

## Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Patlıcan Genotiplerinde Meydana Gelen Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler\*

Fikret YAŞAR<sup>1</sup> Şebnem ELLİALTIOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> YüzüncüYıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

**Özet:** Araştırmada patlıcanda tuza tolerans bakımından genotipler düzeyindeki farklılığı belirlemek ve tuza toleransın belirlenmesinde kullanılacak etkin seçim parametreleri saptamak amaçlanmıştır. Denemelerde yer alan genotiplerden 31 adedi *Solanum melongena* L. türüne ait çeşit ve yerel populasyonlardan oluşmaktadır. Ayrıca *Solanum sisymbriifolium*, *S. aethiopicum* gr. *aculentum*, *S. aethiopicum*, *S. torvum* gibi yabancı türler de kullanılmıştır. 150 mM NaCl içeren besin çözeltisinde ve tuz içermeyen kontrol grubu ortamlarda yetiştirilen patlıcan fidelerinde tuz uygulamasından 14 gün sonra çeşitli ölçüm ve analizler yapılmıştır. Bitkilerin yaprak, gövde ve kök ağırlıkları ve uzunluk ölçümleri; yaprak sayısı ve alanın belirlenmesi; mineral element analizleri (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> iyonları); klorofil ve lipid peroksidasyonu (MDA) ölçümleri yapılmıştır. Patlıcan genotipleri arasında tuza tolerans bakımından önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Tuzlu ortamlarda yetişen patlıcan genotipi eğer Na<sup>+</sup> iyonunu düşük düzeyde bünyesine alıyorsa, tuza toleransı daha yüksek olmaktadır. Tuza tolerant genotip seçiminde K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> oranının etkili bir seçim kriteri olabileceği, bitki boyu ve yaş ağırlık değerlerinin de tuza toleransın göstergesi olarak değerlendirilebileceği ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Solanum melongena*, yabancı *Solanum* türleri, tuz toleransı, iyon alımı, lipid peroksidasyonu, klorofil, biyokütle

## Morphological, Physiological and Biochemical Changes in Eggplant Genotypes Grown Under Salt Stress

**Abstract:** Objectives of this study were to determine salt-tolerance levels of eggplant genotypes and effective selection parameters for salt tolerance. Among the genotypes, 31 of them belong to *Solanum melongena* L. species and local populations. Wild species such as *Solanum sisymbriifolium*, *S. aethiopicum* gr. *aculentum*, *S. aethiopicum*, *S. torvum* were also used. Plants were grown in nutrient solution containing 150 mM NaCl and control treatments without any salt solution and various measurements and analysis were carried out 14 days after the salt application. Plant leaf, stem and root weights, plant heights, number of leaves and leaf areas were determined and mineral matter content (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> ions) and chlorophyll and lipid peroxidation (MDA) measurements were carried out. Among the eggplant genotypes, statistically significant differences in salt tolerance were observed. If the eggplant genotype grown in saline environments intakes low levels of Na<sup>+</sup> ion, it has high salt-tolerance. It was also determined that K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> ratio might be an effective selection criteria for salt tolerance; and plant height and wet weights might be considered as a salt-tolerance indicator.

**Key Words:** *Solanum melongena*, wild *Solanum* species, salt tolerance, ion uptake, lipid peroxidation, chlorophyll, biomass

### Giriş

Tarımsal üretim alanlarında tuzluluk, toprak verimliliğini olumsuz yönde etkileyen, ürün verimini sınırlandıran önemli sorunlardan birisidir. Toprakta tuz içeriği arttıkça bitkinin su alımı kısıllanır. Tuz konsantrasyonu, kullanılabilir su potansiyelini düşürmeye yetecek kadar olduğunda (0.5-1.0 bar) bitki strese girer ki, bu da tuz stresi olarak adlandırılır (Levitt 1980).

Tuzluluk sorunu kapsamında en fazla zararlı etkiyi yapan ve en yaygın olan iyonların, Na ve Cl iyonları olduğu ve bu iyonların toprakta yüksek düzeylerde bulunması durumunda bitkilerin olumsuz etkilendiği anlaşılmaktadır (Munns ve Termaat 1986). Topraktaki tuzluluk sorununun ortadan kaldırılmasına yönelik olarak kullanılabilir yöntemlerin güçlüğü ve masraflı olması nedeniyle, son yıllarda tuza dayanıklı bitki türleri ile bunlara ait tuza toleransı yüksek genotiplerin seçilmesi konusu ilgi odağı olmuştur. Ashraf (1994) tarafından "yüksek oranlarda çözünebilir tuz içeren

ortamlarda bitkilerin büyüme ve gelişmesini sürdürebilme yeteneği" olarak tanımlanan "tuz toleransı", bitkilerde farklı biçimlerde kendini gösterebilmektedir. Tuza tolerans bakımından bitkiler arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Familya, cins ve türler arasında farklılıklar bulunduğu gibi, aynı türe ait genotipler arasında da tuza tolerans yönünden farklılıkların bulunduğu bilinmektedir.

Tuza tolerans mekanizmasının anlaşılabilmesi için çok değişik özellikler incelenmiş olup bir genotipin tuz stresine karşı toleransını gösteren yaklaşık 200 adet morfolojik, fizyolojik veya biyokimyasal parametre olduğu ileri sürülmektedir. Bu parametreler, çok değişik bitki türlerinde incelenmiş, ancak tuza toleransın belirlenmesinde etkin tek bir yöntem belirlenmemiştir. Ancak birçok türde, bitki doku ve organellerinde iyon (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup>) birikimi, bitkide taşınımı ve dağılımı ile bu iyonların birbirine olan oranları (K/Na) (Hasegawa ve ark. 1986, Sykes 1987), bitkilerin organik madde biriktirme ve sentezleme yetenekleri ile hücre düzeyinde meydana gelen oksidatif stresten

kaynaklanan zararlanmalar, tuza tolerans yeteneği hakkında bilgi veren parametreler olarak dikkati çekmektedir.

Domates bitkisinde çeşitlerin tuza farklı dayanım gösterdiklerini belirleyen Alian ve ark. (2000), Fireball adındaki bir çeşidin tuzlu koşullarda bünyesine fazla miktarda  $Na^+$  iyonu aldığı halde bundan olumsuz yönde etkilenmediğini; buna karşılık aynı oranda  $Na^+$  iyonunu bünyesine alan Patio adlı domates çeşidinin tuz toksisitesi belirtilerini gösterdiğini kaydetmektedir. 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. Levitt (1980), ortamda sodyum klorürün fazla olması durumunda, bitkiler tarafından  $Na^+$  iyonunun gereğinden fazla alındığı ve oluşan rekabet nedeniyle  $K^+$  iyonu alımında azalmaların ve böylece  $K^+$  noksanlığının ortaya çıktığını ifade etmektedir. Yüksek sodyum iyonunun bulunduğu ortamda bitkide potasyum alımının azaldığı bilinen bir gerçektir (Ashraf 1994, Chow ve ark., 1996).

Tuz stresinin neden olduğu yapraklardaki erken yaşlanma ile lipid peroksidasyonu ürünü olan malondialdehit (MDA) arasındaki bir bağlantıdan bahsedilmektedir. MDA birikimi, iyon sızması (relative leakage ratio=RLR) ile çok kuvvetli bir paralellik göstermektedir. Lutts ve ark. (1996)'nın çeltik bitkisinde yaptıkları bir araştırmada tuza dayanıklı çeşitte MDA miktarı en düşük değerleri verdiği halde, tuza duyarlı çeşitte en yüksek MDA ölçümleri yapılmıştır. Tuzlu koşullarda oksidatif zararlanma sonucunda hücre zarlarında oluşan lipid peroksidasyonunun ürünü olarak malondialdehit açığa çıkmata, hücre zarı fazla hasara uğramış olan genotiplerde hem MDA miktarı ve iyon sızması yüksek değerlere ulaşmaktadır.

Tuzluluk, çoğunlukla yapraklarda erken yaşlanmaya neden olmaktadır (Yeo ve ark. 1991). Yaprak yaşlanması genellikle protein veya klorofil konsantrasyonundaki azalma (Chen ve Kao 1991, Chen ve ark. 1991) ve hücre zarı geçirgenliğindeki artışla ifade edilmektedir. Tuz stresinin yaprak yaşlanması üzerindeki özel etkisi, toksik iyonların ( $Na^+$  ve  $Cl^-$ ) birikmesi veya  $K^+$  ve  $Ca^{+2}$  iyonlarını tüketmesi biçiminde ortaya çıkmaktadır (Yeo ve Flowers 1983). Çok az değinilen magnezyum iyonu, yaşlanma merkezli olaylarda başrolde yer almaktadır.  $Mg^{+2}$  alımında azalmaya neden olan bir etmen, aynı zamanda klorofil miktarının da azalmasına yol açmış demektir (Leidi ve ark. 1991).

Ülkemizde 1.5 milyon ha üzerinde  $NaCl$  tuzluluğunun etkisi altında olan alan bulunmaktadır (Dinç ve ark. 1993). Bunun yanında Türkiye'de örtü altı yetiştiriciliği yapılan alanların yaklaşık yarısını oluşturan ve yoğun sebze üretiminin yapıldığı sera tarımında karşılaşılan önemli problemlerden birisi olan tuzluluğun gün geçtikçe yaygınlaştığı bilinmektedir (Sevgican 1999). Seralarda yetiştirilen ana ürünlerden biri olan patlıcanı üreten ülkeler arasında önemli bir yere sahip olan Türkiye, dünya patlıcan üretiminde Çin ve Hindistan'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Anonymous 2005). Örtü altı alanlarda tuzlanma sorununun zaman içerisinde artması, sebze tarımında tuza tolerant genotiplerin belirlenmesi gereksinimini ortaya çıkartmaktadır. Bunun yanında Güneydoğu Anadolu bölgesinde de yaygın olarak yetiştirilen bir sebze olması, bu ekolojide tuzlanma riski ve beklentisinin fazla olması nedenleriyle patlıcan türünde tuza tolerans çalışmalarının araştırma programlarına alınmasını gerektirmektedir.

Bu çalışmada, farklı patlıcan genotiplerinin tuz stresine karşı geliştirdikleri korunma mekanizmaları araştırılmış, stres koşullarında genç bitkilerdeki bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimler kaydedilmiş, incelenen çeşitli parametrelerin birbiriyle ilişkileri üzerinde durulmuştur. Böylece patlıcanda tuz stresine tolerans gösterebilecek genotiplerin seçiminde etkin yöntem veya yöntemlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal Ve Yöntem

### Materyal

Patlıcanda tuz stresine karşı genotipler düzeyinde farklılığın belirlenmesi ve bu farklılığı ortaya çıkaracak yöntem geliştirilmesini amaçlayan çalışmamızda toplam 38 adet değişik patlıcan genotipi kullanılmıştır. Bunlardan 31 adedi *Solanum melongena* L.türüne ait olup 4 adedi açık döllenene tescilli yerli çeşit, 27 adedi ise ülkemizin değişik yörelerinde yetiştirilen yerel popülasyonlardan oluşmaktadır. Çalışmada ayrıca *Solanum sisymbriifolium*, *S. aethiopicum* gr. *aculentum*, *S. aethiopicum*, *S. torvum* gibi *Solanum* cinsine ait yabancı türler ve bunların bazı farklı hatları da kullanılmıştır (Çizelge 1).

### Yöntem

#### Fidelerin yetiştirilmesi

Toplam 38 adet genotipe ait patlıcan tohumları, 40x25x5 cm boyutlarındaki plastik çimlendirme kaplarına doldurulmuş vermikülit'in içerisine ekilmiş, üzerleri yaklaşık 1 cm kalınlığındaki vermikülit ile örtülmüştür. Her genotipten 100'er adet tohum ekildikten sonra çeşme suyu ile sulama yapılmıştır. Vermikülit iyice ıslandıktan ve sulama suyunun fazlası süzöldükten sonra çimlendirme kapları, 25±1°C sıcaklık ve %70 neme sahip iklim odasına yerleştirilmiştir. Çimlenme görülmeye başlayınca, 16/8 saatlik aydınlık/karanlık fotoperiyodik düzende ve 2500 lux ışık şiddetine sahip iklim odasında fideler büyütülmüştür. 2. gerçek yaprakları oluşan fideler, su kültürüne alınmışlardır. Su kültürü için, Hoagland besin çözeltisi (Hoagland ve Arnon 1938) doldurulmuş 25x25 x18 cm boyutlarındaki plastik küvetler kullanılmıştır. Özel olarak hazırlanmış ve her fide için üzerine delikler açılmış plastik tablalara patlıcan fideleri küçük sünger parçaları ile sarılmak suretiyle yerleştirilmiştir. Havalandırma işlemi, iki adet akvaryum pompasına bağlı bulunan ince plastik hortumların besin çözeltisi içerisine daldırılması yoluyla yapılmıştır. Birer haftalık aralarla besin çözeltileri tazelenmiştir.

#### Tuz uygulamalarının yapılması

Fideler 4-5 gerçek yaprağa sahip oluncaya kadar, iki hafta süreyle su kültüründe büyütüldükten sonra tuz uygulamalarına geçilmiştir. Her genotipten ikişer tekerrürlü olmak üzere 30'ar bitki, kontrol ve tuz uygulamasında bulunacak şekilde fideler belirlenmiş; tuz uygulanacak fideler için besin çözeltisine üç gün boyunca her sabah aynı saatte 50 mM tuz konsantrasyonunu sağlayacak  $NaCl$  ilave edilmiştir. Kademeli olarak yapılan tuz uygulamasında üçüncü gün, besin çözeltisinin içerisinde final konsantrasyon 150 mM olacak şekilde  $NaCl$  bulunması sağlanmıştır.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan patlıcan genotiplerinin denemelerdeki numarası, ticari çeşit adı veya toplandığı yöreye göre verilen isimleri, temin edildiği yer

No	Genotipin Adı/Yöresi	Temin edildiği yer/kışıl
1	Burdur Ağlasun Yerli Patlıcan	Ege Tar. Ar. Enst.
2	Burdur-Çeltikçi	Ege Tar. Ar. Enst.
3	Burdur-Bucak, Mor patlıcan	Ege Tar. Ar. Enst.
4	Bursa-Orhaneli-Delibalılar, Yerli	Ege Tar. Ar. Enst.
5	Eskişehir-Mihailgazi, Tombul Ak	Ege Tar. Ar. Enst.
6	Burdur-Bucak, Menevşe Patlıcan	Ege Tar. Ar. Enst.
7	Artvin-Yusufeli	Ege Tar. Ar. Enst.
8	Giresun	Ege Tar. Ar. Enst.
9	Çanakkale	Ege Tar. Ar. Enst.
10	Bursa-Osmaneli, Kemer Patlıcan	Ege Tar. Ar. Enst.
11	Kastamonu, Uzun meyveli	Ege Tar. Ar. Enst.
12	Bursa-M. Kemalpaşa, Topan Patlıcan	Ege Tar. Ar. Enst.
13	Gaziantep-Oğuzeli, Mor dolmalık	Ege Tar. Ar. Enst.
14	Artvin-Hopa (kopmuş mevkii)	Ege Tar. Ar. Enst.
15	Kütahya-Simav	Ege Tar. Ar. Enst.
16	Trabzon-Çarşibaşı	Ege Tar. Ar. Enst.
17	Burdur-Merkez	Ege Tar. Ar. Enst.
18	Artvin-Hopa (Superen)	Ege Tar. Ar. Enst.
19	Adıyaman, Mor uzun, ince	Adıyaman
20	Batman	Batman
21	Diyarbakır	Diyarbakır
22	Mardin-Kızıltepe	Mardin-Kızıltepe
23	Mardin-Kızıltepe	Mardin-Kızıltepe
24	Mardin	Mardin-Merkez
25	Burdur-Çeltikçi	Ege Tar. Ar. Enst.
26	Kemer	Tekfen Tohumculuk
27	Gaziantep 1	Gaziantep-Merkez
28	Black Beauty	Tekfen Tohumculuk
29	Long Purple	Tekfen Tohumculuk
30	Pala	Tekfen Tohumculuk
31	Gaziantep 2	Gaziantep-Merkez
32	(MM 134 <i>Solanum aethiopicum</i> gr. <i>aculentum</i> PI 8985-01)	INRA(Ege Tar. Araş. Enst)
33	(MM 284 <i>Solanum sisymbriifolium</i> )	INRA(Ege Tar. Araş. Enst)
34	(Sol 70/75 PI 8998-01 <i>S. aethiopicum</i> L.)	IPK (Ege Tar. Araş. Enst)
35	(Sol 63/75 PI 8998-01 <i>Solanum sisymbriifolium</i> )	IPK (Ege Tar. Araş. Enst)
36	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	Prof. Dr. Kazım ABAK
37	<i>Solanum sisymbriifolium</i> 2001	Prof. Dr. Kazım ABAK
38	(Sol 158/75 PI 9000-01 <i>S. torvum</i> )	IPK (Ege Tar. Araş. Enst)

### Ölçüm ve analizler

Ölçüm ve analizler için örnek alma işlemi, tuz uygulamasından 14 gün sonra yapılmıştır. 150 mM NaCl uygulanan ve kontrol olarak kullanılmak üzere sadece Hoagland çözeltisinde yetiştirilen patlıcan bitkilerinden alınan örneklerde bitki ağırlıkları, gövde ve kök uzunlukları ve yaprak alanı ölçümleri ile; yapraklardaki Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyon miktarları, lipid peroksidasyonu ve klorofil miktarlarını belirlemek üzere analizler yapılmıştır.

**Bitkilerde yaprak, gövde ve kök ağırlıklarının belirlenmesi ve boy ölçümleri:** Kontrol ve tuz

uygulamalarındaki bitkilerden 6'şar adet rastlantısal olarak seçilerek tuz uygulamasının 14. günü ölçümlerde kullanılmıştır. Her bitki; kök, gövde, yaprak dokuları olmak üzere parçalara ayrılmış ve bu kısımları ayrı ayrı 1/10000'lik hassas dijital terazide tartılmış, yaş ağırlıkları (g) belirlenmiştir. Bu ölçümler yapılırken, bir yandan da her bir bitkinin gövde uzunluğu ve kök uzunluğu, cetvel ile ölçülmüş ve cm olarak kaydedilmiştir.

**Yaprak sayısı ve alanın ölçülmesi:** Ağırlık ölçümleri için kullanılan örneklerde, aynı zamanda her bir bitkideki yaprak sayısı adet olarak kaydedilmiştir. Ayrıca her genotipin tuz ve kontrol grubu bitkilerinden üçer adet alınarak bunların yaprakları, yaprak ayasının başladığı noktadan kopartılmış ve beyaz A<sub>4</sub> boyutundaki kağıtlara yapıştırılmıştır. Bu kağıtların vakit kaybetmeden fotokopileri çekilmiş ve fotokopiler üzerinden el planimetresi yardımıyla yaprak alanları cm<sup>2</sup> olarak ölçülmüş, "yaprak alanı/bitki" değeri elde edilmiştir.

**Mineral element analizleri:** Her genotipten kontrol ve tuz uygulanan üçer bitkiden alınan yapraklar, mineral madde tayini için kullanılmıştır. Yaprak örnekleri kapaklı cam kavanozlara konmuş ve analiz yapılmaya kadar -40°C'deki derin dondurucuda saklanmışlardır. İyon analizleri için, her bir yaprak örneğinden 200 mg tartılarak alınmış, 10 ml 0.1 N HNO<sub>3</sub> ilave edilmiştir. Bir hafta süreyle beherlerin içinde oda sıcaklığında ağız alüminyum folye ile kapatılarak bekletilen örnekler, bu sürenin sonunda çalkalayıcıda 2 saat süreyle çalkalanmıştır. Hazırlanan ekstraktlarda Na<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> iyonları flame fotometrik yöntemle (Eppendorf flame photometer); Cl<sup>-</sup> iyonu ise gümüş iyonları ile kolorimetrik amperometrik titrasyon yoluyla analiz yapan otomatik bir kloridometre (Buchler - Cotlove chloridometer) yardımıyla ölçülmüştür. Bu ölçümler sonunda, yaş yaprak örneğindeki iyon miktarı µg/mg Taze Ağırlık (T.A) olarak belirlenmiştir (Taleisnik ve ark. 1997).

**Klorofil analizi:** Her genotipten kontrol ve tuz uygulanan üçer bitkiden alınan yapraklar cam kavanozlarda -40°C'de saklanmış, klorofil analizi için bu örneklerden 200 mg alınarak, %80'lik etanol içerisine konmuş 80°C'deki su banyosunda 20 dakika süreyle bekletildikten sonra 654 nm'de absorbans değerleri spektrofotometrik olarak okunmuştur (Luna ve ark., 2000). Bu ölçümler sonunda, yaş yaprak örneğindeki toplam klorofil miktarı aşağıdaki formül kullanılarak µg/mg T.A olarak belirlenmiştir:

Toplam Klorofil: A 654 x 1000/39.8 x Örnek miktarı

**Lipid peroksidasyonu:** Hücre zarı hasarı olan lipid peroksidasyonunun bir ürünü olan malondialdehit (MDA) miktarının belirlenmesi için (Lutts ve ark. 1996) tarafından anlatılan yöntem izlenmiştir. Klorofil analizi için bitki örneği alınması ve derin dondurucuda saklanmasına kadar yapılan tüm işlemler aynen kullanılarak hazırlanmış yaprak örneklerinden, 200 mg tartılarak alınmıştır. Bunun üzerine 5 ml %0.1'lik trikloroasetik asit (TCA) ilave edilmiş, bu karışım 12500 rpm devir hızında 20 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. 5 ml'lik ekstraktan 3 ml süpernatant alınmış; bunun üzerine içinde %20 tiobarbitirik asit (TBA) bulunan 3 ml %0.1'lik TCA ilave edilmiştir. Karışım 95°C'deki sıcak su banyosunda 30 dakika bekletilmiş, bunun ardından Analytic Jena 40 model spektrofotometrede A532 ve A600 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. MDA konsantrasyonu, 155

$\text{mM}^{-1} \text{cm}^{-1}$  olan "extinction" katsayısı kullanılarak  $\mu\text{mol/g}$  T.A olarak saptanmıştır. Hesaplama aşağıdaki formülden yararlanılmıştır:

$$\text{MDA} = (A_{523} - A_{600}) \times \text{Ekstrakt hacmi (ml)} / (155 \text{ mM/cm} \times \text{Örnek miktarı (mg)})$$

#### Değerlendirmelerin Yapılması

Tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan denemelerden elde edilen sayısal değerler, varyans analizine tabi tutulmuş ve uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemlilik derecesi ortaya konulmuştur. Bunun için Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış ve farklılık dereceleri, %0.1 düzeyinde harflendirme yoluyla gösterilmiştir. Yüzde olarak oransal değerlendirme yapıldığında bunların varyans analizlerinde açılı transformasyon değerleri kullanılmıştır. Ayrıca SAS Institute (1985) paket programından yararlanılarak Regresyon Stepwise analizi yapılmış, bu sayede tuza tolerant genotip seçimi (screening) için; kullanılan bitki aksamalarının stres ortamında gelişimleri üzerine,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K/Na}$  oranı, MDA ve klorofilin tek başlarına ve eklemeli olarak toplam etkilerine bakılmıştır.

#### Bulgular

**Bitkilerde yaprak, gövde ve kök ağırlıkları, uzunlukları, yaprak sayısı ve yaprak alanı bakımından ortaya çıkan değişimler**

38 patlıcan genotipi ile gerçekleştirilen su kültürü denemesine ilişkin, patlıcan bitkilerinde tuz uygulamasından itibaren 14. gün sonunda yapılan hasatta boy (cm) ve ağırlık (g) değerleri ile yaprak sayısı (adet) ve yaprak alanı ( $\text{cm}^2$ ) ölçümleri Çizelge.1-7'de verilmiştir. Aynı çizelgelerde, bitkilerin stres koşullarında kontrole göre boy ve ağırlık kayıpları ile yaprak sayısı ve yaprak alanlarında meydana gelen kayıplar da, ayrı bir sütun halinde gösterilmiştir (% kayıp). Denemede yer alan patlıcan genotiplerinin tamamı 150 mM NaCl içeren ortamda yetiştikten kaynaklanan yüksek tuz konsantrasyonundan olumsuz yönde etkilenmişler, ancak tuz stresinden etkilenme düzeyi bakımından patlıcan genotipleri arasında geniş bir varyasyon bulunduğu belirlenmiştir.

**Kök boyu:** Tuz stresi altında, kök boyları azalmıştır. 38 genotip içerisinde kök boyunda kontrole göre azalma oranı bakımından %5.6 ile %67.0 arasında değerler elde edilmiştir (Çizelge 2). Tuz stresi altında 14. günün sonunda; her genotipin, kök boyu bakımından kendi kontrolüne göre gösterdiği azalma oranı (% kayıp) esas alınarak sıralama yapıldığında, en fazla zarar gören ilk 10 genotip 28 (%67.0), 14 (%61.5), 24 (%61.4), 29 (%58.0), 6 (%55.4), 25 (%54.6), 1 (%51.7), 30 (%48.9), 11 (%40.0) numaralı genotipler olmuştur. Kök boyunda azalma özelliği bakımından tuzdan en az etkilenen ilk 10 genotipin sıralaması ise şöyledir: 22 (%5.6), 36 (% 5.6), 33 (%12.0), 37 (%12.7), 38 (%16.4), 15 (%16.4), 35 (%16.8), 26 (%18.8), 31 (%19.2), 3 (% 19.5).

Çizelge 2. 14 günlük tuz stresi sonunda kök boyu ortalamaları (cm), istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre kayıplar (%)

Genotip		Kök Boyu (cm)			Genotip		Kök Boyu (cm)		
No	Kontrol	NaCl	Kayıp (%)	No	Kontrol	NaCl	Kayıp (%)		
1	17.6 h-k	8.5 q	51.7 l-n	20	17.5 h-l	12.6 gh	24.7 d-j		
2	19.3 f-k	12.9 gh	32.3 g-k	21	16.8 i-m	11.8 h-j	29.8 e-j		
3	21.5 e-h	17.3 b-d	19.5 c-f	22	16.1 i-m	15.2 ef	5.6 ab		
4	14.5 lm	9.6 n-q	33.8 g-k	23	15.0 k-m	9.4 n-q	37.3 j-l		
5	16.6 i-m	13.2 g	2.01 c-g	24	25.1 b-e	9.6 m-q	61.4 no		
6	19.5 f-k	8.6 q	55.4 no	25	19.5 f-j	8.8 pq	54.6 m-o		
7	15.0 k-m	11.0 i-l	26.7 d-l	26	12.7 m	10.4 k-o	18.8 c-f		
8	18.0 h-l	11.7 h-j	35.0 h-k	27	15.4 i-m	9.8 l-q	36.4 i-k		
9	15.0 k-m	9.2 o-q	38.7 j-l	28	33.3 a	10.9 i-m	67.0 o		
10	21.6 e-h	13.3 g	38.7 j-l	29	22.4 d-g	9.4 n-q	58.0 no		
11	14.5 lm	8.6 q	40.0 j-l	30	17.7 h-k	9.1 o-q	48.9 k-n		
12	18.6 f-l	12.1 g-i	34.8 h-k	31	15.5 i-m	12.6 gh	19.2 c-f		
13	22.8 c-f	16.4 de	28.1 d-j	32	15.6 i-m	9.3 o-q	39.7 j-m		
14	26.0 b-d	10.0 l-p	61.5 no	33	16.5 i-m	14.6 f	12.0 bc		
15	15.1 k-lm	12.7 gh	16.4 c-h	34	26.5 bc	16.3 de	38.1 j-l		
16	17.5 h-l	11.6 h-k	33.1 g-k	35	27.5 b	22.7 a	16.8 c-e		
17	18.3 g-l	14.6 f	20.2 c	36	19.4 f-k	18.4 b	5.6 ab		
18	15.0 k-m	10.0 l-p	32.7 g-k	37	19.7 f-h	17.1 cd	12.7 c-i		
19	16.6 i-m	10.7 j-n	35.9 f-j	38	21.8 e-h	18.3 bc	16.4 cd		

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

Çizelge 3. 14 günlük tuz stresi sonunda gövde boyu ortalamaları (cm), istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre kayıplar (%)

Genotip No	Gövde Boyu (cm)			Genotip No	Gövde Boyu (cm)		
	Kont	NaCl	Kayıp (%)		Kontrol	NaCl	Kayıp (%)
1	17.66 b-d	7.76 op	56.2 o	20	14.17 g-l	10.16 h-j	27.9 f-j
2	13.47 j-l	12.26 d-f	9.2 ab	21	12.83 kl	7.76 op	39.4 i-n
3	13.93 i-l	13.30 b-d	4.3 a	22	16.43 c-i	14.20 b	13.4 b-d
4	13.83 i-l	9.16 j-m	33.6 g-l	23	18.77 bc	10.66 gh	43.3 k-o
5	13.53 j-l	12.60 cde	6.7 ab	24	13.80 i-l	8.46 l-p	38.7 i-n
6	13.33 kl	8.16 m-p	38.6 h-m	25	16.17 c-j	8.07 m-p	50.2 m-o
7	15.0 e-k	9.50 i-l	36.7 h-m	26	14.17 i-l	8.63 l-o	39.2 i-n
8	12.73 kl	8.63 l-o	32.0 g-k	27	16.83 b-g	8.03 n-p	52.2 n-o
9	13.33 kl	7.36 pq	44.7 k-o	28	12.70 kl	10.46 g-i	17.6 c-e
10	13.17 kl	12.46 c-e	5.6 a	29	11.90 l	6.46 q	45.7 l-o
11	13.83 i-l	9.00 l-n	34.8 g-l	30	15.43 d-k	7.53 op	51.1 m-o
12	12.67 kl	9.86 h-k	22.4 d-g	31	14.13 i-l	8.20 m-p	41.8 j-n
13	17.0 b-f	11.33 fg	33.5 g-l	32	16.77 b-h	7.46 p	55.6 o
14	16.83 b-g	8.10 m-p	51.8 no	33	19.27 b	13.80 b	28.5 e-i
15	14.83 f-k	12.10 ef	18.2 c-f	34	22.90 a	14.16 b	38.2 h-m
16	14.67 f-l	10.33 g-i	29.9 g-j	35	21.70 a	16.06 a	25.9 e-h
17	14.83 f-k	13.40 bc	9.5 ab	36	17.87 b-d	16.03 a	10.4 a-c
18	14.0 i-l	7.83 op	44.1 k-o	37	15.47 d-k	14.13 b	8.8 ab
19	14.07 g-l	8.26 m-p	41.4 j-n	38	16.23 c-i	12.53 c-e	22.7 d-g

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

**Gövde boyu:** Tuz stresi altında, gövde boyları azalmıştır. Tuz stresinin en belirgin semptomlarından olan bitki boyunun azalması, tuz uygulanan genotiplerin tümünde ortaya çıkmış, bazı genotipler tuzdan çok fazla etkilenip kontrole göre bitki boyunda çok fazla azalma sergilerken, bazı genotiplerde bitki boyları kontrol bitkilerinininkine oldukça yakın bulunmuştur. 38 genotip içerisinde bitki gövde boyunda kontrole göre azalma oranı bakımından %4.3 ile %56.2 arasında değerler elde edilmiştir (Çizelge 3).

Tuz stresi altında 14. günün sonunda; her genotipin, gövde boyu bakımından kendi kontrolüne göre gösterdiği azalma oranı (% kayıp) esas alınarak sıralama yapıldığında, en fazla zarar gören ilk 10 genotip 1 (% 56.2), 32 (%55.6), 27 (%52.2), 14 (%51.8), 30 (%51.1), 25 (%50.2), 29 (%45.7), 9 (%44.7), 18 (%44.1), 23 (%43.3) numaralı genotipler olmuştur. Gövde uzunluğunda azalma özelliği bakımından tuzdan en az etkilenen ilk 10 genotipin sıralaması ise şöyledir: 3 (% 4.3), 10 (%5.6), 5 (%6.7), 37 (%8.8), 2 (%9.2), 17 (%9.5), 36 (%10.4), 22 (%13.4), 28 (%17.6), 15 (% 18.2).

**Kök yaş ağırlığı:** Kök ağırlıkları (g) bakımından, 14 günlük tuz stresi sonunda genotipler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuş ve bitkilerin kontrollerine göre kayıplarının olduğu saptanmıştır (Çizelge 4).

Buna göre kök ağırlığı bakımından tuzdan en fazla etkilenen genotipler, 23 (%66.7), 27 (%64.1), 24 (%63.1), 1 (62.8), 11 (%61.6), 14 (%59.7), 18 (%58.9), 29 (%56.6), 15 (%50.9), 2 (%50.3) şeklinde bir dizilim oluştururken; en az

etkilenenler sırasıyla 5 (%10.6), 37 (%15.9), 33 (%16.0), 21 (%17.4), 35 (%18.9), 3 (%21.1), 16 (%21.8), 36 (%24.0), 34 (%24.3), 38 (%25.1) numaralı genotipler olmuştur.

**Gövde yaş ağırlığı:** Gövde yaş ağırlıkları, stres koşullarında azalmıştır. 38 genotip içerisinde gövde ağırlıklarında kontrole göre azalma oranı bakımından %11.3 ile %72.3 arasında değerler elde edilmiştir (Çizelge 5).  $P \leq 0.01$ 'e göre yaş gövde ağırlığı bakımından yüksek oranda etkilenenler, 23 (%72.3), 25 (%71.9), 2 (%70.1), 24 (%69.6), 32 (%69.1), 8 (%68.9), 14 (%67.2), 1 (%65.6), 18 (%64.7), 27 (%63.0) şeklinde sıralanmıştır. Düşük oranda etkilenenler ise, %11.3, %12.5, %12.8, %13.8, %16.9, %20.1, %23, %29, %29.8 ağırlık kaybı oranlarıyla sırasıyla 3, 22, 36, 10, 38, 33, 5, 37, 35 numaralı genotipler olmuştur.

**Yaprak yaş ağırlığı:** Yaprak yaş ağırlıkları, stres koşullarında azalmıştır. 38 genotip içerisinde yaprak ağırlıklarında kontrole göre azalma oranı bakımından %27.9 ile %80.0 arasında değerler elde edilmiştir (Çizelge 6).  $P \leq 0.01$ 'e göre yaprak yaş ağırlığı bakımından yüksek oranda etkilenen genotipler, 24-%80, 25-%78.4, 23- %77.3, 29-%72.1, 30-%71.2, 1-%71, 26-%70.9, 9-%68.9, 11-%69.2, 9-%68.9, 13- %68.1 şeklinde sıralanmıştır. Düşük oranda etkilenenler ise, %27.9, %39.8, %44.8, %46.1, %46.2, %46.4, %48.0, %49.4, %49.6, %49.9 ağırlık kaybı oranlarıyla sırasıyla 36, 22, 33, 15, 38, 35, 5, 7, 16, 3 numaralı genotipler olmuştur.

Çizelge 4. 14 günlük tuz stresi sonunda kök yaş ağırlığı ortalamaları (g), istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre kayıplar (%)

Genotip		Kök Ağırlığı (g)		Genotip		Kök Ağırlığı (g)	
No	Kontrol	NaCl	Kayıp (%)	No	Kont	NaCl	Kayıp (%)
1	2.47 a-d	0.92 m-o	62.8 kl	20	2.18b-ı	1.25 j-l	42.2 f-k
2	3.16 a	1.57 g-ı	50.3 g-l	21	1.72 e-j	1.42 h-j	17.4 ab
3	2.37 b-f	1.86 a-d	21.1 a-e	22	2.81 ab	2.06 a	26.7 a-f
4	2.42 b-d	1.23 j-l	48.8 g-l	23	2.64 a-c	0.88 no	66.7 l
5	1.89 c-ı	1.68 d-g	10.6 a	24	2.60 a-c	0.95 mn	63.1 l
6	1.48 ij	0.85 no	41.9 e-j	25	1.50 ij	0.86 no	43 h-l
7	1.51 ij	1.12 lm	25.8 a-f	26	1.61 g-j	0.89 no	44.7 e-j
8	1.53 h-j	0.92 m-o	40.3 e-j	27	2.42 b-e	0.87 no	64.0 l
9	1.92 c-ı	1.33 jk	31.1 b-g	28	2.19 b-ı	1.30 j-l	40.6 e-j
10	2.31 b-g	1.56 g-ı	32.3 b-g	29	1.66 e-j	0.71 o	56.6 ı-l
11	2.31 b-g	0.88 no	61.6 kl	30	1.92 c-ı	1.16 kl	39.4 d-ı
12	2.13 b-ı	1.38 ij	35.2 c-h	31	1.10 j	0.80 no	27.9 a-c
13	2.27 b-h	1.54 g-ı	32.5 b-g	32	1.64 g-j	0.93 mn	43 f-k
14	2.11 b-ı	0.85 no	59.7 j-l	33	2.13 b-ı	1.79 c-f	16.0 ab
15	2.24 b-ı	1.10 lm	50.9 g-l	34	2.18 b-ı	1.65 e-g	24.3 a-f
16	2.06 b-ı	1.60 f-h	21.8 a-c	35	2.44 a-d	1.97 a-c	18.9 a-c
17	2.79 ab	2.04 ab	26.9 a-f	36	2.61 a-c	1.99 ab	24.0 a-f
18	2.35 b-g	0.96 mn	58.9 ı-l	37	2.32 b-g	1.84 b-e	15.9 a-d
19	1.94 c-ı	1.34 jk	30.8 b-g	38	2.47 a-d	1.84 b-e	25.1 a-f

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

Çizelge 5. 14 günlük tuz stresi sonunda gövde yaş ağırlığı ortalamaları (g), istatistiksel gruplandırmalar, kontrole göre kayıplar (%)

Genotip		Gövde Ağırlığı (g)		Genotip		Gövde Ağırlığı (g)	
No	Kontrol	NaCl	Kayıp (%)	No	Kontrol	NaCl	Kayıp (%)
1	2.49 d-l	0.86 lm	65.6 o-q	20	2.20 ı-o	1.29 fg	41.2 ı-k
2	2.10 l-p	1.53 d	27.0 d-f	21	2.14 k-p	1.32 ef	38.1 g-j
3	2.13 k-p	1.89 c	11.3 a	22	2.54 d-k	2.23 b	12.5 a-b
4	2.30 ı-o	0.90 kl	60.9 n-p	23	2.85 a-f	0.79 lm	72.3 q
5	2.09 l-p	1.61 d	23.0 c-e	24	2.79 a-f	0.85 lm	69.6 pq
6	2.03 m-p	1.07 ı-k	47.1 j-m	25	2.42 f-n	0.67 mn	71.9 q
7	2.48 e-l	1.11 g-ı	54.8 m-o	26	2.02 op	0.93 j-l	53.5 l-n
8	1.93 op	0.60 n	68.9 pq	27	2.46 f-m	0.90 kl	63.0 o-q
9	1.80 p	1.26 f-ı	30.0 e-h	28	2.20 ı-p	1.31 ef	40.5 h-j
10	2.09 l-p	1.80 c	13.8 ab	29	2.03 m-p	0.61 n	70.1 pq
11	2.24 ı-o	1.08 h-j	51.6 k-n	30	2.35 ı-o	1.14 f-ı	51.7 k-n
12	2.12 l-p	1.47 de	30.5 e-h	31	2.26 ı-o	1.27 f-h	43.8 ı-l
13	2.62 c-h	1.83 c	29.8 e-h	32	2.62 c-h	0.81 lm	69.1 pq
14	2.61 d-ı	0.85 lm	67.2 pq	33	2.73 b-h	2.18 b	20.1 a-c
15	2.54 e-k	1.15 f-ı	54.9 m-o	34	3.09 ab	2.06 b	32.0 f-ı
16	2.76 b-f	1.12 g-ı	59.4 n-p	35	3.19 a	2.23 b	29.8 e-h
17	3.04 a-c	2.10 b	30.6 e-h	36	2.57 e-h	2.24 b	12.8 a-b
18	2.21 ı-o	0.78 lm	64.7 o-q	37	2.92 a-d	2.07 b	29.1 e-g
19	1.93 op	1.12 g-ı	42.0 ı-k	38	2.90 a-e	2.41 a	16.9 a-c

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

Çizelge 6. 14 günlük tuz stresi sonunda yaprak yaş ağırlığı ortalamaları (g), istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre kayıplar (%)

Genotip p	Yaprak Ağırlığı (g)			Genotip No	Yaprak Ağırlığı (g)		
	Kontrol	NaCl	Kayıp(%)		Kontrol	NaCl	Kayıp(%)
1	7.44 ab	2.16 c-j	71.0 n-p	20	2.98 h-l	1.04 nop	64.0 j-n
2	4.89 c-ı	2.42 a-f	50.4 c-h	21	4.33 c-l	1.74 d-o	59.6 h-l
3	6.25c	3.12 a	49.9 c-f	22	3.63 e-l	2.19 b-ı	39.8 b
4	2.74 ı-l	0.91 op	66.9 k-n	23	5.63 c-f	1.27 j-p	77.3 pq
5	2.55 kl	1.32 ı-p	48.0 b-f	24	8.66 a	1.73 d-o	80.0 q
6	2.33 l	1.06 nop	54.7 d-ı	25	4.21 c-l	0.90 op	78.4 pq
7	3.51 f-l	1.77 d-o	49.4 b-f	26	2.96 h-l	0.85 p	70.9 n-p
8	2.67 jkl	1.18 k-p	56.0 e-j	27	4.84 c-j	2.31 a-h	52.3 c-h
9	3.15 h-l	0.98 op	68.9 ı-o	28	5.01 c-h	2.03 d-l	59.3 g-k
10	4.48 c-l	1.68 e-p	62.6 ı-n	29	4.45 c-l	1.24 k-p	72.1 n-p
11	5.10 c-h	1.56 f-p	69.2 m-o	30	5.75 b-e	1.66 e-p	71.2 n-p
12	4.51 c-k	2.06 d-k	54.3 d-ı	31	3.40 g-l	1.33 ı-p	60.6 ı-m
13	4.53 c-k	1.45 h-p	68.1 k-n	32	6.01 bcd	1.96 d-m	67.4 k-n
14	4.52 c-k	1.93 d-n	57.1 f-j	33	4.66 c-k	2.57 a-d	44.8 b-d
15	5.47 c-g	2.95 abc	46.1 bc	34	6.10 bc	2.39 a-g	60.8 ı-m
16	2.51 kl	1.26 j-p	49.6 c-g	35	5.65 b-f	3.02 ab	46.4 b-d
17	4.51 c-k	1.50 g-p	66.7 ı-o	36	3.43 g-l	2.47 a-e	27.9 a
18	3.73 e-l	1.30 ı-p	65.0 k-n	37	3.89 d-l	1.91 d-n	51.0 c-h
19	2.78 ı-l	1.14 ı-p	59.1 ı-m	38	3.03 h-l	1.63 e-p	46.2 b-e

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

Çizelge 7. 14 günlük tuz stresi sonunda yaprak sayısı ortalamaları (adet), istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre kayıplar (%)

Genotip No	Yaprak Sayısı (adet)			Genotip No	Yaprak Sayısı (adet)		
	Kontrol	NaCl	Kayıp(%)		Kontrol	NaCl	Kayıp(%)
1	6.0 e-g	2.0 ı	66.7 jk	20	4.0 ı	3.0 gh	25.0 c-e
2	5.3 f-ı	3.0 gh	43.7 e-h	21	6.3 e-g	2.0 ı	68.4 k
3	6.6 ef	4.6 de	30.0 c-g	22	5.6 f-h	4.0 ef	29.3 c-g
4	5.0 g-ı	3.0 gh	40.0 e-h	23	5.0 g-ı	3.0 gh	40.0 e-h
5	5.0 g-ı	3.6 fg	26.8 c-f	24	6.0 e-g	2.0 ı	66.7 jk
6	5.6 f-h	2.0 ı	64.7 ı-k	25	5.6 f-h	2.0 ı	64.7 jk
7	5.0g-ı	3.0 gh	40.0 e-h	26	4.0 ı	2.3 hı	41.8 e-h
8	5.6 f-h	3.6 fg	35.3 c-h	27	4.3 hı	2.3 hı	46.2 e-ı
9	5.0 g-ı	3.0 gh	40.0 e-h	28	4.0 ı	3.0 gh	25.0 c-e
10	6.6 ef	4.0 ef	39.9 d-h	29	4.0 ı	2.0 ı	50.0 h-k
11	6.3 e-g	3.0 gh	52.6 h-k	30	4.3 hı	2.0 ı	53.8 h-k
12	5.0 gı	3.6 fg	26.8 c-f	31	5.6 fg	3.0 gh	47.0 f-j
13	5.0 g-ı	4.3 ef	13.4 b	32	7.3 de	2.3 hı	68.2 k
14	5.6 f-h	3.0 gh	47.0 f-j	33	10.3 b	5.0 cd	51.6 h-k
15	5.6 f-h	4.0 ef	29.3 bc	34	12.0 a	6.0 b	50.0 g-k
16	4.0 ı	4.0 ef	0.0 a	35	9.6 bc	6.0 b	37.9 d-h
17	5.3 f-ı	4.0 ef	25.0 c-d	36	8.3 cd	6.0 b	28.0 c-e
18	5.0 g-ı	3.0 gh	40.0 e-h	37	9.3 bc	7.3a	21.4 b-d
19	5.3 f-ı	3.0 gh	43.7 e-h	38	6.3 e-g	5.3 c	15.8 bc

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

Aynı

**Yaprak sayısı:** Yaprak adedi genel olarak stres koşullarında azalmıştır. Yaprak sayılarında kontrole göre azalma oranı bakımından %13.4 ile %68.4 arasında değerler elde edilmiştir. Çizelge 7'de genotiplerin, yaprak sayısı bakımından kontrollerine göre % kayıp oranları incelendiğinde, tuz stresinden en fazla etkilenenlerin 21 (%68.4), 32 (%68.2), 1 (%66.7), 24 (%66.7), 25 (%64.7), 6 (%64.7), 30 (%53.8), 11 (%52.6), 33 (%51.6), 29 (%50.0) numaralı genotipler olduğu görülmektedir. 16 (%0.0), 13 (%13.4), 38 (%15.8), 37 (%21.4), 17 (%25.0), 20 (%25.0), 28 (%25.0), 28 (%25.0), 5 (%26.8), 12 (%26.8), 36 (%28.0) numaralı genotipler ise, yaprak sayısındaki azalma oranı bakımından tuz stresinden en az etkilenen 10 genotip olmuştur.

**Yaprak alanı:** Tuz stresi altında yetiştirilen otuzsekiz adet farklı patlıcan genotipinde ve bunların kontrollerinde; 150 mM NaCl uygulaması yapıldıktan sonra 14. gün alınan bitki örneklerinde belirlenen yaprak alanı değerleri 'toplam yaprak alanı/bitki' olarak Çizelge 8'de verilmiştir. Buna göre, bitki başına düşen ortalama yaprak alanı bakımından genotipler arasında  $P \leq 0.01$ 'lik hata sınırına göre istatistiksel olarak önemli farklılıklar oluşmuştur. Yaprak alanı bakımından tuz stresinden etkilenme durumları dikkate alındığında, en fazla etkilenen 10 genotip sırasıyla 24 (%91.0), 25 (%89.8), 30 (%87.3), 23 (%85.3), 26 (%82.5), 1 (%81.8), 13 (%81.4), 31 (%80.2), 27 (%79.5), 32 (%79.0) şeklinde dizilim göstermiştir. Bu özellik bakımından en az etkilenen 10 genotip ise, 6 (%49.1), 7 (%55.4), 8 (%58.2), 4 (%58.3), 33 (%58.7), 5 (%60.9), 19 (%65.7), 18 (%67.0), 38 (%67.1), 16 (%67.3) numaralı genotipler olmuştur.

Çizelge 8. 14 günlük tuz stresi sonunda toplam yaprak alanı ortalamaları ( $\text{cm}^2$ ), istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre kayıplar (%)

Genotip No	Yaprak Alanı ( $\text{cm}^2$ )			Genotip No	Yaprak Alanı ( $\text{cm}^2$ )		
	Kontrol	NaCl	Kayıp(%)		Kontrol	NaCl	Kayıp(%)
1	315.3 b	57.33 b-f	81.8 i-k	20	169.3 j-o	41.3 g-k	75.8 g-i
2	190.7 g-l	61.4 bc	67.9 ef	21	205.0 e-k	50.3 c-j	75.5 g-i
3	248.0 d-g	77.7 a	68.7 de	22	180.7 h-m	43.6 f-k	75.9 h-i
4	96.0 q	40.0 h-k	58.3 b	23	339.7 ab	49.8 c-j	85.3 k-m
5	138.0 m-q	54.0 c-h	60.9 bc	24	374.3 a	33.7 k-m	91.0 n
6	99.7 q	50.7 c-j	49.1 a	25	205.0 e-k	21.0 m	89.8 mn
7	121.0 n-q	54.0 c-h	55.4 ab	26	145.0 l-q	25.4 lm	82.5 j-l
8	110.0 pq	46.0 e-k	58.2 b	27	228.0 e-i	46.7 e-k	79.5 h-i
9	138.7 m-q	44.7 e-k	67.8 c-e	28	237.0 e-h	55.0 c-g	76.8 h-i
10	230.7 e-i	49.3 e-j	78.6 h-i	29	177.7 i-n	45.4 e-k	74.5 e-h
11	260.7 c-e	56.7 b-f	78.3 h-i	30	310.3 bc	39.3 i-k	87.3 l-n
12	239.0 e-h	58.7 b-e	75.4 f-i	31	168.0 j-o	33.3 k-m	80.2 h-k
13	248.3 d-g	46.3 e-k	81.4 i-k	32	252.7 d-f	53.0 c-i	79.0 h-i
14	211.0 e-k	56.3 b-f	73.3 e-h	33	153.3 k-q	63.3 bc	58.7 b
15	297.3 b-d	70.0 ab	76.5 h-i	34	236.0 e-i	61.7 bc	73.9 e-h
16	133.7 m-q	43.7 f-k	67.3 c-e	35	260.3 c-e	61.3 bc	76.5 h-i
17	192.0 g-l	44.0 f-k	77.1 h-i	36	194.7 f-l	60.8 b-d	68.8 e-g
18	112.0 o-q	37.0 j-l	67.0 c-e	37	219.7 e-j	46.5 e-k	78.8 h-i
19	108.0 pq	37.0 j-l	65.7 cd	38	158.0 k-p	52.0 c-i	67.1 c-e

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

#### Lipid peroksidasyonu bakımından ortaya çıkan değişimler

Lipid peroksidasyon ürünü olan malondialdehid (MDA) miktarında ortaya çıkan değişimler belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan 38 genotipin tepkileri, istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar sergilemiştir (Çizelge 9).

Kontrol grubunda yer alan bitkilerle karşılaştırıldığında, NaCl uygulaması yapılan bitkilerde MDA düzeylerinde artış olduğu ve tuz stresinin patlıcan genotiplerinde az veya çok hücre zarında hasara yol açtığı gözlemlenmiştir. MDA miktarı esas alınarak tuza toleransı en fazla veya en düşük

olan patlıcan genotipleri sıralanmıştır. Buna göre denemede yer alan genotipler içerisinde tuza en fazla tolerans gösteren 10 genotip şunlar olmuştur (Parantez içerisinde yer alan değerler, kontrole göre % olarak MDA miktarındaki artış oranını göstermektedir): 35 (%69.4), 33 (%80.3), 22 (%80.7), 37 (%92.5), 36 (%95.1), 10 (%98.2), 5 (%99.6), 30 (%115.7), 38 (%116.0), 17 (%122.6). Hücre zarındaki hasarın bir göstergesi olarak yorumlanan MDA miktarı açısından yapılan değerlendirme sonucunda tuza en duyarlı bulunan genotipler ise sırasıyla 23 (%280.8), 24 (%280.8), 14 (%263.2), 26 (%235.2), 18 (%229.7), 8 (%229.5), 29 (%223.6), 1 (%221.8), 32 (%204.2), 15 (%193.2) olmuştur.



Çizelge 9. 14 günlük tuz stresi sonunda bitkilerdeki MDA ortalamaları, oluşan gruplar ve kontrole göre yüzde kayıplar ( $\mu$  mol/g T.A.)

Genotip No	MDA ( $\mu$ mol/g T.A.)			Genotip No	MDA ( $\mu$ mol/g T.A.)		
	Kontrol	NaCl	Artış (%)		Kont	NaCl	Artış (%)
1	4.18 pq	13.45 f-h	221.8 bc	20	4.21 o-q	11.58 l-n	175.1 ef
2	4.29 n-p	11.20 m-o	161.1 f-j	21	4.45 m-o	10.89 no	144.7 i-k
3	3.52 r	9.24 qr	162.5 f-i	22	5.44 ab	9.83 p-r	80.7 o
4	4.90 h-j	12.25 j-l	150.0 g-k	23	5.26 b-e	20.03 a	280.8 a
5	5.18 c-f	10.34 op	99.6 no	24	5.32 a-d	20.26 a	280.8 a
6	5.06 e-h	14.23 ef	181.2 ef	25	4.90 h-j	13.56 f-h	176.7 ef
7	5.15 d-g	12.45 j-l	171.4 i-l	26	4.97 f-i	16.66 c	235.2 b
8	4.75 i-l	15.65 d	229.5 b	27	5.22 b-e	14.43 e	176.4 ef
9	4.63 k-m	12.57 l-k	171.5 e-g	28	4.23 o-q	10.44 op	146.8 h-k
10	4.89 h-j	9.69 p-r	98.2 ef	29	5.52 a	17.86 b	223.6 bc
11	5.05 e-h	13.52 f-h	167.7 f-h	30	4.89 h-j	10.55 op	115.7 mn
12	5.18 c-f	12.25 j-l	136.5 k-m	31	4.02 q	10.56 op	162.7 f-i
13	4.52 l-n	12.45 j-l	175.4 ef	32	4.28 n-p	13.02 h-j	204.2 cd
14	5.43 a-c	19.72 a	263.2 a	33	4.63 k-m	8.35 s	80.3 op
15	4.84 h-k	14.19 e-g	193.2 de	34	4.13 pq	9.92 pq	140.2 j-l
16	5.31 a-e	13.36 g-i	151.6 g-k	35	4.93 g-i	8.35 s	69.4 p
17	5.27 b-e	11.73 k-m	122.6 lm	36	4.27 n-p	8.33 s	95.1 o
18	4.65 k-m	15.33 d	229.7 b	37	4.68 j-m	9.01 rs	92.5 o
19	5.28 b-e	11.77 k-m	122.9 ln	38	4.49 mn	9.70 p-r	116.0 mn

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

#### Klorofil miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

Tuz uygulamasının 14. gününde stres altındaki bitkilerde toplam klorofil miktarı, 4 adet genotip hariç diğer 34 adet patlıcan genotipinde kontrol bitkilerine göre azalma göstermiştir (Çizelge 10).

Oksidatif tuz stresi altında toplam klorofil miktarı bakımından en fazla kayıp oranına sahip genotipler, ya da diğer bir deyişle klorofil içeriği bakımından tuzdan en fazla etkilenenler 8 (%51.5), 14 (%45.8), 29 (%41.1), 16 (%40.4), 30 (%38.5), 11 (%37.2), 24 (%35.3), 23 (%34.5), 32 (%34.4), 32 (%33.1) numaralı genotipler olmuştur. Genelde klorofil miktarı, tuz uygulaması yapıldığında azalmakla birlikte, 13, 28, 33 ve 36 numaralı dört genotipte kontrol bitkilerinden daha fazla klorofile sahip olmuştur. Genotipleri en fazla artış gösterenden en düşük azalma gösterene doğru sıraladığımızda şu sıralama oluşmaktadır: 33 (%34.4), 36 (%24.5), 13 (%11.7), 28 (%5.5) kontrole göre artış meydana getirenler olurken; klorofilin en az kaybedildiği genotipler 10 (%1.7), 22 (%2.2), 3 (%4.1), 38 (%6.1), 37 (%6.6), 35 (%9.4) olmuştur.

#### İyon miktarı bakımından ortaya çıkan değişimler

**Yapraklardaki  $\text{Na}^+$  iyonu miktarı:** Denemede yer alan bütün patlıcan genotiplerinde  $\text{Na}^+$  iyonu miktarında artış meydana gelmiş, ancak kontrole göre % artış oranları bakımından istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık belirlenmiştir. 26, 25, 24, 19, 7, 14, 6, 11, 21, 18 numaralı

genotipler bünyelerine en fazla miktarda  $\text{Na}^+$  iyonunu alan ilk 10 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre  $\text{Na}$  iyonu artış oranları şöyledir: %17979.2, %17270.1, %17263.6, %13969.0, %13257.7, %13140.4, %12913.7, %12249.3, %11881.6, %11590.8). Buna karşılık bazı genotipler  $\text{Na}^+$  iyonunu bünyelerine alma konusunda seçici davranmış ve kendilerinden uzak tutmuşlardır. Yaprak dokusunda tuz uygulamasının 14. gününde en az  $\text{Na}^+$  iyonu biriktiren ilk 10 genotip ve artış oranları ise şu şekildedir: 36 (%4389.2), 33 (%4778.3), 38 (%5190.3), 28 (%5356.8), 20 (%5922.3), 22 (%6048.6), 35 (%6068.9), 3 (%6413.2), 37 (%6641.4), 34 (%6665.6) (Çizelge 11).

**Yapraklardaki  $\text{K}^+$  iyonu miktarı:**  $\text{K}^+$  iyonu miktarları tüm genotiplerde tuz uygulanmayan kontrol bitkilerinden daha düşük değerler vermiştir. Ancak genotipler arasında  $\text{K}^+$  iyonu miktarındaki azalma bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmiştir. Bazı genotiplerde tuz stresi altında  $\text{K}^+$  iyonu miktarından azalma düşük oranlarda seyredirken 34 (%14.0), 35 (%16.7), 36 (%18.7), 33 (%23.4), 16 (%26.5), 22 (%28.5), 38 (%29.2), 20 (%30.0), 17 (%31.0), 3 (%35.7); bazı genotiplerde ise tuz stresi bitkilerdeki  $\text{K}^+$  iyonu miktarının daha büyük ölçüde azalmasına neden olmuştur [7 (%74.2), 25 (%72.6), 24 (%67.3), 21 (%65.4), 4 (%65.1), 26 (%65.0), 32 (%64.2), 11 (%63.5), 14 (%62.5), 19 (%62.2)] (Çizelge 12).

Çizelge 10. 14 günlük tuz stresi sonunda toplam klorofil miktarı ortalamaları, istatistiksel gruplandırmalar, kontrole göre kayıplar (%)

Genotip		Klorofil ( $\mu$ g/mg T.A.)			Genotip		Klorofil ( $\mu$ g/mg T.A.)		
No	Kontrol	NaCl	Kayıp(%)	No	Kontrol	NaCl	Kayıp(%)		
1	0.138 m-o	0.110 l-o	20.3	20	0.210 c	0.167 d-g	20.5		
2	0.155 ı-m	0.126 jk	18.7	21	0.181 d-g	0.159 fg	12.2		
3	0.147 l-o	0.141 hı	4.1	22	0.186 d-f	0.182 bc	2.2		
4	0.148 l-o	0.114 k-n	23.0	23	0.168 g-j	0.110 l-o	34.5		
5	0.173 e-g	0.125 jk	27.7	24	0.170 f-ı	0.110 l-o	35.3		
6	0.135 no	0.106 m-o	21.5	25	0.196 cd	0.143 hı	27.0		
7	0.283 a	0.205 a	27.6	26	0.166 g-k	0.132 ij	20.5		
8	0.196 cd	0.095 op	51.5	27	0.172 e-h	0.126 jk	26.7		
9	0.162 h-l	0.114 k-n	29.6	28	0.146 m-o	0.154 gh	+5.5		
10	0.179 d-g	0.176 b-e	1.7	29	0.146 m-o	0.086 pq	41.1		
11	0.180 d-g	0.113 k-n	37.2	30	0.195 cd	0.120 j-m	38.5		
12	0.152 j-n	0.12 6 jk	17.1	31	0.142 m-o	0.115 k-n	19.0		
13	0.103 p	0.115 k-n	+11.7	32	0.151 k-n	0.101 no	33.1		
14	0.144 l-o	0.078 q	45.8	33	0.131 o	0.176 b-e	+34.4		
15	0.150 k-n	0.124 jk	17.3	34	0.188 de	0.144 hı	23.4		
16	0.193 d	0.115 k-n	40.4	35	0.180 dg	0.163 e-g	9.4		
17	0.233 b	0.190 b	18.5	36	0.143 m-o	0.178 b-d	+24.5		
18	0.145 l-o	0.106 m-o	26.9	37	0.182 dg	0.170 c-f	6.6		
19	0.155 l-l	0.132 ij	14.8	38	0.179 d-g	0.168 c-f	6.1		

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

+Kontrolle göre artış gösterenler

Çizelge 11. 14 günlük tuz stresi sonunda yapraklardaki  $\text{Na}^+$  miktarı ortalamaları ( $\mu$  g/mg T.A.), istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre artışlar (%)

Genotip		$\text{Na}^+$ ( $\mu$ gr/mg T.A.)			Genotip		$\text{Na}^+$ ( $\mu$ gr/mg T.A.)		
No	Kontrol	NaCl	Artış (%)	No	Kontrol	NaCl	Artış (%)		
1	0.198 d-f	16.40 gh	8182.8 ı-m	20	0.269 a	16.20 gh	5922.3 p-s		
2	0.181 g-ı	16.60 g	9071.3 h-j	21	0.163 j-l	19.53 c-e	11881.6 d-f		
3	0.189 gh	12.31 mn	6413.2 o-r	22	0.175 h-j	10.76 o	6048.6 p-r		
4	0.159 k-m	16.20 gh	10088.7 gh	23	0.173 h-j	17.80 f	10189 gh		
5	0.152 l-n	13.63 k-m	8867.1 h-k	24	0.110 q	19.10 c-f	17263.6 a		
6	0.146 m-o	19.00 ef	12913.7 b-d	25	0.127 p	22.06 b	17270.1 a		
7	0.137 op	18.30 ef	13257.7 bc	26	0.101 q	18.26 ef	17979.2 a		
8	0.148 m-o	16.13 gh	10798.6 fg	27	0.235 c	19.98 cd	8402.1 ı-l		
9	0.197 d-f	18.10 f	9087.8 h-j	28	0.278 a	15.17 h-j	5356.8 q-t		
10	0.156 k-n	13.36 k-m	8464.1 ı-l	29	0.247 b	22.96 b	9195.5 hı		
11	0.146 m-o	18.03 f	12249.3 c-e	30	0.241 bc	20.26 cd	8306.6 ı-l		
12	0.205 de	15.33 g-ı	7378 l-o	31	0.180 g-ı	14.00 j-l	7677.8 k-o		
13	0.156 k-n	12.90 l-n	8169.2 ı-m	32	0.169 ı-k	15.90 gh	9308.3 hı		
14	0.183 gh	24.23 a	13140.4 bc	33	0.189 fg	9.22 p	4778.3 st		
15	0.198 d-f	15.56 g-ı	7758.6 j-n	34	0.192 e-g	12.99 ı-n	6665.6 n-q		
16	0.206 d	14.53 ı-k	6953.4 m-p	35	0.148m-o	9.13 p	6068.9 p-r		
17	0.154 l-n	12.83 l-n	8231.2 ı-m	36	0.190 fg	8.53 p	4389.5 t		
18	0.207 d	24.20 a	11590.8 ef	37	0.174 h-j	11.73 o	6641.4 n-q		
19	0.145 no	20.40 c	13969 b	38	0.155 ı-n	8.20 p	5190.3 r-t		

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

Çizelge 12. 14 günlük tuz stresi sonunda yapraklardaki K<sup>+</sup> miktarı ortalamaları ( $\mu$  g/mg T.A.), istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre kayıplar (%)

Genotip No	K <sup>+</sup> ( $\mu$ g/mg T.A.)			Genotip No	K <sup>+</sup> ( $\mu$ g/mg T.A.)		
	Kontrol	NaCl	Kayıp(%)		Kontrol	NaCl	Kayıp(%)
1	2.95 m-p	1.46 m-p	50.5 kl	20	2.60 pqr	1.820 jk	30.0 f-h
2	3.44 f-j	1.91 i-l	44.2 jk	21	3.41 i-k	1.18 rst	65.4 qr
3	3.45 f-j	2.21 d-g	35.7 hi	22	3.12 j-n	2.23 dg	28.5 d-g
4	4.35 b	1.52 m-o	65.1 qr	23	3.83 C-F	1.71 lk	55.1 l-n
5	3.91 cd	2.12 gh	45.8 jk	24	4.01 bcd	1.30 p-r	67.3 rs
6	3.28 i-l	1.37 o-q	58.2 m-p	25	3.87 cde	1.06 t	72.6 st
7	5.35 a	1.37 n-q	74.2 t	26	3.63 e-i	1.26 q-s	65.0 qr
8	4.31 b	1.72 kl	60.1 n-q	27	2.82 m-q	1.15 r-t	59.2 m-q
9	3.69 e-h	1.48 m-o	59.9 m-q	28	2.67 o-r	1.54 mn	41.9 ij
10	4.18 bc	2.37 cd	43.3 j	29	2.75 n-r	1.10 st	59.6 m-q
11	3.51 e-j	1.28 qr	63.5 p-r	30	2.46 qr	1.09 t	55.7 l-o
12	3.18 j-m	1.85 l-k	41.5 i-j	31	3.69 d-h	1.53 m-o	58.5 m-q
13	3.71 e-h	2.44 bc	34.0 gh	32	3.21 jkl	1.15 r-t	64.2 p-r
14	3.71 e-h	1.39 n-q	62.5 p-r	33	3.03 k-o	2.31 c-f	23.4 cd
15	3.39 h-k	2.18 fg	35.7 hi	34	2.42 r	2.08 gh	14.0 a
16	2.72 o-q	1.99 ij	26.5 d-f	35	2.82 m-q	2.35 c-e	16.7 ab
17	3.38 i-m	2.32 c-f	31.4 f-h	36	3.21 j-l	2.60 a	18.7 bc
18	3.42 i-k	1.61 lm	52.9 lm	37	3.80 e-g	2.20 e-g	42.1 j
19	3.73 e-h	1.41 n-q	62.2 o-r	38	3.63 h-k	2.57 ab	29.2 ce

Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (ps0.01).

**Yapraklardaki Cl<sup>-</sup> iyonu miktarı:** Denemede yer alan bütün patlıcan genotiplerinde Cl<sup>-</sup> iyonu miktarında artış meydana gelmiş, ancak kontrole göre % artış oranları bakımından istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık belirlenmiştir. 25, 8, 14, 26, 7, 23, 24, 21, 11, 2 numaralı genotipler bünyelerine en fazla miktarda Cl<sup>-</sup> iyonunu alan ilk 10 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Cl<sup>-</sup> iyonu artış oranları şöyledir: %16059.1, %11656.8, %11554.5, %11125, %10537, %10484.5, %10327, %10130.3, %9490.3, %9125.9). Yaprak dokusunda tuz uygulamasının 14. gününde en az Cl<sup>-</sup> iyonu biriktiren ilk 10 genotip ve kontrole göre artış oranları; 35 (%3216.7), 36 (%3625.5), 38 (%3805.8), 33 (%4007.0), 34 (%4199.1), 37 (%4506.6), 22 (%4894.0), 20 (%4939.1), 16 (%5059.0), 3 (%5393.7) şeklinde olmuştur (Çizelge 13).

**Yapraklardaki K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> oranı:** Potasyum/sodyum oranları bakımından 38 genotip istatistiksel açıdan farklı gruplar oluşturmuştur. Tuzlu ortamdaki bitkilerin K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> oranları bakımından en düşük sayısal değerleri veren ilk 10 genotipin sıralaması, 25 (0.05), 29 (0.050), 30 (0.053), 14 (0.056), 27 (0.056), 21 (0.060), 18 (0.066), 11 (0.070), 19 (0.070), 24 (0.070) şeklinde olmuştur. K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> oranları bakımından en yüksek değerleri veren ve Na<sup>+</sup> yerine K<sup>+</sup> iyonunu tercih ederek bünyesine alan ilk sıradaki 10 genotip ise, 38 (0.316), 36 (0.306), 35 (0.256), 33 (0.250), 22 (0.203), 13 (0.190), 37 (0.186), 17 (0.180), 3 (0.176), 10 (0.176) şeklinde dizilim göstermiştir (Çizelge 14).

#### İncelenen parametreler arasındaki ilişkiler

##### Regresyon Stepwise analiz bulguları

Toplam 38 genotipten elde edilen ve çeşitli özelliklere ilişkin ortalama değerler kullanılarak yapılan 'Regresyon Stepwise Analizi' ile, genotiplerin 150 mM NaCl tuz stresine karşı gösterdikleri tepkiler sonucunda belirlenen fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerin birbirleriyle ilişkileri hakkında bilgi edinilmiştir. Çizelge 15'ten izlenilebileceği gibi, bitki gövde boyu (GB) üzerinde etkili olan faktörlerden, en fazla etki sahibi (kısmi R<sup>2</sup> değeri) %77.2 ile K<sup>+</sup> olarak belirlenmiştir. K<sup>+</sup> iyonu miktarını, %5.2 ile toplam klorofil içeriği ve %1.3'lük etki payı ile Cl<sup>-</sup> iyonu miktarı izlemiştir. K/Na oranı ise, %0.33'lük etki payı ile gövde boyuna en düşük düzeyde etki eden faktör olmuştur. Modele giren parametrelerin eklemeli olarak toplam R<sup>2</sup> değeri ise % 83.7 olarak bulunmuştur.

Bitki kök boyu (KB) esas alındığında ortaya çıkan regresyon stepwise modelinin oluşumuna K/Na oranı, %77 oranı ile en yüksek etkiyi sağlarken; MDA miktarı %1 ve K<sup>+</sup> iyonu miktarı %0.4 oranında etki etmiştir. Bu faktörlerin toplam etkileri ise %78.5 olarak belirlenmiştir. Kalan %21.5'lik bölümde ise P=0.15 olan önem düzeyinden büyük parametrelerin ve bilinmeyen faktörlerin etkisi olmuştur. Elde edilen modele göre; tahmini kök boyuna, MDA miktarı olumsuz etkide (-) bulunurken, K<sup>+</sup> iyonu miktarı ve K/Na oranındaki artış, olumlu etki (+) yapmıştır.

Gövde ağırlığı (GA) özelliğine en fazla etkiyi %77.9'lük oranla K/Na<sup>+</sup> oranı yaparken; MDA miktarı %6.8, toplam klorofil miktarı %1.53 ve K<sup>+</sup> iyonu miktarı %0.58 etki etmiştir. Bu parametrelerin toplam R<sup>2</sup> değeri, %85 olmuştur.

Kök ağırlığına (KA) etki eden faktörlerin oluşturduğu regresyon modelinde  $K^+$  iyonu miktarı %63, MDA miktarı %11.7 ve toplam klorofil miktarı %2 oranında etkili olmuştur. Bu parametrelerin toplam etkileri %77 olmuştur. Tahmini bir kök ağırlığı belirlemek için regresyonun önemlilik derecesi içerisine giren  $K^+$  iyonu ve klorofil miktarındaki artış olumlu etki sağlarken, MDA miktarındaki artış olumsuz etkide bulunmaktadır.

Yaprak sayısı (YS) esas alınarak geliştirilen modelde yine  $K^+/Na^+$  oranı önemli bir etki payına sahip olmuştur (%67.6).  $Cl^-$  iyonu miktarı %2.7 ve MDA miktarı %0.74 oranında etkili bulunmuştur. Yüksek değerlere sahip olan potasyum/sodyum oranının etkisi yaprak sayısı üzerine olumlu etki (+) yaparken,  $Cl^-$  iyonu ve MDA miktarındaki artışın yaprak sayısı üzerindeki etkisi olumsuz (-) çıkmıştır.

Çizelge 13. 14 günlük tuz stresi sonunda yapraklardaki  $Cl^-$  miktarı ortalamaları ( $\mu g/mg$  T.A.), istatistiksel gruplandırmalar ve kontrole göre artışlar (%)

Genotip		$Cl^-$ ( $\mu g/mg$ T.A.)			Genotip		$Cl^-$ ( $\mu g/mg$ T.A.)		
No	Kontrol	NaCl	Artış (%)	No	Kontrol	NaCl	Artış (%)		
1	0.176 k-o	14.36 ij	8158.1 g-l	20	0.256 ab	12.90 kl	5039.1 o-r		
2	0.135 r	12.86 kl	9225.9 ef	21	0.165 m-q	16.88 d-f	10230.3 de		
3	0.158 n-q	8.68 q-s	5493.7 n-p	22	0.167 m-p	8.34 r-t	4994 o-r		
4	0.148 p-r	10.58 op	7148.6 i-m	23	0.142 qr	15.03 hı	10584.5 c-e		
5	0.164 m-q	10.26 op	6256.1 l-n	24	0.178 j-o	18.56 bc	10427 de		
6	0.200 f-j	15.23 hı	7615 g-j	25	0.132 r	21.33 a	16159.1 a		
7	0.146 p-r	15.53 gh	10637 b-d	26	0.160 m-q	17.96 cd	11225 b-d		
8	0.148 p-r	17.40 de	11756.8 b	27	0.223 c-e	16.11 f-h	7224.2 i-m		
9	0.155 o-r	12.80 kl	8258.1 g-l	28	0.235 b-d	16.20 f-h	6893.6 j-m		
10	0.155 o-r	11.33 m-o	7309.7 h-l	29	0.246 ab	22.00 a	8943.1 fg		
11	0.144 p-r	13.81 jk	9590.3 e	30	0.261 a	21.43 a	8210.7 g-l		
12	0.214 d-h	13.53 jk	6322.4 k-n	31	0.181 j-n	14.15 ij	7817.7 g-j		
13	0.192 g-l	11.76 l-n	6125 m-o	32	0.199 f-k	16.56 e-g	8321.6 g-l		
14	0.165 m-q	19.23 b	11654.5 bc	33	0.215 d-g	8.83 qr	4107 q-t		
15	0.172 l-o	10.40 op	6046.5 m-o	34	0.224 c-e	9.63 pq	4299.1 p-t		
16	0.239 bc	12.33 lm	5159 n-q	35	0.221 c-f	7.33 t	3316.7 t		
17	0.145 p-r	10.86 no	7489.7 h-k	36	0.204 e-l	7.60 st	3725.5 st		
18	0.211 e-h	15.86 f-h	7516.6 h-k	37	0.183 i-m	8.43 r-t	4606.6 p-s		
19	0.199 f-k	15.57 e-g	7824.1 f-h	38	0.191 h-l	7.46 t	3905.8 s-t		

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

#### Korelasyon bulguları

Denemede yer alan ve incelenen fizyolojik ve biyokimyasal özellikler arasındaki ilişkilerin istatistiksel açıdan incelenmesinde korelasyon tablosundan da yararlanılmıştır. Buna göre hazırlanan Çizelge 16'da denemede incelenen tüm parametreler arasındaki ilişkiler,  $P \leq 0.01$  hata sınırı esas alınarak istatistiksel olarak önem dereceleri bazında değerlendirilmiştir.

Bitkilerde tuz stresi altında ölçülen ve bitkinin gelişme durumunu gösteren 'bitki gövde ve kök boyları ve yaş ağırlıkları, toplam yaprak sayısı' özellikleri; birbirleriyle 0.724 ila 0.893 arasındaki korelasyon katsayılarına sahip olacak

Yaprak ağırlığına (YA) ise incelenen parametreler arasında sadece %16.7 oranında  $Na^+$  iyonu miktarının etkisi önemli bulunmuştur.

Yaprak alanı (YAL) özelliğine,  $Cl^-$  iyonu miktarı ve toplam klorofil miktarının etki oranının yüksek olduğu görülmektedir. Bu özellik için elde edilen modelde  $Cl^-$  iyonu miktarı, %20.8'lik etki derecesiyle ilk sırada ve tüm modellerde olduğu gibi burada da (-) değerlikli, yani olumsuz etkili çıkmıştır. Klorofil miktarı da diğer özellikler için oluşturulan modellerde (+) değerlikli bulunurken, yaprak alanı için oluşturulan bu modelde (-) eksi değerde çıkmıştır. Diğer bir deyişle, yaprak alanında azalma ortaya çıkarken, yapraklarda birim ağırlıktaki toplam klorofil miktarında artış kaydedilmiştir.

düzeyde ilişki halinde bulunmuştur. Gövde yaş ağırlığı yüksek olan bir bitki, %90'a yakın bir olasılıkla kök yaş ağırlığı bakımından da yüksek değerleri vermektedir. Strese toleransı yüksek olan genotiplere ait bitkilerde kök ve gövde ağırlıkları birbirine paralel gelişme durumu sergilemektedir. Gövde boyu ve kök boyu arasında da 0.858'lik bir katsayı ile olumlu yönde bir paralellik söz konusu olmuştur. Tuz stresi nedeniyle gövde boyu uzamasında bir inhibisyon yaşayan bitki, aynı sıklığı kök boyu uzamasında da yaşamaktadır. Bitki başına toplam yaprak yaş ağırlığı ve yaprak alanı özellikleri sadece birbirleriyle 0.795'lik bir korelasyon katsayısı değeri çerçevesinde ilişkili bulunmuş olup, denemede incelenen diğer parametrelerden hiçbirisiyle %50 ve daha yüksek oranda ilişkilendirilememiştir.

Çizelge 14. 14 günlük tuz stresi sonunda yapraklardaki ortalama  $K^+/Na^+$  oranları ve istatistiksel gruplandırmalar

Genotip		$K^+/Na^+$ ( $\mu$ g/mg T.A.)		Genotip		$K^+/Na^+$ ( $\mu$ g/mg T.A.)	
No	Kontrol	NaCl	No	Kontrol	NaCl	No	Kontrol
1	14.88 n-q	0.090 j-l	20	9.67 r	0.113 gh		
2	19.02 i-l	0.113 gh	21	20.92 g-k	0.060 n-q		
3	18.27 i-n	0.176 d	22	17.92 j-n	0.203 c		
4	27.41 b-d	0.093 i-k	23	22.06 e-i	0.096 j-i		
5	25.71 c-f	0.156 e	24	36.59 a	0.070 m-o		
6	22.61 e-h	0.076 lm	25	30.6 b	0.050 q		
7	39.24 a	0.076 lm	26	36 a	0.070 m-o		
8	29.29 bc	0.106 g-i	27	12.04 qr	0.056 o-q		
9	18.83 h-n	0.080 k-m	28	9.69 r	0.100 h-j		
10	26.99 b-d	0.176 d	29	11.10 r	0.050 q		
11	24.06 d-g	0.070 m-o	30	10.22 r	0.053 pq		
12	15.54 m-q	0.120 g	31	20.45 g-l	0.113 gh		
13	23.79 e-g	0.190 cd	32	19.01 h-m	0.073 mn		
14	20.23 h-l	0.056 o-q	33	16.07 m-p	0.250 b		
15	17.16 l-n	0.140 f	34	12.58 p-r	0.160 e		
16	13.24 o-r	0.136 f	35	19.93 h-m	0.256 b		
17	22 f-t	0.180 d	36	16.94 k-o	0.306 a		
18	16.49 l-o	0.066 m-p	37	21.87 f-j	0.186 d		
19	25.88 c-e	0.070 m-o	38	21.66 g-j	0.316 a		

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

Lipid peroksidasyonu ürünü olan MDA ölçümleri, sonuçları en fazla beklentiyle incelenen parametre olmuş ve bitki büyümesini gösteren diğer ölçümlerle önemli düzeyde negatif yönlü bir etkileşimde bulunmuştur. Yukarıda sözü edilen yaprak alanı ve yaprak yaş ağırlığı değerleri hariç tutulursa, diğer tüm özellikler ile en az %56 (-0.566) düzeyinde (Yaprak Sayısı  $\leftrightarrow$  MDA miktarı) etkileşim halinde bulunmuştur. Gövde Ağırlığı  $\leftrightarrow$  MDA (-0.759) ve Kök Ağırlığı  $\leftrightarrow$  MDA (-0.722) arasında ortanın üzerinde bir ilişki belirlenmiş; bitki bünyesinde Na ve Cl iyonlarının miktarı arttıkça da MDA miktarı genelde yüksek bulunmuştur (0.697 ve 0.656 düzeyinde pozitif korelasyon). Aynı madde ile bitkinin yapraklarındaki K miktarı arasında -0.55'lik bir negatif korelasyon ortaya çıkmıştır. MDA miktarı, yani lipid peroksidasyonu sonucu hücre zarlarının hasar görme düzeyi arttıkça gövde boyu, kök boyu, gövde ağırlığı, kök ağırlığı ve yaprak sayısı azalmaktadır.

Tuz stresi altındaki patlıcan bitkilerindeki toplam klorofil miktarı, MDA miktarından daha düşük bir etkinlikte diğer parametrelerle ilişki içerisinde olmuştur. En yüksek korelasyon katsayısı değerleri Klorofil miktarı  $\leftrightarrow$  Gövde ağırlığı (0.693) ve Klorofil miktarı  $\leftrightarrow$  Kök ağırlığı (0.653) arasında bulunmuş; MDA miktarı  $\leftrightarrow$  Klorofil miktarı arasında da -0.651'lik bir negatif korelasyonun varlığı tespit edilmiştir.

İyon miktarlarının büyüme parametreleri ile ve birbirleriyle olan korelasyonları ise en belirgin ilişkileri ortaya koymuştur.  $Na^+$  ve  $Cl^-$  iyonlarının bitki bünyesindeki artışları birbirleriyle 0.855'lik bir değer altında etkileşir ve birlikte hareket ederken; her iki iyonun K iyonu ile olan ilişkisi ise negatif yönde olmuştur.  $Cl^-$  miktarı  $\leftrightarrow$   $K^+$  miktarı (-0.86) ve  $Na^+$  miktarı  $\leftrightarrow$   $K^+$  miktarı (-0.83) hareketleri birbirine benzerlik göstermiş olup  $K^+$  miktarının yüksek bulunması, o genotipte  $Na^+$  ve  $Cl^-$  iyonlarının büyük olasılıkla düşük

olacağını veya bu durumun tam tersi bünyesine yüksek miktarda  $Na^+$  ve  $Cl^-$  iyonlarını almış olan genotiplerin  $K^+$  miktarının düşük seviyelerde bulunacağını işaret etmektedir.

$Na^+$  iyonunun bitki bünyesinde artması, tüm büyüme parametrelerini olumsuz etkilemiş, bu iyonun artması ile gövde ve kök boyu (-0.820, -0.802), gövde ve kök ağırlığı (-0.836, -0.762), yaprak sayısı (-0.752) azalmıştır.  $Cl^-$  iyonu da,  $Na^+$  gibi etki yapmış ve gelişmeyi olumsuz etkilemiştir. Bitki bünyesine alınan  $Cl^-$  miktarı arttıkça gövde ve kök boyu (-0.838, -0.763), gövde ve kök ağırlığı (-0.822, -0.778), yaprak sayısı (-0.782) azalmıştır.  $K^+$  iyonunu bünyesine daha gazla alan genotipler ise daha iyi gelişme parametrelerine sahip olmuşlardır.  $K^+$  miktarı  $\leftrightarrow$  Kök Boyu,  $K^+$  miktarı  $\leftrightarrow$  Gövde Boyu,  $K^+$  miktarı  $\leftrightarrow$  Kök Ağırlığı,  $K^+$  miktarı  $\leftrightarrow$  Gövde Ağırlığı,  $K^+$  miktarı  $\leftrightarrow$  Yaprak Sayısı ilişkileri hep olumlu yönde bir korelasyona sahip olmuş ve sırasıyla 0.878, 0.830, 0.828, 0.795, 0.813 korelasyon katsayıları oluşturmuşlardır.

İyonların tek tek veya birbirine göre değerlendirilmesinin yanında  $K^+/Na^+$  oranı da incelenmiş ve büyüme kıstasları ile ilgilendirme açısından bu tablodaki en etkin özellik olarak görülmüştür. Çizelge 15'in en alt satırında yer alan bu parametre, büyüme göstergelerinden özellikle kök boyu, gövde ağırlığı, kök ağırlığı ve yaprak sayısı bakımından denemede yer alan diğer tüm kriterlerden daha yüksek korelatif değerler vermiştir (sırasıyla 0.877, 0.883, 0.807 ve 0.822'lik korelasyon katsayıları). Bu özellik, tuza tolerant veya duyarlı patlıcan genotiplerinin belirlenmesinde etkin olarak kullanılabilir bir parametre olabilecek performans göstermiştir.

Çizelge 15. 38 patlıcan genotipinden elde edilen sayısal verilerin kullanılmasıyla ortaya çıkan ve incelenen parametrelerin birbiriyle ilişki derecelerini gösteren 'Stepwise Regresyon' modelleri

Özellik	Parametre	Kısmi R <sup>2</sup>	Ekl emeli R <sup>2</sup>	P≤
GB	K <sup>+</sup>	0.772	0.7715	0.0001
	KLRF	0.0522	0.8237	0.0001
	Cl	0.0132	0.8369	0.0035
	K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>	0.0033	0.84	0.1395
GB= 4.62+2.535K <sup>+</sup> -0,136Cl <sup>-</sup> +118.11KLRF+ 6.033 K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>				
KB	K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>	0.77	0.77	0.0001
	MDA	0.0107	0.78	0.0219
	K <sup>+</sup>	0.0047	0.785	0.1236
KB=8.335+1.267K <sup>+</sup> -- 0.154 MDA + 29.92 K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>				
GA	K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>	0.779	0.779	0.0001
	MDA	0.068	0.85	0.0001
	KLRF	0.0153	0.86	0.0007
	K <sup>+</sup>	0.0058	0.87	0.0309
GA=0.707+0.224 K <sup>+</sup> -- 0.045 MDA+3.024KLRF +3.34 K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>				
KA	K <sup>+</sup>	0.6328	0.6328	0.0001
	MDA	0.1176	0.7505	0.0001
	KLRF	0.0201	0.7705	0.0024
KA=0,655+0.4744K <sup>+</sup> -0.0407MDA+2.5682KLRF				
YS	K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>	0.676	0.676	0.0001
	Cl <sup>-</sup>	0.027	0.703	0.0019
	K <sup>+</sup>	0.0074	0.71	0.0974
YS=2,419+0.682K <sup>+</sup> -0,079Cl <sup>-</sup> -0,763 K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>				
YA	Na <sup>+</sup>	0.1671	0.1671	0.0001
	YA=2,8571-0,0695Na <sup>+</sup>			
YAL	Cl <sup>-</sup>	0.2076	0.2076	0.0001
	KLRF	0,0195	0,2271	
YAL=81,591-1,7082 Cl <sup>-</sup> -67,026 KLRF				

(Etki değeri P=0.15 önem düzeyinden büyük olanlar modele alınmamıştır.)

Çizelge 16. 38 patlıcan genotipinde incelenen parametrelerin korelasyon katsayıları

	GB	KB	GA	KA	YS	YA	YAL	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	MDA	KLRF
GB												
KB	0.858											
GA	0.866	0.858										
KA	0.831	0.807	0.893									
YS	0.829	0.847	0.778	0.724								
YA	0.507	0.472	0.433	0.371	0.400							
YAL	0.451	0.383	0.368	0.335	0.387	0.795						
K <sup>+</sup>	0.878	0.830	0.828	0.795	0.813	0.366	0.41					
Na <sup>+</sup>	-0.820	-0.802	-0.836	-0.762	-0.752	-0.409	-0.39	-0.83				
Cl <sup>-</sup>	-0.838	-0.763	-0.822	-0.778	-0.782	-0.375	-0.46	-0.86	0.855			
MDA	-0.605	-0.633	-0.759	-0.722	-0.566	-0.335	-0.30	-0.55	0.697	0.656		
KLRF	0.632	0.552	0.693	0.653	0.475	0.249	0.12	0.49	-0.572	-0.519	-0.651	
K/Na	0.869	0.877	0.883	0.807	0.822	0.404	0.382	0.921	0.909	0.845	0.631	0.571

### Tartışma ve Sonuç

Değişik patlıcan genotiplerinin, NaCl kullanılarak bitkinin kök bölgesinde oluşturulan tuz stresine karşı göstermiş oldukları tepkileri farklı bulunmuştur. Genotipler arasındaki

farklılığın, özellikle K<sup>+</sup> veya Na<sup>+</sup> alımında seçici davranabilme yetenekleri ve bu iki iyon arasındaki oranlar ile çok yakından ilgili olduğu gözlenmiştir.

Denemelerde kullanılan ve aralarında yabancı patlıcan türlerinin de yer aldığı otuz sekiz adet patlıcan genotipinde,

150 mM dozunda uygulanan toksik düzeydeki NaCl tuzunun ilk belirgin semptomatik etkisi, bitkilerin biyomas ağırlıklarında, boy veya alanlarında azalmalar olmuştur. Bunu takiben öncelikle yaşlı yapraklardan başlayarak sararma ve nekroze olma, yaşlı yapraklardan itibaren kuruyarak yaprak dökülmesi, büyümenin sınırlanması ve sonuçta bitkinin ölümü gerçekleşmiştir. Munns ve Termaat (1986), tuzluluk koşullarında en fazla etkilenen organların yapraklar olduğunu, sürgün boyunda azalmanın ilk belirtilerden sayıldığını bildirirken; Snapp ve Shennan (1992), kök büyümesi ve gelişmesinin de tuzluluktan benzer biçimde etkilendiği ortaya koymuştur. 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. Greenway ve Munns (1980), tuz stresine maruz kalan bitkilerde genel olarak karşılaşılan farklılıklar arasında kök, gövde ve sürgün uzunluğunda azalma; bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalma; yaprak alanı ve sayılarında azalma; klorofil miktarında azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Tuz uygulaması yapılan bitkilerde, aynı genotipin kontrolüne göre daha düşük kök boyu ve ağırlığı, daha düşük gövde boyu ve ağırlığı belirlenmiştir. Na<sup>+</sup> iyonu artışıyla ağırlık azalması arasında, gövdede daha yüksek düzeyde bir ilişki bulunurken (-0.820 korelasyon katsayısı), köklerde bu katsayı -0.802 olmuştur. Genel olarak Çizelge 4.1-4.4 arasındaki çizelgeler incelendiğinde, köklerin gövdedeki inhibisyona göre daha az seviyede etkilendiği izlenimi edinilmektedir. Köklerin NaCl'den etkilenme derecesi, gövdeden daha düşük olmaktadır. Benzer bulgular, Cruz ve Cuartero (1990), Munns ve Termaat (1986) ve Karanlık (2001) tarafından da rapor edilmiştir. Yeşil aksam, patlıcanda tuz stresinden ilk etkilenen kısım olarak dikkati çekmiştir. Yalnızca gövde ağırlığı değil, aynı zamanda gövde boyu da tuz stresi koşullarında belirgin biçimde azalmıştır. Bu azalma, bazı genotiplerde çok fazla olurken, tuza tolerant yabancı türlerin de yer aldığı bazıları ise çok daha az olmuştur. Gövde boyu ve gövde ağırlığı, tuza toleransı belirlemede en kolay ve fakat, neredeyse iyon miktarları kadar etkin, en kısıtlı koşullarda fikir verebilecek parametreler olarak dikkati çekmiştir.

Farklı patlıcan genotiplerinde büyümedeki azalmanın en önemli nedeni, bitki bünyesinde toksik düzeyde biriken sodyum iyonu konsantrasyonudur. Başka bazı bitki türlerinde olduğu gibi (Karanlık 2001, Aktaş 2002) patlıcanda tuza tolerans özelliği bitki yeşil aksamındaki Na<sup>+</sup> iyonu birikimi ile ilgili görülmektedir. NaCl fazlalığında bitkiler, aşırı miktarda Na<sup>+</sup> iyonu almaktadırlar. Na<sup>+</sup> iyonuna, iyonik çapları ve elektriksel yükleri nedeniyle büyük benzerlik gösteren K<sup>+</sup> iyonunun alımı, bu nedenle tuzlu koşullarda engellenmektedir. Tüm patlıcan genotiplerinde Na<sup>+</sup> iyonu alımındaki artışlarla birlikte K<sup>+</sup> iyonu alımında azalma ortaya çıkmıştır. Aralarında yüksek değerli bir negatif etkileşim bulunan Na<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> iyonlarının alımı, toleransın ortaya çıkmasında en etkili mekanizmalardan birisi olarak patlıcanda etkili seçim kriterleri kategorisinde ilk sıralarda yer almıştır. Bitki genotiplerinin farklı oranlarda Na<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> absorpsiyonu yapması ve böylece bünyelerinde farklı K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> oranlarına sahip olmasının (Na<sup>+</sup> - K<sup>+</sup> ayırım özelliği) tuzluluğa dayanım konusunda rol oynadığı, Heimler ve ark. (1995), Lopez ve Satti (1997), Yu ve ark. (1998), Karanlık (2001) ve Aktaş (2002) tarafından gösterilmiştir. Bazı başka

kaynaklarda ise, genç yapraklarda K<sup>+</sup> akümüasyonu yapabilen, sodyumu yaşlı yapraklarında biriktiren ve bunları erken yaşlandırıp dökererek bünyesinden uzaklaştıran genotiplerin tuza tolerat oldukları hakkında bilgiler verilmiştir (Yeo ve Flowers 1983, Yeo ve ark. 1991). Bitki büyüme parametreleri olarak denemelerimizde kullanılan bitki gövde ve kök ağırlıkları, yaprak sayısı, gövde ve kök uzunlukları değerlerinin tuzlu ortamlarda korunması ve bitkinin en az düzeyde inhibisyonu uğraması ile yapraklarında ölçülen K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> oranının büyüklüğü arasında çok yüksek düzeyde bir pozitif korelasyon bulunmuştur. Çizelge 13 incelendiğinde, 22, 3, 35, 36 no'lu genotiplerin K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> oranlarının tuzlu koşullarda istatistiksel sıralamada en yüksek değerleri alan genotipler olduğu görülmektedir. Aynı şekilde tuzdan çok etkilenen 14, 8, 29, 24 no'lu genotiplerin K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> oranları en düşük değerleri ve Duncan harflendirmelerini alabilmiştir. Ülkemizde yapılan çalışmalardan bazıları (Tıpırdamaz 1989, Tıpırdamaz ve Ellialtıoğlu 1994, Karanlık 2001, Aktaş 2002) değişik bitki türlerinde tuza tolerant genotiplerin belirlenmesinde yeşil aksamdaki K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> oranının çok etkili bir seçim kriteri olabileceği gösterilmiştir.

Aktif oksijen türevleri membran lipidlerinin peroksidasyonuna neden olmakta ve hücre zarında hasara yol açmakta (Sreenivasulu ve ark. 1999), böylece ortaya çıkan iyon sızması da bazı araştırmacılar tarafından tuz stresine tolerans için bir gösterge olarak kullanılmaktadır (Blum, 1985; Tıpırdamaz ve Ellialtıoğlu 1994). Bunun yanında lipid peroksidasyonu ürünü olan malondialdehit'in miktarının belirlenmesi, oksidatif zararın en basit göstergesi olarak kullanılmaktadır (Zhang ve Kirkham, 1996). Gossett ve ark. (1994) pamukta, Hernandez ve ark. (1995) bezelye bitkisinde, Shalata ve Tal (1998) domates genotiplerinde, Karanlık (2001) buğdayda ve Aktaş (2002) biberde tuza toleransı yüksek genotiplerin düşük MDA miktarı ve daha az lipid peroksidasyonuna sahip olduğunu, lipid peroksidasyonu fazla olan genotiplerin ise tuza daha fazla duyarlılık gösterdiklerini belirlemişlerdir. Bu araştırmada da bitkinin tuzdan etkilenme düzeyi ile yapraklarda ölçülen MDA miktarı arasında önemli bir ilişkinin bulunduğu anlaşılmıştır. Yabancı türlerde olduğu gibi tuza tolerant yerli genotip olarak belirlenen 22 no'lu Mardin Kızıltepe genotipindeki düşük MDA miktarı Çizelge 8'de açıkça görülmektedir. Tuzdan çok etkilenen 14 no'lu Artvin Hopa genotipi ise MDA miktarı bakımından ilk sırada yer almıştır. Bu durumda, MDA miktarı da patlıcanda tuza tolerans özelliği bakımından dikkate alınabilecek bir parametre olarak görülmüştür. Fakat bu madde, birbirinden tuza gösterilen tepki bakımından çok uzak olan en duyarlı ve en dayanıklı genotiplerde çok belirgin farklılık gösterdiği halde, tuza tolerans durumu bakımından birbirine yakın özelliklere sahip ancak yine de büyüme özellikleri incelendiğinde istatistiksel olarak farklılık sergileyen genotiplerin ayrı edilmesinde çok güvenli bir biçimde kullanılamamaktadır. Patlıcanda tuz stresi altında farklı genotiplerden elde edilen MDA miktarları, kanımızca K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> oranları bakımından yapılan bir tuza tolerans sıralamasını sağlamlaştırmak ve kontrol etmek amacıyla kullanılabilir.

Klorofil miktarı, yüksek tuz konsantrasyonlarında kontrole göre azalmaktadır (Tıpırdamaz ve Ellialtıoğlu 1994). Tuz stresi, kloroplastların tahrip olması nedeniyle kloroz ve nekrotik lekelerin oluşumuna yol açabilmektedir (Hasegawa ve ark. 1986). Tuzluluk, klorofil miktarında azalmaya neden olmaktadır (Sivritepe 1995). Patlıcan genotiplerinde de tuz

uygulaması, büyük bir çoğunlukla klorofil miktarında azalmaya neden olmuştur. Klorofildeki azalma, yapraklarda sararma ile kendini göstermektedir. Fakat 38 adet genotipten 4 tanesi tuz stresi altında, toplam klorofil miktarı bakımından kontrole göre artış göstermiştir. Bitkilerden yaprak örneği alırken, bunların yaşlı veya genç yaprak olup olmadığına bakılmaksızın tesadüfen alınmışlardır. Bu yapraklardan bir karışım yapılmış ve buradan örnekler hazırlanmıştır. Bu durumda bazı örneklerde klorofil degradasyonu daha fazla olan yaşlı yapraklar, bazı örneklerde ise sürgün ucuna en yakın genç yapraklar daha fazla olabilmektedir. Ancak klorofil miktarını belirlemenin, patlıcanda tuza tolerans genotip belirlemek amacıyla etkin olarak kullanılabilir bir yöntem olmadığı kanaatine varılmıştır.

Denemede yer alan 38 genotipin tamamında tuzlu ortamda bırakılan bitkilerde  $\text{Na}^+$  iyonu miktarı artmıştır. Ancak bu artışın oranı genotipler arasında büyük farklılık göstermiştir. Tuzdan çok etkilenen 14 no'lu Artvin Hopa genotipinin yapraklarında; tuzdan en az etkilenen 36 no'lu *S.sisymbriifolium* ve 38 no'lu *S.torvum* yabancı türlerinden yaklaşık 3 kat daha fazla  $\text{Na}^+$  iyonu varlığı tespit edilmiştir. Patlıcan bitkisinde de tuza dayanımın sağlanmasında  $\text{Na}^+$  ile ilgili çeşitli mekanizmaların çalıştığı anlaşılmıştır. Bu,  $\text{Na}^+$  iyonlarını iyon pompaları yardımıyla kökten dışarı atarak (Yang ve ark. 1990) yapılmış olabileceği gibi; bu iyonu kök hücrelerindeki vakuollerde biriktirip yeşil aksamı göndermeyerek (Apse ve ark. 1999) geliştirilmiş bir korunma sistemi olabilir. Bu çalışmanın sonucunda, patlıcanda  $\text{Na}^+$  iyonunu yeşil aksamı iletmeye durumu ve bunun sonucu olan yeşil aksamdaki  $\text{Na}^+$  iyonu miktarının, incelenen genotiplerin tuza tolerans yeteneği hakkında önemli düzeyde bilgi verebileceği görülmüştür.

Bitkinin bulunduğu ortamdan su alabilmesi için hücre içindeki ozmotik potansiyelin, dış ortamdan yüksek olması gerekmektedir. Bitkiler bunu sağlayabilmek için kökleri yardımıyla yetiştikleri ortamdan inorganik iyonları almaktadırlar. Bitkilerde  $\text{K}^+$  iyonunun aktif alımıyla hücrelerdeki ozmotik potansiyel yükseltilmekte ve böylece bitkiye su girişi mümkün olabilmektedir. Tuzlu ortamlarda, Na ve Cl iyonlarını daha az alan ve seçiciliği sayesinde potasyumu daha fazla biriktiren genotiplerin tuza dayanıklı oldukları önceden bildirilmiştir (Gorham ve ark. 1985). Patlıcan bitkisinde tuz stresi altında 14. gün, yapraklardaki potasyum miktarlarında, kontrole göre %24.0 ile %72.6 arasında azalma belirlenmiştir. Yabancı türler ve 22 no'lu genotip,  $\text{K}^+$  iyonu miktarını en iyi koruyan genotipler olmuştur.

Patlıcanda tuza toleransın belirlenmesinde en etkili göstergelerden birisi, yeşil aksamda veya bu denemede olduğu gibi yapraklardaki  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı olmuştur. Tuz stresi koşullarında, tuza toleranslı yabancı türlerdeki  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı 0.2-0.3 civarında olurken, tuza duyarlı genotiplerde 0.05-0.1 arasında seyretmiştir. Bu durum, toleranslı genotiplerde hem  $\text{Na}^+$  iyonu alımının kısıtlanması, hem de seçici bir şekilde  $\text{K}^+$  iyonu alımının yapılması veya sağlıklı genç yapraklara taşınması ile açıklanabilir.

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. Patlıcan, sulama olanaklarının geliştirildiği ve iklimi yaz aylarında yarı kurak olarak değerlendirilebilecek GAP bölgesinde yetiştirilen

önemli sebze türlerinden birisi ve aynı zamanda örtüaltı yetiştiricilikte de önemli payı olan bir bitkidir. Birçok bitki türünde olduğu gibi patlıcanda da genotipler arasında tuzluluğa tolerans bakımından farklılıkların fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmalar hakkında bilgi edinebilmek amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçları şöyle özetlemek mümkündür:

Toplam 38 adet patlıcan genotipinin yer aldığı çalışmada, 150 mM NaCl uygulaması ile oluşturulan tuz stresi karşısında, tuzluluğa karşı genotiplerin büyük ölçüde varyasyon gösterdiği belirlenmiştir.

- Tuzlu koşullarda gövde ağırlıkları ve boyundaki azalmaların, kök ağırlığı ve boyundaki azalmalardan daha fazla olduğu gözlenmiş; bu durumda tuz stresinin patlıcanda etkiye bulunduğu düşünülür.

- Değişik patlıcan genotiplerinde aynı dozdaki tuz uygulamasından sonra bünyelerine  $\text{Na}^+$  iyonu girişinin çok miktarda arttığı, fakat bu artışın genotiplere göre önemli düzeyde farklılık gösterdiği; ölçüm yapılan organlar olan yapraklarına daha az  $\text{Na}^+$  iyonu alan genotiplerde tuza dayanımın daha fazla olduğu belirlenmiştir.

- Tuz uygulamasının ardından yapraklarında ve özellikle de genç yapraklarında  $\text{K}^+$  iyonunu koruyarak tutan veya kök bölgesindeki  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$  iyonlarından  $\text{K}^+$ u seçerek bünyesine alabilen genotiplerin ozmotik potansiyelini yükselterek su alımına devam edebildiği ve böylece gelişmesini sürdürebildiği yönündeki görüşleri destekler biçimde,  $\text{K}^+$  iyonu yüksek olan genotipler tuzluluğa daha yüksek dayanım göstermişlerdir.

- Yapraklardaki  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı, patlıcanda tuza tolerans düzeyini gösteren en etkili parametre olarak düşünülmüştür. Bu özelliğin biyomas değerleri ile çok yüksek korelasyon katsayıları bulunmuştur.

- Tuzluluk stresinde artan lipid peroksidasyonu miktarları, hücre zarlarında hasar meydana geldiğini göstermektedir. Tuza toleranslı yüksek genotiplerde ölçülen MDA miktarının daha düşük, tuza duyarlı olanlarda ise daha yüksek çıkması, bu özelliğin de screening için kullanılabilir bir parametre olabileceği yönünde bir görüş oluşturmıştır.

- Yapraklardaki toplam klorofil miktarı, yaprak alanı, yaprak ağırlığı değerlerinin korelatif özellik taşımadığı, bu nedenle seçimlerde göz önünde bulundurulmasına gerek bulunmadığı düşünülmüştür.

#### Kaynaklar

- Aktaş, H., 2002. Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı. (Doktora Tezi, basılmamış), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 105 s.
- Alian, A., A. Altman, B. Heuer, 2000. Genotypic Difference in Salinity and Water Stress Tolerance of Fresh Market Tomato Cultivars. *Plant Science*, 152: 59-65
- Anonymous, 2005. FAO (Food and Agriculture Organization), FAO Statistics Database.
- Apse, M.P., G.S. Aharon, A.W. Shedden, E. Blumwald, 1999. Salt Tolerance Conferred by Over Expression of a Vacuolar Na/H Antiport in *Arabidopsis*. *Science*, 285: 1256-1258.
- Ashraf, M., 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 13(1): 17-42.



- 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., Gustav Fisher, Stuttgart, New York.
- Blum, A., 1985. Breeding crop varieties for stress environments. Critical Reviews in Plant Sciences, 2: 199-238.
- Chen, C.T., C.H. Kao, 1991. Senescence of rice leaves. XXIX: Ethylene production, polyamine level and polyamine biosynthetic enzyme activity during senescence. Plant Science, 78: 193-198.
- Chen, C.T., C.C. Li, C.H. Kao, 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.
- Chow, W.S., M.C. Ball, J.M. Anderson, 1996. Grow and Photosynthetic Response of Spinach to Salinity: Implications of K<sup>+</sup> Nutrition for Salt Tolerance. Aust. J. Plant Physiol., 17: 563-578.
- Cruz, V., J. Cuartero, 1990. Effect of Salinity at Several Developmental Stages of Six Genotypes of Tomato (*Lycopersicon* spp.) in: Proceeding XI. EUCARPIA Meeting on Tomato Genetics and Breeding, Malaga-Spain.
- Dinç, U., S. Şenol, I. Atlay, C. Cangir, 1993. Türkiye Toprakları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 51: 233.
- Gorham, J., E. McDonnell, R.G. Wyn Jones, 1985. Salt Tolerance in the Triticeae: Growth and Solute Accumulation in Leaves of *Thinopyrum bessae* *rabicum*. J. Exp. Bot., 36: 1021-1031.
- Gossett, D.R., Millhollon, E.P., Lucas, M.C., 1994. Antioxidant response to NaCl stress in salt-tolerant and salt-sensitive cultivars of cotton. Crop Sci., 34, 706-714.
- Greenway, H., R. Munns, 1980. Mechanisms of Salt Tolerance in Nonhalophytes. Ann. Rev. Plant Physiol., 31: 149-190.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Handa, A.V., 1986. Cellular mechanisms of salinity tolerance. Hort. Sci., 21, 1317-1324.
- Heimler, D., M. Tattini, S. Ticci, M.A. Coradeschi, M.L. Traversi, 1995. Growth, Ion Accumulation, and Lipid Composition of Two Olive Genotypes Under Salinity. J. Plant Nutrition, 18: 1723-1734.
- Hernandez, J.A., I.A. Del Rio, F. Sevilla, 1995. Salt stress-induced changes in superoxide dismutase isozymes in leaves and mesophyll protoplasts from *Vigna unguiculata* L. Walp. New Phytol., 126: 37-44.
- Hoagland, D.R., D.I. Arnon, 1938. The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil. Circ. Calif. Agr. Exp. Sta., 347-461.
- Karanlık, S., 2001. Değişik Buğday Genotiplerinde Tuz Stresine Dayanıklılık Ve Dayanıklılığın Fizyolojik Nedenlerinin Araştırılması. (Doktora Tezi, basılmamış), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 125 s.
- Leidi, E.O., M. Silberbush, S.H. Lips, 1991. Wheat growth as affected by Nitrogen Type, pH and Salinity. II. Photosynthesis and Transpiration. J. of Plant Nutrition 14: 247-256.
- Levitt, J., 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol.II, 2<sup>nd</sup> ed. Academic Press, New York, pp:607.
- Lopez, M.V., S.M.E. Satti, 1996. Calcium and Potassium-Enhanced Growth and Yield of Tomato Under Sodium Chloride Stress. Plant Sci., 114: 19-27.
- Luna, C., L.G. Seffino, C. Arias, E. Taleisnik, 2000. Oxidative stress indicators as selection tools for salt tolerance in *Chloris gayana*. Plant Breeding, 119, 341-345.
- Lutts, S., J.M. Kinet, J. Bouharmont, 1996. NaCl-Induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Ann. Bot., 78: 389-398.
- Mer, R.K., P.K. Prajith, D.H. Pandya, A.N. Pandey, 2000. Effect of Salt on Germination of Seeds and Growth Young Plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. J. Agron. Crop. Sci., 185: 209-217.
- Munns, R., A. Termaat, 1986. Whole-plant responses to salinity. Aust. J. Plant Physiol., 13: 143-160.
- Sas-Institut. 1985. Sas/State User's Guide 6.03 ed. SAS. Ins. Cary. N.C.
- Sevgican, A., 1999. Örtüaltı Sebzeçiliği, E.Ü.Ziraat Fakültesi Basımevi, İzmir, 302s.
- Shalata, A., M. Tal, 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.
- Sivritepe, N., 1995. Asmalarda Tuza Dayanıklılık Testleri ve Tuza Dayanımda Etkili Bazı Faktörler Üzerinde Araştırmalar. (Doktora Tezi, basılmamış), Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 176s.
- Snapp, S.S., C. Shennan, 1992. Effects of salinity of root and death dynamics of tomato, *Lycopersicon esculantum* Mill., New Phytol. 121: 71-79.
- Sreenivasulu, N., B. Grimm, U. Wobus, W. Weschke, 2000. Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive seedling of fox-tail millet (*Setaria italica*). Physiol. Plant., 109: 435-442.
- Sykes, S.R., 1987. Apparent Variation in Chloride Accumulation Between Vines of Cultivars Italia and Matoro Grown Under Furrow Irrigation. Aust. Salinity Newsletter, 15:17.
- Taleisnik, E., G. Peyrano, C. Arias, 1997. Respose of *Chloris gayana* cultivars to salinity. 1. Germination and early vegetatif growth. Trop. Grassl., 31: 232-240.
- Tıprıdamaz, R., 1989. Tuz ve Su Stresinin Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinin Türkiye'de Yetiştirilen İki Çeşidinde Oransal Su Kapsamı ile Organik (prolin, betain) ve İnorganik Madde (Na, K, Cl) Değişimine Etkisi. Hacettepe Üniv., Fen Bil. Enst., (Doktora tezi, basılmamış), Ankara.
- Tıprıdamaz, R., Ş. Ellialtıoğlu, 1994. Domates Genotiplerinde Tuza Dayanıklılığın Belirlenmesinde Değişik Tekniklerin Kullanımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1358, Bilimsel Ar. ve İnc., 752, 21s.

- Yang, Y.W., R.J. Newton, F.R. Miller, 1990. Salinity Tolerance in Sorghum. I. Whole Plant Response to Sodium Chloride in *S.bicolor* and *S. halepense*. *Crop Sci.*, 30: 775-781.
- Yeo, A.R., T.J. Flowers, 1983. Varietal Differences in the Toxicity of Sodium Ions in Rice Leaves. *Physiol. Plant.*, 59: 189-195.
- Yeo, A.R., K.S. Lee, P. Izard, P.J. Boursier, T.J. Flowers, 1991. Short and long term effects of salinity on leaf growth in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Exp. Bot.*, 42, 881-889.

- Yu, B., H. Gong, Y. Liu, 1998. Effects of Calcium on Lipid Composition and Function of Plasma Membrane and Tonoplast Vesicles Isolated from Roots of Barley Seedlings Under Salt Stress. *J. Plant Nutr.*, 21: 1589-1600
- Zhang, J., M.B. Kirkham, 1996. Lipid peroxidation in sorghum and sunflower seedlings as affected by ascorbic acid, benzoic acid, and propyl gallate. *J. Plant Physiol.*, 149: 489-493.



a

b



c

d

Şekil 1. a. Vermikülit doldurulmuş çimlendirme kaplarında gelişen patlıcan fideleri, b. Su kültürü için küvetlere yerleştirilmiş *S.sisymbriifolium* fideleri, c. Tuz uygulamasının 14. günü *S.sisymbriifolium*'da bitki gelişiminde düşük düzeyde oluşan azalma, d. Tuzdan yüksek düzeyde etkilenen 29 no'lu genotipte bitki gelişmesi bakımından azalmanın görünüşü