



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/ omuanajas.608600

## Orman üçgülü (*Bituminaria bituminosa* L.) Genotiplerinin Tuzluluğa Dayanıklılık Düzeylerinin Belirlenmesi

Gülcan Kaymak<sup>a\*</sup>, Zeki Acar<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: gulcankaymak92@gmail.com

Geliş/Received 21/08/2019      Kabul/Accepted 03/01/2020

### ÖZET

Bu çalışma, Orta Karadeniz Bölgesinden toplanmış 85 adet *Bituminaria bituminosa* (*Bitbit*) genotipinin tuzluluğa dayanıklılık düzeylerinin belirlenmesi amacıyla, 2017 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Laboratuvar ve Seralarında yürütülmüştür. İki aşamalı olarak planlanan çalışmada, ilk aşamada 85 genotipe ait tohumlar sert tohum kabuğu giderildikten sonra farklı NaCl yoğunluklarında (0, 25, 50, 75 ve 100 mM) çimlendirilmiştir. Tuz yoğunluğu arttıkça çimlenme oranı, kökçük ve sürgün uzunluğu ve ağırlıkları azalmıştır. Yüksek dozlarda bazı genotiplerde hiç çimlenme olmamıştır. İkinci aşamada ise en iyi sonuç veren 10 genotip seçilmiş ve bu 10 genotiple serada fide aşamasında aynı tuz yoğunluğu içeren çözeltiler kullanılarak çalışılmıştır. Sera çalışmalarında, yüksek NaCl yoğunluğuyla beraber topraktaki tuzluluk artmış, belirli bir süreden sonra 75 ve 100 mM çözelti uygulanan bitkiler tamamen ölmüştür. Artan tuz yoğunlukları ile birlikte fidelerde bitki boyu, yaprak sayısı, bitki kök ve gövde ağırlığı azalmıştır. Yine tuz yoğunluğu arttıkça yapraklardaki klorofil a, klorofil b ve karotenoid miktarı azalırken, lipid peroksidasyonu ve prolin miktarının arttığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:**  
Bituminaria  
bituminosa  
karotenoid  
klorofil  
prolin  
tuzluluk

### Determination of Salinity Tolerance Levels of Teder (Bituminaria bituminosa L.) Genotypes

#### ABSTRACT

This study was carried out to determine salinity resistance level of 85 Bitbit genotypes collected from Central Black Sea Region of Turkey, in OMU greenhouses and laboratories in 2017. The study was conducted in two steps. In the first step scarified seed of 85 genotypes were germinated in different NaCl concentrations (0, 25, 50, 75 and 100 mM). As salt concentration increase germination ratio, length and weight of radicle and pedicel decreased. There was no germination for some genotypes in higher doses. In the second step, the best 10 genotypes selected and same salt concentrations applied to seedlings of those genotypes in greenhouse. Soil salinity increased with increasing NaCl concentration and, all plants in 75 and 100 mM NaCl treatments were failed after application of saline water for a while. With increasing salt concentration plant height, leaf number, root and stem weight of the plants decreased. As salt concentration increase, amount of chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoid of the leaves decreased while lipid peroxidation and prolin level increase.

**Keywords:**  
Bituminaria  
bituminosa  
carotenoid  
chlorophyll  
prolin  
salinity

## 1. Giriş

Baklagiller familyasına ait çok yıllık bir bitki olan *Bituminaria bituminosa* kuraklık ve sıcaklığa son derece dayanıklı olması, yaz ayları boyunca büyümesini sürdürebilmesi ve yeşilliğini koruması, marjinal alan olarak tanımlanan eğimli, taşlık, üst toprak tabakasını kaybetmiş, derinliği az olan topraklarda sulanmadan yetiştirilebilmesi nedeniyle üzerinde en çok durulan bitkilerden birisidir. Hayvanlar için önemli bir yeşil yem kaynağıdır. Anavatanı Akdeniz olmakla beraber, Türkiye, Güney Avrupa, Kırım, Batı Suriye, Kıbrıs, Kafkasya, İsrail, Kuzey Afrika, Portekiz, İspanya gibi ülkelerin doğal vejetasyonunda da geniş bir yayılım göstermektedir (Davis, 1965). Uzun yıllardan beri Kanarya Adaları ve Fas'ta tarımı yapılmakla birlikte, son yıllarda uygulanan projeler ve geliştirilen çeşitlerle Avustralya'nın kurak batı bölgelerinde yetiştiriciliği giderek yaygınlaşmaktadır. Genel olarak açık yerlerde, yol kenarlarında, üst toprak tabakası kaybolmuş alanlarda, döküntü topraklı yamaçlarda, ağaçlık ve ormanlık alanlarda ve 4.7 ile 8.5 arasındaki pH'da yetişmektedir (Davis, 1965). Bunların yanında bitki sıcak ve kurak yaz aylarında yeşil kalabilme yeteneğine sahiptir (Acar ve ark., 2001). *Bituminaria* türleri üzerinde özellikle son yıllarda yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Kanarya Adaları'nda *Bituminaria bituminosa* hayvanlar tarafından yoğun olarak otlatılmaktadır. Hayvanların yoğun baskısı ve otlatılmasına karşı bitki oldukça dayanıklıdır. Taze olarak tüketilmesinin yanı sıra kuru ot olarak da hayvanlara yedirilmektedir.

Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yeraltı suyuna karışan çözünebilir tuzların yüksek taban suyuyla birlikte kapilarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun topraktan ayrılarak tuzun toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölümünde birikmesi olayıdır (Ergene, 1982; Kara, 2002). Toprakta veya suda tuzluluk, bitki büyümesini ve verimliliğini olumsuz etkileyen önemli abiyotik stres faktörlerinden birisidir. Dünya üzerinde 800 milyon hektardan daha fazla alanın tuz stresinden etkilendiği, bu alanın dünya toplam kara alanının %6'sına karşılık geldiği bilinmektedir (FAO, 2009). Tuz stresini bitkilerde, türe, bitkinin gelişim dönemindeki sürekliliğine ve etki süresine bağlı olarak, bitki-su ilişkilerini ve beslenme düzenini etkilemektedir. Tuz stresini sonucunda ortaya çıkan su, beslenme ve enerji düzenlerindeki dengesizliklerin her biri, hem birbirlerinden bağımsız olarak, hem de birbirlerinin etkilerini arttırarak bitki gelişimi, verim ve kalite üzerinde olumsuz etkilerde bulunmaktadır (Can, 1999).

Çevresel faktörler ve fizyolojik etkilerle birlikte meydana gelen tuza tolerans özelliğinin esas kaynağı kalıtsal unsurlardır. Tuza tolerans bakımından bitkiler arasında önemli farklılıklar olduğu kadar, aynı türe ait genotipler arasında da tuza tolerans bakımından farklılıklar bulunduğu bilinmektedir (Ashraf, 1994).

Abiyotik faktör olarak tuz stresini, bitkilerde çimlenme geriliğine, kök ve toprak üstü organlarının gelişiminin engellenmesine, ayrıca kök ve sap kuru ağırlıklarının azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, tuzlu şartlarda ekonomik bir ürün üretebilen tuza toleranslı bitki tür ve çeşitlerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Epstein, 1985). Nitekim tuza dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi ile ilgili çalışmalara gittikçe daha fazla önem verilmektedir. Wilson ve ark., (2006), 7 farklı konsantrasyonda hazırlanan artan tuzluluk seviyelerine (EC: 2.6-20.1 dS m<sup>-1</sup>) 12 farklı *Vigna unguiculata* genotipinin büyüme tepkilerini inceleyen bir çalışmada ise, 2.6-20.1 dS m<sup>-1</sup> arasında değişen tuzluluğun fidelerin yaprak alanı, yaprak kuru ağırlığı, gövde kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığını önemli derecede azalttığı bildirilmiştir.

Birçok çalışma glisinbetain ve prolin gibi organik maddelerin sentezlenmesi ile strese tolerans arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir (Ashraf ve Foolad, 2007). Prolin genellikle stres koşullarında birikimi gerçekleşen, bitkinin dayanım yeteneğini sağlaması bakımından bir indikatör görevini yapan, suda çözünebilir bir aminoasittir (Bian ve ark., 1988). Ozmolit olarak görev yapmasının yanında, hücrelerin stabilizasyonu, sitozolik pH'nın ayarlanması ve hidroksil radikallerinin düzenlenmesinde etkili bir organik maddedir (Matysik ve ark., 2002). Literatürde gösterilen bir diğer önemli parametre ise hücre zarında bulunan yağların (lipitlerin) peroksidasyonudur. Yağların peroksidasyonu, yaşayan her canlı organizmada meydana geldiği bilinen en zarar verici işlemler olarak nitelendirilmektedir. Çeşitli stresler altında, hücre zarındaki yıkım, bazen lipid yıkım seviyesinin tek belirleyicisi olarak ele alınır.

Bezelye, börülce ve hint baklası gibi çeşitli baklagillerde yapılan çalışmalarda, artan tuz yoğunluğunun yarattığı stres sonucu bitkilerde prolin ve lipid peksidasyon miktarının arttığı, klorofil a ve klorofil b miktarı ile birlikte çimlenme oranı, bitki kök ve yaş ağırlıkları gibi parametrelerin azaldığı belirlenmiştir (Shahid ve ark., 2012; Cha-um ve ark., 2013).

Bu çalışma da TÜBİTAK 111 O 651 nolu proje kapsamında Samsun, Sinop ve Kastamonu illerinden toplanan *Bituminaria bituminosa* genotiplerinin tuzluluğa dayanıklılık düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Toplamda 85 genotipe ait tohumlar 5 farklı NaCl yoğunluğunda (0-25-50-75-100 mM) ilk önce laboratuvar koşullarında çimlendirilmiş, daha sonra yüksek tuz yoğunluklarında en çok çimlenme görülen 10 genotiple serada fide aşamasında çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Samsun, Sinop ve Kastamonu illerinden 2008, 2009 ve 2012 yıllarında 85 farklı yerden toplanan *Bituminaria bituminosa* 'ya ait tohumlar OMÜ Ziraat Fakültesi'ne

ait Deneme Alanına ekilmiş ilerleyen yıllarda bakım ve biçim işlemleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 2015 yılında elde edilen tohumlar kullanılmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülen bu çalışma iki aşamalı olarak kurulmuştur. İlk aşamada, 85 tane *Bituminari bituminosa* genotipine ait tohumlar zımparalanıp tohum kabuğu sertliği giderildikten sonra, farklı yoğunluktaki tuzlu çözeltiler kullanılarak çimlendirilmiştir.

Çimlendirme çalışmaları kontrollü şartlarda Nüve Growthchamber- GC400 marka iklim dolabı kullanılarak % 60 nem ve 24° C'de yapılmıştır. Çimlendirme testlerinde NaCl'in 0 (Kontrol), 25, 50, 75 ve 100 mM yoğunluğa sahip çözeltileri kullanılmıştır. Çimlendirme çalışmasında Kontrol uygulamasında saf su kullanılmıştır. Her bir genotipe ait tohumlar 3 tekrarlı olmak üzere petri kaplarında kurutma kağıdı arasına 20'şer tohum olacak şekilde yerleştirilmiştir. Her petri kabına iki günde bir 10 ml olacak şekilde çözelti verilmiştir. Fungus gelişimini engellemek amacıyla çözeltilere 0.5 g l-1 Captan 50 wp eklenmiştir. Daha sağlıklı bir çimlenme için kurutma kağıtları her iki günde bir değişmiş, petri ler tamamen temizlendikten sonra yeniden çözelti eklenmiştir. Çimlendirme denemesinde çimlenme oranı, sürgün ağırlığı, kökçük uzunluğu, gövde uzunluğu özellikleri incelenmiştir. İkinci aşamada incelenen özellikler yönünden en iyi sonuç veren 10 genotip

seçilerek bunlar serada saksı denemesinde kullanılmıştır. Seçilen genotiplerin tohumları viyollerde çimlendirildikten sonra fideler derinliği ve çapı 20 cm olan saksılara şaşırtılmıştır. Her bir saksıya homojen olmak üzere 2:1 oranında 3 kg toprak:gübre karışımından oluşan harç konulmuştur. Saksılarda kullanılan toprağın kimyasal özellikleri Çizelge 3.2'de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda saksı toprağının EC'si hafif tuzlu toprak (EC=5.4 mS/cm) olarak belirlenmiştir. Saksılar 10 gün boyunca musluk suyu ile sulanmıştır. Musluk suyu EC'si 1.5 mS/cm'dir. Şaşırtma işleminden 10 gün sonra saksılar dozlara göre gruplandırılarak 0, 25, 50, 75 ve 100 mM yoğunluğuna sahip çözeltiler sera sıcaklığı, hava ve saksı toprağının nem durumu, bitkinin evaporasyon ve transpirasyon durumları göz önünde bulundurularak her saksıya iki günde 150 ml olacak şekilde vermeye başlanmıştır. Bu işlem 4 hafta boyunca devam etmiştir. Sürenin sonunda 75 ve 100 mM dozu uygulanan tüm bitkiler öldüğünden, kök ve gövdelerde uzunluk ve ağırlık ölçümleri yapılamamıştır. Ancak, tuzlu su uygulaması başladıktan 20 gün sonra, henüz tüm bitkiler ölmemiş olduğundan yapraklarda kimyasal analizler yapılabilmektedir.

Saksılarda kullanılan toprağın kimyasal analizleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarında yapılmıştır. Toprağın kimyasal özellikleri Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Saksılarda kullanılan toprağın kimyasal analiz değerleri  
Table 1. Chemical analysis values of soil used in pots

pH	EC (µS/cm)	Organik Madde (%)	Ca (meq/100gr)
7.47	5397	5.72	22.3
Mg (meq/100 gr)	P (ppm P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Toplam Azot (%)	Nem (%)
24.18	101.03	0.39	7.6

Sera denemesinde ise bitki boyu, yaprak sayısı, gövde yaş-kuru ağırlığı, kök boğazı çapı, kök yaş-kuru ağırlığı, Arnon (1949)' a göre pigmentlerin belirlenmesi, Heath ve Packer, (1968)'e göre lipit peroksidasyonu, Claussen, (2005)'e göre prolin miktarı ve saksı topraklarının elektriksel iletkenliği özellikleri incelenmiştir.

Elde edilen verilerin varyans analizi SPSS 17.0 programında yapılmış, aralarında farklılık olan ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma yöntemi ile 0.01 önem düzeyine göre gruplandırılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çimlendirme çalışması sürecinde, 85 adet Bitbit genotipine ait tohumlar 5 farklı tuz yoğunluğunda çimlendirilmiş, genotiplerin artan tuzluluğa olan tepkileri saptanmıştır. Çalışmada, genotiplere ait çimlenme oranı, sürgün ağırlığı, kökçük ve gövde

uzunlukları ölçülmüştür. Çalışmaya ait sonuçlar Çizelge 2' de verilmiştir.

Genotiplerin ortalaması olarak tuz yoğunlukları karşılaştırıldığında, en yüksek çimlenme oranı kontrol grubunda tespit edilmiştir. Tüm dozlar birbirinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Kontrol grubundaki ortalama çimlenme oranı %56.86 iken, bu değer artan tuz yoğunluklarına bağlı olarak azalmış ve 100 mM dozunda %14.51 oranına inmiştir (Çizelge 2). Benzer şekilde, Zennouhi ve ark. (2018)'nın Fas'ta yaptıkları çalışmada artan tuz yoğunluğuna bağlı olarak *Bitbit* tohumlarında çimlenme oranının düştüğü belirlenmiştir.

Artan tuz yoğunluğu ile birlikte ortamın osmotik basıncı da arttığından tohumların su alıp çimlenmesi zorlaşmakta ve ortalama çimlenme süresi uzamaktadır (Steppuhn ve ark., 2001; Duan ve ark., 2004). Nitekim, artan tuz yoğunluklarının çimlenme oranını azalttığı birçok araştırmacı tarafından da tespit edilmiştir (Kaya ve İpek, 2003; Öz ve Karasu, 2007; Dumlupınar, 2005; Day ve ark., 2008; Kusvuran, 2015; Önal Aşçı ve Üney,

2016). Bu çalışmada da artan tuz yoğunluklarına paralel olarak çimlenme oranı azalmış ortalama çimlenme süresi uzamıştır. Çimlenme süresi Kontrol grubunda 9 günde tamamlanırken, 25, 50, 75 ve 100 mM dozlarında çimlenme sırasıyla 24, 26, 29 ve 32 günde tamamlanmıştır.

En yüksek sürgün ağırlığı kontrol grubunda tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ortalama sürgün ağırlığı 0.31 g iken, en düşük sürgün ağırlığı 100 mM dozunda 0.16 g olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan 25 ve 50 mM NaCl dozları sürgün ağırlığı bakımından aynı grupta yer alırken, diğer dozlar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Tuz yoğunluğu arttıkça sürgün ağırlığı değerleri azalmıştır (Çizelge 2).

Tuz yoğunlukları karşılaştırıldığında en yüksek kökçük uzunluğu Kontrol ve 25 mM uygulamalarında görülmüştür. Bu dozlarda kökçük uzunluğu değeri sırasıyla 2.13 ve 2.23 cm olarak ölçülmüştür. En yüksek

doz olan 100 mM' da ise bu değer 1.01 cm' ye düşmüştür. Tuz yoğunlukları karşılaştırıldığında, en yüksek gövde uzunluğu Kontrol ve 25 mM uygulamasında görülmüştür. Bu dozlarda gövde uzunluğu sırasıyla 4.37 ve 4.80 cm olarak ölçülmüştür.

50 ve 75 mM dozlarında ortalama gövde uzunlukları, sırasıyla 2.90 ve 2.57 cm olurken, en yüksek doz olan 100 mM' da ortalama 2.34 cm olarak ölçülmüştür (Çizelge 2). Çimlenme özellikleri yönünden genotipler arasında önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır.

Sonuçta, tuzluluğa en olumlu tepki gösteren 10 genotip seçilmiştir. Bu genotipler sırasıyla 7, 8, 11, 13, 15, 33, 56, 71, 77 ve 78 numaralı genotiplerdir. Seçilen bu genotipler sera denemesinin materyalini oluşturmuştur. Sera çalışmasında da, 0, 25, 50, 75 ve 100 mM NaCl yoğunluklarına sahip çözeltiler saksılarda bulunan bitkilerin kök bölgesine verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı NaCl yoğunluklarının Bitbit genotiplerinde (85 adet) çimlenme oranı, sürgün ağırlığı, kökçük ve gövde uzunluğuna etkisi\*

Table 2. Effect of different NaCl concentrations on germination rate, shoot weight, root and stem length of bitbit genotypes (85)\*

Tuz Yoğunluğu	Çimlenme Oranı (%)	Sürgün Ağırlığı (g)	Kökçük Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)
Kontrol	56.86 a	0.31 a	2.13 ab	4.37 ab
25 mM	44.10 b	0.28 b	2.23 a	4.80 a
50 mM	32.20 c	0.26 b	1.83 b	2.90 c
75 mM	25.54 d	0.20 c	1.60 c	2.57 cd
100 mM	14.51 e	0.16 d	1.01 d	2.34 d

\*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasında 0.01 düzeyinde farklılık yoktur

Çizelge 3. Sera denemesinde NaCl uygulamasının bitkilerin morfolojik özelliklerine etkisi\*

Table 3. The effect of NaCl application on the morphological characteristics of plants in greenhouse experiment\*

Tuz Yoğunluğu	Bitki Boyu (cm)	Yaprak sayısı (Adet/bitki)	Kök Boğazı Çapı (mm)	Kök kuru ağırlığı (g)	Gövde Kuru Ağırlığı (g)
Kontrol	15.81 a	58.40a	15.02a	4.08a	2.71
25 mM	13.53 ab	46.60b	14.41a	3.07a	2.13
50 mM	12.46 b	41.67bc	7.48b	1.18b	1.7
75 mM	-	-	-	-	-
100 mM	-	-	-	-	-

\*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasında 0.01 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 3'ü incelediğimizde, artan tuz yoğunluklarıyla beraber 75 ve 100 mM grubundaki bitkiler tamamen öldüğü için, bu dozlara ilişkin olarak bitki boyu ve yaprak sayısı değerleri alınamamıştır. Bitki boyu değerleri yönünden ölçüm yapılabilen uygulamalar arasında çok önemli farklılıklar saptanmıştır. En yüksek ortalama bitki boyu değeri Kontrol (15.81 cm) ve 25 mM NaCl (13.53 cm) uygulamasında belirlenmiştir. Artan tuz yoğunluğu ile

birlikte hem bitkilerin su alımı, hem de fizyolojik faaliyetleri engellendiğinden, bitkiler daha kısa boylu gelişmişlerdir (Sharma ve ark., 2005; Karakulluğu ve Adak, 2008).

Yaprak sayısı yönünden uygulamalar arasında çok önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Uygulama sonucunda en yüksek yaprak sayısı kontrol grubunda belirlenmiştir (58.4). Her ne kadar tuz yoğunluğu artıkça yaprak sayısında bir azalma olsa da, 25 ve 50

mM dozları arasındaki farklılık istatistiksel yönden önemli bulunmamıştır. Yem bitkilerinde bitki yaprak sayısı verim ve kalite açısından çok önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Acar ve Ayan, 2012). Artan tuz yoğunluğuna bağlı olarak bitkiler strese girmiş, klorofil miktarı azalmış, azalan fotosentez ve diğer fizyolojik faaliyetlerin sonucu olarak (Lacerda ve ark., 2003; Adavi ve ark., 2007) yaprak sayısında azalmalar olmuştur.

Kök boğazı çapı yönünden genotiplerin ortalaması olarak uygulamalar arasında çok önemli farklılık olduğu belirlenmiştir.

Artan NaCl yoğunluğuyla birlikte bitkilerin kök boğazı çapı azalmıştır. En geniş kök boğazı çapı Kontrol grubu ve 25 mM uygulamasında, sırasıyla 15.02 ve 14.41 mm olarak ölçülmüştür.

Diğer morfolojik özelliklerde olduğu gibi, artan tuz yoğunluğu bitkilerin fizyolojik özelliklerini engelleyip, morfolojik ölçüm değerlerini azaltmıştır (Lacerda ve ark., 2003; Adavi ve ark., 2007).

Kök kuru ağırlığı bakımından genotiplerin ortalaması olarak tuz uygulamaları arasında çok önemli farklılık bulunmuştur.

Artan NaCl yoğunluklarıyla beraber genotiplerin kök kuru ağırlıkları azalmıştır. Her ne kadar 25 mM uygulamasında sayısal olarak bir azalma görülse de, Kontrol grubu ile aralarındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. 50 mM dozu uygulanan bitkilerin kök ağırlıklarında çok keskin bir azalma ortaya çıkmıştır.

Artan tuz yoğunluğuyla birlikte genotiplerin gövde kuru ağırlık değerleri azalmış, ancak bu azalma istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Bu sonuç, kök gelişimi ile karşılaştırılınca, artan tuz yoğunluğundan bitki sürgün gelişiminin daha az etkilendiğini göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar, artan tuzluluk düzeylerinin kök gelişimi üzerine olan etkisinin gövdeden daha fazla olduğunu göstermektedir (Zeinali ve ark., 2002; Eroğlu, 2007).

Çizelge 4. *Bitbit* genotiplerinin yapraklarında belirlenen klorofil, lipid peroksidasyonu ve prolin miktarı ortalama değerleri\*

Table 4. *Chlorophyll, lipid peroxidation and proline levels found in the leaves of Bitbit genotypes \**

Tuz Yoğunluğu	Klorofil a (mg/g)	Klorofil b (mg/g)	Karotenoid (mg/g)	Lipit Peroksidasyonu (nmol g <sup>-1</sup> )	Prolin (µmol g <sup>-1</sup> )
Kontrol	0.0060a	0.0026ab	0.0031a	0.0096 c	0.11 b
25 mM	0.0061a	0.0029a	0.0030a	0.0117b c	0.07 b
50 mM	0.0045b	0.0018a-c	0.0019b	0.0096 c	0.13 ab
75 mM	0.0012c	0.0009c	0.0007c	0.0163 b	0.17 a
100 mM	0.0023c	0.0016 bc	0.0012c	0.028 a	0.13 ab

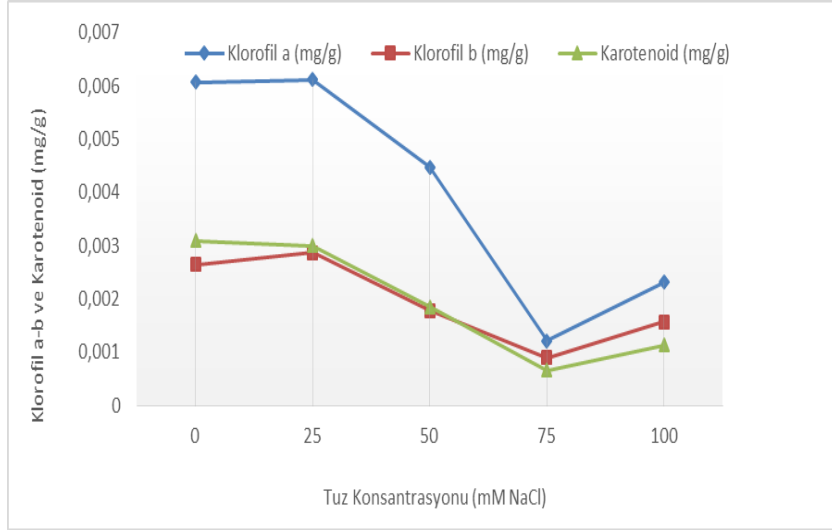
\* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasında 0.01 düzeyinde farklılık yoktur.

*Bitbit* genotiplerinin yapraklarında belirlenen klorofil a, klorofil b ve karotenoid değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Her üç pigment yönünden de tuz yoğunluğu uygulamaları arasında çok önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Tuz yoğunluğu arttıkça her üç pigmentin yapraklardaki miktarı azalmıştır. Özellikle 50 mM dozundan sonra klorofil a miktarında ortaya çıkan azalış çok belirgindir. Ancak, 75 mM'dan sonra pigment miktarında yeniden artış olmuş, fakat bu artış istatistiksel yönden anlamlı bulunmamıştır. Kontrol ile 25 mM dozu arasında pigment yoğunluğu yönünden anlamlı bir farklılık oluşmamıştır.

Hatta istatistiksel açıdan önemsiz olmakla birlikte 25 mM dozunda hafif bir artış görülmüştür (Şekil 1). 75 ve 100 mM dozlarında belirlenen pigment miktarları aynı istatistik grup içinde yer almışlardır.

Lipit peroksidasyonu yönünden uygulamalar arasında çok önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Ortamdaki NaCl yoğunluğu arttıkça bitkide lipit peroksidasyonu da artmıştır. En yüksek lipit peroksidasyon değeri 100 mM'da 0.028 nmol g<sup>-1</sup> iken, en düşük değer Kontrol, 50 ve 25 mM'da, sırasıyla 0.0096, 0.0096 ve 0.0117 nmol g<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir.

Yapılan birçok çalışmada da artan NaCl yoğunluğuna paralel olarak lipit peroksidasyonu miktarı artmıştır (Babakhani ve ark., 2011; Shahid ve ark., 2012). Artan tuz yoğunluğuyla beraber *Bitbit* genotiplerinin yapraklarında belirlenen prolin miktarı artmış ve bu artış istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.



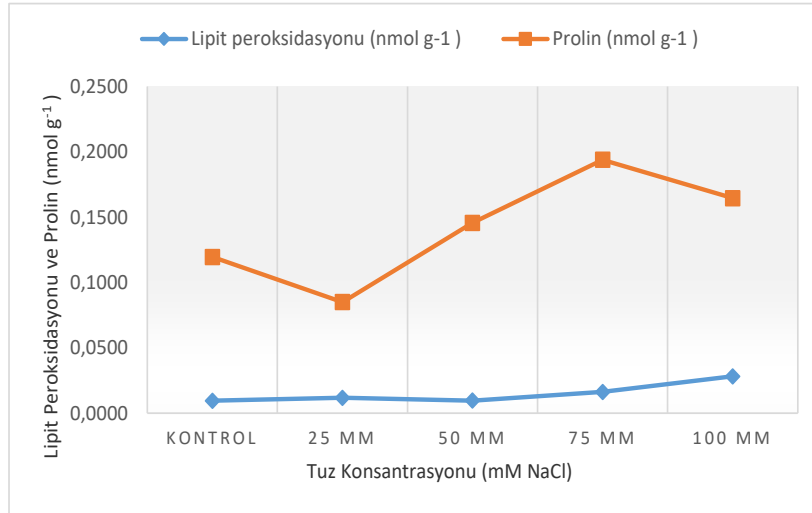
Şekil 1. *Bitbit* genotiplerinin yapraklarında belirlenen pigment değerleri (mg/g)  
 Figure 1. Pigment values determined in the leaves of *Bitbit* genotypes (mg/g)

En yüksek prolin miktarı 100, 75 ve 50 mM gruplarında sırasıyla 0.13, 0.17 ve 0.13  $\mu\text{mol g}^{-1}$  olarak bulunurken, en düşük prolin birikimi kontrol ve 25 mM uygulamasında sırasıyla 0.11 ve 0.07  $\mu\text{mol g}^{-1}$  olmuştur (Çizelge 4, Şekil 2).

Prolin genellikle stres koşullarında birikimi gerçekleşen, bitkinin dayanım yeteneğini sağlaması bakımından bir indikatör görevini yapan, suda çözünebilir bir aminoasittir.

Foster at al. (2014), yaptıkları çalışmada kuraklık stresine maruz bıraktıkları *Bitbit* bitkisinde yapraklarda prolin birikiminin arttığını tespit etmişlerdir.

Tuzluluk stresine maruz bırakılan bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Birçok araştırmacı tarafından da stres koşullarında bitkide prolin içeriğinin arttığı belirlenmiştir (Cha-um ve ark., 2013; Talukdar, 2013).



Şekil 2. *Bitbit* genotiplerinin yapraklarında belirlenen lipit peroksidasyonu ve prolin miktarı ( $\text{nmol g}^{-1}$ )  
 Figure 2. Lipid peroxidation and proline content determined in the leaves of *Bitbit* genotypes ( $\text{nmol g}^{-1}$ )

Çizelge 5. Deneme sonunda saksı topraklarında belirlenen elektriksel iletkenlik (EC) değerleri (mS/cm)

Table 5. At the end of the experiment, the electrical conductivity (EC) values determined in the potting soil (mS/cm)

Uygulama	EC (mS/cm)
Kontrol	4.688
25 mM	10.888
50 mM	14.902
75 mM	20.716
100 mM	22.928

Çizelge 5'te de görüldüğü gibi tuz yoğunluğu arttıkça toprakta biriken tuz miktarı ve bunun göstergesi olan EC değerleri de artmıştır. En yüksek iki doz olan 75 ve 100 mM uygulamalarında ilerleyen dönemlerde canlı bitki kalmamıştır. Özaslan Parlak (2008), sulama suyu tuzluluğunun korunganın (*Onobrychis viciifolia* Scop.) verimi ve kalitesi üzerine olan etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılan çalışmada, 5 sulama suyu

tuzluluğu (0.2, 3.5, , 10 ve 13 dS m<sup>-1</sup>) kullanmışlardır. Artan tuz miktarı ile beraber bitki boyunun kısalacağını, kuru ot verimi ve ham protein oranının azaldığını belirtmişlerdir. En yüksek tuz yoğunluğunda canlı bitki kalmadığını ve sulama suyu tuzluluğunun artışına bağlı olarak toprak tuzluluğunun artış gösterdiğini rapor etmişlerdir.

#### 4. Sonuç

Tuzluluk stresi koşullarında genotiplerin gösterdikleri kimyasal ve morfolojik tepkiler yönünden aralarında önemli farklılıklar olmakla birlikte, sulama suyuyla verilen NaCl'le beraber saksılardaki tuzluluk artmış en yüksek NaCl yoğunluğuna sahip 75 ve 100 mM grubundaki bitkiler tamamen ölmüştür. Her iki grupta da en son ölenler 56 ve 78 numaralı genotipe ait bitkiler olmuştur. Bu genotiplerden 56 numara Samsun-Bağkur, 78 numara Samsun-Ladik-Toptepe arasından toplanmıştır. Tuz yoğunluğu belirli bir düzeye kadar olan toprakların değerlendirilmesi ve ıslahı açısından, seçilecek genotipler kullanılabilir. Ancak, daha dayanıklı çeşitlerin geliştirilebilmesi için çalışmaların sürdürülmesi yararlı olacaktır.

#### Teşekkür

Bu çalışma OMÜ BAP tarafından PYO.ZRT.1904.16.004 proje numarası ile desteklenmiştir. Bu makaledeki veriler Gülcan KAYMAK' ın Yüksek Lisans Tezinden alınmıştır.

#### Kaynaklar

- Acar, Z., Ayan, İ., 2012. Yem Bitkileri Kültürü. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 2, Samsun
- Acar, Z., Ayan, İ., Gülser, C., 2001. Some morphological and nutritional properties of legumes under natural conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences. 4 (11): 1312 – 1315.
- Adavi, Z., Mobil, M., Razmjoo, K., Landi, E., 2007. Effects of Salinity of Irrigation Water on *Cynodon* Spp. Cultivars Grown on Salinity Soil in Isfahan. J.Sci and Technol. Agric and Natur. 10: 4.

- Arnon, G.L., 1949. Copper enzyme in isolated chloroplasts: Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24, 1-15.
- Ashraf, M. 1994. Breeding for Salinity Tolerance in Plants. CRC Critical Reviews in Plant Sciences, 13: 17-42.
- Ashraf, M., and Foolad, M.R., 2007. Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. Environmental and Experimental Botany, 59: 206-216.
- Babakhani B, Khavari-Nejad R, Hassan sajedi R, Fahimi H, Saadatmand S. 2011. Biochemical responses of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars subjected to NaCl salinity stress. African Journal of Biotechnology. Sep;10(55):11433-41.
- Bian, Y.M., Chen, S.Y., Xie, M.Y., 1988. Effects of HF on Proline of Some Plants, Plant Physiology Communications, 6, 19-21.
- Can, H.Z., 1999. Satsuma Mandarininde (Citrus Unshiu Marc) Tuzluluğun Verim ve Kalite Ögelerine Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s.205, İzmir.
- Cha-um S, Batin CB, Samphumphung T, Kidmanee C. 2013. Physio-morphological changes of cowpea (*Vigna unguiculata* Walp.) and jack bean (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) in responses to soil salinity. Australian Journal of Crop Science. 7(13):2128-35.
- Claussen, W. 2005. Proline as a measure of stress in tomato plants. Plant Science, 168, 241-248.
- Davis, P.H., 1965. Flora of Turkey And The East Aegean Islands. 1965 – 1988. 1 (1965); 2 (1967); 3 (1970); 4 (1972); 5 (1975); 6 (1978); 7 (1982); 8 (1984); 9 (1985); Edinburgh Univ. Press. Edinburgh.
- Day, S., Kaya, M.D., Kolsarıcı, Ö. 2008. Bazı çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) genotiplerinin çimlenmesi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 14 (3); 230-236.

- Duan D, Liu X, Khan MA, Gul B. 2004. Effects of salt and water stress on the seed germination of *Chenopodium glaucum* L. Pak J Bot. 36(4):793–800.
- Dumlupınar, Z. 2005. Elektrik akımı ve tuz konsantrasyonlarının makarnalık buğdayda çimlenmeye etkisi. Yüksek Lisans Tezi, K.S.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 44, Kahramanmaraş.
- Epstein, E., 1985. Salt-tolerant crops: origin, development, and prospects of the concept. Plant and Soil, 89, 187-198.
- Ergene, A., 1982. Toprak Bilgisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:267, Ders Kitapları Serisi No:42, Erzurum.
- Eroğlu, İ. 2007. Tuz stresinin bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) kültür çeşitlerinde tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 77, İzmir.
- FAO, 2009. FAO Land and Plant Nutrition Management Service. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush/>. (Erişim: Kasım 2018).
- Foster, K., H. Lambers, D. Real, P. Ramankutty, G.R. Cawthray1 & M.H. Ryan, 2014. Drought resistance and recovery in mature *Bituminaria bituminosa* var. *Albomarginata*. Annals of Applied Biology ISSN 0003-4746.
- Heath, R.L. and K., Packer, 1968. Leaf senescence; correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. Journal of Experimental Botany, 32, 93-101.
- Kara, T., 2002. Irrigation Scheduling to Prevent Soil Salinization from a Shallow Water Table, Acta Horticulture, Number 573, pp. 139-151.
- Karakullukçu, E. ve Adak, S.İ. 2008. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin tuza toleranslarının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 14 (4); 313-319.
- Kaya, M.D., İpek, A. 2003. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turk.J.Agric., 27; 221- 227.
- Kusvuran, A., 2015. The effects of salt stress on the germination and antioxidative enzyme activity of Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) varieties. Legume Research, 38 (1): 51-59.
- Lacerda, C.F., Cambraria, J., Oliva, M.A., Ruiz, H.A., Prisco, J.T., 2003. Solute Accumulation and Distribution During Shoot and Leaf Development in Two Sorghum Genotypes under Salt Stress. Environmental and Experimental Botany, 49: 107-120.
- Matysik, J.A., Bhalu, B. and Mohanty, P. 2002. Molecular mechanisms of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants. Curr. Sci. 82, 525–532.
- Önal Aşçı, Ö. ve Üney, H., 2016. Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi. Akademik Ziraat Dergisi 5 (1):29-34.
- Öz, M. ve Karasu, A., 2007. Pamuğun çimlenmesi ve erken fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkisi. UÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(1), 9-21.
- Özaslan Parlak A., 2008. "Effect Of Salinity In Irrigation Water On Some Plant Development Parameters Of Sainfoin (*Onobrychis Viciifolia* Scop.) And Soil Salinization. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (Journal Of ", Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, cilt.14, ss.320-325,
- Shahid, M. A., Balal, R. M., Pervez, M. A., Abbas, T., Ashfaq, M., Ghazanfar, U., Afzal, M., Rashid, A., Garc'ia-Sanchez, F., and Mattson, N. S. 2012. Differential response of pea (*Pisum sativum* L.) genotypes to salt stress in relation to the growth, physiological attributes antioxidant activity and organic solutes. Aust. J. Crop Sci. 6: 828–838.
- Sharma, D.P., Singh, K.N. and Kumbhare, P.S., 2005. Response of sunflower to conjunctive use of saline drainage water and non-saline canal water irrigation. Agronomy and Soil Science, Volume 51, Number 1, February 2005, pp. 91- 100(10).
- Steppuhn,H., Volkmar, K.M and Miller, P.R., 2001. Comparing Canola. Field Pea, Dry Bean , and Durum Wheat Crops Grown in Saline Media. Crop Science , 41:1827-1833.
- Talukdar D. 2013. Growth Responses and Leaf Antioxidant Metabolism of Grass Pea (*Lathyrus sativus* L.) Genotypes under Salinity Stress. ISRN Agronomy. 2013:1-15.
- Wilson, C., LIU, X., Lesch, S.M., Suarez, D.L. 2006. Growth Response of Major U.S. Cowpea Cultivars. 1. Biomass Accumulation and Salt Tolerance. HortScience, 41 (1): 225-230.
- Zeinali, E., Soltani, A. and Galeshi, S., 2002. Response of germination components to salinity stress in oil seed rape (*Brassica napus* L.), Iranian J. of Agric. Sci, 33, 137-45pp.
- Zennouhi, O., Rfaki, A., El Mderssa, M., Bouiamrine El H., Bijbijen J., Nassiri L. 2018. Effect Of Salinity And Temperature On The Seed Germination Of *Bituminaria bituminosa* var. *bituminosa*. International Journal of Current Research Vol. 10, Issue, 08, pp.72610-72613, August, 2018.