

Farklı Sulama Yöntemlerinde M9 Anacı Üzerine Aşılı “Williams Pride” ve “Jersey Mac” Elma Çeşitlerinin Su Tüketimi

Ulaş ŞENYİĞİT* Abdullah KADAYIFÇI

¹Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, ISPARTA
[*ulas@ziraat.sdu.edu.tr](mailto:ulas@ziraat.sdu.edu.tr)

Özet: Bu çalışma, 2006 ve 2007 yıllarında Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğindeki elma bahçesinde yürütülmüştür. Denemede, M9 anaçları üzerine aşılı Jersey Mac ve Williams Pride elma çeşitleri, damla, toprak altı damla, yüzey ve ağaç altı mikro yağmurlama sulama yöntemleri ile sulanmış, beş günlük periyotlar için bitki su tüketimleri ölçülmüş, alanın tamamının ıslatıldığı yüzey sulama yöntemi konusundan elde edilen su tüketimi değerleri ile bazı kıyas bitki su tüketimi tahmin yöntemleri ile belirlenen değerlerle karşılaştırılmıştır. Sonuçta, ölçülen bitki su tüketimi değerleri damla sulama yönteminde diğer sulama yöntemlerine göre daha az (yaklaşık % 67) olmuştur. Deneme koşulları için, elma ağaçlarının sulama zamanı planlamasında kullanılabilecek kıyas bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinin çeşitler için yöresel kalibrasyonlarının yapılması amacıyla, bitki katsayıları (k_c) belirlenmiş ve eğrileri çizilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Williams Pride, Jersey Mac, sulama yöntemi, bitki su tüketimi, bitki katsayısı

Evapotranspiration of Williams Pride”and “Jersey Mac” Apple Cultivars Budded on M9 For Different Irrigation Methods

Abstract: In the study, Jersey Mac and Williams Pride apple cultivars budded on M9, carried on the apple orchard of Research and Application Farm of Agricultural Faculty, University of Süleyman Demirel, were irrigated by drip, subsurface drip, surface and under-tree micro sprinkler irrigation methods in 2006 and 2007 years. Evapotranspiration values for 5 days were measured and evapotranspiration values obtained from surface irrigation method were compared with values calculated by some estimating methods of evapotranspiration. As a result, measured evapotranspiration values were lower (about % 67) in drip irrigation according to and under-tree micro sprinkler irrigation and surface irrigation methods. For experiment conditions, crop coefficients related to estimated methods were determined and their curves were drawn in order to do calibration for Isparta region.

Key words: Williams Pride, Jersey Mac, irrigation method, evapotranspiration, crop coefficient

Giriş

Bitki su tüketimi değerleri, bitkilerin sulama suyu gereksinimlerinin belirlenmesinde, sulama programlarının hazırlanmasında, tamamlayıcı sulamanın gerekliliğine karar verilmesinde, sulama projelerinin keşif ve fizibilite çalışmaları ile planlanması, yapımı, işletilmesi ve bakımında, yağışın yer altı suyuna karışan miktarının saptanmasında, yeraltı suyu havzalarının emniyetli veriminin tahmininde, sulama, enerji, taşkın

kontrolü, kamu ve sanayi kullanımlarını içeren çok amaçlı projelerin ekonomisi, planlanması, yapımı, işletilmesi ve bakımında, hidroloji, meteoroloji, bitki fizyolojisi ve toprak ilminin çeşitli konuları üzerindeki çalışmaları ilgilendiren temel bir veri olarak gerekmede ve kullanılmaktadır (Kodal 1982).

Bitki su tüketimi değerlerinin belirlenmesinde, doğrudan ölçüm yöntemleri en sağlıklı yol olmasına karşın, bu

yöntemlerin zaman alıcı ve pahalı olması, uygulamada iklim verilerinden tahmin yöntemlerinin kullanılmasına yol açmaktadır. Doğrudan ölçme yöntemleri ise daha çok amprik eşitliklerin yöresel koşullar için kalibrasyonunda ya da modifikasyonunda kullanılmaktadır (Burman ve ark. 1983).

İklim parametrelerine dayalı bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinin bir çoğu Doorenbos ve Pruitt (1984) ve Jensen ve ark. (1989)'da toplanmıştır. Bu yöntemlerde genel olarak izlenen yol, belirli koşulları yansıtan çayır bitkileri veya yonca için kıyas ya da potansiyel su tüketimlerini (ET_o , ET_p) tahmin etmek, sonra elde edilen değerleri kullanılan tahmin yöntemi ve ele alınan bitkiye özgü bitki katsayısı ile düzelterek bitki su tüketimlerini hesaplamaktır ($ET = k_c \cdot ET_o$ yada $ET = k_c \cdot ET_p$).

Bitki su tüketimi tahmin yöntemleri, geliştirildikleri bölgeden farklı iklim koşullarına sahip bölgelerde, yöresel kalibrasyonları yapılmamışsa, genellikle sağlıklı sonuç vermemektedir (Christiansen 1968, Jensen ve ark. 1989). Hatta, aynı bölgede bitki cinsi değiştiğinde yararlanılacak yöntem de farklı olabilmektedir. Bu amaçla, birçok araştırmacı, farklı bölgelerde kullanılacak tahmin yöntemlerini ortaya koyabilmek amacıyla çalışmalar yapmışlardır. Ankara koşullarında kısa periyotlu bitki su tüketimi tahminleri açısından, taze fasulye için Kap Buharlaştırma (FAO) yönteminin (Yıldırım 1994), ayçiçeği için Christiansen-Hargreaves ve Jensen-Haise yöntemlerinin (Kadayıfçı 1996), elma ağaçları için Radyasyon (FAO) yönteminin (Köksal ve ark. 2000), Tekirdağ koşullarında, elma ağaçları için Penman (FAO) yönteminin (Orta ve ark. 2000), Isparta koşullarında, fasulye için Jensen-Haise yönteminin (Uçar ve ark. 2005) daha sağlıklı sonuç verdiği saptanmışken, kurak iklim koşullarında, portakal ağaçları için bitki su tüketimi değerleri ile A sınıfı kaptan olan buharlaştırma, radyasyon, Jensen-Haise, Blaney-Criddle ve Modifiye Penman yöntemleri ile tahmin edilen bitki su

tüketimi değerleri arasında önemli düzeyde farklılık olmadığı belirlenmiştir (Hoffmann ve ark. 1982). Uzun periyotlu bitki su tüketimi tahmini açısından, Türkiye genelinde yeterli veri sağlandığı koşullarda, Eskişehir'de Blaney-Criddle yönteminin, Konya'da Blaney Criddle ve Penman, İzmir'de Christiansen ve Meyer, Türkiye genelinde meyve ağaçları için ise Penman yönteminin kullanılabileceği belirlenmiştir (Obalar 1968, Benli ve Kodal 1980, Kodal 1991). Çukurova bölgesi koşulları için pamuk için Blaney Criddle, Hargreaves ve Penman yöntemleri önerilmiştir (Tekinel ve Kanber 1981).

Bitki su tüketimi tahmin eşitlikleri genellikle alanın tamamının ıslatıldığı koşullar için geliştirilmiştir. Damla ve 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). Her ne kadar, damla sulama yönteminde, amprik eşitliklerle tahmin edilen bitki su tüketimi, gölgelenen alan yüzdesi ile düzeltilse de, bu yaklaşımın sağlıklı olduğunu söylemek güçtür. Bu nedenle, bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinin damla ve ağaç altı yağmurlama sulama yöntemleri için ayrıca kalibrasyonuna gerek vardır (Köksal ve ark. 2000).

Bu çalışmada, Isparta koşullarında farklı sulama yöntemleriyle sulanan yetiştiriciliği hızla yaygınlaşan bodur M9 anaçları üzerine aşılı Williams Pride ve Jersey Mac elma çeşitlerinin bitki su tüketimlerinin saptanması ve yöre koşulları için bodur elma ağaçlarının sulama zamanı planlamasında kullanılabilecek kıyas bitki su tüketimi tahmin yöntemlerine ilişkin bitki katsayılarının (k_c) belirlenmesi, başka bir deyişle bunların incelenen çeşitler için yöresel kalibrasyonlarının yapılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2006 ve 2007 yıllarında Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yürütülen "Farklı Sulama Yöntemlerinin M9 Anacı Üzerine Aşılı Williams Pride ve Jersey

Mac Elma Çeşitlerinde Bazı Ağaç ve Meyve Özellikleri Üzerine Etkileri” isimli doktora araştırma projesinde ilk iki yıl yapılan ölçümlerin bir bölümünü oluşturmaktadır.

Deneme, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yürütülmüştür. Araştırma alanı toprakları, orta ve orta hafif bünyeli, derin, tuzsuz, hafif ve orta derecede alkali karakterli olan ve önemli bir bölümü hafif eğimli aluviyal bir yelpaze üzerinde bulunan profil gelişmeleri zayıf topraklardır (Akgül ve Başayığıt 2005). Deneme alanı topraklarının, Güngör ve Yıldırım (1989) ile Demiralay (1993) de verilen esaslara göre belirlenen, sulama açısından önemli bazı fiziksel özellikleri Çizelge 1 de görülmektedir. Deneme alanındaki toprağın infiltrasyon (su alma) hızı, değişken seviyeli çift silindirik infiltrometre ölçmeleri ile Güngör ve Yıldırım (1989) da belirtildiği biçimde ölçülmüş ve toprağın kararlı infiltrasyon hızı 12 mm/h ve eşitliği $I = 260T^{0.41}$ olarak saptanmıştır.

Isparta ilinin iklimi, Akdeniz iklimi ile İç Anadolu karasal iklimi arasında geçiş özelliği gösterir. Şöyle ki, yağış rejimi bakımından Akdeniz iklimine, sıcaklık rejimi bakımından ise İç Anadolu

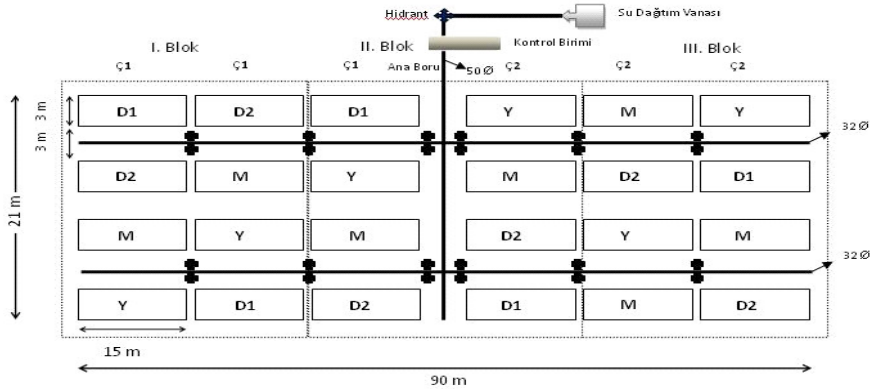
karasal iklimine benzer. Deneme yıllarına ilişkin iklim verileri deneme bahçesinin yanına kurulan meteoroloji istasyonunda ölçülmüştür. Araştırmada, bitki olarak, Isparta yöresinde son yıllarda yetiştiriciliği hızla yaygınlaşan M9 bodur klonal anaçları üzerine aşılı Williams Pride (Ç1) ve Jersey Mac (Ç2) çeşitleri kullanılmıştır. Bu amaçla, 2006 yılı Nisan ayında, sıra arası 3 m, sıra üzeri 1 m olacak biçimde bahçe tesis edilmiştir. Meyve bahçesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğine ait olduğu için sonraki uygulamalarda sorun çıkmaması için çeşitler aynı bloklar içerisinde yer almıştır.

Denemede, dört farklı sulama yöntemi yer almaktadır. Bunlar; toprak üstü damla (D1), toprakaltı damla (D2), ağaç altı mikro yağmurlama (M) ve yüzey (Y) (kısa tavalarda göllendirme) sulama yöntemleridir. Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre oluşturulan konular, 3 yinelemeli olarak yürütülmüştür. Deneme planı, sulama sistemi ve ayrıntıları Şekil 1-5’de görülmektedir.

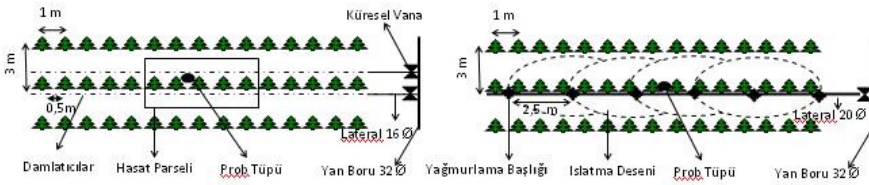
Şekillerden de görüleceği gibi, deneme alanı toplam 1890 m² (21 m x 90 m), her deneme parselinin alanı ise 45 m² (3 m x 15 m) dir. Sulama yöntemleri arasındaki etkileşimi engellemek amacıyla, deneme parselleri arasında sıra üzerinde 1’er m, sıra aralarında ise 3’er m boşluk bırakılmıştır.

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Toprak derinliği, cm	Bünye sınıfı	Hacim ağırlığı, gr/cm ³	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Kullanılabilir su tutma kapasitesi	
			%	mm	%	mm	%	mm
0-30	CL	1.46	29.70	130.1	13.57	59.4	16.13	70.7
30-60	CL	1.41	31.81	134.6	15.48	65.5	16.33	69.1
60-90	CL	1.39	27.46	114.5	11.70	48.8	15.76	65.7
90-120	CL	1.36	27.37	111.7	11.35	46.3	16.02	65.4
Toplam (0-120 cm)				490.9		220.0		270.9

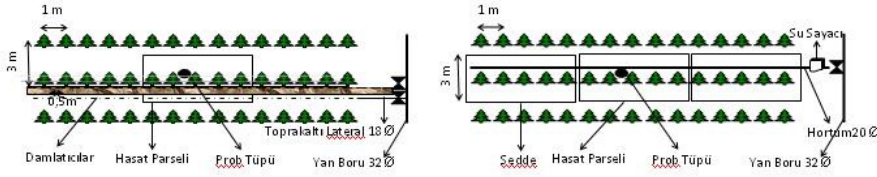


Şekil 1. Deneme planı ve sulama sisteminin ayrıntısı



Şekil 2. Damla sulama parseli

Şekil 3. Ağaç altı mikro yağmurlama sulama parseli



Şekil 4. Toprak altı damla sulama parseli

Şekil 5. Yüzey sulama parseli

Denemede, sulama uygulamalarında kullanılan damla ve ağaç altı mikro yağmurlama yöntemlerine ilişkin sistemlerin mühendislik özellikleri Yıldırım (2003)'te verilen esaslara göre belirlenmiştir. Buna göre, sulama suyu deneme alanının yanında bulunan hidranttardan alınmıştır. Alana kurulan sulama sisteminin debisi ise 2.5 L/s olarak belirlenmiştir. Damla ve ağaç altı mikro yağmurlama sulama sistemleri; kontrol ünitesi, manifold ve lateral boru hatları ile damlatıcılar ve mikro yağmurlama başlıklarından oluşturulmuştur. Kontrol ünitesinde; basınç düzenleyici vana, hidrosiklon, venturi (gübreleme sistemi), elek filtre, manometre ve su sayacı

bulunmaktadır. Hidranttardan alınan su, dış çapı $\Phi 50$ mm olan ana borular ile araziye iletilmiştir. Ana borular toprak altına gömülmüş ve 6 atm işletme basınçlı, sert PE borulardan oluşturulmuştur. Her bir konu parselinin başına küresel vana, su sayacı ve manifold üzerine de basıncın izlenmesi amacıyla manometre monte edilmiştir.

Damla sulama sisteminde, debisi 4 L/h olan in-line tipi kendinden basınç regülatörlü damlatıcılar kullanılmıştır. Sistemde, 0.50 m damlatıcı aralığına sahip $\Phi 16$ mm dış çaplı 4 atm işletme basınçlı PE borulardan oluşan lateraller her bitki sırasına iki lateral olacak biçimde (Yöre yarı-kurak iklime sahip olduğu için, ıslatılan alan yüzdesi, $P = 0,33 > 0,30$ 'dur) tertip edilmiştir. Toprak altı damla

sulama yöntemi uygulanan konularda ise aynı damlatıcı aralığı (50 cm) ve damlatıcı debisine (4 L/h) sahip her bitki sırasında $\Phi 18$ mm dış çaplı çift lateral kullanılmış ve bu lateraller toprak yüzeyinden itibaren 25 cm derinliğe yerleştirilmiştir.

Ağaç altı mikro yağmurlama sulama sisteminde, yan boru hattına priz kolye ile bağlanmış $\Phi 20$ mm dış çaplı lateral borulara her 2.5 m'de bir yerleştirilen, 2 atm işletme basıncında 40 L/h debi ve 5 m ıslatma çapının elde edildiği mikro-yağmurlama başlıkları kullanılmıştır.

Yüzey sulama uygulamasında ise sulama sistemindeki manifold boru hattına monte edilen ve üzerinde verilen sulama suyu miktarının ölçümünde kullanılan su saatleri bulunan $\Phi 30$ mm dış çapa sahip PE hortumdan yararlanılmıştır. Yüzey sulama yöntemi için, beş ağacı kapsayacak şekilde 5 m x 3 m boyutlarında eğimsiz kısa tavalara oluşturulmuş ve sulama suyu bu tavalarda göllendirilmiştir.

Sulama uygulamalarında kullanılan suyun kalite sınıfı C_3S_1 dir (Ayyıldız 1990).

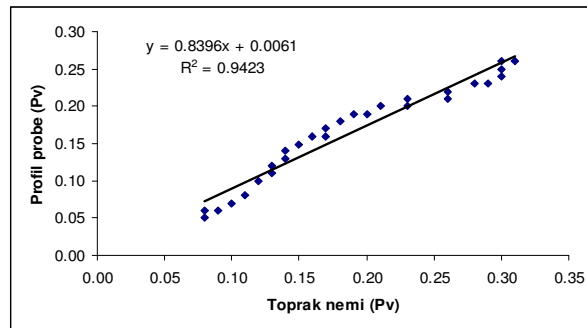
Araştırmada, uygulanacak sulama suyunun belirlenmesinde deneme alanının yanına kurulan meteoroloji istasyonundaki A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Buna göre sulama suyu miktarı, sulama mevsimi boyunca A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen günlük açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinin yığılımlı olarak tamamı

($K_{cp}=1.00$) 5'er günlük periyotlarda Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanarak verilmiştir (Kanber ve ark. 1999).

$$I = K_{cp} \times E_{pan} \times C \quad (1)$$

Eşitlikte; I: Sulama suyu miktarı, mm, K_{cp} : Bitki - pan katsayısı (1,00), E_{pan} : Beş günlük sulama aralığındaki toplam buharlaşma miktarı, mm ve C: ıslatılan alan yüzdesi, %'dir (Damla sulama yöntemleri için 0.33, yüzey ve mikro yağmurlama sulama yöntemleri için 1.00 olarak alınmıştır).

Sulama uygulamaları, sulama mevsimi boyunca (her yıl son don tarihini takiben Mayıs ayı içerisinde başlanmış ve ilk donun görüldüğü Ekim ayı ortalarına kadar) sürdürülmüştür. Deneme süresince, bitki kök bölgesindeki toprak nemi 26.07.2006 tarihine kadar gravimetrik olarak, bu tarihten sonra ise ΔT Profil-Probe cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Bu amaçla, her deneme parseline 100 cm toprak derinliğinde ΔT Profil-Probe tüpleri çakılmıştır. ΔT Profil-Probe cihazı ile topraktaki nem içeriği hacim ağırlığı cinsinden 10, 20, 30, 40, 60, 80 ve 100 cm derinliklerinde doğrudan okumalar yapılmış ve elde edilen değerler kaydedilerek bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Okunan değer, arazi koşullarına göre hazırlanan ΔT Profil-Probe kalibrasyon eğrisinde (Şekil 6) yerine konularak değerlendirilmiştir. Her sulama uygulaması öncesinde ΔT Profil-Probe yardımıyla topraktaki mevcut nem değerleri belirlenmiştir. Bu değerler kalibrasyon eğrisinde değerlendirilmiş ve 5'er günlük bitki su tüketimi değerleri



Şekil 6. ΔT Profil-Probe Kalibrasyon Eğrisi

(ET_c) su bütçesi esasına göre Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır (James 1988);

$$ET_c = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (2)$$

Eşitlikte; ET_c : Bitki su tüketimi, mm, I : Uygulanan sulama suyu, mm, P : Yağış, mm, C_p : kapilar yükseliş ile kök bölgesine giren su miktarı, mm, D_p : Drenaj ve derine sızma kaybı, mm, R_f : Yüzey akış kaybı, mm ve ΔS : Kök bölgesi toprak su içeriğindeki değişim, mm'dir. Deneme alanı derin, drenaj ve tuzluluk bakımından sorunsuz topraklardan oluşmaktadır (Akgül ve Başayığit 2005). Bu nedenle taban suyundan kaynaklanan bir kapilar su girişi söz konusu değildir. Ayrıca, damla sulama yöntemi ile sulama yapılacak konularda yüzey akışı olmayacağı ve yüzey sulama yapılan konularda konular seddeler ile birbirinden ayrıldığından C_p ve R_f değerleri hesaplamalarda ihmal edilmiştir. Toprak profilinin 0-120 cm derinliğinde izlenen nem miktarının tarla kapasitesinin üzerindeki değerler Kanber ve ark. (1996) da verildiği gibi derine sızma miktarı olarak alınmıştır.

Farklı sulama yöntemlerinin uygulandığı deneme parsellerinde, beş günlük periyotlar için bitki su tüketimi değerleri ölçülmüş ve iklim parametrelerine dayalı bazı bitki su tüketimi tahmin yöntemleriyle kıyas bitki

su tüketimi değerleri belirlenmiştir. Bunlar; ayrıntıları Doorenbos ve Pruitt (1984), Jensen ve ark. (1989) ve Smith (1991) de verilen, Penman-Monteith (PM), Orijinal Penman (OP), Penman yönteminin FAO modifikasyonu (P-FAO), Radyasyon yönteminin FAO modifikasyonu (R-FAO), Blaney-Criddle yönteminin FAO modifikasyonu (BC-FAO) ve Hargreaves yöntemleridir. Kıyas bitki su tüketimi değerlerinin hesaplanmasında deneme alanında bulunan meteoroloji istasyonunda ölçülen iklim parametreleri kullanılmış ve IAM-ET₀ bilgisayar programından yararlanılmıştır.

Ölçülen bitki su tüketimi ile tahmin edilen kıyas bitki su tüketimi değerleri arasındaki ilişkiye göre bitki katsayısı (k_c) değerleri elde edilmiş ve buna ilişkin eğriler çizilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Deneme yıllarında, farklı sulama yöntemlerinin uygulandığı konulara ilişkin deneme parsellerinde ölçülen bitki su tüketimi değerleri ve uygulanan toplam sulama suyu miktarları ile iklim parametrelerine dayalı bazı bitki su tüketimi tahmin yöntemleri ile hesaplanan kıyas bitki su tüketimi değerlerinin aylık ortalamaları ve mevsimlik toplamaları Çizelge 2-4'de sırasıyla verilmiştir.

Çizelge 2. Deneme yıllarına ilişkin, mevsimlik bitki su tüketimi ve sulama suyu miktarları

Konular	2006 yılı				2007 yılı			
	I, mm	P, mm	Toplam alan için	Islatılan alan için	I, mm	P, mm	Toplam alan için	Islatılan alan için
D1Ç1	349.5	138.9	487.9	1197.5	391.2	41.0	432.5	1227.3
D2Ç1	349.5		454.7	1164.3	391.2		430.3	1225.1
YÇ1*	724.0		838.0	1173.0	1186.0		1263.5	1263.5
MÇ1*	724.0		860.8	1195.8	1186.0		1274.1	1274.1
D1Ç2	349.5		462.3	1171.9	391.2		429.4	1224.2
D2Ç2	349.5		475.6	1185.2	391.2		433.1	1227.9
YÇ2*	724.0		854.6	1189.6	1186.0		1243.8	1243.8
MÇ2*	724.0		857.1	1192.1	1186.0		1334.7	1334.7

*15.5-26.07 tarihleri arasında bütün konular damla sulama yöntemiyle sulandığından Y ve M konuları için 2006 yılında toplam alana göre düzeltme yapılmıştır

I: Toplam sulama suyu miktarı, mm

P: Toplam etkili yağış, mm

ETc: Bitki su tüketimi, mm

Çizelge 3. Deneme yıllarına ilişkin aylık ortalama bitki su tüketimi değerleri, mm

2006 yılı								
Aylar	Jersey Mac				Williams Pride			
	D1	D2	Y	M	D1	D2	Y	M
Mayıs	2.0	1.8	5.9	5.1	2.0	1.7	5.3	5.0
Haziran	2.8	2.5	8.4	6.9	2.8	2.4	7.8	7.1
Temmuz	3.6	3.2	8.2	9.2	3.3	3.7	8.9	9.8
Ağustos	4.2	3.6	10.0	9.9	3.8	4.1	10.4	9.6
Eylül	4.1	4.1	7.9	9.3	4.1	4.0	7.8	8.5
Ekim	1.5	1.8	3.5	4.2	1.7	1.6	4.2	4.4
2007 yılı								
Aylar	Jersey Mac				Williams Pride			
	D1	D2	Y	M	D1	D2	Y	M
Mayıs	2.7	2.7	7.0	7.0	2.7	2.7	7.0	7.0
Haziran	3.1	3.2	8.9	7.7	3.0	3.1	8.0	8.7
Temmuz	4.0	4.1	11.0	11.4	3.7	4.2	10.9	13.0
Ağustos	2.7	2.7	9.4	9.0	3.1	2.8	8.8	8.3
Eylül	2.6	2.2	7.0	8.6	2.3	2.3	7.9	8.6
Ekim	1.2	1.2	5.6	6.1	1.8	1.3	6.4	5.3

Çizelge 4. Farklı kıyas bitki su tüketimi tahmin yöntemlerine göre aylık ortalama ET₀ değerleri, mm/gün

2006 yılı							
Aylar	PM	OP	P-FAO	R-FAO	BC-FAO	H	
Mayıs	4.7	5.3	6.0	7.2	5.5	4.7	
Haziran	5.8	6.4	7.2	8.5	7.1	5.7	
Temmuz	5.8	6.6	7.2	8.7	7.5	5.6	
Ağustos	6.3	7.0	7.7	9.1	8.6	7.0	
Eylül	5.4	6.0	6.8	7.5	6.5	5.9	
Ekim	4.6	5.2	6.0	6.3	5.4	5.2	
2007 yılı							
Aylar	PM	OP	P-FAO	R-FAO	BC-FAO	H	
Mayıs	5.3	5.7	7.1	7.4	6.5	5.0	
Haziran	5.8	6.2	7.4	8.0	7.6	5.7	
Temmuz	6.2	6.8	7.7	9.1	9.1	6.8	
Ağustos	6.4	6.8	7.9	8.7	9.0	6.8	
Eylül	5.5	5.8	6.8	7.4	7.1	6.1	
Ekim	4.7	5.4	5.9	7.3	6.5	6.4	

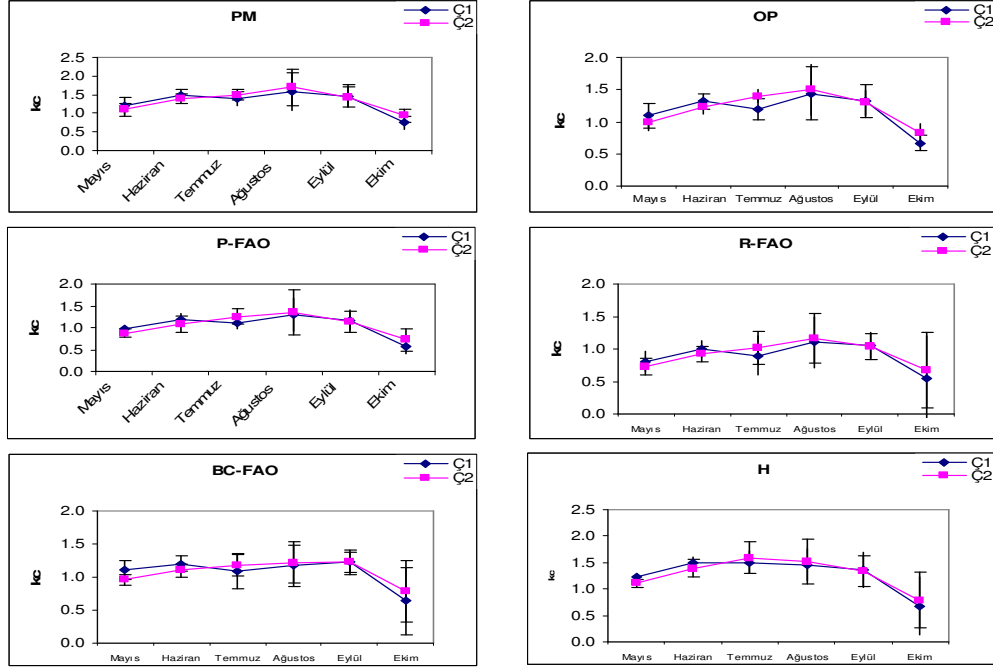
Çizelgelerden görüleceği üzere, uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimi değerleri damla sulama yönteminde diğer sulama yöntemlerine göre daha az (yaklaşık % 67) olmuştur. Bunun nedeni, damla sulama yönteminde ıslatılan alan yüzdesinin (P = 0.33) diğer yöntemlere (P = 1.00) göre daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Bitki su tüketimlerine etki eden iklim parametreleri her iki yılda da farklılık göstermesine karşın, sulama

yöntemleri arasındaki oransal ilişkinin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

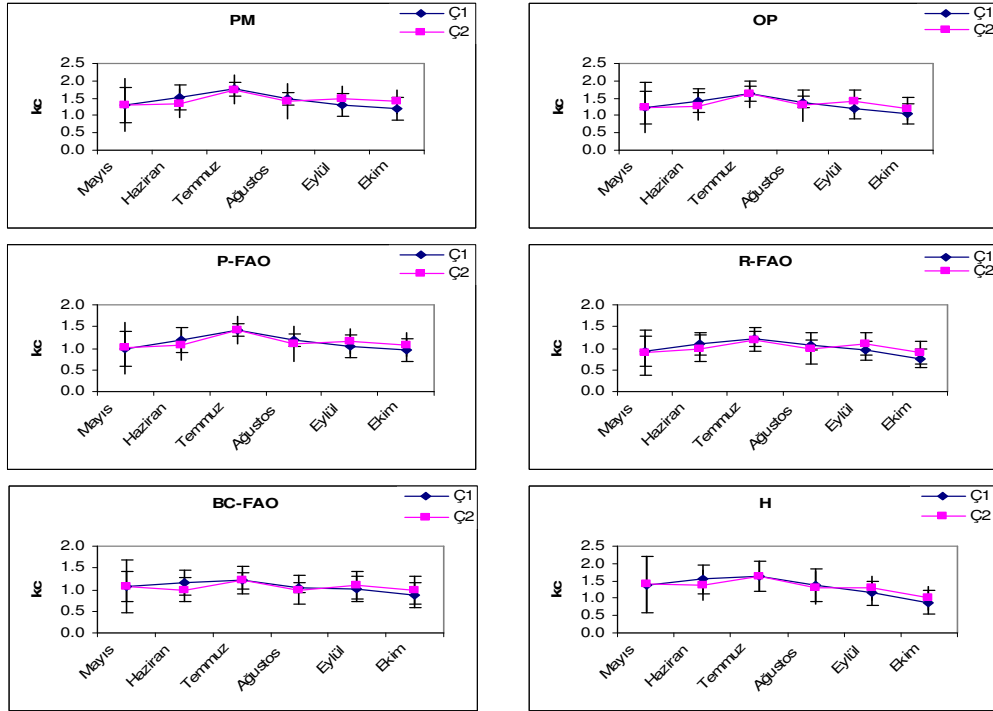
Elma ağaçlarının su tüketimini, Orta ve ark. (2000) Tekirdağ koşullarında, yüzey sulama yönteminde 968.00 – 1188.43 mm, damla sulama yönteminde ise 347.2 – 470.9 mm, Gençoğlan ve Kıraç (2008) ise Kahramanmaraş koşullarında damla sulama yönteminde 702-1881 mm olarak belirlemişlerdir. Denemede elde edilen değerler anılan araştırmalarda elde edilenlerle benzeşmektedir.

Kıyas bitki su tüketimi tahmin eşitlikleri, alanın tamamının ıslatıldığı koşullar için geliştirildiğinden, bitki su tüketimi tahmin yöntemlerine göre elde edilen kıyas bitki su tüketimi (ET_0)

değerleriyle gerçekleşen su tüketimleri arasındaki kalibrasyonun belirlenmesinde alanın tamamının ıslatıldığı yüzey sulama yönteminde elde edilen su tüketimi değerleri kullanılmıştır.



Şekil 7. 2006 yılına ilişkin aylık ortalama k_c değerleri



Şekil 8. 2007 yılına ilişkin aylık ortalama k_c değerleri

Orta ve ark. (2000) uygun bitki su tüketimi tahmin yöntemini belirlenmesine yönelik olarak yaptığı araştırmada, benzer biçimde, alanın tamamının ıslatıldığı sulama yöntemini dikkate almıştır. Bodur elma ağaçlarının sulama zamanının planlamasında kullanılabilir kıyas bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinin yöresel kalibrasyonunu yapmak amacıyla, bu yöntemlerde kullanılabilir bitki katsayıları (k_c), incelenen elma ağaçları gelişimini devam ettirdiği için 2006 ve 2007 yılları için ayrı hesaplanmış ve deneme koşulları için çizilen eğriler Şekil 7 ve 8'de verilmiştir. Şekildeki düşey hata çubukları \pm standart sapmayı göstermektedir.

Sonuç olarak, Isparta yöresinde yetiştiriciliği hızla yaygılaşan M9 anacına üzerine aşılı Jersey Mac ve Williams Pride elma ağaçlarının ilk iki yaşında sulama zamanının planlanmasında, değinilen bitki su tüketimi tahmin yöntemleri için çalışmada elde edilen bitki katsayısı (k_c) eğrilerinin kullanılması önerilebilir.

Kaynaklar

- Akgül, M. ve Başayığit L. 2005. Süleyman Demirel Üniversitesi Çiftlik Arazisinin Detaylı Toprak Etüdü ve Haritalanması. SDÜ Fen Bilimleri Enstitü Dergisi.
- Ayyıldız, M. 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No: 1196, Ankara.
- Benli, E. ve Kodal, S. 1980. Evaporasyon Tahminlerinin Yöresel Olarak Karşılaştırılması. III. DSİ Hidroloji Semineri, cilt:2, DSİ Gn. Md., Ankara.
- Burman, R.D., Nixon, P.R., Wright, J.L. and Pruitt, W.O. 1983. Water Requirements. "Ed. M.E. Jensen, Design and Operation of Farm Irrigation Systems", p:189-232, ASAE, 2950, Niles Road, St. Joseph, Michigan 49085.
- Christiansen, J.E. 1968. Evaporation and Evapotranspiration From Climatic Data. Jour. Irrig. Drain. Div. 94(2), 243-265.
- Demiralay, İ. 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:143, Erzurum.
- Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1984. Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, 24, Rome.
- Gençoğlan, C. ve Kıraç, A.M. 2008. Damla Sulama Yöntemi ile Uygulanan Bazı Sulama Tekniklerinin Tam Bodur Elma Ağaçlarında Su Kullanımına ve Topraktaki Tuz Birikimi Üzerine Olan Etkileri. Sulama Tuzluluk Toplantısı. 12-13 Haziran 2008, s:177-190, Şanlıurfa.
- Goldberg, D., Gornat, B. and Rimon, D. 1976. Drip Irrigation. Drip Irr. Sci. Publ. Kfar Sharyahu-Israel, 15-101 s.
- Güngör, Y. ve Yıldırım, O. 1989. Tarla Sulama Sistemleri, Ankara Üniv., Ziraat Fakültesi Yayın No: 1155, Ankara.
- Hoffmann, G.J., Oster, J.D. and Aives, W.J. 1982. Evapotranspiration of Mature Orange Trees under Drip Irrigation in an Arid Climate. Transactions of The Asae, 25 (4), 992-996.
- James, L.G. 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons. Inc., 543, New York.
- Jensen, M.E., Burman, R.D. and Allen, R.G. 1989. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice, 70, New York, USA.
- Kadayıfçı, A. 1996. Ayçiçeğinin Su-Verim İlişkileri. Ankara Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora tezi, Ankara, 117 s.
- Kanber, R., Köksal, H., Önder, S. ve Eylen, M. 1996. Farklı Sulama Yöntemlerinin Genç Portakal Ağaçlarında Verim, Su Tüketimi ve Kök Gelişimine Etkileri. Tr. J. Agricultural and Forestry, 20, 163-172.
- Kanber, R., Ünlü, M., Ödemiş, B., ve Diker, K. 1999. Pan Evaporation Methods Used for Estimation of Crop Evapotranspiration. "In Workshop on Experimental Methodologies for

- Determining Evapotranspiration: Review and Revision”, 6-12 Aralık 1988, Adana, Türkiye, 211 s.
- Kodal, S. 1982. İç Anadolu da Bitki Su Tüketiminin Saptanması İçin Uygun Yöntemin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü Doktora Tezi, Ankara.
- Kodal, S., 1991. Ülkemizde Meyve Ağaçlarının Su Tüketiminde Kullanılabilecek Yöntemler. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yıllığı, 36 (1-2); 121-131, Ankara.
- Köksal, İ., Yıldırım, O., Dumanoglu, H., Kadayıfçı, A. ve Güneş, N. 2000. Farklı Sulama Yöntemlerinde Elma Ağaçlarının Su Tüketimi. Tarım Bilimleri Dergisi, 6(2), 22-29, Ankara.
- Obalar, Z. 1968. Türkiye için Evapotranspirasyon Formüllerinin Mukayesesi. DSİ Gn. Md. Yayınları, Ankara. 42 s.
- Orta A.H., Yüksel A.N. ve Erdem T. 2000. Tekirdağ Koşullarında Farklı Sulama Yöntemlerinin Elma Ağaçlarının Su Tüketimine Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 6 (3), 109-115, Ankara.
- Smith, M. 1991. Manual and guidelines for CROPWAT. FAO Irrigation and Drainage Paper, 46, Rome.
- Tekinel, O. ve Kanber, R. 1981. Çukurova Koşullarında Pamuk Su Tüketiminin Belirlenmesinde Kullanılan Bazı Yöntemlerin Kıyaslanması Üzerine Bir Araştırma. Toprak-Su, 56; 1-13.
- Uçar, Y., Kadayıfçı, A., Yılmaz, H.İ. ve Yardımcı, N. 2005. Isparta Koşullarında Fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) Su Tüketimi. SDÜ. Ziraat Fak. Dergisi, 19 (35), 1-7.
- Yıldırım, A.N. 1994. Sulama Yöntemi ve Sulama Suyu Miktarlarının Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Verimine Etkisi. Ankara Üniv. Fen Bil. Enst., Y. Lisans Tezi, 79 s, Ankara.
- Yıldırım, O. 2003. Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniv., Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1536, Ankara.