

Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanası (*Brassica oleraceae* var. *acephala*)' da meydana getirdiği bazı fizyolojik ve morfolojik değişikliklerin belirlenmesi*

Murat DEVECİ¹, Demet TUĞCU¹

¹Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, TEKİRDAĞ

*Namık Kemal Üniversitesi BAP tarafından NKUBAP.00.24.YL.14.09 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Alınış tarihi: 14 Ekim 2016, Kabul tarihi: 4 Kasım 2016
Sorumlu yazar: Murat DEVECİ, e-posta: muratdeveci@nku.edu.tr

Öz

Deneme 20 °C sıcaklık, % 65-70 nem, 12/12 (aydınlık/gece) saatlik fotoperiyodik düzene sahip iklim odasında gerçekleştirilmiştir. Materyal olarak yaprak lahanası (karalahana) yerli çeşidi (*Brassica oleracea* var. *acephala* cv. Yerli) kullanılmıştır. Tuz uygulamaları bitkilerin 4-5 gerçek yapraklı olduğu dönemde yapılmaya başlanmış ve 8 gerçek yapraklı dönem ve hasat dönemine kadar kaplardaki besin çözeltisine sulama zamanlarında 0, 50, 100 ve 200 mM tuz konsantrasyonunu sağlayacak şekilde saksılara NaCl ilave edilmiştir. Deneme süresince yaprak oransal su içeriği (%), hasar indeksi, yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı (g), yaprak kalınlığı (mm), yaprak alanı (cm²), bitki boyu (cm), kök derinliği (cm) ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre denemede ele alınan farklı vejetatif dönemlerden hasat dönemine kadar tuz uygulaması ile yaprak hücrelerinde hasar indeksi kriterinde en yüksek ortalamalara ulaşılmıştır. Farklı tuz konsantrasyonları sonucunda ele alınan kriterlerden hasar indeksi miktarlarının tuzluluk ile doğru orantılı bir şekilde arttığı belirlenmiştir. Diğer tüm kriterlerde tuzluğun 0 mM' dan 100 mM'e doğru artmasıyla elde edilen ortalamaların ise azaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Karalahana, vejetasyon dönemi, tuz stresi, yaprak oransal su içeriği

Effects of various salt concentration applied to different growth stage of kale (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) on some physiological and morphological characteristics

Abstract

The trial was designed in a climate room whose temperature can be set between +40 °C and -20 °C under controlled conditions. All of the experiments were carried out in a climate room with 20 °C temperature, % 65-70 humidity, 12/12 (light/dark) photoperiodical system. The cultivar kale (*Brassica oleracea* var. *acephala* cv. Yerli) was used in this research. Salt applications were started to be done until the term in which the plants have 4-5 real leaves and NaCl was added to the nutrient solution in the cups in order to maintain a salt concentration of 0, 50, 100 and 200 mM in watering times until the 8 real leaves term and the harvesting term. During the trial, relative leaf water content (%), damage index, leaf number (quantity), leaf weight (g), leaf thickness (mm), leaf surface area (cm²), plant height (cm), root depth (cm) in the leaves were measured. According to the obtained results from the trial containing the salt application from different vegetation periods until the harvesting period, the damage index criteria have been measured as highest mean scores. As a result of different salt concentrations, among the discussed criteria the damage index was determined that the amount increases as the salinity increases. All the other criteria discussed in this study were decreased when the salinity increased from 0 mM to 100 mM concentrations.

Key words: Kale, vegetation period, salinity stress, relative leaf water content

Giriş

Tarımda verim artışı sağlamak en önemli amaçlardan birisidir. Verim artırıcı iyileştirme uygulamalarından önemli bir tanesi olan sulama ile genelde yalnızca verimdeki artış dikkate alınmaktadır. Ancak sulama suyu ile birlikte bu suda erimiş halde bulunan katı maddelerin (tuzların) varlığının ve etkilerinin de göz önüne alınması gerekir. Sulu tarımda, yetiştirilen bitkinin tuza dayanımına bağlı olarak, sulama suyu kalitesi bitki gelişmesinde önemli bir konudur. Bu nedenle sulamada kullanılan suyun bitki verimi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi çalışmaları, bütün dünyada üzerinde durulan önemli bir çalışma alanını oluşturmaktadır (Ekmekçi Altunal, 2007).

Tuzların bitki gelişmesine olan olumsuz etkileri iki yönden olup birincisi, toprak eriyiğinin ozmotik basıncını artırarak toprak suyunun bitkilere yarayışlılığını azaltması, ikincisi ise toprak eriyiğinde tuzun kökleri aracılığı ile bitkiye geçmesi ve bitki bünyesinde çeşitli tuzların toksik miktarlarda birikmesi şeklinde olmaktadır. Tarımda kullanılacak olan suların uygunluğu; bu suların, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine yaptıkları etkiler ile bitki gelişimine, verimine ve kalitesine olan etkileri göz önüne alınarak belirlenmektedir (Ayyıldız, 1990).

Tuz stresi; değişik tuzların toprak ya da suda bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması olarak tanımlanır ve geniş alanların tarım dışı kalmasına neden olur. Bu tuzlar genelde klorürler, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlardır. Ancak doğada en çok rastlanılan tuz formu sodyum klorürdür (Yılmaz ve ark., 2011).

Doğal kaynakların gün geçtikçe azalması, her alanda olduğu gibi tarımda da yeni arayışları ortaya çıkarmaktadır. Sanayileşme ve kentleşme nedeniyle tarım alanları azalmakta buna karşın bu alanlardan beslenecek insan sayısı hızlı bir biçimde artmaktadır. Bu nedenle, yürütülen araştırmalar birim alandan elde edilecek verimi maksimuma çıkarmak üzerine yoğunlaşmaktadır (Erdem ve ark., 2010a).

Türkiye karmaşık iklim yapısı içinde, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak, bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden birisidir. Doğal olarak üç tarafından denizlerle çevrili olması, engebeli bir topografyaya sahip bulunması ve orografik özellikleri nedeniyle, Türkiye'nin farklı

bölgeleri iklim değişikliğinden farklı biçimde ve değişik boyutlarda etkilenecektir. Örneğin, sıcaklık artışından daha çok çölleşme tehdidi altında bulunan Güney Doğu ve İç Anadolu gibi, kurak ve yarı kurak bölgelerle, yeterli suya sahip olmayan yarı nemli Ege ve Akdeniz Bölgeleri daha fazla etkilenmiş olacaktır. Meydana gelecek iklim değişiklikleri, tarımsal faaliyetlerde hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacak, özellikle yukarıda belirtilen bölgelerimizde, su kaynakları bakımından önemli sorunlar ortaya çıkacaktır (Öztürk, 2002).

Lahananın anavatanı olarak Kuzey Avrupa ülkeleri ve Baltık denizi kıyıları kabul edilmektedir. Lahana denize yakın, rutubetli olan tüm Avrupa kıyılarında geniş bir yayılma alanı bulmuştur. Fransa'nın Atlantik kıyıları, İrlanda ve İngiltere'nin güney kıyılarında yabancı olarak yetişen lahana formları bulunmaktadır (Anonim, 2008).

Tuz stresi bitkilerde birçok metabolik olayı olumsuz yönde etkileyen ve özellikle kültür bitkilerinde ürün kalitesi ve verimi düşüren önemli bir abiyotik faktördür. Stres faktörleri ve bitkinin stres koşullarında geliştirdiği mekanizmalar açısından bir değerlendirme yapıldığında tuz stresine cevap niteliğinde, belirli parametrelerde değişiklikler olmaktadır.

Bu araştırma, yaprak lahana yetiştiriciliğinde farklı tuz konsantrasyonlarının meydana getirdiği bazı fizyolojik ve morfolojik değişiklikleri belirlemeyi amaçlamaktadır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada; Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri İklim Odası ile Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarları'ndan faydalanılmıştır. Çalışmada, materyal olarak yaprak lahana (karalahana) yerli çeşidi (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* cv. Yerli) kullanılmıştır.

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 4 tuz konsantrasyonu (kontrol, 50, 100 ve 200 mM NaCl), 2 farklı tuz uygulama zamanı (8 gerçek yapraklı ve hasat dönemine kadar) uygulanmıştır. Tüm denemede toplam 32 parsel, her parselde 5 bitki olmak üzere toplam 160 bitki kullanılmıştır.

Deneme kontrollü koşullar altında sıcaklığı +40°C ile -20°C arasında ayarlanabilen iklim odasında kurulmuştur. Tüm deneyler, 20/16 ±1°C sıcaklık, 10/14 (aydınlık/gece) saatlik fotoperiyodik düzende, % 65-70 nemli ortamda ve 400 µmol m-2s-1 ışık şiddetinde tutulmuştur (Deveci ve Uyan, 2011; Deveci ve Bora, 2016).

Tohum ekimi Bahçe Bitkileri Bölümü İklim Odası'nda masalar üzerindeki çok gözlü plastik saksılara yapılmıştır. Tohumlar torf içerisine ekilmiş ve normal bakım işlemleri yapılarak (Şalk ve ark. 2008), iklim odasında yaprak lahanada için en uygun şartlarda ilk gerçek yaprakların görüldüğü döneme kadar yetiştirilmiştir. İlk gerçek yaprakların oluşumu ile beraber bitkiler, iklim odasında bulunan masalar üzerine 7 L hacminde (çapı 20 cm, yüksekliği 22,5 cm) perlit içeren saksılara şaşırtılmışlardır.

Bu dönemle beraber bitkiler Hoagland besin çözeltisi [(M: 3.0 x10⁻³), Ca(NO₃)₂; 0.9x10⁻³, K₂SO₄; 1.0x10⁻³, MgSO₄; 0.2x10⁻³, KH₂PO₄; 1.0x10⁻⁵, H₃BO₃; 1.0x10⁻⁶, MnSO₄; 1.0x10⁻⁷, CuSO₄; 1.0x10⁻⁸ ZnSO₄; 1.0x10⁻⁴, (NH₄)₆Mo₇O₂₄; 1.0x10⁻⁶ ve Fe-EDTA (10⁻⁴ M)] (Hoagland ve Arnon, 1950) içeren hidroponik sistemde yetiştirilmişlerdir.

Tuz uygulamaları bitkilerin 3-4 gerçek yapraklı olduğu dönemde yapılmaya başlanmış ve 8 gerçek yapraklı dönem ve hasat dönemine kadar kaplardaki besin çözeltisine sulama zamanlarında saksılara 0, 50, 100 ve 200 mM tuz konsantrasyonunu sağlayacak şekilde NaCl ilave edilmiştir (Kuşvuran ve ark., 2008 b).

Hasat döneminde yaprak lahanada; yaprak oransal su içeriği (%), hasar indeksi, yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı (g), yaprak kalınlığı (mm), yaprak alanı (cm²), bitki boyu (cm), kök derinliği (cm) ölçümleri yapılmıştır.

Tuz stresine tolerans denemelerinde, yaprak oransal su içeriğinin (YOSİ) (%) belirlenmesinde farklı bitkilerde çalışan araştırmacıların yöntemlerinden yararlanılmıştır (Öztekin, 2009). Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için taze ağırlıkları alınmış, daha sonra alınan yapraklar 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilip; bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65°C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık gram olarak alınmıştır. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

$$YOSİ = (TA-KA)/(TuA-KA) \times 100$$

TA: Taze Ağırlık, KA: Kuru Ağırlık, TuA: Turgor Ağırlığı

Bitkilerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla hasar indeksi kriterinde bir skala oluşturulmuştur. Bunun için yapraklardaki zararlanma derecesine göre bitkilere 0-5 arasında puan verilmiştir (Kuşvuran ve ark., 2008 b).

Yaprak alanının belirlenmesinde, her vejetasyon döneminde 2 cm'den daha fazla uzunluğa sahip yapraklar tarayıcıdan geçirilip bilgisayar programı aracılığı ile ölçülmüştür (Kraft, 1995; Deveci ve ark.; 2006; Deveci ve Uyan, 2011; Deveci ve Bora, 2016).

Denemeden elde edilen verilerin istatistik analizleri MSTAT versiyon 3.00 /EM paket programı kullanımıyla yapılmıştır. Önemli bulunan farklılıklar için LSD kontrol yöntemiyle farklılığı oluşturan gruplar tespit edilmiştir (Akdemir ve ark., 1994).

Bulgular ve Tartışma

Farklı vejetatif dönemlere kadar farklı tuz uygulamalarının yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri Çizelge 1'de verilmiştir. Yaprak lahanada bitkisi üzerine uygulanan dönem ve tuz ana etkilerinin istatistik olarak % 1 seviyesinde önemli olduğu anlaşılırken, dönem x tuz interaksiyonunun %5 seviyesinde önemli olduğu anlaşılmıştır. Dönem etkisi incelendiğinde, hasat dönemine kadar uygulanan tuz uygulamasının, 8 yapraklı döneme kadar uygulanan tuz uygulamasına göre yaprak oransal su içeriğini düşürdüğü belirlenmiştir. Sadece tuz uygulamaları bakımından Çizelge 1 incelendiğinde ise kontrol uygulaması olan 0 mM NaCl uygulamasının en yüksek yaprak oransal su içeriğine (%91.12) sahip olduğu, bunu 50, 100 mM NaCl uygulamalarının takip ettiği ve en düşük YOSİ değerinin ise 200 mM NaCl uygulamasından geldiği (%77.29) anlaşılmıştır. Dönem x tuz interaksiyonu incelendiğinde hasat x 0mM interaksiyonu ile 8 yapraklı dönem x 0mM interaksiyonlarının aynı istatistik grubunda ve en yüksek YOSİ sahip oldukları belirlenmiştir. En düşük YOSİ'nin hasat x 200 mM interaksiyonu (%73.26) olduğu görülmüştür. Katerji ve ark. (2004)'e göre yaprak oransal su düzeyindeki azalmalar, turgor kaybının bir sonucu olup, bu durum hücre genişlemesi olayları için gerekli suyun kısıtlanması anlamına geldiğini belirtmişlerdir. Sonuçlarımızda da benzer şekilde yapraklarda meydana gelen su düzeyindeki azalmaların bu sebeplerden ileri geldiğine dair fikir

vermektedirler. Alibas (2009)'nin yaprak lahanası, ıspanak ve pazı bitkilerinin yapraklarının teknik özelliklerini inceledikleri çalışmada, yaprak lahanası bitkisinin yapraklarında bulunan nem miktarının % 88.60 ± (0.490) değerlerinde olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuç araştırmamızda yaprak lahanası YOSİ'nin tuz uygulanmamış bitkilerin nem içeriğini destekler niteliktedir. Farklı türlerde tuzluluk çalışması yapan birçok araştırmacı denememizde olduğu gibi artan dozlarda NaCl uygulamasında nispi su içeriğinin stres koşullarında düştüğünü ve kontrol bitkilerinde ise en yüksek değerlere ulaştığını ifade etmişlerdir (Choluj ve ark., 2004; Sekmen ve ark., 2005; Kuşvuran, 2010; Topaloğlu, 2010; Kaya, 2011; Bayat ve ark., 2012).

Yaprak lahanası bitkisinin 2 farklı vejetatif döneminde uygulanan 4 farklı tuz uygulamasının yapraklardaki hasar indeksinin incelendiği (Çizelge 1) denemede, dönem ana etkisi ile tuz uygulamaları ana etkisinin istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli olduğu görülmüş olup, dönem x tuz interaksiyonunun

istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür. Sadece dönem etkisi yönünden incelediğinde hasat dönemine kadar uygulanan tuz etkisinin, 8 yapraklı döneme kadar uygulanan tuz etkisinden daha fazla yapraklara zarar verdiği (1.75) anlaşılmıştır. Tuz konsantrasyonları ana etkisi yönünden irdelendiğinde, 200 mM tuz uygulaması neticesinde yapraklarda en yüksek zararlanma görüldükçe (2.25), yapraklardaki zararlanma tuz miktarının azalmasıyla azalmış, kontrol uygulaması olan 0 mM uygulamasında en düşük seviyede kalmıştır (0.275). Yaprak lahanada tuz uygulamaları çalışmamızda özellikle 200 mM NaCl uygulanması sonucunda yapraklarda sararma ve kurumaların başladığı görülmüştür. Hasegawa ve ark. (1986), sonuçlarımıza paralel şekilde yaptıkları çalışmalarında tuz stresinin bitkinin ölümüne neden olabileceği gibi tolerans durumuna bağlı olarak büyümeyi engellediğini, kloroz, nekrotik lekelerin oluşumuna yol açabileceğini, verim ve kalitenin azalmasına neden olabileceğini bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Farklı dönemlere kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının yaprak lahanası bitkisinin bazı fizyolojik ve morfolojik kriterler üzerine etkisi ve LSD testine göre gruplar*

Tuz Uygulama Dönemleri		Tuz (NaCl) Uygulamaları				Dönem Ana Etkisi
		0 mM	50 mM	100 mM	200 mM	
YOSİ (%)	8 Yapraklı döneme kadar tuz uygulaması	91.07 a	87.03 ab	83.03 bc	81.31 c	85.81 a
	Hasat dönemine kadar tuz uygulaması	91.17 a	80.49 c	74.80 d	73.26 d	79.93 b
	Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	91.12 a	83.76 b	79.31 c	77.29 c	82.87
		*LSD _{0.01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 4.13				LSD _{0.05} Dönem x tuz İnter: 4.31
Hasar İndeksi	8 Yapraklı döneme kadar tuz uygulaması	0.25	0.75	1.25	1.75	1.00 b
	Hasat dönemine kadar tuz uygulaması	0.50	1.50	2.25	2.75	1.75 a
	Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	0.38 c	1.13 b	1.75 ab	2.25 a	1.38
		*LSD _{0.01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0.73				
Yaprak Sayısı (adet)	8 Yapraklı döneme kadar tuz uygulaması	17.25 a	16.25 ab	15.25 bc	14.25 c	15.75 a
	Hasat dönemine kadar tuz uygulaması	17.50 a	15.25 bc	12.25 d	10.50 d	13.88 b
	Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	17.38 a	15.75 a	13.75 b	12.38 b	14.81
		*LSD _{0.01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 1.81				LSD _{0.05} Dönem x tuz İnter: 1.89
Yaprak Ağırlığı (g)	8 Yapraklı döneme kadar tuz uygulaması	182.15 a	151.45 b	141.20 c	128.13 d	150.73 a
	Hasat dönemine kadar tuz uygulaması	181.93 a	117.73 e	102.30 f	63.23 g	116.29 b
	Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	182.04 a	134.59 b	121.75 c	95.68 d	133.51
		*LSD _{0.01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 1.07				LSD _{0.01} Dönem x tuz İnter: 1.51
Yaprak Kalınlığı (mm)	8 Yapraklı döneme kadar tuz uygulaması	0.46 a	0.43 ab	0.39 bc	0.35 cd	0.41
	Hasat dönemine kadar tuz uygulaması	0.47 a	0.45 ab	0.39 bc	0.32 d	0.41
	Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	0.46 a	0.44 b	0.39 c	0.33 d	0.41
		*LSD _{0.01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0.13				LSD _{0.01} Dönem x tuz İnter: 6.25
Yaprak alanı (cm ²)	8 Yapraklı döneme kadar tuz uygulaması	3914.07 a	3204.44 b	3059.20 c	2776.22 d	3238.48 a
	Hasat dönemine kadar tuz uygulaması	3802.80 a	3107.57 bc	2905.02 d	2396.80 e	3053.05 b
	Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	3858.43 a	3156.01 b	2982.11 c	2586.51 d	3145.77
		*LSD _{0.01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 98.56				LSD _{0.01} Dönem x tuz İnter: 139.39
Bitki boyu (cm)	8 Yapraklı döneme kadar tuz uygulaması	28.55 a	25.90 b	24.43 c	22.48 d	25.34 a
	Hasat dönemine kadar tuz uygulaması	28.90 a	20.93 e	19.43 f	18.35 f	21.90 b
	Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	28.73 a	23.41 b	21.93 c	20.41 d	23.62
		*LSD _{0.01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 0.87				LSD _{0.01} Dönem x tuz İnter: 1.23
Kök derinliği (cm)	8 Yapraklı döneme kadar tuz uygulaması	63.43	48.75	41.93	34.70	47.45 a
	Hasat dönemine kadar tuz uygulaması	64.00	45.60	38.65	35.05	45.83 b
	Tuz Uygulamaları Ana Etkisi	63.71 a	47.18 b	40.29 c	35.38 d	46.64
		*LSD _{0.01} Tuz Uyg. Ana Etkisi: 2.32				

Yaprak Sayısı (adet) bakımından; yaprak lahana bitkisinin dönem ana etkisi ile tuz uygulamaları ana etkisinin istatistiki olarak %1'e göre önemli olduğu, dönem x tuz interaksyonunun ise %5'e göre önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Dönem etkisi yönünden hasat dönemine kadar uygulanan tuz etkisinin (15.75 adet), 8 yapraklı döneme kadar uygulanan tuz etkisine göre yaprak sayısında azalmaya (13.88 adet) sebep olduğu anlaşılmıştır. Sadece tuz uygulaması ana etkisi sonuçları yönünden bakıldığında, tuz konsantrasyonları artırıldıkça yaprak sayılarının azaldığı görülmüştür; kontrol uygulamasında yaprak sayısının en fazla olduğu (17.375 adet), 200 mM tuz uygulamasında ise yaprak sayısında azalma gerçekleşerek en az sayıda olduğu (12.375 adet) belirlenmiştir. Yazgan ve İpek (1993), Tokat koşullarında yaprak lahana çeşitlerine ait sonbahar ekimlerinde ortalama yaprak sayısını $12.37 \pm 1,33$ adet olarak tespit etmişlerdir. Denememizden elde edilen yaprak sayısı araştırmacıların sonuçlarına paralellik göstermektedir. Balkaya ve Yanmaz (2005), Karadeniz bölgesindeki yaprak lahana popülasyonları üzerine yaptıkları çalışmalarında bitki yaprak sayılarının 4 ile 12.1 adet arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızda ortalama yaprak sayısı 14.81 adet bulunmuş ve bu farklılığın denemede kullanılan çeşitten ve yetiştirme ortamından ileri geldiği düşünülmüştür. Araştırmamızda tuz stresi sonucu meydana gelen değişimlere paralel olarak Kuşvuran ve ark. (2008c) ile Küçükkömürücü (2011), genel olarak tuz ve kuraklık stresinde, yaprak sayısında azalmanın meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Bitki başına toplam yaprak ağırlığında meydana gelen değişimlerin incelenmesi sonucunda dönem, tuz uygulamaları ana etkileri ile dönem x tuz konsantrasyonunun istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli olduğu ve ortalamaların 63.23-182.15 g arasında değiştiği saptanmıştır. Uygulanan tuz miktarı artırıldıkça bitki başına toplam yaprak ağırlığında azalma olmaktadır. Kontrolde 200 mM NaCl uygulamasına gidildikçe bitki başına toplam yaprak ağırlığının düştüğü sonucuna varılmıştır. Dönem ana etkisine bakıldığı zaman ise, hasat dönemine kadar yapılan tuz uygulamasının (116.29 g), 8 yapraklı döneme kadar yapılan tuz uygulamasına (150.73 g) göre yaprak ağırlığını düşürdüğü anlaşılmıştır. Dönem x tuz interaksyonu incelendiğinde, bitki başına toplam yaprak ağırlıkları 182.15 g değere sahip olan 8 yapraklı dönemdeki kontrol uygulaması ile; 63.225 g değere sahip olan

hasat dönemine kadar uygulanan 200 mM tuz uygulaması arasındaki değerlerde olduğu belirlenmiştir. Yazgan ve İpek (1993) Tokat yöresinde yetiştirdikleri yaprak lahana bitkisinin yaprak ağırlıklarını, sonbahar döneminde ortalama 221.09 ± 2.26 gram/bitki olarak bulmuşlardır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar araştırmacıların sonuçlarıyla benzerlik göstermiş; aradaki küçük farkın bitkilerin direk güneş ışığında doğal ortam yerine iklim odasında yapay ışıklandırmada yetiştirilmesinden dolayı olduğu düşünülmüştür. Tuz uygulamasının yapılmadığı kontrol parsellerindeki bitkiler; su ve suda erimiş besin maddelerini rahatlıkla alabilmiş ve fotosentez herhangi bir sekteye uğramadığı için yaprak ağırlığı artmıştır. Diğer tuz uygulaması konularında yükselen tuz miktarlarından dolayı bitkiler; su ve suda erimiş besin maddeleri alımını gerektiği şekilde tamamlayamadığı için, yaprak ağırlığı tuz uygulamasına bağlı olarak düşmüştür.

Araştırmada ele alınan yaprak lahana bitkisinin farklı dönemlerde farklı tuz uygulamalarının ortalama yaprak kalınlığı değişimine etkileri Çizelge 1'de görüldüğü gibidir. Yaprak kalınlığı ortalamaları bakımından farklı konsantrasyonlardaki tuz uygulamaları ve dönem x tuz interaksyonu istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli olduğu, dönem etkisinin ise istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Yaprak kalınlığı ortalamalarının dönem ana etkisi bakımından incelenmesi sonucunda 8 yapraklı döneme kadar yapılan tuz uygulamaları ile hasat dönemine kadar yapılan tuz uygulamalarının yaprak kalınlıkları açısından istatistiki olarak aynı grupta olduğu yani aralarında fark olmadığı (0.41 mm) anlaşılmıştır. Dönem etkisi göz ardı edilip sonuçlar tuz konsantrasyonu ana etkisi bakımından ele alındığında kontrol uygulaması olan 0 mM tuz uygulamasında 0,46 mm olduğu görülmüş, tuz uygulaması miktarı artıkça yaprak kalınlığının azaldığı ve 200 mM tuz uygulamasında 0.33 mm olduğu belirlenmiştir. Dönem x tuz interaksyonu incelendiğinde ise, en yüksek yaprak kalınlığı değerine sahip olan uygulamanın, hasat dönemi x 0 mM interaksyonu olduğu (0.47 mm) görülürken, en düşük değere sahip olan ortalamasının ise hasat dönemi x 200 mM tuz uygulamasının (0.32 mm) olduğu görülmüştür. Alibaş ve Okursoy (2012)'un yaptıkları yaprak lahana (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), pazı (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) ve ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) yapraklarının bazı teknik özellikleri adlı çalışmada, yaprak lahana

bitkisinin doğal ortamındaki yaprak kalınlıkları ortalamalarının 0.415 (\pm 0.205) mm olduğu, Balkaya ve Yanmaz (2005)'in Karadeniz Bölgesinde yaprak lahana popülasyonları üzerine yaptıkları çalışmalarında yaprak kalınlıklarının 0.23-0.39 mm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Araştırmamız sonucunda yaprak kalınlığı 0.32- 0.47 mm arasında bulunmuş ve araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

Hasat döneminde yaprak lahana bitkisinin 2 cm den büyük tüm yapraklarının tarayıcıdan geçirilip ilgili program ile elde edilen toplam yaprak alanı değerleri Çizelge 1' de verilmiştir. Yaprak alanı bakımından ele alınan tüm parametrelerin istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Farklı dönemlerde farklı tuz uygulamalarının yaprak lahana bitkisinde yaprak alanı üzerine etkileri incelendiğinde, yaprak alanı ile tuz konsantrasyon uygulamalarının ters orantılı olarak değiştiği görülmüştür. Dönem ana etkisi bakımından incelendiğinde, hasat dönemine kadar uygulanan tuz konsantrasyonlarının, 8 yapraklı döneme kadar uygulamasına göre yaprak alanının önemli seviyede düşürdüğü saptanmıştır. Tuz konsantrasyonu ana etkisi incelendiğinde ise, 0 mM NaCl olan kontrol uygulamasından (3858.43 cm²) 200 mM'luk tuz uygulamasına (2586.51 cm²) doğru gidildikçe yaprak alanında azalma olduğu anlaşılmaktadır. Tuz stresi altındaki bitkiler, stomalarını kapatarak yaprak alanlarının da küçülmesi ile transpirasyonu azaltarak su kaybını önlemeye çalışmaktadır. Ancak yaprak alanının azalmasıyla birim alandaki CO₂ fiksasyonu da azalır. Bu süre içerisinde respirasyon artar, bu durum birim yaprak yüzey alanı başına düşen günlük net CO₂ asimilasyonunda bir azalışa neden olur. Yaşamak için yoğun enerji harcayan bitki, ihtiyacından daha az fotosentez yapmakta ve gerekli enerjiyi sağlayamamaktadır (Yaşar, 2003). Sonuç olarak çalışmamızda olduğu gibi büyüme ve gelişme gerilemektedir.

Yapılan birçok tuzluluk çalışmasında farklı sebze türlerinde farklı tuz uygulamalarının çalışmadan elde edilen sonuçları destekler şekilde yaprak alanında değişiklikler meydana getirdiğini ve artan tuz miktarına bağlı olarak yaprak alanında azalmalar meydana geldiği belirlemişlerdir (Larcher, 1995; Chartzoulakis ve Louppssaki, 1997; Ashraf ve Iram, 2005; Kuşvuran, 2011; Kiran ve ark., 2014; Deveci ve Bora, 2016).

Bitki boyu bakımında yaprak lahananın farklı dönem ve tuz konsantrasyonlarına karşı gösterdiği

değişiklikler Çizelge 1'de verilmiştir. Yaprak lahana bitkisinin farklı dönemlerine kadar uygulanan 0 mM, 50 mM, 100 mM ve 200 mM tuz uygulamalarının, bitki boyu üzerine etkileri istatistiki olarak % 1 oranında önem olduğu anlaşılmıştır. Denemede bitki boyu ortalamalarının 20.41cm ile 28.90 cm arasında değiştiği görülmektedir. Sadece dönem ana etkisi incelendiğinde; 8 yapraklı döneme kadar uygulanan tuz uygulamalarının bitki boyu ortalaması 25.34 cm; hasat dönemine kadar uygulanan tuz uygulamalarının bitki boyu ortalamaları ise 21.90 cm'dir. Farklı konsantrasyonlarda verilen NaCl tuzunun etkisi incelendiğinde tuz miktarının artışıyla bitki boyunun azaldığı görülmektedir. Hiç NaCl uygulanmayan kontrol uygulamasından en yüksek bitki boyu ortalamasına ulaşılrken (28.73 cm), NaCl uygulama dozunun artmasıyla bitki boyu azalarak 200 mM NaCl uygulaması ile en düşük bitki boyu ortalamasına (20.41 cm) ulaşılmıştır. Bunun sebebinin tuz uygulamaları sonucunda oluşan tuz stresi durumunda yapraklardaki toplam klorofil düşmesine bağlı olarak fotosentez hızının düştüğü; dolayısıyla bitki boyunda azalmalar meydana geldiği şeklinde düşünülmüştür. Süyüm (2011)'e göre, bitkilerin stres koşullarında kendini koruma mekanizmalarını çalıştırması ile fotosentez oranının düştüğü, Na-Cl toksisitesi ve element alımlarındaki antagonistik etkiler nedeniyle bitki boyunda meydana gelen azalmaların başlıca sebepleri arasında görüldüğünü bildirmiştir.

NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak bitki boyunda azalmalar meydana geldiğini ve tuz stresinin artmasıyla bitki boyunun uzamasının azaldığına benzer sonuçlar, farklı türlerde çalışan diğer araştırmacılar tarafından da elde edilmiştir (Öztürk, 2002; Kuşvuran, 2010; Bayat ve ark., 2012).

Değişik vejetasyon dönemleri, farklı tuz uygulamalarında yaprak lahana bitkisinin kök derinlikleri Çizelge 1'de verilmiştir. İstatistiki olarak dönem etkisinin %5, tuz etkisinin %1 önem seviyesinde dönem x tuz interaksiyonunun ise istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır. Kök derinliği ortalamaları 35.38 - 63.43 cm arasında değişmiştir. Keser ve ark. (2009), domates bitkisinde artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak kök gelişiminin azaldığı tuzun ana kök gelişiminde toksik etkisinin söz konusu olduğunu belirlemişlerdir. Yaprak lahanada da tuz etkisiyle kontrole nazaran kök uzunluğunda önemli azalmalar meydana gelmiştir. Tuz stresinin bitkilerin kök derinliğine etkisi bakımından çalışmamızdan elde ettiğimiz

sonuçlar diğer araştırmacıların çalışmaları ile paralellik göstermiş yani kök bölgesinin tuz stresine maruz kalması sonucunda kök gelişiminin azaldığı saptanmıştır (Akıncı ve Akıncı, 2000; Bayat ve ark., 2012).

Sonuç

Yaprak lahananın tuz stresi karşısında tepkilerin incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

Denemede ele alınan farklı vejetatif dönemlerden hasat dönemine kadar tuz uygulaması ile yaprak hücrelerinde hasar indeksi kriterlerinde en yüksek ortalamalara ulaşılırken, 8 yapraklı döneme kadar tuz uygulanması ile yaprak oransal su içeriği, yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, yaprak kalınlığı, yaprak alanı, bitki boyu ve kök derinliği kriterlerden en yüksek ortalamalar elde edilmiştir.

Farklı tuz konsantrasyonları sonucunda ele alınan kriterlerden hasar indeksi miktarlarının tuzluluk arttıkça arttığı belirlenmiştir. Diğer tüm kriterlerde tuzluğun 0 mM' dan 100 mM'e doğru artmasıyla elde edilen ortalamaların azaldığı tespit edilmiştir.

Yaprak lahanası bitkisinin değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonları sonucunda; zararlanma derecesi ile yapılan değerlendirmeye göre; tüm denemede 200 mM tuz konsantrasyonu uygulamasında yapraklarda şiddetli solgunluk, sararma ve bitkide solma gözlemlenirken, tuz konsantrasyonu azaldığında bu zararlanmanın azaldığı, yapraklarda görülen solgunluk ve bitki büyümesindeki yavaşlamanın azaldığı saptanmıştır.

Yaprak lahananın 8 yapraklı dönemde 50 mM tuz stresine kadar rahatlıkla dayanabildiği belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Akdemir, B., Kayışoğlu, B., Kavdır, İ., 1994. MSTAT İstatistik paket programı kullanımı. Trakya Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:203, Yardımcı Ders Kitabı No:7, Tekirdağ.
- Akıncı, S., Akıncı, İ.E., 2000. Bazı patlıcan (*Solanum melongena* L.) çeşitlerinin çimlenme döneminde tuza tepkileri. Fen ve Mühendislik Dergisi 2000, Cilt 3, Sayı 1.
- Alibas, I., 2009. Microwave, vacuum, and air drying characteristics of collard leaves. Drying Technology, 27(11);1266-1273.
- Alibaş, İ., Okursoy, R., (2012). Karalahana (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), pazı (*Beta vulgaris* L. var.

cicla) ve ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) yapraklarının bazı teknik özellikleri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(1): 39-48.

- Anonim, 2008. Lahana Yetiştiriciliği. Web sayfası: <http://www.gencziraat.com/Bahce-Bitkileri/Lahana-Yetistirciligi-12.html> (Erişim tarihi:13.05.2008).
- Ashraf, M., Iram, A., 2005. Drought stress induced changes in some organic substances in nodules and other plant parts of two potential legumes differing in salt tolerance. Flora, 200: 535-546.
- Ayyıldız, M., 1990. Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1196, Ders Kitabı: 344, s.1-282, Ankara.
- Balkaya, A., Yanmaz, R., 2005. Promising kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) populations from Black Sea region, Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, Vol. 33 : 1-7.
- Bayat, R., Kuşvuran, Ş., Üstün, A.S., Ellialtıoğlu, Ş., 2012. Tuza Tolerans özelliği farklı iki kabak genotipine ait fidelere yapılan dışsal prolin uygulamalarının etkileri üzerinde araştırmalar.
- Chartzoulakis, K.S., Louppssaki, M.H., 1997. Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. Agricultural Water Management, 32(3): 215-225.
- Choluj, D., Karwowska, R., Jasinska, M., Haber, G., 2004. Growth and dry matter-- partitioning in sugar beet plants (*Beta vulgaris* L.) under moderate drought. Plant Soil Environ., 50 (6): 265-272.
- Deveci, M., L, Arin., Polat, S., 2006. Quickstar F1 ve Rapidstar F1 alabaş (*Brassica oleracea* var. *gongyloides* L.) çeşitlerinin özellikleri üzerine, farklı büyüme dönemlerindeki düşük sıcaklığın etkileri, Türkiye VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 96-101, Kahramanmaraş.
- Deveci, M., Uyan, B., 2011. Değişik vejetasyon dönemlerinde farklı su kısıtlarının ıspanakta meydana getirdiği bazı fizyolojik ve morfolojik değişikliklerin belirlenmesi. Türkiye VI. Bahçe Bitkileri Kongresi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa.
- Deveci, M., Bora, M., 2016. Biberin farklı vejetasyon dönemlerinde tuz stresinin meydana getirdiği morfolojik değişikliklerin belirlenmesi. Bahçe, 45: 180-185.
- Ekmekçi Altunal, E., 2007. Farklı tuzluluk düzeylerindeki sulama sularının, biberde (*Capsicum annuum* L.) bazı büyüme, gelişme ve verim parametrelerine etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi,

- Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi 90 s, Samsun.
- Erdem, T., Arın, L., Erdem, Y., Polat, S., Deveci, M., Okursoy, H., Gültaş, H.T., 2010. Yield and quality response of drip irrigated broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) under different irrigation regimes, nitrogen applications and cultivation periods, *Agricultural Water Management*, 97 (5):681-688 pp.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Handa, A.V., 1986. Cellular mechanisms of salinity tolerance. *Hort. Sci.* 21: 1317-1324.
- Karanlık, S., 2001. Değişik buğday genotiplerinde tuz stresine dayanıklılık ve dayanıklılığın fizyolojik nedenlerinin araştırılması. Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi 123 sayfa.
- Kaya, E., 2011. Erken bitki gelişme aşamasında kuraklık ve tuzluluk streslerine tolerans bakımından fasulye genotiplerinin taranması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 213 s, Adana.
- Kraft, A., 1995. Flächenberechnung einer SW-Grafik Fläche packing programme.
- Kıran, S., Özkay, F., Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2014. Tuz stresine tolerans seviyesi farklı domates genotiplerinin kuraklık stresi koşullarında bazı özelliklerinde meydana gelen değişimler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31 (3), 41-48.
- Kuşvuran, Ş., Yaşar, F., Abak, K., Ellialtıoğlu, Ş., 2008. Tuz stresi altında yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı Cucumis sp'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarlarında meydana gelen değişimler, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J.Agric.Sci.)*, 18(1):14.
- Kuşvuran, Ş., Daşgan, H.Y., Abak, K., 2008b. Kavunda kuraklık çalışmalarında kullanılan PEG 6000 dozunun belirlenmesi üzerine bir araştırma. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu.
- Kuşvuran, Ş., Daşgan, H.Y., Abak, K., 2008c. Farklı bamy genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu
- Kuşvuran, Ş., 2010. Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Küçükkömürçü, S., 2011. Tuzluluk ve kuraklık streslerine tolerans bakımından bamy genotiplerinin taranması Yüksek Lisans Tezi, 177 Sayfa. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Öztekin, G.E., 2009. Aşılı domates bitkilerinde tuz stresine karşı anaçların etkisi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi 342 s., İzmir.
- Öztürk, A., 2002. Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan tuzlu ve normal suların patlıcan (*Solanum melongena* L.) bitkisinin bazı özelliklerine ve toprak tuzluluğuna etkisi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (30): 14-16.
- Sekmen, A.H., Demiral, T., Tosun, N., Türküsay, H., Türkan, İ., 2005. Tuz stresi uygulanan domates bitkilerinin bazı fizyolojik özellikleri ve toplam protein miktarı üzerine bitki aktivatörünün etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, 42(1): 85-95.
- Süyüm, K., 2011. Karpuz genetik kaynaklarının tuzluluk ve kuraklığa tolerans seviyelerinin belirlenmesi., Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 145 s, Adana.
- Topaloğlu, K., 2010. Tuz stresinin chili biberlerinin pigment ve kapsaisinoid değişimi ile peroksidaz aktivitesi arasındaki ilişki. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi 131 s, Adana.
- Yaşar, F., 2003. Tuz stresi altındaki patlıcan genotiplerinde bazı antioksidant enzim aktivitelerinin in vitro ve in vivo olarak incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri, Doktora Tezi* 139 s, Van.
- Yazgan, A., İpek, U., 1993. Kale, kola ve kara lahananın tokat koşullarına adaptasyonu. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10:1-8.
- Yılmaz, E., Tuna, A.L., Bürün, B., 2011. Bitkilerin tuz stresine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 7: 47-66.