

Bazı Serin İklim Tahıllarının İlk Gelişme Döneminde Tuz Stresine Tepkilerinin Belirlenmesi

Mehmet ATA¹ Kazım MAVİ²

¹Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 31034, Hatay

²Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 31034, Hatay

Özet

Bu çalışmanın amacı, bazı serin iklim tahıllarında çimlenme-çıkış aşamasında oluşturulan tuz stresinin çıkış yüzdesi, çıkış indeksi, ortalama çıkış zamanı, fide boyu, yaprak sayısı, fide yaş ağırlığı, yaprak oransal su içeriği ve yaprak hücresi membran stabilitesi üzerine etkilerini belirlemektir. Bu amaçla, arpa (Çetin-2001), çavdar (Aslım-95), ekmeçlik buğday (Sagittoria), makarnalık buğday (Burgos) ve tritikale (Melez-2001) cins/türlerine ait çeşitlerin tohumları kullanılmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme deseninde ve 3 tekerrürlü olarak laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Her çeşitten, 50 adet tohum 3 tekerrürlü olarak torf doldurulmuş plastik kaplara ekilmiş ve çeşme suyu (kontrol), 200, 400 ve 600 mM'lık NaCl ile tarla kapasitesinde sulanarak 20 gün süreyle yetiştirilmiştir. Araştırma sonucunda kontrol ve en yüksek tuz dozu (600 mM) uygulamaları karşılaştırıldığında; en yüksek çıkış oranı azalışı % 28.5 ile tritikalede, en az çıkış indeksi düşüşü % 3.9 ile arpada, en fazla ortalama çimlenme zamanı artışı % 28.1 ile çavdarda, en yüksek fide boyu azalışı % 29.5 ile ekmeçlik buğdayda, en fazla yaprak sayısı azalışı % 41.8 ile arpada, en fazla fide yaş ağırlığı azalışı % 42.5 ile makarnalık ve ekmeçlik buğdayda, en fazla yaprak oransal nem içeriği azalışı %15.3 ile arpada ve % 14.5 tritikalede ve en yüksek yaprak membran stabilite artışı ise % 57.6 ile ekmeçlik buğday ve % 54.8 ile tritikale'de belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çıkış oranı, ortalama çıkış zamanı, yaprak membran stabilitesi

Determination of Salt Stress Response of Some Cool Season Cereals in Seedling Growth

Abstract

The aim of the study was to determine effect of salinity stress on emergence rate, mean germination time, seedling length, leaf number, seedling fresh weight, relative water content and cell membrane stability of some cool season cereals. For this purpose, seeds of barley (cv. Çetin-2001), rye (cv. Aslım-95), bread wheat (cv. Sagittoria), durum wheat (cv. Burgos) and triticale (cv. Melez-2001) were used. The experimental design was completely randomized design with tree replications. 50 seeds of every cultivar were sowed for each replication in a tray and watered with 0, 200, 400 and 600 mM NaCl during the 20 days growth. Results showed that when the control and the highest doses compared, the highest emergence rate inhibition was in triticale (28.5%), the lowest emergence index decreasing rate (3.9 %) was in barley, the highest mean emergence time increasing rate (28.1 %) was in rye, the highest seedling length inhibition rate (29.5 %) was in bread wheat, the highest leaf number inhibition rate (41.8 %) was in barley, the highest seedling fresh weight inhibition rate (42.5 %) was in durum wheat and bread wheat, the highest leaf relative water content decreasing rate was in barley (15.7 %) and triticale (14.5 %) and the highest leaf membrane stability inhibition rate was in bread wheat (57.6 %) and triticale (54.8 %).

Key words: Emergence rate, mean emergence time, leaf membrane stability

Giriş

Tahıllar, insan ve hayvan beslenmesindeki yadsınamaz önemlerinin yanında, tarımsal, ekolojik ve sosyo-ekonomik yönden de önemli olduğu için ülkemiz tarımında vazgeçilmez ürün grubudurlar. Buğday, arpa, yulaf, çavdar, tritikale kapsayan serin iklim tahılları gerek ekim alanları, gerekse üretim miktarları bakımından dünya genelinde ve ülkemizde önemli bir yere sahiptirler (Kün, 1996; Anonim, 2013).

Tuzluluk, toprakların verimliliğini olumsuz yönde etkileyen önemli bir çevresel stres faktörüdür ve bitkilerde genelde çimlenmeyi azaltmakta veya geciktirmekte, bitki boyunu kısaltmakta, yaprak alanını ve kardeş sayısını azaltmakta ve sonuçta bitki verimini olumsuz yönde etkilemektedir (Gupta ve Srivastava, 1989; Pessarakli ve ark. 1991; Van Hoorn, 1991).

Bitkisel verimin sınırlandırıldığı tuzlu alanlarda ortaya çıkan ekonomik kayıpların azaltılması veya ortadan kaldırılması için, bu alanlarda yetiştirilebilecek en uygun bitki türü ve çeşitlerinin seçimi büyük önem taşımaktadır. Özellikle, yeni tescil edilmiş tahıl çeşitlerinin çevre koşullarında tepkilerinin belirlenmesi, genotip olarak daha etkin kullanılması yönüyle önemlidir. Farklı çeşitlerin uygun çevrelerde yetiştirilebilmesi serin tahıl verimini ve dolayısıyla üretimini artıracaktır.

Fazla sayıdaki genotipin tuza dayanıklılık yönünden tarla şartlarında gözlemlenmesi, toprağın fiziksel ve kimyasal bileşenleri yönünden homojen olmaması ve sürekli değişen iklim şartlarından dolayı oldukça güçtür. Bu nedende, birçok araştırmacı tarafından değişik sayıdaki bitki genotiplerini tuza dayanıklılık yönünden sınıflandırmak için çimlenme ve çıkış değerleri kullanılmıştır (Francois ve ark., 1986; Begum ve ark., 1992; Almansouri ve ark., 2001, Atak, 2014).

Stresli ve stressiz koşullarda genotiplerin performanslarını belirlemede değişik seleksiyon kriterleri geliştirilerek kullanılabilmektedir. Çimlenme ve çıkış testlerinin yanında; hücre membran stabilite tekniği stres şartlarına dayanıklı bitki genotiplerinin

belirlenmesinde çokça kullanılan bir teknik olup, değişik tarla bitkilerinde kuraklık ve tuzluluğa dayanıklı çeşitlerin belirlenmesinde etkili bir yöntem olmuştur (Blum ve Ebrocon, 1981; Premachandra ve Shimada, 1987; Agarie ve ark., 1995; Bajji ve ark., 2001; Farooq ve Azam, 2006; Kocheva ve ark., 2009).

Stres şartlarına dayanım derecelerinin belirlenmesinde kullanılan bir diğer yöntem ise yaprak oransal su konsantrasyonu (içeriği) yöntemidir. Bu yöntem değişik bitki gruplarında kuraklık ve tuzluluğa dayanıklı genotiplerin belirlenmesinde uzun zamandır kullanılan bir tekniktir (Smart ve Bingham, 1974; Premachandra ve Shimada, 1987; Siddique ve ark., 2000; Kocheva ve ark., 2009; Lonbani ve Arzani, 2011).

Bu çalışma; arpa, çavdar, ekmeklik buğday, makarnalık buğday ve tritikale genotiplerinde çimlenme-çıkış aşamasında yapay olarak oluşturulan tuz stresine tepkilerini belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla, çıkış oranı, çıkış indeksi, ortalama çıkış zamanı, yaprak sayısı, fide boyu, fide yaş ağırlığı, yaprak hücresi membran stabilitesi ve yaprak oransal su içeriği özellikleri kullanılmıştır.

Materyal ve Yöntem

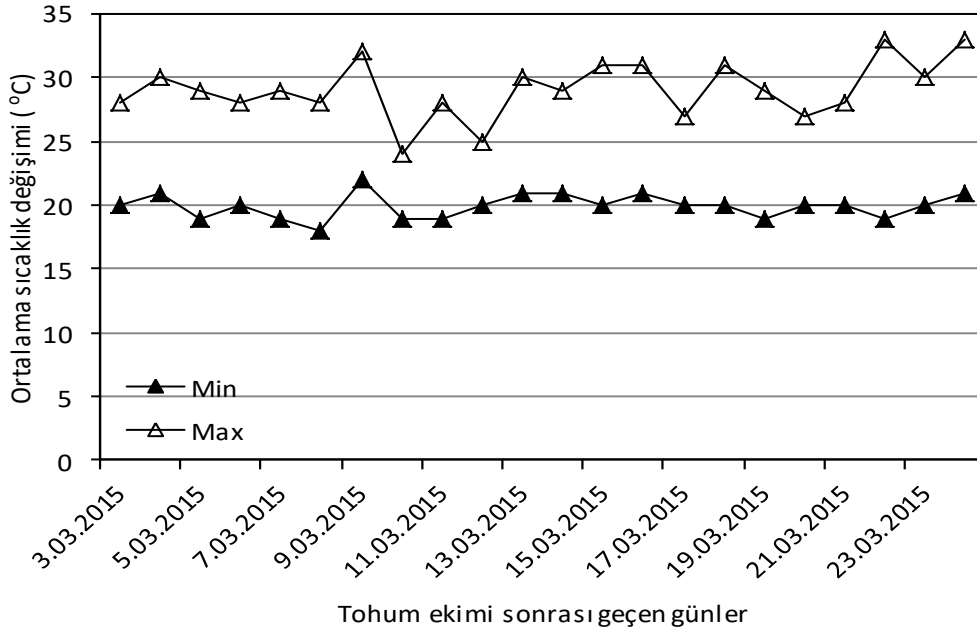
Materyal

Araştırma; Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi laboratuvarlarında 2015 yılında yürütülmüştür. Araştırmada; arpa (Çetin-2001), çavdar (Aslım-92), ekmeklik buğday (Sagittoria), makarnalık buğday (Burgos) ve tritikale (Karma-2001) cins/türlerine ait belirtilen çeşitlerin tohumları bitkisel materyal olarak kullanılmıştır.

Yöntem

Deneme, tesadüf parselleri deneme deseninde ve 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Serin iklim tahıl cins/türlerine ait genotiplerinin çıkış aşamasında farklı tuz dozlarına tepkileri belirlenmek amacıyla; her çeşitten 3 tekerrürlü olarak, 50 adet tohum torf doldurulmuş plastik kaplara (25 x 40 x 8 cm boyutunda) 3 cm derinliğe ekilmiş ve

çeşme suyu, 200, 400 ve 600 mM'lık NaCl ile çıkışlar takip edilerek yetiştirilmiştir (Şekil 1). tarla kapasitesinde sulanarak 20 gün süreyle



Şekil 1. Çimlendirme ortamına ait maksimum ve minimum sıcaklık değerleri (20 günlük)
Figure 1. Maximum and minimum temperature of emergence conditions (20 days)

Çalışma süresince laboratuvarın maksimum ve minimum günlük sıcaklıkları termometre ile ölçülmüştür. Deneme boyunca ölçülen maksimum ve minimum sıcaklık değerleri şekil 1' de verilmiştir. Sıcaklık değerleri ortalama olarak 18-33 °C arasında değişim göstermiştir. Laboratuvar ortamında 20 gün süreyle yetiştirilmeye bırakılmış fide gelişimine ait veriler aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

1. Çıkış oranı: Her gün çıkış yapan fideler/tohumlar sayılarak, (8. günde çıkan fide sayısı/toplam tohum sayısı) x 100 formülü ile çıkış oranı % olarak hesaplanmıştır.

2. Çıkış indeksi: Her gün çıkan tohum sayısının sayım günlerine bölünmesiyle aşağıdaki formüle göre belirlenmemiştir (Maguire, 1962). Formülde; $(M = n_1/t_1 + n_2/t_2 + n_3/t_3 + \dots + n_n/t_n)$ M: Çıkış indeksi; n_1 ; 1. günde çıkan tohum sayısı; t_1 : 1.gün, n_n ; son günde çıkan tohum sayısı, t_n ; çıkışın olduğu son günü ifade etmektedir.

3. Ortalama çıkış zamanı: Aşağıdaki formüle göre çıkan tohum sayısı ile çıkışın olduğu gün

sayısı çarpımları toplamının, toplam çıkan tohum sayısına bölünmesi ile elde edilen değer ortalama çıkış süresi olarak hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts, 1980). Formülde; $MET = \sum(fx) / \sum f$, MET: Ortalama çıkış süresi; f: Çıkan tohum sayısı; x: Çıkış gününü ifade etmektedir.

4. Fide boyu: Deneme sonunda (20. gün) tesadüf olarak seçilen 10 bitkinin fide uzunluğu milimetrik cetvelle ölçülerek belirlenmiştir.

5. Yaprak sayısı: 20 gün sonunda her fide üzerinde gelişen yapraklar sayılarak bulunmuştur.

6. Fide yaş ağırlığı: Seçilen bitkilerin yaş ağırlıkları hassas terazide tartılarak saptanmıştır.

7. Yaprak oransal su içeriği: Her tekerrür ve uygulamaya ait yaklaşık 2 g yaprak örneği alınarak, yaş ağırlıkları tartılmış, daha sonra tartılan yapraklar saf su içerisinde 4 saat bekledikten sonra tekrar tartılarak turgor ağırlıkları belirlenmiştir. Yapraklar kurutma fırınında (70 °C'de 24 saat) kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Aşağıdaki

formül kullanılarak oransal yaprak su içeriği belirlenmiştir (Smart ve Bingham, 1974).

$OSİ (\%) = \frac{\text{Yaş ağırlık-kuru ağırlık}}{\text{Turgor ağırlığı-kuru ağırlık}}$

8. Yaprak hücre membran stabilitesi: Her tekerrür ve uygulamadan taze yapraklardan yaklaşık 1-2 g kadar yaprak örneği alınarak 1 cm boyutunda küçük parçalar halinde kesilmiştir. Bu örnekler küçük cam kaplar içerisine alınarak üzerlerine 100 ml saf su ilave edilerek yaklaşık 90 dakika 3 kez su değiştirilerek yıkanmıştır. Daha sonra yıkanan bitki örnekleri 10 mL'lik test tüplerine alınarak üzerlerine 30 mL saf su ilave edilmiş ve 10 °C'de 24 saat bekletildikten sonra örnek sıcaklığı 25 °C'ye getirilerek ve iyice çalkalandıktan sonra elektriksel iletkenlikleri ölçülmüştür (T_1) (YSI 3200 conductivity meter). Daha sonra örnekler 35 °C'de 24 saat bekletilip, 25 °C'ye getirilerek ve iyice çalkalandıktan sonra tekrar elektriksel iletkenlikleri ölçülmüş (T_2) ve aşağıdaki formül kullanılarak hücre membran stabilitesi (Sızan elektrolit miktarı) belirlenmiştir (Premachandra ve Shimada, 1987).

$$HMS = \left(\frac{T_1}{T_2} \right) \times 100;$$

Formülde; T_1 , uygulamalara ve kontrole ait ilk elektriksel iletkenlik değerini; T_2 , uygulamalara ve kontrole ait son elektriksel iletkenlik değerini ifade etmektedir.

Elde edilen verilerle her cins için ayrı ayrı olmak üzere, Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde varyans analizi yapılmıştır ve ortalamaların önemlilikleri LSD testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987). Elde edilen sonuçlar aşağıda başlıklar halinde sunulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada kullanılan genotiplere ve incelenen özelliklere ilişkin ortalama değerler ve standart hataları Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çıkış oranı

Farklı tuz dozlarında yetiştirilen arpada tüm uygulamalarda % 98 ve üzerinde çıkış oranı belirlenmiştir. Çavdarda kontrol uygulamasında % 96 olan çıkış oranı, 200 mM dozunda % 78.3 olmuş bu dozdan itibaren doz artışına bağlı olarak önemli derecede

azalarak 600 mM dozunda % 74.3 olarak gerçekleşmiştir. Ekmeklik buğdayda kontrol uygulamasında % 96.7 olan çıkış oranı, en yüksek % 98 oranı ile 200 mM dozunda gerçekleşmiştir. Makarnalık buğdayda kontrol uygulamasında % 90.7 olan çıkış oranı, 200 mM dozunda % 88.7 olmuş ve doz artıka azda olsa azalış göstermiştir. Farklı NaCl dozlarında yetiştirilen tritikalede çıkış oranı ise kontrolde % 86.7 ile en yüksek, % 64 ile 400 mM ve % 62.2 ile 600 mM dozlarında en düşük olarak gerçekleşmiştir. Kontrol ve 600 mM tuz dozları dikkate alındığında tuz stresinden; en fazla etkilenen cins % 28.5 azalış ile tritikale olurken, en az etkilenenler ise sırasıyla arpa (% 0.6 artış) ve ekmeklik buğday (%8.3 azalış) ve makarnalık buğday (% 6 azalış) olmuştur (Çizelge 1).

Çıkış indeksi

Arpa ve çavdarda tuz dozları çıkış indeksi yönünden bir fark oluşturmamıştır. Çıkış indeksi arpada 12.7 (200 mM)-12.1 (400 mM) ve çavdarda 12.0 (kontrol)- 10.1(400mM) arasında değişim göstermiştir. Ekmeklik buğday, makarnalık buğday ve tritikalede tuz dozu artıka çıkış indeksi önemli oranda düşüş göstermiştir. Ekmeklik buğdayda 12.1 (kontrol)-8.9 (600 mM), makarnalık buğdayda 11.9 (kontrol)-9.6 (600mM) ve tritikalede ise 12.0 (kontrol)-7.6 (600mM) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 1). Kontrol ve 600 mM'lık dozlar karşılaştırıldığında; çıkış indeksi yönünden en yüksek düşüş % 36.7 ile tritikalede, en az düşüş ise % 5.8 ile çavdar ve % 3.9 ile arpada belirlenmiştir, ancak arpada oluşan fark istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1).

Çıkış indeksinin yüksek olması genotiplerin tuzlu şartlarda daha iyi performans gösterdiğinin bir ölçüsüdür (Maguire, 1962). Araştırmamızda çıkış indeksi yönünden, arpa ve çavdar iyi performans gösterirken, tritikale, ekmeklik buğday ve makarnalık buğday genotipleri daha zayıf performans göstermişlerdir.

Ortalama çıkış zamanı

Arpada kontrol uygulamasında ortalama 3.98 günde çıkış gerçekleşirken, 200 mM

dozunda ortalama çıkış süresi 3.96 gün olmuş,
doz artışına bağlı olarak ortalama çıkış zamanı

Çizelge 1. Farklı NaCl dozlarının arpa, çavdar, ekmeçlik buğday, makarnalık buğday ve tritikalede çıkış aşamasında etkileri (Ortalama değerler ve standart hata)

Table 1. Effect of different NaCl doses on emergence of barley, rye, bread wheat, durum wheat and triticale (mean and standard error)

NaCl dozları	Arpa	Çavdar	E. buğday	M. buğday	Tritikale
	Çıkış oranı (%) / Emergence rate (%)				
Kontrol	98.0±2.0	96.0±4.0	96.7±3.0	90.7±2.3	86.7±5.0
200 mM	98.7±2.3	78.3±7.5	98.0±3.4	88.8±7.6	70.7±4.2
400 MM	98.7±1.2	77.3±2.3	95.7±3.1	90.7±2.3	64.0±6.4
600 mM	98.6±1.2	74.3±7.0	88.7±1.2	85.3±2.3	62.2±4.2
Çıkış indeksi / Emergence index					
Kontrol	12.7±0.1	12.0±1.1	12.1±0.3	11.9±0.7	12.0±1.0
200 mM	12.5±0.5	10.5±1.9	11.8±0.4	10.9±0.7	10.5±1.9
400 MM	12.1±0.3	10.1±0.3	9.2±0.7	9.8±0.6	10.1±0.3
600 mM	12.2±0.1	11.3±1.1	8.9±0.6	9.6±1.2	7.6±0.5
Ortalama çıkış zamanı (gün) / Mean Emergence time (day)					
Kontrol	3.98±0.11	3.74±0.03	4.36±0.10	4.20±0.21	4.39±0.52
200 mM	3.96±0.10	4.05±0.10	4.20±0.08	4.39±0.51	4.43±0.45
400 MM	4.40±0.20	4.28±0.17	4.40±0.23	4.82±0.38	4.95±0.24
600 mM	4.73±0.42	4.79±0.12	4.80±0.54	4.88±0.34	5.06±0.51
Fide boyu (cm) / Seedling length (cm)					
Kontrol	24.2±0.6	22.3±1.7	29.8±1.6	27.2±0.5	23.9±2.4
200 mM	22.4±0.9	19.9±1.0	24.4±0.9	21.3±0.6	23.6±0.6
400 MM	22.0±0.9	19.7±0.2	24.1±0.6	22.4±1.5	22.5±0.9
600 mM	21.9±1.2	17.7±0.6	21.0±1.2	20.3±0.5	20.1±1.0
Yaprak sayısı (adet/fide) / Leaf number (number/seedling)					
Kontrol	2.01±0.1	2.76±1.1	2.62±0.3	2.23±0.1	3.00±0.0
200 mM	1.81±0.2	2.17±0.1	2.32±0.3	2.00±0.0	2.17±0.1
400 MM	1.78±0.1	2.27±0.1	2.12±0.1	2.03±0.1	2.57±0.1
600 mM	1.17±0.1	2.00±0.0	2.00±0.0	2.00±0.0	2.00±0.0
Fide yaş ağırlığı (g/bitki) / Seedling fresh weight (g/seedling)					
Kontrol	2.318±0.11	1.668±0.15	2.526±0.28	2.631±0.23	1.980±0.28
200 mM	2.142±0.21	1.487±0.09	1.726±0.13	1.938±0.18	2.090±0.19
400 MM	1.986±0.62	1.373±0.06	1.651±0.11	1.894±0.16	2.041±0.30
600 mM	1.617±0.52	1.098±0.07	1.452±0.19	1.512±0.18	1.410±0.12
Yaprak oransal su içeriği (%) / Leaf relative water content (%)					
Kontrol	88.3±3.4	81.6±1.4	87.3±2.7	90.2±3.2	86.7±1.5
200 mM	87.3±1.8	79.7±1.2	83.9±1.5	87.4±1.1	84.4±4.5
400 MM	79.8±2.7	72.9±1.1	80.6±1.9	84.0±0.8	78.2±8.0
600 mM	74.8±1.7	71.3±0.9	77.7±0.6	81.1±2.5	74.1±1.2
Yaprak membran stabilitesi (%) / Leaf membrane stability (%)					
Kontrol	15.3±0.6	18.2±0.9	19.1±0.1	23.1±0.9	16.8±1.2
200 mM	16.0±0.3	20.2±1.5	22.2±1.0	26.3±1.6	23.9±3.8
400 MM	17.2±1.5	28.0±1.6	22.9±0.7	25.7±2.0	23.2±1.2
600 mM	22.1±0.6	26.5±2.0	30.1±4.6	31.9±2.4	26.0±2.6

artış göstermiş ve en uzun ortalama çıkış zamanı 4.73 gün ile 600 mM dozunda belirlenmiştir. Farklı tuz dozlarında yetiştirilen çavdarda kontrol uygulamasında 3.74 olan ortalama çıkış süresi, doz artışına bağlı olarak

artış göstermiş ve en uzun ortalama çıkış zamanı 600 mM dozunda 4.79 gün olarak belirlenmiştir. Ekmeçlik buğday kontrol uygulamasında 4.36 günde çıkış gerçekleşirken, 200 mM dozunda ortalama

çıkış süresi 4.20 gün olmuş, 400 mM'lık uygulamadan sonra doz artışına bağlı olarak artış göstermiş ve en uzun ortalama çıkış zamanı 600 mM dozunda 4.80 gün olarak gerçekleşmiştir. Makarnalık buğday kontrol uygulamasında 4.20 günde çıkış gerçekleşirken, 200 mM dozunda ortalama çıkış süresi 4.39 gün olmuş bu dozdan sonra doz artışına bağlı olarak bir miktar artış göstermiş ve en uzun ortalama çıkış zamanı 600 mM dozunda belirlenmiştir. Kontrol uygulamasında tritikalede 4.39 günde çıkış gerçekleşirken, 200 mM dozunda ortalama çıkış süresi 4.43 gün olmuş ve doz artışına bağlı olarak artış göstererek en uzun ortalama çıkış zamanı 600 mM dozunda 5.06 gün olarak belirlenmiştir. Kontrol ve 600 mM dozları dikkate alındığında tuz stresinden en fazla etkilenen cins çavdar (% 28.1), en az etkilenen ise ekmeçlik buğday (%10.1) olmuştur. Arpa ve ekmeçlik buğdayda 200 mM'lık tuz uygulamaları kontrole göre çimlenmeyi hızlandırıcı etkide bulunmuştur. (Çizelge 1).

Fide boyu

Arpa kontrol uygulamasında 24.2 cm olan fide boyu, doz artışına paralel olarak azalış göstermiş ve en yüksek dozda 21.9 cm olarak gerçekleşmiştir. Çavdar kontrol uygulamasında 22.3 cm olan fide boyu, doz artışına paralel olarak azalış göstermiş ve en kısa 17.7 cm olarak 600 mM dozundan elde edilmiştir. Kontrol uygulamasında 29.8 cm olan ekmeçlik buğday fide boyu, doz artışına paralel olarak önemli oranda azalış göstermiştir. Makarnalık buğday kontrol uygulamasında 27.2 cm olan fide boyu, doz artışından önemli oranda etkilenmiştir. Tritikale kontrol uygulamasında 23.9 cm olan fide boyu, doz artışına paralel olarak önemli oranda azalış göstermiştir. Kontrol ve 600 mM uygulamaları karşılaştırıldığında; fide boyu yönünden en fazla azalış ekmeçlik (%29.5) ve makarnalık buğdayda (% 25.4) belirlenirken, en düşük azalış ise arpada (%9.5) gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

Araştırma bulgularımız, bazı bitkilerde tuz stresi artıkça genelde çimlenme yüzdesinin azaldığını ve çimlenmenin

geciktğini, fide/ bitki boyunun kıaldığını, yaprak alanının ve kardeş sayısının azaldığını bildiren diğer araştırma sonuçlarıyla uyumludur (Gupta ve Srivastava, 1989; Pessaraki ve ark. 1991; Van Hoorn, 1991; Atak, 2014)

Yaprak sayısı

Arpada yaprak sayısı doz artışıyla önemli oranda azalış göstererek en düşük 1.17 adet/fide ile 600 mM tuz uygulamasında belirlenmiştir. Çavdarda yaprak sayısı da doz artışıyla önemli oranda azalış göstererek en düşük 2.0 adet/fide ile 600 mM tuz uygulamasında belirlenmiştir. Ekmeçlik buğdayda kontrol uygulamasında 2.62 olan yaprak sayısı doz artışına bağlı olarak önemli oranda azalış göstermiş ve 600 mM dozda 2 adet/bitki olarak gerçekleşmiştir. Makarnalık buğdayda 2.23 (kontrol)-2.0 (600 mM) arasında değişim gösteren yaprak sayısı tritikale'de 3.0 (kontrol) ile 2.0 (600 mM) arasında değişim göstermiştir. Yaprak sayısı yönünden kontrol ve 600 mM'lık tuz uygulamaları karşılaştırıldığında; en fazla etkilenme sırasıyla % 41.8 ve % 33.3 azalış ile arpa ve tritikale çeşitlerinde, en az etkilenme ise % 10.3 azalış ile makarnalık buğday çeşidinde olmuştur (Çizelge 1). Makarnalık çeşit artan tuz dozlarında yaprak sayısı yönüyle fazla etkilenmemiştir.

Fide yaş ağırlığı

Fide yaş ağırlığı değerleri arpada 2.311 g/bitki (kontrol) ile 1.617 g/bitki (600 mM) arasında değişim göstermiştir. Tüm tuz uygulamalarında kontrole göre azalışlar belirlenmiştir. Çavdarda fide yaş ağırlığı değerleri 1.668 g / bitki (kontrol) ile 1.098 g / bitki (600 mM) arasında değişim göstermiştir. Doz artışı fide yaş ağırlığı değerlerinin önemli oranda azalmasına neden olmuştur. Fide yaş ağırlığı değerleri; ekmeçlik buğdayda 2.526 g / bitki (kontrol) ile 1.452 g / bitki (200 mM) arasında, makarnalık buğdayda 2.631 g / bitki (kontrol) ile 1.512 g / bitki (600 mM) arasında ve tritikalede ise 2.091 g / bitki (200 mM) ile 1.410 g / bitki (600 mM) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 1).

Doz artışları fide yaş ağırlığı değerlerini önemli derecede azaltmıştır. Fide yaş ağırlığı

yönünden kontrol ve 600 mM'lık tuz uygulamaları dikkate alındığında; en fazla etkilenme % 42.5 azalış ile makarnalık ve ekmeçlik buğdaylarda olurken, en az etkilenme % 28.8 azalış ile tritikale ve % 30.2 azalış ile arpada oluşmuştur (Çizelge 1).

Yaprak oransal su içeriği

Yaprak oransal su içerikleri tuz dozu artıkça önemli olarak azalış göstermiştir. Kontrol uygulamalarında arpada % 88.3 olan yaprak oransal su içeriği tuz dozu artıkça azalış göstererek 200 mM dozunda % 87.3, 400 mM dozunda 79.8 ve 600 mM dozunda ise %74.8 olmuştur. Çavdarda % 81.6 (kontrol) ile % 71.3 (600 mM) arasında değişim gösteren yaprak oransal su içeriği, ekmeçlik buğdayda % 87.3 (kontrol) - % 77.7 (600mM), makarnalık buğdayda % 90.2 (kontrol) - % 81.1 (600mM) arasında ve tritikalede ise % 86.7 (kontrol) - % 74.1 (600mM) arasında değişim göstermiştir. Kontrol ve 600 mM'lık tuz uygulamaları karşılaştırıldığında, oransal olarak en az yaprak su içeriği kaybı makarnalık buğday (% 10.1) ve ekmeçlik buğdayda (%11.0), en fazla kayıp ise arpa (% 15.3) ve tritikalede (%14.5) belirlenmiştir (Çizelge 1).

Salim, (1991) 4 farklı (Arpa, buğday, çavdar ve tritikale) tahıl cinslerini tuz stresine dayanım yönünden karşılaştırdığı çalışmada; tuz dozunun artmasıyla gövde su içeriğinin tüm tahıl çeşitlerinde azaldığını bildirmektedir. Çalışmamızda da incelen tüm serin iklim tahıl genotiplerinde tuz stresi artıkça yaprak oransal su içeriği azalmıştır. Siddique ve ark. (2000), kuraklık stresine maruz bırakılan buğday genotiplerinde yaprak su potansiyelinin ve yaprak bağıl su içeriğinin azaldığını bildirmektedirler. Farooq ve Azam (2006) tuz dozu artıkça buğday genotiplerinde yaprak oransal su içeriğinin azaldığını bildirmektedir. Lonbani ve Arzani (2011) tritikale ve buğday genotiplerini kullanarak yaptıkları çalışmada değişik morfo-fizyolojik parametreleri kullanarak kuraklığa dayanıklı genotipleri belirlemeye çalıştıkları araştırma sonucunda; strese dayanıklı genotiplerde yaprak bağıl su içeriğinin daha

yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bulgularımız bu çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur.

Yaprak membran stabilite değerleri

Hücre membran stabilite değerleri arpa kontrol uygulamasında % 15.3 olarak en düşük olarak belirlenmiştir. Tuz dozu artıkça yaprak hücre membran stabilite değeri Arpada önemli olarak artış göstermiştir. Hücre membran stabilite değerleri çavdarda % 18.2 ile kontrol uygulamasında en düşük olarak belirlenirken, 400 mM dozunda en yüksek (% 28) olarak belirlenmiştir. Hücre membran stabilite değeri ekmeçlik buğday kontrol uygulamasında % 19.1 iken 200 mM tuz uygulamasında % 22.2 olarak belirlenmiştir ve doz artışına paralel olarak artarak 600 mM dozunda % 30.1 olmuştur. Yaprak membran stabilite değerleri makarnalık buğday ve tritikalede sırasıyla; % 23.1 (kontrol)-31.9 (600mM) ve % 16.8 (kontrol)-26.0 (600mM) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 1).

Yapılan önceki bazı çalışmalarda (Bajji ve ark., 2001; Farooq ve Azam, 2006) daha yüksek derecede elektrolit sızma değerleri elde edilmiştir. Bu farklılıkların kullanılan genotip ve stres yoğunluk farklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çalışmamızda kullandığımız tuz dozları bitkilerde kısa sürede yeterli yaralanmayı oluşturmamış olabilir. Bitkiler 200, 400 ve 600 mM'lık sulama sularıyla sulanmış olmasına rağmen kök çevresinde bu oranda tuzluluk oluşmamış ve çalışma kısa süreli olduğu için bitkiler bünyelerine fazla tuz almamış olabilir.

Hücre membranları strese maruz kalmış bir çok bitkide ilk hedeftirler ve bu zararın stres (kuraklık-tuzluluk) durumunda bütünlüğünü ve stabiliteelerini koruyabilmeleri strese dayanımı göstermede ana bileşen olarak kabul edilmektedir (Bajji ve ark., 2001). Stres koşullarında hücre stabilitesi yüksek olan ya da hücre yapısını koruyan dayanıklı olarak kabul edilmektedir. Membran stabilite tekniği yüksek tuz konsantrasyonlarında buğday genotiplerini tuza tolerans yönünden sınıflandırmada etkili bulunmuştur (Premachandra ve Shimada, 1987; Agarie ve ark., 1989; Bajji ve ark., 2001; Farooq ve

Azam, 2006; Petrov ve ark., 2012). Stres koşullarında hücre membran yaralanmasının derecesi, hücreden sızan elektrolit miktarının (elektriksel iletkenlik) ölçülmesiyle kolayca tahmin edilmektedir. Strese maruz kalan bitki hücre dokularından sızan elektrolit miktarı ne kadar az ise, o bitki /doku strese o denli dayanıklıdır.

Sonuç

Araştırmada kullanılan serin iklim tahıl cins ve türlerine ait çeşitlerin artan tuz stresi karşısında incelenen özellikler yönüyle çıkış aşamasında farklı tepkiler verdiği, ancak incelenen özelliklerin genelde önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir. İncelenen özellikler ve kullanılan tuz dozları topluca değerlendirildiğinde; tuz stresi (doz) arttıkça genotiplerde genelde çıkış oranı, fide boyu, yaprak sayısı, fide yaş ağırlığı ve yaprak oransal su içeriği değerleri azalırken, çıkış indeksi, ortalama çıkış zamanı ve yaprak membran stabilite değerleri artış göstermiştir. Arpada tuz dozu arttıkça çıkış oranı önemsiz olarak artış gösterirken, fide yaş ağırlığı azalışı ise önemsiz bulunmuştur. Makarnalık buğday ve tritikalede ortalama çıkış zamanının uzaması önemsiz olmuştur. Diğer genotiplerde artan tuz dozları, incelenen özellikleri önemli ölçüde etkilemiştir. Çalışmamızda incelenen özelliklerin çoğu yönüyle arpa, çavdar ve tritikale çeşitlerinin ekmeçlik ve makarnalık buğday çeşitlerine göre daha toleranslı olduğu görülmüştür. Serin iklim cinslerine ait tahıl genotiplerini çimlenme ve çıkış aşamasında tuz stresine dayanım bakımında karşılaştırmak amacıyla her cins ya da türe ait fazla sayıda genotip kullanılarak yapılacak bir çalışma daha iyi sonuçlar verebilecektir.

Kaynaklar

Agarie S, Hanaoka N, Kubota F, Agata W, Kaufman P B, 1995. Measurement of cell membrane stability evaluated by electrolyte leakage as a drought and heat tolerance test in rice (*Oryza sativa* L.). Journal of the Faculty of Agriculture. Kyushu University, 40, (1-2): 233-240.

Almansouri M, Kinet J M, Lutts S, 2001. Effect

of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Plant Soil, 231: 245–256.

Anonim 2013. Türkiye İstatistik Kurumu <http://www.tuik.gov.tr/> Erişim, Mayıs, 2015

Atak M, 2014. Ekmeçlik buğday genotiplerinin çimlenme aşamasında oluşturulan tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. MKÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (1): 1-10.

Bajji M, Kinet J M, Lutts S, 2001. The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat. Plant Growth Regulation, 36: 61–70.

Blum A, Ebrocon A, 1981. Cell membrane stability as measure of drought and heat tolerance in wheat. Crop Science, 21; 43-47.

Begum F, Karmoker J L, Fattah Q A, Maniruzzaman A F M, 1992. The Effect of salinity and its correlation with K⁺, Na⁺, Cl⁻ accumulation in germinating seeds of *Triticum aestivum* L. cv. Akbar. Plant Cell Physiol, 33 (7): 1009-1114.

Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F, 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II) A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1021, Ders Kitabı: 295, Ankara.

Ellis R H and Roberts E H, 1980. Towards a Rational Basis For Seed Testing Seed Quality. In: Hebblethwaite P., ed. Seed Production. Butterworths, London, pp.605-635.

Farooq S, Azam F, 2006. The use of cell membrane stability (CMS) technique to screen for salt tolerant wheat varieties. J Plant Physiol, 163: 629– 637.

Francois L. E, Maas E V, Donovan T J, Youngs V L, 1986. Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth, and germination of semi-dwarf and durum wheat. Agronomy Journal, 78; 1053–1058.

Gupta S C, Srivastava J P, 1989. Effect of salt stress on morpho-physiological parameters in wheat. Indian Journal of Plant Physiology, 32 (2): 169-171.

Kocheva K V, Kartseva T, Landjeva S, Georgiev G I, 2009. Physiological response of wheat

- to mild and severe osmotic stress. *Cereal Research Communications*, 37(2): 199-208.
- Kün E, 1996. Tahıllar-I. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1451, Ders Kitabı. 431-440 s. Ankara.
- Maguire J D, 1962. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2; 176-177.
- Lonbani M, Arzani A, 2011. Morpho-physiology traits associated with terminal drought stress tolerance in triticale and wheat. *Agronomy Research*, 9;: 315-329.
- Pessaraki M, Tucker T C, Nakabayashi K, 1991. Growth response of barley and wheat to salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 14(4): 331-340.
- Petrov P I, Kocheva K V, Petrova AS, Georgiev G I, 2012. Ion leakage and leaf anatomy of barley plants subjected to dehydration. *Genetics and Plant Physiology*, 2(1-2): 15-23.
- Premachandra G S, Shimada T, 1987. The Measurement of cell membrane stability using polyethylene glycol as a drought tolerance. *Japan Journal of Crop Science*, 56(1): 92-98.
- Salim M, 1991. Comparative growth responses and ionic relations of four cereals during salt stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 166: 204-209.
- Siddique M R B, Hamid A, Islam M S, 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 41; 35-39.
- Smart R, Bingham G E, 1974. Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiology*, 53: 258-260.
- Van Hoorn J W, 1991. Development of soil salinity during germination and early seedling growth and its effect on several crops. *Agricultural Water Management*, 20: 17-28.