

Farklı Tuz Konsantrasyonlarında Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nın Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi

Araştırma / Research

Geliş Tarihi / Received
02.03.2018

Kabul Tarih / Accepted
05.04.2018

DOI

10.28955/alinterizbd.400354

ISSN 2564-7814

e-ISSN 2587-2249

Emre AKÇAY, Mustafa TAN*

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü,
Erzurum/Turkey

*e-posta: mustan@atauni.edu.tr

Öz: Kinoa tuzluluk gibi çevresel faktörlere karşı dayanıklı bir bitki olarak bilinir. Bununla birlikte, bitkilerde çevresel faktörlere dayanıklılık genotiplere göre değişiklik gösterir. Bu çalışma, farklı tuzluluk seviyelerinde 15 kinoa genotipinin (Titicaca, Rainbow, Read Head, Sandoval Mix, Cherry Vanilla, Q-52, French Vanilla, Mint Vanilla, Oro de Valle, Qhaslala Blanca, Moqu Arrochilla ve 4 popülasyon) bazı çimlenme özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma 2015 yılında kontrollü şartlarda, tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Genotiplerin çimlenme oranı, çimlenme zamanı ve hassasiyet indeksi değerleri 6 farklı tuzluluk derecesinde (0, 100, 200, 300, 400 ve 500 mM NaCl) incelenmiştir. Artan tuzluluk seviyesi çimlenme oranını düşürmüş, çimlenme süresini uzatmıştır. Çimlenme döneminde tuzluluğa hassasiyeti en yüksek olan genotipler Qhaslala Blanca ve beyaz popülasyon olurken, en az hassasiyet Q-52 çeşidinde belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kinoa genotipleri, tuza tolerans, çimlenme, NaCl

Determination of Germination Characteristics of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in Different Salt Concentrations

Abstract: Quinoa is known as a resistant plant to environmental factors such as salinity. However, resistance to environmental factors varies according to genotypes. This study was carried out to determine the germination characteristics of the 15 quinoa genotypes (Titicaca, Rainbow, Read Head, Sandoval Mix, Cherry Vanilla, Q-52, French Vanilla, Mint Vanilla, Oro de Valle, Qhaslala Blanca, Moqu Arrochilla and 4 populations) at different salinity levels. The experiment was established under controlled growth conditions in 2015. Petri dishes were placed in randomized plots design with three replications. Germination rate, germination time and sensitivity index values of genotypes were determined at 6 different salinity levels (0, 100, 200, 300, 400 and 500 mM NaCl). Increased salinity has reduced the rate of germination, but prolonged germination time. The Qhaslala Blanca variety and white population were found as the most sensitive genotypes to salinity during the germination period, while the least sensitivity was determined at Q-52 variety.

Keywords: Quinoa, genotypes, tolerance to salinity, germination, NaCl

Lütfen aşağıdaki şekilde atıf yapınız / Please cite this paper as follows:

Akçay, E., & Tan, M., 2018. Farklı Tuz Konsantrasyonlarında Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nın Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi. Alnteri Journal of Agriculture Sciences, 33(1): 85-91

1. GİRİŞ

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), insan beslenmesinde yaygın olarak kullanılan son derece besleyici bir bitkidir. Tohumları bulgur ve pirinç gibi her türlü kullanılabilir. Glüten içermediği için glutene duyarlılığı olan çölyak hastaları (glüten alerjisi) için güvenli bir besindir. Buğday, çavdar, yulaf, darı mısır ve pirinçten daha fazla protein içerir. Bu bitkinin tohumlarında ham protein oranı ortalama %13 civarında olup, çeşitlere bağlı olarak %7,5 ile %22,1 arasında değişmektedir (Cardozo and Tapia, 1979; Tan ve Yöndem, 2013; Kır ve Temel, 2016). Bu yüzden kinoa'nın çok iyi bir protein kaynağı olduğu kabul edilmektedir. Kinoa, Güney Amerika kökenli olup, deniz seviyesinden And Dağlarında 4200 m yüksekliğe kadar birçok bitkinin yetişmesinin zor olduğu yüksek rakımlarda yetişmektedir (FAO, 2011). Tarımı son 20 yıldır birçok Dünya ülkesinde yayılmaya başlamıştır. Türkiye kinoa ile son 10 yılda tanışmış olup, 2010 yılından beri tarım alanlarımızda yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Kinoa'nın en önemli tarımsal özelliklerinden birisi toprak tuzluluğuna dayanıklı olmasıdır. Ülkemizde tuzluluk stresinden etkilenen geniş tarım alanları bulunduğu düşünülürse, bu bitki sorunlu alanlar için bir umut ışığı olabilir. Kinoa birçok kaynaktan tuzluluğa orta-yüksek derecede dayanıklı (150-750 mM NaCl) bitkiler sınıfına girmektedir (Jacobsen 2003; Hariadi ve ark., 2011; Razzaghi ve ark., 2011; Eisa ve ark., 2012; Adolf ve ark., 2013; Ruiz ve ark., 2015). Kinoa'nın tuzluluğa dayanıklılığı bitkinin gelişme dönemine göre değişir (Sanchez ve ark., 2003; Garcia ve ark., 2003; Jacobsen ve ark., 2003). Tohumlarının tuzlu ortamlarda daha kolay çimlendiği, hatta bazı

çeşitlerde bitki gelişmesi ve verimin, hafif-orta derece tuzlu topraklarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Wilson ve ark., 2002). Koyro and Eisa (2008) kinoanın kontrol, 100, 200, 300, 400 ve 500 mol m⁻³ NaCl konsantrasyonlarında çimlenmesini incelemişler, hafif tuzlu ortamlarda çimlenmenin hızlandığını, 500 mol m⁻³ NaCl konsantrasyonunda ise çimlenme olmadığını belirlemişlerdir. Gomez-Pando ve ark. (2010) 25 dS/m tuz ortamında bazı çeşitlerin %60'dan daha fazla çimlendiğini tespit etmişlerdir. Ancak kinoa çimlenmesinin tuzlu ortama tepkileri çeşitlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Ruiz-Carrasco ve ark., 2011).

Yukarıda bahsedildiği gibi kinoa çevre şartlarına dayanıklı bir bitki olup tarım bilimcilerin gündemini meşgul etmektedir. Bu nedenle yoğun olarak bilimsel çalışmalara konu olmaktadır. Ancak kinoanın Güney Amerika'da yüzlerce çeşidi ve binlerce popülasyonu bulunmaktadır. Bu önemli genetik materyalin tuzluluk gibi çevre şartlarına dayanıklılıklarının belirlenmesinde fayda vardır. Bu çerçevede planlanan araştırma farklı kaynaklardan temin edilen kinoa çeşit veya popülasyonlarının farklı seviyelerdeki tuzluluk seviyelerinde çimlenme özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölüm laboratuvarlarında 2015 yılında yürütülmüştür. Çalışmada farklı kaynaklardan temin edilen 15 kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotipi kullanılmıştır. İncelemeye alınan materyaller ve bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan kinoa çeşit/popülasyonları ve bazı özellikleri

Çeşit/Popülasyon	Geldiği Yer	Kabuk Rengi	1000-Tane Ağ. (g)
Popülasyon-Beyaz	Peru	Beyaz	2,59
Popülasyon-Kırmızı	Peru	Kırmızı	2,40
Popülasyon-Çin	Çin	Açık kahve	2,43
Popülasyon-Fransa	Fransa	Beyaz	2,42
Titicaca	Danimarka	Beyazımsı-sarı	2,69
Q-52	Danimarka	Beyazımsı-sarı	2,70
Rainbow	USA	Beyaz	2,58
Read Head	USA	Beyaz	2,45
Sandoval Mix	İngiltere	Krem	1,98
Cherry Vanilla	USA	Beyaz	2,26
French Vanilla	USA	Beyaz-krem	2,47
Mint Vanilla	USA	Parlak beyaz	2,31
Oro de Valle	USA	Sarımsı-kahve	2,66
Qhaslala Blanca	Peru	Krem	2,50
Moqu-Arrochilla	Peru	Beyaz	2,74

Çimlenme dönemi tuzluluğa dayanıklılık testleri tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak, 25±1,0 °C'lik sabit ortam sıcaklığına sahip büyütme kabini içerisinde karanlık koşullarda yürütülmüştür. Çimlendirme testleri, tabanına iki adet kurutma kâğıdı yerleştirilen 12 cm çapındaki cam petri kutularında NaCl'ün 0, 100, 200, 300, 400 ve 500 mM konsantrasyonuna sahip solüsyonları kullanılarak yapılmıştır (Prado ve ark., 2000). Kavuzlarından ayrılmış tohumlar yüzey sterilizasyonu amacıyla önce 7 dakika süreyle %2'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde bekletilip ardından saf su içerisinde çalkalanmıştır. Her bir petri kutusuna yüzey sterilizasyonu yapılmış 100 adet tohum konularak üzerine 10 ml solüsyon ilave edilmiştir (Herrera and Pinto 2009). Deneme süresince petri kutuları her altı saatte bir kontrol edilmiştir. Kökçük boyu 2 mm'ye ulaşan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilip kaydedilerek ortamdaki uzaklaştırılmıştır (Prado ve ark., 2000). Gözlemler 4 gün boyunca (96 saat) devam etmiştir. Çimlendirme denemelerinde çimlenme oranı (%), %50 çimlenmenin gerçekleştiği süre (saat) ve hassaslık indeksi (HI) belirlenmiştir (Garcia-Huidobro ve ark., 1982; Foolad and Lin 1997; Elkoca ve ark., 2007; Yıldırım and Güvenç 2006; Güldüren ve Elkoca 2012). Genotiplerin hassaslık indeksleri $HI = \frac{\text{Tuz uygulamasındaki \%50 çimlenme zamanı}}{\text{kontrol uygulamasındaki \%50 çimlenme zamanı}}$ formülü yardımıyla hesaplanmıştır. Elde edilen veriler MSTAT-C paket programı yardımıyla varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırmada 96 saat sonunda çimlenme oranlarını gösteren sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre kinoa genotiplerinin çimlenme oranları çok önemli farklılık göstererek en yüksek %47,3'ten, en düşük %26,1'e

kadar değişmiştir. Beyaz popülasyon, Qhaslala Blanca ve Q-52 çeşidi yüksek çimlenme oranına sahip olurken, kırmızı popülasyon ve Fransa kökenli popülasyonlar düşük çimlenme yüzdesine sahip olmuşlardır. Tuzluluk konsantrasyonlarına göre çimlenme oranları ise %0 ile %81,2 arasında değişmiştir. Tuzluluk olmayan kontrol uygulamasında çeşitlerin ortalaması olarak %81,2 oranında çimlenme belirlenmiştir. Çimlendirme ortamına 100, 200, 300, 400 mM tuz ilave edildiği zaman çimlenme oranları %69,2 60,0 ve 10,6 ve 4,7 oranında gerçekleşmiştir. En yüksek tuz konsantrasyonunda (500 mM) ise çimlenme gerçekleşmemiştir. Bu çalışmada çimlenme oranı üzerinde interaksiyon önemsiz bulunmuştur. Bu durum bütün çeşitlerin tuz konsantrasyonlarına benzer tepki gösterdiğini ifade etmektedir.

Çizelge 2. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme oranları (%)

Çeşit/Pop.	Tuz Konsantrasyonu (mM)						Ortalama*
	0	100	200	300	400	500	
Pop. Beyaz	85,3	76,0	78,3	22,3	22,0	0	47,3 A
Pop. Kırmızı	60,6	36,6	45,0	10,6	11,3	0	27,4 B
Pop. Çin	83,3	74,0	68,0	13,3	5,0	0	40,6 AB
Pop. Fransa	75,3	52,0	19,3	7,3	2,6	0	26,1 B
Titicaca	88,0	78,6	54,6	0	0	0	36,9 AB
Q-52	98,0	92,6	63,3	0	0	0	42,3 A
O. Valle	84,0	70,0	58,6	2,0	0	0	35,8 AB
Mint Vanilla	80,6	72,0	72,6	2,0	0	0	37,9 AB
F. Vanilla	81,3	75,3	62,0	15,3	5,0	0	39,8 AB
Rainbow	79,3	60,6	62,6	4,6	0	0	34,5 AB
S. Mix	81,3	74,6	62,6	2,6	0	0	36,9 AB
Red Head	80,6	72,6	62,6	20,6	0	0	39,4 AB
M. Arochilla	83,3	72,6	59,3	0	0	0	35,8 AB
C. Vanilla	78,6	58,6	63,3	22,0	0	0	37,1 AB
Q. Blanca	79,3	71,3	68,0	36,6	25,0	0	46,7 A
Ortalama*	81,2 A	69,2 B	60,0 C	10,6 D	4,7 E	0 E	37,6

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. LSD G: 14,5, T: 5,5, G x T: -

Farklı tohum özellikleri olan ve farklı kaynaklardan temin edilen kinoa materyallerinin farklı oranlarda çimlenmesi beklenen bir sonuçtur. Bu durum yapılan birçok çimlendirme çalışmasında ortaya konmuştur (Ruis-Carrasco ve ark., 2011; Hirich ve ark., 2012). Koyro and Eisa (2008) da kinoa bitkisinde çimlenme oranının çeşitlere bağlı olarak değiştiğini bulmuşlardır. Araştırmada kullanılan kinoa materyalleri farklı tohum kabuğu kalınlıklarına sahip olmaları muhtemeldir. Ayrıca farklı çeşitlerin karanlık veya ışıklı ortama farklı tepki göstermiş olabilirler. Bu durum çimlenmenin hızı ve oranına etki yapmış olabilir. Araştırmada en yüksek çimlenme oranına sahip olan genotipler beyaz popülasyon, Q-52 ve Qhaslala Blanca'dır. Bu genotiplerin bin tane ağırlıkları da genel olarak yüksektir (Çizelge 1). Bu durum da çimlenme oranına etki etmiş olabilir. Araştırmanın en önemli amaçlarından birisi tuzluluk seviyelerinin etkilerini ortaya koymaktır. Nitekim bu çalışmada tuz konsantrasyonlarının çimlenme oranı üzerine etkisi çok belirgin olmuştur. Çimlenme ortamındaki tuzlar, ortamın osmotik basıncı yükselterek tohum tarafından su alınmasını engellemekte veya Na⁺ ve Cl⁻ gibi iyonların toksik etkisinden dolayı çimlenmeyi olumsuz yönde etkilemektedir (Essa, 2002). Kinoa her ne kadar bazı kaynaklarda tuzluluğa yüksek derecede dayanıklı tür olarak nitelendirilse de (Jacobsen, 2003) bu çalışmada en yüksek çimlenme kontrol uygulamasında görülmüştür. Bunun sebebi incelemeye alınan kinoa genotiplerinin ve genetik yapılarının farklılığından kaynaklanmış olabilir. Tuzluluğun artmasıyla çimlenme oranı azalmış, 500 mM tuzlulukta çimlenme 0 seviyesine inmiştir. 182 farklı kinoa genotipini 3 farklı tuz konsantrasyonunda inceleyen Gomez-Pando ve ark., (2010) da benzer sonuçlar bulmuşlardır. Panuccio ve ark., (2014) Titicaca çeşidiyle yapmış olduğu çalışmada tuzluluğun artması ile çimlenme oranının azaldığını fakat bu azalmanın çok yavaş olduğunu belirlemişlerdir. Jacobsen (2003) ise çimlenmenin en fazla 40 mS/cm tuzluluk seviyesine kadar devam ettiğini bildirmiştir.

Araştırmada kullanılan kinoa genotiplerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme süresi Çizelge 3'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çeşitlerin çimlenme süreleri farklılık göstermiştir. Çimlenmesi en çabuk

olan çeşit 19,7 saat ile Moqu Arrochilla çeşidi olmuştur. Titicaca ve Q-52 çeşitleri de çimlenmeleri hızlı olan çeşitlerdir. En uzun çimlenme süresi ise 39,7 saat ile Çin kaynaklı popülasyonda görülmüştür.

Farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenmeye bırakılan kinoa çeşitleri farklı sürelerde çimlenmişlerdir. Tuz uygulamalarının çimlenme süresi üzerinde genel olarak geciktirici etkide bulunduğu gözlemlenmiştir. Tuzun bulunmadığı kontrol ortamında çimlenme süresi 31,4 saatte gerçekleşirken, tuz konsantrasyonu artmasıyla çimlenme süresi 47,7 saate kadar uzamıştır. 300 mM seviyesinde ise Titicaca, Q-52 ve Moqu-Arochilla çeşitlerinin çimlenmeleri durmuştur (Çizelge 3). Kontrol ve 100 mM tuz konsantrasyonundaki çimlenme süreleri benzerlik gösterirken tuzluluk derecesi arttıkça, çimlenme süreleri uzamıştır. 500 mM tuz konsantrasyonunda çimlenme olmadığı için çimlenme süresi 0 olarak yazılmış ve gruplandırmaya dahil edilmemiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 3. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme süreleri (saat)

Çeşit/Pop.	Tuz Konsantrasyonu (mM)						Ortalama*
	0	100	200	300	400	500	
Pop. Beyaz	32	32	46	38	42	0	31,7 BC
Pop. Kırmızı	30	28	38	54	44	0	32,3 BC
Pop. Çin	32	38	56	58	57	0	39,7 A
Pop. Fransa	32	32	36	40	44	0	30,7 C
Titicaca	36	38	50	0	0	0	20,7 E
Q-52	38	34	54	0	0	0	21,0 E
Oro de Valle	34	34	50	60	0	0	29,7 CD
Mint Vanilla	28	28	42	48	0	0	22,8 DE
F. Vanilla	30	30	56	56	60	0	37,8 AB
Rainbow	28	34	42	42	0	0	24,3 DE
S. Mix	32	32	58	60	0	0	30,3 C
Red Head	26	38	52	56	0	0	28,7 CD
M. Arochilla	36	36	46	0	0	0	19,7 E
C. Vanilla	30	36	56	57	0	0	29,1 CD
Q. Blanca	28	24	34	32	45	0	26,4 CDE
Ortalama*	31,4 C	32,9 C	47,7 A	40,1 B	19,5 D	0	28,6

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. LSD G: 7,0, T: 4,0 G x T: -

Çeşitlerin aynı ortamda farklı sürelerde çimlenme gerçekleştirmeleri genetik özelliklerinden kaynaklanan bir sonuçtur (Adolf ve ark., 2012). Çünkü tohum kabuğu kalınlıklarının veya sertliğinin farklı olması su alıp çimlenmenin başlamasını kolaylaştırmakta veya zorlaştırmaktadır. Bu da çimlenme süresinin uzunluğuna etki etmektedir. Aynı zamanda tohumun bünyesinde çimlenme esnasında meydana gelen biyokimyasal olayların hızı da genetik yapı ile ilişkili olabilir. Tuzluluğun çimlenmeyi geciktirmesi ise bütün bitki türlerinde görülebilen bir olaydır. Çünkü çimlenme esnasında tohumun ortamdaki su alabilmesi gerekir. Eğer ortamdaki su potansiyeli düşük ise tohum su alamayacak ve çimlenme başlayamayacaktır ya da daha yavaş seyredecektir. Elkoca ve ark., (2007) su potansiyeli azaldıkça nohutta çimlenmenin geciktiğini belirlemişlerdir. Bu durum başka bitki türleri ile yapılan çalışmalarda da rapor edilmiştir (Kırtok ve ark., 1994; Kaya ve ark., 2005; Güldüren ve Elkoca 2012). Ancak bazı bitkiler bu aşamada sahip oldukları bazı mekanizmalarla dayanıklılık gösterebilmektedirler. Yapılan bazı çalışmalar kinoanın da böyle bir dayanıklılığa sahip olduğunu ileri sürmektedir. Nitekim çalışmamızda da düşük tuz konsantrasyonlarında çimlenme süresinin çok fazla değişmediği görülmüştür. Koyro and Eisa (2008) kinoanın Hualhuas çeşidinde hafif tuzlu ortamlarda çimlenmenin hızlandığını belirlemişlerdir. Fakat artan tuzluluk su alımını engellediği için çimlenme süresini uzatmış, 500 mM seviyesinde ise çimlenmeyi tamamen durdurmuştur. Fooland and Lin (1997) farklı ülkelerden temin edilmiş 42 domates çeşidinde çimlenmenin genetik yapıya bağlı olduğunu, tuzlu şartlarda çimlenme süresi ve hassaslık indeksinin çeşitler arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Farklı kaynaklardan temin edilmiş 15 farklı kinoa genotipinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme hassaslık indeksi üzerinde çeşit ve tuzluluk konsantrasyonları $p < 0,01$ ihtimal seviyesinde önemli etki yapmış ve bunlara ait interaksiyon da önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Çalışmada incelenen kinoa genotiplerinin çimlenme hassaslık indeksleri 1,43 ile 2,48 arasında değişmiştir. Hassasiyeti en fazla olan çeşit Qhaslala Blanca (2,48) olurken; Q-52 (1,43), Çin popülasyon (1,47) ve Rainbow (1,48) hassasiyeti en düşük genotipler olmuşlardır. Sandoval Mix, kırmızı popülasyon, Red Head ve Cherry Vanilla hassasiyetleri nispeten düşük olan diğer materyallerdir.

Tuzluluk konsantrasyonlarına göre çimlenme hassaslık indeksleri 0 mM'den 400 mM'a kadar sırasıyla 1,00, 1,23, 2,18, 2,80 ve 3,49 olarak hesaplanmıştır. Tuzluluk arttıkça kinoanın çimlenmeye hassasiyet gösterdiği görülmektedir. Bu hassasiyet değerlerinin her biri ayrı bir istatistik grubunu oluşturmuşlardır. 500 mM'da çimlenme olmadığı için 0 olarak kaydedilmiş ve harflendirmeye dahil edilmemiştir.

Çizelge 4. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme hassaslık indeksi değerleri

Çeşit/Pop.	Tuz Konsantrasyonu (mM)						Ortalama*
	0	100	200	300	400	500**	
Pop. Beyaz	1,00	2,00	2,00	4,00	4,30	0	2,22 AB
Pop. Kırmızı	1,00	1,30	1,53	3,00	3,00	0	1,64 D-G
Pop. Çin	1,00	0,90	1,73	2,17	3,00	0	1,47 FG
Pop. Fransa	1,00	1,67	2,67	3,33	4,00	0	2,11 BC
Titicaca	1,00	1,00	2,33	3,00	4,00	0	1,89 CD
Q-52	1,00	0,70	1,90	2,00	3,00	0	1,43 G
Oro de Valle	1,00	1,00	2,83	3,50	4,00	0	1,81 DE
Mint Vanilla	1,00	1,17	2,00	2,50	3,83	0	1,75 DEF
F. Vanilla	1,00	0,90	2,40	2,70	3,50	0	1,75 DEF
Rainbow	1,00	0,70	1,70	2,50	3,00	0	1,48 FG
S. Mix	1,00	1,00	1,97	2,50	3,00	0	1,58 EFG
Red Head	1,00	0,90	1,90	2,17	3,17	0	1,53 EFG
M. Arochilla	1,00	1,10	2,33	2,57	3,33	0	1,73 DEF
C. Vanilla	1,00	1,47	1,90	2,43	3,17	0	1,66 D-G
Q. Blanca	1,00	2,70	3,50	3,63	4,00	0	2,48 A
Ortalama*	1,00 E	1,23 D	2,18 C	2,80 B	3,49 A	0	2,23

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. ** %50 çimlenme olmadığı için hesaplanmamıştır (aşırı hassasiyet). LSD G: 0,28, T: 0,17, G x T: 0,62

Çeşitlerin tuzluluk konsantrasyonlarına gösterdikleri tepki incelendiğinde farklı sonuçlar olduğu ve bunun da önemli bulunduğu görülmektedir (Çizelge 4). Genel olarak genotiplerin hassasiyet değeri tuzluluk konsantrasyonu arttıkça yükselmiştir. Fakat Çin popülasyonu, Q-52, French Vanilla, Rainbow ve Read Head çeşitlerinde 100 mM tuz konsantrasyonunda, kontrol konsantrasyonu olan 0 mM'a göre hassaslık indeksi daha düşük bulunmuştur. Bu durum interaksyonun önemli çıkmasının sebeplerindedir. Bu örnekte de görüldüğü gibi genotiplerin tuzluluk derecelerine verdikleri tepkiler farklılık göstermiştir.

Bitkilerin çevresel stres kaynaklarına gösterdikleri tepkiler genotiplere bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Bu durum cinsler, türler hatta aynı tür içerisinde varyeteler arasında da görülmektedir (Fooland and Lin, 1997). Nitekim bu çalışmada da kinoa genotiplerinin çimlenme hassaslık indeksleri farklılık göstermiştir. Çin popülasyonu, Q-52 ve Rainbow hassasiyeti en düşük olan çeşitlerdir. Zaten bu çeşitlerin çimlenme süreleri genel olarak daha kısa bulunmuştur (Çizelge 3). Hassasiyet indeksi en yüksek olan Qhaslala Blanca ise en uzun sürede çimlenen çeşittir. Bu sonuçlara göre çimlenme döneminde tuzluluğa en dayanıklı genotiplerin Çin popülasyonu, Q-52 ve Rainbow; en hassas çeşidin ise Qhaslala Blanca olduğu söylenebilir. Çeşitlerin ortalaması olarak tuzluluk seviyesi arttıkça çimlenme hassaslık indeksi artmıştır. Bu durum artan tuzluluğun çimlenme süresini uzatmasından kaynaklanmıştır. Ancak bazı çeşitlerde hafif tuzluluk konsantrasyonlarında (100 mM) kontrolden daha düşük hassasiyet bulunmuştur. Çin kaynaklı popülasyonu, Q-52, French Vanilla, Rainbow ve Read Head çeşitlerinde bu durum görülmektedir. Bu sonuçlar kinoanın tuzluluğa dayanıklılık göstermesinin sebeplerinden birisini ortaya koymaktadır. Bazı çeşitler hafif tuzlu ortamlarda daha çabuk ve daha fazla çimlenebilmektedirler. Ancak bu durum bütün genotiplerde görülmeyip bazılarında ortaya çıkmaktadır. Bu da tuzluluk konusunda yapılacak çalışmaların tür içerisinde büyük varyasyonlar gösterdiğini, bu durumun araştırmacılara önemli fırsatlar sunduğunu ortaya çıkarmaktadır. Aynı türe giren genotiplerin tuzlu ortamdaki çimlenme performansları arasında önemli farklar yer almakta ve bu durum çimlenme döneminde tuza dayanıklı genotiplerin belirlenmesine imkan sağlamaktadır (Elkoca ve ark., 2003).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı tuz konsantrasyonlarında kinoanın çimlenmesinin incelendiği bu çalışmada tuzluluk derecesine ve genotiplere bağlı olarak çimlenme oranı, çimlenme süresi ve hassaslık indeksi değişiklik göstermiştir. Artan

tuzluluk seviyesi çimlenme oranını düşürmüştür, çimlenme süresini uzatmıştır. Çimlenme döneminde tuzluluğa hassasiyeti en yüksek olan genotip Qhaslala Blanca ve beyaz popülasyon olurken, en az hassasiyet Q-52 çeşidinde belirlenmiştir. Dayanıklılık gösteren Q-52 çeşidi tuzlu topraklardaki yetiştiriciliklerde tercih edilmelidir. Ayrıca yeni hatların geliştirilmesinde bu çeşit genetik kaynak olarak değerlendirilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu makale Emre AKÇAY'ın Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir. Çalışmaya destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederiz (Proje No: TOVAG-214O232).

KAYNAKLAR

- Adolf, V.I., Shabala, S., Andersen, MN., Razzaghi, F. and Jacobsen, S.E., 2012. Varietal differences of quinoa's tolerance to saline conditions. *Plant and Soil*, 357:117-129
- Adolf, V.I., Jacobsen, S.E. and Shabala, S., 2013. Salt tolerance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Environmental and Experimental Botany*, 92:43-54
- Cardozo, A. and Tapia, M.E., 1979. Valor Nutritivo. Quinoa y la Kaniwa. Cultivos Andinos. In: Tapia, ME. (Ed.), Serie Libros y Materiales Educativos, Vol. 49, *Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas*, Bogota, Columbia, pp. 149-192
- Eisa, S., Hussin, S., Geissler, N. and Koyro, H.W., 2012. Effect of NaCl salinity on water relations, photosynthesis and chemical composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as a potential cash crop halophyte, *AJCS*, 6(2): 357-368
- Elkoca, E., Haliloglu, K., Esitken, A. and Ercisli, S., 2007. Hydro- and osmopriming improve chickpea germination. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 57: 193-200
- Elkoca, E., Kantar, F. and Güvenç, İ., 2003. Değişik NaCl konsantrasyonlarının kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme ve fide gelişmesine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (1): 1-8
- Essa, T.A., 2002. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 188(2):86-93
- FAO, 2011. Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security. FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean, http://www.fao.org/alc/file/media/pubs/2011/cultivo_quinoa_en.pdf (04.05.2017)
- Foolad, M.R. and Lin, G.Y., 1997. Genetic potential for salt tolerance during germination in *Lycopersicon* species. *Hortscience*, 32: 296-300
- Garcia-Huidobro, J., Monteith, J.L. and Squire, G.R., 1982. Time, temperature and germination of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S. and H.). I. Constant temperature. *Journal of Experimental Botany*, 33: 288-296
- Garcia, M., Raes, D. and Jacobsen, S.E., 2003. Evapotranspiration analysis and irrigation requirements of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in the Bolivian highlands. *Agric. Water Manage.* 60: 119-134
- Gomez-Pando, L.R., Alvarez-Castro, R. and De la Barra, E., 2010. Effect of salt stress on Peruvian germplasm of *Chenopodium quinoa* Willd.: A promising crop. *J. Agron. Crop Sci.*, 196: 391-396
- Güldüren Ş. ve Elkoca E., 2012. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden toplanan bazı Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme döneminde tuza toleransları. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 43 (1): 29-41
- Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S.-E. and Shabala, S., 2011. Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plant grown at various salinity levels. *J. Exp. Bot.*, 62: 185-193
- Herrera, J.D. and Pinto, M., 2009. Importance of ionic and osmotic components of salt stress on the germination of four quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) selections. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 69(4): 477-485
- Hirich, A., Allah, R.C. and Beblhabib, O., 2012. Could Quinoa be alternative crop of wheat in the Mediterranean region: Case of morocco Les notes d'alerte du CIHEAM N 86
- Jacobsen, S.E., 2003. The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Rev Int*, 19(1-2): 167-177
- Jacobsen, S.E., Mujica, A. and Jensen, A.C., 2003. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. *Food Reviews International*, 19: 1-2
- Kaya, M.D., Kaya, G. ve Kolsarıcı, Ö., 2005. Bazı *Brassica* türlerinin çimlenme ve çıkışı üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (4): 448-452
- Kır, A.E. ve S. Temel, 2016. Iğdır Ovası Kuru Koşullarında Farklı Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşit ve Popülasyonlarının Tohum Verimi ile Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Iğdır Üniv. Fen Bil. Enst. Derg.*, 6(4): 145-154
- Kırtok, Y., Veli, S., Tükel, S., Düzenli, S. and Kılınc, M., 1994. Evaluation of salinity stress on germination characteristics and seedling growth of 3 bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Tarla Bitkileri Kongresi*, 25-29 Nisan 1994, Cilt I, *Agronomi Bildirileri*. Ege Üniv. Zir. Fak. Ofset Basımevi, s. 56-61
- Koyro, H.W. and Eisa, S.S., 2008. Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of *Chenopodium quinoa* Willd., *Plant Soil*, 302: 79-90
- Panuccio, M. R., Jacobsen, S. E., Akhtar, S. S., and Muscolo, A., 2014. Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa. *AOB Plants*, 6, plu047
- Prado FE., Boero C., Gallardo M. and Gonzalez J.A., 2000. Effect of NaCl on germination, growth, and soluble sugar content in *Chenopodium quinoa* (Willd.) seeds. *Bot Bull Acad Sin*, 41: 27-34
- Razzaghi, F., Plauborg, F., Jacobsen, S.E., Jensen, C. R. and Andersen, M.N., 2011. Effect of nitrogen and water availability of three soil types on yield, radiation use efficiency and evapotranspiration in field-grown quinoa. *Agricultural Water Management*, 109: 20-29
- Ruiz K. B., Biondi S., Martínez E. A., Orsini F., Antognoni F. and Jacobsen S.E., 2015. Quinoa – a model crop for understanding salt tolerance mechanisms in halophytes. *Plant Biosyst.* 150: 357-371
- Ruiz-Carrasco, K., Antognoni, F., Coulibaly, A.K., Lizardi, S., Covarrubias, A., Martínez, E.A., Molina-Montenegro, M.A., Biondi S. and Zurita-Silva, A., 2011. Variation in salinity tolerance of four lowland genotypes of quinoa

- (*Chenopodium quinoa* Willd.) as assessed by growth, Physiological Traits and Sodium Transporter Gene Expression, *Plant Physiology and Biochemistry*, 49: 1333-1341
- Sanchez, B., Lemeur, H., Van Damme, P. and Jacobsen, S.E., 2003. Ecophysiological analysis of drought and salinity stress of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International*, 19: 111-119
- Tan, M. ve Z. Yöndem, 2013. İnsan ve hayvan beslenmesinde yeni bir bitki: Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Alnteri*, 25(B): 62-66
- Wilson, C., Read, J.J., and Abo-Kassem, E., 2002. Effect of mixed-salt salinity on growth and ion relations of a quinoa and a wheat variety, *J Plant Nutr.*, 25(12): 2689-2704
- Yıldırım, E. and Güvenç, I., 2006. Salt tolerance of pepper cultivars during germination and seedling growth. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30: 347-353