 28, ve 29 no'lu genotipler tuz uygulamasından yüksek düzeyde etkilenecek denemenin 14 ve 28. gününe ulaşamamıştır. Kontrol gurubu ile 150 mM NaCl uygulanan bitkilerde tuz uygulamasının 28. gününde 19 genotip canlı örnek alınabilecek durumda olduğundan sadece bu genotipler ile denemeler yürütülmüş, çeşitli analiz ve ölçümler yapılarak tuza dayanımları araştırılmıştır. Denemede kullanılan 19 adet domates genotipi ile yapılan ilk su kültürü çalışmasında, tuz uygulamasından 14 ve 28 gün sonra yapılan hasatta incelenen özelliklerle ilgili yapılan ölçüm ve analiz sonuçları ile bu sonuçların kontrole göre değişim oranları % olarak çizelgelerde verilmiştir. İncelenen özellikler üzerinde genotip, uygulama ve zaman etkenleri ve etkileşimlerinin önemi varyans analizi çözümlemeleri ile incelenmiştir (Ek:1, Çizelge 1). İstatistik sonucu etkileşimlerle ilgili belirlenen asgari önemli fark her tablonun altında verilmiştir. A.Ö.F'dan büyük olan ortalamalar arasındaki farklılık önemli kabul edilmiştir. Ön seçim aşamasında yapılan gözlem, ölçüm ve analizlere ait sonuçlar aşağıda açıklanmaktadır.

#### **4.1.1. Kök, gövde ve yaprak ağırlığı ile boy ölçümleri**

##### **4.1.1.1. Kök ve gövde uzunluğu ile ilgili değişiklikler**

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 14 ve 28 gün yetiştirilen 19 domates genotipinde belirlenen kök boyları ile ilgili ölçüm sonuçları ve kontrole göre değişim oranları Çizelge 4.1'de, gövde boyları ile ilgili sonuçlar ise Çizelge 4.2'de verilmiştir. 14 günlük tuz stresi bazı domates genotiplerinin kök ve gövde uzunluğunda kontrole göre azalmaya, bazılarında ise artışa neden olurken, 28 günlük tuz stresi tüm kök ve gövde uzunluğunda azalmaya neden olmuştur. Ek:1, Çizelge 1'de, ön seçim denemelerinde incelenen özellikler için verilen varyans analiz sonuçlarında kök boyu ile ilgili veriler incelendiğinde bitkinin kök ve gövde boyu ile ilgili değişim üzerinde genotip, tuz, zaman etkenlerinin ve genotip\*tuz, genotip\*zaman, tuz\*zaman ve genotip\*tuz\*zaman etkileşimlerinin istatistik olarak önemli ( $p < 0,005$ ) olduğu görülmüştür.



Kök boyu bakımından kontrol ve tuz koşullarında genotipler arasında fark olduğu gibi, 14 ve 28 gün arasında da farklar bulunmaktadır. Tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerin kök boyundaki değişimler kontrolleri ile karşılaştırıldığında 14. günde genotiplerdeki değişimler önemsiz bulunurken 28. günde 2, 24, 13, 14, 17, 19 ve 20 numaralı genotiplerdeki azalmalar önemli bulunmuştur ( $p<0.001$ ). (Çizelge 4.1.), 14. günde kontrole göre değişim oranları esas alınarak genotipler sıralandığında (Ek:2, Çizelge 1.) kök boyunda 19, 8, 3, 24 ve 17 no'lu genotiplerde % -19.6, % -18.9, % -17.1, % -16.4 ve % -15.2 oranlarında azalma olurken, 15, 6 ve 11 no'lu genotiplerde % 0.4, % 1.5 ve % 1.7 oranlarında artış gözlenmiştir. 28. günde ise 14, 13, 24, 17 ve 19 no'lu genotiplerde kök boyu sırasıyla % -49.4, % -36.9, % -36.2, % -31.8 ve % -30.7 oranlarında azalmayla en fazla etkilenirken, 7, 20, 25, 5 ve 6 no'lu genotiplerde % -3.5, % -3.9, % -5.7, % -7.5 ve % -7.7 oranlarıyla en az etkilenmişlerdir.

Stres şartlarında domates çeşitlerinin gövde boyunda kontrole göre azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.2.). Gövde boyu bakımından kontrol ve tuz şartlarında genotipler arasında fark olduğu gibi, 14. ve 28. gün arasında da farklar bulunmaktadır. 28. gündeki azalma kontrole karşılaştırıldığında daha fazla görülmektedir.

Değişim oranları esas alınarak 14. günde genotipler sıralandığında (Ek:2, Çizelge 1.) 15, 25, 1, 11 ve 13 no'lu genotipler % -69.4, % -60.5, % -56.3, % -50 ve % -50 oranlarında azalmayla en fazla zarar gören genotipler olurken, 7, 16, 6, 10 ve 20 no'lu genotiplerde % 58.3, % 48.8, % 25.8, % 23.2 ve % 23.1 oranlarında artış gözlenmiştir. 28. günde 14, 16, 24, 22 ve 7 no'lu genotipler % -70.2, % -62.4, % -55.7, % -53.8 ve % -53.1 azalma oranlarıyla en fazla zarar gören genotipler olarak belirlenmiş, 17, 8, 15, 6 ve 1 no'lu genotipler ise % -15.7, % -16.7, % -24.6, % -25.8 ve % -32.1 azalma oranlarıyla gövde boyu en az zarar gören genotipler olmuştur.

**Çizelge 4.1.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasından 14 ve 28 gün sonra farklı domates genotiplerinin kök boyları (cm/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%) (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir).

| Genotip                 | 14. Gün        |                |           | 28. Gün        |                |           |
|-------------------------|----------------|----------------|-----------|----------------|----------------|-----------|
|                         | kontrol        | tuz            | % değişim | kontrol        | tuz            | % değişim |
| 2                       | 29.6 $\pm$ 1.2 | 25.6 $\pm$ 0.8 | -13.51    | 53.6 $\pm$ 0.8 | 39.6 $\pm$ 3.8 | -26.12    |
| 3                       | 29.3 $\pm$ 2.9 | 24.3 $\pm$ 2.6 | -17.06    | 43.3 $\pm$ 4.1 | 34.6 $\pm$ 4.1 | -20.09    |
| 5                       | 32.5 $\pm$ 0.0 | 32.3 $\pm$ 1.5 | -0.62     | 38.5 $\pm$ 3.4 | 35.6 $\pm$ 3.6 | -7.53     |
| 8                       | 25.4 $\pm$ 1.5 | 20.6 $\pm$ 0.8 | -18.90    | 44.6 $\pm$ 2.9 | 39.3 $\pm$ 2.9 | -11.88    |
| 11                      | 24.2 $\pm$ 3.2 | 24.6 $\pm$ 2.3 | 1.65      | 51.6 $\pm$ 8.8 | 42.3 $\pm$ 4.3 | -18.02    |
| 15                      | 24.4 $\pm$ 4.9 | 24.5 $\pm$ 3.6 | 0.41      | 48.2 $\pm$ 3.5 | 36.3 $\pm$ 4.3 | -24.69    |
| 22                      | 47.4 $\pm$ 4.1 | 46.3 $\pm$ 8.4 | -2.32     | 67.3 $\pm$ 2.6 | 60.3 $\pm$ 5.1 | -10.40    |
| 24                      | 29.3 $\pm$ 6.9 | 24.6 $\pm$ 2.6 | -16.04    | 55.3 $\pm$ 9.1 | 35.3 $\pm$ 4.4 | -36.17    |
| 25                      | 29.6 $\pm$ 0.3 | 28.5 $\pm$ 6.6 | -3.72     | 40.6 $\pm$ 3.2 | 38.3 $\pm$ 1.3 | -5.67     |
| 1                       | 25.3 $\pm$ 4.4 | 23.2 $\pm$ 5.5 | -8.30     | 60.6 $\pm$ 9.7 | 54.6 $\pm$ 6.5 | -9.90     |
| 6                       | 27.2 $\pm$ 3.0 | 27.6 $\pm$ 2.9 | 1.47      | 32.3 $\pm$ 1.8 | 29.8 $\pm$ 3.8 | -7.74     |
| 7                       | 26.4 $\pm$ 0.5 | 25.3 $\pm$ 1.5 | -4.17     | 28.6 $\pm$ 2.4 | 27.6 $\pm$ 4.0 | -3.50     |
| 10                      | 25.3 $\pm$ 3.2 | 24.3 $\pm$ 2.5 | -3.95     | 54.6 $\pm$ 5.7 | 42.6 $\pm$ 1.8 | -21.98    |
| 13                      | 28.3 $\pm$ 1.6 | 26.4 $\pm$ 2.6 | -6.71     | 68.6 $\pm$ 2.6 | 43.3 $\pm$ 0.9 | -36.88    |
| 14                      | 29.3 $\pm$ 7.0 | 27.6 $\pm$ 1.8 | -5.80     | 67.6 $\pm$ 2.4 | 34.2 $\pm$ 5.1 | -49.41    |
| 16                      | 45.5 $\pm$ 6.9 | 44.6 $\pm$ 2.7 | -1.98     | 59.3 $\pm$ 2.8 | 51.3 $\pm$ 3.0 | -13.49    |
| 17                      | 31.3 $\pm$ 9.6 | 26.6 $\pm$ 3.3 | -15.02    | 50.6 $\pm$ 5.7 | 34.5 $\pm$ 9.5 | -31.82    |
| 19                      | 38.3 $\pm$ 5.1 | 30.8 $\pm$ 1.7 | -19.58    | 45.6 $\pm$ 2.3 | 31.6 $\pm$ 1.7 | -30.70    |
| 20                      | 39.6 $\pm$ 0.6 | 38.3 $\pm$ 1.6 | -3.28     | 48.5 $\pm$ 6.5 | 46.6 $\pm$ 5.1 | -3.92     |
| A.Ö.F (P<0.001): 13.296 |                |                |           |                |                |           |

**Çizelge 4.2.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasından 14 ve 28 gün sonra farklı domates genotiplerinin gövde boyları (cm/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir).

| genotip              | 14. Gün        |                |           | 28. Gün        |                |           |
|----------------------|----------------|----------------|-----------|----------------|----------------|-----------|
|                      | kontrol        | Tuz            | % değişim | kontrol        | tuz            | % değişim |
| 2                    | 19.0 $\pm$ 1.2 | 16.7 $\pm$ 2.4 | -12.3     | 42.7 $\pm$ 1.5 | 26.7 $\pm$ 2.6 | -37.5     |
| 3                    | 23.3 $\pm$ 0.9 | 16.0 $\pm$ 3.2 | -31.4     | 32.3 $\pm$ 3.8 | 18.3 $\pm$ 3.3 | -43.3     |
| 5                    | 23.0 $\pm$ 2.1 | 16.3 $\pm$ 2.2 | -29.0     | 36.3 $\pm$ 3.2 | 21.7 $\pm$ 0.3 | -40.4     |
| 8                    | 23.3 $\pm$ 4.1 | 17.0 $\pm$ 1.2 | -27.1     | 36.0 $\pm$ 3.5 | 30.0 $\pm$ 3.8 | -16.7     |
| 11                   | 28.3 $\pm$ 3.9 | 14.2 $\pm$ 3.6 | -50.0     | 47.7 $\pm$ 4.9 | 29.0 $\pm$ 3.8 | -39.2     |
| 15                   | 28.3 $\pm$ 6.9 | 8.7 $\pm$ 0.6  | -69.4     | 38.0 $\pm$ 1.5 | 28.7 $\pm$ 2.2 | -24.6     |
| 22                   | 23.0 $\pm$ 4.5 | 12.7 $\pm$ 3.5 | -44.9     | 39.0 $\pm$ 1.2 | 18.0 $\pm$ 1.5 | -53.8     |
| 24                   | 23.0 $\pm$ 0.6 | 10.2 $\pm$ 2.0 | -46.8     | 64.0 $\pm$ 8.5 | 28.3 $\pm$ 3.2 | -55.7     |
| 25                   | 29.5 $\pm$ 0.3 | 11.7 $\pm$ 0.7 | -60.5     | 36.0 $\pm$ 1.5 | 23.0 $\pm$ 1.2 | -36.1     |
| 1                    | 34.3 $\pm$ 2.7 | 15.0 $\pm$ 3.5 | -56.3     | 54.0 $\pm$ 9.1 | 36.7 $\pm$ 3.5 | -32.1     |
| 6                    | 20.7 $\pm$ 2.0 | 26.0 $\pm$ 1.0 | 25.8      | 20.7 $\pm$ 0.7 | 15.3 $\pm$ 1.5 | -25.8     |
| 7                    | 16.0 $\pm$ 0.6 | 25.3 $\pm$ 2.9 | 58.3      | 26.7 $\pm$ 0.9 | 12.5 $\pm$ 0.8 | -53.1     |
| 10                   | 18.7 $\pm$ 2.7 | 23.0 $\pm$ 3.2 | 23.2      | 26.7 $\pm$ 0.9 | 12.5 $\pm$ 0.8 | -53.1     |
| 13                   | 32.0 $\pm$ 1.5 | 16.0 $\pm$ 2.1 | -50.0     | 60.0 $\pm$ 4.5 | 29.7 $\pm$ 0.3 | -50.6     |
| 14                   | 18.0 $\pm$ 3.5 | 18.7 $\pm$ 3.2 | 3.7       | 56.0 $\pm$ 2.3 | 16.7 $\pm$ 3.8 | -70.2     |
| 16                   | 14.3 $\pm$ 2.3 | 21.3 $\pm$ 1.3 | 48.8      | 47.0 $\pm$ 1.7 | 17.7 $\pm$ 0.9 | -62.4     |
| 17                   | 14.0 $\pm$ 0.5 | 13.7 $\pm$ 4.3 | -2.4      | 30.3 $\pm$ 0.3 | 19.7 $\pm$ 2.0 | -15.7     |
| 19                   | 15.8 $\pm$ 0.8 | 14.7 $\pm$ 1.9 | -7.4      | 24.7 $\pm$ 2.4 | 14.0 $\pm$ 0.6 | -43.2     |
| 20                   | 13.0 $\pm$ 3.5 | 16.0 $\pm$ 1.0 | 23.1      | 26.3 $\pm$ 5.2 | 16.0 $\pm$ 1.7 | -39.2     |
| A.Ö.F (P<0.001): 8.5 |                |                |           |                |                |           |



#### **4.1.1.2. Kök, gövde ve yaprak dokularında taze ağırlık değişimleri**

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında yetiştirilen 19 çeşit domates genotipinde tuz uygulamasından 14 ve 28 gün sonra belirlenen kök, gövde ve yaprak taze ağırlıkları ve kontrole göre değişim oranları Çizelge 4.3 ve 4.4'te verilmiştir. Buna göre alınan veriler incelendiğinde, genotiplerin tuz stresinden farklı şekilde etkilendikleri tespit edilmiştir. Denemede kullanılan genotiplerin bazılarında kök, gövde ve yaprak taze ağırlıklarında kontrole göre azalma, bazılarda ise artış meydana gelmiştir. Kök, gövde ve yaprak dokularının taze ağırlıkları üzerine tuzun etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 1.) genotip, tuz ve zaman etkenleri ile genotip\*tuz ve tuz\*zaman etkileşimlerinin istatistik olarak önemli ( $p<0.005$ ) olduğu görülmektedir. Kontrol ve tuz şartlarında genotipler arasında fark olduğu gibi, 14. ve 28. gün arasında da farklar bulunmakta, 28. günde kök, gövde ve yaprak taze ağırlığındaki değişimler kontrole karşılaştırıldığında 14. güne göre daha belirgin görülmektedir.

Kök taze ağırlıkları bakımından kontrole göre değişim oranları esas alınarak yapılan sıralamada (Ek:2, çizelge 2.) 14. günde 11, 20, 15, 17 ve 19 no'lu genotipler % -60.3, % -65.9, % -71.1, % -82.0 ve % -84.5 azalma oranlarıyla kök taze ağırlığı en fazla zarar gören genotipler olarak belirlenmiş, 14, 6, 2 16 ve 10 no'lu genotipler ise % 4.2, % 50.4, % 73.0, % 79.2 ve % 95.4 artış oranlarıyla kontrole göre kök taze ağırlıkları değişmeyen yada en az zarar gören genotipler olmuştur. 14. günde 8, 25, 17, 19 nolu genotipler dışında diğer genotiplerin kontrole göre değişimleri önemsiz bulunmuştur. 28. günde 8, 7, 20, 1 ve 5 no'lu genotipler kök taze ağırlığında % -65.9, % -67.0, % -67.5, % -77.2 ve % -82.9 ve oranlarında azalma ile en fazla zarar gören genotipler olurken, 10, 19, 13, 6 ve 2 no'lu genotipler % -15.9, % -21.5, % -31.6, % 52.9, ve % 45.1 değişim oranlarıyla kök taze ağırlığı tuzdan en az etkilenen genotipler olmuştur. 2, 11, 15, 24, 6, 10, 13, 14 ve 16 no'lu genotipler dışında diğer genotiplerin kök taze ağırlığında kontrole göre meydana gelen değişim önemli bulunmuştur.

Gövde taze ağırlıkları bakımından kontrole göre değişim oranları esas alınarak yapılan sıralamada (Ek:2, çizelge 2.) 14. günde 22, 15, 13, 1, ve 25 no'lu genotipler % -89.8, % -87.7, % -81.9, % -80.4 ve % -79.9 oranında azalma ile gövde taze ağırlığı en fazla zarar görürken, 16, 7, 10, 14 ve 6 no'lu genotiplerde

gövde taze ağırlığında % 88.9, % 87, % 59.5, % 39.2 ve % 15.9 oranında artış olmuştur. 11, 15, 25, 1 ve 13 no'lu genotiplerde gövde taze ağırlığında ortaya çıkan azalma kontrole göre önemli bulunurken, diğer genotiplerde önemsiz bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.3.). 28. gün sonunda gövde taze ağırlığında % -84.2, % -80.9, % -80.9, % -79.3 ve % -74.9 oranında azalma ile 14, 10, 7, 20 ve 5 no'lu genotipler en fazla zarar görürken, 17, 2, 6, 15 ve 25 no'lu genotipler % -29.4, % -36.3, % -37.1, % -49.8 ve % -56.9 oranı ile en az zarar gören genotipler olmuştur. 28. günde gövde taze ağırlığında ortaya çıkan değişimler kontrol bitkilerle karşılaştırıldığında önemli bulunmuştur ( $p<0.005$ ) (Çizelge 4.4.).

**Çizelge 4.3.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularının taze ağırlıkları (gr/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| genotip              | kök           |               |           | gövde               |               |           | yaprak              |               |           |
|----------------------|---------------|---------------|-----------|---------------------|---------------|-----------|---------------------|---------------|-----------|
|                      | kontrol       | tuz           | % değişim | kontrol             | tuz           | % değişim | kontrol             | tuz           | % değişim |
| 2                    | 2.6 $\pm$ 0   | 4.5 $\pm$ 1.8 | 73.0      | 3.8 $\pm$ 0.5       | 4.1 $\pm$ 1.1 | 7.6       | 3.6 $\pm$ 0.5       | 3.8 $\pm$ 0.9 | 5.71      |
| 3                    | 5.0 $\pm$ 1.8 | 3.1 $\pm$ 1.1 | -41.0     | 5.4 $\pm$ 1.3       | 2.9 $\pm$ 1.2 | -45.3     | 5.1 $\pm$ 1.2       | 2.7 $\pm$ 0.9 | -45.4     |
| 5                    | 6.5 $\pm$ 1.6 | 3.8 $\pm$ 0.9 | -40.8     | 6.1 $\pm$ 0.7       | 2.4 $\pm$ 0.5 | -61.2     | 5.6 $\pm$ 0.6       | 2.1 $\pm$ 0.4 | -62.0     |
| 8                    | 9.6 $\pm$ 3.6 | 3.8 $\pm$ 0.7 | -60.0     | 7.2 $\pm$ 1.9       | 3.4 $\pm$ 0.5 | -52.8     | 6.6 $\pm$ 1.8       | 3.1 $\pm$ 0.5 | -53.0     |
| 11                   | 4.3 $\pm$ 2.6 | 1.7 $\pm$ 0.9 | -60.5     | 6.9 $\pm$ 2.7       | 1.7 $\pm$ 1.1 | -75.8     | 6.5 $\pm$ 2.5       | 1.5 $\pm$ 0.9 | -76.3     |
| 15                   | 4.9 $\pm$ 2.2 | 1.4 $\pm$ 0.3 | -71.4     | 6.8 $\pm$ 2.4       | 0.8 $\pm$ 0.2 | -87.7     | 6.3 $\pm$ 2.2       | 0.8 $\pm$ 0.2 | -88.0     |
| 22                   | 5.8 $\pm$ 2.2 | 2.5 $\pm$ 1.4 | -57.9     | 11 $\pm$ 5.5        | 1.1 $\pm$ 0.5 | -89.8     | 9.8 $\pm$ 5.4       | 2.1 $\pm$ 0.5 | -89.9     |
| 24                   | 2.7 $\pm$ 0.7 | 1.4 $\pm$ 0.1 | -48.6     | 5.2 $\pm$ 0.7       | 1.4 $\pm$ 0.4 | -73.0     | 4.9 $\pm$ 0.6       | 1.3 $\pm$ 0.3 | -74.0     |
| 25                   | 9.6 $\pm$ 1.5 | 4.5 $\pm$ 3.4 | -52.8     | 12 $\pm$ 1.5        | 2.4 $\pm$ 0.9 | -79.9     | 9.9 $\pm$ 1.4       | 2.2 $\pm$ 0.8 | -80.5     |
| 1                    | 3.9 $\pm$ 1.5 | 2.9 $\pm$ 0.5 | -27.3     | 9.6 $\pm$ 3.2       | 1.9 $\pm$ 0.4 | -80.4     | 8.7 $\pm$ 2.9       | 1.7 $\pm$ 0.3 | -80.4     |
| 6                    | 1.6 $\pm$ 0.2 | 2.4 $\pm$ 0.6 | 50.4      | 3.4 $\pm$ 0.8       | 3.9 $\pm$ 0.5 | 15.9      | 3.1 $\pm$ 0.7       | 3.5 $\pm$ 0.5 | 13.6      |
| 7                    | 4.2 $\pm$ 1.6 | 4.2 $\pm$ 1.8 | 0.81      | 3.8 $\pm$ 1.1       | 7.0 $\pm$ 2.5 | 87.0      | 3.5 $\pm$ 0.9       | 6.4 $\pm$ 2.2 | 81.9      |
| 10                   | 2.8 $\pm$ 0.3 | 5.5 $\pm$ 3.9 | 95.4      | 2.8 $\pm$ 0.6       | 4.4 $\pm$ 1.4 | 59.5      | 2.6 $\pm$ 0.6       | 4.1 $\pm$ 1.2 | 51.9      |
| 13                   | 3.8 $\pm$ 0.7 | 1.7 $\pm$ 0.3 | -53.6     | 11 $\pm$ 2.3        | 1.9 $\pm$ 0.3 | -81.9     | 9.6 $\pm$ 1.9       | 1.6 $\pm$ 0.3 | -83.2     |
| 14                   | 1.2 $\pm$ 0.5 | 1.2 $\pm$ 0.1 | 4.21      | 1.9 $\pm$ 0.6       | 2.6 $\pm$ 0.5 | 39.2      | 1.8 $\pm$ 0.6       | 2.4 $\pm$ 0.4 | 33.7      |
| 16                   | 1.6 $\pm$ 0.9 | 2.9 $\pm$ 1.4 | 79.2      | 1.8 $\pm$ 0.3       | 3.4 $\pm$ 0.3 | 88.9      | 1.6 $\pm$ 0.3       | 3.1 $\pm$ 0.3 | 93.8      |
| 17                   | 6.6 $\pm$ 0.3 | 1.2 $\pm$ 0.4 | -82.0     | 2.1 $\pm$ 0.9       | 1.6 $\pm$ 0.8 | -23.7     | 1.9 $\pm$ 0.9       | 1.4 $\pm$ 0.7 | -25.5     |
| 19                   | 7.4 $\pm$ 2.5 | 1.1 $\pm$ 0.4 | -84.5     | 4.3 $\pm$ 1.1       | 1.5 $\pm$ 0.3 | -64.8     | 4.1 $\pm$ 0.9       | 1.4 $\pm$ 0.3 | -65.3     |
| 20                   | 5.2 $\pm$ 0.8 | 1.8 $\pm$ 0.4 | -65.9     | 2.7 $\pm$ 0.9       | 1.7 $\pm$ 0.1 | -36.0     | 2.5 $\pm$ 0.8       | 1.6 $\pm$ 0   | -37.2     |
| A.Ö.F (P<0.05): 4.87 |               |               |           | A.Ö.F (P<0.05):4.69 |               |           | A.Ö.F(p<0.001):1.01 |               |           |

Yaprak taze ağırlığı bakımından kontrol ve tuz şartlarında genotipler arasında fark olduğu gibi, 14. ve 28. gün arasında da farklar bulunmaktadır. 28. gündeki azalma daha belirgin görülmektedir. Yaprak taze ağırlıkları bakımından kontrole göre değişim oranları esas alınarak yapılan sıralamada (Ek:2, Çizelge 2.) 14. günde 22, 15, 13, 25 ve 1 no'lu genotipler yaprak taze ağırlığında % -89,9, % -88.0, % -83.2, % -80.5 ve % -80.4 oranında azalma ile tuzdan en fazla zarar görürken, 16, 7, 10, 14 ve 6 no'lu genotiplerde yaprak taze ağırlığında % 93.8, % 81.9, % 51.9, % 33.7

ve % 13,6 oranında artış olmuştur. 28. gün sonunda 14, 7, 20, 24 ve 16 no'lu genotipler % -85.0, % -81.7, % -79.9, % -77.4 ve % -76.9 oranında azalma ile yaprak taze ağırlığında en fazla zarar gören genotipler olurken, 17, 6, 2, 10 ve 15 no'lu genotipler % -31.2, % -39.7, % -40.1, % -41.1 ve % -51,7 oranında azalma ile yaprak taze ağırlığı en az etkilenen genotipler olmuştur.

**Çizelge 4.4.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 28. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularının taze ağırlıkları (gr/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması± standart hata olarak verilmiştir)

| genotip              | kök      |          |           | gövde               |         |           | yaprak              |         |           |
|----------------------|----------|----------|-----------|---------------------|---------|-----------|---------------------|---------|-----------|
|                      | kontrol  | tuz      | % değişim | kontrol             | tuz     | % değişim | kontrol             | tuz     | % değişim |
| 2                    | 6.5±1    | 9.5±2.7  | 45.1      | 8.4±0.4             | 5.3±0.7 | -36.3     | 7.9±0.3             | 4.7±0.6 | -40.1     |
| 3                    | 15.2±0.5 | 9.5±4.9  | -37.6     | 15.5±1.4            | 4.4±1.3 | -71.4     | 14.7±1.3            | 4.2±1.2 | -71.6     |
| 5                    | 19.4±2.5 | 3.3±1.3  | -82.9     | 18±1.9              | 4.5±0.2 | -74.9     | 17±1.8              | 4.2±0.2 | -75.2     |
| 8                    | 26.9±7.2 | 9.2±1.9  | -65.9     | 17.5±4.1            | 7.5±1.4 | -57.4     | 16.4±3.8            | 6.8±1.3 | -58.2     |
| 11                   | 9.5±2.6  | 5.2±1.2  | -45.3     | 15±3.7              | 5.5±0.9 | -63.0     | 13.2±3.4            | 4.8±0.9 | -63.8     |
| 15                   | 6.5±2.2  | 4.3±0.9  | -33.4     | 9.8±1.7             | 4.9±0.8 | -49.8     | 8.7±1.4             | 4.2±0.8 | -51.7     |
| 22                   | 23.9±4.9 | 1.4±7.3  | -41.3     | 18.6±0.8            | 5.4±1.1 | -70.8     | 16.9±0.7            | 5.1±0.9 | -70.0     |
| 24                   | 6.8±0.9  | 4.6±2.3  | -33.2     | 15.4±0.9            | 3.9±1.3 | -74.8     | 14.3±0.9            | 3.2±1.1 | -77.4     |
| 25                   | 17.7±2.7 | 6.2±1.9  | -65.0     | 14.3±1.2            | 6.2±0.4 | -56.9     | 13.2±0.9            | 5.7±0.3 | -56.8     |
| 1                    | 14.2±5.8 | 3.2±0.2  | -77.2     | 16.5±3.7            | 5.8±0.3 | -65.0     | 15.1±3.5            | 4.3±0.1 | -71.6     |
| 6                    | 2.4±1.4  | 3.6±1.2  | 52.9      | 3.8±0.1             | 2.4±0.8 | -37.1     | 3.4±0.1             | 2.1±0.7 | -39.7     |
| 7                    | 13.3±1.7 | 4.4±1.8  | -67.0     | 10.1±0.3            | 1.9±0.1 | -80.9     | 9.3±0.4             | 1.7±0.2 | -81.7     |
| 10                   | 5.7±1.2  | 4.8±0.3  | -15.9     | 10.1±0.3            | 1.9±0.1 | -80.9     | 6.9±0.6             | 4.0±0.3 | -41.1     |
| 13                   | 10.1±3.0 | 6.9±0.6  | -31.6     | 15.3±1.9            | 5.6±0.4 | -63.3     | 14.2±1.8            | 5.1±0.4 | -64.4     |
| 14                   | 6.2±0.9  | 4.2±2.7  | -31.9     | 13.6±3.2            | 2.2±0.8 | -84.2     | 12.9±3.2            | 1.9±0.7 | -85.0     |
| 16                   | 7.9±1.5  | 4.7±0.8  | -40.5     | 10.9±1.8            | 2.8±0.0 | -74.7     | 10.7±1.9            | 2.5±0.0 | -76.9     |
| 17                   | 15.9±6.0 | 7.5±2.6  | -53.0     | 3.1±0.8             | 2.2±0.8 | -29.4     | 2.8±0.7             | 1.9±0.7 | -31.2     |
| 19                   | 20.1±6.3 | 15.8±2.7 | -21.5     | 14.7±3.2            | 3.9±0.3 | -73.5     | 13.8±3.0            | 3.5±0.2 | -74.8     |
| 20                   | 21±9.9   | 6.8±1.6  | -67.5     | 12.6±5.2            | 2.6±0.6 | -79.3     | 11.7±4.8            | 2.4±0.5 | -79.9     |
| A.Ö.F (P<0.05): 4.87 |          |          |           | A.Ö.F (P<0.05):4.69 |         |           | A.Ö.F(p<0.001):1.01 |         |           |

#### 4.1.1.3. Kök, gövde ve yaprak dokularında kuru ağırlık değişimleri

Kontrol grubu bitkiler ile 150 mM tuz stresi altında 14 ve 28 gün süreyle yetiştirilen 19 farklı domates genotipinde belirlenen kök, gövde ve yaprak dokularının kuru ağırlıkları stres bitkilerindeki ağırlıkları ve kontrol bitkilere göre değişim oranları Çizelge 4.5 ve 4.6'da gösterilmiştir. Buna göre alınan veriler incelendiğinde, genotiplerin tuz stresinden farklı şekilde etkilendikleri tespit edilmiştir. Denemede kullanılan genotiplerin bazılarında kök, gövde ve yaprak dokularının kuru ağırlığında kontrole göre artma bazılarda ise azalma meydana gelmiştir.

Kök dokularının kuru ağırlıkları üzerine tuzun etkisi ile ilgili varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 1.) genotip, tuz ve zaman etkenleri ile genotip\*tuz etkileşimlerinin istatistik olarak önemli ( $p<0.005$ ) olduğu görülmektedir. Kontrol ve tuz şartlarında yetişen genotipler arasında fark olduğu gibi, 14. ve 28. gün arasında da farklar bulunmaktadır. 28. gündeki azalma kontrole karşılaştırıldığında aradaki fark daha fazla görülmektedir. Kök dokularının kuru ağırlığı bakımından kontrole göre değişim oranları esas alınarak yapılan sıralamada (Ek:2, Çizelge 3.) 14. günde 19, 17, 22, 20 ve 15 no'lu genotipler % -78.2, % -69.9, % -66.3, % -59.1 ve % -58.4 oranlarında azalma ile kök kuru ağırlığı tuzdan en fazla etkilenen genotipler olmuştur. 10, 6, 16, 2 ve 14 no'lu genotiplerin ise kök kuru ağırlıkları % 99.0, % 97.8, % 89.8, % 50.9 ve % 7.8 oranlarında artmıştır. 28. günde 5, 7, 20, 25 ve 17 no'lu genotipler kök kuru ağırlıklarında ortaya çıkan % -68.2, % -64.5, % -60.1, % -54.1 ve % -53.8 azalma oranlarıyla en fazla zarar gören genotipler olmuş, 6, 10, 13, 2, ve 14 no'lu genotiplerde ise kök kuru ağırlığı % 69.9, % 43.3, % 37.6, % 29.8, ve % 24.5 oranlarında artmıştır.

**Çizelge 4.5.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularının kuru ağırlıkları (gr/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| genotip                | kök           |               |           | gövde                  |               |           | yaprak                 |               |           |
|------------------------|---------------|---------------|-----------|------------------------|---------------|-----------|------------------------|---------------|-----------|
|                        | kontrol       | tuz           | % değişim | kontrol                | tuz           | % değişim | kontrol                | tuz           | % değişim |
| 2                      | 0.2 $\pm$ 0.0 | 0.3 $\pm$ 0.1 | 50.9      | 0.2 $\pm$ 0.0          | 0.3 $\pm$ 0.0 | 41.1      | 0.5 $\pm$ 0.0          | 0.7 $\pm$ 0.2 | 39.8      |
| 3                      | 0.4 $\pm$ 0.1 | 0.2 $\pm$ 0.1 | -37.7     | 0.4 $\pm$ 0.1          | 0.2 $\pm$ 0.1 | -44.7     | 0.9 $\pm$ 0.3          | 0.5 $\pm$ 0.2 | -43.3     |
| 5                      | 0.4 $\pm$ 0.1 | 0.3 $\pm$ 0.1 | -29.9     | 0.5 $\pm$ 0.1          | 0.2 $\pm$ 0.1 | -50.1     | 1.1 $\pm$ 0.1          | 0.4 $\pm$ 0.1 | -65.1     |
| 8                      | 0.7 $\pm$ 0.2 | 0.4 $\pm$ 0.1 | -44.2     | 0.5 $\pm$ 0.1          | 0.3 $\pm$ 0.0 | -49.4     | 0.8 $\pm$ 0.3          | 0.6 $\pm$ 0.1 | -26.8     |
| 11                     | 0.2 $\pm$ 0.1 | 0.1 $\pm$ 0.1 | -41.1     | 0.5 $\pm$ 0.2          | 0.1 $\pm$ 0.1 | -67.7     | 0.8 $\pm$ 0.5          | 0.3 $\pm$ 0.2 | -63.9     |
| 15                     | 0.3 $\pm$ 0.1 | 0.1 $\pm$ 0.0 | -58.4     | 0.5 $\pm$ 0.2          | 0.1 $\pm$ 0.0 | -84.8     | 1.2 $\pm$ 0.2          | 0.2 $\pm$ 0.0 | -87.3     |
| 22                     | 0.5 $\pm$ 0.2 | 0.2 $\pm$ 0.1 | -66.3     | 0.5 $\pm$ 0.1          | 0.1 $\pm$ 0.0 | -88.3     | 0.9 $\pm$ 0.3          | 0.2 $\pm$ 0.1 | -81.1     |
| 24                     | 0.2 $\pm$ 0.1 | 0.1 $\pm$ 0.0 | -27.4     | 0.3 $\pm$ 0.1          | 0.1 $\pm$ 0.0 | -58.9     | 0.7 $\pm$ 0.2          | 0.2 $\pm$ 0.0 | -68.1     |
| 25                     | 0.8 $\pm$ 0.1 | 0.4 $\pm$ 0.3 | -52.4     | 0.9 $\pm$ 0.1          | 0.3 $\pm$ 0.1 | -72.9     | 1.9 $\pm$ 0.2          | 0.5 $\pm$ 0.3 | -73.1     |
| 1                      | 0.3 $\pm$ 0.1 | 0.2 $\pm$ 0.0 | -19.7     | 0.8 $\pm$ 0.3          | 0.2 $\pm$ 0.0 | -80.8     | 1.3 $\pm$ 0.5          | 0.4 $\pm$ 0.1 | -71.4     |
| 6                      | 0.1 $\pm$ 0.1 | 0.2 $\pm$ 0.1 | 97.8      | 0.3 $\pm$ 0.1          | 0.4 $\pm$ 0.1 | 43.5      | 0.5 $\pm$ 0.1          | 0.5 $\pm$ 0.1 | 4.51      |
| 7                      | 0.3 $\pm$ 0.1 | 0.3 $\pm$ 0.1 | 2.81      | 0.3 $\pm$ 0.1          | 0.7 $\pm$ 0.2 | 54.3      | 0.6 $\pm$ 0.2          | 1.2 $\pm$ 0.4 | 94.2      |
| 10                     | 0.2 $\pm$ 0.1 | 0.4 $\pm$ 0.2 | 99.0      | 0.3 $\pm$ 0.0          | 0.5 $\pm$ 0.1 | 68.2      | 0.5 $\pm$ 0.1          | 0.9 $\pm$ 0.3 | 80.1      |
| 13                     | 0.3 $\pm$ 0.1 | 0.2 $\pm$ 0.0 | -39.7     | 0.9 $\pm$ 0.2          | 0.3 $\pm$ 0.0 | -68.2     | 1.5 $\pm$ 0.3          | 0.4 $\pm$ 0.0 | -70.1     |
| 14                     | 0.1 $\pm$ 0.0 | 0.1 $\pm$ 0.0 | 7.81      | 0.2 $\pm$ 0.0          | 0.3 $\pm$ 0.1 | 83.5      | 0.3 $\pm$ 0.1          | 0.5 $\pm$ 0.1 | 81.1      |
| 16                     | 0.1 $\pm$ 0.0 | 0.2 $\pm$ 0.1 | 89.8      | 0.2 $\pm$ 0.0          | 0.3 $\pm$ 0.0 | 56.8      | 0.4 $\pm$ 0.0          | 0.7 $\pm$ 0.1 | 74.4      |
| 17                     | 0.3 $\pm$ 0.1 | 0.1 $\pm$ 0.0 | -69.9     | 0.2 $\pm$ 0.0          | 0.2 $\pm$ 0.1 | -1.71     | 0.4 $\pm$ 0.1          | 0.3 $\pm$ 0.1 | -34.1     |
| 19                     | 0.5 $\pm$ 0.2 | 0.1 $\pm$ 0.0 | -78.2     | 0.3 $\pm$ 0.1          | 0.1 $\pm$ 0.0 | -58.0     | 0.7 $\pm$ 0.2          | 0.4 $\pm$ 0.1 | -46.1     |
| 20                     | 0.4 $\pm$ 0.1 | 0.2 $\pm$ 0.0 | -59.1     | 0.2 $\pm$ 0.1          | 0.1 $\pm$ 0.0 | -19.5     | 0.7 $\pm$ 0.1          | 0.4 $\pm$ 0.0 | -44.6     |
| A.Ö.F (P<0.001): 0.275 |               |               |           | A.Ö.F (P<0.001): 0.369 |               |           | A.Ö.F (p<0.001): 0.199 |               |           |

Çizelge 4.5. ve 4.6.'da görüldüğü gibi tuz stresi gövde dokusunun kuru ağırlığında bazı genotiplerde artışa bazılarında ise azalmaya neden olmuştur. Gövde dokularının kuru ağırlıkları üzerine tuzun etkisi ile ilgili varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Ek:1, çizelge 1.) genotip, tuz ve zaman etkenleri ile genotip\*tuz, tuz\*zaman, genotip\*zaman ve genotip\*tuz\*zaman etkileşimlerinin istatistik olarak önemli ( $p < 0.005$ ) olduğu görülmektedir.

Gövde kuru ağırlığı bakımından kontrol ve tuz şartlarında yetişen genotipler arasında fark olduğu gibi, 14. ve 28. gün arasında da farklar bulunmaktadır. 28. günde gövde ağırlığında kontrole göre ortaya çıkan değişimler 14. günle karşılaştırıldığında aradaki fark daha fazla görülmektedir.

**Çizelge 4.6.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 28. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularının kuru ağırlıkları (gr/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| Genotip                | kök           |               |           | gövde                  |               |           | yaprak                 |               |           |
|------------------------|---------------|---------------|-----------|------------------------|---------------|-----------|------------------------|---------------|-----------|
|                        | kontrol       | tuz           | % değişim | kontrol                | tuz           | % değişim | kontrol                | tuz           | % değişim |
| 2                      | 0.7 $\pm$ 0.1 | 0.9 $\pm$ 0.3 | 29.8      | 0.4 $\pm$ 0.0          | 0.6 $\pm$ 0.1 | 31.5      | 0.7 $\pm$ 0.1          | 1.2 $\pm$ 0.0 | -82.2     |
| 3                      | 0.8 $\pm$ 0.1 | 0.5 $\pm$ 0.2 | -30.8     | 0.9 $\pm$ 0.1          | 0.3 $\pm$ 0.1 | -68.0     | 2.4 $\pm$ 0.1          | 1.2 $\pm$ 0.6 | -48.4     |
| 5                      | 1.0 $\pm$ 0.2 | 0.3 $\pm$ 0.0 | -68.2     | 1.1 $\pm$ 0.2          | 0.3 $\pm$ 0.0 | -69.5     | 2.8 $\pm$ 0.4          | 1.0 $\pm$ 0.0 | -65.0     |
| 8                      | 1.4 $\pm$ 0.4 | 0.7 $\pm$ 0.1 | -51.7     | 1.2 $\pm$ 0.3          | 0.6 $\pm$ 0.1 | -45.9     | 3.9 $\pm$ 1.1          | 1.6 $\pm$ 0.4 | -59.1     |
| 11                     | 0.8 $\pm$ 0.1 | 0.6 $\pm$ 0.2 | -32.8     | 1.9 $\pm$ 0.3          | 0.8 $\pm$ 0.2 | -58.7     | 2.7 $\pm$ 0.6          | 1.0 $\pm$ 0.0 | -62.7     |
| 15                     | 0.4 $\pm$ 0.1 | 0.5 $\pm$ 0.1 | 7.9       | 1.1 $\pm$ 0.3          | 0.7 $\pm$ 0.1 | -34.0     | 1.5 $\pm$ 0.4          | 0.7 $\pm$ 0.3 | -56.1     |
| 22                     | 1.5 $\pm$ 0.2 | 0.8 $\pm$ 0.3 | -47.6     | 1.7 $\pm$ 0.1          | 0.4 $\pm$ 0.1 | -78.2     | 3.6 $\pm$ 0.1          | 1.1 $\pm$ 0.5 | -69.8     |
| 24                     | 0.8 $\pm$ 0.1 | 0.4 $\pm$ 0.2 | -46.3     | 1.1 $\pm$ 0.0          | 0.7 $\pm$ 0.2 | -42.2     | 1.6 $\pm$ 0.1          | 0.6 $\pm$ 0.2 | -63.5     |
| 25                     | 1.1 $\pm$ 0.2 | 0.5 $\pm$ 0.1 | -54.1     | 1.2 $\pm$ 0.1          | 0.5 $\pm$ 0.1 | -58.5     | 2.5 $\pm$ 0.2          | 1.1 $\pm$ 0.1 | -56.5     |
| 1                      | 0.7 $\pm$ 0.3 | 0.4 $\pm$ 0.0 | -50.8     | 1.3 $\pm$ 0.2          | 1.5 $\pm$ 0.2 | 9.2       | 1.2 $\pm$ 0.4          | 1.0 $\pm$ 0.1 | -18.6     |
| 6                      | 0.2 $\pm$ 0.0 | 0.4 $\pm$ 0.1 | 69.9      | 0.4 $\pm$ 0.1          | 0.3 $\pm$ 0.1 | -14.9     | 0.5 $\pm$ 0.0          | 0.4 $\pm$ 0.2 | -2.9      |
| 7                      | 0.9 $\pm$ 0.1 | 0.3 $\pm$ 0.1 | -64.5     | 0.8 $\pm$ 0.0          | 0.2 $\pm$ 0.0 | -70.5     | 1.8 $\pm$ 0.1          | 0.7 $\pm$ 0.1 | -63.4     |
| 10                     | 0.3 $\pm$ 0.1 | 0.5 $\pm$ 0.0 | 43.3      | 0.8 $\pm$ 0.0          | 0.2 $\pm$ 0.0 | -70.5     | 1.0 $\pm$ 0.2          | 0.7 $\pm$ 0.2 | -32.5     |
| 13                     | 0.5 $\pm$ 0.1 | 0.7 $\pm$ 0.1 | 37.6      | 1.1 $\pm$ 0.2          | 0.6 $\pm$ 0.0 | -50.0     | 1.8 $\pm$ 0.3          | 1.2 $\pm$ 0.2 | -30.4     |
| 14                     | 0.3 $\pm$ 0.1 | 0.4 $\pm$ 0.3 | 24.5      | 0.7 $\pm$ 0.0          | 0.2 $\pm$ 0.1 | -68.2     | 1.5 $\pm$ 0.1          | 0.5 $\pm$ 0.2 | -69.2     |
| 16                     | 0.5 $\pm$ 0.1 | 0.5 $\pm$ 0.1 | -0.3      | 0.2 $\pm$ 0.1          | 0.3 $\pm$ 0.0 | 25.6      | 1.4 $\pm$ 0.2          | 0.7 $\pm$ 0.0 | -48.2     |
| 17                     | 0.7 $\pm$ 0.2 | 0.3 $\pm$ 0.1 | -53.8     | 0.3 $\pm$ 0.1          | 0.3 $\pm$ 0.1 | -11.9     | 1.8 $\pm$ 0.5          | 0.6 $\pm$ 0.2 | -65.6     |
| 19                     | 1.1 $\pm$ 0.2 | 1.0 $\pm$ 0.1 | -9.9      | 0.9 $\pm$ 0.2          | 0.4 $\pm$ 0.0 | -55.1     | 2.5 $\pm$ 0.7          | 1.1 $\pm$ 0.1 | -56.6     |
| 20                     | 1.1 $\pm$ 0.6 | 0.5 $\pm$ 0.1 | -60.1     | 0.9 $\pm$ 0.4          | 0.3 $\pm$ 0.0 | -72.0     | 2.4 $\pm$ 1.1          | 0.8 $\pm$ 0.2 | -68.7     |
| A.Ö.F (P<0.001): 0.275 |               |               |           | A.Ö.F (P<0.001): 0.369 |               |           | A.Ö.F (p<0.001): 0.199 |               |           |

Kontrole göre değişimler esas alınarak yapılan sıralamada (Ek:2, Çizelge 3.) 14. günde gövde dokusu kuru ağırlığında % -88.3, % -84.8, % -80.8, % -72.9 ve % -68.2 azalma oranlarıyla 22, 15, 1, 25 ve 13 no'lu genotipler en fazla zarar gören genotipler olmuştur. 14, 10, 16, 7 ve 6 no'lu genotiplerde ise gövde kuru ağırlığı % 83.5, % 68.2, % 56.8, % 54.3 ve % 43.5 oranında artmıştır. 28. günde 5, 7, 10, 20



ve 22 no'lu genotipler gövde dokusu kuru ağırlığı % -69.5, % -70.5, % -70.5, % -72.0 ve % -78.2 oranında azalma ile en fazla zarar görürken, 6, 17, 1, 16 ve 2 no'lu genotipler % -14.9, % -11.9, % 9.2, % 25.6 ve % 31.5 azalma ve artış oranlarıyla en az zarar gören genotipler olmuştur.

Tuz uygulaması yaprak kuru ağırlığında 14. günde bazı genotiplerde azalmaya, bazı genotiplerde artışa, 28. günde ise genotiplerin tamamında azalmaya neden olmuştur (Çizelge 4.5. ve 4.6.). Yaprak dokularının kuru ağırlıkları üzerine tuzun etkisi ile ilgili varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Ek:1, çizelge 1.) genotip, tuz ve zaman etkenleri ile genotip\*tuz, genotip\*zaman ve tuz\*zaman etkileşimlerinin istatistik olarak önemli ( $p<0.005$ ) olduğu görülmektedir. Kontrol ve tuz şartlarında yetişen genotipler arasında fark olduğu gibi, 14. ve 28. gün arasında da farklar bulunmaktadır. 28. günde kontrol bitkilere göre azalma 14. günle karşılaştırıldığında aradaki fark daha fazla görülmektedir. Değişim oranları esas alınarak yapılan sıralamada (Ek:2, Çizelge 3.) 14. günde 13, 1, 25, 22 ve 15 no'lu genotipler % -70.0, % -71.4, % -73.1, % -81.0 ve % -87.3 azalma oranlarıyla yaprak kuru ağırlığı en fazla zarar gören genotipler olurken 2, 16, 10, 14 ve 7 no'lu genotiplerde yaprak kuru ağırlığı % 39.8, % 74.4, % 80.0, % 81.1 ve % 94.2 oranında artmıştır. 28. günde en fazla zarar gören genotipler 17, 20, 14, 22 ve 2 no'lu genotipler olarak sıralanmış ve yaprak kuru ağırlıkları % -65.6, % -68.7, % -69.2, % -69.8 ve % -82.2 oranında azalmıştır. 6, 1, 13, 10 ve 16 no'lu genotipler ise % -2.9, % -18.6, % -30.4, % -32.5 ve % -48.2 oranında azalma ile yaprak kuru ağırlığı en az etkilenen genotipler olmuştur.

#### **4.1.1.4. Kök/gövde kuru ağırlık oranları ile ilgili değişimler**

Kontrol grubu bitkiler ile 150 mM tuz stresi altında 14 ve 28 gün süreyle yetiştirilen 19 çeşit domates genotipinde belirlenen kök/gövde kuru ağırlık oranları ve bu oranların kontrole göre değişim yüzdeleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Buna göre alınan veriler incelendiğinde, genotiplerin tuz stresinden farklı şekilde etkilendikleri tespit edilmiştir.

Denemede kullanılan genotipler kontrole göre kıyaslandığında kök/gövde kuru ağırlık oranı bazı genotiplerde artmış bazılarında ise azalmıştır. Kök/gövde kuru ağırlık oranları ile ilgili varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 1.)

20 ve 17 no'lu genotipteki değişim istatistik olarak önemli ( $p<0.005$ ) bulunmuştur. Kontrole göre değişim oranları esas alınarak yapılan sıralamada (Ek:2, Çizelge 4.) kök/gövde kuru ağırlık oranı bakımından 14. günde 19, 24, 14, 7 ve 17 no'lu genotipler % -46.1, % -47.5, % -49.1, % -57.8 ve % -70.9 azalma oranı ile en fazla etkilenirken, 10, 6, 2, 16 ve 13 no'lu genotipler % 61.2, % 61.9, % 65.0, % 66.3 ve % 72.7 oranında artışla tuzdan etkilenmeyen genotipler olmuştur. 28. günde 8, 17, 24, 19 ve 1 no'lu genotipler % -12.4, % -27.4, % -43.6, % -45.0 ve % -50.3 oranında azalma ile en fazla etkilenirken, 16, 22, 2, 13 ve 14 no'lu genotiplerde % 69.5, % 69.7, % 85.7, % 92.2 ve % 99.1 artış gözlenmiştir.

**Çizelge 4.7.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14 ve 28. gününde farklı domates genotiplerinin kök/gövde kuru ağırlık oranları ve kontrole göre değişimleri (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| Genotip              | 14. Gün       |               |           | 28. Gün       |               |           |
|----------------------|---------------|---------------|-----------|---------------|---------------|-----------|
|                      | kontrol       | tuz           | % değişim | kontrol       | tuz           | % değişim |
| 2                    | 0.7 $\pm$ 0.1 | 1.1 $\pm$ 0.3 | 65.0      | 0.9 $\pm$ 0.1 | 1.6 $\pm$ 0.5 | 85.7      |
| 3                    | 0.9 $\pm$ 0.1 | 1.2 $\pm$ 0.2 | 30.8      | 1.6 $\pm$ 0.1 | 2.4 $\pm$ 0.8 | 51.4      |
| 5                    | 0.9 $\pm$ 0.1 | 1.3 $\pm$ 0.1 | 38.2      | 0.9 $\pm$ 0.1 | 0.9 $\pm$ 0.1 | 3.0       |
| 8                    | 1.2 $\pm$ 0.2 | 1.4 $\pm$ 0.1 | 12.0      | 1.2 $\pm$ 0.1 | 1.1 $\pm$ 0.1 | -12.4     |
| 11                   | 0.5 $\pm$ 0.1 | 1.1 $\pm$ 0.2 | 42.0      | 0.5 $\pm$ 0.1 | 0.7 $\pm$ 0.1 | 56.1      |
| 15                   | 0.5 $\pm$ 0.1 | 1.4 $\pm$ 0.2 | 60.1      | 0.4 $\pm$ 0.0 | 0.7 $\pm$ 0.1 | 63.3      |
| 22                   | 0.9 $\pm$ 0.2 | 1.9 $\pm$ 1.7 | 26.8      | 1.3 $\pm$ 0.1 | 2.2 $\pm$ 0.5 | 69.7      |
| 24                   | 1.0 $\pm$ 0.0 | 0.5 $\pm$ 0.4 | -47.5     | 0.7 $\pm$ 0.1 | 0.4 $\pm$ 0.2 | -43.6     |
| 25                   | 0.9 $\pm$ 0.0 | 1.3 $\pm$ 0.3 | 46.9      | 0.9 $\pm$ 0.1 | 1.0 $\pm$ 0.1 | 8.3       |
| 1                    | 0.5 $\pm$ 0.0 | 1.1 $\pm$ 0.2 | 11.8      | 0.5 $\pm$ 0.1 | 0.3 $\pm$ 0.0 | -50.3     |
| 6                    | 0.4 $\pm$ 0.0 | 0.6 $\pm$ 0.1 | 61.9      | 0.8 $\pm$ 0.1 | 1.1 $\pm$ 0.4 | 40.2      |
| 7                    | 1.2 $\pm$ 0.2 | 0.5 $\pm$ 0.1 | -57.8     | 1.1 $\pm$ 0.1 | 1.2 $\pm$ 0.3 | 12.2      |
| 10                   | 0.5 $\pm$ 0.1 | 0.7 $\pm$ 0.2 | 61.2      | 0.9 $\pm$ 0.1 | 2.2 $\pm$ 0.4 | 37.3      |
| 13                   | 0.3 $\pm$ 0.1 | 0.6 $\pm$ 0.1 | 72.7      | 0.7 $\pm$ 0.0 | 1.3 $\pm$ 0.1 | 92.2      |
| 14                   | 0.9 $\pm$ 0.3 | 0.5 $\pm$ 0.1 | -49.1     | 0.8 $\pm$ 0.1 | 1.6 $\pm$ 0.4 | 99.1      |
| 16                   | 1.1 $\pm$ 1.3 | 1.8 $\pm$ 0.2 | 66.3      | 1.2 $\pm$ 1.9 | 2.0 $\pm$ 0.3 | 69.5      |
| 17                   | 2.4 $\pm$ 0.3 | 0.7 $\pm$ 0.1 | -70.9     | 2.2 $\pm$ 0.3 | 1.6 $\pm$ 0.8 | -27.4     |
| 19                   | 1.6 $\pm$ 0.3 | 0.9 $\pm$ 0.1 | -46.1     | 3.9 $\pm$ 0.2 | 2.1 $\pm$ 0.1 | -45.0     |
| 20                   | 2.3 $\pm$ 0.3 | 3.6 $\pm$ 0.2 | 53.2      | 1.2 $\pm$ 0.1 | 1.8 $\pm$ 0.2 | 51.5      |
| A.Ö.F (P<0.001): 1.2 |               |               |           |               |               |           |

#### 4.1.2. Yaprak sayısı ve yaprak alanı ile ilgili değişimler

Kontrol grubu bitkiler ile 150 mM tuz stresi altında 14 ve 28 gün süreyle yetiştirilen 19 çeşit domates genotipinde yaprak sayısı ve yaprak alanı ile ilgili sonuçlar ve stres şartlarında yetiştirilen bitkiler kontrol ortamında yetişen bitkilerle karşılaştırıldığında meydana gelen değişim oranları % olarak Çizelge 4.8 ve 4.9'da verilmiştir. Veriler incelendiğinde, genotiplerin tuz stresinden farklı şekilde etkilendikleri tespit edilmiştir. Denemede kullanılan genotipler kontrole göre

kıyaslandığında yaprak sayısı bakımından azalma, yaprak alanı bakımından bazı genotiplerde azalma bazı genotiplerde ise artış meydana gelmiştir.

Yaprak sayısı üzerine tuzun etkisi ile ilgili varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 1.) genotip, tuz ve zaman etkenleri ile genotip\*tuz, genotip\*zaman ve tuz\*zaman etkileşimlerinin istatistik olarak önemli ( $p<0.005$ ) olduğu görülmektedir. Kontrol ve tuz şartlarında yetiştirilen genotipler arasında fark olduğu gibi, 14. ve 28. gün arasında da farklar bulunmaktadır. 28. günde kontrole göre meydana gelen değişimler 14. gündeki değişim oranlarıyla karşılaştırıldığında aradaki fark daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Kontrole göre değişim oranları esas alınarak yapılan sıralamada (Ek:2, Çizelge 5.) yaprak sayısı oranları bakımından 14. günde yapılan sıralamada 2, 10, 22, 20 ve 16 no'lu genotipler % -5.3, % -5.9, % -6.6, % -11.8 ve % -13.3 oranlarında azalmayla en az etkilenirken, 24, 3, 17, 25 ve 13 no'lu genotipler % -52.2, % -57.6, % -58.6, % -61.8 ve % -65.4 oranlarında azalma ile en fazla etkilenmiştir. 28. gündeki sıralamada ise 6, 22, 16, 20 ve 2 no'lu genotipler % -9.1, % -9.1, % -11.2, % -11.5 ve % -29.2 azalma oranlarıyla en az etkilenirken, 14, 1, 24, 3 ve 11 no'lu genotipler % -75.0, % -75.0, % -73.3, % -72.3 ve % -70.4 azalma oranlarıyla en fazla etkilenen genotipler olmuştur.

Yaprak alanı üzerine tuzun etkisi ile ilgili varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 1.) genotip, tuz ve zaman etkenleri ile genotip\*tuz, genotip\*zaman, tuz\*zaman ve genotip\*tuz\*zaman etkileşimlerinin istatistik olarak önemli ( $p<0.005$ ) olduğu görülmektedir. Yaprak alanı bakımından kontrol ve tuz şartlarında genotipler arasında fark olduğu gibi, 14. ve 28. gün arasında da farklar bulunmaktadır. 28. gündeki kontrole göre değişimler 14. gündeki değişimlerle karşılaştırıldığında aradaki fark daha belirgin bir şekilde görülmektedir (Çizelge 4.9). Yaprak alanındaki değişim oranları bakımından 14. günde yapılan sıralamada (Ek:2, Çizelge 5.) 14, 10, 16, 17 ve 11 no'lu genotipler % 30.5, % 30.6, % 33.5, % 34.9 ve % 38.1 oranında artışla yaprak alanı bakımından tuzdan etkilenmeyen genotipler olmuş, 7, 2, 8, 19 ve 24 no'lu genotiplerde ise % -14.2, % -16.2, % -18.1, % -40.8 % -41.6 oranlarında azalma gözlenmiştir. 28. günde 11, 22, 15, 20 ve 16 no'lu genotiplerde yaprak alanında % 1.4, % 24.1, % 28.0, % 31,1 ve % 33.0 oranlarında artma gözlenmiş, 24, 19, 14, 13 ve 10 no'lu genotipler ise %

-45.2, % -51.4, % -52.1, % -53.2 ve % -69.5 oranlarında azalmayla yaprak alanı tuzdan olumsuz şekilde en fazla etkilenen genotipler olmuştur.

**Çizelge 4.8.** Ön seçim aşamasında kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. ve 28. gününde farklı domates genotiplerinin yaprak sayısı (adet/bitki) ve kontrole göre değişimler (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| genotip | 14. Gün        |                |           | 28. Gün        |                |           |
|---------|----------------|----------------|-----------|----------------|----------------|-----------|
|         | kontrol        | Tuz            | % değişim | kontrol        | tuz            | % değişim |
| 2       | 6.3 $\pm$ 0.9  | 6.1 $\pm$ 1.2  | -5.3      | 8.1 $\pm$ 2.1  | 5.7 $\pm$ 0.3  | 5.7       |
| 3       | 11.1 $\pm$ 1.0 | 4.7 $\pm$ 0.3  | -57.6     | 15.7 $\pm$ 4.3 | 4.3 $\pm$ 1.3  | 4.3       |
| 5       | 8.3 $\pm$ 0.7  | 5.1 $\pm$ 0.6  | -40.1     | 12 $\pm$ 1.0   | 4.7 $\pm$ 0.3  | 4.7       |
| 8       | 11.7 $\pm$ 0.9 | 6.1 $\pm$ 0.6  | -48.6     | 19.7 $\pm$ 3.5 | 7.7 $\pm$ 1.5  | 7.7       |
| 11      | 6.3 $\pm$ 0.9  | 5.1 $\pm$ 1.2  | -21.1     | 9.1 $\pm$ 1.0  | 2.7 $\pm$ 0.3  | 2.7       |
| 15      | 6.7 $\pm$ 0.9  | 4.1 $\pm$ 0.6  | -40.1     | 7.7 $\pm$ 0.3  | 4.1 $\pm$ 0.6  | 4.1       |
| 22      | 11.7 $\pm$ 2.7 | 11.1 $\pm$ 0.7 | -6.6      | 18.3 $\pm$ 0.9 | 16.7 $\pm$ 2.3 | 16.7      |
| 24      | 7.7 $\pm$ 0.7  | 3.7 $\pm$ 0.7  | -52.2     | 15 $\pm$ 0.6   | 4.1 $\pm$ 0.6  | 4.1       |
| 25      | 11.3 $\pm$ 0.7 | 4.3 $\pm$ 0.9  | -61.8     | 14.3 $\pm$ 1.3 | 8.7 $\pm$ 0.9  | 8.7       |
| 1       | 7.1 $\pm$ 1.5  | 5.1 $\pm$ 0.9  | -28.6     | 12.1 $\pm$ 4.0 | 3.1 $\pm$ 0.0  | 3.1       |
| 6       | 5.3 $\pm$ 0.9  | 4.0 $\pm$ 0.6  | -25.2     | 3.7 $\pm$ 0.9  | 3.1 $\pm$ 0.6  | 3.1       |
| 7       | 8.7 $\pm$ 0.7  | 4.3 $\pm$ 0.7  | -50.1     | 9.3 $\pm$ 0.3  | 3.7 $\pm$ 0.3  | 3.7       |
| 10      | 5.7 $\pm$ 0.9  | 5.3 $\pm$ 0.7  | -5.9      | 12.1 $\pm$ 2.1 | 4.3 $\pm$ 0.3  | 4.3       |
| 13      | 8.7 $\pm$ 0.7  | 3.1 $\pm$ 0.0  | -65.4     | 12.7 $\pm$ 0.9 | 6.3 $\pm$ 0.9  | 6.3       |
| 14      | 6.1 $\pm$ 1.2  | 3.7 $\pm$ 1.2  | -38.9     | 13.3 $\pm$ 0.3 | 3.3 $\pm$ 0.3  | 3.3       |
| 16      | 5.1 $\pm$ 1.5  | 4.3 $\pm$ 0.3  | -13.3     | 10.8 $\pm$ 0.9 | 9.6 $\pm$ 0.6  | 9.6       |
| 17      | 9.7 $\pm$ 1.8  | 4.1 $\pm$ 1.0  | -58.6     | 20.1 $\pm$ 1.2 | 7.3 $\pm$ 1.9  | 7.3       |
| 19      | 6.7 $\pm$ 0.3  | 5.1 $\pm$ 0.6  | -25.2     | 9.7 $\pm$ 0.9  | 4.3 $\pm$ 0.3  | 4.3       |
| 20      | 6.3 $\pm$ 0.3  | 5.6 $\pm$ 0.3  | -11.8     | 8.7 $\pm$ 1.8  | 7.7 $\pm$ 0.9  | 7.7       |

A.Ö.F (P<0.001): 0.814

**Çizelge 4.9.** Ön seçim aşamasında kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. ve 28. gününde farklı domates genotiplerinin yaprak alanı (cm<sup>2</sup>/bitki) ve kontrole göre değişimler (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| genotip | 14. Gün          |                  |           | 28. Gün          |                  |           |
|---------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|
|         | kontrol          | Tuz              | % değişim | kontrol          | tuz              | % değişim |
| 2       | 182.7 $\pm$ 7.7  | 153.2 $\pm$ 3.5  | -16.2     | 324.7 $\pm$ 1.8  | 221.2 $\pm$ 3.6  | -31.9     |
| 3       | 163.3 $\pm$ 14.2 | 140.7 $\pm$ 10   | -13.9     | 274.7 $\pm$ 2.0  | 214.7 $\pm$ 5.9  | -21.8     |
| 5       | 235.3 $\pm$ 4.5  | 224.1 $\pm$ 4.0  | -4.8      | 575.3 $\pm$ 5.2  | 404.7 $\pm$ 5.5  | -29.7     |
| 8       | 425.1 $\pm$ 5.1  | 348.1 $\pm$ 12.5 | -18       | 440.2 $\pm$ 92.5 | 374.7 $\pm$ 9.8  | -14.8     |
| 11      | 168.7 $\pm$ 2.6  | 233.1 $\pm$ 13.3 | 38        | 260.2 $\pm$ 23.4 | 263.7 $\pm$ 9.8  | 1.40      |
| 15      | 186.3 $\pm$ 2.8  | 170.3 $\pm$ 29.2 | -8.6      | 237.2 $\pm$ 19.4 | 303.3 $\pm$ 15.5 | 28.1      |
| 22      | 172.7 $\pm$ 3.5  | 213.9 $\pm$ 9.2  | 23.9      | 280.7 $\pm$ 3.5  | 348.3 $\pm$ 9.0  | 24.1      |
| 24      | 178.7 $\pm$ 2.0  | 104.3 $\pm$ 7.3  | -41.6     | 401.3 $\pm$ 14.9 | 220.2 $\pm$ 4.4  | -45.2     |
| 25      | 212.3 $\pm$ 6.6  | 249.3 $\pm$ 20.7 | 17.4      | 372.3 $\pm$ 25.2 | 216.3 $\pm$ 8.0  | -41.9     |
| 1       | 118.7 $\pm$ 5.5  | 145.3 $\pm$ 13.7 | 22.5      | 262.3 $\pm$ 6.0  | 201.2 $\pm$ 25.2 | -23.4     |
| 6       | 295.3 $\pm$ 4.5  | 340.3 $\pm$ 3.5  | 15.2      | 511.7 $\pm$ 5.0  | 291.3 $\pm$ 1.8  | -43.1     |
| 7       | 185.1 $\pm$ 16.9 | 158.7 $\pm$ 3.9  | -14.2     | 296.3 $\pm$ 13.3 | 177.2 $\pm$ 12.6 | -40.3     |
| 10      | 149.3 $\pm$ 12.8 | 195.2 $\pm$ 4.9  | 30.6      | 403.2 $\pm$ 0.6  | 123.2 $\pm$ 6.1  | -69.5     |
| 13      | 194.1 $\pm$ 17.8 | 242.3 $\pm$ 14.3 | 24.9      | 401.7 $\pm$ 16.7 | 188.2 $\pm$ 16.9 | -53.2     |
| 14      | 128.1 $\pm$ 2.3  | 167.2 $\pm$ 28.3 | 30.5      | 343.2 $\pm$ 59.7 | 164.3 $\pm$ 13.1 | -52.1     |
| 16      | 182.3 $\pm$ 5.2  | 243.5 $\pm$ 5.9  | 33.5      | 404.2 $\pm$ 9.9  | 537.3 $\pm$ 5.2  | 33.0      |
| 17      | 145.3 $\pm$ 23.8 | 196.2 $\pm$ 28.7 | 34.9      | 383.7 $\pm$ 23.8 | 225.7 $\pm$ 4.3  | -41.2     |
| 19      | 167.7 $\pm$ 10.7 | 99.3 $\pm$ 2.6   | -40.8     | 262.7 $\pm$ 25.8 | 127.7 $\pm$ 30.9 | -51.4     |
| 20      | 284.7 $\pm$ 5.9  | 369.3 $\pm$ 6.4  | 29.7      | 356.2 $\pm$ 6.1  | 466.7 $\pm$ 5.4  | 31.1      |

A.Ö.F (P<0.01): 50.84

#### **4.1.3. Yaprak dokularında MDA ve klorofil miktarı ile ilgili değişimler**

Kontrol ortamında ve 150 mM tuz stresi altında 14 ve 28 gün süreyle yetiştirilen 19 farklı domates genotipinde yaprak dokularında ölçülen MDA ve klorofil miktarları ile stres şartlarında yetiştirilen bitkiler kontrol ortamında yetişen bitkilerle karşılaştırıldığında meydana gelen değişim oranları % olarak Çizelge 4.10'da verilmiştir. Tuz stresi tüm genotiplerde kontrol bitkilerle karşılaştırıldığında MDA miktarlarında artışa, klorofil miktarlarında ise azalmaya neden olmuştur.

MDA miktarı üzerine tuzun etkisi ile ilgili varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 1.) genotip, tuz ve zaman etkenleri ile genotip\*tuz, genotip\*zaman, tuz\*zaman ve genotip\*tuz\*zaman etkileşimlerinin istatistik olarak önemli ( $p<0.005$ ) olduğu görülmektedir. Değişim oranları esas alınarak yapılan sıralamada (Ek:2, Çizelge 6.) 14. günde 20, 16, 22, 10 ve 7 no'lu genotipler % 4.5, % 4.8, % 12.5, % 33.3 ve % 33,3 artış oranlarıyla MDA miktarları en az artan genotipler olurken, 13, 1, 25, 3 ve 19 no'lu genotipler ise % 56.3, % 56.3, % 60.0, % 62.5 ve % 84.2 oranlarında artışla MDA miktarı en fazla artan genotipler olmuştur. 28. günde 22, 16, 20, 13 ve 15 no'lu genotiplerde MDA miktarında % 3.1, % 7.7, % 9.4, % 63.0 ve % 65.4 oranında artış gözlenirken 1, 17, 19, 7 ve 5, no'lu genotipler % 79.2, % 80.0, % 80.0, % 83.3 ve % 88.6 oranlarıyla MDA miktarı en fazla artan genotipler olarak sıralanmıştır.

Klorofil miktarı üzerine tuzun etkisi ile ilgili varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 1.) genotip, tuz ve zaman etkenleri ile genotip\*tuz, genotip\*zaman, tuz\*zaman ve genotip\*tuz\*zaman etkileşimlerinin istatistik olarak önemli ( $p<0.005$ ) olduğu görülmektedir. Klorofil miktarı bakımından değişim oranları esas alınarak yapılan sıralamada 14. günde 16, 20, 22, 25 ve 3 no'lu genotiplerde klorofil miktarı % -7.3, % -9.2, % -10.3, % -28.9 ve % -32.8 oranında azalırken, 7, 17, 19, 14 ve 24 no'lu genotiplerde bu azalma % -40.5, % -41.0, % -47.0, % -48.7 ve % -50.0 oranlarında olmuştur. 28. günde 22, 16, 20, 2 ve 14 no'lu genotipler % -5.7, % -6.1, % -8.6, % -31.6 ve % -38.6 oranlarında azalma ile tuzdan klorofil miktarı en az etkilenen genotipler olurken, 15, 25, 19, 5 ve 24 no'lu genotipler % -40.7, % -44.5, % -44.9, % -47.2 ve % -48.8 oranlarında azalma ile en fazla etkilenen genotipler olmuştur.



**Çizelge 4.10.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14 ve 28. gününde farklı domates genotiplerinin yaprak dokularında MDA ( $\mu\text{mol/g}$  taze ağırlık), klorofil ( $\mu\text{g/g}$  taze ağırlık) miktarları ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| 14. Gün MDA         |              |              |           | 14. Gün klorofil  |              |           | 28. Gün MDA        |              |           | 28. Gün klorofil |                |           |
|---------------------|--------------|--------------|-----------|-------------------|--------------|-----------|--------------------|--------------|-----------|------------------|----------------|-----------|
| notip               | kontrol      | Tuz          | % değişim | kontrol           | tuz          | % değişim | kontrol            | tuz          | % değişim | kontrol          | tuz            | % değişim |
| 2                   | 15 $\pm$ 0.1 | 22 $\pm$ 0.1 | 46.7      | 132 $\pm$ 0.1     | 84 $\pm$ 0.1 | -36.4     | 25 $\pm$ 0.1       | 43 $\pm$ 0.1 | 72.0      | 244 $\pm$ 0.1    | 167 $\pm$ 0.1  | -31.6     |
| 3                   | 16 $\pm$ 0.1 | 26 $\pm$ 0.2 | 62.5      | 119 $\pm$ 0.1     | 80 $\pm$ 0.1 | -32.8     | 25 $\pm$ 0.1       | 43 $\pm$ 0.1 | 72.0      | 265 $\pm$ 0.1    | 159 $\pm$ 0.2  | -40.0     |
| 5                   | 17 $\pm$ 0.1 | 25 $\pm$ 0.2 | 47.1      | 103 $\pm$ 0.1     | 62 $\pm$ 0.1 | -39.8     | 24 $\pm$ 0.1       | 44 $\pm$ 0.1 | 83.3      | 233 $\pm$ 1.1    | 123 $\pm$ 0.1  | -47.2     |
| 8                   | 17 $\pm$ 0.1 | 25 $\pm$ 0.1 | 47.1      | 132 $\pm$ 0.1     | 79 $\pm$ 0.1 | -40.2     | 25 $\pm$ 0.1       | 42 $\pm$ 0.1 | 68.0      | 263 $\pm$ 0.1    | 158 $\pm$ 0.1  | -39.9     |
| 11                  | 18 $\pm$ 0.1 | 27 $\pm$ 0.1 | 50.0      | 113 $\pm$ 0.1     | 75 $\pm$ 0.1 | -33.6     | 25 $\pm$ 0.1       | 44 $\pm$ 0.1 | 76.0      | 250 $\pm$ 0.1    | 152 $\pm$ 0.1  | -39.2     |
| 15                  | 17 $\pm$ 0.1 | 26 $\pm$ 0.1 | 52.9      | 123 $\pm$ 0.1     | 74 $\pm$ 0.1 | -39.8     | 26 $\pm$ 0.1       | 43 $\pm$ 0.1 | 65.4      | 248 $\pm$ 0.1    | 147 $\pm$ 0.1  | -40.7     |
| 22                  | 16 $\pm$ 0.1 | 18 $\pm$ 0.1 | 12.5      | 165 $\pm$ 0.1     | 15 $\pm$ 0.1 | -10.3     | 32 $\pm$ 0.1       | 33 $\pm$ 0.1 | 3.1       | 331 $\pm$ 0.1    | 312 $\pm$ 0.1  | -5.7      |
| 24                  | 17 $\pm$ 0.1 | 26 $\pm$ 0.2 | 52.9      | 84 $\pm$ 0.1      | 42 $\pm$ 0.1 | -50.0     | 28 $\pm$ 0.1       | 48 $\pm$ 0.1 | 71.4      | 168 $\pm$ 0.1    | 86,2 $\pm$ 0.1 | -48.8     |
| 25                  | 15 $\pm$ 0.1 | 24 $\pm$ 0.1 | 60.0      | 135 $\pm$ 0.1     | 96 $\pm$ 0.1 | -28.9     | 25 $\pm$ 0.1       | 44 $\pm$ 0.1 | 76.0      | 281 $\pm$ 0.1    | 156 $\pm$ 0.1  | -44.5     |
| 1                   | 16 $\pm$ 0.1 | 25 $\pm$ 0.1 | 56.3      | 121 $\pm$ 0.1     | 73 $\pm$ 0.1 | -39.7     | 24 $\pm$ 0.1       | 43 $\pm$ 0.1 | 79.2      | 243 $\pm$ 0.1    | 146 $\pm$ 0.1  | -39.9     |
| 6                   | 17 $\pm$ 0.1 | 25 $\pm$ 0.1 | 47.1      | 144 $\pm$ 0.1     | 86 $\pm$ 0.1 | -40.3     | 25 $\pm$ 0.1       | 42 $\pm$ 0.1 | 68.0      | 288 $\pm$ 0.1    | 173 $\pm$ 0.1  | -39.9     |
| 7                   | 18 $\pm$ 0.1 | 24 $\pm$ 0.1 | 33.3      | 116 $\pm$ 0.1     | 69 $\pm$ 0.1 | -40.5     | 25 $\pm$ 0.1       | 45 $\pm$ 0.1 | 80.0      | 232 $\pm$ 0.1    | 140 $\pm$ 0.1  | -39.7     |
| 10                  | 18 $\pm$ 0.1 | 24 $\pm$ 0.1 | 33.3      | 114 $\pm$ 0.1     | 68 $\pm$ 0.1 | -40.4     | 25 $\pm$ 0.1       | 43 $\pm$ 0.1 | 72.0      | 228 $\pm$ 0.1    | 137 $\pm$ 0.1  | -39.9     |
| 13                  | 16 $\pm$ 0.1 | 25 $\pm$ 0.1 | 56.3      | 106 $\pm$ 0.1     | 64 $\pm$ 0.1 | -39.6     | 27 $\pm$ 0.1       | 44 $\pm$ 0.1 | 63.0      | 212 $\pm$ 0.1    | 127 $\pm$ 0.1  | -40.1     |
| 14                  | 17 $\pm$ 0.1 | 25 $\pm$ 0.1 | 47.1      | 117 $\pm$ 0.1     | 60 $\pm$ 0.1 | -48.7     | 24 $\pm$ 0.1       | 43 $\pm$ 0.1 | 79.2      | 217 $\pm$ 0.1    | 134 $\pm$ 0.1  | -38.2     |
| 16                  | 21 $\pm$ 0.1 | 22 $\pm$ 0.1 | 4.8       | 164 $\pm$ 0.1     | 15 $\pm$ 0.1 | -7.3      | 26 $\pm$ 0.1       | 28 $\pm$ 0.1 | 7.7       | 328 $\pm$ 0.1    | 308 $\pm$ 0.1  | -6.1      |
| 17                  | 18 $\pm$ 0.1 | 25 $\pm$ 0.1 | 38.9      | 105 $\pm$ 0.1     | 62 $\pm$ 0.1 | -41.0     | 25 $\pm$ 0.1       | 45 $\pm$ 0.1 | 80.0      | 211 $\pm$ 0.1    | 126 $\pm$ 0.1  | -40.3     |
| 19                  | 19 $\pm$ 0.1 | 35 $\pm$ 0.1 | 84.2      | 83 $\pm$ 0.1      | 44 $\pm$ 0.1 | -47.0     | 35 $\pm$ 0.1       | 66 $\pm$ 0.1 | 88.6      | 167 $\pm$ 0.1    | 92,1 $\pm$ 0.1 | -44.9     |
| 20                  | 22 $\pm$ 0.1 | 23 $\pm$ 0.1 | 4.5       | 163 $\pm$ 0.1     | 15 $\pm$ 0.1 | -9.2      | 32 $\pm$ 0.1       | 35 $\pm$ 0.1 | 9.4       | 326 $\pm$ 0.1    | 298 $\pm$ 0.1  | -8.6      |
| A.Ö.F (P<0.01):1.55 |              |              |           | A.Ö.F (P<0.01): 8 |              |           | AÖ.F (P<0.01):1.55 |              |           | A.Ö.F (P<0.01):8 |                |           |

#### 4.1.4. İyon analizleri

##### 4.1.4.1. Kök, gövde ve yaprak dokularında $\text{Na}^+$ miktarı ile ilgili değişimler

Kontrol grubu bitkiler ile 150 mM tuz stresi altında 14 ve 28 gün süreyle yetiştirilen 19 çeşit domates genotipinde belirlenen kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $\text{Na}^+$  miktarları ile stres ve kontrol ortamında yetiştirilen bitkiler karşılaştırılarak elde edilen değişim oranları % olarak Çizelge 4.11 ve 4.12'de verilmiştir. Buna göre alınan veriler incelendiğinde, genotiplerin tuz stresinden farklı şekilde etkilendikleri tespit edilmiştir. Kontrole göre kıyaslandığında tuz uygulaması tüm genotiplerde  $\text{Na}^+$  miktarında artışa neden olmuştur.

Kök, gövde ve yaprak dokularında bulunan  $\text{Na}^+$  miktarı üzerine tuzun etkisi ile ilgili varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 1.) genotip, tuz ve zaman etkenleri ile genotip\*tuz, genotip\*zaman, tuz\*zaman ve genotip\*tuz\*zaman etkileşimlerinin istatistik olarak önemli ( $p<0.005$ ) olduğu görülmektedir. Kontrol ve tuz şartlarında yetişen genotipler arasında fark olduğu gibi, 14. ve 28. gün arasında da farklar bulunmaktadır. 28. gündeki  $\text{Na}^+$  miktarı kontrole

karşılaştırıldığında bu fark daha belirgin bir şekilde görülmektedir (Çizelge 4.10. ve 4.11.).

Kök dokusunda değişim oranları esas alınarak yapılan sıralamada (Ek:2, Çizelge 7.) 14. günde Na<sup>+</sup> miktarı 16, 20, 22, 2 ve 19 no'lu genotiplerde % 32.0, % 32.6, % 33.5, % 38.0 ve % 50.5 oranlarında en az artarken, 3, 5, 1, 14 ve 17 no'lu genotiplerde % 61.4, % 60.4, % 59, % 58.1 ve % 57 oranlarında en fazla artış gözlenmiştir. 28. günde ise 16, 20, 22, 19 ve 24 no'lu genotiplerde % 20.1, % 23.1, % 25.2, % 57.7 ve % 68.4 oranlarında artış gözlenirken, 6, 3, 2, 11 ve 14 no'lu genotipler, kök dokularındaki Na<sup>+</sup> miktarı % 121.8, % 115.2, % 114.4, % 114.3 ve % 113.4 oranlarıyla en fazla artış gösteren genotipler olmuştur.

**Çizelge 4.11.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularında Na<sup>+</sup> miktarları (µg/mg kuru ağırlık) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir)

| genotip              | kök      |          |           | gövde               |          |           | yaprak               |           |           |
|----------------------|----------|----------|-----------|---------------------|----------|-----------|----------------------|-----------|-----------|
|                      | kontrol  | tuz      | % değişim | kontrol             | tuz      | % değişim | kontrol              | tuz       | % değişim |
| 2                    | 8.8±0.3  | 12.0±0.6 | 38.0      | 8.3±0.3             | 11.3±0.5 | 36.6      | 7.8±3                | 11.5 ±0.5 | 47.8      |
| 3                    | 11.0±0.3 | 18.0±0.5 | 61.4      | 11.0±0.3            | 17.0±0.5 | 61.4      | 9.9±3                | 16.0 ±0.4 | 61.4      |
| 5                    | 9.8±0.6  | 15.8±0.8 | 56.4      | 9.2±0.5             | 14.8±0.8 | 60.3      | 8.7±5                | 13.9 ±0.7 | 60.3      |
| 8                    | 10.0±0.3 | 16.0±0.4 | 62.0      | 9.4±0.3             | 15.0±0.4 | 60.1      | 8.8±2                | 14.0 ±0.4 | 59.0      |
| 11                   | 8.5±0.3  | 13.6±0.4 | 59.0      | 8.0±0.2             | 12.8±0.4 | 59.9      | 7.5±2                | 12.0 ±0.4 | 63.0      |
| 15                   | 10.0±0.4 | 16.4±0.6 | 60.0      | 10.0±0.1            | 15.5±0.6 | 54.8      | 9.4±1                | 14.5 ±0.5 | 54.7      |
| 22                   | 3.8±0.4  | 5.0±0.6  | 33.5      | 3.6±0.3             | 4.5±0.6  | 26.2      | 3.3±3                | 4.2 ±0.4  | 25.5      |
| 24                   | 11.0±0.7 | 17.8±1.0 | 60.0      | 11.0±0.5            | 16.0±1.0 | 46.5      | 8.9±4                | 12.9 ±0.9 | 45.9      |
| 25                   | 9.9±0.2  | 15.9±0.3 | 61.0      | 9.3±0.2             | 14.8±0.2 | 58.0      | 8.8±1                | 14.0 ±0.2 | 59.7      |
| 1                    | 4.5±0.8  | 7.2±1.3  | 59.0      | 4.2±0.7             | 6.8±1.2  | 59.9      | 4.0±7                | 6.4 ±1.0  | 59.9      |
| 6                    | 7.9±0.4  | 12.6±0.6 | 63.0      | 7.4±0.3             | 11.8±0.5 | 60.1      | 6.9±3                | 11.0 ±0.5 | 59.8      |
| 7                    | 9.7±0.1  | 15.5±0.2 | 60.0      | 9.1±0.1             | 14.6±0.2 | 60.0      | 8.6±1                | 13.7 ±0.2 | 62.0      |
| 10                   | 8.0±0.5  | 12.8±0.8 | 59.0      | 7.5±0.4             | 12.0±0.7 | 59.9      | 7.1±4                | 11.3 ±0.7 | 59.9      |
| 13                   | 6.8±0.5  | 10.9±0.8 | 60.0      | 6.4±0.5             | 10.3±0.8 | 59.9      | 6.0±5                | 9.7 ±0.7  | 59.8      |
| 14                   | 5.5±0.2  | 8.8±0.4  | 58.0      | 5.2±0.2             | 8.3±0.4  | 60.0      | 4.9±2                | 7.8 ±0.3  | 60.0      |
| 16                   | 3.6±0.2  | 4.7±0.2  | 32.0      | 3.4±0.1             | 4.4±0.2  | 31.0      | 3.2±1                | 4.0 ±0.2  | 29.2      |
| 17                   | 6.8±0.6  | 10.9±1.0 | 57.0      | 6.4±0.6             | 10.0±0.9 | 58.5      | 6.0±5                | 9.6 ±0.9  | 60.1      |
| 19                   | 11.0±0.4 | 15.8±0.6 | 50.5      | 9.9±0.4             | 14.8±0.6 | 49.9      | 8.3±4                | 11.8 ±0.6 | 43.1      |
| 20                   | 3.6±0.2  | 4.8±0.3  | 32.6      | 3.5±0.2             | 4.5±0.3  | 29.6      | 3.3±2                | 4.2 ±0.3  | 27.7      |
| A.Ö.F (P<0.001): 2.2 |          |          |           | A.Ö.F(P<0.001): 2.3 |          |           | A.Ö.F (P<0.01): 2.64 |           |           |

Gövde dokusunda bulunan Na<sup>+</sup> miktarı bakımından değişim oranları esas alınarak yapılan sıralamada (Ek:2, Çizelge 7.) 14. günde % 26.2, % 29.6, % 31.0, % 36.6 ve % 46.5 artış oranlarıyla, 22, 20, 16, 2 ve 24 no'lu genotipler gövde dokusundaki Na<sup>+</sup> miktarı en az artan genotipler olurken 7, 8, 6, 5, ve 3 no'lu genotiplerde % 60.0, % 60.1, % 60.1, % 60.3 ve % 61.4 oranlarında artış gözlenmiştir. 28. günde

en az artış 22, 20, 16, 19 ve 24 no'lu genotiplerde (% 26.7, % 27.0, % 29.0, % 62.6 ve % 65.5) olurken, 14, 25, 10, 5 ve 3 no'lu genotiplerde Na<sup>+</sup> miktarı % 113.4, % 113.6, % 113.8, % 113.9 ve % 115.3 oranlarında artmıştır.

Yaprak dokusunda bulunan Na<sup>+</sup> miktarı bakımından değişim oranları esas alınarak yapılan sıralamada (Ek:2, Çizelge 7.) 14. günde 22, 20, 16, 19 ve 24 no'lu genotiplerde yaprak dokusundaki Na<sup>+</sup> miktarı % 25.5, % 27.7, % 29.2, % 43.1 ve % 45.9 oranlarında en az artarken, 8, 17, 25, 5 ve 3 no'lu genotiplerde % 59, % 60.1, % 60.1, % 60.3 ve % 61.4 oranlarıyla en fazla artmıştır. 28. günde 22, 20, 16, 24 ve 19 no'lu genotipler % 19.5, % 21.1, % 25.0, % 49.6 ve % 50.5 oranlarıyla gövdedeki Na<sup>+</sup> miktarı en az artan genotipler olurken, 5, 2, 3, 1 ve 7 no'lu genotipler % 113.8, % 114.3, % 115.2, % 117.1 ve % 119.8 oranlarıyla Na<sup>+</sup> miktarı en fazla artan genotipler olarak sıralanmıştır.

**Çizelge 4.12.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 28. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularında Na<sup>+</sup> miktarları (µg/mg kuru ağırlık) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değer üç tekrarın ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir)

| genotip              | kök      |          |           | gövde                |          |           | yaprak                |          |           |
|----------------------|----------|----------|-----------|----------------------|----------|-----------|-----------------------|----------|-----------|
|                      | kontrol  | Tuz      | % değişim | kontrol              | tuz      | % değişim | Kontrol               | tuz      | % değişim |
| 2                    | 10.5±0.4 | 22.6±0.9 | 114.4     | 9.9±0.4              | 21.0±0.9 | 113.4     | 9.3±0.3               | 20.0±0.8 | 114.3     |
| 3                    | 13.5±0.4 | 29.0±0.8 | 115.2     | 12.7±0.3             | 27.2±0.8 | 115.3     | 11.9±0.3              | 25.6±0.7 | 115.2     |
| 5                    | 11.8±0.7 | 24.2±1.4 | 105.4     | 11.0±0.6             | 23.7±1.3 | 113.9     | 10.4±0.6              | 22.3±1.2 | 113.8     |
| 8                    | 12.0±0.3 | 25.6±0.7 | 113.3     | 11.3±0.3             | 24.0±0.7 | 113.3     | 10.6±0.3              | 22.6±0.6 | 113.3     |
| 11                   | 10.2±0.3 | 21.8±0.7 | 114.3     | 9.6±0.3              | 20.4±0.6 | 113.3     | 9.0±0.3               | 19.2±0.6 | 113.4     |
| 15                   | 12.3±0.4 | 25.3±0.9 | 105.2     | 11.6±0.4             | 24.7±0.9 | 113.2     | 10.9±0.4              | 23.0±0.8 | 112.2     |
| 22                   | 4.5±0.4  | 5.7±0.9  | 25.2      | 4.3±0.4              | 5.4±0.9  | 26.7      | 4.6±0.4               | 5.5±0.9  | 19.5      |
| 24                   | 13.3±0.8 | 22.5±1.7 | 68.4      | 12.5±0.8             | 20.8±1.6 | 65.5      | 10.8±0.7              | 16.0±1.5 | 49.6      |
| 25                   | 11.9±0.2 | 24.5±0.4 | 105.1     | 11.2±0.2             | 23.9±0.4 | 113.6     | 10.5±0.2              | 22.5±0.4 | 113.7     |
| 1                    | 5.4±0.9  | 10.5±2.0 | 94.9      | 5.0±0.8              | 10.2±1.9 | 103.1     | 4.7±0.8               | 10.2±1.8 | 117.1     |
| 6                    | 9.4±0.4  | 20.9±0.9 | 121.8     | 8.9±0.4              | 18.9±0.9 | 113.3     | 8.3±0.4               | 17.2±0.8 | 106       |
| 7                    | 11.6±0.1 | 23.8±0.3 | 104.7     | 10.6±0.3             | 22.3±0.3 | 110.4     | 10.0±0.3              | 21.9±0.2 | 119.8     |
| 10                   | 9.6±0.6  | 19.5±1.2 | 102.6     | 9.0±0.6              | 19.2±1.0 | 113.8     | 8.5±0.5               | 17.1±1.0 | 102       |
| 13                   | 8.2±0.6  | 16.5±1.4 | 101.2     | 7.7±0.6              | 16.5±1.3 | 113.3     | 7.2±0.6               | 14.5±1.2 | 99.5      |
| 14                   | 6.6±0.3  | 14.0±0.6 | 113.4     | 6.2±0.3              | 13.2±0.6 | 113.4     | 5.8±0.3               | 12.4±0.5 | 113.4     |
| 16                   | 4.3±0.2  | 5.2±0.4  | 20.1      | 4.0±0.2              | 5.2±0.4  | 29.2      | 3.2±0.2               | 4.0±0.3  | 25.1      |
| 17                   | 8.0±0.7  | 17.4±1.6 | 113.4     | 7.7±0.7              | 16.3±1.5 | 113.4     | 7.2±0.7               | 15.3±1.4 | 112.7     |
| 19                   | 12.6±0.5 | 19.9±1.0 | 57.7      | 11.8±0.5             | 19.3±1.0 | 62.6      | 11.0±0.4              | 16.8±0.9 | 50.5      |
| 20                   | 4.4±0.2  | 5.4±0.4  | 23.1      | 4.0±0.2              | 5.2±0.4  | 27.1      | 4.9±0.2               | 5.9±0.4  | 21.2      |
| A.Ö.F (P<0.001): 2.2 |          |          |           | A.Ö.F (P<0.001): 2.3 |          |           | A.Ö.F (P<0.001): 2.64 |          |           |

Hem kontrol hem de tuz uygulama gruplarında her iki hasat döneminde de 22, 1, 16, 20 ve 14 no'lu genotiplerin kök gövde ve yaprak dokularındaki Na<sup>+</sup> miktarı diğer genotiplerden önemli düzeyde daha az miktarda bulunmuştur. Bu

genotiplerde  $\text{Na}^+$  miktarında kontrole göre meydana gelen değişim oranları da diğer çeşitlerden daha düşük düzeyde tespit edilmiştir (Çizelge 4.11. ve 4.12.).

#### **4.1.4.2. Kök, gövde ve yaprak dokularında $\text{K}^+$ miktarı ile ilgili değişimler**

Kontrol grubu bitkiler ile 150 mM tuz stresi altında 14 ve 28 gün süreyle yetiştirilen 19 çeşit domates genotipinde belirlenen kök, gövde, yaprak dokularındaki  $\text{K}^+$  miktarları ile stres şartlarında yetiştirilen bitkiler kontrol ortamında yetişen bitkilerle karşılaştırıldığında  $\text{K}^+$  miktarında ortaya çıkan değişim oranları % olarak Çizelge 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Buna göre alınan veriler incelendiğinde, tuz stresinin, kontrol bitkilerle karşılaştırıldığında her üç dokuda da tüm genotiplerde  $\text{K}^+$  miktarında artışa neden olduğu görülmüştür.

Kök, gövde ve yaprak dokularında bulunan  $\text{K}^+$  miktarı üzerine tuzun etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 1.) genotip, tuz ve zaman etkenleri ile genotip\*tuz, genotip\*zaman, tuz\*zaman ve genotip\*tuz\*zaman etkileşimlerinin istatistik olarak önemli ( $p<0.005$ ) olduğu görülmektedir. Hem kontrol ortamında hem de tuz uygulamasında ayrı ayrı  $\text{K}^+$  miktarı açısından genotipler arasında farklar olduğu gibi kontrol ve tuz şartlarında yetiştirilen genotiplerin  $\text{K}^+$  miktarları arasında ve ayrıca 14. ve 28. gün uygulamaları arasında da farklar bulunmaktadır. 28. gündeki  $\text{K}^+$  miktarı kontrole karşılaştırıldığında bu fark daha belirgin olarak görülmektedir (Çizelge 4.12. ve 4.13.). Tuz uygulamasının 14. ve 28. gününde tüm genotiplerde kök dokusundaki  $\text{K}^+$  miktarı kontrole göre önemli düzeyde artmıştır.

14. günde kök dokusunda  $\text{K}^+$  miktarının kontrole göre değişim oranları esas alınarak yapılan sıralama (Ek:2, Çizelge 8.) şu şekilde olmuştur. 6, 17, 19, 24 ve 11 no'lu genotipler % 63.5, % 62.5, % 62.1, % 61.9 ve % 61.2 oranlarıyla  $\text{K}^+$  miktarı en fazla artan genotipler olurken, 8, 3, 14, 20 ve 5 no'lu genotipler % 56.5, % 57.3, % 57.7, % 58.4 ve % 58.7 oranlarıyla  $\text{K}^+$  en az artan genotipler olmuştur. 28. günde 11 (% 117.1), 2 (% 114.5), 14 (% 114.0), 7 (% 113.7) ve 20 (% 113.6) no'lu genotipler  $\text{K}^+$  'u en fazla artan, 22 (% 42.9), 16 (% 76.5), 15 (% 81.3), 6 (% 82.1) ve 8 (% 99.8) no'lu genotipler ise  $\text{K}^+$  'u en az artan genotipler olmuştur. Tuz stresinde kök dokularında  $\text{K}^+$  miktarı artan genotiplerin gövde ve yaprak dokularında da benzer değişimler gözlenmiştir.



**Çizelge 4.13.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularında  $K^+$  miktarları ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  kuru ağırlık) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| Genotip              | kök           |               |           | gövde                |               |           | yaprak              |               |           |
|----------------------|---------------|---------------|-----------|----------------------|---------------|-----------|---------------------|---------------|-----------|
|                      | kontrol       | tuz           | % değişim | kontrol              | tuz           | % değişim | kontrol             | Tuz           | % değişim |
| 2                    | 2.1 $\pm$ 0.1 | 3.4 $\pm$ 0.1 | 60.9      | 1.9 $\pm$ 0.1        | 3.3 $\pm$ 0.1 | 69.0      | 1.8 $\pm$ 0.1       | 3.1 $\pm$ 0.1 | 66.2      |
| 3                    | 1.8 $\pm$ 0.1 | 2.9 $\pm$ 0.1 | 57.3      | 1.7 $\pm$ 0.1        | 2.7 $\pm$ 0.1 | 54.8      | 1.7 $\pm$ 0.1       | 2.5 $\pm$ 0.1 | 52.5      |
| 5                    | 3.0 $\pm$ 0.1 | 4.8 $\pm$ 0.1 | 58.7      | 2.8 $\pm$ 0.1        | 4.5 $\pm$ 0.1 | 57.7      | 2.6 $\pm$ 0.1       | 4.2 $\pm$ 0.1 | 60.4      |
| 8                    | 1.8 $\pm$ 0.1 | 2.9 $\pm$ 0.1 | 56.5      | 1.7 $\pm$ 0.1        | 2.7 $\pm$ 0.1 | 54.8      | 1.6 $\pm$ 0.1       | 2.5 $\pm$ 0.1 | 53.9      |
| 11                   | 2.1 $\pm$ 0.1 | 3.3 $\pm$ 0.1 | 61.2      | 1.9 $\pm$ 0.1        | 3.1 $\pm$ 0.1 | 62.1      | 1.7 $\pm$ 0.1       | 2.9 $\pm$ 0.1 | 68.6      |
| 15                   | 3.0 $\pm$ 0.1 | 4.7 $\pm$ 0.1 | 59.2      | 2.8 $\pm$ 0.1        | 4.5 $\pm$ 0.1 | 60.9      | 2.6 $\pm$ 0.1       | 4.2 $\pm$ 0.1 | 62.3      |
| 22                   | 4.2 $\pm$ 0.1 | 6.7 $\pm$ 0.1 | 59.1      | 4.0 $\pm$ 0.1        | 6.2 $\pm$ 0.1 | 56.9      | 3.8 $\pm$ 0.1       | 5.8 $\pm$ 0.1 | 55.1      |
| 24                   | 1.8 $\pm$ 0.1 | 3.0 $\pm$ 0.1 | 61.9      | 1.7 $\pm$ 0.1        | 2.7 $\pm$ 0.1 | 56.6      | 1.6 $\pm$ 0.1       | 2.5 $\pm$ 0.1 | 54.0      |
| 25                   | 2.7 $\pm$ 0.1 | 4.2 $\pm$ 0.1 | 58.7      | 2.6 $\pm$ 0.1        | 4.0 $\pm$ 0.1 | 55.4      | 2.4 $\pm$ 0.1       | 3.7 $\pm$ 0.1 | 57.7      |
| 1                    | 2.3 $\pm$ 0.1 | 3.6 $\pm$ 0.1 | 60.3      | 2.1 $\pm$ 0.1        | 3.4 $\pm$ 0.1 | 58.6      | 2.2 $\pm$ 0.1       | 3.2 $\pm$ 0.1 | 46.6      |
| 6                    | 2.0 $\pm$ 0.1 | 3.3 $\pm$ 0.1 | 63.5      | 1.9 $\pm$ 0.1        | 3.0 $\pm$ 0.1 | 56.9      | 1.8 $\pm$ 0.1       | 2.8 $\pm$ 0.1 | 55.5      |
| 7                    | 2.0 $\pm$ 0.1 | 3.3 $\pm$ 0.1 | 60.7      | 1.9 $\pm$ 0.1        | 3.1 $\pm$ 0.1 | 60.4      | 1.8 $\pm$ 0.1       | 2.9 $\pm$ 0.1 | 65.3      |
| 10                   | 2.1 $\pm$ 0.1 | 3.3 $\pm$ 0.1 | 60.8      | 1.9 $\pm$ 0.1        | 3.1 $\pm$ 0.1 | 58.7      | 1.8 $\pm$ 0.1       | 2.9 $\pm$ 0.1 | 56.5      |
| 13                   | 2.9 $\pm$ 0.1 | 4.6 $\pm$ 0.1 | 58.8      | 2.7 $\pm$ 0.1        | 4.3 $\pm$ 0.1 | 58.6      | 2.5 $\pm$ 0.1       | 4.1 $\pm$ 0.1 | 60.6      |
| 14                   | 2.8 $\pm$ 0.1 | 4.5 $\pm$ 0.1 | 57.7      | 2.6 $\pm$ 0.1        | 4.2 $\pm$ 0.1 | 60.4      | 2.5 $\pm$ 0.1       | 3.9 $\pm$ 0.1 | 59.4      |
| 16                   | 4.3 $\pm$ 0.1 | 6.9 $\pm$ 0.1 | 59.6      | 4.5 $\pm$ 0.1        | 6.5 $\pm$ 0.1 | 45.3      | 3.7 $\pm$ 0.1       | 6.1 $\pm$ 0.1 | 65.4      |
| 17                   | 2.1 $\pm$ 0.1 | 3.5 $\pm$ 0.1 | 62.5      | 1.9 $\pm$ 0.1        | 3.2 $\pm$ 0.1 | 67.3      | 1.8 $\pm$ 0.1       | 3.4 $\pm$ 0.1 | 87.5      |
| 19                   | 1.9 $\pm$ 0.1 | 3.1 $\pm$ 0.1 | 62.1      | 1.9 $\pm$ 0.1        | 2.9 $\pm$ 0.1 | 58.4      | 1.7 $\pm$ 0.1       | 2.8 $\pm$ 0.1 | 59.7      |
| 20                   | 3.7 $\pm$ 0.1 | 5.9 $\pm$ 0.1 | 58.4      | 3.4 $\pm$ 0.1        | 5.5 $\pm$ 0.1 | 60.9      | 3.2 $\pm$ 0.1       | 5.2 $\pm$ 0.1 | 59.8      |
| A.Ö.F (P<0.001): 0.6 |               |               |           | A.Ö.F (P<0.001): 0.5 |               |           | A.Ö.F (P<0.01): 0.5 |               |           |

Gövde dokusunda bulunan  $K^+$  miktarının kontrole göre değişimi esas alınarak yapılan sıralamada (Ek:2, Çizelge 8.) 14. günde 2, 17, 11, 15 ve 20 no'lu genotipler % 69.0, % 67.3, % 62.1, % 60.9 ve % 60.9 oranlarıyla  $K^+$  'u en fazla artan genotipler olmuş, 16, 3, 8, 25 ve 24 no'lu genotipler % 45.3, % 54.8, % 54.8, % 55.4 ve % 56.6 oranıyla  $K^+$  'u en az artan genotipler olmuştur. 28. günde 11 (% 124.2), 20 (% 116.1), 22 (% 114.5), 1 (% 114.5) ve 16 (% 112.9) no'lu genotipler  $K^+$  'u en fazla artan genotipler olurken, 15 (% 80.2), 6 (% 84.1), 5 (% 104.5), 24 (% 104.7) ve 13 (% 105.5) no'lu genotipler  $K^+$  miktarında en az artış gözlenen genotipler olmuştur.

Yaprak dokusunda bulunan  $K^+$  miktarının kontrole göre değişimi oranı esas alınarak yapılan sıralamada (Ek:2, Çizelge 8.) 14. günde 17, 11, 2, 16 ve 7 no'lu genotipler % 87.5, % 68.6, % 66.2, % 65.4 ve % 65.3 oranlarında artma ile  $K^+$  miktarı en fazla artan genotipler olurken 1, 3, 8, 24 ve 22 no'lu genotipler % 46.6 % 52.5, % 53.9, % 54.0 ve % 55.1 oranlarında artışla  $K^+$  'u en az artan genotipler olmuştur. 28. günde % 120.0, % 119.1, % 116.9, % 115.5 ve % 114.1 artma oranlarıyla 8, 3, 1, 20 ve 7 no'lu genotipler  $K^+$  u en fazla artan genotipler olurken



15, 6, 19, 10 ve 13 no'lu genotipler % 78.9, % 87.7, % 100.1, % 105.2 ve % 105.4 artış oranlarıyla  $K^+$  miktarı en az artan genotipler olarak sıralanmıştır. Her iki hasat döneminde de kontrol ve tuz koşullarında 22, 16, ve 20 no'lu genotiplerin kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $K^+$  miktarının diğer çeşitlerden önemli düzeyde yüksek olduğu görülmüştür ( Çizelge 4.12. ve 4.13.).

**Çizelge 4.14.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 28. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularında  $K^+$  miktarları ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  kuru ağırlık) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| Kök                  |         |         |           | gövde                |          |           | yaprak              |         |           |
|----------------------|---------|---------|-----------|----------------------|----------|-----------|---------------------|---------|-----------|
| Genotip              | kontrol | Tuz     | % değişim | kontrol              | Tuz      | % değişim | kontrol             | tuz     | % değişim |
| 2                    | 2.5±0.1 | 5.4±0.1 | 114.5     | 2.4±0.1              | 5.1±0.1  | 110.8     | 2.3±0.1             | 4.8±0.1 | 106.2     |
| 3                    | 2.3±0.1 | 4.6±0.1 | 102.4     | 2.1±0.1              | 4.3±0.1  | 110.1     | 1.9±0.1             | 4.2±0.1 | 119.1     |
| 5                    | 3.6±0.1 | 7.6±0.1 | 108.3     | 3.5±0.1              | 7.1±0.1  | 104.5     | 3.2±0.1             | 6.6±0.1 | 105.9     |
| 8                    | 2.3±0.1 | 4.6±0.1 | 99.8      | 2.1±0.1              | 4.3±0.1  | 109.1     | 1.9±0.1             | 4.3±0.1 | 120.0     |
| 11                   | 2.5±0.1 | 5.4±0.1 | 117.1     | 2.3±0.1              | 5.2±0.1  | 124.2     | 2.2±0.1             | 4.7±0.1 | 109.0     |
| 15                   | 3.6±0.1 | 6.5±0.1 | 81.3      | 3.4±0.1              | 6.1±0.1  | 80.2      | 3.2±0.1             | 5.7±0.1 | 78.9      |
| 22                   | 5.1±0.1 | 7.3±0.1 | 42.9      | 4.7±0.1              | 10.1±0.1 | 114.5     | 4.4±0.1             | 9.4±0.1 | 113.4     |
| 24                   | 2.2±0.1 | 4.7±0.1 | 109.0     | 2.1±0.1              | 4.4±0.1  | 104.7     | 2.0±0.1             | 4.1±0.1 | 109.0     |
| 25                   | 3.2±0.1 | 6.8±0.1 | 109.3     | 3.0±0.1              | 6.3±0.1  | 108.8     | 2.8±0.1             | 5.9±0.1 | 109.4     |
| 1                    | 2.8±0.1 | 5.8±0.1 | 108.0     | 2.5±0.1              | 5.4±0.1  | 114.5     | 2.4±0.1             | 5.1±0.1 | 116.9     |
| 6                    | 2.9±0.1 | 5.2±0.1 | 82.1      | 2.6±0.1              | 4.9±0.1  | 84.1      | 2.4±0.1             | 4.6±0.1 | 87.7      |
| 7                    | 2.4±0.1 | 5.2±0.1 | 113.7     | 2.3±0.1              | 4.9±0.1  | 111.8     | 2.1±0.1             | 4.6±0.1 | 114.1     |
| 10                   | 2.7±0.1 | 5.5±0.1 | 105.0     | 2.5±0.1              | 5.1±0.1  | 108.1     | 2.3±0.1             | 4.8±0.1 | 105.2     |
| 13                   | 3.5±0.1 | 7.3±0.1 | 110.6     | 3.3±0.1              | 6.9±0.1  | 105.5     | 3.1±0.1             | 6.4±0.1 | 105.4     |
| 14                   | 3.3±0.1 | 7.1±0.1 | 114.0     | 3.2±0.1              | 6.7±0.1  | 110.5     | 3.0±0.1             | 6.3±0.1 | 106.6     |
| 16                   | 5.2±0.1 | 9.1±0.1 | 76.5      | 4.8±0.1              | 10.3±0.1 | 112.9     | 4.5±0.1             | 9.5±0.1 | 109.9     |
| 17                   | 2.7±0.1 | 5.5±0.1 | 106.6     | 2.5±0.1              | 5.2±0.1  | 111.6     | 2.3±0.1             | 4.9±0.1 | 107.8     |
| 19                   | 2.3±0.1 | 4.9±0.1 | 110.0     | 2.2±0.1              | 4.6±0.1  | 106.9     | 2.1±0.1             | 4.3±0.1 | 100.1     |
| 20                   | 4.4±0.1 | 9.5±0.1 | 113.6     | 4.1±0.1              | 8.9±0.1  | 116.1     | 3.9±0.1             | 8.3±0.1 | 115.5     |
| A.Ö.F (P<0.001): 0.6 |         |         |           | A.Ö.F (P<0.001): 0.5 |          |           | A.Ö.F (P<0.01): 0.5 |         |           |

#### 4.1.4.3. Kök, gövde ve yaprak dokularında $Cl^-$ miktarı ile ilgili değişimler

Kontrol grubu bitkiler ile 150 mM tuz stresi altında 14 ve 28 gün süreyle yetiştirilen 19 domates genotipinde belirlenen kök, gövde, yaprak dokularındaki  $Cl^-$  miktarları ve stres şartlarında yetiştirilen bitkilerin kontrol ortamında yetişen bitkilerle karşılaştırıldığında ortaya çıkan değişim oranları % olarak Çizelge 4.15. ve 4.16'da verilmiştir. Buna göre alınan veriler incelendiğinde, tuz stresi tüm genotiplerle kontrol bitkilerle karşılaştırıldığında artışa neden olmuştur.

Kök dokusunda bulunan  $Cl^-$  miktarı üzerine tuzun etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 9.) genotip, tuz ve zaman etkenleri ile

genotip\*tuz, genotip\*zaman, tuz\*zaman ve genotip\*tuz\*zaman etkileşimlerinin istatistik olarak önemli ( $p<0.005$ ) olduğu görülmektedir. Kontrol ve tuz şartlarında yetiştirilen genotiplerin  $Cl^-$  miktarları arasında fark olduğu gibi, 14. ve 28. günde  $Cl^-$  miktarları arasında da farklar bulunmaktadır. 28. gündeki  $Cl^-$  miktarı kontrolle karşılaştırıldığında bu fark daha belirgin bir şekilde görülmektedir.

Kök dokusunda 14. günde değişim oranları esas alınarak yapılan sıralamaya göre 2, 20, 16, 7 ve 22 no'lu genotiplerde  $Cl^-$  miktarı % 36.0, % 58.3, % 58.3, % 58.4 ve % 58.4 oranlarıyla en az artarken, 15, 3, 8, 5 ve 11 no'lu genotiplerde % 61.7, % 62.0, % 64.3, % 130.7 ve % 169.2 oranlarıyla en fazla artmıştır. 28. günde 22, 20, 8, 16 ve 2 no'lu genotipler % 39.1, % 41.1, % 41.6, % 45.5 ve % 80.9 artış oranlarıyla  $Cl^-$  u en az artan genotipler olmuş, 15, 7, 3, 5 ve 11 no'lu genotipler ise  $Cl^-$  miktarı % 120.3, % 136.6, % 141.3, % 226.6 ve % 254.8 oranlarında artmıştır.

**Çizelge 4.15.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularında  $Cl^-$  miktarları ( $\mu g/mg$  kuru ağırlık) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| genotip              | kök            |                |           | gövde                |                |           | yaprak              |                |           |
|----------------------|----------------|----------------|-----------|----------------------|----------------|-----------|---------------------|----------------|-----------|
|                      | kontrol        | tuz            | % değişim | kontrol              | tuz            | % değişim | kontrol             | tuz            | % değişim |
| 2                    | 7.0 $\pm$ 0.1  | 10.0 $\pm$ 0.1 | 36.0      | 7.0 $\pm$ 0.1        | 9.0 $\pm$ 0.1  | 36.9      | 6.0 $\pm$ 0.1       | 9.0 $\pm$ 0.1  | 34.9      |
| 3                    | 9.0 $\pm$ 0.1  | 14.0 $\pm$ 0.1 | 62.0      | 8.0 $\pm$ 0.1        | 14.0 $\pm$ 0.1 | 61.3      | 8.0 $\pm$ 0.1       | 13.0 $\pm$ 0.1 | 61.3      |
| 5                    | 1.0 $\pm$ 0.1  | 3.0 $\pm$ 0.1  | 131       | 2.0 $\pm$ 0.1        | 3.0 $\pm$ 0.1  | 60.0      | 1.0 $\pm$ 0.1       | 2.0 $\pm$ 0.1  | 94.2      |
| 8                    | 8.0 $\pm$ 0.1  | 13.0 $\pm$ 0.1 | 64.3      | 8.0 $\pm$ 0.1        | 13.0 $\pm$ 0.1 | 63.4      | 7.0 $\pm$ 0.1       | 12.0 $\pm$ 0.1 | 63.9      |
| 11                   | 1.5 $\pm$ 0.1  | 4.0 $\pm$ 0.1  | 169       | 2.0 $\pm$ 0.1        | 4.0 $\pm$ 0.1  | 92.8      | 3.0 $\pm$ 0.1       | 5.0 $\pm$ 0.1  | 59.4      |
| 15                   | 10.0 $\pm$ 0.1 | 15.0 $\pm$ 0.1 | 61.7      | 8.0 $\pm$ 0.1        | 14.0 $\pm$ 0.1 | 79.3      | 8.0 $\pm$ 0.1       | 14.0 $\pm$ 0.1 | 78.7      |
| 22                   | 5.0 $\pm$ 0.1  | 7.0 $\pm$ 0.1  | 58.4      | 8.0 $\pm$ 0.1        | 10.0 $\pm$ 1.0 | 39.4      | 18.0 $\pm$ 0.1      | 24.0 $\pm$ 0.1 | 32.8      |
| 24                   | 2.0 $\pm$ 0.1  | 3.0 $\pm$ 0.1  | 61.1      | 2.0 $\pm$ 0.1        | 3.0 $\pm$ 0.1  | 61.6      | 2.0 $\pm$ 0.1       | 3.0 $\pm$ 0.1  | 65.5      |
| 25                   | 6.0 $\pm$ 0.1  | 9.0 $\pm$ 0.1  | 59.7      | 5.0 $\pm$ 0.1        | 8.0 $\pm$ 0.1  | 60.0      | 5.0 $\pm$ 0.1       | 8.0 $\pm$ 0.1  | 71.5      |
| 1                    | 4.0 $\pm$ 0.1  | 7.0 $\pm$ 0.1  | 60.0      | 4.0 $\pm$ 0.1        | 6.0 $\pm$ 0.1  | 60.5      | 4.0 $\pm$ 0.1       | 6.0 $\pm$ 0.1  | 58.4      |
| 6                    | 4.0 $\pm$ 0.1  | 6.0 $\pm$ 0.1  | 60.0      | 4.0 $\pm$ 0.1        | 6.0 $\pm$ 0.1  | 57.9      | 4.0 $\pm$ 0.1       | 6.0 $\pm$ 0.1  | 58.8      |
| 7                    | 3.0 $\pm$ 0.1  | 4.0 $\pm$ 0.1  | 58.4      | 3.0 $\pm$ 0.1        | 4.0 $\pm$ 0.1  | 60.0      | 2.0 $\pm$ 0.1       | 4.0 $\pm$ 0.1  | 63.0      |
| 10                   | 3.0 $\pm$ 0.1  | 4.0 $\pm$ 0.1  | 60.4      | 3.0 $\pm$ 0.1        | 4.0 $\pm$ 0.1  | 62.8      | 2.0 $\pm$ 0.1       | 4.0 $\pm$ 0.1  | 63.0      |
| 13                   | 4.0 $\pm$ 0.1  | 6.0 $\pm$ 0.1  | 60.3      | 3.0 $\pm$ 0.1        | 6.0 $\pm$ 0.1  | 60.5      | 3.0 $\pm$ 0.1       | 5.0 $\pm$ 0.1  | 58.5      |
| 14                   | 4.0 $\pm$ 0.1  | 7.0 $\pm$ 0.1  | 59.8      | 4.0 $\pm$ 0.1        | 7.0 $\pm$ 0.1  | 48.3      | 2.0 $\pm$ 0.1       | 3.0 $\pm$ 0.1  | 50.9      |
| 16                   | 1.4 $\pm$ 0.1  | 2.0 $\pm$ 0.1  | 58.3      | 1.8 $\pm$ 1.0        | 2.0 $\pm$ 0.1  | 20.5      | 1.3 $\pm$ 0.1       | 1.5 $\pm$ 0.1  | 16.3      |
| 17                   | 4.0 $\pm$ 0.1  | 7.0 $\pm$ 0.1  | 60.0      | 4.0 $\pm$ 0.1        | 7.0 $\pm$ 0.1  | 62.5      | 4.0 $\pm$ 0.1       | 6.0 $\pm$ 0.1  | 58.5      |
| 19                   | 2.0 $\pm$ 0.1  | 4.0 $\pm$ 0.1  | 60.3      | 4.0 $\pm$ 0.1        | 9.0 $\pm$ 0.1  | 104       | 2.0 $\pm$ 0.1       | 3.0 $\pm$ 0.1  | 61.9      |
| 20                   | 1.4 $\pm$ 0.1  | 2.0 $\pm$ 0.1  | 58.3      | 1.4 $\pm$ 0.1        | 2.0 $\pm$ 0.1  | 57.7      | 1.0 $\pm$ 0.1       | 1.6 $\pm$ 0.1  | 64.4      |
| A.Ö.F (P<0.001): 2.5 |                |                |           | A.Ö.F (P<0.001): 2.3 |                |           | A.Ö.F (P<0.01): 1.8 |                |           |

Gövde dokusunda bulunan  $Cl^-$  miktarı üzerine tuzun etkisi ile ilgili varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 1.) genotip, tuz ve zaman etkenleri ile genotip\*tuz, tuz\*zaman, genotip\*zaman etkileşimlerinin istatistik olarak önemli ( $p<0.005$ ) olduğu görülmektedir. Kontrol ve tuz şartlarında yetiştirilen genotipler

arasında fark olduğu gibi, 14. ve 28. gün arasında da farklar bulunmaktadır. 28. gündeki Cl<sup>-</sup> miktarı kontrole karşılaştırıldığında aradaki fark daha fazla görülmektedir.

Değişim oranına göre yapılan sıralamada (Ek:2, Çizelge 9.) 14. günde 16, 2, 22, 14 ve 20 no'lu genotiplerde Cl<sup>-</sup> miktarı % 20.5, % 36.9, % 39.4, % 48.3 ve % 57.7 oranlarıyla en az artarken, 10, 8, 15, 11 ve 19 no'lu genotiplerde % 62.8, % 63.4, % 79.3, % 92.8 ve % 104.0 oranlarıyla en fazla artmıştır. 28. günde 8, 20, 16, 2 ve 13 no'lu genotiplerde % 39.2, % 39.5, % 40.6, % 44.4 ve % 74.8 oranlarında artış gözlenmiş, buna karşılık, 7, 19, 24, 5 ve 11 no'lu genotiplerde artış oranları % 143.8, % 191.0, % 200.4, % 238.5 ve % 263.6'ya yükselmiştir.

**Çizelge 4.16.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 28. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokularında Cl<sup>-</sup> miktarları (µg/mg kuru ağırlık) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması± standart hata olarak verilmiştir)

| genotip              | kök      |          |           | gövde                |          |           | yaprak              |          |           |
|----------------------|----------|----------|-----------|----------------------|----------|-----------|---------------------|----------|-----------|
|                      | kontrol  | tuz      | % değişim | kontrol              | tuz      | % değişim | kontrol             | tuz      | % değişim |
| 2                    | 9.0±0.1  | 15.0±0.1 | 80.9      | 8.0±0.1              | 15.0±0.1 | 81.6      | 7.0±0.1             | 14.0±0.1 | 89.3      |
| 3                    | 10.0±0.1 | 23.0±0.1 | 141       | 9.0±0.1              | 22.0±0.1 | 141       | 8.0±0.1             | 20.0±0.1 | 142       |
| 5                    | 2.0±0.1  | 5.0±0.1  | 127       | 2.0±0.1              | 4.0±0.1  | 138       | 2.0±0.1             | 4.0±0.1  | 244       |
| 8                    | 11.0±0.1 | 15.0±0.1 | 41.6      | 10.0±0.1             | 14.0±1.1 | 39.2      | 10.0±1.1            | 20.0±1.1 | 107       |
| 11                   | 2.0±0.1  | 6.0±0.1  | 155       | 2.0±0.1              | 5.0±0.1  | 164       | 2.0±0.1             | 5.0±0.1  | 136       |
| 15                   | 10.0±0.1 | 22.0±0.1 | 120       | 10.0±0.1             | 21.0±0.1 | 120       | 9.0±0.1             | 20.0±0.1 | 122       |
| 22                   | 2.0±0.1  | 3.0±0.1  | 39.1      | 20.0±0.1             | 29.0±0.1 | 44.4      | 12.0±0.1            | 18.0±0.1 | 47.2      |
| 24                   | 2.0±0.1  | 5.0±0.1  | 114       | 2.0±0.1              | 7.0±0.1  | 200       | 2.0±0.1             | 5.0±0.1  | 115       |
| 25                   | 7.0±0.1  | 14.0±0.1 | 112       | 6.0±0.1              | 13.0±0.1 | 112       | 6.0±0.1             | 7.0±1.0  | 10.7      |
| 1                    | 5.0±0.1  | 11.0±0.1 | 108       | 5.0±0.1              | 10.0±0.1 | 118       | 4.0±0.1             | 10.0±0.1 | 119       |
| 6                    | 5.0±0.1  | 10.0±0.1 | 114       | 4.0±0.1              | 10.0±0.1 | 125       | 4.0±0.1             | 9.0±0.1  | 125       |
| 7                    | 3.0±0.1  | 8.0±0.1  | 137       | 3.0±0.1              | 7.0±0.1  | 144       | 3.0±0.1             | 7.0±0.1  | 147       |
| 10                   | 3.0±0.1  | 7.0±0.1  | 112       | 3.0±0.1              | 7.0±0.1  | 109       | 3.0±0.1             | 6.0±0.1  | 106       |
| 13                   | 4.0±0.1  | 10.0±0.1 | 115       | 8.0±0.1              | 14.0±0.1 | 74.8      | 4.0±0.1             | 10.0±0.1 | 147       |
| 14                   | 5.0±0.1  | 11.0±0.1 | 113       | 5.0±0.1              | 11.0±0.1 | 117       | 5.0±0.1             | 10.0±0.1 | 119       |
| 16                   | 3.0±0.1  | 5.0±0.1  | 45.5      | 3.0±0.1              | 5.0±0.1  | 40.6      | 2.0±0.1             | 3.0±0.1  | 42.3      |
| 17                   | 5.0±0.1  | 11.0±0.1 | 114       | 5.0±0.1              | 11.0±0.1 | 117       | 5.0±0.1             | 10.0±0.1 | 117       |
| 19                   | 3.0±0.1  | 6.0±0.1  | 117       | 3.0±0.1              | 8.0±0.1  | 191       | 2.0±0.1             | 5.0±0.1  | 119       |
| 20                   | 3.0±0.1  | 4.0±0.1  | 41.1      | 9.0±0.1              | 12.0±0.1 | 39.5      | 2.0±0.1             | 3.0±0.1  | 28.6      |
| A.Ö.F (P<0.001): 2.5 |          |          |           | A.Ö.F (P<0.001): 2.3 |          |           | A.Ö.F (P<0.01): 1.8 |          |           |

Tuz uygulaması yaprak dokusunda bulunan Cl<sup>-</sup> miktarı üzerinde de benzer şekilde etki yaparak artışa neden olmuştur. Tuzun etkisi ile ilgili varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 1.) genotip, tuz ve zaman etkenleri ile genotip\*tuz, genotip\*zaman, tuz\*zaman ve genotip\*tuz\*zaman etkileşimlerinin istatistik olarak önemli (p<0.005) olduğu görülmektedir. Kontrol ve tuz şartlarında yetiştirilen genotipler arasında fark olduğu gibi, 14. ve 28. gün arasında da farklar

bulunmaktadır. 28. günde  $\text{Cl}^-$  miktarı kontrolle karşılaştırıldığında bu fark daha fazla görülmektedir.

Değişim oranları esas alınarak yapılan sıralamada (Ek:2, Çizelge 9.) 14. günde 16, 22, 2, 14 ve 1 no'lu genotiplerde yaprak dokularındaki  $\text{Cl}^-$  miktarı % 16.3, % 32.8, % 34.9, % 50.9 ve % 58.4 oranlarında en az artarken, 20, 24, 25, 15 ve 5 no'lu genotiplerde % 64.4, % 65.5, % 71.5, % 78.7 ve % 94.2 oranlarıyla daha fazla artış görülmüştür. 28. günde 20, 16, 22, 2 ve 10 no'lu genotiplerde bu artış % 28.6, % 42.3, % 47.2, % 89.3 ve % 106.4 oranlarında olurken, 3, 13, 7, 11 ve 5 no'lu genotiplerde % 141.7, % 146.8, % 147.0, % 235.8 ve % 244.2 oranlarında olmuştur.

#### **4.1.4.4. Kök gövde ve yaprak dokularında $\text{K}^+/\text{Na}^+$ oranı ile ilgili değişimler**

Kontrol grubu bitkiler ile 150 mM tuz stresi altında 14 ve 28 gün süreyle yetiştirilen 19 farklı domates genotipinde kök, gövde ve yaprak dokularında belirlenen  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranları ve stres şartlarında yetiştirilen bitkiler kontrol ortamında yetişen bitkilerle karşılaştırıldığında meydana gelen değişim oranları Çizelge 4.17. ve 4.18.'de verilmiştir. Veriler incelendiğinde, genotiplerin  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranının tuz stresinden farklı şekilde etkilendikleri görülmektedir. Kontrol ortamında yetişen bitkilerle karşılaştırıldığında tuz uygulaması her üç dokuda da  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranında bazı genotiplerde artışa neden olurken, bazılarında azalmaya neden olmuş bazı genotiplerde ise bu oran kontrollerle aynı düzeyde kalmıştır.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 1.)  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı üzerinde, kök dokularında genotip etkeni ile tuz\*zaman etkileşiminin, gövde ve yaprak dokularında ise sadece genotip etkeninin istatistik olarak önemli ( $p<0.005$ ) olduğu görülmektedir. Her üç dokuda da kontrol ve tuz şartlarında genotipler arasında önemli farklar olduğu gibi, kök dokusunda ayrıca 14. ve 28. gün arasında da farklar bulunmaktadır. Denemenin 14. ve 28. gününde her üç dokuda da hem kontrol hem de stres koşullarında 22, 16 ve 20 no'lu genotiplerin  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranının, diğer genotiplerden önemli düzeyde farklı olarak '1' değerinden büyük olduğu belirlenmiştir. Diğer genotiplerde ise  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranının en az 0.15 ile en fazla 0.56 değerleri arasında olduğu görülmüştür.



**Çizelge 4.17.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 14. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokusunda  $K^+/Na^+$  oranları ve kontrole göre değişimi (%). (Değerler üç tekrarin ortalaması; standart hata olarak verilmiştir)

| genotip               | kök       |           |                       | gövde     |           |                       | yaprak    |           |           |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
|                       | kontrol   | tuz       | % değişim             | kontrol   | tuz       | % değişim             | kontrol   | tuz       | % değişim |
| 2                     | 0.23±0.01 | 0.28±0.01 | 21.7                  | 0.23±0.02 | 0.29±0.01 | 26.1                  | 0.23±0.01 | 0.27±0.01 | 17.4      |
| 3                     | 0.16±0.00 | 0.16±0.01 | 0.0                   | 0.15±0.00 | 0.16±0.01 | 6.7                   | 0.17±0.00 | 0.15±0.00 | -11.8     |
| 5                     | 0.30±0.02 | 0.31±0.02 | 3.3                   | 0.31±0.02 | 0.30±0.02 | -3.2                  | 0.31±0.02 | 0.31±0.02 | 0.0       |
| 8                     | 0.18±0.01 | 0.18±0.00 | 0.0                   | 0.18±0.01 | 0.18±0.0  | 0.0                   | 0.18±0.01 | 0.18±0.00 | 0.0       |
| 11                    | 0.25±0.01 | 0.24±0.01 | -4.0                  | 0.24±0.01 | 0.24±0.01 | 0.0                   | 0.23±0.01 | 0.24±0.01 | 4.3       |
| 15                    | 0.31±0.02 | 0.28±0.02 | -9.7                  | 0.28±0.01 | 0.29±0.02 | 3.6                   | 0.28±0.01 | 0.29±0.05 | 3.6       |
| 22                    | 1.11±0.11 | 1.34±0.10 | 20.7                  | 1.11±0.11 | 1.38±0.09 | 24.3                  | 1.15±0.01 | 1.38±0.10 | 20.0      |
| 24                    | 0.16±0.01 | 0.17±0.01 | 6.3                   | 0.15±0.00 | 0.17±0.02 | 13.3                  | 0.18±0.10 | 0.19±0.01 | 5.6       |
| 25                    | 0.27±0.01 | 0.26±0.01 | -3.7                  | 0.28±0.01 | 0.27±0.01 | -3.6                  | 0.27±0.00 | 0.26±0.01 | -3.7      |
| 1                     | 0.51±0.10 | 0.51±0.10 | 0.0                   | 0.51±0.11 | 0.51±0.10 | 0.0                   | 0.55±0.01 | 0.51±0.10 | -7.3      |
| 6                     | 0.25±0.01 | 0.26±0.01 | 4.0                   | 0.26±0.01 | 0.25±0.01 | -3.8                  | 0.26±0.11 | 0.25±0.01 | -3.8      |
| 7                     | 0.21±0.01 | 0.22±0.01 | 4.8                   | 0.21±0.01 | 0.26±0.01 | 23.8                  | 0.21±0.01 | 0.21±0.01 | 0.0       |
| 10                    | 0.26±0.05 | 0.26±0.02 | 0.0                   | 0.25±0.02 | 0.41±0.03 | 64.0                  | 0.25±0.01 | 0.26±0.01 | 4.0       |
| 13                    | 0.43±0.05 | 0.42±0.05 | -2.3                  | 0.42±0.05 | 0.51±0.05 | 21.4                  | 0.42±0.02 | 0.42±0.05 | 0.0       |
| 14                    | 0.51±0.03 | 0.51±0.03 | 0.0                   | 0.51±0.04 | 0.51±0.03 | 0.0                   | 0.51±0.05 | 0.51±0.03 | 0.0       |
| 16                    | 1.21±0.03 | 1.47±0.03 | 21.5                  | 1.32±0.03 | 1.47±0.04 | 11.4                  | 1.16±0.03 | 1.53±0.04 | 31.9      |
| 17                    | 0.31±0.04 | 0.32±0.05 | 3.2                   | 0.29±0.04 | 0.32±0.05 | 10.3                  | 0.31±0.03 | 0.35±0.05 | 12.9      |
| 19                    | 0.17±0.01 | 0.19±0.01 | 11.8                  | 0.19±0.01 | 0.19±0.01 | 0.0                   | 0.21±0.03 | 0.24±0.01 | 14.3      |
| 20                    | 1.03±0.03 | 1.23±0.02 | 19.4                  | 0.97±0.04 | 1.22±0.04 | 25.8                  | 0.97±0.01 | 1.24±0.01 | 27.8      |
| A.Ö.F (p<0.0 5): 0.03 |           |           | A.Ö.F (p<0.0 5): 0.03 |           |           | A.Ö.F (p<0.0 8): 0.01 |           |           |           |

**Çizelge 4.18.** Ön seçim aşamasında, kontrol ve 150 mM tuz uygulamasının 28. gününde farklı domates genotiplerinin kök, gövde ve yaprak dokusunda  $K^+/Na^+$  oranları ve kontrole göre değişimi (%). (Değerler üç tekrarin ortalaması; standart hata olarak verilmiştir)

| genotip               | kök       |           |                       | gövde     |           |                       | yaprak    |           |           |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
|                       | kontrol   | tuz       | % değişim             | kontrol   | tuz       | % değişim             | kontrol   | tuz       | % değişim |
| 2                     | 0.24±0.01 | 0.24±0.01 | 0.0                   | 0.24±0.02 | 0.24 0.01 | 0.0                   | 0.25±0.01 | 0.24±0.01 | -4.0      |
| 3                     | 0.17±0.00 | 0.16±0.01 | -5.9                  | 0.16±0.00 | 0.16 0.01 | 0.0                   | 0.16±0.01 | 0.16±0.00 | 0.0       |
| 5                     | 0.31±0.02 | 0.31±0.02 | 0.0                   | 0.32±0.02 | 0.29 0.02 | -1.0                  | 0.31±0.02 | 0.29±0.02 | -6.5      |
| 8                     | 1.92±0.01 | 0.18±0.00 | -90.6                 | 0.18±0.01 | 0.18 0.00 | 0.0                   | 0.18±0.01 | 0.19±0.00 | 5.6       |
| 11                    | 0.24±0.01 | 0.25±0.01 | 4.2                   | 0.22±0.01 | 0.25 0.01 | 0.7                   | 0.24±0.01 | 0.24±0.01 | 0.0       |
| 15                    | 0.29±0.02 | 0.26±0.02 | -10.3                 | 0.29±0.01 | 0.25 0.02 | -1.2                  | 0.29±0.02 | 0.48±0.05 | 65.5      |
| 22                    | 1.33±0.11 | 1.28±0.10 | -3.8                  | 1.09±0.11 | 1.87 0.09 | 85.0                  | 0.95±0.09 | 1.71±0.10 | 80.0      |
| 24                    | 0.16±0.01 | 0.21±0.01 | 31.3                  | 0.17±0.00 | 0.21 0.02 | 0.7                   | 0.18±0.01 | 0.56±0.01 | 211.1     |
| 25                    | 0.27±0.01 | 0.28±0.01 | 3.7                   | 0.27±0.01 | 0.26 0.01 | -0.3                  | 0.26±0.01 | 0.26±0.01 | 0.0       |
| 1                     | 0.52±0.10 | 0.55±0.10 | 5.8                   | 0.51±0.11 | 0.53 0.10 | 1.0                   | 0.51±0.10 | 0.51±0.10 | 0.0       |
| 6                     | 0.31±0.01 | 0.25±0.01 | -19.4                 | 0.29±0.01 | 0.26 0.01 | -0.9                  | 0.29±0.01 | 0.27±0.01 | -6.9      |
| 7                     | 0.21±0.01 | 0.22±0.01 | 4.8                   | 0.22±0.01 | 0.22 0.01 | 0.0                   | 0.21±0.02 | 0.21±0.01 | 0.0       |
| 10                    | 0.28±0.05 | 0.28±0.02 | 0.0                   | 0.28±0.02 | 0.26 0.03 | -0.6                  | 0.27±0.01 | 0.28±0.01 | 3.7       |
| 13                    | 0.43±0.05 | 0.44±0.05 | 2.3                   | 0.42±0.05 | 0.42 0.05 | 0.0                   | 0.43±0.05 | 0.44±0.05 | 2.3       |
| 14                    | 0.51±0.03 | 0.51±0.03 | 0.0                   | 0.52±0.04 | 0.51 0.03 | -0.5                  | 0.52±0.03 | 0.51±0.03 | -1.9      |
| 16                    | 1.21±0.03 | 1.75±0.03 | 44.6                  | 1.21±0.03 | 1.98 0.04 | 93.2                  | 1.41±0.03 | 2.37±0.04 | 68.1      |
| 17                    | 0.34±0.04 | 0.32±0.05 | -5.9                  | 0.32±0.04 | 0.32 0.05 | 0.0                   | 0.32±0.05 | 0.32±0.05 | 0.0       |
| 19                    | 0.18±0.01 | 0.25±0.01 | 38.9                  | 0.19±0.01 | 0.24 0.01 | 1.0                   | 1.91±0.02 | 0.25±0.01 | -86.9     |
| 20                    | 1.01±0.03 | 1.76±0.02 | 76.0                  | 1.03±0.04 | 1.71 0.04 | 70.0                  | 0.79±0.03 | 1.41±0.01 | 78.5      |
| A.Ö.F (p<0.0 5): 0.03 |           |           | A.Ö.F (p<0.0 5): 0.03 |           |           | A.Ö.F (p<0.0 8): 0.01 |           |           |           |



#### 4.1.5. İncelenen parametreler arasındaki ilişkiler

Yukarıda sonuçları açıklanan ve denemede yer alan tüm fizyolojik ve biyokimyasal özellikler arasındaki ilişkiler bir çoklu karşılaştırma testi olan faktör analizi testi ile incelenmiştir. Yapılan faktör analizleri sonucunda incelenen tüm özellikler, aralarındaki ilişkilere göre gruplandırılarak faktörlere ayrılmıştır. Bu amaçla denemenin 14. ve 28. gününde kontrol ve stres bitkilerinden elde edilen sonuçlar ayrı ayrı değerlendirilerek ilk adım olarak tüm değişkenlerin korelasyon incelemeleri yapılmış ve değişkenler arasındaki korelasyon matrisleri hesaplanmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon sonuçları Ek:3, Çizelge 1, 2, 3 ve 4'te verilmiştir. Oluşturulan korelasyon tablolarında  $p>0.3$  olan ve istatistiksel olarak önemli kabul edilen katsayılar verilmiştir. 14. gün kontrol grubu ile ilgili korelasyon sonuçları Ek:3, Çizelge 1'de, tuz uygulama grubu ile ilgili sonuçlar ise Ek:3, Çizelge 2.'de, 28. günde kontrol grubu ile ilgili korelasyon sonuçları ise Ek:3, Çizelge 3'te tuz uygulamaları ile ilgili sonuçlar ise Ek:3, Çizelge 4.'te verilmiştir.

Denemenin 14. ve 28. gününde kontrol grubu bitkilerde incelenen özelliklerle ilgili korelasyon sonuçları (Ek:3, Çizelge 1. ve 3.) incelendiğinde, kök ve gövde boyu, kök, gövde, yaprak taze ve kuru ağırlıkları, yaprak sayısı gibi büyüme parametrelerinin birbirleriyle pozitif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Büyüme ile ilgili özelliklerden kök/gövde kuru ağırlık oranı 14. günde kök boyu ile pozitif yönde ( $r:0.536$ ), 28. günde kökteki  $K^+/Na^+$  oranı ile ( $r:0.399$ ) ve gövdede ki  $K^+/Na^+$  oranı ile ( $r:0.404$ ) pozitif yönde ilişkili bulunmuştur. Her iki hasat döneminde de kontrol grubu bitkilerde klorofil ile kök, gövde ve yapraklardaki  $Na^+$  arasında negatif ( $r:-0.536$ ,  $r:-0.614$ ),  $K^+$  ( $\sim r:0.657$ ) ve  $K^+/Na^+$  oranı arasında ise ( $r:0.727$ ) pozitif yönde ilişki belirlenmiştir. İyonların sadece birbirleri ile ilişkileri önemli bulunmuştur.  $Na^+$ ,un  $K^+$  ve  $K^+/Na^+$  oranı ile negatif,  $Cl^-$  ile pozitif yönde ilişkili olduğu görülmüştür. Ayrıca dokuların iyon miktarları arasında önemli düzeyde ilişki belirlenmiştir. Yani, kök dokusundaki iyon miktarında meydana gelen bir değişiklik gövde ve yaprak dokularında da benzer şekilde değişmektedir.

Stres koşullarında yetiştirilen bitkilerde incelenen özelliklerle ilgili korelasyon sonuçları (Ek:3, Çizelge 2. ve 4.) incelendiğinde, bitkilerde tuz stresi altında ölçülen ve bitkinin gelişme durumunu gösteren özelliklerden bitkinin kök ve gövde boyları, kök, gövde, yaprak taze ve kuru ağırlıkları ve toplam yaprak sayısı özelliklerinin, sadece birbirleriyle pozitif yönde önemli düzeyde ilişkili olduğu

gözlenmiştir. Yaprak alanının 28. günde sadece klorofil ile pozitif yönde ( $r:0.370$ ), MDA ile negatif yönde ilişkili olduğu görülmüştür ( $r:-0.379$ ). Dokularda bulunan iyonların birbirleriyle ilişkileri önemli bulunurken, büyüme ile ilgili özelliklerden sadece kök/gövde kuru ağırlık oranının 14. günde kök ve gövde dokularındaki  $K^+$  ile  $r:0.337$ ,  $K^+/Na^+$  oranı ile  $r:0.375$  düzeyinde ve  $Cl^-$  ile  $r:0.594$  düzeyinde pozitif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Stresin hem 14. hem de 28. gününde klorofil ile dokulardaki  $Na^+$  arasında negatif yönde ( $r:-0.368-r:-0.557$ ),  $K^+$  ile ( $r:0.533-0.585$ ) ve  $K^+/Na^+$  oranı ile ( $r:0.545-r:0.672$ ) pozitif yönde ilişki belirlenmiştir. Stres uygulanmış bitkilerde MDA hem 14. günde yaprak ( $r:0.387$ ) ve kök ( $r:0.524$ ) dokularındaki  $Na^+$  ile hem de 28. günde tüm dokulardaki  $Na^+$  ile pozitif yönde ( $r:0.626$ ) ilişkili bulunmuştur. Her iki hasat döneminde de MDA, dokulardaki  $K^+$  ile ( $r:-0.620-r:-0.653$ ) ve  $K^+/Na^+$  ile ( $r:-0.528-r:-0.674$ ) negatif yönde ilişkili bulunmuştur. Ayrıca MDA ile klorofil arasında da negatif yönde önemli düzeyde ilişki belirlenmiş ve korelasyon katsayısı 14. günde  $r:-0.598$ , 28. günde  $r:-0.856$  olarak tespit edilmiştir.

İkinci adım olarak denemenin 14. ve 28. gününde kontrol ve stres bitkilerinden elde edilen sonuçlar ayrı ayrı değerlendirilerek faktör ayırımı yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.19, 4.20, 4.21 ve 4.22’de gösterilmiştir. Faktör analizi tablolarında  $p>0.25$  olan ve istatistiksel olarak önemli kabul edilen katsayılar verilmiştir. Ayrıca faktör analizi sonuçlarına göre her faktörden en çok ve benzer olarak etkilenen çeşitler de belirlenerek gruplandırılmıştır. Kontrol ortamında büyütülen bitkilerde denemenin 14. gününde faktör analizi sonuçlarına göre, (Çizelge 4.19.) genotiplerde gözlenen değişkenler 5 faktör grubuna indirilmiştir. 1. ve 2. faktörler değişimleri en fazla açıklayan faktörler olmuştur. Bunu üçüncü faktör izlemiş diğer faktörler ise değişimler üzerinde daha az derecede etkili olmuştur. 1 Faktör’de faktör yükleri yüksek olan değişkenler kök, gövde ve yaprakta ölçülen  $Na^+$ ,  $K^+(-)$ ,  $K^+/Na^+$  oranı, ve klorofil’dir. Bu faktör toplam varyansın % 38.83 ünü gösteren en belirgin gruptur. Faktör puanlarına bakılarak bu faktörden en çok ve benzer olarak etkilenen genotiplerin 22, 1, 13, 14, 16 ve 20 numaralı genotipler olduğu belirlenmiştir. Toplam varyansın % 22.77’ini açıklayan 2. faktör; kök gövde ve yaprak dokularının taze ve kuru ağırlıkları, gövde boyu ve yaprak sayısı ile ilgili değişimleri içeren faktördür. Bu değişimlerden en çok ve benzer şekilde etkilenen genotipler ise 3, 5, 8, 15, 22, 25, 1 ve 13 numaralı genotipler olmuştur.

**Çizelge 4.19.** Ön seçim aşamasında, kontrol ortamında büyütülen bitkilerde denemenin 14. gününde incelenen özellikler için faktör analizi sonuçları

| parametreler                         | Factor       | Factor       | Factor       | Factor      | Factor     | Faktöre bağlı varyans tahmini |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------|-------------------------------|
|                                      | 1            | 2            | 3            | 4           | 5          |                               |
| Kök Na <sup>+</sup>                  | 0.883547     |              |              |             | 0.363433   | 0.913                         |
| Kök K <sup>+</sup>                   | -0.84011     | 0.36302      |              |             | 0.273718   | 0.912                         |
| Kök Cl <sup>-</sup>                  | 0.603198     |              | -0.39903     | 0.664203    |            | 0.964                         |
| Kök K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>  | -0.94511     | 0.251473     |              |             |            | 0.956                         |
| Kök Boyu                             |              |              | -0.69669     | -0.33557    | -0.355     | 0.724                         |
| Kök taze ağı.                        | 0.349385     | 0.698091     | -0.36171     | -0.37921    |            | 0.884                         |
| Kök kuru ağı.                        | 0.333832     | 0.758726     | -0.31094     | -0.28873    |            | 0.867                         |
| Göv. Na <sup>+</sup>                 | 0.879606     |              |              |             | 0.375916   | 0.915                         |
| Göv. K <sup>+</sup>                  | -0.83787     | 0.359228     |              |             | 0.289073   | 0.915                         |
| Göv. Cl <sup>-</sup>                 | 0.58254      |              | -0.40601     | 0.675245    |            | 0.960                         |
| Göv. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | -0.94465     |              |              |             |            | 0.892                         |
| Göv. boyu                            | 0.377447     | 0.628993     | 0.460251     | 0.281088    |            | 0.829                         |
| Göv. taze ağı.                       | 0.317609     | 0.883152     | 0.258484     |             |            | 0.948                         |
| Göv. kuru ağı.                       | 0.372892     | 0.836136     | 0.287054     |             |            | 0.921                         |
| Yap. Na <sup>+</sup>                 | 0.881166     |              |              |             | 0.375808   | 0.918                         |
| Yap. K <sup>+</sup>                  | -0.83411     | 0.374952     |              |             | 0.277323   | 0.913                         |
| Yap. Cl <sup>-</sup>                 | 0.614619     |              | -0.41215     | 0.632393    |            | 0.948                         |
| Yap. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | -0.94313     | 0.25473      |              |             |            | 0.954                         |
| Yap. Taze ağı.                       | 0.311012     | 0.880779     | 0.254403     |             |            | 0.937                         |
| Yap. Kuru ağı.                       | 0.389921     | 0.805463     |              |             |            | 0.801                         |
| Yap. sayısı                          | 0.337841     | 0.667657     | -0.34266     |             |            | 0.677                         |
| Klorofil                             | -0.63771     | 0.294409     | -0.32857     | 0.401519    |            | 0.763                         |
| MDA                                  |              | -0.2601      |              |             | -0.36832   | 0.203                         |
| Yap. alanı                           |              |              | -0.50561     |             | 0.42539    | 0.437                         |
| Kök/göv.k. ağı.                      | -0.31534     |              | -0.68141     | -0.45055    |            | 0.767                         |
| <b>Varyans</b>                       | <b>38.83</b> | <b>22.77</b> | <b>10.54</b> | <b>9.02</b> | <b>4.7</b> | <b>85.860</b>                 |

150 mM tuz uygulamasının 14. gününde incelenen özellikler için yapılan faktör analizi sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir. Buna göre 5 faktör tespit edilmiştir. 1. Faktör; kök, gövde ve yaprak dokularındaki Na<sup>+</sup>(-), K<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup>, kök/gövde K.A oranı, yaprak dokusundaki klorofil ve MDA(-) değişimlerini içermektedir. Bu faktör toplam varyansın % 38.34'ünü gösteren en belirgin gruptur. Bu değişimlerden benzer yönde en çok etkilenen genotiplerin 22, 1, 14, 16 ve 20 numaralı genotipler olduğu belirlenmiştir. 2. Faktör kök, gövde boyu, kök, gövde ve yaprak taze ve kuru ağırlıkları ve yaprak sayısı ile ilgili değişimleri içermekte ve toplam varyansın % 20.21'ini göstermektedir. 2, 8, 7 ve 10 numaralı genotipler bu değişimlerden en çok ve benzer şekilde etkilenmiştir.

**Çizelge 4.20.** Ön seçim aşamasında, 150 mM tuz uygulamasının 14. gününde incelenen özellikler için faktör analizi sonuçları

| parametreler                         | Factor       | Factor       | Factor       | Factor      | Factor      | Faktöre bağlı varyans tahmini |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------------------------|
|                                      | 1            | 2            | 3            | 4           | 5           |                               |
| Kök Na <sup>+</sup>                  | -0.91169     |              |              |             |             | 0.831                         |
| Kök K <sup>+</sup>                   | 0.905855     |              |              |             |             | 0.821                         |
| Kök Cl <sup>-</sup>                  |              |              | 0.976746     |             |             | 0.954                         |
| Kök K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>  | 0.97809      |              |              |             |             | 0.957                         |
| Kök Boyu                             |              |              |              | 0.855567    |             | 0.732                         |
| Kök taze ağı.                        |              | 0.638299     |              | 0.391593    |             | 0.561                         |
| Kök kuru ağı.                        |              | 0.726136     |              | 0.526392    |             | 0.804                         |
| Göv. Na <sup>+</sup>                 | -0.91137     |              |              |             |             | 0.831                         |
| Göv. K <sup>+</sup>                  | 0.903933     |              |              |             |             | 0.817                         |
| Göv. Cl <sup>-</sup>                 |              |              | 0.977372     |             |             | 0.955                         |
| Göv. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | 0.979773     | -0.05232     |              |             |             | 0.963                         |
| Göv. boyu                            |              | 0.844987     |              |             |             | 0.714                         |
| Göv. taze ağı.                       |              | 0.922237     |              |             |             | 0.851                         |
| Göv. kuru ağı.                       | -0.90926     |              |              |             |             | 0.827                         |
| Yap. Na <sup>+</sup>                 | 0.904244     |              |              |             |             | 0.818                         |
| Yap. K <sup>+</sup>                  |              |              | 0.976787     |             |             | 0.954                         |
| Yap. Cl <sup>-</sup>                 | 0.98244      |              |              |             |             | 0.965                         |
| Yap. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> |              | 0.976656     |              |             |             | 0.954                         |
| Yap. taze ağı.                       |              | 0.952243     |              |             |             | 0.907                         |
| Yap. kuru ağı.                       |              | 0.450032     | 0.34913      | 0.344874    |             | 0.443                         |
| Yap. sayısı                          | 0.583327     |              | 0.352707     |             | 0.331273    | 0.574                         |
| Klorofil                             | -0.63607     |              | -0.50636     |             |             | 0.661                         |
| MDA                                  |              |              |              |             | 0.925529    | 0.857                         |
| Yap. alanı                           | 0.265936     |              | 0.530975     | 0.572364    |             | 0.680                         |
| Kök/göv.k. ağı                       |              | -0.56773     | 0.469619     |             | -0.42384    | 0.722                         |
| <b>Varyans</b>                       | <b>38.34</b> | <b>20.21</b> | <b>16.53</b> | <b>5.41</b> | <b>5.04</b> | <b>85.53</b>                  |

Kontrol ortamında büyütülen bitkilerde denemenin 28. gününde incelenen özellikler için yapılan faktör analizi sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Değişimleri açıklayan 5 faktör belirlenmiştir. Kök, gövde ve yapraktaki Na<sup>+</sup>(-), K<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> oranı ve klorofil değişimleri 1. faktör olarak belirlenmiştir. Bu faktör toplam varyansın % 38.83’ünü açıklamaktadır. 22, 14, 16 ve 20 numaralı genotipler bu değişimlerden benzer şekilde ve en fazla etkilenmiştir. 2. faktör; kök gövde yaprak dokularının taze ve kuru ağırlıkları ve yaprak sayısı ile ilgili değişimlerle ilgili olup 5, 8, 22, 25,13 ve 1 numaralı genotipler bu değişimlerden benzer şekilde etkilenmiştir. Bu faktör ise toplam varyansın % 22.77’ini açıklamaktadır.

**Çizelge 4. 21.** Ön seçim aşamasında, kontrol ortamında büyütülen bitkilerde denemenin 28. gününde incelenen özellikler için faktör analizi sonuçları

| parametreler                         | Factor       | Factor       | Factor       | Factor      | Factor      | Faktöre bağlı varyans tahmini |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------------------------|
|                                      | 1            | 2            | 3            | 4           | 5           |                               |
| Kök Na <sup>+</sup>                  | -0.8288      |              |              |             | 0.468773    | 0.907                         |
| Kök K <sup>+</sup>                   | 0.924078     |              |              |             |             | 0.854                         |
| Kök Cl                               | -0.28724     |              | 0.937145     |             |             | 0.961                         |
| Kök K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>  | 0.957383     |              |              |             |             | 0.917                         |
| Kök Boyu                             |              |              |              | 0.86208     |             | 0.743                         |
| Kök taze ağı.                        |              | 0.625329     |              | 0.626209    | 0.296185    | 0.871                         |
| Kök kuru ağı.                        |              | 0.687017     | 0.044952     | 0.544374    | 0.308162    | 0.865                         |
| Göv. Na <sup>+</sup>                 | -0.82443     |              | 0.196751     |             | 0.477132    | 0.946                         |
| Göv. K <sup>+</sup>                  | 0.924778     |              |              |             |             | 0.855                         |
| Göv. Cl <sup>-</sup>                 | -0.26392     |              | 0.942573     |             |             | 0.958                         |
| Göv. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | 0.957221     |              |              |             |             | 0.916                         |
| Göv. boyu                            |              | 0.830804     |              | -0.32575    |             | 0.796                         |
| Göv. taze ağı.                       |              | 0.973853     |              |             |             | 0.948                         |
| Göv. kuru ağı.                       |              | 0.960993     |              |             |             | 0.924                         |
| Yap. Na <sup>+</sup>                 | -0.82418     |              |              |             | 0.477321    | 0.907                         |
| Yap. K <sup>+</sup>                  | 0.925281     |              |              |             |             | 0.856                         |
| Yap. Cl <sup>-</sup>                 | -0.27913     |              | 0.91962      |             |             | 0.924                         |
| Yap. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | 0.956778     |              |              |             |             | 0.915                         |
| Yap. taze ağı.                       |              | 0.968127     |              |             |             | 0.937                         |
| Yap. kuru ağı.                       |              | 0.894708     |              |             |             | 0.801                         |
| Yap. sayısı                          |              | 0.618022     |              | 0.541218    |             | 0.675                         |
| Klorofil                             | 0.833392     |              | 0.262817     |             |             | 0.764                         |
| MDA                                  |              |              |              |             | -0.41117    | 0.169                         |
| Yap. alanı                           |              |              | 0.296931     | 0.282602    | 0.552887    | 0.474                         |
| Kök/göv.k. ağı                       |              | -0.29261     |              | 0.778304    |             | 0.691                         |
| <b>Varyans</b>                       | <b>38.83</b> | <b>22.77</b> | <b>10.54</b> | <b>9.02</b> | <b>4.69</b> | <b>85.85</b>                  |

150 mM tuz uygulamasının 28. gününde incelenen özellikler için faktör analizi sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre stres uygulanmış bitkilerde ortaya çıkan değişimleri ve bu değişimler arasındaki ilişkileri açıklayan 5 faktör belirlenmiştir.

1. Faktör'de faktör yükleri yüksek olan değişkenler kök, gövde ve yaprak dokularında ölçülen Na<sup>+</sup>(-), K<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup>, yapraktaki klorofil ve MDA(-) dir. Bu faktör toplam varyansın % 37.6'sını açıklamaktadır. 22, 1, 14, 16 ve 20 numaralı genotipler bu faktörden en çok ve benzer şekilde etkilenen genotipler olarak belirlenmiştir. Kök boyu, gövde boyu, gövde ve yaprak taze ve kuru ağırlıkları, kök/gövde K.A oranı (-) ile ilgili özellikler 2. faktör olarak belirlenmiştir. 2, 8, 11, 25,



1 ve 13 numaralı genotipler bu değişimlerden en çok ve benzer şekilde etkilenen genotipler olmuştur. Bu faktörün toplam varyans içindeki etkisi ise % 21.27 olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4. 22.** Ön seçim aşamasında, 150 mM tuz uygulamasının 28. gününde incelenen özellikler için faktör analizi sonuçları

| parametreler                         | Factor      | Factor       | Factor       | Factor      | Factor      | Faktöre bağlı varyans |
|--------------------------------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-----------------------|
|                                      | 1           | 2            | 3            | 4           | 5           | tahmini               |
| Kök Na <sup>+</sup>                  | -0.92035    |              |              |             | 0.257347    | 0.913                 |
| Kök K <sup>+</sup>                   | 0.90646     |              |              |             |             | 0.822                 |
| Kök Cl <sup>-</sup>                  |             |              |              | 0.971482    |             | 0.944                 |
| Kök K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>  | 0.976925    |              |              |             |             | 0.954                 |
| Kök Boyu                             |             | 0.67197      | 0.251527     |             | -0.26569    | 0.585                 |
| Kök taze aę.                         |             |              | 0.860841     |             | -0.25251    | 0.805                 |
| Kök kuru aę.                         |             |              | 0.869895     |             |             | 0.757                 |
| Göv. Na <sup>+</sup>                 | -0.92079    |              |              |             | 0.257951    | 0.914                 |
| Göv. K <sup>+</sup>                  | 0.908562    |              |              |             |             | 0.825                 |
| Göv. Cl <sup>-</sup>                 |             |              |              | 0.970208    |             | 0.941                 |
| Göv. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | 0.975627    |              |              |             |             | 0.952                 |
| Göv. boyu                            |             | 0.916103     |              |             |             | 0.839                 |
| Göv. taze aę.                        |             | 0.702633     | 0.530576     | 0.266102    | 0.317902    | 0.947                 |
| Göv. kuru aę.                        |             | 0.936664     |              |             |             | 0.877                 |
| Yap. Na <sup>+</sup>                 | -0.92082    |              |              |             | 0.257953    | 0.914                 |
| Yap. K <sup>+</sup>                  | 0.907087    |              |              |             |             | 0.823                 |
| Yap. Cl <sup>-</sup>                 |             |              |              | 0.945405    |             | 0.894                 |
| Yap. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | 0.976336    |              |              |             |             | 0.953                 |
| Yap. taze aę.                        |             | 0.590044     | 0.594141     | 0.286654    | 0.290671    | 0.868                 |
| Yap. kuru aę.                        |             | 0.385513     | 0.764716     |             |             | 0.733                 |
| Yap. sayısı                          |             |              | 0.67593      |             | 0.28558     | 0.538                 |
| Klorofil                             | 0.69341     |              |              | 0.317679    |             | 0.582                 |
| MDA                                  | -0.73694    |              |              |             | -0.2799     | 0.621                 |
| Yap. alanı                           |             |              |              |             | 0.786769    | 0.619                 |
| Kök/göv.k. aę                        |             | -0.56773     | 0.469619     |             | -0.42384    | 0.722                 |
| <b>Varyans</b>                       | <b>37.6</b> | <b>21.27</b> | <b>11.52</b> | <b>8.59</b> | <b>6.47</b> | <b>85.45</b>          |

Kontrol ortamında büyütölen bitkilerde denemenin 14 ve 28. gününde elde edilen değişimler ve ilişkilerle ilgili faktör analizi sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde; ilk üç faktörün kök gövde ve yaprak dokularındaki iyon değişimlerini, kök, gövde ve yaprak dokularının taze kuru ağırlıkları, yaprak sayısı ve klorofil miktarı ile ilgili değişimleri ve bu değişimler arasındaki ilişkileri içerdęi görölmektedir (Çizelge 4.19 ve 4.20). Tuz stresi uygulanmış bitkilerin faktör analizleri incelendiğinde (Çizelge 4. 21 ve 4. 22) ise kontrol bitkilerde ilk üç faktör

içinde yer alan değişim ve ilişkilere ilave olarak MDA'nın da yer aldığı ve MDA miktarının dokulardaki Na<sup>+</sup>un artışı ile pozitif, K<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> oranının ve klorofil miktarının artışı ile negatif yönde ilişkili olduğu görülmektedir.

#### **4.1.6. Ön seçim aşaması sonuçlarına göre tuza tolerant ve duyarlı genotiplerin seçimi**

Ön seçim aşamasında kullanılan toplam 19 adet domates genotipinde tuz içermeyen kontrol ortamında ve 150 mM NaCl uygulanan stres koşullarında bitkiler yetiştirilmiş ve bunlardan değişik parametreler ile ilgili sayısal veriler elde edilmiştir. Sayısal değerlerin istatistiksel yorumları yapılarak, her bir özellik bakımından genotipler arasında istatistiksel açıdan farklar bulunduğu belirlenmiştir. Genel olarak herhangi bir parametre bakımından incelendiğinde tuza dayanımı yüksek görülen bir domates genotipi diğer parametreler bakımından da aynı davranışı göstermekle beraber, bazı durumlarda özellikle de bitki boyu, taze ve kuru ağırlık özellikleri bakımından tüm genotipler için bunu söylemek mümkün görünmemektedir. Bu durumda denemenin bundan sonraki aşamasında kullanılacak dayanıklı ve duyarlı genotiplerin seçiminde tartılı derecelendirme yöntemine benzer bir yol seçilmiştir. Ek-2'de verilen çizelgelerde görüleceği gibi incelenen parametreler bakımından genotiplerden alınan sonuçların kontrole göre yüzde değişimleri esas alınarak sıralama yapılmıştır. Her bir domates genotipine her bir özellik için aldığı ilk 10 sıralama için +1'den +10' kadar puan verilmiştir. Listenin en sonunda kalan ve tuza duyarlılık durumunu gösteren son 10 genotipe ise -1'den -10 'a kadar negatif puanlar verilmiştir. Sonuç olarak sıralamanın en üst ve en alt basamaklarında yer alan genotiplere puanlar verilerek toplam skor'a ulaşılmıştır.

Denemede incelenen tüm parametreler birlikte değerlendirildiğinde en yüksek toplam pozitif skora ulaşan 16 numaralı *L. esculentum* Trabzon/Araklı,Yalıboyu, 20 numaralı *L. esculentum* Bartın/Arıt Beldesi Merkez ve 22 numaralı *L. peruvianum* Almanya (dayanıklı olduğu bilinen yabancı genotip (Taleisnik et al. 1983)) genotipleri tuza dayanıklı, en yüksek toplam negatif skora ulaşan 19 numaralı *L. esculentum* İzmir/Bergama, Kozluca ve 24 numaralı *L. esculentum* Yerli Sofralık çeşit hassas olarak belirlenmiştir. Faktör analizi sonuçları göz önüne alındığında da dayanıklı olarak seçilen genotiplerin birinci faktörden en çok etkilenen ve benzer davranış gösteren genotipler arasında olduğu, hassas olarak

seçilen genotiplerin ise daha az derecede önemli olan faktörlerden etkilenen genotipler arasında bulunduğu görülmüştür. Buna göre bu aŗamadan sonra denemelerde kullanılacak genotipler şunlardır.

**Tuza dayanıklı olarak tespit edilen genotipler**

- (16) *L. esculentum* Trabzon/Araklı,Yalıboyu,
- (20) *L. esculentum* Bartın/Arıt Beldesi Merkez,
- (22) *L. peruvianum* Almanya orjinli

**Tuza hassas olarak tespit edilen genotipler**

- (19) *L. esculentum* İzmir/Bergama, Kozluca,
- (24) *L. esculentum* Yerli Sofralık eşit

## 4.2. Su Kùltürü Aşaması

Çalışmanın bu bölümünde, kontrollü koşullarda iklim odasında tuza dayanıklı ve duyarlı olarak seçilen toplam 5 adet domates genotipiyle denemeler kurulmuştur. Ön seçim çalışmalarında 150 mM tuz uygulamasının 28 gün sürmesi hemen hemen tüm bitkilerde incelenen özellikler üzerinde önemli ölçüde değişimlere neden olmuştur. Ancak bu deneme koşullarında, uzun süreli tuz uygulaması ile birlikte gelen nekrozlar ve morfolojik bozulmalar ve sonuçta bitkilerde ölüm gözlenmiştir. Bu nedenle uzun süreli tuz uygulamasında, özellikle enzim analizleri ile ilgili çalışmalarda sağlıklı sonuçlara ulaşamayacağı düşüncesi ile araştırmanın bu kısmında tuz stresinin daha kısa süreli uygulanması düşünülmüş ve bu amaçla 2. yaprak aşamasına kadar su kültüründe büyütölmüş olan 28 günlük bitkilere 150 mM NaCl 10 gün süreyle uygulanmıştır. Denemenin bu bölümünde de kontrol ve stres uygulama guruplarından alınan bitki örneklerinde ; kök ve gövde boyu, kök, gövde ve yaprak dokularının taze ve kuru ağırlıkları ile  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyon miktarları,  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı, yaprak sayısı ve alanı, MDA ve klorofil miktarları, katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (AP), glutatyon redüktaz (GR) ve süperoksitdismutaz (SOD) enzim aktiviteleri belirlenerek tuz stresinin bu özellikler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu özellikler üzerinde genotip ve tuz etkenleri ve genotip\*tuz etkileşiminin önemi varyans analizi çözümlemeleri ile incelenmiştir (Ek:1, Çizelge 2.). İstatistik sonucu etkileşimlerle ilgili belirlenen asgari önemli fark her özellikle ilgili tablonun altında verilmiştir. A.Ö.F.'dan büyük olan ortalamalar arasındaki farklar önemli kabul edilmiştir.

### 4.2.1. Kök ve gövde boyu ile ilgili değişimler

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 10 gün yetiştirilen 5 çeşit domates genotipinde belirlenen kök ve gövde boyu ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.23'de verilmiştir. Kök ve gövde boyları ile ilgili varyans analiz sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 2.), kök boyu üzerinde sadece genotip etkeninin, gövde boyu üzerinde ise genotip ve tuz etkenlerinin istatistik olarak önemli etkisi olduğu görölmüştür ( $p < 0.005$ ). Kök boyu ile ilgili veriler incelendiğinde tuz stresi 19 ve 24 numaralı hassas genotiplerde kontrole göre azalmaya, 16, 20 ve 22 numaralı dayanıklı genotiplerde ise artışa neden olmuştur. Ancak 22 numaralı yabani genotip *L. peruvianum*'un kök boyunda kontrole göre ortaya çıkan % 20'lik artış dışında diğer genotiplerdeki değişimler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Gövde boyu ile ilgili veriler incelendiğinde tuz stresi 24 ve 19 numaralı hassas genotiplerde kontrole göre önemli düzeyde ( $p<0.001$ ) azalmaya (% -37 ve % -29) neden olurken, 20, 16 ve 22 numaralı dayanıklı genotiplerde gövde boyunda kontrole göre gözlenen azalmalar önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.23.** 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinin kök ve gövde boyları (cm) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| Kök boyu                |          |          |           | Gövde boyu              |          |          |           |
|-------------------------|----------|----------|-----------|-------------------------|----------|----------|-----------|
| genotip                 | kontrol  | tuz      | % değişim | genotip                 | kontrol  | tuz      | % değişim |
| 16 dayanıklı            | 23.3+0.3 | 25.7+0.9 | 10        | 16 dayanıklı            | 31.3+0.7 | 28.7+0.3 | -8        |
| 19 hassas               | 30.0+1.5 | 26.7+4.6 | -11       | 19 hassas               | 39.0+0.6 | 27.7+0.7 | -29       |
| 20 dayanıklı            | 25.3+3.2 | 27.3+1.5 | 8         | 20 dayanıklı            | 27.7+2.3 | 26.3+0.3 | -5        |
| 22 dayanıklı            | 33.3+2.7 | 40.0+4.4 | 20        | 22 dayanıklı            | 33.7+2.4 | 30.7+3.3 | -9        |
| 24 hassas               | 24.3+0.9 | 23.0+0.6 | -5        | 24 hassas               | 30.0+1.2 | 19.0+0.0 | -37       |
| A.Ö.F( $P<0.01$ ): 4.48 |          |          |           | A.Ö.F( $P<0.01$ ): 4.64 |          |          |           |

#### 4.2.2. Kök, gövde ve yaprak dokularında taze ve kuru ağırlık değişimleri

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 10 gün yetiştirilen 5 çeşit domates genotipinde belirlenen kök dokularının taze ve kuru ağırlıkları ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.24'de verilmiştir. Tuz stresi koşullarında kök dokularının taze ve kuru ağırlıklarında kontrole göre hassas genotiplerde azalma gözlenirken, dayanıklı genotiplerde artış gözlenmiştir. Ek:1, Çizelge 2'de verilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde kök taze ağırlıkları üzerinde genotip etkeni ile genotip\*tuz etkileşiminin, kök kuru ağırlığı üzerinde ise genotip ve tuz etkenlerinin ve genotip\*tuz etkileşiminin önemli ( $p<0.005$ ) olduğu görülmüştür.

**Çizelge 4.24.** 10 gün 150 mM tuz uygulanmış farklı domates genotiplerinde kök dokularının taze ve kuru ağırlıkları (gr/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| Taze ağırlık             |         |         |           | Kuru ağırlık            |          |          |           |
|--------------------------|---------|---------|-----------|-------------------------|----------|----------|-----------|
| genotip                  | kontrol | tuz     | % değişim | genotip                 | kontrol  | tuz      | % değişim |
| 16 dayanıklı             | 2.1+0.2 | 3.2+0.5 | 50        | 16 dayanıklı            | 0.17+0.1 | 0.25+0.1 | 47        |
| 19 hassas                | 3.7+0.4 | 2.5+0.4 | -31       | 19 hassas               | 0.25+0.1 | 0.21+0.1 | -16       |
| 20 dayanıklı             | 1.4+0.3 | 2.7+0.3 | 87        | 20 dayanıklı            | 0.13+0.1 | 0.22+0.1 | 69        |
| 22 dayanıklı             | 2.6+0.3 | 2.9+0.5 | 11        | 22 dayanıklı            | 0.15+0.1 | 0.23+0.1 | 53        |
| 24 hassas                | 3.9+0.6 | 2.5+0.1 | -37       | 24 hassas               | 0.27+0.1 | 0.19+0.1 | -30       |
| A.Ö.F ( $P<0.01$ ): 1.15 |         |         |           | A.Ö.F( $P<0.01$ ): 0.07 |          |          |           |

Tuz stresi 20 ve 16 numaralı dayanıklı genotiplerde kök taze ağırlığında kontrole göre önemli düzeyde artışa (% 87 ve % 50), 24 numaralı genotipte ise önemli düzeyde azalmaya (% -37) neden olmuştur ( $p<0.01$ ). Genotiplerin kök kuru



ağırlıkla ilgili değişimler incelendiğinde 20, 22 ve 16 no'lu genotiplerde kontrole göre % 69, % 53 ve % 47 oranında önemli artış gözlenirken, 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerde % -30 ve %-16 oranlarında önemli azalmalar belirlenmiştir ( $p<0.01$ ).

Gövde dokularının taze ve kuru ağırlıkları ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.25'te verilmiştir. İkinci su kültürü denemelerinde incelenen özellikler için verilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 2.) gövde taze ağırlıkları üzerinde genotip ve tuz etkeni ile genotip\*tuz etkileşiminin istatistik olarak ( $p<0.005$ ) önemli olduğu görülmüştür. Tuz stresi gövde dokusu taze ağırlığında kontrole göre 20 no'lu dayanıklı genotip dışında diğer genotiplerde azalmaya neden olmuştur.

Gövde taze ağırlık bakımından veriler incelendiğinde tuz stresi 24 ve 19 numaralı hassas genotiplerde kontrole göre % -58 ve % -49 oranında istatistik olarak önemli azalmaya ( $p<0.01$ ) neden olurken, 22 ve 16 no'lu dayanıklı genotiplerin gövde taze ağırlıklarında görülen azalma ile 20 no'lu genotipteki artış önemsiz bulunmuştur.

Gövde kuru ağırlığı ile ilgili veriler incelendiğinde genotip etkeni ile genotip\*tuz etkileşiminin istatistik olarak ( $p<0.005$ ) önemli olduğu görülmüştür. 24 ve 19 numaralı hassas genotiplerin gövde kuru ağırlığında kontrole göre ortaya çıkan % -37 ve % -26 oranındaki azalmalar önemli bulunmuş, diğer taraftan tuz stresi diğer genotiplerin gövde kuru ağırlığında kontrole göre artışa neden olmuştur. Ancak bu genotipler arasında sadece 20 no'lu dayanıklı genotipteki % 94 oranındaki artış önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.25.** 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde gövde dokularının taze ve kuru ağırlıkları (gr/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| taze ağırlık         |               |               |           | Kuru ağırlık        |                |                |           |
|----------------------|---------------|---------------|-----------|---------------------|----------------|----------------|-----------|
| genotip              | kontrol       | tuz           | % değişim | genotip             | kontrol        | tuz            | % değişim |
| 16 dayanıklı         | 4.6 $\pm$ 0.1 | 3.4 $\pm$ 0.4 | -27       | 16 dayanıklı        | 0.23 $\pm$ 0.1 | 0.29 $\pm$ 0.1 | 26        |
| 19 hassas            | 6.8 $\pm$ 0.3 | 3.5 $\pm$ 0.2 | -49       | 19 hassas           | 0.43 $\pm$ 0.1 | 0.32 $\pm$ 0.1 | -26       |
| 20 dayanıklı         | 3.1 $\pm$ 0.7 | 4.2 $\pm$ 0.3 | 38        | 20 dayanıklı        | 0.16 $\pm$ 0.1 | 0.31 $\pm$ 0.1 | 94        |
| 22 dayanıklı         | 3.0 $\pm$ 0.4 | 2.8 $\pm$ 0.4 | -7        | 22 dayanıklı        | 0.18 $\pm$ 0.1 | 0.26 $\pm$ 0.1 | 44        |
| 24 hassas            | 6.4 $\pm$ 0.7 | 2.7 $\pm$ 0.2 | -58       | 24 hassas           | 0.41 $\pm$ 0.1 | 0.26 $\pm$ 0.1 | -37       |
| A.Ö.F (P<0.01): 1.22 |               |               |           | A.Ö.F(P<0.01): 0.08 |                |                |           |

Yaprak dokularının taze ve kuru ağırlıkları ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.26'de verilmiştir. Tuz stresi yaprak dokularının taze ve kuru ağırlıklarında kontrole göre azalmaya neden olmuştur. Ek:1, Çizelge 2'de verilen varyans analiz sonuçlarında yaprak dokularının taze ve kuru ağırlıkları ile ilgili veriler incelendiğinde genotip, tuz etkenlerinin ve genotip\*tuz etkileşiminin istatistik olarak ( $p<0.005$ ) önemli olduğu görülmektedir.

Yaprak dokularının taze ağırlığında kontrole göre ortaya çıkan değişim oranları esas alındığında 24 ve 19 numaralı hassas genotiplerdeki % -48 ve % -51 oranındaki azalma önemli bulunurken ( $p<0.01$ ), 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde azalmalar önemsiz bulunmuştur. Tuz stresi taze ağırlık bakımından hassas ve dayanıklı genotiplerin hepsinde taze ağırlık bakımından kontrole göre azalmaya neden olmuştur. Kuru ağırlık bakımından veriler incelendiğinde tuz stresi 24 ve 19 numaralı hassas genotiplerde % -43 ve % -44 oranında önemli derecede azalmaya neden olurken ( $p<0.01$ ), 16, 22 ve 20 no'lu dayanıklı genotiplerdeki azalmalar ise önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.26.** 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde yaprak dokularının taze ve kuru ağırlıkları (gr/bitki) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| Yaze ağırlık        |                |               |           | Kuru ağırlık        |                |                |           |
|---------------------|----------------|---------------|-----------|---------------------|----------------|----------------|-----------|
| genotip             | kontrol        | tuz           | % değişim | genotip             | kontrol        | tuz            | % değişim |
| 16 dayanıklı        | 6.5 $\pm$ 0.5  | 4.6 $\pm$ 0.6 | -29       | 16 dayanıklı        | 0.59 $\pm$ 0.0 | 0.56 $\pm$ 0.1 | -5        |
| 19 hassas           | 10.9 $\pm$ 0.9 | 5.3 $\pm$ 0.6 | -51       | 19 hassas           | 0.96 $\pm$ 0.1 | 0.54 $\pm$ 0.1 | -44       |
| 20 dayanıklı        | 4.4 $\pm$ 1.1  | 3.8 $\pm$ 1.2 | -13       | 20 dayanıklı        | 0.36 $\pm$ 0.1 | 0.30 $\pm$ 0.1 | -16       |
| 22 dayanıklı        | 5.4 $\pm$ 0.6  | 3.3 $\pm$ 0.4 | -38       | 22 dayanıklı        | 0.41 $\pm$ 0.0 | 0.39 $\pm$ 0.0 | -5        |
| 24 hassas           | 11.1 $\pm$ 1.5 | 5.8 $\pm$ 0.7 | -48       | 24 hassas           | 0.95 $\pm$ 0.1 | 0.54 $\pm$ 0.0 | -43       |
| A.Ö.F(P<0.01): 2.56 |                |               |           | A.Ö.F(P<0.01): 0.25 |                |                |           |

#### 4.2.3. Yaprak sayısı ve yaprak alanı ile ilgili değişimler

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 10 gün yetiştirilen 5 çeşit domates genotipinde belirlenen yaprak sayısı ve yaprak alanı ile ilgili sonuçlar çizelge 4.27'de verilmiştir. Tuz stresi yaprak sayısı ve yaprak alanında kontrole göre azalmaya neden olmuştur. Ek:1, Çizelge 2'de yaprak sayısı üzerinde varyans analiz sonuçları incelendiğinde genotip ve tuz etkeni ile genotip\*tuz etkileşiminin istatistik olarak ( $p<0.005$ ) önemli olduğu görülmüştür. Yaprak sayısı bakımından kontrole göre değişim oranları esas alındığında 24 ve 19 numaralı hassas genotiplerde % -42.5 ve % -43.2 oranında istatistiksel olarak önemli düzeyde

( $p<0.01$ ) azalma olurken, diğ er 20, 22 ve 16 no'lu dayanıklı genotiplerdeki azalmalar önemsiz bulunmuştur.

Yaprak alanı ile ilgili veriler incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 2.) genotip ve tuz etkenleri istatistik olarak önemli ( $p<0.01$ ) görülmüştür. Tuz stresi 24 ve 19 numaralı hassas genotiplerde % -16.8 ve % -19.3 oranında önemli düzeyde azalmaya neden olmuştur. 22, 16 ve 20 no'lu dayanıklı genotiplerdeki azalmalar ise önemsiz bulunmuştur. Sonuç olarak tuz stresi hassas genotiplerin yaprak sayısı ve yaprak alanında önemli düzeyde azalmaya neden olurken, dayanıklı genotiplerde meydana gelen azalma önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.27.** 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde yaprak sayısı (adet/bitki) ve yaprak alanı ( $\text{cm}^2/\text{bitki}$ ) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| Yaprak sayısı        |                |               |           | Yaprak alanı        |               |                |           |
|----------------------|----------------|---------------|-----------|---------------------|---------------|----------------|-----------|
| genotip              | kontrol        | tuz           | % değişim | genotip             | kontrol       | tuz            | % değişim |
| 16 dayanıklı         | 8.1 $\pm$ 0.6  | 6.3 $\pm$ 0.3 | -29.1     | 16 dayanıklı        | 159 $\pm$ 3.8 | 151 $\pm$ 3.8  | -5.2      |
| 19 hassas            | 11.2 $\pm$ 0.6 | 6.2 $\pm$ 0.7 | -42.5     | 19 hassas           | 154 $\pm$ 7.6 | 124 $\pm$ 11.7 | -19.3     |
| 20 dayanıklı         | 9.3 $\pm$ 0.9  | 7.3 $\pm$ 0.3 | -15.5     | 20 dayanıklı        | 183 $\pm$ 3.1 | 175 $\pm$ 11.9 | -4.0      |
| 22 dayanıklı         | 8.1 $\pm$ 0.3  | 6.2 $\pm$ 0.2 | -28.0     | 22 dayanıklı        | 186 $\pm$ 3.5 | 179 $\pm$ 6.4  | -3.8      |
| 24 hassas            | 9.2 $\pm$ 0.9  | 5.1 $\pm$ 0.3 | -43.2     | 24 hassas           | 282 $\pm$ 3.7 | 235 $\pm$ 11.7 | -16.8     |
| A.Ö.F (P<0.01): 2.16 |                |               |           | A.Ö.F(P<0.01): 22.4 |               |                |           |

#### 4.2.4. Yaprak dokusunda MDA ve klorofil miktarı ile ilgili değişimler

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 10 gün yetiştirilen 5 çeşit domates genotipinde yaprak dokusundaki MDA ve klorofil miktarları Çizelge 4.28'de verilmiştir. Tuz stresi tüm genotiplerde MDA miktarında kontrole göre artışa neden olurken, klorofil miktarında bazı genotiplerde artışa bazılarında ise azalmaya neden olmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 2.) MDA ve klorofil miktarı ile ilgili değişimler üzerinde genotip ve tuz etkenleri ile genotip\*tuz etkileşiminin istatistik olarak önemli düzeyde etkili olduğu görülmüştür ( $p<0.005$ ).

MDA miktarında ortaya çıkan değişimler incelendiğinde 19 ve 24 no'lu hassas genotiplerde MDA miktarının kontrole göre % 88 ve % 94 oranında önemli düzeyde ( $p<0.01$ ) arttığı belirlenirken, 16, 20 ve 22 no'lu dayanıklı kabul edilen genotiplerdeki artışlar önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.28.** 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde MDA ( $\mu\text{mol/g}$  taze ağırlık) ve klorofil ( $\mu\text{g/g}$  taze ağırlık) miktarları ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| genotip             | MDA          |              |           | klorofil             |               |           |
|---------------------|--------------|--------------|-----------|----------------------|---------------|-----------|
|                     | kontrol      | tuz          | % değişim | kontrol              | tuz           | % değişim |
| 16 dayanıklı        | 18 $\pm$ 0.1 | 20 $\pm$ 0.1 | 11        | 147.2 $\pm$ 0.7      | 150 $\pm$ 3.8 | 7         |
| 19 hassas           | 17 $\pm$ 0.1 | 32 $\pm$ 0.1 | 88        | 152.6 $\pm$ 1.3      | 133 $\pm$ 0.3 | -37       |
| 20 dayanıklı        | 19 $\pm$ 0.1 | 21 $\pm$ 0.1 | 11        | 156.9 $\pm$ 6.1      | 161 $\pm$ 4.4 | 8         |
| 22 dayanıklı        | 15 $\pm$ 0.1 | 17 $\pm$ 0.1 | 13        | 148.1 $\pm$ 1.5      | 151 $\pm$ 1.8 | 7         |
| 24 hassas           | 16 $\pm$ 0.1 | 31 $\pm$ 0.1 | 94        | 149.3 $\pm$ 3.1      | 134 $\pm$ 4.2 | -30       |
| A.Ö.F(P<0.01): 3.24 |              |              |           | A.Ö.F (P<0.01): 9.64 |               |           |

Diğer yandan tuz stresi klorofil miktarında azalmaya neden olmuştur. 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerde klorofil miktarında kontrole göre % -30 ve % -37 oranında ortaya çıkan azalma istatistik olarak önemli ( $p<0.01$ ) bulunurken, 16, 22 ve 20 no'lu dayanıklı genotiplerdeki değişimler önemsiz bulunmuştur. Sonuç olarak 19 ve 24 no'lu genotiplerin MDA ve klorofil miktarları tuzdan önemli derecede etkilenirken 16, 22 ve 20 no'lu genotipleri MDA ve klorofil miktarlarını kontrolleriyle aynı düzeyde tutmuştur.

#### 4.2.5. Kök, gövde ve yaprak dokularındaki $\text{Na}^+$ miktarı ile ilgili değişimler

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 10 gün yetiştirilen 5 çeşit domates genotipinde kök, gövde ve yaprak dokularında belirlenen  $\text{Na}^+$  miktarı ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.29'da verilmiştir. Tuz stresi kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $\text{Na}^+$  miktarında kontrole göre artışa neden olmuştur.

Ek:1, Çizelge 2'de kök dokularındaki  $\text{Na}^+$  ile ilgili varyans analiz sonuçları incelendiğinde genotip ve tuz etkenleri ile genotip\*tuz etkileşiminin önemli ( $p<0.005$ ) olduğu görülmüştür. Kök dokusunda bulunan  $\text{Na}^+$  miktarı 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerde kontrole göre % 36 ve % 46 oranlarında önemli düzeyde ( $p<0.01$ ) artarken, 16, 20 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde ki artışlar önemsiz bulunmuştur. Gövde ve yaprak dokularındaki  $\text{Na}^+$  ile ilgili varyans analiz sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 2.) genotip ve tuz etkeninin istatistiksel olarak önemli ( $p<0.005$ ) olduğu görülmüştür.

Gövde dokusunda bulunan  $\text{Na}^+$  miktarı kontrole göre 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde sırasıyla % 58, % 59 ve % 61 oranında, 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerde de % 62 ve % 66 oranlarında artmıştır. Bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ).

**Çizelge 4.29.** 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde kök, gövde ve yaprak dokularındaki Na<sup>+</sup> miktarları ((µg/mg K.A.) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir)

| kök                   |         |         |           | gövde                |          |           | Yaprak               |          |           |
|-----------------------|---------|---------|-----------|----------------------|----------|-----------|----------------------|----------|-----------|
| genotip               | kontrol | tuz     | % değişim | kontrol              | tuz      | % değişim | kontrol              | tuz      | % değişim |
| 16 dayanıklı          | 5.8±0.3 | 6.5±0.5 | 12        | 8.3±0.3              | 13.2±0.5 | 59        | 7.8±0.3              | 12.4±0.4 | 60        |
| 19 hassas             | 11±0.5  | 17±1.4  | 46        | 9.3±0.6              | 15.4±1.3 | 66        | 8.7±0.5              | 14.5±1.2 | 66        |
| 20 dayanıklı          | 4.8±0.2 | 5.7±0.9 | 19        | 9.2±0.5              | 14.8±0.8 | 58        | 8.7±0.5              | 13.9±0.8 | 60        |
| 22 dayanıklı          | 4.3±0.2 | 5.5±0.7 | 26        | 9.1±0.4              | 14.5±0.7 | 61        | 8.5±0.4              | 14.6±0.6 | 72        |
| 24 hassas             | 12±0.3  | 16±0.6  | 36        | 7.9±0.4              | 12.6±0.6 | 62        | 7.4±0.4              | 11.8±0.6 | 60        |
| A.Ö.F (P<0.01) : 1.96 |         |         |           | A.Ö.F (P<0.01): 1.39 |          |           | A.Ö.F (P<0.01): 1.30 |          |           |

Yaprak dokusunda ki Na<sup>+</sup> miktarı 22 no'lu genotipte kontrole göre % 72 oranında, diğer genotiplerde ise % 60 oranında artmıştır. 19 ve 24 no'lu hassas genotiplerin kök dokusundaki Na<sup>+</sup> miktarı hem kontrol hem de tuz uygulanmış gruplarda diğer genotiplerden çok daha fazla miktarda olduğu belirlenmiştir. Kök, gövde ve yaprak dokularındaki Na<sup>+</sup> karşılaştırıldığında 19 ve 24 no'lu genotiplerde Na<sup>+</sup> miktarının kök dokusunda gövde ve yaprak dokularına göre daha fazla olduğu, 16, 20 ve 22 no'lu genotiplerde ise kök dokusunda en az, gövde ve yaprak dokularında daha fazla olduğu belirlenmiştir.

#### 4.2.6. Kök, gövde ve yaprak dokularındaki K<sup>+</sup> miktarı ile ilgili değişimler

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 10 gün yetiştirilen 5 çeşit domates genotipinde kök, gövde ve yaprak dokularında belirlenen K<sup>+</sup> miktarları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Tuz stresi tüm genotiplerde ve her üç dokuda da K<sup>+</sup> miktarında kontrole göre artışa neden olmuştur. Ek:1, çizelge 2'de kök, gövde ve yaprak dokularındaki K<sup>+</sup> ile ilgili varyans analiz sonuçları incelendiğinde bu dokulardaki K<sup>+</sup> miktarındaki değişimler üzerinde genotip ve tuz etkeni ile genotip\*tuz etkileşiminin istatistik olarak (p<0.005) önemli olduğu görülmüştür. Kök dokusunda bulunan K<sup>+</sup> miktarı kontrole göre 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde % 27, % 44 ve % 50 oranında önemli düzeyde artmıştır.

Diğer yandan tuza hassas olduğu düşünülen 19 no'lu genotipte kontrole göre % 50 oranında ortaya çıkan artış istatistiksel olarak önemli bulunurken, 19 no'lu genotipteki değişim önemsiz bulunmuştur.



**Çizelge 4.30.** 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $K^+$  miktarları ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  K.A.) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| genotip           | kök            |               |           | gövde             |               |           | Yaprak            |              |           |
|-------------------|----------------|---------------|-----------|-------------------|---------------|-----------|-------------------|--------------|-----------|
|                   | kontrol        | tuz           | % değişim | kontrol           | tuz           | % değişim | kontrol           | tuz          | % değişim |
| 16 dayanıklı      | 9.2 $\pm$ 0.3  | 13 $\pm$ 0.5  | 44        | 2.3 $\pm$ 0.1     | 3.1 $\pm$ 0.1 | 35        | 18 $\pm$ 0.1      | 29 $\pm$ 0.1 | 61        |
| 19 hassas         | 6.1 $\pm$ 0.4  | 9.0 $\pm$ 0.5 | 50        | 1.8 $\pm$ 0.1     | 2.4 $\pm$ 0.1 | 33        | 17 $\pm$ 0.1      | 22 $\pm$ 0.1 | 29        |
| 20 dayanıklı      | 11.3 $\pm$ 0.2 | 14 $\pm$ 0.1  | 27        | 2.9 $\pm$ 0.1     | 4.6 $\pm$ 0.1 | 59        | 27 $\pm$ 0.1      | 42 $\pm$ 0.1 | 56        |
| 22 dayanıklı      | 10.2 $\pm$ 0.3 | 15 $\pm$ 0.4  | 50        | 3.3 $\pm$ 0.1     | 3.5 $\pm$ 0.1 | 6         | 16 $\pm$ 0.1      | 26 $\pm$ 0.1 | 63        |
| 24 hassas         | 5.1 $\pm$ 0.1  | 7.2 $\pm$ 0.3 | 40        | 1.8 $\pm$ 0.1     | 2.7 $\pm$ 0.1 | 50        | 18 $\pm$ 0.1      | 23 $\pm$ 0.1 | 28        |
| A.Ö.F (P<0.01): 2 |                |               |           | A.Ö.F (P<0.01): 2 |               |           | A.Ö.F (P<0.01): 2 |              |           |

Tuz stresi tüm genotiplerde gövde dokusunda bulunan  $K^+$  miktarında da kontrole göre artışa neden olmuştur. Ancak bu artışlar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. 22, 16 ve 20 no'lu dayanıklı genotiplerde % 6, % 35 ve % 59 oranında artarken, 19 ve 24 no'lu hassas genotiplerde ise % 33 ve % 50 olarak artmıştır. Gövde dokusundaki artışlar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Tuz stresi yaprak dokusunda bulunan  $K^+$  miktarında da tüm genotiplerde kontrole göre önemli düzeyde artışa neden olmuştur.  $K^+$  miktarı 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre sırasıyla % 56, % 61 ve % 63 oranında artarken, 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerde bu artış % 28 ve % 29 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.30'da kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $K^+$  miktarı karşılaştırıldığında tüm genotiplerde  $K^+$  miktarının yaprak dokusunda en fazla, gövde dokusunda en az olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tuza hassas olduğu düşünülen 24 ve 19 no'lu genotiplerin tuza dayanıklı olduğu düşünülen 20, 22 ve 16 no'lu genotiplere göre her üç dokuda da daha az miktarda  $K^+$  içerdikleri gözlenmiştir.

#### 4.2.7. Kök, gövde ve yaprak dokularında $Cl^-$ miktarı ile ilgili değişimler

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 10 gün yetiştirilen 5 çeşit domates genotipinde kök, gövde ve yaprak dokularında ölçülen  $Cl^-$  miktarları Çizelge 4.31'de verilmiştir. Tuz stresi kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $Cl^-$  miktarında kontrole göre artmaya neden olmuştur. Ek:1, Çizelge 2'de, varyans analiz sonuçları incelendiğinde kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $Cl^-$  miktarı üzerinde genotip, tuz etkeni ile genotip\*tuz etkileşiminin istatistik olarak ( $p<0.005$ ) önemli olduğu görülmüştür.  $Cl^-$  miktarları açısından genotipler arasında farklılıklar olduğu

gibi tuz stresinde kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $Cl^-$  miktarlarında kontrole göre ortaya çıkan artışlarda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Kök dokusunda bulunan  $Cl^-$  miktarı 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre sırasıyla % 57, % 71 ve % 86 oranında artarken, 19 ve 24 no'lu hassas genotiplerde % 56 ve % 70 olarak artmıştır. Hassas olduğu düşünülen bu genotiplerin hem kontrol hem de tuz koşullarında kök dokularında diğer dayanıklı olduğu düşünülen genotiplerden daha fazla  $Cl^-$  içerdikleri görülmüştür.

Gövde dokusunda bulunan  $Cl^-$  miktarı 16, 22 ve 20 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre % 57, % 63 ve % 67 oranında artarken, 19 ve 24 no'lu hassas genotipler % 75 ve % 83 olarak artmıştır.

Yaprak dokusunda bulunan  $Cl^-$  miktarı kontrole göre sırasıyla 20, 22 ve 16 no'lu dayanıklı genotiplerde % 56, % 71 ve % 86 oranında artarken, 24 ve 19 no'lu hassas genotipler % 56 ve % 63 olarak artmıştır.

Kök, gövde ve yaprak dokuları karşılaştırıldığında hem kontrol hem de tuz uygulamalarında her üç dokudaki miktarların aynı düzeyini koruduğu görülmektedir. Tuz stresinde gövdede 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerin gövde dokularında kontrole göre ortaya çıkan artış, diğer genotiplerle karşılaştırıldığında daha yüksek oranda bulunmuştur (% 83 ve % 75). Bu genotipler yaprak dokusunda ise dayanıklı olarak bilinen genotiplerden 16 ve 22 no'lu genotipe göre daha az oranda  $Cl^-$  biriktirmiştir.

**Çizelge 4.31.** 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $Cl^-$  miktarları ( $\mu g/mg$  K. A.) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| kök               |              |              |           | gövde                |              |           | Yaprak              |              |           |
|-------------------|--------------|--------------|-----------|----------------------|--------------|-----------|---------------------|--------------|-----------|
| genotip           | kontrol      | tuz          | % değişim | kontrol              | tuz          | % değişim | kontrol             | tuz          | % değişim |
| 16 dayanıklı      | 7 $\pm$ 0.1  | 12 $\pm$ 0.1 | 71        | 7 $\pm$ 0.1          | 11 $\pm$ 0.1 | 57        | 7 $\pm$ 0.1         | 13 $\pm$ 0.1 | 86        |
| 19 hassas         | 9 $\pm$ 0.1  | 14 $\pm$ 0.1 | 56        | 8 $\pm$ 0.1          | 14 $\pm$ 0.1 | 75        | 8 $\pm$ 0.1         | 13 $\pm$ 0.1 | 63        |
| 20 dayanıklı      | 7 $\pm$ 0.1  | 11 $\pm$ 0.1 | 57        | 9 $\pm$ 0.1          | 15 $\pm$ 0.1 | 67        | 9 $\pm$ 0.1         | 14 $\pm$ 0.1 | 56        |
| 22 dayanıklı      | 7 $\pm$ 0.1  | 13 $\pm$ 0.1 | 86        | 8 $\pm$ 0.1          | 13 $\pm$ 0.1 | 63        | 7 $\pm$ 0.1         | 12 $\pm$ 0.1 | 71        |
| 24 hassas         | 10 $\pm$ 0.1 | 17 $\pm$ 0.1 | 70        | 6 $\pm$ 0.1          | 11 $\pm$ 0.1 | 83        | 9 $\pm$ 0.1         | 14 $\pm$ 0.1 | 56        |
| A.Ö.F (P<0.01): 2 |              |              |           | A.Ö.F (P<0.01): 1.43 |              |           | A.Ö.F(P<0.01): 1.58 |              |           |

#### 4.2.8. Kök, gövde ve yaprak dokularındaki $K^+/Na^+$ oranları ile ilgili değişimler

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 10 gün yetiştirilen 5 çeşit domates genotipinde kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $K^+/Na^+$  oranları Çizelge 4.32'de

verilmiştir. Tuz stresi kök dokusunda  $K^+/Na^+$  oranını hassas genotiplerde kontrole göre azaltırken, dayanıklı genotiplerde artırmıştır.

Kontrole göre yüzde değişimleri esas alındığında kök, dokusundaki  $K^+/Na^+$  oranının 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde % 4.68, % 12.5 ve % 15.19 artarken, 19 ve 24 no'lu hassas genotiplerde % -3.64 ve % -4.65 oranında azalma meydana gelmiştir.

Tuz stresi gövde dokusundaki  $K^+/Na^+$  oranında kontrole göre azalmaya neden olmuştur.  $K^+/Na^+$  oranı 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre % -3.13, % -17.86 ve % -33.33 oranında, 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerde ise % -8.69 ve % -15.79 oranında azalmıştır.

Yaprak dokusunda bulunan  $K^+/Na^+$  oranı kontrole göre 16 no'lu dayanıklı genotip dışında, 20 ve 22 no'lu genotiplerde % -2.58, % -5.32 oranlarında azalırken, 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerde ise % -19.75 ve % -22.05 oranlarında azalmıştır.

Sonuç olarak tuz stresi kök, gövde ve yaprak dokularında  $K^+/Na^+$  oranında genel olarak azalmaya neden olmuştur. Her üç dokuda da hassas genotiplerdeki  $K^+/Na^+$  oranı, dayanıklı genotiplere göre daha düşük bulunmuştur. 22 no'lu yabani genotiple birlikte dayanıklı olarak kabul ettiğimiz 16 ve 20 no'lu genotipler daha yüksek  $K^+/Na^+$  oranlarıyla bir grup oluştururken, hassas olarak düşünülen 19 ve 24 no'lu genotipler daha düşük  $K^+/Na^+$  oranıyla ayrı bir grup oluşturmuşlardır.

**Çizelge 4.32.** 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $K^+/Na^+$  oranları ve kontrole göre değişimi (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| genotip            | kök            |                |           | gövde            |                |           | Yaprak             |                |           |
|--------------------|----------------|----------------|-----------|------------------|----------------|-----------|--------------------|----------------|-----------|
|                    | kontrol        | tuz            | % değişim | kontrol          | tuz            | % değişim | kontrol            | tuz            | % değişim |
| 16 dayanıklı       | 2.16 $\pm$ 1.0 | 2.43 $\pm$ 1.0 | 12.5      | 0.28 $\pm$ 0.3   | 0.23 $\pm$ 0.2 | -17.86    | 2.31 $\pm$ 0.3     | 2.34 $\pm$ 0.3 | 1.29      |
| 19 hassas          | 0.55 $\pm$ 0.8 | 0.53 $\pm$ 0.4 | -3.64     | 0.19 $\pm$ 0.2   | 0.16 $\pm$ 0.1 | -15.79    | 1.95 $\pm$ 0.2     | 1.52 $\pm$ 0.1 | -22.05    |
| 20 dayanıklı       | 2.35 $\pm$ 1.0 | 2.46 $\pm$ 0.1 | 4.68      | 0.32 $\pm$ 0.2   | 0.31 $\pm$ 0.1 | -3.13     | 3.10 $\pm$ 0.2     | 3.02 $\pm$ 0.1 | -2.58     |
| 22 dayanıklı       | 2.37 $\pm$ 1.5 | 2.73 $\pm$ 0.6 | 15.19     | 0.36 $\pm$ 0.3   | 0.24 $\pm$ 0.1 | -33.33    | 1.88 $\pm$ 0.3     | 1.78 $\pm$ 0.2 | -5.32     |
| 24 hassas          | 0.45 $\pm$ 0.3 | 0.43 $\pm$ 0.5 | -4.65     | 0.23 $\pm$ 0.3   | 0.21 $\pm$ 0.2 | -8.69     | 2.43 $\pm$ 0.5     | 1.95 $\pm$ 0.2 | -19.75    |
| A.Ö.F(P<0.01): 0.7 |                |                |           | A.Ö.F(P<0.01): 1 |                |           | A.Ö.F(P<0.01): 0.5 |                |           |

#### 4.2.9. Yaprak dokularında CAT ve GR enzim aktiviteleriyle ilgili değişimler

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 10 gün yetiştirilen 5 çeşit domates genotipinde yaprak dokularında belirlenen CAT ve GR enzim aktiviteleri ve kontrole göre değişim oranları Çizelge 4.33'de verilmiştir. Ek:1, çizelge 2'de CAT ve GR enzim aktivitesi ile ilgili varyans analiz sonuçları incelendiğinde bu enzimlerin miktarı üzerinde genotip ve tuz etkenleri ile genotip\*tuz etkileşiminin

istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür ( $p<0.005$ ). Tuz stresi tüm genotiplerde her iki enzimin aktivitesinde de kontrole göre önemli artışa neden olmuştur. Ayrıca enzim aktiviteleri bakımından genotipler arasında da önemli farklar olduğu belirlenmiştir.

CAT enzim aktivitesi 16, 20 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre sırasıyla % 309, % 445 ve % 758 oranında artarken, 19 ve 24 no'lu tuza hassas genotiplerde % 40 ve % 74 oranında artmıştır. Tuz uygulamasında 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerdeki CAT enzim aktivitesinin diğer dayanıklı genotiplerden önemli düzeyde daha az olduğu belirlenmiştir.

GR enzim aktivitesi bakımından da genotipler arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Tuz uygulamasında 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerde GR enzim aktivitesinin de diğer dayanıklı oldukları düşünülen genotiplerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. GR enzim aktivitesi bakımından genotiplerde kontrole göre ortaya çıkan artışlarda da farklılıklar gözlenmiştir. 16, 20 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde bu enzimin aktivitesi kontrole göre % 157, % 183 ve % 251 oranında artarken, 19 ve 24 no'lu hassas genotiplerde % 13 ve % 39 oranında artmıştır.

**Çizelge 4.33.** 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde CAT ve GR enzim aktiviteleri ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| CAT                |              |               |           | GR                  |               |           |
|--------------------|--------------|---------------|-----------|---------------------|---------------|-----------|
| genotip            | kontrol      | tuz           | % değişim | kontrol             | tuz           | % değişim |
| 16 dayanıklı       | 55 $\pm$ 0.1 | 225 $\pm$ 0.1 | 309       | 145 $\pm$ 0.1       | 373 $\pm$ 0.1 | 157       |
| 19 hassas          | 42 $\pm$ 0.1 | 59 $\pm$ 0.1  | 40        | 112 $\pm$ 0.1       | 127 $\pm$ 0.1 | 13        |
| 20 dayanıklı       | 47 $\pm$ 0.1 | 256 $\pm$ 0.1 | 445       | 169 $\pm$ 0.1       | 478 $\pm$ 0.1 | 183       |
| 22 dayanıklı       | 45 $\pm$ 0.1 | 386 $\pm$ 0.1 | 758       | 138 $\pm$ 0.1       | 485 $\pm$ 0.1 | 251       |
| 24 hassas          | 54 $\pm$ 0.1 | 94 $\pm$ 0.1  | 74        | 210 $\pm$ 0.1       | 291 $\pm$ 0.1 | 39        |
| A.Ö.F(P<0.01): 6.6 |              |               |           | A.Ö.F(P<0.01): 13.2 |               |           |

#### 4.2.10. Yaprak dokularında AP ve SOD enzim aktiviteleriyle ilgili değişimler

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 10 gün yetiştirilen 5 çeşit domates genotipinde yaprak dokusundaki AP ve SOD enzim aktiviteleri bakımından meydana gelen değişimler Çizelge 4.34'de verilmiştir. Tuz stresi yaprak dokusundaki AP ve SOD enzim aktivitelerinde kontrole göre artışa neden olmuştur. Ek:1, Çizelge 2'de varyans analiz sonuçları incelendiğinde AP enzim aktivitesi üzerinde genotip ve tuz etkenleri ile genotip\*tuz etkileşiminin, SOD enzim aktivitesi üzerinde ise sadece tuz etkeninin önemli olduğu görülmüştür ( $p<0.005$ ).

Yaprak dokusunda bulunan AP miktarı 16, 20 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre sırasıyla % 109, % 122 ve % 125 oranında artarken, 19 ve 24 no'lu hassas genotiplerde % 50 ve % 21 oranında artmıştır. Hem kontrol hem tuz koşullarında AP enzim aktiviteleri bakımından genotipler arasında farklar olduğu gibi, genotiplerin tuzdan etkilenmeleri arasında da önemli farklar olduğu görülmüştür. 22 no'lu yabani genotiple tuza dayanıklı olduğu düşünülen 16 ve 20 no'lu genotiplerde AP enzim aktivitesi yüksek bulunurken, hassas genotiplerde daha düşük bulunmuştur. Ayrıca hassas genotiplerdeki enzim aktivitesi kontrol göre daha az oranda artış göstermiştir.

Tuz stresi altında SOD enzim aktivitesi 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre % 80, % 164 ve % 191 artarken, 19 ve 24 no'lu hassas genotiplerde % 28 ve % 36 artmıştır. SOD enzim aktivitesi tuza dayanıklı olduğu düşünülen 16, 20 ve 22 no'lu genotiplerde yüksek, 19 ve 24 no'lu hassas genotiplerde daha düşük olarak belirlenmiştir. SOD enzim aktivitesinde kontrole göre ortaya çıkan artış dayanıklı genotiplerde önemli, hassas genotiplerde ise önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.34.** 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerinde AP ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ) ve SOD enzim aktiviteleri ( $\text{U/dak/mg T.A.}$ ) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| genotip            | AP            |               |           | SOD                  |                |           |
|--------------------|---------------|---------------|-----------|----------------------|----------------|-----------|
|                    | kontrol       | tuz           | % değişim | kontrol              | tuz            | % değişim |
| 16 dayanıklı       | 113 $\pm$ 0.2 | 236 $\pm$ 0.1 | 109       | 149.7 $\pm$ 4.2      | 395 $\pm$ 12.1 | 164       |
| 19 hassas          | 181 $\pm$ 0.0 | 219 $\pm$ 0.0 | 21        | 112.1 $\pm$ 7.9      | 144 $\pm$ 9.10 | 28        |
| 20 dayanıklı       | 286 $\pm$ 0.1 | 636 $\pm$ 0.1 | 122       | 189.7 $\pm$ 4.4      | 341 $\pm$ 28.6 | 80        |
| 22 dayanıklı       | 331 $\pm$ 0.1 | 745 $\pm$ 0.6 | 125       | 124.3 $\pm$ 6.0      | 362 $\pm$ 19.3 | 191       |
| 24 hassas          | 154 $\pm$ 0.3 | 231 $\pm$ 0.1 | 50        | 186.3 $\pm$ 4.4      | 192 $\pm$ 5.80 | 36        |
| A.Ö.F(P<0.01): 6.6 |               |               |           | A.Ö.F(P<0.01): 37.41 |                |           |



### 4.3. *In vitro* Şartlarda Yetiştirilen Kallus Dokularında Yapılan Analizler

10 gün süreyle 150 mM NaCl uygulanan ve kontrollü şartlarda yetiştirilen tuza dayanıklı olarak önerilen biri yabancı üç genotip ile ikisi hassas olarak önerilen toplam 5 farklı domates genotipine ait kallus dokularında taze ve kuru ağırlıklar, iyon miktarları, CAT, GR, AP ve SOD enzim ölçülerek tuzun kallus dokularında bu özellikler üzerinde etkileri incelenmiştir. Ölçüm ve analiz sonuçları aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

#### 4.3.1. Kallus dokularında taze ve kuru ağırlık ile ilgili değişimler

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 10 gün yetiştirilen 5 çeşit domates genotipine ait kallus dokularındaki taze ve kuru ağırlık miktarları Çizelge 4. 35'de verilmiştir. Tuz stresi kallus dokularındaki taze ve kuru ağırlık miktarında kontrole göre artmaya neden olmuştur. Kallus denemelerinde incelenen özellikler için verilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde (Ek:1, Çizelge 3.) taze ve kuru ağırlık ile ilgili değişimler üzerinde genotip ve tuz etkenleri ile genotip\*tuz etkileşiminin ( $p<0.005$ ) önemli olduğu görülmüştür. Kalluslarda taze ağırlık miktarı 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre sırasıyla % 20, % 45 ve % 47 oranında artarken, 19 ve 24 no'lu tuza hassas genotiplerde kontrole aynı düzeyde kalmıştır. Kuru ağırlık miktarı 22, 16 ve 20 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre % 25, % 33 ve % 33 oranında önemli düzeyde artarken, 19 ve 24 no'lu hassas genotiplerde kontrole göre değişiklik meydana gelmemiştir. Hem tuz hem de kontrol koşullarında taze ve kuru ağırlık bakımından genotipler arasında farklar olduğu gibi, genotiplerin taze ve kuru ağırlıklarında kontrole göre meydana gelen değişimler de birbirinden farklı bulunmuştur. Dayanıklı genotiplerdeki artış istatistik olarak önemli ( $p<0.01$ ), hassas genotiplerdeki artış önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.35.** 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerine ait kallus dokularında taze ve kuru ağırlıklar (gr/kallus) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| Taze ağırlık        |                |                |           | Kuru ağırlık         |               |               |           |
|---------------------|----------------|----------------|-----------|----------------------|---------------|---------------|-----------|
| Genotip             | kontrol        | tuz            | % değişim | genotip              | kontrol       | tuz           | % değişim |
| 16 dayanıklı        | 0.44 $\pm$ 0.1 | 0.64 $\pm$ 0.1 | 45        | 16 dayanıklı         | 0.3 $\pm$ 0.1 | 0.4 $\pm$ 0.1 | 33        |
| 19 hassas           | 0.50 $\pm$ 0.1 | 0.51 $\pm$ 0.1 | 2         | 19 hassas            | 0.4 $\pm$ 0.1 | 0.4 $\pm$ 0.1 | 0         |
| 20 dayanıklı        | 0.51 $\pm$ 0.1 | 0.61 $\pm$ 0.1 | 20        | 20 dayanıklı         | 0.3 $\pm$ 0.1 | 0.4 $\pm$ 0.1 | 33        |
| 22 dayanıklı        | 0.49 $\pm$ 0.1 | 0.72 $\pm$ 0.1 | 47        | 22 dayanıklı         | 0.4 $\pm$ 0.1 | 0.5 $\pm$ 0.1 | 25        |
| 24 hassas           | 0.52 $\pm$ 0.1 | 0.52 $\pm$ 0.1 | 0         | 24 hassas            | 0.4 $\pm$ 0.1 | 0.4 $\pm$ 0.1 | 0         |
| A.Ö.F(P<0.01): 0.04 |                |                |           | A.Ö.F (P<0.01): 0.01 |               |               |           |

#### 4.3.2. Kallus dokularında Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> miktarları ile ilgili değişimler

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 10 gün yetiştirilen 5 domates genotipine ait kallus dokularındaki Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> miktarları ve kontrole göre değişim oranları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Tuz stresi kallus dokularındaki Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> miktarında kontrole göre artışa neden olmuştur. Kallus denemelerinde incelenen özellikler için verilen varyans analiz sonuçlarında, (Ek:1, Çizelge 3.) Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> miktarları ile ilgili veriler incelendiğinde genotip ve tuz etkenleri ile genotip\*tuz etkileşiminin istatistik olarak önemli (p<0.005) olduğu görülmüştür.

Hem kontrol hem tuz uygulamalarında Na<sup>+</sup> miktarı bakımından genotipler arasındaki farklar önemli bulunmuştur. 24 ve 19 nolu hassas genotiplerin kallus dokuları, diğer genotiplerinden daha fazla Na<sup>+</sup> miktarına sahip olduğu görülmüştür. Genotipler tuz uygulamasından da farklı şekilde etkilenmişlerdir. 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre ortaya çıkan artış önemsizken, 19 ve 24 nolu hassas genotiplerde Na<sup>+</sup> miktarı kontrole göre % 58 ve % 62 oranında önemli düzeyde artmıştır.

**Çizelge 4.36.** 10 gün 150mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerine ait kallus dokularında Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> miktarları (µ gr/mg K.A.) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir)

| genotip            | Na <sup>+</sup> |         |           | K <sup>+</sup>   |        |           | Cl <sup>-</sup>    |         |           |
|--------------------|-----------------|---------|-----------|------------------|--------|-----------|--------------------|---------|-----------|
|                    | kontrol         | tuz     | % değişim | kontrol          | tuz    | % değişim | kontrol            | tuz     | % değişim |
| 16 dayanıklı       | 1.9±0.0         | 2.2±0.2 | 16        | 6.2±0            | 9.8±0  | 58        | 4±0.1              | 5.6±0.1 | 14        |
| 19 hassas          | 3.1±0.4         | 4.9±0.6 | 58        | 6.6±0            | 8.2±0  | 24        | 5±0.1              | 9.3±0.1 | 66        |
| 20 dayanıklı       | 2.4±0.3         | 2.7±0.3 | 12        | 7.4±0            | 11.8±0 | 59        | 6±0.1              | 7.8±0.1 | 15        |
| 22 dayanıklı       | 2.6±0.3         | 3.1±0.4 | 19        | 6.3±0            | 10.6±0 | 68        | 5±0.1              | 6.6±0.1 | 20        |
| 24 hassas          | 3.7±0.1         | 6.0±0.3 | 62        | 6.8±0            | 8.5±0  | 25        | 6±0.1              | 12±0.1  | 72        |
| A.Ö.F(P<0.01): 0.7 |                 |         |           | A.Ö.F(P<0.01): 1 |        |           | A.Ö.F(P<0.01): 0.5 |         |           |

Kallus dokularının K<sup>+</sup> miktarı incelendiğinde; kontrol gurubunda genotiplerin K<sup>+</sup> miktarları arasında fark bulunmazken, tuz uygulamasında genotiplerin birbirinden farklı olduğu ve 24 ve 19 nolu hassas genotiplerin K<sup>+</sup> miktarının düşük, 16, 20 ve 22 nolu dayanıklı genotiplerin yüksek olduğu gözlenmiştir. Tuz stresi tüm genotiplerde kallus dokularındaki K<sup>+</sup> miktarında kontrole göre önemli düzeyde artışa neden olmuştur. 16, 20 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde K<sup>+</sup> miktarı % 58, % 59 ve % 68 oranında, 19 ve 24 no'lu hassas genotipler % 24 ve % 25 oranında artmıştır.

Kallus dokularındaki Cl<sup>-</sup> miktarları incelendiğinde genotipler arasında farklılıklar olduğu görülmüştür. Tuz uygulamasında hassas genotiplerin kalluslarında

dayanıklı genotiplere göre  $Cl^-$  miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Tuz uygulaması tüm genotiplerde  $Cl^-$  miktarında önemli düzeyde artışa neden olmuştur.  $Cl^-$  miktarı 16, 20 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre sırasıyla % 14, % 15 ve % 20 oranında, 19 ve 24 no'lu hassas genotiplerde ise % 66 ve % 72 oranında artmıştır.

#### 4.3.3. Kallus dokularında $K^+/Na^+$ oranı ile ilgili değişimler

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 10 gün yetiştirilen 5 domates genotipine ait kallus dokularındaki  $K^+/Na^+$  oranının kontrole göre değişimi Çizelge 4.37'de verilmiştir. Tuz stresi kallus dokularındaki  $K^+/Na^+$  oranında kontrole göre hassas genotiplerde azalmaya, dayanıklı genotiplerde artışa neden olmuştur. K/Na oranları incelendiğinde tuz uygulamasının 16, 22 ve 20 nolu dayanıklı genotiplere ait kallus dokularında % 36.5, % 40.9 ve % 45.6 oranında artışa 24 ve 19 nolu hassas genotiplerde ise % -21.2 ve % -22.5 oranında azalmaya neden olduğu görülmüştür. Hem kontrol hem tuz uygulamasında dayanıklı genotiplerin kalluslarındaki  $K^+/Na^+$  oranı, hassas genotiplere göre daha yüksek olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.37.** 10 gün 150mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerine ait kallus dokusunda  $K^+/Na^+$  oranı ve kontrole göre değişimi (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| genotip      | $K^+/Na^+$     |                |           |
|--------------|----------------|----------------|-----------|
|              | kontrol        | tuz            | % değişim |
| 16 dayanıklı | 3.26 $\pm$ 0.1 | 4.45 $\pm$ 0.1 | 36.5      |
| 19 hassas    | 2.12 $\pm$ 0.1 | 1.67 $\pm$ 0.1 | -21.2     |
| 20 dayanıklı | 3.00 $\pm$ 0.1 | 4.37 $\pm$ 0.1 | 45.6      |
| 22 dayanıklı | 2.42 $\pm$ 0.1 | 3.41 $\pm$ 0.1 | 40.9      |
| 24 hassas    | 1.82 $\pm$ 0.1 | 1.41 $\pm$ 0.1 | -22.5     |

#### 4.3.4. Kalluslarda CAT ve GR enzim aktivitesinde meydana gelen değişimler

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 10 gün yetiştirilen 5 domates genotipine ait kallus dokularında belirlenen CAT ve GR enzim aktiviteleri ve kontrole göre meydana gelen değişim oranları Çizelge 4.38'de verilmiştir. Kallus denemelerinde incelenen özellikler için verilen varyans analiz sonuçlarında (Ek:1, Çizelge 3.), CAT ve GR enzim aktiviteleri ile ilgili veriler incelendiğinde genotip ve tuz etkenleri ile genotip\*tuz etkileşiminin istatistik olarak ( $p<0.005$ ) önemli olduğu görülmüştür. Tuz uygulaması kallus dokularında tüm genotiplerde her iki enzim aktivitesinde de

artışa neden olmuştur. Bu enzimlerin aktiviteleri bakımından genotipler arasındaki farklarda önemli bulunmuştur.

CAT enzim aktivitesi 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre % 248, % 260 ve % 842 oranında önemli düzeyde artarken, 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerdeki artış kontrol değerleriyle aynı seviyelerde ve önemsiz bulunmuştur. Bu verilere göre tuza dayanıklı ve yabancı genotiplerde CAT enzim aktivitesi diğer genotiplere göre istatistik olarak önemli derecede yüksek bulunurken, hassas genotiplerde enzim aktivitesi kontrol değerleriyle aynı seviyelerde ve önemsiz bulunmuştur.

GR aktivitesinde 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre % 90, % 107 ve % 109, 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerde ise % 51 ve % 76 oranında önemli düzeyde artış gözlenmiştir. Her iki enzim aktivitesi de 22, 20 ve 16 no'lu dayanıklı genotiplerde tuz uygulamasında diğer 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerden önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur.

**Çizelge 4.38.** 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerine ait kallus dokularında CAT ve GR enzim aktiviteleri ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| CAT                |              |               |           | GR                   |               |               |           |
|--------------------|--------------|---------------|-----------|----------------------|---------------|---------------|-----------|
| genotip            | kontrol      | tuz           | % değişim | genotip              | kontrol       | tuz           | % değişim |
| 16 dayanıklı       | 43 $\pm$ 0.1 | 155 $\pm$ 0.1 | 260       | 16 dayanıklı         | 125 $\pm$ 0.0 | 259 $\pm$ 0.1 | 107       |
| 19 hassas          | 34 $\pm$ 0.1 | 39 $\pm$ 0.2  | 15        | 19 hassas            | 122 $\pm$ 0.1 | 215 $\pm$ 0.2 | 76        |
| 20 dayanıklı       | 52 $\pm$ 0.1 | 181 $\pm$ 0.1 | 248       | 20 dayanıklı         | 136 $\pm$ 0.2 | 259 $\pm$ 0.1 | 90        |
| 22 dayanıklı       | 33 $\pm$ 0.1 | 311 $\pm$ 0.2 | 842       | 22 dayanıklı         | 138 $\pm$ 0.1 | 288 $\pm$ 0.2 | 109       |
| 24 hassas          | 49 $\pm$ 0.1 | 52 $\pm$ 0.1  | 6         | 24 hassas            | 143 $\pm$ 0.2 | 216 $\pm$ 0.1 | 51        |
| A.Ö.F(P<0.01): 6.6 |              |               |           | A.Ö.F (P<0.01): 13.2 |               |               |           |

#### 4.3.5. Kalluslarda AP ve SOD enzim aktivitesinde meydana gelen değişimler

Kontrol ve 150 mM tuz stresi altında 10 gün yetiştirilen 5 farklı domates genotipine ait kalluslarda ölçülen AP ve SOD enzim aktiviteleri ve kontrole göre değişim oranları Çizelge 4.39'de verilmiştir. Kallus denemelerinde incelenen özellikler için verilen varyans analiz sonuçlarında (Ek:1, Çizelge 3.), AP enzim aktivitesi ile ilgili veriler incelendiğinde genotip ve tuz etkenleri ile genotip\*tuz etkileşiminin istatistik olarak ( $p<0.005$ ) önemli olduğu görülmüştür. Tuz uygulaması tüm genotiplerin kallus dokularındaki AP ve SOD enzim aktivitelerinde kontrole göre artışa neden olmuştur. Bu enzim aktiviteleri bakımından genotipler arasındaki farklarda önemli bulunmuştur. AP enzim aktivitesinde tuz uygulaması 20, 22 ve 16 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre % 106, % 115 ve % 124 oranında artarken, 24 ve 19

no'lu hassas genotiplerde ise % 19 ve % 62 artışa neden olmuştur. Bu verilere göre tuza dayanıklı genotiplerdeki AP enzim aktivitesinin hassas genotiplere göre istatistik olarak önemli derecede daha yüksek olduğu görülmüştür.

SOD enzim aktivitesi ile ilgili veriler incelendiğinde genotip ve tuz etkenlerinin istatistik olarak ( $p < 0.005$ ) önemli olduğu görülmüştür. Kallus dokusunda bulunan SOD enzim aktivitesi 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre % 94, % 172 ve % 202 oranlarında önemli düzeyde artışa neden olurken, 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerde ki artışlar önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.39.** 10 gün 150 mM tuz uygulanan farklı domates genotiplerine ait kallus dokularında AP ve SOD enzim aktiviteleri ( $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$ ) ve kontrole göre değişim oranları (%). (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

| AP                 |               |               |           | SOD                   |             |              |           |
|--------------------|---------------|---------------|-----------|-----------------------|-------------|--------------|-----------|
| genotip            | kontrol       | tuz           | % değişim | genotip               | kontrol     | tuz          | % değişim |
| 16 dayanıklı       | 111 $\pm$ 0.2 | 249 $\pm$ 0.1 | 124       | 16 dayanıklı          | 144 $\pm$ 4 | 390 $\pm$ 12 | 172       |
| 19 hassas          | 122 $\pm$ 0.0 | 198 $\pm$ 0.0 | 62        | 19 hassas             | 114 $\pm$ 8 | 138 $\pm$ 90 | 22        |
| 20 dayanıklı       | 124 $\pm$ 0.1 | 256 $\pm$ 0.1 | 106       | 20 dayanıklı          | 184 $\pm$ 4 | 356 $\pm$ 29 | 94        |
| 22 dayanıklı       | 127 $\pm$ 0.1 | 273 $\pm$ 0.6 | 115       | 22 dayanıklı          | 118 $\pm$ 6 | 357 $\pm$ 19 | 202       |
| 24 hassas          | 129 $\pm$ 0.3 | 154 $\pm$ 0.1 | 19        | 24 hassas             | 142 $\pm$ 4 | 167 $\pm$ 60 | 18        |
| A.Ö.F(P<0.01): 6.6 |               |               |           | A.Ö.F (P<0.01): 37.41 |             |              |           |



## 5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada dünyada ve ülkemizde üretimi en fazla yapılan sebze türlerinden biri olan domatestede, bir tanesi tuza dayanıklı olduğu bilinen yabani domates türü *L. peruvianum*'a (Tal et al., 1978; Taleisnik et al., 1983) ait olmak üzere, diğerleri *L. esculentum* L. türüne ait toplam 19 farklı genotipin tuza karşı gösterdikleri tepkiler incelenmiştir. Çalışma üç aşamada yürütülmüştür; Seçim aşamasında 150 mM NaCl konsantrasyonuna sahip besin çözeltisinde 14 ve 28 gün süreyle büyütülen domates bitkilerinde kök gövde boyları, toplam yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak sayısı, yaprak alanları, kök/gövde kuru ağırlık oranları, kök, gövde, yaprak dokularının iyon miktarları ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ),  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı, yaprak dokularında klorofil ve MDA miktarları belirlenmiştir. Bu özelliklere ait sonuçlar istatistiksel açıdan değerlendirilerek, incelenen özellikler açısından *L. peruvianum* yabani türüne ait bir genotiple, *L. esculentum* L. türüne ait genotipler arasından iki genotip; 16 numaralı *L. esculentum* TR-55711 (Trabzon/Araklı,Yalıboyu) ve 20 numaralı *L. esculentum* TR-68516 (Bartın/Arıt beldesi merkez), tuza dayanıklı, iki genotipde; 19 numaralı *L. esculentum* TR-63233 (İzmir/Bergama, Kozluca) ve 24 numaralı *L. esculentum* H-2274 (yerli sofralık), tuza hassas olarak seçilmiştir.

Seçilen hassas ve dayanıklı çeşitlerde ikinci aşama olarak su kültürü denemeleri kurulmuş, bitkilere uygun şartlar oluştuktan sonra 150 mM NaCl uygulanarak, 10. gün sonunda hasat yapılmıştır. Bu çeşitlerde de ön seçim denemelerinde yapılan fizyolojik ve biyokimyasal gözlem ve analizlere ilave olarak yaprak dokularında CAT, AP, GR ve SOD enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Ayrıca bu denemelere paralel olarak üçüncü aşamada *in vitro* koşullarda yukarıda bahsedilen dayanıklı ve hassas genotiplere ait kallus kültürü denemeleri kurulmuştur. Gelişen kalluslar, alt kültürlerle alınarak 150 mM NaCl uygulamasından 10 gün sonra hasat yapılarak kallus dokularının taze ve kuru ağırlıkları belirlenmiş, iyon ve enzim aktivite analizleri yapılmıştır. Genotipler her bir özellik bakımından test edilmiş, özelliklerin birbiriyle ilişkileri incelenmiştir. Su kültüründe yetiştirilen bitkilerle yapılan deneme sonuçları kallus kültürlerinden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılan parametreler bakımından denemenin her üç aşamasında özellikle iyon miktarı, lipid peroksidasyon ürünü olan MDA, klorofil miktarları, taze ve kuru ağırlıkları ile *in vivo* ve *in vitro* enzim aktiviteleri bakımından sonuçların birbiri ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Tuz stresi uygulanan değişik domates genotiplerinin tuza karşı gösterdikleri tepkiler farklı bulunmuştur. Genotipler arasındaki farklılığın özellikle  $K^+$  veya  $Na^+$  alımında seçici davranabilme yetenekleri ve bu iki iyon arasındaki oranlar ile çok yakından ilgili olduğu; ayrıca oksidatif strese karşı bitkinin savunma sistemlerinin ürünü olan antioksidant enzim aktivitelerinin de bu kapsamda etkili rol oynadığı belirlenmiştir. Denemelerimizde yer alan toplam 19 domates genotipinde 150 mM NaCl olarak uygulanan tuz stresinin ilk belirgin semptomatik etkisi, bitkilerin boy uzunluğu ve ağırlıkları, yaprak sayısı ve alanlarında azalmalar şeklinde olmuştur. Bunu, öncelikle yaşı yapraklardan başlayarak sararma ve nekrozlar, yaşı yapraklardan itibaren kuruma ve yaprak dökülmesi ile büyümenin sınırlanması ve sonuçta bitkinin ölümü izlemiştir.

Benzer sonuçlar bir çok araştırmacı tarafından da rapor edilmiştir. Munns ve Termaat (1986), tuzluluk koşullarında en fazla etkilenen organların yapraklar olduğunu, sürgün boyunda azalmanın ilk belirtiler olduğunu bildirirken; Snapp ve Shennan (1992), kök büyümesi ve gelişmesinin de tuzluluktan benzer şekilde olumsuz etkilendiğini ortaya koymuştur. Mer ve ark. (2000) da tuzun toksik etkisinin ilk önce yaşı yapraklarda görülmeye başladığını, yaprak uçlarından başlayıp yaprak sapına ve ayasına doğru kloroz şeklinde ilerlediğini ve daha sonra bu kısımların nekroze olduğunu belirtmektedir. Greenway ve Munns (1980), tuz stresine maruz kalan bitkilerde karşılaşılan farklılıkların kök, gövde ve sürgün uzunluğunda, bitki yaş ve kuru ağırlığında, yaprak alanı ve sayılarında, klorofil miktarında azalmalar, verimde meyve tat ve renklerinde bozulmalar şeklinde olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda meyve özellikleri ve verim gibi parametreler incelenmemiştir ancak bunun dışında yukarıda sayılan olumsuz gelişmeler benzer şekilde ortaya çıkmıştır. Yeşil aksam, domateste tuzdan ilk etkilenen kısım olarak ortaya çıkmıştır. Uygulanan tuz stresi bitki boyunda olduğu gibi bitki taze ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı ve yaprak alanlarının da azalmasına neden olmuştur. 150 mM tuz stresinde büyüme ile ilgili özelliklerdeki azalmalar çeşitler arasında farklılık göstermiştir. Bu özellikler bakımından bazı genotipler kontrolleri ile karşılaştırıldığında tuzdan çok fazla olumsuz etkilenirken, bazı genotipler ise daha az etkilenmiştir (Çizelge 4.1 ile Çizelge 4. 9).

Tuza dayanıklı 22 nolu yabancı tür ve 16, 20, 8, ve 17 no'lu genotiplerde kök boyunun diğer genotiplerden daha uzun, yaprak sayısının daha fazla ve etli, öte yandan gövde uzunluğunun daha kısa, yaprak alanının da daha dar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1.). Ağırlık değişimleri bakımından çeşitler incelendiğinde; dayanıklı 22, 16, 20, 6, 10 ve 25 no'lu genotiplerin kök gövde ve yaprak dokularının ağırlıklarının kontrolle karşılaştırıldığında önemli miktarda değişmediği, hassas 19, 24, 5 ve 3 no'lu genotiplerde azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca genel olarak kök boyu ve ağırlığının tüm genotiplerde gövde boyu ve ağırlığına göre tuzdan daha az seviyede etkilendiği görülmüştür (Çizelge 4.1. ile Çizelge 4.3.). Öte yandan çeşitlerin kök dokularındaki etkilenmesi karşılaştırıldığında; dayanıklı genotiplerin kök dokularının hassas genotiplere göre tuzdan daha az etkilendiği görülmüştür (Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.24.).

Benzer olarak Al-Karaki (2000), domates bitkisinde yaptığı çalışmada da tuza dayanıklı olan genotiplerin kuru madde ağırlığında azalma görülmezken, hassas genotiplerde sodyum miktarındaki artışla birlikte önemli düşüşler saptamıştır. Perez- Alfocsa ve ark. (1993), iki domates (*L. esculentum* ve *L. pennellii*) türü ile yaptıkları çalışmada 30 gün büyütülen bitkilere üç hafta boyunca hem tuz stresi (140 mM) hem de su stresi (PEG 600) (150 g/lt) uygulamışlar ve bitkilerde meydana gelen fizyolojik değişiklikleri incelemişlerdir. Çalışma sonunda, hem tuz stresinin hem de su stresinin iki çeşitte de yaprak kuru ağırlığını ve yaprak su içeriğini azalttığını bulmuşlardır. Yapraklardaki toplam iyon miktarını ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  ve  $\text{NO}_3^-$ ) NaCl' lü ortamda en yüksek, PEG uygulamasında ise en düşük olarak belirlemişlerdir.

Çalışmamızda tuz stresinde büyütülen domates genotiplerinde taze ve kuru ağırlık tuz stresinin süresinden de etkilenmiş ve 28 gün tuz uygulaması bu özelliklerde 14 gün tuz uygulamasına göre daha fazla azalmaya neden olmuştur. Bu sonuçlar yapılan diğer çalışmalarla da desteklenmektedir. Ashraf ve O'leary (1997), iki kışlık buğday çeşidi ile yaptıkları çalışmada, kontrole göre  $125 \text{ mol m}^{-3}$  NaCl tuz stresinin hem tuza dayanıklı hem de duyarlı çeşitte taze ve kuru ağırlığı azalttığını, stres süresinin de azalmayı artırdığını saptamışlardır.

Denemelerimizde tuzluluğun bitkiler üzerindeki olumsuz etkileri; taze ve kuru ağırlığın azalması, muhtemelen bitki gelişiminin, özellikle de kök büyümesinin inhibe olması ile ve tuzun kültür ortamında yarattığı osmotik potansiyel nedeniyle bitki kök hücrelerinin ortamdaki bitkinin yaşam döngüsünün devamı için gerekli olan su ve suda çözünmüş bazı madensel maddelerin alınamamasından dolayıdır. Nitekim Çakırlar ve Topçuoğlu (1985) da, tuzlu koşullarda tuz çeşidi ne olursa olsun genellikle bitkilerde büyümenin yavaşladığını, verimin azaldığını ve bazı hallerde bitkinin yaşam döngüsünü dahi tamamlayamadığını bildirmişlerdir. Büyümedeki yavaşlamanın, kök ortamındaki osmotik basıncın artmasından kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Brugnoli ve Lauteri (1991), pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) ve fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ile yaptıkları çalışmada kuru ağırlığın tuz stresine bağlı olarak azaldığını belirlemişlerdir. 0, 50, 250 mM NaCl'de büyütülen pamuk ve 0, 50, 150 mM NaCl'de büyütülen fasulye bitkilerinde en yüksek tuz stresi seviyesi kuru ağırlığı kontrole göre pamukta yaklaşık % 58, fasulyede % 91 oranında azaltmıştır. Bu çalışma sonuçları da farklı bitkilerin, tuz stresine farklı şekilde cevaplar verdiğini göstermektedir. Araştırmacılar tuza karşı farklı duyarlılıkları olan iki bitki çeşidindeki kuru ağırlığın strese bağlı olarak azalmasını, stomatal iletkenliğin azalmasıyla fotosentez için gerekli olan CO<sub>2</sub>'in alınamamasıyla, fotosentezde meydana gelen aksamadan kaynaklandığını savunmaktadırlar.

İki farklı pirinç çeşidi ile yapılan çalışmada, tuz stresinin kuru ağırlıkta azalmaya yol açtığı ve bu etkinin ortama Ca<sup>+2</sup> ilave edilmesi ile azaltıldığı belirlenmiştir (Grieve and Fujiyama, 1987). Tuzlu koşullarda Ca<sup>+2</sup> ile Na<sup>+</sup> yer değiştirerek, membran permeabilitesinin artmasına yol açarak bitkide iyon birikmekte ve metabolizma olumsuz etkilenmektedir. Ayrıca iyon birikimi K<sup>+</sup> eksikliğine de yol açmaktadır (Cramer et al., 1985). Shalaby ve ark. (1993), farklı seviyelerdeki tuz stresinde yetiştirdikleri yedi buğday ve bir *Triticale* çeşitinde tuz stresinin artışına bağlı olarak gövde kuru ağırlığının, Pessarakli ve ark. (1991), da 0.03 (kontrol), 0.6 ve 1.2 MPa tuz stresinde büyüttükleri arpa (*Hordeum vulgare* L.) ve buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkilerinde total kuru ağırlığın azaldığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu azalmanın, bitki kök geçirgenliğinin tuz stresi altında önemli

derecede azalarak su alım oranının ve buna bağılı olarak besin maddelerinin alınımının sınırlandırılmasından dolayı ortaya çıktığını ileri sürmüşlerdir.

Yaşar (2003), tuz uygulaması yaptığı patlıcan bitkilerinde kök, gövde boyu ve bitki taze ve kuru ağırlıklarında yukarıda bahsedilen çalışmalara benzer azalmalar tespit etmiş, ayrıca yapraktaki  $\text{Na}^+$  iyonu artışı ile ağırlık azalması arasında, gövdede daha yüksek düzeyde, kökte daha düşük düzeyde olmak üzere negatif yönde ilişki olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı ayrıca boy uzunluğu, ağırlık ve yaprak sayısı gibi büyüme özellikleri ile ilgili değerlerin tuzlu ortamda korunması ve bitkinin en az düzeyde inhibisyona uğraması ile yapraklarda ölçülen  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranının büyüklüğü arasında çok yüksek düzeyde pozitif korelasyon olduğunu belirtmiştir. Diğer yandan Daşgan ve ark. (2002), domates genotipleri ile yaptıkları seçim çalışmalarında tuzlu şartlarda bitki biyokütlesindeki ağırlık değişimleri ve kök-gövde kuru ağırlığı ile tuz semptom değeri,  $\text{Na}^+$  konsantrasyonu ve iyon değerleri arasında herhangi bir ilişki belirlenemediğini bildirmişlerdir. Benzer bulgular domates bitkisinde Al-Karaki (2000) tarafından da bildirilmiştir.

Çalışmamızda iyon konsantrasyonları ve iyon oranları ile bitki büyüme parametrelerinden ağırlık ve boy uzunluğundaki azalmalar arasında bir ilişki belirlenememiştir (Ek:3, Çizelge 2 ve 4, Çizelge 4.19. ve 4.22.). Bu durum, bu çalışmada bitkilerin bulunduğu büyüme safhasında boy ve ağırlık değişimlerinin tuz konsantrasyonunun bu gelişim evresinde sınırlayıcı olmamasından kaynaklanıyor olabilir. Bu nedenden dolayı boy ve biyokütle azalışının seçim denemelerinde tuz toksisitesinden kaynaklanabilecek zararlanmayı tam olarak yansıtmayacağı düşünülüp, boy ve kuru ağırlık kayıplarına bakılarak tuza dayanım hakkında direkt fikir sahibi olunamayacağı sonucuna varılmıştır. Diğer yandan çalışmamızda stres koşullarında büyüme ile ilgili özelliklerden sadece kök/gövde kuru ağırlık oranının 14. günde, kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $\text{K}^+$ ,  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı ve  $\text{Cl}^-$  ile pozitif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir (Ek:3, Çizelge 19. ve Çizelge 4.22.). Benzer bulgular domateste Cruz ve ark. (1990), tarafından da bildirilmiştir. Bu nedenle tuzlu koşullarda kök büyümesinin gövde büyümesine göre daha az etkilendiği ve kök/gövde kuru ağırlık oranının genotipin tuza dayanımını göstermede daha etkili bir parametre olabileceği yönünde bir fikir oluşmuştur.



Bitkilerde tuz stresinin etkilediği diğer bir olay da bitkilerin iyon durumudur. Tuz stresi ve şiddeti bitkilerde iyon birikimine yol açmaktadır. Nitekim yaptığımız çalışmada da tuz uygulaması tüm genotiplerde kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $K^+$ ,  $Na^+$  ve  $Cl^-$  miktarını kontrole göre arttırmıştır. Ancak bu iyon artışı genotipler arasında büyük farklılık göstermiştir. Çizelge 4.11 ile 4.18 arasındaki tablolarda verilen sonuçlarda genotipler karşılaştırıldığında, dayanıklı genotiplerde hassas genotiplere göre tüm dokularda  $K^+$  miktarı daha yüksek,  $Na^+$  miktarı daha az,  $K^+/Na^+$  oranı da daha yüksek bulunmuştur. Hassas çeşitlerin ise  $K^+$  miktarının düşük,  $Na^+$  miktarının fazla,  $K/Na$  oranının düşük olduğu belirlenmiştir. Oranların değişimi açısından bakıldığında, tuz stresi dayanıklı genotiplerde  $K^+/Na^+$  oranını kontrole göre yaklaşık % 25 azaltırken hassas genotiplerde % 85 azalmasına neden olmuştur. Dayanıklı genotiplerin  $Cl^-$  miktarının da hassas genotiplere göre daha az olduğu belirlenmiştir.

Değişik bitki türleriyle yapılmış başka araştırmalarda tuza tolerans ve  $Na^+$  iyonu biriktirme ve uzaklaştırabilme yeteneği arasındaki ilişkiler araştırılmış; tolerant veya duyarlı bitki seçiminde gövde ve yapraklardaki  $Na^+$  iyonu miktarının fikir verebileceği belirtilmiştir (Schachtman and Munns, 1992; Ashraf and Khanum, 2000; Karanlık, 2001; Aktaş, 2002; Yaşar, 2003). Çalışma sonuçlarımıza göre domateste de tuza tolerans özelliği bitki gövde ve yapraklardaki  $Na^+$  iyonu birikimi ile ilgili görünmektedir.  $NaCl$  konsantrasyonunun yüksek olduğu yetiştirme ortamlarındaki bitkiler, aşırı miktarda  $Na^+$  iyonu almaktadırlar.  $Na^+$  iyonuna, iyonik çapları ve elektriksel yükleri nedeniyle büyük benzerlik gösteren  $K^+$  iyonunun alınımı, tuzlu koşullarda engellenmektedir. Levitt (1980), ortamda sodyum klorür fazla olduğunda, bitkiler tarafından  $Na^+$  iyonunun gereğinden fazla alındığını ve oluşan rekabet nedeniyle  $K^+$  iyonu alınımında azalma olduğunu kaydetmiştir. Bitki genotiplerinin farklı oranlarda  $Na^+$  ve  $K^+$  absorpsiyonu yapması ve böylece bünyelerinde farklı  $K^+/Na^+$  oranlarına sahip olmasının, yani;  $Na^+-K^+$  ayırım özelliğinin tuzluluğa dayanım konusunda rol oynadığı Heimler ve ark. (1995), Lopez ve Satti (1996), Yu ve ark., (1998), Karanlık (2001), Aktaş (2002), Daşgan ve ark. (2002) ve Yaşar (2003) tarafından da belirtilmiştir.

Tuzlu ortamlarda,  $Na^+$  ve  $Cl^-$  iyonlarını daha az alan, gövde ve yaprakta  $Na^+$  gidişini engelleyebilen ve daha fazla  $K^+$  seçiciliği yaparak biriktiren genotiplerin tuz

toksitesine daha dayanıklı olduğu Greenway ve Munns (1980), Wyn Jones ve ark., (1984), Gorham ve ark., (1985a) ve Yaşar (2003) tarafından da bildirilmektedir. Başka kaynaklarda da , genç yapraklarda  $K^+$  biriktirebilen  $Na^+$ u yaşlı yapraklarında biriktiren ve bunları erken yaşlandırıp dökerek bünyesinden uzaklaştıran genotiplerin tuza tolerant oldukları hakkında bilgiler verilmiştir (Yeo and Flowers, 1983; Yeo et al., 1991). Çalışmamızda 22 no'lu yabancı türle birlikte 16 ve 20 no'lu genotip  $K^+$  iyonu miktarını en iyi koruyan genotipler olmuştur. Birçok bitki türünde yapılan çalışmalarda (Tıpırdamaz, 1989; Tıpırdamaz ve Ellialtıoğlu, 1994; Karanlık, 2001; Aktaş, 2002; Yaşar, 2003) tuza dayanıklı genotiplerin belirlenmesinde gövde ve yapraklardaki  $K^+/Na^+$  oranının etkili bir seçim kriteri olabileceği gösterilmiştir.

Domateste yapılan bir başka çalışmada  $K^+/Na^+$  oranı yanında  $Ca^+/Na^+$  oranının da tuza toleransın belirlenmesinde iyi; hatta  $K^+/Na^+$ dan daha güvenli bir gösterge olduğu belirlenmiştir (Daşgan et al., 2002). Benzer olarak Tıpırdamaz ve Çakırlar (1989), iki buğday çeşidi ile Hajibagheri ve ark. (1989), mısır çeşitleri ile yaptıkları çalışmalarda tuz stresinin  $Na^+$  miktarında kontrollere göre artışa,  $K^+$  miktarında ise azalmaya neden olduğunu, ayrıca, iyon miktarlarındaki değişimin  $K^+/Na^+$  oranına yansıdığını ve stresin artışına bağlı olarak farklı dokulardaki oranın azaldığını belirlemişlerdir. Bununla birlikte, dayanıklı çeşitte  $Na^+$  miktarının daha az arttığını ve böylece daha yüksek  $K^+/Na^+$  oranına sahip olduğunu da saptamışlardır. Hajibagheri ve ark. (1989) ayrıca tuzlu koşullar altında tuza dayanıklı çeşitte  $K^+$  miktarının daha fazla ve köklerden ksileme akışının daha yüksek olduğunu, buna karşılık, duyarlı çeşitte  $Na^+$  akışının ve sitoplazmik konsantrasyonunun dayanıklı çeşide göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Çalışmamızda her iki su kültürü denemesinde de dayanıklı genotiplerin genel olarak kök dokularında ve tüm bitkide total  $Na^+$  miktarının hassas genotiplere göre daha az olması,  $K^+$  ve  $Na^+$  arasında önemli düzeyde negatif yönde ilişki bulunması (Ek:3, Çizelge 2 ve 4 ile Çizelge 4.19 ve 4.22), genotiplerin tuza toleransı ile  $Na^+$  ve  $K^+$  biriktirme veya uzaklaştırabilme yetenekleri arasında ilişkiler olduğunu, ancak dayanıklı veya duyarlı bitki seçiminde sadece gövde ve yapraklardaki  $Na^+$  miktarının değil, bunun yanında  $K^+/Na^+$  oranının da önemli olabileceği fikrini vermiştir. Çizelge 4.19 incelendiğinde, sonraki deneme aşamalarında da tuza karşı

tepkileri kesinlik kazanan ve tolerant olduğu anlaşılan 22, 20 ve 16 no'lu genotiplerin  $K^+/Na^+$  oranlarının tuzlu koşullarda istatistiksel sıralamada en yüksek değerleri alan genotipler olduğu, aynı şekilde tuza duyarlı olduğu anlaşılan 24 ve 19 no'lu genotiplerin  $K^+/Na^+$  oranları en düşük değerleri alan genotipler olduğu görölmüştür. Bu çalışmada daha yüksek  $K^+/Na^+$  oranının, tuza tolerans konusunda önemli bir bilgi verebileceği sonucuna varılmıştır.

Tuz stresi altındaki bitkilerde ozmotik denge, büyüme ortamından inorganik iyonların alınmasıyla sağlanmakta, bitkilerde  $K^+$ 'un aktif absorbsiyon ile alınması ve birikmesi sonucu hücrede ozmotik potansiyelin artışı ile hücreye daha fazla su girişi olabilmektedir (Gorham et al.,1985b). Glikofit bitkilerin tuza toleransının  $Na^+$  ve  $Cl^-$  alımının azaltılması ve  $K^+$  alımının gövde ve yapraklarda yükselmesi ile sağlandığını belirtmektedirler. Potasyum, bitkide su alımının gerçekleşebilmesi için büyük öneme sahip olduğu halde; ortamda  $Na^+$  iyonunun çok fazla olması halinde  $K^+$  ile rekabete giren  $Na^+$  iyonu bitki bünyesine çok fazla alınmakta ve tuz toksisitesine yol açmaktadır. Bitki hücresinde iyon taşıınımının düzenli olması tek değerlikli  $K^+$ ,  $Na^+$  ve çift değerlikli  $Ca^{++}$  katyonu arasındaki dengeyle yakından ilişkilidir. Bu denge  $K^+$  ve  $Na^+$  lehine doğru değiştiği zaman membran geçirgenliği artarak, hücrenin zarar görmesine neden olmaktadır (Sivritepe ve Eriş, 1996).

Schachtman ve Munns (1992), *Triticum aestivum*, *T. turgidum* ve *T. tauschii*'ye ait çeşitlerle yaptıkları çalışmada,  $150 \text{ mol m}^{-3}$  NaCl stresinin buğday yapraklarında  $Na^+$  miktarını arttırdığını belirlemişlerdir. Stres uygulamasının ilk günlerinde tuza dayanıklı çeşitlerde  $Na^+$  miktarı tuza duyarlı çeşide oranla daha azken, stresin süresi uzatıldığında dayanıklı çeşitte miktarın aniden arttığını saptamışlardır. Aynı araştırıcılar daha ilerki araştırmalarda, tuz stresi uygulamasından 28 gün sonra dayanıklı çeşitlerin yapraklarında  $Na^+$  miktarı düşük iken, tuza hassas çeşitlerde daha yüksek olduğunu görmüşlerdir. Bunun nedenini de, yaprakların büyüme oranı ile  $Na^+$  biriktirme miktarı arasında bir ilişkinin varlığına bağlamışlardır. Munns ve Termaat (1986), uzaması devam eden yapraklarda yaprak büyüme oranının yüksek olması nedeniyle  $Na^+$  miktarının az olduğunu, köklerden  $Na^+$  alımının ve taşıınmasının sınırlandığını ileri sürmektedirler. Cuartero ve ark. (1992), Perez-Alfocea ve ark. (1996) da domateste, ortamdan daha fazla  $K^+$  alan genotiplerin özellikle büyümekte olan genç yapraklarında daha yüksek  $K^+/Na^+$  oranına sahip

olduğunu bildirmişlerdir. Benzer olarak *Triticaceae* de tuz stresine tolerans ile genç yapraklarda  $K^+/Na^+$  oranını yüksek tutabilme kapasitesi arasında korelasyon olduğu belirtilmiştir (Santa-Maria and Epstein, 2001). Asch ve ark. (2001), pirinçte dane verimi ile  $K^+/Na^+$  oranı arasında önemli bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Daşgan ve ark. (2002), domateste gövdedeki  $K^+/Na^+$  ve  $Ca^{++}/Na^+$  oranının tuza toleransın ve genotipin iyon seçim mekanizmasının belirlenmesinde önemli bir gösterge olduğunu belirtmişlerdir. Cramer ve ark., (1985) da  $K^+$  ve  $Na^+$  taşınma özelliğinin bitkilerde NaCl dayanıklılığını belirleyici olduğunu, yüksek seviyedeki  $Na^+$  un membran bütünlüğünü bozarak  $Ca^{++}$ 'la yer değiştirdiğini ve böylece  $K^+$  alınma özelliğinin bozulduğunu bildirmişlerdir. Volkmar ve ark. (1998) ise, tuza dayanıklı bitki seçiminde sadece  $K^+/Na^+$  oranı ve iyon alımlarının değerlendirmesinin bitkilerin tepkilerini açıklamak için yeterli olmayacağını belirtmekte; bunun yanında hücre zarı geçirgenliği ve  $Ca^{++}/Na^+$  ilişkisinin de göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamaktadırlar. Tuzlu şartlarda  $Ca^{++}/Na^+$  oranının düşmesinin membran permeabilitesinin bozulmasına neden olup başta  $Na^+$  olmak üzere diğer tuzların daha fazla alınması ile toksisite şiddetini artırdığı düşünülmektedir (Villora et al., 2000). Kök bölgesindeki tuz konsantrasyonu artışı ile yeşil aksamda doğru  $Na^+$  iyonu hareketliliğinde artışın olduğu bir çok araştırmacının ortak görüşüdür (Dionisio-Sese and Tobita, 1998; Meneguzzo and Navari-Izzo, 2000).

Yapılan çalışmalarda bitkilerde tuza dayanımın sağlanmasında  $Na^+$  ile ilgili çeşitli mekanizmaların kullanıldığı belirtilmektedir. Dayanıklı genotiplerin  $Na^+$  iyonunu iyon pompaları yardımıyla kökten dışarı atarak (Yang et al., 1990) veya kök vakuollerinde depolayıp gövde ve yapraka göndermeyerek (Apse et al., 1999) kendilerini tuz stresinden koruduğu ifade edilirken, hassas genotiplerin ise köklerden alınan  $Na^+$  iyonunu gövde ve yapraka taşıyıp, toksisite düzeylerine ulaştırdığı ve bitki gelişiminin olumsuz yönde etkilediğini bildirilmektedir (Alian et al., 2000). Çalışmamızda dayanıklı genotiplerin kök dokularında ve tüm bitkideki toplam  $Na^+$  miktarı hassas genotiplere göre daha düşük düzeyde bulunmuştur.

Kingsbury ve ark. (1984) ve Joshi (1984), tuz stresi altında bitkilerin gelişimindeki azalmayı dışsal su potansiyelinin azalmasıyla meydana gelen osmotik strese, fotosentetik aktivitenin ve turgorluluğun azalmasına, özel iyonların besin

maddelerinin absorpsiyonundan, enzim aktivasyonuna veya inhibisyonuna kadar varan metabolik olaylar üzerine olan olumsuz etkilerine bağlamaktadırlar.

Bitkide stresten etkilenen olaylardan biri de fotosentezdir. Bu etkilenme, dolaylı veya doğrudan olabilir; Richardson ve McCree (1985) 100 mmol tuz stresinde (80 mmol NaCl+ 20 mmol CaCl<sub>2</sub>, 2H<sub>2</sub>O) büyütülen *Sorghum bicolor* L. bitkisinin yaprak alanında kontrole göre azalma meydana geldiğini ve tuz stresinin yapraklarda yeşil alanları azaltarak fotosentezi etkilediğini bildirmişlerdir. Alberico ve Cramer (1993), bir çok mısır çeşidi ile yaptığı çalışmada, 80 mM NaCl tuz stresinin çeşitlerin yaprak alanında belirgin bir azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Tuz miktarına Ca<sup>++</sup> ilave edilmesi ile yaprak alanları arasındaki farklılık ortadan kalkmıştır. Ca<sup>++</sup> uygulamasının, dokulardaki Na<sup>+</sup> miktarının azalmasını sağlayarak büyümenin artmasına neden olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ayrıca tuz toleransı ve duyarlılığında yaprak alanının uygun bir parametre olmamasına karşın tuz etkisinin en iyi göstergesi olduğunu savunmaktadırlar .

Yaptığımız çalışmada da tuz stresinin tüm domates genotiplerinde yaprak alanlarında azalmaya neden olduğu (Çizelge 4.9.) ancak, dayanıklı genotiplerin yaprak alanlarının daha az etkilendiği görülmüştür. Ayrıca yaprak alanı ile klorofil arasında pozitif yönde, MDA ile ise negatif yönde ilişki belirlenmiş ve bu nedenle yaprak alanı özelliği, tuza dayanımı yada tuzun etkisini göstermede kullanılabilecek önemli bir özellik olarak değerlendirilmiştir. Brugnoli ve Lauteri (1991), tuz stresinde büyütülen pamuk bitkisinde yaprak alanının kontrole göre 50 mM NaCl de % 35, 250 mM NaCl'de ise % 60 azaldığını, fasulye bitkisinde ise, tuzluluğun etkisinin pamuktan daha fazla olduğunu ve yaprakların kuruyup kıvrılmasından dolayı yaprak alanının ölçülemediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu durumun, tuzluluğun muhtemelen stomaların kapanmasına, stomatal iletkenliğin ve asimilasyon oranının azalmasına yol açarak meydana gelebileceğini ileri sürmüşlerdir.

Botella ve ark. (1997) da, mısır bitkisinde NaCl tuzluluğunun K<sup>+</sup> alımını ve kökten gövdeye taşınmasını azalttığını, ayrıca köklerde K<sup>+</sup> taşınmasının, alınmasından daha çok inhibe edildiğini göstermişlerdir. Ayrıca, ksileme K<sup>+</sup> akışının azalmasına



yol açan etmenlerden birisinin de köklere transpirasyonal su akışının azalması olduğu kabul edilmektedir.

Topraktaki tuz stresinin artması toprak çözeltisinin osmotik potansiyelini arttırmakta ve bitki ortamdaki sudan yararlanamamaktadır. Bununla beraber, bitki bünyesinde meydana gelen metabolik bozukluklar genellikle bitki bünyesinde biriken iyonlardan kaynaklanmaktadır. Botella ve ark. (1997), kök ortamında  $\text{Na}^+$  iyonlarının fazla olması durumunda  $\text{K}^+$ 'un alımı ve bitki bünyesinde taşınmasının azaldığını,  $\text{K}^+$  eksikliğinde ise bazı enzimlerin aktiviteleri, membranların seçici geçirgenliği, stomaların açılıp kapanması gibi olayların olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir.

Tuzluluk bitkilerde fotosentetik pigment kompozisyonu ve yaprakta fotosentetik parametreler üzerinde de olumsuz etki göstermektedir. Tuzlu koşullarda ve diğer stres koşullarında total klorofil miktarının azaldığı bildirilmiştir (Franco et al., 1993; Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu, 1994; Sivritepe, 1995; Yaşar, 2003). Tuz stresi, bitkinin ölümüne neden olabildiği gibi tolerans durumuna bağlı olarak büyümeyi engellemekte, kloroplastları tahrip ederek kloroz ve nekrotik lekelerin oluşumuna yol açmaktadır (Hasegawa et al., 1986).

Tuz uygulaması çalıştığımız domates genotiplerinde de klorofil miktarını genel olarak olumsuz etkileyerek, azalmaya neden olmuştur. Ancak bu özellik bakımından da genotipler arasında farklar olduğu ve dayanıklı genotiplerin klorofil miktarının, hassas genotiplere göre tuzdan daha az etkilendiği görülmüştür (Çizelge 4.10. ve 4.28.). Klorofildeki azalma, yapraklarda sararma ile kendini göstermekte; öncelikle yaprak damarlarının arasındaki dokuda sararma meydana gelmekte ve en son olarak yaprak damarları sararmaktadır. Fakat Çizelge 4.10 ve 4.28 incelendiğinde 19 domates genotipinden bazılarının tuz stresi altında, toplam klorofil miktarı bakımından kontrole göre artış gösterdiği görülmektedir. Mangal ve Lal (1990) da, tuzlu koşullarda büyüyen bitkilerin büyüme hızının düşük olup bodur bir yapı sergilediklerini, yapraklarının ise çoğunlukla küçük ve renginin koyu yeşil olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca klorofil ile  $\text{Na}^+$  ve MDA özellikleri arasında negatif yönde,  $\text{K}^+$  ve  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı ve yaprak alanı özellikleri arasında ise pozitif yönde önemli düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek:3, Çizelge 2. ve 4. ile Çizelge

4.19. ve 4.22.). Tuzlu koşullarda dayanıklı genotiplerin klorofil miktarında artış olmuştur. Klorofil miktarının MDA, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> miktarı ve K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> oranı ile olan önemli ilişkisi, tuz zararının gösterilmesinde ve genotip seçiminde kullanılacak bir özellik olabileceği yönünde fikir oluşturmuştur.

Yüksek tuzlulukta bitkilerde hücre zarı bütünlüğünün bozulması, stomaların kapanması ve fotosentetik elektron taşınımının aksaması nedeniyle oksidatif stres ortaya çıkmaktadır. Çeşitli stres faktörlerinin etkisiyle yoğunlaşan oksijen metabolizmasının ararnleri olan toksik oksijen türevleriyle savaşmak zorunda kalan bitkiler, kendilerini fitotoksik etkilere koruyan birçok antioksidant madde ve antioksidatif enzimlere sahiptir. Bu nedenle çevresel strese dayanıklılığın bir kısmı da oksijen radikallerin sınırlandırılması veya antioksidant madde ve antioksidatif enzim aktivitesinin artırılmasıyla gerçekleşmektedir. Yapılan çalışmalarda tuzluluk stresi altında, serbest O<sub>2</sub> türevlerinin arttığı gösterilmiştir (Hernandez et al., 1994; Gossett et al., 1994a; b; Sreenivasulu et al., 2000).

Yapılan araştırmalar sonucunda, tuz stresi altında serbest radikallerin, lipidleri ve klorofili tahrip ederek yapraklarda nekrozlara ve kloroza yol açtıkları bildirilmektedir (Salin, 1987; Gepstein, 1988; Gossett et al., 1994a). Aktif oksijen türevleri membran lipidlerinin peroksidasyonuna neden olmakta ve hücre zarında hasara yol açmakta (Sreenivasulu et al., 1999), bunun sonucunda ortaya çıkan iyon sızması da tuz stresine tolerans için bir gösterge olarak kullanılmaktadır (Blum, 1985; Tırdamaz ve Ellialtıoğlu, 1994). Bunun yanında, lipid peroksidasyonurn olan MDA miktarının belirlenmesi, oksidatif zararın göstergesi olarak kullanılmaktadır (Spychalla and Desborough, 1990; Jagtap and Bhargava, 1995; Zhang and Krikham, 1996; Dionisio-Sese and Tobita, 1998; Sreenivasulu et al., 1999; 2000; Yaşar, 2003).

Tuz stresinin hassas genotiplerde daha yüksek miktarlarda lipid peroksidasyonuna yol açtığı diğer bitki türleri ile yapılan araştırmalarda da gösterilmiştir (Shalata and Tal, 1998; Dionisio-Sese and Tobita., 1998; Sreenivasulu et al., 2000). Elde edilen verilere göre, dayanıklı genotipler, tuz stresiyile oluşan radikallere karşı antioksidatif mekanizmalarla kendilerini daha iyi korudukları için lipid peroksidasyonu ve klorofil parçalanması hassas olan genotiplere göre daha az

meydana gelmektedir. Gossett ve ark. (1994a), tuz stresine duyarlı bir pamuk çeşidinde 150 mM NaCl uygulamasından sonra 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 bu peroksidasyonun ürünü olan MDA'nın düşük seviyelerde bulunduğunu belirtmişlerdir. Hernandez ve ark. (1995) bezelye bitkisinde; Shalata ve Tal (1998) domates genotiplerinde; Karanlık (2001) buğdayda; Aktaş (2002) biberde ve Yaşar (2003) patlıcanda tuza toleransı yüksek genotiplerin MDA miktarının daha az ve dolayısıyla lipid peroksidasyonunun daha düşük olduğunu, lipid peroksidasyonu fazla olan genotiplerin ise tuza daha fazla duyarlılık gösterdiklerini ve bu genotiplerin MDA miktarının da daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Bu araştırmada da bitkinin tuzdan etkilenme düzeyi ile yapraklarda ölçülen MDA miktarı arasında önemli bir ilişkinin bulunduğu belirlenmiştir. Tuza dayanıklı yabancı tür *L. peruvianum*'da olduğu gibi tuza dayanıklı yerli genotip olarak belirlenen 20 no 'lu *L. esculentum* Bartın/Arıt Beldesi Merkez, ve 16 no'lu *L. esculentum* Trabzon/Araklı,Yalıboyu, genotiplerinin, tuza duyarlı olarak belirlenen 19 no'lu *L. esculentum* İzmir/Bergama, Kozluca, ve 24 no'lu *L. esculentum* yerli sofralık çeşit genotiplere göre daha düşük MDA miktarına sahip oldukları Çizelge 4.28'de görülmektedir. Tuza dayanıklı genotiplerde ölçülen MDA miktarının tuza duyarlı olan genotiplere göre daha düşük olması (Çizelge 4.28), bu özelliğin de seçim için kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca MDA miktarı ile  $Na^+$  arasında pozitif,  $K^+$  miktarı,  $K^+/Na^+$  oranı ve klorofil miktarı arasında negatif yönde önemli ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek:3, Çizelge 2. ve 4.). MDA ile bitkinin iyon miktarları, klorofil ve yaprak alanı arasındaki ilişkiler, MDA miktarının domateste tuzdan etkilenme derecesini gösteren; hücre zarlarındaki tuz zararının gösterilmesi için önemli bir indikatör olarak dikkate alınabileceğini ortaya koymuştur.

Çeşitli stres faktörlerinden tuz stresinde de oksidatif stres oluşmakta; bitkilerin yaşamsal faaliyetleri yavaşlamakta, su alınımları azalıyor buna bağlı olarak stomalar kapanmakta ve bitkinin  $CO_2$  alımı azaldığından, yeterli  $CO_2$  bulamayan fotosentetik elektronlar  $O_2$  molekülüne aktarılmakta ve sonuçta aktive edilmiş ve toksik etkisi

olan serbest oksijen radikalleri oluşmaktadır. Buna karşılık bitkilerde antioksidant savunma sistemleri harekete geçerek bitkiyi korumaya çalışmaktadır (Hernandez et al., 1995; Meneguzzo et al., 1998; Sreenivasulu et al., 2000). Radikaller tarafından oluşturulan hasar durumunda devreye giren savunma sistemleri SOD, GR, AP, CAT ve diğer hemoprotein peroksidazlar gibi hidroperoksidazları içeren enzimatik sistemlerden oluşur ve antioksidantlar olarak bilinen enzimatik olmayan koruyucuları da içermektedir (Hochstein and Atallah, 1988; Simic, 1988; Anderson, 1996). Abiyotik strese maruz kalan bitkilerde radikallerin yok edilmesinde rol oynayan antioksidatif enzimlerin aktivasyonu artıkça tuz stresine dayanım da artmaktadır (Gossett et al., 1994a; Hernandez et al., 1995; Gossett et al., 1996; Meneguzzo et al., 1998; Dionisio-Sese and Tobita, 1998; Sreenivasulu et al., 2000).

Çalışmamızda aktif oksijen türevlerinden süperoksit radikalini ortadan kaldıran SOD enziminin aktivasyonu, 150 mM NaCl uygulanan domates bitkilerinde, genotiplere göre değişmekle birlikte, genel olarak bir artış göstermiştir. Tuz stresi altında SOD enzim aktivitesi 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre sırasıyla % 80, % 164 ve % 191 artarken, 19 ve 24 no'lu hassas genotiplerde % 28 ve % 36 artmıştır. SOD enzim aktivitesi tuza dayanıklı olduğu düşünülen 16, 20 ve 22 no'lu genotiplerde yüksek, 19 ve 24 no'lu hassas genotiplerde daha düşük belirlenmiştir. SOD enzim aktivitesinde kontrole göre ortaya çıkan artış dayanıklı genotiplerde önemli, hassas genotiplerde ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.34.). Bitkiler tuz stresi altında süperoksit radikali üretmişler, üretilen bu radikali yok etme kapasitesi yüksek olan genotipler tuza daha iyi dayanım göstermişlerdir.

Tuz uygulamasıyla SOD aktivitesinin arttığı diğer araştırmacılar tarafından da kaydedilmiştir (Gossett et al., 1994a; Lin and Kao, 2000). 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 genotipte ise azaldığını rapor etmişlerdir. Aktaş (2002) tarafından yapılan bir araştırmada 120 farklı biber genotipi tuza tolerans bakımından incelenmiş, tuza tolerant biber genotiplerinde SOD aktivitesi, tuza duyarlı genotiplerden çok daha yüksek bulunmuştur. Yaşar (2003)'da tuz stresi altında patlıcanda yabani genotiplerin ve dayanıklı yerli genotiplerin SOD

aktivitesinin tuza hassas olanlara göre daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Bu bulgular bizim çalışmamızdaki sonuçlara benzerlik göstermektedir; Yabani domates ve tuza toleransı yüksek yerli genotiplerde SOD aktivitesi tuzlu koşullarda yüksek oranda artış gösterdiği halde; duyarlı genotiplerde ya çok az bir artış görülmüş, ya da kontrole göre azalma kaydedilmiştir. Bu bulgular, SOD enzim aktivitesinin tuza dayanım özelliği açısından önem taşıdığını göstermektedir. SOD enzimi, süperoksit radikalini ortadan kaldırmakta, fakat toksik özelliği çok yüksek  $H_2O_2$  oluşumuna yol açmaktadır.  $H_2O_2$ 'in parçalanması için etkili olan enzimlerden birisi katalaz, diğerleri de askorbat -glutasyon döngüsüne katılan GR ve AP'dır (Dionisio-Sese and Tobita, 1998; Sreenivasulu et al., 2000).

CAT aktivitesi, domatesta tuz uygulaması yapıldığında artmıştır (Çizelge 4. 33.). Tuza toleransı yüksek olan 16, 20 ve 22 no'lu genotiplerde CAT enzim aktivitesi kontrole göre sırasıyla % 309, % 445 ve % 758 oranında artarken, 19 ve 24 no'lu tuza hassas genotiplerde % 40 ve % 74 oranında artmıştır. Sonuçta CAT enzim aktivitesi yüksek olan genotiplerin tuza toleransının da yüksek olduğu görüşü oluşmuştur. Nitekim pamuk ile çalışan Gossett ve ark., (1994a) ve domates ile çalışan Shalata ve Tal (1998) da tuza dayanıklı çeşitlerde CAT aktivitesinin, duyarlı genotiplere göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

$H_2O_2$ 'in detoksifikasyonu sırasında glutasyon'un indirgenmesinden sorumlu olan GR aktivitesinin tuz stresi altında arttığı, önceki bazı araştırmalarda kaydedilmiştir (Gossett et al., 1996; Lin and Kao, 2000; Karanlık, 2001). Gossett ve ark. (1994a) pamukta, Hernandez ve ark. (1995) bezelyede, Karanlık (2001) buğdayda tuzlu koşullarda dayanıklı bitkilerin, duyarlı olanlara göre daha yüksek GR enzim aktivitesine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Yaşar (2003) ise, patlıcanda tuz stresi altında GR aktivitesinin hem tuza dayanıklı hem de hassas genotiplerde arttığını ve bu nedenle GR enzimi aktivitesindeki değişimin patlıcanda tuza toleransın belirlenmesinde çok güvenilir bir özellik olmadığını bildirmişlerdir. Shalata ve Tal (1998) da, domatesta farklı bulgular hakkında bilgi vermekte, GR aktivitelerinin tuza hem tolerant hem de duyarlı çeşitlerde, tuz stresi altında azalma gösterdiğini anlatmaktadır.



Araştırmamızda, domateste 150 mM tuz uygulaması ile yapraklardaki GR aktivitesinde kontrole göre artış ortaya çıkmıştır. GR enzim aktivitesi bakımından da genotipler arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Tuz uygulamasında 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerde GR enzim aktivitesinin de diğer dayanıklı oldukları düşünülen genotiplerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. GR enzim aktivitesi bakımından genotiplerde kontrole göre ortaya çıkan artışlarda da farklılıklar gözlenmiştir. 16, 20 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde bu enzimin aktivitesi kontrole göre sırasıyla % 157, % 183 ve % 251 oranında artarken, 19 ve 24 no'lu hassas genotiplerde % 13 ve % 39 oranındaki artış önemsiz görülmüştür (Çizelge 4.33.).

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> detoksifikasyonunda diğer etkili enzim olan AP aktivitesi de tuz stresi altında artmaktadır. Shalata ve Tal (1998) domateste, Lopez ve Satti, (1996) havuçta, Sreenivasulu ve ark. (2000) *Selaria* sp'nde, Karanlık (2001) buğdayda, Yaşar (2003) patlıcanda tuz uygulamasında dayanıklı çeşitlerde AP enzim aktivitesinin duyarlı çeşitlerden çok daha yüksek olduğunu bildirmektedirler. Hernandez ve ark. (1995) da bezelyede tuz stresinin AP enzimi aktivitesini tolerant çeşitte artırdığını, duyarlı çeşitte ise bir değişiklik yapmadığını bildirmektedir.

Çalışmamızda yaprak dokusunda bulunan AP miktarı 16, 20 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre sırasıyla % 109, % 122 ve % 125 oranında artarken, 19 ve 24 no'lu hassas genotiplerde % 50 ve % 21 oranında artmıştır. Hem kontrol hem tuz koşullarında AP enzim aktiviteleri bakımından genotipler arasında farklar olduğu gibi, genotiplerin tuzdan etkilenmeleri arasında da önemli farklar olduğu görülmüştür. 22 no'lu yabani genotiple tuza dayanıklı olduğu düşünülen 16 ve 20 no'lu genotiplerde AP enzim aktivitesi yüksek bulunurken, hassas genotiplerde daha düşük bulunmuştur. Ayrıca hassas genotiplerdeki enzim aktivitesi kontrol göre daha az oranda artış göstermiştir (Çizelge 4.34.).

Doku kültürü çalışmalarında da tuz uygulaması kallus dokularında tüm genotiplerde CAT ve GR enzim aktivitelerinde artışa neden olmuştur. Çizelge 4.38 incelendiğinde tuza dayanıklı ve yabani genotiplerde CAT enzim aktivitesi diğer genotiplere göre istatistik olarak önemli derecede yüksek bulunurken, hassas genotiplerde enzim aktivitesi kontrol değerleriyle aynı seviyelerde bulunmuştur.

GR aktivitesinde 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre sırasıyla% 90, % 107 ve % 109, 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerde ise % 51 ve % 76 oranında önemli düzeyde artış gözlenmiştir. Her iki enzim aktivitesi 22, 20 ve 16 no'lu dayanıklı genotiplerde tuz uygulamasında diğer 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerden önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.38.). Öte yandan tuz uygulaması tüm genotiplerin kallus dokularındaki AP ve SOD enzim aktivitelerinde kontrole göre artışa neden olmuştur. Bu enzim aktiviteleri bakımından genotipler arasındaki farklar da önemli bulunmuştur. AP enzim aktivitesinde tuz uygulaması 20, 22 ve 16 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre sırasıyla% 106, % 115 ve % 124 oranında artarken, 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerde ise % 19 ve % 62 artışa neden olmuştur. Bu verilere göre tuza dayanıklı genotiplerdeki AP enzim aktivitesinin hassas genotiplere göre istatistik olarak önemli derecede daha yüksek olduğu görülmüştür. SOD enzim aktivitesi ile ilgili veriler incelendiğinde genotip ve tuz etkenlerinin istatistik olarak ( $p<0.005$ ) önemli olduğu görülmüştür. Kallus dokusunda bulunan SOD enzim aktivitesi 20, 16 ve 22 no'lu dayanıklı genotiplerde kontrole göre sırasıyla% 94, % 172 ve % 202 oranlarında önemli düzeyde artışa neden olurken, 24 ve 19 no'lu hassas genotiplerde % 18 ve % 22 oranında ki artışlar önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.39.) .

Çalışmamızda incelenen özellikler bakımından tüm bitkilerle yapılan deneme sonuçları kallus kültüründen elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiş; tam bitkide tuza dayanımı yüksek görülen bir genotip, kallus kültüründe de aynı sonucu vermiştir. Tuz uygulamasının 10. gününde tuza duyarlı genotiplerde NaCl ilave edilmiş ortamlardaki kalluslar kahverengileştikleri halde; tuza tolerant olarak belirlenen genotiplerde kontrole göre dikkati çeken bir renk farklılaşması gözlenmemiştir. Ayrıca bu genotipler büyüme parametreleri bakımından da tuzdan fazla etkilenmemişlerdir. Domateste kallus kültüründe tuz stresi uygulamasından 10 gün sonra ölçülen enzim aktiviteleri ile ilgili elde edilen sonuçlarda, genel olarak tüm bitki ile yapılan denemeden elde edilen sonuçlara benzerlik göstermiştir (Çizelge 4.33 ve Çizelge 4. 34 ile Çizelge 4.38 ve 39). Bu bulgular Smith ve McComb (1981)'in bulguları ile paralellik göstermektedir; Araştırmacılar glifikot kültür bitkilerinden olan fasulye ve pancarda, tüm bitki ile yapılan denemelerden alınan sonuçların, kallus kültürlerinde de aynı doğrultuda

bulunduğunu belirtmektedirler. Yaşar (2003) da patlıcanda kallus kültürünün, tüm bitki ile tuzluluk konusunda yapılacak seçim çalışmalarının yerine kullanılabileceğini belirtmiştir.

Gossett ve ark. (1994b) da kallus kültürü yaptıkları pamuk bitkisinde tam bitki ile elde ettikleri sonuçlara paralel bulgular elde etmişlerdir. Araştırmacılar, 150 mM NaCl uyguladıkları kallus kültüründe, tuza dayanıklı Acala çeşidinin kallus dokusunda SOD aktivitesinin kontrole göre % 410 oranında arttığını, aynı şartlarda duyarlı çeşit Deltapine 50' ye ait kalluslarda ise değişmediğini belirlemişlerdir. Aynı araştırmada dayanıklı çeşidin kallusunda AP aktivitesi kontrole göre önemli bir artış gösterirken, duyarlı çeşitte önemli bir artış kaydedilmemiştir. CAT aktivitesi ise dayanıklı çeşitte, duyarlı çeşide göre % 156 oranında daha fazla olmuştur. Bizim çalışmamızda da tuz stresi altında; tuza dayanıklı domates genotipleri ile duyarlı genotipler arasında özellikle SOD, CAT, GR ve AP enzim aktiviteleri bakımından belirgin ve istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmuş, antioksidatif savunma mekanizmaları ile ilgili olarak bu çalışmada incelenen enzim aktiviteleri ile ilgili değişimlerin genotiplerin tuza dayanımındaki farklılığı açıkladığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre, antioksidatif enzimlerin strese karşı koruyucu rol oynadıkları ve bu özelliğin kallus kültürlerinde tuz stresine dayanıklılık düzeyini belirlemede etkili bir kriter olarak diğer bazı fizyolojik kriterler ile birlikte değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır. Kallus dokusu homojen yapıda ve kalıntısız örneklerin hazırlanabilmesi nedeniyle enzim analizleri için yapılan deneylerde büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu yönüyle ve daha teknik, ama daha pratik olma özelliğiyle de tuz stresi çalışmalarında kullanılabileceği görülmüştür.

Sonuç olarak;

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. Domates, dünyada ve ülkemizde üretimi en fazla yapılan sebze türlerinden birisidir. Birçok bitki türünde olduğu gibi domatestede de genotipler arasında tuzluluğa dayanım özelliği bakımından önemli derecede farklılıklar bulunmaktadır. Tuza dayanım özelliğinin fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmaları hakkında bilgi edinebilmek; bunun yanı sıra *in vitro* tekniklerden

birisi olan kallus kültürünün tuza toleransın belirlenmesinde kullanılabilirliğini belirlemeye yönelik olarak yapılan bu araştırmada elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

1. Toplam 19 adet domates genotipinin yer aldığı çalışmada, 150 mM NaCl uygulaması ile oluşturulan tuz stresi karşısında tüm genotipler olumsuz etkilenmiş, ancak tuzluluğa karşı gösterilen tepkiler bakımından genotiplerin büyük ölçüde varyasyon gösterdiği belirlenmiştir.
2. Tuzlu koşullarda gövde dokularının kuru ve yaş ağırlığı ile boy uzunluğundaki azalmaların, kök ağırlığı ile boy uzunluğundaki azalmalardan daha fazla olduğu gözlenmiş, bu durumda tuz stresinin domatesta gövde ve yaprak üzerinde köklere göre daha fazla olumsuz etkide bulunduğu belirlenmiştir. Kök/gövde kuru ağırlık oranı önemli bir parametre olarak ortaya çıkmıştır. Bu oran tuza dayanıklı bitkilerde hassas olanlara göre daha büyük bulunmuştur.
3. Yaprak sayısı, ile ilgili değişimlerin korelatif özellik taşımadığı, bu nedenle tuza dayanıklılıkta seçim kriteri olarak önemli olmadığı düşünülmüştür.
4. Değişik domates genotiplerinde aynı dozdaki tuz uygulamasından sonra bünyelerine  $\text{Na}^+$  iyonu girişinin arttığı, fakat bu artışın genotiplere göre önemli düzeyde farklılık gösterdiği; yapraklarına daha az  $\text{Na}^+$  iyonu alan genotiplerde tuza dayanımın daha fazla olduğu belirlenmiştir.
5. Tuz uygulaması ile bitki bünyesine kök, gövde ve yaprak dokularında  $\text{Na}^+$  miktarının arttığı, fakat bu artışın genotipler arasında önemli düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $\text{Na}^+$  miktarları karşılaştırıldığında genel olarak kök dokularındaki miktarın gövde ve yaprak dokularından daha az olduğu görülmüştür.
6. Tuz stresinde  $\text{K}^+$  iyonu yüksek olan, bünyesinde özellikle de yaprak dokularında  $\text{K}^+$ u koruyarak tutan veya  $\text{K}^+$ u bünyesine seçici olarak alabilen genotipler tuza daha yüksek dayanım göstermiştir.

7. Dokulardaki  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  iyonları ile  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı tuza dayanım düzeyini gösteren önemli parametreler olarak ortaya çıkmıştır. Bu özellikler ile büyüme parametreleri arasında bir ilişki belirlenmemiştir. Sonuç olarak; Tuza dayanıklı bitkilerde  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı büyüktür, yada  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranının büyük oluşu tuza dayanıklılığı ifade eder.
8. Tuz stresinde MDA miktarı hücre zarlarında zararlanmanın dolayısı ile tuz zararının gösterilmesi için önemli bir indikatör olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca MDA miktarı ile  $\text{Na}^+$  arasında pozitif,  $\text{K}^+$  miktarı,  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı ve klorofil miktarı arasında negatif yönde önemli ilişki olduğu belirlenmiştir. Tuza dayanıklı genotiplerde ölçülen MDA miktarının tuza duyarlı olan genotiplere göre daha düşük olması, bu özelliğin de seçim için kullanılabileceğini ortaya koymuştur.
9. Klorofil miktarındaki değişimlerin MDA,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  miktarı ve  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  ile olan önemli ilişkisi, bu özelliğin tuz zararının gösterilmesinde ve genotip seçiminde kullanılabileceği yönünde fikir oluşturmıştır.
10. Yaprak alanı ile ilgili değişimlerde tuzlu koşullarda genel olarak hassas olan genotiplerde azalma, dayanıklı genotiplerde ise kontrollerine göre artma yada aynı oranı koruma şeklinde sonuç alınmıştır. Stres şartlarında yaprak alanının iyi bir parametre olduğu düşünülmektedir.
11. Antioksidatif enzim aktiviteleri, tuz stresi ile ilişkili olarak önemli değişimler göstermiştir. Hem su kültüründe yetiştirilen tam bitkilerle yapılan denemelerde hem de kallus kültürlerinde tuz stresi tüm genotiplerde enzim aktivitelerinde artışa neden olmuştur. Tuza dayanıklı genotiplerdeki enzim aktiviteleri tuza duyarlı genotiplere göre daha fazla bulunmuş, kontrolleri ile karşılaştırıldığında da daha fazla artış gösterdiği belirlenmiştir. Enzim aktiviteleri ile ilgili ölçümlerin de bitkinin tuza tolerans durumu hakkında bilgi verebileceği görülmüştür.
12. Kallus kültürlerinde yapılan iyon ölçümleri ve oranları ile ilgili sonuçlar da su kültüründe tam bitkilerden elde edilen sonuçlarla paralellik göstermiştir.



13. Kallus dokusunun homojen bir yapıda olması, kısa sürede çok sayıda bitki materyali ile çok küçük bir alanda çalışabilme kolaylığı sağlaması nedeniyle kallus kültürlerinin stres çalışmalarında tercih edilebileceği izlenimi edinilmiştir.

Yukarıda belirtilen saptamaların ışığında; *L. esculentum*'a ait yerli genotipler TR-68516 (Bartın/Arit Beldesi Merkez) ve TR-55711 (Trabzon/Araklı, Yalıboyu), genotiplerinin tuza tepkilerinin *L. peruvianum* yabani türü ile çok benzer olduğu belirlenmiş ve tuza dayanıklı genotipler olarak sınıflandırılmıştır. *L. esculentum*'a ait TR-63233 (İzmir/Bergama, Kozluca) ve H-2274 (yerli sofralık) genotipleri ise tuza hassas genotipler olarak belirlenmiş ve tuza tepkileri bakımından *L. peruvianum*'dan en fazla farklılık gösteren genotipler olduğu saptanmıştır.

Domateste tuz stresine dayanıklılık konusunda yapılacak bundan sonraki araştırmalarda daha geniş bir gen havuzunda kök/gövde kuru ağırlık oranı, iyon değişimleri, MDA, klorofil miktarı ve enzim aktiviteleri yanında fotosentetik aktivite ve fotosentez verim düzeyinin belirlenmesine yönelik fizyolojik çalışmalar planlanmalı ve bu parametrelerin birbiriyle ilişkisi incelenmelidir. Elde edilen verilerin geçerliliği verime kadar giden denemelerle onaylanmalıdır. Domateste iyonlar bakımından bitkilerin iyonları alma veya sakınma özellikleri  $K^+$ - $Na^+$  pompası ile ilgili enzimler incelenerek kesinleştirilmeli ve bu mekanizmaların tuza dayanımla ilişkileri araştırılmalıdır. Ayrıca tuza toleransın gen düzeyinde araştırılması ile ilgili çalışmalara ağırlık verilmelidir. Verimi kısıtlayan en önemli çevresel streslerden biri olan tuzluluğa karşı dayanıklılık mekanizmalarının fizyolojik, biyokimyasal ve genetik çalışmalarla açıklanması doğada var olan dayanıklı genotiplerin ortaya çıkarılmasına ve genetik olarak tuza dayanıklı tür ve çeşitlerin yetiştirilmesine yardımcı olacaktır. Belirlenecek yeni parametreler diğer birçok stres faktörüne dayanıklılığın belirlenmesinde de yararlı olacaktır. Ayrıca ülkemizde yetiştirilen yerli genotiplerle yapılan çalışmaların sonuçları, tuza tolerant olarak belirlenen yöresel çeşitlerden, tescilli yeni ticari çeşitlerin saflaştırılması ve geliştirilmesi ile ilgili çalışmalarda da belirleyici olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Abbas, M.A., Younis, M.E. and Shukry, W.M., 1991, Plant growth, metabolism and adaptation in relation to stress condition, XIV effect of salinity on the internal solute concentrations in *Phaseolus vulgaris*, J. Plant Physiol., 138, 722-727.
- Akıncı, İ.E., 1996, Kavunda tuza tolerans üzerine araştırmalar, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Van, 157 s.
- Aktaş, H., 2002, Biberde tuza dayanıklılığın fizyolojik karakterizasyonu ve kalıtımı, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Adana, 105 s.
- Alberico, G.J. and Cramer, G.R., 1993, Is the salt tolerance of maize related to sodium exclusion. 1. Preliminary screening of seven cultivars, J. Plant Nutrition, 16(11), 2289-2303.
- Alfocea, F.P., Estan, M.T., Caro, M. and Bolarin, M.C., 1993, Response of tomato cultivars to salinity, Plant and Soil 150, 203-211.
- Alian, A., Altman, A. and Heuer, B., 2000, Genotypic difference in salinity and water stress tolerance of fresh market tomato cultivars, Plant Science, 152, 59-65.
- Al-Karaki, G.N., 2000, Growth water use efficiency and sodium and potassium acquisition by tomato cultivars grown under salt stress. J. of Plant Nutrition 23 (1), 1-8.
- Aloni, B. and Rosenstein, G., 1984, Prolin accumulation: A parameter for evaluation of sensitivity of tomato varieties to drought stress, Physiol, Plant., 61, 231-235.
- Anastasio, G., Catala, M.S., Palomares, G., Costa, J. and Nuez, F., 1987, An assessment of the salt tolerance in several tomato genotypes, 10<sup>th</sup> Meeting of the Tomato Working Group of Eucarpia, Palermo (Italia), p 57-61.

Anderson, D., 1996, Antioxidant defences against reactive oxygen species causing genetic and other damage, *Mut. Res.*, 350, 103-108.

Anonymous., 1978, Türkiye arazi varlığı, T.C. Köyişleri ve Koop. Bak., Toprak Su Genel Müd., Toprak Etüdleri ve Haritalama Daire Başkanlığı, Ankara 55 s.

Anonymous., 1993, FAO production year book. FAO publ., 45, Rome 1991.

Anonymous., 2000a, FAO. FAO. STAT, Agriculture Database, <http://apps.fao.org>.

Anonymous., 2000b, Land and Plant Nutrition Management Service, Prosoil Problem Soils Database, <http://apps.fao.org>.

Anonymous., 2001, FAO, FAO. STAT, Agriculture Database, <http://apps.fao.org>.

Apse, M.P., Aharon, G.S., Shedden, A.W. and Blumwald, E., 1999, Salt tolerance conferred by over expression of a vacuolar Na/H antiport in *Arabidopsis*, *Science*, 285, 1256-1258.

Aranda, R.R. and Syvertsen, J.P., 1996, The influence of foliar applied urea nitrogen and saline solutions on net gas exchange of *Citrus* leaves, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121, 501-506.

Armstrong, D. and Browne R., 1994, The analysis of free radicals, lipid peroxidase, antioxidant enzymes and compounds related to oxidative stress as applied to the clinical chemistry laboratory, *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 366, 43-58.

Asada, K., Takahashi, M., Tanaka, K. and Nakano, Y., 1977, Formation of active oxygen by spinach chloroplast, in: Hayaishi, O., Asada, K, (Eds,) *Biochemical and medical aspect of active oxygen*, Tokyo, Japan Scientific Societies Press, 45-63.

- Asada, K. and Takahashi, M., 1987, Production and scavenging of active oxygen radicals in photosynthesis, In: D. J. Kyle et al. (Eds.) *Photoinhibition*, Elsevier, Amsterdam, 227-297.
- Asada, K., 1994, Mechanisms for scavenging reactive molecules generated in chloroplast under light stress, In: Baker, N. R., Bowyer, J.R. (eds.), *photoinhibition of photosynthesis from molecular mechanisms to the field*. BIOS Scientific Publishers, Oxford, 129-142.
- Asch, F., Dörfling, K. and Dingkun, M., 1995, Response of rice varieties to soil salinity and air humidity: A possible involvement of root-borne ABA, *Plant and Soil* 177, 11-19.
- Asch, F., Dingkun, M., Dörfling, K. and Miezian, K., 2001, Leaf  $K^+/Na^+$  ratio predicts salinity induced yield loss in irrigated rice, *Euphytica* 113, 109-118.
- Ashraf, M., 1989, The effects of NaCl on water relations chlorophyll and protein and proline contents of two cultivars of black gram (*Vigna mungo* L.), *Plant Soil*, 119, 205-210.
- Ashraf, M., 1994, Breeding for salinity tolerance in plants, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 13(1), 17-42.
- Ashraf, M., McNeilly, T. and Bradshaw, A. D., 1996, The potential for evaluation of salt (NaCl) tolerance of seven grass species, *New Phytol.*, 103, 299-309.
- Ashraf, M. and O'leary, J. M., 1997, Ion distribution in leaves of salt-tolerant and salt-sensitive lines of spring wheat under salt stress, *Acta Bot. Neerl.*, 46(2), 207-217.
- Ashraf, M. and Khanum, A., 2000, Transport and accumulation of ions in two spring wheat lines differing in salt tolerance, *Acta Physiol. Plant.*, 22, 103-110.

- Aspinall, D. and Paleg, L.G., 1981, Proline accumulation: Physiological aspect, p, 206-24,1 IN: L.G. Paleg ve D. Aspinall (eds.) The physiology and biochemistry of drought resistance in plants, Academic Press, New York, NY.
- Awank, Y.B., Atherton, J.G. and Taylor, A.J., 1993, Salinity effects on strawberry plants grown rock wool, growth and leaf relations, J. Hort, Sci.,68, 783-790.
- Babourina, O., Leonova, T. And Shabala, S., 2000, Effect of sudden salt stress on ion fluxes in intact wheat suspension cell. Annals of Botany, 85: 759-767.
- Baker, D.A. and Gebicki, A., 1984, Water relations- IN advanced Plant physiology (M.B. Wilkins. Ed.) pp. 297-318. Longman. N. york. NY. ISBN, 582-1595-2.
- Bal, A.R., Qadar, A., Joshi, Y.C. and Rana, R.S., 1984, Free proline accumulation under salt stress in wheat and barley: Curr, Agric., 8, 91-95.
- Banuls, J. and Primo-Milo, E., 1992, Effect of chlorid and sodium on gas exchange parameters and water relations of *citrus* plants, Plant Physiology, 78, 238-246.
- 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 Physiol, 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, Plant analysis-purpose evolution and table showing 'Adequate Ranges' of mineral plant nutrients, nutritional disorders of plants development, visual and analytical diagnosis, (Ed: W. Bergmann), 333-371, Gutv Fisher, Stuttgart, New York.



- Blum, A., 1985, Breeding crop varieties for stress environments CRC critical reviews in Plant Sciences, 2, 199-238.
- Bohra, J.S. and Döffling, K., 1993, Potassium nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under NaCl salinity, Plant and Soil, 152, 299-303.
- Botella, M.A., Martinez, V., Pardinez, J. and Cerda, A., 1994, Salinity induced potassium deficiency in maize plants, J. Plant Physiol., 150, 200-205.
- Botella M.A., Martinez J., and Cerda, A., 1997 Salinity induces potassium deficiency in maize plants, J. Plant Physiol, 152, 299-303.
- Bousslama, M., and Schapanagh, W. T., 1984, Stress tolerance in soybeans, I. evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance, Crop Sci. 24, 933-937.
- Bowler, C., Montagu, M. V. and Inze, D., 1992, Superoxide dismutase and stress tolerance, Annu. Rev. Plant Mol. Biol., 43, 83-116.
- Bozcuk, S., 1989, Bazı kültür bitkileri tohumlarının çimlenmesinde tuz ve kinetin etkileşimi, Doğa-Tr. J. Botany, 14, 139-149.
- Bozcuk, S., 1991, Bazı kültür bitkilerinde tuzluluğun çimlenme üzerine etkisi ve tuz toleransı sınırlarının saptanması, Doğa Tr. J. Biology, 15, 2, 144-151.
- Brent, J.A. and Rumack, B. M., 1993, Role of free radical in toxic hepatic injury I. free radical biochemistry, Clinical Toxicology, 31, 139-171.
- Bressan, R.A., Singh, N.K., Handa, A.K., Kononowicz, A.K. and Hasegawa, P.M., 1985, Stable and unstable tolerance to NaCl in cultured tobacco cells, in: Freeling M. (ed.) Plant Genetics Liss, New York, 755-769.

- Brugnoli, E. and Lauteri, M., 1991, Effects of salinity on stomal conductance, photosynthetic capacity, and carbon isotop discrimination of salt tolerant (*Gossypium hirsutum* L.) and salt-sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C<sub>3</sub> nonhalofites, Plant Physiol., 95, 628-635.
- Buhl, M.B. and Stewart, C.R., 1983, Effect of NaCl on proline synthesis and utilization in excised barley leaves, Plant Physiol., 72, 664-667.
- Caines, A.M. and Shennan, C., 1999, Interactive effects of Ca<sup>+2</sup> and differing in Ca<sup>+2</sup> use efficiency, Plant Physiol, Biochem., 37(7/8), 569-576.
- Caro, M., Cruz, V., Cuartero, J., Estan, M.T. and Bolarin, M.C., 1991, Salinity tolerance of normal-fruited and cherry tomato cultivars, Plant and Soil 136, 249-255.
- Cano, E.A., Perez-Alfocea, F., Moreno V. and Bolarin M.C. 1996, Responses to NaCl stress of cultivated and wild tomato species and their hybrids in callus cultures. Plant Cell Rep. 15, 791-794.
- Cavallari, A.J. and Huang, A.H.C., 1979, Evaluation of proline accumulation in the adaptation of diverse species of marsh halophytes to the saline environment, Amer. J. Botany, 31, 883-893.
- Chauhan, R.P.S. and Kumar, D., 1980, Free proline accumulation in cereals in relation to salt tolerance, Plant and Soil, 57, 167-175.
- Chen, C.T. and Kao, C.H., 1991, Senescence of rice leaves XXIX. ethylene production, polyamine level and polyamine biosynthetic enzyme activity during senescence, Plant Sci., 78, 193-198.
- Chen, C.T., Li, C.C. and Kao, C.H., 1991, Senescence of rice leaves XXXI. changes of chlorophyll, protein, and polyamine contents and ethylene production during senescence of a chlorophyll-deficient mutant, J. of Plant Growth Regulation 10, 201-205.

- Chen, G. and Asada, K., 1998, Ascorbat peroxidase in tea leaves: Occurrence of isoenzymes and the differences in their enzymatic and molecular properties, *Plant Cell Physiol.*, 30, 987-998.
- Cho, D.H., Itoh, R. and Ishi, R., 1996, Studies on salt tolerance Korean rice cultivars, effect of NaCl treatment on sodium and potassium ions concentration in leaf blade, leaf sheath and root of rice plants, Japan, *J. of Crop Science*, 65(1), 1-7.
- Chow, W.S., Ball, M.C. and Anderson, J.M., 1996, Growth and photosynthetic response of Spinach to salinity: implications of K<sup>+</sup> nutrition for salt tolerance, *Aust. J. Plant Physiol.*, 17, 563-578.
- Colmer, T.D., Epstein, E. and Dvorak, J., 1995, Differential solute regulation in leaf blades of various ages in salt-sensitive wheat and a salt-tolerant wheat X *Lophopyrum elongatum* (Host) A. Löwe Amphiploid, *Plant Physiol.*, 108, 1715-1724.
- Cramer, G.R., Lauchli, A. and Politio, V.S., 1985, Displacement of calcium by sodium from the plasmalemma of root cells, primary response to salt stress, *Plant Physiol.*, 79, 207-211.
- Cramer, G.R., Lauchli, A. and Epstein, E., 1986, Effects of NaCl and 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 and 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 alfalfa cells, *Crop Sci.*, 18, 959-963.

- Cruz, V., Cuartero, J., Bolarin, M.C. and Romero, M., 1990, Evaluation of characters for ascertaining salt stress responses in *Lycopersicon* species. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 115: 1000-1003.
- Cuartero, J. and Fernandez-Munoz, R., 1999, Tomato and salinity, Sci. Hort. 78, 83-125.
- Cuartero, J., Yeo, A.R. and Flowers, T., 1992, Selection of donors for salt-tolerance in tomato using Physiological traits. New Phytol. 121, 63-69.
- Çakırlar H. ve Topçuoğlu, Ş.F., 1985, Stres Terminolojisi, Çölleşen Dünya ve Türkiye Örneği Sempozyumu 7, 13-17 Mayıs, Erzurum.
- Çakmak, İ. and Marschner, H., 1992, Magnesium deficiency and highlight intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves, Plant Physiol., 98, 1222-1226.
- Çakmak, İ., Strbac, D., and Marschner, H., 1993, Activities of hydrogen peroxide scavenging enzymes in germinating wheat seeds, J. of Exp. Bot., 44, 127-132.
- Çakmak, İ., 1994, Activity of ascorbate-dependent H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> scavenging enzymes and leaf chlorosis are enhanced in magnesium and potassium deficient leaves, but not in phosphorus deficient leaves, J. Exp. Bot., 45, 1259-1266.
- Çiçek, N., 1999, İki mısır (*Zea mays* L.) çeşidinin gelişiminde tuzluluğun bazı fizyolojik aktiviteler ve fotosistem II üzerine etkileri, H. Ü. Fen Bilimleri Enst. Biyoloji Ana Bilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi) 94 s.
- Çürük, S., 1993, Değişik kökenli bazı domates (*Lycopersicon esculentum* Mill) genotiplerinin çukurova koşullarında nemli-yüksek sıcaklığa uyumları ve çiçek tozu verimlilikleri, (Yüksek Lisans Tezi), Adana.

- Daşgan, H.Y., Aktaş, H., Abak, K. And Çakmak, İ., 2002, Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses plant science 163, 695-703.
- 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, 335-342.
- Demir, Y. and Kocaçalışkan, İ., 2002, Effect of NaCl and proline on bean seedlings cultured *in vitro* Biologia Plantarum 45(4), 597-599.
- 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. ve Şenol, S., 1997, Toprak Etüt ve Haritalama, Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 161, Adana, 235 s.
- Dionisio-Sese, M. L. and Tobita, S., 1998, Antioxidant responses of rice seedling to salinity stress, J. Plant Sci., 135, 1-9.
- Dix, P.J. and Street, H.E., 1975, Sodium chloride -resistant cultured cells cine from *Nicotiana sylvestris* and *Capsicum annuum*, Plant Sci, Lett., 5, 231-235.
- Downton, W.J.S., Grant, W.J.R. and Robinson, S.P., 1985, Photosynthetic and stomatal responses of spinach leaves to salt stress. Plant Physiol., 78, 85-88.
- Downton, W.J.S. Loveys, B.R., and Grant, W.J.R., 1988, Stomatal closure fully accounts for the inhibition of photosynthesis by abscisic acid. New Phytol. 108, 263-266.
- Eker, S., 2002, Yapraktan azot uygulamasının limon ve mandarinde düşük sıcaklık



stresine etkisinin antioksidatif savunma mekanizmaları açısından araştırılması, (doktora tezi), Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Adana, 148 s.

Ellialtıoğlu, Ş. ve Tıprıdamaz, R. 1994, Domates genotiplerinde tuza dayanıklılığın belirlenmesinde değişik tekniklerin kullanımı, Ankara Üniv. Ziraat Fak Yayınları, Yayın No: 1358, Bilimsel Ar. ve İnc., 752, 21 s.

Ellialtıoğlu, Ş. ve Tıprıdamaz, R. 1998 b, Kereviz kallus kültürünün tuz stresine yönelik çalışmalarda kullanımı, Biyoteknolojide Üniversite-Sanayi İşbirliği Semp., 23-24 Ekim 1998, Eskişehir, 39-44 s.

Ellis, R.H., Roberts, E.H., Summerfield, R.J. and Cooper, J.P., 1988, Environmental control of flowering in barley (*Hordeum vulgare* L.). II. Rate of development as a function of temperature and photoperiod and its modification by low temperature vernalization, Ann. of Bot., 62, 145-158.

Epstein, E., Nortlyn, J.D., Rush, D.W., Kingbury, R.W., Keller, D.B., Cunningham, G.A. and Wrona, A.F., 1980, Saline culture of crops: A genetic approach, Sci., 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. İzmir, S. 541-544.

Fageria, N K., 1983, Ionic interaction in rice plants from dilute solutions, Plant and Soil, 70, 301-309.

Flowers, T.J., Troke, P.F. and Yeo, A.R., 1977, The mechanism of salt tolerance in halophytes, Ann. Rev. Plant Physiol., 28, 89-121.

Foyer, C.H., Lendais, M. and Kunert, K.j., 1994, Photo oxidative stress in plants, Physiol, Plant, 92, 696-717.

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.

- Freeman, B. A. and Crapo, J.D., 1982, Biology of disease: free radicals and tissue injury. Lab. Invest., 47(5), 412-426.
- Fridovich, I., 1995, Superoxide radical and superoxide dismutases, Ann. Rev. Biochem., 64, 97-112.
- Fukutoku, Y. and Yamada, Y., 1984, Sources of proline-nitrogen in water stressed soyabean (*Glycine max*) II. Fate of <sup>15</sup>N-Labelled Protein, Plant Physiol., 61, 622-628.
- Gabor, G., Simon-Sarkadi, L., Bekes, F, and Erdei, L., 1986, Genotype specific changes in amino acid and polyamine of wheat tissue culture induced by osmotic stress, Advances in Agricultural Biotechnology, 170-176.
- Ganieva, R., Allahverdiev, S., Bayramova, S. and Nafisi, S., 1997, Effect of polystimuline-K on maize (*Zea mays* L.) seedlings pigment apparatus formation on the sodium chloride salinity, Tr. J. Botany, 21, 253-257.
- Gepstein, S., 1988, Photosynthesis, in: L.D. Nooden, A.C., Leopold (Eds.), senescence and aging in plants, Academic Press, 85-109 s.
- Gorham, J., Jones, W.R.G. and McDonnell, E., 1985a, Some mechanisms of salt tolerance in crop plants, Plant and Soil., 89, 15-40.
- Gorham, J., McDonnell, E. and Wyn Jones, R.G. 1985b, Salt tolerance in the *Triticaceae*: growth and solute accumulation in leaves of *Thinopyrum bessarabicum*, J. Exp. Bot., 36, 1021-1031.
- Gossett, D.R., Millhollon, E.P., Lucas, M.C. and Marney, M.M., 1993, Antioxidant Enzymes and Salt Stress in Cotton, Beltwide Res, Conf, National Cotton Council, Memphis, TN. 1036-1039.
- Gossett, D.R., Millhollon, E.P. and Lucas, M.C., 1994a, Antioxidant response to NaCl stress in salt-tolerant and 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. 1994b, The effects of NaCl on antioxidant activities in callus tissue of salt-sensitive cotton cultivars (*Gossypium hirsutum* L.), Plant Cell Reports, 13, 498-503.
- Gossett, D.R., Banks, S.W., Millhollon, E.P. and Lucas, M.C., 1996, Antioxidant response to NaCl stress in a control and NaCl-tolerant cotton cell line grown in the presence of paraquat, buthionine, sulfoxime and exogenous glutathione, Plant Physiol. 12, 803–809.
- Greenway, H. and Munns, R., 1980, Mechanisms of salt Tolerance in non-halophytes, Ann. Rev. Plant Physiol., 31, 149-190.
- Grieve, C.M. and Fujiyama, H., 1987, The response of two rice cultivars to external Na/Ca ratio, Plant and Soil, 103, 245-250.
- Guy, C.L., Niemi, K.J. and Brambl, R., 1985, Altered gene expression during cold acclimation of spinach, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 82, 3673-3677.
- Güneş, A., Inal, A. and Alpaslan, M., 1996, Effect of salinity on stomatal resistance, proline and mineral composition of pepper, J. of Plant Nutrition, 19(2), 389-396.
- Hajibagheri, M.A., Harvey, D.M.R. and Flowers, J.T., 1987, Quantitative ion distribution within root cells of salt-sensitive and salt-tolerant maize varieties, New Phytol., 105, 367-379.
- Hajibagheri, M.A., Yeo, A.R., Flowers, T.J. and Collins, J.C., 1989, Salinity resistance in *Zea mays*: fluxes of potassium, sodium and chloride, cytoplasmic concentrations and microsomal membrane lipids, Plant, Cell and Environment, 12, 753-757.
- Halliwell, B. and Gutteridge, J.M.C., 1981, Free radicals in biology and medicine,

*Clarendon Press. Oxford.*

Hamada, E.A.M., Hamoud, M.A., El-Sayed, M.A., Kirkwood, R.C. and El-Sayed, H., 1992, Studies on the adaptation of selected species of the family *Gramineae* A. Juss. to salinization, *Feddes Repertorium*, 103,1-2 87-98.

Hanson, A.D., Nelsen, C.E. and Everson, E.H., 1977, Evolution of free proline accumulation as an index of drought resistance using two contrasting barley cultivars, *Crop Sci.*, 17, 720-726.

Hanson, A.D., Nelsen, C.E., Pedersen, A.R. and Everson, E.H., 1979, Capacity for prolin accumulation during water stress in barley and its implications for breeding for drought resistance, *Crop Sci.*, 19, 489-493.

Hasegawa, P.M., Bressan, R.A. and Handa, A.V., 1986, Cellular mechanisms of salinity tolerance, *Hort. Sci.*, 21, 1317-1324.

Heath, R.L. and Packer, L., 1968, Photoperoxidation in isolated chloroplasts, I. kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation, *Arch. Biochem. and Biophys.*, 125, 189-198.

Heimler, D., Tattini, M., Ticci, S., Coradeschi, M. A. and Traversi, M. L., 1995, Growth, ion acumulation, and lipid composition of two olive genotypes under salinity, *J. Plant Nutrition*, 18, 1723-1734.

Hellebust, J.A., 1976, Osmoregulation, *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 27, 485-505.

Hernandez, J.A., Corpas, F.J. Gomez, M., Del Rio, L. A. and Sevilla, F., 1993, Salt-induced oxidative stress mediated by activated oxygen species in pea leaf mitochondria. *Physiol. Plant.* 89, 103-110.

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.

- Hernandez, J.A., Olmos, E., Corpas, F.J., Sevilla, F. and Del Rio, I. A., 1995, Salt-induced oxidative stress in chloroplasts of pea plants, *Plant Sci.*, 105, 151-167.
- Hitz, W.D., Ladyman, J.A.R. and Hanson, A.D., 1982, Betain synthesis and accumulation in barley during field water stress, *Crop Sci.*, 22, 47-54.
- Hoagland, D.R. and Arnon, D.I., 1938, The water culture method for growing plants without Soil. *Circ. Calif. Agr. Exp. Sta.*, 347-461.
- Hochstein, P. and Atallah, A.S., 1988, The nature of oxidants and antioxidants systems in the inhibition of mutation and cancer. *Mut. Res.*, 202, 363-375.
- Hoffman, R., Tufariello, J. and Bisson, M.A., 1989, Effect of divalent cations on the sodium permeability of *Chara corallina* and freshwater grown *Cahara buckelli*, *J. of Exp. Bot.*, 40, 875-881.
- Hossain, M.A., Nakano, Y. and Asada, K., 1984, Monodehydroascorbate reductase in spinach chloroplast and its participation in regeneration of ascorbate for scavenging hydrogen peroxide, *Plant Cell Physiol.*, 25, 385-395.
- 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.
- Jagtap, V. and Bhargava, S., 1995, Variation in the antioxidant metabolism of drought tolerant and drought susceptible varieties of sorghum bicolor L. Moench, Exposed High Light, Low Water and High Temperature Stress, *J. Plant Physiol.*, 145, 195-197.
- Johnson, M., Grof, C.P.L. and Brownel, T.F., 1988, The effect of Na<sup>+</sup> nutrition on the pool size of intermediate of The C<sub>4</sub> Photosynthetic Pathway, *Aust. J. of Physiol.*, 15, 749-760.



- Jones, M.M. and Turner, N.C., 1978, Osmotic adjustment in leaves of *Sorghum* in response to water deficits, *Plant Physiol.*, 61, 122-126.
- Joshi, S.S., 1984, Effect of salinity stress on organic and mineral constituents in the leaves of Pigeonpea (*Cajanus cajan* L. var. C-11), *Plant and Soil*, 82, 69-76.
- Kacar, B., Katkat, V.A. ve Öztürk, Ş., 2002, Bitki Fizyolojisi, Uludağ Ün. Güçlendirme Vakfı Yayınları No: 198, ISBN, 975-564-133-5.
- Karanlık, S., 2001, Değişik buğday genotiplerinde tuz stresine dayanıklılık ve dayanıklılığın fizyolojik nedenlerinin araştırılması, (Doktora Tezi), Ç. Ü. Fen Bil. Enst., Adana.
- Kim, J. and Mueller, C. W., 1987, Factor analysis, statistical methods a pratical issues, Sage University Papers, London p.87.
- Kingsbury, R.W., Epstein, E. and Percy, R.W., 1984, Physiological responses to salinity in selected lines of wheat, *Plant Physiol.*, 74, 417-423.
- Kramer, G.F. and Wang, C.Y., 1990, Efects of chilling and temperature preconditioning on the activity of polyamine biosynthetic enzymes in zucchini squash, *J. Of Plant Physiol.*, a36(1), 115-119.
- Larcher, W., 1995, Physiological plant ecology, ecophysiology and stress physiology of functional groups, Springer-Verlag, Berlin.
- Lauchli, A., 1986, Responses and adaptation of crops to salinity, *Acta Hort.*, 190, 243-246.
- Lauchli, A., 1990, Calcium, salinity and plasma membrane, In: Calcium in plant growth and development (R.J. Leonard and P.K. Hepler eds), The american society of plant physiologists rockville, MD., 26-35.

- Lazof, J.S.H. and Cheeseman, M., 1988, Sodium and potassium compartmentation and transport across the roots of intact *Spergularia marina*, Plant Physiol., 88, 1274-1278.
- Lechno, S., Zamski E. and Tel-Or, E., 1997, Salt stress induced responses in cucumber plants, J. Plant Physiol., 150, 206-211.
- Levitt, J., 1972, Responses of plants to environmental stresses, Academic Press, New York.
- Levitt, J., 1980, Responses of plants to environmental stresses, Vol. II. 2<sup>nd</sup> ed. Academic Press. New York, pp: 607.
- Levy, D., 1983, Water deficient enhancement of proline and  $\alpha$ -amino nitrogen accumulation in potato plants and its association with susceptibility to drought. Plant Physiol., 57: 169-173.
- 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.
- Lone, M.L., Kueh, J.S.H., Wyn Jones, R.G. and Bright, S.W.J., 1987, Influence of proline and glycinebetain on salt tolerance of cultured barley embryos, J. Exp. Bot. 38(188), 479-490.
- Lopez, M.V. and Satti, S.M.E., 1996, Calcium and potassium-enhanced growth and yield of tomato under sodium chloride stress, Plant Sci., 114, 19-27.
- Luna, C., Gonzalez C. and Trippi, V., 1994, Oxidative damage caused by an excess of copper in oat leaves. Plant Cell Physiol. 5, 11-15.
- Luna, C., Seffino, L.G., Arias, C. and Taleisnik, E., 2000, Oxidative stress indicators as selection tools for salt tolerance in *Chloris gayana*, Plant Breeding, 119, 341-345.

- Lutts, S., Kinet, J.M. 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., 1993, Salinity and citriculture, *Tree Physiol.*, 12, 195-216.
- Maathuis, F.J.M. and Amtmann, A., 1999, K<sup>+</sup> Nutrition and Na<sup>+</sup> toxicity: The Basis Of Cellular K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> Ratios, *Ann. Botany*, 10, 123-133.
- Mangal, J.L. and Lal, S., 1990, Salt tolerance behaviour of khorif onion variety N, 53, *Hort. Abs.*, 53, 5129.
- Marschner, H., 1995, Mineral nutrition of higher plants, Academic Press, 657-680.
- Marschner, H., 1997, Mineral nutrition of higher Plants, 2. nd. Edition Academic Press, London, p. 889.
- McKimmie, T. and Dobrenz, A.K., 1991, Ionic concentrations and water relations of alfalfa seedlings differing in salt tolerance, *Agronomy Journal*, 83, 363-367.
- Meneguzzo, S., Sgherri, C.L.M., Navari-Izzo, F. and Navari-Izzo, R., 1998, Stomatal and tylakoid-bound ascorbate peroxidases in NaCl treated wheat, *Physiol. Plant.*, 104, 735-740.
- Meneguzzo, S. and Navari-Izzo, R., 2000, NaCl Effect on water relations and accumulation of mineral nutrient in shoots, roots and cell of wheat Seedlings, *J. Plant Physiol.*, 156, 711-716.
- Mer, R.K., Prajith, P.K., Pandya D.H. and Pandey, A.N. 2000, Effects of salts on germination of seeds and growth of young plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* ve *Brassica juncea*, *J. Agron, Crop, Sci.* 185, 209-217.

- Moftah, A.E. and Michel, B.E. 1987, The effect of NaCl on solute potential and proline accumulation in soybean leaves, *Plant Physiol*, 83, 238-240.
- Muhammed, S., Akbar, M. and Neue, H.U., 1987, Effect on  $\text{Na}^+/\text{Ca}^+$  and  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ratios in saline culture solution on the growth and mineral nutrition of rice (*Oryza sativa*), *Plant and Soil*, 104, 57-62.
- Munns, R. and Termaat, A., 1986, Whole-Plant responses to salinity, *Aust. J. Plant Physiol.*, 13, 143-160.
- Murashige, T. and Skoog, F., 1962, A Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture, *Plant Physiol.*, 15, 473-497.
- Mutlu, F., 2003, Tuz stresinde büyütülen ayçiçeği bitkilerinde zamana bağlı olarak serbest ve bağlı poliamin düzeylerinin değişimi ve bunun bazı fizyolojik parametrelerle ilişkisi., H. Ü. Fen Bil. Ens. Biyoloji Anabilim Dalı (Doktora Tezi), 144 s.
- 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.
- Nieves, M., Cerda, A. and Botella, M., 1991, Salt tolerance of 2 lemon scions measured by leaf chloride and sodium accumulation, *J. Plant Nutrition*, 14, 623-636.
- Noctor, G. and Foyer, C.H. 1998. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Bio.*, 49, 249-279.
- Nui, X., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M. and Pardo, J.M., 1995, Ion homeostasis in NaCl stress environments, *Plant Physiol*, 109, 479-486.
- Olmos, E. and Hellin, E., 1996, Mechanisms of salt tolerance in a cell Line of

**pisum sativum : Biochemical and Physiological Aspects, Plant Sci., 120, 37-45.**

**Okuda, T., Matsuda, Y., Yamanaka, A. and Sagisaka, S., 1991, Abrupt increase in the level of hydrogen peroxide in leaves of wheat is caused by cold treatment, J. Plant Physiol, 97, 1265-1267.**

**Özdemir, S., 1995, Tuzluluk stresinin bitkilere etkileri, Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 10(3), 69-82.**

**Paleg, L.G. and Aspinall, D., 1981, The physiology and biochemistry of drought resistance in plants, Academic Press, New York, p. 491.**

**Palfi, G. and Juhász, J., 1971, The theoretical basis and practical application of a new method of selection of determining water deficiency in Plants, Plant and Soil, 34, 503-507.**

**Pandey, R.M. and Ganapathy, P.S., 1985, The proline enigma: NaCl-tolerant and NaCl-sensitive callus lines of *Cicer arietinum* L. Plant Sci., 40, 13-17.**

**Perez-Aflocea, F., Estan, M.T., Caro, M., M.C. and Bolarin 1993, Responses of tomato cultivars of salinity, Plant Soil 150, 203-211.**

**Peraz-Aflocea, F., Estan, M.T., Caro, M. And Guerrier, G., 1996, Osmotic adjustment in *Lycopersicon esculentum* and *Lycopersicon Pennellii* under sodium chloride and polyethylene glycol 6000 iso-osmotic stress. Physiol. Plant. 87, 493-498.**

**Pessarakli, M., Tucker, T.C. and Nakabayashi, K., . 1991, Growth response of barley and wheat to salt stress, Journal of Plant Nutrition, 14 , 4, 331-340**

**Picha, D.H., 1986, Effect of harvest maturity on the final fruit composition of cherry and large-fruited tomato cultivars, J. Am. Soc. Hortic. Sci. 111, 723-727.**



- Poljakoff-Mayber, A. and Gale, J., 1975, Plant in salin environments, epringer-verlag, Berlin, 213 p.
- Poljakoff-Mayber, A., Symon, D.E., Jones, G.P., Naidu, B.P. and Paleg, N.G., 1987, Nitrogenous compatible solutes in native South Australian Plants, Aust. J. Plant physiol, 14, 341-350.
- 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.
- Quamme, H.A. and Stushnoff, C., 1983, Resistance to enviromental stress, 'In methods in fruit breeding' (J.N. Moore, J. Janick, eds.), Purdeu Univ. Press, West Lapayette, India, 242-266.
- 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., Netherlnds, 3, 315-324.
- Rains, D.W., 1972, Salt Transport by Plants in Relation to Salinity, Annu. Rev. Plant Physiol, 23, 361-367.
- Rains, D.W., Croughan, T.P. and Stavarek, S.J., 1980, Selection of salt-tolerant plant using tissue culture, in: Genetic engineering of osmoregulation, impact on plant productivity for food, chemicals and energy (D.W. Rains, R.C. Valentine, A. Hollaender, eds.) pp. 279-292, Plenum, New York and London.
- Rains, D.W. 1991, Salinity and alkalinity as issue in world agriculture. in: Choukrallah, R.(ed.) plant salinity research. New Challenges. pp. 19-31. (Institut agronomique et veterinaire hassan II, agadir).

- Rao, G.G. and Rao, G.R. 1981, Varietal differences in the toxicity of sodium ions in rice leaves. *Plant Physiol.* 68, 143-148.
- Rao, M.V. and Dubey, P.S., 1990, Biochemical aspects (Antioxidants) for development of tolerance in plants growing at different low levels of ambient air pollutants, *Environmental Pollution* 64, 55-66.
- Rengel, Z., 1992, The role of calcium in salt toxicity, *Plant and Soil*, 229-233.
- Richardson, S.G. and McCree, K.J., 1985, Carbon balance and water relations of *Sorghum* exposed to salt and water stress, *Plant Physiol.*, 79, 1015-1020.
- Rubanyi, G.M., and Vanhoutte, M., 1986a Oxygen-derived free radicals, endothelium and responsiveness of vascular smooth muscle. *Am. J. Physiol.*, 250, 815-821.
- Rubanyi, G.M., and Vanhoutte, M., 1986b Superoxide anion and hyperoxide inactivate endothelium-derived relaxing factor. *Am. J. Physiol.*, 250, 822-827.
- 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.
- Rush, M.A., Rios, S., Olmos, E., Santa-Cruz, A. and Bolarin, C.M., 2000, Long-term culture modifies the salt responses of callus lines of salt-tolerant and salt-sensitive tomato species *J. Plant Physiol.* 157, 413-420.
- Sahu, A.C. and Mishra, D. 1987, Changes in some enzyme activities during excised rice leaf senescence under NaCl-stress, *Biochemie and Physiol, der Pflanzen* 182, 501-505.
- Salama, S., Trivedi, S., Busheva, M., Arafa, A.A., Garab, G. and Erdei, L., 1994, Effects of NaCl salinity on growth, cation accumulation, chloroplast

- structure and function in wheat cultivars differing in salt tolerance, J. Plant Physiol., 144, 241-247.
- Salin, M.L., 1987, Toxic oxygen species and protective system of the chloroplast, Physiol Plant, 72, 681-689.
- Santa-Maria, G.E. and Epstein, E., 2001, Potassium/sodium selectivity in wheat and the amphiploid cross wheat *Lophopyrum elongatum*, Plant Sci., 160, 532-534.
- Schachtman, D.P. and Munns, R., 1992, Sodium accumulation in leaves of *Triticum* species that differ in salt tolerance, Aust. J. Plant Physiol., 19, 331-340.
- 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, Örtü altı sebzeciliği, E.Ü.Z. Fakültesi Basımevi, İzmir, 302 s.
- Shalaby, E.E., Epstein, E. and Qualset, C.O., 1993, Variation in salt tolerance among some wheat and *Triticale* genotypes, J. Agronomy and Crop Science. 171, 298-304.
- Shalata, A. and Tal, M., 1998, The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in the leaf of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii*, Physiol, Plant, 104, 169-174.
- Shannon, M.C., Gronwald, J. and Tal, M., 1987, Effects of salinity on growth and accumulation of organic and inorganic ions in cultivated and wild tomato species, J. Ann. Soc. Hortic, Sci., 112, 416-423.
- Shannon M.C. and Grieve C.M., 1999, Tolerance of vegetable crops to salinity, Scientia Horticulturae, 78, 5-38.

- Sharma, P.K., and Hall, D.O., 1992, Changes in carotenoid composition and photosynthesis in sorgum under highlight and salt stresses, J. Plant Physiol, 140, 661-666.
- Simic, M.G., 1988, Mechanisms of inhibition of free-radical processes in mutagenesis and carcinogenesis, Mut. Res., 202, 1377-1386.
- Singh, G. and Rai, V.K., 1981, Proline accumulation and drought resistance *Cicer arietinum* L. Biol, Plant, 23, 86-90.
- Sivritepe N, 1995, Asmalarda tuza dayanıklılık testleri ve tuza dayanımda etkili bazı faktörler üzerinde araştırmalar, Uludağ Üniversitesi Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Doktora Tezi) Bursa 176 s.
- Sivritepe, N. ve Eriş, A., 1996, Tuz stresi, U.Ü. Ziraat Fakültesi, Dergisi, 12, 209-222.
- Smith, M.K. and McComb, J.A., 1981, Effect of NaCl on the growth of whole plants and their corresponding callus cultures, Aust. J. Plant Physiol, 8, 267-275.
- Snapp, S.S. and Shennan, C., 1992, Effects of salinity of root and shoot dynamics of tomato, *Lycopersicum esculantum* Mill., New Phytol, 121, 71-79.
- Soliman, M.S. and Dos, M., 1992, Salinity and mineral nutrition effects of growth and accumulation of organic ions in two cultivated tomato varieties, J. of Plant Nutrition, 15(12), 2789-2799.
- Sönmez, B., 1990, Tuzlu ve sodyumlu topraklar, T. O. K. B. Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 62, 60 s.
- Spickett, C.M., Smirnov, N. and Ratcliffe, R.G., 1993, An in vivo nuclear magnetic resonance investigation of ion transport in maize (*Zea mays*) and *Spartina*

- anglica* roots during exposure to high salt concentrations, Plant Physiol, 102, 629-638.
- Spychalla, J.P. and Desborough, S.L., 1990, Superoxide dismutase, catalase, and alpha-tocopherol content of stored potato tubers, Plant Physiol, 94, 1214-1218.
- Sreenivasulu, N., Ramanjulu, S., Ramachandra-Kini, K., Prakash, H.S., Shekar-Shetty, H., Savithri, H.S., and Sudhakar, C., 1999, Total peroxidase activity and peroxidase isoforms as modified by salt stress in two cultivars of fox-tail millet with differential salt tolerance, Plant Sci., 141, 1-9.
- 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.
- Stewart, C.R., 1981, Proline accumulation: Biochemical aspects, pp, 243-259, In: L.G Paleg and D. Aspinall (eds.), The physiology and biochemistry of drought resistance in plants, Academic Press, New York, N.Y.
- Storey, R., Ahmed, N. and Wyn Jones, R.G., 1977, Taxonomic and ecological aspects of the distribution of glycinebetaine and related compounds in plants, Oecologia 27, 319-322.
- Streb, P. and Feirabend, J., 1996, Oxidative stress responses accompanying photoinactivation of catalase in NaCl-Treated rye leaves, Bot. Acta, 109, 125-132.
- Taban, S. and Katkat, A.V., 2000, Effect of salt stress on growth and mineral elements concentrations in shoots and roots of maize plants. Tarım Bilimleri dergisi 6(2), 119-122.

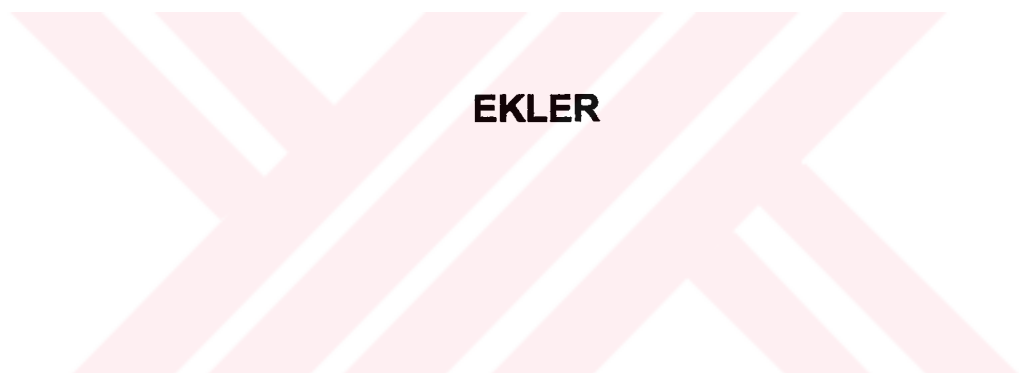


- Tal, M., H. Heikin and Dehan, K., 1978, Salt tolerance in the wild relatives of the cultivated tomato: responses of callus tissue of *L. esculentum*, *L. peruvianum* and *Solanum penelli* to high salinity. Z. Pflanzenphysiol., 86, 231-240.
- Tal, M., 1983, Selection for stress tolerance, In 'Handbook of Plant Cell Culture, Volume 1' (D.E. Evans, W.R. Sharp, P.V. Ammirato, Y. Yamada, eds.), Collier Macmillan Publishers, London, 461-487.
- Taleisnik, E., Tal, M. and Shannon, M.C., 1983, The response to NaCl of excised fully differentiated and differentiating tissues of the cultivated tomato *L. esculentum* and its wild relative *L. peruvianum* and *Solanum penellii*. Physiol. Plant.. 59, 659-663.
- Taleisnik, E., Peyrano, G. and Arias, C., 1997, Response of *Chloris gayana* cultivars to salinity, 1. Germination and early vegetative growth, Trop. Grassl, 31, 232-240.
- Tanaka, K., Otsubo, T. and Kondo, N., 1982, Participation of hydrogen peroxide in the inactivation of calvin cycle SH-enzymes in SO<sub>2</sub> fumigated spinach leaves, Plant Cell Physiol., 23, 1009-1018.
- Tıprıdamaz, R., 1989, Tuz ve su stresinin buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinin Türkiye'de yetiştirilen iki çeşidinde oransal su kapsamı ile organik (prolin, betain) ve inorganik madde (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>) değişimine etkisi, Hacettepe Üniv., Fen Bil. Enst., (Doktora Tezi), Ankara.
- Tıprıdamaz, R. ve Çakırlar, H., 1989, Tuz stresinin iki farklı buğday çeşidinde inorganik iyon miktarlarına etkisi, Hacettepe Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10, 7-20.
- Tıprıdamaz, R. ve Karakullukçu, Ş., 1993 Prolin ve glisinbetain'in tuzlu koşullarda kültüre alınmış domates embriyolarının gelişmesi ve bazı içsel madde değişimleri üzerinde bir araştırma, Doğa Türk Botanik Dergisi, 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, 21 s.
- Tıprıdamaz, R. ve Ellialtıoğlu, Ş., 1997 Soğuk uygulama ve aktif kömürün patlıcan ve biberde in vitro androgenesis üzerine etkileri, Tübitak TOGTAK 87 no'lu proje, Ankara.
- Turner, N.C. and Jones, M.M., 1980, Turgor maintenance by osmotic adjustment: A revival and evaluation, s 87-103, IN: N.C. Turner and P.J. Kramer (eds.), Adaptation of plants to water and high temperature stress, John Wiley and Sons, New York, N.Y.
- Venne, R.V., 1984, What is salinity?, Calif. Agric., 38(19), 3.
- Vermaas, W., 1995, Functional effects of structural changes in photosystem II as measured by chlorophyll fluorescence kinetics, Methods in Cell Biology, 50, 15-30.
- Villora, G., Pulgar, G., Moreno, D.A. and Romero, L., 1997, Salinity treatments and their effect on nutrient concentration in zucchini plants (*Cucurbitia pepo* L, var, *moschata*) Aust. J. Exp. Agric., 37, 605-608.
- Villora, G., Moreno, A., Pulgar, G. and Romero, L., 2000, Yield improvement in zucchini under salt stress: Determining Micronutrient Balance, Sci. Hort., 86, 175-183.
- Volkmar, K. M., Hu, Y. and Steppuhn, H., 1998, Physiological responses of Plants to Salinity, Canad, J. of Plant Sci., 78(1), 19-27.
- 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.

- Weimberg, R., 1987, Solute adjustments in leaves of two species of wheat at two different stages of growth in response to salinity, *Physiol. Plant.*, 70, 381-388.
- Whittington, J. and Smith, F.A., 1992, Calcium-salinity interactions affect ion transport in *Chara corallina*, *Plant Cell and Environ.*, 15, 727-733.
- Wise, R.R. and Naylor, A.W., 1987, Chilling-enhanced photooxidation: Evidence for the role of singlet oxygen and endogenous antioxidants, *Plant Physiol*, 83, 278-282.
- Wolf, O., Munns, R., Tonnet, M. and Jeschke, W.D., 1991, The role of the stem in the partitioning of Na<sup>+</sup> and 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 *Spartina townsendii* and three barley cultivars, *Aust. J. Plant Physiol*, 5, 839-850.
- Wyn Jones, R.G., 1981, Salt tolerance in C.B. Johanson (eds.), *Physiological processes limiting plant productivity*, butter worths, London, 271-292 pp.
- Wyn Jones, R.G., Gorham, J. and McDonnell, E., 1984, Organic and inorganic solute contents as selection criteria for salt tolerance in triticeae, in *salinity tolerance in plants: Strategies for crop improvement*, (eds), R.C. staples and G.H. Toeniessen, Willey, New York, 189-203.
- Yang, Y.W., Newton, R.J. and Miller, F.R., 1990, Salinity tolerance in *Sorghum*, I. whole plant response to sodium chloride in *S.bicolor* and *S. halepense*, *Crop Sci.*, 30, 775-781.
- Yaşar, F., 2003 Tuz stresi altındaki patlıcan genotiplerinde bazı antioksidant enzim aktivitelerinin *in vitro* ve *in vivo* olarak incelenmesi, Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bil. Enst. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Doktora Tezi) Van 140 s.

- Yamada, T., Osawa, T., Kawakishi, S., Udaka, S., and Ohta, T., 1993, Antimutagenic effects of N-methy-valyl-amiclenomycin (BA-2) isolated from the metabolites of streptomyces sp., Mut. Res., 286, 293-297.
- 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, p. 18.
- Yu, B., Gong, H. and Liu, Y., 1998, effects of calcium on lipid composition and function of plasma membrane and tonoplast tomato plants accumulate salt in folage but not in fruit, Nature Biotechnology, 9, 765-768.
- Zhang, J. and Kirkham, M.B., 1996, Lipid peroxidation in sorghum and sunflower seedlings as affected by ascorbic acid, benzoic acid, and propyl gallate, J. Plant Physiol, 149, 489-493.
- Zhang, H.X. and Blumward, E., 2001, Transgenic salt-tolerant tomato plants accumulate salt in folage but not in fruit, Nature Biotechnology, 9, 765-768.
- Ziska, L.H., Seemann, J.R. and DeJong, T.M., 1990, Salinity induced limitations on photosynthesis in *Prunus salicina*, a deciduous tree species, Plant Physiol., 93, 864-870.
- Zhu, J.K., Hasegawa, P.M. and Bressan, R.A., 1997, Molecular aspects of osmotic stress in plants, Plant Sci., 16, 253-277.





Çizelge 1. Ön seçim denemelerinde incelenen özellikler için varyans analiz sonuçları

| Bağımlı değişken                                          |                                        | Bağımsız değişken |          |          |             |               |           |                   |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------|----------|----------|-------------|---------------|-----------|-------------------|
|                                                           |                                        | Genotip           | Tuz      | Zaman    | Genotip*Tuz | Genotip*Zaman | Tuz*Zaman | Genotip*tuz*zaman |
| 1                                                         | Kök boyu                               | 3.6**             | 17**     | 135**    | 3.3**       | 6.6**         | 39.2**    | 3.2**             |
| 2                                                         | Gövde boyu                             | 15.4**            | 254.8**  | 219.9**  | 7.9**       | 8.8**         | 53.8**    | 5.3**             |
| 3                                                         | Kök taze ağırlık                       | 5.1**             | 48.3**   | 93.2**   | 2.4**       | 1.8           | 12.3**    | 0.6               |
| 4                                                         | Gövde taze ağı.                        | 5.2**             | 222.9**  | 134.1**  | 3.5**       | 1.9           | 57.3**    | 1.7               |
| 5                                                         | Yaprak taze ağı.                       | 5.0**             | 217.1**  | 126.7**  | 3.7**       | 1.9           | 53.0**    | 1.7               |
| 6                                                         | Kök kuru ağı.                          | 5.7**             | 27.2**   | 106.9**  | 3.6**       | 1.4           | 3.8       | 0.8               |
| 7                                                         | Gövde kuru ağı.                        | 9.2**             | 108.9**  | 167.0**  | 4.8**       | 4.6**         | 27.2**    | 2.6**             |
| 8                                                         | Yaprak kuru ağı.                       | 4.9**             | 108.7**  | 114.4**  | 3.5**       | 2.8**         | 26.3**    | 1.5               |
| 9                                                         | Kök Na <sup>+</sup>                    | 72.2**            | 1000.0** | 9602.9** | 6.9**       | 55.5**        | 4124.5**  | 23.8**            |
| 10                                                        | Gövde Na <sup>+</sup>                  | 73.2**            | 1000**   | 8400.3** | 6.9**       | 48.6**        | 3717.6**  | 22.1**            |
| 11                                                        | Yaprak Na <sup>+</sup>                 | 61.6**            | 1000**   | 1310.3** | 5.4**       | 10.7**        | 563.8**   | 5.6**             |
| 12                                                        | Kök K <sup>+</sup>                     | 89.1**            | 2000**   | 2228.5** | 8.4**       | 10.7**        | 866.5**   | 5.2**             |
| 13                                                        | Gövde K <sup>+</sup>                   | 90.1**            | 2000**   | 2241.2** | 8.9**       | 10.5**        | 851.4**   | 5.9**             |
| 14                                                        | Yaprak K <sup>+</sup>                  | 97.3**            | 2000**   | 1822.9** | 9.7**       | 9.0**         | 662.8**   | 4.9**             |
| 15                                                        | Kök Cl <sup>-</sup>                    | 99.8**            | 670.7**  | 167.7**  | 59.8**      | 4.5**         | 81.2**    | 4.5**             |
| 16                                                        | Gövde Cl <sup>-</sup>                  | 114.0**           | 778.6**  | 170.7**  | 67.9**      | 4.4**         | 87.7**    | 4.5**             |
| 17                                                        | Yaprak Cl <sup>-</sup>                 | 125.8**           | 840.1**  | 418.9**  | 73.3**      | 14.8**        | 183.9**   | 13.6**            |
| 18                                                        | Yaprak sayısı                          | 9.0**             | 334.9**  | 54.3**   | 4.6**       | 2.1**         | 52.6**    | 1.5               |
| 19                                                        | Yaprak alanı                           | 47.0**            | 169.6**  | 544.7**  | 5.5**       | 9.4**         | 192.5**   | 8.8**             |
| 20                                                        | Kök K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>    | 134.2**           | 0.1      | 0.1      | 0.01        | 1.3           | 8.8**     | 1                 |
| 21                                                        | Gövde K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>  | 137.0**           | 0        | 3.4      | 0           | 0.4           | 2.9       | 1.1               |
| 22                                                        | Yaprak K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | 122.8**           | 0.4      | 1.8      | 0.3         | 1             | 0         | 1.4               |
| 23                                                        | Kök/gövde Kuru                         | 4.4**             | 5.5**    | 2.8      | 3.6**       | 2.4**         | 1.4       | 2.4**             |
| 24                                                        | MDA                                    | 40.0**            | 4604**   | 8023.8** | 20**        | 36.3**        | 562.3**   | 13.4**            |
| 25                                                        | Klorofil                               | 3970**            | 31287**  | 130000** | 61**        | 240.7**       | 8797.4**  | 43.5**            |
| Sayılar % 5 önem seviyesinde F değerlerini göstermektedir |                                        |                   |          |          |             |               |           | **P<0.005         |

**Çizelge 2.** İkinci su kültürü denemelerinde incelenen özellikler için varyans analiz sonuçları

|           | Bağımlı değişken       | Bağımsız Değişken                                         |          |           |
|-----------|------------------------|-----------------------------------------------------------|----------|-----------|
|           | Parametreler           | çeşit                                                     | tuz      | çeşit*tuz |
| 1         | Kök boyu               | 9.38**                                                    | 0.62     | 1.62      |
| 2         | Gövde boyu             | 13.17**                                                   | 62.44**  | 3.73      |
| 3         | Kök taze ağırlık       | 2.73**                                                    | 0.00     | 5.11**    |
| 4         | Gövde taze ağı.        | 8.77**                                                    | 31.13**  | 12.28**   |
| 5         | Yaprak taze ağı.       | 7.97**                                                    | 17.66*   | 8.67**    |
| 6         | Kök kuru ağı.          | 2.19**                                                    | 2.55**   | 5.37**    |
| 7         | Gövde kuru ağı.        | 11.08**                                                   | 0.01     | 10.79**   |
| 8         | Yaprak kuru ağı.       | 5.81**                                                    | 3.80**   | 6.87**    |
| 9         | Kök Na <sup>+</sup>    | 3.36**                                                    | 139.17** | 5.21**    |
| 10        | Gövde Na <sup>+</sup>  | 3.67**                                                    | 160.04** | 0.33      |
| 11        | Yaprak Na <sup>+</sup> | 4.41**                                                    | 175.72** | 0.65      |
| 12        | Kök K <sup>+</sup>     | 216.22**                                                  | 352.08** | 22.24**   |
| 13        | Gövde K <sup>+</sup>   | 224.32**                                                  | 354.38** | 29.80**   |
| 14        | Yaprak K <sup>+</sup>  | 113.06**                                                  | 664.17** | 5.55**    |
| 15        | Kök Cl-                | 5.87**                                                    | 148.97** | 1.73**    |
| 16        | Gövde Cl-              | 13.27**                                                   | 178.00** | 0.92**    |
| 17        | Yaprak Cl-             | 6.96**                                                    | 220.25** | 1.29**    |
| 18        | Yaprak sayısı          | 6.82**                                                    | 51.57**  | 2.82**    |
| 19        | Yaprak alanı           | 137.72**                                                  | 29.60**  | 15.38     |
| 20        | MDA                    | 39.52**                                                   | 154.67** | 52.03**   |
| 21        | Klorofil               | 28.81**                                                   | 38.85**  | 37.92**   |
| 22        | Katalaz                | 289.13**                                                  | 146.39** | 285.37**  |
| 23        | Peroksidaz             | 176.28**                                                  | 176.09** | 58.28**   |
| 24        | Gulutatyon             | 88.74**                                                   | 82.60**  | 38.43**   |
| 25        | SOD                    | 24.25                                                     | 57.60**  | 6.08      |
| **P<0.005 |                        | Sayılar % 5 önem seviyesinde F değerlerini göstermektedir |          |           |

**Çizelge 3.** Doku kültürü kallus denemelerinde incelenen özellikler için varyans analiz sonuçları

|           | Bağımlı değişken       | Bağımsız değişken                                 |          |           |
|-----------|------------------------|---------------------------------------------------|----------|-----------|
|           | Parametreler           | çeşit                                             | tuz      | Çeşit*tuz |
| 1         | Kallus taze            | 20.54**                                           | 196.85** | 35.42**   |
| 2         | Kallus kuru            | 2.13**                                            | 30.38**  | 2.04**    |
| 3         | Kallus Na <sup>+</sup> | 6.02**                                            | 4.93**   | 1.92**    |
| 4         | Kallus K <sup>+</sup>  | 6.02**                                            | 25.45**  | 0.06**    |
| 5         | Kallus Cl <sup>-</sup> | 8.44**                                            | 21.36**  | 0.20**    |
| 6         | Katalaz                | 250.38**                                          | 500.59** | 259.04**  |
| 7         | Peroksidaz             | 176.28**                                          | 77.93**  | 58.28**   |
| 8         | Gulutatyon             | 88.74**                                           | 47.19**  | 38.43**   |
| 9         | SOD                    | 24.25**                                           | 59.26**  | 6.08      |
| **P<0.005 |                        | % 5 önem seviyesinde F değerlerini göstermektedir |          |           |

**Çizelge 1.** 150 mM NaCl uygulamasının 14 ve 28. gününde farklı domates genotiplerinde kök ve gövde boyunun kontrole göre değişim oranları (%). esas alınarak yapılan sıralama

| kök     |           |         |           | gövde   |           |         |           |
|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 14. gün |           | 28. gün |           | 14. gün |           | 28. gün |           |
| Genotip | % değişim | genotip | % değişim | genotip | % değişim | genotip | % değişim |
| 19      | -19.6     | 14      | -49.4     | 15      | -69.4     | 14      | -70.2     |
| 8       | -18.9     | 13      | -36.9     | 25      | -60.5     | 16      | -62.4     |
| 3       | -17.1     | 24      | -36.2     | 1       | -56.3     | 24      | -55.7     |
| 24      | -16.4     | 17      | -31.8     | 11      | -50       | 22      | -53.8     |
| 17      | -15.2     | 19      | -30.7     | 13      | -50       | 7       | -53.1     |
| 2       | -13.5     | 2       | -26.1     | 24      | -46.8     | 10      | -53.1     |
| 1       | -8.3      | 15      | -24.7     | 22      | -44.9     | 13      | -50.6     |
| 13      | -6.7      | 10      | -21.9     | 3       | -31.4     | 3       | -43.3     |
| 14      | -5.8      | 3       | -20.1     | 5       | -29       | 19      | -43.2     |
| 7       | -4.2      | 11      | -18.2     | 8       | -27.1     | 5       | -40.4     |
| 10      | -3.9      | 16      | -13.5     | 2       | -12.3     | 11      | -39.2     |
| 25      | -3.7      | 8       | -11.9     | 19      | -7.4      | 20      | -39.2     |
| 20      | -3.3      | 22      | -10.4     | 17      | -2.4      | 2       | -37.5     |
| 22      | -2.3      | 1       | -9.9      | 14      | 3.7       | 25      | -36.1     |
| 16      | -1.9      | 6       | -7.7      | 20      | 23.1      | 1       | -32.1     |
| 5       | -0.6      | 5       | -7.5      | 10      | 23.2      | 6       | -25.8     |
| 15      | 0.4       | 25      | -5.7      | 6       | 25.8      | 15      | -24.6     |
| 6       | 1.5       | 20      | -3.9      | 16      | 48.8      | 8       | -16.7     |
| 11      | 1.7       | 7       | -3.5      | 7       | 58.3      | 17      | -15.7     |

(kırmızı renk dayanıklı. yeşil renk duyarlı genotipleri ifade etmektedir)

**Çizelge 2.** 150 mM NaCl uygulamasının 14 ve 28. gününde farklı domates genotiplerinde kök, gövde ve yaprak taze ağırlıklarının kontrole göre değişim oranı (%) esas alınarak yapılan sıralama

| 14. Gün |              |         |              |         |              | 28. Gün |              |         |              |         |              |
|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|
| Kök     |              | gövde   |              | yaprak  |              | kök     |              | gövde   |              | yaprak  |              |
| genotip | %<br>değişim | genotip | %<br>değişim | genotip | %<br>değişim | genotip | %<br>değişim | genotip | %<br>değişim | genotip | %<br>değişim |
| 10      | 95.4         | 16      | 88.9         | 16      | 93.8         | 6       | 52.9         | 17      | -29.4        | 17      | -31.2        |
| 16      | 79.2         | 7       | 87.0         | 7       | 81.9         | 2       | 45.1         | 2       | -36.3        | 6       | -39.7        |
| 2       | 73.0         | 10      | 59.5         | 10      | 51.9         | 10      | -15.9        | 6       | -37.1        | 2       | -40.1        |
| 6       | 50.4         | 14      | 39.2         | 14      | 33.7         | 19      | -21.5        | 15      | -49.8        | 10      | -41.1        |
| 14      | 4.2          | 6       | 15.9         | 6       | 13.6         | 13      | -31.6        | 25      | -56.9        | 15      | -51.7        |
| 7       | 0.8          | 2       | 7.6          | 2       | 5.7          | 14      | -31.9        | 8       | -57.4        | 25      | -56.8        |
| 1       | -27.3        | 17      | -23.7        | 17      | -25.5        | 24      | -33.2        | 11      | -63.1        | 8       | -58.2        |
| 5       | -40.8        | 20      | -36.0        | 20      | -37.2        | 15      | -33.4        | 13      | -63.3        | 11      | -63.8        |
| 3       | -41.0        | 3       | -45.3        | 3       | -45.4        | 3       | -37.6        | 1       | -65.0        | 13      | -64.4        |
| 24      | -48.6        | 8       | -52.8        | 8       | -53.0        | 16      | -40.5        | 22      | -70.8        | 22      | -70.1        |
| 25      | -52.8        | 5       | -61.2        | 5       | -62.1        | 22      | -41.3        | 3       | -71.4        | 1       | -71.6        |
| 13      | -53.6        | 19      | -64.8        | 19      | -65.3        | 11      | -45.3        | 19      | -73.5        | 3       | -71.6        |
| 22      | -57.9        | 24      | -73.0        | 24      | -74.0        | 17      | -53.0        | 16      | -74.7        | 19      | -74.8        |
| 8       | -60.1        | 11      | -75.8        | 11      | -76.3        | 25      | -65.1        | 24      | -74.8        | 5       | -75.2        |
| 11      | -60.3        | 25      | -79.9        | 1       | -80.4        | 8       | -65.9        | 5       | -74.9        | 16      | -76.9        |
| 20      | -65.9        | 1       | -80.4        | 25      | -80.5        | 7       | -67.0        | 20      | -79.3        | 24      | -77.4        |
| 15      | -71.1        | 13      | -81.9        | 13      | -83.2        | 20      | -67.5        | 7       | -80.9        | 20      | -79.9        |
| 17      | -82.0        | 15      | -87.7        | 15      | -88.0        | 1       | -77.2        | 10      | -80.9        | 7       | -81.7        |
| 19      | -84.5        | 22      | -89.8        | 22      | -89.9        | 5       | -82.9        | 14      | -84.2        | 14      | -85.0        |

(kırmızı renk dayanıklı, yeşil renk duyarlı genotipleri ifade etmektedir)



**Çizelge 3.** 150 mM NaCl uygulamasının 14 ve 28. gününde farklı domates genotiplerinde kök, gövde ve yaprak kuru ağırlığı bakımından kontrole göre % değişim oranı esas alınarak yapılan sıralama

| 14. gün |              |             |              |             |              | 28. gün     |              |             |              |             |              |
|---------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| kök     |              | gövde       |              | yaprak      |              | kök         |              | gövde       |              | yaprak      |              |
| genotip | %<br>değişim | genoti<br>p | %<br>değişim | genoti<br>p | %<br>değişim | genoti<br>p | %<br>değişim | genoti<br>p | %<br>değişim | genoti<br>p | %<br>değişim |
| 10      | 99.0         | 14          | 83.5         | 7           | 94.2         | 6           | 69.9         | 2           | 31.5         | 6           | -2.9         |
| 6       | 97.8         | 10          | 68.2         | 14          | 81.1         | 10          | 43.3         | 16          | 25.6         | 1           | -18.6        |
| 16      | 89.8         | 16          | 56.8         | 10          | 80.0         | 13          | 37.6         | 1           | 9.2          | 13          | -30.4        |
| 2       | 50.9         | 7           | 54.3         | 16          | 74.4         | 2           | 29.8         | 17          | -11.9        | 10          | -32.5        |
| 14      | 7.8          | 6           | 43.5         | 2           | 39.8         | 14          | 24.5         | 6           | -14.9        | 16          | -48.2        |
| 7       | 2.8          | 2           | 41.1         | 6           | 4.5          | 15          | 7.9          | 15          | -34.0        | 3           | -48.4        |
| 1       | -19.7        | 17          | -1.7         | 8           | -26.8        | 16          | -0.3         | 24          | -42.2        | 15          | -56.1        |
| 24      | -27.4        | 20          | -19.5        | 17          | -34.1        | 19          | -9.9         | 8           | -45.9        | 25          | -56.5        |
| 5       | -29.9        | 3           | -44.7        | 3           | -43.3        | 3           | -30.8        | 13          | -50.0        | 19          | -56.6        |
| 3       | -37.7        | 8           | -49.4        | 20          | -44.6        | 11          | -32.8        | 19          | -55.1        | 8           | -59.1        |
| 13      | -39.7        | 5           | -50.0        | 19          | -46.1        | 24          | -46.3        | 25          | -58.5        | 11          | -62.7        |
| 11      | -41.1        | 19          | -58.0        | 11          | -63.9        | 22          | -47.6        | 11          | -58.7        | 7           | -63.4        |
| 8       | -44.2        | 24          | -58.9        | 5           | -65.1        | 1           | -50.8        | 3           | -68.0        | 24          | -63.5        |
| 25      | -52.4        | 11          | -67.7        | 24          | -68.0        | 8           | -51.7        | 14          | -68.2        | 5           | -65.0        |
| 15      | -58.4        | 13          | -68.2        | 13          | -70.1        | 17          | -53.8        | 5           | -69.5        | 17          | -65.6        |
| 20      | -59.1        | 25          | -72.9        | 1           | -71.4        | 25          | -54.1        | 7           | -70.5        | 20          | -68.7        |
| 22      | -66.3        | 1           | -80.8        | 25          | -73.1        | 20          | -60.1        | 10          | -70.5        | 14          | -69.2        |
| 17      | -69.9        | 15          | -84.8        | 22          | -81.0        | 7           | -64.5        | 20          | -72.0        | 22          | -69.8        |
| 19      | -78.2        | 22          | -88.3        | 15          | -87.3        | 5           | -68.2        | 22          | -78.2        | 2           | -82.2        |

(kırmızı renk dayanıklı, yeşil renk duyarlı genotipleri ifade etmektedir)



**Çizelge 4.** 150 mM NaCl uygulamasının 14 ve 28. gününde farklı domates genotiplerinde kök/gövde kuru ağırlık bakımından kontrole göre % değişim oranı esas alınarak yapılan sıralama

| 14. gün |           | 28. gün |           |
|---------|-----------|---------|-----------|
| genotip | % değişim | genotip | % değişim |
| 13      | 72.7      | 14      | 99.1      |
| 16      | 66.3      | 13      | 92.2      |
| 2       | 65.0      | 2       | 85.7      |
| 6       | 61.9      | 22      | 69.7      |
| 10      | 61.2      | 16      | 69.5      |
| 15      | 60.1      | 15      | 63.3      |
| 20      | 53.2      | 11      | 56.1      |
| 25      | 46.9      | 20      | 51.5      |
| 11      | 42.0      | 3       | 51.4      |
| 5       | 38.2      | 6       | 40.2      |
| 3       | 30.8      | 10      | 37.3      |
| 22      | 26.8      | 7       | 12.2      |
| 8       | 12.0      | 25      | 8.3       |
| 1       | 11.8      | 5       | 3.0       |
| 19      | -46.1     | 8       | -12.4     |
| 24      | -47.5     | 17      | -27.4     |
| 14      | -49.1     | 24      | -43.6     |
| 7       | -57.8     | 19      | -45.0     |
| 17      | -70.9     | 1       | -50.3     |

(kırmızı renk dayanıklı. yeşil renk duyarlı genotipleri ifade etmektedir

**Çizelge 5.** 150 mM NaCl uygulamasının 14 ve 28. gününde farklı domates genotiplerinde yaprak sayısı, yaprak alanı, kontrole göre değişim oranları (%) esas alınarak yapılan sıralama

| 14. gün       |           |              |           | 28. gün       |           |              |           |
|---------------|-----------|--------------|-----------|---------------|-----------|--------------|-----------|
| yaprak sayısı |           | yaprak alanı |           | yaprak sayısı |           | yaprak alanı |           |
| genotip       | % değişim | genotip      | % değişim | genotip       | % değişim | genotip      | % değişim |
| 2             | -5.3      | 11           | 38.1      | 6             | -9.1      | 16           | 33.0      |
| 10            | -5.9      | 17           | 34.9      | 22            | -9.1      | 20           | 31.1      |
| 22            | -6.6      | 16           | 33.5      | 16            | -11.2     | 15           | 28.0      |
| 20            | -11.8     | 10           | 30.6      | 20            | -11.5     | 22           | 24.1      |
| 16            | -13.3     | 14           | 30.5      | 2             | -29.2     | 11           | 1.4       |
| 11            | -21.1     | 20           | 29.7      | 25            | -39.5     | 8            | -14.8     |
| 6             | -25.0     | 13           | 24.9      | 15            | -47.8     | 3            | -21.8     |
| 19            | -25.0     | 22           | 23.9      | 13            | -50.0     | 1            | -23.4     |
| 1             | -28.6     | 1            | 22.5      | 19            | -55.2     | 5            | -29.7     |
| 14            | -38.9     | 25           | 17.4      | 7             | -60.7     | 2            | -31.9     |
| 5             | -40.0     | 6            | 15.2      | 8             | -61.0     | 7            | -40.3     |
| 15            | -40.0     | 5            | -4.8      | 5             | -61.1     | 17           | -41.2     |
| 8             | -48.6     | 15           | -8.6      | 17            | -63.3     | 25           | -41.9     |
| 7             | -50.0     | 3            | -13.9     | 10            | -63.9     | 6            | -43.1     |
| 24            | -52.2     | 7            | -14.2     | 11            | -70.4     | 24           | -45.2     |
| 3             | -57.6     | 2            | -16.2     | 3             | -72.3     | 19           | -51.4     |
| 17            | -58.6     | 8            | -18.1     | 24            | -73.3     | 14           | -52.1     |
| 25            | -61.8     | 19           | -40.8     | 1             | -75.0     | 13           | -53.2     |
| 13            | -65.4     | 24           | -41.6     | 14            | -75.0     | 10           | -69.5     |

(kırmızı renk dayanıklı, yeşil renk duyarlı genotipleri ifade etmektedir)

**Çizelge 6.** 150 mM NaCl uygulamasının 14 ve 28. gününde farklı domates genotiplerinde MDA ve klorofil miktarlarının kontrole göre değişim oranları (%) esas alınarak yapılan sıralama

| 14. gün |           |          |           | 28. gün |           |          |           |
|---------|-----------|----------|-----------|---------|-----------|----------|-----------|
| MDA     |           | klorofil |           | MDA     |           | klorofil |           |
| genotip | % değişim | genotip  | % değişim | genotip | % değişim | genotip  | % değişim |
| 19      | 84.2      | 16       | -7.3      | 19      | 88.6      | 22       | -5.7      |
| 3       | 62.5      | 20       | -9.2      | 5       | 83.3      | 16       | -6.1      |
| 25      | 60.0      | 22       | -10.3     | 7       | 80.0      | 20       | -8.6      |
| 1       | 56.3      | 25       | -28.9     | 17      | 80.0      | 2        | -31.6     |
| 13      | 56.3      | 3        | -32.8     | 1       | 79.2      | 14       | -38.2     |
| 15      | 52.9      | 11       | -33.6     | 14      | 79.2      | 11       | -39.2     |
| 24      | 52.9      | 2        | -36.4     | 11      | 76.0      | 7        | -39.7     |
| 11      | 50.0      | 13       | -39.6     | 25      | 76.0      | 10       | -39.9     |
| 5       | 47.1      | 1        | -39.7     | 2       | 72.0      | 1        | -39.9     |
| 8       | 47.1      | 5        | -39.8     | 3       | 72.0      | 8        | -39.9     |
| 6       | 47.1      | 15       | -39.8     | 10      | 72.0      | 6        | -39.9     |
| 14      | 47.1      | 8        | -40.2     | 24      | 71.4      | 3        | -40.0     |
| 2       | 46.7      | 6        | -40.3     | 8       | 68.0      | 13       | -40.1     |
| 17      | 38.9      | 10       | -40.4     | 6       | 68.0      | 17       | -40.3     |
| 7       | 33.3      | 7        | -40.5     | 15      | 65.4      | 15       | -40.7     |
| 10      | 33.3      | 17       | -41.0     | 13      | 63.0      | 25       | -44.5     |
| 22      | 12.5      | 19       | -47.0     | 20      | 9.4       | 19       | -44.9     |
| 16      | 4.8       | 14       | -48.7     | 16      | 7.7       | 5        | -47.2     |
| 20      | 4.5       | 24       | -50.0     | 22      | 3.1       | 24       | -48.8     |

(kırmızı renk dayanıklı, yeşil renk duyarlı genotipleri ifade etmektedir)

**Çizelge 7.** 150 mM NaCl uygulamasının 14 ve 28. gününde farklı domates genotiplerinde kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $\text{Na}^+$  miktarının kontrole göre değişim oranı (%) esas alınarak yapılan sıralama

| 14. gün |              |         |              |         |              | 28. gün |              |         |              |         |              |
|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|
| kök     |              | gövde   |              | yaprak  |              | kök     |              | gövde   |              | yaprak  |              |
| genotip | %<br>değişim | genotip | %<br>değişim | genotip | %<br>değişim | genotip | %<br>değişim | genotip | %<br>değişim | genotip | %<br>değişim |
| 3       | 61.4         | 3       | 61.4         | 3       | 61.4         | 6       | 121.8        | 3       | 115.3        | 7       | 119.8        |
| 5       | 60.4         | 5       | 60.3         | 5       | 60.3         | 3       | 115.2        | 5       | 113.9        | 1       | 117.1        |
| 1       | 59.0         | 6       | 60.1         | 25      | 60.1         | 2       | 114.4        | 10      | 113.8        | 3       | 115.2        |
| 14      | 58.1         | 8       | 60.1         | 17      | 60.1         | 11      | 114.3        | 25      | 113.6        | 2       | 114.3        |
| 17      | 57.0         | 7       | 60.0         | 8       | 59.0         | 14      | 113.4        | 14      | 113.4        | 5       | 113.8        |
| 13      | 60.1         | 14      | 60.0         | 7       | 62.0         | 17      | 113.4        | 17      | 113.4        | 25      | 113.7        |
| 6       | 59.0         | 11      | 59.9         | 11      | 62.0         | 8       | 113.3        | 2       | 113.4        | 14      | 113.4        |
| 10      | 59.0         | 1       | 59.9         | 14      | 60.0         | 5       | 105.4        | 11      | 113.3        | 11      | 113.4        |
| 25      | 60.0         | 13      | 59.9         | 10      | 59.7         | 15      | 105.2        | 6       | 113.3        | 8       | 113.3        |
| 15      | 60.0         | 10      | 59.9         | 1       | 59.9         | 25      | 105.0        | 13      | 113.3        | 17      | 112.7        |
| 11      | 59.0         | 17      | 58.5         | 6       | 59.8         | 7       | 104.7        | 8       | 113.3        | 15      | 112.2        |
| 24      | 60.0         | 25      | 58.0         | 13      | 59.8         | 10      | 102.6        | 15      | 113.2        | 6       | 106.1        |
| 8       | 60.0         | 15      | 54.8         | 15      | 54.7         | 13      | 101.2        | 7       | 110.4        | 10      | 102.0        |
| 7       | 60.0         | 19      | 49.9         | 2       | 47.8         | 1       | 94.9         | 1       | 103.1        | 13      | 99.5         |
| 19      | 50.5         | 24      | 46.5         | 24      | 45.9         | 24      | 68.4         | 24      | 65.5         | 19      | 50.5         |
| 2       | 38.0         | 2       | 36.6         | 19      | 43.1         | 19      | 57.7         | 19      | 62.6         | 24      | 49.6         |
| 22      | 33.5         | 16      | 31.0         | 16      | 29.2         | 22      | 25.2         | 16      | 29.0         | 16      | 25.0         |
| 20      | 32.6         | 20      | 29.6         | 20      | 27.7         | 20      | 23.1         | 20      | 27.0         | 20      | 21.1         |
| 16      | 32.0         | 22      | 26.2         | 22      | 25.5         | 16      | 20.1         | 22      | 26.7         | 22      | 19.5         |

(kırmızı renk dayanıklı, yeşil renk duyarlı genotipleri ifade etmektedir)



**Çizelge 8.** 150 mM NaCl uygulamasının 14 ve 28. gününde farklı domates genotiplerinde kök, gövde ve yaprak dokularındaki  $K^+$  miktarının kontrole göre değişim oranı (%) esas alınarak yapılan sıralama

| 14. gün |           |         |           |         |           | 28. gün |           |         |           |         |           |
|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| kök     |           | gövde   |           | yaprak  |           | Kök     |           | gövde   |           | yaprak  |           |
| genotip | % değişim | genotip | % değişim | genotip | % değişim | genotip | % değişim | genotip | % değişim | genotip | % değişim |
| 8       | 56.5      | 16      | 45.3      | 1       | 46.6      | 22      | 42.9      | 15      | 80.2      | 15      | 78.9      |
| 3       | 57.3      | 3       | 54.8      | 3       | 52.5      | 16      | 76.5      | 6       | 84.1      | 6       | 87.7      |
| 14      | 57.7      | 8       | 54.8      | 8       | 53.9      | 15      | 81.3      | 5       | 104.5     | 19      | 100.1     |
| 20      | 58.4      | 25      | 55.4      | 24      | 54.0      | 6       | 82.1      | 24      | 104.7     | 10      | 105.2     |
| 5       | 58.7      | 24      | 56.6      | 22      | 55.1      | 8       | 99.8      | 13      | 105.5     | 13      | 105.4     |
| 25      | 58.7      | 22      | 56.9      | 6       | 55.5      | 3       | 102.4     | 19      | 106.9     | 5       | 105.9     |
| 13      | 58.8      | 6       | 56.9      | 10      | 56.5      | 10      | 105.0     | 10      | 108.1     | 2       | 106.2     |
| 22      | 59.1      | 5       | 57.7      | 25      | 57.7      | 17      | 106.6     | 25      | 108.8     | 14      | 106.6     |
| 15      | 59.2      | 19      | 58.4      | 14      | 59.4      | 1       | 108.0     | 8       | 109.1     | 17      | 107.8     |
| 16      | 59.6      | 1       | 58.6      | 19      | 59.7      | 5       | 108.3     | 3       | 110.1     | 11      | 109.0     |
| 1       | 60.3      | 13      | 58.6      | 20      | 59.8      | 24      | 109.0     | 14      | 110.5     | 24      | 109.0     |
| 7       | 60.7      | 10      | 58.7      | 5       | 60.4      | 25      | 109.3     | 2       | 110.8     | 25      | 109.4     |
| 10      | 60.8      | 14      | 60.4      | 13      | 60.6      | 19      | 110.0     | 17      | 111.6     | 16      | 109.9     |
| 2       | 60.9      | 7       | 60.4      | 15      | 62.3      | 13      | 110.6     | 7       | 111.8     | 22      | 113.4     |
| 11      | 61.2      | 20      | 60.9      | 7       | 65.3      | 20      | 113.6     | 16      | 112.9     | 7       | 114.1     |
| 24      | 61.9      | 15      | 60.9      | 16      | 65.4      | 7       | 113.7     | 1       | 114.5     | 20      | 115.5     |
| 19      | 62.1      | 11      | 62.1      | 2       | 66.2      | 14      | 114.0     | 22      | 114.5     | 1       | 116.9     |
| 17      | 62.5      | 17      | 67.3      | 11      | 68.6      | 2       | 114.5     | 20      | 116.1     | 3       | 119.1     |
| 6       | 63.5      | 2       | 69.0      | 17      | 87.5      | 11      | 117.1     | 11      | 124.2     | 8       | 120.0     |

(kırmızı renk dayanıklı, yeşil renk duyarlı genotipleri ifade etmektedir)



**Çizelge 9.** 150 mM NaCl uygulamasının 14 ve 28. gününde farklı domates genotiplerinde kök, gövde ve yaprak dokularındaki Cl<sup>-</sup> miktarlarının kontrole göre değişim oranı (%) esas alınarak yapılan sıralama

| 14. gün |       |       |       |        |      | 28. gün |       |        |       |         |       |
|---------|-------|-------|-------|--------|------|---------|-------|--------|-------|---------|-------|
| kök     |       | gövde |       | yaprak |      | kök     |       | gövde  |       | yaprak  |       |
| genoti  | %     | genot | %     | genoti | %    | genoti  | %     | genoti | %     | genoti  | %     |
| p       | şim   | ip    | şin   | p      | şim  | genotip | şin   | p      | şim   | genotip | şim   |
| 11      | 169.2 | 19    | 104.0 | 5      | 94.2 | 11      | 254.8 | 11     | 263.6 | 5       | 244.2 |
| 5       | 130.7 | 11    | 92.8  | 15     | 78.7 | 5       | 226.6 | 5      | 238.5 | 11      | 235.8 |
| 8       | 64.3  | 15    | 79.3  | 25     | 71.5 | 3       | 141.3 | 24     | 200.4 | 7       | 147.0 |
| 3       | 62.0  | 8     | 63.4  | 24     | 65.5 | 7       | 136.6 | 19     | 191.0 | 13      | 146.8 |
| 15      | 61.7  | 10    | 62.8  | 20     | 64.4 | 15      | 120.3 | 7      | 143.8 | 3       | 141.7 |
| 24      | 61.1  | 17    | 62.5  | 8      | 63.9 | 19      | 116.6 | 3      | 140.8 | 6       | 125.1 |
| 10      | 60.4  | 24    | 61.6  | 7      | 63.1 | 13      | 114.8 | 6      | 124.9 | 15      | 122.1 |
| 19      | 60.3  | 3     | 61.3  | 10     | 63.1 | 6       | 114.5 | 15     | 120.5 | 1       | 118.9 |
| 13      | 60.3  | 13    | 60.5  | 19     | 61.9 | 17      | 114.1 | 1      | 117.7 | 14      | 118.8 |
| 1       | 60.0  | 1     | 60.5  | 3      | 61.3 | 24      | 114.0 | 14     | 117.3 | 19      | 118.6 |
| 17      | 60.0  | 5     | 60.1  | 11     | 59.4 | 14      | 113.2 | 17     | 117.3 | 17      | 116.9 |
| 6       | 60.0  | 7     | 60.0  | 6      | 58.8 | 25      | 112.4 | 25     | 111.6 | 24      | 114.6 |
| 14      | 59.8  | 25    | 60.0  | 17     | 58.5 | 10      | 111.9 | 10     | 108.6 | 25      | 107.1 |
| 25      | 59.7  | 6     | 57.9  | 13     | 58.5 | 1       | 108.3 | 2      | 81.6  | 8       | 106.7 |
| 22      | 58.4  | 20    | 57.7  | 1      | 58.4 | 2       | 80.9  | 13     | 74.8  | 10      | 106.4 |
| 7       | 58.4  | 14    | 48.3  | 14     | 50.9 | 16      | 45.5  | 22     | 44.4  | 2       | 89.3  |
| 16      | 58.3  | 22    | 39.4  | 2      | 34.9 | 8       | 41.6  | 16     | 40.6  | 22      | 47.2  |
| 20      | 58.3  | 2     | 36.9  | 22     | 32.8 | 20      | 41.1  | 20     | 39.5  | 16      | 42.3  |
| 2       | 36.0  | 16    | 20.5  | 16     | 16.3 | 22      | 39.1  | 8      | 39.2  | 20      | 28.6  |

(kırmızı renk dayanıklı, yeşil renk duyarlı genotipleri ifade etmektedir)

**Çizelge 10.** 150 mM NaCl uygulamasının 14 ve 28. gününde farklı domates genotiplerinde kök dokusunda  $K^+/Na^+$  oranının kontrole göre değişim oranları (%) esas alınarak yapılan sıralama

| Kök     |           |         |           | Gövde   |           |         |           |
|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 14. gün |           | 28. gün |           | 14. gün |           | 28. gün |           |
| genotip | % değişim | genotip | % değişim | genotip | % değişim | genotip | % değişim |
| 19      | 1.6       | 17      | 5.2       | 3       | 3.7       | 22      | 2.6       |
| 17      | 1.6       | 15      | 3.2       | 8       | 3.3       | 20      | 0.7       |
| 6       | 1.5       | 24      | 3.1       | 11      | 0.8       | 16      | 0.4       |
| 20      | 1.3       | 19      | 2.2       | 14      | 0.2       | 11      | 0.0       |
| 11      | 0.8       | 11      | 1.7       | 1       | 0.2       | 1       | -0.7      |
| 16      | 0.7       | 20      | 1.1       | 7       | 0.0       | 2       | -0.8      |
| 24      | 0.6       | 7       | 1.0       | 17      | -0.3      | 17      | -0.9      |
| 7       | 0.5       | 16      | 0.6       | 20      | -0.6      | 14      | -1.4      |
| 2       | 0.0       | 13      | 0.2       | 16      | -1.1      | 25      | -2.2      |
| 1       | 0.0       | 2       | 0.0       | 13      | -1.4      | 13      | -2.5      |
| 10      | -0.4      | 1       | 0.0       | 19      | -1.6      | 10      | -2.5      |
| 14      | -0.4      | 14      | -0.4      | 24      | -1.8      | 8       | -2.7      |
| 8       | -0.6      | 5       | -0.7      | 22      | -2.1      | 5       | -2.9      |
| 22      | -0.6      | 25      | -0.7      | 25      | -2.2      | 3       | -3.1      |
| 13      | -0.7      | 10      | -0.8      | 5       | -2.6      | 19      | -3.2      |
| 25      | -0.7      | 6       | -1.9      | 10      | -3.6      | 24      | -3.5      |
| 15      | -1.0      | 8       | -2.2      | 2       | -4.6      | 7       | -5.0      |
| 5       | -1.3      | 3       | -2.5      | 6       | -13.7     | 6       | -12.9     |
| 3       | -1.9      | 22      | -2.6      | 15      | -14.4     | 15      | -14.7     |

(kırmızı renk dayanıklı. yeşil renk duyarlı genotipleri ifade etmektedir)

**Çizelge 11.** 150 mM NaCl uygulamasının 14 ve 28. gününde farklı domates genotiplerinde yaprak dokusunda  $K^+/Na^+$  oranının kontrole göre değişim oranları (%) esas alınarak yapılan sıralama

| Yaprak  |           |         |           |
|---------|-----------|---------|-----------|
| 14. gün |           | 28. gün |           |
| genotip | % değişim | genotip | % değişim |
| 17      | 17.8      | 24      | 13.1      |
| 2       | 5.6       | 22      | 2.0       |
| 11      | 5.2       | 20      | 0.4       |
| 15      | 5.1       | 16      | -0.5      |
| 16      | 2.8       | 1       | -0.6      |
| 7       | 2.4       | 17      | -0.9      |
| 5       | 1.0       | 11      | -2.0      |
| 20      | 0.7       | 25      | -2.2      |
| 24      | 0.6       | 10      | -2.6      |
| 13      | 0.5       | 13      | -2.8      |
| 1       | -0.2      | 5       | -2.9      |
| 14      | -0.2      | 2       | -3.2      |
| 10      | -0.4      | 14      | -3.3      |
| 19      | -0.5      | 7       | -3.3      |
| 25      | -1.5      | 8       | -3.3      |
| 6       | -1.9      | 3       | -4.3      |
| 8       | -2.2      | 6       | -4.8      |
| 3       | -2.5      | 15      | -7.5      |
| 22      | -5.6      | 19      | -21.1     |

(kırmızı renk dayanıklı. yeşil renk duyarlı genotipleri ifade etmektedir)



Ek. 3. Korelasyon Tabloları

Çizelge 1. Ön seçim aşamasında kontrol ortamında büyülen bliklerde 14. günde incelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

|                                        | Kök Na <sup>+</sup> | Kök K <sup>+</sup> | Kök Cl <sup>-</sup> | Kök K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | Kök Boyu | Kök Taze | Kök Kuru | Göv. Na <sup>+</sup> | Göv. K <sup>+</sup> | Göv. Cl <sup>-</sup> | Göv. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | Göv. boyu | Göv. taze | Göv. kuru | Kök/göv. | Yapr. Na <sup>+</sup> | Yapr. K <sup>+</sup> | Yapr. Cl <sup>-</sup> | Yapr. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | Yapr. taze | Yapr. kuru | Yapr. sayısı | Klorofil MDA | Yapr. alanı |
|----------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------------|------------|------------|--------------|--------------|-------------|
| Kök Na <sup>+</sup>                    | 1                   |                    |                     |                                     |          |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Kök K <sup>+</sup>                     | -0.88133            | 1                  |                     |                                     |          |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Kök Cl <sup>-</sup>                    | 0.438929            | -0.41074           | 1                   |                                     |          |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Kök K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>    | -0.88652            | 0.89334            | -0.47054            | 1                                   |          |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Kök Boyu                               |                     |                    |                     |                                     | 1        |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Kök Taze                               |                     |                    |                     |                                     | 0.480938 | 1        |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Kök Kuru                               |                     |                    |                     |                                     | 0.388173 | 0.848469 | 1        |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Gövde Na <sup>+</sup>                  | 0.89831             | -0.87332           | 0.441357            | -0.8832                             |          |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Gövde K <sup>+</sup>                   | -0.87183            | 0.898784           | -0.40458            | 0.894022                            |          |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Gövde Cl <sup>-</sup>                  | 0.418863            | -0.38763           | 0.987642            | -0.44848                            |          |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Gövde K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>  | -0.88347            | 0.893922           | -0.46933            | 0.899136                            |          |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Gövde Boyu                             |                     |                    |                     |                                     |          |          | 0.338227 |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Gövde Taze                             |                     |                    |                     |                                     |          | 0.888762 | 0.888272 |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Gövde Kuru                             |                     |                    |                     |                                     |          | 0.678784 | 0.827862 |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Kök/Gövde K.A.                         |                     |                    |                     |                                     | 0.538418 |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Yaprak Na <sup>+</sup>                 | 0.898931            | -0.87382           | 0.445431            | -0.88483                            |          |          |          | 0.898788             | -0.88582            | 0.427278             | -0.88288                             |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Yaprak K <sup>+</sup>                  | -0.87355            | 0.893118           | -0.4017             | 0.894374                            |          |          |          | -0.88638             | 0.887483            | -0.37848             | 0.895205                             |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Yaprak Cl <sup>-</sup>                 | 0.464238            | -0.40383           | 0.984709            | -0.46986                            |          |          |          | -0.468858            | -0.40079            | 0.989228             | -0.4576                              |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Yaprak K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | -0.88652            | 0.8911             | -0.46828            | 0.898788                            |          |          |          | -0.8832              | 0.882188            | -0.44776             | 0.898318                             |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Yaprak Taze                            |                     |                    |                     |                                     |          | 0.688334 | 0.88789  |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Yaprak Kuru                            |                     |                    |                     |                                     |          | 0.881871 | 0.887891 |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Yaprak Sayısı                          |                     |                    |                     |                                     |          | 0.472748 | 0.876788 | 0.712141             |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Klorofil                               | -0.61473            | 0.657775           |                     |                                     |          |          |          | -0.61641             | 0.882088            |                      |                                      | 0.72784   |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| MDA                                    |                     |                    |                     |                                     |          |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              |             |
| Yaprak Alanı                           |                     |                    |                     |                                     |          |          | 0.31943  |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                       |                      |                       |                                       |            |            |              |              | 1           |

Çizelge 2. Ön seçim aşamasında 150 mM tuz uygulamasının 14. gününde incelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

|                                      | Kök Na <sup>+</sup> | Kök K <sup>+</sup> | Kök Cl <sup>-</sup> | Kök K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | Kök Boyu | Kök Taze | Kök Kuru | Göv. Na <sup>+</sup> | Göv. K <sup>+</sup> | Göv. Cl <sup>-</sup> | Göv. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | Göv. boyu | Göv. taze | Göv. kuru | kök/göv  | Yap. Na <sup>+</sup> | Yap. K <sup>+</sup> | Yap. Cl <sup>-</sup> | Yap. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | Yap. taze | Yap. kuru | Yap. ışı/ışı | Kıvrılı | MDA | Yap. alın |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|--------------|---------|-----|-----------|
| Kök Na <sup>+</sup>                  | 1                   |                    |                     |                                     |          |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Kök K <sup>+</sup>                   | -0.88797            | 1                  |                     |                                     |          |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Kök Cl <sup>-</sup>                  |                     |                    | 1                   |                                     |          |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Kök K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>  | -0.88675            | 0.90019            |                     | 1                                   |          |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Kök Boyu                             |                     |                    |                     |                                     | 1        |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Kök Taze                             |                     |                    |                     |                                     | 0.551007 | 1        |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Kök Kuru                             |                     |                    |                     |                                     | 0.557808 | 0.673764 | 1        |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Kök Na <sup>+</sup>                  | 0.889895            | -0.88759           |                     |                                     |          |          |          | 1                    |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Göv. Na <sup>+</sup>                 | -0.88838            | 0.998779           |                     |                                     |          |          |          | -0.88801             | 1                   |                      |                                      |           |           |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Göv. Cl <sup>-</sup>                 |                     |                    | 0.88965             |                                     |          |          |          |                      |                     | 1                    |                                      |           |           |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Göv. K <sup>+</sup>                  |                     |                    |                     | 0.88639                             |          |          |          |                      |                     |                      | 1                                    |           |           |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Göv. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | -0.88955            | 0.90028            |                     |                                     |          |          |          | -0.88921             | 0.898618            |                      |                                      |           |           |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Göv. Boyu                            |                     |                    |                     |                                     | 0.42081  | 0.45815  |          |                      |                     |                      |                                      | 1         |           |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Göv. Taze                            |                     |                    |                     |                                     | 0.674802 | 0.705589 |          |                      |                     |                      |                                      | 0.805071  | 1         |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Göv. Kuru                            |                     |                    |                     |                                     | 0.647809 | 0.690427 |          |                      |                     |                      |                                      | 0.783099  | 0.643436  | 1         |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Kök/Göv. Na <sup>+</sup>             | 0.35781             | 0.594155           |                     |                                     | 0.375592 | 0.478805 |          | 0.924135             | -0.591198           |                      | -0.75251                             |           |           |           | 1        |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Kök/Göv. K <sup>+</sup>              | 0.924201            | -0.58861           |                     |                                     | -0.74742 |          |          | -0.92050             | 0.891147            |                      | 0.891213                             |           |           |           |          | 1                    |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Yap. K <sup>+</sup>                  | -0.89924            | 0.990445           |                     |                                     | 0.889947 |          |          | 0.999944             |                     |                      |                                      |           |           |           |          | -0.80082             | 1                   |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Yap. Cl <sup>-</sup>                 |                     |                    | 0.889947            |                                     |          |          |          |                      |                     | 0.889944             |                                      |           |           |           |          |                      |                     | 1                    |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Yap. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | -0.83882            | 0.849093           |                     |                                     | 0.934988 |          |          | -0.83851             | 0.848894            |                      | 0.83853                              |           |           |           |          | -0.85768             | 0.851286            |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Yap. Taze                            |                     |                    |                     |                                     |          | 0.673288 | 0.702511 |                      |                     |                      |                                      | 0.803169  | 0.899375  | 0.83113   |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Yap. Kuru                            |                     |                    |                     |                                     |          | 0.728811 | 0.76698  |                      |                     |                      |                                      | 0.733439  | 0.655883  | 0.821148  |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Yap. ışı/ışı                         |                     |                    |                     |                                     | 0.432578 | 0.372511 | 0.401018 |                      |                     |                      |                                      | 0.322924  | 0.329309  |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     |           |
| Kıvrılı                              | -0.44423            | 0.550314           | 0.34385             | 0.593085                            |          |          |          | -0.44369             | 0.545602            | 0.344282             | 0.581835                             |           |           |           | 0.327271 | -0.36802             | 0.633552            | 0.342638             | 0.54559                              |           |           |              |         |     |           |
| MDA                                  | 0.524114            | -0.62087           | -0.48289            | -0.82712                            |          |          |          | -0.62284             | -0.45516            | -0.62819             |                                      |           |           |           | -0.40862 | 0.387118             |                     |                      | -0.48277                             | -0.52581  |           |              |         |     |           |
| Yap. Alın                            |                     |                    |                     |                                     |          |          |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |           |              |         |     | 1         |



Çizelge 3. Ön seçim aşamasında kontrol ortamında 28 gün büyüyen büklerde incelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

|                                      | Kök Na <sup>+</sup> | Kök K <sup>+</sup> | Kök Cl <sup>-</sup> | Kök K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | Kök Boyu | Kök İtaze | Kök Kuru | Göv. Na <sup>+</sup> | Göv. K <sup>+</sup> | Göv. Cl <sup>-</sup> | Göv. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | Göv. boyu | Göv. İtaze | Göv. Kuru | Kök/göv. | Yap. Na <sup>+</sup> | Yap. K <sup>+</sup> | Yap. Cl <sup>-</sup> | Yap. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | Yap. İtaze | Yap. Kuru | Yap. sayısı | Klorofil | MDA | Yap. alanı |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------------|----------|-----------|----------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------------|-----------|------------|-----------|----------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------------|------------|-----------|-------------|----------|-----|------------|
| Kök Na <sup>+</sup>                  | 1                   |                    |                     |                                     |          |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Kök K <sup>+</sup>                   | -0.88619            | 1                  |                     |                                     |          |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Kök Cl <sup>-</sup>                  | 0.424534            | -0.42392           | 1                   |                                     |          |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Kök K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>  | -0.88743            | 0.987404           | -0.47473            | 1                                   |          |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Kök Boyu                             |                     |                    |                     |                                     | 1        |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Kök İtaze                            |                     |                    |                     |                                     |          | 1         |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Kök Kuru                             |                     |                    |                     |                                     |          | 0.53364   | 1        |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Göv. Na <sup>+</sup>                 | 0.989876            | -0.88281           | 0.427481            | -0.88489                            |          |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Göv. K <sup>+</sup>                  | -0.87861            | 0.987292           | -0.42078            | 0.887989                            |          |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Göv. Cl <sup>-</sup>                 | 0.428538            | -0.42149           | 0.999357            | -0.47289                            |          |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Göv. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | -0.87164            | 0.989847           | -0.47648            | 0.889902                            |          |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Göv. Boyu                            |                     |                    |                     |                                     | 0.890791 |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Göv. İtaze                           |                     |                    |                     |                                     | 0.311217 | 0.613677  | 0.676182 |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Göv. Kuru                            |                     |                    |                     |                                     |          | 0.505186  | 0.644622 |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Kök/Göv.İtaze                        |                     | 0.382703           |                     |                                     |          | 0.399923  |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Yap. Na <sup>+</sup>                 | 0.989876            | -0.88267           | 0.427414            | -0.88489                            |          |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Yap. K <sup>+</sup>                  | -0.87867            | 0.986167           | -0.41247            | 0.883389                            |          |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Yap. Cl <sup>-</sup>                 | 0.422631            | -0.41698           | 0.997007            | -0.4667                             |          |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Yap. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | -0.8731             | 0.987984           | -0.47367            | 0.999226                            |          |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Yap. İtaze                           |                     |                    |                     |                                     |          | 0.618899  | 0.672737 |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Yap. Kuru                            |                     |                    |                     |                                     |          | 0.644036  | 0.853976 |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Yap. Sayısı                          |                     |                    |                     |                                     |          | 0.634742  | 0.609851 |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Klorofil                             | -0.53643            | 0.674586           |                     |                                     |          |           |          | -0.6342              | 0.668164            |                      |                                      |           |            |           |          | 0.893606             |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| MDA                                  |                     |                    |                     |                                     |          |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     |            |
| Yap. Alanı                           |                     |                    |                     |                                     |          |           |          |                      |                     |                      |                                      |           |            |           |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |             |          |     | 1          |

Çizelge 4. Ön seçim aşamasında 150 mM lüz uygulamasının 28. gününde incelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

|                                      | Kök Na <sup>+</sup> | Kök K <sup>+</sup> | Kök Cl <sup>-</sup> | Kök K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | Kök Boylu | Kök Taze | Kök Kuru | Göv. Na <sup>+</sup> | Göv. K <sup>+</sup> | Göv. Cl <sup>-</sup> | Göv. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | Göv. boylu | Göv. taze | Göv. kuru | Kök/göv. yap. Na <sup>+</sup> | Yap. K <sup>+</sup> | Yap. Cl <sup>-</sup> | Yap. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | Yap. taze | Yap. kuru | Yap. say/bi | klorofil | MDA | Yap. alanı |  |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------|----------|----------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------------|------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|-------------|----------|-----|------------|--|
| Kök Na <sup>+</sup>                  | 1                   |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Kök K <sup>+</sup>                   | -0,71614            | 1                  |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Kök Cl <sup>-</sup>                  |                     |                    | 1                   |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Kök K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>  | -0,8713             | 0,907797           |                     | 1                                   |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Kök Boylu                            |                     |                    |                     |                                     | 1         |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Kök Taze                             |                     |                    |                     |                                     |           | 1        |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Kök Kuru                             |                     |                    |                     |                                     |           |          | 1        |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Göv. Na <sup>+</sup>                 | 0,999982            | -0,71601           |                     | -0,87212                            |           |          |          |                      | 1                   |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Göv. K <sup>+</sup>                  | -0,71714            | 0,989741           |                     | 0,910453                            |           |          |          | -0,71802             | 1                   |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Göv. Cl <sup>-</sup>                 |                     |                    | 0,998178            |                                     |           | 0,338078 |          |                      |                     | 1                    |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Göv. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | -0,88918            | 0,806932           |                     | 0,999793                            |           |          |          | -0,87012             | 0,909854            |                      | 1                                    |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Göv. Boylu                           |                     |                    |                     |                                     | 0,63642   |          |          |                      |                     |                      |                                      | 1          |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Göv. taze                            |                     |                    |                     |                                     | 0,468608  | 0,406205 | 0,643014 |                      |                     |                      |                                      | 0,338648   |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Göv. kuru                            |                     |                    |                     |                                     | 0,676981  |          |          |                      |                     |                      |                                      |            | 0,666333  | -0,48168  |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Kök/Göv. taze                        |                     |                    |                     |                                     |           |          | 0,508542 | 0,435394             |                     |                      |                                      |            |           | 1         |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Yap. Na <sup>+</sup>                 | 0,999981            | -0,71608           |                     | -0,87218                            |           |          |          | 1                    | -0,71808            |                      |                                      |            |           |           | 1                             |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Yap. K <sup>+</sup>                  | -0,71888            | 0,989504           |                     | 0,907419                            |           |          |          | -0,71771             | 0,998659            |                      |                                      |            |           |           |                               | 1                   |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Yap. Cl <sup>-</sup>                 |                     |                    | 0,924686            |                                     |           |          |          |                      |                     | 0,928332             |                                      |            |           |           |                               |                     | 1                    |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Yap. K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> | -0,87057            | 0,807592           |                     | 0,999819                            |           |          |          | -0,87147             | 0,910382            |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      | 1                                    |           |           |             |          |     |            |  |
| Yap. Taze                            |                     |                    |                     |                                     | 0,473018  | 0,428723 | 0,665471 |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Yap. Kuru                            |                     |                    |                     |                                     | 0,317842  | 0,628028 | 0,246085 |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Yap. Say/bi                          |                     |                    |                     |                                     |           | 0,60078  | 0,430148 |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Klorofil                             | -0,65734            | 0,594734           | 0,341317            | 0,871414                            |           |          |          | -0,65733             | 0,589087            | 0,336098             | 0,872402                             |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| MDA                                  | 0,626985            | -0,66398           |                     | -0,67494                            |           |          |          | 0,627099             | -0,86983            |                      | -0,67395                             |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
| Yap. Alanı                           |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |
|                                      |                     |                    |                     |                                     |           |          |          |                      |                     |                      |                                      |            |           |           |                               |                     |                      |                                      |           |           |             |          |     |            |  |

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mahmut DOĞAN  
Doğum Yeri : Şanlıurfa  
Doğum Yılı : 01.01.1962  
Medeni Hali : Evli

### Eğitim ve Akademik Durumu

Lise : 1979-1982 Aydın Ticaret Lisesi  
Lisans : 1988-1992 Dicle Üniversitesi  
Yüksek Lisans : 1994-1996 Harran Üniversitesi  
Doktora : 1997- Hacettepe Üniversitesi  
Yabancı Dil : İngilizce

### İş Tecrübesi:

1994-1997 : Harran Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Araştırma Görevlisi  
1997- : Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Araştırma Görevlisi