

Toprak tuzluluğunun börülcede bitki gelişimine etkisi

Özlem ÖNAL AŞCI¹, Mualla ALTUN²

¹Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Ordu

²Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu

Alınış tarihi: 4 Şubat 2020, Kabul tarihi: 5 Haziran 2020

Sorumlu yazar: Özlem ÖNAL AŞCI, e-posta: onalozlem@hotmail.com

Öz

Amaç: Çalışma börülcede farklı toprak tuzluluk seviyelerinin bitki gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem: Karagöz ve Ülkem börülce çeşitlerinde bitkiler 4 yapraklı büyüme evresinde iken 0, 25, 50,75, 100,125, 150,175 ve 200 mM NaCl dozları uygulanmıştır. Çalışma, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur ve saksı denemesi olarak yürütülmüştür.

Araştırma Bulguları: Araştırmada bitki boyu (cm), kök uzunluğu (cm), yaprakçık sayısı (adet bitki⁻¹), yaprak alanı (cm² bitki⁻¹), Gövde çapı (mm), toprak üstü yaş ve kuru ağırlık (g bitki⁻¹), kök yaş ve kuru ağırlık (g bitki⁻¹), nodül sayısı (adet bitki⁻¹), nodül ağırlığı (mg bitki⁻¹) belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda, bitki boyu, kök yaş ve kuru ağırlıkları bakımından çeşit x tuz dozu etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunurken, kök uzunluğu çeşitlerden ve tuz dozlarından etkilenmemiştir. İncelenen diğer özelliklerin tamamında tuz dozları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu ve toprak tuzluluğunun bitki gelişimini çoğunlukla olumsuz etkilediği belirlenmiştir.

Sonuç: İncelenen parametreler içerisinde nodül sayısı ve nodül kuru ağırlığın 25 mM tuz dozunda, yaprak alanı, toprak üstü yaş ve kuru ağırlık değerlerinin ise 75 mM tuz dozunda istatistiksel olarak önemli derecede azaldığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Börülce, NaCl, stres

The effect of soil salinity on plant growth in cowpea

Abstract

Objective: The study was carried out to determine the effect of different soil salinity levels on plant growth in cowpea.

Materials and Methods: In cowpea cv. Karagöz and Ülkem, 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 and 200 mM NaCl doses were applied when the plants had 4 leaves. The study was established with 4 replications according to the factorial design in random plots and it was conducted as pot experiment.

Results: In the study, plant height (cm), root length (cm), number of leaflets (piece of plant⁻¹), leaf area (cm² plant⁻¹), stem diameter (mm), aboveground fresh and dry weight (g plant⁻¹), root fresh and dry weight (g plant⁻¹), number of nodules (number of plants⁻¹), nodule weight (mg plant⁻¹) were determined. As a result of analysis of variance, cultivar x salt dose interaction was statistically significant in terms of plant height, root fresh and dry weights, while root length was not affected by varieties and salt doses. It was determined that there were statistically significant differences between salt doses in all of the other characteristics studied and soil salinity mostly affected plant growth.

Conclusion: It was determined that within the parameters studied, the number of nodules and dry weight of the nodule were significantly reduced at 25 mM salt dose, and the leaf area, above-ground fresh and dry weight values were significantly decreased at 75 mM salt dose.

Key words: Cowpea, NaCl, stress

Giriş

Son yıllarda ülkemizde yem bitkileri yetiştiriciliğinde artışlar yaşanmakla birlikte maalesef hem kaba yem hem de kesif yem üretimi oldukça sınırlı kalmakta ve hayvancılık karlı bir üretim olamamaktadır. TÜİK verileri incelendiğinde, ülkemizde yem bitkisi tarımında kullanılan tür sayısının ve ekiliş alanının sınırlı kaldığı dikkati çekmektedir (Anonim, 2020). Halbuki üretimi artırmak için, ekim alanını ve verimliliği artırmak gerekmektedir. Bu noktada yetiştirilen tür ve çeşit sayısının artırılması gerekmektedir. Börülce ülkemizde son yıllarda üretimi giderek yaygınlaşmaya başlayan hem kaba hem de kesif yem şeklinde kullanılabilir bir bitkidir.

Börülce tek yıllık, sıcak mevsim bitkisi olduğu için ülkemizde yazlık ana ürün veya ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek alternatif yem bitkisi (Can ve ark., 2020) olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle yazlık II. Ürün olarak yem bitkisi yetiştiriciliğini artırmak, mevcut üretim desenini değiştirmeden kaba yem açığını kapatmada önemli katkı sağlayacaktır. Bitkisel üretimde verimliliği azaltan faktörlerden birisi de tuzluluktur ve ülkemizde yaklaşık 1.5 milyon ha alanda tuzluluk ve sodiklik probleminin olduğu bilinmektedir (Çullu ve ark., 2015). Bununla birlikte küresel iklim değişikliğinin etkileriyle Türkiye’de kuraklığın artacağı öngörülmektedir (Korkmaz, 2007; Özgen ve ark., 2015). Kuraklığın artması ülkemizde tuzluluk sorununun artmasına da neden olacaktır. Tuz, temel olarak ozmotik basıncın artması ve iyon stresi oluşturması yanında ikincil olarak da hücre içerisinde, protein sentezi ve klorofil oluşumu inhibisyonu, hücre zarı fonksiyonlarının bozulmasına sebep olan aktif oksijen türlerinin sentezlenmesi gibi durumlara neden olmaktadır. Bunun yanında bazı bitki besin elementleri alınımının ve fotosentezin sürekliliğinin engellenmesine ve metabolik toksisiteye neden olarak bitki gelişimini engellemektedir (Korkmaz ve ark., 2020). Son yıllarda, bitkilerde tuz stresinin azaltılması ve tuzluluk zararının en asgari düzeye düşürülmesini sağlamak için birçok farklı çözüm yolu üzerinde durulmaktadır. Bitki tür ve çeşitleri arasındaki tuzluluğa karşı tepkilerin belirlenmesi tuzluluğun etkilerinin azaltılmasında en önemli stratejilerden birisi olabilir. Bitkilerde tuza tolerans bakımından familya, cins ve türler arasında önemli farklılıklar bulunmakta; hatta aynı tür içindeki çeşitler/genotipler bile tuzluluktan farklı etkilenmektedir (Uyanık ve ark., 2014; Kaymak ve

Acar, 2020). Bu nedenle farklı tür ve çeşitlerin tuzluluğa dayanıklılığının belirlenmesi, tuzluluk problemi yaşanan alanlarda bitkisel üretimin planlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma börülcede farklı toprak tuzluluğunun bitki gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve yöntem

Çalışma Ordu Üniversitesi serasında 2015 yılı yaz döneminde saksı denemesi olarak yürütülmüştür. Araştırmada börülcenin Karagöz ve Ülkem çeşitlerine ait tohumlar kullanılmıştır. Denemede bitki yetiştirme ortamı olarak 4 mm elekten elenmiş toprak kullanılmıştır. Toprak kumlu tınlı tekstüre sahip, hafif alkali (pH: 7.91), tuzsuz (0.18 dS m⁻¹), orta seviyede kireçli (% 5.3), N içeriği çok az (% 0.013), P ve K bakımından yetersiz (sırasıyla 7.3 ve 64.6 mg kg⁻¹), Fe ve Cu bakımından yeterli (sırasıyla 15.3 ve 5.7 mg kg⁻¹), Mn içeriği az (2.6 mg kg⁻¹) ve Zn içeriği yüksektir (7.6 mg kg⁻¹).

Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulan araştırmada, çeşitlere 9 farklı tuz konsantrasyonu (0, 25, 50,75, 100,125, 150,175 ve 200M NaCl) uygulanmıştır. Ekim 23.07.2015 tarihinde her saksıya (2.5 kg toprak saksı⁻¹) 8 tohum olacak şekilde elle yapılmış ve ekimle birlikte 50 ppm N ((NH₄)₂SO₄), 100 ppm P ve 125 ppm K (KH₂PO₄) çözeltisi verilmiştir. Bitkilerde 2. gerçek yapraklar çıktığında seyreltme yapılarak, her saksıda 4 bitki bırakılmış ve 4. gerçek yapraklar görüldüğünde ilk tuz uygulamasına başlanılmıştır. Bitkilerin tuz şoku yaşamamaları için planlanan tuz dozları 2’ şer gün arayla aşamalı olarak verilmiştir. Deneme süresince saksıların nem içerikleri sürekli kontrol edilerek, gerekli görüldükçe saf su ile sulama yapılmış böylece toprağın nem içeriği sabit tutulmuştur. Bitkiler, tuz zararının şiddetli bir şekilde ortaya çıkması göz önüne alınarak, ilk tuz uygulamasından 16 gün sonra hasat edilmiştir. Araştırmada bitki boyu (cm), kök uzunluğu (cm), yaprakçık sayısı (adet bitki⁻¹), yaprak alanı (cm² bitki⁻¹), gövde çapı (mm), toprak üstü yaş ve kuru ağırlık (g bitki⁻¹), kök yaş ve kuru ağırlık (g bitki⁻¹), nodül sayısı (adet bitki⁻¹), nodül ağırlığı (mg bitki⁻¹) belirlenmiştir.

Verilerin normal dağılım kontrolü Kolmogorov-Smirnov testi, alt grupların varyanslarının homojenlik kontrolü Levene testi ile yapılarak, araştırmada elde edilen verilerin varyans analizine uygun oldukları belirlenmiştir. Elde edilen veriler Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Desenine

göre analiz edilmiştir. Farklı ortalamaların belirlenmesinde Tukey  oklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Hesaplamalarda ve yorumlamalarda %5 önem düzeyi kullanılmıştır. Tüm hesaplamalar Minitab 17 istatistik paket programı ile yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada kullanılan çeşitlerin tuz dozlarına verdikleri tepkinin farklı olmasından dolayı yapılan varyans analizi sonucunda; bitki boyu bakımından çeşit x tuz dozu interaksyonu istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Tuz uygulaması her iki çeşitte de bitki boyunda azalmaya neden olmakla birlikte Karagöz  eşidinde 0-100 mM (100 mM dahil) aralığında bitki boyları istatistiki olarak farksızken, 125 mM ve üzeri tuz dozlarında bitki boyu kontrole göre istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) düzeyde azalmıştır. Ancak  lkem çeşidinde tüm tuz dozlarında belirlenen bitki boyu istatistiki olarak kontrol ile aynı grupta yer almıştır. Ayrıca tüm işlemlerde Karagöz çeşidine ait bitkiler,  lkem çeşidine göre daha uzun boylu olmasına rağmen, 125, 175 ve 200 mM tuz uygulamalarında çeşitler arasında bitki boyu bakımından istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır ( izelge 1). Oyetunji ve Imade (2015), b r lcede 50, 100 ve 150 mM NaCl uygulamasının bitki boyunu kontrole göre önemli derecede azalttığını fakat 50, 100 ve 150 mM uygulamalarının istatistiki olarak aynı grupta yer aldığını, Abeer ve ark. (2015) ise 200 mM tuz uygulamasının b r lcede bitki boyunu kontrole göre çok önemli derecede azalttığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda tuz dozlarının etkisinin Oyetunji ve Imade (2014) ile Abeer ve ark. (2015)'nin

bildirdiğinden farklı olması çalışmada kullanılan çeşitlerin farklılığından ve muhtemelen bitkilerin gelişme dönemlerinden kaynaklanmıştır. Nitekim Tuz stresinin bitki üzerindeki etkisinin uygulanan doza, tuza maruz kaldıktan sonra geçen s reye (Hasanuzzaman ve ark., 2013) ve çeşitlere (Onal Asci, 2011) göre değiştiği bildirilmektedir.

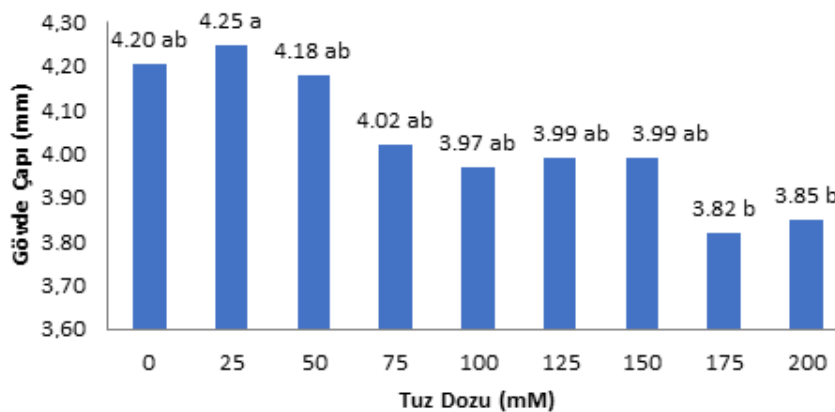
Yapılan varyans analizi sonucunda gövde çapı bakımından sadece uygulanan tuz dozları arasında istatistiki olarak farklılık ($p<0.01$) bulunmuştur. Toprağa 25 mM NaCl ilavesi, bitki gövdesinde kalınlaşmaya neden olurken, daha yüksek tuz dozlarında ise gövdenin giderek incelidiği, 175 ve 200 mM dozlarında ise bitkilerin en ince gövde çapına sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Çalışmamızla benzer Şekilde  avuşoğlu ve ark. (2008) turpta, Nassar ve ark. (2020) ise buğdayda tuz stresinin gövde kalınlığını azalttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Farklı tuz dozlarının uygulandığı b r lce çeşitlerinde bitki boyu (cm)

Tuz dozu (NaCl mM)	Karagöz	�lkem
0	34.094Aa	24.750Ab
25	31.813Aa	22.781Ab
50	31.156ABa	20.156Ab
75	28.125ABa	18.875Ab
100	29.594ABa	18.250Ab
125	21.969Ca	17.875Aa
150	26.938ABCa	18.750Ab
175	19.833Ca	18.333Aa
200	24.063BCa	17.708Aa

Ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

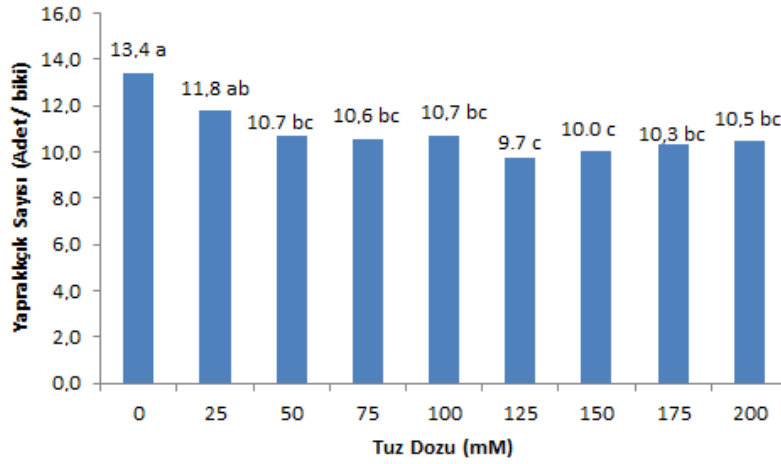
Ortak k y k harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).



Şekil 1. Farklı tuz dozlarında b r lce bitkisinde gövde çapı (mm). Ortak k y k harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Yapılan varyans analizi sonucunda, tuz uygulamasının bitkide yaprakçık sayısını istatistiki olarak önemli ($p<0.001$) düzeyde azalttığı bulunmuştur. Araştırmada en yüksek yaprakçık sayısı kontrol grubu bitkilerde belirlenirken, bunu 25mM tuz uygulaması yapılan bitkiler takip etmiş ve 25 mM uygulaması ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Bitkide yaprakçık sayısında ilk önemli azalış 50 mM tuz uygulamasında meydana gelmiştir. Bununla birlikte kontrol ve 25 mM dozları hariç

diğer uygulamaların tamamı, bitkide yaprakçık sayısı bakımından istatistiki olarak farksız bulunmuştur (Şekil 2). Çalışmamızla benzer şekilde Oyetunji ve Imade (2014), bürülcede yürüttükleri araştırma sonucunda 50, 100 ve 150 mM NaCl uygulamasının bitkide yaprak sayısını kontrole göre önemli derecede azalttığını ve kontrol hariç diğer tuz dozlarının istatistiki olarak farksız olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 2. Farklı tuz dozlarında bürülce bitkisinde yaprakçık sayısı (adet bitki⁻¹). Ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Yapılan varyans analizi sonucunda yaprak alanı bakımından çeşitler ve uygulanan tuz dozları arasında farklılık istatistiki olarak önemli (sırasıyla; $p<0.01$ ve $p<0.001$) bulunmuştur. Tuz dozlarının ortalaması olarak Karagöz çeşidi (153.9 cm² bitki⁻¹) Ülkem çeşidine (137.5 cm² bitki⁻¹) göre daha fazla yaprak alanına sahip olmuştur. Beklenildiği üzere artan tuz uygulamaları karşısında bitkide yaprak alanında azalma meydana gelmiştir. En fazla yaprak

alanına kontrol grubundaki bitkiler sahip olmakla birlikte 0, 25 ve 50 mM tuz dozları istatistiki olarak aynı grupta yer almış, yaprak alanındaki ilk önemli azalma 75 mM dozunda gerçekleşmiştir (Çizelge 2). Çalışmamızla benzer şekilde tuz stresinin biberde (Bora, 2015), Hamburg misketi (*Vitis vinifera* L.) ve isabella (*V. labrusca* L.) üzüm çeşitlerinde (Uyar, 2016) ve buğdayda (Nassar ve ark., 2020) toplam yaprak alanını azalttığı belirlenmiştir.

Çizelge 2. Farklı tuz dozlarında bürülce bitkisinde yaprak alanı (cm² bitki⁻¹), toprak üstü yaş ve kuru ağırlık (gr bitki⁻¹) değerleri

Çeşit	Doz	Yaprak alanı	Toprak üstü yaş ağırlık	Toprak üstü kuru ağırlık
Tuz Dozu	0	190.69A	12.04A	2.92A
	25	164.15AB	10.68AB	2.29AB
	50	159.68AB	10.21ABC	2.21ABC
	75	141.79B	9.15BC	1.66 BCD
	100	136.29B	8.85BC	1.46 CD
	125	134.67B	8.45BC	1.32 D
	150	129.58B	8.17C	1.81 BCD
	175	128.40B	8.00C	0.99 D
	200	125.96B	7.99C	1.16 D

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Bitkide toplam yaprak alanını, yaprakçık sayısı ve yaprakçık alanı belirlemektedir. Yaprakçık sayısı ve yaprakçık alanın birlikte değerlendirildiğinde; yeni yaprak oluşumunun yaprak büyümesine göre tuzluluğa karşı daha hassas olduğu sonucuna varılmaktadır. Bulgularımıza benzer olarak, Lacerda ve ark., (2006) b r lcede tuz uygulamasının yeni yaprak oluşumunu geciktirdiğini ve yaprak büyümesini inhibe ettiğini bildirmişlerdir.

Toprak  st  yaş ve kuru ağırlık bakımından çeşitler arasında (sırasıyla; $p < 0.001$ ve $p < 0.01$) ve uygulanan tuz dozları arasında istatistiki olarak önemli farklılık ($p < 0.001$) bulunmuştur. Tuz dozlarının ortalaması olarak Karagöz  eşidinde toprak üstü yaş ve kuru ağırlık (sırasıyla; 10.53 ve 1.94 g bitki⁻¹)  lkem çeşidine göre (sırasıyla; 8.04 ve 1.58 g/bitki) yüksek bulunmuştur. Bu durum genetik yapının farklılığından ortaya çıkmaktadır. Nitekim tuz stresi altında toprak üstü yaş ağırlık ortalamaları bakımından b r lce  eşitleri arasında istatistiki olarak fark olduğu bildirilmiştir (Daşgan ve ark., 2006).

Toprak tuzluluğundaki artış bitkilerin toprak üstü yaş ve kuru ağırlıklarında azalmaya neden olmuştur. En yüksek toprak üstü yaş ve kuru ağırlığa kontrol grubunda bulunan bitkiler sahip olmuş, bununla birlikte 0, 25 ve 50 mM tuz dozları istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Toprak  st  yaş ve kuru ağırlık değerlerinde istatistiki olarak ilk önemli azalış 75 mM tuz uygulamasında gerçekleşmiştir

( izelge 2). Söz konusu dozda (75 mM) toprak üstü kuru ağırlık kontrol grubuna göre yaklaşık % 43 oranında azalırken, uygulanan en yüksek tuz dozunda (200 mM) ise % 60.3 azalmıştır. Nitekim  alışmamızda daha önce açıklanmış üzere, tuz stresi bitki boyunu ( izelge 1), gövde çapını (Şekil 1), bitkide yaprakçık sayısını (Şekil 2) ve yaprak alanını ( izelge 2) azaltmıştır. Söz konusu parametrelerdeki azalmalar sonucunda elde edilen toprak üstü yaş ve kuru ağırlık değerleri de azalmıştır. Bilindiği üzere yapraklar, bitkide fotosentezin en fazla yapıldığı organlardır. Bitkinin yaprak varlığında meydana gelen bir azalma, organik madde üretiminin azalması anlamına gelmektedir. Bu nedenle 75 mM ve üzeri tuz dozlarında toprak üstü yaş ve kuru ağırlığın azalması beklenen bir durumdur.  zkorkmaz ve Yılmaz (2017) tuz stresinin b r lce fidelerinde gövde yaş ağırlığını azalttığı bildirilmiştir. Wilson ve ark., (2006) da farklı b r lce çeşitlerinde yapmış oldukları bir çalışma sonucunda, tuz dozları arttıkça toprak üstü kuru ağırlığın azaldığını belirlemişlerdir. Taffouo ve ark., (2009), tuz dozunun b r lcede hem gövde hem de yaprak kuru ağırlığını azalttığını bildirmişlerdir.

Yapılan varyans analizi sonucunda kök uzunluğu bakımından çeşitler ve uygulanan tuz dozları arasında istatistiki olarak farklılık ($p > 0.05$) bulunmamıştır. Bununla birlikte Karagöz  eşidinde kök uzunluğu 26.5-31.5 cm,  lkem çeşidinde ise 26.0-34.5 cm arasında değişmiştir.

Çizelge 3. Farklı tuz dozlarında b r lce köklerinde nodul sayısı (adet bitki⁻¹) ve kuru ağırlığı (mg bitki⁻¹) değerleri

Tuz dozu	Nodul sayısı (adet bitki ⁻¹)	Nodul kuru ağırlığı (mg bitki ⁻¹)
0	3.94 A	44.50 A
25	1.66 B	20.22 B
50	1.00B	11.56 BC
75	0.84B	2.63 C
100	0.81B	2.63 C
125	0.63B	2.22 C
150	0.74B	2.46 C
175	1.13B	0.67 C
200	0.63B	0.46 C

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistikselsel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Yapılan varyans analizi sonucunda tuz stresinin bitki köklerinde nodul oluşumunu istatistiki olarak önemli düzeyde ($p < 0.001$) olumsuz etkilediği belirlenmiştir. En fazla nodul oluşumu kontrol bitkilerinde gerçekleşirken, 25 mM tuz uygulaması nodul sayısını önemli derecede azaltmıştır. Predeepa ve Ravindran (2010), b r lcede yaptıkları çalışmada tuz stresinin b r lce köklerinde nodul sayısını

azalttığını ve tuz dozu arttıkça nodul sayısının giderek azaldığını bildirmişlerdir.

Yapılan varyans analizi sonucunda, nodul kuru ağırlığı bakımından çeşitler ve tuz dozları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli (sırasıyla; $p < 0.05$ ve $p < 0.001$) bulunmuştur.  lkem  eşidinde oluşan nodüllerin (12.74 mg bitki⁻¹) Karagöz çeşidine göre (6.67 mg bitki⁻¹) daha ağır olduğu belirlenmiştir.

Toprakta 25 mM tuzun bulunması nodül ağırlığını kontrole göre önemli derecede azaltmış, aynı zamanda tuz dozu arttıkça nodül ağırlığı giderek azalmıştır. En düşük nodül ağırlığı 200 mM dozunda belirlenmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda; kök yaş ve kuru ağırlığı bakımından çeşit x tuz dozu interaksyonu istatistiki olarak önemli (sırasıyla; $p < 0.001$ ve $p < 0.05$) bulunmuştur. Artan tuz dozu uygulamalarına çeşitlerin kök gelişimi bakımından verdiği tepkilerin farklı olması, çeşit x tuz dozu interaksyonunu önemli kılmıştır. Karagöz çeşidinde tuz uygulaması kök yaş ağırlığını giderek azaltmasına rağmen, kontrole karşılaştırıldığında kök yaş ağırlığında ilk önemli azalış 100 mM tuz dozunda gerçekleşmiştir. Ülkem çeşidinde ise 25 mM uygulamasının kök yaş ağırlığını arttırdığı, bu dozdan (25 mM) sonra kök yaş ağırlığının azaldığı, kontrol ve 25 mM uygulamaları hariç diğer tuz dozlarının kök yaş ağırlığı bakımından istatistiki olarak farksız olduğu görülmüştür. Araştırmada incelenen en yüksek tuz dozu olan 200 mM tuz uygulaması Ülkem çeşidinde kök yaş ağırlığını kontrol grubuna göre % 38.81 azaltırken, Karagöz çeşidinde ise % 50.96 oranında azaltmıştır. Aynı tuz dozunda çeşitlerin kök yaş ağırlığı incelendiğinde, 25 mM tuz dozu dışındaki uygulamalarda Karagöz ve Ülkem çeşitlerinin kök yaş ağırlıklarının istatistiki olarak farksız olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4).

Toprakta tuzun bulunması Karagöz çeşidinde kök kuru ağırlığının azalmasına neden olmakla birlikte artan tuz dozu uygulamasıyla birlikte tüm işlemler kök kuru ağırlığı bakımından istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Ülkem çeşidinde ise 25 mM uygulaması kök kuru ağırlığını arttırmış, daha yüksek tuz dozları ise kök kuru ağırlığında azalmaya neden olmuştur. Araştırmada incelenen en yüksek tuz dozu olan 200 mM tuz uygulaması Ülkem çeşidinde kök kuru ağırlığını kontrol grubuna göre % 40.46 azaltırken, Karagöz çeşidinde ise % 43.82 oranında azaltmıştır. Aynı tuz dozunda çeşitlerin kök kuru ağırlığı incelendiğinde ise 25 mM dozunda Ülkem çeşidinde belirlenen kök kuru ağırlığının Karagöz çeşidine göre önemli derecede yüksek olduğu, diğer tuz dozlarında ise çeşitlerde belirlenen kök kuru ağırlıkları bakımından çeşitler arasında farklılık olmadığı anlaşılmaktadır (Çizelge 4).

Tuz uygulaması istatistiki olarak önemli olmasa da genellikle kök uzunluğunu azaltıcı etki göstermiştir (veri gösterilmemiştir). Aynı zamanda tuz uygulamasının yan kök gelişimini bariz bir şekilde olumsuz etkilediği gözlenmiş, artan tuz dozlarının nodul oluşumunu ve gelişiminin azalttığı belirlenmiştir (Çizelge 4). Tüm bu nedenlerle kök yaş ve kuru ağırlığı azalmıştır. Sonuçlarımızla benzer olarak bürülcede artan tuz dozuyla birlikte bitkilerde kök yaş ve kuru ağırlıklarının azaldığı bildirilmiştir (Padilla ve ark., 2009).

Çizelge 4. Farklı tuz dozlarının uygulandığı Karagöz ve Ülkem çeşitlerinde kök yaş ve kuru ağırlık (g biki⁻¹) değerleri

Doz	Kök yaş ağırlığı		Kök kuru ağırlığı	
	Karagöz	Ülkem	Karagöz	Ülkem
0	6.01 Aa	6.96 ABa	0.69 Aa	0.81 ABa
25	4.68 ABCb	7.82 Aa	0.51 Ab	1.02Aa
50	4.54 ABCa	5.40 BCa	0.54 Aa	0.57 BCa
75	4.24 ABCa	4.08 Ca	0.49 Aa	0.46 BCa
100	3.72 BCa	3.68 Ca	0.44 Aa	0.43 Ca
125	3.34 Ca	4.17 Ca	0.42 Aa	0.50 BCa
150	3.53 BCa	3.88 Ca	0.40 Aa	0.39 Ca
175	3.39 BCa	3.86 Ca	0.41 Aa	0.47 BCa
200	2.95 Ca	4.26 Ca	0.39 Aa	0.48 BCa

Ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Sonuç

Araştırmada toprak tuzluluğunun bürülcede bitki gelişimini çoğunlukla olumsuz etkilediği belirlenmiştir. İncelenen parametreler içerisinde nodül sayısı ve nodül kuru ağırlığının 25 mM tuz dozunda istatistiki olarak önemli derecede azalmasından dolayı toprak tuzluluğuna karşı en

hassas özellikler olduğu sonucuna varılmıştır. Yanısıra yeni yaprak oluşumunun yaprak büyümesine göre tuzluluğa daha hassas olduğu belirlenmiştir. Toprak üst kuru ağırlık tuz uygulamasıyla birlikte azalmaya başlamış, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, 200 mM dozunda toprak üstü kuru ağırlık % 60.3 oranında azalmıştır. Verim açısından önemli karakterler olan bitkide

toplam yaprak alanı ile toprak üstü yaş ve kuru ağrılık değerleri birlikte incelendiğinde Karagöz ve  lkem çeşitlerinin 50 mM tuz dozuna dayanıklı olduğu sonucuna varılmıştır.

ıkar atışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar atışması yoktur.

Yazarların katkı beyanı

  A: Çalışmanın planlanması, yürütülmesi, verilerin elde edilmesi, istatistik analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ve makalenin yazımı aşamalarında, MA: araştırmanın yürütülmesi, verilerin elde edilmesi, verilerin istatistik analize hazırlanması, sonuçların yorumlanması aşamalarında katkıda bulunmuştur.

Teşekkür

Bu alışma Mualla Altun'un tez çalışmasının bir kısmını içermektedir. Ayrıca OD  BAP birimi tarafından TF 1531 nolu proje olarak desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Abeer, H., Abd-Allah, E. F., Alqarawi, A. A., & Egamberdieva, D. (2015). Induction of salt stress tolerance in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) by arbuscular mycorrhizal fungi. *Legume Research*, 38(5), 579-588.
- Anonymous, (2020). Türkiye İstatistik Kurumu verileri. <http://www.tuik.gov.tr>
- Bora, M. (2015). Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının biberde meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bağe Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Can, M., Ayan, İ., Omar, H. A., Acar, Z., Kaymak, G., & Mut, H. (2020). Seed yield and some agricultural traits of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) grown with different densities as a double crop. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(7), 1536-1539.
- avuşoğlu, K., Kılı, S., & Kabar, K. (2008). Effects of some plant growth regulators on stem anatomy of radish seedlings grown under saline (NaCl) conditions. *Plant Soil Environment*, 54(10), 428-433.
- Çullu, M. A., Kılıç, ř., şenol, S., Ağca, N., Kurucu, Y., Akça, E.,  zcan, H., Aydın, G., Aksoy, E., Bilgili, A. V., şahin, Y., K sek, G., Sarı, M., Bayramın, İ., Din, U., Kapur, S., & Kanber, R. (2015). Türkiye'de toprak tuzlulaşmasından etkilenen alanlar ve

haritalanması. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, 88-101, 12-16 Ocak, Ankara.

- Daşgan, H. Y., Ko, S., Ekici, B., Aktaş, H., & Abak, K. (2006). Bazı fasulye ve b r lce genotiplerinin tuz stresine tepkileri. *Alatarım*, 5(1), 23-31.
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., & Fujita, M. (2013). Plant response to salt stress and role of exogenous protectants to mitigate salt-induced damages 25-87". *Ecophysiology and Responses of Plants Under Salt Stress* (Eds. P. Ahmad, M.M. Azooz, M.N.V. Prasad). Springer, New York (Web page: <http://www.springer.com/978-1-4614-4746-7> (Date accessed: April 16, 2015).
- Korkmaz, K. (2007). K resel ısınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi. *Alatarım Dergisi*, 6(2), 43-49.
- Korkmaz, K., Akg n, M., Kırılı, A.,  zcan, M. M., Dede,  ., & Kara, ř. M. (2020). Effects of gibberellic acid and salicylic acid applications on some physical and chemical properties of rapeseed (*Brassica napus* L.) grown under salt stress. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(4), 873-881.
- Lacerda, C.F., Junior, J.O.A., Filho, L.C.A.L., de Olivera, T.S., Guimaraes, F.V.A., Gomes-Filho, E., Prisco, J.T., & Bezerra, M.A. (2006). Morpho-physiological responses of cowpea leaves to salt stress. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18(4), 455-465.
- Martinez, L.A. (2009). Salt stress effects on cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) varieties at different growing stages. Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development. 6-8 October, Hamburg. https://www.researchgate.net/publication/266581680_Salt_Stress_Effects_on_Cowpea_Vigna_unguiculata_L_Walp_Varieties_at_Different_Growing_Stages.
- Nassar, R.M.A., Kamel, H.A., Ghoniem, A.E., Alarcon, J.J., Sekara, A., Ulrichs, C., & Abdelhamid, M.T. (2020). Physiological and anatomical mechanisms in wheat to cope with salt stress induced by seawater. *Plants (Basel)*, 9(2), 237.
- Onal Ascı, O. (2011). Salt tolerance in red clover (*Trifolium pratense* L.) seedlings. *African Journal of Biotechnology*, 10(44), 8774-8781.
- Oyetunji, O. J., & Imade, F. N. (2015). Effect of different levels of NaCl and Na₂SO₄ salinity on dry matter and ionic contents of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) *African Journal of Agricultural Research*, 10(11), 1239-1243.
-  zgen, A. M., Adak, M. S., Ulukan, H., Benlioğlu, B., Peşkircioğlu, M., Koyuncu, N., Yıldız, A., & Tuna, D. E. (2015). İklım değişikliği ve bitkisel gen

- kaynakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, 184-193, 12-16 Ocak, Ankara.
- Özkorkmaz, F., & Yılmaz, N. (2017). Farklı tuz konsantrasyonlarının fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ve börülcede (*Vigna unguiculata* L.) çimlenme üzerine etkilerinin belirlenmesi. Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(2), 196-200.
- Padilla, E.D., Sanchez, R.C.L., Eichler-Loebermann, B., Fernandez-Pascual, M., Barrero, K.A., & Predeepa, R.J., & Ravindran, D.A., (2010). Nodule formation, distribution and symbiotic efficacy of *Vigna unguiculata* L. under different soil salinity regimes. Emir. J. Food Agric., 22(4), 275-284.
- Taffouo, V.D., Meguekam, L., Akoa, A., & Ourry, A. (2010). Salt stress effect on germination, plant growth and accumulation of metabolites in five leguminous plants. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 4(2), 27-33.
- Wilson, C., Liu, X., Lesch, S.M., Suarez, D.L. (2006). Growth response of major U.S. cowpea cultivars. I. Biomass accumulation and salt tolerance. *Hortscience*, 41(1), 225-230.
- Uyanık, M., Kara, Ş.M., & Korkmaz, K. (2014). Bazı kışlık kolza (*Brassica napus* L.) çeşitlerinin çimlenme döneminde tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(4), 368-375.
- Uyar, H. (2016). Hamburg misketi (*V. vinifera* l.) ve isabella (*V. labrusca*) üzüm çeşitlerinin tuz stresine toleranslarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.