

Aynur BİLMEZ ÖZÇINAR^{1a*}

Hüseyin ARSLAN^{2a}

Doğan ARSLAN^{1b}

¹Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt

²Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

^{1a}ORCID: 0000-0002-3173-6147

^{2a}ORCID: 0000-0001-7221-7952

^{1b}ORCID: 0000-0001-7156-5269

*Sorumlu yazar (Corresponding
author):

aynurbilmez@siirt.edu.tr

DOI

<https://doi.org/10.5281/zenodo.73369>

78

Alınış (Received): 12/07/2022

Kabul Tarihi (Accepted): 18/08/2022

Anahtar Kelimeler

Soya (*Glycine max.* L. Merrill), tuz (NaCl) stresi, tuza tolerans, bitki gelişimi

Keywords

Soybean (*Glycine max.* L. Merrill), salt (NaCl) stress, salt tolerance, plant growth

Soya (*Glycine max.* L. Merrill) 'Da Tuz Uygulamasının Fizyolojik Ve Biyokimyasal Özellikler Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Özet

Tuz stresi, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkilerin gelişimini ve ürün verimliliğini etkileyen önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Bitkilerde büyümeyi ve gelişmeyi etkileyen tuz stresinin bu olumsuz etkileri; tuzun miktarına, stresin düzeyine ve süresine, strese maruz kalan bitkinin genotipine ve gelişim evresine bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu çalışmanın amacı, soya fasulyesinin (*Glycine max.* L. Merrill)'nın fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine tuz stresinin etkilerini incelemektir. Bu çalışmada, kontrollü koşullar altında bazı soya çeşitlerinin (Umut2002, Cinsoy, ilksoy ve Traksoy), farklı tuz konsantrasyonlarının (kontrol, 25, 50, 75, 100 mM NaCl) etkileri ve tuz stresinde çeşitlerin bitkisel gelişimi ve tuza toleransı çalışılmıştır. Çalışmada uygulama sonrası SPAD, hasat dönemi SPAD, bitki boyu (cm), yaprak sayısı (adet), gövde çapı (mm), kök çapı (mm), kök uzunluğu (cm), bitki yaş ağırlık (g) ve bitki kuru ağırlık (g) gibi incelenen özelliklerin negatif ve önemli olarak tuz uygulamasından etkilendiği görülmektedir. % Na, % Cl, % Tuz (g/100 g) içerikleri uygulamalardan önemli düzeyde ve pozitif etkilendikleri sonuçlar elde edilmiştir.

Investigation of The Effect Of Salt Application on Physiological and Biochemical Properties in Soy (*Glycine max.* L. Merrill)

Abstract

Salt stress is one of the important abiotic stress factors affecting crop productivity, especially in arid and semi-arid regions, by affecting the growth of plants. These negative effects of salt stress, which affects growth and development in plants; It varies depending on the amount of salt, the level and duration of stress, the genotype of the plant exposed to stress and the developmental stage. The aim of this study is to examine the effects of salt stress on physiological and biochemical properties of soybean (*Glycine max* L. Merrill). In this study, vegetative growth and salt tolerance of different soybean varieties (Umut2002, Cinsoy, İlksoy and Traksoy) under controlled conditions at different salt concentrations (control, 25, 50, 75, 100 mM NaCl) under salt stress were studied. In the study, post-application SPAD, harvest period SPAD, plant height (cm), number of leaves (piece), stem diameter (mm), root diameter (mm), root length (cm), plant fresh weight (g) and plant dry weight (It is seen that the investigated properties such as g) are negatively and significantly affected by salt application. % Na, % Cl, % salt (g/100 g sample) contents were significantly and positively affected by the applications.

GİRİŞ

Bitkiler optimum koşullarda kendileri için en iyi gelişimi gösterirler. Bitkiler metabolizmanın normal olan esnekliğine bağlı olarak, mevsimlik ve günlük değişimler karşısında büyümelerini devam ettirebilirken, olası bir koşula daimi veya ara ara maruz kalmaları neticesinde, gelişimlerini ve hayatta kalma durumlarını etkileyecek hastalık, hasar veya fizyolojik değişimler meydana gelebilir (Shao ve ark., 2008). Değişen iklim, dünya genelinde mahsul verimliliğini ve beslenme kalitesini ciddi şekilde bozan tuzluluğun olumsuz etkileri üzerinde artırıcı etkisine neden olmuştur (Sorour ve ark., 2021). Bitkinin yüksek tuz konsantrasyonları altında büyüyebilme ve yaşam döngüsünü tamamlayabilme yeteneği tuz toleransı olarak tanımlanmıştır (Parida ve ark., 2004). Tuz stresi bitkilerdeki tüm büyüme, gelişme ve metabolizmayı olumsuz yönde etkilemekte olup, ayrıca yetiştirilen bitkinin veriminde azalmalara neden olmaktadır (Özçınar, 2021). Kültür bitkilerinin çoğunluğu toprak tuzluluğuna karşı duyarlı olmasından dolayı, tuzluluk ürün verimliliğini sınırlandıran en önemli abiyotik streslerden biridir (Hu, 2007). Tuz stresi toprak çözeltisinin osmotik basıncını artırıp topraktaki suyun bitkilere yarayışlılığını azaltması, toprak çözeltisinde tuzun kökler aracılığı ile bitkiye geçmesi ve bitki bünyesinde çeşitli tuzların yüksek miktarlarda birikmesi şeklinde bitki gelişimine olumsuz etkileri olmaktadır (Ayyıldız, 1990; Yurtseven ve Öztürk, 2001). Tuzlu ortamlarda bitkiler genotipik farklılıklara bağlı olarak çok farklı reaksiyonlar verirler (Dajic, 2006). Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkileri uygulanan tuzların cinsi, miktarlarına ve maruz kalma süresine bağlı olarak özellikle kültür bitkilerinin vejetatif ve generatif gelişim ve ürün verimleri azalmakta veya tamamen durmaktadır (Richards, 1954; Dizdar, 1978). Tuz stresi, bitkilerde osmotik ve iyon stresine neden olduğu için büyüme ve gelişmesini engellemektedir (Parida ve Das, 2005). Kök rizosferinde tuz

miktarının artmasıyla ilk olarak osmotik stres meydana gelmektedir. Oluşan osmotik stres, kullanılabilir su miktarının azalmasına neden olur ve bu “fizyolojik kuraklık” olarak isimlendirilir (Tuteja, 2007). Tuz stresi; osmotik etkisi ile kullanılabilir su içeriğini kısıtlayan, iyonik etkisi ile de iyon içeriğinin toksik düzeye ulaşmasına sebep olan kompleks bir abiyotik strestir. Bu yüzden tuz stresinin bitkiler üzerine etkisi ile bitkilerin tuza tolerans mekanizmalarının anlaşılması için hem osmotik hem de iyon stresinin tüm bitki, doku ve hücresel düzeydeki etkilerinin morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler mekanizmalar düzeyinde incelenmesi gerekmektedir (Çulha ve Çakırlar, 2011). Tüketilebilir su miktarının azalması, hücre genişlemesinin azalmasına ve sürgün gelişiminin yavaşlamasına sebep olur. Osmotik stresin devam etmesiyle birlikte ortaya çıkan iyon stresi evresinde, ortamda artan Na ve Cl iyonlarının K⁺, Ca²⁺ ve NO³ gibi gerekli besin elementleri ile rekabet etmesiyle, besin yetersizliği veya besin dengesizliği meydana gelir (Hu ve Schmidhalter, 2005). Bu durumlara bağlı olarak bitkinin gövde ile kök uzunluğunda ve ağırlığında azalma; yapraklarda küçülme ve incelme ile sayılarında azalma; yaprak yüzeyinde bulunan mumsu tabaka ile kutikula tabakasında incelme; vasküler doku farklılaşmasında ve gelişiminde azalmalar oluşmaktadır. Ayrıca, erken dönemde kökte lignifikasyon oluşumu da meydana gelmektedir (Mohammad ve ark., 1998; Reddy ve Iyengar, 1999). Ülkemiz topraklarının % 1,7'sinde (1518722 hektar) tuzluluk ve alkalilik (çoraklık) sorunu tespit edilmiştir. Bu alanların, 614617 hektarı hafif tuzlu, 504603 hektarı tuzlu, 8641 hektarı alkali, 125863 hektarı hafif tuzlu-alkali ve 264958 hektarı tuzlu-alkali şeklinde olmaktadır (Sönmez, 2003) ve bu rakamlar gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde olan bu tuzluluk durumu son yıllarda tarımsal üretimi kısıtlayan önemli bir çevresel faktör haline gelmiştir. Toprak tuzluluğundaki bu artış her geçen yıl artan

verim kayıplarına neden olmakta, ülkemiz için ciddi anlamda dikkate alınması ve üzerinde çalışılması gereken öncelikli konulardan biridir. An ve ark, (2002) yılında iki farklı soya çeşidine farklı tuz (0, 40, 80, 120 mM) konsantrasyonları uygulamış oldukları çalışmada tuz hassasiyetini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma neticesinde her iki çeşidin tuz tolerans farkı köklerden kaynaklandığı sonucuna varmışlardır. Bu çalışma farklı tuz konsantrasyonlarının bazı soya çeşitlerinin fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Laboratuvarına ait iklim kabinde 2022 yılında yürütülmüştür. Çalışma, tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre, ana parsellerde 4 farklı soya çeşidi (Umut2002, Cinsoy, ilksoy ve Traksoy), alt parsellerde 5 farklı tuz konsantrasyonu (kontrol, 25, 50, 75, 100 mM NaCl) olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Saksı denemesi olarak yürütülen bu çalışmada, torf /perlit (5/1) karışımı saksılara doldurulmuş, 18 Mayıs 2022 tarihinde ekimler yapılmıştır. Ekimden 5 gün sonra (23 Mayıs tarihinde) % 100 çıkışlar gözlemlendikten sonra uygulamaya başlanmıştır. Deneme 20 Haziran tarihinde sonlandırılmıştır. Çalışmada; uygulama öncesi SPAD, uygulama sonrası SPAD, hasat dönemi SPAD, bitki boyu, yaprak sayısı, gövde çapı, kök çapı, kök uzunluğu, bitki yaş ağırlık, bitki kuru ağırlık, yaprakta Na^+ ve Cl^- iyon ve tuz oranları ölçülmüştür.

Bitki materyali

Çalışmada kullanılan soya çeşitlerinden İlksoy ve Traksoy çeşitleri Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden, Umut2002 ve Cinsoy çeşitleri Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden temin edilmiştir.

İklim kabini özellikleri

Sıcaklığın, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ aralığında ayarlanabilen, ışık şiddetinin $400\text{ }\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ olduğu, fotopeyodik düzenin (gece/gündüz) ve nem koşullarının istenilen şekilde ayarlanabildiği özelliklere sahiptir. Soya yetiştiriciliği için ortalama $20\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, % 70 nem ve 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık ortam olacak şekilde ayarlanmıştır.

Bitki yaş ve kuru ağırlık

Deneme bitkilerinin yaş ve kuru ağırlık miktarları ile oransal su içerikleri soya yaprakları üzerinde ölçülmüştür. Bunun için hasattan hemen önce fide yaprakları ve kökleri hassas terazide tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra, $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanmış etüvde 24 saat kurutularak kuru ağırlıkları ölçülmüştür (Sarioğlu ve Kaya, 2021).

Numune hazırlama

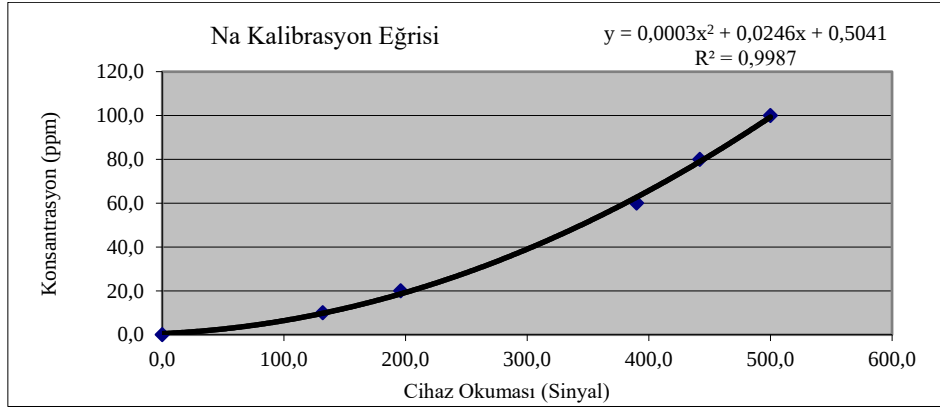
Her bir yaprak numunesi önce çeşme suyu ve sonrasında saf su ile yıkanarak porselen kapsüllere alınmış ve etüvde (Mommert UN160) $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 24 saat kurutulmuştur. Kurutulan numuneler havan içerisinde iyice öğütülerek, kilitli poşetlerde desikatörde saklanmıştır.

Sodyum analizleri

Toz yaprak numunesi 5 gr tartılmış ve numune 250 mL 'lik erlene alınmıştır. Üzerine 20 mL nitrik asit (% 65) ve 5 mL perklorik asit (% 70-72) ilave edilerek çeker ocak içerisinde, 30 dakika sıcak tabla (IKA HS10) üzerinde yakılmıştır. Soğumaya bırakılan numunelere 10 mL saf su ilave edilerek, süzgeç kâğıdı ve huni yardımıyla 100 mL 'lik balon jojelere süzölmüştür. Balon joje çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Alev Fotometresinin (Jenway PFP7) kalibrasyonu amacıyla 0-10-20-40-60-80-100 ppm standart çözeltiler hazırlanmıştır. Kalibrasyon grafiğinin denklemi: $y=0.0003x^2+0.0246x+0.5041$ ve korolasyon katsayısı $R^2 = 0.9987$ olarak belirlenmiştir (Açıklama: X eksenı sinyal, Y eksenı derişime aittir).

Kalibrasyon sonrası her bir numunenin sinyal değerleri belirlenmiştir. Excel programı kullanılarak her bir yaprak

numunesinin sodyum derişimi ve yüzdesi belirlenmiştir.



Şekil 1. Na kalibrasyon eğrisi

Klorür analizleri

Mohr tuz tayini yöntemine göre yapılmıştır. 5'er gr toz yaprak numunesi tartılmıştır. Çok az (2-3 mL) saf su içeren havana alınarak iyice parçalanmıştır. Yaklaşık 20-25 mL saf su ile havadaki bitki karışımı 50 mL 'lik cam behere alınmış, ağzı parafilm ile kapatılarak 12 saat bekletilmiştir. Her bir numune huni ve süzgeç kâğıdı kullanılarak 50 mL'lik balon jojelere süzölmüş ve balon joje çizgisine kadar tamamlanmıştır. Bu çözeltiden 10 mL, 50 mL'lik erlene alınmış ve üzerine 0.5 mL % 5'lik potasyum kromat çözeltisi ilave edilmiştir. Daha sonra % 0.001 N AgNO₃ çözeltisi ile titre edilmiştir. Harcanan sarfiyatlar belirlenmiştir. Yöntemde yer alan formülasyon ile % Na, % Cl ve % tuz derişimleri hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 1992). İncelenen parametrelere ait değerler JUMP istatistik programında tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiki olarak önemli çıkan

ortalamalar Asgari Önemli Fark (A.Ö.F) ile karşılaştırılmıştır. Temel Bileşenler Analizi SPSS 20 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Temel bileşenler analizi ile derişkenlerin bileşkeleri diyebileceğimiz daha az sayıda yeni derişkenler ya da temel bileşenler oluşturulur. Temel bileşenler birbirinden bağımsızdırlar. Böylece derişkenler arası bağımlılık yapısı da ortadan kaldırılmaktadır (Joliffe, 2002:167).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada, uygulama öncesi SPAD değerleri üzerine çeşit, tuz uygulamaları ve çeşit × tuz interaksyonu yönünden önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur. En yüksek değer Cinsoy, en düşük Umut2002 çeşidinde saptanmıştır. En yüksek ortalama SPAD değeri 25 mM ve 75 uygulamasından, en düşük 100 mM uygulamasından elde edilmiştir. Çeşit x tuz interaksyonu yönünden ise 75 mM tuz uygulanan İlksoy çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tuz dozu uygulamalarında ölçülen uygulama öncesi SPAD değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Çeşit	Tuz Konsantrasyonları					
	Kontrol (0)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	Genel Ort.
Cinsoy	38.27cd	37.33d	34.53e	39.47b	34.77e	36.87a
İlksoy	30.40f	40.70a	37.53d	41.27a	28.33g	35.65b
Traksoy	38.63bc	39.33bc	30.37f	30.47f	29.50f	33.66c
Umut2002	30.33f	30.50f	30.53f	35.53e	28.20g	31.02d
Ort.	34.41b	36.97a	33.24c	36.68a	30.20d	34.30
A.Ö.F. çeşit						0.48**
A.Ö.F. tuz						0.54**
A.Ö.F. çeşit x tuz						1.08**
V.K. (%)						1.9

** P<0.01, V.K: Varyasyon katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Uygulama sonrası SPAD değerlerine, tuz konsantrasyonları, çeşit, çeşit x tuz etkilerinin etkileri istatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerde en yüksek uygulama sonrası SPAD değeri İlksoy, en düşük ise Umut2002 çeşidinde belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonlarına

göre; en yüksek uygulama sonrası SPAD değeri 25 mM uygulamasından, en düşük 100 mM uygulamasından elde edilmiştir. Çeşit x tuz etkisini yönünden ise 75 mM uygulanan İlksoy çeşidi ve 25 mM uygulanan Cinsoy ve Traksoy çeşitlerinden elde edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Tuz dozu uygulamalarında ölçülen uygulama sonrası SPAD değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Çeşit	Tuz Konsantrasyonları					
	Kontrol (0)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	Genel ort.
Cinsoy	44.50b	45.60a	40.80d	39.43e	34.47ı	40.96b
İlksoy	42.33c	42.50c	41.97c	46.20a	35.17hı	41.63a
Traksoy	44.40b	45.47a	37.37f	25.23k	32.60j	37.01c
Umut2002	36.47g	35.80gh	37.50e	32.73j	25.40k	33.58d
Ort.	41.93b	42.34a	39.41c	35.90d	31.91e	38.30
A.Ö.F. çeşit						0.36**
A.Ö.F. tuz						0.41**
A.Ö.F. çeşit x tuz						0.81**
V.K. (%)						1.28

** P<0.01, V.K: Varyasyon katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Hasat dönemi SPAD değerlerine, çeşit ($p<0.05$) ve tuz uygulamalarının ($p<0.01$) esas etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ancak çeşit x tuz etkilerinin etkileri istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. Çeşitlerde, en yüksek hasat dönemi SPAD değeri İlksoy çeşidinde saptanırken, diğer çeşitler arasında istatistiksel farklılık bulunmamıştır.

Tuz konsantrasyonlarına göre; en yüksek ortalama hasat dönemi SPAD değeri 50 mM tuz uygulamasından elde edilmiş olmakla beraber, 25 mM tuz uygulaması ile aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır. En düşük 75 ve 100 mM uygulamasından elde edilmiştir. (Çizelge 3).

Çizelge 3. Tuz dozu uygulamalarında ölçülen hasat dönemi SPAD değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Çeşit	Tuz Konsantrasyonları					Genel ort.
	Kontrol (0)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	
Cinsoy	37.87	44.67	45.77	33.63	32.20	38.83ab
İlksoy	43.30	44.60	49.93	35.73	28.37	40.39a
Traksoy	42.67	40.37	40.67	26.50	28.27	35.69b
Umut2002	38.37	38.33	40.77	26.07	35.73	35.85b
Ort.	40.55b	41.99ab	44.28a	30.48c	31.14c	37.69
A.Ö.F. çeşit						3.32*
A.Ö.F. tuz						3.71**
A.Ö.F. çeşit × tuz						öd.
V.K. (%)						11.92

** P<0.01, * P<0.05, ö.d: önemli değil, V.K: Varyasyon Katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Bitki boyu değerlerine, çeşit ve çeşit x tuz etkilerinin etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ancak tuz uygulamalarının etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. En yüksek bitki boyu değeri, Traksoy, Umut2002 ve Cinsoy çeşitlerinde, en düşük İlksoy çeşidinde

ölçülmüştür. Tuz konsantrasyonlarına göre bitki boyu 40.09-49.48 cm arasında değişim göstermiştir. Çeşit x tuz etkilerinin etkilerine göre; en yüksek ortalama bitki boyu değeri 100 mM tuz konsantrasyonu uygulanan Traksoy çeşidinden elde edilmiştir. (Çizelge 3).

Çizelge 4. Tuz dozu uygulamalarında ölçülen bitki boyu (cm) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Çeşit	Tuz Konsantrasyonları					Genel ort.
	Kontrol (0)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	
Cinsoy	53.57b-d	38.93d-f	42.00	42.87c-f	50.23b-d	45.52a
İlksoy	57.23a-c	38.37d-f	37.93d-f	29.80ef	27.17f	38.10b
Traksoy	41.83c-f	37.60d-f	53.70b-d	51.63b-d	73.80a	51.71a
Umut2002	38.13d-f	45.47c-e	64.27ab	45.20c-e	37.53d-f	46.12a
Ort.	47.69	40.09	49.48	42.38	47.18	45.36
A.Ö.F. çeşit						7.41*
A.Ö.F. tuz						öd.
A.Ö.F. çeşit × tuz						16.59**
V.K. (%)						20.12

** P<0.01, * P<0.05, ö.d: önemli değil, V.K: Varyasyon katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Yaprak sayısı değerlerine, çeşit (p<0.05) ve tuz uygulamalarının (p<0.01) etkileri istatistiksel olarak önemli, çeşit x tuz etkilerinin etkileri ise önemsiz bulunmuştur. Çeşitlerde en yüksek yaprak sayısı değeri, Cinsoy çeşidinde, en düşük

ise Umut2002 çeşidinde saptanmıştır. Tuz konsantrasyonlarına göre; en yüksek ortalama yaprak sayısı değeri kontrol konusunda elde edilmiştir. Uygulanan tuz miktarı arttıkça yaprak sayısında azalma gözlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Tuz dozu uygulamalarında ölçülen bitkide yaprak sayısı (adet) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Çeşit	Tuz Konsantrasyonları					
	Kontrol (0)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	Genel ort.
Cinsoy	32,00	27,00	15,33	18,33	16,33	21,80a
İlksoy	30,00	24,33	17,33	12,00	12,00	19,13ab
Traksoy	29,00	20,00	11,67	12,33	11,67	16,93bc
Umut2002	17,67	16,33	14,67	13,33	10,00	14,40c
Ort.	27,17a	21,92b	14,75c	14,00c	12,50c	18,07
A.Ö.F. çeşit						3,88*
A.Ö.F. tuz						4,34**
A.Ö.F. çeşit × tuz						öd.
V.K. (%)						21,08

** P<0.01, * P<0.05, ö.d: önemli değil, V.K: Varyasyon Katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Gövde çapı değerlerine, çeşit ve tuz uygulamalarının etkileri istatistiksel olarak önemli, çeşit x tuz interaksyonlarının etkileri ise istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır. Çeşitlerde en yüksek gövde çapı değeri Cinsoy, İlksoy ve Traksoy çeşitlerinden, en düşük Umut2002

çeşidinden saptanmıştır. Tuz konsantrasyonlarına göre; en yüksek ortalama gövde çapı değeri uygulama yapılmayan kontrol konusundan, en düşük 100 mM tuz konsantrasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Tuz dozu uygulamalarında ölçülen bitki gövde çapı (mm) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Çeşit	Tuz Konsantrasyonları					
	Kontrol (0)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	Genel ort.
Cinsoy	2.38	2.38	2.34	2.31	1.87	2.26a
İlksoy	2.39	2.43	2.15	2.33	1.96	2.25a
Traksoy	2.50	1.97	2.08	2.05	2.10	2.14a
Umut2002	2.40	1.75	2.12	2.02	1.41	1.94b
Ort.	2.42a	2.13b	2.17b	2.18b	1.83c	2.15
A.Ö.F. çeşit						0.20*
A.Ö.F. tuz						0.22**
A.Ö.F. çeşit × tuz						öd.
V.K. (%)						12.4

** P<0.01, * P<0,05, ö.d: önemli değil, V.K: Varyasyon Katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Zaimoğlu ve Doğru (2016) mısır genotiplerinde tuz stresinin bazı gövde büyümesini köklere göre daha belirgin şekilde inhibe ettiğini ve gövde büyümesinin tuza daha duyarlı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Kök çapı değerlerine, çeşit ve tuz uygulamalarının esas etkileri ile çeşit x tuz interaksyonunun etkileri istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerde en yüksek

kök çapı değeri, İlksoy ve Cinsoy çeşitlerinde, en düşük Umut2002 çeşidinde belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonlarına göre; en yüksek kök çapı değeri kontrol ve 25 mM uygulamasından, en düşük 75 ve 100 mM uygulamalarında elde edilmiştir. Çeşit x tuz interaksyonu yönünden ise 25 mM uygulanan İlksoy ve 50 mM uygulanan Cinsoy çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Tuz dozu uygulamalarında ölçülen bitki kök çapı (mm) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Çeşit	Tuz Konsantrasyonları					
	Kontrol (0)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	Genel ort.
Cinsoy	3.08cd	3.35bc	4.16a	2.51d-h	2.02f-h	3.02a
İlksoy	3.29bc	4.14a	2.53d-h	2.49d-h	2.72c-f	3.03a
Traksoy	4.00ab	2.69c-g	2.52d-h	2.00gh	2.30f-h	2.70b
Umut2002	2.35e-h	3.01c-e	2.24f-h	2.12f-h	1.93h	2.33c
Ortalama	3.18ab	3.30a	2.86b	2.28c	2.24c	2.77
A.Ö.F. çeşit						0.32**
A.Ö.F. tuz						0.36**
A.Ö.F. çeşit × tuz						0.71**
V.K. (%)						15.5

** P<0.01, V.K: Varyasyon katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Kök uzunluğu değerlerine, çeşit ve tuz uygulamalarının esas etkileri ile çeşit x tuz etkileşimini istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek kök uzunluğu değeri, Traksoy çeşidinde, en düşük Umut2002 ve Cinsoy çeşitlerinde belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonlarına

göre; en yüksek kök uzunluğu değeri kontrol uygulamasından, en düşük ise 100 mM tuz konsantrasyonundan elde edilmiştir. Çeşit x tuz etkileşimini yönünden ise en yüksek kök uzunluğu İlksoy çeşidinin kontrol konusunda saptanmıştır (Çizelge 8).

Çizelge 8. Tuz dozu uygulamalarında ölçülen bitki kök uzunluğu (cm) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Çeşit	Tuz Konsantrasyonları					
	Kontrol (0)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	Genel ort.
Cinsoy	27.00d	25.33e	17.33gh	23.00f	13.13i	21.16c
İlksoy	36.17a	32.00c	16.33gh	24.50ef	12.67ij	24.33b
Traksoy	34.00b	34.33b	27.33d	17.83g	17.00gh	26.10a
Umut2002	26.00de	27.00d	27.33d	16.00h	11.33j	21.53c
Ort.	30.79a	29.67b	22.08c	20.33d	13.53e	23.28
A.Ö.F. çeşit						0.73**
A.Ö.F. tuz						0.81**
A.Ö.F. çeşit × tuz						1.62**
V.K. (%)						4.21

** P<0.01, V.K: Varyasyon katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Doğru (2014) yürütmüş olduğu çalışmada, tuz stresinin bazı mısır genotiplerinde kök gelişimini, bazılarında ise gövde büyümesini inhibe ettiğini ve bunun tuz alımı ve taşıma bakımından genotiplere bağlı olarak farklılıklar gösterebileceğini bildirmiştir. Bitki yaş ağırlığı değerlerine, çeşit, tuz konsantrasyonları, çeşit x tuz etkileşimlerinin etkileri istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerde en yüksek bitki yaş

ağırlığı değeri, Cinsoy çeşidinden, en düşük Umut2002 çeşidinde belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonlarına göre; en yüksek bitki yaş ağırlığı değeri kontrol konusunda, en düşük ise 100 mM tuz konsantrasyonu uygulamasından elde edilmiştir. Çeşit x tuz etkileşimini yönünden ise, en yüksek bitki yaş ağırlığı İlksoy ve Cinsoy çeşitlerinin kontrol konusunda, en düşük ise 100 mM tuz uygulanan Umut2002 çeşitinde belirlenmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Tuz dozu uygulamalarında ölçülen bitki yaş ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Çeşit	Tuz Konsantrasyonları					
	Kontrol (0)	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	Genel ort.
Cinsoy	6.71a	4.36d-f	3.64g	4.46de	2.55ı	4.34a
İlksoy	6.84a	5.74c	2.69ı	3.11h	1.92j	4.06b
Traksoy	6.22b	4.04f	2.54ı	3.22h	3.40gh	3.88c
Umut2002	1.74j	4.70d	4.14 ef	2.74ı	1.11k	2.89d
Ort.	5.38a	4.71b	3.25c	3.38c	2.24d	3.79
A.Ö.F. çeşit						0.16**
A.Ö.F. tuz						0.18**
A.Ö.F. çeşit × tuz						0.36**
V.K. (%)						5.77

** P<0.01, V.K: Varyasyon katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Kurban ve ark., (1999) yapmış oldukları çalışmada *Alhagi pseudalhagi* bitkisinde düşük tuz konsantrasyonlarının (50 mM) toplam bitki ağırlığını arttırdığını, 200 ve 300 mM'lık tuz uygulamalarının ise azalttığını ifade etmişlerdir. Yapılan çalışmada ise soya da tuzluluk oranı arttıkça bitki yaş ağırlığında azalmalar olduğu görülmektedir. Soya bitkisinin boy, yaprak boyutu, biyokütle, internod sayısı gibi bazı agronomik özellikleri yüksek tuzluluktan ciddi şekilde etkilenmektedirler (Abel ve MacKenzie 1964; Chang ve ark. 1994; Phang ve ark. 2008). Hamayun ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada, artan NaCl uygulaması ile klorofil içeriğinin, sürgün yaş ve kuru ağırlıkları ile kök yaş ve kuru ağırlık parametrelerinde kontrol uygulamalarına göre önemli ölçüde

azalmalara neden olduğunu belirtmektedirler. Çeşit ve tuz konsantrasyonlarının, çeşit x tuz interaksiyonlarının bitki kuru ağırlığına etkileri istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerde en yüksek bitki kuru ağırlığı değeri İlksoy çeşidinden, en düşük ise Umut2002 çeşidinde belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonlarına göre; en yüksek bitki kuru ağırlığı değeri kontrolde, en düşük ise 100 mM tuz uygulanan bitkilerde belirlenmiştir. Çeşit x tuz interaksiyonu incelendiğinde en yüksek bitki kuru ağırlığı değerinin Traksoy çeşidinin kontrol konusundan, en düşük değerin ise Umut2002 çeşidinin 100 mM tuz uygulamasından elde edildiği görülmektedir (Çizelge 10).

Çizelge 10. Tuz dozu uygulamalarında ölçülen bitki kuru ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Çeşit	Tuz Konsantrasyonları					
	Kontrol	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	Genel ort.
Cinsoy	1.79bc	1.29e	0.63ij	1.11f	0.35l	1.04b
İlksoy	1.86b	1.73c	0.56jk	0.96g	0.49k	1.12a
Traksoy	2.14a	1.01fg	0.36l	0.79h	0.68hı	1.00b
Umut2002	0.68hı	1.50d	0.72hı	0.50k	0.12m	0.70c
Ort.	1.62a	1.38b	0.57d	0.84c	0.41e	0.96
A.Ö.F. çeşit						0.05**
A.Ö.F. tuz						0.06**
A.Ö.F. çeşit × tuz						0.11**
V.K. (%)						7.05

** P<0.01, V.K: Varyasyon katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Yaprakta % Na değerlerine çeşit, tuz uygulamaları, çeşit x tuz etkileri istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerde en yüksek % Na değeri Traksoy çeşidinden, en düşük ise İlksoy çeşidinde belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonlarına göre; en yüksek %

Na değeri 100 mM tuz uygulamasında, en düşük ise kontrolde belirlenmiştir. Çeşit x tuz etkisi yönünden ise 100 mM tuz konsantrasyonu uygulanan Umut2002 çeşidinde (% 0.75) elde edilmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Tuz dozu uygulamalarında ölçülen yaprakta Na (sodyum) oranı (%) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Çeşit	Tuz Konsantrasyonları					
	Kontrol	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	Genel ort.
Cinsoy	0.12p	0.30l	0.32j	0.47f	0.34ı	0.31c
İlksoy	0.02s	0.04r	0.09q	0.21n	0.36h	0.14d
Traksoy	0.13o	0.31k	0.64b	0.63c	0.49e	0.44a
Umut2002	0.09q	0.25m	0.46g	0.59d	0.75a	0.43b
Ort.	0.09d	0.23c	0.38b	0.48a	0.48a	0.33
A.Ö.F. çeşit						0.001**
A.Ö.F. tuz						0.001**
A.Ö.F. çeşit x tuz						0.002**
V.K. (%)						0.39

** $P < 0.01$, V.K: Varyasyon Katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Yaprakta % Cl değerlerine çeşit ve tuz uygulamalarının esas etkileri ile, çeşit x tuz etkileri istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerde, en yüksek % Cl değeri Traksoy çeşidinden, en düşük İlksoy çeşidinde belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonlarına göre; en yüksek % Cl

değeri 100 mM uygulamasından, en düşük ise tuz uygulanmayan kontrol konusundan elde edilmiştir. Çeşit x tuz etkisi yönünden ise en yüksek % Cl değeri, % 1,16 ile 100 mM tuz konsantrasyonu uygulanan Umut2002 çeşidinde, en düşük ise % 0.02 ile Traksoy çeşidinin kontrol konusunda belirlenmiştir (Çizelge 12).

Çizelge 12. Tuz dozu uygulamalarında ölçülen yaprakta Cl (Klor) oranı (%) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Çeşit	Tuz Konsantrasyonları					
	Kontrol	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	Genel ort.
Cinsoy	0.19p	0.46l	0.50j	0.72f	0.53ı	0.48c
İlksoy	0.02t	0.07s	0.15q	0.32n	0.55h	0.22d
Traksoy	0.21o	0.48k	0.99b	0.97c	0.76e	0.68a
Umut2002	0.13r	0.38m	0.71g	0.91d	1.16a	0.66b
Ort.	0.14e	0.35d	0.59c	0.73b	0.75a	0.51
A.Ö.F. çeşit						0.000001**
A.Ö.F. tuz						0.000007**
A.Ö.F. çeşit x tuz						0.000003**
V.K. (%)						0.003

** $P < 0.01$, V.K: Varyasyon katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Yaprakta tuz oranına, çeşit, tuz uygulamaları, çeşit x tuz etkileri istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerde, en yüksek tuz oranı Traksoy çeşidinden (% 1.12), en düşük ise İlksoy çeşidinde (% 0.37) belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonlarına göre en yüksek tuz

oranı 100 mM uygulamasında, en düşük ise kontrol konusunda saptanmıştır. Çeşit x tuz etkisi yönünden ise en yüksek tuz oranı 100 mM tuz konsantrasyonu uygulanan Umut2002 çeşidinde, en düşük ise İlksoy çeşidinin uygulama yapılmayan bitkilerinde yani kontrol konusunda belirlenmiştir (Çizelge 13).

Çizelge 13. Tuz dozu uygulamalarında ölçülen yaprakta tuz oranı (%) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Çeşit	Tuz Konsantrasyonları					
	Kontrol	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	Genel ort.
Cinsoy	0.31p	0.76l	0.82j	1.19f	0.87i	0.79c
İlksoy	0.04t	0.11s	0.24q	0.53n	0.91h	0.37d
Traksoy	0.34o	0.79k	1.63b	1.60c	1.25e	1.12a
Umut2002	0.22r	0.63m	1.17g	1.50d	1.91a	1.09b
Ort.	0.23e	0.57d	0.97c	1.21b	1.23a	0.84
A.Ö.F. çeşit						0.001**
A.Ö.F. tuz						0.001**
A.Ö.F. çeşit x tuz						0.002**
V.K. (%)						0.15

** $P < 0.01$, V.K: Varyasyon katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Çizelge 14. Farklı tuz konsantrasyonları uygulanan soya çeşitlerinin eigen değerleri, yüzde varyasyon ve kümülatif değerleri

	F1	F2	F3
Eigen değeri	10.415	1.801	1.197
Varyasyon (%)	65.093	11.254	7.478
Kümülatif (%)	65.093	76.347	83.82

Çalışmada incelenen parametreler üzerinde temel bileşen analizi yapılmış ve Çizelge 14'te verilmiştir. Çizelge 14 incelendiğinde,

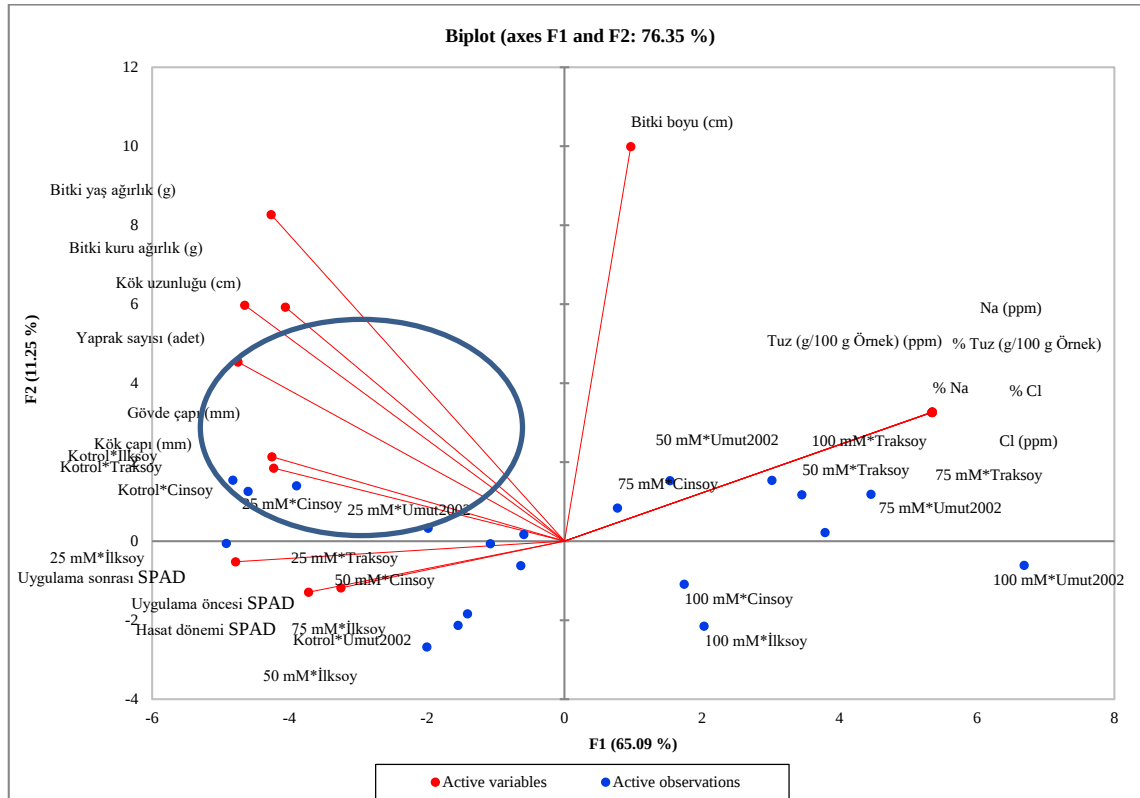
ilk üç bileşenin de % 83,82 oranında tuz uygulamasından etkilenmiş olduğu görülmektedir.

Çizelge 15. Farklı tuz konsantrasyonları uygulanan soya çeşitlerine ait temel bileşen analizi

	F1	F2	F3
Uygulama öncesi SPAD	-0.574	-0.087	0.653
Uygulama sonrası SPAD	-0.844	-0.038	0.359
Hasat dönemi SPAD	-0.657	-0.095	0.177
Bitki boyu (cm)	0.170	0.733	-0.476
Yaprak sayısı (adet)	-0.838	0.333	0.015
Gövde çapı (mm)	-0.751	0.157	0.133
Kök çapı (mm)	-0.746	0.136	0.246
Kök uzunluğu (cm)	-0.716	0.435	0.083
Bitki yaş ağırlık (g)	-0.753	0.606	0.017
Bitki kuru ağırlık (g)	-0.820	0.438	0.022
% Na	0.944	0.240	0.220
% Cl	0.943	0.239	0.225
% Tuz (g/100 g)	0.943	0.239	0.223

Çizelge 15 incelendiğinde uygulama sonrası SPAD, hasat dönemi SPAD, bitki boyu (cm), yaprak sayısı (adet), gövde çapı (mm), kök çapı (mm), kök uzunluğu (cm), bitki yaş ağırlığı (g) ve bitki kuru ağırlığı (g) gibi incelenen özelliklerin negatif ve önemli

olarak tuz uygulamasından etkilendiği görülmektedir. Yine Çizelge 15'te, % Na, % Cl, % Tuz (g/100) içeriklerinin uygulamalardan önemli düzeyde ve pozitif etkilendikleri görülmektedir.



Şekil 2. PCA analiz grafiği, Active variables; incelenen özellikler, Active observations; uygulanan dozlar

Şekil 2 incelendiğinde PCA analiz grafiğinde 50 mM tuz uygulamasının Umut2002 ve Traksoy çeşitlerinde % Na, % Cl ve % Tuz içeriğine, 75 mM Tuz uygulaması ise Cinsoy, Traksoy ve Umut2002 soya çeşitlerinin % Na, % Cl ve % Tuz içeriğine ve 100 mM tuz içeriği uygulamasında da Traksoy soya çeşidinin % Na, % Cl ve % Tuz içeriğine pozitif etki ettiği görülmektedir. Kontrol tuz uygulamasının Umut2002 çeşidinde, 25 mM tuz uygulamasının İlksoy ve Traksoy çeşitlerinde, 50 mM tuz uygulamasının Cinsoy ve İlksoy çeşitlerinde, 75 mM tuz uygulamasının İlksoy çeşidinde uygulama öncesi SPAD, uygulama sonrası SPAD ve hasat dönemi SPAD içeriğine negatif etki

ettiği görülmektedir (Şekil 2). Bu sonuçlar bizlere 100 mM ve üstündeki konsantrasyonlarda bitkinin oldukça yoğun bir stresle karşı karşıya olduğunu göstermektedir. Doğru (2014) tuz stresinin bazı mısır genotiplerinde kök, bazılarında ise gövde büyümesini inhibe ettiğini ve bunun tuz alınımlı ve taşınımlı konusunda genotipe bağlı farklılıklardan kaynaklanmış olabileceğini ileri sürmüştür. Yürütülen çalışma neticesinde tuz uygulaması arttıkça çeşide bağlı olarak tuz hassasiyetinin artışı görülmektedir bu durum Doğru (2014)'nın ifadesi de bu durumu desteklemektedir. Güngör ve Yurtsever (1991), değişik tuzluluk (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2) düzeylerindeki sulama sularının soya

verimine etkisini araştırdıkları iki yıllık tarla denemelerinde daha yüksek veya daha düşük tuzluluk düzeylerinde ise verimin olumsuz olarak etkilendiğini saptamışlardır. Tuz stresi soya (*Glycine soja*, *G. tomentella* ve *G. tabacina*) bitkisinde büyümeyi inhibe etmektedir (Kao ve ark., 2006). Essa (2002), soya fasulyesine farklı tuz seviyesi uyguladığı çalışmada tuzluluğun, tohum çimlenmesine, gövde ve köklerin kuru ağırlıklarına ve yaprakların mineral içeriklerine olumsuz etkisinin olduğunu belirleyerek açıklamıştır. Bahçeci (1995), killi-tınlı yapıdaki toprakta 5 dS/m' lik (orta tuzlu) bir sulama suyuyla sulanan soya fasulyesinde % 70'e varan verim azalmaları tespit edildiğini bildirmiştir. Yürütülen çalışmalar göstermektedir ki diğer bitki türlerinde olduğu gibi soya bitkisinde de genotipler arasında tuza dayanım özelliği bakımından önemli derecede farklılıklar bulunmaktadır (Joshi, 1984; Shannon ve ark., 1987; Perez-Alfocea ve ark., 1996; Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999).

SONUÇ

İncelenen tüm gözlemlerin sonucunda tuz uygulaması artıkça uygulama öncesi SPAD, uygulama sonrası SPAD, yaprak sayısı, gövde çapı, kök çapı, kök uzunluğu, bitki yaş ağırlık, bitki kuru ağırlığında azalmalar olduğu gözlemlenmiştir. Ancak, hasat dönemi SPAD, bitki boyu, yaprakta Na^+ ve Cl^- iyonları ve tuz oranlarında artış gözlemlenmiştir. Ayrıca incelenen tüm parametrelerde, Umut2002 çeşidinin diğer çeşitlerden tuza daha fazla hassas olduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak çeşitler 50 mM tuz konsantrasyonu uygulaması üzerindeki tuz konsantrasyonu uygulamasından etkilendiği görülmektedir. Günümüzde farklı sebeplerden dolayı tarımsal alanlarda tuz birikimi sürekli artmakta ve bu da hem verimi hem de ürün kalitesini azaltmaktadır. Bu tip arazilerin, tuz miktarının azaltılması ile tekrar tarıma uygun duruma getirilmesi çok maliyetli ve zaman alıcı çalışmalar gerektirmektedir. Bu durumda tarımsal verimliliği artırmak için

atılması gereken önemli adımlardan biri de ekonomik öneme sahip olan bitki türlerinin tuza tolerans derecelerinin belirlenmesi ve buna uygun tarımsal yaklaşımların geliştirilmesidir. Bitkilerde tuz toleransının gelişmesi ile ilgili birçok fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmanın varlığı söz konusudur. Bu nedenle bitkilerde tuz toleransının anlaşılması oldukça zordur. Ayrıca bu mekanizmaların hiçbir bitkilerde tuz toleransının sağlanması konusunda tek başına etkili değildir. Bu durumda bu mekanizmaların tuz toleransının gelişmesi konusunda sağladıkları katkının ve aralarındaki etkileşimlerin de ortaya çıkarılması gerekmektedir. Bu tip bilgilerin elde edilmesi, ıslah çalışmaları ile tuza toleranslı genotiplerin geliştirilmesi konusunda da faydalı olacaktır. Bu nedenle, bitkilerin diğer stres faktörleri ile birlikte tuzluluğa dayanıklılık düzeylerinin de belirlenmesi ve besin değerleri yüksek toleranslı bitkilerin geliştirilmesinin gerekliliği meydana gelmiştir.

AÇIKLAMA

Bu çalışmaya maddi destek sağlayan Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (BAP)' ne teşekkür ederiz. Proje no: 2021-SİÜZİR-20.

KAYNAKLAR

- Abel, G.H., MacKenzie, A.J. 1964. Salt tolerance of soybean varieties (*Glycine max* L. Merrill) during germination and later growth. Crop Sci. 4(2): 157–161.
- An, P., Inanaga, S., Cohen, Y., Kafkafi, U., Sugimoto, Y. 2002. Salt tolerance in two soybean cultivars, Journal of Plant Nutrition, 25(3): 407-423.
- Ayyıldız, M. 1990. Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1196, Ders Kitabı: 344, s.1–282, Ankara.
- Bahçeci, I. 1995. Tarla fasulyesinde tuz-su ve verim ilişkilerinin irdelenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, Adana.

- Cemeroğlu, B. 1992. Meyve ve sebze işleme endüstrisinde temel analiz metodları. Biltav Yayınları, Üniversite Kitapları Serisi. No: 02-2. Arsa. Ofset. s. 381. Ankara.
- Chang, R.Z., Chen, Y.W., Shao, G.H., Wan, C.W. 1994. Effect of salt stress on agronomic characters and chemical quality of seeds in soybean. *Soybean Science*. 13: 101-105.
- Cuartero, J., Fernandez-Munoz, R. 1999. Tomato and salinity, *Scientia Horticulturae*. 78: 83-125.
- Çulha, Ş., Çakırlar, H. 2011. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 11: 11-34.
- Dajic, Z. 2006. Salt stress: (Ed: K.V. Madhavarao), *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*, Springer, The Netherlands, 41-100.
- Dizdar, M.Y. 1978. Türkiye’de tuzdan etkilenmiş topraklar. *Toprak Su Dergisi*, 47:36-57.
- Doğru, A. 2014. Farklı mısır genotiplerinde tuz stresinin antioksidant sistem üzerindeki etkileri. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi 23-27 Haziran, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 430.
- Essa, T.A. 2002. Effects of salinity stress on growth and nutrient composition of the soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. *Journal of agronomy and crop science*, 188(2): 86-93.
- Güngör, Y., Yurtseven, E. 1991. Değişik tuzluluk düzeylerinde sulama sularının soya fasulyesi verimine etkisi. *Journal of Agriculture and Forestry*. 15: 80-88.
- Hamayun, M., Khan, S.A., Khan, A.L., Shinwari, Z.K., Hussain, J., Sohn, E.Y., Lee, I.J. 2010. Effect of salt stress on growth attributes and endogenous growth hormones of soybean cultivar Hwangkeumkong. *Pakistan Journal Botany*, 42(5): 3103-3112.
- Hu, Y., Schmidhalter, U. 2005. Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants, *Journal of Plant Nutrient and Soil Science*, 168(4): 541-549.
- Hu, J.P. 2007. Toward understanding plant peroxisome proliferation, *Plant Signal Behav.* 2(4): 308-310.
- Jolliffe, I.T. 2002. Principal component analysis for special types of data. s. 338-372. Springer New York.
- Joshi, S.S. 1984. Effect of salinity stress on organic and mineral constituents in the leaves of Pigeonpea (*Cajanus cajan* L. var. C-11), *Plant and Soil*, 82: 69-76.
- Kao, W.Y., Tsai, T.T., Tsai, H.C., Shih, C.N. 2006. Response of three Glycine species to salt stress. *Environmental and Experimental Botany*. 56: 120– 125.
- Kurban, H., Saneoka, H., Nehira, K., Adilla, R., Premachandra, G.S., Fujita, K. 1999. Effect of salinity on growth, photosynthesis and mineral composition in leguminous plant Alhagi pseudoalhagi (Bieb.), *Soil Science and Plant Nutrition*, 45(4): 851-862.
- Mohammad, M., Shibli, R., Ajlouni, M., Nimri, L. 1998. Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. *Journal of Plant Nutrition*. 21(8): 1667–1680.
- Özçınar, A.B. 2021. Yağlı tohumlu bitkilerin tuzluluğa toleransı: Kalkınma Odaklı Doğal Kaynak Temelli İnovasyon (Ed: F. Döndü Bilgin), İksad publishing House. Ankara, 27-46.
- Parida, A.K., Das, A.B., Mohanty, P. 2004. Investigations on the antioxidative defense responses to NaCl stress in a mangrove, *Bruguiera parviflora*: differential regulations of isoforms of some antioxidative enzymes, *Plant Growth Regulation*. 42(3): 213-226.

- Parida, A.K., Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 60(3): 324-349.
- Perez Alfocea, F., Balibrea, M.E., Santa Cruz, A., Estan, M.T. 1996. Agronomical and physiological Characterization of Salinity Tolerance in a Commercial Tomato Hybrid. *Plant and Soil*, 180(2): 251-257.
- Phang T.H., Shao, G., Lam, H.M. 2008. Salt tolerance in soybean. *Journal of Integrative Plant Biology*, 50(10): 1196-1212.
- Reddy, M.P., Iyengar, E.R.R. 1999. Crop responses to salt stress: seawater application and prospects (Ed: M. Pessarakli), *Handbook of Plant Crop Stress*, New York, 1198.
- Richards, L.A. 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. U.S. Agriculture Hendook, No: 60: 159.
- Sarioğlu, A., Kaya, C. 2021. Tuz stresi ve bor toksisitesi koşulları altında yetişen soya bitkisine yapılan bakteri ve melatonin uygulamasının toprak mikrobiyal aktivitesine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 25(3): 336-348.
- Shannon, M.C., Gronwald, J., Tal, M. 1987. Effects of salinity on growth and accumulation of organic and inorganic ions in cultivated and wild tomato species, *J. Ann. Soc. Hortic, Sci.*, 112(3): 416-423.
- Shao, H.B., Chu, L.Y., Jaleel, C.A., Zhao, C.X. 2008. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. *Comptes Rendus Biologies*, 331(3): 215-225.
- Sorour, S., Amer, M.M., El Hag, D., Hasan, E.H., Awad, M., Kizilgeci, F., Öztürk, F., Iqbal, M.A., El-Sabagh, A. 2021. Organic amendments and nano-micronutrients restore soil physico-chemical properties and boost wheat yield under saline environment. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(9): 10941-10950.
- Sönmez, B. 2003. Türkiye çoraklık kontrol rehberi. *Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, teknik yayın no: 33*.
- Tuteja, N. 2007. Mechanisms of high salinity tolerance in plants. *Methods in Enzymology*, 428: 419-438.
- Yurtseven, E., Öztürk, H.S. 2001. Sulama suyu tuzluluğunun tınlı toprakta profil tuzluluğuna etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(3): 1-8.
- Zaimoğlu, S., Doğru, A. 2016. Farklı mısır genotiplerinde tuz stresinin bazı büyüme parametreleri ve fotosentetik aktivite üzerindeki etkileri, 23. Ulusal Biyoloji Kongresi 2016, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep, 270.