



The effects of deficit irrigation on drip irrigated royal table grape cultivars on water-yield relations in Çukurova conditions

Çukurova koşullarında kısıntılı sulama uygulamalarının royal sofralık üzüm çeşidinin su-verim ilişkileri üzerine etkileri

Yeşim BOZKURT ÇOLAK¹ , Attila YAZAR² , Serpil TANGOLAR³ , Gülşen DURAKTEKİN¹ , Engin GÖNEN¹ 

¹Alata Horticultural Research Institute, Soil and Water Resources Research Unit, Mersin, Turkey.

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

³Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Adana, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO


Makale tarihçesi / Article history:

Geliş tarihi /Received:09.10.2019

Kabul tarihi/Accepted:16.12.2019

Keywords:

Grapevine, drip irrigation, water use efficiency, water yield relationships

 Corresponding author: Yeşim BOZKURT ÇOLAK

 yesimcolak@ymail.com.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: This research was conducted in 2012 at Experimental Vineyard of Çukurova University in order to determine the water yield relationships in the Royal table grape variety irrigated with drip irrigation system with different deficit irrigation strategies.

Methods and Results: In the study, six different treatments were considered: full irrigation (TS), soil water deficit in the 80 cm within the seven-day intervals was replenished to the field capacity; deficit irrigations, KS₅₀; KS₇₅; and Partial Root-zone Drying PRD₅₀ which received, respectively 50, 75 and a control treatment non irrigated (RF: rainfed). Irrigation interval of 7-day used for all irrigated treatments. Experimental design is randomized blocks with three replications. In general, irrigation treatments had significant effect on yield at 1% level. Highest yield was obtained from the full irrigation (TS) as 33.4 t ha⁻¹, and the lowest yield was obtained 17.9 t ha⁻¹. The highest seasonal water use (ET) was determined in the TS treatment as 837 mm; and the lowest yield was in the RF treatment 293 mm. Significant second degree polynomial relationships between grape yield (Y) and (I) and grape yield (Y) and water use were found as $Y = -0.016I^2 + 34.53I + 17798$ ($r^2 = 0.980^{**}$); and $Y = -0.025ET^2 + 57.43ET + 3140$ ($r^2 = 0.978^{**}$), respectively. The highest water use efficiency (WUE) was found in RF treatment 6.11 kg m⁻³, the lowest one was found in TS treatment 3.99 kg m⁻³.

Conclusions: It has been determined that PRD applications in Royal table grape cultivar provide water saving compared to full irrigation and may be an appropriate irrigation strategy in vineyard irrigation.

Significance and Impact of the Study: It is very important for producers to give up their growing habits without irrigation in vineyard cultivation in the Mediterranean Region.

Atf / Citation: Bozkurt Çolak Y, Yazar A, Tangolar S, Duraktekin G, Gönen E (2019) The effects of deficit irrigation on drip irrigated royal table grape cultivars on water-yield relations in Çukurova conditions. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 24 (Özel Sayı) :163-171

GİRİŞ

Ülkemizin kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alması sulamanın önemini arttırmaktadır. Yıllık toplam yağışı

500-600 mm'nin üzerinde olan yerlerde toprak tipine bağlı olarak sulama yapılmaksızın bağcılık yapılabilmektedir. Ancak yıllık yağışın düşük olduğu yerlerde asmanın gelişimi açısından sulama yapmak

kaçınılmaz olmaktadır. Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü bölgelerde bağın su tüketimi, gözlerin uyanmasından hasada kadar geçen dönem için 500 mm, ancak tüm mevsim için 800 mm civarındadır. Dolayısıyla, Akdeniz bölgesinde genel olarak yağışın çok sınırlı olduğu Mayıs, Haziran, Temmuz aylarında sulama yapmak gerekmektedir.

Son yıllarda ülkemizdeki sulama sistemlerindeki gelişmeler sayesinde bağcılıkta da sulamanın önemi giderek artmıştır. Bağ yetiştiriciliğinde damla sulama sistemleri su kullanımında tasarrufu sağlayan sulama yöntemlerinden biridir.

Damla sulama ile sağlanan su tasarrufunu daha da arttırabilmek için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan biri kısıntılı damla sulama diğeri ise kısmi kök kuruluğu (Partial Root-Zone Drying, PRD), sulama işletme biçimidir.

Kısmi kök kuruluğu (PRD) bir kısıntılı sulama uygulaması olup bitki kök sisteminin yarısı kuruma sürecindeyken diğeri yarısı ıslatılmaktadır. Bir sonraki sulamada ıslak ve kuru bölgeler alternatif olarak değişmektedir. ıslatılan kökler bitkide yüksek kök su potansiyelini korurken kuru köklerde su stresi oluşmaya başlar. Asmalar, kullanılabilir sudaki değişime tepkilerini stoma iletkenliğini düzenleyerek, yapraklardan terleme hızını ayarlayarak gösterirler. Köklerde su stresi nedeniyle oluşan absisic asit (ABA) gibi bitki büyüme hormonları aracılığı ile stoma iletkenliğini etkileyebilir (Zhang ve Davies, 1990; Tardieu ve ark., 1992). Köklerde sentezlenen ABA miktarı su stresi altında artar ve ksilem aracılığı ile yapraklara iletir (Davies ve Zhang, 1991). Bitki bu duruma tepki olarak stoma açıklığını azaltır ve terlemeyle su kaybını sınırlandırır. Bu nedenle bitkide kök kaynaklı ABA konsantrasyonunun artması stoma iletkenliği ve yaprak büyüme hızını azaltabilir. Dolayısıyla, asmalarda sulama yönetimi, sürgün büyümesini ve terlemeyi kontrol eden ABA gibi kökte oluşan hormonal sinyalleri özendirmek için kök bölgesinin kısmi kök kuruluğu uygulamalarını içerebilir. PRD yöntemi ile birçok meyve bahçelerinde denemeler yürütülmüştür (Zhang ve Davies, 1990; Tardieu ve ark., 1992; Stoll ve ark., 2000; Dry ve ark., 2001; Kang ve Zhang, 2004; Chaves ve ark., 2007; Fereres ve Soriano, 2007; Açar, 2010; Duraktekin ve ark., 2017). PRD, Avustralya gibi kurak ve yarı kurak iklimsel özellikler gösteren bölgelerde özellikle bağ sulamaları için geliştirilen ve genellikle verimde önemli bir azalmaya neden olmayan, bununla birlikte geleneksel sulama yöntemlerine göre sulama suyu miktarının azaltılmasına rağmen su kullanım randımanında önemli ölçüde artış gösteren sulama tekniğidir. PRD sulamasında uygulanan su %50 azaltılmasına karşın su kullanım randımanı yaklaşık %85 artmıştır (Dry ve ark., 2001).

Belirli koşullarda kısıntılı sulama kaynakları durumunda bitkilerin kısıntılı sulama stratejilerine karşı tepkilerinin bilinmesi özellikle azalan tarımsal su kaynakları koşullarında oldukça önemlidir. Su kaynaklarının kısıtlı olduğu yörelerde suyun etkin kullanılmasını sağlayacak kısıntılı sulama teknikleri üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır (Gündüz, 2007; Romero ve ark., 2010; Açar, 2010; Yazar ve ark., 2010; Terry ve Kurtural, 2011; Sofo ve ark., 2012; Tangolar ve ark., 2015; Bozkurt Çolak ve ark., 2017; Topuz ve Dağdelen, 2017; Tangolar ve ark., 2018; Coşkun ve ark., 2018).

Bu çalışma, Çukurova Bölgesinde yetiştirilen Royal sofralık üzüm çeşidinde damla yöntemiyle uygulanan farklı kısıntılı sulama rejimlerinin Royal sofralık üzüm çeşidinde su-verim ilişkilerine etkilerini saptamak amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma 2012 yetiştirme mevsiminde, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Uygulama Bağında yürütülmüştür. Anılan alanın denizden ortalama yüksekliği 20 m olup 36° 59' N, 35° 18' E enlem ve boylamlarında yer almaktadır. Akdeniz iklim kuşağında bulunan Adana ilinde kışlar ılık ve yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçmektedir. Uzun yıllık verilere göre yağış ortalaması 670.8 mm, sıcaklık ortalaması 19.1°C ve yıllık buharlaşma 1536 mm'dir. Yağış miktarları araştırma yılının Mart ayında 61.5 mm, Nisanda 19.5 mm, Mayıs'ta 87 mm, Haziranda 9 mm, Temmuzda 4 mm olarak ölçülmüştür. Mayıs-Ağustos ayları arasındaki dönemde araştırma yıllarında kaydedilen yağış miktarları genel olarak uzun yıllar ortalamasından daha düşük diğeri bir deyişle daha kurak geçmiştir. Bağın vejetasyon dönemi (gözlerin uyanmasından hasada kadar geçen dönem) olan Mart-Ağustos ayları arasındaki ortalama maksimum sıcaklık Ağustos ayında 29.4°C, minimum ortalama sıcaklık ise 12.1°C olarak Mart ayında gerçekleşmiştir.

Mutlu serisine giren deneme alanı toprakları oldukça yaşlı alüvyal depozitler üzerinde oluşmuş vertisollerdir. Hemen hemen düz ve düze yakın topografyalarda yer alırlar. Bütün profil yüksek oranda kil içerir. Kireç bakımından orta derecede zengindir ve koyu kırmızı kahve renklidir (Özbek ve ark. 1974). Deneme yapılan alanda toprağın; tarla kapasitesi 25.19-29.42 g g⁻¹, solma noktası ise 9.37-12.71 g g⁻¹, hacim ağırlığı 1.37-1.47 g cm⁻³, pH'ı, 7.61-7.90; tuz içeriği 0.402-0.459 dS m⁻¹ arasında değişmektedir. Toprak bünye analiz sonuçlarına bakıldığında 0-80 cm'lik toprak katmanında kumlu tınlı bünyeye sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan sulama suyu, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve

Uygulama Çiftliğinden geçen DSİ sulama kanalından pompayla alınarak Bahçe Bitkileri Araştırma ve Uygulama Bağcılık İşletmesinde bulunan 200 m³ hacimli beton havuzda depolanan sudan sağlanmıştır. Kullanılan sulama suyunun kalitesi C₂S₁ sınıfındadır.

Araştırmada bitkisel materyal olarak, Amerikan asma anacı üzerine aşılantı 12 yaşındaki Royal sofralık üzüm çeşidi kullanılmıştır. Deneme yapılan bağda dikim aralığı sıra üzeri 2.5 m, sıra arası 3.0 m olup asmalar guyot terbiye sistemine göre yetiştirilmiştir. Kısa ve uzun budanmış dalların bir arada bulunduğu karışık budama şekli uygulanmıştır. Deneme süresince, omcaların kış budaması ile yaz budaması kapsamında filiz, yaprak ve uç alma uygulamaları yapılmıştır. Denemenin kış budaması 21 Şubat 2012 tarihinde yapılmıştır.

Araştırmada altı farklı sulama konusu (TS: bir haftalık sulama aralığında 80 cm'lik toprak profilindeki eksik nemin tarla kapasitesine getirildiği tam sulama konusu; KS₇₅: TS konusuna uygulanan suyun %75'inin verildiği kısıntılı sulama konusu; KS₅₀: TS konusuna uygulanan suyun yarısının verildiği kısıntılı sulama konusu; PRD₅₀: TS konusuna verilen suyun %50'sinin alternatif olarak bir lateralden uygulandığı yarı ıslatmalı sulama konusu; PRD₇₅: TS konusuna verilen suyun %75'inin alternatif olarak bir lateralden uygulandığı yarı ıslatmalı sulama konusu; RF: Yağışa dayalı sulama konusu) incelenmiştir. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre üç yinelemeli olarak yürütülmüştür. Her bir parselde 8 asma (8x2.5=20 m) bulunmaktadır. Her bir parselin uzunluğu 20 m; parsel alanı ise 3m x 20m= 60 m² dir.

Tam sulama konularına uygulanan sulama suyu miktarı Eş. 1 ile hesaplanmıştır (Yazar ve ark., 2010).

$$I = A * P * \Delta s \quad (\text{Eş. 1})$$

Eşitlikte; "I" her bir sulamada uygulanacak sulama suyu miktarını (mm), "A" parsel alanını (m²), "Δs" 80 cm'lik profildeki eksik toprak nemini (mm) temsil etmektedir. "P" ıslatma yüzdesini temsil etmiştir ve %35 olarak belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan damla sulama sistemi arazi eğimli olduğundan basınç gidericili damlatıcılı lateraller kullanılmıştır. İşletme basıncı 1.5 kg cm⁻², damlatıcı aralığı 50 cm, damlatıcı debisi 2.3 L h⁻¹ dir.

Toprak profilinin ilk katmanında (0-20 cm) gravimetrik yöntemle, 20-80 cm arasında ise 20 cm'lik artışlarla nötronmetre yöntemiyle toprak nemi gözlemleri yapılmış ve hasada dek sürdürülmüştür. Toprak nem ölçümleri 80 cm'lik toprak profilinin altında geçirimsiz katman olduğundan 80 cm'e kadar ölçülebilmektedir. Bitki su tüketiminin hesaplanmasında su dengesi eşitliği kullanılmıştır (Howell ve ark. 1986). Asma bitkisinin 80

cm'lik toprak profilinden tükettiği su miktarı su dengesi eşitliği ile hesaplanmıştır. Su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanını (IWUE) belirlemek amacıyla Zhang ve ark. (1999)'nın verdiği Eş. 2 ve Eş. 3 kullanılmıştır.

$$WUE=Y/ET \quad (\text{Eş. 2})$$

$$IWUE=Y-Y_0/I \quad (\text{Eş. 3})$$

Eşitliklerde; "IWUE" sulama suyu kullanım randımanı (kg m⁻³), "WUE" su kullanma randımanı (kg m⁻³); "ET" evapotranspirasyon (mm) "I" uygulanan sulama suyu (mm), "Y" sulanan konulardan elde edilen yaş üzüm verimleri (kg ha⁻¹) "Y₀" susuz konulardan elde edilen yaş üzüm verimlerini (kg ha⁻¹) temsil etmektedir.

Mevsimlik ve mevsim içerisinde değişiklik gösteren sulama suyu uygulamalarına bağlı olarak ortaya çıkan ilişkiler bitki su-verim ilişkisi olarak tanımlanmaktadır. Doorenbos ve Kassam (1979), bitki su tüketiminde meydana gelen azalmanın kısıtlı su uygulamasına bağlı olduğunu, böylece verimde de bir azalma gözleneceğini belirtmişlerdir. Çalışmada su ile verim arasındaki ilişki, Stewart modelinden yararlanılarak Eş.4 ile belirlenmiştir (Doorenbos ve Kassam, 1979).

$$(1-Y_a/Y_m) = k_y (1-ET_a/ET_m) \quad (\text{Eş. 4})$$

Eşitlikte; "Y_a" gerçek verim (kg ha⁻¹), "Y_m" Maksimum verim (kg ha⁻¹), "ET_a" gerçek mevsimlik su tüketimi (mm), "ET_m" maksimum su tüketimi (mm) "k_y" verim azalma oranı değerlerini göstermektedir.

Tüm konulara eşit miktarda gübre uygulanmıştır. Gözlerin uyanması sırasında 70 kg ha⁻¹ N, fosfor ve potasyum hesabı ile yaklaşık 50 kg da⁻¹ kompoze gübre (15:15:15) kullanılmıştır. Tane tutumu döneminde azot kaynağı olarak Üre (%46N) ve Potasyum kaynağı olarak da Potasyum sülfat (%50 K₂O) 7'şer kg da⁻¹ saf azot ve potasyum hesabına göre toprağa verilmiştir.

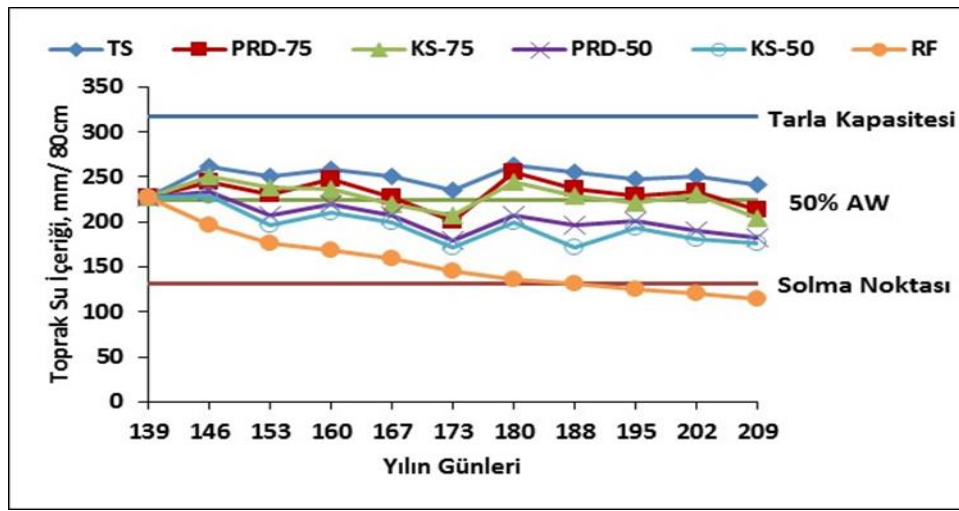
Deneme konularına ilişkin derlenen verilerin istatistiksel analizlerinde JUMP paket programı kullanılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında LSD yöntemi uygulanmıştır (Açıkgöz ve ark., 1994).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma yılında sulama konularında toprak profilinin 80 cm derinliğinde sulamalardan bir gün önceki toprak su içeriğinin zamana göre değişimi Şekil 1'de verilmiştir. Araştırmada genel olarak TS konusu, PRD₇₅ konusu ve KS₇₅ konusu mevsim boyunca %50 kullanılabilir suyun üzerinde kalırken, diğer sulama konularında toprak su

içeriği kullanılabilir nemin %50'sinden aşağıya düşmüştür. Mevsim boyunca en yüksek nem değerleri TS sulama konusunda olurken, (%50 AW) anılan konuyu sırayla PRD₇₅, KS₇₅, PRD₅₀, KS₅₀ ve son olarak yağışa dayalı (yada RF konusu) konu takip etmiştir. Mevsim sonuna doğru nem değerleri düşmeye başlamış yağışa dayalı sulama konusunda solma noktasının altına düşmüştür. Araştırmada konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları ile deneme konularına ilişkin mevsimsel bitki su tüketimi (ET), verim, su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri Çizelge

1'de verilmiştir. Sulamalara 80 cm toprak derinliğinde bulunan kullanılabilir suyun %50'si tüketildiğinde başlanmıştır. Araştırma yılında sulamalara 18.05.2012 (YG-139) tarihinde başlanmış ve 20.07.2012 (YG-202) tarihinde son verilmiştir. Toplam 10 sulama uygulaması yapılmıştır. Çizelgeden de görüleceği gibi tam sulama (TS) konusuna toplam 671 mm, PRD₇₅ ve KS₇₅ konusuna 503 mm, PRD₅₀ ve KS₅₀ konularına ise 336 mm su uygulanmıştır. Kontrol konusuna sulama suyu uygulanması yapılmamıştır.



Şekil 1. Toprak su içeriğinin zamansal değişimi

Çizelge 1. Araştırmada konularına göre, toplam sulama suyu miktarı, mevsimlik bitki su tüketimi (ET), verim, su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri

Konular	Sulama Suyu (mm)	ET (mm)	Verim** (kg ha ⁻¹)	WUE** (kg m ⁻³)	IWUE** (kg m ⁻³)
TS	671	837	33365 a	3.99 d	2.30 d
PRD ₇₅	503	698	32019 ab	4.59 bc	2.80 b
KS ₇₅	503	707	31059 b	4.39 cd	2.61 c
PRD ₅₀	336	561	28188 c	5.02 b	3.06 a
KS ₅₀	336	567	26288 d	4.64 bc	2.49 c
RF	0	293	17911 e	6.11 a	-

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Çizelge 2. Araştırma yıllarında Royal sofralık üzüm çeşidinin verim, WUE ve IWUE istatistiksel analiz sonuçları

İstatistiksel Analiz	Verim (kg ha ⁻¹)	WUE (kg m ⁻³)	IWUE (kg m ⁻³)
CV(%)	3.1	6.7	3.5
LSD (0.05)	1566	0.58	0.17
P (olasılık)	0.001**	0.0005**	0.001**

P<0.01(** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

Araştırma yılında gözlerin uyanmasından hasada kadar geçen dönem için toplam yağış 181 mm'dir. Mevsimlik su tüketimleri sulama konularına göre 293-837 mm arasında değişmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça bitki su tüketiminin de arttığı görülmüştür. KS₇₅

ve KS₅₀ konuları sırasıyla PRD₇₅ ve PRD₅₀ konuları ile aynı sulama suyu miktarını almasına rağmen, PRD konularında daha düşük ET değerleri belirlenmiştir. Yapılan birçok çalışmada araştırmacılar bağların mevsimlik su tüketiminin 500-1200 mm arasında değiştiğini

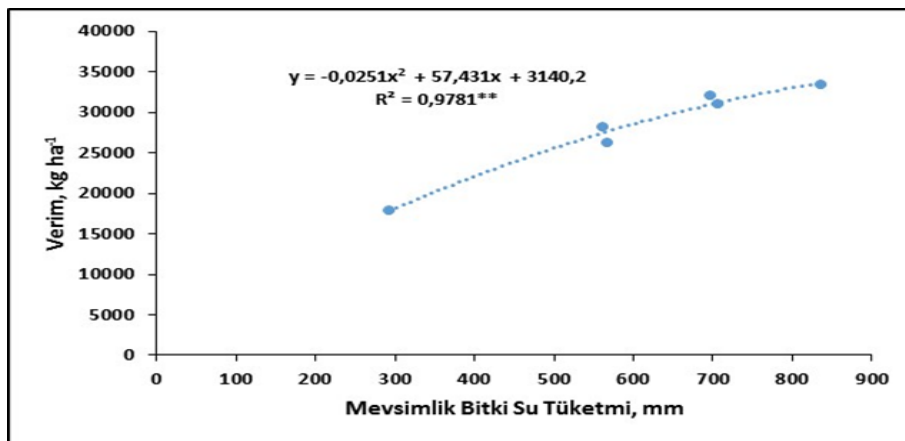
bildirmişlerdir (Doorenbos ve Kassam, 1979; Christensen, 1975; Grimes ve Williams, 1990). Gündüz (2007) Tekirdağ koşullarında Razakı üzüm çeşidinde bitki su tüketimi değerlerinin ortalama olarak 527.2 mm ile 288.7 arasında; Semillon üzüm çeşidinde ise 509.8 ile 264.6 mm arasında değiştiğini belirtmiştir. Topuz ve Dağdelen (2017), Manisa Alaşehir’de Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinde en yüksek verimin alındığı T₁₀₀ konusunda 600.3 mm mevsimlik su tüketimi hesaplamışlardır.

Hasatta parsellerdeki tüm omcaların verimleri tartılarak belirlenmiş ve konulara göre elde edilen ortalama omca verimleri belirlenmiştir. Verim değerleri sulama konularına göre araştırma yılında 17.9-33.4 t ha⁻¹ arasında değişmiştir. Verime ilişkin LSD gruplandırması Çizelge 2’de verilmiştir. Farklı su düzeylerinin omca başına üzüm verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak %99 güvenle önemli bulunmuştur. Araştırma yılında en yüksek verim TS konusundan alınmıştır. Genel olarak sulamanın verimi olumlu şekilde etkilediği belirlenmiştir. Topuz ve Dağdelen (2017) Manisa Alaşehirde Sultani Çekirdeksiz sofralık üzüm çeşidinde farklı sulama aralığı ve farklı su seviyelerinin verim ve kalite üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada en yüksek yaş üzüm verimi 6 gün sulama aralığında ve %100 sulama suyu uygulanan T₁₀₀ konusundan (2002.7 kg da⁻¹) elde etmişlerdir. Duraktekin ve ark. (2017) Tarsus koşullarında yüzeyaltı damla sulama ile farklı düzeylerde sulanan Yalova İncisi sofralık üzüm çeşidinde en yüksek verimi 30.9 t ha⁻¹ ile tam sulama konusundan en düşük verimi 11.7 t ha⁻¹ ile yağışa dayalı sulama konusundan alındığını belirtmiştir. Tangolar ve ark. (2018) Pozanti koşullarında yetiştirilen Semillon ve Carignane üzüm çeşitlerinde kısıntılı sulamanın verim, kalite ve taç gelişimi üzerine etkilerinin belirledikleri çalışmalarında Semillon çeşidinde KS₅₀ konusunda ortalama 5489 g omca⁻¹, Carignane çeşidinde ise ilk yıl en yüksek verim

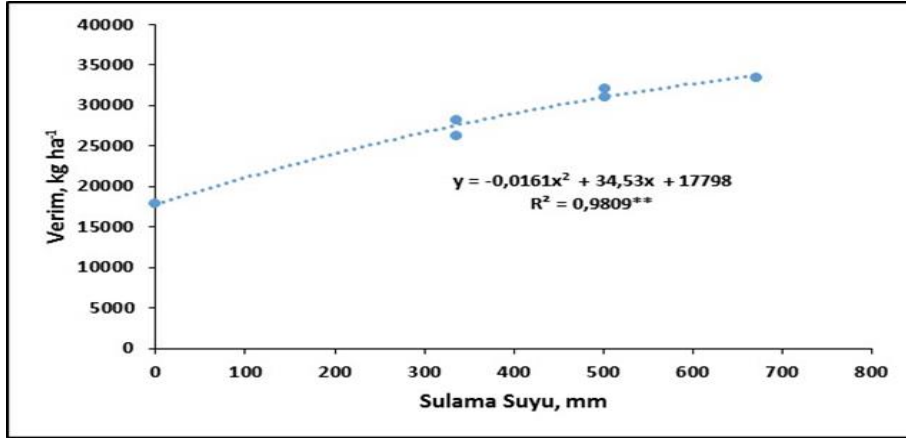
KS₅₀ konusunda 9980 g omca⁻¹, ikinci yıl ise TS₁₀₀ konusunda 5404 g omca⁻¹ elde etmişlerdir. Yazar ve ark. (2010), Çukurova koşullarında Italia, Flame Seedless, Alphonse Laval ve Ergin Çekirdeksiz sofralık üzüm çeşitlerinde yaptıkları çalışmada su stresiyle verimin azaldığını belirtmişlerdir. Pudney ve McCarthy (2004) ise uygulanan suyun artması ile verimin de arttığını ve tam sulama ile yağışa adayı sulama uygulama arasında %20 verim farkı olduğunu bildirmişlerdir. Balo ve ark. (2005) sulama sularının artmasına bağlı olarak verimin, %12–55 oranında arttığını belirtmişlerdir.

Araştırma yılında konulara göre su kullanım (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Genel olarak uygulanan sulama suyu arttıkça WUE ve IWUE değerleri azalmıştır. En yüksek WUE değeri 6.11 kg m⁻³ ile yağışa dayalı sulama konusunda belirlenirken en düşük WUE değeri 3.99 kg m⁻³ ile TS konusunda belirlenmiştir. IWUE değerleri ise en yüksek 3.06 kg m⁻³ ile PRD₅₀ konusunda belirlenirken en düşük 2.30 kg m⁻³ ile TS konusundan belirlenmiştir. Su tasarrufu açısından PRD₅₀ konusunun birim suyu daha etkin kullandığı söylenebilir. Duraktekin ve ark. (2017) Tarsus koşullarında Yalova İncisi üzüm çeşidinde en yüksek WUE değerinin PRD₇₅ konusundan 6.8 kg m⁻³ olduğunu belirtmiştir. Topuz ve Dağdelen (2017) yaptıkları çalışmada WUE değerleri 2.99-3.99 kg m⁻³ arasında değişmiştir. Şener ve İlhan (1992) IWUE 11.2 kg m⁻³; diğer taraftan Manisa koşullarında Ünal (2008) IWUE ve WUE değerlerini sırasıyla 10.65–22.77 kg m⁻³ ile 8.65–15.03 kg m⁻³ arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

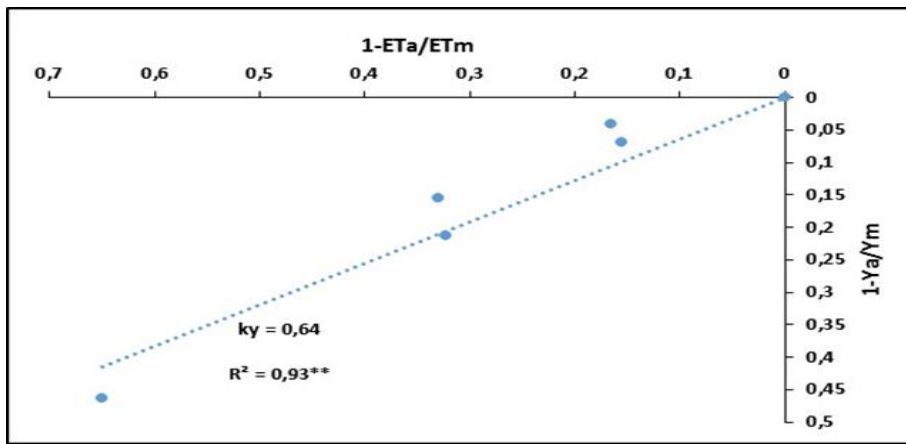
Deneme yılında sulama konularında belirlenen bitki su tüketimi (ET) ile verim (Y) arasındaki ilişkiler Şekil 2’de verilmiştir. Anılan şekilde de görüldüğü gibi bitki su tüketimi ile verim arasında $Y = -0.025ET^2 + 57.43ET + 3140$ ($r^2 = 0.978^{**}$) ikinci dereceden önemli ilişkiler belirlenmiştir.



Şekil 2. Mevsimlik bitki su tüketimi ile verim arasındaki ilişki



Şekil 3. Sulama suyu ile verim arasındaki ilişki



Şekil 4. Verim tepki etmeni (ky)

Bozkurt Çolak (2010), yaptığı araştırmada Italia çeşidinde her iki yılda ikinci dereceden ilişkiler saptanırken; Flame Seedless çeşidinde ilk yıl doğrusal, son yıl ise ikinci dereceden ilişkiler elde edilmiştir. Bu farklılıkların deneme yıllarında ortam ve toprak-su koşullarının farklılığından, çeşitlerin fizyolojik ve morfolojik özelliklerinin farklı olmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Topuz ve Dağdalen (2017) bitki su tüketimi ve verim arasında her iki sulama aralığı (3 gün ve 6 gün) için istatistiksel olarak ikinci dereceden önemli ilişkiler belirlemişlerdir. Ünal (2008), Açar ve ark. (2010) ve Yazar ve ark. (2010) su-verim arasında elde edilen bulgular ile bu çalışmadan elde edilen bulgular benzerlik göstermektedir.

Deneme yılında sulama konularında belirlenen sulama suyu ile verim (Y) arasındaki ilişkiler Şekil 3' de verilmiştir. Anılan şekilde de görüldüğü gibi sulama suyu ile verim arasında $Y = -0.0161x^2 + 34.53x + 17798$ ($r^2 = 0.98^{**}$) ikinci dereceden önemli ilişkiler belirlenmiştir.

Bitkisel verim ile su tüketimi (evapotranspirasyon) veya sulama suyu arasındaki ilişkiler, bitki üretim fonksiyonları olarak adlandırılır. Son yıllarda bu ilişkileri belirlemek için

birçok model geliştirilmiştir. Bunlar içerisinde Stewart eşitliği en yaygın kullanılan modellerden birisidir. Bu model oransal su tüketimi eksikliği ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Araştırmada Stewart eşitliğine dayanarak verim tepki etmeni (ky) hesaplanmış ve Şekil 4'de gösterilmiştir. Araştırma yılında ky değeri 0.64 olarak belirlenmiştir. Topuz ve Dağdalen (2017) bitki su tüketimi ve verim arasındaki ilişkileri araştırmak amacıyla ayrıca oransal su tüketimi açığı ile oransal verim azalışındaki değişimi incelemişler. Bu amaçla yaptıkları çalışmada 3 günlük sulama aralığı için verim azalma oranını (ky) 0.69; 6 günlük sulama aralığı için verim azalma oranını (ky) 0.58 olarak belirlemişlerdir.

Çukurova Bölgesinde yetiştirilen Royal sofralık üzüm çeşidinde damla sulama yöntemiyle uygulanan farklı kısıntılı sulama rejimlerinin su verim ilişkilerine etkilerini saptamak amacıyla elde edilen sonuçlar ışığında şu öneriler yapılabilir.

Araştırma yılında en yüksek verim tam sulama (TS) konusundan alınmıştır. Bu konuda sulamalarda kök

bölgesindeki eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi gerekmektedir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça verim de artış göstermiştir. TS konusunu PRD₇₅ ve KS₇₅ konusu izlemiştir. Kısıntılı PRD₇₅ konusu TS konusuna göre sudan %25 tasarruf sağlarken verimde %4.03 oranında bir azalma görülmüştür. Kısıntılı sulama ile PRD uygulamaları kıyaslandığında PRD konularında elde edilen verimlerin geleneksel kısıntılı sulamalara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Genel olarak uygulanan sulama suyu arttıkça WUE ve IWUE değerleri azalmıştır. En yüksek IWUE değeri PRD₅₀ konusundan alınmıştır. Bitki su tüketimi değerleri ile üzüm verimleri arasında ikinci dereceden istatistiksel yönden önemli (polinomiyal) ($P < 0.01$) bir ilişki belirlenmiştir. Verim tepki etmeni k_y 0.64 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, bağın topraktaki nem eksikliğine duyarlı bir bitki olduğu, yüksek yaş üzüm verimi ve kaliteli meyve elde etmek için yetiştirme mevsimi boyunca sulama suyu ihtiyacının tam karşılanması gerekmektedir. Ancak su kısıntısı söz konusu olduğunda PRD uygulamasının da bağ sulamasında uygun bir sulama stratejisi olabileceği sonucuna varılmıştır.

ÖZET

Amaç: Bu araştırma Çukurova koşullarında damla sulama yöntemiyle uygulanan farklı kısıntılı sulama rejimlerinin Royal sofralık üzüm çeşidinde su-verim ilişkilerine etkilerini saptamak amacıyla 2012 yılında Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bağcılık Araştırma alanında yürütülmüştür.

Yöntem ve Bulgular: Bu çalışmada, altı farklı sulama konusu (TS: bir haftalık sulama aralığında 80 cm'lik toprak profilindeki eksik nemin tarla kapasitesine getirildiği tam sulama konusu; KS₇₅: TS konusuna uygulanan suyun %75'inin verildiği kısıntılı sulama konusu; KS₅₀: TS konusuna uygulanan suyun yarısının verildiği kısıntılı sulama konusu; PRD₅₀: TS konusuna verilen suyun %50'sinin alternatif olarak bir lateralden uygulandığı yarı ıslatmalı sulama konusu; PRD₇₅: TS konusuna verilen suyun %75'inin alternatif olarak bir lateralden uygulandığı yarı ıslatmalı sulama konusu; RF: Yağışa dayalı sulama konusu) ele alınmıştır. Sulama aralığı 7 gün olarak alınmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre üç yinelemeli olarak yürütülmüştür. Sulama düzeylerinin omca verimi üzerine etkileri istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunurken en yüksek verim TS konusunda 33.4 t ha⁻¹, en düşük verim sulanmayan tanık konuda 17.9 t ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. En yüksek mevsimlik bitki su tüketimi (ET) TS konusunda 837 mm, en düşük mevsimlik su tüketimi RF konusunda 293 mm olarak hesaplanmıştır. Omca verimi (Y) ile sulama suyu (I) arasında $Y = -$

$0.016I^2 + 34.53I + 17798$ ($r^2 = 0.980^{**}$) ve omca verimi ile ET arasında $Y = -0.025ET^2 + 57.43ET + 3140$ ($r^2 = 0.978^{**}$) ikinci dereceden önemli ilişkiler belirlenmiştir. En yüksek su kullanım randımanı (WUE) RF konusunda 6.11 kg m⁻³, en düşük WUE ise TS konusunda 3.99 kg m⁻³ hesaplanmıştır. belirlenmiştir.

Genel Yorum: Royal sofralık üzüm çeşidinde PRD uygulamalarının tam sulamaya göre su tasarrufu sağladığı bağ sulamasında uygun bir sulama stratejisi olabileceği tespit edilmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Akdeniz Bölgesinde bağ yetiştiriciliğinde "sulama yapmadan" uygulanan yetiştirme alışkanlıklarından üreticilerin vazgeçmeleri sürdürülebilir tarım açısından son derece önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Asma, damla sulama, su kullanma randımanı, su verim ilişkisi.

TEŞEKKÜR

Yazarlar adına TAGEM-BB090201C2 nolu proje için sağladığı finansal destek için Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne (TAGEM) teşekkür ederim.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz N, Aktaş ME, Mokhaddam AF, Özcan K (1994) Tarist An Agrostatistical package programme for personel computer. E.Ü.Z.F. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan, İzmir, Türkiye.
- Ağar S (2010) Çukurova koşullarında kısmi kök kuruluğu ve kısıntılı damla sulama programlarının kingly ruby sofralık üzüm çeşidinin verimi, kalite ve su kullanım randımanına etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü., Fen Bil. Ens., Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD, 85 s.
- Balo B, Misik S, Szilagy Z (2005) Frost hardiness of irrigated and fertigated chardonnay grapevines. Proceedings of the Seventh International Symposium on Grapevine Physiology and Biotechnology, Acta Hort. 689: 167-175.
- Bozkurt Çolak Y (2010) Akdeniz Bölgesinde Flame Seedless ve Italia sofralık üzüm çeşitlerinde yaprak su potansiyeline göre sulama programlarının oluşturulması. Doktora Tezi, Ç.Ü., Fen Bil. Ens., Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD, 165 s.

- Bozkurt Çolak Y, Yazar A (2017) Evaluation of crop water stress index on royal table grape variety under partial root drying and conventional deficit irrigation regimes in the Mediterranean region. *Scientia Horticulturae*. 224: 384-394.
- Chaves MM, Santos T, Souza CR, Ortuño MF, Rodrigues ML, Lopes C, Maroco J, Pereira JS (2007) Deficit Irrigation in grapevine improves water-use efficiency while controlling vigour and production quality. *Ann. Appl. Biol.* 150: 237–252.
- Christensen P (1975) Vineyard irrigation timing and scheduling. *Agricultural extension bulletin. The Univ. of California, USA*, 4 p.
- Coşkun Z, Gülcü M, Candar S (2018) Michele Palieri üzüm çeşidinde kısmi kök kuruluğu (KKBKS) ve kısıtlı sulama stratejilerinin (KS) tane rengi üzerine etkisinin belirlenmesi. *Bahçe 47 (Özel sayı 1: Türkiye 9. Bağcılık ve Teknojileri Sempozyumu)*: 63-650.
- Davies W, Zhang J (1991) Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annual Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 42: 55-76.
- Doorenbos J, Kassam AH (1979) Yield response to water. *FAO irrigation and drainage paper no: 33, Rome*.
- Dry PR, Loveys BR, McCarthy MG, Stoll M (2001) Strategic irrigation management in Australian vineyards. *J. Int. Sci. Vinge Vin.* 35: 129-139.
- Duraktekin G, Bozkurt Çolak Y, Kuşvuran K, Akça H, Altındişli Atağ G, Çeliktöpus E (2017) Farklı sulama seviyelerinin yüzeyaltıdamla sulama ile sulanan Yalova İncisi sofralık üzüm çeşidinde verim ve su kullanım randımanına etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Derg.* 34: 67-72.
- Fereres E, Soriano MA (2007) Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *J Exp Bot.* 58: 147-159.
- Grimes DW, Williams LE (1990) Irrigation Effects on Plant Water Relations and Productivity of Thompson Seedless Grapevines. *Crop Sci.* 30:255-260.
- Gündüz A (2007) Tekirdağ koşullarında sulamanın Razaki ve Semillon üzüm çeşitlerinde verim ve kalite üzerine etkisi. *Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bil. Ens. Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD*, 119 s.
- Howell TA, Musick JT, Tolk JA (1986) Canopy temperature of irrigated winter wheat. *Transactions of the ASAE, Vol. 29(6)*: 1692-1699.
- Kang SZ, Zhang J (2004) Controlled alternate partial root-zone irrigation: Its Physiological Consequences and Impact on Water Use Efficiency. *J. Exp. Bot.* 55(407): 2437-2446.
- Özbek H, Dinç U, Kapur S (1974) Çukurova Üniversitesi yerleşim sahası topraklarının detaylı etüt ve haritası. *Ç.Ü. Zir. Fak. Yay.* 23 (8):149.
- Pudney S, McCarthy MG (2004) Water use efficiency of field grown chardonnay grapevines subjected to partial rootzone drying and deficit irrigation. *Acta Hort.* 664: 567-573.
- Romero P, Fernandez-Fernandez JI, Martinez-Cutillas A (2010) Physiological thresholds for efficient regulated deficit-irrigation management in wine grapes grown under semiarid conditions. *Am. J. Enol. Vitic.* 61: 300-312.
- 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, Menemen*.
- Sofo A, Nuzzo V, Tataranni G, Manfra M, De Nisco M, Scopa A (2012) Berry morphology and composition in irrigated and non-irrigated grapevine (*Vitis vinifera* L.). *J. Plant Physiol.* 169: 1023–1031.
- Stoll M, Loveys B, Dry P (2000) Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. *J. Exp. Bot.* 51: 1627- 1634.
- Tangolar S, Tangolar S, Tarım G, Ada M (2018) Pozantı koşullarında yetiştirilen Semillon ve Carignane üzüm çeşitlerinde kısıtlı sulamanın verim, kalite ve taç gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi. *YYÜ Tar Bil Derg.* 28(1): 92-102.
- Tangolar S, Tangolar S, Topçu S (2015) Effects of different bud loads and irrigations applied at different leaf water potential levels on Kalecik Karası grape variety. *Turk J Agric For.* 39: 887-897.
- Tardieu F, Zhang J, Davies W (1992) What Information is conveyed by an ABA signal from maize roots in drying soils? *Plant Cell. Enviro.* 15: 185-191.
- Terry DB, Kurtural K (2011) Achieving vine balance of Syrah with mechanical canopy management and regulated deficit irrigation. *Am. J. Enol. Vitic.* 62(4): 426-437.
- Topuz T, Dağdelen N (2017) Damla sulama ile sulanan bağda farklı sulama uygulamalarının verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Adü Ziraat Derg.* 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, Fen Bil. Ens., Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD*, 83 s.
- Yazar A, Tangolar S, Sezen SM, Bozkurt Çolak Y, Bilir H, Gençel B, Sabır A (2010) Yaprak su potansiyeli kullanılarak çukurova koşullarında yüksek kaliteli verim için optimum sulama zamanının belirlenmesi. *TÜBİTAK 1060747 Nolu Proje Sonuç Raporu*, 110s.

Zhang H, Wang X, You M, Liu C (1999) Water-yield relations and water-use efficiency of winter wheat in the North China Plain. *Irric. Sci.* 19: 37-45.

Zhang J, Davies W (1990) Changes in the concentration of ABA in xylem sap as a function of changing water status can account for changes in leaf conductance and growth. *Plant Cell. Enviro.* 13: 277- 285