



Bazı İleri Makarnalık Buğday (*Triticum turgidum* var. *durum* L.) Genotiplerinin Çimlenme Döneminde Tuz Stresine Tepkileri^a

Samet ÇİÇEK¹, Barış KİLERCİOĞLU¹, Ramazan DOĞAN^{2*},
Emine BUDAKLI ÇARPICI²

¹Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye,
²Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye,

*Sorumlu yazar ORCID: 0000-0002-8271-1476

e-posta (Corresponding author e-mail): rdogan@uludag.edu.tr

Yazar(lar) ORCID:0000-0002-1056-7911, 0000-0002-6057-5389, 0000-0002-2205-2501

e-posta (Author-s e-mail): cicek_ziraat@hotmail.com, bariskilerci1993@gmail.com,
ebudakli@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 21.11.2017; Kabul Tarihi (Accepted): 08.02.2018

Öz: Bu araştırma, bazı ileri makarnalık buğday genotiplerinin çimlenme döneminde farklı tuz konsantrasyonlarına tepkilerinin belirlenmesi amacıyla Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Fizyolojisi laboratuvarında yürütülmüştür. Araştırmada, 10 adet ileri makarnalık buğday genotipi ile karşılaştırmak için 1 adet makarnalık buğday çeşidi (st. Gediz-75) materyal olarak kullanılmış ve 6 farklı tuz konsantrasyonu (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl) ele alınmıştır. Araştırma, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'nde iki faktörlü ve 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmada, çimlenme gücü, sürgün uzunluğu, kökçük uzunluğu, sürgün ve kökçük kuru ağırlıkları ve tuza tolerans indeksi özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; ele alınan ileri makarnalık genotipleri arasında M-1 numaralı genotip ile Gediz-75 çeşidi çimlenme döneminde sürgün uzunluğu, kökçük uzunluğu, sürgün ve kökçük ağırlığı ve tuz toleransı gibi özellikler yönü ile ön plana çıktığı için tuz stresine toleranslı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Makarnalık buğday, NaCl, çimlenme, tuz stresi.

^a Çiçek, S., Kilercioğlu, B., Doğan, R. ve Budaklı, E. 2018. Bazı İleri Makarnalık Buğday (*Triticum turgidum* var. *durum* L.) Genotiplerinin Çimlenme Döneminde Tuz Stresine Tepkileri. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 19-29.

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

Abstract: In this study six salt concentrations (0, 50, 100, 150, 200 and 250 mM) were used to determine the effects of salinity on germination stage of 10 advanced durum wheat lines and cultivar (st. cv. Gediz-75) in the plant physiology laboratory of the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, University of Uludag. The experiment was carried out as Randomized Plots Design with two factors and three replications. In the research, germination percentage, shoot length and root length, dry weights of shoot and root and salt tolerance index were examined. According to the results of research; Among the advanced durum wheat lines examined, line M-1 and Gediz-75 has been found to be tolerant to salt stress for its appearance in terms of properties such as shoot length, root length, shoot and root weight and salt tolerance in the germination period compared to others genotypes

Keywords: Durum wheat, NaCl, germination, salt stress.

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 et al. 1986; Özkaldı ve ark. 2004; Taghipour and Salehi, 2008). Tuzlulaşma nedeniyle dünyada her yıl 10 milyon ha tarım arazinin elden çıktığı bildirilmektedir. Ülkemizde ise tarım topraklarının yaklaşık 1.5 milyon hektarı tuzluluk problemi olduğu (TÜİK, 2004), özellikle buğday ambarı olarak nitelendirilen İç Anadolu bölgesinde drenaj bozukluğu olan topraklar bulunmakta olup, bu tip topraklarda ise bitki yetiştirilmesini sınırlandıran en önemli etkenler tuzluluk ve alkalilik olduğu bildirilmektedir (Özcan ve ark. 2000). 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).

Topraktaki tuz birikimi bitki gelişimini farklı derecede etkileyebildiği gibi farklı bitki türlerinin tepkisi de farklı olmaktadır. Genellikle, 0-0,8 dS m⁻¹ arasındaki EC değerleri tarımsal üretim bakımından kabul edilebilir değerler olarak ifade edilirken, bitki bazında ise özellikle tahılların gerek çimlenme gerekse erken fide döneminde yüksek tuzluluğa karşı duyarlı oldukları bildirilmiştir (Ghoulam and Fares, 2001). Tuzluluk, bitkilerde genelde çimlenmeyi azaltmakta veya geciktirmekte, bitki boyunu kısaltmakta, yaprak alanını ve kardeş sayısını azaltmakta ve sonuçta bitki verimini olumsuz yönde etkilemektedir (Gupta and Srivastava, 1989; Pessarkli et al. 1991). 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).

Önceki araştırmalarda; Begum ve ark. (1992), NaCl stresinin buğdayda çimlenme oranının önemli derecede azalttığını, Veli et al. (1994), ilk gelişme döneminde buğday çeşitleri arasında tuza tolerans bakımından önemli farklılıklar belirlendiğini, Vardar et al. (2014) yapmış oldukları araştırmalarda, kök uzunluğu ve sürgün boyu, sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, çimlenme gücü, çimlenme oranındaki azalma ve tuz tolerans indeksi gibi özelliklerde tuz konsantrasyonunun artışına bağlı olarak önemli derecede düşüşlerin olduğunu, Benlioğlu ve ark. (2015), çalışmalarında tuz konsantrasyonlarının artmasıyla birlikte incelenen tüm parametrelerde olumsuz yönde değişikliklerin meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışma, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde melezleme çalışmaları sonucunda elde edilmiş olan bazı ileri makarnalık buğday genotiplerinin çimlenme döneminde farklı tuz konsantrasyonlarına karşı tepkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metod

Araştırma, 2017 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Fizyolojisi Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Denemede, bölgede en fazla tarımı yapılan ve denemelerde standart olarak kullanılan Gediz-75 buğday çeşidi ile Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilen 10 adet ileri makarnalık buğday genotipi kullanılmıştır. Denemede kullanılan genotiplere ait özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan ileri makarnalık buğday genotiplerinin özellikleri

Genotip/Çeşit	Melez/Pedigri
M-1	Altın4/(0708MBVD-1) 1557.91/3/UVEYIK/61-130//MENCEKİ'S'/3/KND YE08M.05936-0E-0E-1E-0E
M-2	Altın4/(0708MBVD-1) 1557.91/3/UVEYIK/61-130MENCEKİ'S'/3/KND YE08M.05936-0E-0E-5E-0E
M-3	BERK/OVI//UVY162/61-130/3/LDSDWARFMUTANT/SARIBASAK YE08M.05947-0E-0E-5E-0E
M-4	UVY162/61-130//794/3/ LDSDWARFMUTANT/SARIBASAK YE08M.05949- 0E-0E-0E-13E-0E
M-5	C-1252/KIZILTAN91//ZENIT YE08M.05956-0E-0E-1E-0E
M-6	C-1252/KIZILTAN91//ZENIT YE08M.05956-0E-0E-5E-0E
M-7	C-1252/KIZILTAN91//ZENIT YE08M.05956-0E-0E-7E-0E
M-8	ALTINTAS//GDO481/FATASEL/3/ZENIT YE08M.05958-0E-0E-4E-0E
M-9	DF900.83/7/CMK79'S'//073-44/OVI/6/CR'S'/GS'S'//APULICUM/3/DF17- 72/4/PI165 YE08M.05960-0E-0E-11E-0E
M-10	12.IR/5/CMK79'S'//414-44/OVI/3/BERK/OVI/4/1149 YE08M.05962-0E-0E- 0E-1E-0E
M-11	Gediz-75

Araştırmada, altı farklı tuz konsantrasyonu (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl) kullanılmıştır (Cokkızgın, 2012). İki faktörlü olarak planlanan çalışma Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'nde iki faktörlü üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çimlendirmeler için 15 cm'lik petri kapları kullanılmış olup, çimlendirme öncesinde tohumlar %1'lik sodyum

hipoklorit ile yüzey steralizasyonuna tabi tutulmuştur. Tohumlar 3 dakika sodyum hipoklorit ile çalkalanmış ve ardından saf su ile iyice yıkanmıştır (Akbarimoghaddam et al. 2011). Yüzey sterilizasyonu yapılan tohumlar kurutma kağıtları üzerine alınarak kurutulmuş ve ardından içerisinde çift katlı filtre kağıdı bulunan petri kaplarına 30'ar adet tohum tartılarak ve birbirine değemeyecek şekilde yerleştirilmiştir. Çift katlı filtre kağıtları arasına konulan tohumların üzerine farklı tuz yoğunluklarını içeren 15 ml'lik çözeltiler dökülmüştür. Bu işlemlerden hemen sonra petri karanlık koşullara sahip $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa ayarlı iklimlendirme dolabına konulmuş ve burada 8 gün korunmuşlardır. Bu süre içerisinde petrielerde tuz birikimini engellemek amacıyla 2 gün aralıklarla filtre kâğıtları değiştirilmiş ve ardından tekrar 15 ml çözeltileri verilmiştir.

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). Genotiplere ait çimlenme güçlerinin belirlendiği denemenin 8. gününde her bir petri kabından 10 adet örnek olarak alınmış ve bu örneklerde sürgün ve kökçük uzunlukları ölçülmüştür. Yine aynı örneklerde sürgün ve kökçük kuru ağırlıklarının belirlenmesi için örnekler sürgün ve kökçük kısımlarına ayrılmış ve 70°C 'de 24 saat kurutulup tartılmıştır (Atak ve ark. 2006). Tuz tolerans indeksi (TTİ) aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır.

Tuz tolerans indeksi = $(S_x \text{'deki toplam kuru ağırlık} / S_0 \text{'daki toplam kuru ağırlık}) \times 100$

S_x : Tuz konsantrasyonu, S_0 : Kontrol (Bağcı ve ark. 2007)

Araştırmadan elde edilen veriler Tesadüf Parselleri Deneme Desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuştur (Turan, 1995). Bütün hesaplamalar bilgisayarda JUMP-7 paket programından 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 ileri makarnalık buğday genotiplerinin farklı NaCl konsantrasyonlarında tespit edilen çimlenme gücü, kökçük uzunluğu, sürgün uzunluğu, kökçük kuru ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı ve tuz tolerans indeksi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur. Makarnalık buğday genotiplerinin sürgün kuru ağırlıkları arasındaki farklılıklar % 5, diğer özellikler arasındaki farklılıklar ise % 1 olasılık düzeyinde önemli çıkmıştır. Ayrıca, tuz konsantrasyonları ve genotip x tuz konsantrasyonu interaksiyonu bakımından incelenen tüm özellikler arasındaki farklılıklar istatistikî anlamda % 1 olasılık düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 2). Bu özellikler açısından genotip x tuz konsantrasyonu interaksiyonunun önemli çıkması, genotiplerin artan tuz konsantrasyonlarına tepkilerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Ölçümü yapılan özellikler açısından genotip x tuz konsantrasyonu interaksiyonu önemli çıktığından her bir özellik için yalnızca interaksiyonlara ilişkin değerler aşağıda başlıklar halinde sunulmuştur.

Çizelge 2. Farklı Tuz konsantrasyonlarının İleri Makarnalık Buğday Genotiplerinde İncelenen Bazı Özelliklere İlişkin Varyans Analiz Sonuçları (K.O.)

Varyasyon Kaynağı	S.D.	Çimlenme Gücü	Sürgün Uzunluğu	Kökçük Uzunluğu	Sürgün Kuru Ağırlığı	Kökçük Kuru Ağırlığı	Tuz Tolerans İndeksi
Genotip	10	2214.48**	16.981**	21.02**	12.938*	9.596**	435.856**
Tuz Konsantrasyonu	5	24206.76**	1610.026**	1310.10**	811.487**	251.772**	69040.592**
Genotip x Tuz	50	142.52**	3.230**	3.33**	2.311**	1.949**	183.732**
Hata	198	46.41	0.535	0.991	0.441	0.288	18.20

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

Çimlenme Gücü (%):

Çimlenme güçleri gerek genotip gerekse tuz konsantrasyonlarına göre farklılık göstermiş bu durum interaksyon varyansının önemliliği ile belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu nedenle interaksyon değerlerine bakıldığında; genotiplerin çimlenme güçlerinin % 7.00-90.50 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek çimlenme gücü değerleri sırasıyla %90.50, %84.00 ve %80.00 ile Gediz-75 çeşidi ile M-10, M-9 ve M-4 makarnalık buğday genotiplerinde tuzsuz koşullardan, M-4 ve M-10 genotiplerinde ise yine sırasıyla %88.50 ve %83 olarak da 50 mM NaCl uygulanan dozlarda elde edilmiştir. Buna karşılık en düşük çimlenme gücü (% 7.00) 7 numaralı makarnalık buğday genotipinin 250 mM NaCl dozundan elde edilmiştir. İncelenen materyal arasında çimlenme gücü bakımından tuz stresinden en az etkilenen Gediz-75 çeşidi, en hassas olan genotipler ise M-7 ve M-5 genotipleri olmuştur. Bazı genotiplerin çimlenme yüzdeleri artan tuz konsantrasyonlarından istikrarlı ve düşük oranlarda azalırken, bazı genotiplerde azalma yüzdeleri daha sert ve düzensiz olmuştur. Özellikle M-10, M-1, M-9, M-3 ve M-6'da azalma düzenli ve istikrarlı olurken, M-2, M-8 ve M-7'de ise azalmalar düzensiz olmuştur (Çizelge 3). Ekmekçi ve ark. (2005) artan tuz seviyelerine bağlı olarak çimlenme gücündeki 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 (Begum ve ark. 1992; Dumlupınar ve ark. 2007; Datta et al. 2009; Akbarimoghaddam et al. 2011; Hussain et al. 2013; Mahmoodzadeh et al. 2013; Vardar et al. 2014 ve Benlioğlu ve ark. 2015).

Sürgün Uzunluğu (cm):

Sürgün uzunlukları da hem genotip hem de tuz konsantrasyonları açısından farklılık göstermiş olup, bu farklılıklar interaksyonda da kendini göstermiştir. Genel olarak tuz konsantrasyonları arttıkça genotiplerin oluşturduğu sürgünlerin uzunlukları azalmıştır. Bu sonucun ortaya çıkış nedeni olarak tuz iyonlarının bir sonucu olan toksik etki ile osmotik basıncın neden olduğu su alımının olumsuz etkilenmesinden ileri geldiği söylenebilir. Araştırmada, genotiplerin artan tuz konsantrasyonlarına karşı tepkileri farklı olmasından dolayı da genotip x tuz interaksyonu önemli çıkmıştır. (Çizelge 2 ve Çizelge 3). Araştırma sonuçları incelendiğinde sürgün uzunluğu bakımından en yüksek değer M-1'de ve tuzsuz ortamda elde edilmiştir. Tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak sürgün

uzunluklarında çok sert düşüşler meydana gelmiştir. Araştırmada, en kısa sürgün uzunluğu 0.01 cm ile 250mM NaCl uygulamasında ve M-7'de elde edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar birçok araştırmacının bulguları ile büyük benzerlik göstermiştir (Dumlupınar ve ark. 2007; Datta et al. 2009; Akbarimoghaddam et al. 2011; Abdoli et al. 2013; Hussain et al. 2013; Vardar et al. 2014 ve Benlioğlu ve ark. 2015).

Kökçük Uzunluğu (cm):

Yapılan araştırmada kökçük uzunluğu, gerek makarnalık buğday genotipleri gerekse tuz konsantrasyonlarına göre farklılıklar oluşmuş, bu farklılıklar interaksiyon etkisi olarak da ortaya çıkmıştır (Çizelge 2). İnteraksiyon değerleri incelendiğinde; en uzun kökçük 16.83 cm ile 50mM NaCl konsantrasyonunda ve M-4'de, 15.61 cm ile M-3 genotipi ve tuzsuz uygulamasından elde edilmiştir.

NaCl dozundaki artışa bağlı olarak kökçük uzunlukları kısalma göstermiş ve en kısa kökçük boyu (0.06 cm) 250 mM NaCl uygulamasında ve M-7 genotipinde saptanmıştır (Çizelge 3). Tuza dayanımda önemli göstergelerden biri de kökçüğün gelişme durumudur. Çimlenme sırasında su alımında tuz engeli yoksa kökçük normal gelişim gösterir. Bu nedenle tuz stresi nedeniyle kökçük gelişiminde ortaya çıkan bu olumsuz gelişmeler, bitkinin su alımındaki azalmalardan kaynaklanmaktadır. Tuzun kökçük uzunluğu üzerindeki olumsuz etkisi birçok araştırı tarafından da tespit edilmiştir (Dumlupınar ve ark. 2007; Datta et al. 2009; Akbarimoghaddam et al. 2011; Abdoli et al. 2013; Hussain et al. 2013; Vardar et al. 2014 ve Benlioğlu ve ark. 2015).

Çizelge 3. Bazı Makarnalık Buğday Genotiplerinin Farklı Tuz Konsantrasyonlarından Elde Edilen Ortalama Çimlenme Gücü, Sürgün Uzunluğu, Kökçük Uzunluğu, Sürgün Kuru Ağırlığı, Kökçük Kuru Ağırlığı ve Tuz Tolerans İndeksi Değerleri

Genotipler	Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl)					
	0	50	100	150	200	250
Çimlenme Gücü (%)						
M-4	80.00 ^{b-f}	88.50 ^{ab}	76.50 ^{c-h}	63.50 ^{l-o}	47.50 ^{t-v}	24.00 ^z
M-10	85.50 ^{a-c}	83.00 ^{a-e}	73.50 ^{f-j}	68.50 ^{h-m}	47.50 ^{t-v}	21.00 ^z
M-1	78.50 ^g	66.50 ^{r-m}	70.50 ^{g-l}	55.50 ^{o-t}	46.00 ^{u-w}	21.50 ^z
M-9	84.00 ^{a-d}	75.50 ^{d-i}	77.50 ^{c-h}	53.50 ^{p-u}	33.00 ^{yz}	14.00 ^z
M-2	74.50 ^{e-j}	78.50 ^{c-g}	73.00 ^{f-k}	51.00 ^{r-v}	33.50 ^{yz}	24.50 ^z
M-3	78.00 ^{c-g}	73.00 ^{f-k}	73.00 ^{f-k}	51.50 ^{q-v}	37.00 ^{w-y}	12.50 ^z
M-6	79.50 ^{b-g}	73.50 ^{f-j}	64.00 ^{k-o}	45.50 ^{u-w}	26.50 ^z	13.00 ^z
M-8	70.50 ^{g-l}	80.50 ^{b-f}	64.00 ^{k-o}	43.00 ^{v-x}	22.50 ^z	11.00 ^z
M-5	59.50 ^{m-r}	60.50 ^{m-q}	57.00 ^{n-s}	44.50 ^{u-w}	24.50 ^z	14.50 ^z
M-7	61.50 ^{l-p}	48.50 ^{s-v}	60.50 ^{m-q}	28.50 ^{yz}	12.50 ^z	7.00 ^z
Gediz-75	90.50 ^a	76.00 ^{d-h}	80.00 ^{b-f}	77.00 ^{c-h}	65.50 ^{j-n}	34.50 ^{x-z}
Sürgün Uzunluğu (cm) (%)						
M-4	15.54 ^{b-c}	13.50 ^d	9.40 ^{kl}	3.47 ^{p-r}	1.16 ^{u-w}	0.01 ^y
M-10	12.12 ^{e-g}	12.01 ^{e-g}	8.37 ^m	3.72 ^{p-r}	0.85 ^{v-y}	0.04 ^y
M-1	17.24 ^a	15.34 ^{b-c}	9.61 ^{kl}	6.12 ^o	1.89 ^{tu}	0.31 ^{w-y}
M-9	12.88 ^{de}	11.45 ^{gh}	8.77 ^{lm}	2.83 ^t	0.78 ^{v-y}	0.01 ^y
M-2	15.98 ^b	14.83 ^c	10.97 ^{hi}	4.14 ^p	1.11 ^{u-x}	0.01 ^y
M-3	15.26 ^{b-c}	12.50 ^{d-f}	7.83 ^{mn}	1.98 ^{s-u}	0.64 ^{v-y}	0.15 ^{w-y}
M-6	12.85 ^{de}	10.69 ^{h-j}	7.89 ^{mn}	3.96 ^{pq}	0.38 ^{w-y}	0.12 ^{x-y}
M-8	15.45 ^{b-c}	12.53 ^{d-f}	8.78 ^{lm}	3.19 ^{p-r}	0.25 ^{w-y}	0.01 ^y
M-5	12.60 ^{d-f}	9.99 ^{i-k}	7.21 ^{ln}	2.98 ^{q-s}	0.45 ^{w-y}	0.02 ^y
M-7	14.57 ^c	12.97 ^{de}	9.91 ^{jk}	4.12 ^p	0.01 ^y	0.01 ^y
Gediz-75	13.01 ^{de}	11.68 ^{f-h}	8.78 ^{lm}	5.20 ^o	1.55 ^{uv}	0.43 ^{w-y}
Kökçük Uzunluğu (cm)						
M-4	14.25 ^{b-f}	16.83 ^a	11.60 ^{h-l}	5.93 ^{t-u}	3.43 ^{yz}	0.51 ^z
M-10	11.98 ^{g-k}	12.98 ^{e-h}	10.01 ^{m-o}	5.04 ^{v-x}	2.51 ^{lz}	0.16 ^z
M-1	14.29 ^{b-e}	15.28 ^{bc}	10.88 ^{t-m}	6.68 st	4.34 ^{w-y}	1.16 ^z
M-9	14.39 ^{b-d}	11.98 ^{g-k}	10.76 ^{j-n}	4.89 ^{v-x}	2.31 ^z	0.41 ^z
M-2	12.08 ^{g-j}	12.94 ^{e-h}	10.78 ^{j-n}	6.57 ^{s-u}	3.85 ^{x-z}	1.03 ^z
M-3	15.61 ^{ab}	13.87 ^{d-f}	9.79 ^{m-p}	5.18 ^{u-x}	3.28 ^{yz}	0.44 ^z
M-6	13.25 ^{d-g}	10.76 ^{j-n}	7.93 ^{q-s}	4.94 ^{v-x}	1.78 ^z	0.44 ^z
M-8	11.76 ^{h-l}	13.76 ^{d-f}	9.42 ^{n-p}	4.05 ^{xy}	1.26 ^z	0.18 ^z
M-5	12.23 ^{g-i}	11.43 ^l	8.91 ^{o-q}	5.52 ^{t-w}	2.37 ^z	0.50 ^z
M-7	11.15 ^{i-m}	10.58 ^{l-n}	8.56 ^{p-r}	4.92 ^{v-x}	0.49 ^z	0.06 ^z
Gediz-75	14.03 ^{c-f}	12.88 ^{f-h}	10.62 ^{k-n}	7.33 ^{rs}	4.09 ^{xy}	0.78 ^z

* Genotip x NaCl dozu interaksiyonlarına ait önemli çıkan ortalamalarda aynı harfi taşıyan değerler arasında 0.05 olasılık düzeyinde fark yoktur.

Çizelge 4. Bazı Makarnalık Buğday Genotiplerinin Farklı Tuz Konsantrasyonlarından Elde Edilen Sürgün Kuru Ağırlığı, Kökçük Kuru Ağırlığı ve Tuz Tolerans İndeksi Değerleri

Genotipler	Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl)					
	0	50	100	150	200	250
Sürgün Kuru Ağırlık (mg/sürgün)						
M-4	12.03 ^b	11.03 ^{c-e}	8.00 ^{k-m}	3.88 st	1.25 ^{w-z}	0.03 ^z
M-10	9.88 ^{f-h}	9.23 ^{h-j}	7.40 ^{m-o}	4.15 st	1.50 ^{w-y}	0.02 ^z
M-1	13.03 ^a	11.55 ^{bc}	8.03 ^{k-m}	5.25 ^{qr}	2.68 ^{uv}	0.69 ^{x-z}
M-9	9.43 ^{g-i}	8.38 ^l	6.85 ^{n-p}	3.40 ^{tu}	0.64 ^{yz}	0.03 ^z
M-2	11.63 ^{bc}	11.03 ^{c-e}	7.77 ^{l-m}	4.65 ^{rs}	1.45 ^{w-y}	0.05 ^z
M-3	11.03 ^{c-e}	8.18 ^{k-m}	6.03 ^{pq}	2.08 ^{vw}	1.32 ^{w-y}	0.10 ^z
M-6	10.30 ^{e-g}	7.95 ^{k-m}	6.13 ^{pq}	3.88 st	1.61 ^{wx}	0.16 ^z
M-8	11.28 ^{b-d}	10.35 ^{d-g}	7.28 ^{m-o}	3.45 ^{tu}	1.35 ^{w-z}	0.04 ^z
M-5	7.85 ^{lm}	7.58 ^{l-o}	6.15 ^{pq}	3.35 ^{tu}	0.61 ^{yz}	0.05 ^z
M-7	10.58 ^{d-f}	9.62 ^{l-o}	7.43 ^{pq}	3.58 ^{tu}	0.05 ^z	0.04 ^z
Gediz-75	9.68 ^{f-i}	8.80 ^k	6.80 ^{op}	5.58 ^{qr}	2.68 ^{uv}	0.51 ^z
Kökçük Kuru Ağırlığı (mg/sürgün)						
M-4	6.22 ^{c-e}	7.82 ^{ab}	7.37 ^b	3.65 ^{n-q}	3.37 ^{pq}	0.30 ^z
M-10	4.92 ^{t-l}	5.42 ^{f-j}	5.65 ^{d-i}	4.22 ^{l-o}	1.25 ^{v-y}	0.15 ^z
M-1	8.25 ^a	6.15 ^{c-f}	6.15 ^{c-f}	4.92 ^l	3.02 ^{qr}	0.62 ^{x-z}
M-9	5.90 ^{c-h}	5.52 ^{e-i}	5.22 ^{g-j}	3.45 ^{pq}	1.87 ^{s-v}	0.25 ^z
M-2	6.40 ^c	7.50 ^b	6.25 ^{c-e}	4.05 ^{m-p}	2.07 ^{s-u}	0.57 ^{yz}
M-3	7.40 ^b	5.92 ^{c-g}	5.82 ^{c-h}	2.15 st	1.55 ^{t-w}	0.32 ^z
M-6	6.52 ^c	5.42 ^{f-j}	5.02 ^k	3.75 ^{n-q}	1.35 ^{u-x}	0.38 ^z
M-8	6.10 ^{c-f}	6.32 ^{cd}	5.17 ^{h-j}	2.45 ^{rs}	0.82 ^{w-z}	0.60 ^{x-z}
M-5	5.65 ^{d-i}	4.97 ^k	4.95 ^l	3.62 ^{o-q}	1.20 ^{v-y}	0.28 ^z
M-7	4.70 ^{i-m}	3.75 ^{n-q}	4.30 ^{k-o}	3.12 ^{qr}	0.20 ^z	0.06 ^z
Gediz-75	6.55 ^c	5.12 ^{ij}	4.72 ^{j-m}	4.37 ^{k-n}	3.27 ^q	0.60 ^{x-z}
Tuz Tolerans İndeksi (%)						
M-4	100.00 ^{ab}	103.29 ^a	84.25 ^{t-h}	41.23 ^{rs}	25.32 ^{uv}	1.66 ^z
M-10	100.00 ^{ab}	98.99 ^{ab}	88.18 ^{d-f}	56.59 ^{no}	18.58 ^{w-y}	0.88 ^z
M-1	100.00 ^{ab}	83.18 ^{f-i}	66.61 ^{lm}	47.81 ^{pq}	26.79 ^u	6.16 ^z
M-9	100.00 ^{ab}	91.00 ^{c-e}	78.77 ^{h-j}	44.68 ^{qr}	16.36 ^{x-z}	1.67 ^z
M-2	100.00 ^{ab}	102.75 ^a	77.75 ^{ij}	48.25 ^{pq}	19.57 ^{v-x}	3.16 ^z
M-3	100.00 ^{ab}	76.51 ^{jk}	64.57 ^m	22.92 ^{u-w}	15.56 ^{x-z}	2.23 ^z
M-6	100.00 ^{ab}	79.47 ^{h-j}	66.25 ^{lm}	45.31 ^{qr}	17.57 ^{w-z}	3.23 ^z
M-8	100.00 ^{ab}	95.94 ^{bc}	71.63 ^{kl}	33.95 ^t	12.44 ^z	3.50 ^z
M-5	100.00 ^{ab}	92.96 ^{cd}	82.22 ^{g-j}	51.67 ^{op}	13.43 ^{yz}	2.46 ^z
M-7	100.00 ^{ab}	87.54 ^{d-g}	76.74 ^{jk}	43.85 ^{qr}	1.36 ^z	0.43 ^z
Gediz-75	100.00 ^{ab}	85.80 ^{c-g}	71.01 ^{kl}	61.31 ^{mn}	36.66 st	6.87 ^z

* Genotip x NaCl dozu interaksiyonlarına ait önemli çıkan ortalamalarda aynı harfi taşıyan değerler arasında 0.05 olasılık düzeyinde fark yoktur.

Sürgün Kuru Ağırlığı (mg):

Makarnalık buğday genotiplerinin sürgün kuru ağırlıkları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Sürgün kuru ağırlığı da sürgün uzunluğunda olduğu gibi gerek genotip gerekse tuz konsantrasyonları bakımından farklılık göstermiş olup, bu farklılıklar interaksiyon etkisi olarak da önemli düzeyde ortaya çıkmıştır. Genel olarak tuz konsantrasyonları arttıkça genotiplere ait sürgün kuru ağırlıklarında azalmalar saptanmıştır. Bu durumda; interaksiyon değerleri incelendiğinde de görüleceği üzere en yüksek sürgün kuru ağırlığı (13.03 mg/sürgün) tuzsuz şartlarda ve M-1 genotipinde, en düşük (0.04 mg/sürgün) ise 250 mM tuz uygulamasından ve M-10'dan elde edilmiştir (Çizelge 2 ve Çizelge 4). Tuz stresinin sürgün gelişimi üzerindeki olumsuz etkisi birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Akbari et al. 2007; Datta et al. 2009; Akbarimoghaddam et al. 2011; Abdoli et al. 2013; Hussain et al. 2013; Vardar et al. 2014 ve Benlioğlu ve ark. 2015).

Kökçük Kuru Ağırlığı (mg):

İleri Makarnalık buğday genotiplerinin ve farklı NaCl dozlarının da kökçük kuru ağırlıkları, genotiplerin kökçük uzunluğundaki durumları ile paralellik göstermektedir. Araştırmada kökçük kuru ağırlığı bakımından genotip x tuz interaksiyonu da önemli bulunmuş olup, en yüksek kökçük kuru ağırlığı (8.25 mg/sürgün) tuzsuz koşullarda ve M-1'de, en düşük (0.06 mg/sürgün) ise 250 mM NaCl uygulamasında ve M-7 genotipinde tespit edilmiştir (Çizelge 2 ve Çizelge 4). Akbarimoghaddam et al. (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 et al. (2007), Abdoli et al. (2013), Gupta and Srivastava, (1989), Pessarakli et al. (1991), Vardar et al. (2014) ve Benlioğlu ve ark. (2015) tarafından da tespit edilmiştir.

Tuz Tolerans İndeksi (%):

İleri makarnalık buğday genotiplerinin tuza tolerans indeksleri gerek genotipler gerekse tuz dozları bakımından farklılık göstermiş ve bu farklılıklar interaksiyon etkisinde de ortaya çıkmıştır. İnteraksiyon değerlerine bakıldığında, genotiplerin tuza tolerans indekslerinin %0.43 ile %103.29 arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Buna göre en yüksek tuza tolerans indeksi M-4 ve M-2 makarnalık buğday genotipinin 50 mM tuz konsantrasyonlarında tespit edilmiştir (% 103.29 ve % 102.75). Tuz dozlarının artışına bağlı olarak genotiplerin tuza tolerans indeks değerlerinde de çok sert ve önemli azalmalar olduğu belirlenmiştir. Araştırmada incelenen diğer bazı özellikler bakımından ön plana çıkan M-1 genotipi ile Gediz-75 çeşidi tuza tolerans indeksi bakımından da kendini göstermiştir. M-1 makarnalık buğday genotipi ile Gediz-75 çeşidinin tuza tolerans indeksi, tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak kademeli bir azalma gösterirken diğer genotiplerde çok sert düşüşler olduğu görülmektedir (Çizelge 2, Çizelge 3 ve Çizelge 4). Tuz stresinin tahıllarda tuza tolerans indeksini önemli derecede azalttığı bazı araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Bağcı et al. 2007; Kara ve ark. 2010; Sharma et al. 2016).

Sonuç

Bu çalışmada kontrole karşı, farklı tuz konsantrasyonlarının bazı ileri makarnalık buğday genotiplerinin çimlenmesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçları, artan konsantrasyonlardaki tuz konsantrasyonlarının incelenen tüm karakterler üzerine istatistiki olarak önemli ve olumsuz etki yaptığını göstermiştir. Bazı genotiplerin ölçülen tüm özellikleri dikkate alındığında tuz stresine tolerans açısından kararlı olmadığı görülmekle birlikte, bazı genotiplerin (M-1, M-3) ve standart olarak kullanılan Gediz-75 çeşidinin birçok özellik açısından istikrarlı oldukları görülmüştür. Genel olarak, araştırmada incelenen tüm özellikler farklı tuz konsantrasyonlarından olumsuz etkilenmişler, tuz konsantrasyonu arttıkça özellikle kökçük ve sürgün uzunluğunda çok hızlı düşüşler dikkat çekmektedir. Benzer durumlar kökçük kuru ve sürgün kuru ağırlığında da görülmektedir. Araştırma sonuçlarına göre tüm genotiplerde 150 mM tuz konsantrasyonundan sonra çimlenme özellikleri önemli derecede olumsuz etkilenmişlerdir. Özellikle tuz tolerans indeksi değerleri beklenildiği gibi tuzsuz ortamlarda daha yüksek bulunurken, 150 mM NaCl konsantrasyonuna kadar olan tolerans değerleri daha istikrarlı olmuştur. Bununla birlikte daha sağlıklı önerilerde bulunabilmek için bu araştırmaların çimlenme dönemi ile birlikte fide dönemlerini de kapsayacak şekilde tarla ve saksı koşullarında yürütülmesi, bu sonuçlar ile birlikte diğer özellikleri de belirlendikten sonra ümit var olanların tescile gönderilmesi daha doğru olacaktır.

Kaynaklar

- Abdoli M., Saeidi M., Azhand M., Jalali-Honarmand S., Esfandiari E. 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., Sanavy S.A.M.M. 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., Galavi M., Ghanbari A. 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., Kaya M.D., Killi G. and C.Y. Ciftci. 2006. Effects of NaCl on the Germination, Seedling Growth and Water Uptake of Triticale. *Turk J Agric For* 30 (2006) 39-47.
- Baltacı F., Can D., Karaoğlu A. ve A. Tantur. 2004. Tuzluluk, nedenleri ve çevresel etkileri. *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu*, 20-21 Mayıs, Ankara, 185-190.
- Bağcı S.A., Ekiz H. ve A. Yılmaz. 2007. Salt tolerance of sixteen wheat genotypes during seedling growth. *Turkish J. Agric. Forestry* 31: 363-372.
- 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.
- Begum F., Karmoker J.L., Fattah Q.A. and A.F.M. Maniruzzaman. 1992. The effect of salinity and its correlation with K⁺, Na⁺. Claccumulation in germinating seeds of *Triticum aestivum* L. cv. Akbar. *Plant Cell Physiology* 33(7):1009-1114
- Benlioğlu B. ve U. Özkan. 2015. Bazı Arpa Çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) Çimlenme Dönemlerinde Farklı Dozlardaki Tuz Stresine Tepkilerinin Belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24 (2):109-114.

- Cokkızgın A. 2012. Salinity Stress in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Seed Germination. Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca, 40(1), 177– 182
- Datta J.K., Nag S., Banerjee A. 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., Kara R., Dokuyucu T. 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., Apan M. ve T. Kara, 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(3): 118-125.
- Fuller M.P., Hamza J.H., Rihan H.Z. and M. Al-Issawi. 2012. Germination of primed seed under nacl stress in wheat. ISRN Botany, Article ID 167804, 5 pages doi:10.5402/2012/167804.
- Gupta S.C. and J.P. Srivastava. 1989. Effect of salt stres on Morpho-Physiological parameters in wheat. Indian J. Plant physiol. Vol. 32. no.2. pp 169-171.
- Hasegawa P.M., Bressan R. A. and A. V. Handa. 1986. Cellular mechanism of salinity tolerance, Horticultural Science, 21 (6):1317-1324.
- Hussain S., Khaliq A., Matloob A., Wahid M. A. and I. Afzal. 2013. Germination and growth response of three wheat cultivars to NaCl salinity. Soil Environ. 32(1): 36-43.
- Kara B., Akgün İ. ve D. Altındal. 2011. Tritikale genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuzluluğun (NaCl) etkisi. Selçuk Üniversitesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 25(1):19.
- Maas E.V. and G.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance - current assessment. Journal of the Irrigation and Drainage Division. 103(2):115-134.
- Mahmoodzadeh H., Khorasani F. M. and H. Besharat. 2013. Impact of salt stress on seed germination indices of five wheat cultivars. Annals of Biological Research, 4 (6):93-96.
- Özcan H, Turan M A, Koç Ö, Çıkılı Y, Taban S, 2000. Tuz stresinde bazı nohut (*Cicer arietinum* L) çeşitlerinin gelişimi ve prolin, sodyum, klor, fosfor ve potasyum konsantrasyonlarındaki değişimler. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24: 649-654.
- Özkaldı A., Boz B. ve V.Yazıcı. 2004. GAP'ta drenaj sorunları ve Çözüm önerileri. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu, 20-21 Mayıs, Ankara, s: 97-105.
- Pessarakli M., Tucker T.C. and K. Nakabayashi. 1991. Growth response of barley and wheat to salt stres. Journal of Plant Nutrition. 14(4), 331-340.
- Turan Z.M. 1995. Araştırma ve Deneme Metotları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. No:62, Bursa. 121 s.
- Vardar Y., Aydoğan C. E. and K.Yagdi. 2014. Salinity Effects On Germination Stage of Bread and Durum Wheat Cultivars. YYU J AGR SCI, 24(2): 127- 139.
- Veli S., Kirtok Y., Duzenli S., Tukul S. and M. Kilinc. 1994. Evaluation of salinity stress on germination characteristics and seedling growth of 3 bread wheats (*Triticum aestivum* L.). Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan 1994-İzmir, Cilt I, 57-61.

