

Hakan GEREN
Gözde DURUL

Farklı Tuz (NaCl) Konsantrasyonlarının Dev Kralotu (*Pennisetum hybridum*)'nda Biyokütle Verimi ve Bazı Verim Özelliklerine Etkileri Üzerine Bir Ön Araştırma

A Preliminary Study on the Effects of Different Salt (NaCl) Concentrations on the Biomass Yields and Other Some Yield Characteristics of Giant Kinggrass (*Pennisetum hybridum*)

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 35100 İzmir/Türkiye
e-posta: hakan.geren@ege.edu.tr

Alınış (Received):31.10.2013

Kabul tarihi (Accepted): 05.11.2013

Anahtar Sözcükler:

Pennisetum hybridum, NaCl konsantrasyonu, biyokütle verimi, kök ağırlığı, zar geçirgenliği.

Key Words:

Pennisetum hybridum, NaCl concentrations, fresh biomass yields, root weight, membrane integrity.

ÖZET

Bu çalışma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çayır Mera ve Yembitkileri Bilim Dalı laboratuvarında, 2012 yılında, farklı tuz konsantrasyonlarının (0-25-50-100 mMol NaCl) dev kralotu (*Pennisetum hybridum*) bitkisinin bazı tarımsal özelliklerine etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada; bitki boyu, yaş biyokütle ve kuru madde verimi, kök uzunluğu ve ağırlığı gibi özellikler incelenmiştir. Sonuçlar, 25 mM dozundan sonra tuzluluğun artmasıyla bitki boyu, yaş biyokütle ve kuru madde verimi, kök uzunluğu ve ağırlığının azaldığını göstermiştir.

ABSTRACT

This study was conducted in order to determine the effects of different salt concentrations (0-25-50-100 mMol NaCl) on the agronomical characteristics of giant kinggrass (*Pennisetum hybridum*) under in the laboratory of Pasture and Forage Crops section of Field Crops Department, Agriculture Faculty, Ege University in 2012. Traits tested in the experiment were plant height, fresh biomass and dry matter yields, root length and weight. Results indicated that increasing salinity from 25 mM level caused to decrease in plant height, fresh and dry matter yield, root length and weight.

GİRİŞ

Dünyada tarım arazilerinin sınırlı olduğu ve besin ihtiyacının katlanarak arttığı dikkate alınır, mevcut arazilerin daha verimli kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Tarımsal üretim yapılan alanlarda yeterli miktar ve kalitede sulama suyunun sağlanması gün geçtikçe zorlaşmaktadır. Bazı ülkelerde sulama suyu kalitesi, su temininden daha önemli bir problem oluşturmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde, sulu tarım için doğal kaynakların azalması veya kirlenmesi, düşük kaliteli sulama suyu ile sulama yapmak zorunda kalınması, genellikle geniş üretim yapılan bölgelerin tuzlanmasına ve üretim dışı kalmasına neden olmuştur. Doğal nedenlerle oluşan tuzlu alanlardan daha

fazla bir alan, yanlış su kullanımı nedeniyle tuzlu hale getirilmiştir. Bütün bunlara rağmen, sulama için, tuzlu su kullanımı gündemdedir. Dünyada tuzlu sular kullanılarak toprakta ve bitkide zarar meydana getirmeden yetiştiriciliğin yapılması amacıyla araştırmalar tüm hızıyla devam etmektedir. Bazı araştırmacılar da tuzluluğu beyaz ölüm olarak adlandırmıştır.

Tuzluluk, sularda veya topraklarda varolan çözünmüş mineral tuzların konsantrasyonundan kaynaklanmaktadır. Çözünmüş mineral tuzları, Na, Ca, Mg ve K katyonlarını ve Cl, SO₄, HCO₃, CO₃ ve NO₃ anyonlarını içine alan başlıca çözünebilir maddeleri kapsamaktadır. Son derece yüksek tuzluluktaki sularda B, Sr, Li, SiO₂, Rb, F, Mo, Mn, Ba ve Al mineral

maddeleri de tuzluluğa katkı sağlamaktadır (Tanji, 1990).

Toprak ve su tuzluluğu, toprak suyunun yarıyışlılığını azaltmakta, çimlenme, gelişme ve verim düşüşüne neden olmaktadır (Tanji, 1990). Şayet verimde kayba neden olacak bir konsantrasyona kadar bitki kök bölgesinde tuz birikiyorsa bir tuzluluk problemi mevcuttur. Sulanan alanlarda, bu tuzlar genelde toprak yüzeyine yakın tuzlu taban sularından veya uygulanan sudaki tuzlardan kaynaklanmaktadır. Bitkilerin tuzlu toprak çözeltisinden suyu artık alamadığı ve önemli bir zaman diliminde su stresine sonuçlanan bir düzeye kadar kök bölgesinde tuzlar biriktiğinde verim kayıpları meydana gelmektedir (Ayers and Westcot, 1989). Sulama suyu ve toprak tuzluluğu bitkilerde büyüme ve gelişmeyi, olumsuz yönde etkilediği gibi ürünün kalitesini de önemli ölçüde düşürmektedir.

Hava sıcaklığı, atmosfer nemi ve hava kirliliği gibi çeşitli iklimsel ve çevresel etmenler bitki tuz toleransını önemli şekilde etkilemektedir. Genelde çoğu bitkiler soğuk ve nemli şartlarda sıcak ve kuru şartlardan daha fazla tuz stresine dayanabilirler. Yüksek atmosfer nemi tek başına bazı bitkilerin tuz toleransını artırma eğilimindedir, yüksek nemlilik genelde tuza toleranslı bitkilere göre tuza duyarlı bitkilere daha yararlı olmaktadır (Hoffman and Rawlins, 1971; Hoffman and Jobes, 1978; Tanji 1990). Gün boyunca veya ilkbahar veya yazın uygulanan tuzluluk, gece boyunca veya sonbahar esnasında uygulanan tuzluluktan daha fazla verim düşüşüne neden olmaktadır (Van Ieperen, 1996). Çünkü yazın daha yüksek sıcaklıklar, daha fazla aydınlanma ve daha düşük nispi nem daha fazla transpirasyona neden olarak bitki su potansiyelini düşürür. Yüksek transpirasyon yanında tuzluluk da bitki su potansiyelini düşürmektedir. Düşen bitki su potansiyeli, meyveye olan su akışını azaltarak meyve gelişim hızını azaltmaktadır (Johnson et al., 1992).

Bilindiği gibi, hayvansal üretimde yem maliyetleri, genel işletme giderlerin yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır (Geren, 2013). Bu nedenle söz konusu oran ne kadar düşürülebilirse, kârlılık da o kadar yükseltilebilmektedir. Bu amaçla yem üretiminde tohumluk fiyatı yüksek olmayan, her yıl tohum ekimine ihtiyaç göstermeyen, toprak hazırlığı masrafı düşük olan, kısacası çok yıllık ve yüksek verimli bazı yeni yem bitkilerine gereksinim duyulmaktadır.

Dünya'da yapılan bazı araştırmalar, bu tip yeni bitkilerin varlığını ortaya çıkarmıştır. Bunların başında da dev kralotu (*Pennisetum hybridum*) bitkisi gelmektedir. Buğdaygiller familyasının bir üyesi olan

dev kralotu, tropik kökenli ve çok yıllık bir bitkidir (Hanna et al., 1984). Çok yıllık olması nedeniyle, mısır (*Zea mays*) gibi her yıl tohum masrafı, toprak hazırlığı, ekim, işçilik, vb emek ve masrafları içermemektedir. Ancak bu bitki de en az mısır kadar sulanmakta ve onun gibi biçilip, silajı da yapılmaktadır.

Türler arası bir melez olan dev kralotu (*Pennisetum hybridum*), *Pennisetum purpureum* ile *Pennisetum glaucum* (L) R.Br.'un melezlenmesiyle triploid (3n) olarak elde edilmiş ve daha sonra colcichine uygulamasıyla heksaploid (6n) yapıya yükseltilmiştir (Hanna et al., 1984). *Pennisetum hybridum* bazen "maralfalfa" veya *Pennisetum violaceum* olarak da isimlendirilmektedir.

Bogdan (1977) ve 'tMannetje (1992)'ye göre dev kralotu (*Pennisetum hybridum*), *Pennisetum purpureum* Schumach. ile *Pennisetum glaucum* (L) R.Br.'un bir melezi olup, sinonimi *Pennisetum benthamii* Steud. olarak ifade edilmektedir. Afrika kıtası orijinli ve Buğdaygiller (*Gramineae*) familyasının bir üyesi olan dev kralotunun genellikle 2-3.5 m kadar olan bitki boyu tropik koşullarda 7.5 m'ye kadar çıkabilmektedir. Bitkinin dip kısımdaki sap çapı 3 cm kadar olup, güçlü bir şekilde dik durmaktadır. Yaprak ayası tüylü veya tüysüz, uzunluğu 30-120 cm, genişliği 1-5 cm kadardır. Yaprak kını tüysüz veya yoğun tüylü olup, kısa rizomlarla yayılış göstermektedir. Çok yoğun kardeşlenme özelliğine sahip bitkinin oluşturduğu yumağın dış kenarındaki saplar toprağa yatmakta ve sap üzerindeki nodyumlar köklenerek stolon gibi davranış göstermektedir. Fertil olan dev kralotu bitkisi, 10-30 cm uzunluğunda, 1.5-3 cm genişliğinde ince yapılı ve sarımsı kahve renkli yalancı başak formunda bir başak oluşturabilmektedir. Yoğun kök sistemi 4.5 m kadar derine gidebilmektedir.

İngilizce'de asıl adı "Giant kinggrass" olan dev kralotunun "Elephant grass" olarak da adlandırılması, terminolojik açıdan bazen *Miscanthus* bitkisiyle karıştırılmasına yol açabilmektedir. Bitkinin İngilizce'de kullanılan diğer isimleri "Merker grass" veya "Napier grass"dır. Tropik bölgelerde yaygın olarak hayvan beslenmesinde "cut & cary" yani "biç ve taşı" olarak kullanılan dev kralotu aynı zamanda çit, rüzgar kıran ve enerji bitkisi olarak da kullanılmaktadır (Geren ve ark., 2013). Genç sürgünlerinden kaliteli kuru ot amacıyla yararlanılan bitkinin silajı da yapılabilir, ancak mevsim sonunda yaşlı saplarının besin değeri düşmektedir. pH aralığı 4.5-8.2 olan ve drenajı iyi yapılmış tınlı topraklarda başarılı bir şekilde yetiştirilebilmektedir. Derin kök sistemi sayesinde kuraklığa dayanıklı olan bitki tatminkar verim için sulanmalıdır (>1000 mm), ancak uzun süreli su

göllenmelerine duyarlıdır. Optimum büyümesini 25-40°C arasında gerçekleştiren dev kralotu, 15°C'nin altında yavaş büyüme sergilemekte, 10°C'nin altında büyümesini durdurmakta ve donlar bitkinin toprak üstü aksamının ölümüne neden olmaktadır. Fakat, toprak sıcaklığının 10°C'nin üzerine çıkması ve nem ile birlikte büyüme tekrar başlamaktadır (Bogdan, 1977; 'tMannetje, 1992).

Dev kralotunun üretimi, 2-3 boğum içeren, az köklü veya köksüz sapların 50-200 cm sıra arası, 30-100 cm sıra üzeri mesafeye dikilmesiyle yapılmaktadır. Yılda 15-30 kg/da N ihtiyacı bulunmaktadır. Bitkinin bünyesindeki ham protein (HP) oranı gelişme dönemine göre değişmektedir, örneğin filizlenme başlangıcından 6 hafta sonra HP oranı %10 civarındayken, 10 hafta sonra bu değer %7.6'ya düşmektedir. Yapraklarındaki HP oranı %9.5-19.7, sindirilme oranı %68-74 düzeyindedir. Yıllık kuru madde (KM) verimi genellikle 1-3 t/da olup, 8.5 t/da'a yükelebildiği de ifade edilmektedir (Bogdan, 1977; 'tMannetje, 1992).

Bu çalışma; ülkemizde ve bölgemizde üreticiler tarafından henüz bilinmeyen, fakat ilerleyen zamanlarda mısır bitkisine alternatif olacağı ve yaygınlaşacağı düşünülen dev kralotu (*Pennisetum hybridum*) bitkisinde, farklı tuz konsantrasyonlarının biyokütle verimi ve verimle ilişkili bazı özelliklere etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, 2012 yılı Mayıs-Ekim ayları arasında, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Yembitkileri Laboratuvarı'nda saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Çalışmada, söz konusu bölüm stoklarında bulunan dev kralotu (*Pennisetum hybridum*) bitkisi kullanılmıştır. Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri şöyledir: kum:%80.2, kil:%1.8, mil:18.0, pH:5.83, kireç:%0.82, eriyebilir toplam tuz:%0.03, toplam N:%0.1, faydalı P:2.54 ppm, faydalı K:40 ppm, Denemede kullanılan toprağın, söz konusu bitkisel materyalin yetiştirilmesini kısıtlayan bir özelliği bulunmamaktadır.

Araştırmada 5 farklı tuz (NaCl) dozu (0-25-50-75-100 mM) ele alınmış, çalışma tek faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre dört paralelli olarak düzenlenmiştir. Doz belirlenmesine yönelik yapılan ön çalışmada 0-50-100-150-200 mM'luk dozlar kullanılmış olup, 100 mM NaCl dozundan sonra bitkinin büyümediği belirlendiğinden dozlar 100 mM'e kadar incelenmiştir.

4 Mayıs 2012 tarihinde, dev kralotu bitkilerinden

alınan ~15 cm'lik çelikler, içerisinde ticari torf ve perlit karışımı bulunan fide torbalarına dikilmiş ve ardından çeşme suyuyla sulanmıştır. Dikilen bitkilerin tümü 4-6 yapraklı döneme ulaştığında (1 Haziran 2012), söz konusu tuz konsantrasyonlarını içeren saksılara şaşırtılmışlardır. Şaşırtma işleminden önce fidelerin kökleri yıkanmış, torf+perlit karışımı mümkün olduğunca uzaklaştırılmıştır. Saksılara doldurulan milli tarla toprağı 3 mm'lik elekten geçirilerek elenmiştir. Dezenfeksiyon amacıyla elenen toprak, 105°C'de ayarlı etüvde 24 saat tutulmuş, daha sonra üst çapı 22 cm, alt çapı 17 cm, yüksekliği de 21 cm olan plastik saksıların her biri, 4.0 kg toprakla doldurulmuştur. Daha sonra her saksının tarla kapasitesi hesaplanarak söz konusu tuz konsantrasyonunu sağlayacak şekilde NaCl eklenmiştir.

Bu aşamadan sonra her saksının nem durumu dijital teraziyile 3-4 günde bir kontrol edilmiş, tarla kapasitesinin %50'sine yaklaşan nem durumu saf suyla %90-95 seviyesine ulaşacak şekilde sulanmıştır. Şaşırtma işleminden bir hafta sonra saksı başına 2 g NPK (%12-12-12)+Humik asit +mikro element kompozit gübresi uygulanmıştır. İlerleyen zamanda büyüyen bitkilerin devrilmemesi için saksının ortasına tahta çubuk dikilmiş ve bitki bu çubuğa bağlanmıştır. Tüm varyantların hasatları 16 Ekim 2012 tarihinde yapılmıştır. Bitkiler toprak seviyesinden bağ makası yardımıyla kesilmiş ve ilgili işlemler (bitki boyu, yaprak sayısı, yeşil otta yaprak-sap oranı, yaş biyokütle verimi, kök boyu, kök ağırlığı, kuru madde oranı) gerçekleştirilmiştir. Kök boyu ve ağırlığının ölçülmesi amacıyla toprak içinde kalan kökler dikkatli bir şekilde çıkarılmış ve topraklarından yıkanarak arıtılmıştır (Okkaoğlu, 2010). Hücre zar geçirgenliği ise şu şekilde saptanmıştır: Hasattan önce bitki yapraklarından 10'ar adet ve 1 cm² alanda dairesel yaprak örnekleri delik zımbası yardımıyla alınmış, bu örnekler tüplere konularak 15 ml 1 M'lük Mannitol çözeltisi ilave edilmiş ve 24 saat laboratuvar koşullarında bekletilmiştir. 24 saat sonunda çözeltilerin elektriksel geçirgenlik (EC) değerleri Elektrokondaktivite cihazında mmhos/cm cinsinden ölçülmüştür (Polijakoff et al., 1975). Araştırmadan elde edilen veriler; TOTEM-STAT hazır paket programı (Açıkgöz ve ark., 2004) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, farklılıklar LSD (%1) testi kullanılarak belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki Boyu: Uygulanan istatistiki analiz sonuçları, tuz konsantrasyonlarının bitki boyu üzerine önemli

etkilerinin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çizelge 1'in bitki boyu kısmı incelendiğinde, en yüksek bitki boyu değeri 209.0 cm ile 25 mM tuz konsantrasyonunda elde edilmiş olup, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan 0 mM tuz konsantrasyonu 197.7 cm ile izlemiştir. En düşük bitki boyu değeri ile 57.3 cm ile 100 mM tuz konsantrasyonu içeren saksıdan elde edilmiştir. Bitkilerin yem amaçlı değerlendirilmelerinde yüksek bitki boyu istenen bir özelliktir. Zira dik gelişen bitkilerde verimi olumlu yönde etkilemektedir (Geren ve ark.,

2013). 25 mM tuz konsantrasyonundan sonra her 25 mM'lık artış karşısında bitki boyunun düştüğü görülmüştür. Saruhan ve ark. (2009), topraktaki tuzluluğunun yükselmesine paralel olarak bitkilerde bodurlaşmanın gözlemlendiğini bildirmiştir. Bulgularımız, artan tuz dozlarının mısır bitkisinde bitki boy uzamasını engellediğini bildiren Khalvati ve Avcioğlu (2001) ile Saruhan ve ark. (2009)'in sonuçlarıyla uyum içindedir.

Çizelge 1: Farklı NaCl konsantrasyonlarının dev kralotunda verim ve bazı verim özelliklerine etkisi.

Table 1: Effect of different NaCl concentrations on the yield and some yield characteristics of giant kinggrass.

NaCl Konsantrasyonları	Bitki boyu (cm)	Yaprak sayısı (adet/bitki)	Yaş otta yaprak oranı (%)	Yaş otta sap oranı (%)	Hücre Zarı Geçirgenliği (mmhos/cm)
0 mM	197.7 A	31.7 B	50.4	49.6	10.3 E
25 mM	209.0 A	43.0 A	51.3	48.7	26.2 D
50 mM	171.0 B	24.7 C	46.8	53.2	58.6 C
75 mM	140.3 C	13.7 D	45.7	54.3	78.7 B
100 mM	57.3 D	1.3 E	57.4	42.6	97.1 A
Ortalama	155.1	22.9	50.3	49.7	54.2
LSD (%1)	22.7	3.2	Önemli değil	Önemli değil	8.3
CV (%)	8.08	7.66	10.45	10.59	2.53
	Yaş Biyokütle Verimi (g/bitki)	Kuru Madde Oranı (%)	Kuru Madde Verimi (g/bitki)	Yaş Kök Uzunluğu (cm)	Kuru Kök Verimi (g/bitki)
0 mM	235.0 A	19.0 D	44.7 A	73.3 B	14.09 A
25 mM	250.0 A	17.9 D	44.9 A	84.3 A	12.32 B
50 mM	160.0 B	21.3 C	34.1 B	63.6 C	7.45 C
75 mM	76.7 C	22.9 B	17.6 C	52.6 D	4.03 D
100 mM	7.3 D	26.4 A	1.9 D	25.6 E	1.75 E
Ortalama	145.8	21.5	28.6	59.9	7.93
LSD (%1)	16.6	1.4	4.6	5.9	0.96
CV (%)	6.28	3.59	8.93	5.47	6.68

Yaprak sayısı: İstatistiki analiz sonuçları, tuz konsantrasyonlarının yaprak sayısı üzerine önemli etkilerinin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çizelge 1'in yaprak sayısı kısmı incelendiğinde, en yüksek yaprak sayısı değeri 43.0 adet ile 25 mM tuz konsantrasyonunda elde edilmiştir. En düşük yaprak sayısı ise 1.3 adet ile 100 mM tuz konsantrasyonu içeren saksıdan elde edilmiştir. Çalışmada dev kralotuna 25mM'den sonra uygulanan tuz konsantrasyonu yükseldikçe, bitkideki yaprak sayısının azaldığı göze çarpmıştır. Buna karşılık 0 mM'den 25 mM'e çıkıldığında yaprak sayısı artmış, hatta en yüksek değere ulaşmıştır. Ancak ilerleyen tuz konsantrasyonlarında yaprak sayısının azaldığı dikkat çekmiştir. Khalvati ve Avcioğlu (2001), mısır bitkisinde yaptıkları deneme de topraktaki tuz konsantrasyonu arttıkça bitkilerde yaprak sayısının azaldığını tespit etmişlerdir. Bulgularımız, bu araştırmacıların sonuçlarıyla paraleldir.

Yaş Otta Yaprak-Sap Oranı: Yaş otta yaprak ve sap oranı değerlerine uygulanan istatistiki analiz sonuçları, tuz konsantrasyonlarının yaprak ve sap

oranı üzerine önemli etkilerinin olmadığını göstermiştir. Çizelge 1'in yaş otta yaprak oranı kısmı incelendiğinde, ortalama değer %50.3, sap oranı kısmı incelendiğinde ise ortalama değer %49.7 olarak bulunmuştur. Bilindiği gibi kültür bitkilerindeki yaprak oranları, biyokütle elde etmek amacıyla yetiştirilen yem bitkilerinde kalite ve verim üzerinde çok etkili olan bir karakterdir. Buna ek olarak mısırdaki koçan veya sorgum türlerindeki salkımlar da silajlık yem kalitesini olumlu yönde etkilemektedir. Buna karşılık, boğum ve boğum araları öz (*medulla*) ile dolu olan, ancak sert ve yüksek oranda sindirilebilir değerli besin maddesi içermediği için yem bitkilerinde yüksek oranda bulunması istenmeyen sap, silajlık yem kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Geren ve ark., 2013). Ancak silaj yapımı esnasında kıyılan sap, mayalanma süreci sonunda biraz yumuşayarak hayvanların hoşuna giden koku ve aroma kazanmaktadır. Diğer yandan yüksek sap oranı, enerji bitkisi olarak kullanılacak bitkisel materyal seçiminde büyük

rol oynamaktadır. Çalışmamızda dev kralotunun 75 mM tuz dozuna kadar sap oranının önemli olmayan bir artış sergilediği göze çarpmıştır (ortalama %49.7). Razz and Clavero (2008) İspanya koşullarında dev kralotunda yaprak oranının %87 civarında, Geren ve ark (2013) Bornova ekolojik şartlarında ve tarla koşullarında dev kralotunun yaprak ve sap oranlarının sırasıyla %30.7 ve %69.3 olduğunu bildirmişlerdir.

Hücre zarı geçirgenliği: İstatistiki analiz sonuçları, tuz konsantrasyonlarının hücre zarı geçirgenliği üzerine önemli etkilerinin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çizelge 1'in ilgili kısmı incelendiğinde, en yüksek geçirgenlik 97.1 mmhos/cm ile 100 mM tuz seviyesinde, en düşük geçirgenlik ise 10.3 mmhos/cm ile 0 mM yani kontrol tuz seviyesinde saptanmıştır. Tuz stresine maruz kalan bitkilerin hücre zarı yüzeyinde biriken NaCl molekülleri iyonlaştığında, Cl iyonlarının ortam pH'sını düşürmesi ve kopan protein pompalarından ortama K⁺ iyonu dağılmasıyla serbest iyon konsantrasyonu artarak hücre zarının geçirgenliği de artmaktadır (Polijakoff et al., 1975). Bu nedenle yüksek geçirgenlik değerleri hücre zarının bozulduğunun, bir başka ifadeyle ölümün yaklaştığını ifade etmektedir. Çalışmamızda, sıfırdan 100 mM'e yükselen tuz seviyelerindeki geçirgenlik değerleri artmış ve dev kralotunun da olumsuz yönde etkilendiği kaydedilmiştir. Nitekim, mısır çeşitlerinde, farklı NaCl dozlarının (0-50-100-150-200 mM) etkilerini inceleyen Okkooğlu (2010), doz yükseldikçe geçirgenlik değerinin de arttığını bildirmiştir.

Yaş Biyokütle Verimi: Analiz sonuçları, tuz konsantrasyonlarının yaş biyokütle verimi üzerine önemli etkilerinin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çizelge 1'in yaş biyokütle verimi kısmı incelendiğinde, en yüksek yaş biyokütle verimi değeri 250.0 g/bitki ile 25 mM tuz konsantrasyonunda elde edilmiş olup, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan 0 mM tuz konsantrasyonu ile 235.0 g/bitki izlemiştir. En düşük yaş biyokütle verimi değeri ise 7.3 g/bitki ile 100 mM tuz konsantrasyonu içeren saksıdan elde edilmiştir. Denememizde dev kralotuna uygulanan tuz konsantrasyonu 0 mM'den 25 mM'e çıktığında yaş biyokütle verimi artış göstermiş, ancak 25 mM'den sonra artan tuz konsantrasyonlarında yaş biyokütle veriminin azaldığı dikkat çekmiştir. Domates, biber, vb fide veya narenciye, ceviz, vb fidan üretiminde yapıldığı gibi, torbalarda köklü fide haline getirilen dev kralotu bitkisinin tuz probleminin bulunduğu bir araziye şaşırtılması ve üretiminin yapılması şeklinde tasarlanan ve kontrollü koşullarda yürütülen çalışmamızda, yaş biyokütle verimine ilişkin bulgularımız, dev kralotunun Na kökenli tuzluluğa maruz kaldığında veriminin

önemli derecede düştüğünü ve 100 mM'u aşan tuz seviyelerinde bitkilerin ölüme mahkûm olduğunu göstermiştir. Khalvati ve Avcioğlu (2001), artan tuz konsantrasyonlarında mısır bitkisinde yaş biyokütle veriminin gerilediğini saptamışlardır. Bayuelo-Jiménez et al. (2002), 24 farklı yabancı kültür fasulyesiyle kurdukları denemede artan tuz konsantrasyonlarında yaş biyokütle ağırlığının azaldığını belirtmişlerdir. Bulgularımız yukarıdaki araştırmacıların sonuçlarıyla uyumludur.

Kuru Madde (KM) Oranı ve Verimi: KM oranı değerlerine uygulanan istatistiki analiz sonuçları, tuz konsantrasyonlarının KM oranı üzerine önemli etkilerinin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çizelge 1'in KM oranı kısmı incelendiğinde, en yüksek KM oranı değeri %26.4 ile 100 mM tuz konsantrasyonunda, en düşük KM oranı değeri ile %17.9 ile 25 mM tuz konsantrasyonu içeren saksıdan elde edilmiş, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan 0 mM tuz konsantrasyonundaki %19.0 değer izlemiştir. Bitkiye uygulanan tuz konsantrasyonu 0 mM'den 25 mM'e yükseldiğinde KM oranı azalmış, ancak ilerleyen tuz konsantrasyonlarında KM oranının arttığı dikkat çekmiştir. Artan tuz dozları bitkilerin yapraklarının kurumalarına yol açtığı için, kuruyan yapraklar da KM oranlarının yükselmesine neden olmuştur.

KM verimi değerlerine uygulanan istatistiki analiz sonuçları, tuz konsantrasyonlarının KM verimi üzerine önemli etkilerinin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çizelge 1'in KM verimi kısmı incelendiğinde, en yüksek KM verimi değeri 44.9 g/bitki ile 25 mM tuz konsantrasyonunda elde edilmiş olup, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan 0 mM tuz konsantrasyonu 44.7 g/bitki ile izlemiştir. En düşük KM verimi değeri 1.9 g/bitki ile 100 mM tuz konsantrasyonu içeren saksıdan elde edilmiştir. Dev kralotuna uygulanan tuz konsantrasyonu 0 mM'den 25 mM'e yükseldiğinde KM verimi artmış, ancak ilerleyen tuz konsantrasyonlarında KM veriminin azaldığı saptanmıştır. Khalvati ve Avcioğlu (2001), kurdukları mısır denemesinde ilerleyen tuz konsantrasyonlarında kuru madde veriminin azaldığını saptamışlardır. Bulgularımız yukarıdaki araştırmacının sonuçlarıyla uyumludur. Çalışmamızın verim özellikleri genel olarak değerlendirildiğinde, ülkemiz için yeni bir yembitkisini simgeleyen dev kralotunun tuzluluk sorunu bulunan topraklarda tarımının yapılamayacağı söylenebilir.

Yaş Kök Uzunluğu: Analiz sonuçları, tuz konsantrasyonlarının yaş kök uzunluğu üzerine önemli etkilerinin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çizelge 1'in yaş kök uzunluğu kısmı incelendiğinde, en yüksek kök uzunluğu değeri 84.3 cm ile 25 mM tuz

konsantrasyonunda elde edilmiştir. En düşük kök uzunluğu değeri 25.6 cm ile 100 mM tuz konsantrasyonu içeren bitkiden elde edilmiştir. Dev kralotuna uygulanan tuz konsantrasyonu 0 mM'den 25 mM'e yükseldikçe kök uzunluğu arttığı göze çarpmış, ancak artan tuz dozlarında kök uzunluğunun azaldığı görülmüştür. Bir çok araştırmacı (Orak and Ates, 2005; Okkaoğlu, 2010), kontrol uygulamasına göre artan tuz dozlarının bitki köklerinde kısılmaya neden olduğunu vurgulamışlardır. Örneğin, Orak and Ates (2005), *Vicia sativa*'yı üç farklı tuz konsantrasyonunda yetiştirmişler ve tuz dozları yükseldikçe kök uzunluğunun azaldığını saptamışlardır. Okkaoğlu (2010) ise mısırı beş farklı tuz dozunda (0-50-100-150-200 mMol) yetiştirmiş ve 50 mM'den itibaren artan dozlarda köklerin kısaldığını bildirmiştir.

Kuru Kök Verimi: Kuru kök verimi değerlerine uygulanan istatistiki analiz sonuçları, tuz konsantrasyonlarının kök verimi üzerine önemli etkilerinin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çizelge 1'in kök verimi kısmı incelendiğinde, en yüksek kök verimi değeri 14.09 g/bitki ile 0 mM tuz konsantrasyonunda elde edilmiştir. En düşük kök verimi değeri ile 1.75 g/bitki ile 100 mM tuz konsantrasyonu içeren saksılardan elde edilmiştir. Çalışmada dev kralotuna uygulanan tuz seviyeleri yükseldikçe, yani 0 mM'den 100 mM konsan-

trasyona doğru gidildikçe, kök veriminin azaldığı göze çarpmıştır. Köklü fide haline getirilen dev kralotu bitkisinin, dikim aşamasında gözlenen oldukça sağlıklı ve bol miktarda bulunan köklerinin, çalışma sonunda çok sınırlı ve zayıf olduğu da kaydedilmiştir. Benzer durum pek çok araştırmacı tarafından da vurgulanmıştır (Hanna et al., 1984; Mannelje, 1992). Nitekim, Neumann (1995) tuza dayanımı bilinen arpa bitkisinde dahi artan tuz konsantrasyonlarında kuru kök ağırlıklarının azaldığını bildirmiştir.

SONUÇ

Saksı denemesi şeklinde yürütülen ön çalışmamızda, 25 mM'den sonra artan tuz (NaCl) dozları, yem bitkisi olarak üretilen dev kralotu bitkisinin yaş biyokütle ve kuru madde verimini önemli derece ve olumsuz etkilemiştir. Deneme sonucunda dev kralotu bitkisinin toprak tuzluluğuna dayanıklı olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle dev kralotu bitkisinin tarımının yapılacağı tarlada tuzluluk sorununun bulunmaması gerekmektedir. Kontrollü koşullarda elde ettiğimiz bu sonuçların öncelikle daha büyük hacimli saksılarda denenmesi veya tarla çalışmalarıyla da desteklenmesi, daha kapsamlı ve detaylı çalışmalarla araştırılması gerektiği kanaatine de varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Açıkgoz, E.İlker ve A.Gökçöl. 2004. Biyolojik Araştırmaların Bilgisayarda Değerlendirilmeleri, EÜ TOTEM Yay.No:2, İzmir
- Ayers, R.S. and D.W. Westcot. 1989. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Rome.
- Bayuelo-Jiménez, J.S., R.Craig and J.P.Lynch. 2002. Salinity tolerance of *Phaseolus* species during germination and early seedling growth, *Crop Sci.*42:1584-1594.
- Bogdan, A.V. 1977. Tropical Pasture and Fodder Plants. (Longman: London and New York).
- Geren, H. 2013. Yem Bitkileri Üretimi, Tarım Gündem Dergisi, Sayı:12, s:70-72.
- Geren, H., R.Avcıoğlu, Y.T.Kavut, K.Tan ve S.Sargın. 2013. *Miscanthus sp.* ve *Sorghum sp.*'in Bornova Koşullarına Adaptasyonu Üzerinde Araştırmalar, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri 2010-ZRF-033 nolu proje, Bornova-İzmir, 65s.
- Hanna, W.W., T.P.Gaines, B.Gonzales and W.G.Monson. 1984. Effects of ploid on yield and quality of pearl millet x Napier grass hybrids. *Agron. J.* 76:669-971
- Hoffman, G.J. and J.A. Jobs. 1978. Growth and water relations of cereal crops as influenced by salinity and relative humidity. *Argon. J.* 70: 765-769.
- Hoffman, G.J. and S.L. Rawlins. 1971. Growth and water potential of root crops as influenced by salinity and relative humidity. *Argon. J.* 63: 877-880.
- Johnson, R.W., M.A. Dixon and D.R. Lee. 1992. Water Relations of The Tomato Fruit During Growth. *Plant Cell Environ.* 947 – 953.
- Khalvati, M.A. ve R.Avcıoğlu. 2001. Bazı mısır çeşitlerinin erken gelişme döneminde tuza dayanıklılıkları üzerinde araştırmalar, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 86s.
- 'tMannelje, L. 1992. *Pennisetum purpureum* Schumach. In: 'tMannelje, L. and Jones, R.M. (eds) Plant Resources of South-East Asia No. 4. Forages. pp.191-192. (Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, the Netherlands).
- Neumann P.M. 1995. Inhibition of root growth by salinity stress: toxicity or an adaptive biophysical response. In: F Baluska, M Ciamporova, O Gasparikova & P W Barlow (Eds.), Structure and function of roots, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 299-304
- Okkaoğlu, H. 2010. Mikoriza (*Mycorrhiza Spp.*) ve Tuz Stresi İnteraksiyonunun Mısır (*Zea mays L.*) Bitkisinin Erken Gelişme Döneminde Büyüme ve Diğer Bazı Fizyolojik Özelliklerine Etkisi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (Doktora Tezi), İzmir
- Orak, A. and E.Ates. 2005. Resistance to salinity stress and available water levels at the seedling stage of the common vetch (*Vicia sativa L.*), *Plant Soil Environment*, 51(2):51-56
- Poljakoff-Mayber, A. and J.Gale. 1975. Plants in Saline Environments, Springer-Verlag, Berlin.

- Razz, R. and T.Clavero. 2008. Dry matter yield of botanical fractions of king grass purple (*Pennisetum hybridum*) under defoliation, Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, 47., Córdoba (España), 21-24 Abr 2008, p:203-206.
- Saruhan, V., N.Üzen, M.Eylen ve Ö.Çetin. 2009. Toprak Tuzluluğunun Kültür Bitkilerine Etkileri ve Alınabilecek Somut Önlemler, www.sulama-tuzlanma.org/bildiriler/30.pdf
- Tanji, K.K. 1990. Agricultural Salinity Assesment and Management. Published by American Society of Civil Engineers, 619 pp, New York.
- Van Ieperen, W. 1996. Effects of different day and night salinity levels on vegetative growth, yield and quality of tomato. J. Horti. Sci. 107, 387-390.