

Su Stresi Altındaki Kiraz Fidanlarında Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi

Halil KIRNAK

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Şanlıurfa

M. Naim DEMİRTAŞ

Malatya Meyvecilik Araştırma Enstitüsü, Malatya

Geliş Tarihi : 07.12.2001

ÖZET: Bu çalışma farklı sulama seviyelerinin mahlep anacı üzerine aşılı dalbastı kiraz çeşidinde fizyolojik (yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su kapsamı, klorofil miktarı) ve morfolojik (sürgün uzunluğu, yaprak alanı, gövde çapı) özelliklere etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma sera koşullarında saksıda yetiştirilen bir yaşlı fidanlara her gün faydalı suyun %100 (kontrol), %75, %50 ve %25'i düzeyinde su verilerek yürütülmüştür. Su stresi uygulamaları büyümenin, yaprak su potansiyelinin, yaprak oransal nem içeriğinin ve klorofilin azalmasına yol açmıştır. Su stresinin büyüme üzerindeki engelleyici etkisi en fazla yaprak alanında tespit edilmiş, bunu sırasıyla sürgün ve gövde çapındaki değişimler izlemiştir. Genel olarak su stresinin şiddetiyle, ölçülen fizyolojik parametreler arasında lineer bir ilişki gözlenmiştir. Günlük su kullanımındaki azalmalara paralel olarak; yaprak su potansiyeli, şiddetli su noksanlığının hissedildiği %25 konusunda, 75'nci gün sonunda -35 bara kadar düşmüştür. Bitkilerin streste kaldıkları süre uzadıkça su noksanlığının yarattığı fizyolojik ve morfolojik değişimler kendine daha da belirginleşmiştir.

Anahtar kelimeler: Kiraz, su stresi, yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su kapsamı, klorofil

Determination of Physiologic and Morphologic Changes in Sweet Cherry Seedlings Under Water Stress

SUMMARY: In this study, morphological (length of shoot, total leaf area, trunk diameter) and physiological (leaf water potential, leaf relative water content, chlorophyll content in leaves) responses of dalbastı cherry seedlings grafted on mahlep rootstock under different irrigation levels were investigated. The research was carried out on container grown one-year-old cherry seedlings which were irrigated on a daily basis at the level of 100% (control), 75%, 50%, and 25% of available container capacity under greenhouse conditions. The water stress treatments reduced plant growth, leaf water potential, leaf relative water content and leaf chlorophyll content. The most inhibiting effect of stress treatments on growth was observed in leaf area and it was followed by shoot and trunk diameter, respectively. In general, it was observed that there was a linear relation between intensity of water shortage and physiological parameters measured. The leaf water potential was decreased to -35 bar at the end of 75th day for the plants irrigated at the 25% available container capacity. The effect of water stress on morphologic and physiologic changes were more clear when duration of water stress was long enough.

Key words: Cherry, water stress, leaf water potential, leaf relative water content, chlorophyll

GİRİŞ

Meyve yetiştiriciliğinde atmosfer-bitki-su ilişkisinde, bitkide su dengesinin sağlanması ve korunması sulama açısından istenilen bir özelliktir. Bitkilerde fizyolojik faaliyetler hem toprak hem de çevre koşullarının etkisi altındadır. Bitkilerin su stresi altındaki reaksiyonlarının saptanmasında toprak-su içeriği yanında bitki-su içeriği de önemli olup izlenilmesi gereken bir unsurdur. Bitki-su ilişkilerinin incelendiği çalışmalarda, temel parametre olan yaprak su potansiyeli (YSP) ile doğrudan ilişkili olan yaprak oransal su kapsamının (YOSK) incelenmesi, bitkinin gelişmesini devam ettirebildiği kritik su düzeyinin saptanmasında önemli bir özelliktir. Çünkü, düşük YSP değerinde yaprak turgoritesinin devam etmesi, büyüme ve gelişmenin az da olsa gerçekleştiğini göstermektedir. Turgor potansiyelinin düzenlenememesi sonucu bu değerdeki azalma, YSP'nin düşmesine, dolayısıyla büyümenin durmasına neden olmaktadır (Kaynaş, 1994; Kaynaş vd., 1995).

Suyun kısıtlanması hücre gelişimi ve bölünmesi üzerinde olumsuz etki yaratarak bitkinin büyümesini engellemektedir. Yaprak su miktarındaki azalma (düşük YSP) klorofil sentez hızını yavaşlattığı gibi klorofil

parçalanmasını hızlandırmaktadır. Ancak bitkilerin kısa süreli stres koşullarında klorofil sentez ve parçalanmasında istatistiksel açıdan bir fark olmamaktadır. Özellikle klorofil kaybı bitkiye verilen su miktarı yanında uygulanan stres süresine de bağlıdır. Yapraklardaki klorofil parçalanması yaşlanmadan da kaynaklanabilir. Su stresinin bitkilerde yaşlanmayı arttırdığı da bir gerçektir (Kramer, 1983). Genellikle stomalar otsu bitkilerde odunsu bitkilere göre daha yüksek bir yaprak su potansiyeli (YSP) değerinde kapanmakla birlikte, bitkilerin kritik YSP değeri türe ve hatta çeşide göre farklılıklar göstermektedir (örneğin; domates, soya fasulyesi, arpa ve elma için kritik YSP değerleri sırasıyla -8, -11, -30, -20 bar olarak tespit edilmiştir) (Kaufmann 1981; Proebsting vd., 1989).

Liu ve Lemon (1974)'de saksılarda yetiştirilen asmalarda YSP -13 bara düştüğü zaman stomaların kapandığını belirtmiştir. Kiraz ve eriklerde açık su yüzeyi buharlaşmasının farklı düzeylerinde yapılan sulamalarda, toprak nem içeriğinin daima solma noktasının üzerinde kalmasına rağmen, %100 evaporasyonda -14 bar olan YSP değeri, %15

evaporasyonda -20 bara hatta Temmuz-Ağustos aylarında -28 bara kadar düştüğü gözlemlenmiştir (Proebsting vd., 1981). Kata ve Nakita (1989)'da elma ağaçları üzerinde yaptıkları bir çalışmada verilen su miktarı azaldıkça YSP değerlerinde azalma saptamışlardır. Yine Proebsting ve Middleton (1980)'de şeftalide daimi solma noktasında YSPin -27 ve -32 bar arasında olduğu ve YSPnin bu değerlere ulaşmasıyla, önce yaprak renginde açılma, daha sonra yaprak dökümü, meyve büyümesinin durması, aroma bozulması ve fizyolojik ölüm olaylarının başladığını ifade etmişlerdir. Garnier ve Berger (1985)'de, %100 ve %50 evaporasyonda sulanan şeftali ağaçlarında stresin izlenmesinde en güvenilir yöntemin, bitki sürgün ve yapraklardaki su potansiyeli ölçümleri olduğunu saptayarak, sulamanın bu değerleri baz alarak yapılmasını önermiştir. Daniell (1982) 'de şeftali çeşidinde yaprak oransal su içeriği, yaprak su potansiyeli ve toprak nem içeriği arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuşlardır.

Su stresinin bitki fizyolojisi ve büyümesine ilişkin bir çok araştırma olmasına rağmen kiraz fidanları üzerindeki araştırma oldukça sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen Mahlep anacı üzerine aşılı Dalbastı kiraz fidanlarının stres altında ortaya koydukları fizyolojik ve morfolojik reaksiyonları belirlemektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma 2000-2001 yılları arasında Malatya Meyvecilik Araştırma Enstitüsü' nde Mahlep anacı üzerine aşılı Dalbastı kiraz çeşidi kullanılarak yürütülmüştür. Kiraz fidanları anaç üzerine aşılandıktan bir yıl sonra (2001 yılında), 8 litrelik saksılara alınarak seraya yerleştirilmiştir. Bitkiler ilkbaharda ağırlık esasına göre %66 kum, %21 silt ve %13 kil karışımında oluşan harç içerisine dikilmiştir. Harç malzemesinin ağırlık esasına göre; tarla kapasitesi %17,57, solma noktası %9,03, özgül ağırlığı 2,69 g cm⁻³ ve hacim ağırlığı ise 1,23 g cm⁻³ olarak bulunmuştur. Su stresi uygulamaları başlayana kadar, sulamalar faydalı suyun % 100'ü seviyesinde verilerek gerçekleştirilmiştir. Stres uygulamalarına dış ortamda kurak koşullarının hakim olduğu Haziran ayının ortasında başlanılmış ve bitkiler 75 gün süreyle su stresine tabi tutulmuştur. Çalışmanın yürütüldüğü cam serada deneme süresince ortalama gündüz ve gece sıcaklığının sırasıyla 35-48 °C ve 10-25 °C arasında değiştiği belirlenmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü, ve her tekerrürde 3 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Elde edilen verilerin varyans analizleri p<0.05 önem seviyesinde yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ile değerlendirilmiştir.

Bitkilere faydalı suyun %100 seviyesinde verilen konu kontrol konusu olarak buna karşılık faydalı suyun %75, %50 ve %25 seviyesinde sulanan konular ise stres konuları olarak ifade edilmiştir. Deneme süresince

bitkiler bu su seviyelerinde tutulmuş ve sulamalar günlük olarak uygulanmıştır. Sabah saatlerinde saksıların tartılmasıyla birlikte her bir konu için eksilen nem belirlenmiş ve bitkiler tarafından tüketilen su tatbik edilmiştir. Evaporasyonla olan su kaybını önlemek için saksıların yüzeyleri siyah polietilen ile kapatılmıştır.

Yaprak oransal su kapsamı

Bitkilerin yaprak oransal su kapsamı (YOSK), 15 gün ara ile saat 14:00-14:30 arasında koparılan gelişimini tamamlamış iki yaprakta, Yamasaki ve Dillenburg (1999)'a göre yapılmıştır. Yaprak örneklerinin oransal su kapsamı; taze ağırlıkları (YA), 6 saat saf su içerisinde bekletilerek saptanan turgor ağırlıkları (TA) ve 80 °C sıcaklıkta 24 saat bekletme sonunda saptanan kuru ağırlıkları (KA) dikkate alınarak aşağıdaki formül kullanılarak % olarak bulunmuştur.

$$YOSK (\%) = [(YA - KA) / (TA - KA)] \times 100$$

Yaprak su potansiyeli

Mevsimlik ve günlük su potansiyeli ölçümleri basınç hücresi kullanılarak yapılmıştır. Mevsimlik su potansiyeli deneme süresince 15 gün ara ile 12:00-14:00 saatleri arasında sürgünün orta kısmında gelişimini tamamlamış iki yaprakta yapılmıştır. Günlük su potansiyeli ölçümleri ise denemenin başlangıcında, 15, 30, 45, 60 ve 75 gün sonra olmak üzere deneme süresince 6 defa 06:00-14:00 saatleri arasında iki saat ara ile aynı yapraklarda yapılmıştır. Yaprak su potansiyeli ölçümünde Crocker vd. (1974)'de belirttiği hususlar dikkate alınmıştır. Ölçüm için seçilen yapraklar dış ortamdan korunmak amacıyla kesilmeden önce alüminyum folye ile kaplanmış ve siyah renkli polietilen torba içine yerleştirilmiştir. Bu şekilde kesilerek getirilen yapraklar, sap kısmı dışarıda kalacak şekilde basınç hücresine yerleştirilmiştir. Hücre içerisindeki basınç azot gazı kullanılarak yükseltilmiş ve hücre kapağı dışında kalan ve büyütle bakılan yaprak sapında, ilk su görüldüğünde basınç yükseltilmesine son verilmiş ve o andaki basınç manometre aracılığıyla okunmuştur.

Klorofil analizi

Yaprak klorofil miktarındaki değişim Strain ve Svec (1966) 'da verilen spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır. Aseton ile ekstraksiyona tabii tutulan taze yaprak örneklerinin süzüntülerinde damıtık suya karşı 645 nm, 652 nm ve 663 nm dalga boylarında absorbans okuması yapılmıştır. Sonuçlar mg/100 cm² taze ağırlık cinsinden aşağıda verilen hesaplamalar ile bulunmuştur. Klorofil a = (50,8 × A663 — 10,8 × A645) Klorofil b = (91,6 × A645 — 18,8 × A663) Toplam Klorofil = 111,2 × A652

Yaprak alanı

Toplam yaprak alanı ile su stresi arasındaki ilişki

deneme başında ve sonunda olmak üzere iki kez portatif bir yaprak ölçüm aleti (CI-202 CID, Inc., USA) kullanılarak her bir konu için toplam üç bitkide yapılmıştır.

Bitkilerde morfolojik değişimler

Sürgün boyu ölçümleri her bir konu için ve her tekrerde iki bitkide yapılmıştır. Stres uygulaması başlangıcında belirlenen 3 adet sürgünün deneme başlangıcındaki ve sonunda uzunlukları digital kumpas ile ölçülmüştür. Su stresinin fidan gövde çapı üzerindeki etkisini saptamak amacıyla denemeye başlamadan önce ve deneme sonunda her bitkinin aşı noktasının 10 cm üstünde digital kumpas ile okuma yapılmıştır. Bitkilerin sürgün büyümesi ve gövde çapındaki değişim başlangıca göre % olarak ifade edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitkilerde Morfolojik Değişimler

Su stresi altında yetiştirilen kiraz fidanlarında büyüme ile ilgili morfolojik özelliklerde istatistiksel olarak önemli değişiklikler elde edilmiştir (Çizelge 1). Su stresinin şiddeti arttıkça yaprak alanı, sürgün uzunluğu ve gövde çapı gibi parametrelerde kontrol konusuna göre önemli oranda azalmalar gözlenmiştir. Çizelge 1'de görüleceği üzere su stresinin büyüme üzerindeki en belirgin etkisi yaprak alanındaki azalmalarda kendini göstermiştir. Yaprak alanında %25'lik su stresi konusunda kontrol konusuna göre %19 oranında bir azalma oluşturmuştur. Bu azalma oranı uygulanan su miktarı arttıkça azalmıştır. Sürgün uzunluğu ve gövde çapında ise %25'lik sulama konusunda kontrol konusuna göre sırasıyla %10,1 ve % 10,95 oranında düşüş görülmüştür. Yaprak alanındaki değişim tüm konularda önemli olduğu halde, sürgün uzunluğu ve gövde çapındaki değişim bakımından %75 ve %50 sulama konularda istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Kontrol konusuna günde ortalama 680 g su verilirken bu miktar %75, %50 ve %25 konularında sırasıyla 500 g, 300 g ve 100 g olmuştur. Tablo 1'de verilen veriler değerlendirildiğinde su noksanlığı oranının artması ile bitkilerin su kullanımının azaldığı görülmektedir. Bunun meydana gelebilmesi ancak stomaların kapanması ve transpirasyonun azalması ile mümkün olabilir. Nitekim, Eriş vd. (1998), aynı stres seviyesi koşullarında asma çeşitlerinde su noksanlığı arttıkça stoma iletkenliği ve transpirasyon hızının azaldığını tespit etmişlerdir. Uygulanan sulama düzeyleri

ortalamaları arasında Duncan testine göre %5 seviyesinde farklılık tespit edilmiştir. Tablo 1'deki veriler su noksanlığının; yaprak, sürgün ve gövde büyümesine engellediğini ortaya koymuştur. Burada ortaya koyulan sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Örneğin, Eriş vd. (1998)'de asma fidanları, Kaynaş vd. (1995)'de elma fidanları, ve yine Kaynaş (1994)'de de şeftali ve nektarin fidanlarında su stresinin morfolojik değişime etkisi incelenmiş ve büyümenin su noksanlığına bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir.

Yaprak Oransal Su Kapsamı ve Yaprak Su Potansiyeli

Su stresinin yaprak oransal su kapsamına etkisi Tablo 2'de verilmiştir. Bitkilere verilen su miktarı ile yaprak oransal su kapsamı arasında doğrudan bir ilişki olduğu görülmektedir. Yaprak oransal su kapsamında, bitkilere verilen su kısıtlamasına paralel olarak düşme gerçekleşmektedir. Bitkilere faydalı suyun %100 ve %75'i düzeyinde su verilen konularda istatistiksel olarak %5 seviyesinde fark bulunmamıştır. Ancak diğer konular arasında önemli fark bulunmuştur. Yaprak oransal su kapsamındaki en büyük düşüş faydalı suyun %25'inin verildiği konularda görülmüştür. Ayrıca zamana bağlı olarak yaprak su kapsamında görülen azalmalar istatistiki yönden önemli bulunmuştur. Test süresi uzadığında su stresinin etkisi kendine daha belirgin halde özellikle 60'ıncı günden sonra göstermeye başlamıştır.

Su stresinin yaprak su potansiyeline etkisi hem mevsimlik hem de günlük bazda yapılan ölçümler kullanılarak belirlenmiştir. Mevsimlik yaprak su potansiyelinin etkisi Şekil 1'de, buna karşın günlük yaprak su potansiyelinin değişimi ise Şekil 2a-f'de gösterilmiştir. Mevsimlik yaprak su potansiyeli tüm konularda zamanla düşüş göstermiştir. YSP değerinde negatif artış şeklinde kendini gösteren bu değişim sulama düzeylerine göre farklılık göstermiştir. Şekil 1, bitkiye verilen su miktarı azaldıkça YSP deki düşüş hızının arttığını göstermektedir. Elverişli kapasitenin %75 ve %50'nde sulanan bitkilerdeki YSP düşüşü birbirine çok yakından izlemektedir. Buna karşın faydalı suyun %25'nde sulanan konu kontrol ve diğer stres konularına göre çok belirgin bir düşüş göstermektedir. Deneme süresince mevsimlik YSP değerindeki en hızlı azalma %25 konusunda gözlenmiştir. Örneğin, deneme başlamasından 15 gün sonraki YSP değeri -27.5 bar iken bu değer 60. günün sonunda -32 bara kadar düşmüştür.

Tablo 1. Farklı sulama seviyelerinin kirazda büyüme üzerine etkileri ve uygulanan günlük su miktarı.

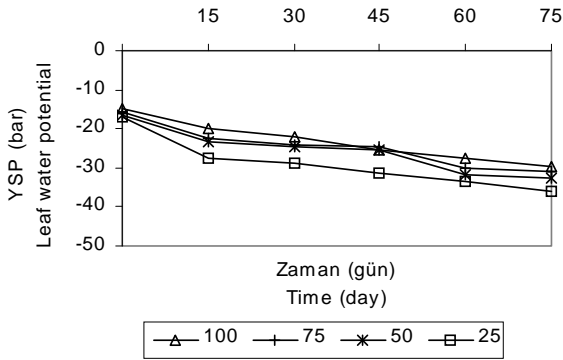
| Su Düzeyleri | Yaprak alanı (cm ²) | | | Sürgün uzunluk değişimi (%) | Gövde çapı değişimi (%) | Günlük Uygulanan su miktarı (g) |
|--------------|---------------------------------|-------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| | Deneme başı | Deneme sonu | % Değişim | | | |
| %100 | 30,42 | 40,25 | 32 a ¹ | 13 a ¹ | 13,4 a ¹ | 680 a ¹ |
| %75 | 31,03 | 37,89 | 22 b | 7,3 b | 4,6 b | 500 b |
| %50 | 30,56 | 36,07 | 18 c | 5,8 b | 3,15 bc | 300 c |
| %25 | 30,48 | 34,55 | 13 d | 2,9 c | 2,45 c | 100 d |

¹Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).

Tablo 2. Farklı düzeylerde verilen suyun kiraz bitkisinin yaprak oransal su kapsamına etkisi.

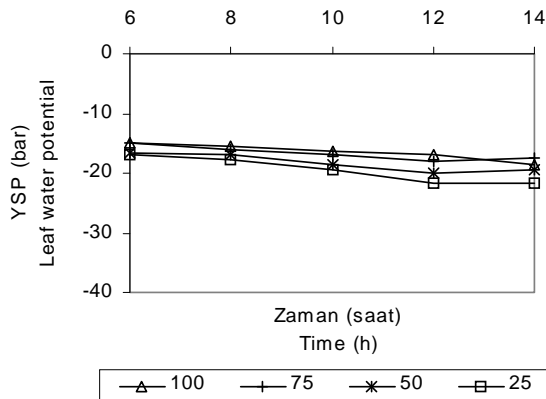
| Sulama seviyesi | Zaman (gün) | | | | | Uygulama Ortalaması (%) |
|--------------------------------------|----------------------|---------|---------|----------|---------|-------------------------|
| | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | |
| %100 | 90,33 | 88,45 | 90,25 | 90,13 | 90,01 | 89,83 a ¹ |
| %75 | 89,00 | 88,33 | 88,30 | 88,10 | 87,39 | 88,22 a |
| %50 | 86,20 | 82,10 | 80,70 | 78,15 | 77,15 | 80,86 b |
| %25 | 79,45 | 78,10 | 76,95 | 75,01 | 74,05 | 76,71 c |
| Zaman Ortalaması Duration average | 86,25 a ¹ | 84,25 b | 84,05 b | 82,85 bc | 82,15 c | |

¹ Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).

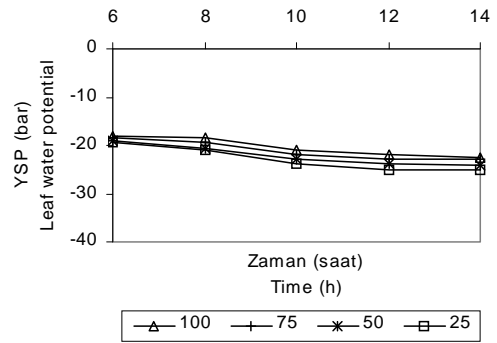


Şekil 1. Mahlep anacı üzerine aşılı Dalbastı kiraz çeşidinde farklı düzeylerde verilen suyun mevsimlik yaprak su potansiyeline etkisi.

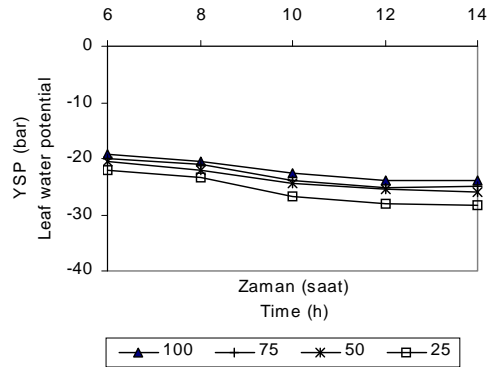
Radyasyonun çok az olduğu (güneş doğmadan önce) ve güneş ışınlarının dik geldiği zaman aralığındaki yaprak su potansiyeli değişimi sabah 06:00 da başlayıp iki saat zaman dilimleri ile devam eden ve saat 14:00 de biten günlük ölçümlerle gösterilmiştir (Şekil 2a-f). Bu ölçümler, günlük bazda zaman ilerledikçe YSP in tüm sulama seviyelerinde zamanla azaldığını göstermiştir. Başlangıç, 15'inci ve 30'uncu günlerde yapılan günlük YSP ölçümlerinde bir birine benzer değişimler gözlemlenirken, 45'inci 60'ıncı ve 75'inci günlerde yapılan günlük ölçümlerde YSP değerleri daha belirgin (düşük) çıkmıştır. Bu, test süresi uzadıkça bitkide fizyolojik bakımdan gittikçe kötüleşen bir durumu ifade etmektedir.



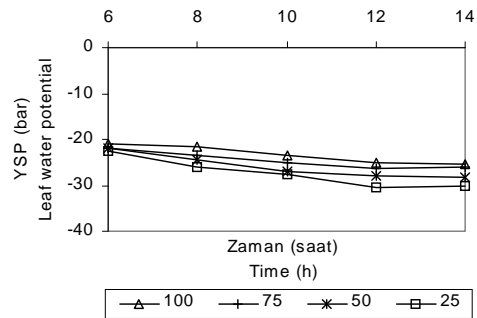
Şekil 2a. Deneme başlangıcında Mahlep anacı üzerine aşılı Dalbastı kiraz fidanlarında farklı seviyelerde verilen suyun günlük yaprak su potansiyeline etkisi.



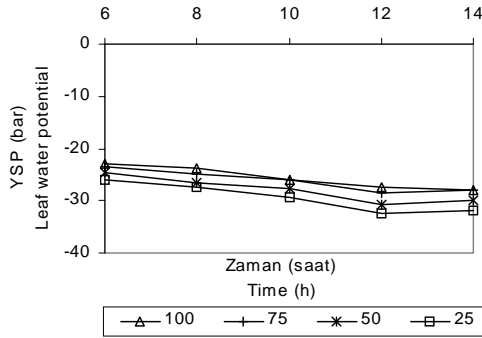
Şekil 2b. Deneme başlangıcından 15 gün sonra Mahlep anacı üzerine aşılı Dalbastı kiraz fidanlarında farklı seviyelerde verilen suyun günlük yaprak su potansiyeline etkisi.



Şekil 2c. Deneme başlangıcından 30 gün sonra Mahlep anacı üzerine aşılı Dalbastı kiraz fidanlarında farklı seviyelerde verilen suyun günlük yaprak su potansiyeline etkisi.

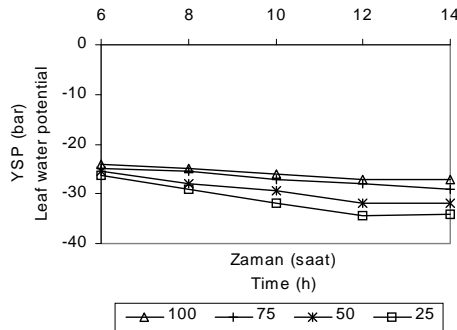


Şekil 2d. Deneme başlangıcından 45 gün sonra Mahlep anacı üzerine aşılı Dalbastı kiraz fidanlarında farklı seviyelerde verilen suyun günlük yaprak su potansiyeline etkisi.



Şekil 2e. Deneme başlangıcından 60 gün sonra Mahlep anacı üzerine aşılı Dalbastı kiraz fidanlarında farklı seviyelerde verilen suyun günlük yaprak su potansiyeline etkisi.

Günlük YSP ölçümleri denemeden 15 gün sonra yapılan ölçümlerde, günlük YSP değerinin -18 ile -25 bar arasında değişirken, bu değerlerin 60 gün sonra yapılan ölçümlerde -23 ile -32 bara kadar düştüğünü göstermektedir. Doğal olarak öğleden sonra yapılan günlük YSP ölçümlerinde bir iyileşmenin olması beklenirken bu nispeten gerçekleşmemiştir. Bu durum günlük YSP ölçümlerindeki iyileşmeyi görmek için 14:00 den sonrada bir ölçüm yapılmasının faydalı olacağını ortaya koymaktadır.



Şekil 2f. Deneme başlangıcından 75 gün sonra Mahlep anacı üzerine aşılı Dalbastı kiraz fidanlarında farklı seviyelerde verilen suyun günlük yaprak su potansiyeline etkisi.

Klorofil İçeriği

Faydalı suyun %100, %75, %50 ve %25'i düzeylerinde sulanan bitkilere ait klorofil a, b ve toplam

klorofil değerleri sırasıyla Tablo 3, 4 ve 5'de verilmiştir. Tüm konularda yaprakların klorofil içerikleri bakımından belirgin farklılıklar oluşmuş ve her bir sulama seviyesi farklı bir istatistiki gruba düşmüştür. Ayrıca zamana bağlı olarak da tüm konularda incelenen klorofil değerleri bakımından istatistiki açıdan belirgin farklılıklar tespit edilmiştir. Genel olarak bitkilere verilen su miktarı azaldıkça tüm incelenen konularda klorofil miktarında azalmalar gözlemlenmiştir. Aynı şekilde deneme süresi uzadıkça stresli bitkilerdeki klorofil miktarında düşüşler daha belirgin hale gelmiştir. Örneğin, %25 konusunda kontrol konusuna göre klorofil a, b ve toplam klorofildeki düşüş sırasıyla %6,12, %8,18 ve %13,46 oranında olmuştur. Zamana göre klorofil miktarındaki düşüş uygulama ortalamalarına göre daha yüksek çıkmıştır. Bu da bitkilerin stres altında kaldıkları sürenin oldukça önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar bu konuda yapılan bir çok araştırma ile uyum göstermektedir. Örneğin, Kaynaş (1994)'un nektarin ve şeftalide; Kırnak vd. (2001)'de çilek üzerine yaptıkları çalışmalarda su stresi altındaki bitkilerde klorofil miktarının önemli ölçüde düştüğünü göstermişlerdir. Levitt (1980)'de, su stresi koşullarının bitkide teşvik ettiği metabolik bozukluklardan ve görülebilir en önemli belirtilerden biri olarak kabul edilen klorofil kaybını; yapraklarda stomaların kapanması ve dehidrasyon meydana gelmesi sonucunda düşen protein ve enzim aktiviteleri ile açıklamaktadır.

Sonuç olarak; bu çalışma, kiraz fidan yetiştiricilerinin su noksanlığına karşı hassas davranmaları gerektiğini ortaya koymuştur. Su noksanlığına karşı bitkilerde gözlenen ilk tepkilerden biri büyümenin yavaşlaması şeklinde kendini göstermiştir. Bitkilerin su stresinde kaldıkları süre uzadıkça su stresi etkisinin daha şiddetli bir şekilde göstermektedir. Kiraz fidanlarına verilen su ile doğru orantılı olarak yaprak oransal nem ve yaprak klorofil içeriğinde düşüşler kaydedilmiştir. Günlük YSP değerleri güneş doğmadan önce en yüksek değerde iken, gün ortasında azaldıktan sonra tekrar artma eğilimine girmiştir. Bitkilerde yaprak, sürgün ve gövde çap büyümesi, verilen su miktarı kısıtlandıkça yavaşlamıştır.

Tablo 3. Farklı düzeylerde verilen suyun kiraz yapraklarının klorofil-a içeriğine etkisi.

| Sulama seviyesi | Zaman (gün) | | | | | Uygulama Ortalaması (%) |
|------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|-------------------------|
| | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | |
| %100 | 38,2 | 36,5 | 35,1 | 34,0 | 30,1 | 34,78 a ¹ |
| %75 | 37,9 | 35,1 | 33,8 | 31,2 | 28,2 | 33,24 b |
| %50 | 37,8 | 32,1 | 31,5 | 29,5 | 25,5 | 31,28 c |
| %25 | 34,1 | 30,7 | 29,3 | 27,7 | 22,1 | 28,78 d |
| Zaman Ortalaması | 37 a ¹ | 33,6 b | 32,4 c | 30,6 d | 26,5 e | |

¹ Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).

Tablo 4. Farklı düzeylerde verilen suyun kiraz yapraklarının klorofil-b içeriğine etkisi.

| Sulama seviyesi | Zaman (gün) | | | | | Uygulama Ortalaması (%) |
|------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|-------------------------|
| | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | |
| %100 | 33,5 | 32,8 | 30,7 | 29,0 | 27,1 | 30,62 a ¹ |
| %75 | 31,1 | 30,1 | 28,5 | 26,1 | 24,5 | 28,06 b |
| %50 | 29,2 | 28,2 | 26,8 | 24,0 | 21,8 | 26,00 c |
| %25 | 26,0 | 25,1 | 23,7 | 20,1 | 17,3 | 22,44 d |
| Zaman Ortalaması | 30 a ¹ | 29,0 b | 27,4 c | 24,8 d | 22,7 e | |

¹ Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).

Tablo 5. Farklı düzeylerde verilen suyun kiraz yapraklarının toplam klorofil içeriğine etkisi.

| Sulama seviyesi | Zaman (gün) | | | | | Uygulama Ortalaması (%) |
|------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|-------------------------|
| | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | |
| %100 | 71,7 | 69,3 | 65,8 | 63,0 | 57,2 | 65,40 a ¹ |
| %75 | 69,0 | 65,2 | 62,3 | 57,3 | 52,7 | 61,30 b |
| %50 | 67,0 | 60,3 | 58,3 | 56,3 | 47,3 | 57,84 c |
| %25 | 60,1 | 55,8 | 53,0 | 51,4 | 39,4 | 51,94 d |
| Zaman Ortalaması | 67,0 a ¹ | 62,7 b | 59,9 c | 57,0 d | 49,2 e | |

¹ Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).

Ayrıca çalışma sonuçları özellikle hava sıcaklığının maksimum düzeye ulaştığı Temmuz ve Ağustos aylarında su noksanlığının olumsuz etkisini gidermek için saksı toprağı içerisindeki nemin durumuna bağlı olarak günde bir sulama yerine iki sulamanın yapılmasının daha uygun olabileceğini göstermiştir. Bu da ancak saksı içerisindeki toprak nem içeriğinin elektronik tansiyometreler aracılığıyla devamlı olarak ölçülmesi ile mümkün olabilir. Çalışma bölgede faaliyet gösteren ticari fidan yetiştiricilerinin damla sulama sisteminde otomasyona geçmelerinin ürünlerde kalitenin, verimin ve işçilik giderlerinin en aza indirilmesi bakımından önemli olduğunu ortaya koymuştur.

KAYNAKLAR

- Crocker, T.E., Bell, W.D., Bartholic, J.F., 1974. Scholander pressure bomb technique to assess the relative leaf water stress of "Orlando" tangelo scion as influenced by various citrus rootstocks. Hortscience, 9(5):453-455.
- Daniell, J.W., 1982. Effects of trickle irrigation on the growth and yield of Loring peach trees. J. Hort. Sci., 57(4):393-399.
- Eriş, A., Sivritepe, N., Sivritepe, H.Ö., 1998. Asmalarda su stresine karşı ortaya çıkan bazı morfolojik ve fizyolojik reaksiyonlar. IV. Bağcılık sempozyumu, 20-23 Ekim, Yalova, s. 64-68.
- Garnier, E., Berger, A., 1985. Testing water potential in peach trees as an indicator of water stress. J. Hort. Sci. 60(1):47-56.
- Kata, T., Nakita, H., 1989. Effects of seasonal soil moisture on the growth, yield and fruit quality of apple trees. Bull. aomari apple exp. station, 25:23-39.
- Kaufmann, M.R., 1981. The physiology and biochemistry of drought resistance in plants. Academic press, New York, pp.55-67.

- Kaynaş, N., 1994. Bazı şeftali ve nektarin çeşitlerinde kurağa mukavemetin fizyolojisi üzerinde araştırmalar. Atatürk bahçe kültürleri merkez araştırma enstitüsü, Yalova.
- Kaynaş, K., Kaynaş, K., Öz, F., Burak, M., 1995. Değişik anaçlar üzerine aşılı bazı elma çeşitlerinin kurağa dayanımları. Türkiye II. Ulusal bahçe bitkileri kongresi, cilt I, Adana, 3-6 Ekim, s. 1-5.
- Kırmak, H., Cengiz, K., David, H., Sinan, G., 2001. A long-term experiment to study the role of mulches in physiology and macro-nutrition of strawberry grown under water stress, Australian J. of Agricultural Research 52(9), 937-943.
- Kramer, P.J., 1983. Water relations of plants. Academic press, New York, pp.120-145.
- Levitt, J., 1980. Responses of plants to environmental stresses. Volume 2, second edition. Academic press, New York. 607 p.
- Liu, W.T., Lemon, R., 1974. Plant water influence in a vineyard. Annual meeting of American Society of Plant Physiology, pp. 307-315.
- Proebsting, E.L., Middleton, J.E., 1980. Behavior of peach and pear trees under extreme drought stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105:380-385.
- Proebsting, E.L., Middleton, J.E., Mahan, M.O., 1981. Performance of bearing cherry and prune trees under very low irrigation rates. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106:243-246.
- Proebsting, E.L., Jerie, P.H., Irvine, J., 1989. Water deficits and rooting volume modify peach tree growth and water relations. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(3):368-372.
- Strain, H.H., Svec, W.A., 1966. Extraction, separation, estimation and isolation of chlorophylls. In: Vernon, L.P. and Seely, G.R. (Eds.), The Chlorophylls. Academic Press. pp. 21-66.
- Yamasaki, S., Dillenburg, L.R., 1999. Measurements of leaf relative water content in araucaria angustifolia. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 11(2): 69-75.