

Araştırma Makalesi

Kuraklık Stresi ve Sonrasında *Viburnum tinus* L. Bitkisinin Morfolojik ve Fizyolojik Tepkilerinin Belirlenmesi

Sıddık Doğan^{a,*}, Bülent Yılmaz^b^aMalatya Turgut Özal Üniversitesi, Battalgazi Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçeler Bölümü, Malatya, Türkiye^bİnönü Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Malatya, Türkiye

ÖNE ÇIKANLAR

- Kuraklık stresi sonyıllarda bitkileri olumsuz yönde etkilemektedir.
- Kuraklık stresinden sonra ölmeyip, iyileşme gösterebilen bitkilerin kullanımı önemlidir.
- Kurakçıl peyzaj uygulamaları, çatı bahçeleri ve olumsuz çevresel koşullara sahip alanların başarılı şekilde bitkilendirilmesi için uygun türlerin tespiti önemlidir.
- *Viburnum tinus* L. Herdem yeşil yaprakları ve çiçekleri ile etkili bir çalıdır.

MAKALE BİLGİSİ

Anahtar kelimeler:

Süs bitkileri
Kuraklık
İyileşme
Morfolojik özellikler
Fizyolojik özellikler

Geliş tarihi: 16 Mayıs 2025
Revizyon tarihi: 29 Mayıs 2025
Kabul tarihi: 2 Haziran 2025
Yayın tarihi: 30 Haziran 2025

* Sorumlu yazar:

siddik.dogan@ozal.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, peyzaj düzenlemesi yapılan alanlarda sıkça kullanılan her dem yeşil çalılardan *Viburnum tinus* L. (Filburnu), kontrolsüz cam sera koşullarında iki yıl tekrarlamalı olarak kuraklık stresi ve sonrasındaki iyileşme dönemindeki tepkilerinin belirlenmesi amacıyla incelenmiştir. Uygulamanın başlayacağı yılın 1 yıl öncesinden bitkiler, 1 yaşlı ve 2-3 litrelik saksılarda temin edilmiştir. Ertesi yıl kuraklık uygulaması bitkilerde ilk solgunluk görülünceye kadar suyun tamamen kesilmesi kontrol grubunda ise tarla kapasitesinde olacak şekilde sulamaya devam edilmiştir. İyileşme çalışmaları kuraklık uygulaması tamamlanan bitkilerin tarla kapasitesine kadar sulama yapılarak ve 15 gün tarla kapasitesinde tutularak gözlemlenmesinden sonra sonlandırılmıştır. Morfolojik parametrelerden yaprak alanı kuraklık uygulaması sonrasında azalmış, toplam biyo kütlede istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır. sürgün uzunluğu kuraklık uygulamasının 1. yılında önemli derecede azalmıştır. İyileşme uygulaması sonucunda, sürgün uzunluğu düzelmeye başlamış olup, kontrol grubuna oranla %25 daha kısa sürgün uzunluğu ölçülmüştür. Diğer uygulamalarda bu fark belirgin değildir. Fizyolojik parametrelerden fotosentezin, iki yıl uygulamasında kontrole oranla azaldığı, 2. yıl bitkinin kuraklık uygulaması sonrasında yapılan iyileşme sonucunda oranının hızlıca düzeldiği görülmüştür. Stoma iletkenliği kuraklık uygulamasında fotosentez ile benzer sonuçları vermiştir. Yaprak nispi su içeriği her iki yılda da kontrole göre düşmüş, iyileşme uygulaması sonrasında bitki kontrol ile aynı seviyeler ulaştırmıştır. Membran geçirgenliği kuraklık ile artmamıştır ve membran hasarı görülmemiştir.

Determination of Morphological and Physiological Responses of *Viburnum tinus* L. under Drought Stress and its Aftermath

Siddik Doğan^{a,*}, Bülent Yılmaz^b

^aMalatya Turgut Özal University, Battalgazi Vocational School, Department of Parks and Gardens, Malatya, Turkey

^bInonu University, Faculty of Fine Arts and Design, Department of Landscape Architecture, Malatya, Turkey

HIGHLIGHTS

- Drought stress has been negatively affecting plants in recent years.
- It is important to use plants that do not die after drought stress and can recover.
- It is important to identify suitable species for xeric landscaping applications, roof gardens and successful planting of areas with adverse environmental conditions.
- *Viburnum tinus* L. is an effective shrub with evergreen leaves and flowers.

ARTICLE INFO

Keywords:

Ornamental plants

Drought

Recovery

Morphological characteristics

Physiological characteristics

Received: 16 May 2025

Revised : 29 May 2025

Accepted: 2 June 2025

Published: 30 June 2025

*Corresponding author:

siddik.dogan@ozal.edu.tr

ABSTRACT

In this study, *Viburnum tinus* L. (Elephant Burnu), an evergreen shrub frequently used in landscaped areas, was examined in uncontrolled glass greenhouse conditions in order to determine its responses to drought stress and the subsequent recovery period in two repeated years. Plants were provided in 1-year-old and 2-3 liter pots 1 year before the application year. The following year, drought application was completely cut off until the first wilt was seen in the plants, and irrigation was continued at field capacity in the control group. Recovery studies were terminated after the plants that completed the drought application were irrigated up to field capacity and kept at field capacity for 15 days and observed. Leaf area among morphological parameters decreased after drought application, and no statistically significant difference was observed in total biomass. Shoot length decreased significantly in the first year of drought application. As a result of the recovery application, shoot length started to improve and 25% shorter shoot length was measured compared to the control group. This difference was not significant in other applications. Among physiological parameters, photosynthesis was observed to decrease in the two-year treatment compared to the control, and its rate rapidly recovered after the second year plant recovery after drought treatment. Stomatal conductance gave similar results to photosynthesis in the drought treatment. Leaf relative water content decreased in both years compared to the control, and after the recovery treatment the plant reached the same levels as the control. Membrane permeability did not increase with drought and no membrane damage was observed.

1. GİRİŞ

Son dönemlerde birçok bölgede etkileri görülmeye başlayan iklim değişikliği ve beraberinde getirdiği sorunlara karşı önlem alınması gerekmektedir. Küresel iklim anomalileri ve ekolojik dengenin bozulmasıyla birlikte, su kıtlığı tüm insanlığın karşı karşıya olduğu ciddi bir ekolojik sorun haline gelmiş ve kuraklık, tarımsal üretimin gelişimini kısıtlayan temel bir faktör haline gelmiştir (Yang vd. 2010). 2030'lu yıllara gelindiğinde gezegenin 1,5 °C ısınacağı tahmin edilmektedir. (IPCC-2021). Bu ısınmanın paralelinde birçok yaşam alanında kuraklığı

getireceği tahmin edilmektedir ve kurak ve yarı kurak iklimler dünya iklim tipinin 1/5'ini oluşturmaktadır. Bundan nedenle kuraklık veya susuzluk ve bununla mücadele yollarının araştırılması oldukça önem arz etmektedir. Peyzaj mimarlığının kuraklıkla ve oluşturduğu sorunlarla en hızlı karşılaştığı alanlardan kentsel yeşil alanlar su sürecini yönlendirme ve değerlendirmede önemli mekanlardır ve içme suyunun dönemsel olarak %30-70'i yeşil alanlarda kullanılmaktadır. Yeşil alanlarda kullanılan suyun daha etkin kullanılması gerçeğini ortaya çıkarmaktadır (Özyavuz ve Corbaci 2017).

Süs Bitkileri tür çeşitliliği ve ekolojik istekler bakımından peyzaj alanlarında kullanıma geniş bir yelpazede imkân tanımaktadır. Süs bitkileri sadece estetik zevk sunan türler ve/veya çeşitler değil, aynı zamanda verdikleri ekosistem hizmetleri ile çevreyi ve yaşam kalitemizi de iyileştirebilirler. Diğer kültür bitkileri verim miktarları gibi ölçülebilir değerler ile değerlendirilirken bunlardan farklı olarak farklı işlevlere sahip süs bitkileri ise ekosistem hizmetlerinin yanı sıra kullanıcı memnuniyeti ve maliyetler estetik değerler, gölgeleme, toprak örtüsü ve rekreasyon gibi faydalar içerir (Savé 2009, Toscano vd. 2019).

Küresel iklim değişikliğinin Kuraklık sonrası ve kuraklığa dayanıklı türlerin yaygınlaşması bölgelerde bu türlerin baskın olacağı ve doğal türlerin azalması ve yok olma tehlikesi de ayrı bir risk faktörü olarak görülmektedir (Dullinger vd. 2017).

Hareketsiz canlılar olan bitkiler; biyotik (patojenler, parazitler, otlatma) ve abiyotik (kuraklık, sel, tuzluluk, düşük-yüksek sıcaklıklar, ultraviyole radyasyon, besin eksikliği, ağır metal toksisitesi) gibi streslere maruz kalmaktadırlar. Stres kavramı; Shulaev vd. (2008)'de bitkilerde büyüme koşullarındaki herhangi bir değişiklik olup metabolik homeostazi bozan ve metabolik dengenin ayarlanmasını gerektiren bir durum olarak tanımlanmaktadır. Bitkilerin abiyotik strese karşı tepkilerini anlamak, bitki araştırmalarında önemli ve zorlayıcı bir konudur (Hirayama ve Shinozaki, 2010). Çünkü bitkilerin strese olan cevabı stresin yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak değişen dinamik bir süreçtir. Abiyotik streslere karşı tolerans oluşumu ise tüm organizma ve hücrese seviyelerde oldukça karmaşıktır (Korkmaz & Durmaz, 2017).

Bitki büyüme sürecindeki ana kısıtlayıcı faktörlerden biri olan kuraklık, bitki solunumunu, fotosentezi ve stoma hareketini engelleyebilir; böylece bitki büyümesini ve fizyolojik metabolizmayı etkiler. Kuraklık stresine yanıt olarak bitkiler, kuraklık stresini hafifletmek için morfolojik ve yapısal değişiklikler, kuraklığa dayanıklı genlerin ifadesi, hormonların sentezi ve ozmotik düzenleyici maddeler gibi kuraklık tepki mekanizmalarını harekete geçirirler (Yang vd., 2021). Bitki türleri arasında bu stresten dönemeyip ölenler, iyileşme süreleri, iyileştikten sonraki yaprak yüzey alanı, sürgün miktarı ve uzunlukları gibi bitki kalitesini ortaya koyan parametreler dikkate alınmaktadır. Genetik

bakımdan zayıf olanlar genellikle ölüme genetik bakımda güçlü olanlar ise iyileşerek yeniden yaşam faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu süreçler sonrasında bitkilerde maruz bırakılan stres faktörüne karşı bir hafıza da oluştuğu bilinmektedir ki bu bitkilerin tekrar bu stres faktörüne maruz kalması durumunda bitkinin hazırlıklı olmasını sağlamaktadır. Sorunlu peyzaj alanlarında ve suyun kısıtlı yada su etkin kullanım tasarımlarına bitkinin uygunluğunun belirlenmesi bu çalışmada aşılanmıştır. Viburnaceae familyasına ait tür Akdeniz bölgesinin yerlisidir. *Viburnum tinus* L. (Filburnu) (Güner vd., 2012) çit bitkisi olarak yüzyıllardır popüler olan yoğun, yaprak dökmeyen bir çalıdır (Şekil 1) (Sean Hogan 2004). Ülkemizin tüm sahil kesimlerinde doğal olarak yetişir 3 m boy 3 m taça ulaşabilir sık tepeli bir çalıdır. Sürgünleri az, tüylü ve çıplaktır. Her dem yeşil olan bu türün yaprakları 3-10 cm uzunlukta ve dar ve yumurta biçimindedir. Kenarları düz, ucu ve tabanı sivridir. Üst yüzü parlak koyu yeşil alt yüzü açık yeşil renkte olup ince tüyler bulunur. Kasım-Nisan ayları arasında çiçek açar çiçek renkleri beyaz ya da açık pembe renkte olabilir. Çiçekleri az kokuludur çiçek kurulları 10 cm çapındadır. Meyveleri son durumları şemsiyemsin kuruluştta önceleri koyu mavi sonrasında siyahımsıdır. Derin ve yayvan kök sistemi geliştirir. Işık- yarı gölge bitkisidir. Donlara duyarlıdır (-5°C). Ağır, killi, hafif asidik ve tuzlu topraklar ile sahil arazide yetiştirilmeye uygundur. Kirli hava şartlarına dayanıklıdır. Grup halinde ya da soliter kullanıma uygundur (Gülpınar, 2006).

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Malatya ili Battalgazi ilçesinde bulunan Malatya Turgut Özal Üniversitesi Battalgazi Meslek Yüksekokulu sera alanlarında 2023 ve 2024 yıllarında çalışma yürütülmüştür.

2.1. Materyal Temini

Viburnum bitkileri çelikle üretim yapan İzmir'in fidan deposu ticari firmalardan temin edilmiştir. Kullanılacak olan bitkiler çelikten üretilmiş 1 yaşlı ve 2-2.5 litre saksılarda, hastalık ve zararlı etkisi olmamış, kendi türleri içerisinde aynı boy ve fiziki özellikleri taşımaktadır.

2.2. Verilerin Analizinde Kullanılan Yöntemler

Vejetasyon başlangıcından sonra kuraklık uygulaması ve kontrolde 15'er adet bitki olacak şekilde saksılar iki gruba ayrılarak kurulan deneme

deseninde; birinci grup bitkilere (kontrol grubu (K) deneme süresi boyunca evapotranspirasyonla kaybolan su miktarı kadar sulama yapılmıştır. İkinci grup bitkilere ise fidanlarda büyüme başladıktan sonra yıllık sürgün yaklaşık 10-15 cm ulaştıktan sonra kurak stresi (ST) uygulaması başlatılmıştır. Tüm fidanlara başlangıçta tarla kapasitesi seviyesinde sulama yapılmış ve sonrasında ikinci grup bitkilere yapraklarda

solmanın başladığı ve yaprak renginin matlaştığı döneme kadar sulama yapılmamıştır. Sonrasında bitkiler tekrardan başlangıçtaki sulama düzeninde sulanarak (15 gün) iyileşme uygulaması (İY) yapılmıştır. Deneme, Tesadüf parsellerine göre faktöriyel tertipte, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 bitki olacak şekilde düzenlenmiştir ve 2 yıl tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.



Şekil 1. *Viburnum tinus* L. (Filburnu).



Nispi Sürgün Uzunluğu

Bitki büyümesinin başladığı ilkbahar döneminde yıllık sürgünler yaklaşık 10-15 cm'ye ulaşınca ilk ölçümler yapılmıştır. ST uygulamasında ikinci ölçümler ve İY'de 3. ölçümler yapılarak üç kez etiketlenmiş olan sürgünlerden ölçümler alınmıştır. (Alkan & Seferoğlu, 2014)'nün önerdiği yöntemle göre ölçülmüştür. Nispi sürgün uzunluğu oranı (NSU) aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir (Eşitlik 2.1).

$$NSU = \frac{SSU - İSU}{SSU} \times 100 \quad (2.1)$$

SSU: Son Sürgün Uzunluğu

İSU: İlk Sürgün Uzunluğu

Yaş ve Kuru Ağırlık Ölçümleri

Çalıların toprak üstü aksamı 3 tekrarlı (n=3) olacak şekilde tartılarak yaş ağırlıkları (gr bitki⁻¹), yaş ağırlığı belirlenen bitkilerin, 80°C'lik etüvde 48 saat kurutulup yeniden tartılmasıyla kuru ağırlıkları (gr bitki⁻¹) belirlenmiştir. Elde edilen bu verilere göre, yaş ağırlık stres tolerans indeksi (YASTI) (Eşitlik 2.2) ve kuru ağırlık stres tolerans

indeksi (KASTI) (Ahmad vd. 2009) göre hesaplanmıştır (Eşitlik 2.3).

$$YASTI = \frac{SMBYA}{KBYA} \times 100 \quad (2.2)$$

SMBYA: Strese maruz kalan bitkilerin yaş ağırlığı

KBYA: Kontrol bitkilerinin yaş ağırlığı

Yaprak Alanı

Bitkiden alınan olgunlaşmış yapraklar, hazırlanan şablon üzerinde cam altında fotoğraflanarak Imagej paket programında hesaplanmıştır.

Stoma İletkenliği

Bitkilerden rastgele seçilen gelişmesini tamamlamış yaprakların orta kısmından yaprak porometresi cihazı (AP4, Delta-T Devices) ile ölçülmüştür (mmol m² s⁻¹). Bu ölçümler her iki uygulama (kuraklık ve iyileşme) sonunda da öğlen 10:00-12:00 saatleri arasında yapılmıştır (Klepper, 1968).

Yaprak Nispi Su İçeriği

Vejetasyon döneminde ST ve İY uygulama

dönemlerinde bitkilerden alınan 2 yaprak tartılarak yaş ağırlığı, sonra saf su dolu petri kaplarında hava almayacak şekilde bekletilecek ve tartılarak turgor durumundaki ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 2). Sonra yaprak 80°C'de etüvde 48 saat tutularak (Şekil 3.22) kuru ağırlığı belirlenmiş ve aşağıdaki formüle göre (Eşitlik 2.4) nispi su içeriği hesaplanmıştır (Kaya, 2003).

$$YNSİ\% = \frac{YA-KA}{TA-KA} \times 100 \quad (2.4)$$

Membran Geçirgenliği

Membran geçirgenliği için her biri 1 cm² büyüklüğünde 3 yaprak diski alınmış ve cam tüpler içerisinde 3 kez saf sudan geçirilmiştir. Bu işlemin ardından 10 ml su eklenip kapalı viallerde 24 saat 25°C'de çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Hemen ardından EC ölçülerek (C₁), aynı örnekler 20 dk 120°C'de otoklavda bekletildikten sonra 25°C'ye kadar soğumaları beklenerek ve sonra yine EC ölçümü yapıp (C₂) bulunmuştur. Membran geçirgenliği aşağıdaki formülle belirlenmiştir (Eşitlik 2.5) (Lutts, 1996).

$$\text{Membran geçirgenliği} = \frac{C_1}{C_2} \times 100 \quad (2.5)$$

Fotosentez Ölçümü

LI-COR Marka LI-6400XT model taşınabilir fotosentez ölçüm cihazı ile ilki ST, ikincisi İY uygulamasında olmak üzere iki kez kontrol ve uygulama parsellerinde ölçüm alınmıştır. Ölçümler 9:30 ve 12:00 saatleri arasında yeni sürgünlerden yaprak gelişimi tamamlanmış olanlar seçilerek yapılmıştır. Fotosentez ölçüm değerleri (µmolCO₂/m²/s) cinsindendir.

İstatistiksel Değerlendirme

Tesadüf parsellerine göre faktöriyel tertiple düzenlenen deneme planından elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 22.0 paket programında analiz edilmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Morfolojik Ölçümler

Yapılan çalışmalar sonrasında morfolojik parametrelerden sürgün uzunluğu stres tolerans indeksi uygulamanın 1. yılında istatistiksel olarak P<0.05 önem seviyesinde kuraklık sonucunda

azalmıştır (Çizelge 1), iyileşme uygulaması sonucunda sürgün uzunluğu düzelmeye başlamış olsa da kontrole aynı seviyeye gelememiştir. İkinci yıl uygulamasında önemli bir fark oluşmamıştır 1.yıl uygulaması bitkinin kuraklıktan kaçınma mekanizması gösterdiği söylenebilir.

Yaprak alanı genel olarak kısıtlı sulama uygulamalarında azaldığı yönündedir. Bizim çalışmamızın 1. yıl iyileşme periyodunda kontrole oranla %25 azaldığı (Çizelge 1) (Şekil 2) ve diğer uygulamalarda bu farkın belirgin olmaması uygulama süresi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Birçok kısıtlı sulama çalışmalarında kuraklık ile yaprak alanının azaldığı söylenmektedir.

Bitkimizin kuraklık stresi sonrasındaki toplam biyokütlesinde önemli bir farklılık görülmemiştir. Bu durum bitkinin kaçınma mekanizmasını iyi kullandığı şeklinde yorumlanabilir.

3.2. Fizyolojik Ölçümler

Fizyolojik parametrelerden fotosentez iki yıl uygulamasında da P<0.01 önem seviyesinde (Çizelge 2) kontrole oranla azaldığı 1. yıl iyileşme uygulaması sonrasında yine %20 oranında kontrole göre daha düşük fotosentezin devam ettiği 2. yıl uygulamasında bitkinin kuraklık uygulaması sonrasında yapılan iyileşme uygulamasında fotosentez oranının hızlıca düzeldiği görülmüştür.

Stoma iletkenliği fotosentez ile kuraklık uygulaması aynı olmuştur P<0.01 önem düzeyinde kontrole göre düşmüştür (Çizelge 2), iyileşme uygulaması sonrasında 1.yıl kontrol ile aynı seviyeye ulaşmış olup 2. yılda kontrole oranla %33 daha düşük olmuştur.

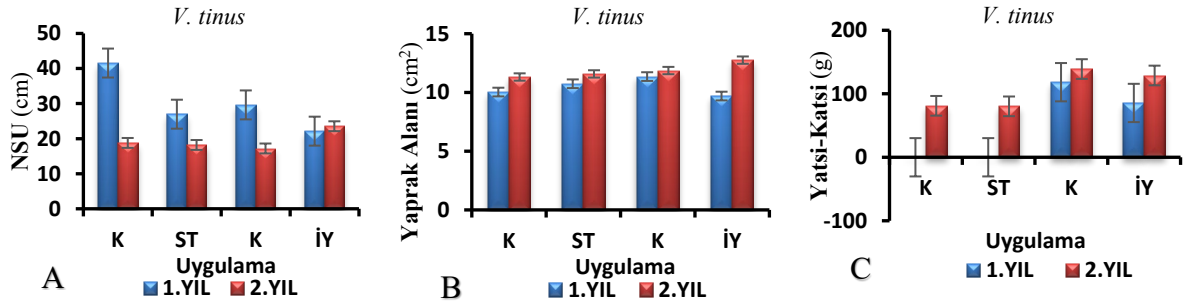
Yaprak nispi su içeriği P<0.01 önem seviyesinde her iki yılda da kontrole göre düşmüştür, iyileşme uygulaması sonrasında bitki kontrol ile aynı seviyeler ulaştırmıştır (Çizelge 2) (Şekil 3).

Membran geçirgenliği kuraklık ile artmamıştır ki bu da önemli bir göstergedir kuraklıktan korunma da başarılı olduğu söylenebilir. Bitki kuraklıktan etkilememesinin önemli göstergelerinden biri olan membran hasarı bu bitkide görülmemiştir.

Çizelge 1. İki yıl tekrarlanan kuraklık ve iyileşme uygulamalarının morfolojik parametre sonuçları

Morfolojik Parametreler	Yıllar	Kuraklık Uygulaması Sonrası			İyileşme Uygulaması Sonrası		
		Kontrol	Kuraklık	Değişim (%)	Kontrol	İyileşme	Değişim (%)
SUSTİ	1.Y	41.6a**	27.0b	-0.35	29.6	22.1	-0.25
	2.Y	18.8	18.2	-0.03	17.2	23.5	0.37
Yaprak Alanı	1.Y	10.0	10.7	0.07	11.4	9.7	-0.15
	2.Y	11.3	11.6	0.02	11.9	12.8	0.07
Toplam Biyokütle	1.Y	-	-	-	118.2	85.5	-0.28
	2.Y	81.1	80.2	-0.01	138.9	128.8	-0.07

Yüzde değişimler arasındaki farklar, a***: %0.01 ya da (P<0.01) a**: %0.05 ya da (P<0.05) a*: %0.1 ya da (P<0.1) önemlidir.

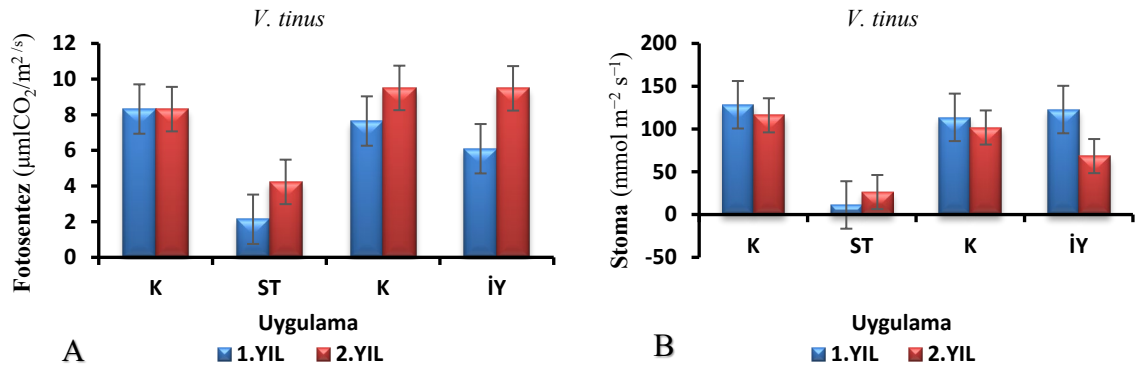


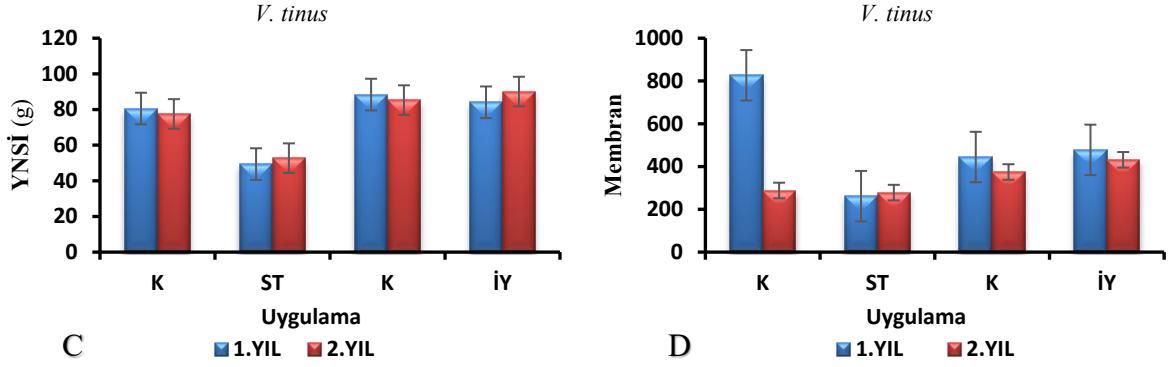
Şekil 2. İki yıl tekrarlanan kuraklık ve iyileşme uygulamalarının morfolojik verileri grafikleri. A. Sürge Uzunluğu, B. Yaprak Alanı, C. Toplam Biyokütle

Çizelge 2. İki yıl tekrarlanan kuraklık ve iyileşme uygulamalarının fizyolojik parametre sonuçları

Fizyolojik Parametreler	Yıllar	Kuraklık Uygulaması Sonrası			İyileşme Uygulaması Sonrası		
		Kontrol	Kuraklık	Değişim (%)	Kontrol	İyileşme	Değişim (%)
Fotosentez	1.Y	8.3a***	2.1b	-0.74	7.6a**	6.1b	-0.20
	2.Y	8.3a***	4.2b	-0.49	9.5	9.5	0.00
Stoma	1.Y	128.3a***	11.2b	-0.91	113.6	122.7	0.08
	2.Y	116.0a***	26.3b	-0.77	101.8 a**	68.3b	-0.33
YNSİ	1.Y	80.5a***	49.4b	-0.39	88.4	84.0	-0.05
	2.Y	77.5a***	52.7b	-0.32	85.3	90.1	0.06
Membran Hasarı	1.Y	826.5a***	261.5b	-0.68	444.5	477.9	0.08
	2.Y	287.9	278.0	-0.03	374.3	431.3	0.15

Yüzde değişimler arasındaki farklar, a***: %0.01 ya da (P<0.01) a**: %0.05 ya da (P<0.05) a*: %0.1 ya da (P<0.1) önemlidir.





Şekil 3. İki yıl tekrarlanan kuraklık ve iyileşme uygulamalarının fizyolojik verileri grafikleri. A. Fotosentez, B. Stoma İletkenliği, C. Yaprak Nispi Su İçeriği D. Membran Geçirgenliği

4. TARTIŞMA

Vejetatif dönemde su eksikliğinin belirgin belirtileri bitki boyunun azalması, yaprakların solması, yaprak sayısı ve alanının değişmesidir. (Shujun Yang vd., 2010).

Callistephus chinensis Nees., *Xerochrysum bracteatum* (Vent.), *Calendula officinalis* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Glebionis carinata* (Schousb.), *Ageratum houstonianum* Mill. bitkileri ile yapılan şiddetli kuraklık uygulaması tüm bitkilerde sürgün uzunluğunu azalttığını (Mircea vd. 2023). Diğer bir çalışmada *Matthiola incana* L. nın iki çeşidinde farklı kısıtlı sulama uygulamasında da sürgün uzunluğunun azaldığını (Jafari vd., 2019), bildirmişlerdir. Şiddetli kuraklık uygulamasından 3 hafta sonra *Callistemon citrinus* da kontrol bitkileri en büyük boya ulaşırken, bitkilerin nispi büyümelerinde gelişimde azalma gösterdiğini bildirilmiştir. Alvarez ve Sánchez-Blanco (2013), bu çalışmaya yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermiş olup sürgün uzunluğu uygulamanın 1. yılında istatistiksel olarak $P < 0.05$ önem seviyesinde kuraklık sonucunda azalmıştır. İyileşme uygulaması sonucunda sürgün uzunluğu düzelmeye başlamış kontrolle aynı seviyeye ulaşamamıştır. İkinci yıl uygulamasında önemli bir fark oluşmamıştır 1.yıl da bitkimiz kuraklıktan kaçınma mekanizması sergilemiştir.

Lantana ve *ligustrum* ile yapılan çalışmada yaprak sayısı bakımından önemli bir fark olmamasına karşın strese maruz kalan bitkilerin yaprak alanlarında azalmalar olduğunu, kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde gözlemlenen bir tepki olduğunu da Toscano vd. (2018) de bildirildiği gibi toplam yaprak alanı ve yaprak sayısı, kontrol ve şiddetli eksik sulamalar arasında *Lantana camara* L.'da belirgin bir azalma gösterdiğini *Ligustrum lucidum* W.T.

Aiton'da ise toplam yaprak alanı için daha belirgin bir azalma ve yaprak sayısında farkın kontrole göre önemli olmadığı bildirmişlerdir.

Cistus albidus ve *Cistus monspeliensis*, *Lotus creticus* Sub, *Bougainville* genotipleri süs bitkileri ile yapılan çalışmalar da da toplam biyokütle, yaprak sayısı ve toplam yaprak alanı gibi morfolojik parametreleri azaldığını bildirmişlerdir (Sánchez-Blanco vd. 2002, Bañon vd. 2004, 2006, Cirillo vd. 2014). Şiddetli ve orta seviyede kuraklık ile yapılan çalışmada *Viburnum opulus* L.'ta yaprak alanını azalmasının yanı sıra erken yaprak yaşlanması ve erken dökülme tepkileri verdiğini Ugolini vd. (2015)'de bildirmiştir.

Bitkilerin morfolojik tepkileri, *Prunus sargentii* ve *Larix kaempferi* kuraklık koşulları altında sırasıyla yaprak boyutunda, yaprak genişliğinde ve uzunluğunda önemli bir azalma şeklinde gösterdiğini (Bhusal vd. 2020). Yaptığımız çalışmanın 1. yıl iyileşme uygulamasında kontrole oranla %15 daha az yaprak alanını oluşturduğu kuraklık stres uygulaması her ne kadar tamamlanıp iyileşme uygulansa da stresin etkisinin hala devam ettiği söylenebilir.

Kuraklık stresinin bitki büyümesi ve kuru madde üzerindeki etkisi çok sayıda süs bitkisinde fark edilmiştir; örneğin, *Bougainvillea* (Cirillo vd., 2014), *Callistemon* (Álvarez & Sánchez-Blanco, 2013). Kuraklık stresinin şiddeti ve süresi bitkilerin kuru madde miktarlarını etkilediği yapılan birçok çalışmada bildirilmiştir. (Cameron vd., 2006) *Cotinus coggygia* 'Royal Purple'da ve *Forsythia x intermedia* 'Lynwood ile yaptıkları kısıtlı sulama ve şiddetli kuraklık sulama sonucunda *Cotinus coggygia* 'Royal Purple'da büyümeyi azalttığını, ancak *Forsythia x intermedia* 'Lynwood'da yalnızca eksik sulama ile önemli azalmalar kaydedildiğini bildirmiştir.

(Cameron vd. 2006). Kuraklık stresi uygulamasının farklı sürelerde *Adonis amurensis* Regel et Radde ve *Adonis pseudoamurensis* W. T. Wang bitkilerinde toplam biyokütlenin stressin ilk aşamasında belirgin bir düşüş göstermemesine rağmen sonrasında 10. 20. günlerden sonra belirgin düşüşlerin olduğu bildirmiştir (Gao vd. 2020).

İki farklı kuraklık seviyesinde *Rosa damascena* Miller (şam gülü) ile yapılan çalışma her iki kuraklık uygulaması da toplam yaş ve kuru ağırlıklar açısından tüm bitki büyümesini ciddi şekilde azaltmıştır, şiddetli stres uygulamasında hafif stres uygulamasından daha fazla azalttığını, kontrol ile karşılaştırıldığında, toplam yaş ve kuru ağırlıklar hafif kuraklık uygulamasında sırasıyla %29.1 ve %29.4 ve şiddetli kuraklık uygulamasında %48.3 ve %33.7 oranında azalttığını bildirilmiştir (Attia vd. 2020). *Citrus albitus* L. ile yapılan çalışmada stresin sürgün uzunluğunu azaltmasına rağmen toplam biyokütleyi arttırdığını, lipid peroksidasyon değerini arttırdığı bunun yanı sıra kuantum verimini düşürmek şeklinde tepki verdiği belirtilmiştir (Lorente vd. 2021a). Toplam biyokütle stres ve iyileşme uygulamaları sonrasında yıllar olarak sırasıyla %28 ve %7 kontrole göre daha az kuru madde oluşturması diğer çalışmalar ile uyumludur ikinci yıl uygulamasında farkın az olma sebebi bitkilerin solgunluk belirtilerini 1. yıla göre daha kısa sürede göstermeleri olarak değerlendirilebilir.

Tipik ısı stresi semptomlarından biri, çeşitli metabolik süreçlerde membran fonksiyonel özelliklerin kademeli olarak bozulmasıdır; lipidlerinin akışkanlığının artması, lipid peroksidasyonu ve protein bozunumu ile ilişkili ve membran hasarı olarak kabul edilir (Savchenko, 2022). Düşük elektrolit sızıntısı, su stresi altında bir hücre zarı stabilitesine sağladığı, toleranslı bitki yapraklarının dehidrasyon altında hücre zarı bütünlüğünü koruduğu düşünülmektedir (Karimi vd. 2012, Rafi vd., 2019).

Adonis amurensis ve *Adonis pseudoamurensis* ile yapılan çalışmada türler arasında elektrolit sızıntısı açısından başlangıçta anlamlı bir fark olmadığı, önemli ölçüde elektrolit sızıntısının artışın kuraklık süresinin artmasıyla olduğu 30. günde maksimuma ulaştığı (%34.13 ve %39.88) benzer bir varyasyon gösterdiği bildirmiştir (Gao vd., 2020).

Rafi vd. (2019)'da yaptıkları farklı su kısıtlılığı çalışmasında tüm bitki türlerinin elektrolit sızıntısı seviyelerinde ve yaralanma indeksinde artışa

neden olduğunu. Beklendiği gibi, su stresinin etkisi elektrolit sızıntısında %100, %75, %50 ve %25 sulama seviyelerinde %50 ve %25 uygulamalarında daha belirgin farkların olduğunu. Elektrolit sızıntısı ve yaralanma indeksindeki artış oranı türler arasında benzer olmadığını ve en yüksek *Malva sylvestris* 'te meydana geldiğini ve bunu azalan bir sıralamayla, *Callistephus chinensis*, *Althea rosea* ve *Rudbeckia hirta* şeklinde olduğunu söylemişlerdir (Nazemi Rafi vd. 2019). Bitkimiz kuraklık stres zararından korunmak için membran geçirgenliğini kontrole göre azaltmış ve membran hasarının oluşmadığını söylenebilir. Kuraklık stresi lipid peroksidasyonuna sebep olarak membran hasarına yol açarak bitkiye zarar verir bu hasarın oluşmaması iyi bir korunma mekanizması olarak yorumlanabilir.

Stoma hareketleri çok dinamiktir ve çeşitli çevresel faktörler tarafından karmaşık bir şekilde düzenlenir. Ayrıca stoma iletkenliğinin kuraklık altında fotosentetik tepkilerini değerlendirmek için, bütünleştirici bir parametre olarak alınmalıdır (Reddy vd. 2004).

Artan stoma hassasiyeti, bitkilerin kurak dönemlerde bol miktarda suyu korumasına olanak tanıyan işlevsel bir mekanizmadır. Stomalar su stresi arttıkça kademeli olarak kapanır (Navarro Rocha vd. 2017, Reddy vd. 2004, Gündüz vd. 2010).

Ugolini vd. (2015)'de yaptıkları çalışmada *Photinia x fraseri* 'Red robin' ve *Viburnum opulus*'ta fotosentez oranını orta ve şiddetli kuraklık 'da azaldığını (Acosta-Motos vd., 2015)'de *Eugenia myrtifolia* da tuz stresi ve iyileşme çalışmasında tuz stresinin stoma iletkenliğini azalttığını bildirmiştir. *Passiflora*'nın farklı türleri ile yapılan kuraklık uygulaması çalışmasında sulamanın kesilmesinden sonraki ilk dönemde, sadece *P. gibertii* stoma iletkenliğinde azalma gösterdiğini ve bu da su kıtlığına çok hızlı yanıt verdiğini göstermiş, *P. gibertii* ve *P. edulis* su kıtlığı ve kontrol uygulamaları arasında farklılık olduğunu uygulamanın son aşamada, tüm türler toprak su potansiyelinden bağımsız olarak stoma kapanması göstermiştir. Rehidrasyonda, stoma iletkenliğinin en hızlı iyileşmeyi gösteren türler *P. alata*, *P. edulis* ve *P. gibertii* olarak bildirilmiştir. Çalışma sonucunda *Passiflora*'nın kuraklığa uyum mekanizmaları gösterdiği ve her türün kendine has hayatta kalma stratejisi gösterdiği de söylenmiştir (Souza vd. 2018).

Bolla vd. (2010)'da 'Eurored' Hybrid Tea kesme güllerde yapılan hafif su stresinin fotosentetik hız ve stoma iletkenliğini, yaprak klorofilinde ve klorofil floresanında ve hücre içi CO₂'de azalma yönünde tepki gösterdiğini bildirmiştir. Bir diğer çalışmada *Citrus albitus*'un kuraklık uygulaması sonucunda stomanın neredeyse tamamen kapandığı ve fotosentezinde aynı şekilde etkilendiğini ifade etmişlerdir (Lorente vd. 2021b).

Kuraklık stresinden kaçınmanın önemli bir fizyolojik parametresi olan stoma iletkenliğinin azalmasıdır. Bizim bitkimizde iki yıl da $P < 0.01$ anlam düzeyinde kontrole göre stomayı azalttığı, iyileşme uygulamasında da 1. yıl uygulamasında hızlı bir iyileşme göstermiş 2. yıl uygulamasında kontrole oranla %33 daha az stoma iletkenliği göstermiştir yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar vermiştir.

Stoma iletkenliğinin azalmasına paralel olarak fotosentez oranının düşmesi de beklenen bir sonuçtur $P < 0.01$ anlam düzeyinde stoma ile aynı şekilde fotosentez oranı da düşmüştür iyileşme uygulamasında 2. uygulamasında hızlı bir düzelme 1. yıl uygulamasında kontrole oranla %20 daha az fotosentez yaptıkları ölçülmüştür diğer çalışmalar ile benzer sonuçlar vermiştir.

Bitkilerde su alımında bir azalma başladığında bitki su kaybını engellemek için Su alımında azalma ile su kaybı korunurken, odunsu bitkilerin hücrelerinden su çekilir, hücrelerin su potansiyeli azalır ve hücre hacmi, hücrelerin veya dokuların elastikiyetine bağlı olarak belirli bir oranda azalır (He et al., 2017).

Spartina alterniflora yapılan su stresi uygulaması, toprak %50 (hafif stres) ve %25 (şiddetli stres) ve kontrol tarla kapasitesine ulaşana kadar sulanmış şiddetli ve hafif su stresi altında yetiştirilen bitkiler, sırasıyla -3.1, -1.6 ve -0.9 MPa olan değerlerle kontrol bitkilerine göre daha düşük yaprak su potansiyeli gösterdiği (Hessini vd., 2009).

Su stresinin etkisi, Akdeniz'in tuzdan etkilenen kıyı bölgelerinde iç kesimlerdeki kurutulmuş bir alanda olmak üzere iki *Atriplex halimus* L. popülasyonundan elde edilen bitkilerde araştırılmıştır. Kuraklık uygulaması 22 gün boyunca suyun kesilmesi şeklinde yapılmış ve çalışma sonunda yaprak bağıl su içeriği (RWC), Sulama kesildikten 1, 8, 15 ve 22 gün sonra su stresi, sürgün RWC, azalmaya, ancak glisinbetain ve şeker yaprak içeriğinde bir artışa neden olduğu belirtilmiştir (Martínez vd. 2004).

Cicevan vd., (2016) da *Tagetes* ile yapılan çalışmada Su içeriği (% WC) de tüm çeşitlerde kendi kontrolleriyle karşılaştırıldığında kuraklık stresi altındaki bitkilerde azaldığını, *T. tenuifolia*'da %37,6'ya ulaştığını; yine türler içinde önemli farklılıklar oluştuğunu *T. patula* çeşitleri arasında en küçük azalma sadece %6,6 ile 'Bolero' çeşidinde tespit etmişlerdir. Nazemi Rafi vd. (2019)'da dört süs bitkisinin Su stresine yanıtlarını incelemiş dört tür arasında nispi su içeriğinde farklı azalma aralıkları sergilediklerini *C. chinensis* ve *M. sylvestris*'in su kaybı diğer türlere oranla daha fazla olduğunu *R. hirta* ve *A. rosea*'daki daha iyi yaprak suyu içeriği sergilediğini belirtmiştir. Aynı zamana da yaprak su potansiyelini koruyabilen bitkiler metabolik aktiviteleri ve ışık dağılımını koruyabileceklerini de söylemiştir (Pourghayoumi vd., 2017). Kuraklık ve sonrasında iyileşme olarak yapılan uygulamada *Cornus florida* ve *Cornus kousa* ile yapılan çalışmada yaprak su potansiyelinin kuraklık ile düştüğü ve iyileşme uygulamasından sonra tekrar %97.80 civarlarına yükseldiği açıklanmıştır (Lu vd., 2020).

Yaprak su potansiyeli bitki türüne ve kuraklık şiddeti ve süresi ile ilişkili olduğu çalışmalarda bildirilmiştir. Çalışmamızda istatistiksel olarak $P < 0.01$ anlam düzeyinde 1. yıl ve 2. yıl uygulamalarında kontrole göre azalmıştır bu sonuç diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. İyileşme uygulaması sonrasında kontrol bitkileri ile iki yılda da aynı seviyelere ulaşmıştır ki buda bitkimizin stres sonrasında iyileşme kabiliyetinin iyi olduğunu gösteren bir sonuç olarak söylenebilir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada *Viburnum tinus* L. bitkisinin kuraklık stresi ve sonrasında morfolojik ve fizyolojik tepkileri araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

- Bitki morfolojisindeki değişiklikler incelendiğinde, yaprak alanının 1. yıl iyileşme periyodunda kontrole oranla %25 azaldığı ve diğer uygulamalarda bu farkın belirgin olmaması uygulama süresinin etkili olduğu şeklinde yorumlanmaktadır.
- Bitkimizin kuraklık stresi sonrasındaki toplam biyokütlesinde önemli bir farklılık görülmemiştir. Bu durum bitkinin kuraklık stresinden kaçınma mekanizmasını iyi kullandığı şeklinde yorumlanabilir.
- Fizyolojik parametrelerden fotosentez

incelendiğinde, 1. yıl iyileşme uygulaması sonrasında yine %20 oranında kontrole göre daha düşük devam ettiği, 2. yıl uygulamasında bitkinin kuraklık uygulaması sonrasında yapılan iyileşme uygulamasında oranının hızlıca düzeldiği görülmüştür.

- Stoma iletkenliği fotosentez ile kuraklık uygulaması aynı olmuştur. İyileşme uygulaması sonrasında 1.yıl kontrol ile aynı seviyeye ulaşmış olup, 2. yılda kontrole oranla %33 daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

- Yaprak nispi su içeriği her iki yılda da kontrole göre düşmüştür. İyileşme uygulaması sonrasında bitki kontrol ile aynı seviyeler ulaştırmıştır.

- Bitki kuraklıktan etkilememesinin önemli göstergelerinden biri olan membran hasarı görülmediği gibi, membran geçirgenliği de kuraklık ile artmamıştır.

Çalışmamız sonucunda *Viburnum tinus* L.

bitkisinin gerek morfolojik gerekse fizyolojik parametrelerine bakıldığında kuraklık stresinden kaçınma ve korunma mekanizmalarını iyi kullandığını iyileşme uygulaması sonrasında kontrol grubu ile aynı seviyeleri yakalamasıyla stres sonrasında bitkinin hızlı bir şekilde iyileşebildiği belirlenmiştir.

Elde edilen bulgular sulamanın kısıtlı veya yetersiz olduğu peyzaj uygulama alanlarında, ekolojik çevre koşulları bakımından baskı altındaki sorunlu uygulama sahalarında, kurakçıl peyzaj uygulamalarında, metropol kentlerde her giden yıl önemi dahada artan yeşil alan miktarını artırma ya da beton blokları arasında sıkışmış mekân tasarımında ve önemli bir uygulama sahası olan çatı bahçelerinde uygulanabilir niteliktedir. Bu mekanların yanı sıra, suyu sınırlı vermek zorunda kaldığımız diğer mekan tasarımlarında, form özelliklerini kaybetmeden kullanılabilir olması nedeniyle, su etkin kullanımına katkı sunacağı düşünülmektedir.

Yazar katkısı: Yazarlar; makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler. Bu çalışma, İnönü Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından FDK-2024-3416 nolu proje ile desteklenmiştir.

Çıkar çatışması beyanı: Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Teşekkür: Bu çalışmada katkı sağlayan; Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümüne, Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ve Battalgazi Meslek Yüksekokuluna Teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Acosta-Motos, J. R., Diaz-Vivancos, P., Álvarez, S., Fernández-García, N., Sanchez-Blanco, M. J., & Hernández, J. A. (2015). Physiological and biochemical mechanisms of the ornamental *Eugenia myrtifolia* L. plants for coping with NaCl stress and recovery. *Planta*, 242(4), 829-846. <https://doi.org/10.1007/s00425-015-2315-3>.
- Adil Güner, Serdar Aslan, Tuna Ekim, Mecit Vural, & Mehmet Tekin Babaç. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi*.
- Alkan, G., & Seferoğlu, HG. (2014). *Bazı Badem Çeşitlerinin Aydın Ekolojisindeki Fenolojik Ve Morfolojik Özellikleri. Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü 09100 Çakmar/AYDIN*, 38-44.
- Álvarez, S., & Sánchez-Blanco, M. J. (2013). Changes in growth rate, root morphology and water use efficiency of potted *Callistemon*

- citrus plants in response to different levels of water deficit. Scientia Horticulturae*, 156, 54-62. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.03.024>.
- Attia, H., Al-Yasi, H., Alamer, K., Esmat, F., Hassan, F., Elshazly, S., & Hessini, K. (2020). Induced anti-oxidation efficiency and others by salt stress in *Rosa damascena* Miller. *Scientia Horticulturae*, 274. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109681>.
- Bañon, S., Fernandez, J. A., Franco, J. A., Torrecillas, A., Alarcón, J. J., & Sánchez-Blanco, M. J. (2004). Effects of water stress and night temperature preconditioning on water relations and morphological and anatomical changes of *Lotus creticus* plants. *Scientia Horticulturae*, 101(3), 333-342. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2003.11.007>.
- Bañon, S., Ochoa, J., Franco, J. A., Alarcón, J. J., & Sánchez-Blanco, M. J. (2006). Hardening of

- oleander seedlings by deficit irrigation and low air humidity. *Environmental and Experimental Botany*, 56(1), 36-43. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2004.12.004>.
- Bhusal, N., Lee, M., Reum Han, A., Han, A., & Kim, H. S. (2020). Responses to drought stress in *Prunus sargentii* and *Larix kaempferi* seedlings using morphological and physiological parameters. *Forest Ecology and Management*, 465. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118099>.
- Bolla, A., Voyiatzis, D., Koukourikou-Petridou, M., & Chimonidou, D. (2010). Photosynthetic parameters and cut-flower yield of rose "Eurored" (H.T.) are adversely affected by mild water stress irrespective of substrate composition. *Scientia Horticulturae*, 126(3), 390-394. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.07.034>.
- Cameron, R. W. F., Harrison-Murray, R. S., Atkinson, C. J., & Judd, H. L. (2006). Regulated deficit irrigation - A means to control growth in woody ornamentals. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(3), 435-443. <https://doi.org/10.1080/14620316.2006.11512085>.
- Cicevan, R., Al Hassan, M., Sestras, A. F., Prohens, J., Vicente, O., Sestras, R. E., & Boscaiu, M. (2016). Screening for drought tolerance in cultivars of the ornamental genus *Tagetes* (Asteraceae). *PeerJ*, 2016(6). <https://doi.org/10.7717/peerj.2133>.
- Cirillo, C., Roupheal, Y., Caputo, R., Raimondi, G., & De Pascale, S. (2014). The Influence of Deficit Irrigation on Growth, Ornamental Quality, and Water Use Efficiency of Three Potted *Bougainvillea* Genotypes Grown in Two Shapes. *İçinde HORTSCIENCE* (C. 49, Sayı 10).
- Dullinger, I., Wessely, J., Bossdorf, O., Dawson, W., Essl, F., Gattringer, A., Klöner, G., Kreft, H., Kuttner, M., Moser, D., Pergl, J., Pyšek, P., Thuiller, W., van Kleunen, M., Weigelt, P., Winter, M., & Dullinger, S. (2017). Climate change will increase the naturalization risk from garden plants in Europe. *Global Ecology and Biogeography*, 26(1), 43-53. <https://doi.org/10.1111/geb.12512>.
- Gao, S., Wang, Y., Yu, S., Huang, Y., Liu, H., Chen, W., & He, X. (2020). Effects of drought stress on growth, physiology and secondary metabolites of Two *Adonis* species in Northeast China. *Scientia Horticulturae*, 259. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108795>.
- Gülpınar, H. Y. (2006). *Bitkilerimiz* (Gülpınar Haluk Y, Ed.). Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Gündüz, E. ; D. A. , T. i. . (2010). *Biyoloji*. Palme Yayınları Biyoloji Altıncı Baskıdan Çeviri.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (Eds.) (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını.
- He, J., Du, Y. L., Wang, T., Turner, N. C., Yang, R. P., Jin, Y., Xi, Y., Zhang, C., Cui, T., Fang, X. W., & Li, F. M. (2017). Conserved water use improves the yield performance of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) under drought. *Agricultural Water Management*, 179, 236-245. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.07.008>.
- Hessini, K., Martínez, J. P., Gandour, M., Albouchi, A., Soltani, A., & Abdelly, C. (2009). Effect of water stress on growth, osmotic adjustment, cell wall elasticity and water-use efficiency in *Spartina alterniflora*. *Environmental and Experimental Botany*, 67(2), 312-319. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.06.010>.
- Hirayama, T., & Shinozaki, K. (2010). Research on plant abiotic stress responses in the post-genome era: Past, present and future. *Plant Journal*, 61(6), 1041-1052. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2010.04124.x>.
- Jafari, S., Hashemi Garmdareh, S. E., & Azadegan, B. (2019). Effects of drought stress on morphological, physiological, and biochemical characteristics of stock plant (*Matthiola incana* L.). *Scientia Horticulturae*, 253, 128-133. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.033>.
- Karimi, S., Fraser, N., Roberts, B., & Foulkes, F. R. (2012). A review of metallic bipolar plates for proton exchange membrane fuel cells: Materials and fabrication methods. *İçinde Advances in Materials Science and Engineering* (C. 2012). <https://doi.org/10.1155/2012/828070>.
- Kaya, C. , D. H. F. I. B. M. A. A. C. and E. Sakar. (2003). Ameliorative effects of potassium phosphate on salt-stressed pepper and cucumber. . *Journal of Plant Nutrition*

- 26: 807–820.
- Klepper, B. (1968). Diurnal pattern of water potential in woody plants. *Plant Physiol.*, 43(12), 1931-1934.
- Korkmaz, H., & Durmaz, A. (2017). *Bitkilerin Abiyotik Stres Faktörlerine Verdiği Cevaplar Responses of Plants to Abiotic Stress Factors*. 7(2), 192-207. <https://doi.org/10.17714/gufbed.2017.07.013>.
- Lorente, B., Zugasti, I., Ortuño, M. F., Nortes, P., Bañón, S., Hernández, J. A., & Sánchez-Blanco, M. J. (2021). Substrate composition affects the development of water stress and subsequent recovery by inducing physiological changes in *Cistus albidus* plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 158, 125-135. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.11.048>.
- Lorente, B., Zugasti, I., Sánchez-Blanco, M. J., Nicolás, E., & Ortuño, M. F. (2021). Effect of pisolithus tinctorious on physiological and hormonal traits in cistus plants to water deficit: Relationships among water status, photosynthetic activity and plant quality. *Plants*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/plants10050976>.
- Lu, Q., Xu, J., Fu, X., & Fang, Y. (2020). Physiological and growth responses of two dogwoods to short-term drought stress and re-watering. *Acta Ecologica Sinica*, 40(2), 172-177. <https://doi.org/10.1016/J.CHNAES.2019.05.001>.
- Lutts S, Kinet JM, & Bouharmont J. (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*. 78: 389-398.
- Martinez, J. P., Lutts, S., Schanck, A., Bajji, M., & Kinet, J. M. (2004). Is osmotic adjustment required for water stress resistance in the Mediterranean shrub *Atriplex halimus* L? *Journal of Plant Physiology*, 161(9), 1041-1051. <https://doi.org/10.1016/J.JPLPH.2003.12.009>.
- Mircea, D. M., Calone, R., Shakya, R., Saavedra, M. F., Sestras, R. E., Boscaiu, M., Sestras, A. F., & Vicente, O. (2023). Use of Multivariate Analysis in Screening for Drought Tolerance in Ornamental Asteraceae Species. *Agronomy*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/agronomy13030687>.
- Navarro Rocha, J., Burillo-Alquézar, J., Aibar-Lete, J., & González-Coloma, A. (2017). Adaptability of two accessions of *Geranium macrorrhizum* L. to drought stress conditions. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 7, 149-152. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2017.07.003>.
- Özyavuz, M., & Lutfu Corbaci, O. (2017). *Kurakçıl Peyzaj (Xeriscape) ve Uygulamaları*. <https://www.researchgate.net/publication/315677470>.
- Pourghayoumi, M., Rahemi, M., Bakhshi, D., Aalami, A., & Kamgar-Haghighi, A. A. (2017). Responses of pomegranate cultivars to severe water stress and recovery: changes on antioxidant enzyme activities, gene expression patterns and water stress responsive metabolites. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 23(2), 321-330. <https://doi.org/10.1007/s12298-017-0435-x>.
- Reddy, A. R., Chaitanya, K. V., & Vivekanandan, M. (2004a). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. İçinde *Journal of Plant Physiology* (C. 161, Sayı 11, ss. 1189-1202). Elsevier GmbH. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2004.01.013>.
- Reddy, A. R., Chaitanya, K. V., & Vivekanandan, M. (2004b). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*, 161(11), 1189-1202. <https://doi.org/10.1016/J.JPLPH.2004.01.013>.
- Sánchez-Blanco, M. J., Rodríguez, P., Morales, M. A., Ortuño, M. F., & Torrecillas, A. (2002). Comparative growth and water relations of *Cistus albidus* and *Cistus monspeliensis* plants during water deficit conditions and recovery. İçinde *Plant Science* (C. 162). www.elsevier.com/locate/plantsci.
- Savchenko, G. E., Klyuchareva, E. A., Abramchik L. M., & Serdyuchenko, E. V. (2022). Effect of Periodic Heat Shock on the Inner Membrane System of Etioplasts. *Institute of Photobiology, National Academy of Sciences of Belarus, Akademicheskaya ul. 27, Minsk, 220072 Belarus; e-mail: ipb@biobel.bas-net.by Received May 24, 2001*, 49(3), 390-401.
- Sean Hogan. (2004). *Flora A Gardener's Encyclopedia* (M. M. Janer Parker, Ed.; ISBN 0-88192-538-1, C. 1).
- Shamim Ahmad Shamim Ahmad, R. A. R. A. M. Y. A. M. A. E. A. W. (2009). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. *Pakistan Journal of Botany*,

- 41(2): 647-654.
- Shujun Yang, Vanderbeld, B., Wan, J., & Huang, Y. (2010). Narrowing down the targets: Towards successful genetic engineering of drought-tolerant crops. İçinde *Molecular Plant* (C. 3, Sayı 3, ss. 469-490). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/mp/ssq016>
- Shulaev, V., Cortes, D., Miller, G., & Mittler, R. (2008). Metabolomics for plant stress response. İçinde *Physiologia Plantarum* (C. 132, Sayı 2, ss. 199-208). <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2007.01025.x>.
- Souza, P. U., Lima, L. K. S., Soares, T. L., Jesus, O. N. de, Coelho Filho, M. A., & Girardi, E. A. (2018). Biometric, physiological and anatomical responses of *Passiflora* spp. to controlled water deficit. *Scientia Horticulturae*, 229, 77-90. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.10.019>.
- Toscano, S., Ferrante, A., Tribulato, A., & Romano, D. (2018). Leaf physiological and anatomical responses of *Lantana* and *Ligustrum* species under different water availability. *Plant Physiology and Biochemistry*, 127, 380-392. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.04.008>.
- Toscano, S., Ferrante, A., & Romano, D. (2019). Response of mediterranean ornamental plants to drought stress. İçinde *Horticulturae* (C. 5, Sayı 1). MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/horticulturae5010006>.
- Ugolini, F., Bussotti, F., Raschi, A., Tognetti, R., & Ennos, A. R. (2015). Physiological performance and biomass production of two ornamental shrub species under deficit irrigation. *Trees - Structure and Function*, 29(2), 407-422. <https://doi.org/10.1007/s00468-014-1120-0>.
- Yang, X., Lu, M., Wang, Y., Wang, Y., Liu, Z., & Chen, S. (2021). Response mechanism of plants to drought stress. İçinde *Horticulturae* (C. 7, Sayı 3). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7030050>.
- Zahra Nazemi Rafi, F. K., & Ali Tehranifar. (2019). Effects of various irrigation regimes on water use efficiency and visual quality of some ornamental herbaceous plants in the field. *Agricultural Water Management*, 212, 78-87. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.08.012>.