



## Farklı Su Stresi Düzeylerinde Siklamenin Fizyolojik ve Morfolojik Özelliklerindeki Değişimin Belirlenmesi<sup>A</sup>

Kürşad DEMİREL<sup>1\*</sup>, G. Rumeysel ÇATIKKAŞ<sup>2</sup>, Beyza KESEBİR<sup>3</sup>,  
Gökhan ÇAMOĞLU<sup>4</sup>, Hakan NAR<sup>5</sup>

**Öz:** Ülkemizde, süs bitkilerinde su stresine karşı bitkilerin verdiği tepkilerin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar yetersiz kalmıştır. Bu nedenle, farklı süs bitkilerinde veya aynı bitkilerin farklı çeşitlerinde yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu araştırma, 2018 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Terzioğlu Yerleşkesinde bulunan Ziraat Fakültesi Bitki Stresi İzleme ve Termografi Laboratuvarında (BİSİTLAB) yürütülmüştür. Bu çalışmada, iki farklı siklamen çeşidinin (kırmızı ve pembe çiçekli) bitki su tüketimi (ET), bitkisel özellikleri, yaprak sıcaklığı, stoma iletkenliği, klorofil okumaları ve NDVI değerlerindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada (7 gün aralıkla saksılarda tüketilen su miktarının tamamının uygulandığı (kontrol/%100) ve kontrol seviyesine uygulanan su miktarının %75'i, %50'si, %25'inin verildiği üç farklı su stresi düzeyi olmak üzere) dört farklı sulama seviyesi oluşturulmuştur. Laboratuvar koşullarında 16/8 saat

<sup>A</sup> Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>1</sup> Kürşad DEMİREL, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çanakkale, Türkiye, [kdemirel@comu.edu.tr](mailto:kdemirel@comu.edu.tr), [OrcID0000-0002-2029-5884](https://orcid.org/0000-0002-2029-5884)

<sup>2</sup> G. Rumeysel ÇATIKKAŞ, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çanakkale, Türkiye, [rumeysel1996@gmail.com](mailto:rumeysel1996@gmail.com), [OrcID 0000-0003-4413-2681](https://orcid.org/0000-0003-4413-2681)

<sup>3</sup> Beyza KESEBİR, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çanakkale, Türkiye, [beyzakesebir10@gmail.com](mailto:beyzakesebir10@gmail.com), [OrcID 0000-0002-3604-481X](https://orcid.org/0000-0002-3604-481X)

<sup>4</sup> Gökhan ÇAMOĞLU, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale, Türkiye, [camoglu@comu.edu.tr](mailto:camoglu@comu.edu.tr), [OrcID 0000-0002-6585-4221](https://orcid.org/0000-0002-6585-4221)

<sup>5</sup> Hakan NAR, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale, Türkiye, [hakannar22@gmail.com](mailto:hakannar22@gmail.com), [OrcID 0000-0002-5354-6379](https://orcid.org/0000-0002-5354-6379)

fotoperiyot uygulaması yapılmıştır. Deneme boyunca ortam sıcaklığı 20°C olarak tutulmuştur. Her sulamadan önce tüm bitkilerde fizyolojik ve morfolojik ölçümler yapılmıştır. Çalışma sonucunda, su stresinin ölçülen tüm verileri olumsuz etkilediği görülmüştür. Kırmızı ve pembe çiçekli siklamen çeşitlerindeki ET değerleri sırasıyla 2.07-2.89 mm gün<sup>-1</sup> ve 1.70-2.75 mm gün<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Pembe çiçekli siklamen çeşidinin ET değeri, kırmızı çiçekli olana oranla daha düşük olduğu için kuraklığa daha dayanıklı olduğu söylenebilir. Pembe çiçekli siklamende sulama düzeylerindeki azalışa bağlı olarak bitki boylarında da bir azalma söz konusu iken, kırmızı çiçekli siklamende böyle bir sonuca varılamamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki su tüketimi, *Cyclamen persicum*, su kısıtı, süs bitkisi.

## Determination of Changes in Physiological and Morphological Properties of Cyclamen in Different Water Stress Levels

**Abstract:** In our country, studies on the determination of the reactions of plants against water stress in ornamental plants were insufficient. Therefore, studies are needed in different ornamental plants or in different varieties of the same plants. This research was conducted in 2018 at Çanakkale Onsekiz Mart University, Terzioğlu Campus, Faculty of Agriculture, Plant Stress Monitoring and Thermography Laboratory (COSMOTLAB). In this study, it was aimed to determine the changes in plant water consumption (ET), plant characteristics, leaf temperature, stomatal conductance, chlorophyll readings, and NDVI values of two different cyclamen varieties (red and pink flowering). In the study (four different irrigation levels, including the total amount of water consumed in the pots at 7 days intervals (control/100%) and three different water stress treatments, 75%, 50%, 25% of the water applied to the control) was formed. 16/8-hour photoperiod was applied in laboratory conditions. The ambient temperature was maintained at 20 °C throughout the trial. Physiological and morphological measurements were performed in all plants before each irrigation. As a result of the study, it was seen that water stress negatively affected all measured data. ET values of red and pink flowering cyclamen varieties were found to be 2.07-2.89 mm day<sup>-1</sup> and 1.70-2.75 mm day<sup>-1</sup>, respectively. It can be said that the color of pink flowering cyclamen ET is more resistant to drought because of its lower ET value. Pink flowering cyclamen decrease in plant sizes due to a decrease in irrigation levels. However, such a conclusion could not be reached in red flowering cyclamen.

**Keywords:** Plant water consumption, *Cyclamen persicum*, water deficit, ornamental plants.

## Giriş

Geofitlerin yani diğer adıyla soğanlı bitkilerin gelişim sürecindeki önemli görülen faktörler, diğer bitki türlerine kıyasla farklılık göstermektedir. Bundan ötürü geofit türleri üzerine yapılan araştırmalardan yeterli derecede bilgi ve verilere sahip olunamamıştır. Bu bitki türleri kök ve sürgün sistemi açısından farklı bir gövde yapısına sahiptir. Geofitler, kök kısımları soğana benzeyen ve besin elementleri içeren, iki veya daha çok yıllık özelleşmiş gövdeli bitkilerdir. Gelişim döneminden sonra soğanlar dormansi dönemine geçer (Ergun ve ark., 1997; Akçal, 2012). Ülkemiz, birçok geofit türü barındırmaktadır. Bu türler insan tahribinden dolayı koruma altında tutulmaktadır. Dünyada toplam 22 tür ile var olan siklamenin, Türkiye’de 10 türü yayılış göstermektedir (Grey-Wilson, 2002; Yalçın Mendi ve Çürük, 2017). Siklamen, yazları toprak altında ve uyku halinde olan, yaprak formları kalp şekline benzeyen, koyu ve açık yeşil yaprak renkli ve uzun petallere sahip çiçek yapısıyla ilgi odağı olan bitkilerdendir. Siklamenin ilkbahar ya da sonbahar aylarında çiçeklenen türleri mevcuttur. Kremden kırmızı ve tonlarına kadar değişebilen renkleri bulunur. Siklameni diğer geofit türlerinden ayıran en önemli özelliklerden birisi, gövde ve organlarını korumak için içinde oluşturduğu savunma mekanizmasıdır. Farklı dönemlerde çiçek açabilen türleri olması dolayısıyla süs bitkisi olarak da karşımıza çıkan siklamen, zambak, şeker vb. biyokimyasal maddelerden dolayı ilaç ve kimya sektöründe de hammadde olarak kullanıldığı belirlenmiştir (Gökçeoğlu ve Sukatar, 1985; Mathew ve Özhatay, 2001; Müftüoğlu ve ark., 2006; Akçal, 2012).

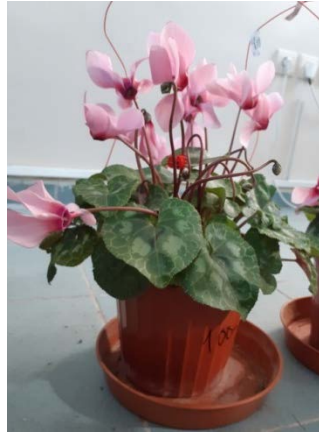
Dünyada ve ülkemizde siklamen bitkisiyle ilgili olarak yapılan çalışmalarda; Müftüoğlu ve ark. (2009), *Cyclamen hederifolium* gelişimi üzerinde farklı miktarda azot, fosfor ve potasyum uygulamalarının etkilerini incelemiştir. Goto ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada, bahçe tipi siklamenin, yaz mevsimi süresince polietilen saksıda, günlük ve genel sulaması yapılarak, buharlaştırıcı soğutma koşullarında büyüme ve çiçeklenmesini incelemiştir. Sonuç olarak, polietilen içermeyen saksıda yetişen siklamenlerde ortalama bitki sıcaklığının azalması bitki gelişiminin arttığını belirtmişlerdir. Beeks ve ark. (2013) *Cyclamen persicum*’un biyobozunur kaplarda gelişmesini incelemiştir. Plastik, biyoplastik, katı pirinç, oluklu pirinç, kâğıt, turba, süt gübresi, odun lifi, pirinç samanı ve hindistancevizi lifi kapları kullanılmıştır. Plastik kaplarda yetiştirilen bitkiler, diğer ortamlarda yetiştirilenlere göre daha düşük kuru sürgün ağırlığına sahip olduğu belirtmişlerdir. Ayrıca, plastik kap haricinde tek olumsuz sonucu odun lifi kabı verdiğini bildirmişlerdir.

Kuraklık, bitkinin strese girmesine ve bu yüzden veriminin azalmasına hatta bitkinin ölmesine neden olan en önemli faktörlerden biridir. Doğal bir stres faktörü olan kuraklık, kullanılabilir tarım alanları için stres faktörleri incelendiğinde %26 ile en büyük payı almaktadır (Blum, 1986; Erdoğan Bayram, 2018). Kuraklık ve buna bağlı olarak su stresi, dünyadaki tarımsal faaliyetler yanında peyzaj alanlarında kullanılan bitkilerini etkileyen en önemli stres etmenlerinden birisidir. Buna rağmen, su stresinin siklamen türleri üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar yetersiz kalmıştır. Bu çalışmada, su stresi koşulları altında yetiştirilen iki farklı siklamen çeşidinin (kırmızı ve pembe çiçekli) fizyolojik ve morfolojik özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Deneme Kurulumu

Bu araştırma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Terzioğlu Yerleşkesinde bulunan Ziraat Fakültesi Bitki Stresi İzleme ve Termografi Laboratuvarında (BİSİTLAB) yürütülmüştür. Oda sıcaklığı 20°C de sabit tutulmuş ve 16/8 saat fotoperiyot uygulanmıştır. Cyclamen familyasına ait Persicum cinsi içerisinde yer alan iki farklı siklamen çeşidi (kırmızı ve pembe çiçek renkli) bitkisel materyal olarak kullanılmıştır (Şekil 1a, 1b).



Şekil 1a. *Cyclamen persicum* var. 'Pembe' Şekil 1b. *Cyclamen persicum* var. 'Kırmızı'

Her iki siklamen çeşidi için büyüklüğü ve hacmi eşit olan (6 litre) saksılar seçilmiştir. Yetiştirme ortamı olarak 1:1 torf + perlit karışımı kullanılmıştır (Şekil 2). Deneme, dört farklı sulama seviyesinde (7 gün aralıkla saksılarda tüketilen su miktarının tamamının uygulandığı kontrol/%100 ( $I_{100}$ ) grubu ve kontrol grubuna uygulanan su miktarının %75'i ( $I_{75}$ ), %50'si ( $I_{50}$ ), %25'inin ( $I_{25}$ ) verildiği üç farklı su stresi düzeyi) ve üç tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur (Şekil 3). Deneme öncesinde her bir saksının saksı kapasitesi (tarla kapasitesi) belirlenmiştir. Bu işlemden önce, denemede kullanılacak tüm saksıların darası, bitki ve yetiştirme ortamı ağırlıkları göz önüne alınıp tüm saksıların ağırlıkları eşitlenmiştir. Tüm saksılar suyla birkaç kez doymuş hale getirilmiş ve sonrasında üzerleri buharlaşmayı önleyici bir örtü ile kaplanmıştır. Saksıların altından su akışı bittiği an saksıların ağırlıkları tartılarak saksı kapasiteleri belirlenmiştir (Çamoğlu, 2003). Saksılar dikimle birlikte saksı kapasitesine çıkacak şekilde bütün konulara eşit olarak uygulanmıştır. İlk olarak bütün saksılara eşit miktarda su verilmiştir. Su kısıtına geçildikten sonra haftalık olarak  $I_{100}$  grubuna uygulanan suyun %75'i, %50'si ve %25'i alınarak diğer seviyelerdeki sulamalar yapılmıştır.



Şekil 2. Deneme kurulumu



Şekil 3. Deneme deseni

Bitki su tüketiminin belirlenmesinde Eşitlik 1'den yararlanılmıştır (James, 1988). Deneme kontrollü şartlarda yapıldığı için yağmur, yüzey akış ve derine sızma ihmal edilmiştir.

$$ET=I+P-D\pm R\pm\Delta s \quad (1)$$

Eşitlikte; ET = *Evapotranspirasyon (mm)*, I = *Sulama suyu miktarı (mm)*, P = *Yağış (mm)*, D = *Derine sızma(mm)*, R = *Yüzey akışı (mm)*, Δs = *iki örnekleme arasındaki nem değişimi (mm)*.

### Fizyolojik Ölçümler

**NDVI (Normalize Edilmiş Vejetatif Değişim İndeksi):** NDVI ölçümleri SRS-NDVI sensörleri (Decagon SRS-Nr NDVI) aracılığıyla ile belirlenmiştir. Cihaz NIR, RED ve VIS bölgedeki yansımaları ölçerek Eşitlik 2 ile NDVI (Penuelas ve ark., 1997) değerlerini doğrudan vermektedir (Şekil 4). NDVI değerleri, farklı sulama seviyeleri için 7 gün aralıklarda, sulama öncesinde her saksıdan her bir bitki için belirlenmiştir.

$$NDVI = \frac{R_{800}-R_{680}}{R_{800}+R_{680}} \times 100 \quad (2)$$





Şekil 4. NDVI ölçümü

**Yaprak Sıcaklığı:** Yaprak sıcaklıkları Fluke 574 Infrared Termometre ile ölçülmüştür (Şekil 5). Söz konusu ölçümler, farklı sulama seviyeleri için 7 gün aralıklarda, sulama öncesinde her saksıdan rastgele seçilen bir yaprakta yapılmıştır.



Şekil 5. Yaprak sıcaklığı ölçümü

**Klorofil Okumaları:** Siklamen yapraklarının klorofil miktarı FieldScout CM 1000 yardımıyla ölçülmüştür. Söz konusu ölçümler, farklı sulama seviyeleri için 7 gün aralıklarda, sulama öncesinde her saksıdan rastgele seçilen bir yaprakta yapılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Klorofil okumaları

**Stoma İletkenliği:** Stoma iletkenliği, difüzyon yaprak porometresi (Decagon SC-1) ile ölçülmüştür. Söz konusu ölçümler, farklı sulama seviyeleri için 7 gün aralıklarda, sulama öncesinde her saksıdan rastgele seçilen bir yaprakta yapılmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Stoma iletkenliği ölçümü

### Morfolojik Ölçümler

**Bitki Boyu (cm):** Saksıdaki ortam yüzeyi ile bitkinin en üst noktası arasında kalan kısım cetvelle ölçülmüş ve ortalama değer hesaplanmıştır.

**Bitki Çapı (cm):** Belirlenen yöne göre x ve y doğrultularında ölçülüp ortalamaları alınmıştır.

**Çiçek Sayısı (Adet):** Deney süresince oluşan çiçek sayıları belirlenip ortalamaları alınmıştır.

**Çiçek Sap Uzunluğu (cm):** Toprak seviyesi ile çiçek tablası arasındaki uzunluk cetvel ile ölçülmüş, ortalama değer hesaplanmıştır.

**Çiçek Sap Çapı (mm):** Çiçek sapının orta kısmı belirlenerek kumpas kullanılarak ölçüm yapılmıştır.

**Çiçek Çapı (cm):** İşaretlenen çiçekler, belirlenen yöne göre x ve y doğrultularında ölçülüp ortalama değerleri hesaplanmıştır.

**Yaprak Kalınlığı (mm):** İşaretlenen yaprakların kumpas kullanılarak kalınlığı ölçülmüştür.

### İstatistik Analiz

Çalışmada yapılan uygulamaların sonucunda elde edilen verilerin (çiçek sayısı hariç) arasındaki farkın önemli olup olmadığı ( $p=0.05$ ) tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ile belirlenmiştir. Farkın önemli olması durumunda, sulama seviyeleri arasındaki farklılığı belirlemek için Duncan testi kullanılmıştır. Çiçek sayısı verilerinin analizinde parametrik olmayan Friedman testi (Friedman, 1937) ve gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesinde Bonferroni çoklu karşılaştırma testi (Dunnnett, 1964) kullanılmıştır. Denemede kullanılan çiçek türlerinin karşılaştırılması için Independent T-Testi kullanılmıştır. Tüm istatistik verilerin değerlendirilmesinde SPSS 19.0 paket programı kullanılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Sulama Suyu ve Bitki Su Tüketimi

Çalışma, 9 Ekim 2018 ile 23 Kasım 2018 tarihleri arasında yürütülmüştür. Sulama uygulamaları deneme bitiminden bir hafta önce sonlandırılmıştır. Deneme boyunca 7 gün aralıklarla, sulama öncesi olmak üzere toplam 6 ölçüm yapılmıştır. Tüm sulama seviyelerinde denemenin sonuna kadar ölçümler yapılmıştır. Sulama seviyelerine geçildikten sonra farklı çeşitlere uygulanan sulama suyu miktarı (ml) Çizelge 1’de gösterilmiştir. Sulama uygulamalar geçilinceye kadar tüm saksılara 500 ml su verilmiştir.

**Çizelge 1.** Farklı su seviyeleri için uygulanan sulama suyu miktarları (ml)

Sulama Seviyesi	DSG <sub>10</sub>		DSG <sub>17</sub>		DSG <sub>24</sub>		DSG <sub>31</sub>		DSG <sub>38</sub>		Toplam Sulama Suyu	
	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı
I <sub>100</sub>	350	510	520	400	396	490	298	372	422	460	2486	2732
I <sub>75</sub>	260	446	390	300	297	389	223	279	316	346	1986	2260
I <sub>50</sub>	170	534	260	200	198	246	149	186	211	231	1488	1897
I <sub>25</sub>	80	470	125	100	99	123	75	93	105	115	984	1401

DSG= Dikimden Sonraki Gün

Pembe ve kırmızı siklamen çeşitlerine uygulanan toplam sulama suyu miktarına bağlı olarak gelişme dönemindeki bitki su tüketim değerleri sırasıyla 78.2 – 126.5 mm ve 95.2 – 132.9 mm arasında hesaplanmıştır (Çizelge 2). Her iki çeşitte en yüksek bitki su tüketimi değerleri I<sub>100</sub> seviyesinden elde edilmiştir. Tüm sulama seviyeleri incelendiğinde kırmızı renkli siklamen çeşidinde pembe renkliliğe göre bitki su tüketimi değeri daha yüksek bulunmuştur.

**Çizelge 2.** Farklı sulama düzeylerinde siklamen çeşitlerindeki bitki su tüketim değerleri

Sulama Seviyesi	Cyclamen persicum ‘Pembe’ (mm)	Cyclamen persicum ‘Kırmızı’ (mm)
I <sub>100</sub>	126.5	132.9
I <sub>75</sub>	117.3	125.1
I <sub>50</sub>	100.3	116.8
I <sub>25</sub>	78.2	95.2

### Fizyolojik Ölçümler

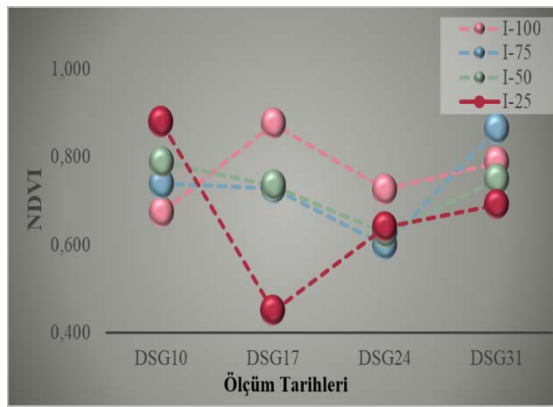
Deneme süresince NDVI (Normalize Edilmiş Vejetatif Değişim İndeksi) dışında diğer tüm seviyelerde yaprak sıcaklığı, klorofil okumaları ve stoma iletkenliği değeri olmak üzere 7 gün aralıklarla DSG<sub>10</sub> ve DSG<sub>45</sub> arasında



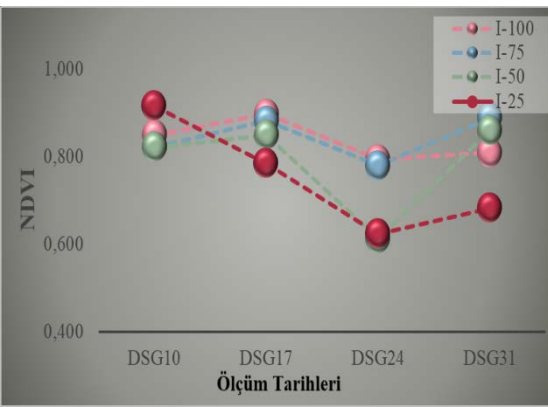
toplam 6 ölçüm yapılmıştır. Sadece NDVI konusunda sensörlerde meydana gelen sıkıntı nedeniyle DSG<sub>10</sub> ve DSG<sub>31</sub> arasında toplam 4 ölçüm yapılmıştır.

### NDVI

Pembe siklamende DSG<sub>17</sub>'de I<sub>25</sub> seviyesinde en düşük değer ölçülürken, I<sub>100</sub> seviyesinde en yüksek değer ölçülmüştür (Şekil 8a). DSG<sub>24</sub>'de I<sub>100</sub> seviyesi hariç diğer seviyelerde yakın değerler belirlenmiştir. Şekil 8b'ye bakıldığında, kırmızı siklamende DSG<sub>10</sub>'da I<sub>25</sub> seviyesi en yüksek değerini almıştır. Sonrasındaki üç haftalık süreçte değerlerde düşüş gözlemlenmiştir. DSG<sub>24</sub>'te ise I<sub>25</sub> ve I<sub>50</sub>, I<sub>100</sub> ve I<sub>75</sub> seviyelerinde yakın değerler ölçülmüştür (Şekil 8b).



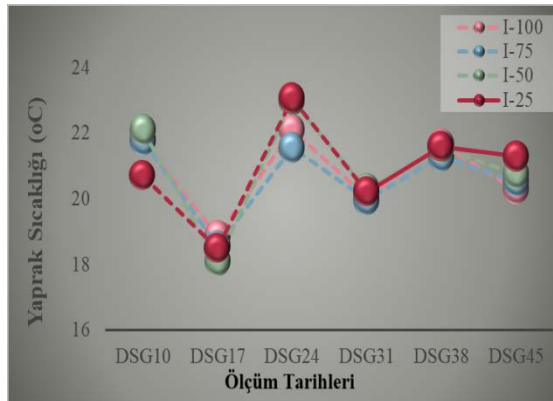
Şekil 8.a. Pembe siklamen NDVI değerleri



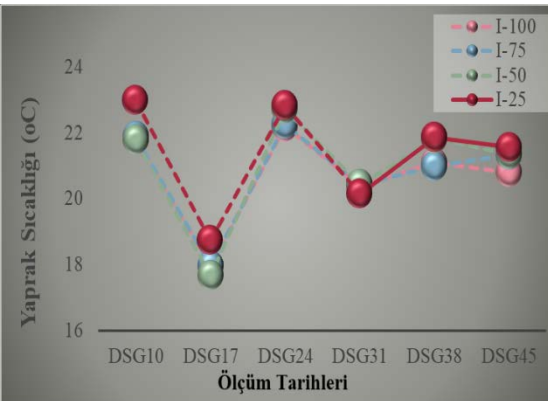
Şekil 8.b. Kırmızı siklamen NDVI değerleri

### Yaprak Sıcaklığı

Her iki renkte de bütün seviyeler için en düşük değer DSG<sub>17</sub>'de ölçülmüş, en yüksek değer ise I<sub>25</sub> seviyesi olmuştur. İki renk içinde seviyeler arasındaki farklılık benzer eğilim göstermiştir (Şekil 9).



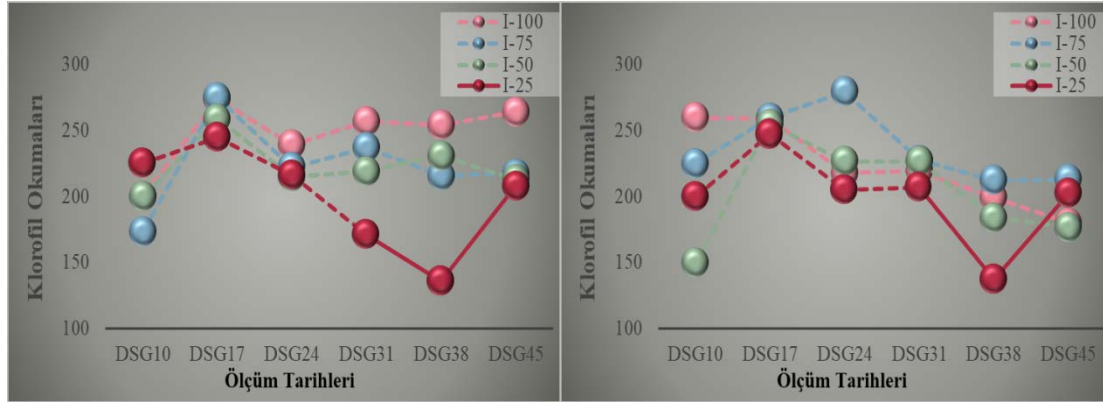
Şekil 9.a. Pembe siklamen yaprak sıcaklığı değerleri



Şekil 9.b. Kırmızı siklamen yaprak sıcaklığı değerleri

### Klorofil Okumaları

İki çiçek rengi için de  $I_{25}$  seviyesinin en düşük değeri  $DSG_{38}$ 'de, en yüksek değer  $I_{75}$  seviyesinde,  $DSG_{45}$ 'te ise  $I_{75}$  ve  $I_{25}$  seviyelerinde yakın değerler saptanmıştır (Şekil 10).

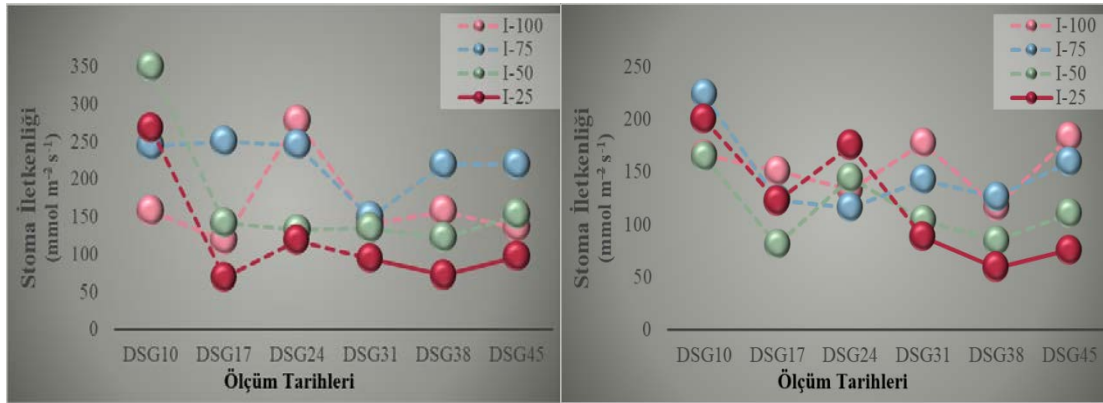


Şekil 10.a. Pembe siklamen klorofil okumaları

Şekil 10.b. Kırmızı siklamen klorofil okumaları

### Stoma İletkenliği

Pembe siklamende en yüksek değer  $I_{50}$  seviyesinde iken, kırmızıda ise  $I_{75}$  seviyesindedir. Her iki renkte en düşük değer  $I_{25}$  seviyesinde olduğu tespit edilmiştir.  $DSG_{38}$  ile  $DSG_{45}$  arasında iki renk için de  $I_{50}$  ve  $I_{25}$  seviyeleri benzer ivmelerde değişkenlik göstermiştir (Şekil 11). Sulama seviyelerine göre ortalama NDVI, yaprak sıcaklığı, klorofil okumaları, stoma iletkenliği değerleri Çizelge 3'te gösterilmiştir.



Şekil 11.a. Pembe siklamen stoma iletkenliği değerleri

Şekil 11.b. Kırmızı siklamen stoma iletkenliği değerleri

NDVI değerleri seviyelere göre incelendiğinde, pembe renkli çeşitte  $I_{100}$  seviyesi ile  $I_{75}$  ve  $I_{50}$  seviyesinde istatistiksel olarak bir fark bulunmamasına rağmen,  $I_{100}$  ve  $I_{25}$  seviyeleri arasındaki fark önemlidir (Çizelge 3). Kırmızı renkli çeşitte ise benzer durum geçerli olup, farklı olarak  $I_{100}$  ve  $I_{75}$  seviyesi  $I_{25}$  seviyesi ile farklılık göstermektedir. Aynı sulama seviyelerinde pembe ve kırmızı renkli çeşitlere göre NDVI incelendiğinde, yalnızca  $I_{75}$  seviyesindeki kırmızı renkli çeşidin NDVI değeri pembe renkliye göre daha fazla önem taşımaktadır. Yaprak

sıcaklığı değerlerine bakıldığında, pembe renkli çeşitte sulama seviyeleri arasında fark önemli çıkmamıştır. Kırmızı renkli de ise I<sub>25</sub> seviyesi ile diğer seviyeler arasında fark istatistiksel olarak önemli olduğu ve bununda stresin bir göstergesi olduğu söylenebilir. Pembe ve kırmızı renkli çeşitlerin yaprak sıcaklığı değerleri bakımından kıyaslandığında tüm sulama seviyelerinde istatistiksel olarak önemli fark tespit edilmemiştir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Sulama seviyelerine göre ortalama NDVI, yaprak sıcaklığı, klorofil okumaları, stoma iletkenliği değerleri

Sulama Seviyesi	NDVI		Yaprak Sıcaklığı		Klorofil Okumaları		Stoma İletkenliği	
	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
I <sub>100</sub>	0.8±0.02Ans	0.8±0.01Ans	21±0.04NSns	21±0.07Bns	248±9Ans	223±8ABns	166±2NSns	155±7Ans
I <sub>75</sub>	0.7±0.002ABb	0.8±0.01Aa	21±0.1NSns	21±0.07Bns	223±15ABns	236±2Ans	218±1NSa	149±11Ab
I <sub>50</sub>	0.7±0.02ABns	0.8±0.01ABns	21±0.03NSns	21±0.09Bns	223±10ABns	203±8Bns	150±17NSns	115±3Bns
I <sub>25</sub>	0.7±0.04Bns	0.7±0.03Bns	21±0.1NSns	21±0.08Ans	200±8Bns	200±7Bns	99±17NSns	120±8Bns

\* Aynı sütunda farklı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ve seviyeler arasındaki farklılığı göstermektedir. Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ve çeşitler arasındaki farklılığı göstermektedir ( $p \leq 0.05$ ).

Klorofil değerleri bakımından, pembe renkli çeşitte I<sub>100</sub> seviyesi ile I<sub>75</sub> ve I<sub>50</sub> seviyelerinde istatistik olarak fark bulunmamasına rağmen, I<sub>100</sub> ve I<sub>25</sub> seviyeleri arasında fark önemli çıkmıştır. Kırmızı renkli çeşitte ise I<sub>75</sub> seviyesi ile I<sub>50</sub> ve I<sub>25</sub> seviyeleri arasında istatistiksel fark bulunmasına rağmen, I<sub>100</sub> seviyesi ile fark yoktur. Klorofil değerlerine bakıldığında, sulama seviyelerine göre renkler arasında farkların önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 3). Stoma iletkenliği değerlerinde, pembe renkli sıklamende sulama seviyelerine göre değerler arasında istatistiksel farklılık bulunmamaktadır. Aynı zamanda, kırmızı renkli sıklamen için I<sub>100</sub> ile I<sub>75</sub>, I<sub>50</sub> ile I<sub>25</sub> seviyeleri arasında istatistik olarak önemli fark tespit edilmemiştir. Bununla birlikte, I<sub>100</sub> ve I<sub>75</sub> sulama seviyeleri ile I<sub>50</sub> ve I<sub>25</sub> seviyeleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Farklı bitkilerde yapılan çalışmalarda, su stresinin verimi azalttığı ve fizyolojik ölçümlerle su stresinin etkilerinin belirlenebileceği bildirilmiştir (Demirel ve ark., 2010; Çamoğlu ve ark., 2019).

### Morfolojik Ölçümler

Bitki boyu, bitki çapı, çiçek sayısı, çiçek sap uzunluğu, çiçek sap çapı, çiçek çapı, yaprak kalınlığı olmak üzere toplam 7 adet morfolojik özellik ölçülmüştür. İstatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4a ve Çizelge 4b'de gösterilmiştir. Yaprak kalınlığı ve çiçek sap çapı parametrelerinde 5 ölçüm, diğer parametrelerde 6 ölçüm yapılmıştır.

**Çizelge 4a.** Sulama seviyelerine göre bitki boyu, bitki çapı ve yaprak kalınlığı değerleri

Sulama Seviyesi	Bitki Boyu (cm)		Bitki Çapı (cm)		Yaprak Kalınlığı (mm)	
	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
I <sub>100</sub>	21.0±0.5Ans	18.7±0.7NSns	26.7±0.7NSns	23.1±1NSns	0,6±0.02Bns	0.7±0.03Ans
I <sub>75</sub>	19.0±0.4Bns	19.3±0.9NSns	25.3±1.7NSns	22.5±0.5NSns	0.7±0.02Ans	0.7±0.04ABns
I <sub>50</sub>	15.9±0.2Cns	20.7±0.3NSns	27.4±1.5NSns	22.9±0.4NSns	0.7±0.02ABns	0.6±0.01ABns
I <sub>25</sub>	12.0±0.4Dns	19.3±0.3NSns	24.6±0.06NSns	23.4±0.3NSns	0.5±0.01Cns	0.6±0.01Bns

**Çizelge 4b.** Sulama seviyelerine göre çiçek sap çapı, çiçek çapı, çiçek sayısı ve çiçek sap uzunluğu değerleri

Sulama Seviyesi	Çiçek Sap Çapı (mm)		Çiçek Çapı (cm)		Çiçek Sayısı (Adet)		Çiçek Sap Uzunluğu (cm)	
	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
I <sub>100</sub>	3.1±0.1ABns	3.0±0.1NSns	6.7±0.9NSa	6.6±0.1Ab	15±1NSns	20±1Ans	19.9±0.4Ans	16.4±0.8Ans
I <sub>75</sub>	3.4±0.1ABns	3.1±0.0NSns	6.5±0.3NSns	6.1±0.4ABns	20±5NSns	22±1Ans	17.5±0.1Ba	16.3±0.5Ab
I <sub>50</sub>	3.4±0.0Aa	3.0±0.0NSb	5.5±0.2NSns	6.2±0.4ABns	18±5NSns	22±1Ans	15.3±0.4Cns	15.5±0.8Ans
I <sub>25</sub>	2.9±0.1Bns	3.0±0.1NSns	5.5±0.2NSns	5.1±0.2Bns	18±2NSns	12±2Bns	12.7±0.3Dns	12.7±0.5Bns

\* Aynı sütunda farklı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ve seviyeler arasındaki farklılığı göstermektedir. Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ve çeşitler arasındaki farklılığı göstermektedir ( $p \leq 0.05$ ).

Bitki boyu incelendiğinde, pembe renkli sıklamene çeşidinde tüm sulama seviyeleri birbirleri arasında istatistiksel anlamda farklılık göstermiştir. Kırmızı renkli çeşide bakıldığında ise sulama seviyeleri arasındaki farkın önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4a). Bitki çapı bakımından, pembe ve kırmızı renklerde seviyeler arasındaki farklılık önemsiz olmakla birlikte, renkler arasındaki sulama seviyelerine göre farklılıklar da önemsiz bulunmuştur. Bu sonuçla, su stresinin sıklamene bitki çapını etkilemediği söylenebilir. Yaprak kalınlığı değerleri bakımından, pembe renkli çeşitte, I<sub>50</sub> seviyesi hariç diğer sulama seviyeleri arasındaki fark önemlidir. Ayrıca, I<sub>50</sub> seviyesi ile I<sub>100</sub> ve I<sub>75</sub> seviyeleri arasında fark bulunmamıştır. Kırmızı renkli çeşitte ise, I<sub>100</sub> seviyesi hariç diğer sulama seviyelerinin birbirleri arasında fark istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. I<sub>100</sub> seviyesinin, I<sub>75</sub> seviyesi ile arasında fark bulunmazken, I<sub>25</sub> seviyesi ile arasında fark bulunmuştur.

Çiçek sap çapı değerleri incelendiğinde, pembe renkli çeşitte I<sub>100</sub>, I<sub>75</sub> ve I<sub>50</sub> seviyeleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önem değilken, I<sub>50</sub> ve I<sub>25</sub> seviyeleri arasında farkın önemli olduğu görülmüştür. Kırmızı renkli sıklamene ise çiçek sap çapı sulama seviyelerine göre farklılık göstermemektedir. Pembe ve kırmızı renkli çeşitler çiçek sap çapı değerleri bakımından kıyaslandığında, sadece I<sub>50</sub> seviyesinde pembe renkli çeşidin çiçek sap çapı değerinin kırmızı renklie göre daha fazla olduğu ve bu farkın önemli olduğu görülmüştür. Buna göre bitkinin su stresi arttıkça çiçek sap çapının da I<sub>50</sub> seviyesine doğru arttığı, fakat fazla su stresinde ise tekrar

azaldığı söylenebilir. Çiçek çapı değerleri incelendiğinde, pembe renkli çeşitte sulama seviyeleri arasında fark önemsiz çıkmıştır. Kırmızı renkli çeşitte  $I_{100}$  seviyesi ile  $I_{75}$  ve  $I_{50}$  seviyeleri istatistik olarak bir fark bulunmamasına rağmen,  $I_{100}$  ve  $I_{25}$  seviyeleri arasında istatistik olarak fark bulunmuştur. Çiçek sayısı, kırmızı renkli çeşitte sadece su stresinin en yoğun uygulandığı  $I_{25}$  seviyesinde azaldığı ve bu farkın önemli olduğu görülmüştür. Buradan, siklamen bitkisinin normal su stresi koşullarında çiçek sayısında bir azalma meydana getirmediği belirlenmiştir. Çiçek sap uzunluğu değerleri incelendiğinde, pembe renkli çeşitte sulama seviyelerinin birbirleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kırmızı renkli çeşitte ise,  $I_{25}$  seviyesi ile  $I_{100}$ ,  $I_{75}$  ve  $I_{50}$  seviyeleri arasındaki fark önemli çıkmıştır.  $I_{100}$ ,  $I_{75}$  ve  $I_{50}$  seviyeleri arasında ise fark bulunamamıştır. Bitki boyu, bitki çapı, çiçek sayısı ve yaprak kalınlığı parametrelerinde, pembe ve kırmızı renkli siklamen arasında kıyas yapıldığında, tüm sulama seviyeleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Farklı süs bitkilerinde yapılan su stresi çalışmalarında; Yıldırım ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, *Cyclamen hederifolium*'daki su kısıtının bitkinin morfolojik ve fizyolojik faktörler üzerindeki değişimlerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, yaprak alanı indeksi (LAI), suyun etkin kullanımı ve en uygun soğan gelişiminin  $I_{50}$  sulama düzeyinde olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, 114 mm'den daha az sulama suyunun verilmesi bitkinin morfolojik ve fizyolojik faktörlerini negatif yönde etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Akçal (2012), 3 siklamen türü (*C. hederifolium*, *C. cilicium*, *C. coum*) içinde farklı sulama seviyelerine bağlı olarak çiçek sayısının azaldığı, yaprak sayıları için ise %75 ve %100 seviyeleri arasında farkın önemli olmadığını belirtmiştir. Akçal ve ark. (2017), farklı glayöl çeşitlerinde (*White prosperity*, *Peter pears*, *Red balance* ve *Priscilla*) su stresinin etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, %25 oranında yapılan bir su kısıtının genel olarak tüm çeşitlerde ölçülen bitkisel özellikleri olumsuz yönde etkilemediğini belirtmişlerdir. Demirel ve ark. (2019), zinya (*Zinnia elegans*) bitkisinde farklı su kısıtı uygulamalarında bitkideki fizyolojik ve morfolojik özellikleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, su stresinin bitkisel özellikleri (çiçek sap uzunluğu, çiçek çapı ve çiçek sap çapı vb.) olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Buna ilaveten, çalışmada ölçülen fizyolojik özelliklerin de (yaprak oransal su içeriği ve stoma iletkenliği, klorofil okumaları vb.) aynı şekilde etkilendiğini bildirmişlerdir.

## Sonuç

Bu çalışmada, *Cyclamen persicum* türüne ait pembe ve kırmızı renkli iki siklamen çeşidine 4 farklı sulama seviyesi uygulanmıştır. Çalışmada, sulama kısıtına göre genel olarak tüm fizyolojik ve morfolojik parametrelerde azalmalar gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Pembe renkli siklamende sulama miktarındaki azalışa bağlı olarak bitki boyu ve çiçek sap uzunluğu gibi morfolojik özelliklerde azalmalar gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, kırmızı renkli siklamende ölçülen morfolojik özelliklerden hiçbirinde sulama seviyeleri net bir şekilde ayrılmamıştır. Süs bitkilerinde çiçek kalitesini etkileyen en önemli parametrelerden çiçek sayısı, çiçek çapı ve bitki çapı değerleri pembe renkli siklamen çeşidinde farklı sulama seviyeleri altında etkilenmediği görülmüştür. Buna ilaveten, bitki su tüketim değerleri bakımından iki çeşit karşılaştırıldığında, pembe renkli siklamenin



kırmızıya göre daha az su tükettiği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, pembe renkli siklamenin kırmızıya oranla su stresine daha fazla dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Morfolojik özelliklere ek olarak çalışma kapsamında ölçülen fizyolojik özelliklerden yaprak sıcaklığı ve stoma iletkenliği değerleri de bu sonucu desteklemektedir. Sonuç olarak, fizyolojik ölçüm parametrelerinin de siklamen bitkisinde su stresini ayırt edebilme potansiyelinin yüksek olduğu söylenebilir.

## Teşekkür Bilgi Notu

Çalışmada kullanılan bitkilerin temininde yardımcı olan Gülsa Çiçekçilik/Çanakkale firmasına teşekkür ederiz. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamış ve yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Kaynakça

- Akçal, A. 2012. Türkiye’de doğal yayılış gösteren bazı siklamen türlerinde abiyotik stres koşullarının bitki gelişimi ve çiçeklenmem üzerine olan etkilerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akçal, A. 2017. Farklı sulama düzeylerinin glayölde korm gelişimi ve çiçeklerin vazo ömrü üzerine olan etkileri, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, FHD-2016-1031 nolu proje sonuç raporu.
- Beeks, S.A. and Evans, M.R. 2013. Growth of Cyclamen in biocontainers on an ebb-and-flood subirrigation system. *Hort Technology*, 23(2): 173-176.
- Blum, A. 1986. Breeding crop varieties for stress environments, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2(3): 199-237.
- Çamoğlu, G. 2003. The effects of water stress on evapotranspiration and leaf temperatures of two olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Zemdirbyste-Agriculture*, 100(1): 91-98.
- Çamoğlu, G., Demirel, K., Akçal, A. ve Genç, L. 2019. Su stresinin sofralık domatesin verimi ve fizyolojik özellikleri üzerine etkileri. *Uludağ Üni. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1): 15-29.
- Demirel, K., Genç, L., Çamoğlu, G. ve Aşık, Ş. 2010. Karpuz bitkisinde yaprak su içeriği ve klorofil okumalarından yararlanarak su stresinin belirlenmesi. *Namık Kemal Üni. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(3): 155-162.

- Demirel, K., Çamoğlu, G., Akçal, A., Genç, L. ve Nar, H. 2019. Farklı sulama seviyelerinin zinyanın fizyolojik ve morfolojik özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, FBA-2018-2589 nolu proje sonuç raporu.
- Dunnnett, C.W. 1964. New tables for multiple comparisons with a control. *Biometrics*, 20(3): 482-491.
- Erdoğan Bayram, S. 2018. Su stresi ve bitkilerde su stresine bağlı fizyolojik değişimler, *Tralleis Elektronik Dergisi* 3(2): 219-228.
- Ergun, M.E., Erkal, S. ve Pezikoğlu, F. 1997. Doğadan sökülen çiçek soğanlarının sökümü, üretimi ve ticaretinin ekonomik yönden değerlendirilmesi. *Bilimsel Araştırma ve İncelemeler* Yayın No: 108: 51-64.
- Friedman, M. 1937. The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *Journal of the American Statistical Association (American Statistical Association)*, 32(200): 675-701.
- James, L.G. 1988. *Principles of Farm Irrigation Systems Design*, John Wiley and Sons, New York. p:543.
- Goto, T. 2011. Effects of polyethylene pot removal and irrigation method on growth and flowering of garden-type cyclamen, 10th International Symposium on Flower Bulbs And Herbaceous Perennials, 2008, Netherlands, p: 83-90.
- Gökçeoğlu, M. ve Sukatar, A. 1985. *Cyclamen hederifolium* aiton.'un yumru büyümesi üzerine araştırmalar, *Doğa Bilim Dergisi*, 9(2): 248-252.
- Grey-Wilson, C. 2002. *Cyclamen: A guide for gardeners, horticulturists, and botanists*, Pavillion Books Company Ltd. Batsford, pp:224.
- Mathew, B. ve Özhatay, N. 2001. *Türkiye'nin Siklamenleri*. Türkiye'de Doğal Olarak Yetişen Siklamen Türlerinin Tanıtım Rehberi, Türkiye Doğal Hayatı Koruma Derneği, İstanbul, ss:32.
- Müftüoğlu, N.M., Altay, H. ve Türkmen, C. 2006. Kazdağlarında korunması gereken bir değer *Cyclamen hederifolium*, II. Ulusal Kazdağı Sempozyumu, Çanakkale, ss:89-97.
- Müftüoğlu, N.M., Altay, H., Sungur, A., Erken, K. ve Türkmen, C. 2009. Effects of different N, P, and K applications on the mineral contents of tuber and leaves of *Cyclamen hederifolium* plants. *Biological Diversity and Conservation*, 2(1): 21-26.
- Penuelas, J., Pinol, J., Ogaya, R. and Filella, I. 1997. Estimation of plant water concentration by the reflectance water index WI (R900/R970). *Int. J Remote Sens*, 18: 2869-2875.
- Yalçın Mendi, Y. ve Çürük, P. 2017. Türkiye florası siklamenleri. *Plant Peyzaj ve Süs Bitkileri Dergisi*. <http://www.plantdergisi.com/yesim-yalcin-mendi/turkiye-florasi-siklamenleri.html> (Erişim tarihi: 05.09.2019)
- 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*, 8(6): 1069-1073.

