

Bazı Makarnalık Buğday (*Triticum turgidum* L.) Genotiplerinin Çimlenme Döneminde Tuz Stresine Tepkileri

Ramazan DOĞAN^{1*}, Emine BUDAKLI ÇARPICI¹

¹Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa
*e-posta: rdogan@uludag.edu.tr; Tel: 0 224 2941521

Geliş Tarihi: 07.01.2015; Kabul Tarihi: 06.03.2015

Özet: Bu çalışma U.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde melezleme çalışmaları ve adaptasyon denemeleri ile ümitvar olduğu tespit edilmiş olan makarnalık buğday hatlarının çimlenme döneminde farklı tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi amacıyla laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada tanık olarak Gediz-75 buğday çeşidi ile Sham-1 x Japiga, Japiga x Gediz-75 (44), Sham-1 x Santa, Bintepe x Gediz-75 (12), Ambral x Çakmak-79 (30), Sham-1 x Yavoras (12), Ambral x Çakmak-79 (26), Gediz-75 x Çakmak-79 (33) ve Ambral x Çakmak-79 (36) melezlemelerinden elde edilen 9 hat kullanılmıştır. Çalışmada beş farklı NaCl dozu (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) ele alınmıştır. Deneme Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde iki faktörlü ve 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada tohumlarda 12. ve 24. saatlerdeki su alım oranları, çimlenme oranları, sapçık uzunluğu, kökçük uzunluğu, sapçık ve kökçük kuru ağırlıkları gibi özellikler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar tuz uygulamalarının incelenen tüm özellikleri olumsuz etkilediğini göstermiştir. Genotiplerin tuz stresine tepkileri kökçük kuru ağırlığı hariç diğer özellikler bakımından farklı bulunmuştur. Genotip x tuz interaksyonu ise sadece 24. saatteki su alım oranı ve çimlenme oranları açısından önemli çıkmıştır. Araştırmada ele alınan hatlar arasında Japiga x Gediz-75 (44) ve Sham1 x Santa hatları çimlenme döneminde (200 mM NaCl dozunda çimlenme oranındaki azalma oranları sırasıyla %13 ve % 15) diğerlerine oranla tuz stresine toleranslı bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: Makarnalık buğday, NaCl, çimlenme.

Responses of Some Durum Wheat (*Triticum turgidum* L.) Genotypes to Salt Stress at Germination Stage

Abstract: This work has been conducted at laboratory to determine responses of some hard wheat genotypes to salt stress at germination period. Hard wheat genotypes were obtained from promising genotypes improved by inbreeding and adaptation studies conducted at Crop Field Department of Agriculture Faculty, Uludag University. Wheat variety Gediz-75 as a check and nine lines obtained from hybridization of Sham1 x Japiga, Japiga x Gediz75-(44), Sham1 x Santa, Bintepe x Gediz-75(12), Ambral x Çakmak-79(30), Sham1 x Yavoras-12, Ambral x Çakmak-79(26), Gediz-75 x Çakmak-79(33) and Ambral x Çakmak-79(36) and five levels of NaCl (0, 50, 100, 150 and 200 mM)

were used. The study was designed in a Randomized Complete Plot with two factors and three replications. The parameter examined in the experiment were water intake rate of seeds at twelfth and twenty-fourth hours, germination rate, plumula length, radicle length, dry weights of plumula and radicle. The results obtained indicated that salt treatments affected negatively all of the parameters examined. The responses of genotypes to salt stress were different in respect of all parameters except radicle dry weight. Genotype x salt interaction was significant only for water intake rate of seed at twenty-fourth hour and germination rate.

The responses of Japiga x Gediz75 (44), and Sham1 x Santa lines were more resistant to salt stress (reduction of germination rate are 13 % and 15 % at 200 mM NaCl, respectively) than the other genotypes examined at germination stage.

Key Words: Durum wheat, NaCl, germination.

Giriş

Tarımı yapılan alanlarda verimliliği kısıtlayan önemli faktörlerden birisi tuzluluktur. Dünyada sulanabilir tarım arazilerinin yaklaşık üçte birinde tuzluluk sorunu olup bu alanın yaklaşık 400-950 milyon ha olduğu tahmin edilmektedir (Hasegawa ve ark., 1986; Özkaldı ve ark., 2004). Tuzlulaşma nedeniyle dünyada her yıl 10 milyon ha arazi elden çıkmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağış ve yüksek buharlaşma tuzluluğun başlıca nedenlerindedir. Diğer taraftan sulamadaki yanlış uygulamalar, özellikle iyi bir drenajın olmadığı alanlarda tuzluluğa neden olabilmektedir (Baltacı ve ark., 2004).

Tuzlu toprakların bitkisel üretimdeki olumsuz etkilerinin giderilmesinde literatürde sıkça bu toprakların ıslahından bahsedilmesine karşılık bu uygulamalar zaman alıcı ve ekonomik olmayan yöntemlerdir. Tuzlu toprakların ıslahının ekonomik ve pratik olmaması nedeniyle, son yıllarda tuza dayanıklı bitki tür ve çeşitlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar ilgi görmeye başlamıştır.

Topraktaki tuz birikimi bitki gelişimini farklı derecede etkileyebildiği gibi farklı bitki türlerinin tepkisi de farklı olmaktadır. Tuz stresi çalışmalarında bitkinin çimlenme ve fide gelişim dönemleri üzerinde daha fazla durulmakta ve türlerin tuza tepkilerinin belirlenmesinde bu gelişim evreleri daha çok dikkate alınmaktadır. Özellikle bitkinin çimlenme döneminde görülen bu olumsuzluğun esas nedeni tuzun tohum içerisine su alımını engellemesidir. Ayrıca tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerde görülen verim azalışının nedenleri arasında; aşırı miktarda bulunan Na^+ ve Cl^- gibi iyonların neden olduğu toksik etki, bitki iyon dengesindeki bozulmalar, bitkinin farklı bölgelerine besin taşınmasındaki problemler, fotosentez ve solunum gibi fizyolojik işlevlerin zarar görmesi gösterilmektedir (Kara ve ark., 2011).

Bu çalışma, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde melezleme çalışmaları sonucunda elde edilmiş ve adaptasyon denemeleri ile ümitvar olduğu tespit edilmiş olan bazı makarnalık buğday hatlarının çimlenme döneminde farklı tuz konsantrasyonlarına karşı toleransları tespit amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Fizyolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür. Denemede Gediz-75 buğday çeşidi ile Uludağ Üniversitesi

Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünde yürütülen melezleme çalışmaları sonucunda ümitvar oldukları tespit edilen edilen Sham-1 x Japiga, Japiga x Gediz-75 (44), Sham-1 x Santa, Bintepe x Gediz-75 (12), Ambral x Çakmak-79 (30), Sham-1 x Yavoras-12, Ambral x Çakmak-79 (26), Gediz-75 x Çakmak-79 (33) ve Ambral x Çakmak-79 (36) gibi 9 makarnalık buğday hattı incelenmiştir. Çalışmada 5 farklı tuz konsantrasyonu (saf su 50, 100, 150 ve 200 mM) kullanılmıştır. NaCl dozlarına ait EC değerleri sırasıyla 0.0024 dS/m, 5.34 dS/m, 10.33 dS/m, 15.12 dS/m ve 19.92 dS/m'dir. Araştırma tesadüf parselleri deneme deseninde iki faktörlü olarak üç tekerrürlü yürütülmüştür. Çimlendirmeler için 15 cm'lik petri kapları kullanılmıştır. Çimlendirme öncesinde tohumlar yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Bu amaçla % 1'lik sodyum hipoklorit kullanılmıştır. Tohumlar 3 dak. sodyum hipoklorit ile çalkalanmış ve ardından saf su ile iyice yıkanmıştır. Yüzey sterilizasyonu yapılan tohumlar kurutma kağıtları üzerine alınarak kurutulmuş ve ardından içerisinde çift katlı filtre kağıdı bulunan petri kaplarına 30'ar adet tohum tartılarak yerleştirilmiştir. Çift katlı filtre kağıtları arasına konulan tohumların üzerine 15 ml miktarda farklı tuz yoğunluklarını içeren solüsyonlar dökülmüştür. Bu işlemlerden hemen sonra petriler karanlık koşullara sahip $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa ayarlı iklimlendirme dolabına konulmuş ve burada 8 gün muhafaza edilmiştir. Bu süre içerisinde petrilerde tuz birikimini engellemek amacıyla 2 gün aralıklarla filtre kâğıtları değiştirilmiş ve ardından tekrar 15 ml solüsyon verilmiştir.

Petriler iklimlendirme dolabına konulduktan sonra ilk 12. saat ve 24. saatlerde tohumların ağırlıkları tartılarak belirlenmiş ve aşağıdaki formül yardımıyla su alım oranları (%) hesaplanmıştır.

$\% \text{ Su Alım Oranı} = (A2 - A1/A1)100$ (Akbarimoghaddam ve ark., 2011).

A1 = Tohumun ilk ağırlığı

A2 = 12. veya 24. saatteki tohum ağırlığı

Denemenin ilk gününden başlayarak her gün aynı saatte gözlemler yapılmıştır. Kökçük uzunluğu 2 mm'yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve sayımları yapılmıştır (Fuller ve ark., 2012). Çimlenmenin 8. gününde her bir petri kabından 10 sürgün örnek olarak alınmış ve bu örneklerde sapçık ve kökçük uzunlukları ölçülmüştür. Yine aynı örneklerde sapçık ve kökçük kuru ağırlıklarının belirlenmesi için örnekler sapçık ve kökçük kısımlarına ayrılmış ve 70°C 'de 24 saat kurutulup tartılmıştır (Atak ve ark., 2006).

Araştırmadan elde edilen veriler Tesadüf Parselleri Deneme Desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuştur (Turan 1995). Bütün hesaplamalar bilgisayarda MINITAB ve MSTAT-C paket programlarından faydalanılarak yapılmıştır. Önemlilik testlerinde % 1 ve % 5, farklı grupların belirlenmesinde ise % 5 olasılık düzeyi kullanılmıştır. Farklı grupların belirlenmesinde LSD testinden yararlanılmıştır.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bazı makarnalık buğday hatlarında farklı NaCl dozlarında 12. ve 24. saatteki su alım oranları, çimlenme oranları, sapçık uzunlukları, kökçük uzunlukları, sapçık kuru ağırlıkları ve kökçük kuru ağırlıkları değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Genotipler arasında sapçık kuru ağırlığı bakımından % 5, 12. ve 24. saatteki su alım oranları, çimlenme oranı, sapçık ve kökçük uzunlukları bakımından istatistiki anlamda % 1 olasılık düzeyinde farklılıklar ortaya çıkmıştır. NaCl dozları açısından ise incelenen

tüm özelliklerde % 1 olasılık düzeyinde çok önemli farklılıklar belirlenmiştir. Genotip x tuz interaksyonu bakımından 24. saatteki su alım oranında % 5, çimlenme oranında ise % 1 olasılık düzeyinde çok önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 1). Bu özellikler açısından genotip x tuz interaksyonunun önemli çıkması, genotiplerin artan NaCl dozlarına tepkilerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Ölçümü yapılan özelliklerin genotip ve tuz konsantrasyon ilişkileri aşağıda başlıklar halinde sunulmuştur.

12. ve 24. Saatteki Su Alım Oranları (%): Makarnalık buğday genotiplerinde 12. saatteki su alım oranları ortalama % 32.66 – 38.84 arasında değişmiş ve en yüksek su alım oranı Sham1 x Japiga ve Ambral x Çakmak-30 hatlarında tespit edilmiştir. Artan NaCl dozları 12. saatteki su alım oranını olumsuz yönde etkilemiş ve bunun sonucunda en düşük su alım oranı en yüksek NaCl dozunda (200 mM) belirlenmiştir (Çizelge 2). 12. saatteki su alım oranı bakımından genotip x tuz interaksyonu önemsiz olmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı NaCl Dozlarının Makarnalık Buğday Genotiplerinde İncelenen Bazı Özelliklere İlişkin Varyans Analiz Sonuçları (K.O.)

Varyasyon Kaynağı	SD	12. Saatteki Su Alım Oranı (%)	24. Saatteki Su Alım Oranı (%)	Çimlenme Oranı (%)	Sapçık Uzunluğu (cm)	Kökçük Uzunluğu (cm)	Sapçık Kuru Ağırlığı (mg/sürgün)	Kökçük Kuru Ağırlığı (mg/sürgün)
Genotip (A)	9	63.544**	95.39**	183.61**	1.583**	4.496**	1.526*	1.539
Tuz (B)	4	119.906**	652.73**	1499.26**	593.480**	774.891**	236.181**	143.284**
A x B	36	7.583	28.80*	44.89**	0.644	1.771	0.921	1.174
Hata	100	6.449	17.94	15.22	0.534	1.294	0.619	0.848

*,** Sırasıyla 0.05 ve 0.01 olasılık düzeylerinde istatistiki olarak önemlidir.

Genotiplerin 24. saatteki su alım oranı bakımından NaCl dozlarından önemli oranda etkilenmiş genotip x NaCl interaksyonu önemli bulunmuştur. Bu nedenle değerlendirmeler interaksyon bazında yapılmıştır. Farklı NaCl dozlarında genotiplere ait su alım oranları % 73.10-40.82 arasında değişmiştir. 24. saat sonunda en yüksek su alım oranı (% 73.10) Japiga x Gediz-75 (44) hattında 0 mM NaCl dozundan elde edilirken, en düşük su alım oranı % 40.82 ile 200 mM NaCl dozuna maruz bırakılan Sham-1 x Yavoras-12 hattında tespit edilmiştir. Artan tuz konsantrasyonları ortamın osmatik basıncını arttırmış ve bu da tohumların su alım oranını düşürmüştür. Bu olay başka araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir. Nitekim, Maas ve Hoffman (1977) ile Basalah (1991) yüksek tuz seviyesinden dolayı iyon dengesinin ve osmotik dengenin bozulması sonucu tohumların su alımlarının azaldığını; Akbarimoghaddam ve ark. (2011), 12. saatte buğday çeşitlerinin artan tuz konsantrasyonları karşısında su alım oranının önemli ölçüde azaldığını belirtmişlerdir (Atak ve ark. 2006).

Çimlenme Oranı (%): Çimlenme oranları gerek genotip gerekse NaCl dozlarına göre farklılık göstermiş ve bu farklılaşmalar interaksyon etkilerinde de ortaya çıkmıştır. Bu nedenle interaksyon değerlerine bakıldığında genotiplerin çimlenme oranlarının % 67.78-99.00 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek çimlenme oranları Sham-1 x Japiga, Ambral x Çakmak-79 (30), Sham-1 x Yavoras-12, Gediz-75 x Çakmak-79 (33) ve Ambral x Çakmak-79 (36) hatlarında NaCl uygulanmayan işlemde elde edilmiştir. Buna karşılık en düşük çimlenme oranı (% 67.78) Ambral x Çakmak-26 hattının 200 mM NaCl dozundan

elde edilmiştir. Ele alınan genotipler arasında çimlenme oranı tuz stresinden en az etkilenen hat Sham-1 x Yavoras-12 hattı, en hassas olan hatlar ise Ambral x Çakmak-79 (30), Gediz x Çakmak-79 (33) ve Ambral x Çakmak-79 (36) hatları olmuştur. Bazı hatların çimlenme oranları artan NaCl dozlarından kararlı ve düşük oranlarda azalırken, bazı hatlarda azalma oranları daha sert ve düzensiz olmuştur. Özellikle Ambral x Çakmak-79 (26) hattının 50 mM NaCl dozunda çimlenme oranındaki azalış sadece % 0.5 iken, 100 mM'de % 3.5, 150 mM'de % 7.0 ve 200 mM'de ise % 29.9 olmuştur (Çizelge 2). Ekmekçi ve ark. (2005) artan tuz seviyelerine bağlı olarak çimlenme oranındaki azalma, Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının toksitesinin yanı sıra, artan osmotik basıncın çimlenme için gerekli olan suyun tohum tarafından alınmasını engellemesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Bulgularımız; genotiplerin artan tuz dozlarına bağlı olarak çimlenme oranının azaldığını bildiren birçok araştırmacının bulguları ile benzerlik göstermiştir (Dumlupınar ve ark., 2007; Datta ve ark., 2009; Akbarimoghaddam ve ark., 2011; Hussain ve ark., 2013 ve Mahmoodzadeh ve ark., 2013).

Sapçık Uzunluğu (cm): Makarnalık buğday genotiplerinde ortalama sapçık uzunlukları istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiş ve en yüksek sapçık uzunluğu Gediz-75 çeşidi (8.30 cm) ve Japiga x Gediz-75 (44) (7.99 cm) hattında tespit edilmiştir (Çizelge 3). Tuz konsantrasyonlarının genotiplerin sapçık uzunlukları üzerindeki etkileri de önemli olmuş ve en uzun sapçık boyu (12.54 cm) tuzsuz ortamda elde edilirken, en kısa sapçık boyu (1.94 cm) ise 200 mM NaCl dozunda tespit edilmiştir. Genel olarak tuz konsantrasyonları arttıkça genotiplerin oluşturduğu sapçıkların uzunlukları azalmıştır. Bu sonucun ortaya çıkış nedeni tuz iyonlarının neden olduğu toksik etki ile osmotik basıncın neden olduğu su alımının olumsuz etkilenmesinden ileri gelmektedir. Araştırmada, genotiplerin artan NaCl dozlarına karşı tepkileri benzer olmuş ve bu nedenle genotip x tuz interaksyonu önemsiz çıkmıştır. (Çizelge 2 ve Çizelge 3). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar birçok araştırmacının bulguları ile büyük benzerlik göstermiştir (Dumlupınar ve ark., 2007; Datta ve ark., 2009; Akbarimoghaddam ve ark., 2011; Abdoli ve ark., 2013 ve Hussain ve ark., 2013).

Kökçük Uzunluğu (cm): Makarnalık buğday genotipleri arasında kökçük uzunlukları bakımından önemli farklılıklar ortaya çıkmış, Sham-1 x Japiga ve Ambral x Çakmak-79 (36) hatlarına ait kökçük uzunlukları benzer şekilde daha kısa, diğer genotiplerin ise benzer şekilde daha uzun olmuştur. Farklı NaCl dozlarının kökçük uzunluğu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve en uzun kökçük uzunluğu 17.48 cm ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. NaCl dozundaki artışa bağlı olarak kökçük uzunlukları kısalma göstermiş ve en kısa kökçük boyu (4.80 cm) 200 mM NaCl uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 1 ve Çizelge 3). Tuza dayanımda önemli göstergelerden biri kökçüğün gelişme durumudur. Çimlenme sırasında su alımında tuz engeli yoksa kökçük normal gelişim gösterir. Bu nedenle tuz stresi nedeniyle kökçük gelişiminde ortaya çıkan gerilemeler, bitkinin su alımındaki azalmalardan kaynaklanmaktadır. Tuzun kökçük uzunluğu üzerindeki olumsuz etkisi birçok araştırı tarafından da tespit edilmiştir (Dumlupınar ve ark., 2007; Datta ve ark., 2009; Akbarimoghaddam ve ark., 2011; Abdoli ve ark., 2013; Hussain ve ark., 2013)

Sapçık Kuru Ağırlığı (mg): Makarnalık buğday genotiplerinin sapçık kuru ağırlıkları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Sapçık kuru ağırlığının genotip ve tuz konsantrasyonları ile ilişkileri sapçık uzunluğunun ilişkilerine büyük bir benzerlik göstermiştir. Genotipler arasında en yüksek sapçık kuru ağırlığı Sham-1 x Santa ve Ambral

x Çakmak-79 (30) hatlarında, en düşük ise Ambral x Çakmak-79 (36) ve Gediz-75 x Çakmak-79 (33) hatlarında belirlenmiştir (Çizelge 3). Farklı NaCl dozları sapçık kuru ağırlığını istatistiksel olarak önemli seviyede azaltmış ve bunun sonucunda da en yüksek sapçık kuru ağırlığı (9.32 mg/sürgün) tuzsuz şartlarda, en düşük (2.36 mg/sürgün) ise 200 mM NaCl uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 1 ve Çizelge 3). Tuz stresinin sürgün gelişimi üzerindeki olumsuz etkisi birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Akbari ve ark., 2007; Datta ve ark., 2009; Akbarimoghaddam ve ark., 2011; Abdoli ve ark., 2013; Hussain ve ark., 2013).

Çizelge 2. Bazı Makarnalık Buğday Hatlarının Farklı NaCl Dozlarından Elde Edilen 12. ve 24. Saatteki Su Alım Oranları ve Çimlenme Oranı Değerleri

Hat/Çeşit	Tuz Konsantrasyonu (mM)					Ortalama
	0	50	100	150	200	
12. Saatteki Su Alım Oranı (%)						
Sham-1 x Japiga	39.41	40.21	39.09	37.93	37.58	38.84 a
Japiga x Gediz-75 (44)	40.65	35.71	33.72	31.98	33.25	35.06 cd
Sham-1 x Santa	38.28	34.46	33.33	31.52	34.13	34.35 de
Bintepe x Gediz-75 (12)	36.73	32.64	33.97	35.77	32.36	34.29 de
Gediz-75 (St)	45.39	38.74	37.11	34.75	33.69	37.94 ab
Ambral x Çakmak-79 (30)	40.74	39.45	38.13	36.70	35.67	38.14 a
Sham-1 x Yavoras-12	33.38	34.69	32.69	31.66	30.87	32.66 e
Ambral x Çakmak-79 (26)	40.45	38.27	38.16	35.86	35.33	37.61 ab
Gediz-75 x Çakmak-79 (33)	40.57	36.90	38.76	34.41	36.51	37.42 ab
Ambral x Çakmak-79 (36)	38.02	37.25	34.83	36.85	34.00	36.19 bc
Ortalama	39.36 a	36.83 b	35.98 bc	34.74 cd	34.34 d	
24. Saatteki Su Alım Oranı (%)						
Sham-1 x Japiga	54.81 b-f	52.78 c-h	49.46 f-q	47.65 g-r	45.67 i-r	50.07 a-c
Japiga x Gediz-75 (44)	73.10 a	52.19 d-i	47.88 g-q	44.91 k-r	44.05 o-r	52.43 a
Sham-1 x Santa	51.34e-m	47.28 g-r	46.15 h-r	43.52 p-r	42.92 qr	46.24 d
Bintepe x Gediz-75 (12)	51.61e-k	48.60 f-q	48.22 f-q	44.41 n-r	45.30 j-r	47.63 cd
Gediz-75 (St)	58.90b-d	56.95 b-e	51.12 e-n	49.13 f-q	46.21 h-r	52.46 a
Ambral x Çakmak-79 (30)	60.23b	51.95e-j	51.43e-l	48.56 f-q	45.76 i-r	51.59 a
Sham-1 x Yavoras-12	50.79 e-o	50.06 f-p	44.50 m-r	43.53 pr	40.82 r	45.94 d
Ambral x Çakmak-79 (26)	56.94b-e	52.06 d-j	50.03 f-p	47.60 g-r	47.57 c-r	50.84 ab
Gediz-75 x Çakmak-79 (33)	59.07 bc	51.89 e-j	51.28 e-n	47.50 g-r	50.18 e-p	51.98 a
Ambral x Çakmak-79 (36)	52.08 d-j	53.20 c-g	44.58 l-r	47.69 g-r	44.60 l-r	48.43 b-d
Ortalama	56.89 a	51.70 b	48.46 c	46.45 cd	45.31 d	
Çimlenme Oranı (%)						
Sham-1 x Japiga	98.89 a	92.22 b-h	85.29 i-l	84.44 j-l	81.11 l-n	88.39 d
Japiga x Gediz-75 (44)	96.44a-c	96.45 a-c	93.33 a-f	90.00 d-j	83.00 k-m	91.85 ab
Sham-1 x Santa	97.78 ab	95.67 a-e	93.22 a-f	92.22 b-h	82.22 k-m	92.22 ab
Bintepe x Gediz-75 (12)	97.78 ab	95.56 a-e	94.67 a-e	86.67g-l	81.11 l-n	91.16 bc
Gediz-75 (St)	97.78 ab	95.67 a-e	86.22 h-l	84.44 j-l	83.11 k-m	89.45 cd
Ambral x Çakmak-79 (30)	99.00 a	87.78 f-k	85.67 i-l	82.55 k-m	83.45 k-m	87.69 de
Sham-1 x Yavoras-12	98.89 a	94.44 a-e	93.11 a-f	92.56 b-g	90.00 d-j	93.80 a
Ambral x Çakmak-79 (26)	96.67a-c	96.22 a-d	93.33 a-f	89.89 e-j	67.78 q	88.78 d
Gediz-75 x Çakmak-79 (33)	97.78 ab	87.78 f-k	77.78 m-o	75.44 n-p	70.00 p-q	81.76 f
Ambral x Çakmak-79 (36)	98.89 a	91.11 c-l	84.44 j-l	83.33 k-m	72.00 o-q	85.96 e
Ortalama	97.99 a	93.29 b	88.71 c	86.16 c	79.38 d	

Genotipler, NaCl dozları ve genotip x NaCl dozu interaksiyonlarına ait önemli çıkan ortalamalarda aynı harfi taşıyan değerler arasında 0.05 olasılık düzeyinde fark yoktur.

Çizelge 3. Bazı Makarnalık Buğday Hatlarının Farklı NaCl Dozlarından Elde Edilen Ortalama Sapçık Uzunluğu, Kökçük Uzunluğu, Sapçık Kuru Ağırlığı ve Kökçük Kuru Ağırlığı Değerleri

Hat/Çeşit	Tuz Konsantrasyonu (mM)					Ortalama
	0	50	100	150	200	
Sapçık Uzunluğu (cm)						
Sham-1 x Japiga	11.77	11.44	8.52	5.43	2.03	7.84 a-d
Japiga x Gediz-75 (44)	13.02	12.22	7.44	4.69	2.59	7.99 a
Sham-1 x Santa	12.86	11.86	8.18	4.54	2.09	7.91 a-c
Bintepe x Gediz-75 (12)	12.66	11.28	9.09	5.28	1.55	7.97 ab
Gediz-75 (St)	12.82	12.23	8.96	5.09	2.35	8.30 a
Ambral x Çakmak-79 (30)	12.67	11.67	8.18	5.39	2.00	7.98 ab
Sham-1 x Yavoras-12	11.89	11.11	8.22	4.43	1.30	7.39 cd
Ambral x Çakmak-79 (26)	12.32	10.90	7.89	4.59	1.54	7.45 cd
Gediz-75 x Çakmak-79 (33)	12.86	10.08	8.06	3.84	2.47	7.46 b-d
Ambral x Çakmak-79 (36)	12.51	10.93	7.76	4.05	1.49	7.35 d
Ortalama	12.54 a	11.37 b	8.23 c	4.73 d	1.94 e	
Kökçük Uzunluğu (cm)						
Sham-1 x Japiga	16.83	12.59	10.30	7.49	4.89	10.42 bc
Japiga x Gediz-75 (44)	17.30	14.87	10.94	8.81	5.23	11.43 a
Sham-1 x Santa	17.64	14.12	11.17	8.42	5.72	11.41 a
Bintepe x Gediz-75 (12)	18.40	13.62	11.44	9.03	5.12	11.52 a
Gediz-75 (St)	16.01	16.26	12.21	8.49	5.60	11.71 a
Ambral x Çakmak-79 (30)	17.86	16.39	11.98	7.73	4.60	11.71 a
Sham-1 x Yavoras-12	19.05	15.45	11.88	8.34	4.84	11.91 a
Ambral x Çakmak-79 (26)	17.38	14.43	12.00	7.91	4.01	11.15 ab
Gediz-75 x Çakmak-79 (33)	17.69	15.73	10.71	7.79	4.40	11.26 a
Ambral x Çakmak-79 (36)	16.66	14.10	10.91	5.96	3.60	10.25 c
Ortalama	17.48 a	14.76 b	11.36 c	8.00 d	4.80 e	
Sapçık Kuru Ağırlığı (mg/sürgün)						
Sham-1 x Japiga	8.54	8.00	6.57	5.37	2.53	6.20 a-c
Japiga x Gediz-75 (44)	9.43	8.27	5.03	4.33	2.77	5.97 bc
Sham-1 x Santa	9.97	9.43	6.40	5.23	2.63	6.73 a
Bintepe x Gediz-75 (12)	9.77	9.47	6.63	5.23	1.30	6.48 ab
Gediz-75 (St)	9.07	7.43	6.63	4.57	2.20	5.98 bc
Ambral x Çakmak-79 (30)	9.60	8.43	6.57	5.33	2.90	6.57 a
Sham-1 x Yavoras-12	8.67	8.67	6.73	4.90	2.50	6.29 a-c
Ambral x Çakmak-79 (26)	9.97	8.60	6.40	4.17	2.30	6.29 a-c
Gediz-75 x Çakmak-79 (33)	9.70	7.63	4.87	4.40	2.30	5.78 c
Ambral x Çakmak-79 (36)	8.50	8.20	6.43	3.93	2.17	5.85 c
Ortalama	9.32 a	8.41 b	6.23 c	4.75 d	2.36 e	
Kökçük Kuru Ağırlığı (mg/sürgün)						
Shamx1 x Japiga	8.37	8.00	7.53	5.40	2.97	6.45
Japiga x Gediz-75 (44)	9.50	8.67	6.53	6.37	4.03	7.02
Sham-1 x Santa	9.40	7.60	6.17	5.57	3.73	6.49
Bintepe x Gediz-75 (12)	9.43	8.30	6.30	6.50	4.53	7.01
Gediz-75 (St)	9.47	8.73	30.77	6.23	5.63	7.55
Ambral x Çakmak-75 (30)	9.13	8.50	6.70	5.77	4.87	6.99
Sham-1 x Yavoras-12	8.73	9.43	6.57	6.03	3.40	6.83
Ambral x Çakmak-75 (26)	10.17	8.27	7.63	5.30	3.13	6.90
Gediz-75 x Çakmak-79 (33)	10.23	8.40	6.43	5.83	3.07	6.79
Ambral x Çakmak-79 (36)	8.77	8.80	7.10	5.83	2.40	6.58
Ortalama	9.32 a	8.47 b	6.86 c	5.88 d	3.78 e	

*Genotipler, NaCl dozları ve genotip x NaCl dozu etkileşimlerine ait önemli çıkan ortalamalarda aynı harfi taşıyan değerler arasında 0.05 olasılık düzeyinde fark yoktur.

Kökçük Kuru Ağırlığı (mg/sürgün): Makarnalık buğday genotiplerinin kökçük kuru ağırlıkları istatistiki anlamda birbirinin benzeri olmuştur ve genel olarak 6.45-7.55 mg/sürgün arasında değişmişlerdir. Farklı NaCl dozları ise genotiplerin kökçük ağırlıklarını önemli ölçüde etkilemiş ve en yüksek kökçük kuru ağırlığı (9.32 mg/sürgün) kontrol uygulamasında, en düşük (3.78 mg/sürgün) ise 200 mM NaCl uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 1 ve Çizelge 3). Akbarimoghaddam ve ark. (2011) yaptıkları araştırmada buğday genotipleri arasında kökçük kuru ağırlığı bakımından önemli farklılıkların olmadığını, artan tuz konsantrasyonlarının ise kök gelişimini azalttığını ve aynı zamanda kökçük kuru ağırlığını da olumsuz etkileyip en yüksek tuz konsantrasyonunda (12.5 dS/m) kontrole kıyasla yaklaşık % 20 azalttığını bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar Akbari ve ark. (2007) ve Abdoli ve ark. (2013) tarafından da tespit edilmiştir.

Sonuç

Bu çalışmada farklı NaCl dozlarının bazı makarnalık buğday genotiplerinin çimlenmesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçları, artan konsantrasyonlardaki NaCl dozlarının incelenen tüm karakterler üzerine istatistiki olarak önemli düzeyde fakat olumsuz etki yaptığını göstermiştir. Burada genotip x tuz konsantrasyonu sadece 24. saatteki su alım oranı ile çimlenme oranı özelliklerinde önemli bulunmuştur. Genotiplerin ölçülen tüm özellikleri dikkate alındığında bunlar içerisinde tuz stresine tolerans açısından çok kararlı olanlara rastlanılmamış olmakla birlikte, bazı hatların birçok özellik açısından istikrarlı oldukları görülmüştür. Örneğin, Japiga x Gediz-75 (44) ve Sham-1 x Santa makarnalık buğday hatları bu bakımdan öne çıkmışlardır. Genel olarak, tüm genotiplerde 200 mM NaCl dozundan sonra çimlenme özellikleri önemli derecede olumsuz etkilenmişlerdir. Bununla birlikte daha sağlıklı önerilerde bulunabilmek için bu araştırmaların çimlenme dönemi ile birlikte fide dönemlerini de kapsayacak şekilde yürütülmesi gerekir.

Kaynaklar

- Abdoli, M., M. Saeidi, M. Azhand, S. Jalali-Honarmand, E. Esfandiari and F. Shekari. 2013. The effects of different levels of salinity and indole-3-acetic acid (IAA) on early growth and germination of wheat seedling. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 9(4):329-338.
- Akbari, G., S.A.M.M. Sanavy and S. Yousafzadeh. 2007. Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L). *Pak. J. Biol. Sci.*, 10(15): 2557-2561.
- Akbarimoghaddam, H., M. Galavi, A. Ghanbari and N. Panjehkeh. 2011. Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia Journal of Sciences*, 9(1): 43-50.
- Atak, M., M. D., Kaya, G., Çakılı, Y., Çiftçi, C.Y., 2006. Effects of NaCl on the Germination, Seedling Growth and Water Uptake of Triticale. *Turk J Agric For* 30 (2006) 39-47. Baltacı, F., D. Can, A. Karaoğlu ve A. Tantur. 2004. Tuzluluk, nedenleri ve çevresel etkileri. *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu*, 20-21 Mayıs, Ankara, 185-190.
- Basalah, M. O. 1991. Effect of soaking on seed germination and growth of squash (*Cucurbita pepo* L) Seeding. *Arab Gulf J Scient Res*. 9:87-97.

- Datta, J.K., S. Nag, A. Banerjee and N.K. Mondal. 2009. Impact of salt stress on five varieties of Wheat(*Triticum aestivum* L.) cultivars under laboratory condition. J. Appl. Sci. Environ. Manage. 13(3): 93 – 97.
- Dumlupınar, Z., R. Kara, T. Dokuyucu ve A. Akkaya. 2007. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilen bazı makarnalık buğday genotiplerinin çimlenme ve Fide karakterlerine elektrik akımı ve tuz konsantrasyonlarının etkileri. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 10(2): 100-110.
- Ekmekçi, E. M. Apan ve T. Kara, 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(3): 118-125.
- Fuller, M.P., J.H. Hamza, H.Z. Rihan and M. A., 2012. Germination of primed seed under nacl stress in wheat. ISRN Botany, Article ID 167804, 5 pages doi:10.5402/2012/167804.
- Hasegawa, P.M., R. A. Bressan and A. V. Handa. 1986. Cellular mechanism of salinity tolerance, Horticultural Science, 21 (6):1317-1324.
- Hussain, S., A. Khaliq, A. Matloob, M. A. Wahid and I. Afzal. 2013. Germination and growth response of three wheat cultivars to NaCl salinity. Soil Environ. 32(1): 36-43.
- Kara, B., İ. Akgün ve D. Altındal. 2011. Tritikale genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuzluluğun (NaCl) etkisi. Selçuk Üniversitesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 25(1):1-9.
- Maas, E.V. and GJ. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance - current assessment. Journal of the Irrigation and Drainage Division. 103(2):115-134.
- Mahmoodzadeh, H., F. M. Khorasani an H. Besharat. 2013. Impact of salt stress on seed germination indices of five wheat cultivars. Annals of Biological Research, 4 (6):93-96.
- Özkaldı, A., Boz, B. ve Yazıcı, V., GAP'ta drenaj sorunları ve Çözüm önerileri. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu, 20-21 Mayıs, Ankara (2004), s: 97-105.
- Turan, Z.M., Araştırma ve Deneme Metotları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. No:62, Bursa. 121 s.

