



Examining of Salt Stress Tolerance of Some Local Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes at Early Growth Stage[#]

Kübra Özdemir Dirik^{1,a,*}, İbrahim Saygılı^{1,b}, Mahir Özkurt^{2,c}, Mehmet Ali Sakin^{1,d}

¹Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60250 Tokat, Turkey

²Department of Crop Production and Technologies, Faculty of Applied Sciences, Muş Alparslan University, 49250 Muş, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>[#]This study was presented as an oral presentation at the 13th National, 1st International Field Crops Conference (Antalya, TABKON 2019)</p> <p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 25/11/2019 Accepted : 08/12/2019</p> <p>Keywords: Abiotic stress Germination NaCl Salt stress Local bread</p>	<p>Salinity is one of the most important abiotic stress factors causing serious problems in agricultural areas in the world. In this study aimed to determine the salt stress tolerance of local bread wheat genotypes collected from some provinces of Turkey and provided from seed gene banks in our country in early growth stage. In the research, twenty five local bread wheat genotypes and four registered bread wheat cultivars as standard were used as material. Genotypes were subjected to salt stress germination percentage, radicle length, coleoptile length, shoot length, germination index, root fresh and dry weight, were measured. Germination percentage was decreased significantly by 39.1 % in salt application compared to the control. According to the germination percentages, TR 53869, Kate A1 and Pehlivan genotypes were found to be tolerant to salt stress in early growth stage TGB 000543 and TR 63579 were sensitive. Considering all traits investigated, genotype TR 53869 can be considered as a genotype tolerant to salt stress in early growth stage. It is predicted that this genotype can be used in breeding studies for the areas where salt stress is a problem in wheat.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(3): 688-693, 2020

Bazı Yerel Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Erken Gelişme Dönemindeki Tuz Stresine Toleransının İncelenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 25/11/2019 Kabul : 08/12/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Abiyotik stres Çimlenme NaCl Tuz stresi Yerel ekmeklik</p>	<p>Tuzluluk Dünya’da tarım alanlarında ciddi problemlere sebep olan en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Bu çalışma ile Türkiye’nin bazı illerinden toplanan ve ülkemizdeki tohum gen bankalarından temin edilen yerel ekmeklik buğday genotiplerinin erken gelişme dönemindeki tuz stresine toleransının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada materyal olarak 25 adet yerel ekmeklik buğday genotipi ve standart olarak da 4 adet tescilli ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır. Genotipler tuz stresine tabi tutularak çimlenme oranı, kök uzunluğu, koleoptil uzunluğu, sürgün uzunluğu, çimlenme indeksi, kök taze ve kuru ağırlığı özellikleri ölçülmüştür. Çimlenme oranı kontrole göre tuz uygulamasında %39,1 oranında önemli bir şekilde azalmıştır. Çimlenme oranlarına göre incelenen genotipler arasında TR 53869, Kate A1 ve Pehlivan genotiplerinin erken gelişme dönemindeki tuz stresine toleranslı olduğu, TGB 000543 ve TR 63579 nolu genotiplerin ise duyarlı olduğu belirlenmiştir. İncelenen tüm özellikler dikkate alındığında TR 53869 nolu genotip erken gelişme dönemindeki tuz stresine toleranslı genotip olarak değerlendirilebilir. Bu genotipin buğday da tuz stresinin sorun olduğu bölgeler için ıslah çalışmalarında kullanılabileceği öngörülmüştür.</p>

^a kubra.ozdemir@gop.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-6901-561X>

^c ibrahim.saygili@gop.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0003-0449-4872>

^c mahirozkurt@gmail.com

^d <https://orcid.org/0000-0003-0058-3026>

^d mehmetali.sakin@gop.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0002-9774-2478>



Giriş

Türkiye, bulunduğu konum itibarıyla bitki çeşitliliği açısından zengin bir ülkedir. Ayrıca buğdayın ilk kültüre alındığı en önemli gen merkezlerinden birisidir. Bu nedenle ülkemiz buğday ıslahının başlıca amaçları olan yüksek verim, kalite, stres koşullarına, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık ıslah çalışmalarında doğrudan veya dolaylı olarak kullanılabilir zenginlik ve çeşitlilikte yerel buğdaylara sahiptir (Akçura, 2006).

Tarım alanlarında tuzluluk, toprağın verimliliğini azaltan, ürün verimini sınırlandıran en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Yüksek tuz konsantrasyonu tohum çimlenmesine ve fide oluşumuna olumsuz yönde etki eder (Fowler, 1991). Bitkiler erken gelişme döneminde diğer gelişme dönemlerine göre tuza daha hassastır (Budaklı Çarpıcı ve Erdel, 2016). Bu nedenle tuzluluğa toleransın belirlendiği çalışmalar erken gelişme dönemlerinde yapılmaktadır. Tohum çimlenmesi, fide çıkışı ve fidelerin hayatta kalması kısmen toprak altındaki tuz miktarına bağlıdır (Baldwin ve ark., 1996). Begum ve ark. (1992) tuza toleranslı buğday genotiplerinin belirlenmesinde, tohumlara çimlenme ve erken fide gelişim süresince tuz uygulamasının hızlı ve etkin bir teknik olduğunu bildirmişlerdir.

Bayraklı (1998) tuzlu koşullarda yetiştirilen buğday bitkisinin birçok yönden olumsuz etkilendiğini, özellikle fide döneminde buğdayın tuza karşı daha duyarlı olduğunu ve bu dönemde tuzluluğun 4-5 dS/m'yi geçmemesi gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca Kaydan ve ark. (2007) yüksek tuz dozunun buğday fidelerinde çıkış oranını azalttığını bildirmişlerdir.

Tuza tolerans bakımından bitkiler arasında, familya, cins ve türler arasında olduğu gibi aynı türe ait çeşitler arasında da farklılıklar bulunmaktadır (Kızılgeçi ve ark., 2010). Bu çalışmanın amacı Tokat, Amasya ve Çorum illerinden toplanan bazı yerel ekmeklik buğday genotiplerinin erken gelişme dönemindeki tuz stresine toleransını belirlemek ve öne çıkan yerel çeşitlerin tuza toleranslı ekmeklik buğday çeşidi ıslah çalışmalarında kullanılmasına katkı sağlamaktır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada deneme materyali olarak Tokat, Amasya ve Çorum illerinden toplanan ve Çizelge 1'de belirtilen kuruluşlardan temin edilen 25 adet yerel ekmeklik buğday genotipi ve standart olarak da 4 adet tescilli ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır.

Yöntem

Genotipler kuruluşlardan temin edildiği haliyle çalışmada kullanılmamış olup tüm genotiplerin tohumluğu 2016-2017 buğday yetiştirme döneminde üretilmiş, daha sonra denemeye alınmıştır. Araştırma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında yürütülmüştür. Çimlendirme öncesi tohumlar yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur ve bu amaçla tohumlar öncelikle saf suda, daha sonra %1'lik sodyum hipoklorit (%5 ticari çamaşır suyu) ve birkaç damla Tween-20 içeren çözeltide 10 dakika karıştırılmış ve son olarak da 3 kez steril saf su ile durulanmıştır. Yüzey sterilizasyonu yapılan tohumlar kurutma kağıdında kurutulmuştur. Çalışmada kontrol uygulaması için steril saf su ve tuz stresi için de 200 mM konsantrasyonundaki NaCl kullanılmıştır. İki adet filtre kağıdı bulunan 9 cm çapındaki her bir petri kabına her uygulamadan 4 ml eklenmiştir. Bu süreç buharlaşmış suyu yenilemek için 2 günde bir tekrarlanmıştır. Her bir petri kabına 40 adet tohum yerleştirilmiştir. Petri kaplarının kenarları buharlaşmayı önlemek amacıyla parafilm ile sarılmış ve bitki büyüme kabinde 24±1°C'de bekletilmiştir. Tüm tohumlar 7 gün boyunca her gün sayılmış ve 2 mm radikula çıkaran tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir (Dhanda ve ark., 2004). Çalışmada 7. gün sonunda rastgele seçilen 10 fidenin kök uzunluğu, sürgün uzunluğu ve çimlenme oranı Öztürk ve ark. (2016)'na, koleoptil uzunluğu Dhanda ve ark. (2004)'na, genotiplerin kök taze ve kuru ağırlıkları Saboora ve ark. (2006)'na, çimlenme indeksi ise Torabi ve ark. (2011)'na, göre belirlenmiştir.

Çizelge 1. Ekmeklik buğday genotipleri ve temin edildiği kuruluşlar

Table 1. The bread wheat genotypes and organizations supplied

Genotip	Temin edildiği kuruluş	Genotip	Temin edildiği kuruluş
TGB 003247	1	TR 63579	2
TGB 000543	1	TR 63557	2
TGB 003249	1	TR 53869	2
TGB 003232	1	TR 54989	2
TGB 000534	1	Ak sunteri	3
TGB 000521	1	Dimenit	3
TGB 003246	1	Örmece	3
TGB 003248	1	Çam buğdayı	3
TR 44411	2	Zerun	3
TR 44406	2	Çalı basıran	3
TR 63556	2	Kate A1	4
TR 63508	2	Pehlivan	4
TR 63501	2	Bezostaya 1	5
TR 63574	2	Dağdaş 94	6
TR 63558	2		

1: Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Ens.Müd.; 2: Ege Tarımsal Araştırma Ens. Müd.; 3: Tokat İl Gıda Tarım Hayvancılık Müdürlüğü; 4: Trakya Tarımsal Araştırma Ens. Müd.; 5: Geçit Kuşluğu Tarımsal Araştırma Ens. Müd.; 6: Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Ens. Müd.

Çizelge 2. Ekmeklik buğday genotiplerine ait çimlenme oranları, çimlenme indeksleri ve kök uzunlukları
Table 2. Germination percentages, germination index and radicle lengths of bread wheat genotypes

Genotip	Çimlenme oranı (%)			Çimlenme indeksi			Kök uzunluğu (mm)		
	Kontrol	200 mM	Ort.	Kontrol	200 mM	Ort.	Kontrol	200 mM	Ort.
TGB 003247	67,1 f-p**	42,0 m-t	54,6 fgh**	50,0 e-l**	56,0 d-l	53,0 b-l **	19,2 g-n**	15,0 lmn	17,1 ghi**
TGB 000543	71,2 f-n	11,3 u	41,7 hı	66,7 c-k	21,3 l	44,0 e-j	31,7 c-m	14,7 lmn	23,2 d-1
TGB 003249	84,3 a-g	58,1 h-s	71,2 b-e	59,7 c-l	41,3 f-l	50,5 c-1	28,7 d-m	33,4 c-k	31,1a-e
TR 53869	100,0 a	100,0 a	100,0 a	61,3 c-l	85,3 a-f	73,3 abc	45,0 a-d	28,3 d-m	36,7 ab
TGB 003232	84,7 a-g	57,7 h-s	71,2 b-e	78,7 a-h	60,7 c-l	69,7 a-d	29,6 d-m	23,6 f-n	26,6 c-g
TGB 000534	59,7 h-r	35,5 p-u	47,6 ghı	60,0 c-l	35,7 h-l	47,8 d-j	21,7 g-n	18,9 g-n	20,3 f-1
TGB 000521	94,8 abc	53,1 i-t	73,9 b	69,0 c-k	40,7 f-l	54,8 b-1	47,1 abc	17,0 i-n	32,1 a-d
TGB 003246	64,0 g-q	36,3 p-u	50,2 gh	58,3 d-l	36,3 h-l	47,3 d-j	22,7 g-n	17,8 i-n	20,2 f-1
TGB 003248	80,7 c-1	70,4 f-o	75,6 b-e	120,0 a	50,0 e-l	85,0 a	33,2 c-k	20,2 g-n	26,7 c-g
TR 44411	85,7 a-g	60,5 h-r	73,1 bcd	47,3 e-l	23,7 kl	35,5 hj	41,2 a-e	17,1 i-n	29,2 a-f
TR 44406	86,9 a-f	47,3 k-t	67,1 b-e	53,0 d-l	31,7 i-l	42,3 f-j	32,3 c-l	19,5 g-n	25,9 c-h
TR 63556	93,3 a-d	72,8 e-m	83,1 b	44,0 e-l	68,7 c-k	56,3 b-1	29,3 d-m	28,5 d-m	28,9 b-f
TR 63508	100,0 a	32,3 q-u	66,1 bc	71,0 c-j	27,7 jkl	49,3 c-1	53,8 a	21,2 g-n	37,5 ab
TR 63501	92,5 a-e	45,5 l-t	69,0 b-e	77,7 b-h	44,0 e-l	60,8 a-g	34,7 c-1	23,1 g-n	28,9 b-f
TR 63574	51,9 i-t	26,2 stu	39,0 hı	41,7 e-l	35,3 h-l	38,5 g-j	22,4 g-n	16,5 j-n	19,5 f-1
TR 63558	66,2 h-s	38,6 n-t	52,4 ghı	40,0 g-l	27,7 jkl	33,8 ij	20,3 g-n	23,4 f-n	21,9 e-1
TR 63579	44,4 l-t	22,9 tu	33,7 ı	24,7 kl	24,7 kl	24,7 j	17,2 i-n	13,7 mn	15,5 ı
TR 63557	93,6 a-d	47,9 j-t	70,8 b-e	62,7 c-l	44,3 e-l	53,5 b-1	19,5 g-n	23,5 f-n	21,5 e-1
Ak Sunteri	88,4 a-f	56,2 h-s	72,3 bcd	76,3 b-1	53,3 d-l	64,8 a-f	22,7 g-n	16,5 j-n	19,6 f-1
Dimenit	78,8 c-j	40,7 m-t	59,8 d-g	81,7 a-g	36,0 h-l	58,8 b-h	26,1 e-n	18,3 h-n	22,2 e-1
Örnece	81,9 b-h	38,5 o-t	60,2 c-g	114,0 ab	38,7 g-l	76,3 ab	53,2 a	17,5 i-n	35,4 abc
Çam Buğdayı	78,6 c-1	35,6 p-u	57,1 efg	74,3 b-1	26,3 jkl	50,3 c-1	34,1 c-j	15,2 lmn	24,6 d-1
Zerun	94,4 abc	52,6 i-t	73,5 bc	95,3 a-d	51,7 d-l	73,5 abc	23,7 f-n	19,5 g-n	21,6 e-1
Çalı Basıran	100,0 a	26,7 stu	63,3 b-e	85,3 a-f	43,7 e-l	64,5 a-f	40,6 a-f	9,7 n	25,2 d-1
Kate A1	100,0 a	98,3 ab	99,2 a	43,0 e-l	86,7 a-e	64,8 a-f	51,7 ab	25,3 e-n	38,5 a
Pehlivan	100,0 a	100,0 a	100,0 a	48,3 e-l	68,0 c-k	58,2 b-1	36,2 b-h	36,7 b-g	36,4 ab
Dağdaş 94	78,0 c-k	63,2 h-r	70,6 b-f	85,7 a-f	52,0 d-l	68,83 a-e	26,9 e-n	20,2 g-n	23,5 d-1
Bezostaya 1	87,5 a-f	51,8 i-t	69,7 b-e	103,0 abc	44,3 e-l	73,7 abc	17,4 i-n	15,8 k-n	16,6 hı
TR 54989	74,3 d-l	31,7 r-u	53,0 gh	67,3 c-k	33,7 h-l	50,5 c-1	26,6 e-n	19,1 g-n	22,9 d-1
Ortalama	82,2 a**	50,1 b	66,2	68,0 a**	44,5 b	56,0	31,3 a**	20,3 b	24,1

** : 0,01 düzeyinde önemlidir. Aynı harfle harflendirilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli değildir.

Elde edilen % değerler açılı transformasyonuna tabi tutularak istatistik analiz yapılmış, tabloda orijinal değerler verilmiştir (Soltani ve ark. 2012). Elde edilen veriler MSTAT-C paket programı ile tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine uygun olarak analiz edilmiş ve uygulamalar birlikte değerlendirilmiştir. Ortalamalar arası farklılıklar Duncan testi ile belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çimlenme oranı

Çimlenme oranı bakımından ekmeklik buğday genotipleri arasındaki farklılıklar, tuz stresi uygulaması ve genotip x uygulama interaksyonu $P < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuş, genotiplerin çimlenme oranları kontrol uygulamasında %44,4–100,0 arasında değişirken 200 mM konsantrasyonundaki NaCl uygulamasında %11,3 – 100,0 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Kontrol uygulamasında en yüksek çimlenme oranı TR 53869, TR 63508, Çalı basıran, Kate A1 ve Pehlivan genotiplerinden elde edilirken, en düşük çimlenme oranı TR63579 genotipinden elde edilmiştir. NaCl uygulamasında ise en yüksek çimlenme oranı TR 53869 ve Pehlivan genotiplerinden, en düşük çimlenme oranı ise TGB 000543 genotipinden elde edilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde ortalama çimlenme oranının kontrol uygulamasına göre NaCl uygulamasında düşük olduğu ve bu azalmanın istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir. Araştırma sonucunda elde edilen çimlenme oranı ile ilgili bulgular Eskandari ve Kazemi (2011), Sourour ve ark. (2014), Bilgili ve ark. (2018), Öner ve Kırılı (2018)'nin elde ettikleri bulgular ile uyum içersindedir.

Çimlenme İndeksi

Araştırmada çimlenme indeksi bakımından incelenen genotipler arasında $P < 0,01$ düzeyinde önemli farklılıklar saptanmış olup genotiplere ait çimlenme indeksi değerleri Çizelge 2'de görülmektedir. Genotiplerin çimlenme indeksleri kontrol uygulamasında 24,7-120,0 arasında değişirken NaCl uygulamasında 21,3-86,7 arasında değişiklik göstermiştir. Genotiplerin ortalama çimlenme indeksleri ise 24,7-85,0 arasında değişmiş olup genotipler arasındaki fark $P < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Çalışmada genotiplerin ortalama çimlenme indeksleri kontrol uygulamasında 68,0 NaCl uygulamasında ise 44,5 olarak belirlenmiş olup 200 mM NaCl uygulaması genotiplerin çimlenme indeksini %34,6 oranında önemli ölçüde azaltmıştır (Çizelge 2). Ekmeklik buğday çeşitleriyle yapılan çalışmada artan NaCl dozlarının çimlenme indeksini önemli düzeyde azalttığı bildirilmiştir (Bilgili ve ark., 2018).

Kök Uzunluğu

Kök uzunlukları bakımından genotipler arasındaki farklılıklar, ozmotik stres uygulamaları ve genotip x uygulama interaksyonu $P < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Genotiplerin kök uzunlukları kontrol uygulamasında 17,2-53,8 mm arasında değişiklik göstermiş olup, en uzun kökler TR 63508, Örnece ve Kate A1 genotiplerinden en kısa kökler ise TR 63579, Bezostaya 1, TGB 003247 ve TR 63557 genotiplerinden elde edilmiş; NaCl uygulamasında ise 9,7-36,7 mm arasında değişmiş ve en uzun kökler Pehlivan, TGB 003249, TR 63556 ve TR

53869 genotiplerinden en kısa kökler ise Çalı basıran, TR 63579 ve TGB 000543 genotiplerinden elde edilmiştir (Çizelge 2). Genotiplerin ortalama kök uzunlukları NaCl uygulamasında kontrol uygulamasına göre önemli ($P<0,01$) ölçüde azalmış olup ortalama kök uzunluğu kontrol uygulamasında 31,3 mm, NaCl uygulamasında ise 20,3 mm olarak saptanmıştır. Kök uzunluğunun tuz miktarındaki artışa bağlı olarak azaldığı bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Saboora ve ark., 2006; Akbarimoghaddam ve ark., 2011; Öner ve Kırlı, 2018). Çizelge 2 incelendiğinde TGB 003249, TR 63557 ve TR 63558 genotiplerinin kök uzunluklarının NaCl uygulamasında kontrol uygulamasına göre arttığı görülmektedir. Tuzlu koşullarda kök uzunluğu fazla olan bitkilerin tuza tolerans yönünden yapılacak ıslah çalışmalarında seçilebileceği bildirilmiştir (Kızılgeçi ve Yıldırım, 2014).

Sürgün Uzunluğu

Araştırmada sürgün uzunluğu bakımından incelenen genotipler arasında $P<0,01$ düzeyinde önemli farklılıklar saptanmış olup genotiplere ait sürgün uzunluğu değerleri Çizelge 3'te görülmektedir. Genotiplerin sürgün uzunlukları kontrol uygulamasında 14,0-80,0 mm arasında değişirken NaCl uygulamasında 2,6-31,5 mm arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 3). Tuz konsantrasyonu uygulamasında sürgün uzunluğunun azaldığı Sadat Noori ve McNeilly (2000) ve Kızılgeçi ve Yıldırım (2014) tarafından da bildirilmiştir. Uygulamaların ortalaması dikkate alındığında genotiplerin ortalama sürgün uzunlukları 10,2-48,3 mm arasında değişmiş ve en uzun sürgün Kate A1 çeşidinden en kısa sürgün ise TR 63574 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Ekmeklik buğday genotiplerine ait sürgün uzunlukları ve koleoptil uzunlukları

Table 3. Shoot lengths and coleoptile lengths of bread wheat genotypes

Genotip	Sürgün uzunluğu (mm)			Koleoptil uzunluğu (mm)		
	Kontrol	200 mM	Ort.	Kontrol	200 mM	Ort.
TGB 003247	14,0 s-z**	8,5 v-z	11,3 k**	20,0 n-x**	9,9 wx	14,9 m**
TGB 000543	30,1 k-q	8,1 v-z	19,1 ij	32,8 f-t	12,9 t-x	22,9 j-m
TGB 003249	46,5 e-i	21,4 n-v	33,9 ef	53,3 b-f	38,5 e-p	45,9 bcd
TR 53869	57,8 cde	22,9 n-u	40,4 b-e	53,2 b-f	31,4 g-v	42,3 b-f
TGB 003232	45,5 e-i	30,2 k-q	37,9 cde	40,2 e-n	30,4 h-v	35,3 d-i
TGB 000534	28,6 l-r	14,7 r-z	21,6 ij	33,4 f-t	18,6 o-x	26,0 h-l
TGB 000521	47,2 e-h	4,4 yz	25,8 ghı	49,1 b-i	16,5 q-x	32,8 e-j
TGB 003246	22,6 n-u	6,6 w-z	14,6 jk	36,8 e-q	12,9 t-x	24,9 i-m
TGB 003248	75,4 ab	19,4 o-x	47,4 ab	63,6 abc	28,3 j-w	45,9 bcd
TR 44411	32,2 j-o	15,8 r-z	24,0 ghı	46,5 c-j	25,5 k-x	36,0 d-i
TR 44406	40,9 g-l	10,9 u-z	25,9 ghı	45,4 c-k	15,7 r-x	30,5 g-j
TR 63556	16,9 q-y	5,5 xyz	11,2 k	30,3 h-v	7,1 x	18,7 klm
TR 63508	55,5 def	31,5 j-p	43,5 a-d	56,5 b-e	33,8 f-s	45,2 bcd
TR 63501	37,8 h-m	8,5 v-z	23,1 ghı	41,0 d-m	11,1 vwx	26,1 h-l
TR 63574	17,7 q-y	2,6 z	10,2k	23,5 l-x	7,5 x	15,5 lm
TR 63558	44,3 f-j	15,5 r-z	29,9 fgh	47,7 c-j	25,0 k-x	36,3 d-i
TR 63579	68,0 abc	12,5 t-z	40,3 b-e	51,2 b-g	13,9 s-x	32,6 e-j
TR 63557	44,0 f-j	16,5 q-y	30,3 fgh	38,8 e-o	37,9 e-p	38,3 c-g
Ak Sunteri	25,7 m-t	14,9 r-z	20,3 ij	36,4 e-q	25,8 k-x	31,1 f-j
Dimenit	37,1 h-m	13,5 t-z	25,3 ghı	49,8 b-i	20,6 m-x	35,2 d-i
Örmece	15,9 r-z	13,4 t-z	14,7 jk	49,4 b-i	17,8 p-x	33,6 e-j
Çam Buğdayı	68,2 abc	19,6 o-w	43,9abc	67,8 ab	37,6 e-p	52,7 b
Zerun	42,7 f-k	18,1 p-y	30,4 fg	46,8 c-j	32,8 f-t	39,8 c-g
Çalı Basıran	64,8 bcd	9,6 u-z	37,2 def	60,7 a-d	12,2 u-x	36,5 d-h
Kate A1	80,0 a	16,6 q-y	48,3 a	60,8 a-d	35,2 f-r	48,0 bc
Pehlivan	51,3 efg	21,2 n-v	36,2 def	75,4 a	51,0 b-h	63,2 a
Dağdaş 94	27,6 m-s	17,8 q-y	22,7 hı	43,9 c-l	29,1 i-w	36,5 d-h
Bezostaya 1	18,0 p-y	18,8 o-x	18,4 ij	23,4 l-x	35,7 f-r	29,5 g-k
TR 54989	33,4 i-n	17,2 q-y	25,3 ghı	53,4 b-f	32,4 g-u	42,9 b-e
Ortalama	41,0 a**	15,0 b	28,0	45,9 a**	24,3 b	35,1

** : 0,01 düzeyinde önemlidir, Aynı harfle harflendirilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli değildir.

Koleoptil Uzunluğu

Koleoptil uzunlukları bakımından genotipler arasındaki farklılıklar, NaCl uygulaması ve genotip x uygulama etkileşimini $P<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Kontrol uygulamasında en düşük koleoptil uzunluğu 20,0 mm ile TGB 003247 genotipinden en yüksek ise 75,4 mm ile Pehlivan çeşidinden elde edilirken, NaCl uygulamasında en düşük koleoptil uzunluğu 7,1 mm ile TR 63556 genotipinden en yüksek ise 51,0 mm ile Pehlivan çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 3). Uygulanan tuz konsantrasyonunun enzim aktivitesini azalttığı bu nedenle de koleoptil uzunluğunun azaldığı bildirilmiştir (Öner ve Kırlı, 2018). Çizelge 3

incelendiğinde genotiplerin ortalama koleoptil uzunlukları kontrol uygulamasında 45,9 mm NaCl uygulamasında ise 24,3 mm olarak belirlenmiş olup 200 mM NaCl uygulaması genotiplerin koleoptil uzunluğunu %47,1 oranında önemli ölçüde azaltmıştır.

Kök Taze Ağırlığı

Araştırmada kök taze ağırlığı bakımından incelenen genotipler arasında $P<0,01$ düzeyinde önemli farklılıklar saptanmış olup genotiplere ait kök taze ağırlığı değerleri Çizelge 4'te görülmektedir. Genotiplerin kök taze ağırlıkları kontrol uygulamasında 13,2-127,5 mg arasında, 200 mM NaCl uygulamasında ise 16,0-105,6 mg arasında

değişiklik göstermiştir (Çizelge 4). Buğdayda kök taze ağırlığının çevresel faktörlerden oldukça fazla etkilenen özelliklerden biri olduğu bildirilmiştir (Balkan, 2011). Genotiplerin ortalama kök taze ağırlıkları 19,2-85,9 mg arasında değişmiş olup en yüksek kök taze ağırlığı TGB 003248 genotipinden en düşük ise TGB 000543 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Yerel ekmeçlik buğday çeşitleri ile yapılan bir çalışmada kök taze ağırlığının artan tuz konsantrasyonu ile azaldığı bildirilmiştir (Shahzad ve ark., 2012).

Kök Kuru Ağırlığı

Kök kuru ağırlıkları bakımından genotipler arasındaki farklılıklar, ozmotik stres uygulamaları ve genotip x uygulama interaksyonu $P < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Araştırmada genotiplerin kök kuru ağırlıkları kontrol uygulamasında 4,9-17,3 mg

arasında, 200 mM NaCl uygulamasında ise 2,2-29,0 mg arasında değişiklik göstermiş olup, en yüksek kök kuru ağırlık kontrol uygulamasında TR 63508 genotipinden, NaCl uygulamasında ise TR 44406 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Genotiplerin ortalama kök kuru ağırlıkları kontrol uygulamasında 9,1 mg tuz uygulamasında ise 9,9 mg olarak belirlenmiş olup tuz uygulamasında kök kuru ağırlığının önemli bir şekilde arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4). Munns (2005), tuz stresi altındaki bitkilerin tuzluluk nedeniyle meydana gelen ozmotik ve iyonik stres karşısında çeşitli mekanizmalar geliştirdiklerini bildirmiştir. Çalışmada tuz uygulamasında kök kuru ağırlığındaki artış, bitkilerin gereksinim duydukları suyu ortamdan alabilmek için eriyebilir karbonhidratları köklerinde biriktirmelerinden kaynaklanmış olabilir (Balkan, 2011).

Çizelge 4. Ekmeçlik buğday genotiplerine ait kök taze ağırlıkları, kök kuru ağırlıkları ve tuz tolerans indeksleri

Table 4. Root fresh weights, root dry weights and salt tolerance index of bread wheat genotypes

Genotip	Kök taze ağırlığı (mg)			Kök kuru ağırlığı (mg)		
	Kontrol	200 mM	Ort.	Kontrol	200 mM	Ort.
TGB 003247	13,2 u**	50,4 g-m	31,8 klm**	4,9 r-v**	4,3 tuv	4,6 mn**
TGB 000543	22,4 r-u	16,0 tu	19,2 n	8,5 j-q	2,2 v	5,3 lmn
TGB 003249	58,8 e-h	55,5 f-j	57,2 e	8,2 k-r	11,7 f-j	9,9 efg
TR 53869	61,1 e-h	105,6 b	83,4 ab	8,4 j-q	11,1 f-l	9,8 efg
TGB 003232	22,5 r-u	32,6 o-s	27,6 lm	8,9 j-q	14,0 ef	11,5 cde
TGB 000534	37,2 m-q	55,5 f-j	46,4 gh	7,1 m-t	10,3 h-n	8,7 f-ı
TGB 000521	127,5 a	25,8 q-u	76,6 bcd	13,3 e-h	7,1 m-t	10,2 ef
TGB 003246	59,3 e-h	48,1 g-n	53,7 ef	5,5 q-u	7,1 n-t	6,3 klm
TGB 003248	105,4 b	66,3 ef	85,9 a	7,8 l-s	11,6 f-j	9,7 e-h
TR 44411	40,2 l-p	52,9 f-l	46,6 fgh	9,9 i-o	9,4 j-p	9,6 e-h
TR 44406	99,1 b	48,1 g-n	73,6 cd	12,8 e-ı	29,0 a	20,9 a
TR 63556	56,3 f-j	47,6 h-n	51,9 efg	7,2 m-t	22,5 b	14,9 b
TR 63508	56,5 f-j	44,6 i-o	50,5 efg	17,3 cd	13,6 efg	15,4 b
TR 63501	87,4 c	65,5 ef	76,4 bcd	8,9 j-q	7,4 m-t	8,1 g-k
TR 63574	29,4 p-s	44,0 j-o	36,7 ijk	6,0 p-u	9,2 j-p	7,6 ijk
TR 63558	31,3 o-s	19,8 stu	25,6 mn	7,4 m-t	6,4 p-t	6,9 i-l
TR 63579	54,1 f-k	30,3 p-s	42,2 hi	9,1 j-p	4,7 s-v	12,9 cd
TR 63557	78,4 cd	61,5 efg	70,0 d	6,9 n-t	18,8 c	12,9 cd
Ak Sunteri	43,9 j-o	27,5 p-t	35,7 ijk	6,9 n-t	8,6 j-q	7,8 ijk
Dimenit	80,7 cd	80,5 cd	80,6 abc	11,5 j-k	8,4 j-q	10,0 efg
Örmece	56,3 f-j	19,1 stu	37,7 ijk	6,0 p-u	3,0 uv	4,5 n
Çam Buğdayı	87,4 c	57,6 e-ı	72,5 d	15,6 de	10,5g-m	13,1 c
Zerun	31,6 o-s	49,2 g-n	40,4 hij	6,2 p-u	7,0 n-t	6,6 jkl
Çalı Basıran	85,3 c	23,3 r-u	54,3 e	13,2 e-h	4,1 tuv	8,6 f-ı
Kate A1	60,1 e-h	23,4 r-u	41,7 hi	15,3 de	4,8 r-v	10,1 ef
Pehlivan	31,4 o-s	70,3 de	50,9 efg	9,3 j-p	13,2 e-h	11,3 de
Dağdaş 94	31,1 o-s	35,8 n-r	33,4 jkl	6,7 o-t	9,1 j-p	7,9 h-k
Bezostaya 1	25,3 q-u	37,0 m-q	31,2 klm	6,2 p-u	10,1 h-o	8,2 g-j
TR 54989	40,9 k-p	40,6 l-p	40,7 hij	7,8 l-s	8,0 l-s	7,9 h-k
Ortalama	55,7 a**	45,9 b	50,8	9,1 b	9,9 a**	9,5

** : 0,01 düzeyinde önemlidir, Aynı harfle harflendirilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli değildir.

Sonuç ve Öneriler

Çimlenme oranlarına göre incelenen genotipler arasında TR 53869, TR 63556 ve TGB 003248 nolu genotiplerin erken gelişme dönemindeki tuz stresine toleranslı, TGB 000543, TR 63579 ve TR 63574 nolu genotiplerin ise duyarlı olduğu belirlenmiştir. İncelenen tüm özellikler dikkate alındığında TR 53869 nolu genotipin tuz uygulamasında ortalamaların üzerinde değerler göstererek erken dönem tuz stresine tolerans yönünden öne çıktığı görülmüştür. Bu genotipin erken

dönemde tuza toleranslı çeşit geliştirmek için ıslah çalışmalarında kullanılmasının mümkün olacağı belirlenmiştir.

Kaynaklar

Akbarimoghaddam H, Galavi M, Ghanbari A, Panjehkeh N. 2011. Effects of NaCl on the Germination, Seedling Growth and Water Uptake Of Triticale. Turkish J. Agric. Forestry, 30: 39-47.

- Akçura M. 2006. Türkiye Kışlık Ekmeklik Buğday Genetik Kaynaklarının Karakterizasyonu. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.
- Baldwin AH, McKee KL, Mendelsohn IA. 1996. The Influence of Vegetation, Salinity and Inundation on Seed Banks of Oligohaline Coastal Marshes. *American Journal of Botany*, 83 (4): 470-9
- Balkan A. 2011. Ekmeklik Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Kurağa Dayanıklılıkla İlişkili Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklerin Saptanması Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Bayraklı F. 1998. Toprak Kimyası. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 26, 1. Baskı, Samsun.
- Begum F, Karmoker JL, Fattah QA, Maniruzzaman AFM. 1992. The Effect of Salinity and Its Correlation with K⁺, NA⁺, Cl⁻ Accumulation in Germinating Seeds of *Triticum aestivum* L. cv. Akbar. *Plant Cell Physiology*, 33 (7): 1009-1114.
- Bilgili D, Atak M, Mavi K. 2018. Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinde NaCl Stresinin Çimlenme ve Fide Gelişimine Etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (1): 85-96.
- Budaklı Çarpıcı E, Erdel B. 2016. Determination of Responses of Different Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Varieties to Salt Stress at Germination Stage. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (1): 61-67.
- Dhanda SS, Sethi GS, Behl RK. 2004. Indices of Drought Tolerance in Wheat Genotypes at Early Stages of Plant Growth. *J Agron Crop Sci*, 190: 6-12.
- Eskandari H, Kazemi K. 2011. Germination and Seedling Properties of Different Wheat Cultivars under Salinity Conditions. *Not Sci Biol*, 3 (3):130-134.
- Fowler JL. 1991. Interaction of Salinity and Temperature on the Germination of Crambe. *Agronomy Journal*, Vol: 83, No: 1, 169-172.
- Kaydan D, Yagmur M, Okut N. 2007. Effects of Salicylic Acid on the Growth and Some Physiological Characters in Salt Stressed Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13, 114-119.
- Kızılgöçü F, Yıldırım M, Akıncı C. 2010. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Tuzluluğa Tepkilerinin Belirlenmesi. *Bitkisel ve Hayvansal Üretim UDUSİS 2010*, 301-307
- Kızılgöçü F, Yıldırım M. 2014. Yabani Buğdayların Çimlenme Dönemi Tuz Stresine Dayanımının Belirlenmesi. *Türkiye 5. Uluslararası Katılımlı Tohumculuk Kongresi*, Diyarbakır.
- Munns R. 2005. Genes and Salt Tolerance: Bringing Them Together. *New Phytologist*, 167 (3): 645-63.
- Ozturk A, Taskesenligil B, Haliloglu K, Aydın M, Çağlar O. 2016. Evaluation of Bread Wheat Genotypes for Early Drought Resistance Via Germination under Osmotic Stress, Cell Membrane Damage, and Paraquat Tolerance. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40: 146-159.
- Öner F, Kırılı A. 2018. Effects of Salt Stress on Germination and Seedling Growth of Different Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7 (2): 191-196.
- Saboora A, Kiarostami K, Behroozbayati F, Hajihashemi S. 2006. Salinity (NaCl) Tolerance of Wheat Genotypes at Germination and Early Seedling Growth. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9 (11): 2009-2021.
- Sadat Noori SA, 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.
- Shahzad A, Ahmad M, Iqbal M, Ahmed I, Ali GM. 2012. Evaluation of Wheat Landrace Genotypes for Salinity Tolerance at Vegetative Stage by Using Morphological and Molecular Markers. *Genetics and Molecular Research*, 11 (1): 679-692.
- Soltani A, Khodarahmpour Z, Jafari AA, Nakhjavan S. 2012. Selection of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Cultivars for Salt Stress Tolerance Using Germination Indices. *African Journal of Biotechnology*, 11 (31): 7899-7905.
- Sourour A, Neila R, Zoubeir C, Saddreddine B, Feker K, Themir B, Mayada M, Mongi BY. 2014. Effect of Salt Stress (Sodium Chloride) on Germination and Seedling Growth of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) Genotypes. *International Journal of Biodiversity and Conservation*. 6 (4): 320-325.
- Torabi M, Halim RA, Sinniah U, Choukan R. 2011. Influence of Salinity on the Germination of Iranian Alfalfa Ecotypes. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (19): 4624-4630.