

Kısıtlı Su Stresi Altında Yağ Gülü (*Rosa x damascena* Mill.) Fidanlarının Morfolojik Tepkileri ile Toplam Klorofil ve Fenolik İçeriklerinin Değişimi

Tuğba TİRYAKI¹, Fatma YILDIRIM^{2*}, Civan ÇELİK³

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü 32200 Isparta, ²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü 32200 Isparta, ³Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 32200 Isparta

¹<https://orcid.org/0000-0001-6475-0669>, ²<https://orcid.org/0000-0001-7304-9647>, ³<https://orcid.org/0000-0002-1696-5902>

✉: fatmayildirim@isparta.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, su stresi altında yağ gülü (*Rosa x damascena* Mill.) fidanlarında meydana gelen morfolojik ve biyokimyasal değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Üç farklı sulama seviyesi, serada polietilen tüpler içerisinde bulunan bir yaşlı yağ gülü fidanlarına sekiz hafta boyunca uygulanmıştır. Bunlar; kontrol olarak tam sulama (saksı tarla kapasitesinin (STK) %100'ü) ve iki farklı seviyede kısıtlı su uygulaması (STK'nin %50'si ve STK'nin %25'i). Eksilen su miktarı her 3 günde bir verilmiştir. Çalışmada deneme sonunda; fidan boyu, sürgün sayısı, gövde çapı, yaprak alanı ve SPAD değerleri ölçülmüştür. Denemenin 35., 57. ve 75. günlerinde yapraklarda klorofil a, klorofil b, klorofil a+b, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içerikleri analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre fidan boyu ve yaprak SPAD değerleri kontrol uygulamasında (%100 SK) nispeten yüksek (sırasıyla 74.13 cm ve 40.86) saptanmıştır. En yüksek sürgün sayısı %25 SK uygulamasında (1.55 adet/bitki) belirlenmiştir. %50 STK ve %25 STK uygulamaları kontrol uygulamaya göre her üç analiz döneminde de klorofil a, klorofil b ve klorofil a + b, toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriklerini önemli ölçüde düşürmüştür. 35. gün analiz sonuçlarına göre 75. gün analizlerinde klorofil içerikleri korunurken, toplam fenolik ve flavonoid içeriklerinde azalma saptanmıştır.

Morphological Responses and Variation of Total Chlorophyll and Phenolic Contents of Oil Rose (*Rosa x damascena* Mill.) Saplings under Water-Restricted Stress

ABSTRACT

This study aimed to determine the morphological and biochemical changes that occur in oil rose (*Rosa x damascena* Mill.) saplings under water stress. Three different irrigation levels were applied to one-year-old oil rose saplings in polyethylene tubes in the greenhouse for eight weeks. These are full irrigation as control (100% of pot field capacity (PFC)) and two different levels of restricted water treatment (50% of PFC and 25% of PFC). The amount of water lost was given every 3 days. At the end of the trial in the study; plant height, number of shoots, stem diameter, leaf area, and SPAD values were measured. The experiment's 35th, 57th, and 75th days were analyzed chlorophyll a, chlorophyll b, chlorophyll a+b, total phenolic content, and flavonoid contents. According to the data obtained from the study, seedling height and leaf SPAD values were found to be relatively high (74.13 cm and 40.86, respectively) in the control treatment (100% PFC). The highest shoot number was determined in 25% PFC treatment (1.55 units/plant). 50% PFC and 25% PFC treatments significantly decreased chlorophyll a, chlorophyll b, and chlorophyll a + b, total phenolic, and total flavonoid contents in all three analysis periods compared to the control application. According to the results of the 35th-day analysis, while the chlorophyll content was preserved in the 75th-day analysis, a decrease was found in the total phenolic and flavonoid contents.

Bahçe Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 05.10.2022

Kabul Tarihi : 27.02.2023

Anahtar Kelimeler

Fenolik
Flavanoid
Klorofil
Morfoloji
Su stresi

Horticulture

Research Article

Article History

Received : 05.10.2022

Accepted : 27.02.2023

Keywords

Phenolic
Flavanoid
Chlorophyll
Morphology
Water stress

Atıf Şekli:	Tiryaki, T., Yıldırım, F., Çelik, C., (2023) Kısıtlı Su Stresi Altında Yağ Gülü (<i>Rosa x damascena</i> Mill.) Fidanlarının Morfolojik Tepkileri ile Toplam Klorofil ve Fenolik İçeriklerinin Değişimi. <i>KSÜ Tarım ve Doğa Derg</i> 26 (4), 778-787. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1184637
To Cite :	Tiryaki, T., Yıldırım, F., Çelik, C., (2023). Morphological Responses and Variation of Total Chlorophyll and Phenolic Contents of Oil Rose (<i>Rosa x damascena</i> Mill.) Saplings under Water-Restricted Stress. <i>KSU J. Agric Nat</i> 26(4), 778-787. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1184637

GİRİŞ

Rosa x damascena Mill. Rosaceae familyasının *Rosa* cinsi içerisinde yer almaktadır. Dünyada Damask gülü (Şam gülü) olarak bilinen *R. x damascena* ekonomik önemi yüksek uçucu yağ bitkisidir. Türkiye’de Pembe yağ gülü, Yağ gülü, Kazanlı gülü, Şam gülü ve Isparta gülü olarak da adlandırılmaktadır (Baydar, 2016; Özçelik, 2014). Yabani olarak Suriye, Fas, Endülüs, İran ve Kafkasya’da yetişmektedir (Babaei ve ark., 2007). Yağ gülü başta Türkiye ve Bulgaristan olmak üzere Fas, Mısır, İran, Suriye, Hindistan, Pakistan ve Kafkaslar’da gülyağı elde etmek için endüstri amaçlı üretilmektedir. Ayrıca son yıllarda tıbbi amaçlı yetiştiriciliği de söz konusudur. Bu ülkelerin üretim miktarları bilinmemektedir. Türkiye’de 2020 yılında 41.320 da alanda 18.202 ton yağ gülü çiçeği üretilmiştir (TÜİK, 2020).

Yağ gülü; pembe renkli, yarım katmerli ve kuvvetli kokulu çiçeklere sahiptir. Bu çiçeklerden (çiçek sapı, çiçek örtü yaprakları ve üreme organları ayırılarak edilmeden) elde edilen uçucu yağ, kozmetik ve parfümeri sektörünün önemli bir ham maddesini oluşturmaktadır. Günümüzde gül yağından gül suyu ve gül kremi, sabun, parfüm, losyon, deterjan, oda spreylerinin yanı sıra Van mutfağı gibi bir çok alanda koku ve tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır (Özçelik, 2014; Alp ve ark., 2015).

Stres genellikle bitkinin üzerinde negatif etki oluşturan çevresel etmen olarak tanımlanmaktadır (Taiz & Zeiger, 2008). Doğaları gereği stres etmeninden uzaklaşarak kaçınma gibi yeteneği olmayan bitkiler, hayvanlardan farklı olarak strese direkt maruz kalırlar. Bitkilerde stres oluşturan faktörler; abiyotik ve biyotik olmak üzere iki temel kategoride toplanmaktadır (Gökkaya, 2016). Abiyotik stres faktörleri; fiziksel ve kimyasal olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Fiziksel abiyotik faktörler; kuraklık, sıcaklık, radyasyon, su baskını, mekanik etkiler (rüzgâr, kar ve buz örtüsü), kimyasal abiyotik faktörler ise; hava kirliliği, bitki besin elementleri, pestisitler, toksinler, tuzlar ve pH’dır. Biyotik stres faktörleri de; yabancı bitkiler, böcekler, mikroorganizmalar (virüs, bakteri ve mantarlar), hayvanlar ve hastalıklardır (Lichtenthaler, 1996; Lawlor, 2002; Kacar ve ark., 2013).

Kuraklık stresi en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir ve kullanılabilir tarım alanlarını en fazla etkileyen çevresel stres faktörlerinin başında (%26 oranında) gelmektedir (Kalefetoğlu & Ekmekçi, 2005). Dünyada kurak ve

yarı kurak alanlar, nem eksikliğinden ve yüksek değişkenlikteki yağıştan dolayı kuraklığa daha fazla maruz kalırlar. Özellikle yarı kurak bölgelerde belirli dönemlerde ortaya çıkan kuraklık, önemli bir afet hâline dönüşebilmektedir. Ayrıca %70’i tarımda kullanılan tatlı su kaynaklarının, nüfus artışı ve küresel ısınma nedeniyle ciddi şekilde azalması öngörülmektedir. 2050’ye kadar dünyada su talebinin %55 artacağı rapor edilmiştir (Smedley, 2017). Bu durum kuraklık ile ilgili endişeleri giderek artırmaktadır. Dramatik olarak yarı kurak iklim kuşağında bulunan Türkiye’de de yükselen sıcaklık ve azalan yağış miktarına bağlı olarak meydana gelen kuraklıktan etkilenmektedir (Öztürk, 2015).

Bitkiler kuraklıkla veya su kısıtı ile karşılaştığı zaman morfolojik, fizyolojik ve moleküler seviyelerde farklı tepkiler vermektedirler. Bitkiler tarafından kuraklık stresine verilen ilk tepki yaprak su içeriğinde ve turgorda meydana gelen kayıplar nedeniyle stomaların kapanması şeklinde olmaktadır (Jaleel ve ark., 2009; Akıncı & Lösel, 2012). Stomaların kapanması ve CO₂ içeriğinde azalma ile birlikte stresin şiddetine bağlı olarak fotosentez de engellenmekte ve hatta bitki ölümlerine yol açabilmektedir (Jaleel ve ark., 2009). Yine kurak koşullarda fotosentezde önemli rol oynayan klorofil pigmentinde bozulmalar meydana gelmektedir (Anjum ve ark., 2011; Marcińska ve ark., 2013). Bunun sonucunda bitki büyüme oranında, gövde uzamasında, yaprak alanında ve stoma açıklığında azalma olmaktadır. Buna karşın toprak içerisinde daha derinlerdeki suya ulaşabilmek için köklerde uzama görülmektedir.

Türkiye’de yağ gülü yetiştiriciliği en fazla Göller Bölgesi’nde yarım alan Isparta ilinde gerçekleştirilmektedir. İlde, 2020 yılında 33.175 da alanda 15.343 ton gül çiçeği üretilmiştir. Isparta ili yarı kurak bir iklim rejimi göstermekte olup, Akdeniz iklim sınıflandırmasına göre kuraklık indeksi 0.98’dir. Isparta’da yağ gülü yetiştiriciliği genellikle sulanmayan 2. 3. ve 4. sınıf eğimli ve kıraç arazilerde genellikle sulama olmadan yapılmaktadır (Kart ve ark., 2012). Dolayısıyla sulanmadan yapılan yetiştiricilikte zaman zaman ilkbahar ve yaz aylarında görülen düzensiz ve yetersiz yağışlar nedeniyle yaşanan kuraklıklar üretim ve verim sorunlarına neden olmaktadır. Ayrıca özellikle yeni dikilen yağ gülü fidanlarının daha çok etkilendiği ve kurumalarının meydana geldiği bildirilmektedir. Yağ gülünde yapılan bir çalışmada, su eksikliğinde verimde önemli azalmalar meydana geldiği

belirlenmiştir (Uçar ve ark., 2017). Yine *R. damascena*'nın kuraklığa olan toleransının araştırıldığı bir çalışmada stresle yaprak sayısı ve yaprak alanının ilişki olduğu bildirilmiştir (Babaei ve ark., 2007).

Bu çalışmada, yağ gülünün farklı kısıtlı su düzeyleri ile oluşturulan su stresine karşı geliştirdiği tolerans bazı morfolojik ve fizyolojik parametreler ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Araştırma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (ISUBÜ) Ziraat Fakültesi, Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi (TARUM)'ne ait yandan manuel havalandırılmalı cam serada, 2017 yılında yürütülmüştür. Deneme alanı 37.83° enlemi ile 30.53° boylamı arasında yer almakta olup rakımı 1035 m civarındadır. Çalışmanın bitkisel materyalini Isparta'da (Türkiye) yetiştiriciliği yapılan yağ gülünün (*Rosa x damascena* Mill.)'ni bir yaşlı tüplü fidanları oluşturmuştur. Fidanlar içerisinde kum: toprak: torf ile 1:2:1 oranında hazırlanan harçla doldurulmuş 8 litrelik 25x50 cm boyutlarında altları delik polietilen tüplere dikilerek, cam seraya nakledilmiştir. Denemede kullanılan ortam hafif alkali, kireci çok yüksek, tuzsuz, organik maddesi iyi olup, tınlı yapıya sahiptir. Sulama suyunun kalite sınıfı ABD tuzluluk laboratuvarı grafik sistemine göre C2S1 sulamaya elverişli sınıfına girmektedir (Uçar ve ark., 2017).

Araştırmada, saksılarda bulunan bir yaşındaki fidanlara üç ay boyunca farklı kısıtlı su uygulamaları yapılmıştır; 1) Kontrol uygulaması (%100 saksı tarla kapasitesi), 2) İki farklı kısıtlı su uygulaması (%50 ve %25 saksı tarla kapasitesi). Sulama uygulamalarına Eylül ayının başında (1.09.2017) başlanmış, Kasım ayının ikinci haftası (15.11.2017) son verilmiştir. Sulamalar 3 günde bir saksı kapasitesinden eksilen suyun tamamlanması şeklinde yapılmıştır.

Metod

Morfolojik özellikler

Araştırmada deneme sonunda morfolojik özellikler olarak; bitkilerin fidan boyu (cm) cetvel ile, fidan

gövde çapı (mm) digital kumpas ile, sürgün sayısı (adet/bitki) ana gövde üzerinde meydana gelen sürgünler sayılarak, yaprak alanı (cm²) autocad programı ile ve yaprak SPAD değeri bir klorofilmetre ile (SPAD 502) ölçülmüştür.

Biyokimyasal özellikler

Yaprak Örneklerinin Alınması: Fidanlardan üç farklı dönemde 35. gün, 57. gün ve 75. gün bitki üzerindeki gelişmiş yaprak örnekleri alınmış ve bu örneklerde klorofil içerikleri, toplam fenolik ve toplam flavanoid içerikleri analiz edilmiştir. Yapraklar saf sudan yıkandıktan sonra sıvı azot içerisinde dondurulmuş ve analizler yapılana kadar -80 °C' de muhafaza edilmiştir.

Klorofil içeriği, Zhang ve Huang (2013) belirttiği metoda göre %100 DMF kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar; mg/g olarak ifade edilmiştir.

Toplam fenolik madde içeriği, Singleton ve Rossi (1965)'nin belirlediği metoda göre Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, Gallik asit standardına göre hesaplanmış ve mg/g olarak ifade edilmiştir.

Toplam flavonoid madde içeriği, Zhishen ve ark. (1999)'nin belirttiği metoda göre yapılmıştır. Sonuçlar, kateşin standardına göre hesaplanıp mg/g olarak ifade edilmiştir.

Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme Tesadüf Blokları Deneme Deseninde Faktöriyel Düzendeki 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Elde edilen veriler, MİNİTAB 17 istatistik programında tek yönlü varyans analiz yöntemine tabi tutulmuştur. Ortaya çıkan farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testine göre saptanarak, ortalamalar arasındaki farklar farklı harfler yardımıyla gösterilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Morfolojik özellikler: Deneme sonunda morfolojik ölçümler olarak fidan boyu, gövde çapı, sürgün sayısı, yaprak alanı ve yaprak SPAD değerleri belirlenmiş, sonuçlar Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Su stresi uygulamalarının fidan boyu, gövde çapı, yaprak alanı ve yaprak SPAD değeri üzerine etkileri
Table 1. The effects of water stress treatments on saplings height, stem diameter, leaf area and leaf SPAD value

Su Stresi Uygulamaları (% STK)	Fidan Boyu (cm)	Gövde Çapı (mm)	Sürgün Sayısı (adet/bitki)	Yaprak Alanı (cm ²)	Yaprak SPAD Değeri
100 (Kontrol)	74.13±1.88	5.48±0.26	1.11±0.22	10.21±0.14	40.86a*±1.86
50	70.25±4.63	5.92±0.28	1.25±0.28	10.50±0.95	34.60b±2.65
25	72.67±3.01	5.56±0.10	1.55±0.22	9.49±0.82	36.49ab±2.02

STK: Saksı Tarla Kapasitesi; *: Aynı sütun içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik anlamda fark yoktur (p<0.05).

Su stresinin bitki büyümesi ve gelişmesini azalttığı bilinmektedir ve yapılan birçok çalışmada da bitki

boyunun ve yaprak alanının su stresi ile birlikte azaldığı ortaya konmuştur (Fernandez ve ark., 1997;

Arzani & Arji, 2000; Babalık, 2012; Çerçi, 2012; Küçükyumuk ve ark., 2015; Gür, 2018). Bu çalışmada fidan boyu, gövde çapı, sürgün sayısı ve yaprak alanı bakımından farklı su düzeyi uygulamaları arasında önemli farklar çıkmamıştır (Çizelge 1). Ancak nispeten en yüksek fidan boyu (74.13 cm) tam sulamanın yapıldığı kontrol bitkilerinde ölçülmüştür. Yağ gülünde yapılan bir çalışmada %50 su kısıtı uygulamasının kontrol uygulamasına göre bitki boyunu önemli derecede azalttığı belirlenmiştir (Hassan ve ark., 2018). Ayrıca en düşük yaprak alanı değeri %25 STK uygulamasında (9.49 cm²) saptanmıştır. Çalışmada, fidanların büyüme ve gelişmesi bakımından uygulamalar arasında belirgin farklar oluşmamıştır. Ancak özellikle %25 STK su stresi uygulanan fidanların gövdelerinde daha fazla sürgün ve diken olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, morfolojik özelliklerde su stresi uygulamaları arasında belirgin farkların oluşmaması yağ gülünün kuraklığa toleransının yüksek olması ve kısıtlı sulama yapılan fidanların suyu etkin kullanmasına bağlanabilir. Nitekim yağ gülünde yapılan bir çalışmada en yüksek su kullanım randımanı (WUE) %40 su kısıtı altında bulunan bitkilerde saptanmıştır (Uçar ve ark., 2017). Diğer bazı türlerde de benzer sonuçlar bildirilmiştir. Örneğin ponderosa çamı (*Pinus ponderosa* Dougl.) ve büyük adaçayı (*Artemisia tridentata* Nutt.) üzerine yapılan bir başka çalışmada, kuraklık altında yetiştirilen bitkilerin iyi sulananlara göre daha fazla WUE değerine sahip olduğu bildirilmiştir (Delucia & Heckathorn, 1989).

SPAD bitki yapraklarının klorofil düzeyini ölçen bir klorofilmetredir. Yaprığın yeşil renk yoğunluğu (SPAD değeri) ile toplam klorofil içeriği arasında yakın ilişki bulunmaktadır (Erdal ve ark., 2014). Kurak koşullarda fotosentezde önemli rol oynayan klorofil pigmentinde bozulmalar meydana gelmektedir (Anjum ve ark., 2011; Marcińska ve ark., 2013). Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre

uygulamalar arasında sadece SPAD değerinde önemli düzeyde farklılık bulunmuştur (Çizelge 1). Buna göre en yüksek SPAD değeri %100 STK kontrol uygulamasında saptanmış olup, %50 STK ve %25 STK uygulamaları SPAD değerlerini önemli derecede düşürmüştür. Benzer sonuçlar önceki çalışmalarda da bildirilmiştir (Çerçi, 2012; Bolat ve ark., 2014; Pouyafard ve ark., 2016; Alaboz ve ark., 2017; Faaek, 2018; Gür, 2018).

Klorofil İçerikleri: Çalışmada, su stresi altında yağ gülü yapraklarının klorofil a, klorofil b ve klorofil a+b içerikleri belirlenmiş, sonuçlar Şekil 1, 2 ve 3'te sunulmuştur. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre her üç analiz döneminde de uygulamalar arasında önemli düzeyde farklar çıkmıştır. Kısıtlı su uygulamaları kontrol uygulamaya göre klorofil içeriklerini önemli derecede linear şekilde azaltmıştır. Buna göre her üç dönemde de en yüksek klorofil a (sırasıyla, 28.85, 27.81 ve 28.83 mg/g), klorofil b (sırasıyla, 53.261, 53.595 ve 52.565 mg/g) ve klorofil a+b (sırasıyla 82.120, 81.409 ve 81.404 mg/g) içeriği %100 STK uygulamasında belirlenirken, en düşük klorofil a (sırasıyla, 26.37, 26.14 ve 26.80 mg/g), klorofil b (sırasıyla 51.417, 51.414 ve 50.537 mg/g) ve klorofil a+b (sırasıyla 77.802, 77.557 ve 77.344 mg/g) içerikleri ise %25 STK uygulamasında bulunmuştur. Her üç uygulamada da dönem ilerledikçe klorofil a+b içerikleri nispeten azalmıştır (Şekil 1, 2 ve 3). Bununla birlikte klorofil a içeriği her üç uygulamada da 35. gün analizlerine göre 57. günde azalma gösterirken, 75. günde tekrar artmıştır. Bu artış kontrol uygulamada 35. gün analizleriyle benzer seviyede; %50 STK ve %25 STK uygulamalarında ise nispeten yüksek seviyede gerçekleşmiştir. Buna karşın klorofil b içeriği ise 35. gün analizlerine göre 57. günde artarken, 75. günde azalmıştır. Bu azalma 35. gün analizlerinden daha düşük seviyede olmuştur. Klorofil a+b içeriği de 57. günde azalırken, 75. günde benzer seviyede kalmıştır (Şekil 1, 2 ve 3).



Şekil 1. Farklı su düzeylerinde klorofil a (mg/g) içeriğinin dönemlere göre değişimi
Figure 1. Changing chlorophyll a (mg/g) content according to periods at different water levels



Şekil 2. Farklı su düzeylerinde klorofil b (mg/g) içeriğinin dönemlere göre değişimi
Figure 2. Changing chlorophyll b (mg/g) content according to periods at different water levels



Şekil 3. Farklı su düzeylerinde klorofil a+b (mg/g) içeriğinin dönemlere göre değişimi
Figure 3. Changing chlorophyll a+b (mg/g) content according to periods at different water levels

Klorofiller (yeşil pigmentler) fotosentetik canlılarda bulunan tipik pigmentlerdir ve ışık soğurma, enerji ve elektron aktarımı gibi görevlerde rol alırlar (Gülser & Alp, 2019). Yeşil bitkilerde fotosentezde önemli rol oynayan pigmentler klorofil a ve klorofil b'dir. Klorofiller metabolik birtakım reaksiyonlar sonucu sentezlenirler (Taiz & Zeiger, 2008). Su klorofil sentezi için en önemli faktörlerden biridir ve bitkideki su miktarı protoklorofillerin oranını önemli derece etkilemektedir. Hatta az bir su kısıtlamasında pigment oluşumu önemli ölçüde azalabilmektedir (Virgin, 1965). Yapılan birçok çalışmada kuraklık stresi altında klorofil miktarında azalışlar olduğu saptanmıştır. (Ali ve ark., 2014; Çerçi, 2012; Sibomana ve ark., 2013; Bolat ve ark., 2014; Faaek, 2018; Demir & Başayığit, 2020; Binici ve ark., 2022; Demir & Başayığit, 2022). Çerçi (2012)'ye atfen kuraklık stresinin altındaki bitkilerde klorofilin azalma sebebi olarak aktif oksijen radikallerinin kloroplastlara zarar vermesinden ileri gelmektedir. Bu çalışmada da diğer çalışmalarla uyumlu olarak su stresi altındaki fidanlarda hem klorofil a hem klorofil b hem de klorofil a+b önemli derecede düşmüştür. Benzer şekilde yağ gülünde yapılan başka bir çalışmada da %50 su düzeyi uygulamasının klorofil içeriğini önemli derecede azalttığı belirlenmiştir (Hassan ve ark., 2018). Nitekim bu çalışmada uygulanan su düzeyi ile klorofil içeriği arasında önemli ilişki çıkmıştır (Şekil 4, 5 ve 6). Buna göre

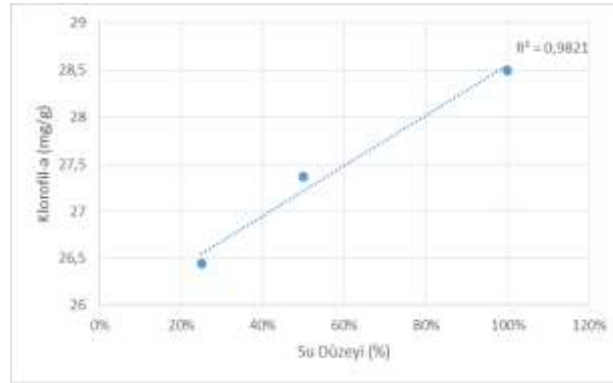
klorofil a, b ve a+b içerikleri uygulanan su düzeyi miktarının azalmasıyla birlikte doğrusal olarak azalmıştır. Bu durum klorofil içeriği ile su arasındaki ilişkiyi açıkça ortaya koymaktadır.

Toplam Fenolik ve Toplam Flavonoid: Bu çalışmada, su stresi altında yağ gülü yapraklarının toplam fenolik ve toplam flavonoid madde içerikleri belirlenmiş, sonuçlar Şekil 7 ve 8'de gösterilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre bu özellikler bakımından her üç analiz döneminde de uygulamalar arasında önemli düzeyde farklar çıkmış ve toplam fenolik ve flavonoid madde içerikleri, %50 STK ve %25 STK uygulamalarında, kontrol uygulamaya göre (%100) önemli düzeyde azalmıştır. Buna göre en yüksek toplam fenolik ve toplam flavonoid madde içerikleri her üç dönemde de %100 STK uygulamasında (sırasıyla, 10.314 ve 2.500, 9.120 ve 2.095, 7.144 ve 1.756 mg/g) saptanmıştır. En düşük toplam fenolik ve flavonoid madde içeriği ise %25 STK uygulamasında (sırasıyla 5.782 ve 1.165, 5.675 ve 1.101, 3.196 ve 1.011 mg/g) belirlenmiştir.

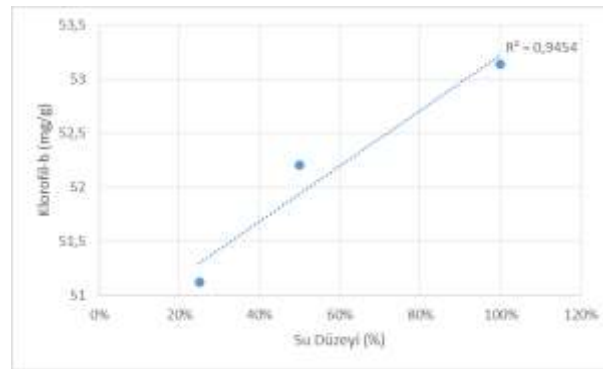
Kontrol uygulamasında dönem ilerledikçe toplam fenolik madde içeriği giderek azalmıştır (Şekil 7). Bununla birlikte %50 STK ve %25 STK uygulamalarında toplam fenolik madde içeriği 35. gün analizlerine göre 57. günde benzer seviyeler gösterirken 75. günde yarı yarıya varan bir şekilde azalmıştır. (Şekil 7). Toplam flavonoid madde içeriği

ise her üç uygulamada da dönem ilerledikçe azalma göstermiştir (Şekil 8). Ancak bu azalma %50 STK ve

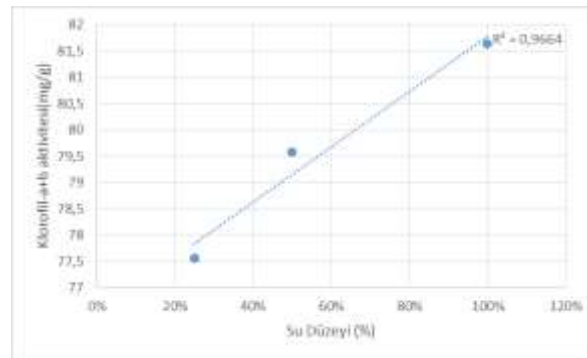
%25 STK uygulamalarında düşük değerlerde gerçekleşmiştir.



Şekil 4. Farklı su düzeyi uygulamaları ile klorofil a (mg/g) içeriği arasındaki ilişki
Figure 4. The relationship between different water level treatments and chlorophyll a (mg/g) content



Şekil 5. Farklı su düzeyi uygulamaları ile klorofil b (mg/g) içeriği arasındaki ilişki
Figure 5. The relationship between different water level treatments and chlorophyll b (mg/g) content



Şekil 6. Farklı su düzeyi uygulamaları ile klorofil a+b (mg/g) içeriği arasındaki ilişki
Figure 6. The relationship between different water level treatments and chlorophyll a+b (mg/g) content

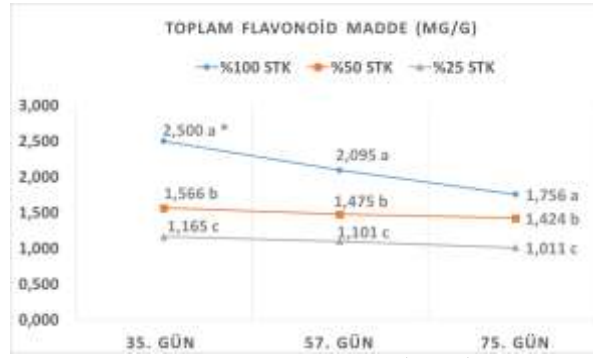
Toplam fenolik ve toplam flavonoid madde içerikleri ile su düzeyi arasındaki ilişki önemli çıkmıştır. Buna göre toplam fenolik ve flavonoid madde içerikleri, uygulanan su düzeyi miktarının azalmasıyla birlikte doğrusal olarak azalmıştır (Şekil 9 ve 10).

Bitkilerde bulunan antioksidant savunma mekanizmalarından biri de fenolik bileşiklerdir. Bitkilerde polifenollerin sentezi ve birikmesi biyotik (Naczk & Shahidi, 2004) ve abiyotik stres koşullarına bir cevap olarak görülmektedir (Navarro ve ark., 2006). Yapılan çalışmalarda stres koşulları altındaki bitkilerde genelde fenolik bileşiklerin (fenolik asitler

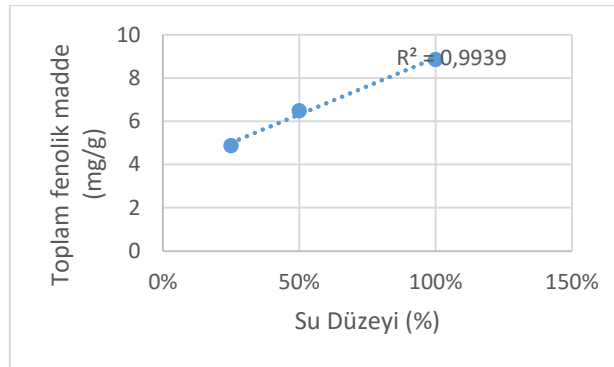
ve flavonoidler) miktarında artışlar meydana geldiği bildirilmiştir (Gür, 2018; Babalık, 2012; Büyük ve ark., 2012; Yıldırım ve ark., 2021). Bu çalışmada hem toplam fenolik içeriği hem de toplam flavonoid içeriği su stresi uygulanan fidanlarda (%50 SK ve %25 SK) tam sulama yapılan fidanlara göre önemli derecede azalmıştır. Çalışma sonuçları stres koşulları altında fenolik bileşiklerin arttığını bildiren literatür ile benzerlik göstermemiştir (Bolat ve ark., 2014; Gür, 2018). Bu durum yağ gülünde fenolik bileşenlerin sentezinde rol oynayan enzimlerin su stresi altında yeteri kadar aktive olmamasından kaynaklanmıştır



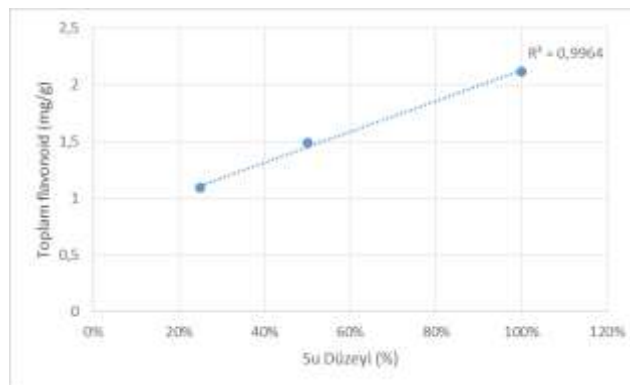
Şekil 7. Farklı su düzeylerinde toplam fenolik madde (mg/g) içeriğinin dönemlere göre değişimi
Figure 7. Changing total phenolic (mg/g) content according to periods at different water levels



Şekil 8. Farklı su düzeylerinde toplam flavonoid madde (mg/g) içeriğinin dönemlere göre değişimi
Figure 8. Changing total flavonoid (mg/g) content according to periods at different water levels



Şekil 9. Farklı su düzeyi uygulamaları ile toplam fenolik madde içeriği arasındaki ilişki
Figure 9. The relationship between different water level treatments and total phenolic content



Şekil 10. Farklı su düzeyi uygulamaları ile toplam flavonoid madde içeriği arasındaki ilişki
Figure 10. The relationship between different water level treatments and total flavonoid content

olabilir. Buna karşın bazı araştırmacılar su stresi altındaki bitkilerde fenolik bileşenlerde düşmeler belirlemişlerdir. Nitekim Aninbon ve ark. (2016), kuraklık stresi altındaki yer fıstığının tohumlarında toplam fenolik içeriklerin azaldığını bildirmiştir. Yine Kuşvuran ve ark. (2011), şiddetli su stresi altında (%0 TK) toplam flavonoid içeriğinin Bn 150 çeşidinde arttığını, Bn 16 çeşidinde ise azaldığını belirlemişlerdir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma ile sera koşullarında, yağ gülü fidanlarının yapraklarında klorofil içerikleri, toplam fenolik ve toplam flavonoid içerikleri ile bazı morfolojik özellikler incelenmiştir. Sonuçta deneme sonunda kısıtlı su stresi uygulanan yağ gülü fidanlarının büyüme ve gelişmesinde ve genel canlılığında önemli farklılıklar görülmemiştir. Ancak özellikle %25 su stresi uygulanan fidanların gövdelerinde daha fazla diken olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada, kısıtlı su stresi uygulamaları tam su (kontrol) uygulamalarına göre toplam klorofil, fenolik ve flavonoid içeriklerini önemli derecede azaltmıştır. Bununla birlikte toplam fenolik madde içeriğinin %50 STK ve %25 STK uygulamalarında 35. gün ve 57. gün analizlerinin benzer seviyelerde kaldığı hatta %50 STK uygulamasında nispeten artış gösterdiği görülmüştür. 75. gün analizlerinde ise yarı yarıya varan bir azalma saptanmıştır. Toplam flavonoid madde içeriği bakımından ise stres uygulamalarında dönem ilerledikçe azalma meydana gelmiş, ancak bu azalma düşük değerlerde gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar, kısıtlı su stresi altında yağ gülü fidanlarının stresin özellikle ilk iki ayda azalan toplam fenolik ve flavonoid içeriklerini korumaya çalışarak, strese karşı koymaya çalıştıklarını gösterebilir. Bu noktada yağ gülünde su stresi altında fenolik bileşenlerin tepkisi ile ilgili daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır.

TEŞEKKÜR

Araştırma Tuğba TIRYAKİ (BÜLBÜL)'nin yüksek lisans tezinden elde edilmiştir. Çalışmanın yürütülmesinde bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen Prof. Dr. Yusuf UÇAR'a teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti [Century10 bold]

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı [Century10 bold]

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Akinci, Ş., & Lösel, D. M. (2012). Plant water-stress response mechanisms. *Water stress*, 15, 42.
- Alaboz, P., Işildar, A. A., Müjdeci, M., & Şenol, H. (2017). Effects of different vermicompost and soil moisture levels on pepper (*Capsicum annuum*) grown and some soil properties. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 27(1), 30-36. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.284217>.
- Ali, E. F., Bazaid, S. A., & Hassan, F. (2014). Salinity tolerance of Taif roses by gibberellic acid (GA3). *International Journal of Science and Research*, 3(11), 184-192.
- Alp, Ş., Aldemir, R., Erdem, S. A., & Karagöz, S. (2015). Essential oil content and germination behavior of Rosa species cultivated in the lake Van basin, Turkey. *Acta Horticulturae*, (1064), 59-62.
- Aninbon, C., Jogloy, S., Vorasoot, N., Patanotai, A., Nuchadomrong, S., & Senawong, T. (2016). Effect of end of season water deficit on phenolic compounds in peanut genotypes with different levels of resistance to drought. *Food chemistry*, 196, 123-129. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.022>.
- Anjum, S. A., Xie, X., Wang, L. C., Saleem, M. F., Man, C., & Lei, W. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African journal of agricultural research*, 6(9), 2026-2032. <https://doi.org/10.5897/AJAR10.027>.
- Arzani, K., & Arji, I. (2000). The response of young potted olive plants Cv." Zard" to water stress and deficit irrigation. In *IV International Symposium on Olive Growing, Tehran, Iran, 25-30 September 586*, 419-422. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.586.86>.
- Babaei, A., Tabaei-Aghdai, S. R., Khosh-Khui, M., Omidbaigi, R., Naghavi, M. R., Esselink, G. D., & Smulders, M. J. (2007). Microsatellite analysis of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) accessions from various regions in Iran reveals multiple genotypes. *BMC Plant Biology*, 7, 1-6. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-7-12>.
- Babalık, Z. (2012). *Tuz ve Su Stresinin Asmaların Bazı Fiziksel ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri (Tez no 318133)*. [Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Baydar, H. (2016). Yağ gülü tarımı ve endüstrisi. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 5. Baskı)*. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın, (51), 290-325.
- Binici, S., Çelik, C., Yildirim, F., & Yildirim, A. (2022). Determination of the effect of harpin protein on NaCl salt stress in pistachio (*Pistacia*

- vera L.) seeds. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 11(2), 141-150. <https://doi.org/10.46810/tdfd.1120976>.
- Bolat, I., Dikilitas, M., Ercisli, S., İkinci, A., & Tonkaz, T. (2014). The effect of water stress on some morphological, physiological, and biochemical characteristics and bud success on apple and quince rootstocks. *The Scientific World Journal*, Article No: 769732 <https://doi.org/10.1155/2014/769732>.
- Büyük, İ., Soydam-Aydın, S., & Aras, S. (2012). Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji*, 6(2), 97-110.
- Çerçi, S. (2012). *Kuraklık Stresinin Değişik Turunçgil Anaçlarında Bazı Fotosentetik Parametreler ve Bitki Besin Maddeleri Konsantrasyonları Üzerine Etkileri (Tez no 307780)*. [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- DeLucia, E. H., & Heckathorn, S. A. (1989). The effect of soil drought on water-use efficiency in a contrasting Great Basin desert and Sierran montane species. *Plant, Cell & Environment*, 12(9), 935-940. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1989.tb01973.x>.
- Demir, S., & Başayığit, L. (2020). Sorunlu gelişim gösteren bitkilerin insansız hava araçları (İHA) ile belirlenmesi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 2(1), 12-22.
- Demir, S., & Başayığit, L. Classification of some biochemical properties with J48 classification tree algorithms in hyperspectral data. *Veri Bilimi*, 5(2), 20-28.
- Erdal, İ., Kaplankıran, B., Evren, E., Küçükyumuk, Z., & Türkan, Ş. A. (2013). Farklı demir içeriklerine sahip besin çözültüsüyle beslenen domates bitkisinin gelişimi, toplam demir, aktif demir, klorofil ve SPAD değerleri arasındaki ilişkiler. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 24(1), 36-41. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.235914>.
- Faaek, M. F. F. (2018). *Bazı Çilek Çeşitlerinde Kuraklık Stresinin Etkileri (Tez no 489343)*. [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Fernandez, R. T., Perry, R. L., & Flore, J. A. (1997). Drought response of young apple trees on three rootstocks. II. Gas exchange, chlorophyll fluorescence, water relations, and leaf abscisic acid. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 122(6), 841-848. <https://doi.org/10.21273/JASHS.122.6.841>.
- Gökkaya, T. H. (2016). *Selenyum Uygulamalarının Kuraklık Stresi Altındaki Çerezlik Balkabağı (Cucurbita pepo L.) Bitkisinin Gelişimine ve Antioksidant Enzim Aktivitelerine Etkileri (Tez no 450451)*. [Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gür, İ. (2018). *Su Stresi Uygulamalarının Bazı Armut Anaçlarında Morfolojik ve Biyokimyasal Değişimlere Etkisi (Tez no 501265)*. [Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gürsel, F., & Alp, Ş. (2019). Determination by using different equations of chlorophyll contents of naturally grown old garden roses (*Rosa Ssp.*) in Van, Turkey. 1. International Ornamental Plants Congress, Bursa, Türkiye, 9 - 11 Ekim 2019, ss, 312.
- Hassan, F. A. S., Ali, E. F., & Alamer, K. H. (2018). Exogenous application of polyamines alleviates water stress-induced oxidative stress of *Rosa damascena* Miller var. *trigintipetala* Dieck. *South African Journal of Botany*, 116, 96-102. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.02.399>.
- Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J., Somasundaram, R., & Panneerselvam, R. (2009). Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11(1), 100-105. <https://doi.org/100-105>. 08-305/IGC-DYT/2009/11-1-100-105
- Kacar, B., Katkat, A. V., & Öztürk, Ş. (2013). Bitki fizyolojisi. sy:485 Nobel Akademik Yayıncılık. ISBN 978-605-133-510-0.
- Kalefetoğlu, T., & Ekmekçi, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi University Journal of Science*, 18(4), 723-740.
- Kart, M. Ç. Ö., Murat, İ., & Demircan, V. (2012). Türkiye'de yağ gülü (*Rosa damascena*) üretimi ve ticaretinin gelişimi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 124-134.
- Kuşvuran, Ş., Daşgan, H. Y., & Kazım, A. (2011). Farklı kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 21(3), 209-219.
- Küçükyumuk, C., Sarısu, H., Yıldız, H., Kaçal, E., & Koçal, H. (2015). Farklı anaçlar üzerine aşılı 0900 ziraat kiraz çeşidinde su stresinin bazı vejetatif gelişim parametrelerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2), 180-192. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.236404>.
- Lawlor, D. W. (2002). Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. *Annals of Botany*, 89(7), 871-885. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf110>.
- Lichtenthaler, H. K. (1996). Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants. *Journal of Plant Physiology*, 148(1-2), 4-14.

- [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(96\)80287-2](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(96)80287-2).
- Marcińska, I., Czyczyło-Mysza, I., Skrzypek, E., Filek, M., Grzesiak, S., Grzesiak, M. T., & Quarrie, S. A. (2013). Impact of osmotic stress on physiological and biochemical characteristics in drought-susceptible and drought-resistant wheat genotypes. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35, 451-461. <https://doi.org/10.1007/s11738-012-1088-6>
- Naczka, M., & Shahidi, F. (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054(1-2), 95-111. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.08.059>.
- Navarro, J. M., Flores, P., Garrido, C., & Martinez, V. (2006). Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. *Food Chemistry*, 96(1), 66-73. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.057>.
- Özçelik, H. (2014). Türkiye'de gülcülük: tespitler/tahliller. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(2), 44-51.
- Öztürk, N. Z. (2015). Bitkilerin kuraklık stresine tepkilerinde bilinenler ve yeni yaklaşımlar. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science And Technology*, 3(5), 307-315. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v3i5.307-315.307>.
- Pouyafard, N., Akkuzu, E., & Ünal, K. (2016). Kıyı Ege koşullarında yetiştirilen Ayvalık zeytin fidanlarında su stresine bağlı bazı fizyolojik ve morfolojik değişimlerin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1), 88-98.
- Sibomana, I. C., Aguyoh, J. N., & Opiyo, A. M. (2013). Water stress affects growth and yield of container grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) plants. *Gjbb*, 2(4), 461-466.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158. <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>.
- Smedley, B. D. (2017). Racial and ethnic health care disparities: The role of personal choice vs. structural inequality. In *Consumer Choice* (pp. 83-98). Routledge.
- Taiz L, Zeigler E 2008. Plant Physiology. 4th. Sinauer Associate, Sunderland, Mass., EUA.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2020). Yağlık Gül Üretim Miktarı. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. (Alınma Tarihi: 22.06.2020).
- Ucar, Y., Kazaz, S., Eraslan, F., & Baydar, H. (2017). Effects of different irrigation water and nitrogen levels on the water use, rose flower yield and oil yield of *Rosa damascena*. *Agricultural Water Management*, 182, 94-102. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.12.004>.
- Virgin, H. I. (1965). Chlorophyll formation and water deficit. *Physiologia Plantarum*, 18(4), 994-1000. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1965.tb06995.x>.
- Yıldırım, A. N., Şan, B., Yildirim, F., Celik, C., Bayar, B., & Karakurt, Y. (2021). Physiological and biochemical responses of almond rootstocks to drought stress. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(4), 522-532. <https://doi.org/10.3906/tar-2010-47>.
- Zhang, Z., & Huang, R. (2013). Analysis of malondialdehyde, chlorophyll proline, soluble sugar, and glutathione content in Arabidopsis seedling. *Bio-protocol*, 3(14), e817-e817.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food chemistry*, 64(4), 555-559. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2).