



Araştırma Makalesi/Research Article

## Farklı Tuz (NaCl) Konsantrasyonlarının Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Çimlenme Özelliklerine Etkisinin Belirlenmesi

Şükrü Sezgi Özkan<sup>1</sup> Gülcan Demiroğlu Topçu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir

\*Sorumlu yazar: gulcan.demiroglu.topcu@ege.edu.tr

Geliş Tarihi: 15.08.2017

Kabul Tarihi: 30.10.2017

### Öz

Bu çalışmada, farklı tuz (NaCl) konsantrasyonlarının (kontrol, 2,5, 5,0, 7,5, 10,0 g/l) iki sıralı arpa çeşitlerinin bazı çimlenme özellikleri ile erken fide evresinde bitki gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bitkisel materyal olarak Karatay-94, Larende, Samyeli ve Şahin-91 iki sıralı arpa çeşitleri kullanılmış ve çimlenme oranı (%), sürgün ve kök uzunluğu (cm), sürgün yaş ve kuru ağırlığı (mg), kök yaş ve kuru ağırlığı (mg) ile tuz tolerans indeksi (%) parametreleri belirlenmiştir. Arpa çeşitlerinin tuz konsantrasyonlarına farklı tepkiler gösterdiği ve artan tuz konsantrasyonlarının incelenen tüm parametrelerde, istatistiksel olarak önemli düzeyde olumsuz etkisinin olduğu bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, Şahin-91 çeşidinin diğer çeşitlere göre tuz toleransının daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Arpa, *Hordeum vulgare* L., çimlenme, tuz stresi, NaCl

### Effects of Different Salt (NaCl) Concentration on Germination of Some Barley (*Hordeum vulgare* L.) Cultivars

#### Abstract

In this study, effects of different salt (NaCl) concentrations (control, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 g·L<sup>-1</sup>) on germination and early seedling growth characteristics of barley cultivars were investigated. Karatay-94, Larende, Samyeli and Şahin-91, which are double-row barley cultivars, were used as a plant material and germination rate (%), shoot and root length (cm), shoot fresh and dry weight (mg), root fresh and dry weight (mg) and salt tolerant index (%) parameters were determined. Barley cultivars showed different responses to salt concentrations, and increased salt concentrations were found to have a statistically significant negative effect on all parameters examined. According to results, Şahin-91 were obtained comparatively higher tolerance to salinity than the other cultivars.

**Keywords:** Barley, *Hordeum vulgare* L., germination, salt stress, NaCl

### Giriş

Tahıllar içerisinde arpa, Dünya’da buğday, mısır ve çeltikten sonra yetiştiriciliği en fazla yapılan kültür bitkisidir (Anonim, 2014). Ülkemizin hemen her bölgesinde başarı ile yetiştirilebilmekte, özellikle çiftlik hayvanlarının beslenmesi olmak üzere, malt ve bira sanayisinde ve günümüzde bir miktar insan beslenmesinde de tüketilmektedir (Sarı ve İmamoğlu, 2009). Türkiye’de 2016 yılında 27.400.521 da ekim alanı ve 6.700.000 ton üretim ile buğdaydan sonra ikinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2016).

Kültür bitkileri üretiminde verimliliği etkileyen faktörlerden birisi, toprak tuzluluğudur. Dünya’da 397 milyon hektar alanda tuzluluk problemi bulunmakta, ülkemizde ise 1,52 milyon hektar alanda tuzluluk problemi görülmektedir (Matichenkov ve Kosobrukov, 2004; Sönmez, 2004). Toprakta en çok bulunan tuz formu olan sodyum klorür (NaCl), toprak bünyesinde birikimi nedeniyle kültür bitkilerinin büyüme ve gelişmesini, dolayısı ile verimliliği olumsuz yönde etkilemekte ve ekonomik zararlara neden olmaktadır (Mahajan ve Tuteja, 2005).

Bitkiler tuz toleransı açısından familya, cins ve tür bakımından önemli farklılıklar göstermekte; çoğu zaman tür içinde farklı çeşitler bile tuzluluktan farklı oranlarda etkilenmektedir. Bitkilerde tuz stresinin tüm gelişme dönemlerini etkilediği, ancak pek çok bitki türünde en çok zararın çimlenme ve erken gelişme dönemlerinde görüldüğü bildirilmektedir (Munns, 2002). Çimlenme ve erken gelişme dönemlerinde herhangi bir olumsuzluk yaşanmaması, dolayısıyla birim alanda istenen bitki sıklığının elde edilmesi, başarılı bir bitkisel üretimin ön şartıdır (Munsuz ve ark., 2001). Tuzluluk probleminin görüldüğü topraklarda hızlı ve tatminkâr çimlenme gösteren çeşitler, hem büyüme ve



gelişme evresinde de tuzluluktan daha az etkilenmekte, hem de kuraklığa dirençli olabilmektedirler (Bradford, 1995).

Arpa ekim alanlarının büyük bir kısmının, Anadolu Platosu ve yağışı sınırlı alanlarda olduğu bilinmektedir. Ekonomik anlamda kültür bitkisi yetiştirilmesinin uygun olmayacağı tuzlu topraklarda, tuzluluğa dayanıklı yem bitkilerinin yetiştiriciliğinin yapılması, ülkemizde görülen mevcut kaba yem açığının kapatılması açısından büyük önem taşımaktadır. Ülke genelinde son yıllarda gıda sektöründeki artan et fiyatlarındaki ani yükselişlerin önüne geçilmesi amacıyla, zaman zaman ithalata izin verilmesi ile hayvan sayısında artış meydana geleceği düşünülmektedir. Bu durumda hem kaba yem, hem de kesif yem açığının azaltılması için olumsuz çevre koşullarına adapte olabilen ve aynı zamanda yüksek verim potansiyeline sahip arpa çeşitlerinin belirlenmesi gereği ön plana çıkmaktadır (Kendal ve ark., 2010).

Bu araştırma; tuzluluk sorunu görülen alanlarda ekonomik düzeyde verim sağlanabilmesi için farklı tuz dozlarının 4 farklı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin çimlenme ve erken gelişme dönemlerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

### Materyal ve Metot

Çalışma, 2016 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Tohumluk Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre 4 tekerrürlü ve 2 faktörlü olarak yürütülen denemede, bitkisel materyal olarak Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından tescil ettirilen Karatay-94 ve Larende çeşitleri ile GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi tarafından tescil ettirilen Samyeli ve Şahin-91 iki sıralı arpa çeşitleri kullanılmıştır.

İncelenen çeşitlerin çimlenmesi üzerine tuz konsantrasyonlarının etkilerinin belirlenmesi amacıyla, çeşitlere 5 farklı sodyum klorür (NaCl) tuz dozu (0, 2,5, 5,0, 7,5, 10,0 g/lt) uygulanmıştır. Deneme öncesi kullanılan tohumlar yüzey sterilizasyonu amacıyla 10 dakika %1'lik sodyum hypochloride çözeltisi ile dezenfekte edilmiştir. Her çeşitten 25 (her uygulama için 4 tekerrür 4x25=100 tohum) tohum, içerisinde Whatman No.1 filtre kâğıdı bulunan petri kaplarına (15 cm çapında) yerleştirilmiştir. Denemede 80 petri kullanılmış (4 çeşit x 5 doz x 4 tekerrür) ve petri kapları içerisine 10 ml farklı tuz yoğunlukları içeren solüsyon konularak, evaporasyonun önlenmesi amacıyla parafilm ile kaplanmıştır. Petri kaplarında tuz birikimini engellemek amacıyla her 2 günde bir filtre kâğıtları değiştirilmiştir (Doğan ve Budaklı Çarpıcı, 2016). İklimlendirme dolabına konulan petri kapları, karanlık ortamda 20±1°C'de 7 gün süre ile çimlenmeye bırakılmıştır (Anonim, 2006). 7 gün sonunda kök uzunluğu 1 mm'yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve her petri kabında çimlenen tohumlar oranlanıp yüzdeye çevrilerek çimlenme oranı değerleri saptanmıştır. Sürgün/kök uzunluğu ve sürgün/kök yaş ağırlığı parametrelerine ilişkin ölçümler ise yine 7. günün sonunda 10 fide üzerinden gerçekleştirilmiştir. Kök ve sürgün kuru ağırlığının belirlenmesi için 7. günün sonunda alınan örnekler 65°C'de 48 saat kurutulup tartılmıştır. Fidelerin sürgün ve kök toplam kuru ağırlıkları kullanılarak, aşağıdaki eşitlik ile "tuz tolerans indeksi" hesaplanmıştır (Budaklı Çarpıcı ve ark., 2009).

$$\text{Tuz Tolerans İndeksi (\%)} = \left( \frac{T_t \times \text{TKA}}{T_0 \times \text{TKA}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Eşitlikte, TKA= toplam kuru ağırlığı, T<sub>t</sub>= t tuz dozundaki toplam kuru ağırlığı, T<sub>0</sub>= kontrol uygulamasındaki toplam kuru ağırlığını ifade etmektedir.

Araştırmada elde edilen veriler; Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Çayır-Mera ve Yembitkileri Bilim Dalı Bilgisayar Laboratuvarı'nda hazır paket program (TOTEMSTAT) kullanılarak Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre varyans analizine tabi tutulup, istatistikî olarak LSD %5'e göre değerlendirilmiştir (Açıkgöz ve ark., 1994).

### Bulgular ve Tartışma

**Çimlenme Oranı (%):** Araştırmada, ele alınan çeşitler artan tuz dozlarına karşı benzer tepkiler göstermiş ve bu nedenle çeşit x tuz interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Arpa çeşitlerinde ortalama çimlenme oranları istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiş ve en yüksek çimlenme oranı %98,40 ile Şahin-91 çeşidinde ve en düşük çimlenme oranı ise %90,70 ile Larende çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 1). Tuz konsantrasyonlarının ortalama çimlenme oranları üzerindeki etkileri ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Buna karşın, tuz konsantrasyonu arttıkça, ortalama çimlenme oranlarında azalma (%96,13-94,38) izlenmektedir. Bu sonucun artan tuz iyonlarının toksik etkisi ve ortamdaki osmotik basıncın tohumların su alımını olumsuz etkilenmesinden kaynaklandığı



Çizelge 1. Farklı NaCl konsantrasyonlarının arpa çeşitlerinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi

Çeşitler	Tuz Dozları (g/lt)					Ortalama
	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0	
<b>Çimlenme Oranı (%)</b>						
Karatay-94	97,50	97,50	97,50	96,25	96,25	97,00 ab
Larende	91,25	91,25	90,50	90,50	90,00	90,70 c
Samyeli	97,00	97,00	96,25	95,75	93,75	95,95 b
Şahin-91	98,75	98,75	98,75	98,25	97,50	98,40 a
Ortalama	96,13	96,13	95,75	95,19	94,38	
V.K.=%3,02	LSD (%5): Çeşit: 1,82		Tuz : öd	Çeşit x Tuz: öd		
<b>Sürgün Uzunluğu (cm)</b>						
Karatay-94	11,24 cd	10,57 de	6,61 fg	5,16 ij	0,98 m	6,91 b
Larende	9,78 e	9,92 e	5,50 hi	4,57 j	0,99 m	6,15 d
Samyeli	11,23 cd	12,57 ab	5,34 ij	3,14 k	0,36 m	6,53 c
Şahin-91	11,78 bc	12,67 a	7,40 f	6,20 gh	1,89 l	7,99 a
Ortalama	11,01 b	11,43 a	6,21 c	4,77 d	1,05 e	
V.K.=%8,38	LSD (%5): Çeşit: 0,36		Tuz: 0,41	Çeşit x Tuz: 0,81		
<b>Kök Uzunluğu (cm)</b>						
Karatay-94	10,04 a	7,24 cd	6,95 de	6,18 ef	2,97 ij	6,67 a
Larende	6,98 de	7,05 cd	5,13 g	4,99 gh	2,37 jk	5,30 c
Samyeli	8,47 b	9,82 a	5,08 gh	3,40 i	1,99 k	5,75 b
Şahin-91	7,81 bc	6,13 f	5,68 fg	4,30 h	2,48 jk	5,28 c
Ortalama	8,32 a	7,56 b	5,71 c	4,71 d	2,45 e	
V.K.=%10,12	LSD (%5): Çeşit: 0,37		Tuz: 0,41	Çeşit x Tuz: 0,82		
<b>Sürgün Yaş Ağırlığı (mg)</b>						
Karatay-94	106,60 cd	108,70 c	76,75 g	64,70 h	10,35 m	73,42 b
Larende	104,45 de	103,00 e	64,25 h	48,30 j	8,60 mn	65,72 c
Samyeli	96,25 f	125,90 b	57,75 i	33,75 k	6,50 n	64,03 d
Şahin-91	105,90 cde	131,25 a	76,05 g	66,50 h	15,40 l	79,02 a
Ortalama	103,30 b	117,21 a	68,70 c	53,31 d	10,21 e	
V.K.=%3,49	LSD (%5): Çeşit: 1,55		Tuz: 1,73	Çeşit x Tuz: 3,46		
<b>Kök Yaş Ağırlığı (mg)</b>						
Karatay-94	40,15 d	45,35 b	32,25 f	24,25 j	9,30 n	30,26 a
Larende	48,35 a	31,05 g	24,80 j	21,55 l	7,75 o	26,70 b
Samyeli	28,60 h	34,45 e	25,65 i	21,00 l	5,60 p	23,06 d
Şahin-91	30,40 g	40,85 c	22,75 k	17,25 m	8,20 o	23,89 c
Ortalama	36,88 b	37,93 a	26,36 c	21,01 d	7,71 e	
V,K,=%1,80	LSD (%5): Çeşit: 0,29		Tuz: 0,33	Çeşit x Tuz: 0,66		
<b>Sürgün Kuru Ağırlığı (mg)</b>						
Karatay-94	8,80 e	10,40 c	9,95 cd	3,20 k	1,25 lm	6,72 bc
Larende	11,40 b	10,40 c	5,40 gh	4,60 i	1,20 m	6,60 c
Samyeli	8,95 e	13,20 a	5,60 g	4,95 hi	1,80 l	6,90 b
Şahin-91	11,40 b	9,80 d	11,00 b	8,00 f	3,95 j	8,83 a
Ortalama	10,14 b	10,95 a	7,99 c	5,19 d	2,05 e	
V.K.=%5,84	LSD (%5): Çeşit: 0,27		Tuz: 0,30	Çeşit x Tuz: 0,60		
<b>Kök Kuru Ağırlığı (mg)</b>						
Karatay-94	8,25 b	4,05 hi	3,80 i	2,75 j	0,70 l	3,91 c
Larende	7,75 c	6,85 de	5,35 f	1,95 k	1,50 k	4,68 b
Samyeli	7,95 bc	8,80 a	4,55 g	4,05 hi	0,55 l	5,18 a
Şahin-91	6,45 e	7,00 d	4,70 g	4,25 ghi	4,45 gh	5,37 a
Ortalama	7,60 a	6,68 b	4,60 c	3,25 d	1,80 e	
V.K.=%7,42	LSD (%5): Çeşit: 0,22		Tuz: 0,25	Çeşit x Tuz: 0,50		
<b>Tuz Tolerans İndeksi (%)</b>						
Karatay-94	100,00 b	84,75 e	80,65 f	34,90 l	11,44 n	62,35 c
Larende	100,00 b	90,08 d	56,14 i	34,20 l	14,10 m	58,90 d
Samyeli	100,00 b	130,18 a	60,06 h	53,25 j	13,91 m	71,48 b
Şahin-91	100,00 b	94,12 c	87,96 d	68,63 g	47,06 k	79,55 a
Ortalama	100,00 a	99,78 a	71,20 b	47,75 c	21,63 d	
V.K.=%2,43	LSD (%5): Çeşit: 1,04		Tuz: 1,17	Çeşit x Tuz: 2,33		



düşünülmektedir. Tuz konsantrasyonunda meydana gelen artışa paralel olarak arpa tohumlarının çimlenme ve fide büyümesinin engellendiği birçok araştırmacı tarafından da bildirilmektedir (Huang ve Redmann 1995; Çavuşoğlu ve Kabar, 2008; Benlioğlu ve Özkan, 2015).

**Sürgün Uzunluğu (cm):** Sürgün uzunluklarının gerek çeşit gerekse tuz dozlarına göre farklılık gösterdiği ve bu farklılaşmaların interaksiyon üzerine etkilerinin de önemli olduğu görülmektedir. Bu nedenle interaksiyon değerleri incelendiğinde, çeşitlerin sürgün uzunluklarının 0,36-12,67 cm arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 1). En yüksek sürgün uzunluğu 2,5 g/l tuz dozunda ve Şahin-91 çeşidi ile Samyeli çeşidinden elde edilmiştir. Buna karşılık en düşük sürgün uzunluğu değerlerinin ise 0,36 cm ile Samyeli çeşidi, 0,98 cm ile Karatay-94 çeşidi ve 0,99 cm ile Larende çeşidinin 10 g/l NaCl dozundan elde edildiği saptanmıştır. Bitkilerde sürgün gelişimi üzerine tuz stresinin olumsuz etkisi birçok araştırmacı tarafından da bildirilmektedir (El Madidi ve ark., 2004; Datta ve ark., 2009; Patterson ve ark., 2009). Geressu ve Gezaghegne (2008) sorgum bitkisinde, Önal Aşçı ve Üney (2016) ise Macar fiği bitkisinde özellikle düşük dozlardaki tuz seviyelerinin kontrol uygulamalarına göre herhangi bir farklılık göstermediğini, buna karşın düşük dozlarda incelenen pek çok parametrede olumlu uyarıcı etkisinin bulunduğunu belirtmektedirler. Çalışmamızda 2,5 g/l tuz dozunda sürgün uzunluğu değerlerinde görülen artış, bu araştırmacıların bulgularıyla da uyum göstermektedir.

**Kök Uzunluğu (cm):** Farklı NaCl konsantrasyonlarının arpa çeşitlerinin kök uzunluğu üzerine etkileri incelendiğinde, istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunduğu ve en yüksek kök uzunluğu değerlerinin 10,04 cm ile Karatay-94 çeşidi kontrol uygulamasından ve 9,82 cm ile Samyeli çeşidi 2,5 g/l NaCl uygulamasından elde edildiği görülmektedir (Çizelge 1). Kök uzunlukları tuz dozundaki artışa bağlı olarak kısalma göstermiş ve en düşük kök uzunluğu 1,99 cm ile 10,0 g/l NaCl uygulaması Samyeli çeşidinde belirlenmiştir. Kök gelişiminin durumu tuza dayanıklılıkta önemli bir etken olup, çimlenme sırasındaki su alınımında tuz faktörünün olmadığı durumlarda kök optimum gelişim göstermektedir. Tuz stresi nedeniyle kök gelişiminde görülen gerilemelerin, bitki su alımındaki azalmalardan kaynaklandığı bilinmekte ve olumsuz etkisi birçok araştırmacı tarafından da ortaya konmuştur (Yousofinia ve ark., 2012; Hussain ve ark., 2013). Bu bilgiler göz önüne alındığında, kök uzunluğunun tuza toleranslı genotiplerin seçiminde faydalanılabilecek önemli bir parametre olduğu görüşü ortaya çıkmaktadır (Khan ve ark., 2003).

**Sürgün Yaş Ağırlığı (mg):** Çizelge 1 incelendiğinde, farklı tuz dozlarının arpa çeşitlerinin sürgün yaş ağırlıkları üzerine etkileri istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Araştırmada en yüksek sürgün yaş ağırlığı 131,25 mg ile 2,5 g/l tuz dozunda Şahin-91 çeşidinde, en düşük sürgün yaş ağırlığı ise 10,0 g/l tuz dozunda 6,50 mg ile Samyeli çeşidinde ölçülmüştür. Artan tuz konsantrasyonuna paralel olarak arpa tohumlarının sürgün yaş ağırlığında ciddi düşüşler gözlenmiştir. 2,5 g/l tuz dozunda elde edilen 117,21 mg sürgün yaş ağırlığı değeri, 10,0 g/l tuz dozunda 10,21 mg değerlerine kadar gerilediği görülmektedir. Tuzluluğun, bitkiler üzerine ozmotik etkilerinin dışında iyonların toksik etkilerinin de zarar gösterdiği bilinmektedir. Birçok bitki türünde, bilhassa Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonları olmak üzere, tuzlu koşullarda ortamdaki iyon miktarının artmasıyla bitki gelişiminde önemli gerilemeler görülmektedir. Buna ek olarak sodyum klorür, fotosentez hızını azaltırken solunum hızını artırmakta ve sonuçta net fotosentez oranı ile buna bağlı olarak bitki gelişimi olumsuz etkilenmektedir. Farklı tuz konsantrasyonları altında yapılan çalışmalarda, bitkilerde sürgün yaş ağırlığı açısından çeşitler arasında önemli farklılıkların görüldüğü ve sürgün gelişimi dikkate alınarak seçilen tuza toleranslı çeşitlerin tuzluluk problemi görülen alanlarda yetiştirilebilmesi gerektiği bildirilmektedir (Irshad ve ark., 2002; Chen ve ark., 2007; El Goumi ve ark., 2014).

**Kök Yaş Ağırlığı (mg):** Farklı tuz konsantrasyonlarına arpa çeşitlerinin kök yaş ağırlıklarına etkisinin istatistikî olarak önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Kontrol uygulamasında Larende çeşidinde 48,35 mg ile en yüksek kök yaş ağırlığı elde edilirken, 10,0 g/l uygulamasında Samyeli çeşidinde 5,60 mg ile en düşük değer belirlenmiştir. Artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak kök yaş ağırlığı değerlerinde, sürgün yaş ağırlığındaki gibi düşüşler gözlenmiştir. En yüksek değer 37,93 mg ile 2,5 g/l tuz dozunda elde edilirken, en düşük değer 7,71 mg ile 10,0 g/l tuz dozunda saptanmıştır. Çeşitler arasında ise en iyi kök yaş ağırlığı değeri 30,26 mg ile Karatay-94 çeşidinde, en düşük kök





yaş ağırlığı değeri ise 23,06 mg ile Samyeli çeşidinde ölçülmüştür. Yetiştirildikleri ortamlarda görülen tuzluluk probleminin bitkilerde kök yaş ağırlığı üzerine etkisinin bulunduğunu ve tuz miktarındaki artışa bağlı olarak kök yaş ağırlığının azaldığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Munns, 2002; Saboora ve ark., 2006; Çifci ve ark., 2013; El Goumi ve ark., 2014). Çalışmamızda da tuz konsantrasyonundaki artışın incelenen arpa çeşitlerinin kök yaş ağırlıklarını önemli oranda azalttığı görülmektedir.

**Sürgün Kuru Ağırlığı (mg):** Farklı tuz dozlarının arpa çeşitlerinin sürgün kuru ağırlıklarına etkisinin istatistikî olarak önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Araştırmada en yüksek sürgün kuru ağırlığı 13,20 mg ile 2,5 g/l tuz dozunda Samyeli çeşidinde, en düşük sürgün yaş ağırlığı ise 10,0 g/l tuz dozunda 1,80 mg ile yine Samyeli çeşidinde ölçülmüştür. Tuzluluk probleminin yaşandığı alanlarda karşılaşılan fizyolojik kuraklık sonucunda, bitkiler büyüme ve gelişmeleri için gerekli olan suyu topraktan alamamakta (Goertz ve Coons, 1991; Esechie, 1994) ve hücre turgor basıncında görülen azalma nedeniyle bitki gelişimi kısıtlanmaktadır (Ashraf, 1994). Bitkiler su ihtiyaçlarını karşılayamadıklarından dolayı, sürgün yaş ağırlıklarındaki azalmaya bağlı olarak sürgün kuru ağırlıkları da düşmektedir. Çalışmamızda da tuz miktarı arttıkça arpa çeşitlerinin sürgün kuru ağırlıklarının önemli derecede azaldığı gözlenmiştir. Bunun yanı sıra, erken dönemde 2,5 g/l NaCl konsantrasyonunun ise fide gelişimini teşvik ettiği sonucuna varılmıştır.

**Kök Kuru Ağırlığı (mg):** Farklı tuz konsantrasyonlarının kök kuru ağırlığı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ve en yüksek kök kuru ağırlığı 8,80 mg ile Samyeli çeşidinde 2,5 g/l uygulamasından elde edildiği görülmektedir (Çizelge 1). En düşük kök kuru ağırlığı ise 10,0 g/l NaCl uygulamasında 0,70 mg ile Karatay-94 çeşidi ve 0,55 mg ile Samyeli çeşidinde belirlenmiştir. Artan tuz konsantrasyonu sonucunda kök kuru ağırlığı değerlerinde düşüşler gözlenmiş ve en yüksek değer 7,60 mg ile kontrol uygulamasında elde edilirken, en düşük değer ise 1,80 mg ile 10,0 g/l tuz dozunda saptanmıştır. Çeşitler arasında ise en iyi kök kuru ağırlığı değeri 5,37 mg ile Şahin-91 ve 5,18 mg ile Samyeli çeşidinde, en düşük kök kuru ağırlığı değeri ise 3,91 mg ile Karatay-94 çeşidinde ölçülmüştür. Tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerde kök kuru ağırlığı bakımından çeşitler arasında önemli farklılıkların gözlemlendiği pek çok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Ashraf, 1994; Eker ve ark., 2006; Yıldırım ve ark., 2008). Bulgularımız araştırmacıların sonuçları ile paralellik göstermektedir.

**Tuz Tolerans İndeksi (%):** Araştırmada 2,5 g/l NaCl konsantrasyonundan sonra tuz tolerans indeksi parametresi azalma eğilimi göstermesine rağmen, incelenen çeşitlerin tuz konsantrasyonlarına tepkilerinin farklı olması çeşit x tuz konsantrasyonu interaksyonunun önemli bulunmasına neden olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Çeşitlerin 2,5 g/l NaCl konsantrasyonunda tuz tolerans indeksinin %84,75-130,18 arasında ve 10,0 g/l NaCl konsantrasyonunda %13,91-47,06 arasında değişmesi, çeşitlerin tuzluluğa tepkisinin oldukça farklı olabileceğini göstermektedir. Bitkiler tuzlu ortamlarda yetiştirildiklerinde, bünyelerine aldıkları  $Na^+$  ve  $Cl^-$  iyonlarını kök, gövde ve yapraklarda biriktirmektedir. Bitkilerin çeşitli organlarında  $Na^+$  ve  $Cl^-$  birikimi ise gelişmeyi geriletmekte ve tuza toleranslarını da ciddi oranda etkilemektedir (Salisbury ve Ross, 1992). Nitekim Budaklı Carpıcı ve ark. (2009), Kökten ve ark. (2010) ve Abdi ve ark. (2016), bitkilerde tuz konsantrasyonlarındaki artışa bağlı olarak tuz stres toleransının azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmamızda, NaCl konsantrasyonu artışı ile tuz tolerans indeksi değeri önemli derecede azaldığı saptanmıştır. Ancak, Şahin-91 çeşidinde artan tuz konsantrasyonlarında görülen olumsuz etkinin diğer çeşitlere göre daha düşük olması dikkat çekmektedir.

### Sonuç ve Öneriler

Farklı tuz konsantrasyonlarının dört farklı iki sıralı arpa çeşitlerinin bazı çimlenme ve erken gelişme dönemlerindeki özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmamızda elde edilen sonuçlar, tuz dozlarındaki artışın incelenen özelliklerin tümü üzerine istatistikî olarak önemli düzeyde olumsuz etkisinin olduğunu göstermektedir. Araştırmadan elde edilen verilere göre, tuzluluk probleminin görüldüğü alanlarda arpa yetiştiriciliği yapılması istendiğinde, öncelikle Şahin-91 gibi çimlenme ve erken fide gelişme döneminde tuzluluğa toleransı yüksek çeşitlerin seçilmesinin verim ve kalite özellikleri açısından daha yararlı olacağı düşünülmektedir. Ancak, kontrollü koşullar altında



gerçekleştirilen araştırmamıza ait sonuçların, son yıllarda küresel ısınma ve çevre kirliliğinin etkisiyle hızla artış gösteren tuzluluk problemi görülen veya tuz içeren sulama suyuna sahip alanlarda arpa çeşitlerinin yetiştiriciliği yapılmasıyla elde edilecek sonuçlarla desteklenmesi gerekliliği unutulmamalıdır.

### Kaynaklar

- Abdi, N., Wasti, S., Salem, M.B., El Faleh, M., Mallek-Maalej, E., 2016. Study on Germination of Seven Barley Cultivars (*Hordeum vulgare* L.) under Salt Stress. Journal of Agricultural Science. 8 (8) : 88-97.
- Açıkgöz, N., Akbaş, M.E., Moghaddam, A., Özcan, K., 1994. Pc'ler İçin Veritabanı Esaslı Türkçe İstatistik Paketi: TARİST. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan, Bornova-İzmir, 131-136s.
- Anonim, 2006. International Rules For Seed Testing, Edition 2006. Bassersdorf: International Seed Testing Association.
- Anonim, 2014. Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO) Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü Resmi İnternet Sitesi Verileri.
- Anonim, 2016. Bitkisel ve Hayvansal Üretim İstatistikleri. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu.
- Ashraf, M., 1994. Breeding For Salinity Tolerance in Plants. Critical Reviews in Plant Science. 13: 17-42.
- Benlioğlu, B., Özkan, U., 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.
- Bradford, K.J., 1995. Water relations in seed germination. In: Kigel, J. and G. Galili, (Ed.) Seed development and germination. Marcel Dekker, Inc., New York, pp: 351-396.
- Budaklı Carpıcı, E., Celik, N., Bayram, G., 2009. Effects of Salt Stress on Germination of Some Maize (*Zea mays* L.) Cultivars. Afr. J. Biotechnol. 8(19): 4918-4922.
- Chen, Z., Cuin, T.A., Zhou, M., Twomey, A., Naidu, B.P., Shabala, S., 2007. Compatible solute accumulation and stress-mitigating effects in barley genotypes contrasting in their salt tolerance. J. Exp. Bot. 58:4245-4255
- Çavuşoğlu, K., Kabar, K., 2008. Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin Tuzlu Koşullar Altındaki Arpa Tohumlarının Çimlenmesi Üzerindeki Etkilerinin Karşılaştırılması. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi. 20(1): 43-55.
- Çifci, E., Kurt, P., Yağdı, K., 2013. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Triticale Çeşitlerinin Çimlenmesi Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 27(2): 1-12.
- Datta, J.K., Nag, S., Banerjee, A., Mondal, N.K., 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.
- Doğan, R., Budaklı Çarpıcı, E., 2016. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Triticale Hatlarının Çimlenmesi Üzerine Etkileri. KSÜ Doğa Bil. Derg. 19(2): 130-135.
- Eker, S., Cömertpay, G., Konuşkan, Ö., Ülger, A.C., Öztürk, L., Çakmak, İ., 2006. Effect of salinity stress on dry matter production and ion accumulation in hybrid maize varieties. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 30: 365-373.
- El Goumi, Y., Fakiri, M., Lamsaouri, O., Bencheikroun, M., 2014. Salt stress effect on seed germination and some physiological traits in three Moroccan barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. J. Mater. Environ. Sci. 5(2): 625-632.
- El Madidi, S., El Baroudi, I., Aameur F.B., 2004. Effects of salinity on germination and early growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. Journal of Agricultural Biology. 6:767-770.
- Esechie, H.A., 1994. Interaction of salinity and temperature on the germination of sorghum. Journal of Agronomy and Crop Science. 172: 194-199.
- Geressu, K., Gezaghagne, M., 2008. Response of some lowland growing sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) accession to salt stress during germination and seedling growth. African Journal of Agricultural Res. 3(1): 44-48.
- Goertz, S.H., Coons, J.M., 1991. Tolerance of tepary and navy beans to NaCl during germination and emergence. Hortscience. 26: 246-249.
- Huang, J., Redmann, R.E., 1995. Salt tolerance of *Hordeum* and *Brassica* species during germination and early seedling growth. Canadian Journal of Plant Science. 75(4): 815-819.
- Hussain, S., Khaliq, A., Matloob, A., Wahid, M.A., Afzal, I., 2013. Germination and growth response of three wheat cultivars to NaCl salinity. Soil Environ. 32(1): 36-43.
- Irshad, M., Yamamoto, S., Eneji, A.E., Endo, T., Hona, T., 2002. Urea and Manure Effect on Growth and Mineral Contents of Maize Under Saline Conditions. J. Plant Nutrit. 25(1): 189-200.
- Kendal, E., Kılıç, H., Tekdal, S., Altıkat, A., 2010. Bazı Arpa Genotiplerinin Diyarbakır ve Adıyaman Kuru Koşullarında Verim ve Verim Unsurlarının İncelenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 14(2): 49-58.



- Khan A.A., Rao, S.A., McNeilly, T., 2003. Assessment of salinity tolerance based upon seedling root growth response functions in maize (*Zea mays* L.). *Euphytica*. 131(1): 81- 89.
- Kökten, K., Karaköy, T., Bakoğlu, A., Akçura, M., 2010. Determination of salinity tolerance of some lentil (*Lens culunaris* M.) varieties. *J. Food, Agric. Environ.* 8(1): 140-143.
- Mahajan, S., Tuteja, N., 2005. Cold, Salinity and Drought stresses: An overview. *Biochemistry and Biophysics*. 444: 139-158.
- Matichenkov, V.V., Kosobrukov, A.A., 2004. Si effect on the plant resistance to salt toxicity. Proceeding of the ISCO 2004, 13th International Soil Conservation Organization Confernces, Conserving Sol and Water for Society: Sharing Solutions, Brisbane, Australia.
- Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment* 25: 239-250.
- Munsuz, N., Çaycı, G., Sözüdoğru Ok, S., 2001. Toprak Islahı ve Düzenleyiciler (Tuzlu ve Alkali Toprakların Islahı). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. No:1518, Ankara.
- Önal Aşçı, Ö., Üney, H. 2016. Farklı tuz yoğunluklarının Macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*. 5(1): 29-34.
- Patterson J.H., Newbiggin E., Tester, M., Bacic, A., Roessner, U., 2009. Metabolic responses to salt stress of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars, Sahara and Clipper which differ in salinity tolerance. *Journal of Experimental Botany*. 60(14): 4089-4103.
- Saboora, A., Kiarostami, K., Behroozbayati, F., Hajhashemi, S., 2006. Salinity (NaCl) tolerance of wheat genotypes at germination and early seedling growth. *Pakistan Journal of Biological Science*. 9(11): 2009-2021
- Salisbury, F.B., Ross, C.W., 1992. *Plant Physiology*. Wadsworth Pub. Com. Inc. Belmont, California- USA.
- Sarı, N., İmamoğlu, A., 2009. Menemen Ekolojik Koşullarına Uygun İleri Arpa Hat ve Çeşitlerinin Belirlenmesi. *Anadolu J. of AARI*. 19(1): 24-33.
- Sönmez, B., 2004. Türkiye Çoraklık Kontrol Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Yayın No:33, Ankara.
- Yıldırım, B., Yaşar, F., Özpınar, T., Türközü, D., Terzioğlu, Ö., Tamkoç, A., 2008. Variations in response to salt stress among field pea genotypes (*Pisum sativum* sp. *arvense* L.). *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 7(8): 907-910.
- Yousofinia, M., Ghassemian, A., Sofalian, O., Khomari, S., 2012. Effects of salinity stress on barley (*Hordeum vulgare* L.) Germination and seedling growth. *Intl. J. Agri. Crop Sci*. 4(18): 1353-1357.