



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

Şekerpancarında Kısmi Kök Bölgesi Sulama Yöntemi Uygulamasının Verim ve Sulama Suyu Kullanımına Etkisi

Zeliha Kaya¹, Ramazan Topak^{2,*}

¹Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi 19 Mart 2016

Kabul tarihi 30 Nisan 2016

Anahtar Kelimeler:

Damla sulama

Kısmi kök bölgesi sulama

Şekerpancarı

Su tasarrufu

ÖZET

Bu çalışmada, şekerpancarı, kısmi kök bölgesi sulama yöntemiyle sulanarak verim ve sulama suyu kullanımına etkileri araştırılmıştır. Bu kapsamda; şekerpancarı sulama suyu ihtiyacının eksiksiz karşılandığı tam sulama (TS) (tanık) ile TS'nin %50'sinden oluşturulan alternatifli kısmi kök bölgesi sulama (AKKBS) ve sabit kısmi kök bölgesi sulama (SKKBS) konuları araştırılmıştır. Bitki kök bölgesi toprağının kullanılabilir su kapasitesinin %35-40'ı tüketilince konulu sulamalar başlatılmış ve ardıl sulamalar da aynı prensibe göre uygulanmıştır. Araştırma sonucunda en yüksek kök ve beyaz şeker verimi su ihtiyacının tam karşılandığı konudan, en yüksek şeker oranı ise AKKBS uygulamasından elde edilmiştir. Standart %16 şeker oranı dikkate alınarak, konuların dönüştürülmüş kök verimleri karşılaştırıldığında, AKKBS ve SKKBS uygulamalarında TS konusuna göre, %16.3 ve %20.5 verim azalması gerçekleşmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, su kaynaklarının kısıtlı olduğu tarımsal kurak alanlarda şekerpancarının özellikle AKKBS tekniği ile %50 kısıntılı sulama yapılabileceğini göstermiştir.

Effect on Sugar Beet Yield and Irrigation Water Use of Partial Root-Zone Irrigation Technique to Applied by Drip Method

ARTICLE INFO

Article history:

Received 19 March 2016

Accepted 30 April 2016

Keywords:

Drip irrigation

Partial root zone irrigation

Sugar beet

Water saving

ABSTRACT

This study was conducted to determine affects partial root-zone irrigation on yield and irrigation water use of sugar beet crop. In this regard, application of 100 % irrigation water requirement of plant, full Irrigation, (FI or as control treatment), and 50% application of FI by using alternative (APRD) and fixed partial root drying (FPRD) irrigation treatments were examined. Irrigation was started at 35-40% water depletion from available water capacity of soil through the crop root zone depth and other irrigations were performed in accordance of same principle. The results showed that the highest root and white sugar yields were obtained from irrigation application of 100% irrigation water requirement of plant, FI, and APRD treatment resulted the highest sugar rate or content. In examined converted root yield of treatments according to standard 16% sugar rate, the yield reductions for APRD and FPRD were 16.3% and 20.5%, respectively by comparison to FI treatment. Present study results showed that 50% deficit irrigation can be performed by APRD technique for sugar beet crop in agricultural drought regions having water shortage.

1. Giriş

Konya havzası, Türkiye'nin tarım yapılabilir arazilerinin yaklaşık %12.3'üne kullanılabilir su kaynakları

potansiyelinin ise yaklaşık %3'üne sahip olup, su kaynakları oldukça kısıtlıdır. Havzada sulamaya açılmış bulunan tarım alanı miktarı yaklaşık 650 bin ha civarında olup, alanda bitki deseni %45 kışlık hububat ve %55 yazlık ürünlerden oluşmaktadır. Havza tarımında yıllık

* Sorumlu yazar email: rtopak@selcuk.edu.tr

olarak yaklaşık 4 milyar m³ civarında su tüketilmektedir. Buna karşılık yerüstü su kaynaklarından geliştirilen su miktarı yaklaşık 1.1 ve yer altı su kaynaklarından emniyetle kullanılabilir su miktarı ise yaklaşık 1.8 milyar m³ olmak üzere toplam 2.9 milyar m³ su tarıma tahsis edilmiş durumdadır. Bu durum, havzada, tarımın aşırı su tükettiğini, aşırı tüketimin yer altı su kaynaklarından karşılandığını ve aşırı çekimin 1.1 milyar m³ (4.0-2.9=1.1) civarında olduğunu göstermektedir (Topak ve Acar, 2011, 2012). Aşırı su çekiminin sebebi, aşırı sulama değil, ruhsatsız olarak açılan kuyularla yeni alanların sulamaya açılmış olmasıdır. Günümüz şartlarında havzada yürütülen sulu tarım çevre dostu ve sürdürülebilir değildir.

Şekerpancarı, su tüketimi yüksek olan bir bitkidir (Allen et al., 1998; Fabeiro et al., 2003) ve sezonluk su tüketimi 900-1200 mm arasında değişmektedir (Dunham, 1993; Hills et al., 1990; Allen et al., 1998). Havzada sulamaya açılan alanda, mevcut bitki deseni içerisinde şekerpancarı yaklaşık %12'lik bir paya sahiptir. Konya havzası koşullarında Topak ve ark. (2010) ve Süheri ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmalarda, sulama suyu ihtiyacının tam karşılandığı koşullarda şekerpancarının su tüketimi 1000 mm, sulama suyu ihtiyacı ise 850-900 mm civarında bulunmuştur. Bu bilgilere ek olarak, şekerpancarı bitkisi kök sisteminin morfolojik ve fizyolojik karakteristiğinden dolayı toprak nem açığına en toleranslı bitkilerden biridir (Doorenbos ve Kassam, 1979; Winter, 1980). Şeker pancarı, su kısıtına, yapraklarını azaltarak ve daha sonra su kısıtı şartları ortadan kalktığında ilave yapraklar oluşturarak yeni şartlara uyum sağlayabilen bir bitkidir (Winter, 1980).

Su kaynaklarının tasarruflu ve akılcı kullanıldığı damla sulama yönteminin yaygınlaşması ve su kaynaklarının daha da tasarruflu kullanımını sağlayabilmek için farklı sulama teknikleri geliştirilmiştir. Bunlardan biri kısıntılı damla sulama diğeri ise kısmi kök bölgesi sulama (KKBS) uygulamasıdır. KKBS yaklaşımı yenilikçi ve çevre dostu bir sulama tekniğidir. Tekniğinin tarla koşullarında uygulamasına ilişkin çalışmalar son yıllarda sıraya ekilen tarla bitkilerinde yoğunlaşmış durumdadır (Kang ve ark., 2002; Kang ve Zhang, 2004; Kırdı ve ark. 2005; Topçu ve ark., 2007; Uçan ve ark., 2011; Şahin ve ark., 2014). Kısmi kök bölgesi sulama tekniği bitki kök sisteminin yarısının nispeten toprak kuruluğuna maruz bırakıldığı ve diğer yarısının ise tam sulamadaki gibi sulanıldığı bir sulama tekniğidir. Kök bölgesinin ıslatılan ve nispeten kuruda bırakılan bölümleri ardışık sulamalarda değiştirilmektedir (Kang ve ark., 1997). Bu sulama uygulamasının en bariz özelliği, bitki kök sisteminin yarısının nemli yarısının da kuru da tutulmasını zorunlu kılmasıdır (Kang ve Zhang, 2004). Eğer bitkinin kök sistemi bu tekniğe uygunsa, bu sulama tekniği, geleneksel tam sulama ile karşılaştırıldığında verimde önemli bir azalmaya neden olmadan sulama suyundan %50'ye varan bir tasarruf edilebileceğini ve su kullanma randımanının hayli iyileştirilebileceğini göstermiştir (Blackman ve Davies, 1985; Kang ve ark.,

1998). Üstelik bu tekniğin damla sulama yöntemiyle uygulanması nispeten daha kolaydır (Du ve ark., 2008). Damla yöntemi KKBS tekniği, bitkinin optimum su gereksiniminin karşılanmadığı durumlarda bitkiye, kısıntılı su uygulanması yerine, bitki sırasının her iki tarafına yerleştirilen iki lateralden birinin bir sulamada, diğerinin izleyen sulamada çalıştırılması şeklinde uygulanan kısıntılı sulama uygulamasıdır.

Karık yöntemi KKBS tekniğinin şekerpancarının verim ve su kullanımına etkileri tarla koşullarında iki araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Sepaskhah ve Kheradnam (1977)'in yapmış oldukları bir çalışmada, 10 günlük sulama aralığı koşullarında, iki karıkta bir sabit sulama uygulaması ile şekerpancarı kök veriminde %18 azalmaya karşılık %34 sulama suyu tasarrufu sağlanabilmiştir. Yine Şekerpancarında yapılan başka bir çalışmada Sepaskhah ve Kamgar-Hakhighi (1997) 6, 10 ve 14 günlük üç farklı sulama aralığında, iki karıkta bir sulama ile her karıkta bir sulama tekniklerini uygulayarak, şekerpancarı verimi ve su kullanımı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçları, iki karıkta bir sulamada, 6 ve 10 gün sulama aralıklarında benzer verimler elde edilmesine rağmen, 6 gün sulama aralığında yaklaşık %23 su tasarrufu sağlanmıştır. Bu çalışmada, damla yöntemi KKBS ve geleneksel tam sulama uygulamaları şekerpancarının verimi ve sulama suyu kullanımına etkileri bakımından karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmanın yürütüldüğü Çumra ovası, Konya ilinin güneyinde 37° 35' kuzey enlemleri ve 32° 47' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Denizden ortalama yüksekliği 1013 m'dir (Anonymous, 1982). Denemenin yürütüldüğü Çumra Tarım Meslek Lisesi'ne ait olan arazinin toprakları, FAO/UNESCO sınıflandırma sistemine göre fluvisol olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre araştırma alanı toprakları, Çarşamba nehri aliviyol yelpazesini üzerinde bulunan, killi bünyeli, derin, düz ve iyi strüktürlü topraklardır. Deneme alanı topraklarının sulama ile ilgili bazı fiziksel özelliklerini belirlemek amacı ile deneme alanında açılan profillerden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Profillerin 0-30, 30-60 ve 60-90 cm'lik katmanlarından alınan bu toprak örneklerinde yapılan analizlere ilişkin sonuçlar Tablo 1'de verildiği gibidir.

Araştırma alanı karasal iklim özelliği göstermektedir. Araştırma alanının sahip olduğu bu karasal ikliminin genel özelliği yazları kurak ve sıcak, kışları ise soğuk ve sert geçmektedir. Araştırma alanının çok yıllık verilerine (son 43 yılın ortalaması) göre ortalama sıcaklığı 11.29 °C, ortalama bağıl nem %62.3, ortalama rüzgar hızı 1.0 m/s ve yıllık toplam yağış ise 317.4 mm'dir (Tablo 2). Yılın en yağışlı geçen ayları Kasım, Aralık, Ocak, Nisan ve Mayıs, en kurak ayları ise Temmuz, Ağustos ve Eylül'dür (yağış toplamı 17.9 mm). Yıllık toplam yağışın %33.8' i kış ve %34'ü bahar

mevsiminde olmak üzere toplam %67.8'i kış ve bahar aylarında düşmektedir. Uzun yıllık sıcaklık ortalamasına göre bölgenin en sıcak ayları Temmuz ve Ağustos, en

soğuk ayları ise Aralık, Ocak ve Şubat'tır. En sıcak ay ortalaması Temmuz'da 22.7 °C, en soğuk ay ortalaması Ocak'ta -0.3 °C'dir.

Tablo 1

Deneme alanına ait toprakların bazı fiziksel özellikleri

Katman, (cm)	Bünye Sınıfı	Bünye			Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Faydalı su tutma kapasitesi	
		Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)		(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)
0-30	C	22.04	54.25	23.70	1.35	32.52	131.70	20.80	84.24	11.72	45.38
30-60	C	17.79	56.38	25.83	1.40	33.19	139.40	20.69	86.90	12.50	56.74
60-90	C	14.59	58.51	26.89	1.43	33.15	142.21	19.95	85.58	13.20	57.77
Toplam (0-90 cm)							413.31		256.72		156.60

Denemenin yürütüldüğü 2013 yıllarında Çumra Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen bazı meteorolojik veriler Tablo 2'de verildiği gibidir. Bu Tablodan görüldüğü gibi, araştırmanın yürütüldüğü 2013 yılında toplam yağış 196.2 mm olarak gerçekleşmiş olup, uzun

yıllar ortalamasına göre, 121.2 mm daha az yağış düşmüştür. Şekerpancarı yetiştirme mevsimi süresince (Nisan-Eylül sonu) 2013 yılında 91.6 mm yağış düşerken, bu değer bu dönemin uzun yıllık toplam yağış miktarının %80'ine karşılık gelmektedir.

Tablo 2

Çumra Meteoroloji İstasyonuna ait 2013 yılı ile uzun yıllık döneme ait bazı iklim verileri

Yıl	Meteorolojik veriler	Aylar												Yıllık/ Ort.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2013	Sıcaklık (°C)	2.2	5.1	7.9	12.0	18.8	21.4	22.8	22.6	18.1	10.0	7.8	-2.5	12.2
	Nispi Nem(%)	78.8	70.9	55.2	58.7	45.8	39.5	38.3	37.0	41.7	52.6	65.4	81.3	55.4
	Yağış (mm)	13.4	26.0	15.2	61.2	12.8	13.0	4.6	0.2	0.0	19.4	20.6	9.8	196.2
	Rüzgar (m s ⁻¹)	2.0	1.4	1.8	1.5	1.5	1.8	2.1	1.5	1.2	1.3	0.8	1.0	1.49
(1971-2013)	Sıcaklık (°C)	-0.3	1.2	5.7	11.0	15.7	19.9	22.7	22.2	17.9	12.1	5.8	1.6	11.29
	Nispi Nem(%)	76.5	72.2	63.9	59.3	58.1	53.2	49.0	49.8	53.0	63.6	71.7	76.8	62.3
	Yağış (mm)	35.3	29.2	31.7	40.0	36.6	19.5	5.2	4.0	8.7	29.6	34.7	42.9	317.4
	Rüzgar (m s ⁻¹)	1.0	1.2	1.3	1.2	1.0	1.1	1.2	0.9	0.7	0.6	0.8	0.9	1.0

Araştırmada kullanılan sulama suyu, deneme tarlasının bitişiğindeki, debisi 75 m³ h⁻¹ olan derin kuyudan alınmıştır. Kuyudan dalgıç pompa ile çekilen su, bu araştırma için oluşturulan sulama havuzuna alınmış ve havuzdan pompa ile deneme parsellerine verilmiştir. Denemede kullanılan sulama suyunun kalite sınıfı ABD tuzluluk laboratuvarı grafik sistemine göre T₂A₁ sınıfına girmektedir.

Denemede damla sulama sistemi kullanılmıştır. Damla sulama sistemi, gübre tankı, venturi, elek- filtre takımı, basınç ölçer, ana boru hattı, su sayacı, vanalar, yan boru, lateral hat ve mini vanalardan oluşturulmuştur. Damla sistemine sulama suyu 4 BG'ndeki benzinli motopomp ile basılmıştır. Lateral borular, damlatıcı debisi 2 l s⁻¹ ve aralığı 30 cm olan 16 mm çaplı yuvarlak damla sulama borularından oluşturulmuştur.

2.2. Metod

Araştırmada, şekerpancarının sulama suyu ihtiyacının eksiksiz karşılandığı tam sulama (TS),

TS'nin %50'sinin uygulandığı alternatifli kısmi kök bölgesi sulama (AKKBS) ile sabit kısmi kök bölgesi sulama (SKKBS) konuları damla yöntemi ile şekerpancarına uygulanmıştır. Tam sulama konusu (TS) tank olarak planlanmış olup, sulama planı bu konuya göre uygulanmıştır. Bu konunun bitki kök bölgesi kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %35-40'ı tüketilince konulu sulamalar başlatılmış ve tüm ardıl sulamalar da aynı prensibe göre icra edilmiştir. Tohum ekimi deneme parseline bir bütün olarak 9 Nisan 2013 tarihinde yapılmıştır. Ekim işlemi, 45 cm sıra aralığı ve 6 cm sıra üzeri olacak şekilde 5 sıralı mibzer ile gerçekleştirilmiştir. Ancak, ekimden yaklaşık 10 gün sonra yani çıkış döneminde başlayan ve şiddetli yağın yağış sebebi ile yeterli çıkış sağlamadığından, 3 Mayıs'ta ekim yenilenmiştir. Tohum ekiminden sonra, homojen çimlenme ve çıkış sağlanabilmesi için birkaç kez yağmurlama yöntemi ile intaş sulaması yapılmış ve bu kapsamda 20 mm sulama suyu uygulanmıştır. Bitkiler homojen çıkış yaptıktan sonra 4-5 yapraklı olunca deneme parselleri oluşturulmuştur. Deneme

parselleri, 30 m uzunluğunda ve 6 bitki sırasından ($2.70 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 81 \text{ m}^2$) oluşturulmuştur. Konu parselleri oluşturulduktan sonra, parseldeki bitkiler sıra üzeri 20 cm olacak şekilde el işçiliği ile çapalama ve seyreltme işlemleri yapılmıştır. Hasat zamanı her bir parselin merkez iki sırası dikkate alınarak ve bu iki sıranın uçlarından 5'er m'lik kısım hariç tutularak, hasat parselleri oluşturulmuştur. Böylece kenar etkileri çıkarıldıktan sonra geriye kalan $0.9 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ boyutlarındaki 18 m^2 'lik bir alan hasat edilerek değerlendirilmiştir.

Denemede, sulama zamanının belirlenmesi amacıyla toprak nem izlemesi tanık konudan yapılmıştır. Tanık parselde toprak nemi, TDR nem ölçer ile izlenilmiştir. Bu maksatla deneme parsellerine 1 m derinliğe kadar TDR-PVC tüpleri yerleştirilmiştir. Bu tüpler kullanılarak, 20'er cm'lik katmanlar halinde TDR-T3 probu ile nem ölçümleri yapılmıştır. 0-20 cm üst toprak katmanının nemi özel probu ile izlenmiştir. Sulama zamanının belirlenmesi amacıyla tanık konuda toprak nem izlemeleri, her sulamadan 3-4 gün sonra sürekli yapılmıştır. Diğer konularda ise nem ölçümü her sulama öncesi yapılmıştır. Konuların hasat anındaki toprak nemleri ise gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. AKKBS ve SKKBS konularına nemli ve kuruluk bölgelerine olmak üzere ikişer PVC tüp yerleştirilmiştir.

Hasat edilen pancarların yaprak-baş ve kuyruk kısımları kesilerek firelerinden temizlenmiş ve tartılmıştır. Daha sonra çuvallanarak Türk Şeker Anonim Şirketinin Iğın' daki lapa hazırlama ünitesine gönderilmiştir. Burada kökler yeniden tartılmıştır. Bu tartım sonuçları kullanılarak birim alana verimleri hesaplanmıştır. Ayrıca, standart %16 polar değeri ve konuların şeker içerikleri baz alınarak, konuların kök verimleri standart üretim değerine dönüştürülmüştür. Iğın şeker fabrikasına gönderilen şeker pancarları, gerekli işlemler yapıldıktan sonra Ankara Şeker Enstitüsü laboratuvarlarına gönderilmiş, enstitü laboratuvarında soğuk digestion metoduna göre şeker oranı (ICUMSA,1958), Na ve K (Kubadinov, 1972) ve α -amino azotu (Kubadinov ve Weieninger, 1972) tayinleri yapılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Sulama suyu kullanımı

Araştırma konularına, deneme süresi boyunca planlama gereği uygulanan sulamaların tarihleri, uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketim değerleri Tablo 3 de verilmiştir. Çalışmada, tohum ekimi yapıldıktan sonra, homojen bir çıkış sağlamak için, yağmurlama yöntemiyle birkaç kez intaş sulaması uygulanmıştır. Bu maksatla toplamda 20 mm sulama suyu uygulaması yapılmıştır. İlk konulu sulama 15 Haziran 2013 tarihinde uygulanmış olup, toplamda 14 kez sulama uygulaması gerçekleştirilmiş ve son sulama 10 Eylül 2013 tarihinde yapılmıştır. Sezon boyunca Haziran ayında 3, Temmuz ayında 5, Ağustos ayında 4

ve Eylül ayında ise 2 sulama işlemi gerçekleştirilmiştir. Sulama aralıkları 5 ile 7 gün arasında değişmiş olup, son sulamada 9 gün olarak gerçekleşmiştir. Sulamalar, Temmuz ayı boyunca ve Ağustos ayının ilk yarısı içinde daha kısa aralıklarla yapılmıştır. Dolayısıyla bu dönemde şekerpancarının günlük su tüketimi daha yüksek gerçekleşmiştir. Konu gereği en fazla sulama suyu toplam 854.2 mm ile TS konusuna uygulanmıştır. Kısmi kök bölgesi sulama konularına eşit ve 437.1 mm sulama suyu uygulaması yapılmıştır. Konulara uygulanan bu sulama suyu miktarlarının 20 mm'si intaş suyu olarak yağmurlama sistemi ile verilmiştir.

Deneme süresini kapsayan 3 Mayıs – 28 Eylül 2013 tarihleri arasında hiç yağış gerçekleşmemiştir. Tablo 3 'den de görüleceği gibi uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça buna paralel olarak mevsimlik su tüketimi de artmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada, konuların su tüketimlerini kontrol eden asıl unsurun doğrudan sulama suyu miktarları olduğu çok açıktır. Araştırma konularının su tüketimleri; TS konusunda 958.2 mm, AKKBS ve SKKBS konularında ise sırasıyla 585.4 ve 580.8 mm olarak gerçekleşmiştir.

3.2. Verim ile ilgili bulgular

Araştırma konularından elde edilen ortalama kök ve beyaz şeker verimleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla Varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizine ilişkin sonuçlar Tablo 4'te verildiği gibidir. Farklı sulama suyu seviyesi ve uygulama biçimlerinin şekerpancarının kök ve beyaz şeker verimleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla Duncan Testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5'den görüleceği gibi konular kök verimleri bakımından 0.01 ve beyaz şeker verimleri bakımından ise 0.05 önem düzeyinde 2 verim grubu oluşturmuşlardır. Hem kök ve hem de beyaz şeker verimleri açısından TS konusu birinci grupta, sulama suyundan %50 kısıntı yapılan AKKBS ile SKKBS konuları ise ikinci grupta yer almıştır. Sulama suyu ihtiyacının tam karşılandığı konuda (TS) hem kök ve hem de net şeker verimi en yüksek olup, sırasıyla 8453 ve 1372 kg da⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Sulama suyu ihtiyacının %50'sinin Kısmi kök bölgesi sulama tekniği ile bitki kök bölgesine alternatifli ve aynı bölümüne sabit olarak uygulanması durumunda ise kök ve beyaz şeker verimleri bir farklılık göstermemiş olup, yaklaşık olarak sırasıyla 6250 ve 1100 kg da⁻¹ seviyesinde gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar, KKBS uygulamalarının TS uygulamasına göre gerçekleşen kök veriminde yaklaşık 2200 kg da⁻¹ (%26) azalmaya neden olacağını göstermektedir.

Şekerpancarı, şeker üretmek için tarımı yapılan bir bitkidir. Dolayısıyla kökte biriktirilen şeker oranı oldukça önemlidir. Şekerpancarında ürün fiyatının belirlenmesinde köklerin standart %16 şeker varlığı dikkate alınmaktadır. Bu değer üzerindeki polar artışları da ürün verimine dönüştürülerek, ödemeler gerçekleşen kök verimi üzerinden değil polar değerine göre hesaplanan kök verimi üzerinden yapılmaktadır.

Şekerpancarında %22'ye kadar olan polar değerleri ücrete yansıtılmaktadır. Uygulamadaki bu husus dikkate alınarak, araştırma konularının polar değerlerinin standart %16 polara karşılık gelen kök verimleri

hesaplanarak Tablo 6'da verilmiştir. Yapılan çalışma, bu kapsamda değerlendirildiğinde, sulama suyu ihtiyacında yapılan kısıntıların şekerpancarı verimi açısından çok büyük anlamlar ifade etmediğini söylemek mümkündür.

Tablo 3

Konulara uygulanan sulama suyu miktarları ve gerçekleşen bitki su tüketimleri (mm)

Sulama tarihi	Konular		
	TS	AKKBS	SKKBS
15.06.2013	58.6	29.3	29.3
22.06.2013	57.4	28.7	28.7
29.06.2013	60.2	30.1	30.1
06.07.2013	60.5	30.25	30.25
13.07.2013	62.3	31.15	31.15
18.07.2013	57.5	28.75	28.75
24.07.2013	59.8	29.9	29.9
30.07.2013	60.4	30.2	30.2
05.08.2013	60.6	30.3	30.3
11.08.2013	61.4	30.7	30.7
17.08.2013	60.0	30.0	30.0
24.08.2013	58.8	29.05	29.05
01.09.2013	59.4	29.7	29.7
10.09.2013	58	29	29
Toplam sulama suyu*	854.2	437.1	437.1
Su tüketimi	958.2	585.4	580.8

*: Toplam sulama suyu miktarının 20 mm'si intaş suyu olarak uygulanmıştır.

Tablo 4

Kök ve Beyaz Şeker Verimlerine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	S.D.	Kök Verimi		
		Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Oranı
Genel	8	10321051		
Tekerrür	2	37606.2	18803.1	0.131
Konular	2	9709814.9	4854907.45	33.854**
Hata	4	573630	143407	
Varyans Kaynakları	S.D.	Beyaz Şeker Verimi		
		Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Oranı
Genel	8	223637.98		
Tekerrür	2	43394.18	9930.02	2.308
Konular	2	142639.44	46767.03	7.586*
Hata	4	37604.36	9401.1	

*p<0.05; **p<0.01

Tablo 5

Kök ve Beyaz Şeker Verimlerine İlişkin Duncan Testi Sonuçları

Konular	Uygulanan Su miktarı (mm)	Su artırımı (%)	Kök		Net Şeker	
			Kök verimi (kg da ⁻¹)	Nispi kök verimi (%)	Beyaz şeker verimi (kg da ⁻¹)	Nispi şeker Verimi (%)
TS	854.2	-	8453.3a	100.0	1372.6a	100.0
AKKBS	437.1	49.0	6287.6b	74.38	1130.4b	82.36
SKKBS	437.1	49.0	6214.1b	73.50	1086.2b	79.14

Tablo 6

Konuların gerçekleşen Kök verimlerinin standart %16 polar karşılığı değerleri

Konular	Gerçekleşen Kök verimi (kg da ⁻¹)	Gerçekleşen Şeker oranı (%)	Standart %16 polar karşılığı kök verimi (kg da ⁻¹)	Kök verim azalışı (%)	Su tasarrufu (%)
TS	8453.3	18.5	9774.12	-	-
AKKBS	6287.6	20.82	8181.74	16.3	49
SKKBS	6214.1	20.0	7767.63	20.5	49

Tablo 7

Konuların eş değer üretim alanlarının karşılaştırılması

Konular	Gerçekleşen kök verimi (kg da ⁻¹)	Gerçekleşen şeker oranı (%)	TS konusu şeker oranı (%18.5) eş değeri kök verimleri (kg da ⁻¹)	TS konusu eş değeri kök verimi için gerekli üretim alanı (da)	TS konusuna göre sulama suyu tasarrufu (%)
TS	8453.3	18.5	8453	1.0	-
AKKBS	6287.6	20.82	7075	1.195	39
SKKBS	6214.1	20.0	6718	1.26	35

Tablo 6'dan da görüldüğü gibi, damla yöntemiyle sulanan şekerpancarında sulama suyu ihtiyacından %50 kısıntı yapılarak, sulamanın kısmi kök bölgesi sulama tekniği ile alternatifli şekilde uygulanması halinde, kök veriminde yaklaşık %16 azalma meydana gelmektedir. Yani sulama suyu ihtiyacından %49 tasarrufa karşılık kök veriminde meydana gelen azalma %16 seviyesindedir. Yine sulama suyu ihtiyacından %50 kısıntı yapılarak, sulamanın kısmi kök bölgesi tekniği ile kök bölgesinin bir yarısına sabit şekilde uygulanması halinde ise kök veriminde yaklaşık % 20.5 azalma meydana gelmektedir. Bu uygulamada da yine sulama suyu ihtiyacından %49 artırıma karşılık meydana gelen verim azalışı %20.5 seviyesindedir.

Tablo 6 verilerinin anlamı şudur: şekerpancari sulamasında TS konusunu uygulayan çiftçi yaklaşık olarak 8453 kg/da kök üretecek, ürün parasını alırken ise 9774 kg da⁻¹ üzerinden alacaktır. Yine şekerpancari sulama suyu ihtiyacından %50 kısıntı yapılması ve sulamanın KKBS tekniği ile değişimli şekilde uygulanması durumunda ise dekara kök üretimi yaklaşık 6287 kg olacak, ancak ücretini 8180 kg da⁻¹ üzerinden alacaktır. Benzer şekilde sulamanın KKBS tekniği ile bitki kök bölgesinin bir yarısına sabit şekilde uygulanması durumunda ise şekerpancari dekara verimi 6214 kg olacak fakat ücretlendirme 7767 kg kök üzerinden yapılacaktır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçları daha farklı bir açıdan da değerlendirmek mümkündür. Söz gelimi. TS uygulaması ile birim alandan elde edilen şeker verimi baz alındığında. AKKBS ve SKKBS tekniklerinin TS uygulaması eş değeri kök verimi için gerekli üretim alanı büyüklükleri Tablo 7'de verildiği gibidir.

Tablo 7'ye göre, sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı AKKBS ve SKKBS teknikleri ile TS eşdeğeri kök ve şeker verimi için sırasıyla 1.2 ve 1.26 dekar alandan üretebilecektir. Bu bağlamda. AKKBS ve

SKKBS uygulamalarının TS'ye göre su tasarrufu sırasıyla %39 ve %35 olarak hesaplanmıştır.

3.3. Sulama suyu kullanma randımanı sonuçları

Deneme konularına göre, mevsimlik uygulanan sulama suyu miktarı ile kök ve net şeker verim değerleri kullanılarak hesaplanan sulama suyu kullanım randımanı (SSKR) değerlerine ilişkin sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir. Tabloda verilen sonuçlarına göre. AKKBS ve SKKBS sulama konularında SSKR değerleri hem kök ve hem de beyaz şeker verimleri açısından aralarında önemli bir farklılık görülmemektedir. En yüksek SSKR değerleri kısmi kök kuruluşu sulama uygulamalarından (AKKBS ve SKKBS), en düşüğü ise tam sulanan konudan elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, sulama suyu ihtiyacının %50'sinden oluşturulan AKKBS ve SKKBS konularında sulama suyunun en etkin şekilde kullanıldığı görülmektedir.

Tablo 8

Konulara ilişkin sulama suyu kullanma randımanları

Konular	Sulama suyu kullanım Randımanı (kg m ⁻³)	
	Kök	Beyaz şeker
TS	9.90	1.61
AKKBS	14.38	2.59
SKKBS	14.22	2.40

Kök SSKR değeri. AKKBS ve SKKBS konularında sırasıyla. 14.38 ve 14.22 kg/m³ olarak belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen bu sonuçlara göre, şekerpancari AKKBS ve SKKBS yöntemiyle sulamada, sulama suyunu daha etkin şekilde kullanmaktadır.

4. Sonuç

Araştırmadan elde edilen verilere göre. AKKBS ve SKKBS teknikleri, TS konusuna göre standart kök verimi ve şeker veriminde sırasıyla %16.3 ve %20.5 seviyesinde azalmaya neden olmuştur. Bu sonuç. AKKBS tekniği ile 1.20 dekarlık şekerpancarı alanından elde edilen standart kök verimi ile şeker verimi değerlerinin. TS uygulamasından elde edilen standart kök verimi ve şeker verimlerine eşit olduğunu göstermektedir. Bu durum, %39'luk bir sulama suyu tasarrufu sağlamaktadır. Yine araştırma sonuçlarına göre AKKBS tekniğinde, sulama suyu, TS konusuna göre %45 daha etkin kullanılmıştır. Elde edilen bu sonuçlar, su kaynaklarının kısıtlı olduğu tarımsal kurak alanlarda şekerpancarının özellikle damla sulamalı AKKBS tekniği ile %50 kısıtlı sulama yapılabileceğini göstermiştir.

5. Teşekkür

Bu çalışma Zeliha KAYA'nın Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiş olup, tez çalışmasında. TÜBİTAK tarafından desteklenen 111O286 nolu araştırma projesi kapsamında 2013 yılında üretilen verilerin bir bölümü kullanılmıştır. Projeyi destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

6. Kaynaklar

- Allen RG, Pereira LS, Raes D and Smith M (1998). Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and Drainage Paper 56, FAO Rome.
- Anonymous (1982). *Türkiye' de sulanan bitkilerin su tüketimleri rehberi*. Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları No 35, Ankara.
- Blackman PG, Davies WJ (1985). Root to shoot communication in maize plants of the effects of soil drying. *Journal of Experimental Botany* 36 (350): 39–48.
- Doorenbos J, Kassam AH (1979). Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No 33 Rome: 193.
- Du T, Kang SZ, Zhang JH, Li F (2008). Water use and yield responses of cotton to alternate partial root-zone irrigation in the arid area of north-west. *China. Irrigation Sciences*, 26:147-159.
- Dunham R J (1993). *The Sugar Beet Crop: Science into practice: water use and irrigation*. London: Chapman & Hall.
- Faberio C, Martin de Santa Olalla F, Lopez R, Dominguez A (2003). Production and quality of the sugar beet cultivated under controlled deficit irrigation conditions in a semiarid climate. *Agricultural Water Management* 62: 215-227.

- Hills FJ, Winter SR, Henderson DW (1990). *Sugar beet irrigation of agriculture Crops*. Eds: Stewart. B. A. Nielsen. D. R. Madison. Wisconsin. USA: ASA Monograph, No 30.
- ICUMSA (1958). *Report of the proceedings. 12 th. Session*. Subj. 23. Rec. 4:97.
- Kang SZ, Liang ZS, Hu W, Zhang JH (1998). Water use efficiency of controlled root division alternate irrigation on root-divided maize plants. *Agricultural Water Management*. 38: 69–76.
- Kang SZ, Shi WJ, Cao HX, Zhang JH (2002). Alternate watering in soil vertical profile improved water use efficiency of maize (*Zea mays*). *Field Crops Research* 77: 31–41.
- Kang SZ, Zhang JH (2004). Controlled alternate partial rootzone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. *Journal of Experimental Botany* 55 (407): 2437–2446.
- Kang SZ, Zhang J, Liang ZS, Hu C (1997). Controlled alternate partial rootzone irrigation: a new approach for water saving regulation in farmland. *Agricultural Research. Arid Semiarid Areas* 15(1):1–6.
- Kırda C, Topcu S, Kaman H, Ulger AC, Yazici A, Cetin M, Derici MR (2005). Grain yield response and n-fertiliser recovery of maize under deficit irrigation. *Field Crop Research* 93: 132–141.
- Kubadinow N (1972). Jahresbericht Zuckerforschungs Institute Österreich 8:83-94
- Kubadinow N, Weininger. I (1972). Compt. rend. XIV. ass. comm. int. tech. suc. (CITS) Brüssel. 1971. 539; S.a. *Zucker* 25: 43.
- Sepaskhah AR, Kamgar-Haghighi AA (1997). Water use and yields of sugar beet grown under every-other-furrow irrigation with different irrigation intervals. *Agricultural Water Management* 34(1): 71-79.
- Sepaskhah AR, Kheradnam M (1977). Alternate furrow irrigation for sugar beet. Res. Cen. Rep. Col. Agric. Shiraz Univ. No 4: 108- 110.
- Süheri S, Şahin M, Değer T, Üstündağ A (2011). Farklı damla sulama sistem tasarımı ve su uygulamalarının şekerpancarı verim ve kalitesine etkisi. TÜBİTAK Proje No:108O517
- Şahin. Ü, Örs S, Kiziloglu FM, Kuslu Y (2014). Evaluation of water use and yield responses of drip-irrigated sugar beet with different irrigation techniques. *Chilean Journal of Agricultural Research* 74 (3): 302–310.
- Topak R, Süheri S, Yavuz D (2010). Kısıtlı sulamanın şeker pancarının verim ve kalitesine etkisi. Selçuk Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü. Proje No:08401048, Konya.
- Topak R, Acar B (2011). Evaluation of agricultural water management in water-starved Konya Basin. Turkey. *Journal of International Environmental Application and Science* 6(2): 216-224.

- Topak R, Acar B (2012). Sustainable agriculture and water resources management for agricultural drought regions: a case study of Konya Basin-Turkey. *Minia International Conference for Agriculture and Irrigation in the Nile Basin Countries*. 26-29 March, Proceedings book 1158-1162, El-Minia Egypt.
- Topcu S, Kırdı C, Daşgan Y, Kaman H, Cetin M, Yazıcı A, Bacon MA (2007). Yield response and N-fertiliser recovery of tomato grown under deficit irrigation. *European Journal of Agronomy* 26 (1):64-70.
- Uçan K, Kılı F, Güvercin Ş, Borzan G (2012). Pamukta kısmi kök kuruluğu ve farklı sulama seviyelerinin verim ve verim bileşenlerine etkisi. *TÜBİTAK Proje No:109O160*.
- Winter SR (1980). Suitability of sugarbeets for limited irrigation in a semi-arid climate. *Agronomy Journal* 72: 118-123.
- Yurtsever N (1984). *Deneyesel istatistik motodları*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları No 1340: 64. Ankara.