

*Gülcan DEMİROĞLU TOPÇU

Orcid No: 0000-0002-5978-4183

**Şükrü Sezgi ÖZKAN

Orcid No: 0000-0001-5989-0384

*Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü (Sorumlu
yazar)

**Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü

gulcan.demiroglu.topcu@ege.edu.tr

DOI

<https://doi.org/10.46291/ISPECJASv.014iss3pp456-467>

Geliş Tarihi: 20/06/2020

Kabul Tarihi: 26/07/2020

Anahtar Kelimeler

Arpa, çimlenme, *Hordeum vulgare* L.,
tuzluluk, tuz kaynağı

Keywords

Barley, germination, *Hordeum
vulgare* L., salinity, salt source

Farklı Tuz Kaynak ve Konsantrasyonlarının Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Tohumlarının Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkileri

Özet

Bu çalışma, farklı tuzluluk kaynakları (CaCl₂, KCl, MgCl₂ ve NaCl) ve bu bileşiklerin farklı konsantrasyonlarının (0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 g/l) arpa (*Hordeum vulgare* L.) tohumlarının çimlenme ve erken fide evresindeki bazı büyüme özellikleri üzerine etkilerinin saptanması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Denemede, bitkisel materyal olarak iki sıralı arpa çeşidi Sur-93 kullanılmıştır. Çimlenme oranı (%), sürgün ve kök uzunluğu (cm), sürgün yaş ve kuru ağırlığı (mg), kök yaş ve kuru ağırlığı (mg) ile tuz tolerans indeksi (%) parametreleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; çimlenme oranı dışındaki tüm özelliklerde uygulamalar arası farklılıklar ile interaksiyonlar istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Çimlenme özellikleri açısından tohumlar, diğer tuz kaynaklarına göre KCl kaynağından nispeten daha az etkilenmiştir.

Effects of Different Salt Sources and Concentrations on Germination Parameters of Barley (*Hordeum vulgare* L.) Seeds

Abstract

This study was conducted to determine the effects of different salinity sources (CaCl₂, KCl, MgCl₂ and NaCl) and different concentrations (0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 g/l) of these compounds on the germination and early seedling growth characteristics of barley (*Hordeum vulgare* L.) seeds. Sur-93, which is double-row barley cultivars, was used as a plant material in research. 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. According to the results of this study, differences between treatments and interaction in all properties except germination rate were found statistically significant. In terms of germination properties, seeds were relatively less affected by KCl source than other salinity sources.

GİRİŞ

Son yıllarda değişen bitki genetik kaynakları koruma yaklaşımları, gelişen toplumsal bilinç ve tüm alanlarda ortaya çıkan sürdürülebilirlik anlayışı, doğal bitki türlerinden farklı amaçlarla yararlanmayı gündeme getirmiş ve her zamankinden önemli bir konuma taşımıştır (Karagüzel, 2003). Bu konuda ilk ele alınanlardan birisi de tuzluluktur. Tuzluluğa karşı bitkilerin reaksiyonları ele alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. Bitkisel verimin kısıtlı tutulduğu tuzlu alanlarda ortaya çıkan ekonomik kayıpların ortadan kaldırılması veya en aza indirgenmesi için de bu alanlarda yetiştirilebilecek en uygun bitki türü veya çeşitlerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Dünya'da tahıllar grubu içinde yer alan buğday, mısır ve çeltik gibi bitkilerden sonra en yoğun olarak yetiştirilen bitkidir (Anonim, 2014). Besleyicilik değeri mısırın %95'i kadar olan arpa, önemli bir hayvan yemidir. Aynı zamanda bira sanayisinin de hammadde kaynağıdır. Arpa, tuzluluğa toleransı en yüksek kültür bitkilerinin başında gelmektedir. Birçok bitkinin yaşamını sürdürmeyeceği 8 dS/m EC tuzluluk seviyesi arpanın veriminin düşmeye başladığı eşiktir (Ekmekçi ve ark., 2005). Fakat tuz stresi birçok bitkide olduğu gibi

arpa bitkisinde de büyüme ve gelişme dönemlerini özellikle de çimlenme ve çıkış aşamasında oldukça fazla etkilemektedir. Osmotik etki, toksik iyon etkisi ve özellikle de besin maddelerindeki düzensizlikleri kapsayan bir olay olan tuz stresi; bitkilerin morfolojik, anatomik ve moleküler düzeyde tepki gösterdikleri önemli bir olgudur (Salisbury ve Ross, 1992). Farklı türdeki bitkilerin tuza karşı gösterdikleri tolerans ve uygulamada oldukça sık rastlanan tuzluluk kaynağı bileşiklerle yapılan çalışmalar eski tarihlere dayanmaktadır (Levitt, 1980). Doğal ve yapay yetiştirme ortamlarında NaCl, CaCl₂ ve KCl oldukça fazla rastlanan tuz kaynakları arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Bitkilerin bu bileşiklere verdikleri tepkilerinin tür ve çeşitlere göre değişim gösterdikleri ifade edilmektedir (Delesalle ve Blum, 1994; Turhan ve Başer, 2001; Demiroğlu Topçu ve ark., 2016). Çimlenme ortamındaki tuzlar, ortamın osmotik basıncını yükselterek tohum tarafından su alınmasını engellemekte veya Na⁺ ve Cl⁻ gibi iyonların toksik etkisinden dolayı çimlenmeyi olumsuz olarak etkilemektedir (Essa, 2002). Tuzluluğun çimlenmeyi geciktirmesi tüm bitki türlerinde görülebilen bir durumdur. Çünkü çimlenme sırasında tohumun ortamdaki su

alması gerekmektedir. Eğer ortamdaki su potansiyeli düşük ise tohum su alamayacak ve çimlenme başlayamayacaktır. Bu durum başka bitki türleri ile yapılan çalışmalarda da görülmüştür (Kaya ve ark., 2005; Güldüren ve Elkoca 2012; Demiroğlu Topçu and Özkan, 2016). Ancak bazı bitkiler bu aşamada sahip oldukları bazı yapısal mekanizmalarla bu duruma dayanıklılık gösterebilmektedirler. Bu çalışmada, farklı tuzluluk kaynaklarının (CaCl_2 , KCl, MgCl_2 ve NaCl) ve farklı tuz konsantrasyonlarının (0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 g/l) arpa (*Hordeum vulgare* L.) bitkisinin çimlenme ve erken dönemdeki bazı büyüme özelliklerine etkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, 2016 yılında arpa bitkisinin çimlenmesi üzerine farklı tuz kaynaklarının (CaCl_2 , KCl, MgCl_2 ve NaCl) ve farklı tuz konsantrasyonlarının (0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 g/l) etkilerini belirlemek amacıyla, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tohumluk Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Denemede, bitkisel materyal olarak Sur-93 iki sıralı arpa çeşidi kullanılmıştır. Deneme öncesinde kavuzlarından ayrılmış olan tohumlar %1'lik sodium hypochloride çözeltisinde 10 dakika süre ile bekletilip yüzey

sterilizasyonu sağlanmış ve daha sonra saf su içinde çalkalanmıştır. Çimlendirme testleri için 15 cm çapında cam petri kapları kullanılmış ve petrilerin alt kısımlarına 2 kat kurutma kâğıdı yerleştirilmiştir. Her bir petriye sterile edilmiş olan 25 adet tohum konularak üzerlerine 10 ml farklı tuz kaynak ve konsantrasyonları içeren solüsyonlar konulmuş ve evaporasyonu önlemek için parafilm ile kaplanmıştır. Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre 4 tekerrürlü olarak kurulan denemede toplam 80 petri kullanılmış ve $20\pm 1^\circ\text{C}$ 'lik sabit ortam sıcaklığına sahip iklim kabini içerisinde karanlık koşullarda 7 gün süre yürütülmüştür (Anonim, 2006). İncelenecek olan karakterlere ait yapılan gözlemler her gün aynı saatte yapılmış ve kök uzunlukları 1 mm geçen tohumlar çimlenmiş olarak değerlendirilmiş ve çimlenen tohumlar oranlanarak yüzde olarak çevrilmiştir. Sürgün/kök uzunluğu ve sürgün/kök yaş ağırlığı özelliklerine ilişkin ölçümler ise yine 7. günün sonunda 10 fide üzerinden yapılmıştır. Belirlenen bitkilerde kök uzunluğu ve sürgün uzunluğu milimetrik cetvel yardımı ile ölçülmüştür. Daha sonra, fideler 65°C 'de 48 saat süre ile etüvde kurutulduktan sonra hassas terazide tartılmış ve sürgün ve kök kuru ağırlıkları hesaplanmıştır. Tuz tolerans indeksinin

hesaplanmasında ise bitkilerin toplam kuru ağırlıkları belirtilen formül ile hesaplanarak saptanmıştır (Budaklı Carpici ve ark., 2009). Tuz Tolerans İndeksi (%) = $(T_t \times TKA / T_0 \times TKA) \times 100$, Eşitlikte, TKA= toplam kuru ağırlığı, T_t= t tuz dozundaki toplam kuru ağırlığı, T₀= kontrol uygulamasındaki toplam kuru ağırlığını ifade etmektedir. Çalışmadan elde edilen veriler; Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Çayır-Mera ve Yembitkileri Bilim Dalı Bilgisayar Laboratuvarı'nda hazır paket program (TOTEMSTAT) kullanılarak istatistikî olarak (LSD %5) değerlendirilmiştir (Açıkgöz ve ark., 2004).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çimlenme oranı

Çizelge 1'de görüldüğü gibi, incelenen çimlenme oranı özelliğinde tuz dozlarının etkisi önemli bulunurken, tuz kaynağı ve kaynak x doz interaksyonunun önemli etkisi olmadığı ortaya çıkmıştır. Tuz dozlarının önemli bulunması, artan dozlar ile birlikte çimlenme oranının da düşme eğilimi gösterdiğini belirtmektedir. Görüldüğü gibi en yüksek çimlenme oranı kontrol ve aynı grupta yer alan 2.5 g/lt tuz konsantrasyonunda saptanmıştır. En düşük çimlenme oranı ise 10.0 g/lt tuz dozundan elde edilmiştir. Artan tuz dozları genellikle

her tuz kaynağı uygulamasında 7.5 ve 10 g/lt de çimlenme oranlarında azalmaya neden olmuştur. Tuzluluk seviyelerindeki artışla beraber çimlenme oranlarında azalma meydana geldiği, birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (El-Tayeb, 2005; Othman ve ark., 2006). Ayrıca tuzluluk seviyelerindeki artışa bağlı olarak çimlenme oranları, çimlenme süreleri ve tohum canlılığının negatif yönde etkilendiği ve uygulanan farklı tuz kaynaklarının etkilerinin de bitki türlerine göre farklılıklar meydana geldiği ifade edilmiştir (Kuşvuran ve ark., 2007; Sözen ve ark., 2010; Asgharipour ve Rafiei, 2011; İslam ve ark., 2012; Güldüren ve Elkoca, 2012).

Sürgün uzunluğu

İncelenen sürgün uzunluğu özelliği bakımından, tuz dozlarının etkisi, tuz kaynakları arasındaki farklılık ve tuz kaynağı x doz interaksyonu istatistikî olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Tuz kaynağı x doz interaksyonunun önemli çıkması, artan tuz dozlarının incelenen özellikler üzerine etkisinin tuz kaynaklarına göre farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, uygulanan tuz dozlarında sürgün uzunluklarının 1.47-12.74 cm arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek sürgün uzunluğu değerleri

uygulanan tuz kaynaklarının 0 (kontrol) ve 2,5 g/lt tuz dozunda elde edilirken en düşük sürgün uzunluğu değerinin ise 1.47 cm ile 10 g/lt NaCl dozundan elde edildiği saptanmıştır. Çalışmada düşük dozda uygulanan tuz miktarlarının kontrol grubu ile arasında herhangi bir farklılık gözlenmediğini, ancak düşük dozların etkisinin birçok parametrede etkili olduğunu göstermiştir. Tuz stresinin bitkilerde sürgün uzunluğuna olumsuz etkisinin olduğunu belirtilmektedir (El Madidi ve ark., 2004; Geressu ve Gezaghegne 2008; Datta ve ark., 2009; Patterson ve ark., 2009). Tavili and Biniiaz (2009), arpa bitkisinde uyguladıkları farklı tuz dozlarında dozlar arttıkça sürgün uzunluğunun kısaldığı bildirmişlerdir. Bulgularımız araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Kök uzunluğu

Yapılan istatistikî analiz sonucunda kök uzunluğu üzerine tuz dozları ve farklı tuz kaynaklarının etkisi yanı sıra interaksiyon da önemli bulunmuştur. Çizelge 1'de görüldüğü gibi, kök uzunluğu 1.60 ile 11.92 cm arasında değişim göstermiştir. Kök uzunluğu karakterinde uygulanan tuz dozları incelendiğinde en yüksek uzunluk değeri 10.83 cm ile kontrol (0 doz) uygulamasında gözlenmiştir. En düşük kök

uzunluğu değeri ise 10 g/lt tuz dozundan elde edilmiştir. Farklı tuz kaynakları irdelendiğinde ise; en yüksek kök uzunluğu 8.59 cm ile KCl tuz kaynağında saptanmıştır. En düşük değer ise MgCl₂ tuz kaynağından 5.20 cm olarak elde edilmiştir. Bitkilerin tuz stresi toleransında önemli rolü olan kök uzunluğu parametresi, çimlenme döneminde su alımının optimum düzeyde olması ve ortamda tuz faktörünün olup olmaması durumu ile ilişkili olup, tuz stresinde kök gelişiminde gerilemeler meydana gelmektedir (Yousofinia ve ark., 2012; Hussain ve ark., 2013; Özkan ve Demiroğlu Topçu, 2017). Kök uzunluğu açısından KCl tuzunun olumsuz etkisi diğer tuzlara göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Sürgün yaş ağırlığı

Sürgün yaş ağırlığı üzerine tuz kaynaklarının ve uygulanan tuz dozlarının etkisinin önemli düzeyde olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). En yüksek sürgün yaş ağırlığı değeri 149.60 mg ile 2.5 g/lt KCl ve en düşük değer ise 15.95 mg ise 10.0 g/lt NaCl uygulamasında bulunmuştur. Uygulanan tuz dozları incelendiğinde ise en yüksek değer 2.5 g/lt tuz dozunda 132.61 mg olarak elde edilmiştir. En düşük değeri ise 43.69 ile 10.0 g/lt tuz dozundan ulaşılmıştır.

Çizelge 1. Farklı tuz kaynak ve konsantrasyonlarının arpa tohumlarının bazı çimlenme özellikleri üzerine etkileri

Doz (g/lit)	Tuz Kaynakları					Ortalama
	CaCl ₂	KCl	MgCl ₂	NaCl		
Çimlenme Oranı (%)						
0.0	99.38	99.38	99.38	99.38	99.38	99.38 a
2.5	98.75	99.38	98.75	99.38	99.38	99.07 a
5.0	98.75	98.75	98.13	99.38	99.38	98.75 ab
7.5	98.13	98.75	96.88	97.50	97.50	97.82 b
10.0	96.88	98.13	96.25	95.63	95.63	96.72 c
Ortalama	98.38	98.88	97.88	98.25	98.25	
V.K.=%1.38	LSD (%5): Tuz: öd	Doz: 0.96	Tuz x Doz: öd			
Sürgün Uzunluğu (cm)						
0.0	12.74 a	12.74 a	12.74 a	12.74 a	12.74 a	12.74 a
2.5	12.54 a	13.31 a	12.57 a	11.50 b	11.50 b	12.48 a
5.0	11.41 b	13.00 a	9.86 c	6.39 e	6.39 e	10.17 b
7.5	9.48 c	9.10 c	7.71 d	5.70 e	5.70 e	8.00 c
10.0	3.15 f	6.40 e	5.69 e	1.47 g	1.47 g	4.18 d
Ortalama	9.86 b	10.91 a	9.71 b	7.56 c	7.56 c	
V.K.=%5.85	LSD (%5): Tuz: 0.35	Doz: 0.39	Tuz x Doz: 0.78			
Kök Uzunluğu (cm)						
0.0	10.83 b	10.83 b	10.83 b	10.83 b	10.83 b	10.83 a
2.5	6.61 ef	11.92 a	8.24 d	9.79 c	9.79 c	9.14 b
5.0	5.32 g	9.15 c	3.19 h	6.10 f	6.10 f	5.94 c
7.5	3.80 h	7.16 e	2.14 i	4.98 g	4.98 g	4.52 d
10.0	3.28 h	3.90 h	1.60 i	3.29 h	3.29 h	3.02 e
Ortalama	5.97 c	8.59 a	5.20 d	7.00 b	7.00 b	
V.K.=%8.30	LSD (%5): Tuz: 0.35	Doz: 0.39	Tuz x Doz: 0.78			
Sürgün Yaş Ağırlığı (mg)						
0.0	126.15 d	126.15 d	126.15 d	126.15 d	126.15 d	126.15 b
2.5	127.30 d	149.60 a	116.10 e	137.45 b	137.45 b	132.61 a
5.0	106.65 f	131.45 c	99.25 g	81.45 i	81.45 i	104.70 c
7.5	89.90 h	96.45 g	79.10 i	73.40 j	73.40 j	84.71 d
10.0	18.75 l	72.30 j	67.75 k	15.95 l	15.95 l	43.69 e
Ortalama	93.75 c	115.19 a	97.67 b	86.88 d	86.88 d	
V.K.=%2.22	LSD (%5): Tuz: 1.38	Doz: 1.54	Tuz x Doz: 3.08			
Kök Yaş Ağırlığı (mg)						
0.0	44.80 d	44.80 d	44.80 d	44.80 d	44.80 d	44.80 a
2.5	27.00 h	62.30 a	19.80 jk	55.65 b	55.65 b	41.19 b
5.0	25.30 i	49.20 c	12.65 l	38.95 e	38.95 e	31.53 c
7.5	21.00 j	36.60 f	10.90 m	34.85 g	34.85 g	25.84 d
10.0	18.45 k	20.80 j	9.45 m	19.60 jk	19.60 jk	17.08 e
Ortalama	27.31 c	42.74 a	19.52 d	38.77 b	38.77 b	
V.K.=%3.74	LSD (%5): Tuz: 0.76	Doz: 0.85	Tuz x Doz: 1.69			
Sürgün Kuru Ağırlığı (mg)						
0.0	11.45 b	11.45 b	11.45 b	11.45 b	11.45 b	11.45 b
2.5	11.30 b	12.85 a	11.05 b	13.15 a	13.15 a	12.09 a
5.0	9.40 cd	11.70 b	9.80 c	8.05 e	8.05 e	9.74 c
7.5	8.70 de	8.85 d	7.25 f	6.20 g	6.20 g	7.75 d
10.0	2.05 h	6.95 fg	6.85 fg	1.75 h	1.75 h	4.40 e
Ortalama	8.58 c	10.36 a	9.28 b	8.12 d	8.12 d	
V.K.=%6.20	LSD (%5): Tuz: 0.35	Doz: 0.40	Tuz x Doz: 0.79			
Kök Kuru Ağırlığı (mg)						
0.0	7.10 a	7.10 a	7.10 a	7.10 a	7.10 a	7.10 a
2.5	4.30 cde	7.65 a	4.45 bcd	7.55 a	7.55 a	5.99 b
5.0	4.10 cde	5.00 b	3.10 gh	4.65 bc	4.65 bc	4.21 c
7.5	3.75 ef	3.95 def	2.65 hi	4.30 cde	4.30 cde	3.66 d
10.0	3.40 fg	2.30 ij	1.85 j	2.45 ij	2.45 ij	2.50 e
Ortalama	4.53 b	5.20 a	3.83 c	5.21 a	5.21 a	
V.K.=%9.09	LSD (%5): Tuz: 0.27	Doz: 0.30	Tuz x Doz: 0.60			
Tuz Tolerans İndeksi (%)						
0.0	100.00 b	100.00 b	100.00 b	100.00 b	100.00 b	100.00 a
2.5	84.05 d	110.45 a	83.51 d	111.53 a	111.53 a	97.39 b
5.0	72.74 e	89.98 c	69.50 f	68.43 fg	68.43 fg	75.16 c
7.5	67.08 g	68.97 fg	53.34 i	56.57 h	56.57 h	61.49 d
10.0	29.36 l	49.84 j	46.88 k	22.63 m	22.63 m	37.18 e
Ortalama	70.65 c	83.85 a	70.65 c	71.83 b	71.83 b	
V.K.=%2.04	LSD (%5): Tuz: 0.95	Doz: 1.07	Tuz x Doz: 2.13			

Denemede uygulanan farklı tuz kaynakları bakımından elde edilen sonuçlara göre; en yüksek değer 115.19 mg ile KCl tuz kaynağından elde edilmiştir. NaCl tuz kaynağında ise 86.88 mg ile en düşük değer saptanmıştır. Tuz dozlarındaki artış ile sürgün yaş ağırlığında meydana gelen azalışların NaCl tuzunda KCl, MgCl₂ ve CaCl₂ tuzlarına oranla daha belirgin şekilde olduğu gözlenmektedir. El Goumi ve ark. (2014), farklı tuz konsantrasyonları uyguladıkları çalışmalarında; sürgün gelişimi dikkate alınarak tuza toleranslı çeşitlerin tuzluluk problemi görülen alanlarda yetiştirilebilmesi gerektiği belirtmişlerdir.

Kök yaş ağırlığı

Kök yaş ağırlığı üzerine tuz dozlarının ve farklı tuz kaynaklarının etkisi varyans analiz sonuçlarına göre önemli bulunmuştur. Araştırmada kök yaş ağırlığı değerleri 62.30 mg ile 9.45 mg arasında değişim göstermiştir. Tuz dozlarına ait ortalama değerler incelendiğinde en yüksek kök yaş ağırlığı 0 doz (kontrol) uygulamasından 44.80 mg olarak elde edilirken en düşük değer ise 10 g/l tuz dozu uygulamasında 17.08 mg olarak belirlenmiştir. Uygulanan farklı tuz kaynakları değerlendirildiğinde, en yüksek kök yaş ağırlığı değeri 42.74 mg ile KCl

kaynağında tespit edilmiştir. NaCl, CaCl₂ ve MgCl₂ tuz kaynaklarında sırasıyla ortalama 38.77, 27.31 ve 19.52 mg kök yaş ağırlıkları elde edilmiştir. Bazı araştırmacılar (Çifci ve ark., 2013; El Goumi ve ark., 2014; Demiroğlu Topçu ve ark., 2018) bitkilerin yetiştirme ortamlarındaki mevcut tuzluluk problemlerinin bitkilerin kök yaş ağırlıkları üzerinde etkili olduğunu ve tuz miktarındaki artış ile birlikte kök yaş ağırlığında azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Sürgün kuru ağırlığı

Çizelge 1'de izlendiği gibi, incelenen sürgün kuru ağırlığı bakımından tuz dozlarının etkisi, tuz kaynakları arasındaki farklılık ve tuz x doz etkileşimi istatistikî olarak önemli olmuştur. Tuz x doz etkileşiminin önemli çıkması, artan tuz dozlarının incelenen özellikler üzerine etkisinin tuz kaynaklarına göre farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Arpada sürgün kuru ağırlığı değerlerinin 13.5 ile 1.75 mg arasında değiştiği gözlenmektedir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, uygulanan tuz dozlarında en yüksek sürgün kuru ağırlık değerine 12.09 mg ile 2.5 g/l tuz dozunda ulaşıldığı, en düşük değer ise 4.40 mg ile 10.0 g/l tuz dozundan elde edildiği görülmektedir. Farklı tuz kaynakları irdelendiğinde ise; en yüksek

sürgün kuru ağırlığı 10.36 mg ile KCl tuz kaynağında saptanmıştır. En düşük değer ise MgCl₂ tuz kaynağından 8.12 mg olarak elde edilmiştir. Tuzluluk probleminin yaşandığı alanlarda karşılaşılan fizyolojik kuraklık sonucunda, bitkiler su ihtiyaçlarını karşılayamadıklarından dolayı, sürgün yaş ağırlıklarındaki azalmaya bağlı olarak sürgün kuru ağırlıkları da azalmaktadır.

Kök kuru ağırlığı

Farklı tuz kaynakları ve konsantrasyonlarının kök kuru ağırlığı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmektedir (Çizelge 1). Kök kuru ağırlığı değerlerinin 1.85 mg ile 7.65 arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Artan tuz konsantrasyonlarında kök kuru ağırlığı değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. En yüksek ortalama değer 7.10 mg ile 0 mg/lt (kontrol) uygulamasında elde edilirken, en düşük değer ise 2.50 mg ile 10.0 g/lt tuz dozunda saptanmıştır. Uygulanan farklı tuz kaynakları arasında ise en yüksek kök kuru ağırlığı değeri 5.21 mg ile NaCl ve aynı grupta yer alan 5.20 mg ile KCl tuz kaynağında elde edilmiştir. En düşük kök kuru ağırlığı değeri ise 3.83 mg ile MgCl₂ tuz kaynağında saptanmıştır. Bazı araştırmacılar tarafından da belirtildiği gibi; tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerde kök kuru ağırlığı bakımından tuz dozları

arasında önemli farklılıklar gözlemlenmektedir (Eker ve ark., 2006; Yıldırım ve ark., 2008; Özkan ve Demiroğlu Topçu, 2017). Bulgularımız araştırmacıların sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Tuz tolerans indeksi

Tuz tolerans indeksi üzerine tuz dozlarının, farklı tuz kaynaklarının ve interaksiyonun etkisi istatistikî analiz sonuçlarına göre önemli bulunmuştur. Araştırmada tuz tolerans indeksi değerleri %22.63-111.53 arasında farklılık göstermektedir (Çizelge 1). Uygulanan farklı tuz dozları incelendiğinde; en yüksek değere kontrol grubu (%100.00) ile ulaşırken 10.0 g/lt tuz dozunda en düşük değer %37.18 olarak gözlenmiştir. Farklı tuz kaynaklarında ise %83.85 ile KCl ve en düşük değer %70.65 ile aynı grupta yer alan CaCl₂ ve MgCl₂ tuz kaynaklarından elde edilmiştir. Tuzlu ortamlarda yetiştirilen bitkiler bünyelerine aldıkları Cl⁻ iyonlarını farklı organlarında depolamaktadırlar. Kök, gövde ve yaprak gibi farklı organlarında biriken bu iyonlar bitkinin gelişimini olumsuz etkilemekte ve tuz stresini önemli derecede etkilemektedir (Salisbury ve Ross, 1992). Bazı araştırmacılar, tuz konsantrasyonundaki artışın bitkilerde tuz toleransını azalttığını ifade etmektedirler

(Budakli Carpici ve ark., 2009; Kökten ve ark., 2010; Abdi ve ark., 2016; Özkan ve Demiroğlu Topçu, 2017). Artan tuz dozlarında tuz tolerans indeksi değerinin önemli ölçüde azaldığını gösteren bulgularımız araştırmacıların ifadeleri ile uyumluluk göstermektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Farklı tuz kaynakları ve tuz dozlarının iki sıralı arpa bitkisinde bazı çimlenme ve erken gelişme dönemlerindeki özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmamızda elde edilen sonuçlar, tuz dozları açısından değerlendirildiğinde, uygulanan dozlardaki artışın incelenen özelliklerin çimlenme gücü dışındaki tümü üzerine istatistikî olarak önemli düzeyde olumsuz etkisinin olduğunu göstermektedir. Tuz kaynakları yönünden değerlendirildiğinde ise; incelenen pek çok özellik açısından, en fazla olumsuz etkinin CaCl₂ ve NaCl tuzunda kaydedildiği, KCl kaynağının etkisinin ise en az düzeyde görüldüğü sonucuna varılmıştır. Çalışmada tuz kaynaklarının ve dozlarının etkileri ele alınan özellikler açısından farklılık gösterdiği izlenmektedir. Tuz stresinin etkilerinin belirlenmesinde kullanılabilecek yaklaşık 200 kadar özellik olduğu düşünüldüğünde; daha net sonuçlar elde edebilmek için daha fazla sayıda

parametrenin incelenmesi gerekliliği ve bunun yanı sıra tarla koşullarında verim denemeleri çalışmalarının yürütülmesinin yararlı olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

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, 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.

Asgharipour, M.R. and Rafiei, M. 2011. Effect of salinity on germination and seedling growth of lentils. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(11):2002-2004.

Budakli Carpici, 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.

Çifci, E., Kurt, P., Yağdı, K. 2013. Farklı tuz konsantrasyonlarının tritikale 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.

Delesalle, V.A. and Blum, S. 1994. Variation in germination and survival among families *Sagittaria latifolia* in response to salinity and temperature. International Journal of Plant Sciences, 155(2):187-195.

Demiroğlu Topçu, G., Özkan, Ş.S. 2016. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.). Journal of Agricultural Faculty of Uludag University, 30(Special Issue):406-409.

Demiroğlu Topçu, G., Çelen, A.E., Kuru, E., Özkan, Ş.S. 2016. Farklı tuz konsantrasyonlarının kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*) ve mavi ayırık (*Agropyron intermedium*) bitkilerinin çimlenme ve erken gelişme dönemindeki etkileri üzerine araştırma. Tarla Bitkileri

Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(Özel Sayı-2):219-224.

Demiroğlu Topçu, G., Dumanoglu, Z., Özkan, Ş.S. 2018. The effects of different seed size and salinity on germination and some early growth parameters of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) cultivars, 2nd International Vocational Science Symposium, 26-28 April 2018, Abstract Book, Pp:200, Antalya/Turkey.

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.

Ekmekçi, E., Apan, M., Kara, T. 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 20(3):118-125.

El Goumi, Y., Fakiri, M., Lamsaouri, O., Benchekroun, 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.

El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive e.etc of salinity and salicylic acid, J. Plant Growth Regulation, 3: 215-224.

Essa, T.A., 2002. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. Journal of Agronomy and Crop Science, 188(2):86-93.

Geressu, K., Gezaghegne, 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.

Güldüren, Ş., Elkoca, E., 2012. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden toplanan bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme döneminde tuza toleransları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 43(1):29-41.

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.

Islam, M.T., Jahan, N.A., Sen, A.K., Pramanik, M.H.R. 2012. Effects of salinity on morpho-physiological attribute and yield of lentil genotypes. International

Journal of Sustainable Crop Production, 7(1):12-18.

Karagüzel, O. 2003. Farklı tuz kaynak ve konsantrasyonlarının Güney Anadolu doğal *Lupinus varius* tohumlarının çimlenme özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2):211-220.

Kaya, M.D., Kaya, G., Kolsarıcı, Ö. 2005. Bazı *Brassica* türlerinin çimlenme ve çıkışı üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 11(4):448-45.

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.

Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş., Abak, K., Yaşar, F. 2007. Bazı kavun (*Cucumis sp.*) genotiplerinin tuz stresine tepkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 13(4):39-404.

Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses: volume 2-water, radiation, salt and other stresses. Academic Press, New York, pp.365-488.

Othman, Y., Al-Karaki, G., Al-Tawaha, A.R., Al-Horani, A. 2006. Variation in germination and ion uptake in barley genotypes under salinity conditions. World Journal of Agricultural Sciences, 2(1):11-15.

Özkan, Ş.S., Demiroğlu Topçu, G., 2017. Farklı tuz (NaCl) konsantrasyonlarının bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin çimlenme özelliklerine etkisinin belirlenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2):37-43.

Patterson, J.H., Newbigin, 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.

Salisbury, F.B., Ross, C.W. 1992. Plant Physiology. Wadsworth Pub. Com. Inc. Belmont, California- USA.

Sözen, E., Yılmaz, M., Çolak, G., Yücel, E. 2010. Ecotoxicological effects of alkaline metal salts (NaCl, KNO₃), strong acid (H₂SO₄) and some heavy metals (CuCl₂, FeCl₃, MgCl₂ ve ZnCl₂) on the germination of chickpea (*Cicer arietinum*) seeds. Biological Diversity and Conservation, 3(3):64-71.

Tavili, A., Biniyaz, M. 2009. Different salts effects on the germination on *Hordeum vulgare* and *Hordeum bulbosum*. Pakistan Journal of Nutrition, 8(1):63-68.

Turhan, H., Başer, İ. 2001. Toprak tuzluluğu ve bitki gelişimi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(1):171-179.

Yıldırım, B., Yaşar, F., Özpay, 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.