

Manisa koşullarında farklı sulama programlarının sofralık üzümde verim, verim bileşenleri ve su kullanım randımanına etkileri

Hasan CEYLAN¹ Necdet DAĞDELEN²

¹ Golden Tarım Ürünleri Nakliyat Ambalaj ve Dış Ticaret Limited Şirketi, Trabzon

² Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Aydın

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ndagdelen@adu.edu.tr

Makale Bilgisi/Article Info
Derim, 2018/35(1):51-60
doi:10.16882/derim.2018.372279

Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 28.12.2017
Kabul Tarihi/Accepted: 14.02.2018



Öz

Manisa Alaşehir Ovasında 2016 yılında, sofralık çekirdeksiz üzüm çeşidi kullanılarak yapılan bu çalışmada, damla sulama sistemi ile uygulanan tam ve kısıntılı sulama programlarının yaş üzüm verimi ve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede iki farklı bitki gelişme dönemi (sürme-çiçeklenme dönemi; çiçeklenme-ben düşme dönemi) dikkate alınarak 8 farklı sulama konusu incelenmiştir. Etkili kök bölgesindeki (0-90 cm) nem açığı dikkate alınarak sulama konuları oluşturulmuştur. Çalışmanın sonucunda, farklı sulama konularının, yaş üzüm verimi ve kaliteleri üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. En yüksek verim değeri gelişme dönemi boyunca, tam sulama suyu uygulanan S_1 konusundan 3960 kg da^{-1} olarak elde edilmiştir. Sulama konularına toplamda 13 sulama uygulaması yapılmıştır. En yüksek verimin elde edildiği S_1 konusuna toplam 554.8 mm sulama suyu uygulanmış ve mevsimlik bitki su tüketimi 616.2 mm olarak belirlenmiştir. Sürme-çiçeklenme dönemi için verim tepki etmeni (ky) 1.21 olarak belirlenirken, çiçeklenme-ben düşme dönemi için 0.85 olarak belirlenmiştir. Mevsimlik ky ise 1.04 olarak tespit edilmiştir. Su kullanım randımanı (WUE) değerlerinin $5.91-10.68 \text{ kg m}^{-3}$, sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerlerinin ise $6.51-9.72 \text{ kg m}^{-3}$ arasında değiştiği görülmüştür. Sonuç olarak, yüksek yaş üzüm verimi ve kaliteli meyve elde etmek için yetiştirme mevsimi boyunca sulama suyu ihtiyacının tam karşılanması (S_1 konusu) gerektiği, eğer bölgede su kaynağı kısıtlı ise bu koşulda da sadece %25 düzeyinde su kısıntısı uygulanan S_2 konusunun uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Damla sulama; Fenolojik dönem; Kısıntılı sulama; Su kullanım randımanı

Effect of different irrigation applications on yield, yield components and water use efficiency of table grape under Manisa conditions

Abstract

A field study was conducted to investigate effects of full and deficit water level on fresh yield, and quality parameters of seedless grape using drip irrigation system in the Alaşehir plain, Manisa during the 2016 growing season. Treatment layout was conducted to a randomized complete block design as three replications. In the trial, two known development stages (budburst-flowering; flowering-veraison) of the plant were considered and a total of 8 different drip irrigation treatments were investigated. The irrigation treatments were based on soil water depletion replenishments from the effective root zone (0-90 cm). As a results of the study, different irrigation treatments significantly ($p < 0.01$) affected the fresh grape yield and yield components. The highest average fresh grape yield (3960 kg da^{-1}) was obtained from the full irrigated treatment (S_1). Irrigation water was applied 13 times during the growing season for the treatments. The amounts of applied irrigation water 554.8 mm and seasonal water consumption value 616.2 mm were determined from the full irrigation treatment (S_1). The yield response factor (ky) were found to be 1.21 and 0.85, for the budburst-flowering and flowering-veraison stages, respectively. Seasonal ky value of 1.04 was determined based on irrigation treatments. Water use efficiency (WUE) values varied from 5.91 to 10.63 kg m^{-3} and irrigation water use efficiency (IWUE) values varied from 6.51 to 9.72 kg m^{-3} for the irrigation treatments. It is concluded that full irrigated treatment (S_1) could be used under no water shortage conditions during the growing season to obtain highest fresh yield and quality parameters. In the case of limited water supply conditions, deficit irrigation treatment (S_2) could be used to maintain satisfactory growth and yield.

Keywords: Drip irrigation; Phenological stage; Deficit irrigation; Water use efficiency

1. Giriş

Ülkemiz başta olmak üzere, Dünyada ve diğer ülkelerde değişen iklim koşulları, her geçen gün

etkisini şiddetli bir şekilde hissettirmektedir. Bu durum kullanılabilir tatlı su kaynaklarının daha etkin bir şekilde kullanılması gerektiğini

göstermektedir. Bağcılıkta sulama programı oldukça önem taşımaktadır. Bu nedenle bağda sulama programı yapılırken mevcut kaynakların etkin bir şekilde kullanılması önem taşımaktadır. Son yıllarda ülke genelinde karşılaşılan kuraklık, Alaşehir Ovası'nı da etkisi altına almış bulunmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında, mevcut su kaynaklarının optimum seviyede kullanılabilmesi için, damla sulama yönteminin; verim, kalite ve su uygulama randımanı gibi faktörler üzerine olan etkilerinin araştırılması ve bu yöntem ile uygun sulama programlarının oluşturulması önem taşımaktadır. Böylece ovada sulama suyunun etkin kullanılmasının da önü açılmış olacaktır.

Dünyada toplam bağ alanı 7 155 187 ha'dır. Ülkelere göre bağ alanları ve üretim miktarları Çizelge 1'de verilmiştir (Anonim, 2013). Ülkemizde 468 792 ha bağ alanı vardır. Bu alan yaklaşık olarak dünya bağ alanlarının %8'ini oluşturmaktadır. Yine ülkemizde 4 275 659 ton yaş üzüm üretimi gerçekleşmekte ve bu üretim değeri de, dünya üretiminin %6'sını oluşturmaktadır. Diğer taraftan ülkemizde 1 563 480 ton kuru üzüm üretimi yapılmakta ve bu değer dünya kuru üzüm üretiminin yaklaşık %34'üne karşılık gelmektedir. Ege bölgesinde yer alan Manisa ili, 76 000 da bağ alanı ile ülkemiz bağ yetiştiriciliğinde öne çıkan illerimizin başında gelmektedir. Bu alan Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan bağ alanlarının yaklaşık %16.2'sini oluşturmaktadır. Manisa ilinde toplam 1 507 945 ton üretim gerçekleştirilmektedir. Üretimin 1 021 461 tonu kurutmalık üzüm, 408 719 tonu sofralık üzüm ve 9 000 tonu da şaraplık üzüm üretimidir. Sofralık üzüm çeşitlerinde verim, tane büyüklüğü ve homojenliği ile sıra kompozisyonu gibi kalite kriterleri büyük önem taşımaktadır. Sulama programlaması sofralık üzüm çeşitlerinde sulama zamanı ve verilen su miktarının optimize edilmesi, verim ve kalite açısından oldukça önemli rol oynamaktadır. Sulama zamanı ve miktarının bu özellikler

üzerine yansımalarının belirlenmesi özellikle erkenci sofralık üzüm yetiştiriciliği potansiyelinin yüksek olduğu Ege Bölgesi için önem taşır. Ege Bölgesi gibi, yarı kurak ve su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde mevcut su kaynaklarının daha ekonomik olarak kullanılması gerekmektedir. Bölgemizde jeotermal kuyularının artması, yeni tarım alanlarının sulamaya açılması, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenmesi, sulama suyu ihtiyacının artmasına neden olmaktadır. Bu durum mevcut su kaynaklarının daha etkin kullanılmasına olanak sağlayacak çalışmaları gündeme getirmektedir. Bu bağlamda birçok araştırmacı bağların sulanması için en uygun yöntemin damla sulama yöntemi olduğunu, bu yöntemin özellikle su kaynaklarının kısıtlı, su kalitesinin düşük, ya da pazar değeri yüksek ürün yetiştiriciliği hedeflendiği durumlarda uygulanması gerektiğini vurgulamışlardır (Altındişli ve Kısmalı, 1998; Çelik vd., 2005; Yazar vd., 2010; Çolak vd., 2014; Topuz ve Dağdelen, 2017).

Bu çalışmanın temel amacı; Alaşehir yöresinde damla sulama yöntemiyle sulanan sultani sofralık üzüm çeşidi için en uygun sulama stratejisinin belirlenmesidir. Ayrıca, damla sulama yöntemiyle uygulanan tam ve kısıntılı sulama programlarının bağ verimi ve kalitesi üzerine etkilerini saptamak; bağda su kullanım randımanını ve en uygun sulama programını belirlemek projenin diğer amaçlarıdır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Manisa iline bağlı olan, Alaşehir ilçesinin, Piyadeler Mahallesi, İstasyon Mevkiinde 3 000 m² alana sahip bağda yürütülmüştür. Çalışma yapılan arazinin denizden yüksekliği yaklaşık olarak 185 m'dir. Deneme alanına ilişkin uzun yıllar ve 2016 yılı iklim verileri Çizelge 2 ve Çizelge 3'te verilmiştir (Anonim, 2016).

Çizelge 1. Ülkelere göre bağ alanları ve üretim miktarları

Ülkeler	Toplam bağ alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)
İspanya	944 200	5 238 300
Fransa	760 615	5 338 512
Çin	733 000	9 600 000
İtalya	702 100	5 819 010
Türkiye	468 792	4 275 659
ABD	394 848	6 661 820
İran	207 537	2 150 000

Çizelge 2. Manisa ili uzun yıllar ortalama iklim verileri

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Ortalama bağıl nem (%)	Toplam yağış (mm)	Güneşlenme süresi (saat)	Toplam buharlaşma (mm)
Ocak	6.7	10.8	3.0	75	128.6	2.9	38.5
Şubat	7.6	12.1	3.4	71	111.0	3.9	48.1
Mart	10.5	16.1	5.2	66	78.5	5.5	72.7
Nisan	15.1	21.1	9.1	61	56.2	6.7	96.5
Mayıs	20.5	27.1	13.6	57	42.6	8.6	130.1
Haziran	25.7	32.5	18.1	48	16.2	10.9	175.4
Temmuz	28.3	35.2	21.1	44	6.6	11.4	219.2
Ağustos	27.6	34.7	20.7	45	4.3	10.7	214.0
Eylül	23.4	30.6	16.4	51	18.1	9.3	149.0
Ekim	17.9	24.2	12.2	62	53.3	6.7	91.0
Kasım	11.7	16.8	7.2	73	89.1	4.0	47.0
Aralık	8.2	11.9	4.6	76	145.7	2.3	37.5
Ortalama	16.9	22.8	11.2	61	62.5	6.9	109.9

Çizelge 3. Manisa ili 2016 yılı iklim verileri

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Ortalama bağıl nem (%)	Toplam yağış (mm)	Güneşlenme süresi (saat)
Ocak	6.4	22.5	-6.3	72.9	219.4	2.4
Şubat	11.9	26.4	-2.1	71.3	88.0	3.3
Mart	12.0	26.2	0.1	66.6	136.2	5.0
Nisan	18.1	33.3	7.2	53.4	11.2	6.6
Mayıs	19.7	33.6	9.3	57.3	79.9	8.0
Haziran	26.9	42.4	12.6	46.7	27.0	10.0
Temmuz	29.0	40.9	19.1	41.9	-	10.5
Ağustos	28.8	40.3	19.5	48.4	-	10.6
Eylül	23.8	37.9	10.8	49.2	6.8	8.3
Ekim	18.1	31.9	6.6	56.0	1.8	6.1
Kasım	11.5	27.3	0.0	67.7	120.8	3.6
Aralık	4.5	12.9	-4.3	67.4	34.1	2.2
Ortalama	17.5	31.3	6.0	58.2	72.5	6.4

Çizelge 4. Araştırma alanı toprağının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Parça irilik dağılımı			Tarla kapasitesi (g g ⁻¹)	Solma noktası (g g ⁻¹)	Hacim ağırlığı (g cm ⁻³)
	% Kum	% Silt	% Kil			
0-30	63	26	11	15.94	6.59	1.59
30-60	55	30	15	17.71	6.73	1.40
60-90	63	24	13	16.62	6.11	1.41
90-120	67	23	10	15.22	5.73	1.39

*: Kuru ağırlık yüzdesi olarak verilmiştir.

Çizelge 2'den uzun yıllar incelendiğinde, ortalama sıcaklığın 16.9°C olduğu görülmüştür. Aylık en yüksek ortalama sıcaklık 35.2°C ile Temmuz, en düşük ortalama sıcaklık ise 3.0°C ile Ocak ayında gözlemlenmiştir. Çalışmanın yapıldığı bölgede 2016 yılı iklim verilerine bakıldığında (Çizelge 3), genel olarak Akdeniz iklimi hakim olsa da, zaman zaman karasal iklimin özelliklerini de gösterebilmektedir. Deneme yılında sıcaklık ortalaması 17.5°C olduğu görülmüştür. Oransal nem ortalaması %61.0, yıllık yağış miktarı ise 750.2 mm'dir.

Deneme alanına ait toprağın fiziksel özellikleri Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge 4'te belirtildiği

gibi toprak bünyesinin 0-120 cm arasında alınan her katmana ait örnekler toprağın kumlu-tınlı toprak yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Araştırma alanı topraklarının tarla kapasitesi değerleri 15.22-17.71 g g⁻¹, solma noktası değerleri 5.73-6.73 g g⁻¹ arasında, hacim ağırlık değerleri ise 1.39-1.59 g cm⁻³ arasında değiştiği görülmektedir.

Araştırma alanından verimlilik analizi için alınan toprak örnekleri analiz sonuçlarına göre, toprak tuzluluk oranının düşük, pH değeri yönünden hafif alkali ve kireç değeri anlamında düşük kireçli yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Denemede kullanılan sulama suyu sınıfı, C₃S₁

olarak tespit edilmiştir. Çalışmada, Ege bölgesinde, Manisa ve Denizli illeri başta olarak, İzmir ve çevresinde ekonomik anlamda yoğun yetiştiriciliği yapılan Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi deneme materyali belirlenmiştir. Anılan çeşidin salkımları orta irilikte olmakla birlikte (300-400 g), verim anlamında iyi sonuçlar vermektedir (Topuz ve Dağdelen, 2017; Ünal, 2008).

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemede iki farklı bitki gelişme dönemi (sürme-çiçeklenme dönemi; çiçeklenme-ben düşme dönemi) dikkate alınarak 8 farklı sulama konusu incelenmiştir.

Araştırmada her parsel 12 omca asma⁻¹ olacak şekilde planlanmış ve parseller arasında su geçişlerinin önüne geçebilmek için 1'er tane tampon asma bırakılmış ve tampon asmanın sağına ve soluna 25 cm yüksekliğinde toprak sedde çekilmiştir. Denemede kullanılan asma bağı 2005 yılında tesis edilmiştir. Her parsel 3 sıra ve her sırada 4 asma bulunmaktadır. Buna göre bir deneme parseli 7.2 x 8.4 m boyutunda toplam 60.48 m²'lik bir alana sahiptir. Hasat zamanı orta sırada yer alan 4 asma hasat edilmiş ve buna göre hasat alanı 20.16 m² olarak belirlenmiştir. Deneme konularının belirlenmesinde, Eichhorn ve Loren (1977); Kadisch (1987); Çelik vd. (1998) tarafından verilen Sürme-Çiçeklenme Dönemi ile Çiçeklenme-Ben Düşme Dönemi olmak üzere iki gelişme dönemi dikkate alınmıştır. Araştırılan sulama konuları ve simgeleri Çizelge 5'te verilmiştir.

Araştırmada damla sulama yöntemi uygulanmıştır. Her bir deneme parselinde her asma sırasına 20 mm dış çaplı yumuşak PE borulardan oluşan çift sıra lateral boru hatları döşenmiştir. Denemede kullanılan lateral

borularda 2 L h⁻¹ debili, 25 cm aralıklı ve içe geçik (inline) damlatıcılar kullanılmıştır. Deneme parsellerine ilk sulama uygulaması 0-90 cm derinliğindeki toprak katmanındaki kullanılabilir nemin %40'a düştüğünde yapılmış ve son su uygulaması ise hasat tarihinden 35 gün önce sonlandırılmıştır. Denemede uygulanacak sulama suyu miktarını belirleyebilmek için toprak nemi, 0-90 cm derinlikte her bir 30 cm'lik için gravimetrik yöntem ile izlenmiştir. Tam sulama konularına uygulanan sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlikle (1) hesaplanmıştır (Sezen vd., 2011).

$$V = A \times \Delta s \times P \quad (1)$$

Eşitlikte, V: uygulanacak sulama suyu miktarı (L); A: parsel alanı (m²); Δs: Etkili kök bölgesindeki toprak nem değişimi(mm); P: ıslatılan alan yüzdesi (%)'dir.

Bitki su tüketimi (ET) toprak su dengesi eşitliğinden (2) yararlanılarak hesaplanmıştır (James, 1988).

$$ET = I + P \pm \Delta S - DP - R \quad (2)$$

Eşitlikte; ET: Bitki su tüketimi (mm); I: Uygulanan sulama suyu (mm); P: Yağış (mm); DP: Derine sızma (mm); R: Yüzey akış (m); ΔS: Sulama aralığında etkili kök bölgesindeki toprak suyu değişimi (mm)'dir. Su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanını (IWUE) belirlemek amacıyla Howell vd. (1995)'nin verdiği eşitlikler kullanılmıştır.

$$WUE = \frac{Y}{ET} \quad (3)$$

$$IWUE = \frac{Y}{I} \quad (4)$$

Çizelge 5. Araştırmada incelenen sulama konuları

Konular	Fenolojik dönem	Sulama suyu uygulama
S ₁	Gelişme dönemi boyunca tam sulama	Gelişim dönemi boyunca, 7 gün aralığında, (0-90 cm) toprak derinliği için mevcut nemi tarla kapasitesine tamamlayacak miktarda sulama
S ₂	Sürme-Çiçeklenme	S ₁ konusuna verilen sulama suyu miktarının % 75'i kadar sulama
S ₃	Sürme-Çiçeklenme	S ₁ konusuna verilen sulama suyu miktarının % 50'si kadar sulama
S ₄	Sürme-Çiçeklenme	S ₁ konusuna verilen sulama suyu miktarının % 25'i kadar sulama
S ₅	Çiçeklenme-Ben düşme	S ₁ konusuna verilen sulama suyu miktarının % 75'i kadar sulama
S ₆	Çiçeklenme-Ben düşme	S ₁ konusuna verilen sulama suyu miktarının % 50'si kadar sulama
S ₇	Çiçeklenme-Ben düşme	S ₁ konusuna verilen sulama suyu miktarının % 25'i kadar sulama
S ₈	Yağışa dayalı konu	Yağışa dayalı konu

Eşitliklerde; WUE: Toplam su kullanım randımanı (kg m^{-3}); Y: Yaş üzüm verimi (kg da^{-1}); ET: Bitki su tüketimi (mm); IWUE: Sulama suyu kullanım randımanı (kg m^{-3}); I: Uygulanan sulama suyu (mm)'dur.

Bitkisel verim ile su tüketimi, sulama suyu veya transpirasyon arasındaki ilişkiler, bitki üretim fonksiyonları olarak adlandırılır. Bu ilişkileri belirlemek için son yıllarda geliştirilen birçok model arasında Stewart eşitliği en yaygın kullanılan modeldir (Stewart vd., 1977; Doorenbos ve Kassam, 1979). Bu model oransal su tüketimi eksikliği ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiye dayanmaktadır.

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (5)$$

Eşitlikte; Y_a : Kısıtlı su koşullarında gerçek verim (kg da^{-1}); Y_m : Tam sulama koşullarında maksimum verim (kg da^{-1}); ET_a : Kısıtlı su koşullarında gerçek bitki su tüketimi (mm); ET_m : Tam sulama koşullarında maksimum mevsimlik su tüketimi (mm); k_y : Verim tepki etmenidir.

Sulama konularının verim ve kalite özelliklerine etkisini belirlenmek amacıyla; yaş üzüm verimi (kg da^{-1}), ortalama salkım ağırlığı (g), yüz tane ağırlığı (g), suda çözülebilir kuru madde (%) ve titre edilebilir asit (g L^{-1}) ölçüm ve analizleri yapılmıştır.

Araştırma konularından yaş üzüm verimi, ortalama salkım ağırlığı, yüz tane ağırlığı, suda çözülebilir kuru madde miktarı ve asit değerleri arasındaki farklılıkların düzeyini belirlemede tek faktörlü, üç tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizi yapılmıştır.

farklılıkların sınıflandırılmasında ise LSD testi uygulanmıştır (Açıkgöz vd., 1994).

3. Bulgular ve Tartışma

2016 deneme yılında konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları ile deneme konularına ilişkin mevsimsel bitki su tüketimi (ET), verim, su kullanım randımanı (WUE), sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. Parsellere ilk sulama kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40'ı tüketildiğinde 29.04.2016 tarihinde yapılmış; son sulama ise ben düşme dönemi başlangıcının ardından 22.07.2016 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Bitki gelişme dönemi boyunca 13 sulama yapılmıştır. Sulama konularına göre uygulanan toplam sulama suyu miktarları 233.2-554.8 mm arasında değişmiştir. En fazla sulama suyu tam sulama konusunu oluşturan S_1 parsellerine uygulanırken, diğer parsellere ise fenolojik dönem ve su kısıtına bağlı olarak uygulanan sulama suyu miktarları değişmiştir (Çizelge 6). Konulardaki farklı gelişim dönemleri incelediğinde, sürme-çiçeklenme döneminde oransal sulama suyu azalış yüzdelerinin, çiçeklenme-ben düşme dönemindeki oransal sulama suyu azalış değerlerine göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bu farklılığın sebebi, sürgün gelişim döneminde asmanın daha fazla su ihtiyacının olmasıdır. Bu görüş Eichhorn ve Loren (1977); Kadisch (1987); Çelik vd. (1998) tarafından da desteklenmektedir. Bunlara göre, asmalarda gözlerin uyanmasıyla başlayan vejetasyon dönemi boyunca gelişme son derece hızlı olduğu; bu dönemde oluşan taze sürgünlerin su ihtiyacı oldukça fazla olduğu vurgulanmaktadır.

Çizelge 6. Deneme yılında sulama konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarı, mevsimlik bitki su tüketimi (ET), verim, su kullanım randımanı (WUE), sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri

Sulama konuları	Sulama sayısı	Sulama suyu (mm)	ET (mm)	Yaş üzüm verimi (kg da^{-1})	WUE (kg m^{-3})	IWUE (kg m^{-3})
S_1	13	554.8	616.2	3 960.0 a	6.42	7.13
S_2	13	534.3	568.5	3 742.1 b	6.58	7.00
S_3	13	513.8	547.4	3 505.0 c	6.40	6.82
S_4	13	493.3	543.4	3 211.0 d	5.91	6.51
S_5	13	441.6	484.0	2 993.1 e	6.18	6.77
S_6	13	340.4	394.2	2 833.6 f	7.18	8.32
S_7	13	233.2	296.1	2 267.9 g	7.66	9.72
S_8	-	-	155.2	1 658.0 h	10.68	-
F				**		
LSD _{0.05}				92.99		

** % 1 düzeyinde önemli $P < 0.01$

LSD testine göre %5 düzeyinde oluşan gruplar farklı harfler ile verilmiştir.

Sürgünlerin iyi gelişmesi oluşacak salkımları, çiçekleri ve tane tutumunu etkileyeceği için bu dönemde oluşacak su stresinin ürün kalitesi ve miktarını olumsuz etkileyeceği de belirtilmektedir.

Mevsimlik su tüketimi değerleri ele alınan sulama konularına göre farklılık göstermiştir. Tam su uygulanan S₁ sulama konusunda mevsimlik su tüketimi 616.2 mm; sulama yapılmayan S₈ konusunda ise 155.2 mm olarak belirlenmiştir. Farklı gelişme dönemleri için kısıntılı sulama yapılan diğer konularda mevsimlik su tüketimleri ise bu değerler arasında değişmiştir. Sürme-çiçeklenme dönemleri içerisinde su kısıtı uygulanan konular arasında 568.5 mm ile S₂ konusu en yüksek su tüketilen konu olurken, 543.4 mm ile S₄ konusu en az bitki su tüketim değerine sahip konu olmuştur. Çiçeklenme-ben düşme döneminde ise S₅ konusu 484 mm ile en yüksek bitki su tüketim miktarı görülen konu olurken, 296.1 mm ile S₇ konusu bu dönem ait en az bitki su tüketim miktarı görülen konu olmuştur. Farklı araştırmacılar bağda sezonluk bitki su tüketim miktarının 500-1200 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir (Doorenbos ve Kassam, 1979; Grimes ve Williams, 1990). Gündüz ve Korkmaz (2008), Menemen ovası şartlarında damla sulama yöntemi ile yapılan çalışmalar sonucunda en yüksek verim değerinin ulaşıldığı konudan bitki su tüketimi değerini 505.0 mm olarak hesaplamışlardır. Sağlam vd. (2005), Tekirdağ şartlarında Semillion ve Razaki üzüm çeşitlerinde toplam su tüketimini konulara göre 233.5 mm (yağışa dayalı) ile 494.3 mm ve 248.9 mm (yağışa dayalı) ile 517 mm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Diğer taraftan Topuz (2016) tarafından ise 6 gün sulama aralığında en yüksek verimin elde edildiği sulama konusundan 600.3 mm mevsimlik su tüketimi hesaplanmıştır.

Deneme konuları içerisinde en yüksek yaş üzüm verimi, 3 960 kg da⁻¹ ile gelişim dönemi boyunca 7 gün aralıkla tam sulama suyu uygulaması yapılan S₁ konusundan elde edilmiştir. En düşük verim değeri ise 1 658 kg da⁻¹ ile sulama suyu uygulaması yapılmayan S₈ konusundan elde edilmiştir. Diğer sulama konularına ait verim değerleri ise 2 267.9-3 742.1 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Çizelge 6'da da görüleceği gibi, LSD testi sonuçlarına göre 8 grup oluşmuş, en yüksek yaş üzüm veriminin elde edildiği S₁ konusu

birinci gruba girmiştir. Sürme-çiçeklenme döneminde en yüksek verim değerine sahip olan S₂ konusu ikinci grubu oluştururken, çiçeklenme-ben düşme döneminde en yüksek verime sahip S₅ konusu ise beşinci grubu oluşturmaktadır. Gelişim dönemi süresince hiç sulama suyu uygulaması yapılmayan S₈ konusu ise en düşük verim değeri ile sekizinci grubu oluşturmaktadır. Buraya kadar yapılan değerlendirmede yaş üzüm verimi açısından en uygun sulama programının bölgede sulama suyu kısıntısının olmaması durumunda gelişme dönemi boyunca tam su uygulanan (S₁) konusunun uygun olacağı görülmektedir. Ferreyra vd. (2004), yaptığı çalışmada konulara uygulanan su kısıntısının tane çapı ve sürgün gelişimin azalttığını ve bu durumun verim azalmasına da neden olduğunu belirtmişlerdir. Balo vd. (2005), uygulanan sulama suyu artışında verim değerinin yaklaşık olarak %12-%55 oranında arttığını tespit etmiştir.

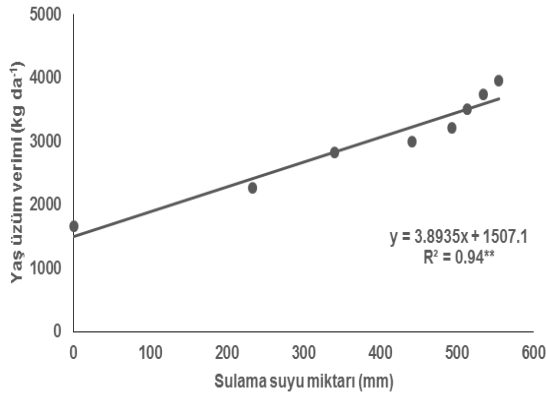
Konulara ait WUE ve IWUE değerleri sulama konularına göre farklılık göstermiştir (Çizelge 6). En yüksek WUE değeri 10.68 kg m⁻³ ile yağışa dayalı S₈ konusunda belirlenirken, en düşük WUE değeri 5.91 kg m⁻³ ile sürme-çiçeklenme döneminde %75 su kısıntısı uygulanan S₄ parselinden elde edilmiştir. Araştırmada en yüksek IWUE değerleri sırasıyla 9.72 kg m⁻³ ve 8.32 kg m⁻³ olarak sırasıyla çiçeklenme-ben düşme döneminde %50 su kısıntısı uygulanan S₆ ve yine çiçeklenme-ben düşme döneminde %75 su kısıntısı uygulanan S₇ konularından elde edilmiştir. En düşük IWUE değeri incelendiğinde; bunun 6.51 kg m⁻³ ile S₄ konusundan sağlandığı görülmektedir. Bu anlamda suyun etkin kullanımı göz önüne alındığında en iyi konunun S₇ konusu olduğu söylenebilir. Ancak bu şartlar ile oluşturulan sulama programı ile en yüksek verim değerine sahip S₁ konusuna göre yaklaşık %42'lik verim kaybı olmaktadır. Diğer taraftan en yüksek üçüncü WUE değerinin (6.58 kg m⁻³) elde edildiği S₂ konusu (sürme-çiçeklenme döneminde %25 su kısıntısı uygulanan konu) verim bakımından en uygun sulama konusu olarak kabul edilebilir. S₂ sulama konusu, tam sulama konusu ile karşılaştırıldığında %25 oranında su tasarrufu sağlanmasına karşın, verimde %5.5 oranında azalış meydana gelmektedir. Bağda yürütülen çalışmalara bakıldığında; Şener ve İlhan (1992), IWUE 11.2 kg m⁻³; Menemen ovası koşullarında Gündüz ve Korkmaz (2008), IWUE değerlerini

yapılan çalışma yıllarına göre 4.28 kg m^{-3} , 8.71 kg m^{-3} ve 14.5 kg m^{-3} olarak tespit etmişlerdir. Ünal (2008), Manisa koşullarında IWUE değerini $10.65\text{-}22.77 \text{ kg m}^{-3}$ ve WUE değerlerini ise $8.65\text{-}15.03 \text{ kg m}^{-3}$ arasında tespit etmiştir. Benzer şekilde Topuz (2016), WUE değerlerini, $2.99\text{-}3.99 \text{ kg m}^{-3}$; IWUE değerlerini ise $4.37\text{-}12.10 \text{ kg m}^{-3}$ arasında değiştirmiştir.

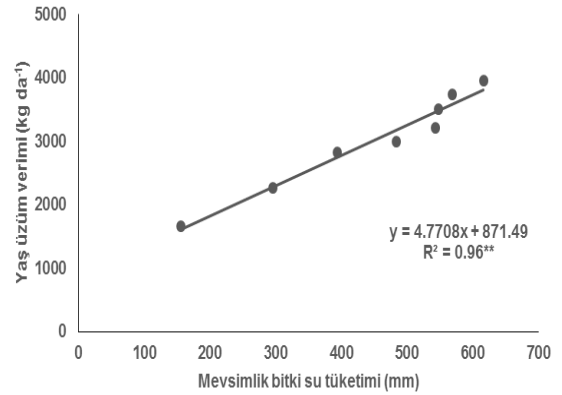
Araştırma yılında, konulara uygulanan sulama suyu miktarları ve yaş üzüm verim değerleri arasındaki ilişki Şekil 1'de; mevsimlik bitki su tüketimi ve yaş üzüm verim değerleri arasındaki ilişki ise Şekil 2'de verilmiştir. Gerek sulama suyu miktarı ve verim arasında gerekse de mevsimlik bitki su tüketimi ve verim arasında önemli ($P < 0.01$) düzeyinde doğrusal ilişkiler olduğu bulunmuştur. Benzer çalışmalar incelendiğinde, Ünal (2008); Açar vd. (2010); Yazar vd. (2010); Topuz ve Dağdelen (2017) sulama suyu-verim ve su tüketimi-verim arasında belirlenen değerlerin, deneme sonuçları ile aynı doğrultuda olduğu tespit

edilmiştir. Sürme-çiçeklenme dönemi için verim tepki etmeni (k_y) 1.21 olarak belirlenirken, çiçeklenme-ben düşme dönemi için verim tepki etmeni (k_y) 0.85 olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan mevsimlik verim tepki etmeni (k_y) ise 1.04 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, bağın sürme-çiçeklenme döneminde kısıntılı sulamaya karşı duyarlı olduğu söylenebilir. Bu dönemi kısıntılı sulamaya duyarlılık bakımından çiçeklenme-ben düşme dönemi izlemektedir. Doorenbos ve Kassam (1979), verim tepki etmeni değerlerini toplam büyüme mevsimi için 0.85 olarak belirlemiştir.

Araştırma yılında verim ve kalite parametrelerine ilişkin sonuçlar Çizelge 7'de verilmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde salkım ağırlığı sonuçlarına göre 6 farklı grup oluşmuştur. Salkım ağırlığı değerleri $527.6\text{-}880.3 \text{ g}$ arasında değiştiği görülmektedir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, konulara uygulanan su kısıntısı arttıkça, salkım ağırlığı da azalmaktadır.



Şekil 1. Sultani çekirdeksiz çeşidinde sulama suyu-verim ilişkisi



Şekil 2. Sultani çekirdeksiz çeşidinde mevsimlik bitki su tüketimi-verim ilişkisi

Çizelge 7. Deneme yılında sulama konularından elde edilen ortalama salkım ağırlığı (g), yüz tane ağırlığı (g), suda çözülebilir kuru madde (%) ve titre edilebilir asit (g L^{-1}) değerleri

Sulama konuları	Salkım ağırlığı (g)	Yüz tane ağırlığı (g)	Suda çözülebilir kuru madde (%)	Titre edilebilir asit (g L^{-1})
S ₁	880.3 a	445.6 a	18.8 a	4.1 a
S ₂	790.0 b	417.9 b	18.8 a	4.0 b
S ₃	772.6 b	400.0 c	18.5 b	3.9 c
S ₄	746.0 c	392.0 d	18.5 b	3.9 c
S ₅	732.6 c	385.1 d	17.6c	3.7 d
S ₆	625.0 d	375.7 e	17.5 c	3.3 e
S ₇	581.0 e	366.4 f	17.2 c	3.2 e
S ₈	527.6 f	356.4 g	16.1 d	3.1 f
F	**	**	**	**
LSD _{0.05}	19.302	7.074	0.402	0.124

** % 1 düzeyinde önemli $P < 0.01$

LSD testine göre aynı sütunda %5 düzeyinde oluşan gruplar farklı harfler ile verilmiştir.

Çiçeklenme-ben düşme döneminde yer alan konuların salkım ağırlığı değerleri, sürme ve çiçeklenme döneminde yer alan konulara göre daha düşüktür. En yüksek salkım ağırlığı S_1 konusundan en düşük salkım ağırlığı ise S_8 konusundan elde edilmiştir. Altındişli ve Kısmalı (1998), salkım ağırlık artışı ve sulama uygulaması arasındaki artış oranının %20 olduğunu tespit etmişlerdir. Açar vd. (2010), Çukurova koşullarında, ortalama salkım ağırlığının bitki su tüketimi ile birlikte arttığını ve tam sulama suyu uygulanan konulardan bu değer 333.0 g olduğunu tespit etmiştir. Çukurova koşullarında gerçekleştirilen bir başka çalışmada (Çolak vd., 2014) sofralık royal çeşidinde damla sulama ile sulanan ve tam su alan konulardan salkım ağırlığı değerleri ortalama 405.1 g olarak belirlenmiştir.

Çalışmada yüz tane ağırlık değerlerinin 356.4-445.6 g arasında değiştiği ve toplamda 7 farklı grubun oluştuğu Çizelge 7'den anlaşılmaktadır. En yüksek yüz tane ağırlığının elde edildiği S_1 konusu birinci gruba girmiştir. En düşük yüz tane ağırlığı ise son grubu oluşturan S_8 konusundan elde edilmiştir. Açar vd. (2010), Çukurova koşullarında damla sulama yöntemi ile gerçekleştirdiği çalışmada farklı sulama konularına göre yüz tane ağırlığını 265.0 g olarak tespit etmiştir. Ünal (2008) damla sulama yöntemi ile Manisa koşullarında yaptığı çalışma sonucu, yüz tane ağırlık değerlerinin yaklaşık olarak 158.0-170.0 g arasında değiştiğini belirtmiştir.

Sulama konularına bakıldığında suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) açısından 3 grup oluşmuştur ve en yüksek SÇKM değeri %18.8 ile S_1 ve S_2 konularında belirlenirken, en düşük SÇKM değeri ise %16.1 ile S_8 konusunda belirlenmiştir. SÇKM değerleri arasındaki farklılık uygulanan sulama suyu miktarının artması ile artış göstermektedir. Ünal (2008) ile Çolak vd. (2014) tarafından benzer sonuçlar elde edilmiştir. Diğer taraftan Işık vd. (1999), toprağın nem değerinin fazla olması ile üzüm şirasındaki kuru madde oranı üzerinde etkisinin bulunmadığını, fakat şeker-asit oranında ve kalite anlamında farklılıklar olduğunu belirtmiştir. Çizelge 7'de titre edilebilir asit değerlerine bakıldığında, LSD gruplandırmasında 6 grup olduğu belirlenmiştir. S_1 konusunun 4.1 g L^{-1} ile en yüksek değere sahip olduğu belirlenirken, S_8 konusunun 3.1 g L^{-1} ile en düşük değeri aldığı belirlenmiştir.

Sulama suyu miktarının artması ile birlikte titre edilebilir asit miktarının arttığı belirlenmiştir. Yapılan benzer çalışmalarda; Ünal (2008), Manisa koşullarında sulama konularına ilişkin ortalama titre edilebilir asit değerlerini, 4.5 ve 5.1 g L^{-1} arasında belirlemiştir. Altındişli ve Kısmalı (1998) ile Işık vd. (1999)' da sulamanın titre edilebilir asit değerlerini artırdığını tespit etmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı fazla olan deneme konusunda yüksek verim artışı elde edilirken, uygulanan farklı miktarlardaki sulama sularının meyve kalitesini etkilediği ve düşük su miktarı uygulaması yapılan konularda asitliğin düştüğü tespit edilmiştir (Pire ve Ojeda, 1999).

4. Sonuç

Bu çalışmanın temel amacı; Alaşehir yöresinde damla sulama yöntemiyle sulanan sultani sofralık üzüm çeşidi için en uygun sulama stratejisinin belirlenmesidir. Ayrıca, damla sulama yöntemiyle uygulanan tam ve kısıntılı sulama programlarının bağ verimi ve kalitesi üzerine etkilerini saptamak; bağda su kullanım randımanını ve en uygun sulama programını belirlemek projenin diğer amaçlarıdır. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemede iki farklı bitki gelişme dönemi (sürme-çiçeklenme dönemi; çiçeklenme-ben düşme dönemi) dikkate alınarak 8 farklı sulama konusu incelenmiştir. Parsellere ilk su uygulaması, kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40'ı tüketildiğinde 29.04.2016 tarihinde yapılmış; son su uygulaması ise ben düşme dönemi başlangıcının ardından 22.07.2016 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

Deneme konuları içerisinde en yüksek yaş üzüm verimi, 3960 kg da^{-1} ile gelişim dönemi boyunca 7 gün aralıkla tam sulama suyu uygulaması yapılan S_1 konusundan elde edilmiştir. En düşük verim değeri ise 1658 kg da^{-1} ile sulama suyu uygulaması yapılmayan S_8 konusundan elde edilmiştir. Gerek sulama suyu miktarı ve verim arasında gerekse de mevsimlik bitki su tüketimi ve verim arasında önemli ($P<0.01$) düzeyinde doğrusal ilişkiler olduğu bulunmuştur. Sürme-çiçeklenme dönemi için verim tepki etmeni (k_y) 1.21, çiçeklenme-ben düşme dönemi için verim tepki etmeni (k_y) 0.85 ve mevsimlik verim tepki etmeni (k_y) ise 1.04 olarak tespit edilmiştir.

Sulama konularına ilişkin WUE ve IWUE değerleri farklılık göstermiştir. En yüksek WUE değeri 10.68 kg m^{-3} ile yağışa dayalı S_8 konusunda belirlenirken, en düşük WUE değeri 5.91 kg m^{-3} ile sürme-çiçeklenme döneminde %75 su kısıntısı uygulanan S_4 parselinden elde edilmiştir. En yüksek IWUE değeri 9.72 kg m^{-3} ile çiçeklenme-ben düşme döneminde %75 su kısıntısı uygulanan S_7 konusunda belirlenirken, en düşük IWUE değeri 6.51 kg m^{-3} ile sürme-çiçeklenme döneminde %75 su kısıntısı uygulanan S_4 parselinden elde edilmiştir.

Sonuç olarak, yüksek yaş üzüm verimi ve kaliteli meyve elde etmek için yetiştirme mevsimi boyunca sulama suyu ihtiyacının tam karşılanması (S_1 konusu) gerektiği, eğer bölgede su kaynağı kısıtlı ise bu koşulda da sadece %25 düzeyinde su kısıntısı uygulanan S_2 konusunun uygun olacağı sonucuna varılabilir. Diğer taraftan suyun etkin kullanımı göz önüne alındığında en iyi konunun S_7 konusu olduğu söylenebilir. Ancak bu şartlar ile oluşturulan sulama programı ile en yüksek verim değerine sahip S_1 konusuna göre yaklaşık %42'lik verim kaybı olmaktadır. Sonuçta, en yüksek üçüncü WUE değerinin (6.58 kg m^{-3}) elde edildiği S_2 konusu (sürme-çiçeklenme döneminde %25 su kısıntısı uygulanan konu) verim bakımından en uygun sulama konusu olarak kabul edilebilir. S_2 sulama konusu, tam sulama konusu ile karşılaştırıldığında %25 oranında su tasarrufu sağlanmasına karşın, verimde %5.5 oranında azalış meydana gelmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi (ZRF-16013 nolu proje) tarafından verilen destek için teşekkür ederiz.

Kaynakça

Açıkgöz, N., Aktaş, M.E., Mokhammad, A.F., & Özcan, K. (1994). TARIST an agro statistical package program for personal computer. *E.Ü.Z.F. Tarla Bitkileri Kongresi*, s:25-29.

Ağar, S., Yazar, A., Tangolar S., & Bozkurt Çolak Y. (2010). Çukurova Koşullarında Kısmi Kök Kuruluğu (PRD) ve Kısıntılı Damla Sulama Programlarının Kings Ruby Sofralık Üzüm Çeşidinin Verimine ve Su Kullanım Randımanına Etkileri. ZF2008BAP2 Nolu Proje Sonuç Raporu, Adana.

Altındışli, A., & Kısmalı, İ. (1998). Bağcılıkta sulamanın ve ürün yükünün üzüm verim ve

kalitesine etkileri. *Ege Bölgesi 1. Tarım Kongresi*, 1:269-276.

- Anonim (2013). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Manisa İl Müdürlüğü Envanter Kayıtları, Manisa.
- Anonim (2016). Manisa İli İklim Değerleri, Devlet Meteoroloji İşleri Manisa İli Kayıtları, Manisa.
- Balo, B., Misik, S., & Szilagyi, Z. (2005). Frost hardiness of irrigated and fertigated "chardonnay" grapevines. *Acta Horticulturae*, 689:167-175.
- Çelik, H., Ağaoğlu, S., Fidan, Y., Marasalı, B., & Söylemezoğlu, G. (1998). Genel Bağcılık. Sunfidan A.Ş., Mesleki Kitaplar Serisi: 1, 253 s., Ankara.
- Çelik, H., Yıldırım, O., Söylemezoğlu, G., Çetiner, H., Öztürk, A., Kunter, B., Ağaoğlu, S., Anlı, E., Yaşa, Z., & Keskin, N. (2005). Damla yöntemiyle sulanan Kalecik Karası üzüm çeşidinde (Klon-12) uygun sulama programının belirlenmesi. 6. *Bağcılık Sempozyumu*, s:148-159.
- Çolak, Y., Yazar, A., Sezen, S.M., Eker, S., Tangolar, S., Aktaş, G., & Kuşvuran, K. (2014). Çukurova Koşullarında Kısmi Kök Kuruluğu (PRD) ve Kısıtlı Damla Sulama Programlarının Royal Sofralık Üzüm Çeşidinin Verime ve Su Kullanım Randımanına Etkileri. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Proje No: TAGEM-BB-090201C1, Adana.
- Doorenbos, J., & Kassam, A. H. (1979). Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper, No: 33, Rome.
- Eichorn, K.W., & Loren, D.H., (1977). Phaenologische EntWicklungs-stadien der rebe. *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)*, 29:119-120.
- Ferreira, R.E., Selles, G.V., Parelta, J.A., & Valenzuela, J.B. (2004). Effect of water stress applied at different development periods of cabernet sauvignon grapevine on production and wine quality. *Acta Horticulturae*, 646:27-33.
- Grimes, D.W., & Williams L.E. (1990). Irrigation effects on plant water relations and productivity of thompson seedless grapevines. *Crop Science Society of America*, 30(2):255-260.
- Gündüz, M., & Korkmaz, N. (2008). Damla sulama ile sulanan bağda farklı sulama uygulamalarının verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Anadolu*, 18(1):49-65.
- Howell, T.A., Yazar, A., Schneider, A.D., Dusek, D.A., & Copeland, K.S. (1995). Yield and water use efficiency of corn in response to lepa irrigation. *Transactions of The ASAE*, 38(6):1737-1747.
- İşık, H., Yayla, F., & Delice, A. (1999). Değişik Terbiye Şekilleri Verilmiş Italia ve Semillion Üzüm Çeşitlerinin Ekofizyolojik Tepkileri Üzerine Araştırmalar. Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Sonuç Raporu, No:35, Tekirdağ.
- James, L.G. (1988). Principles of Farm Irrigation System Desing. John Wiley and Sons. Inc., 543 p., New York.

- Kadisch, E. (1987). Der Winzer 1: Weinbau. Edit by Edgar Müller, ISBN:978-3-8001-1241-8, Germany.
- Pire, R., & Ojeda, M. (1999). Vegetative growth and quality of grapevine (chenin black) irrigated under three pan evaporation coefficients. *Irrigation and Drainage Abstracts*, p:248-1294.
- Sağlam, M., Işık, H., Gündüz, A., Uysal, T., Orta, A.H., & Erdem, Y. (2005) Tekirdağ Koşullarında Razaki ve Semillon Üzüm Çeşitlerinde Gençlik Döneminde Asmalarda Su Tüketiminin Belirlenmesi ve Sulamanın Vejetatif Gelişme Üzerine Etkileri. Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Tekirdağ.
- Sezen, S.M., Yazar, A., Tekin, S., Eker, S., & Kapur, B. (2011). Yield and quality response of drip-irrigated pepper under Mediterranean climatic conditions to various water regimes. *African Journal of Biotechnology*, 10(8):1329-1339.
- Stewart, J.L., Danielson, R.E., Hanks, R.J., Jackson, E.B., Hagan, R.M., Pruitt, W.O., Franklin, W.T., & Riley, J.P. (1977). Optimizing Crop Production Through Control of Water and Salinity Levels in The Soil. Utah Water Laboratory, PRWG151-1, p:191, USA.
- Şener, S., & İlhan, İ. (1992). Aşağı Gediz Havzasında Yuvarlak Çekirdeksiz Üzümün Su Tüketimi ile Sulamanın Verim ve Kaliteye Etkileri. Menemen Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 182, Rapor Serisi No: 121, 55 s., Menemen.
- Topuz, T. (2016). Damla sulama ile sulanan bağda farklı sulama uygulamalarının verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Topuz, T., & Dağdelen, N. (2017). Damla sulama ile sulanan bağda farklı sulama uygulamalarının verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1):23-28.
- Ünal, A. (2008). Damla sulama yöntemiyle sulanan bağda a sınıfı buharlaşma kabından yararlanarak uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesi ve sulama programının oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Yazar, A., Tangolar, S., Sezen, S.M., Bozkurt Çolak, Y., Bilir, H., Gençel, B., & Sabır, A. (2010). Yaprak Su Potansiyeli Kullanılarak Çukurova Koşullarında Yüksek Kaliteli Verim İçin Optimum Sulama Zamanının Belirlenmesi. TÜBİTAK 106 O 747 nolu Proje Sonuç Raporu, 110 s.