



Damla Sulama ile Sulanan Bazı Yarı Bodur Elma Ağaçlarında Gölge Alan Yüzdesinin Belirlenmesi¹

Hüseyin ŞİMŞEK^{1*}, İnci PETEKKAYA²

¹Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü,
Taşlıçiftlik Kampüsü, Tokat, Türkiye

²Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü,
Yenimahalle, Ankara, Türkiye

*e-posta: huseyin.simsek@gop.edu.tr

Geliş Tarihi:18.01.2016; Kabul Tarihi:25.03.2017

Öz: Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Bahçesi'nde yürütülen bu çalışmada Starkspur Golden Delicious, Starkrimson Delicious, Kaşel, Golden Delicious ve Starking Delicious yarı bodur elma ağaçlarının gölgeleme karakteristikleri belirlenmiştir. Brüt gölge alanlarının belirlenmesinde arazide toprak yüzeyine düşen gölge alanları 20 cm'lik bölümlere ayrılarak ölçülmüş ve her bölümdeki gölge alanı yamuk alanı yöntemine göre hesaplanmıştır. Gölge içi gölgeleme oranı dijital bir fotoğraf makinesi yardımıyla belirlenmiş olup diğer gölgeleme karakteristikleri hesapla bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre farklı çeşitlerin gölgeleme karakteristikleri, çeşitler arasında değişim gösterdiği gibi aynı çeşitte bitki gelişme dönemi boyunca da değişim gözlenmiştir. Gölgeleme değerleri çeşitler arasında genel olarak büyükten küçüğe doğru şu sırayla olmuştur: Kaşel, Starking Delicious, Golden Delicious, Starkrimson Delicious ve Starkspur Golden Delicious. Gölgeleme oranının değişim göstermesi bitki su tüketiminde ve uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesinde farklılıklara neden olacaktır. Elma ağaçlarının gölgeleme karakteristikleri, bitki su tüketimi miktarının belirlenmesinde ve sulama yönetiminde gerekli olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Damla sulamada su tüketimi; Gölge içi gölgeleme oranı; Gölgeleme karakteristikleri; Gölge alanı; Gölge alanı oranı; Yarı bodur elma.

¹ Bu çalışma İnci PETEKKAYA'nın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir (Petekkaya, İ. 2012. Damla Sulama ile Sulanan Bazı Yarı Bodur Elma Ağaçlarında Gölge Alan Yüzdesinin Belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 47 s., Tokat).

Determination of Shaded Area Percentage of Some Semi-dwarf Apple Trees under Drip Irrigation System¹

Abstract: This study was carried out in the Horticulture Research Station of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University in Turkey. In this study, the shading characteristics of semi-dwarf apple trees of Starcspur Golden, Starcrimson Delicious, Kaşel, Golden Delicious, Starcing Delicios were determined. To determine the gross shade area, the shade areas falling on the soil surface were divided into the sections with length of 20 cm. The areas in each section were calculated according to the method of trapezoidal area. The shading ratios of intra-shade were measured by digital camera. Other shading characteristics were determined by calculation. According to the results of the research, the shading characteristics varied among the varieties as well as during plant development stages. As a general, the varieties according to the observed shading values with descending order are Kaşel, Starcing Delicios, Golden Delicious, Starcrimson Delicious and Starcspur Golden Delicious. The variation of shade ratio in this manner will lead to differences among plant water consumption and amount of irrigation water to apply. Therefore, the shading characteristics of apple trees are needed to determine the amount of water consumption as well as for irrigation management.

Keywords: Semi-dwarf apple tree; Shaded area; Shaded area ratio; Shading characteristics; Shading ratio of intra-shade; Water consumption in drip irrigation.

Giriş

Sulama, bitkilerin normal gelişimi için ihtiyaç duydukları ancak doğal yağışlarla karşılanamayan suyun, toprağa uygun yöntemlerle uygun zamanda verilmesi olarak tanımlanmaktadır. Sulamadan beklenen başarı, koşullara en uygun sulama yönteminin seçilmesi, bu yöntemin gerektirdiği sulama sisteminin planlanması, projelenmesi, projede öngörüldüğü biçimde kurulması ve işletilmesine bağlıdır.

Özellikle sık dikim elma bahçeleri için en uygun sulama yöntemi damla sulama, kısmen de mini yağmurlama yöntemidir. Salma sulamada arazi yüzeyinde göllenmeler oluşmakta ve özellikle MM 106 gibi kök boğazı çürüklüğüne hassas anaçlarda kurumalar görülebilmektedir. Öte yandan işgücünden tasarruf edilmesi, sulama etkinliğinin artırılması, sulama suyundan tasarruf edilmesi gibi üstünlükleri nedeniyle damla sulama yöntemi tercih edilmelidir (Kanber, 1999).

Bodur ve yarı bodur elma ağaçlarında dikim aralıklarının önemli oranda değişkenlik göstermesi nedeniyle bitki su tüketimi hesaplamalarında gerekli düzeltmelerin yapılabilmesi için gölgeleme oranlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca bodur ve yarı bodur elma çeşitlerinin farklı gelişim ve yapraklanma oranları nedeniyle de gölgeleme oranının önemli düzeyde değişkenlik göstereceği düşünülmektedir.

Günümüzde bitki su tüketiminin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan yaklaşım, önce kıyas (referans) bir bitki için su tüketimini tahmin etmek, sonra bu değeri bitki katsayısı ile düzeltmek yoluyla bitki su tüketimini elde etmektir (Doorenbos ve Puritt, 1977).

Bitki su tüketimi tahmin eşitlikleri genellikle alanın tamamının ıslatıldığı koşullar için geliştirilmiştir. Damla ve mini yağmurlama gibi alanın belirli bir kesiminin ıslatıldığı

sulama yöntemlerinde, toprak yüzeyinden olan buharlaşma miktarı ve dolayısıyla da bitki su tüketimi daha düşük olmaktadır (Goldberg ve ark., 1976). Bu sebepten dolayı damla sulama yönteminde ampirik eşitliklerle tahmin edilen bitki su tüketimi, gölgelenen alan yüzdesi ile düzeltilmelidir.

Klocke ve ark. (1990) toprak yüzey örtüsü miktarının topraktan buharlaşmayı etkilediğini ve daha düşük buharlaşma oranlarının toprağın malçlanması ve gölgelenmesinden meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Damla sulama yönteminde, bitki sıraları arasında ıslatılmayan kuru alan kaldığından ve ıslatılan alan bitki tarafından gölgelendiğinden, toprak yüzeyinden olan buharlaşma alanının tamamının ıslatıldığı sulama yöntemlerine oranla bitki su tüketimi oldukça azdır. Uygulamada, bitki su tüketiminin tahmininde kullanılan ampirik eşitlikler, arazi yüzeyinin tamamının ıslatıldığı koşullar için geliştirilmiştir. Dolayısıyla değinilen eşitliklerle hesaplanan bitki su tüketimi değerlerinin damla sulama yöntemi için düzeltilmesi gerekmektedir (Yıldırım, 2008). Bu amaçla 1 No.lu eşitlik kullanılabilir:

$$T = ET \times Ps / 85 \quad (1)$$

Eşitlikte; T Damla sulama yönteminde bitki su tüketimi (mm/gün), ET Geleneksel yöntemlerle hesaplanan bitki su tüketimi (mm/gün) ve Ps Bitki tarafından gölgelenen alan yüzdesini ifade etmektedir.

Damla sulama topraktan buharlaşma kayıplarını minimuma düşürmektedir. Böylece bitki tarafından yapılan terleme pratik olarak tüm su tüketimine karşılık gelmektedir. Bu nedenle tüm tarla yüzeyinin ıslandığını kabul eden su tüketim tahminleri damla sulama için düzeltilmelidir. Damla sulamada terleme, geleneksel olarak hesaplanan su tüketiminin ve bitki taç yayılımının bir fonksiyonudur (Sharples ve ark., 1985).

Ortalama pik dönem günlük terlemeyi tahmin etmek için 2 No.lu eşitlik kullanılmıştır (Keller ve Bliesner,1990):

$$T_d = U_d (0,1 (P_d)^{0,5}) \quad (2)$$

Eşitlikte; T_d Damla sulama sistemi altında bir bitki için pik su kullanım ayında ortalama günlük terleme (mm/ gün), U_d Tam bir taca sahip olgun bir bitki için pik su kullanım ayında geleneksel olarak tahmin edilmiş ortalama günlük su tüketimi (mm/gün) ve P_d Öğlen vaktinde bitki tacı tarafından gölgelenen toprak yüzey alanı yüzdesi (%)’dir.

Bitki tacı çok küçük ve $P_d \geq 1$ olduğu zaman en düşük $T_d > 0,1 U_d$ olmaktadır. Buna göre bitki tacı tam örtüye doğru yaklaşırken T_d de U_d ’ye yaklaşmakta ve $P_d = \%100$ olduğunda, yani tam örtmede T_d de U_d ’ye eşit olmaktadır (Keller ve Bliesner,1990).

Sulama uygulamalarında ağaç taç hacmi ile su tüketimi arasında doğrusal ilişki bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar ağaç taç izdüşüm alanını kullanarak geliştirdikleri formüllerle verilmesi gereken su miktarlarını hesaplamaktadırlar. Ancak verilecek su miktarının belirlenmesinde iklim faktörünün de etkili olduğu ve bu formüllerde iklim faktörünün dikkate alınmadığı unutulmamalıdır (Rasberry ve Thomas, 1998).

Üzüm bağlarında yapılan bir çalışmada; taç gelişiminin çeşitli ölçümleriyle *Vitis vinifera* L. çeşidi için bitki katsayısı ve su tüketimi arasındaki ilişki Kaliforniya San Joaquin vadisinde lizimetre kullanılarak belirlenmiştir. İki büyüme sezonu boyunca farklı zaman aralıklarında, üzüm yaprak alanı, yaprak alan indeksi ve gölge alanı doğrudan belirlenmiştir. Gölgelenen alan 1998’de öğle güneşinde toprak yüzeyine yerleştirilen

yaklaşık 50 cm² genişliğinde karelere ayrılmış levhalar kullanılarak belirlenmiştir. Toplam gölge, her bir kare içindeki gölgelerin toplamı olarak hesaplanmıştır. Gölge alanı 1999'da geliştirilen bir yazılım programı kullanımı ile sayısallaştırılmış ve bir bilgisayara yüklenerek bitki tacı altındaki gölgenin görüntüsünden hesaplanmıştır (Williams and Ayars, 2005).

Üzüm bağı bitki katsayısı, asma gölgesinin boyutunun bir fonksiyonudur ve güneş ışığına direk olarak ne kadar maruz kaldığının bir göstergesidir. Gölge alanı boyutunun ilişkisi ve güneş ışığına maruz kalma, üzüm bağı su tüketimi için Kaliforniya'da Dr. Larry Williams tarafından geniş ölçekte çalışılmıştır. Araştırmalar göstermektedir ki üzüm bitki katsayısı, gölgelenen alan yüzde oranı tahmini olarak bir bağ için kolayca hesaplanabilmektedir. Gölge alanı oranı (PSA) güneşlenme saatleri boyunca (12:30-13:30 arası) hesaplanmalıdır (Williams and Ayars, 2005).

Bitki yaprakları tarafından kaplanan toprak yüzeyinin yüzdesi olan bitki taç örtüsü fotosentez, terleme, rüzgâr ve su erozyonu çalışmalarında sık sık ölçülmektedir. Taç ölçümü görsel tahminlerle (Richardson ve ark., 1975), ışık engelleme (Adams ve Arkin, 1997), hava fotoğrafları (Manning ve Johnson, 1969) ve şerit metre gibi çeşitli metotlarla yapılmıştır. Adams ve Arkin (1997) sıralara dik şerit metre okumalarının daha doğru, daha ekonomik ve diğer metotlardan daha basit olduğu sonucuna varmışlardır.

Williams ve Ayars (2005) bağlarda yaptıkları çalışmada farklı taç gelişimi ile birlikte bitki katsayısı ile gölgelenen alanın ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Bağ bitki su kullanımı ve bitki katsayısının gölgelenen alanın doğrusal bir fonksiyonu olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmalarında aynı terbiye sistemine sahip fakat farklı sıra aralıklı bağlar için veya aynı sıra aralığına sahip farklı terbiye sistemlerindeki bağlar için su kullanım ihtiyacındaki farklılıkları belirlemişlerdir.

Ayars ve ark., (2003) şeftalide yaptıkları çalışmada ağaçların bitki katsayılarıyla taç ışık engellemesini ilişkilendirmişlerdir. Gün ortası ağaç taç ışık engellemesi, her yıl Nisan veya Mayıs'tan Ağustos'a kadar sensörler kullanılarak her 3-4 hafta bulutsuz günlerde öğlen güneşi içerisinde ölçülmüştür. Sensör, bireysel okuma yapmak için zemin seviyesine dönük tutulmuştur. Ağaçlara ayrılan alan boyunca en az 50 okumanın ortalaması alınmıştır. Şeftali ağaçlarının K_c'sindeki farklılıkların taç ışık engelinden dolayı olabileceği belirtilmiştir.

Goldammer ve ark. (1985) ceviz ağaçlarında yaptıkları çalışmada gelişen ağaç ET'si ve ağaç etkinliği arasındaki ilişkiyi belirlemek için gölgelenen alanı belirlemişlerdir. Ağaç tacını Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında öğlen güneşinde ağaçların altına yerleştirilmiş kareli muşambalardaki gölgeleri sayarak hesaplamışlardır.

Bu çalışmada farklı yarı bodur elma ağaçları arasında gölgeleme karakteristikleri değişimi ve her bir standart çeşit için gelişme dönemi boyunca gölgeleme karakteristiklerindeki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Bahçesi'nde dikili olan ve damla sulama yöntemiyle sulanan farklı yarı bodur elma ağaçlarının gölgeleme oranları belirlenmiş ve standart elma çeşitlerinin gölgeleme oranları arasındaki farklılık incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Denemenin yürütüldüğü yarı bodur elma bahçesi, Tokat'ta Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Bahçesi'nde bulunmakta olup rakım 592-594 m arasında değişmektedir. Deneme alanında Starking Delicious, Golden Delicious, Kaşel, Starcrimson Delicious ve Starkspur Golden Delicious çeşitlerinden 5'er sıra ve Granny Smith elma çeşidinden ise 3 sıra, her sırada ise 9 elma ağacı bulunmaktadır. İlgili bahçe 1996 yılında kurulmuştur. Bu çalışmada araştırılan standart elma çeşitleri yarı bodur MM 106 anacı üzerine aşılandır. Bahçede 6 standart elma çeşidi bulunmakla birlikte çalışmada Granny Smith dışındaki 5 elma çeşidinde gölgeleme karakteristikleri belirlenmiştir. Bahçe damla sulama yöntemi ile sulanmaktadır. Damla sulama sisteminde her sıraya çift lateral olacak şekilde 20 mm çapındaki yuvarlak damla sulama boruları doğu-batı yönünde döşenmiştir. Damlaticı aralıkları 50 cm ve basınç ayarsız olan damlaticıların debileri 2 L/h'tir. Lateral hatlar suyu, bahçenin doğu kenarında yeraltına döşenmiş olan boru hattından almaktadır. Sulamaları, çiftlik müdürlüğü yaklaşık bir hafta aralıklarla yapmıştır.

Deneme alanına Kazova sol sahil sulama kanalından sapıtılan su bir havuzda dinlendirildikten sonra sulama sistemine verilerek ulaştırılmaktadır. Elma ağaçlarının sulanmasında damla sulama yöntemi kullanılmakta olup sistem her ağaç sırasına çift lateral olacak şekilde planlanmıştır. Sistemde kullanılan sulama suyu, sodyum zararı bakımından 1. sınıf (SAR= 0,185), tuzluluk bakımından ise 2. sınıfta (EC= 0,389 dS/m) yer almaktadır ve pH'sı 7,67'dir.

Elma bahçesi güney-kuzey ve batı-doğu doğrultusunda hafif eğimli, düzgün topoğrafyalı kolluvial bir arazi üzerine kuruludur. Toprak özelliklerini belirlemek amacıyla elma bahçesinde iki ayrı toprak profili açılmıştır. Profillerin yeri bahçe orta kısmından bahçenin doğu veya batı sınırına göre bahçe uzun kenarı boyunca yaklaşık 1/3 ve 2/3 kadar mesafede bulunmaktadır. Profillerden 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 ve 120-150 cm derinlikleri arasından alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinden toprak bünyesi, toprak birim hacim ağırlığı, tarla kapasitesi ve solma noktası belirlenmiştir (Çizelge 1). Bünye sınıfı killi tındır (CL).

Deneme alanı topraklarının bazı kimyasal analizleri de yapılmıştır. Alkali reaksiyona sahip bahçe toprağının tuzluluğu 1,0 dS/m'nin altındadır.

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Profil No	Derinlik (cm)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Tarla Kapasitesi	
							% Ağırlık	%Hacim
PROFİL 1	0-30	44,42	18,42	37,17	CL	1,59	19,13	30,41
	30-60	39,81	20,65	39,55	CL	1,21	23,41	28,32
	60-90	60,99	17,35	21,65	CL	1,48	20,94	30,99
	90-120	81,84	12,05	6,11	CL	1,51	21,72	32,79
PROFİL 2	0-30	32,78	26,38	40,84	CL	1,49	23,89	35,59
	30-60	34,28	22,48	43,24	CL	1,45	20,91	30,31
	60-90	52,81	8,07	39,12	CL	1,47	12,37	18,18
	90-120	52,86	12,18	34,97	CL	1,50	19,93	29,89
	120-150	42,36	18,41	39,22	CL	1,43	22,08	31,57

Tokat İli; İç Anadolu İklimi, İç-Doğu Anadolu iklimi, Karadeniz ard iklimi ve Orta Karadeniz iklimi arasında bir geçit özelliği gösterir. Tokat Merkez’de en soğuk ay ortalaması 1,9°C ile Ocak, en sıcak ay ortalama 21,9°C ile Ağustos ayıdır. Uzun yıllar ortalamasına göre yıllık yağış miktarı 381,8-586,8 mm arasındadır. Ortalama bağıl nem ise uzun yıllar ortalamasına göre, % 58-70 arasında değişmektedir. Tokat-Merkez’e ilişkin meteorolojik verilere göre yağış ortalaması 443,7 mm’dir (Anonim, 2004).

Yöntem

Toprak ve su analizleri Tüzüner (1990)’de verilen analiz yöntemlerine göre yapılmıştır.

Ağaçların gölge alanlarının ve oranlarının ölçülmesi Williams ve Ayars (2005)’ ta belirtildiği şekilde yapılmıştır.

Gölgeleme karakteristiklerini belirleyebilmek için güneşin tam tepede olduğu saatten (yerel saat 12:00) 1 saat öncesi ve 1 saat sonrası olmak üzere 2 saat içerisinde ölçümler yapılmıştır. Sıra arası ve sıra üzeri 4×4 m aralıkla dikim yapılarak kurulan elma bahçesinde her bir ağaca 16 m²’lik alan düşmektedir. Elma bahçesinde daha küçük taç büyüklüğüne sahip ağaçların bireysel gölgeleri açık şekilde belirgin iken daha büyük taç hacmine sahip ağaçların gölgeleri birbirine karıştıkları için bireysel gölgelerinin birbirinden ayırt edilmesi mümkün değildir. Bu nedenle her bir ağacın gölgeleme alanını belirlemek yerine boyutları 4×4 m şeklinde ağaç dikim aralığına denk ve her bir köşesinde bir ağaç bulunan ağaçlar arası kare şeklindeki alan içerisinde kalan gölge alanı belirlenmiştir. Her ağaç çeşidinde ölçümler 3 tekrarlamalı olarak yapılmıştır. Dönem içerisinde farklı zamanlarda yapılan ölçümlerde her ölçümde farklı ağaç sıraları kullanılmıştır.

Havanın bulutlu gitmesinden dolayı çalışmaya 27.06.2010 tarihinde başlanmış ve bu tarihten sonra her ayın başı ve sonu olmak üzere 16.09.2010 tarihine kadar ayda iki ölçüm olmak üzere toplam altı ölçüm yapılmıştır. 2. Ölçüm 13.07.2010 tarihinde, 3. Ölçüm 31.07.2010 tarihinde, 4. Ölçüm 14.08.2010 tarihinde, 5. Ölçüm 30.08.2010 tarihinde ve 6. Ölçüm 16.09.2010 tarihinde yapılmıştır. Elma çeşitlerine göre brüt gölge alanı, gölge içi gölgeleme oranı, net gölge alanı, brüt gölge oranı ve net gölge oranı belirlenmiştir. Yürütülen bu çalışmada Starkrimson Delicious, Starkspur Golden Delicious, Kaşel, Golden Delicious ve Starking Delicious çeşitlerinin gölgeleme karakteristikleri belirlenmiş ve her ölçümün istatistiksel analizi yapılmıştır.

Brüt gölge alanı bulunurken ağaç sıraları üzerindeki iki ağaç arasına 2 adet mira yerleştirilip üçüncü mira ile 20 cm aralıklarla iki ağaç sırası arasındaki mira üzerine düşen gölge uzunluğu ölçülmüştür. Bu ölçüm değerleri Excel programı çalışma sayfasına aktarılarak brüt gölge alanı belirlenmiştir. Alan hesabında yüksekliği 20 cm, alt tabanı ve üst tabanı ölçülen toplam gölge uzunluğuna eşit yamuk şekli dikkate alınmıştır:

$$A_B = \frac{(a + b)}{2} \times h \quad (3)$$

Eşitlikte; A_B brüt gölge alanı (m²), a yamuğun üst tabanı (m), b yamuğun alt tabanı (m) ve h ise yamuk yüksekliğidir. Tüm ölçümler 20 cm sabit yamuk yüksekliği olacak şekilde yapılmıştır. Böylece 4 m × 4 m’lik bir alanda toplam 20 adet yamuk alanı bulunmaktadır. Bu yamuk alanlarının toplamıyla toplam brüt gölge alanı hesaplanmıştır.

Bir gölge alanı içerisinde, ağaç yaprak ve dallarının gölgesi bulunduğu gibi gölgeleme yapılmayan aydınlık alanlar da bulunmaktadır. Bu nedenle bir ağaç gölgesi altında kalan alanın tamamı gölgeden oluşmamaktadır. Ağaç altı gölgesi gölgeleme oranını belirlemek için, beyaz bir levhaya düşen gölgenin dijital fotoğraf makinesi ile fotoğrafı çekilmiş (Şekil 1) ve Eşitlik 4 yardımıyla gölge içi gölgeleme oranı hesaplanmıştır:



Şekil 1. Gölgenin beyaz levhaya düşen görüntüsü

$$r_{gi} = \frac{A_G}{A_{RC}} \quad (4)$$

Eşitlikte; r_{gi} gölge içi gölgeleme oranı, A_G dijital fotoğraf içindeki gölge alanı (m^2) ve A_{RC} resim çerçeve alanı (m^2)'dir.

Beyaz levha üzerindeki daha koyu renkli gölge alanı Adobe Photoshop CS4 programı kullanılarak seçilmiş ve gölge piksel sayısının beyaz levha resim alanı toplam piksel sayısına oranlanmasıyla r_{gi} belirlenmiştir. Bu şekilde gölge alanı içerisinde 5-8 kare resim çekimi yoluyla belirlenen r_{gi} oranlarının ortalaması alınarak gölge içi gölgeleme oranı belirlenmiştir. Bir ağaç gölgesi alanı içerisinde gölgeleme oranı gölge kenarlarında daha düşük iken ağaç gövdesine yakın kısımlarda çok daha yüksektir. Bu nedenle gölge içi gölgeleme oranı değeri resmin alındığı yere göre değişim gösterecektir. Bu oranın doğru şekilde belirlenmesi resim çekilen yerlerin iyi seçimine bağlı olacaktır. Bu çalışmada ağaç gölge alanı içerisinde ağaç gölgesinin yaklaşık orta kısmına ve en geniş kısmına denk gelen gölge çapı boyunca bir uçtan diğerine kadar 5-8 kare resim alınarak r_{gi} değerleri belirlenmiştir. Resim çekiminden sonra CS4 programı yardımıyla yalnızca beyaz levhayla sınırlı alan üzerinde çalışılmıştır. Fotoğraf çekiminde 47,5 x 48,5 cm ebatlarında beyaz levha ve Nikon marka 5.1 megapixel dijital fotoğraf makinesi kullanılmıştır.

‘Adobe Photoshop 11.0’ programında pixel sayım işlemi şu şekilde yapılmıştır:

- Öncelikle programın ‘File’ kısmından pixeli saydırılacak fotoğraf seçilmiştir
- Seçilen fotoğrafın üzerine araç çubuklarında bulunan ‘magic tool’ çubuğu dokundurularak fotoğraftaki gölge kısımlar güneş beneklerinden ayrı olacak şekilde

taranmıştır. Taranan kısımların pixeli penceredeki ‘record measurement’ kısmında saydırılmış ve sonuçlar kaydedilmiştir.

- Pixeli saydırılan fotoğrafların boyutları ve çözünürlükleri ‘image’ kutusundaki ‘image size’ kısmından belirlenmiştir. Fotoğrafların genişlik ve uzunlukları ile çözünürlükleri pixel/cm olarak kaydedilmiştir. Bu işlemler sırasıyla tüm çekilen fotoğraflar için uygulanmıştır.

Her çeşidin belirlenen örnekleri için yapılan bu işlemler Excel dosyasına kaydedilmiş ve hesaplamalara bu dosya üzerinden devam edilmiştir. Fotoğraftaki gölge alanları pixel sayısı, fotoğraf pixel sayısına bölünerek her fotoğraf için gölgeleme oranları 4 No.lu eşitlik yardımıyla belirlenmiştir. Seçilen örneklerin fotoğrafların gölgeleme oranlarının ortalamaları alınarak ağaç başına düşen gölge içi gölgeleme oranları hesaplanmıştır.

Hesaplanan ortalama gölge içi gölgeleme oranları (r_{gi}) ile daha önce yamuk alanlardan belirlenen brüt gölgeleme alanı çarpılarak net gölgeleme alanı belirlenmiştir (Eşitlik 5):

$$A_N = A_B \times r_{gi} \quad (5)$$

Eşitlikte; A_N net gölge alanı (m^2), A_B brüt gölge alanı (m^2) ve r_{gi} gölge içi gölgeleme oranıdır. Brüt gölge alanının ağaç başına düşen alana ($16 m^2$) bölünmesiyle brüt gölgeleme oranı (r_B) ve net gölge (r_N) alanının ağaç başına düşen alana ($16 m^2$) bölünmesiyle de net gölgeleme oranı bulunmuştur (Eşitlik 6 ve 7):

$$r_B = \frac{A_B}{A} \quad (6)$$

$$r_N = \frac{A_N}{A} \quad (7)$$

Eşitliklerde; r_B ve r_N sırasıyla brüt ve net gölge oranı, A ağaç başına düşen alan (m^2), A_B ve A_N ise sırasıyla brüt ve net gölge alanıdır.

Elde edilen brüt gölge alanı, gölge içi gölgeleme oranı, net gölge alanı, brüt gölge oranı ve net gölge oranı sonuçlarına IBM SPSS 20.0.0 istatistik programı yardımıyla varyans analizi (Oneway anova) ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır (IBM,2011).

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Gölgeleme Karakteristikleri Ölçüm Sonuçları

Gölgelenen alan ve gölge oranlarını belirlemek için 27.06.2010 tarihinde yapılan 1. ölçüm sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Gölgeleme karakteristikleri 1. ölçüm sonuçları

Çeşitler	Brüt Gölge Alanı (m ²)	Gölge İçi Gölgeleme Oranı	Net Gölge Alanı (m ²)	Brüt Gölge Oranı	Net Gölge Oranı
Starkspur Golden D.	5,45 ^c	0,73	3,99 ^b	0,34 ^c	0,25 ^b
Starkrimson D.	4,88 ^c	0,71	3,49 ^b	0,31 ^c	0,22 ^b
Kaşel	10,91 ^a	0,68	7,43 ^a	0,68 ^a	0,46 ^a
Golden Delicious	7,24 ^b	0,55	3,96 ^b	0,45 ^b	0,25 ^b
Starking Delicious	11,00 ^a	0,72	7,98 ^a	0,69 ^a	0,50 ^a
OSH	0,72	0,029	0,55	0,045	0,034
P	*	Ö.D.	*	*	*

OSH: Ortalamanın standart hatası; *: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir (P<0,05); Ö.D.: Ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli değildir (P>0,05).

Gölgelenen alan ve gölge oranlarını belirlemek için 13.07.2010 tarihinde yapılan 2. ölçüm sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Gölgeleme karakteristikleri 2. ölçüm sonuçları

Çeşitler	Brüt Gölge Alanı (m ²)	Gölge İçi Gölgeleme Oranı	Net Gölge Alanı (m ²)	Brüt Gölge Oranı	Net Gölge Oranı
Starkspur Golden D.	x	x	x	x	x
Starkrimson D.	x	x	x	x	x
Kaşel	10,11 ^a	0,74 ^a	7,38 ^a	0,63a	0,46 ^a
Golden Delicious	6,81 ^b	0,50 ^c	3,47 ^c	0,43b	0,22 ^c
Starking Delicious	9,35 ^a	0,61 ^b	5,69 ^b	0,58a	0,36 ^b
OSH	0,52	0,031	0,51	0,033	0,032
P	*	*	*	*	*

^x:Hava şartlarının elverişli olmaması nedeniyle gölgeleme değerleri belirlenememiştir.

OSH: Ortalamanın standart hatası; *: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir (P<0,05); Ö.D.: Ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli değildir (P>0,05).

Gölgelenen alan ve gölge oranlarını belirlemek için 31.07.2010 tarihinde yapılan 3. ölçüm sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Gölgeleme karakteristikleri 3. ölçüm sonuçları

Çeşitler	Brüt Gölge Alanı (m ²)	Gölge İçi Gölgeleme Oranı	Net Gölge Alanı (m ²)	Brüt Gölge Oranı	Net Gölge Oranı
Starkspur Golden D.	6,08 ^c	0,59	3,61 ^c	0,38 ^c	0,23 ^c
Starkrimson D.	4,01 ^d	0,64	2,55 ^c	0,25 ^d	0,16 ^c
Kaşel	12,29 ^a	0,78	9,58 ^a	0,77 ^a	0,60 ^a
Golden Delicious	8,27 ^b	0,71	5,86 ^b	0,52 ^b	0,37 ^b
Starking Delicious	9,86 ^b	0,66	6,66 ^b	0,61 ^b	0,42 ^b
OSH	0,80	0,023	0,696	0,050	0,044
P	*	Ö.D.	*	*	*

OSH: Ortalamanın standart hatası; *: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir (P<0,05); Ö.D.: Ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli değildir (P>0,05).

Gölgelenen alan ve gölge oranlarını belirlemek için 14.08.2010 tarihinde yapılan 4. ölçüm sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Gölgeleme karakteristikleri 4. ölçüm sonuçları

Çeşitler	Brüt Gölge Alanı (m ²)	Gölge İçi Gölgeleme Oranı	Net Gölge Alanı (m ²)	Brüt Gölge Oranı	Net Gölge Oranı
Starkspur Golden D.	7,22 ^b	0,63 ^b	4,57 ^c	0,45 ^b	0,29 ^c
Starkrimson D.	5,92 ^b	0,72 ^{ab}	4,23 ^c	0,37 ^b	0,26 ^c
Kaşel	14,29 ^a	0,80 ^a	11,48 ^a	0,89 ^a	0,72 ^a
Golden Delicious	12,54 ^a	0,72 ^{ab}	9,05 ^b	0,79 ^a	0,57 ^b
Starking Delicious	13,03 ^a	0,72 ^{ab}	9,38 ^b	0,81 ^a	0,59 ^b
OSH	0,92	0,019	0,79	0,058	0,049
P	*	*	*	*	*

OSH: Ortalamanın standart hatası; *: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir (P<0,05); Ö.D.: Ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli değildir (P>0,05).

Gölgelenen alan ve gölge oranlarını belirlemek için 30.08.2010 tarihinde yapılan 5. ölçüm sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Gölgeleme karakteristikleri 5. ölçüm sonuçları

Çeşitler	Brüt Gölge Alanı (m ²)	Gölge İçi Gölgeleme Oranı	Net Gölge Alanı (m ²)	Brüt Gölge Oranı	Net Gölge Oranı
Starkspur Golden D.	6,53 ^c	0,69 ^b	4,48 ^b	0,41 ^c	0,28 ^b
Starkrimson D.	4,41 ^d	0,52 ^c	2,28 ^c	0,28 ^d	0,15 ^c
Kaşel	11,77 ^{ab}	0,81 ^a	9,59 ^a	0,74 ^{ab}	0,60 ^a
Golden Delicious	9,99 ^b	0,62 ^b	6,16 ^b	0,62 ^b	0,39 ^b
Starking Delicious	12,65 ^a	0,64 ^b	8,06 ^a	0,79 ^a	0,50 ^a
OSH	0,87	0,028	0,723	0,055	0,045
P	*	*	*	*	*

OSH: Ortalamanın standart hatası; *: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir (P<0,05); Ö.D.: Ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli değildir (P>0,05).

Gölgelenen alan ve gölge oranlarını belirlemek için 16.09.2010 tarihinde yapılan 6. ölçüm sonuçları Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7. Gölgeleme karakteristikleri 6. ölçüm sonuçları

Çeşitler	Brüt Gölge Alanı (m ²)	Gölge İçi Gölgeleme Oranı	Net Gölge Alanı (m ²)	Brüt Gölge Oranı	Net Gölge Oranı
Starkspur Golden D.	5,91 ^c	0,52 ^c	3,01 ^c	0,37 ^c	0,19 ^c
Starkrimson D.	4,72 ^c	0,57 ^{bc}	2,70 ^c	0,30 ^c	0,17 ^c
Kaşel	13,41 ^a	0,78 ^a	10,43 ^a	0,84 ^a	0,65 ^a
Golden Delicious	9,38 ^b	0,63 ^{abc}	5,90 ^b	0,59 ^b	0,37 ^b
Starking Delicious	11,43 ^{ab}	0,70 ^{ab}	8,18 ^{ab}	0,72 ^{ab}	0,51 ^{ab}
OSH	0,96	0,031	0,864	0,060	0,054
P	*	*	*	*	*

OSH: Ortalamanın standart hatası; *: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir (P<0,05); Ö.D.: Ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli değildir (P>0,05).

Starkspur Golden Delicious çeşidinin gelişme dönemi boyunca gölgeleme karakteristikleri değişimi Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 8. Starkspur Golden Delicious çeşidinin gelişme dönemi boyunca gölgeleme karakteristikleri değişimi

Ölçümler	Brüt Gölge Alanı (m ²)	Gölge İçi Gölgeleme Oranı	Net Gölge Alanı (m ²)	Brüt Gölge Oranı	Net Gölge Oranı
1: 27.06.2010	5,45	0,73 ^a	3,99	0,34	0,25
2: 13.07.2010	x	x	x	x	x
3: 31.07.2010	6,08	0,59 ^{bc}	3,61	0,38	0,23
4: 14.08.2010	7,22	0,63 ^{abc}	4,57	0,45	0,29
5: 30.08.2010	6,53	0,69 ^{ab}	4,48	0,41	0,28
6: 16.09.2010	5,91	0,52 ^c	3,01	0,37	0,19
OSH	0,324	0,026	0,230	0,020	0,014
P	Ö.D.	*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

^x:Hava şartlarının elverişli olmaması nedeniyle 2. ölçüm için gölgeleme değerleri belirlenememiştir.

OSH: Ortalamanın standart hatası; *: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir (P<0,05); Ö.D.: Ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli değildir (P>0,05).

Starkrimson Delicious çeşidinin gelişme dönemi boyunca gölgeleme karakteristikleri değişimi Çizelge 9’da verilmiştir.

Çizelge 9. Starkrimson Delicious çeşidinin gelişme dönemi boyunca gölgeleme karakteristikleri değişimi

Ölçümler	Brüt Gölge Alanı (m ²)	Gölge İçi Gölgeleme Oranı	Net Gölge Alanı (m ²)	Brüt Gölge Oranı	Net Gölge Oranı
1: 27.06.2010	4,88	0,71 ^a	3,49 ^{ab}	0,31	0,22 ^{ab}
2: 13.07.2010	x	x	x	x	x
3: 31.07.2010	4,01	0,64 ^{ab}	2,55 ^{bc}	0,25	0,16 ^c
4: 14.08.2010	5,92	0,72 ^a	4,23 ^a	0,37	0,26 ^a
5: 30.08.2010	4,41	0,52 ^c	2,28 ^c	0,28	0,15 ^c
6: 16.09.2010	4,72	0,57 ^{bc}	2,70 ^{bc}	0,30	0,17 ^{bc}
OSH	0,254	0,024	0,222	0,016	0,014
P	Ö.D.	*	*	Ö.D.	*

^x:Hava şartlarının elverişli olmaması nedeniyle 2. ölçüm için gölgeleme değerleri belirlenememiştir.

OSH: Ortalamanın standart hatası; *: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir (P<0,05); Ö.D.: Ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli değildir (P>0,05).

Kaşel çeşidinin gelişme dönemi boyunca gölgeleme karakteristikleri değişimi Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 10. Kaşel çeşidinin gelişme dönemi boyunca gölgeleme karakteristikleri değişimi

Ölçümler	Brüt Gölge Alanı (m ²)	Gölge İçi Gölgeleme Oranı	Net Gölge Alanı (m ²)	Brüt Gölge Oranı	Net Gölge Oranı
1: 27.06.2010	10,91 ^{bc}	0,68	7,43 ^b	0,68 ^{bc}	0,46 ^b
2: 13.07.2010	10,11 ^c	0,74	7,38 ^b	0,63 ^c	0,46 ^b
3: 31.07.2010	12,29 ^{abc}	0,78	9,58 ^{ab}	0,77 ^{abc}	0,60 ^{ab}
4: 14.08.2010	14,29 ^a	0,80	11,48 ^a	0,89 ^a	0,72 ^a
5: 30.08.2010	11,77 ^{abc}	0,81	9,59 ^{ab}	0,74 ^{abc}	0,60 ^{ab}
6: 16.09.2010	13,41 ^{ab}	0,78	10,43 ^a	0,84 ^{ab}	0,65 ^a
OSH	0,450	0,015	0,427	0,028	0,027
P	*	Ö.D.	*	*	*

OSH: Ortalamanın standart hatası; *: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir (P<0,05); Ö.D.: Ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli değildir (P>0,05).

Golden Delicious çeşidinin gelişme dönemi boyunca gölgeleme karakteristikleri değişimi Çizelge 11'de verilmiştir.

Çizelge 11. Golden Delicious çeşidinin gelişme dönemi boyunca gölgeleme karakteristikleri değişimi

Ölçümler	Brüt Gölge Alanı (m ²)	Gölge İçi Gölgeleme Oranı	Net Gölge Alanı (m ²)	Brüt Gölge Oranı	Net Gölge Oranı
1: 27.06.2010	7,24 ^d	0,55	3,96 ^c	0,45 ^d	0,25 ^c
2: 13.07.2010	6,81 ^d	0,50	3,47 ^c	0,43 ^d	0,22 ^c
3: 31.07.2010	8,27 ^{cd}	0,71	5,86 ^b	0,52 ^{cd}	0,37 ^b
4: 14.08.2010	12,54 ^a	0,72	9,05 ^a	0,79 ^a	0,57 ^a
5: 30.08.2010	9,99 ^b	0,62	6,16 ^b	0,62 ^b	0,39 ^b
6: 16.09.2010	9,38 ^{bc}	0,63	5,90 ^b	0,59 ^{bc}	0,37 ^b
OSH	0,478	0,028	0,470	0,029	0,029
P	*	Ö.D.	*	*	*

OSH: Ortalamanın standart hatası; *: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir (P<0,05); Ö.D.: Ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli değildir (P>0,05).

Starking Delicious çeşidinin gelişme dönemi boyunca gölgeleme karakteristikleri değişimi Çizelge 12’de verilmiştir.

Çizelge 12. Starking Delicious çeşidinin gelişme dönemi boyunca gölgeleme karakteristikleri değişimi

Ölçümler	Brüt Gölge Alanı (m ²)	Gölge İçi Gölgeleme Oranı	Net Gölge Alanı (m ²)	Brüt Gölge Oranı	Net Gölge Oranı
1:	11,01 ^{ab}	0,72	7,98	0,69 ^{ab}	0,50
2:	9,35 ^b	0,61	5,69	0,58 ^b	0,36
3:	9,86 ^b	0,67	6,66	0,61 ^b	0,42
4:	13,03 ^a	0,72	9,38	0,81 ^a	0,59
5:	12,65 ^a	0,64	8,06	0,79 ^a	0,50
6:	11,43 ^{ab}	0,70	8,18	0,71 ^{ab}	0,51
OSH	0,421	0,017	0,407	0,026	0,025
P	*	Ö.D.	Ö.D.	*	Ö.D.

OSH: Ortalamanın standart hatası; *: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir (P<0,05); Ö.D.: Ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli değildir (P>0,05).

Tartışma

İstatistik analiz sonuçlarına göre brüt gölge alanı, net gölge alanı, brüt ve net gölge oranları tüm ölçümlerde çeşitler arası farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P>0,05). Brüt gölge oranı ve net gölge oranının mevsimlik ortalaması dikkate alındığında bu oranlar Starkspur Golden Delicious için 0,39 ve 0,25; Starkrimson Delicious için 0,30 ve 0,19; Kaşel için 0,75 ve 0,57; Golden Delicious için 0,55 ve 0,35; Starking Delicious için ise 0,69 ve 0,47 olmuştur. En yüksek brüt gölge oranına 0,75 ile Kaşel, en düşük brüt gölge oranına ise 0,29 ile Starkrimson Delicious sahiptir. Gölgeleme oranındaki bu farklılık bitkilerin tükettikleri su miktarında da farklılığa neden olabilir.

Brüt gölge oranları ile net gölge oranları birbirinden farklıdır. Bu farklılıkta temel sebep elma ağaçlarının çeşitlere göre değişen dallanma ve yapraklanma karakteristikleridir. Mevsimlik ortalamalara göre brüt gölge oranı net gölge oranından yaklaşık olarak Golden Delicious çeşidinde % 60, Starkspur Golden Delicious çeşidinde % 59, Starkrimson Delicious çeşidinde % 57, Starking Delicious çeşidinde % 48 ve Kaşel çeşidinde ise % 31 oranında daha fazla olmuştur. Bu sonuçlara göre Kaşel çeşidinin daha sık dal ve yaprak yoğunluğuna sahip olduğu söylenebilir. Çeşitlerin vejetatif olarak zayıf veya kuvvetli olması gölgeleme özelliklerinde farklılıklara neden olmaktadır.

Araştırma sonuçlarına göre, yarı bodur elma ağaçlarının gelişme dönemleri içinde gölge özellikleri değerlendirildiğinde Starkspur Golden Delicious ağaçlarının net gölge alanlarının en yüksek değeri 14.08.2010 tarihinde yapılan ölçümde, en düşük değeri ise 16.09.2010 tarihinde yapılan ölçümde belirlenmiştir. Starkrimson Delicious çeşidinin en yüksek net gölge alanı değeri 27.06.2010 tarihinde yapılan ölçümde, en düşük değeri ise 31.07.2010 tarihinde yapılan ölçümde belirlenmiştir. Kaşel çeşidinin net gölge alanının en yüksek değeri 14.08.2010 tarihinde yapılan ölçümde, en düşük değeri ise 27.06.2010

tarihinde yapılan ölçümde gerçekleşmiştir. Starking Delicious ve Golden Delicious benzer özellik göstererek en yüksek değerlere 14.08.2010 tarihinde yapılan ölçümde, en düşük değerlere ise 13.07.2010 tarihinde yapılan ölçümde sahip olmuşlardır. Genel olarak Starkrimson Delicious dışında net gölge alanı için en yüksek değer Ağustos ayında belirlenmiştir. Bunun sebebi, ağaçların değişen dallanma ve yapraklanma özellikleri yanında güneşin yatayla yaptığı açının değişmesinden kaynaklanan gölge alanının büyümesi olabilir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma sonucunda, çeşitleri farklı olan yarı bodur elma ağaçları arasındaki gölgeleme karakteristikleri belirlenmiş ve ağaçların gelişme dönemleri boyunca gölge karakteristiklerinin değişimi ortaya konulmuştur.

Aynı çeşitte bile bitki gelişme dönemi boyunca gölgeleme karakteristikleri değişimi söz konusudur. Gölgeleme oranının değişmesi bitki su tüketiminde ve uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesinde farklılıklara neden olacaktır.

Elma çeşitlerinin gölgeleme karakteristiklerinin değişiminin belirlenmesi tükettikleri su miktarının belirlenmesinde ve sulamanın yönetimi için gerekli olmaktadır. Çünkü sulama uygulamalarında ağaç taç hacmi ile su tüketimi arasında doğrusal ilişki bulunmaktadır. Williams ve Ayars (2005), asmalarda yaptıkları çalışmada asma su tüketiminin gölgelenen alan oranıyla doğrusal ilişkisinin bulunduğunu belirtmişlerdir.

Özellikle damla sulamayla sulanan ağaçlarda bitki sıraları arasında ıslatılmayan kuru alan kaldığından ve ıslatılan alan bitki tarafından gölgelendiğinden toprak yüzeyinden olan buharlaşma diğer sulama yöntemlerine oranla azdır. Dolayısıyla damla sulamada bitki su tüketimi değerlerinde kullanılan eşitliklerde bitki tarafından gölgelenen alan yüzdesi hesaplamalara katılmaktadır.

Çalışılan yarı bodur elma ağaçları için damla sulama uygulamalarında Tokat-Merkez'e benzer iklim özelliklerine sahip alanlarda, araştırmadan elde edilen gölgeleme özellikleri dikkate alınabilir. Ancak damla sulamada, günlük bitki su tüketimi ile gölgelenen alan yüzdesi değerleri arasındaki ilişkinin bilimsel olarak ortaya konulması için bitkilerin gölgeleme özellikleri ile bitki su tüketiminin birlikte araştırılması önerilir.

Kaynaklar

- Adams, J.E. and G.F. Arkin. 1997 A light interception method for measuring row crop ground cover. Soil Sci.Soc. Am. J., 41, 789-792.
- Anonim. 2004. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Kayıtları, Ankara.
- Ayars, J.E., R.S. Jhonson, C.J. Phene, J.T. Trout, D.A. Clark and R.M. Mead. 2003. Water use by drip irrigated late-season peaches. Irrig. Sci., 22, 187-194
- Doorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1977. Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24, (revised) FAO, 144 p, Rome, Italy.
- Güngör, H. 1990. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Ampirik bir Yöntem Üzerinde Araştırma. Eskişehir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 223, 73 s, Eskişehir.

- Goldberg, D., B. Gornat and D. Rimon. 1976. Drip Irrigation. Drip Irrigation Scientific Publication, 296 p, Israel,
- Goldhamer, A. D., B. C. Phene, R. Bede, T. M. Dejong and D. Ramos. 1985. Water use requirement of high and conventional density walnut orchards. http://walnutresearch.ucdavis.edu/1985/1985_26.pdf
- IBM. 2011. IBM SPSS Statistics for Windows. Student Version, Release: 20.0.0 IBM SPSS Statistics Base v20 (Simu-Network), IBM Corporation, New York, U.S.A.
- Kanber, R. 1999. Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Genel Yayın No: 174, 530 s, Adana.
- Keller, J. and R.D. Bliesner. 1990. Sprinkle and Trickle Irrigation. The Blackburn Press, 652 p, New Jersey, U.S.A.
- Klocke, N.L., K.G. Hubbard, W.L. Kranz and D.G. Watts. 1990. Evapotranspiration (ET) or Crop Water Use. NebGuide G992, NE Cooperative Extension.
- Richardson, A.J., C.L. Wiegand, H.W. Gausman, J.A. Cuellar and A.H. Gerbermann. 1975. Plant, soil shadow reflectance components of row crops. *Photogramm.Eng.*, 41(11),1401-1407.
- Sharples R.A., D.E. Rolston, J.W. Biggar and H.I. Nightingale. 1985. Evaporation and soil water balances of young trickle-irrigated almond trees. Drip/Trickle Irrigation in Action: Proceedings of the Third International Drip/Trickle Irrigation Congress, 18-21 November 1985, (ASAE Publication 10-85, Fresno, California, U.S.A.), pp 792-797.
- Tüzüner, A. 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 375 s.
- Williams, L.E. and J.E. Ayars. 2005. Grapevine water use and the crop coefficient are linear functions of the shaded area measured beneath the canopy. *Agricultural and Forest Meteorology*, 132(3-4), 201-211.
- Yıldırım, O. 2008. Sulama Sistemlerinin Tasarımı (Genişletilmiş 3. Baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 518, Yayın No: 1565, 354 s, Ankara.