



The Effect of Deficit Irrigation on Water Use, Yield, Yield Components and Fruit Quality in Rio-Red Grapefruit Orchard

Ugur Kekeç^{1,a,*}, Bülent Özekici^{2,b}

¹Vocational School of Yumurtalik, Çukurova University, 01680 Yumurtalik, Adana, Turkey

²Department of Agricultural Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture, Çukurova University, 01330 Adana, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 23/07/2019 Accepted : 28/11/2019</p> <p>Keywords: Citrus Drip irrigation Water use efficiency Pomology Yield</p>	<p>The research was carried out in 2011 and 2012 on the plot of the 'Rio-Red' grapefruit of Çukurova University. In this study, it was aimed to determine evaluation of irrigation program in Rio-Red Grapefruit Orchard and the effects of water content, water use, tree and fruit development, yield and fruit quality characteristics (pomology) applied to Rio-Red subspecies trees at different levels. Three different irrigation schemes I₁₀₀, I₇₀ and I₅₀ water was applied. The average amount of irrigation water applied to grapefruit trees ranged from 332,48 mm (I₁₀₀) to 128,69 mm (I₅₀). The actual plant water consumption was found to be between 935,6 mm (I₁₀₀) and 729,9 mm (I₅₀) according to the water budget method. In the first year of the study, yields per irrigation ranged from 306 (I₇₀) to 330 (I₅₀) kg per tree. And they field per irrigation ranged from 59,6 kg (I₁₀₀) and 108,5 kg (I₅₀) for the second year. The total water use efficiencies obtained in 2011 were between WUE_{ET} 5,18 kg/m³ and 6,34 kg/m³; 0,52 kg/m³ to 1,74 kg/m³. The irrigation water use efficiencies in 2011, WUE_I between 15,85 kg/m³ and 30,69 kg/m³, in 2012 from 2,17 kg/m³ to 14,27 kg/m³. The average amounts of water soluble solids content in the first year of operation were between 10,22% (I₁₀₀) and 12,91% (I₅₀); and from 12,41% (I₁₀₀) to 13,47% (I₅₀) in the second year. Within the scope of this study, since the effects of irrigation issues on fruit yield are not statistically significant, water shortage may be proposed for farmers in order to save water.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(1): 116-124, 2020

Kısıntılı Sulamanın Greyfurt Bahçesinde Su Kullanımı, Verim, Verim Ögeleri ve Meyve Niteliğine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 23/07/2019 Kabul : 28/11/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Turunçgil Damla sulama Su kullanım randımanı Pomoloji Verim</p>	<p>Araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde bulunan <i>Rio Red</i> altıntop ağaçları kullanılarak 2011 ve 2012 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada, deneme bahçesindeki mevcut sulama programının değerlendirilmesi ile ağaçlara farklı düzeylerde uygulanan sulama suyu miktarının, verim ile meyve kalite özellikleri (pomoloji) üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemede damla sulama sistemi ile 3 farklı miktarda sulama suyu uygulanmıştır (I₁₀₀); (I₇₀); (I₅₀). Her iki yıl dikkate alındığında sulama suyu miktarları, 332,48 mm (I₁₀₀) ile 128,69 mm (I₅₀) arasında değişmiştir. Gerçek bitki su tüketimleri ise su bütçesi yöntemine göre 935,6 mm (I₁₀₀) ile 729,9 mm (I₅₀) arasında gerçekleşmiştir. Denemenin birinci yılında, sulama konularına ilişkin verimler, ağaç başına, 306 (I₇₀) ile 330 (I₅₀) kg, ikinci yıl ise ağaç başına ortalama verim değerlerinin sulama konularına göre, 59,6 kg (I₁₀₀) ile 108,5 kg (I₅₀) arasında değişmiştir. Toplam su kullanma randımanları, 2011 yılında, WUE_{ET} 5,18 kg m⁻³ ile 6,34 kg m⁻³, 2012 yılında ise; 0,52 kg m⁻³ ile 1,74 kg m⁻³ arasında elde edilmiştir. Sulama suyu kullanma randımanları, 2011 yılında, WUE_I 15,85 kg m⁻³ ile 30,69 kg m⁻³, 2012 yılında ise; 2,17 kg m⁻³ ile 14,27 kg m⁻³ değerleri arasında değişmiştir. Denemenin birinci yılında ortalama suda çözünen kuru madde miktarları, %10,22 (I₁₀₀) ile %12,91 (I₅₀) arasında; ikinci yılında ise %12,41 (I₁₀₀) ile %13,47 (I₅₀) arasında değişmiştir. Bu çalışma kapsamında sulama konularının meyve verimine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olmamasından dolayı çifçilere su tasarrufu sağlamak amacıyla yöre için su kısıntısı önerilebilir.</p>

^a ukekec@cu.edu.tr

^{ID} <https://orcid.org/0000-0003-1321-9135>

^b ozekici@cu.edu.tr

^{ID} <https://orcid.org/0000-0002-5030-2061>



Giriş

Tarım ve orman alanlarının yaklaşık %40'ı meyve ağacı alanı olan Türkiye'de meyve üretiminin yaklaşık %20'sini narenciye oluşturmaktadır. Dünya narenciye üretiminde Türkiye önemli üretici ve ihracatçı ülkeler arasında yer almaktadır. Pazar payında görülen sürekli sayılabilecek yükselme, ülkemiz dâhil olmak üzere Akdeniz'e kıyısı olan birçok ülkede yetiştiricilik alanlarını hızla arttırmıştır. Ülkemizin de içerisinde yer aldığı Akdeniz havzasında dünya turunçgil üretiminin yaklaşık olarak %22'si gerçekleştirilmektedir. Ülkemiz, 2016'da dünya sıralamasında üretimde ilk 9, ihracatta ise 2.sırada bulunmaktadır (FAO, 2018). Üretim payları açısından ele aldığımızda Türkiye'de narenciyenin %43,09'unu portakal, %31,15'ini mandarin, %19,81'ini limon, %5,9'unu altıntop ve %0,05'ini diğer narenciye ürünleri oluşturmaktadır (TUİK, 2016).

Dünyada altıntop dikim alanı 2000-2016 yılları arasında düzenli şekilde artarak 2016 yılında 358.724 hektara yükselmiştir. Verim, oldukça dalgalı bir seyir göstererek dekar 15.117kg ile 26.461 kg arasında değişmiş ve 2016 yılında 25.296 kg.da⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'de altıntop dikim alanı 2000-2016 yılları arasında 4.680 ile 6.514 ha arasında değişmiştir. 2016 yılında ise altıntop dikim alanı 6.155 ha olmuştur. Verim, 2000-2016 yılları arasında en düşük 2002 yılında 263.158 kg ha⁻¹ en yüksek 2016 yılında 411.243 kg ha⁻¹ olmuştur.

Dünyada ve ülkemizde yapılan araştırmalar; su tüketim miktarı en fazla olan bitki gruplarından birinin turunçgiller olduğunu ortaya koymaktadır. Sürekli yeşil kaldıkları için narenciye yıl boyunca sulama suyu olarak yağışa veya yeterli bir su kaynağına gereksinim duymaktadır. Su gereksinimi farklılıklar göstermekte ve ihtiyaç duyulan su çeşitli sulama yöntemleriyle uygulanmaktadır. Turunçgillerin yıllık su gereksinimi toprak, iklim ve ağaçların fizyolojik durumuna bağlı olarak 900-1200 mm arasında değişir (Doorenboss ve Kassam, 1979). Türkiye'nin potansiyel sulanabilir alanları ve bitkilerin su kullanımları dikkate alındığında mevcut su kaynakları potansiyeli ile ancak toplam sulanabilir alanların yaklaşık %33'ü sulanabilmektedir. Bu nedenle, tarıma ayrılan mevcut su kaynaklarımız ile daha etkin bir sulama yapabilmek ve daha fazla alan sulayabilmek için su artırımını sağlayan kısıntılı sulama yönetimi gibi yaklaşımları göz önünde tutmamız zorunlu hale gelmiştir (Ünlü ve ark., 2008). Kısıntılı sulama tekniğinin potansiyel yararları, üç faktörden kaynaklanır: Üretim giderlerinin azaltılması, daha yüksek su kullanım randımanına ulaşılması ve su masraflarının düşürülmesi. Kısıntılı sulama düşüncesinin etkin kullanımı, sıralanan bu üç etmenin önemini iyi anlaşılmasına bağlıdır (Stegman ve ark., 1990; Kanber ve ark., 2007).

Kısıntılı sulama yaklaşımında, bitki gelişme mevsiminin tümünde veya bazı dönemlerinde su eksikliği ile karşı karşıya bırakılmakta; verimde önemli düşmeler olmadan, sulama suyundan artırımlar sağlanmaktadır. O nedenle değinilen yaklaşım, farklı isimlerle adlandırılmaktadır. Bunlar, Kısmi Sulama (Partial Irrigation); Denetimli Kısıntılı Sulama (Regulated Deficit Irrigation); ET Sınırlı Sulama (ET Deficit Irrigation) ve Sınırlı Sulama (Limited Irrigation) yaklaşımlarıdır (English ve ark., 1990; Kanber ve ark., 2007).

İlk olarak 1970'li yılların başında Avustralya ve Yeni Zelanda'da uygulanmaya başlanan kısıntılı sulama uygulamaları, su gereksinimi fazla olan bitkilerde verimde herhangi bir kayıp oluşturmadan önemli miktarda su tasarrufu sağlayabilmektedir (Chalmers ve ark., 1981).

Bu çalışma, 2011 ve 2012 yıllarında, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde bulunan mevcut sulama programının değerlendirilmesi, Rio Red çeşidi altıntop ağaçlarında farklı düzeylerde uygulanan sulama suyu miktarı; su kullanım etkinliği, ağaç gelişimi, meyve gelişimi ile baziverim ve kalite (pomolojik) öğelerine etkisinin araştırılması amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Akdeniz ikliminin hâkim olduğu araştırmanın yürütüldüğü yörede; yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçer. Denemenin yürütüldüğü alana ait uzun yıllık iklim verileri, Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü kayıtlarından; araştırma yıllarına ilişkin veriler ise deneme alanında bulunan otomatik iklim gözlem istasyonundan alınmıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü 2011 yılında, en düşük sıcaklık Şubat ayında -3°C; en yüksek sıcaklık ise Eylül ayında 41°C olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 2. yılında (2012) ise, en düşük sıcaklık Şubat ve Mart aylarında -3°C; en yüksek sıcaklık ise Haziran ayında 42°C olarak ölçülmüştür. Bununla birlikte uzun yıllık dönemde (1930-2007) en düşük ve en yüksek oransal nem değerleri sırasıyla, %58,1 ile Ekim ve %65,9 ile Nisan ve Temmuz aylarında gerçekleşmiştir. Denemenin birinci yılında ise bu değerler Ekim ayında %49,4; Temmuz ayında %72,3; ikinci yılında Mart ayında %55,9, Aralık ayında %77,7 olarak ölçülmüştür. Yörede, 1932-2007 yılları arasındaki aylık ortalama yağış miktarı 644,9 mm'dir. Yağışların büyük kısmı kış aylarında gerçekleşmektedir. Çalışmanın ilk yılında en yüksek yağış miktarı 169,4 mm ile Aralık ayında ölçülmüştür. Temmuz ve Ağustos aylarında ise yağış düşmemiştir. Denemenin ikinci yılın da en yüksek yağış miktarı 303,0 mm ile Aralık ayında gerçekleşmiştir. Ağustos ve Eylül aylarında ise yağış düşmemiştir.

Araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği içerisindeki altıntop bahçesinde, 2011 ve 2012 yıllarında yürütülmüştür. Deneme bahçesi, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde, 36°59'N, 35°18'E kuzey ve doğu enlem ve boylamlarında ve denizden 20 m yükseklikte bulunmaktadır. Altıntop bahçesi 1993 yılında kurulmuş olup alanı 39,1 dekadır ve toplam 612 adet ağaç bulunmaktadır (16 ağaç dekar⁻¹). Ağaçlar 8×8 m aralıklarla dikilmiştir. Deneme alanı toprakları, killi-tın bünye sınıfında TypicXerofluvent olarak sınıflandırılmıştır (Özbek ve ark., 1974). Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, rutin laboratuvar analizleri ile belirlenerek, Çizelge 1'de verilmiştir. Ayrıca, deneme bahçesinde tuzluluk ve taban suyu gibi sorunların olmadığı da tespit edilmiştir. Deneme, arazinin en homojen toprak bünyesinin (siltli kil) olduğu yerde kurulmuştur.

Deneme alanı sulama suyu kaynağı açık kanallı sulama sistemi olup sulama suyu kalitesi C2S1'dir.

Çizelge 1. Deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of test soils

Derinlik cm	EC Ds m ⁻¹	pH	Organic madde (%)	As g. cm ⁻³	TK g g ⁻¹ ,%	SN g g ⁻¹ ,%	Toprak Bünyesi			Bünye Sınıfı
							Kil %	Silt %	Kum %	
0-30	0,30	7,43	0,9	1,62	31,8	17,06	34,0	25,9	40,1	CL
30-60	0,33	7,58	0,9	1,47	33,8	18,12	51,3	16,1	32,6	C
60-90	0,38	7,53	0,8	1,56	36,8	19,51	33,6	39,0	27,4	CL
90-120	0,41	7,41	0,7	1,55	34,5	20,47	52,3	10,8	36,9	C

Çizelge 2. Su bütçesi yaklaşımına göre hesaplanan altıntop su tüketimi değerleri (mm)

Table 2. Grapefruit evapotranspiration values calculated according to water budget approach (mm)

ET Ögeleri	Sulama Konuları					
	2011			2012		
	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀	I ₁₀₀	I ₇₀	I ₅₀
Sulama Suyu (I) ¹	332,5	240,4	178,9	257,4	142,8	128,7
Yağış (P) ²	676,6	676,6	676,6	685	685	685
Toprak Su Kapsamı Değişimi (ΔS) ³	-130,8	-143,3	-125,6	-6,8	-27,7	-73,9
Toplam	878,3	773,7	729,9	935,6	800,1	739,7

Denemede her bir parsel, 184 m uzunluğunda, 8 m eninde (1472 m²) olup; parsellerin her birinde yirmi üç (23) adet ağaç bulunmaktadır (Şekil 1).

Çalışmada konular deneme bahçesinin batı tarafında oluşturulmuştur. Dikkate alınan sulama konuları, aşağıda açıklandığı gibi düzenlenmiştir.

Kısımlı sulama I: Deneme alanındaki mevcut sulama sisteminden sağlanan su miktarının en fazlasının parsellere uygulandığı tanık konudur. (I100).

Kısımlı sulama II: I100 konusuna verilen sulama suyunun %70'inin uygulandığı konudur (I70).

Kısımlı sulama III: I100 konusuna verilen sulama suyunun %50'sinin uygulandığı konudur (I50).

Deneme konuları, arazide tesadüf blokları deneme desenine göre düzenlenmiştir. Her konu 3 kez tekrarlanmıştır. Yinelemeler, şerit-vari bloklar şeklinde, yan yana, yerleştirilmiştir.

Çalışma boyunca ortalama damlatıcı debisi 2,2 L/h ile sulama uygulamaları gerçekleştirilebilmiştir. I-100 konusu; mevcut şartlarda, en fazla su miktarının uygulandığı konudur.

Bu durumda, zorunlu olarak, su kaynağına bağlı su temin etme sürecine göre çalışmada sulama aralığı 10-15 olarak belirlenmiştir. Hesaplanan su miktarları, suyun verildiği an (gün, saat) dikkate alınarak, toplam verilen sulama süresi belirlenmiş ve kısımlı uygulamalar ise toplam sürenin %70 ve %50 oranında azaltılması ile hesaplanmıştır.

Her sulamada, uygulama boyunca, belirli zaman aralıklarıyla kaynağa en yakın, kısmen uzak ve en uzak parsellerden seçilmiş 40 damlatıcının debileri ölçülerek, her bir parselde uygulanan su miktarları hesaplanmıştır. Damlatıcı debilerinin arazi boyunca türdeş dağılıp dağılmadığını belirlemek amacıyla CU ve DU katsayıları hesaplanmıştır. Buna göre: CU değeri %83,4 ve DU değeri ise %93,3 olarak hesaplanmıştır. Bu durum göre, damlatıcı debilerinin arazi boyunca homojen olarak dağıldığı söylenebilir. Ancak, damlatıcı debilerinin homojen dağılımından çok, debi miktarlarının arazinin tarla kapasitesine kadar sulanmasında yetersiz olması nedeniyle ağaçlara tam sulama(yeterli)sulama yapılamamıştır. Çalışma boyunca ortalama 2,2 L h⁻¹damlatıcı debisi ile sulama uygulamaları gerçekleştirilebilmiştir.

Deneme konularının mevsimlik su tüketimleri (ET); konulara verilen sulama suyu miktarları deneme başlangıcında, sulama mevsimi boyunca ve hasat sırasında alınan gravimetrik toprak örnekleri ile yağış değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Su bütçesi yaklaşımına göre hesaplanan altıntop su tüketimi değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir.

İlk sulamada, tüm deneme parsellerine eşit olarak, bitki kök bölgesindeki eksik toprak nemi tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu verilmiştir. Çalışmada ilk yıl 11 kez ikinci yıl ise 8 kez sulama uygulaması yapılmıştır.

Bitki Su Tüketiminin (Evapotranspirasyon) Ölçümü: Çalışmada, bitki su tüketimi (evapotranspirasyon) hesaplamaları için James (1988), tarafından Eşitlik 1'de verilen su bütçesi (nem azalma veya tarla parselleri tekniği) yaklaşımından yararlanılmıştır.

$$ET=P+IW+Cr-DP-TW\pm\Delta W \quad (1)$$

Eşitlikte, *P* ve *IW*, yağış ve toplam sulama suyu, mm; ΔW , kök bölgesindeki (mm/1,2 m) toprak suyu değişimini, mm; *Cr*, kılcal yükselişle kök bölgesine gelen su miktarını, mm; *DP*, derine sızma miktarını, mm; *TW* yüzey akışla kaybolan su miktarını, mm göstermektedir. Deneme bahçesinde taban suyu ve yüzey akış kaybı olmadığından *Cr* ve *TW* değerleri sıfır alınmıştır. Damla sulama sistemi ile sulanmış ve sulama öncesi eksik toprak suyu miktarının yüksek oluşundan dolayı *DP* değeri de önemsiz sayılmıştır.

ET değerleri her iki yıl sulama başlangıcı ile hasat arasındaki dönem dikkate alınarak hesaplanmıştır. (ilk yıl:29/06/2011-31/03/2012; İkinci yıl 30/05/2012-31/03/2013 dönemlerini kapsamaktadır. ¹Deneme parsellerine uygulanan sulama suyu miktarlarının parsel alanına (1472 m²) bölünmesiyle bulunmuştur. ²Dönemsel olarak birinci yılda 29.06.2011-31.03.2012 tarihleri arasında ikinci yılda 01.04.2012-31.03.2013 tarihleri arasında düşen ve tümünün etkili olduğu kabul edilen yağış miktarları; Dönemsel olarak ilk yıl 29.06.2011-06.01.2012 tarihleri arasındaki ikinci yıl 30.05.2012-26.03.2013 tarihleri arasındaki süreler için hesaplanmıştır.

Su kullanma randımanları: Denemede ele alınan sulama konularının değerlendirilmesinde su kullanma randımanlarından (WUE) yararlanılmıştır. WUE değerleri her sulama konusu için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$WUE = E_y ET^{-1} \quad (2)$$

Eşitlikte E_y ; pazarlanabilir verim, $kg\ a\{\u0131}\u00e7^{-1}$, ET ; bitki su tüketimi, mm.

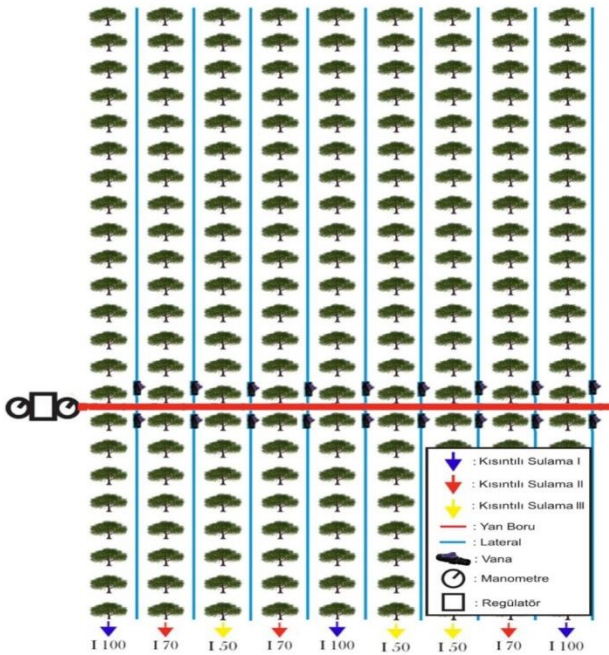
Hesaplamalarda pazarlanabilir verim yerine doğrudan her konudaki ağaçların verim değerlerinin ortalaması kullanılmıştır.

Yukarıdaki eşitlikten elde edilen değer, toplam su kullanma randımanı (WUE) olarak adlandırılmıştır. Ayrıca sulama suyu kullanma etkinliğinin belirlenmesi için sulama suyu kullanma randımanı ($IWUE$) hesaplanmıştır. (Howell ve ark,1990).

$$IWUE = E_y I^{-1} \quad (3)$$

Eşitlikte E_y ; pazarlanabilir verim, $kg\ a\{\u0131}\u00e7^{-1}$, I ; uygulanan sulama suyu miktarı (mm)

Pomolojik Özellikler: Çalışmada, altıntop meyvesinin pomolojik özelliklerinin saptanması için, denemenin birinci ve ikinci yılında hasattan önce; deneme parsellerinde işaretlenmiş 5 ağaç tacının çevresinden, farklı yüksekliklerden rastgele 15 adet; her deneme konusundan toplam 75 adet meyve örneği seçilerek alınmıştır. Alınan meyve örnekleri üzerinde pomolojik analizler yapılmıştır (Meyve ağırlığı gr, Meyve uzunluğu mm, Meyve genişliği mm, İndex, Kabuk Kalınlığı mm, Dilim sayısı adet, Çekirdek sayısı adet, SÇKM, Asitlik %, SÇKM/Asitlik %, Usare %) (Özsan ve Bahçecioglu, 1970).



Şekil 1. Deneme bahçesinde sulama konularının konumlandırılması

Figure 1. Positioning of irrigation subjects in the test yard

Bulgular ve Tartışma

Sulama ve Su Tüketimi: Çalışmanın ilk yılında deneme konuları, 11 kez; ikinci yılında ise 8 kez sulanmıştır. İlk sulamalara birinci yıl 30.06.2011; ikinci yıl 28.06.2012 tarihlerinde başlanmış; sulamalar ilk yıl 31.10.2011, ikinci yıl ise; 01.10.2012 tarihlerinde sonlandırılmıştır. Böylece altıntop bitkisi için sulama mevsimi uzunluğu iklim, bitki

gelişimi ve toprak koşullarına bağlı olarak 123 ile 96 gün arasında değişmiştir. Çalışmanın birinci yılında I_{100} konusuna 332,48 mm, I_{70} konusuna 240,35 mm ve I_{50} konusuna 178,92 mm sulama suyu verilmiştir (Çizelge 2). Denemenin ikinci yılında ise I_{100} konusuna 257,39 mm, I_{70} konusuna 142,83 mm ve I_{50} konusuna 128,69 mm sulama suyu verilmiştir.

Her iki deneme yılında ve tüm konularda kök bölgesinde toprak suyu başlangıca göre artmıştır (Çizelge 2). Bunun mevsim boyu düşen ve çok yıllık ortalama değerlerin kısmen üzerine çıkan yağış miktarından ve erken ilkbahar/kış yağışlarının büyük bir bölümünün kök bölgesinde kalmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir.

Ayrıca, bitki su tüketimi (ET) içerisinde kış/erken ilkbahar dönemi yağışlarının paylarının uygulanan sulama programlarına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Buna göre yağışın payı, denemenin ilk yılında, %77 (I_{100}) ile %92 (I_{50}); denemenin ikinci yılında ise %72 (I_{100}) ile %92 (I_{50}) arasında değişmiştir. Bu bağlamda altıntop çeşidinde su tüketiminin oluşumunda yağışın payının sulama suyundan daha önemli olduğu söylenebilir. Öte yandan beklenildiği gibi, denemenin her iki yılında da en yüksek su tüketimi, I_{100} konusunda ölçülmüştür. Denemenin birinci yılında I_{70} konusunda, I_{100} konusuna göre %12; I_{50} konusunda ise %17; denemenin ikinci yılında ise I_{70} konusunda, I_{100} konusuna göre, %15; I_{50} konusunda ise %19 daha az ET değerleri saptanmıştır.

Çizelge 2'ye bakıldığında sulama başlangıcı ile hasat dönemi arasında hesaplanan ET değerleri, ilk yıl için, I_{100} konusunda 878,3mm ve I_{50} konusunda 729,9 mm; ikinci yıl için ise, I_{100} konusunda 935,6 mm ve I_{50} konusunda 739,7 mm arasında ölçülmüştür.

Turuncgillerin su tüketimine yönelik yapılan araştırmalar, toplam su gereksinimlerinin yılda yaklaşık 900–1200 mm arasında değiştiğini göstermektedir (Doorenbos ve Kassam, 1979). Altıntop bitkisinde Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada yıllık su tüketiminin 782-1039 mm arasında değiştiği bulunmuştur (Kanber ve ark., 1999). Kusakabe ve ark. (2016), Teksas'ta yaptıkları bir çalışmada 25 yıllık rio red çeşidi altıntop ağaçlarının yıllık su tüketimini 1139 mm olarak belirlemişlerdir.

Petillo ve Castel (2007), Uruguay'da portakalda yaptığı bir çalışmada günlük gerçek su tüketimlerini ortalama olarak ilkbahar için 3,5 mm/gün; yaz için 5 mm/gün; sonbahar için 1,3 mm/gün ve kış için 1,5 mm/gün olarak belirlemiştir. Rana ve ark (2005), İtalya'da portakalda yazın ortalama su tüketimini 6-8 mm/gün olarak belirlemişlerdir ve Villalobos ve ark (2009), ise İspanya'da portakalda yaptıkları çalışmada günlük gerçek su tüketimlerini ilkbaharda 2,1 mm gün⁻¹ ve sonbaharda 2,6 mm gün⁻¹ olarak bulmuşlardır. Marin ve Angelocci (2011), Brezilya'da limonda günlük gerçek su tüketimlerini ortalama olarak, yaz mevsimi için 2,5 mm gün⁻¹; kış için 0,6 mm gün⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Denemede, elde edilen su kullanma randımanları konulara ve yıllara göre Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre, 2011 yılında, en yüksek WUE_{ET} değeri, 6,34 $kg\ m^{-3}$ ile I_{50} konusunda elde edilmiştir. I_{50} konusunu 5,82 $kg\ m^{-3}$ ile I_{70} konusu, 5,18 $kg\ m^{-3}$ ile I_{100} konusu takip etmiştir.

Sulama suyu kullanma randımanlarında ise yine en yüksek WUE_I değeri 30,69 $kg\ m^{-3}$ ile I_{50} konusunda elde

edilmiş. I_{50} konusunu $22,04 \text{ kg m}^{-3}$ ile I_{70} konusu ve $15,85 \text{ kg m}^{-3}$ değeri ile I_{100} konusu izlemiştir. Denemenin ikinci yılında ise; en yüksek WUE_{ET} değeri, $1,74 \text{ kg/m}^3$ ile I_{50} konusunda elde edilmiştir. I_{50} konusunu $0,65 \text{ kg m}^{-3}$ ile I_{70} konusu, $0,52 \text{ kg m}^{-3}$ ile I_{100} konusu takip etmiştir. Sulama suyu kullanma randımanların da WUE_I değeri, $14,27 \text{ kg m}^{-3}$ ile I_{50} konusunda elde edilmiştir. I_{50} konusunu $3,47 \text{ kg m}^{-3}$ ile I_{70} konusu ve $2,17 \text{ kg m}^{-3}$ değeri ile I_{100} konusu takip etmiştir. Genel olarak incelendiğinde, bu çalışmada, WUE_I ve WUE_{ET} değerleri sulama suyu miktarı azaldıkça artmıştır. Sulama kısıntısı WUE_{ET} ve WUE_I değerlerini I_{100} konusuna göre artırmıştır. Yapılan çalışmada, denemenin ikinci yılında WUE_{ET} ve WUE_I değerlerinin denemenin ilk yılına oranla daha küçük bulunması, denemenin ikinci yılında meydana gelen periyodizite olayı nedeniyle verim azalmasından dolayı ortaya çıkmıştır. Turhan ve Ödemiş, 2010 nova mandarin çeşidinde yaptıkları çalışmada WUE_{ET} değerlerini $3,45-10,66 \text{ kg m}^{-3}$ olarak; WUE_I değerlerini ise $3,47-3,98 \text{ kg m}^{-3}$ olarak bulmuşlardır. Yine, bu çalışma sonuçlarına benzer olarak; Goodwin ve Boland (2000), kısıtlı sulamanın meyve ağaçlarında su kullanma randımanı değerini artırdığını, su kullanım değerlerinin vejetatif aksamda ve verimde azalma olmaksızın tam sulanan konulara göre yaklaşık %60 arttığını bildirmişlerdir. Garcia Tejero ve ark (2010, 2011), portakal ağaçlarında WUE değeri tam sulama koşullarında $6,2 \text{ kg m}^{-3}$ ve $4,5 \text{ kg m}^{-3}$ iken %50 oranında su kısıntısı uygulandığında, $10,4 \text{ kg m}^{-3}$ ve 14 kg m^{-3} değerlerine ulaştığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Ballester ve ark (2011), su kısıntısının clementine cinsi mandarin ağaçlarında WUE değerinin tam sulama koşullarına göre arttığını belirtmişlerdir. Garcia Petillo ve Castel (2004), adlı araştırmacılar ise, Uruguay da portakal ağaçlarında uyguladıkları %50 su kısıntısında, WUE değerinin 3,4 ile

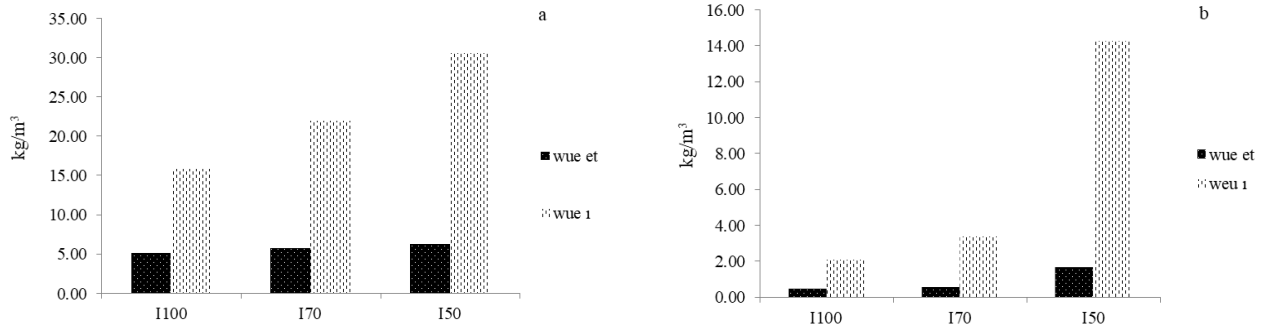
$4,5 \text{ kg m}^{-3}$ tam sulanan konuda ise $6,7 \text{ kg m}^{-3}$ olduğunu belirtmiştir.

Perez ve ark (2008), WUE değerinin tam sulanan konulara göre, kısıntılı sulama uygulamalarında arttığını, söz konusu durumun, su stresi altındaki verim azalmasının su miktarındaki azalma kadar büyük olmamasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ancak çiçeklenme dönemindeki su kısıntısının WUE değerini artırmadığı saptanmıştır. Yapılan diğer araştırmalarda ise WUE değeri kısıntılı sulama ile şeftali ağaçlarında $4,9 \text{ kg da}^{-1}$ 'dan $8,0 \text{ kg da}^{-1}$ 'a (Mitchell ve Chalmers, 1982), armutta $12,5 \text{ kg da}^{-1}$ 'dan 22 kg da^{-1} yükseldiği ve 90 ton ha^{-1} su tasarrufu sağlandığı belirtilmiştir (Mitchell ve ark., 1989).

Meyve Verimi: Çalışmanın her iki yılında da hasat ekonomik nedenlerle gereken tarihten daha geç yapılmıştır. Hasat sırasında denemeye alınan ağaçlardan elde edilen meyveler sayılmış ve tartılmıştır. Ortalama değerler ise birinci ve ikinci yıl için sırasıyla Çizelge 3'de verilmiştir.

Yapılan istatistik analizde (Çizelge 4) sulama konuları arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılık bulunamamıştır. Sulama konularına ilişkin ortalama verimler 2012 yılında ağaç başına 306 (I_{70}) ile 330 (I_{50}) kg arasında değişmiştir. Tam sulanan I_{100} konusundan ortalama 312 kg verim alınmıştır. Sulama konularının Rio Red çeşidi altıntop verimi üzerine istatistiksel olarak herhangi bir etkisinin olmadığı konu ortalamaları arasındaki farkların tesadüfen oluştuğu anlaşılmıştır (OSH: 26,96; $F=0,0828$; HSD: 4).

İkinci yıl verimler birinci yıla göre periyodiziteden dolayı oldukça düşmüştür. (Çizelge 4). Ağaç başına ortalama verimler sulama konularına göre $59,6 \text{ kg}$ (I_{100}) ile $108,5 \text{ kg}$ (I_{50}) arasında değişmiştir. Yapılan istatistiksel analizde konular arasında herhangi bir fark bulunamamıştır (OSH: 26,96; $F: 3,89$; HSD: 4).



Şekil 2. Su Kullanım randımanları (kg m^{-3}), (a:2011; b:2012)
Figure 2. Water use efficiencies (kgm^{-3}), (a: 2011; b: 2012)

Çizelge 3. Deneme konularından elde edilen meyve miktarları kg ağaç^{-1} .

Table 3. Amounts of fruit obtained from trials kg tree^{-1}

Yıl	Konular	I_{100}			I_{70}			I_{50}		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
2011	Ortalama Verim kg ağaç^{-1}	184	386	366	279	309	329	298	330	361
	Yinelemelerin Ortalaması kg ağaç^{-1}		312			306			330	
2012	Yinelemeler	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	Ortalama Verim kg ağaç^{-1}	22,0	54,3	102,5	14,2	33,1	125,9	50,2	138,2	137,0
	Yinelemelerin Ortalaması kg ağaç^{-1}		59,6			57,7			108,5	

Çizelge 4. Sulama konularında verim miktarlarına ilişkin varyans analizi

Table 4. Analysis of variance on yield amounts in irrigation issues

İstatistiksel Ögeler	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	
		2011	2012
Yineleme	2	7434,6	64868
Sulama Konuları	2	409,2 ^{n.s}	24827 ^{n.s}
Hata	4	2180,9	63765
Genel	8		

Çizelge 5. Meyve örneklerine ilişkin pomolojik analiz sonuçları ortalama değerleri

Table 5. Mean values of pomological analysis results of fruit samples

Pomolojik Ögeler	Sulama Konuları					
	I ₅₀		I ₇₀		I ₁₀₀	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
OMA gr	241,82	371,46	270,64	459,63	296,04	474,64
MU mm	74,15	89,73	76,29	98,32	77,14	99,14
MG mm	84,17	98,13	87,96	106,69	89,26	106,81
Index	1,14	1,094	1,15	1,086	1,16	1,079
KK mm	8,91	11,34	8,49	12,59	8,14	11,99
DS adetmey ⁻¹	12,73	12,27	13,05	12,3	13,01	12,36
ÇS adetmey ⁻¹	17,71	17,67	23,53	16,07	20,13	18,2
SÇKM %	12,91	13,47	11,45	12,81	10,22	12,41
Asitlik %	4,75	2,903	5,54	2,706	4,32	2,437
Usare %	34,30	30,02	36,54	25,85	38,58	29,88

* OMA ortalama meyve ağırlığı; MU meyve uzunluğu; MG meyve genişliği; Index=MU/MG; KK kabuk kalınlığı; DS dilim sayısı; ÇS çekirdek sayısı; SÇKM suda çözünebilir kuru madde

Bu çalışmada, meyve oluşumu ve olgunlaşma döneminde uygulanan sulama kısıntısının Rio Red çeşidi altıntop ağaçlarında konular arasında, meyve sayısı (verilmemiştir) ve verim bakımından istatistiksel olarak bir fark olmadığı bulunmuştur. Ancak denemenin ikinci yılında, turunçgillerde gözlenen periyodisiteden dolayı meyve sayısı ve verim, ilk yıla oranla oldukça düşük bulunmuştur. Kanber ve ark (1999), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde altıntop ağaçlarında benzer sonuçlar elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Birçok araştırmacılar, turunçgillerde su kısıntısı ile meyve sayısı ve verimi arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Shalventve ark (1979), turunçgillerin, çiçeklenme ve meyve oluşumu dönemlerinde suya karşı çok duyarlı olduğunu anılan dönemlerdeki su kısıntısının çiçek ve meyve dökülmeleri; daha sonra ise, meyve sayısında ve verimde değişimlere neden olacağını belirtmiştir. Benzer şekilde, Gonzalez ve Castel (2000), çalışmalarında, farklı gelişme dönemlerinde su kısıntısının meyve sayısında azalmaya ve hasatta verim miktarında önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir. Perez ve ark (2008), portakal ağaçları ile yaptıkları bir çalışmada ilk meyve oluşumu ve hasat periyodunda yapılan kısıntılı sulamanın, meyve sayısını ve verimi azalttığını belirtmişlerdir. Perez ve ark. (2014), Star Ruby altıntop ağaçları ile yaptıkları çalışmada ağacın farklı büyüme dönemlerinde uygulanan su kısıntısının meyvelerin küçük olmasına ve dolayısıyla verimde düşmeye neden olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte bazı araştırmacılar ise meyve olgunlaşma döneminde yapılan su kısıntısı uygulamalarının verimde bir azalma olmadan meyve kalitesinin arttığını belirtmişlerdir. (Ortuna ve ark, 2006; Ballester ve ark, 2011; Garcia-Tejero ve ark, 2012; Aquado ve ark, 2012). Benzer şekilde Goldhamer ve Sallinas (2000), adlı araştırmacılar da turunçgillerde, erken meyve gelişimi döneminde uygulanan su kısıntısının, verim

üzerinde olumsuz bir etki oluşturmadığı için bahsi geçen dönemde sulama kısıntısının yapılmasının yararlı olacağını savunmuşlardır.

Meyvelerde yapılan pomolojik analizler: Sulama konularının meyvenin bazı pomolojik özellikleri üzerine etkilerinin anlaşılması ve değerlendirilmesi amacıyla denemenin her iki yılında da meyve örnekleri alınmıştır. Örneklerin alınmasında; konuların her bir yinelemesinden seçilen 5 ağaç kullanılmıştır. Bu ağaçlardan şansa bağlı olarak 15 meyve alınmış ve pomolojik analizler bu örnekler üzerinde yapılmıştır.

Yapılan analiz sonuçları elde edilen değerler ortalamalar halinde Çizelge 5'de verilmiştir. Meyve örneklerine ilişkin pomolojik analiz sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmeleri denemenin birinci ve ikinci yılı için Çizelge 6 ve 7'de gösterilmiştir.

Denemenin ilk yılında ortalama meyve ağırlığı 241,82 gr (I₅₀) ile 296,04 gr (I₁₀₀) arasında; ikinci yılında ise 371,47 gr (I₅₀) ile 474,64 gr (I₁₀₀) arasında değişmiştir. Denemenin ikinci yılında ortalama meyve ağırlıkları artmıştır. I₁₀₀ konusunda meyveler, ilk yıla göre %60, I₇₀ konusunda %71 ve I₅₀ konusunda ise %54 oranında büyümüştür. Bunun denemenin ikinci yılında ağaçlardaki meyve sayılarının önemli ölçüde azalması ve bu nedenle meyvelerin daha iyi beslenmelerinden meydana geldiği söylenebilir. Meyve ağırlıklarına sulama konularının etkileri istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre denemenin her iki yılında da sulama konularının meyve ağırlığı değişiminde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Levy ve ark (1979), altıntop meyve ağırlığının büyüme mevsimi boyunca yalnızca su stresinden etkilendiğini belirlemişlerdir. Anılan araştırmacılar, su stresinin altıntopta vejetatif gelişme ve meyve verimini azalttığını bulmuşlardır. Kanber ve ark (1999)'da altıntop ağaçlarında yaptıkları bir çalışmada; en

yüksek meyve ağırlığını periyodisitenin olduğu yılda elde etmişlerdir. Yine en fazla su verilen sık sulamanın yapıldığı konuda en yüksek meyve ağırlığına ulaşmışlardır.

Perez ve ark (2014), yarı kurak iklim koşullarında altıntop bitkisinde yaptıkları bir çalışmada meyve ağırlıklarının 285 gr ile 415 gr arasında değiştiğini belirtmişlerdir. En yüksek meyve ağırlığını ilk yıl çiçeklenme döneminde kısıntının yapıldığı konudan ikinci yıl ise tam sulama konusunda elde edilmiştir. Fakat ilk yıl tam sulama konusunda diğer dönemlerde kısıntı yapılan

konulardan daha fazla meyve ağırlığı elde edilmiştir. Bu çalışma ve tarafımızdan yapılan çalışmanın sonucuna göre kısıntılı sulama ile meyve ağırlığının azaldığı anlaşılmaktadır.

Aguado ve ark (2012), 12 yaşındaki portakal ağaçlarında yaptıkları iki yıllık bir çalışmada %25 oranındaki bir su kısıntısının meyve ağırlığını ilk yıl %17 azalttığını ikinci yıl ise tam sulama ve %25 kısıntı yapılan konuda meyve ağırlığı bakımından bir fark olmadığını rapor etmişlerdir.

Çizelge 6. Pomolojik Analiz Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi (2011)

Table 6. Statistical evaluation of pomological analysis results (2011)

Konular	Meyve ağırlığı gr	Meyve uzunluğu mm	Meyve genişliği mm	İndex	Kabuk Kalınlığı mm	Dilim sayısı adet
I50	241,82 ^c	74,15 ^b	84,17 ^b	1,14	8,91 ^a	12,73
I70	270,64 ^b	76,29 ^a	87,96 ^a	1,15	8,49 ^{ab}	13,05
I100	296,04 ^a	77,14 ^a	89,26 ^a	1,16	8,14 ^b	13,01
Prob>f	<0,0001**	0,0154*	0,0002**	0,2163	0,0419*	0,0769
LSD	19,874	2,047	2,3067	-	0,5879	-
Konular	Çekirdek sayısı adet	SÇKM	Asitlik %	SÇKM/Asitlik %	Usare %	
I50	17,71	12,91 ^a	4,75 ^{ab}	2,77	34,56 ^b	
I70	23,53	11,45 ^b	5,54 ^a	2,29	36,54 ^{ab}	
I100	2013	10,22 ^c	4,32 ^b	2,42	38,58 ^a	
Prob>f	0,0933	<0,0001**	0,0442*	0,0504	0,0029**	
LSD	-	-	0,9627	-	2,2074	

Çizelge 7. Pomolojik analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi (2012)

Table 7. Statistical evaluation of pomological analysis results (2012)

Konular	Meyve ağırlığı gr	Meyve uzunluğu mm	Meyve genişliği mm	İndex	Kabuk Kalınlığı mm	Dilim sayısı adet
I50	371,47 ^b	89,73 ^b	98,13 ^b	1,09	11,34	12,27
I70	459,63 ^a	98,53 ^a	106,87 ^a	1,09	12,64	12,29
I100	474,64 ^a	99,14 ^a	106,81 ^a	1,08	11,99	12,36
Prob>f	<0,0001**	<0,0001**	0,0001**	0,6650	0,0585	0,8411
LSD	43,556	3,9639	4,3407	-	-	-
Konular	Çekirdek sayısı adet	SÇKM	Asitlik %	SÇKM/Asitlik %	Usare %	
I50	17,67	13,47 ^a	3,02 ^a	4,54 ^b	30,02	
I70	15,93	12,84 ^b	2,82 ^a	4,64 ^b	26,68	
I100	18,20	12,41 ^c	2,44 ^b	5,14 ^a	29,89	
Prob>f	0,3307	<0,0001**	0,0020**	0,0090**	0,0684	
LSD	-	0,3701	0,3119	0,395	-	

Denemenin ilk yılında ortalama meyve uzunluğu 74,15 mm (I₅₀) ile 77,14 mm (I₁₀₀) arasında; ikinci yılında ise 89,73 mm (I₅₀) ile 99,14 mm (I₁₀₀) arasında değişmiştir. Denemenin ilk yılında ortalama meyve genişliği ise 84,17 mm (I₅₀) ile 89,26 mm (I₁₀₀) arasında; ikinci yılında ise 98,13 mm (I₅₀) ile 106,87 mm (I₇₀) arasında değişmiştir.

Meyve uzunluğu ve meyve genişliği ikinci yıl artmıştır. Meyve uzunluğundaki artışlar %29 (I₁₀₀); %29 (I₇₀) ve %21 (I₅₀) arasında değişmiştir. Meyve genişliğinde saptanan artışlar ise; %20 (I₁₀₀); %22 (I₇₀) ve %17 (I₅₀) dolaylarındadır. Meyve uzunluğuna sulama konularının etkileri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre sulama konularının meyve uzunluğuna ve genişliğine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Sulama konularının meyve uzunluğu üzerine etkileri denemenin birinci yılında istatistiksel olarak %95 güvenle ikinci

yılında ise; %99 güvenle önemli bulunmuştur. Sulama konularının meyve genişliği üzerine etkileri denemenin her iki yılında da güvenle önemli bulunmuştur. Buna göre meyve uzunluğu ve genişliği artışında I₁₀₀ ve I₇₀ aynı grupta yer almıştır. Anılan konularda %99 güvenle, en uzun ve en geniş meyveler elde edilmiştir.

Kanber ve ark. (1999), bu çalışmada olduğu gibi meyve çaplarını periyodisite yılında -verim yıllarına göre daha geniş bulmuşlardır. Araştırmacılar; bu durumu, periyodisite yılında ağaçlarda daha az sayıda meyve bulunmasıyla açıklamışlardır. Hilgeman (1963), turuncgillerde ve Assaf ve ark. (1975), elma ağaçlarında yaptıkları çalışmalarda sık sulamanın gövde ve meyve çapında artışa neden olduğunu rapor etmişlerdir. Marsh (1973), Legaz ve ark (1981), sulama miktarı arttıkça meyve çapının arttığını rapor etmişlerdir. Levy ve ark. (1979)'nın

Marsh altıntopunda yaptıkları bir çalışmada; sık sulamanın meyve çapını artırdığını ancak çok sık sulamanın ise meyve çapını azalttığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde Stylianou (1974)'de turuncgillerde yaptığı bir çalışmada sulama aralığının artırılması ile meyve çapının azalması arasında bir eğilim olduğunu gözlemlemiştir.

Kabuk kalınlığına sulama konularının etkileri istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre denemenin ilk yılında sulama konularının kabuk kalınlığı değişiminde önemli olduğu belirlenmiştir. İkinci yılında ise önemsiz bulunmuştur. Levy ve ark. (1979), sık sulamanın kabuk kalınlığını azalttığını belirtmişlerdir. Perez ve ark. (2014), altıntopta kabuk kalınlığının 5,21 mm ile 7 mm arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Araştırmacılar en kalın kabuğu ilk yıl tam sulama konusunda elde etmişlerdir. Fakat ikinci yıl ise olgunlaşma döneminde su kısıntısının yapıldığı konuda en yüksek kabuk kalınlığını ölçmüşlerdir.

Dilim sayısı ve çekirdek sayısı üzerine sulama konularının etkileri denemenin her iki yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bu çalışmada I₅₀ konusunda meyve başına çekirdek sayısı normal verim yılında periyodisite yılına göre, değişim göstermemiştir. I₇₀ konusunda periyodisite yılına göre %32 ve I₁₀₀ konusunda ise yaklaşık %10 oranında artmıştır.

Kanber ve ark. (1999)'de altıntopta yaptıkları araştırmada meyve başına düşen çekirdek sayısının normal verim yıllarında periyodisite yıllarına oranla 2 ile 4 kat arttığını belirtmişlerdir.

Suda çözünen kuru madde miktarına (SÇKM) sulama konularının etkileri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre denemenin her iki yılında da sulama konularının SÇKM değişiminde önemli olduğu belirlenmiştir. Sulama konularının SÇKM üzerine etkileri istatistiksel olarak %99 güvenle önemli bulunmuştur. Konu ortalamaları arasında yapılan LSD testi ile karşılaştırılmış ve her iki yılda da 3 farklı grup oluşmuştur. Buna göre, SÇKM miktarlarına göre her iki yılda da, I₁₀₀ konusunda en az; I₅₀ konusunda en fazla olmuştur. Sulama konularının asitlik üzerine etkileri birinci yıl istatistiksel olarak %95 ikinci yılında ise %99 güvenle önemli bulunmuştur. Tam sulama konusu (I₁₀₀)'ün asitliğe etkisi denemenin her iki yılında da en az olmuştur. En fazla etki birinci yılda I₇₀ konusunda; ikinci yılda I₅₀ konusunda olmuştur. Sulama konularının SÇKM/asitlik üzerine etkileri birinci yıl istatistiksel olarak önemsiz ikinci yılında ise %99 güvenle önemli bulunmuştur. Buna göre en fazla etki I₁₀₀ konusunda en az ise I₅₀ konusunda olmuştur. Sulama konularının Usare üzerine etkileri birinci yıl istatistiksel olarak %99 güvenle önemli ikinci yılında ise önemsiz bulunmuştur. Buna göre en fazla etki birinci yılda en fazla etki I₁₀₀ konusunda en az etki ise; I₅₀ konusunda gerçekleşmiştir.

Kanber ve ark (1999), altıntopta yaptıkları çalışmada farklı sulama programlarının SÇKM üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığını ve SÇKM miktarının periyodisite yılında normal verim yılına göre %11,1 azaldığını belirtmişlerdir. Aguado ve ark. (2012), 12 yaşındaki portakal ağaçlarında yaptıkları iki yıllık çalışmada kısıntılı sulama ile birlikte SÇKM'nin azaldığını rapor etmişlerdir. Bunun aksine; Verreynne ve ark. (2001), ise; mandarinde kısıntılı sulamanın SÇKM'yi ve titre edilebilir asit miktarını artırdığını belirtmişlerdir. Garcia-

Tejero ve ark. (2011), turuncgillerde meyve gelişimi ve olgunluk dönemlerinde yapılan, su kısıntısının SÇKM'yi ve titre edilebilir asit miktarını artırdığını rapor etmişlerdir. Treeby ve ark. (2007), portakalda kısıntılı sulama uygulamalarının SÇKM ve titre edilebilir asit miktarını artırdığını belirtmişlerdir. Perez ve ark. (2009), portakalda meyve büyümesi ve olgunlaşma döneminde uygulanan sulama kısıntısının SÇKM'yi ve titre edilebilir asit miktarını artırdığını rapor etmişlerdir.

Bu sonuçlara göre SÇKM değerinin su stresinden en çok etkilenen pomolojik parametrelerden birisi olduğu söylenebilir.

SÇKM değerlerine kısıntılı sulamanın etkisinin yapılan çalışmalar arasında farklılık göstermesi su stres düzeyi kısıntının uygulanma süresi ve kullanılan sulama yöntemlerinden kaynaklanmış olabileceği belirtilebilir. Usare miktarı üzerine sulama konularının etkisi denemenin ikinci yılında önemsiz; SÇKM/asitlik oranı üzerine etkisi ise denemenin birinci yılında önemsiz bulunmuştur. Meyve uzunluğunun meyve genişliğine oranı olan meyve indeksi ise denemenin her iki yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Sulama konularının meyve verimine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olmamasından dolayı su tasarrufu sağlamak amacıyla yöre için su kısıntısı önerilebilir. Ayrıca, yörede bitki büyüme dönemlerine göre su kısıntılarının yapıldığı çalışmalar bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu konuda çalışmalarında yapılması faydalı olacaktır.

Araştırma çok yıllık bitkiler üzerinde yapıldığı için iki yıllık sonuçlar, doyurucu ve güvenilir olmayabilir. Daha güvenilir sonuçların alınması için meyve bahçelerinde yapılacak olan çalışmaların daha uzun periyotlarda yapılması önerilebilir.

Teşekkür

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi ve Tübitak Tarafından Desteklenmiştir. Proje No: ZF2012D12, Proje No: TOGAV-1100463.

Kaynaklar

- Aguado A, Frias J, Garcia-Tejero I, Romero F, Uriel JL, Capote N. 2012. Towards The Improvement of Fruit-Quality Parameters in Citrus Under Deficit Irrigation Strategies .ISRN (International Scholarly Research Network) Agronomy , Article ID 940896. 9 Pages.
- Assaf R, Levin I, Brawdo B. 1975.Effect of Irrigation Regimes on Trunk and Fruit Growth Rates, Quality and Yield of Apple Trees. J. Hort. Sci, 50:481-493.
- Ballester C, Castel J, Intrigliolo DS, Castel JR. 2011. Response of Clementina De Nules Citrus Trees to Summer Deficit Irrigation. Yield Components and Fruit Composition. Agricultural Water Management, Bevington, 98:1027-1032.
- Chalmers DJ, Mitchell PD, Van Heek L, 1981. Control of peach tree growth and productivity by regulatedwater supply, tree density and summer pruning. J. Am. Soc. Hor. Sci. 106:307-312.
- Doorenbos J, Kassam AH. 1979. Yield Response to Water. FAO United Nations, Irr. and Drain. Paper, No. 33,Rome, 193 S.
- English MJ, Musick JT, Murty VV, 1990. Deficit Irrigation."Manegement of Farm Irrigation Systems, Edit. Hoffman G J, Howell TA, Solomon KH," Chap.17.An ASAE Monograph,St. Joseph, MI, 631-663 s.

- FAO. 2018. Statistical Databases/FAOSTATE/Agriculture /Agricultural Production. <http://www.Fao.Org>. Erişim tarihi:12.08.2018
- Garcia PM, Castel JR. 2004. The Response of Valencia Orange Trees to Irrigation in Uruguay. Spanish Journal of Agricultural Research,2(3):429–443.
- Garcia TI, Duran ZV, Arriaga SJ, Muriel FJL. 2012. Impact of Water Stress on Citrus Yield. Agronomy for Sustainable Development. Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 32 (3), Pp.651-659.
- Garcia TI, Duran ZH, Jimenez BJA, Muriel FJL.2011a. Improved Water-Use Efficiency By Deficit-Irrigation Programmes:Implications for Saving Water in Citrus Orchards. Scientia horticulturae,128:274–282
- Garcia TI, Jimenez BJA, Martinez G, Romero R, DuranZ.V, Muriel FJL. 2010a. Positive Impact of Regulated Deficit Irrigation on Yield and Fruit Quality in a Commercial Citrus Orchard [*Citrus Sinensis* (L.) Osbeck, Cv. Salustiano]. Agricultural Water Management, 97:614–622.
- Goldhamer DA, Salinas M. 2000. Evaluation of Regulated Deficit Irrigation on Mature Orange Trees Grown Under High Evaporative Demand. Proc International Society of Citriculture (ISC), IX Congress, Orlando, FL, USA. Pp. 227-231.
- Gonzalez AP, Castel JR.2000. Regulated Deficit Irrigation in Clementina De Nules'Citrus Trees. II.Vegetative Growth. Journal of Horticultural Science & Biotechnology,75:388–392.
- Goodwin I, Boland AM. 2000. Scheduling Deficit Irrigation of the Fruit Trees for Optimising Water Use Efficiency. Deficit Irrigation Practices. FAO Water Reports 22, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome.
- Hilgeman RH. 1963.Trunk Growth of Valencia Orange in Relation to Soil Moisture and Climate. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci, 82: 193- 198.
- Howell TA, Cuenca RH,Solomon KH.1990. Crop Yield Response. In: Hoffman, et al. (Eds.), Management of Farm Irrigation Systems. ASAE, pp. 311–312.
- James LG. 1988. Principles of Farm Irrigation System Design, Wiley, New York, P. 543.
- Kanber R, Köksal H, Yazar A, Özekici B, Önder S. 1999. Effects of Different Irrigation Programs on Fruit, Trunk Growth Rates, Quality and Yield of Grapefruit Trees. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 23, 401-411.
- Kanber R, Ünlü M, Tekin S, Koç DL, Kapur B, 2007.Akdeniz İklim Koşullarında Kimi Tarla Bitkilerinin Su Kullanım Randımanlarının İrdelenmesi Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, Erzurum (Poster Bildiri).
- KusakabeA,Contreras B.B.A, Simpson CR, EncisocJM, NelsonSD, Melgar JC. 2016. Application of Partial Rootzone Drying to Improve Irrigation Water Use Efficiency in Grapefruit Trees.Agricultural Water Management ,Volume 178, Pages 66-75.
- Legaz F, Ilbanez DG, Debarrade, D, Primo ME. 1981.Influence of irrigation and Fertilization on Productivity of The "Navelate"Sweet Orange. Proc. Int. Soc. Citric, Tokyo, 2: 591- 595.
- Levy Y, Shalhevet J, Bielorai H. 1979. Long-Term Effects of Different Irrigation Regimes on Grapefruit Tree Development and Yield. J. Am. Soc. Hort. Sci,103: 680-683.
- Marin FR, Angelocci LR. 2011. Irrigation Requirements and Transpiration Coupling to The Atmosphere of A Citrus Orchard In Southern Brazil. Agricultural Water Management, 98: 1091–1096.
- Marsh AW. 1973.Irrigation. "Citrus Industry. Edit. W. Reuter." Univ. of Califor. Div. of Agric. Sci, 230-279.
- Mitchell PD,Chalmers DJ. 1982. The Effect of Reduced Water Supplyon Peach Tree Growth and Yields. J. Amer. Soc. Hort. Sci, 107: 853-856.
- Mitchell PD, Van Den Ende B, Jerie PH, Chalmers DJ. 1989. Responses of 'Barlett'Pear to Withholding Irrigation, Regulated Deficit Irrigation, and Tree Spacing. J. Amer. Soc. Hort. Sci,114: 15-19.
- Ortuno A, Baidez A.,Gomez P., Arcas MC , Porras I, Lidon AG., Del Rio JA. 2006. Citrus paradisi and Citrus sinensis flavonoids: Their influence in the defence mechanism against Penicillium digitatum. Food Chem, 98(2): 351-358.
- Özbek H, Dinç V, Kapur, S.1974. Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritası. Ç.Ü. Zir. Fak. Yay: 73, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler 8, Adana, 149 S.
- Özhan M, Bahçelioglu HR.1970. Akdeniz Bölgesinde Yetistirilen Turunçgil Tür ve Çesitlerinin Degisik Ekolojik Sartlar Altında Gösterdikleri Özellikler. TÜBITAK-TOAG Yay, No:10, Ankara, Pp: 142.
- Perez JG, Romero P, Navarro JM, Botia P. 2008. Response of Sweet Orange Cv 'Lane Late'to Deficit Irrigation Strategy İn Two Rootstock. II: Flowering,Fruit Growth, Yield, and Fruit Quality.Irrig. Sci.26:519-529.
- Perez-Perez JG, Robles JM. Botia P. 2009a. Influence of Deficit Irrigation İn Phase III of Fruit Growth on Fruit Quality İn 'Lane Late'Sweet Orange. Agricultural Water Management, 96:969–974.
- Perez-Perez JG, Robles JM, Botia P. 2014.Effects of Deficit Irrigation in Different Fruit Growth Stages on 'Star Ruby'Grapefruit Trees in Semi-Arid Conditions .Agricultural Water Management ,133 (2014) 44–54.
- Petillo GM, Castel J. 2007. Water balance and crop coefficient estimation of a citrus orchard in Uruguay. Spanish Journal of Agricultural Research, 5:232-243.
- Rana G, Katerji N, Lorenzi F. 2005. Measurement and modelling of evapotranspiration of irrigated citrus orchard under Mediterranean conditions. Agric. for. Meteorol, 128: 199-209.
- Shalhevet J, Mantell A, Bielorai H, Shimshi D. 1979.Irrigation of Field and Orchard Crops Under Semi- Arid Conditions. III C No 1 (Revised Version), Israel, 124 Pp.
- Stylianou Y. 1974. Irrigation Requirements of Valencia Oranges As Affected By Frequency of Water Application. Tech. Bull. No. 16, Agric. Res. Inst., Nicosia, Cyprus, 20 pp.
- Treeby MT, Henriod RE, Bevington KB, Milne DJ, Storey R.2007. Irrigation Management and Rootstock Effects on Navel Orange (*Citrus Sinensis* L. Osbeck) Fruit Quality. Agricultural Water Management,91:21–32.
- TUIK, 2016.Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi: 10.07.2018
- Turhan S, Ödemiş B. 2010.Farklı Su Düzeyi ve Gübre Uygulamalarının Nova Mandarininde Verim ve Pomolojik Özellikler Üzerine Etkileri.Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 3(2):41-47.
- USSL, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils,Agriculture Handbook, No:60, 160s., USA.
- Ünlü M, Kanber R, Kapur B, Koç DL, Tekin S.2008. Tarımsal Sulamada Su Artırımı: Kısıntılı Sulama Yaklaşımı 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci DSİ Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları Sulama – Drenaj Konferansı Bildiri Kitabı 81-95.
- Verreyne J, Rabe EK,Theron I. 2001.The Effect of Combined Deficit Irrigation and Summer Trunk Girdling on The Internal Fruit Quality of 'Marisol'Clementines .Scientia Horticulturae Volume 91, Issues 1–2, 30 November, Pages 25-37.
- VillalobosFJ, Testi L. Moreno-Perez MF. 2009. Evaporation and Canopy Conductance of Citrus Orchards.Volume133, Pages 64-71.