



## Tuz Stresinin Siklamenin (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) Bitki Gelişim Performansı ve Çiçeklenme Özelliklerine Etkileri

Arda AKÇAL<sup>1\*</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-0426-0745>

Kenan KAYNAŞ<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-5925-721X>

<sup>1</sup> ÇOMÜ, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 17020, Çanakkale

\*Sorumlu yazar: aakcal@comu.edu.tr

### Özet

Bu çalışma, saksılı süs bitkisi olarak yetiştirilen siklamen bitkileri üzerinde tuz stresinin etkilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesinin ısıtmasız cam serasında gerçekleştirilen çalışmada bitkisel materyal olarak doğal yayılışa sahip siklamen türlerinden *Cyclamen hederifolium* Aiton.'nun 10-12 cm çevre uzunluğuna sahip yumruları kullanılmıştır. Topraksız tarım tekniği ile torf ortamında yetiştirilen bitkiler Hoagland besin çözümü ile sulanmış, sulama suyuna üç farklı konsantrasyonda (T<sub>1</sub>; K: Kontrol, T<sub>2</sub>; K+1dSm<sup>-1</sup>, T<sub>3</sub>; K+2 dSm<sup>-1</sup>, T<sub>4</sub>; K+3 dSm<sup>-1</sup>) NaCl ilavesi gerçekleştirilerek tuz uygulanmıştır. Çalışmada, farklı tuzluluk düzeylerinin bitkiler üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler incelenmiştir. *C. hederifolium* Aiton. türü için üç ayrı tuzluluk düzeyinin (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>) etkisi de, kontrol (T<sub>1</sub>)'e göre (p<0,05) istatistiksel bakımdan önemli bulunmuştur. Tuzluluk düzeyindeki artışa bağlı olarak bitkide yaprak alanının küçüldüğü, yumru ağırlığının azaldığı, çiçeklenmenin geciktiği ve çiçek tomurcuğu sayısının azaldığı belirlenmiştir. 2dSm<sup>-1</sup> üzerindeki tuzluluk değerlerinin bitki yapraklarında stomal geçirgenlik, yaprak oransal su içeriğinin ve toplam klorofil miktarının azalmasına neden olurken, lipid peroksidasyon (MDA) düzeyi, toplam şeker miktarı ve prolin konsantrasyonunun ise arttığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Cyclamen hederifolium* Aiton., Tuz stresi, Bitki gelişimi, Çiçeklenme

### The Effects of Salinity Stress on Plant Growth Performance and Flowering Characteristics of Cyclamen (*Cyclamen hederifolium* Aiton.)

#### Abstract

This study was carried out to determine the effects of salinity stress on cyclamen (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) grown as a potted ornamental plant. In the study, carried out in the unheated glass greenhouse of Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, tubers of *Cyclamen hederifolium* Aiton., one of the natural cyclamen species, with a circumference of 10-12 cm were used as plant material. Plants grown in peat medium by using soilless culture technique, were irrigated with Hoagland nutrient solution and four different concentrations (T<sub>0</sub>; K: Control, T<sub>1</sub>; K+1dSm<sup>-1</sup>, T<sub>2</sub>; K+2 dSm<sup>-1</sup>, T<sub>3</sub>; K+3 dSm<sup>-1</sup>) of salinity level created by addition to the irrigation water. Salt applications were carried out with the addition of NaCl. In the study, morphological, physiological and biochemical properties were investigated in order to determine the effects of different salinity levels on plants. The effect of three different salinity levels (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>) for *C. hederifolium* was also found to be significant compared to the control (T<sub>1</sub>) (p<0.05). Depending on the increase in salinity level, it was determined that the leaf area of the plant decreased, weight of the tuber decreased, the flowering was delayed and the number of flower buds decreased. It was determined that salinity values above 2dSm<sup>-1</sup> caused a decrease in stomal permeability, leaf water content and total chlorophyll amount in plant leaves, while lipid peroxidation (MDA) level, total sugar amount and proline concentration increased

**Keywords:** *Cyclamen hederifolium* Aiton., Salinity stress, Plant development, Flowering

## Giriş

Son yıllarda dünya üzerinde iklimsel değişimlerin daha sık yaşanmasıyla birlikte, bitkiler üzerinde stres koşullarının oluşmasında birçok fonksiyonun rol oynadığı görülmektedir. Bu durum karşısında bitkilerin kendi içerisinde meydana getirdiği metabolik faaliyetler aksamaya başlarken, çevresel stres koşullarına adaptasyon süreci de gecikmektedir.

Bitkisel üretim bakımından stres; ekolojide yaşamı sınırlandırabilen, bitkilerde büyüme ve gelişme olaylarını kontrol altına alarak verimlilik ve kalitenin doğrudan ya da dolaylı olarak azalmasına neden olan, abiyotik ve biyotik nedenlere bağlı faktörler olarak açıklanmaktadır. Kuraklık, tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklıklar, radyasyon vb. etmenler günümüzde en çok karşılaşılan çevresel stres faktörleridir. Abiyotik kökenli stres bitkilerde fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler düzeydeki pek çok olayı etkilese de bitkilerin zaman içerisinde strese dayanım gösterebilecek özelliklerini geliştirebildiği bilinmektedir.

Günümüzde bitkisel üretimi tehdit eden en önemli çevresel stres etmenlerin başında tuzluluk yer almaktadır. Toprak ve sulama suyundaki tuzluluğun artışı karşısında yetiştiricilik yapılan alanlarda toprağın strüktürel yapısı bozulurken, bu durum özellikle kurak ve yarı-kurak alanlarda yetiştirilen kültür bitkilerini olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple, park ve rekreasyon alanlarının oluşturulmasında öncelikli olarak doğal bitki genotipleri tercih edilmelidir. Doğal türler yabancı kökenli bitkilere oranla farklı ekolojik şartlara daha dayanıklıdır. Bitkiye uygun yetiştirme tekniği kullanıldığında bu bitkiler ekstrem iklim koşullarından çok daha az etkilenirler. Barış (2007)'a göre doğal bitki formları lokal çevresel koşullara yüksek düzeyde adaptasyon sağlamaktadır, toprakta verimliliği artırırlar, erozyonu önler ve diğer kültür bitkilerine nazaran daha az bakıma ihtiyaç gösterirler.

Son yıllarda dış mekan süs bitkilerinin kullanıldığı bahçe düzenlemelerinde de, su isteği yönünden kanaatkar veya kurağa ve tuzluluğa dayanımı yüksek olan doğal bitki türleri tercih edilmeye başlamıştır. Sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi bakımından tarımsal üretimde doğal tür ve genotiplerin ıslah edilerek kullanılması çevresel stres faktörlerine dayanıklılığı da beraberinde getirmektedir. Özellikle doğal çiçek soğanları (geofitler), dış ortamda olumsuz hava koşullarına gösterdiği dayanıklılık nedeniyle peyzaj çalışmalarında sıklıkla tercih edilen doğal bitki gruplarıdır.

Geofit bitkilerin yetiştirme sezonu sonunda toprak üzerinde kalan vegetatif aksamı kuruyup yok olurken, toprak altında besin depolamak üzerine farklılaşmış gövdeleriyle yaşam döngülerini sağladığı bilinmektedir. Küresel düzeyde yaşanan iklim değişiklikleri ile birlikte etkisini arttıran kuraklık ve tuzluluk gibi çevresel etmenler son yıllarda geofitlerin de doğada zarar görmesine neden olmuştur. Geofit bitkileri özellikle yaz aylarını düşük yağış miktarına sahip ortam içerisinde geçirmekte, yüksek ışık şiddeti ve yüksek sıcaklık gibi birçok zorlu çevre koşulu altında yaşamlarını sürdürmektedir.

*Primulaceae* (*Myrsinaceae*) familyası içerisinde yer alan Siklamen cinsi (*Cyclamen* spp.) en önemli geofit bitki gruplarından. Siklamen türleri genellikle kuru havanın hakim olduğu yazları, toprak altında, yumru şeklinde şişkin gövdeleriyle dormant halde geçirir. Yuvarlaktan kalp şekline kadar değişen karakteristik yaprak formları, gümüşü desenlere sahip alacalı yeşil yaprak renkleri ve uzunlamasına kıvrılmış petalleri bulunan çiçek formuyla doğanın dikkat çekici bitkilerindendir. Sonbaharda veya ilkbaharda çiçeklenebilen türleri bulunur. Çiçek renkleri kremden pembe tonlarına kadar değişkenlik gösterir. Siklamenin bitki organlarını korumaya yönelik kendi içerisinde oluşturduğu fizyolojik savunma mekanizması, bitkiyi diğer geofit türler içerisinde farklı kılan önemli özelliklerden birisidir. Birçok siklamen türünde çiçek saplarının döllenen sonra spiral şeklinde kıvrılarak tohum kapsüllerini toprağa çektiği; böylece tohumlarını otlayan hayvanlardan, rüzgarın ve güneşin kurutucu etkilerinden uzaklaştırdığı belirtilmiştir (Mathew ve Özhatay, 2001). Siklamen cinsinin dünya üzerinde 21 türü bulunurken, Türkiye'de özellikle Batı Anadolu'da *Cyclamen hederifolium* Aiton. türü doğal popülasyonlar halinde yayılış göstermektedir.

Bitkilerde stres konuları kapsamında gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı, tuzlu koşullar altında saksılı süs bitkisi olarak yetiştirilen *Cyclamen hederifolium* Aiton. bitkilerinde, farklı düzeylerde uygulanan tuz konsantrasyonlarının bitki gelişimi ve çiçeklenme özellikleri bakımından etkilerinin ortaya konulmasıdır.

## Tuz Stresinin Siklamenin (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) Bitki Gelişim Performansı ve Çiçeklenme Özelliklerine Etkileri

### Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, 2010-2011 yılları içerisinde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'nin Dardanos Yerleşkesinde (40° 4' N, 26° 21' E) yer alan ısıtmasız cam seraya yerleştirilen bençler üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Denemede bitkisel materyal olarak siklamen cinsi içerisinde yer alan *Cyclamen hederifolium* Aiton. türüne ait 10-12 cm çevre uzunluğundaki yumrular kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Denemenin yürütüldüğü ısıtmasız cam sera ve deneme alanının görünümü.



Şekil 2. *Cyclamen hederifolium* Aiton. 'da yumru ve yaprakların görünümü.

Bitkilerin yetiştirilmesi için 1L, alttan drenajlı plastik saksılar seçilmiştir. Saksıların içerisine ¾ oranında torf ilavesi yapılmış ve siklamen yumruları uygun dikim derinliğine göre saksılara alınmıştır. Yetiştirme ortamı olarak kullanılan torfun ve sulama suyunun kimyasal yapısına ilişkin bazı özellikler Çizelge 1 ve 2 'de yer almaktadır. Hoagland (1938)'in formülasyonuna göre hazırlanan bitki çözeltilisine belirli miktarlarda NaCl ilavesi gerçekleştirilerek tuz uygulamaları yumru dikiminden sonra yapılmıştır. Hazırlanan çözeltilinin pH'sı 5,7 olarak ölçülmüştür. Hazırlanan çözeltilinin içerdiği tuz konsantrasyonu ölçülmüş, saptanan değer kontrol (T<sub>1</sub>) olarak kabul edilmiş ve elektriksel iletkenliği EC metre ile ölçülerek belirlenmiştir. Diğer uygulama konuları (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>), T<sub>1</sub> için ölçülen EC değerinin 1, 2 ve 3 d Sm<sup>-1</sup> düzeyinde artırılması sonucunda oluşturulmuştur. Vejetasyon ortasında (20. hafta) yapılan EC ölçümlerini takiben T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> için sırasıyla; 1,73 dSm<sup>-1</sup>, 2,92 dSm<sup>-1</sup>, 3,95 dSm<sup>-1</sup> ve 5,44 dSm<sup>-1</sup> tuzluluk düzeyi saptanmıştır.

Çizelge 1. Yetiştirme ortamı olarak kullanılan torfun kimyasal özellikleri

pH	EC	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	CaCO <sub>3</sub>
	mScm <sup>-1</sup>	kgda <sup>-1</sup>	kgda <sup>-1</sup>	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	(%)
6.83	1.24	2.31	594.3	8092	2500	3.18	5.05	5.00	14.60	5.78

## Tuz Stresinin Siklamenin (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) Bitki Gelişim Performansı ve Çiçeklenme Özelliklerine Etkileri

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan sulama suyu kalitesine ilişkin değerler

pH	Na (%)	EC dS m <sup>-1</sup>	Katyon ( MeI <sup>-1</sup> )					Anyon ( MeI <sup>-1</sup> )				
			Na	K	Ca	Mg	Toplam	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Toplam
7.4	0.3	0.43	1.0	0.2	2.3	1.72	5.22	2.4	-	1.6	1.22	5.22

Denemede bitkiler üzerinde gerçekleştirilen tuz uygulamalarının etkilerinin ortaya çıkarılması amacıyla aşağıdaki ölçüm ve analizler gerçekleştirilmiştir. Buna göre;

Yaprak alanı (mm<sup>2</sup>): Her saksılı bitkiden randomize olarak belirlenen 3'er adet yaprak örneği seçilmiş ve yaprak alanı yaprak alan ölçer ile saptanmıştır.

Yaprak biyomasi (g): Yaprakların yaş ağırlıkları tartılarak belirlenmiş; aynı örnekler alınarak 48 saat süre ile 65 °C sıcaklıktaki etüvde kurutma işlemine tabi tutularak ağırlıkları saptanmıştır.

Yumru ağırlığı (g): Saksı yüzeyinden itibaren bitkide yaprakların tepe noktasına kadar olan kısım dijital kumpas ile ölçülerek belirlenmiştir.

Çiçeklenme zamanı (gün): Yetiştirme ortamına yumruların dikilmesinden sonra oluşan ilk çiçek tomurcuklarının yetiştirme ortamı üzerinde görüldüğü tarih esas alınarak, arada geçen zaman belirlenmiştir.

Çiçek sayısı (adet): Bitki başına düşen toplam çiçek sayısı hesaplanmıştır.

Yaprak stoma direnci (s cm<sup>-1</sup>): Her saksılı bitkiden randomize olarak seçilen 3'er adet yaprak örneği üzerinde Delta-T Devices marka AP4 model taşınabilir porometre cihazı ile haftalık olarak ölçüm alınarak ortalama değer belirlenmiştir.

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%): Taze ağırlıkları tartılarak belirlenmiş olan yaprak örnekleri saf su içerisinde 4 saat bekletildikten sonra turgor ağırlıkları belirlenmiştir. 65°C etüvde 48 saat kurutma işleminin ardından kuru ağırlık belirlenmiştir. Elde edilen taze ve kuru ağırlıkları (Türkan ve ark., 2005) formülüne edilerek oranlama yapılmış ve YOSİ değeri (%) hesaplanmıştır.

$(TA-KA) / (TuA-KA) \times 100$  TA: Taze Ağırlık KA: Kuru Ağırlık TuA: Turgor Ağırlığı

Toplam klorofil miktarı (µg/100cm<sup>2</sup>): Her uygulamadan alınan yaprak örneklerindeki toplam klorofil miktarı spektrofotometrik yöntem (Holden,1976) ile belirlenmiştir. Spektrofotometre cihazında (Shimadzu UV-1800) 663, 645 ve 652 nm dalga boyunda absorbans okumaları gerçekleştirilmiş, düzeltme yoluyla toplam klorofil miktarı hesaplanmıştır.

Lipid peroksidasyonu (µmol/g): Her uygulamadan alınan yaprak örneklerindeki MDA (Malondialdehit) miktarı spektrofotometrik yöntem (Lutts ve ark.,1996) ile belirlenmiştir.

$MDA = (A_{532} - A_{600}) \times \text{Ektrakt hacmi (ml)} / (155\text{mM/cm} \times \text{Örnek miktarı (mg)})$

Toplam şeker (g/100g): Yaprak örneklerinin şeker miktarı dinitrofenol kullanılarak spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir (Ross, 1959).

Prolin konsantrasyonu (µmol/g): Spektrofotometrik olarak Bates ve ark. (1973) tarafından uygulanan yöntemle belirlenmiştir.

Tesadüf blokları deneme desenine göre kurgulanan çalışmadan elde edilen verilerin istatistiksel analizlerinin gerçekleştirilmesinde "SAS 9.0" paket programından yararlanılmıştır. Elde edilen veriler üzerinde varyans analizi gerçekleştirilmiştir (SAS, Inst., 2003). Ortalamaların LSD testi kullanılarak %5 önem seviyesinde karşılaştırması yapılmıştır.

### **Bulgular ve Tartışma**

*Cyclamen hederifolium* Aiton. Bitkileri üzerinde gerçekleştirilen farklı düzeylerdeki tuz uygulamalarının, fenolojik ve morfolojik bazı bitki gelişim parametreleri üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak (p<0.05) önemli bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

## Tuz Stresinin Siklamenin (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) Bitki Gelişim Performansı ve Çiçeklenme Özelliklerine Etkileri

Bitkilerin yaprak alanı tuz konsantrasyonuna bağlı olarak uygulanan tuzluluk düzeyi arttıkça Na ve Cl iyonlarının etkisi altında azalış göstermiştir. En yüksek yaprak alanı değeri ortalama 1315,25 mm<sup>2</sup> ile kontrolde (T<sub>1</sub>) saptanırken, en düşük değer ise ortalama 996,04 mm<sup>2</sup> ile T<sub>4</sub> uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 3). Elde edilen bulgulara paralel olarak Lutts ve ark. (1996), tuz stresine giren bitkilerde kontrol bitkilerine oranla daha küçük yaprak alanının meydana geldiğini rapor etmiştir.

Çizelge 3'e göre yaprak biomas değerleri incelendiğinde, bitkilere uygulanan tuz konsantrasyonlarındaki yükselmenin yaprak yaş ve kuru ağırlıklarının da önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Yaprak bioması en yüksek değere (4,339 g) kontrol bitkilerinde ulaşırken, bunu sırasıyla T<sub>2</sub> (3,442 g), T<sub>3</sub> (2,819g) ve T<sub>4</sub> (2,174 g) uygulamaları takip etmiştir. Siklamende yaprak biomas değerleri tuzluluk düzeyi arttıkça azalış göstermiştir. Sonneveld ve Voogt (1983), bazı örtü altı süs bitkileri üzerinde yaptıkları çalışmalarda, ortamdaki tuzluluk düzeyinin artışına bağlı olarak bitki biomasında zamanla azalma kaydedildiğini belirtmişlerdir. Buna göre farklı tuz düzeylerinin *Cyclamen hederifolium* Aiton.'da yaprak biomasını azalttığına ilişkin çalışmada elde ettiğimiz bulgu, araştırmacıların bulgularını desteklemektedir. Yumru ağırlığı için de benzer bulgular tespit edilmiştir. Kontrol (T<sub>1</sub>) bitkilerinde ortalama olarak 11,435g ile en yüksek yumru ağırlığı değerine ulaşılırken, ortalama 10,434 g ile en düşük değer T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde gerçekleşmiştir (Çizelge 3). Bu durum artan tuz konsantrasyonu neticesinde siklamende yumrunun ortamdaki yeterli düzeyde besin ve su alımını sağlayamadığını göstermektedir.

*Cyclamen hederifolium* Aiton. türü doğal ortamda hava koşullarına bağlı olarak Ağustos-Ekim ayları arasında çiçeklenme gösterirken, çalışmanın örtü altında kontrollü şartlarda olmasına karşın çiçeklenmenin genel olarak tuz uygulamalarının etkisi altında farklı zaman aralıklarında gerçekleştiği gözlenmiştir. Yumru dikiminden itibaren en erken çiçeklenme ortalama 19,8 gün ile kontrol bitkilerinde gerçekleşirken, bunu sırasıyla T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> uygulamaları izlemiştir. En geç çiçeklenme zamanı ortalama 29,5 gün ile T<sub>4</sub> uygulamasında saptanmıştır. Bu bağlamda, çalışmada bitkilere uygulanan tuz konsantrasyonları yükseldikçe tuz stresine giren bitkilerde çiçeklenme zamanının geciktiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Diğer taraftan, denemede saksıda yetiştirilen siklamenlerde uygulanan farklı tuzluluk düzeylerine bağlı olarak meydana gelen çiçek tomurcuğu sayısının da önemli ölçüde etkilendiği gözlenmiştir. Buna göre en fazla çiçek sayısı ortalama 8,8 adet ile T<sub>1</sub> (Kontrol) tuzluluk düzeyinde saptanırken, en az çiçek sayısı ise ortalama 3,0 adet ile T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde belirlenmiştir (Çizelge 3). Tuzluluk düzeyindeki artış bitkinin kompaktlığını değiştirerek daha az sayıda çiçek oluşmasına neden olmuştur.

Çizelge 3. Farklı tuzluluk düzeylerinin *Cyclamen hederifolium* Aiton.'un bitki gelişim özellikleri üzerine etkisi

	Yaprak alanı (mm <sup>2</sup> )	Yaprak bioması (g)	Yumru ağırlığı (g)	Çiçeklenme zamanı (gün)	Çiçek sayısı (adet)
T <sub>1</sub> : Kontrol (K)	1315,25 a	4,339 a	11,435 a	19,8 d	8,8 a
T <sub>2</sub> : K+1 dS/m	1226,70 b	3,442 b	11,247 a	23,3 c	5,3 b
T <sub>3</sub> : K+2 dS/m	1139,75 c	2,819 c	10,859 b	26,4 b	4,6 c
T <sub>4</sub> : K+3 dS/m	996,04 d	2,174 d	10,434 c	29,5 a	3,0 d
LSD <sub>(0,05)</sub>	0,422	0,582	0,272	2,68	0,324

Çalışmada *Cyclamen hederifolium* Aiton. bitkiler üzerinde gerçekleştirilen tuz uygulamalarının, bitkinin bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerinde de istatistiksel bakımdan önemli düzeyde (p<0,05) etki meydana getirdiği saptanmıştır (Çizelge 4).

Siklamen yaprakları üzerinde ölçülen stomal direnç değerlerinin tuzluluk düzeyindeki artışa paralel olarak yükseldiği Çizelge 4'de görülmektedir. Diğer bir ifadeyle yaprak stoma geçirgenliği azalmıştır. En yüksek değer ortalama 2,192 s cm<sup>-1</sup> ile T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde belirlenirken, en düşük değer ise ortalama 1,145 s cm<sup>-1</sup> ile kontrol (T<sub>1</sub>) bitkilerinde ölçülmüştür. Burada stoma geçirgenliğinde meydana gelen azalışın en önemli nedenlerinden bir tanesi, tuz stresi karşısında bitkilerin stoma açıklıklarını kapatarak, difüze olan O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub>'i kontrol etmesidir. Siklamenin yaprakta olan

## Tuz Stresinin Siklamenin (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) Bitki Gelişim Performansı ve Çiçeklenme Özelliklerine Etkileri

transpirasyonunu bu şekilde azaltması, stomal geçirgenliğin azalmasına yol açmıştır. Benzer şekilde bir çok araştırmacı strese giren bitkilerde su noksanlığı ve diğer çevresel faktörlerin etkisi altında yaprak stoma geçirgenliğinin azalabileceğini belirtmiştir (Jones, 1992; Eriş ve ark., 1998; Kaynaş ve Kaynaş, 2001).

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ), stres koşullarında bitki bünyesinde su varlığının en önemli göstergelerindedir. Çalışmada elde edilen bulgular YOSİ değerlerinin yetiştirme ortamında artan tuz konsantrasyonu karşısında azaldığını göstermektedir. Tuz uygulaması yapılmayan kontrol bitkilerinde en yüksek YOSİ değeri ortalama %90,76 oranında saptanırken, en düşük değer ise T<sub>4</sub> (%73,09) uygulamasında belirlenmiştir. Romanello ve ark., (2008) *Acorus americanus*'un tuzlu koşullar altında yetiştirildiği bir araştırmada kontrol bitkilerine göre YOSİ değerinin %35 oranında azalış gösterdiğini bildirmişlerdir. Siklamen üzerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak oransal su içeriği üzerine etkilerinin belirlendiği bu araştırmada da benzer bulgular elde edilmiştir.

Uygulamalar sonucunda *Cyclamen hederifolium* Aiton.'un yapraklarında toplam klorofil değerleri incelendiğinde, tuzluluk değeri yükseldikçe toplam klorofil miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Kontrol bitkilerinde ortalama 52, 439 µg/100cm<sup>2</sup> olarak belirlenen toplam klorofil miktarı, tuz uygulamalarına bağlı olarak azalış göstermiş ve en yüksek tuzluluk düzeyinde (T<sub>4</sub>) en düşük değerini 24,690 µg/100cm<sup>2</sup> almıştır. Agastian ve ark. (2000) dut bitkileri üzerinde NaCl'ün biyokimyasal etkilerini inceledikleri bir çalışmada, toplam klorofil miktarının tuzluluğun etkisi altında azaldığını rapor etmiştir. Yaşar (2003)'a göre yapraklarda toplam klorofil miktarındaki azalış, tuz konsantrasyonundaki yükselişle birlikte yaprak hücresi membranında iyon birikiminin fazla olması ve stomaların düzensiz çalışmasından kaynaklanmaktadır.

Çalışmada tuz uygulamalarının bitki gelişimi üzerindeki diğer bir olumsuz etkisi, yapraklardaki lipid peroksidasyon düzeyinin (MDA) tuz stresine giren bitkilerde daha yüksek değerlere çıkmış olmasıdır. Diğer bir deyişle, yüksek tuzluluk düzeyleri bitkiyi oksidatif strese sokarak serbest radikallerin meydana gelmesine yol açmakta ve buna bağlı olarak yaprak hücresinde bulunan lipidler bozunmaya uğramaktadır. Hücre zarında meydana gelen bu zararlanmanın son ürünü olan MDA miktarı bu çalışmada uygulanan tuzluluk düzeylerindeki artışa paralel olarak yüksek değerler almıştır (Çizelge 4).

*C. hederifolium* Aiton. için yaprakta toplam şeker miktarı bakımından tüm tuzluluk düzeylerinin kontrol bitkilerine kıyasla p<0,05 seviyesinde istatistiksel anlamda önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir. En yüksek toplam şeker miktarı değeri 2,027 g/100g ile T<sub>4</sub> tuzluluk düzeyinde tespit edilirken bunu sırasıyla T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub> ve T<sub>1</sub> (kontrol) tuzluluk düzeyleri takip etmiştir. Yıldırım ve ark (2009), tarafından *Cyclamen hederifolium* Aiton.'da daha önce yürütülen benzer bir başka araştırmada, sulama seviyelerindeki azalış neticesinde yaprak toplam şeker miktarında bir artış görüldüğü rapor edilmiştir. Çalışmadan elde ettiğimiz bu bulgular, araştırmacıların ortaya koyduğu bu sonuçlarla da desteklenmektedir. Diğer taraftan, siklamen bitkileri üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmada, tuz uygulamaları neticesinde artan tuzluluk düzeyindeki artışa paralel olarak yaprakta prolin düzeyinin de yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 4). Bohnert ve Sheveleva (1998)'ya göre prolin stres koşullarında artan, serbest oksijen radikallerinin etkisini azaltan ve stres şartlarına dayanımda ön planda yer alarak koruma sağlayan azot yapılı bir bileşik formudur. Farklı araştırmacılar tarafından da tuzluluk, kuraklık, yüksek ve düşük sıcaklık gibi birçok abiyotik stres faktörünün farklı bitki gruplarında prolin birikimini artırdığına yönelik tespitler rapor edilmiştir (Siripornadulsil ve ark., 2002; Asraf ve Harris, 2004).

## Tuz Stresinin Siklamenin (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) Bitki Gelişim Performansı ve Çiçeklenme Özelliklerine Etkileri

Çizelge 4. Farklı tuzluluk düzeylerinin *Cyclamen hederifolium* Aiton.'un bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerindeki etkisi.

	Y.Stoma direnci (s cm <sup>-1</sup> )	YOSİ (%)	Toplam klorofil (µg/100cm <sup>2</sup> )	MDA (µmol/g)	Toplam şeker (g/100g)	Prolin (µmol/g)
T <sub>1</sub> : Kontrol (K)	1,145 d	90,76 a	52,439a	4,19 d	1,409 d	1,316 d
T <sub>2</sub> : K+1 dS/m	1,619 c	87,23 b	47,021 b	9,41 c	1,687 c	2,870 c
T <sub>3</sub> : K+2 dS/m	1,860 b	81,44 c	32,053 c	22,53 b	1,940 b	4,090 b
T <sub>4</sub> : K+3 dS/m	2,192 a	73,09 d	24,690 d	32,71 a	2,027 a	5,734 a
LSD <sub>(0,05)</sub>	0,223	2,98	3,087	2,61	0,079	1,170

### Sonuçlar ve Öneriler

Siklamen (*Cyclamen* spp.) cinsi içerisinde yer alan *Cyclamen hederifolium* Aiton. türü Avrupa'nın en yaygın siklamen türlerinden biridir ve ülkemizde çoğunlukla Batı Anadolu'da doğal olarak yayılış gösteren ekonomik öneme sahip geofit bitkidir. Bu çalışmada, *Cyclamen hederifolium* Aiton. türü üzerinde farklı tuzluluk düzeylerinin etkileri incelenmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar, hazırlanan farklı düzeydeki NaCl konsantrasyonu ile gerçekleştirilen tuz uygulamalarının *Cyclamen hederifolium* Aiton.'nun bitki gelişim performansını önemli düzeyde etkilediğine işaret etmektedir. Tuzluluk düzeyindeki artış neticesinde bu siklamen türünde bitkinin yeni oluşan yapraklarının daha küçük olduğu, yaprak ve yumru ağırlığının azaldığı, bitkide çiçeklenmenin geciktiği ve meydana gelen çiçek tomurcuğu sayısında ise belirgin düzeyde azalma olduğu belirlenmiştir. Bitkinin fenolojik ve morfolojik özelliklerinde görülen bu değişimler *Cyclamen hederifolium* Aiton.'un tuz stresine verdiği önemli bir yanıtıdır. Diğer taraftan, yükselen tuzluluk değerlerine karşın bitkide fizyolojik ve biyokimyasal bakımdan da tepkiler söz konusudur. Bitki hücrelerine Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının sızması sonucunda ozmotik potansiyel düşük seyretmiş ve tuzluluk düzeyindeki artışa bağlı olarak strese giren bitkilerde metabolizmanın yavaşladığı gözlenmiştir. Bu durum çalışmada kullanılan siklamen bitkilerinde büyüme ve gelişmenin tuz uygulamalarından önemli düzeyde etkilendiğini göstermektedir. Öte yandan, siklamenin tuz stresinden kaçınmak ve yapraktan transpirasyonu azaltmak için stomalarını kapatıp stomal direnci arttırdığı, buna karşın yaprak oransal su içeriği ve klorofil miktarının ise azaldığı belirlenmiştir. Bitkide yüksek tuzluluk seviyelerinde lipid peroksidasyon düzeyinin yükselmesi, toplam şeker miktarı ve prolin konsantrasyonunun artması da siklamenin tuz stresine girdiğini gösteren başlıca diğer parametrelerdir.

Sonuç olarak; tuz stresinin etkileri göz önüne alındığında, *Cyclamen hederifolium* Aiton.'un 2dSm<sup>-1</sup> e kadar olan tuzluluk düzeyine tolerasyon gösterdiği, bunu üzerindeki tuzluluk düzeylerinden olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Bu bakımdan bitki özellikle yüksek seviyede tuzluluk problemi olmayan alanlarda ve farklı yetiştirme ortamlarında saksılı süs bitkisi olarak değerlendirilebilir.

**Not:** Bu çalışma, ÇOMÜ Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında yürütülmüş, BAP tarafından 2009/86 nolu proje kapsamında desteklenmiş olan; 'Türkiye'de Doğal Yayılış Gösteren Bazı Siklamen Türlerinde Abiyotik Stres Koşullarının Bitki Gelişimi ve Çiçeklenme Üzerine Olan Etkilerinin Belirlenmesi' başlıklı Doktora Tez çalışmasından üretilmiştir.

## Kaynakça

- Agastian P., Kingsley S.J. ve Vivekanandan M., 2000. Effect of Salinity on Photosynthesis and Biochemical Characteristics in Mulberry Genotypes. *Photosynthetica*, (38): 287-290.
- Asraf M. ve Harris P.J.C., 2004. Potential Biochemical Indicators of Salinity Tolerance in Plants. *Plant Sci.* (166): 3-16.
- Barış M.E., 2007. Kurakçıl Peyzaj, *Bilim ve Teknik*, vol.478: 24-26, TÜBİTAK.
- Bates L.S., Waldren R.P. ve Teare I.D. 1973. Rapid Determination of Free Proline for Water-Stress Studies. *J. Plant and Soil.* (39): 205-207.
- Bohnert H.J ve Sheveleva E., 1998. Plant Stress Adaptations Making Metabolism Move. *Current Opinion in Plant Biology*, (1): 267-277.
- Eriş A., Sivritepe N. ve Sivritepe H.Ö., 1998. Asmalarda Su Stresine Karşı Ortaya Çıkan Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Reaksiyonlar. *IV. Bağcılık sempozyumu*, 20-23 Ekim, Yalova, s. 64-68.
- Hoagland D.R. ve Arnon D.I. 1938. The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil. *Circ. Calif. Agr. Exp. Sta.*, 347-461.
- Holden M., 1976. Chlorophyll in Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments. Vol. 2 (T. W. Goodwin, Ed.). Academic Press, London pp: 1 – 37
- Jones H.G., 1992. *Plants and Microclimate*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Kaynaş N. ve K. Kaynaş, 2001. Farklı Kurak Koşullar Altında Bulunan Erik Çöğür Anaçlarında Meydana Gelen Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişimler. *I. Sert Çekirdekli Meyveler Semp.* 25-28 Eylül 2001, S 213-220. Yalova.
- Lutts S., Kinet J.M. ve Bouhartmont. J., 1996. NaCl-Induced Senescence in Leaves of Rice (*Oryza sativa L.*) Cultivars Differing in Salinity Resistance. *Ann. Bot.*, 78: 389-398.
- Mathew B. ve Özhatay N., 2001. Türkiye'nin Siklamenleri. Türkiye Doğal Hayatı Koruma Derneği, Sirkeci, İstanbul, 32s.
- Romanello G.A., Chuchra-Zbytniuk K.L, Vandermer J.L. ve Touchette B.W., 2008. Morphological Adjustments Promote Drought Avoidance in The Wetland Plant *Acorus americanus*. *Aquatic Botany*, Volume 89, Issue 4, November 2008, p 390-396
- Ross A. F., 1959. Dinitrophenol Method for Reducing Sugar, In Potato Processing. Ed. W. F. Tulburt and O. Smith. S. 469 – 470. *Tavi Publishing co.* Wesport, Connecticut.
- SAS Institute Inc., 2003. 100 SAS Campus Drive Cary, NC 27513-2414 USA
- Siripornadulsil S., Train S., Verma D.P.S. ve Sayre R.T., 2002. Molecular Mechanisms of Proline-Mediated Tolerance to Toxic Heavy Metals in Transgenic Microalgae. *Plant Cell* 14, 2837-2847.
- Sonneveld C. ve Voogt T., 1983. Studies on The Salt Tolerance of Some Flower Crops Grown Under Glass. *Plant and Soil*, 74, 41-52.
- Türkan İ., Bor M., Özdemir F. ve Koca H., 2005. Differential Responses of Lipid Peroxidation and Antioxidants in the Leaves of Drought-Tolerant *P. acutifolius* Gray and Drought Sensitive *P. vulgaris* L. Subjected to Polyethylene Glycol Mediates Water Stress. *Plant Science*, 168; 223-231.
- Yaşar F., 2003. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin *in vitro* ve *in vivo* Olarak İncelenmesi. Doktora Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yıldırım M., Akçal A. ve Kaynaş K., 2009. The Response of *Cyclamen hederifolium* to Water Stress Induced by Different Irrigation Levels, *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (6), 1069-1073 p, 20, March 2009.