

## Tuzun Makarnalık Buğday Genotiplerinde (*Triticum durum* Desf.) Bazı Kalitatif ve Kantitatif Özellikler Üzerine Etkisi

Rağbet Ezgi DURAN, Yasemin COŞKUN, Çiğdem SAVAŞKAN\*  
Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü /ISPARTA  
Alınış tarihi:22.06.2009, Kabul tarihi:08.03.2010

**Özet:** İki farklı konsantrasyonda (100 mM, 200 mM) sodyum klorür (NaCl) tuzluluğunun *Triticum durum* Desf. Mirzabey, Altın, Kunduru -1149 ile Kunduru -1149'dan cinslerarası melezleme yöntemi ile üretilen doubled haploid (DH-6 ve DH-8) genotiplerinde (Savaşkan vd., 1997) kök uzunluğu (cm), kuru ağırlık (%), toplam klorofil, klorofil a,b ve a/b ( $m g^{-1}$ ) ile karotenoid ( $m g^{-1}$ ) miktarları üzerine olan etkisi araştırıldı ve tuz stresine olan dayanıklılıkları karşılaştırıldı. Kontrol ve uygulama gruplarının besinleri Arnon-Hoagland çözeltisi ile sağlandı ve uygulama gruplarında toprağa ayrıca 100 ve 200 mM NaCl çözeltileri verildi. Genotiplerde kök uzunluğu, toplam klorofil, klorofil a, b, a/b ile karotenoid miktarları, kontrol ve tuz uygulaması yapılan gruplar arasında farklılık gösterdi.

**Anahtar kelimeler:** Karotenoid, Klorofil, Kök Uzunluğu, *Triticum Durum* Desf., Tuzluluk

### The Effect of Salt on Some Quantitative and Qualitative Features in Durum Wheat Genotypes (*Triticum durum* Desf.)

**Abstract:** The effect of two different concentrations (100 mM, 200 mM) of sodium chloride (NaCl) on root length (cm), dry weight (%), amount of total chlorophyll, a, b, a/b ( $m g^{-1}$ ) and carotenoid ( $m g^{-1}$ ) of *T. durum* Desf. Mirzabey, Altın, Kunduru-1149 and DH-6 and DH-8 derived from Kunduru-1149 using wide hybridization (Savaşkan et al., 1997) were investigated in this research. Their resistance to the stress of salinity were compared. Arnon-Hoagland solution was used as food source to the plants in the treatment groups and soil was saturated with salt solutions (100 and 200 mM NaCl) except control group. Root length, dry weight, the amount of total chlorophyll, chlorophyll a and b and carotenoid were found significantly different in genotypes and all treatment groups.

**Keywords:** Carotenoid, Chlorophyll, Root length, *Triticum durum* Desf., Salinity

### Giriş

Buğday ekimi dünyada tahıllar içinde %31.6 paya sahip olup toplam 675.405.000 ha tahıl ekim alanında 213.600.000 ha buğdaya ayrılmaktadır. Türkiye ise dünya buğday üretiminin % 3,6'sını karşılayarak en önemli buğday üreticileri ve tüketicileri arasında yer almaktadır (BM Gıda ve Tarım Örgütü-FAO, 2000). Sanayi ve teknolojik önemi olan makarnalık buğdayın besin değeri ekmeklik buğdaya göre daha yüksektir. Son yıllarda ülkemizin genelinde de içinde bulunduğu sıcak ve kurak iklim koşulları, tuzluluk ve çoraklığın oluşumu için ideal ortamı oluşturmaktadır. Tarım yapılan alanlarda verimliliği olumsuz yönde etkileyen etmenlerden en önemlisi tuzluluktur (Dinç vd., 1993). Dünyada tarım arazilerinin sınırlı olduğu ve besin ihtiyacının katlanarak arttığı dikkate alınır en azından mevcut arazilerin daha verimli kullanılması gerektiği ortaya çıkar. Bu yüzden tuzlu toprakların ıslahı ve ekonomik bir şekilde değerlendirilmesi son derece önemlidir.

Tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerde üründeki azalmaya neden olarak, toprakta artan osmotik potansiyelden dolayı bitkinin suyu yeteri kadar kullanamaması veya tuzlu topraklarda aşırı miktarda bulunan  $Na^+$ ,  $Cl^-$  gibi iyonların neden olduğu toksik etki ve bitki iyon dengesindeki bozulmalar gösterilmektedir (Lewitt, 1980; Flowers ve Yeo, 1981). Tuzluluğun yarattığı stres sonucunda sitoplazmanın osmotik potansiyeli prolin, betain ve sükröz gibi organik

bileşiklerin birikimi ile sağlanmaktadır (Pardha Sarahi ve Mohanthy, 1993).

Tuzluluğun bitki gelişimi esnasında çok çeşitli etkileri vardır ve bundan dolayı da tuza toleranslı bitkilerin seçilmesinde ele alınan kriterler tartışmalıdır. Kök ve gövde uzunluğu, çimlenme oranı, canlı ve ölü yaprakların oranı ayrıca klorofil, karotenoid ve prolin miktarı gibi özellikler bu bitkilerin seçiliminde genel olarak kullanılır. Darı (Azhar ve Mcneilly, 1989), mısır (Rao, 1997), pirinç (Yeo vd., 1990) ve buğday (Prakash ve Sastry, 1992) türlerinde bu özelliklerin bazıları çalışılmıştır.

Güneş vd. (1997) tuz stresinde yetiştirilen buğday bitkisinin tuza dayanıklı olan çeşitlerinin sodyum ve klor içeriklerinin düşük; potasyum, prolin ve klorofil içeriklerinin ise daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Husain ve Munns (2003) 1 mM, 75 mM ve 150 mM tuz konsantrasyonunda yetiştirilen altı durum genotipinde, klorofil içeriğinin, kuru ağırlığın ve bitki boyunun olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir.

Buğday genotiplerinin tuz toleransındaki farklılıkların belirlenmesi tuzlu alanlar için genotip seçiminde önemlidir. Bu çalışmada da tuz stresi altındaki *Triticum durum* genotiplerinin kök uzunluğu, klorofil ve karotenoid miktarları belirlenmiş ve genotiplerin tuz stresine olan tepkileri karşılaştırılmıştır.

## Materyal ve Metot

Denemelerde, *Triticum durum* Desf. var. Mirzabey, Altın, Kunduru-1149 ve Kunduru -1149 genotipinden, mısır ile tozlanarak haploid embriyo kurtarma tekniği yoluyla elde edilen doubled haploid (DH-6 ve DH-8) genotipleri (Savaşkan vd., 1997) kullanıldı. Kunduru-1149, Mirzabey ve Altın genotipleri Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'na bağlı Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden temin edildi.

### Bitkilerin Yetiştirilmesi

Denemeler bitki yetiştirme odasında saksı denemesi şeklinde yapıldı ve üç kez tekrarlandı. Torf toprağı musluk suyu ile yıkandı ve 70°C'de etüvde kurutulduktan sonra saksılara dolduruldu. Tohumların ekimi ve ardından sulaması yapıldı, 16 saat gündüz/8 saat gece fotoperiyodu düzeninde, 18-20°C sıcaklık altında bitki yetiştirme odasında yetiştirildi. Bitkilerin beslenmesi Arnon-Hoagland besin çözeltisi ile sağlandı. Toprağı tuzlandırmak için 100 mM (birinci grup) ve 200 mM'lık (ikinci grup) NaCl çözeltileri hazırlandı. Her genotipe ait bitkilere üç gün aralıklarla 50'şer ml tuz çözeltileri ve üç kısım saf su : bir kısım besin çözeltisi (Arnon-Hoagland) ayrı ayrı verildi. Uygulamalar, tohumların ekiminden sonra fideler yedi günlük iken başladı ve uygulama grupları ilk üç gün boyunca sadece 50 ml saf su ile sulandı. Kontrol grubuna ait fidelere ise sadece besin çözeltisi verildi. Beşinci hafta sonunda deneme tamamlandı, buğdayların kök uzunluğu ölçüldü, klorofil ve karotenoid miktarları belirlendi.

### Kök Uzunluğunun Ölçülmesi ve Bitkinin Yaş-Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi

Her tekrarda 5 genotipe ait bitkiler topraktan alınıp musluk suyu ile yıkandıktan sonra havlu kağıt kullanılarak suları alındı ve kök boyları kumpasla ayrı ayrı ölçüldü. Her gruptaki bitkiler tartıldı ve yaş ağırlıkları tespit edildi. Daha sonra etüvde 70°C'de 24 saat tutularak kuru ağırlık miktarları belirlendi (Yakit ve Tuna, 2006).

### Klorofil ve Karotenoid Tayini

Kontrol, 100 mM ve 200 mM NaCl koşullarında yetişmiş beş genotipe ait 20'şer bitkinin yapraklarından ayrı ayrı 0.1'er g tartıldı. Daha sonra yaprak örneklerin üzerine spatül ucuyla potasyum karbonat (KCO<sub>3</sub>) ve 15 ml % 80'lik aseton ilave edildikten sonra bir havan içinde ezilerek özütü çıkartıldı. Özüt santrifüj tüpüne konuldu ve üzerine 5 ml daha aseton ilave edilerek 3000 devirde 5 dakika santrifüje edildi. Üst fazdan 4 ml alınarak üzerine 12 ml daha aseton eklendi. Yaprak dokusunda klorofil tayini için örneğin spektrofotometrede (Jenway 6300) 663 ve 645 nm'de absorbansları ölçüldü. Karotenoid tayini için ise aynı spektrofotometrede 450 nm'de okuma yapıldı (Strain ve Svec, 1966). Klorofil özütünün iki farklı dalga boyunda yapılan optik yoğunluk (OD) ölçümlerinde elde edilen değerlerin aşağıda verilen eşitliklerde yerlerine konmasıyla, bitki yaprak dokusunun 0.1 g'ında bulunan klorofil a ve klorofil b miktarları mg olarak hesaplandı.

$$\bullet \text{ mg klorofil a / g doku} = [ 12,7 \text{ (D663)} - 2,69 \text{ (D645)} ] \text{ (V / 1000 W)}$$

$$\bullet \text{ mg klorofil b / g doku} = [ 22,9 \text{ (D645)} - 4,68 \text{ (D663)} ] \text{ (V / 1000 W)}$$

Eşitliklerde D, korofil özütünün belirtilen dalga boylarındaki optik yoğunluğunu (absorbans değerini); V, % 80'lik aseton son hacmini; W, özütlenen dokunun gram olarak yaş ağırlığını (0.1 g) göstermektedir (Witham vd., 1971).

### İstatistiksel Değerlendirme

Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde üç tekrarlamalı olarak kuruldu ve verilerin varyans analizi MSTAT-C istatistik programı ile yapıldı. Ortalamalar ise LSD (Least Significant Differences) ile aynı programda gruplandırıldı.

## Bulgular

Araştırmada tuz konsantrasyonlarının uygulandığı makarnalık buğday genotiplerinde incelenen altı ayrı özelliğe ait çeşitli bulgular elde edilmiştir. Denemelerde kullanılan *T. durum* Desf., Mirzabey, Altın, Kunduru -1149 ve Kunduru -1149'dan üretilen DH-6 ve DH-8 genotipleri, kontrol grubu ile beraber 100 mM ve 200 mM NaCl uygulamasına maruz bırakılmıştır. DH-6 ve DH-8 Kunduru-1149'dan cinslerarası melezleme yolu ile üretilmiş (Savaşkan vd., 1997) homozigot genotiplerdir. Her ikisinin de Kunduru-1149'dan üretilmesine rağmen farklı genotipik özellikler taşıdıkları moleküler analiz yolu ile belirlenmiştir (Hakkı vd., 2001). Tam kontrollü koşullarda yetiştirilen 35 günlük bitkilerde kantitatif olarak kök uzunluğu ve bitkilerin kuru madde (%) miktarları belirlenmiştir. Her iki konsantrasyonda da NaCl tipi tuzluluğun genotiplerde kök uzunluğu ve bitki kuru madde miktarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.01), (Çizelge 1). Genotiplerin NaCl'ye toleransı kök uzunluğunda (P<0.05) bitki kuru madde miktarına göre (P<0.01) daha fazla olmuştur (Çizelge 1).

Altın, DH-6 ve DH-8 kontrol grubunda en uzun kök değerlerini verirken 100 mM ve 200 mM NaCl uygulamalarına en yüksek direnci sırasıyla (DH-8 17.08 cm ve 14.45 cm) ve DH-6 (16.82 cm ve 14.71 cm) göstermiştir (Çizelge 2). Bununla beraber kontrol grubunda ki kök uzunluğu 17.57 cm olan Altın NaCl'den en fazla etkilenen genotip olmuştur (100 mM'de 12.59 cm ve 200 mM'de 10.34 cm), (Çizelge 2). Aynı zamanda yine Altın, DH-6 ve DH-8'in kontrol grubunda kuru madde miktarı (%) diğer genotiplere göre (Mirzabey ve Kunduru -1149) daha yüksek değerlerde iken 100 ve 200 mM NaCl uygulamalarında düşüş istatistiksel olarak önemlidir (P<0.01), (Çizelge 1). Her iki uygulama grubunda en yüksek kuru madde değerleri DH-8'de bulunmuştur (Çizelge 2).

**Çizelge 1.** Deneme verilerinin varyans analizi

| Varyasyon Kaynağı     | Serbestlik Derecesi | F Değeri  |            |                 |                     |            |            |
|-----------------------|---------------------|-----------|------------|-----------------|---------------------|------------|------------|
|                       |                     | Kök       | Kuru Madde | Toplam Klorofil | Karotenoid          | Klorofil-a | Klorofil-b |
| GENOTİP               | 4                   | 110.061** | 98.785**   | 2706.232**      | 17.554**            | 1466.135** | 356.462**  |
| NaCl                  | 2                   | 98.062**  | 124.509**  | 1158.985**      | 5.062*              | 534.250**  | 200.339**  |
| GENOTİP $\times$ NaCl | 8                   | 3.103*    | 14.492**   | 162.634**       | 1.075 <sup>öd</sup> | 93.401**   | 27.497**   |

\*\* 0.01, \* 0.05, <sup>öd</sup> önemli değil**Çizelge 2.** NaCl uygulamasının buğday genotiplerinde 35 günlük bitkilerin kök uzunluğuna (cm) ve kuru madde (%) miktarına etkisi

| Genotip      | Kök uzunluğu (cm)  |                    |                    | Kuru Madde (%)     |                     |                     |
|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|              | Kontrol            | 100 mM NaCl        | 200 mM NaCl        | Kontrol            | 100 mM NaCl         | 200 mM NaCl         |
| Mirzabey     | 13,22 <sup>b</sup> | 10,24 <sup>c</sup> | 8,01 <sup>c</sup>  | 48,24 <sup>c</sup> | 51,42 <sup>c</sup>  | 50,38 <sup>b</sup>  |
| Altın        | 17,57 <sup>a</sup> | 12,59 <sup>b</sup> | 10,34 <sup>b</sup> | 59,93 <sup>a</sup> | 57,97 <sup>b</sup>  | 50,25 <sup>b</sup>  |
| Kunduru 1149 | 11,73 <sup>b</sup> | 9,57 <sup>c</sup>  | 9,06 <sup>bc</sup> | 51,85 <sup>b</sup> | 50,14 <sup>c</sup>  | 45,07 <sup>c</sup>  |
| DH-6         | 18,45 <sup>a</sup> | 16,82 <sup>a</sup> | 14,71 <sup>a</sup> | 60,68 <sup>a</sup> | 58,21 <sup>ab</sup> | 47,94 <sup>bc</sup> |
| DH-8         | 19,22 <sup>a</sup> | 17,08 <sup>a</sup> | 14,45 <sup>a</sup> | 61,29 <sup>a</sup> | 60,13 <sup>a</sup>  | 54,77 <sup>a</sup>  |

- Ayrı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli (P<0.01), aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar ise önemsizdir. Bu farklar her konu için ayrı ayrı gösterilmektedir.

Bu çalışmada kantitatif özelliklerin yanında genotiplerin bazı kalitatif özellikleri de belirlenmiş, NaCl uygulanan genotiplere ait önemli renk maddelerindeki değişimler ele alınmıştır. Bunlar klorofil ve karotenoidlerdir. Toplam klorofil analizleri kontrol ve tuz gruplarında her genotipte yapılmış, gerek genotiplerde gerekse tuz uygulamalarında farklılık 0.01 seviyesinde önemli bulunurken, genotipler ile uygulanan tuz grupları arasındaki etkileşim de 0.01 seviyesinde önemlidir (Çizelge 1). Oysa karotenoid miktarı, genotiplerde 0.01, tuz uygulamalarında 0.05 seviyesinde önemli iken genotipler ile uygulanan tuz grupları arasında ki etkileşim önemli bulunmamıştır (Çizelge 1). Bununla birlikte karotenoidde ait ortalamalar LSD ile gruplandırılmış, kontrol grubunda en yüksek ortalama değerini DH-6 verirken, 100 mM ve 200 mM NaCl gruplarında da bu genotipin değerleri yüksek olmuştur. DH-6 ve DH-8, kontrol grubunda en yüksek toplam klorofil miktarı verirken 100 mM ve 200 mM NaCl uygulamalarına en yüksek direnci DH-8 ve Altın genotipleri göstermiştir (Çizelge 3). Kunduru-1149'un, kontrol grubunda toplam klorofil miktarı 12.28 mg g<sup>-1</sup> iken 100 mM NaCl'de bu miktar 7.73 mg g<sup>-1</sup>'e, bununla beraber DH-6'da kontrol grubunda toplam klorofil miktarı 19.79 mg g<sup>-1</sup> iken 200 mM NaCl'de bu miktar 6.85 mg g<sup>-1</sup>'e düşmüştür ve tuzluluktan en fazla etkilenen iki genotip

olmuşlardır (Çizelge 3). Her iki uygulama grubunda en yüksek toplam klorofil miktarı DH-8'de gözlenmiştir (Çizelge 3).

Bunun yanında genotiplerin farklı tuz konsantrasyonlarında klorofil a ve klorofil b miktarları belirlenmiş, hem genotiplerde hem de tuz uygulamalarında farklılık önemli bulunmuştur (P<0.01). Ayrıca genotipler ile uygulanan tuz grupları arasında ki etkileşim de 0.01 seviyesinde önemlidir (Çizelge 1). Kontrol grubunda en yüksek klorofil a ve klorofil b miktarı DH-6 ve DH-8'de görülmüştür. Hem klorofil a hem de klorofil b özelliklerinde her iki tuz konsantrasyonunda da en yüksek direnci DH-8 genotipinin gösterdiği genel ortalamaların LSD testi ile yapıldığı gruplandırmalarda anlaşılmaktadır (Çizelge 4). Bununla beraber Kunduru-1149'da klorofil a miktarı tuzluluk uygulamalarında diğer genotiplere göre daha çok düşüş göstermiş ve NaCl'den en fazla etkilenen genotip olmuştur. Klorofil b miktarında düşüş en fazla DH-6'da olmuştur (Çizelge 4). Ayrıca tuz uygulamalarında klorofil a/b oranı Altın, Kunduru-1149, DH-6 ve DH-8 genotiplerinde artarken, Mirzabey genotipinde düşüş göstermiştir (Çizelge 4).

**Çizelge 3.** NaCl uygulamasının genotiplere ait 35 günlük bitkilerden alınan yaprak dokularında (g) toplam klorofil ve karotenoid miktarları üzerine etkisi

| Genotip      | Toplam Klorofil (mg g <sup>-1</sup> bitki) |                    |                    |  | Karotenoid (mg g <sup>-1</sup> bitki) |                     |                      |  |
|--------------|--|--------------------|--------------------|--|---------------------------------------|---------------------|----------------------|--|
|              | Kontrol                                    | 100 mM NaCl        | 200 mM NaCl        |  | Kontrol                               | 100 mM NaCl         | 200 mM NaCl          |  |
| Mirzabey     | 7.52 <sup>c</sup>                          | 5.45 <sup>d</sup>  | 3.29 <sup>d</sup>  |  | 1.070 <sup>b</sup>                    | 0,066 <sup>b</sup>  | 0,680 <sup>c</sup>   |  |
| Altın        | 5.79 <sup>d</sup>                          | 5.23 <sup>d</sup>  | 4.35 <sup>c</sup>  |  | 0,946 <sup>b</sup>                    | 0,060 <sup>ab</sup> | 0,860 <sup>bc</sup>  |  |
| Kunduru 1149 | 12.28 <sup>b</sup>                         | 7.73 <sup>c</sup>  | 6.36 <sup>b</sup>  |  | 1.115 <sup>b</sup>                    | 1.180 <sup>a</sup>  | 1.050 <sup>abc</sup> |  |
| DH-6         | 19.79 <sup>a</sup>                         | 15.27 <sup>b</sup> | 6.85 <sup>b</sup>  |  | 1.766 <sup>a</sup>                    | 1.380 <sup>a</sup>  | 1.316 <sup>a</sup>   |  |
| DH-8         | 19.48 <sup>a</sup>                         | 17.40 <sup>a</sup> | 16.16 <sup>a</sup> |  | 1.330 <sup>b</sup>                    | 1.260 <sup>a</sup>  | 1.220 <sup>ab</sup>  |  |

\* Ayrı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli (P<0.01), aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar ise önemsizdir. Bu farklar her konu için ayrı ayrı gösterilmektedir.

**Çizelge 4.** NaCl uygulamasının genotiplerin klorofil a, klorofil b miktarları ve klorofil a/b oranı üzerine etkisi

| Genotip      | Klorofil a (mg g <sup>-1</sup> bitki) |                    |                    | Klorofil b (mg g <sup>-1</sup> bitki) |                   |                    | Klorofil a/b |             |             |
|--------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|-------------------|--------------------|--------------|-------------|-------------|
|              | Kontrol                               | 100 mM NaCl        | 200 mM NaCl        | Kontrol                               | 100 mM NaCl       | 200 mM NaCl        | Kontrol      | 100 mM NaCl | 200 mM NaCl |
| Mirzabey     | 5,72 <sup>c</sup>                     | 4,04 <sup>d</sup>  | 2,12 <sup>d</sup>  | 1,80 <sup>c</sup>                     | 1,45 <sup>d</sup> | 1,17 <sup>cd</sup> | 3,17         | 2,78        | 1,81        |
| Altın        | 3,99 <sup>d</sup>                     | 3,74 <sup>d</sup>  | 3,29 <sup>c</sup>  | 1,80 <sup>c</sup>                     | 1,49 <sup>d</sup> | 1,05 <sup>d</sup>  | 2,21         | 2,51        | 3,13        |
| Kunduru 1149 | 7,39 <sup>b</sup>                     | 5,23 <sup>c</sup>  | 4,50 <sup>b</sup>  | 4,88 <sup>b</sup>                     | 2,66 <sup>c</sup> | 1,85 <sup>bc</sup> | 1,51         | 1,96        | 2,43        |
| DH-6         | 12,40 <sup>a</sup>                    | 10,48 <sup>b</sup> | 4,63 <sup>b</sup>  | 7,43 <sup>a</sup>                     | 4,77 <sup>b</sup> | 2,11 <sup>b</sup>  | 1,66         | 2,19        | 2,19        |
| DH-8         | 12,32 <sup>a</sup>                    | 11,31 <sup>a</sup> | 11,23 <sup>a</sup> | 7,10 <sup>a</sup>                     | 6,15 <sup>a</sup> | 4,99 <sup>a</sup>  | 1,73         | 1,83        | 2,25        |

\*Ayrı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli (P<0.01), aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar ise önemsizdir. Bu farklar her konu için ayrı ayrı gösterilmektedir. Genotiplerde klorofil a/b oranı, konulara ait klorofil a'nın klorofil b genel ortalamasına oranıdır

## Tartışma

Tuz stresi altındaki bitkilerde osmotik basınçtan dolayı köklerin su alma kapasitelerinde önemli azalmalar meydana geldiği için kök büyümesinde gerilemeler gözlenir. Ayrıca sürgün ve köklerinde yaş ve kuru ağırlık ve buna bağlı olarak kuru madde miktarında da azalmalar birçok bitki çeşidinde çoğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Karagüzel, 2003, *Lupinus varius*; Ghoulam vd., 2003, Şeker pancarı). Bu çalışmada 100 ve 200 mM NaCl içeren ortamlarda yetiştirilen bitkilerin kök uzunluğu önemli derecede azalmıştır (Çizelge 1). Benzer sonuçlar 29 durum genotipinde tuzluluğun kök büyümesine olan etkisinin test edildiği çalışmada da görülmüştür (Noori Sadat ve Mcneilly, 2000). Öncel ve Keleş (2002), 3 durum ve 3 ekmeklik buğday genotipi ile yaptıkları bir çalışmada, vegetasyon süresini diğer çeşitlere göre daha geç tamamlayan Seri-82 ve Ç-

1252'nin büyüme inhibisyonlarının NaCl tuzluluğu altında daha az olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada da vegetasyonu bitki yetiştirme odası koşullarında daha hızlı olan Altın ile Mirzabey genotiplerinde kök inhibisyonu diğer genotiplere göre daha fazla olmuştur (Çizelge 2).

Buğday genotiplerinin kuru madde miktarında belirlenen azalmalarını, tuzlu koşullarda yetiştirme ortamında bitki hücrelerinde osmotik basıncın tuzdan dolayı artması ve suyun yarıyışığının azalması ile açıklamak mümkündür. Buna bağlı olarak transpirasyon ve CO<sub>2</sub> fiksasyonunda azalma ve bitkilerin iyon dengesindeki bozulmaların meydana geldiğini söylemek mümkündür (Taban vd., 1999). Güneş vd., (1997), buğday genotipleriyle yaptıkları çalışmada tuz uygulamasının kuru madde miktarını düşürdüğünü belirtmişlerdir. Bu çalışmada da her iki

NaCl uygulama grubunda en yüksek kuru madde değerleri DH-8'de bulunurken, en en düşük değerleri DH-6 ve Altın genotipleri vermiştir (Çizelge 2).

Klorofil ve karotenoid, fotosentez esnasında ışık enerjisini absorbe eden, yaprakların fizyolojik fonksiyonları ile ilgili iki pigmenttir. Klorofil, bitkide fotosentez olayını sağlar ve miktarı kışlık buğday için çevresel ve büyüme koşullarının değerlendirilmesinde kullanılan ana unsurlardan biridir. Tuz stresi altında büyütülen bütün genotiplerde toplam klorofil, klorofil-a ve klorofil-b miktarları önemli ölçüde azalmıştır (Çizelge 3,4). Tuz stresi altında bu azalma birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Yakıt ve Tuna (2006), mısır bitkisinde tuz stresinin yaprakların klorofil içeriği üzerinde azaltıcı etkisi olduğunu, Ganieva vd., (1997) ise tuz stresi altında büyütülen mısır fidelerinde toplam klorofil, klorofil a ve klorofil b içeriğinin önemli ölçüde düştüğünü belirtmişlerdir. Bu çalışmada toplam klorofil miktarı tuz stresi altında bütün genotiplerde azalmıştır. En fazla azalma Kunduru-1149 ve DH-6 genotiplerinde olmuştur (Çizelge 3). Fotosentetik sistemlerde karotenoidler fotosentetik tepkime merkezinde önemli bir rol oynarlar. Ya enerji transferine katılırlar, ya da reaksiyon merkezini oto-oksidasyondan korurlar. Tuzluluk bitkilerin karotenoid içeriğinde de azalmaya neden olmaktadır. Bununla beraber bu çalışmada, karotenoid miktarında, genotipler ile uygulanan tuz grupları arasında ki etkileşim istatistik hesaplamalarında önemli bulunmamıştır. Kontrol ve tuz gruplarında en yüksek karotenoid miktarını DH-6 genotipi vermiştir (Çizelge 3).

Klorofil a/b oranı NaCl uygulaması ile Mirzabey'de azalırken, diğer genotiplerde her iki NaCl uygulamasında da artmıştır (Çizelge 4). Stres indikatörü olarak bilinen klorofil a/b oranının, Cu-Ni topraklarda yetiştirilen *Empetrum nigrum* bitkisinde (Monni vd., 2001) ve HgCl<sub>2</sub> (civa klorür) ortamında yetiştirilen ayçiçeği fidelerinde arttığı (Kırbağ Zengin ve Munzuroğlu, 2006) rapor edilmiştir. Öncel ve Keleş (2002), 200 mM NaCl tuzluluğunda çeşitli buğday genotiplerinde yaptıkları araştırmada, strese daha dirençli olarak düşündükleri Seri-82 ve Ç-1252 genotiplerinde klorofil a/b oranının arttığını, diğer genotiplerde ise bu oranın azaldığını belirtmişlerdir. Klorofil a/b oranı tuz dayanıklılığının belirlenmesinde önemli bir parametre olabilir.

Sonuç olarak, iki farklı tuz konsantrasyonunun 5 haftalık buğday fideleri üzerinde olumsuz etkileri tespit edilmiştir. Bu etki ele alınan bütün genotiplerde 200 mM NaCl uygulamasında daha fazla olmuştur. İncelenen genotipler arasında tuza dayanıklılığı en iyi olan genotipler DH-6 ve DH-8 genotipleri olarak görünürken Altın, Mirzabey ve Kunduru 1149 genotiplerinin NaCl'ye duyarlılıklarının nispeten daha fazla olduğu düşünülmektedir.

## Kaynaklar

Azhar, F.M., Mcneilly, T. 1989. Heritability Estimates of Variation for NaCl Tolerance in *Sorghum bicolor* (L.) Moench Seedlings. Euphytica, 43, 69-72.

Dinç, U., Şenol, S., Kapur, S., Atalay, I., Cangir, C. 1993. Türkiye Toprakları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın, 2, 51.

FAO. 2000. FAOSTAT Agriculture database.

Flowers, T.J., Yeo, A.R. 1981. Variability in the Resistance of Sodium Chlorid Salinity within Rice Varieties. New Phytol, 88, 363-373.

Ganieva, R., Allakhverdiev, S., Bayramova, S., Nafisi, S. 1997. Effect of Polystimuline-K on Maize (*Zea mays* L.) Seedlings Pigment Apparatus Formation on the Sodium Chloride Salinity. Turkish Journal of Botany, 21, 253-257.

Ghoulam, C., Foursya, A., Fores, K. 2002. Effects of Salt Stress on Growth Inorganic Ions and Proline Accumulation in Relation to Osmotic Adjustment in Five Sugar Beet Cultivars. Environmental and Experimental Botany, 47, 39-50.

Güneş, A., Alpaslan, M., Taban, S., Hatipoğlu, F. 1997. Değişik Buğday Çeşitlerinin Tuz Stresine Dayanıklıkları. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 21, 215-219.

Hakkı, E., Savaskan, C., Akaya, M.S. 2001. Genotyping of Anatolian Doubled-haploid Durum Lines with SSR Markers. Euphytica, 122, 257-262.

Husain, S., Munns, R. 2003. Effect of Sodium Exclusion Trait on Chlorophyll Retention and Growth of Durum Wheat in Saline Soil. Australian Journal of Agricultural Research, 54 (6), 589 – 597.

Karagüzel, O. 2003. Farklı Tuz Kaynak ve Konsantrasyonlarının Güney Anadolu Doğal *Lupinus varius* Tohumlarının Çimlenme Özelliklerine Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16 (2), 211-220.

Kırbağ Zengin, F., Munzuroğlu, Ö. 2006. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Fidelerinin Toplam Çözülebilir Protein, Prolin ve Klorofil Miktarları Üzerine Civa Klorürün (HgCl<sub>2</sub>) Etkileri. Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18, 25-30.

Lewitt, J. 1980. Salt Stresses. In Responses of Plants to Environmental Stresses, 2, 365-454.

Monni, S., Uhling, C., Hansen, E., Magel, E. 2001. Ecophysiological Responses of *Empetrum nigrum* to Heavy Metall Pollution. Environmental Pollution, 112, 121-129.

Noori Sadat, S.A., Mcneilly, T. 2000. Assessment of Variability in Salt Tolerance based on Seedling Growth in *Triticum durum* Desf. Genetic Resources and Crop Evolution, 47, 285-291.

- Öncel, İ., Keleş, Y. 2002. Tuz Stresi Altındaki Buğday Genotiplerinde Büyüme, Pigment İçeriği ve Çözünür Madde Kompozisyonunda Değişmeler. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, 23, 2.
- Pardha Sarahi, P., Mohanthy, P. 1993. Proline in Relation to Free Radical Production in Seedlings of *Brassica juncea* Raised under Sodium Chloride Stress. Plant and Soil, 155/156, 497-500.
- Prakash, V., Sastry, E.V. 1992. Effect of Salinity on Germination and Seedling Growth in Wheat. Annals of Arid Zone, 31, 71-72.
- Rao, S.A. 1997. The Potential for Breeding *Zea mays* (L.) for Saline Sonditions. Ph.D. Thesis, The University of Liverpool, UK.
- Savaskan, C., Ellerbrook, C., Fish L.J., Snape, J.W. 1997. Doubled Haploid Production in Turkish Durum Wheats using Crosses with Maize. Plant Breeding, 116, 299-301.
- Strain, S.S., Svec, V.A. 1966. Extraction, Separation, Estimation and Isolation of Chlorophylls. In the Chlorophylls, Vernon L.P.: Seely G.R. Academic Press N.Y., 21-66.
- Taban, S., Güneş, A., Alpaslan, M., Özcan, H. 1999. Değişik Mısır (*Zea mays* L. cvs.) Çeşitlerinin Tuz Stresine Duyarlılıkları. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 25 (3), 625-633.
- Witham, F.H., Blaydes, D., Devlin, R.M. 1971. Experiments in Plant Physiology. Van Nostrand Reinhold, New York, 1-11.
- Yakıt, S., Tuna, A.L. 2006. Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg ve K'nın Etkileri. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (1), 59-67.
- Yeo, A.R., Yeo, M.Y., Flowers, S.A., Flowers, T.I. 1990. Screening of Rice (*Oriza sativa*) Genotypes for Physiological Characters Contributing to Salinity Resistance and Their Relationship to Overall Performance. Theoretical and Applied Genetics, 79, 377-384.