



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.646728

Farklı NaCl konsantrasyonları ile oluşturulan toprak tuzluluğunun bazı bezelye çeşit ve genotiplerinde bitki gelişimine etkisi

Özlem Önal Aşçı^{a*}, Hatice Zambî^b

^aOrdu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ordu, Türkiye

^bOrdu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: onalozlem@hotmail.com

Geliş/Received 14/11/2019

Kabul/Accepted 26/08/2020

ÖZET

Saksı denemesi olarak yürütülen bu çalışma, farklı bezelye genotiplerinde (Töre, Gölyazı, Özkaynak, Ürünlü, Çaybaşı ve Turnasuyu) 7 farklı tuz konsantrasyonunun (0, 25, 50, 75, 100, 125 ve 150 mM) bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada bezelye genotiplerinin tuzluluğa toleransı belirlemek için bitki boyu, yaprak sayısı, toprak üstü yaş ve kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda, bitkide yaprak sayısı hariç incelenen diğer özellikler bakımından genotip x tuz dozu interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur. Araştırmadan elde edilen tüm bulgular sonucunda, Gölyazı, Ürünlü, Özkaynak ve Töre çeşitlerinde 25 mM tuz dozları incelenen özelliklere genellikle olumlu etkiler yaparken, daha yüksek tuz dozları ise olumsuz etki yapmıştır. Çaybaşı popülasyonunda toprak üstü kuru ağırlıkta ilk önemli azalma 25 mM dozunda gerçekleşmiştir. Turnasuyu popülasyonunda ise toprak üstü kuru ağırlık bakımından tuz dozları arasında istatistik olarak farklılık görülmemiştir. Araştırmada ele alınan en yüksek tuz dozunda (150 mM) genotiplerin kök uzunluğu ve ağırlığı bakımından farklılık bulmazken, en yüksek toprak üstü kuru ağırlığa Çaybaşı popülasyonu sahip olmuştur.

Anahtar Sözcükler:

Çeşit
Kuraklık
NaCl
Stres
Toksite

Effect of different NaCl concentrations on plant growth in some cultivars and genotypes of pea

ABSTRACT

The aim of this study as a pot experiment was to determine the effect of 7 different salt concentrations (0, 25, 50, 75, 100, 125 and 150 mM) on plant growth in different pea genotypes (Töre, Gölyazı, Özkaynak, Ürünlü, Çaybaşı and Turnasuyu). In order to determine the tolerance of pea genotypes against salinity stress, plant height, number of leaves, above-ground wet and dry weights, root length, root wet and dry weights were determined. As a result of the analysis of variance, genotype x salt dose interaction was significant statistically in terms of other characteristics examined except the number of leaves in the plant. As a result of all the findings obtained from the study, Gölyazı, Ürünlü, Özkaynak and Töre varieties generally had positive effects under 25 mM salt doses on the investigated properties while higher salt doses had negative effects. The first significant decrease in aboveground dry weight in Çaybaşı population was under 25 mM salt dose. In Turnasuyu population, no statistically significant difference was observed between salt doses in terms of above ground dry weight. At the highest salt dose (150 mM) in the study, no differences were found in root lengths and weights of the genotypes, while the Çaybaşı population had the highest above ground dry weight.

Keywords:

Cultivar
Drought
NaCl
Stress
Toxicity

© OMU ANAJAS 2020

1. Giriş

Bezelye hem insan gıdası hem de hayvan yemi olarak değerlendirilebilen bir bitkidir. Ülkemizde ıslah çalışmaları sonucunda yem amacıyla geliştirilmiş bezelye çeşitleri bulunmaktadır. Yem bezelyesi hem kaba yem olarak hem de tohumları büyük ve değerli bir protein kaynağı olmasından (Uzun ve ark., 2012) dolayı kesif yem amacıyla da kullanılmaktadır. Ayrıca tek yıllık bir bitki olması nedeniyle ara ürün olarak değerlendirilmeye uygun bir bitkidir. Bu özellikleri nedeniyle ülkemiz açısından önemli bir yem bitkisidir. TÜİK verileri incelendiğinde son 6 yılda yem bezelyesi yetiştiriciliğine ait bilgiler bulunduğu, ekim alanının her yıl artış sergilediği görülmekte ve 2019 yılında 146.090 da alanda ekildiği anlaşılmaktadır (Anonim, 2020). Bu bağlamda yem bezelyesi ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalarda ülkemizde giderek artmaktadır.

Tuzluluk, tarımsal üretim alanlarında, toprağın verimliliğini olumsuz yönde etkilediğinden, bitki büyümesi, verimi ve kalitesini sınırlandırmaktadır (Öztürk, 2004). Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde (Ekmekçi ve ark., 2005; Keser ve ark., 2009) oluşmakla birlikte, kıyı bölgelerde de yaşanmaktadır. Kıyı bölgelerde sulama suyu olarak taban suyu kullanıldığında veya drenaj problemi yaşandığında toprakta tuzluluğun sorun oluşturduğu bildirilmiştir. Nitekim Samsun Bafra ovasında yapılan bir çalışmada Ağustos ayında 1404 ha alanda toprak tuzluluğunun 4 dS m^{-1} den yüksek olduğu, mart ayında ise aynı tuzluluk değerine sahip alanın azalmakla birlikte drenaj sorunu yaşanan sahalarda devam ettiği belirlenmiştir (Cemek ve ark., 2006). Bu nedenle tuzluluk ülkemiz için önemli sorunlardan bir tanesidir. Ülkemizde yem bitkileri üretimi düşünüldüğünde, yem bezelyesinin özellikle kıyı bölgelerimizde kışlık ara ürün olarak değerlendirme imkanının yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Tuzluluğa klorürler, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlar neden olmasına rağmen, doğada en fazla sodyum klorür (NaCl)'e rastlanmaktadır. Tuz stresi bitkilerde fizyolojik kuraklığa (Kuşvuran, 2010) neden olmaktadır. Bununla birlikte fazla miktarda Na^+ ve Cl^- iyonları glikofit bitkilerde toksik etki yapmakta (Özen ve Onay, 2007) ve bu iyonlar bitkilerin NO_3^- , K^+ ve Ca^{++} alımını azaltmaktadır (Kacar ve ark., 2009). Tüm bu etkilerin sonucunda, bitkilerde çimlenme, büyüme, gelişme, hücre bölünmesi, fotosentez gibi pek çok biyolojik olay olumsuz etkilenmektedir (Bressan, 2002). Bununla birlikte olumsuz etkilenmenin düzeyi topraktaki tuzluluk seviyesine ve bitkinin tolerans düzeyine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin fasulye elektriksel iletkenliği 1.5 dS m^{-1} olan tuzlu toprakta yetiştirildiğinde verimi % 10 azalırken, yoncanın veriminde % 10'luk azalmanın elektriksel iletkenliği 3.4 dS m^{-1} olan toprakta yetiştirildiğinde ortaya çıktığı belirtilmiştir (Ekmekçi ve ark., 2005). Yapılan diğer

çalışmalarda ise tuzlu toprakta ($9.74 \text{ Ece dS m}^{-1}$) yetiştirilen *Festuca arundinacea*, *Medicago sativa* ve *Lotus corniculatus*'un kuru ot veriminin kontrole ($0.42 \text{ Ece dS m}^{-1}$) göre sırasıyla % 27, 57.4 ve 59.8 (Temel ve ark., 2013), *Agropyron elongatum*'da % 3.1 oranında azaldığı, *Cynodon dactylon*, *Chloris gayana* türlerinde ise sırasıyla % 28.6, 20.3 oranında arttığı (Temel ve ark., 2015) belirlenmiştir. Bu nedenle tuzlu koşullara adapte olabilen uygun tür ve çeşitlerin belirlenmesi gerekmektedir. Daha önce yapılmış çalışmalar incelendiğinde tuz stresinin bezelye üzerine olan etkisinin tuz dozuna ve kullanılan çeşide bağlı olarak değiştiği görülmüştür (Okçu ve ark., 2005; Maksimovic ve ark., 2010; Bilgili ve ark., 2011). Tuz toleransı yüksek çeşitlerin belirlenmesi, tuzluluk problemi yaşanan alanların değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte ülkemizde mevcut yem bezelyesi çeşit ve genotiplerinin tuza toleransını belirlemek üzere yapılmış çalışma sayısının çok az olduğu görülmüştür. Yürütülen bir çalışmada Kirazlı çeşidinin, bir çalışmada ise yemlik değerlendirilebilecek bezelye genotipinin (T8) farklı tuz dozlarına yanıtları incelenmiştir. Kirazlı çeşidinde 150 mM tuz dozunda fide gelişiminin olmadığı (Bilgili ve ark., 2011), T8 genotipinin ise 90 mM tuz dozuna kadar dayanıklı olduğu (Demirkol ve ark., 2019) belirlenmiştir. Bu çalışmanın amacı; daha önce tuzluluk çalışması yapılmamış olan bazı yem bezelyesi çeşit ve genotiplerinde farklı NaCl dozları uygulanarak oluşturulan toprak tuzluluğunun bitki gelişimine etkisini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi serasında 2014 yılında saksı denemesi olarak yürütülmüştür. Araştırmada bezelye (*Pisum sativum* L.)'nin ülkemizde yem amaçlı geliştirilen Gölyazı, Özkaynak, Ürünlü, Töre çeşitleri ile yemlik kullanıma uygun 2 yerel populasyon (Çaybaşı ve Turnasuyu)'a ait tohumlar kullanılmıştır. Denemede bitki yetiştirme ortamı olarak 4 mm elekten elenmiş hava kuru toprak kullanılmıştır. Toprak kumlu tınlı tekstüre sahip, hafif alkali (pH : 7.8), tuzsuz (0.17 dS m^{-1}), orta seviyede kireçli (% 5.4), N içeriği çok az (% 0.012), P ve K bakımından yetersiz (sırasıyla 7.4 ve 645.8 mg kg^{-1}), Fe ve Cu bakımından yeterli (sırasıyla 15.4 ve 5.8 mg kg^{-1}), Mn içeriği az (2.5 mg kg^{-1}) ve Zn içeriği yüksektir (7.4 mg kg^{-1}).

Tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulan denemede, genotiplere 0, 25, 50, 75, 100, 125 ve 150 mM NaCl tuzu çözelti olarak uygulanmıştır. Elenmiş 2.5 kg toprakla doldurulan saksılara, 8'er adet tohum ekilmiştir. Ekimle beraber her saksıya 50 ppm N, 100 ppm P ve 125 ppm K (Korkmaz, 2014) uygulanmıştır. Fidelerde ilk gerçek yaprak görüldüğünde seyreltme yapılarak her saksıda 4 bitki bırakılmış ve bitkilerin 4. gerçek yaprakları çıktığında tuz uygulanmıştır (Yıldırım ve ark., 2008). Bitkilerde yüksek tuz dozlarının çok

etkisi yapmaması için uygulamalar kademeli olarak yapılmıştır. İlk tuz uygulamasında kontrol hariç tüm saksılara 25 mM NaCl çözeltisi verilmiş ve diğer tuz uygulamaları 2'şer gün arayla kademeli olarak tamamlanmıştır. Deneme süresince saksıların nem içerikleri sürekli kontrol edilerek, gerekli görüldükçe saf su ile sulama yapılmış böylece toprağın nem içeriği sabit (tarla kapasitesinde) tutulmuştur. Tuz dozlarının bitkiler üzerindeki etkileri görülmeye başlandığında (tuz uygulamasından 1 ay sonra) deneme sonlandırılmıştır. Araştırmada bitki boyu (cm), kök uzunluğu (cm), yaprak sayısı (adet bitki⁻¹), toprak üstü yaş ve kuru ağırlık (mg bitki⁻¹), kök yaş ve kuru ağırlık (mg bitki⁻¹) belirlenmiştir.

Verilerin normal dağılım kontrolü Kolmogorov-Smirnov testi, alt grupların varyanslarının homojenlik kontrolü Levene testi ile yapılmıştır. Varyans analizinin varsayımlarını yerine getiren özelliklerde verilerin analizi tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre yapılmıştır. Farklı ortalamaların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Hesaplamalarda ve yorumlamalarda % 5 önem düzeyi kullanılmıştır. Varsayımları yerine getirmeyen bitkide yaprak sayısına ait veriler ise nonparametrik analiz yöntemlerinden Kruskal-Wallis testi ile analiz edilmiş ve farklı ortalamaların belirlenmesinde Dunn test kullanılmıştır. Tüm hesaplamalar Minitab 17 istatistik paket programı ile yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada kullanılan çeşitlerin tuz dozlarına verdikleri tepkinin farklı olmasından dolayı yapılan varyans analizi sonucunda; bitki boyu, toprak üstü yaş ve kuru ağırlık, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı bakımından çeşit x tuz dozu interaksyonu istatistiki olarak önemli ($p < 0.001$) bulunmuştur. Tuz stresinin bitki üzerindeki etkisinin uygulanan doza, tuza maruz kaldıktan sonra geçen süreye (Hasannuzaman ve ark., 2013), türe (Özkorkmaz ve Yılmaz, 2017) hatta çeşitlere (Okçu ve ark., 2005) göre değiştiği bildirilmektedir.

Çizelge 1 incelendiğinde görüleceği üzere Töre, Özkaynak ve Çaybaşı'nda bitki boyu bakımından tuz dozları arasında istatistiki farklılık bulunmazken, Gölyazı çeşidinde 25 mM, Ürünlü'de ise 25 ve 50 mM tuz uygulaması bitki boyunu artırmış, daha yüksek tuz dozları bitki boyunu önemli derecede azaltmıştır. Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının düşük dozlarda bitkiler için gerekli besin elementleri olduğu belirtilmiştir (Kacar ve ark., 2009). Söz konusu artışlar muhtemelen besin elementi

etkisinden kaynaklanmıştır. Ancak NaCl toprakta fazla bulunduğu, fizyolojik kuraklık, toksik etki, besin elementi eksikliği, besin elementi dengesizliğine neden olarak bitkilerin gelişimini olumsuz etkilediği, tuzluluğun bu olumsuz etkilerinden ilk önce fizyolojik kuraklığın ortaya çıktığı ve fizyolojik kuraklığın sürgün gelişimini yavaşlattığı bildirilmiştir (Çulha ve Çakırlar, 2011). Ayrıca kuraklığa maruz kalmış bitkilerde absisik asit (ABA) sentezinin arttığı, absisik asitin ise sürgün büyümesini engellediği belirtilmektedir (Taiz ve Zeiger, 2002). Nitekim bezelyede yüksek NaCl konsantrasyonunun ABA miktarını arttırdığı bildirilmiştir (Abo-Hamed ve ark., 1990; Shahid ve ark., 2012). Bunun yanında NaCl uygulamasının bezelyede boğum arası sayısını (Maksimovic ve ark., 2010) ve boğum arası uzunluğunu (Shahid ve ark., 2012) azalttığı bildirilmiştir. Söz konusu çeşitlerde bitki boyundaki ilk azalma muhtemelen yukarıda bahsedilen nedenlerden ortaya çıkmıştır. Bilgili ve ark. (2011), yem bezelyesinde ekimle birlikte uygulanan 50 mM NaCl'in bitki boyunu kontrole (tuzsuz) göre önemli derecede azalttığını belirlemişlerdir. Bununla birlikte çalışmamızda aynı tuz dozunda çeşitlerin bitki boyu değerlendirildiğinde özellikle 100, 125 ve 150 mM dozlarında Çaybaşı popülasyonunun en uzun bitki boyuna sahip olduğu görülmektedir. Bu durum çeşitlerin genetik yapılarının farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Araştırmada belirlenen bitkide yaprak sayısına ait veriler yapılan istatistik analiz sonucunda, sadece Gölyazı çeşidinde yaprak sayısı bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) farklılık olduğu belirlenmiştir. Söz konusu çeşitte 25 mM tuz uygulaması, kontrole göre bitkide yaprak sayısını önemli derecede ($p < 0.05$) artırmış, daha yüksek dozlar ise azalmaya neden olmuştur (Çizelge 2 ve 3).

Tuz stresinin bitkide büyümeyi yavaşlattığı, bunun bir göstergesi olarak yaprak sayısının azaldığı bildirilmiştir (Süyüm, 2011). Nitekim, Bilgili ve ark. (2011), yem bezelyesinde artan tuz dozlarının bitkide yaprak sayısını azalttığını, Süyüm (2011) tuz stresi yaşayan karpuzda yaprak sayısının kontrole göre azaldığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte aynı tuz dozunda çeşitlerin yaprak sayısı bakımından istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) fark bulunmuştur (Çizelge 2 ve 3). İncelenen bütün tuz dozlarında Özkaynak çeşidi en yüksek yaprak sayısına sahip olmuştur (Çizelge 2). Bu durum muhtemelen çeşitlerin genetik yapılarındaki farklılıktan ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 1. Farklı tuz dozlarında bezelye genotiplerinde belirlenen bitki boyu (cm)
Table 1. Plant height (cm) determined in pea genotypes with different salt doses

Genotip	Tuz Dozu (mM)						
	0	25	50	75	100	125	150
Töre	15.77±0.58Abc	14.04±0.94Ac	12.10±0.51Ab	12.20±0.49Ab	13.17±0.44Abc	12.53±1.02Abc	11.68±0.09Abc
Gölyazı	23.54±0.68ABa	24.68±0.25Aa	20.03±0.24Ba	18.93±0.94Ba	14.06±0.35Cbc	12.70±1.07Cbc	12.49±0.40Cbc
Özkaynak	11.98±0.35Ac	11.86±0.40Ac	11.49±0.55Ab	11.53±0.47Ab	10.73±0.42Ac	11.60±0.30Abc	10.25±0.58Abc
Ürünü	18.05±0.25ABCbc	19.57±1.39ABb	20.24±0.92Aa	16.38±1.11ABCDab	15.46±0.77BCDb	14.80±0.75CDb	13.36±1.43Db
Çaybaşı	22.99±0.38Aa	21.53±1.16Aab	19.39±0.62Aa	17.45±2.08Aa	20.53±0.53Aa	22.72±1.36Aa	20.21±0.57Aa
Turnasuyu	12.92±0.43Ac	11.61±0.73ABc	13.58±0.86Ab	12.28±0.97ABb	10.44±0.46ABc	9.41±1.18ABc	7.93±0.63Bc

Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı çeşitte ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Aynı dozda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Çizelge 2. Farklı tuz dozlarında bezelye genotiplerinde belirlenen yaprak sayısı (adet bitki⁻¹)
Table 2. Number of leaves per plant determined in pea genotypes with different salt doses

Genotip	Tuz Dozu (mM)														P-Değeri
	0		25		50		75		100		125		150		
	\bar{X}	M	\bar{X}	M	\bar{X}	M	\bar{X}	M	\bar{X}	M	\bar{X}	M	\bar{X}	M	
Töre	11.0	11.0AB	8.0	7.0BC	10.0	10.0AB	10.0	10.0A	9.3	9.0A	9.7	10.0A	10.0	10.0A	0.415 ^{ÖD}
Gölyazı	8.0	8.0BCab	10.0	9.0ABa	6.3	7.0Ccd	7.3	7.0BCbc	6.3	6.0Bd	6.7	7.0Bcd	6.7	7.0Bcd	0.043*
Özkaynak	13.0	13.0A	11.7	12.0A	11.3	12.0A	11.0	11.0A	10.0	10.0A	10.0	11.0A	10.0	10.0A	0.310 ^{ÖD}
Ürünü	6.0	6.0D	6.7	7.0CD	6.0	6.0C	6.3	7.0CD	9.3	10.0A	7.0	7.0B	6.0	6.0B	0.111 ^{ÖD}
Çaybaşı	6.7	6.0CD	5.7	6.0D	5.3	5.0C	5.3	5.0D	6.0	6.0B	7.0	7.0B	7.0	7.0B	0.069 ^{ÖD}
Turnasuyu	5.7	6.0D	5.7	6.0D	7.7	8.0B	6.0	6.0CD	5.7	6.0B	6.3	6.0B	5.7	6.0B	0.120 ^{ÖD}
P-Değeri	0.013*		0.021*		0.010*		0.013*		0.014*		0.035*		0.019*		

\bar{X} , Ortalama; M, Medyan; ^{ÖD}, istatistik olarak önemli değildir; *, istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan dozlar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Aynı satırda ortak küçük harfi olmayan dozlar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Çizelge 3. Bitkide yaprak sayısı için hesaplanmış ortalama rank değerleri
 Table 3. Average rank values calculated for the number of leaves per plant

	DOZLAR						
	0	25	50	75	100	125	150
Ort. Rank	Ort. Rank	Ort. Rank	Ort. Rank	Ort. Rank	Ort. Rank	Ort. Rank	Ort. Rank
14.5AB	10.2BC	14.5AB	14.5A	13.5A	15.0A	15.5A	
10.3BC	14.2AB	6.7C	10.0BC	6.3B	6.3B	8.0B	
16.5A	15.8A	16.5A	16.5A	14.7A	15.7A	15.5A	
5.0D	8.5CD	5.5C	6.8CD	13.8A	7.7B	5.3B	
6.8CD	4.2D	3.2C	3.5D	5.0B	7.7B	8.8B	
3.8D	4.2D	10.7B	5.7CD	3.7B	4.7B	3.8B	
ÇEŞİT							
Gölyazı	15.7AB	19.2A	7.3CD	12.7BC	5.8D	8.2CD	8.2CD

Çizelge 4'te görüldüğü üzere Gölyazı, Özkaynak ve Ürnlü çeşitlerinde 25 mM tuz uygulaması toprak üstü yaş ağırlığın artmasına neden olurken, artan dozlarda ise azalışlar meydana gelmiştir.

Söz konusu artışlar muhtemelen Na⁺ ve Cl⁻'un besin elementi etkisinden kaynaklanmıştır. Benzer şekilde Qados (2010), baklada tuz uygulamasının toprak üstü yaş ağırlığını önce artırdığını sonra da azalttığını bildirmiştir.

Araştırmada incelenen genotiplerin toprak üstü yaş ağırlığında ilk önemli azalışın meydana geldiği tuz dozları da farklı olmuştur. Örneğin Gölyazı çeşidi ile Çaybaşı popülasyonunda 50 mM, Turnasuyu popülasyonunda 125 mM, Töre, Özkaynak ve Ürnlü çeşitlerinde ise 150 mM tuz dozunda ortaya çıkmıştır (Çizelge 4).

Yanısıra araştırmada incelenen en yüksek tuz dozunda (150 mM) en yüksek toprak üstü yaş ağırlık Çaybaşı popülasyonunda belirlenmiştir. Araştırmamızda toprak üstü yaş ağırlığın azalma nedenlerinden bir tanesi bitkilerin su içeriğinin azalmasıdır.

Hasat sırasında tuz dozlarında bitkilerin turgor durumlarındaki farklılıklar net olarak gözlemlenmiştir. Yüksek tuz dozlarında yaprakların turgorunu kaybetmeleri sonucunda solgunlaştıkları görülmüştür. Maksimovic ve ark. (2010), bezelyede tuz uygulamasının (0.2 g L⁻¹'den daha yüksek olduğunda) yaprak ve gövdede su içeriğini azalttığını bildirmişlerdir.

Ayrıca tuz uygulaması incelenen çeşitlerde bitki boyunu ve yaprak sayısını azaltmıştır (Çizelge 1 ve 2). Yüksek NaCl dozlarında (100 mM ve üzeri) ise toprak üstü yaş ağırlıktaki azalış fizyolojik kuraklığın yanında tuzun toksik etkisinden kaynaklanmıştır.

Yaprakta biriken yüksek miktarda Na⁺ iyonunun toksik etkisinin yavaş bir şekilde ortaya çıktığı ve yaşlı yapraklarda senesensi artırdığı bildirilmiştir (Munns ve Tester, 2008). Nitekim hasat sırasında bitkilerde özellikle yaşlı yapraklarda tuz toksitesi sonucu oluşan

nekrozlar görülmüştür. Tüm bu etkiler sonucu toprak üstü yaş ağırlık azalmıştır.

Toprak üstü kuru ağırlık değerleri incelendiğinde, Töre, Özkaynak, Ürnlü çeşitleri ile Turnasuyu popülasyonunda tuz dozlarında belirlenen toprak üstü kuru ağırlık bakımından istatistiki olarak farklılık bulunmadığı, Gölyazı çeşidi ile Çaybaşı popülasyonunun ise tuz dozlarına farklı tepkiler verdiği anlaşılmaktadır.

Gölyazı çeşidinde tuz dozu 50 mM ve üzerine çıktığında toprak üstü kuru ağırlık azalmış, en büyük olumsuz etki ise 150 mM dozunda ortaya çıkmıştır. Çaybaşı popülasyonunda ise kontrol ve 150 mM dozlarında en yüksek toprak üstü kuru ağırlık belirlenmiştir.

Araştırmada incelenen genotiplerin fide güçleri de genetik olarak birbirinden farklı olmuştur. Nitekim kontrol grubunda toprak üstü kuru ağırlıkta belirlenen farklılıklar bundan kaynaklanmıştır.

150 mM dozunda Çaybaşı popülasyonu en yüksek toprak üstü kuru ağırlığa sahip olmuştur (Çizelge 5). Tuz stresinin hücre bölünmesini ve toprak üstü aksamın uzamasını engellediği, toprak üstü aksamın kuru ağırlığında azalmalara neden olduğu belirtilmiştir. Ancak bitkiler, NaCl'in olumsuz etkilerini tolere edebilmek amacıyla tür ve çeşitlere bağlı olarak değişimle birlikte, vakuollerinde Na⁺ ve Cl⁻'ü biriktirdikleri, sitoplazmada osmotik basıncı ayarlayabilmek için K⁺, prolin, glisin betain (Munns, 2002; Munns ve Tester, 2008), protein, çözülebilir şeker (Ahmad ve John, 2005) gibi osmoregulatorler biriktirdikleri bildirilmiştir.

Çalışmamızda incelenen genotiplerin toprak üstü ağırlıklarında yaşanan farklılıklar muhtemelen yukarıda bahsedilen sebeplerden dolayı ortaya çıkmıştır.

Çizelge 6'dan anlaşılacağı üzere Töre, Gölyazı, Ürnlü çeşitleri ile Turnasuyu popülasyonunda kök uzunluğu bakımından tuz dozları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunurken, Gölyazı ve Ürnlü çeşitlerinde 25 mM dozu kök uzunluğunu bir

miktar artırıcı etki yapmıştır. Özkaynak çeşidi ve Çaybaşı popülasyonunda ise 125 ve 150 mM tuz uygulaması kök uzunluğunu önemli derecede azaltmıştır.

Bununla birlikte aynı tuz dozunda çeşitlerin kök uzunluğu değerlendirildiğinde, 100 mM tuz dozu hariç tüm dozlarda kök uzunluğu bakımından çeşitler arasında farklılık bulunmamıştır. Kök bölgesindeki tuz, osmotik stress ve/veya toksik iyon etkisi ile kök meristem dokusunda hücre genişlemesini ve hücre üretimini engelleyerek kök uzamasını azalttığı belirtilmiştir (Rewald ve ark., 2013).

Bununla birlikte stres şartlarında bitkilerde sentezlenen absisik asit, etilen ve brassinosteroidlerin kök gelişimini değiştirdiği, genellikle düşük tuz dozlarında kök uzamasının teşvik edildiği, yüksek dozlarda ise kök gelişimini azalttığı bildirilmiştir (Julkowska ve ark., 2014).

Düşük tuz dozlarının muhtemelen bitkide kuraklık etkisiyle absisik asit sentezini artırdığı, etilen üretimini ise engellediği sonuçta kök büyümesini olumlu yönde etkilediği ifade edilmiştir (Taiz ve Zeiger, 2002). Benzer şekilde Abo-Hamed ve ark. (1990) ve Shahid ve ark. (2012), bezelyede tuz uygulamasının absisik asit içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Bilgili ve ark. (2011), yem bezelyesinde 50 mM NaCl uygulandığında kök uzunluğunun kontrolle aynı olduğunu, tuz dozu 50 mM'dan 100 mM'a çıktığında ise önemli düzeyde azaldığını bildirmişlerdir.

Okçu ve ark. (2005), bezelye çeşitlerinin tuz dozlarına tepkisinin farklı olduğunu, Bolero ve Sprinter çeşitlerinde artan tuz dozlarının kök uzunluğunu

azalttığını, Utrillo çeşidinde ise tuz uygulamasının kök uzunluğunu önce artırdığını sonra ise azalttığını bildirmişlerdir.

Kök yaş ve kuru ağırlık değerleri sırasıyla Çizelge 7 ve 8'de sunulmuştur. Söz konusu çizelgelerde görüleceği üzere, Gölyazı ve Ürünü çeşitlerinde 25 mM tuz uygulaması kök yaş ve kuru ağırlığını kontrole göre önemli düzeyde ($p<0.05$) artırırken, bu noktadan sonra artan tuz dozları ise azaltmıştır.

Diğer çeşit ve popülasyonlarda ise tuz uygulamaları kök yaş ve kuru ağırlığını genellikle azaltmıştır. Çaybaşı popülasyonunda 50 mM ve üzeri dozlar, Töre, Özkaynak çeşidi ile Turnasuyu popülasyonunda ise 75 mM ve üzeri dozlar kök yaş ve kuru ağırlığını önemli derecede azaltmıştır (Çizelge 7 ve 8).

Bu durum tuzluluğun kök uzunluğuna etkisinden çok lateral kök gelişimine olan olumsuz etkisinden kaynaklanmıştır. Benzer sonuçlar Kav ve ark. (2004) tarafından da bildirilmiştir.

Çalışmamızla benzer olarak, Ahmad ve Jhon (2005) bezelye ile yaptıkları çalışmalarında yüksek tuz dozlarının bezelyede kök kuru ağırlığını azalttığını belirlemişlerdir.

Çizelge 4. Farklı tuz dozlarında bezelye genotiplerinde belirlenen toprak üstü yaş ağırlık (mg bitki⁻¹)
 Table 4. Above ground fresh weight of per plant (mg) determined in pea genotypes with different salt doses

Genotip	Tuz Dozu (mM)						
	0	25	50	75	100	125	150
Töre	956.7±64.0Abc	873.4±28.9ABc	905.9±15.1ABb	961.9±67.2Aa	781.3±67.9ABb	699.5±112.0ABb	484.2±8.8Bb
Gölyazı	1152.0±51.1ABb	1361.2±121.0Ab	975.7±38.5BCab	931.6±87.1BCDa	624.5±4.8Db	684.0±37.5CDBb	606.8±5.2Dab
Özkaynak	999.2±98.4Abc	1109.8±80.5Abc	912.5±81.4Aab	873.2±31.7Aa	799.9±74.9ABb	823.6±111.0ABab	533.1±30.8Bb
Ürünli	708.9±68.4ABCc	1003.6±61.8Ac	873.2±38.3ABb	759.5±11.5ABCa	657.5±19.1BCb	685.6±80.9ABCb	432.8±50.9Cb
Çaybaşı	1738.2±187.0Aa	1697.1±108.0Aa	1228.6±87.6Ba	1075.7±76.4BCa	1224.2±35.8Ba	1042.3±67.2BCa	865.1±47.6Ca
Turnasuyu	1075.6±91.1Ab	888.2±106.0ABc	1012.3±25.7ABab	781.1±10ABa	814.7±108.0ABb	727.4±130.0BCab	400.6±24.6Cb

Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı çeşitte ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Aynı dozda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Çizelge 5. Farklı tuz dozlarında bezelye genotiplerinde belirlenen toprak üstü kuru ağırlık (mg bitki⁻¹)
 Table 5. Above ground dry weight of per plant (mg) determined in pea genotypes with different salt doses

Genotip	Tuz Dozu (mM)						
	0	25	50	75	100	125	150
Töre	138.83±6.83Abc	121.40±7.17Ab	131.17±2.89Aab	132.60±12.10Aa	134.17±9.66Aab	134.10±10.30Ab	133.90±8.46Ab
Gölyazı	165.93±7.68ABb	194.30±16.30Aa	120.30±18.40BCab	130.90±19.40BCa	116.67±9.34BCb	158.50±0.87ABCab	113.20±0.20Cb
Özkaynak	161.80±13.80Ab	157.10±11.50Aab	165.50±16.80Aab	134.30±4.74Aa	149.90±5.20Aab	167.80±17.30Aab	138.80±9.97Ab
Ürünli	99.20±15.80Ac	144.97±7.51Ab	117.00±13.00Ab	134.30±0.38Aa	142.17±7.27Aab	143.00±10.90Aab	103.00±17.30Ab
Çaybaşı	253.90±3.70Aa	164.20±13.90Bab	167.30±18.00Ba	177.00±22.70Ba	175.07±3.47Ba	191.50±28.40Ba	207.93±7.36ABa
Turnasuyu	153.82±5.53Ab	132.15±2.24Ab	151.76±4.39Aab	129.83±5.55Aa	153.00±7.45Aab	132.77±7.79Ab	118.43±3.43Ab

Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı çeşitte ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Aynı dozda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 6. Farklı tuz dozlarında bezelye genotiplerinde belirlenen kök uzunluğu (cm)
Table 6. Root length (cm) determined in pea genotypes with different salt doses

Genotip	Tuz Dozu (mM)						
	0	25	50	75	100	125	150
Töre	20.21±0.91Aa	17.22±1.00Aa	18.09±1.32Aa	19.37±0.99Aa	19.98±0.55Aabc	16.63±0.74Aab	16.36±0.78Aa
Gölyazı	18.22±0.73Aa	17.29±0.53Aa	16.74±0.28Aa	16.68±0.20Aa	16.75±0.59Abc	15.65±0.37Aa	15.07±0.48Aa
Özkaynak	20.80±0.64ABa	20.91±0.84ABa	21.13±0.65ABa	18.40±1.63ABa	23.41±1.66Aa	17.30±0.40Ba	16.93±0.40Ba
Ürünü	18.07±1.30Aa	20.98±0.36Aa	20.95±1.70Aa	15.83±0.38Aa	17.75±0.79Abc	16.05±0.99Aa	18.46±1.67Aa
Çaybaşı	20.49±0.66Aa	19.90±0.71Aa	17.45±0.31ABa	15.50±0.75ABa	15.35±0.60ABc	13.97±0.70Ba	13.37±0.47Ba
Turnasuyu	16.31±0.99Aa	17.18±1.36Aa	19.30±1.43Aa	19.60±0.76Aa	17.00±1.39Abc	17.18±0.19Aa	15.89±0.31Aa

Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı çeşitte ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

Aynı dozda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 7. Farklı tuz dozlarında bezelye genotiplerinde belirlenen kök yaş ağırlığı (mg bitki⁻¹)
Table 7. Root fresh weight of per plant (mg) determined in pea genotypes with different salt doses

Genotip	Tuz Dozu (mM)						
	0	25	50	75	100	125	150
Töre	176.92±9.81Aab	128.17±9.71ABc	147.20±15.40ABab	102.17±4.15BCab	93.50±6.64BCDa	63.38±4.11CDab	46.00±4.04Da
Gölyazı	154.97±8.49ABb	176.08±9.24Aabc	107.14±8.00BCbc	93.08±7.58CDab	57.58±6.83CDa	41.30±10.80Db	73.40±10.60CDa
Özkaynak	211.20±39.20Aa	196.25±0.66Aa	175.80±11.50Aa	114.37±6.55Ba	97.27±8.23Ba	95.70±11.60Ba	77.25±8.18Ba
Ürünü	89.70±13.20Bc	181.70±25.40Aab	92.25±6.76Bc	59.80±12.30Bb	79.50±0.29Ba	75.83±3.92Bab	52.93±7.07Ba
Çaybaşı	149.80±12.30Ab	139.65±0.51ABbc	93.77±0.72BCc	72.00±11.0Cab	100.2±17.30ABCa	92.91±5.53BCab	84.13±5.51Ca
Turnasuyu	187.90±30.10Aab	146.70±12.50ABCabc	155.50±21.30ABab	99.36±8.28CDab	91.33±1.33Da	112.00±15.60BCDa	84.85±4.13Da

Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı çeşitte ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

Aynı dozda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 8. Farklı tuz dozlarında bezelye genotiplerinde belirlenen kök kuru ağırlığı (mg bitki⁻¹)
 Table 8. Root dry weight of per plant (mg) determined in pea genotypes with different salt doses

Genotip	Tuz Dozu (mM)						
	0	25	50	75	100	125	150
Töre	164.80±12.30Aab	115.48±7.01Bc	119.17±7.07Bab	89.57±2.86BCa	85.38±4.26BCDa	57.88±4.55CDb	45.15±4.26Da
Gölyazı	142.42±6.43Ab	162.75±6.95Aab	97.06±6.44Bb	87.58±7.08BCab	49.75±7.09Ca	53.77±0.43Cb	65.68±8.66BCa
Özkaynak	189.80±34.30Aa	177.53±2.45Aa	150.70±13.4Aa	101.77±3.90Ba	88.88±7.00Ba	86.50±11.30Bab	70.00±7.88Ba
Ürünlü	79.70±11.70Bc	146.58±2.17Aabc	81.53±5.13Bb	46.50±15.40Bb	71.30±1.12Ba	68.08±3.05Bab	49.23±7.37Ba
Çaybaşı	140.40±14.40Ab	125.88±2.24ABbc	84.15±3.10BCb	67.18±9.91Cab	90.30±15.10BCa	87.41±3.51BCab	80.00±4.02Ca
Turnasuyu	133.00±4.04Ab	135.10±11.7Abc	142.70±19.70Aa	80.78±5.46Bab	83.67±0.36Ba	101.30±15.90ABa	79.78±3.96Ba

Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı çeşitte ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Aynı dozda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

4. Sonuç

Araştırma sonucunda, incelenen çeşit ve genotiplerin tuza toleransının farklı olduğu anlaşılmıştır. Çaybaşı popülasyonu 50 mM ve üzeri tuz dozlarında en yüksek toprak üstü kuru ağırlığına sahip olmuştur. Bu nedenle Çaybaşı popülasyonunun tuzlu tarla koşullarında ot ve tohum veriminin belirlenmesi, söz konusu çeşidin tuzlu şartlarda yetiştirilebilme olanağını net olarak ortaya çıkaracaktır. Yanısıra çalışmada kullanılan genotiplerin tuz stresine karşı verdikleri tepkilerin farklı olması, ülkemizde genetik çeşitliliğin fazla olduğu bezelye bitkisinde, tuz stresi çalışmalarının yapılmadığı diğer materyallerle de çalışılması gerektiğini göstermektedir.

Teşekkür

Bu araştırma Ordu Üniversitesi BAP birimi tarafından desteklenen TF 1462 nolu proje olarak desteklenen Hatice Zambı'nın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Abo-Hamed, S.A., Younis, M.E., El-Shahaby, O.A., Haroun, S.A., 1990. Plant growth, metabolism and adaptation in relation to stress conditions. IX. Endogenous levels of hormones, minerals and organic solutes in *Pisum sativum* plants as affected by salinity. *Phyton*, 30(1): 187-199.
- Ahmad, P., John, R., 2005. Effect of salt stress on growth and biochemical parameters of *Pisum sativum* L. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 51:6: 665-672. doi: 10.1080/03650340500274151
- Anonymous, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri. Available at <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 10 Mart 2020).
- Bilgili, U., Carpici, E.B., Aşık, B.B., Celik, N., 2011. Root and shoot response of common vetch (*Vicia sativa* L.), forage pea (*Pisum sativum* L.) and canola (*Brassica napus* L.) to salt stress during early seedling growth stages. *Turkish Journal of Field Crops*, 16(1): 33-38.
- Bressan, R.A., 2002. Stres fizyolojisi. In: Taiz, L., Zeiger, E. (Eds). *Türkan İ. (Çeviri Eds.) Palme Yayıncılık*, 2008, Ankara pp. 591-620.
- Cemek, B., Güler, M., Arslan, H., 2006. Bafra ovası sağ sahil sulama alanındaki tuzluluk dağılımının coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(1): 63-72.
- Çulha, Ş., Çakırlar, H., 2011. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11: 11-34.
- Demirkol, G., Yılmaz, N., Önal Aşçı, Ö., 2019. Tuz stresinin yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. arvense L.) seçilmiş genotipinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.*, 22(3): 354-359. DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.455439
- Ekmekçi, E., Apan, M., Kara, T., 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3):118-125. doi: 10.7161/anajas.2005
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Fujita, M., 2013. Plant response to salt stress and role of exogenous protectants to mitigate salt-induced damages. In: Ahmad P., Azooz M., Prasad M. (eds) *Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress*. Springer New York. pp. 25-87.
- Julkowska, M.M., Hoefsloot, H.C.J., Mol, S., Feron, R., de Boer, G.J., Haring, M.A., Testerink, C., 2014. Capturing Arabidopsis root architecture dynamics with ROOT-FIT reveals diversity in responses to salinity. *Plant Physiol.* 166(3):1387-402. doi: 10.1104/pp.114.248963
- Kacar, B., Katkat, V., Öztürk, Ş., 2009. Bitki fizyolojisi. Nobel Yayınları No: 848, 3. Baskı, 556 s, Ankara.
- Kav, N.N.V, Srivastava, S., Goonewardene, L., Blade, S.F., 2004. Proteome-level changes in the roots of *Pisum sativum* in response to salinity. *Annals of Applied Biology*, 145:217-230. doi: 10.1111/j.1744-7348.2004.tb00378.x
- Keser, Ö., Çolak, G., Caner, N., 2009. Tuza toleransı farklı iki kültür bitkisinde bazı fizyolojik ve makromorfolojik parametreler üzerine Na₂CO₃ tipi tuz stresi etkileri. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11 (2): 64-80.
- Korkmaz, K., 2014. Sözlü görüşme. Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü.
- Kuşvuran, Ş., 2010. Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. *Doktora Tezi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 356 s, Adana.
- Maksimović, I., Putnik-Delić, M., Gani, I., Marić, J., Ilin, Ž., 2010. Growth, ion composition, and stomatal conductance of peas exposed to salinity. *Central European Journal of Biology*, 5(5): 682-691. doi: 10.2478/s11535-010-0052-y
- Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*, 25: 239-250. doi: 10.1046/j.0016-8025.2001.00808.x
- Munns, R., Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Reviews of Plant Biology*, 59:651-681. doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911
- Okçu, G., Kaya, M.D., Atak, M., 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29: 237-242.
- Özen, H.Ç., Onay, A., 2007. Bitki fizyolojisi. Nobel Yayınları No:1220, 332 s, Ankara.

- Özkorkmaz, F., Yılmaz, N., 2017. Farklı tuz konsantrasyonlarının fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ve börülçede (*Vigna unguiculata* L.) çimlenme üzerine etkilerini belirlenmesi. Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(2): 196-20.
- Öztürk A., 2004. Tuzluluk ve sodyumluluğun oluşumu, bitki ve toprağa etkileri. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu, 1-16, 20-21 Mayıs, Ankara.
- Rewald, B., Shelef, O., Ephrath, J.E., Rachmilevitch, S., 2013. Adaptive plasticity of salt-stressed root systems. In: Ahmad, P., Azooz, M.M., Prasad, M.N.V. (Eds). Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress. Springer USA. pp. 169-202.
- Shahid, M.A., Balal, R.M., Pervez, M.A., Abbas, T., Ashfaq, M., Ghazanfar, U., Afzal, M., Rashid, A., Garcia-Sanchez, F., Mattson, N.S., 2012. Differential response of pea (*Pisum sativum* L.) genotypes to salt stress in relation to the growth, physiological attributes antioxidant activity and organic solutes. Australian Journal of Crop Science, 6(5): 828-838.
- Süyüm, K., 2011. Karpuz genetik kaynaklarının tuzluluk ve kuraklığa tolerans seviyelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 145s, Adana.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2002. Bitki fizyolojisi. 3. Baskıdan Çeviri, (Çeviri Ed. Türkan, İ.). Palme Yayıncılık, 2008 Ankara.
- Temel, S., Şimşek, U., Keskin, B., Yılmaz, İ.H., 2013. Performance of some forages species (*Festuca arundinacea* L., *Chloris gayana* var. Katambora, *Lotus corniculatus* L. and *Medicago sativa* L.) in saline soil. Proceedings of the 22nd International Grassland Congress, 149-150, 15-19 September, Sydney.
- Temel, S., Keskin, B., Sımsek, U., Yılmaz, İ.B., 2015. Performance of some forage grass species in halomorphic soil. Turk J. Field Crops 20(2): 131-141.
- Qados, A.M.S.A., 2010. Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* (L.). Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 10:7-15. doi: 10.1016/j.jssas.2010.06.002
- Uzun, A., Gün, H., Açıkgöz, E., 2012. Farklı gelişme dönemlerinde biçilen bazı yem bezelyesi (*Pisum arvense*) çeşitlerinin ot, tohum ve ham protein verimlerinin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(1): 27-38.
- Yıldırım, B., Yaşar, F., Terzioğlu, Ö., Tamkoç, A., Türközü, D., 2008. Effect of salinity stress on nutrient composition of field pea genotypes. Journal of Animal and Veterinary Advances, 7(8): 944-948.