

Tuz Stresinin Ayçiçeğinin (*Helianthus annuus* L.) Fide Gelişimi Üzerine Etkisi

Ousmane SADOU¹ Murat AYCAN^{2*} Mehdi TAHER² Mustafa KAYAN² Mustafa YILDIZ³

¹Ankara Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsü Temel Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Tandoğan, Ankara

²Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Dışkapı, Ankara

³Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Dışkapı, Ankara

*Sorumlu Yazar:

Email:drmurataycan@hotmail.com

Geliş Tarihi: 09 Aralık 2015

Kabul Tarihi: 27 Ocak 2016

Özet

Günümüzde yaygın olarak görülen tuzluluk problemi, dünyadaki toplam karasal alanın %7'sini etkilemektedir. Önümüzdeki çeyrek yüzyıl içerisinde tarım alanlarının %30'unun tuzdan etkileneceği bildirilmektedir. Bu çalışmada farklı tuz (NaCl) konsantrasyonlarının (0-kontrol, 50, 150 ve 250 mM) ayçiçeğinin fide gelişim döneminde morfolojik ve fizyolojik karakterler üzerine etkisi araştırılmıştır. Morfolojik karakterler olarak; bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlıkları, ikincil ve üçüncül yaprakların alanı ile fizyolojik olarak; klorofil kapsamları, süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon redüktaz (GR), askorbat peroksidaz (APX) ve katalaz (CAT) aktiviteleri belirlenmiştir. Artan tuz konsantrasyonu bitki boyu, kök uzunluğu ve yaprak alanının azalmasına neden olmuştur. Klorofil kapsamları bakımından en yüksek değerler 250 mM tuz konsantrasyonundan elde edilmiştir. Artan tuz konsantrasyonlarında katalaz (CAT) aktivitesi dışında tüm fizyolojik karakterler düşmüştür.

Anahtar Sözcükler: Ayçiçeği, tuz stresi, morfolojik karakter, fizyolojik karakter

The Effect of Salt Stress on Seedling Growth of Sunflower (*Helianthus annuus* L.)

Abstract

Salinity problem which is seen most common nowadays, affects 7% of total terrestrial area in the world. It has been reported that 30% of agricultural areas will be affected from salinity in forthcoming quarter century. In this study, the effects of different salt (NaCl) concentrations (0-control, 50, 150 and 250 mM) on morphological and physiological characters in seedling growth stage of sunflower were examined. Plant height, plant fresh and dry weights, secondary and tertiary leaf areas as morphological characters; chlorophyll contents, superoxide dismutase (SOD), glutathione reductase (GR), ascorbate peroxidase (APX), and catalase (CAT) activities as physiological characters were determined. Increasing salt concentrations caused to decrease in plant height, root length and leaf area. The highest values regarding chlorophyll contents were obtained from 250 mM salt concentration. All physiological characters decreased in increasing salt concentrations except catalase (CAT) activity.

Keywords: Sunflower, salt stress, morphological character, physiological character

GİRİŞ

Yeryüzünde karaların kapladığı alan 14 milyar hektar olup, halen bu karasal alanın %10'luk kısmında bitkisel üretim yapılmaktadır. Dünyadaki toplam toprak alanının %7'si tuzdan etkilenmektedir. Bilinçsiz sulama ve çoraklık sebebiyle bu alanlar artmaya devam etmektedir. Tuzluluğun artışına bağlı olarak sürdürülebilir tarım alanlarının önümüzdeki 25 yıl içerisinde %30'unun, 21. yüzyılın ortalarında ise %50'sinin tahrip olabileceği bildirilmektedir [1, 2, 3]. Türkiye'de 1.5 milyon ha alanda tuzluluk problemi bulunmaktadır [4]. Bu alanların %60'ı tuzlu, %19.6'sı orta derecede tuzlu, %0.4'ü orta derecede alkali, %12'si hafif tuzlu-alkali, %8'i ise orta derecede tuzlu-alkali olarak sınıflandırılmaktadır [5]. Tuzluluk; yıkanarak yeraltı suyuna karışan çözünabilir tuzların, yüksek taban suyuyla birlikte kapilarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun uçmasıyla toprak yüzeyinde birikmesi olayıdır. Tuz stresi; özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres faktörlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır [6, 7, 8].

Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkileri; bitkinin çeşidine, uygulanan tuz çeşidi ile miktarına ve maruz kalma süresine bağlı olarak değişmektedir. Tuzlu ortamlarda bitkiler genotipik farklılıklara bağlı olarak çok farklı cevaplar verirler [9]. Tuzluluğa karşı verilen bu farklı büyüme cevapları sadece farklı iki bitki türü için değil aynı türün farklı çeşitleri için de geçerlidir [1]. Tuzluluk, artan insan

nüfusu ile birlikte besin maddesi üretimini önemli düzeyde kısıtlayan çevresel faktörlerden birisidir [10].

Son yıllarda tuza dayanıklılığın/toleransın belirlenmesinde bitki doku ve organellerinde iyon (Na⁺, K⁺ ve Cl⁻) birikimi, bitkide taşınımı ve dağılımı ile bu iyonların birbirine olan oranları (K/Na) [11], bitkilerin organik madde biriktirme ve sentezleme yetenekleri ile hücre düzeyinde meydana gelen oksidatif stresten kaynaklanan zararlanmalar üzerinde yoğun olarak çalışılmaktadır [12, 13].

Tuz stresi bitkiyi doğrudan öldürebileceği gibi, bitkinin tuza dayanıklılığı/toleransı ve ortamın tuz konsantrasyonuna bağlı olarak büyümeyi engellemekte, yaşlı yapraklardan başlayan klorofil ve membran parçalanmasına, yani kloroz ve nekrozlara neden olmaktadır. Diğer birçok stres faktöründe olduğu gibi tuz stresi altındaki bitkiler su kaybını azaltmak için stomalarını kapatmakta böylece CO₂ gazının girişi de engellenmektedir. Karbondioksit fiksasyonunda kullanılan elektronlar ile absorbe edilen ışık enerjisi, O₂'nin aktivasyonunda kullanılmaktadır. Stres altındaki bitkilerde artan ROS (Reaktif Oksijen Türleri) hücrelere zarar vermekte, protein membran lipitleri, nükleik asitler ve klorofil gibi hücre bileşenlerinde zararlar meydana getirmektedir [14]. Tuz stresi sonucunda oluşan ROS'u zararsız bileşiklere dönüştüren antioksidan miktarları ve antioksidan enzim aktiviteleri bitkilerin oksidatif strese karşı en önemli dayanım mekanizmalarıdır [15].

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmada bitki materyali olarak 'Trakya Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü'nden temin edilen 'TARSAN-1018' yağlık ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşidi kullanılmıştır.

Method

Denemelerde 100 g torf yerleştirilen 500 ml'lik saksılara her bir tuz dozu için 10 saksıya, her saksıda 1 adet bitki olacak şekilde ekim yapılmıştır. İlk sulamada can suyu olarak tüm saksılara 50 ml normal su verilmiştir. Ekimden 1 hafta sonra toprak yüzeyine çıkan fideler, ikişer gün arayla farklı konsantrasyonlarda (0-kontrol, 50, 150 ve 250 mM) tuz (NaCl) içeren sularla, her saksıya 50 ml olacak şekilde iki hafta boyunca sulanmıştır. Tüm denemeler iklim kontrol-lü büyüme kabinlerinde, beyaz floresan ışığı (27 µmol m⁻² s⁻¹) altında, 16 saat ışık ve 8 saatlik karanlık fotoperiyotta 24±1°C'de gerçekleştirilmiştir.

Morfolojik ve Fizyolojik ölçümler

İki hafta sonunda bitkilerde morfolojik (bitki boyu, kök uzunluğu, bitki yaş ve kuru ağırlıkları, ikincil ve üçüncül yaprakların enleri ve boyları, ortalama yaprak alanı) ve fizyolojik (klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil kapsamları, süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon redüktaz (GR), askorbat peroksidad (APX) ve katalaz (CAT) aktiviteleri) ölçümler yapılmıştır. Yetiştirilen fidelerde, fide ve kök uzunlukları milimetrik cetvelle ölçülerek cm cinsinden belirlenmiştir.

Klorofil kapsamı, fotosentez direkt etkilemekte [16, 17, 18] ve dokulardaki fotosentetik kapasitenin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir [19, 20, 21]. İki haftalık fidelerin yapraklarında klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içerikleri Curtis ve Shetty [22] tarafından bildirilen protokol kullanılarak belirlenmiştir. Bunun için, 50 mg yeşil materyal, 3 ml metanol içine konularak 23°C'lik sıcaklıktaki karanlık ortamda 2 saat süreyle tutulmuş ve yeşil materyalde bulunan klorofilin metanol içerisinde çözünmesi sağlanmıştır. Bu süre sonunda sıvı kısımdan (klorofil içeren metanol) 1.5 ml alınarak 650 ve 665 nm'de spektrofotometre aracılığıyla optik yoğunluğu (OD) ölçülerek farklı formüller kullanılarak klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları "µg klorofil/g taze doku" cinsinden belirlenmiştir.

Süperoksit dismutaz, glutatyon redüktaz, askorbat peroksidad aktivitesi ve katalaz aktiviteleri Çakmak ve Marschner [23] ve Çakmak [24] tarafından bildirilen yöntem kullanılarak ölçülmüştür.

Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş, her muamele içerisinde 10 adet bitki bulunan 10 tekrarlamalı 500 ml'lik saksılarda kurulmuştur. Elde edilen veriler 'SPSS for Windows' programı yardımıyla varyans analizine tabi tutulmuş, muamele ortalamaları MSTAT-C bilgisayar programı kullanılarak Duncan testi ile karşılaştırılmıştır. Yüzde değerlere istatistik analizinden önce arcsin transformasyonu uygulanmıştır [25].

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)'ne farklı konsantrasyonlarda (0-kontrol, 50, 150 ve 250 mM) uygulanan tuzun bitki boyu, kök uzunluğu, ikincil ve üçüncül yaprak alanları üzerine etkisi Çizelge 1'de verilmiştir.

Kontrol uygulamasında 14.8 cm olan bitki boyunun 150 mM tuz konsantrasyonunda 17.3 cm'e çıktığı görülmektedir. En yüksek tuz konsantrasyonu olan 250 mM'da ise bitki boyu 16.0 cm ile kontrol uygulaması geçmiş, ancak 150 mM tuz

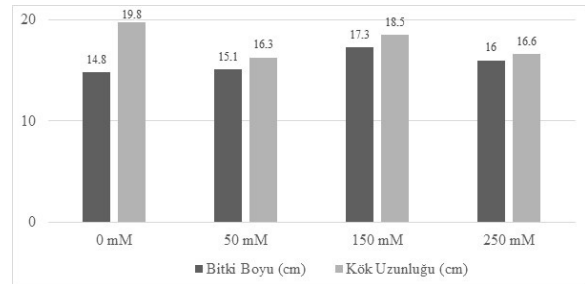
konsantrasyonundan düşük gerçekleşmiştir. Görüldüğü gibi, tuz stresi altında bitki boyunu artırarak cevap vermiştir. Ancak, kontrole göre bu artış 150 mM'lık tuz konsantrasyonuna kadar daha yüksek olmuş, 250 mM'lık konsantrasyonda ise en yüksek stres derecesinde bitki boyu bakımından ortaya çıkan artış diğer tuza konsantrasyonlarının altında kalmıştır. Kök uzunluğuna incelendiğinde; kontrol uygulamasında 19.8 cm olarak ölçülen kök uzunluğu, tuz konsantrasyonu arttıkça azalmış ve en düşük değere 16.6 cm ile 250 mM'lık tuz konsantrasyonunda düşmüştür. 150 mM'lık tuz konsantrasyonunda bitki, kök uzunluğunu artırmak için bir mücadele vermiş ve 18.5 cm çıkarmıştır (Çizelge 1, Şekil 1).

Bitkide gelişen ikincil yapraklarda alan bakımından en yüksek sonuç 45.716 cm² ile kontrol uygulamasından alınırken, en düşük değer 33.793 cm² ile 250 mM tuz konsantrasyonundan elde edilmiştir. 150 mM'lık tuz konsantrasyonunda ikincil yaprak alanı 35.025 cm² ile 50 mM ve 250 mM'lık tuz konsantrasyonlarından daha yüksek gerçekleşmiştir. Üçüncül yaprak alanları incelendiğinde, en yüksek değer 17.558 cm² ile 150 mM'lık tuz konsantrasyonundan elde edildiği görülmektedir. Üçüncül yaprak alanında en düşük değer 9.883 cm² ile, en yüksek tuz konsantrasyonu olan 250 mM uygulamasından alınmıştır (Çizelge 1, Şekil 2).

Çizelge 1. Farklı tuz konsantrasyonlarının ayçiçeğinde fide gelişim döneminde morfolojik karakterler üzerine etkisi

Tuz Konst. (mM)	Bitki Boyu (cm)	Kök Uzunluğu (cm)	İkincil Yaprak Alanı (cm ²)	Üçüncül Yaprak Alanı (cm ²)
0	14.8 b	19.8 a	45.716 a	16.438 ab
50	15.1 b	16.3 b	30.066 c	16.535 ab
150	17.3 a	18.5 a	35.025 b	17.558 a
250	16.0 ab	16.6 b	33.793 ab	9.883 b

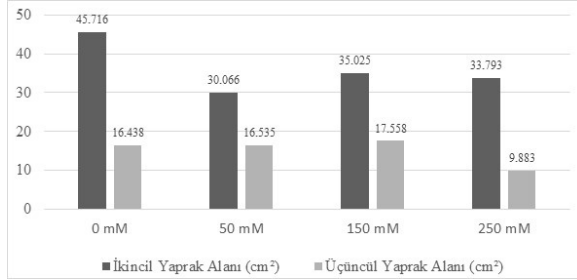
Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.01 düzeyinde önemlidir.



Şekil 1. Farklı tuz konsantrasyonlarının ayçiçeğinde bitki boyu ve kök uzunluğu üzerine etkisi

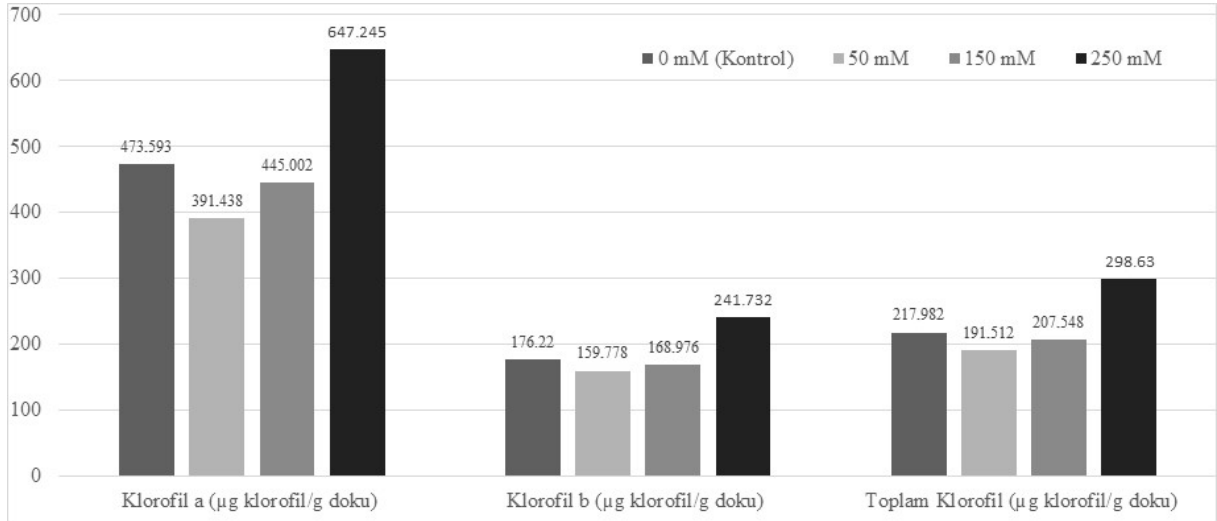
Morfolojik karakterler bakımından genel bir değerlerdir yapılacak olursa, 150 mM'lık tuz konsantrasyonunda incelenen tüm karakterlerde elde edilen değerlerin, 50 mM ve 250 mM tuz konsantrasyonlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Aynı şekilde, 150 mM tuz konsantrasyonunda ölçülen bitki boyu ve üçüncül yaprak alanının tuz uygulaması yapılmayan kontrole göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, ayçiçeğinde 150 mM tuz konsantrasyonunun eşik değer olduğunu, bir başka ifade ile bitkinin bu konsantrasyonda tuz stresinin olumsuz etkilerini en aza indirmek için bir mücadele verdiğini göstermektedir.

Bitki stres şartları altında, birçok hayati fonksiyonunu (fotosentez, solunum, büyüme gibi) durdurmakta ya da en düşük seviyeye çekmektedir. Stres faktörleri altında mitoz bölünme yavaşladığı için kütleli olarak bitki büyümesi de gerilemektedir. Araştırmamızda, 250 mM'lık tuz konsantrasyonunda bitki boyu, kök uzunluğu, ikincil ve üçüncül yaprak alanları bakımından elde edilen değerlerin kontrol uygulamasından düşük olması, stres faktörü altında bitki kütleli gelişiminin mitoz bölünmenin yavaşlaması sonucu düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Çizelge 1) [26].



Şekil 2. Farklı tuz konsantrasyonlarının ayçiçeğinde ikincil ve üçüncül yaprak alanları üzerine etkisi

Ayçiçeği fidelerine uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak klorofil kapsamı üzerine etkisi Çizelge 2 ve Şekil 3'de verilmiştir. Klorofil a bakımından en yüksek değer 647.245 µg klorofil/g doku ile 250 mM tuz konsantrasyonunda elde edilmiştir. 50 ve



Şekil 3. Farklı tuz konsantrasyonlarının ayçiçeği fidelerinin yapraklarında klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil kapsamı üzerine etkisi

Ayçiçeğinde fide gelişim döneminde uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının fizyolojik karakterler üzerine etkisi Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde, tüm fizyolojik karakterlerde en yüksek değerlerin en yüksek tuz konsantrasyonu olan 250 mM'dan elde edildiği görülmektedir. Tüm fizyolojik karakterlerde en düşük değerler ise tuz uygulanmayan kontrolde ortaya çıkmıştır. Bu durum, artan tuz konsantrasyonunun zararını azaltmak için ayçiçeği bitkisinde antioksidatif enzimlerin daha çok çalıştığını göstermektedir.

150 mM'lık tuz konsantrasyonlarında elde edilen klorofil a kapsamı değerleri kontrol uygulamasından düşük olmuştur. Klorofil b kapsamı incelendiğinde, en yüksek değer 241.732 µg klorofil/g doku ile 250 mM tuz konsantrasyonundan alındığı görülmektedir. Kontrol uygulamasında, yapraklardaki klorofil b kapsamı, 176.220 µg klorofil/g doku olarak gerçekleşmiştir. Toplam klorofil kapsamı bakımından en yüksek değer 298.630 µg klorofil/g doku ile 250 mM tuz dozundan elde edilmiştir. Tuz kullanılmayan kontrol uygulamasında toplam klorofil kapsamı bakımından 217.982 µg klorofil/g doku değeri ölçülmüştür (Çizelge 2, Şekil 3). Tuz stresi altında bazı bitkilerin fotosentetik aktivitelerinde azalma gözlenirken bazı bitkiler ise tuz stresinden daha az etkilenmektedir [27].

Çizge 2. Farklı tuz konsantrasyonlarının ayçiçeği yapraklarının klorofil kapsamı üzerine etkisi

Tuz Konst. (mM)	Klorofil a (µg klorofil/g doku)	Klorofil b (µg klorofil/g doku)	Toplam Klorofil (µg klorofil/g doku)
0	473.593 b	176.220 b	217.982 b
50	391.438 c	159.778 c	191.512 c
150	445.002 b	168.976 b	207.548 b
250	647.245 a	241.732 a	298.630 a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 3. Farklı tuz konsantrasyonlarının ayçiçeğinde fide gelişim döneminde fizyolojik karakterler üzerine etkisi

Tuz Konst. (mM)	Süperoksit Dismutaz (SOD)	Glutasyon Redüktaz (GR)	Askorbat Peroksidaz (APX)	Katalaz (CAT)
0	0.178 b	114.220 b	5137.053 b	275.063 d
50	0.246 a	162.663 a	5808.800 a	417.783 c
150	0.259 a	167.333 b	5998.310 a	492.230 b
250	0.266 a	173.443 a	6040.777 a	594.090 a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.01 düzeyinde önemlidir.

Oksidatif stres sonucu ortaya çıkan aktif oksijen türevlerinden süperoksit radikalının yok edilmesinden sorumlu olan süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesi, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak artış göstermiştir. Glutatiyon redüktaz (GR) ve askorbat peroksidaz (APX) enzimleri antioksidan savunma mekanizması içerisinde yer alıp kloroplastlardaki ve mitokondrideki hidrojen peroksidin (H₂O₂) temizlenmesinde etkili rol oynamaktadır. Katalaz (CAT) enzimi de oksidatif stres sonucu oluşan hidrojen peroksit gibi reaktif oksijen türevlerinin suya ve moleküler oksijene dönüşerek yok edilmesinde görev yapmaktadır.

SONUÇ

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), topraktaki tuz stresine karşı hassas bir bitkidir. Ancak, gerek ülkemizde ve gerekse dünyada tarım yapılan topraklardaki tuz miktarının giderek arttığı düşünüldüğünde, kültürü yapılan tüm bitkilerde tuza toleranslı/dayanıklı yeni çeşitler geliştirebilmek için bitkilerin tuz stresine olan tepkilerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Araştırmamızda ayçiçeğinin fide döneminde toprak tuzluluğuna gösterdiği morfolojik ve fizyolojik tepkiler incelenmiştir. Artan tuz konsantrasyonlarında ayçiçeği tuzun oluşturduğu zararları en aza indirme yönünde olumlu tepki verdiği görülmektedir. Bu durum, özellikle 150 mM'lık tuz konsantrasyonunda incelenen morfolojik karakterlerde (bitki boyu, kök uzunluğu, ikincil ve üçüncül yaprak alanları), kontrol uygulamasına göre bazen daha yüksek değerler vermesi (bitki boyu ve üçüncül yaprak alanında), bazen de kontrol uygulamasına yakın değerlere ulaşması (kök uzunluğu ve ikincil yaprak alanı) açıkça görülmektedir. Aynı şekilde, incelenen fizyolojik karakterlerde (klorofil kapsamları, süperoksit dismutaz, glutatiyon redüktaz, askorbat peroksidaz ve katalaz enzim aktiviteleri) en yüksek değerlerin 250 mM tuz konsantrasyonundan elde edildiği dikkate alındığında, bitkinin yüksek tuz konsantrasyonlarının ortaya çıkardığı olumsuz şartları aşmak için metabolik olarak çalıştığını göstermektedir.

KAYNAKLAR

[1] Munns, R. 2002. "Comparative physiology of salt and water stress", *Plant Cell and Environment*, 25, 239-250.
 [2] Bonilla, I., El-Hamdaoui, A., Bolanos, L. 2004. "Boron and calcium increase *Pisum sativum* seed germination and seedling development under salt stress", *Plant Soil*, 267(1-2), 97-107.
 [3] Ahmadi, A., Emam, Y., Pessarakli, M. 2009. "Response of various cultivars of wheat and maize to salinity stress", *Journal of Food, Agriculture Environment*, 7(1), 123-128.
 [4] Sönmez, B. 2008. "Türkiye çoraklık kontrol rehberi", Ankara: Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.
 [5] Tepe, A., Ertok, R., Yılmaz, M. 2008. "Bazı hıyar (*Cucumis sativus* L.) genotiplerinin fide döneminde tuza tolerans düzeylerinin belirlenmesi", *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 25(2), 35-43.
 [6] Kuşvuran, 2010. "Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar". Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 355 sayfa.
 [7] Nawaz, K., Hussain, K., Majeed, A., Khan, F., Afghan, S., Ali, K. 2013. "Fatality of salt stress to plants: Morphological, physiological and biochemical aspects", *African Journal of Biotechnology*, 9(34), 5475-5480.

[8] Bayat, R.A., Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş., Üstün, A.S. 2014. "Tuz stresi altındaki genç kabak (*Cucurbita pepo* L. ve *C. moschata* Poir.) bitkilerine uygulanan prolinin antioksidatif enzim aktiviteleri üzerine etkisi", *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1, 25-33.
 [9] Dajic, Z. 2006. *Stress, Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*, ISBN-13 978-1-4020-4224-9, Dordrecht, Salt the Netherlands, 345p.
 [10] Botella, M.A., Rosado, A., Bressan, R.A. ve Hasegawa, P.M., 2005. *Plant Adaptive Responses to Salinity Stress, Plant Abiotic Stress*, Blackwell Publishing Ltd., 270p.
 [11] Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Handa, A.V. 1986. "Cellular mechanisms of salinity tolerance", *Horticultural Science*, 21, 1317-1324.
 [12] Aktaş, H. 2002. "Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı", Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi, Adana, 105 s.
 [13] Daşgan, H.Y., Aktaş, H., Abak, K., Çakmak, İ. 2002. "Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses", *Plant Science*, 163, 695-703.
 [14] Kuşvuran, 2010. "Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar". Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 355 sayfa.
 [15] Ashraf, M., Ali, Q. 2007. "Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.)", *Environmental and Experimental Botany*, 63, 266-273.
 [16] Rensburg, L.V., Kruger, G.H.J. 1994. "Evaluation of components of oxidative stress metabolism for use in selection of drought tolerant cultivars of *Nicotiana tabacum* L.", *Journal of Plant Physiology*, 143, 730-737.
 [17] Kyparissis, A., Petropoulou, Y., Manetas, Y. 1995. "Summer survival of leaves in a softleaved shrub (*Phlomis fruticosa* L., Labiatae) under Mediterranean field conditions: Avoidance of photoinhibitory damage through decreased chlorophyll contents", *Journal of Experimental Botany*, 46, 1825-1831.
 [18] Jagtap, V., Bhargava, S., Sterb, P., Feierabend, J. 1998. "Comparative effect of water, heat and light stresses on photosynthetic reactions in Sorghum bicolor (L.) Moench", *Journal of Experimental Botany*, 49, 1715-1721.
 [19] Pal, R.N., Laloraya, M.M. 1972. "Effect of calcium levels on chlorophyll synthesis in peanut and linseed plants", *Biochemie und Physiologie der Pflanze*, 163, 443-449.
 [20] Wright, G.C., Nageswara, R.R.C., Farquhar, G.D. 1994. "Water use efficiency and carbon isotope discrimination in peanut under water deficit conditions", *Crop Science*, 34, 92-97.
 [21] Nageswara, R.R.C., Talwar, H.S., Wright, G.C. 2001. "Rapid assessment of specific leaf area and leaf nitrogen in peanut (*Arachis hypogaea* L.) using chlorophyll meter", *Journal of Agronomy and Crop Science*, 189, 175-182.
 [22] Curtis, O.F. and Shtty, K. 1996 "Growth medium effects of vitrification, total phenolics, chlorophyll and water content of in vitro propagated oregano clones", *Acta Horticulturae*, 426, 489-497.
 [23] Çakmak, I., Marschner, H. 1992. "Magnesium deficiency and highlight intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves", *Plant Physiology*, 98, 1222-1226.
 [24] Çakmak, I. 1994. "Activity of ascorbate-dependent H₂O₂ scavenging enzymes and leaf chlorosis are enhanced

in magnesium and potassium deficient leaves, but not in phosphorus deficient leaves”, *Journal of Experimental Botany*, 45, 1259-1266.

[25] Snedecor, G.W., Cochran, W.G. 1967. *Statistical Methods*. The Iowa State University Press, Iowa, USA.

[26] Telci, C., Yıldız, M., Pelit, S., Önel, B., Erkılıç, E.G. and Kendir, H. 2011. The effect of surface-disinfection process on dormancy-breaking, seed germination, and seedling growth of *Lathyrus chrysanthus* Boiss. under in vitro conditions. *Propagation of Ornamental Plants*, 11, 10-16.

[27] Lutts, S., Kinet, J.M., Bouharmont, J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*, 78: 389-398.