

Araştırma Makalesi

FARKLI LATERAL ARALIĞI VE SULAMA DÜZEYİNİN
ŞEKERPANCARI VERİMİNE ETKİSİ

Ali Fuat TARI

Aynur ÖZBAHÇE²
Pınar BAHÇECİ⁴Sema KALE³

ÖZET

Bu çalışmada Orta Anadolu koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan şeker pancarı (*Beta vulgaris* cv. Achat) için uygun lateral aralığı ve uygun sulama programı oluşturmak amaçlanmıştır. Bu araştırma 2007 yılında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede ana konuları lateral aralıkları ($L_1= 45$ cm, $L_2= 90$ cm) alt konuları ise farklı sulama düzeyleri oluşturmuştur. Sulama suyu miktarının belirlenmesinde Class A Pan kabından oluşan buharlaşmaların farklı oranlarından ($K_1= 1.50$, $K_2= 1.25$, $K_3= 1.00$, $K_4= 0.75$, $K_5= 0.50$ ve $K_6= 0.25$) yararlanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, deneme konularından elde edilen şeker pancarı verimleri ve şeker oranları arasında istatistiki olarak fark bulunmuştur. En yüksek verim 6080 kg da⁻¹ ile L_2 - K_2 konusundan elde edilmiştir. Bu konuya uygulanan sulama suyu miktarı 819 mm, su tüketimi ise 951 mm olmuştur. Deneme konularından elde edilen en yüksek şeker oranları ise her iki lateral aralığında da K_5 konularından elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Şeker pancarı, Class A pan, damla sulama, verim, lateral aralığı

EFFECTS OF DIFFERENT LATERAL SPACE AND IRRIGATION LEVEL ON YIELD OF
SUGAR BEET

ABSTRACT

The study was carried out in order to determine appropriate lateral space and creating irrigation programme for sugar beet (*Beta vulgaris* cv. Achat) farming irrigated drip irrigation under Middle Anatolia conditions. The randomized block experimental design with three replications was applied in 2007. The main subjects of the research were scheduled lateral spaces (45-90 cm) and the sub subjects were planned irrigation levels ($K_1= 1.50$, $K_2= 1.25$, $K_3= 1.00$, $K_4= 0.75$, $K_5= 0.50$ and $K_6= 0.25$). Class A pan was used to determine irrigation water amounts. As a result; sugar beet yields and %polar obtained from the treatments were significant statistically ($p<0.01$). The highest yield was obtained from L_2 - K_2 treatment. The total irrigation water amount and water consumptive of the mentioned application were determined as 819 and 951 mm, respectively. The highest %polar was obtained from K_5 treatment.

Key words: Sugar beet, Class A pan, drip irrigation, yield, lateral space

GİRİŞ

İnsan beslenmesinde büyük bir öneme sahip olan şekerin en önemli bitkisel kaynakları şeker pancarı ve şeker kamışıdır. Dünya’da 2012 yılında 159.161 milyon ton olan şeker üretiminin 2020 yılında 201 milyon ton olacağı tahmin edilmektedir. Şeker pancarı iklim koşulları bakımından geniş bir yelpazede yetiştirilebilen ve tuzluluğa toleranslı bir bitkidir. (Tognetti ve ark., 2003; Sakellariou-

Makrantonaki ve ark. 2002). Bu nedenle şeker pancarı Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi hariç Türkiye’nin her bölgesinde yetiştirilmektedir.

Konya Ovası Orta Anadolu’da yer almakta olup Türkiye’nin en az yıllık yağış alan bölgesidir. Özellikle tarımsal üretimde sulu tarımın yaygınlaşması ovada su kaynaklarına olan talebi artırmıştır. Bu nedenle son yıllarda yer altı ve yer üstü su kaynaklarında kaygı verici bir azalma gözlenmektedir. Bölgede

¹ HRÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Şanlıurfa

² Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

³ SDÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Isparta

⁴ GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Şanlıurfa

Sorumlu yazar: aftari@hotmail.com

göller kurumaya yüz tutarken, yer altı su seviyesi hızla düşmektedir (Özbahçe ve Tarı, 2010).

Şeker pancarı, Konya Kapalı Havzasının önemli bir ticari alan ürünü olup havza Türkiye'nin en büyük üreticisi durumundadır. Söz konusu bölge 115.000 ha ekim alanı ile Türkiye'de şeker pancarı üretiminde,% 35 paya sahiptir (Topak ve ark. 2008). Şeker pancarı bölgede yaygın olarak yağmurlama ve yüzey sulama yöntemleri ile sulanmaktadır. Bu metotların teknik bakımdan uygun olarak uygulanmaması sulamaların etkinliğini azaltırken su kayıplarını artırmaktadır.

Bitkiler için gerekli sulama suyu gereksinimi ağırlıklı olarak yeraltı su kaynaklarından elde edilmekte, ancak Konya Kapalı Havzasının su kaynakları oldukça yetersizdir. Özellikle kurak bölgelerde şeker pancarı verimi uygulanan sulama suyu miktarı ve yetiştirme döneminde düşen yağış miktarı ile yakından ilgilidir (Scott ve Jaggard, 1993). Buna bağlı olarak, sulama, tarımsal üretimde ve özellikle şeker pancarı yetiştiriciliğinde önemli bir rol oynar. Ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası ikliminde ve arazi kullanımındaki değişiklikler tarımsal üretim için kullanılabilecek sulama suyu miktarını giderek daha sınırlı hale getirecektir (Clarke, 1993). Gerçekten de, gelecekteki iklim senaryoları Akdeniz havzasında su kaynaklarının daha da azalabileceğini göstermektedir (Tognetti ve ark. 2003). Gelecek ile ilgili bu senaryo bizleri sulama suyunu olabilecek en yüksek randımanla kullanmaya ve kullanılan bir birim sudan en yüksek verimi elde etmeye zorunlu kılmaktadır (Ertek ve Kanber, 1999; Tekinel ve ark, 2000; Korukçu ve Büyükcangaz, 2003).

Yetersiz olan su kaynakları ile tüm sektörler bazında talebi karşılayabilmek için, en büyük su kullanıcı olan tarım sektöründe sulama randımanını artıran modern sulama teknolojileri kullanımı kaçınılmaz hale gelmiştir. Ayrıca, etkin bir su yönetimi uygulanmalıdır. Bitkiler için en uygun sulama programları oluşturulmalı ve bu program gereği uygulanacak sulama suyu en yüksek randıman ile bitkilere verilmelidir. Türkiye'de ise halen şekerpancarı yağmurlama sulama ya da yüzey sulama yöntemi ile sulanmakta, sulamalarda ise genellikle topraktaki eksik nem veya bitkinin su gereksinimi göz önünde bulundurulmamaktadır. Bu nedenle yapılan sulamaların randımanları oldukça düşüktür (Tarı ve Yazar, 2010).

Yapılan araştırmalarda, Cassel Sharmasarkar ve ark. (2001) toprak üstü damla

ve tava sulama metotlarının şeker pancarında su ve gübre kullanım etkinliği üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar damla sistemi ile tava sulamaya göre daha az su ve gübre kullanıldığı sonucuna varmışlardır. Kruse ve ark. (1990), ise uygun sulama uygulamaları ile ürün veriminin arttırılabileceğini ifade etmişlerdir. Damla sulama, belirli koşullar altındaki bitki türlerinde yağmurlama veya karık sulama sistemlerine nazaran daha az sulama suyuna gereksinim duyar. Geleneksel sulama yöntemlerinin neden olduğu sorunlar nedeniyle yakın gelecekte tarla bitkilerinde damla sulama yönteminin kullanımı kaçınılmazdır. Damla sulama sık ve üniform sulamaya olanak vermesi, geniş bir topografik ve toprak koşullarında kullanılabilmesi nedeniyle birçok bitkinin sulanmasında önerilmektedir (Çetin and Bilgel, 2002).

Bu çalışma, son yıllarda sulanmasında damla sulama sisteminin kullanılmaya başlandığı şeker pancarı için uygun lateral aralığı ve gerekli sulama suyu miktarını belirlemek amacı ile yürütülmüştür.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırma yeri: Deneme, Konya Kapalı Havzası içerisinde yer alan Konya Şeker A.Ş. Alakova deneme istasyonu arazisinde yürütülmüştür. Konya Kapalı Havzası'nın Yüzölçümü 5 426 980 hektar olup, Türkiye'nin % 7'sini teşkil etmektedir. Orta Anadolu Bölgesi'nde 36°51'–39°29' kuzey enlemleri ile 31°36'–34°52' doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Havzayı kuzeyde Sakarya ve Kızılırmak, doğuda Kızılırmak ve Seyhan, güneyde Doğu Akdeniz, batıda Antalya ve Akarçay Havzaları çevrelemektedir.

Deneme yerinin iklim ve toprak özellikleri: Ova toprakları genellikle ağır bünyelidir. Bazı kısımlarda orta bünyeli, pek az olarak da hafif bünyelidirler. Kireç bakımından zengin olup kireç oranı genellikle %5'ten fazladır. Ovanın denizden yüksekliği ortalama 1000 m'dir (Ertaş 1979). Denemenin yürütüldüğü Konya Şeker A.Ş. Alakova deneme istasyonu arazisi toprakları; derin profilli, kil, killi tın bünyeli allüviyal topraklardır. Deneme yerinde taban suyu sorunu olmayıp, elverişli su tutma kapasitesi 160 mm/m'dir. Toprakların kireç içeriği yüksek, organik madde miktarı orta düzeyde olup, hafif alkali özellik göstermektedir.

Deneme yeri toprağı ile ilgili olarak bazı kimyasal ve fiziksel toprak analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre toprak

bünyesi her üç derinlikte de (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) killi-tın olup, tuzluluk yönünden bir problem bulunmamaktadır. Kireç içeriği ise % 5.8 ile % 11.6 arasında değişmektedir.

Çizelge 1. Deneme yeri topraklarının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	İşba (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)	CaCO ₃ (%)	Bünye (%)			TK (g g ⁻¹)	SN (g g ⁻¹)	HA (g cm ³ ⁻¹)
					Kum	Kil	Silt			
0-30	59.4	7.7	0.670	6.5	43.3	36.6	20.1	25.6	19.0	1.25
30-60	57.2	7.7	0.740	6.5	44.8	34.8	20.4	28.3	19.6	1.26
60-90	61.6	7.7	0.740	5.8	48.2	34.1	17.7	27.2	20.0	1.32
90-120	62.7	7.7	0.670	11.6	43.7	36.3	20.0	28.2	19.4	1.26

Araştırma yerinin iklim özellikleri: Konya'da hakim iklim, karasal iklimdir. Kış mevsimi sert ve soğuk, yazları sıcak ve kurak geçer. Yıllık ortalama sıcaklık 11.9 °C'dir. Uzun yıllar ortalama iklim verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 11.9 °C, toplam yıllık yağış 323.6 mm olup, yağışlı dönem ekim ayında başlar, nisan ve mayıs ayları yağışın en fazla olduğu aylardır. Temmuz ve ağustos

aylarında en düşük seviyede olan oransal nem, eylül ayından sonra yükselerek aralık ve ocak aylarında en yüksek seviyesine ulaşmaktadır.

Türk Şeker Kurumunun Alakova Deneme İstasyonunda ölçülmüş olan bazı iklimsel değerler ile Meteoroloji Bölge Müdürlüğü tarafından ölçülen değerler Çizelge 2'de verilmiştir

Çizelge 2. Araştırma yerinin iklim özellikleri

İklim Parametreleri	A Y L A R								Toplam &ort.
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Ort. sic. (°C)	10.7	15.3	19.5	22.6	21.7	17.4	11.8	17.0	
Yağış (mm)	37.6	46.4	28.0	6.2	6.4	6.8	37.5	168.9	
Ort. nis. nem (%)	Uzun yıllık	57.8	57.3	50.1	43.6	45.6	50.4	64.2	52,7
Buharl. (mm)		115	154	194	240	224	155	106.0	1188
Ort. rüz. hız. (m s ⁻¹)		2.8	2.3	2.3	2.6	2.3	1.8	1.8	2.3
Ort. sic. (°C)		9.0	19.1	22.7	25.4	25.6	20.0	14.0	19.4
Yağış (mm)		11.0	4.5	43.5	0.0	1.5	14.0	23.5	98.0
Ort. nis. nem (%)	2007	59.1	57.3	50.1	43.6	45.6	50.4	64.2	52.9
Buharl. (mm)		109	177	210	304	230	166	112	1308
Ort. rüz. hız. (m s ⁻¹)		2.7	2.3	2.4	2.5	2.1	1.9	1.8	2.2

Sulama sistemi ve sulama suyunun özellikleri: Deneme alanının sulanmasında damla sulama sistemi kullanılmıştır. Sistem güç ünitesi, hidrosiklon, basınç düzenleyici vana, su sayacı, gübre tankı, elek filtre, ana vana, manometreler, bağlantı parçaları, her parsel için kontrol vanaları, manifold ve lateral hatları ile damlatıcılarından oluşmuştur. Manifold hatları 50 mm dış çaplı PE borulardan, lateral hatları ise 16 mm dış çaplı içten geçik yuvarlak PE borulardan tesis edilmiştir. Damlatıcılar lateral boyunca ve konular arasında su dağılımının homojen olması için sabit debili özellikte seçilmiştir. Lateral aralığı 45 cm ve 90 cm, damlatıcı

aralığı 33 cm ve damlatıcı debisi 4 L h⁻¹'dir. İşletme basıncı 1.0 atm'dir. Yetiştirme sezonu süresince belirli aralıklarla damlatıcı debileri kontrol edilmiştir.

Denemede kullanılan sulama suyu deneme sahasında bulunan yer altı derin kuyusundan temin edilmiş olup T₂A₁ sınıfındadır.

Metot

Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede ana konuları lateral aralıkları, alt konuları ise sulama düzeyleri oluşturmuştur. Buna göre oluşturulan deneme konuları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Deneme konuları

ANA KONULAR (Lateral aralığı, cm)	ALT KONULAR (Sulama suyu düzeyleri)
L ₁ (45 cm)	K ₁ = 1.50
L ₂ (90 cm)	K ₂ = 1.25
	K ₃ = 1.00
	K ₄ = 0.75
	K ₅ = 0.50
	K ₆ = 0.25

Sulama suyunun hesaplanması: Deneme konuları gereği uygulanacak sulama suyu miktarı, deneme alanında bulunan Class A Pan buharlaşma kabından oluşan buharlaşma miktarının farklı katsayıları ile çarpılarak belirlenmiştir. Söz konusu kaptan iki sulama zamanı arasında gerçekleşen buharlaşma miktarları pan katsayısı ve örtü yüzdesi ile çarpılarak sulama suyu miktarı belirlenmiştir. Örtü yüzdesi her sulamadan önce ölçülerek izlenmiştir. Sulama suyu miktarı hesaplamalarında örtü yüzdesi %30 oluncaya kadar 0.30 alınmış, örtü yüzdesi %30'u aşığında ölçülen gerçek örtü değeri kullanılmıştır. Deneme konularına uygulanacak sulama suyu miktarı belirlendikten sonra elde edilen sulama suyu miktarı (mm) parsel alanı (m²) ile çarpılarak hacim (L) cinsinden ifade edilmiş ve parsel başlangıcındaki su sayacından denetlenerek uygulanmıştır.

Sulama suyu miktarının hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$I = A \times E_p \times K_{cp} \times P$$

Eşitlikte;

I: Parsele uygulanan sulama suyu (litre), A: Parsel alanı (m²), E_p: Sulama aralığındaki birikimli Class A Pan buharlaşma miktarı (mm), K_{cp}: Farklı sulama suyu miktarını oluşturan katsayı, P: Örtü yüzdesini (%) ifade etmektedir.

Bitki su tüketimi hesaplamasında toprağın 0-90 cm derinliği esas alınarak, su dengesi eşitliği kullanılmıştır (James, 1988).

Sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) ve su kullanım etkinlik değerleri (WUE) belirlenerek sulama programları değerlendirilebilir (Howell ve ark. 1990). Bu amaçla aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır.

$$WUE = E_y / ET$$

$$IWUE = E_y / IR$$

Eşitlikte E_y ekonomik verimi (kg ha⁻¹), ET mevsimlik su tüketimini (mm), ve IR toplam sulama suyu miktarını (mm) ifade etmektedir.

Toprak nemi izlemeleri: Toprak nem ölçümleri orta tekerrürdeki parsellerde

gravimetrik metot ile 120 cm derinliğindeki her 30 cm'lik katmanda yapılmıştır.

Toprak hazırlığı, ekim ve hasat: Sonbaharda derin sürüm yapılarak kışa bırakılan deneme arazisi ilkbaharda kombikürüm ile ekime hazırlandıktan sonra 10 Nisan 2007 tarihinde sıra arası 45 cm olacak şekilde ekim yapılmıştır. Denemede tohumluk olarak *Beta vulgaris* cv. Achat çeşidi kullanılmıştır. Toprak analiz sonuçlarına göre, şeker pancarına 16 kg-da⁻¹ N, 10 kg-da⁻¹ P₂O₅ ve 10 kg-da⁻¹ K₂O kimyasal gübre verilmiştir.

Her bir parselde 8 bitki sırası yer almaktadır. Hasatta yanlardan ikişer bitki sırası ve her sıranın iki ucundan da birer metrelik alan kenar tesiri olarak alınmıştır. Buna göre parsel ölçüleri:

$$\text{Ekimde: } 3.6 \text{ m} \times 6.0 \text{ m} = 21.6 \text{ m}^2$$

$$\text{Hasatta: } 1.8 \text{ m} \times 4.0 \text{ m} = 7.2 \text{ m}^2$$

olmuştur

Şeker pancarı bitkisinin kök gelişimini tamamlaması ile hasat yapılmıştır. Denemenin hasat işlemi 25 Ekim 2007 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Şeker pancarı hasadı söküm pulluğu ile yapılmış, yaprakları ise elle temizlenmiştir.

İstatistik Analiz ve Metotları

Elde edilen verim sonuçlarına göre, sulama uygulamaları arasındaki farklılıkları tespit etmek için varyans analizi yapılmıştır (Yurtsever 1984). Verim ve verim unsurlarına ait değerler varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan muamelelerde Duncan grupları belirlenmiştir. Farklı lateral aralığı ve sulama düzeyi ile verim ve verim unsurları arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Sonuçların istatistiksel analizleri bilgisayarda CoStat paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Konular arasındaki ortalamalara ait değerlerin Duncan testi MStatC paket programı ile yapılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULAR ve TARTIŞMA**Sulama Suyu Uygulamaları ve Su Tüketimi**

Deneme konularına ilk su 28 Haziran tarihinde verilmiştir. İlk sulamayı takiben 8 gün aralıklarla toplam 12 kez daha sulama yapılmış ve 2 Ekim tarihinde son uygulama yapılmıştır. İlk sulamada tüm konulara eşit su verilerek 0-60 cm toprak profili tarla

kapasitesine getirilmiştir. Daha sonraki sulamalarda ise konu gereği hesaplanan miktarlar uygulanmıştır. Sulama suyu miktarları bitkinin örtü yüzdesi dikkate alınarak hesaplanmıştır. Yapılan bitki taç genişliği ölçümlerinde üçüncü sulamada bitkilerin toprak yüzeyini tamamen kapladığı anlaşılmıştır. Çizelge 4’de konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları ve su tüketim miktarları verilmiştir.

Çizelge 4. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve su tüketimleri

Konular	L ₁		L ₂	
	Sulama suyu miktarı, mm	ET, mm	Sulama suyu miktarı, mm	ET, mm
K ₁ (K _{cp} x 1.50)	997	1092	997	1100
K ₂ (K _{cp} x 1.25)	819	953	819	951
K ₃ (K _{cp} x 1.00)	661	812	661	809
K ₄ (K _{cp} x 0.75)	502	668	502	672
K ₅ (K _{cp} x 0.50)	344	525	344	535
K ₆ (K _{cp} x 0.25)	185	396	185	393

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları K_{cp} katsayılarına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Pan katsayısının en düşük olduğu konuya 185 mm sulama suyu uygulanırken en yüksek olduğu K₁ konusuna ise 997 mm su uygulanmıştır. Deneme konularının su tüketimleri konulara uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. En az su uygulanan K₆ konularının su tüketimi miktarları 393 mm ile 396 mm arasında, en fazla su uygulanan konu olan K₁ konularının su tüketimleri ise 1092 mm ile 1100 mm arasında değişmiştir. Söz konusu değerler sulama suyu miktarlarına bağlı olarak

K₆ konularından K₁ konularına doğru bir artış göstermiştir.

Şeker Pancarı Verimleri

Deneme konularından elde edilen şekerpancarı miktarları Çizelge 5’de, verimlere ilişkin varyans analizi sonuçları ise Çizelge 6’da verilmiştir. Şeker pancarı verimleri suyun en az uygulandığı konularda en düşük olurken uygulanan sulama suyu arttıkça şeker pancarı verimi de artış göstermiştir. Verimdeki bu artış, açık su yüzeyindeki buharlaşmanın %100’ü ve %125’i oranında sulama düzeyine kadar devam etmiş, daha fazla su uygulaması ise verimde düşüşe neden olmuştur.

Çizelge 5. Deneme konularına ilişkin şekerpancarı verimleri

Konular	L ₁				L ₂				Genel Ort.
	1. Tek.	2. Tek.	3. Tek.	Ort.	1. Tek.	2. Tek.	3. Tek.	Ort.	
K ₁	4733	5519	5844	5366	5772	5625	5744	5714	5540a
K ₂	5206	5886	63567	5819	5675	6172	6392	6080	5950a
K ₃	5211	6450	5936	5866	5450	5719	6411	5860	5863a
K ₄	4875	6128	5272	5425	4803	5331	5592	5242	5334a
K ₅	3053	4333	3650	3679	5033	3800	4836	4556	4118b
K ₆	2144	3244	3708	3032	3294	2300	2836	2810	2921c

Çizelge 5’deki şeker pancarı verimleri varyans analizi ile değerlendirilmiş, yapılan analiz sonucunda lateral aralığının şeker pancarı verimi üzerine önemli etkisinin olmadığı anlaşılmıştır. Ancak, yapılan varyans analizine göre sulama suyu miktarı %1 önem seviyesinde şeker pancarı verimi üzerine etkili olurken lateral aralığı ile sulama suyu miktarı

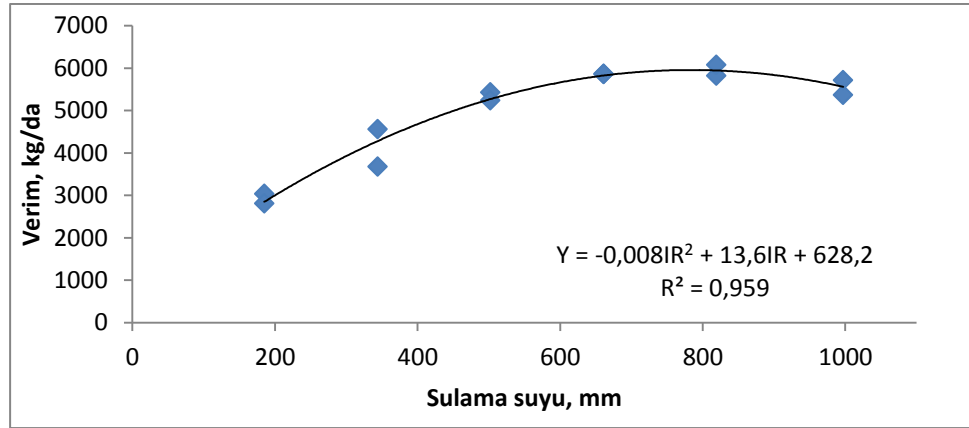
etkileşiminin verim üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Sulama seviyeleri Duncan testine tabi tutulmuş ve yapılan Duncan gruplamasında en fazla sulama suyunun uygulandığı ilk dört sulama seviyesi ilk grupta yer alırken K₅ konusu ikinci grupta ve K₆ konusu da üçüncü ve son grupta yer almışlardır.

Çizelge 6. Verime ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K	S.D.	K.T.	K.O.	F	Tablo F	
					0.05	0.01
Bloklar	2	2384391	1192195	1.04	19.00	99
Lateral aralığı	1	288906	288906	0.25	18.51	98.5
Hata (a)	2	2293890	1146945			
Sulama düzeyi	5	42815053	8563011	60.49**	3.10	4.94
Lat. aralığı x sulama düz.	5	1274727	254945	1.80	3.10	4.94
Hata (b)	20	2831066	141553			
Genel	35	51888032				

Uygulanan sulama suyu miktarları ile elde edilen şeker pancarı verimleri birlikte değerlendirildiğinde sulama suyu ile verim

arasında %1 önem seviyesinde bir ilişkinin olduğu saptanmış olup söz konusu ilişki Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Sulama suyu verim ilişkisi

Şeker oranları

Deneme konularından elde edilen şeker pancarlarının şeker oranları Çizelge 7'de, şeker oranlarına ilişkin varyans analizi sonuçları ise Çizelge 8'de verilmiştir. Ülkemizde şeker pancarı fiyatlandırılmasında alt sınır olarak %16 şeker oranı kabul edilmektedir. Çizelge

6'da verilen şeker oranları incelendiğinde tüm konuların şeker içeriklerinin bu orandan fazla olduğu görülmektedir. Ortalama şeker oranlarına göre konuların şeker içerikleri %16.00 ile %17.37 arasında değişmiştir.

Çizelge 7. Deneme konularına ilişkin şeker oranları, %

Konular	L1				L2				Genel Ort.
	1.Tek.	2. Tek.	3. Tek.	Ort.	1.Tek.	2. Tek.	3. Tek.	Ort.	
K ₁	16.25	15.85	16.50	16.20	15.95	16.80	16.15	16.30	16.25 ab
K ₂	16.10	16.15	16.75	16.33	16.00	16.15	15.85	16.00	16.16b
K ₃	16.15	16.30	16.70	16.38	16.30	15.75	16.75	16.27	16.33ab
K ₄	16.15	16.65	16.05	16.28	17.00	16.65	16.55	16.73	16.51a
K ₅	16.85	16.55	18.00	17.13	17.35	16.95	17.80	17.37	17.25a
K ₆	17.15	17.45	16.65	17.08	18.15	15.95	17.70	17.27	17.18a

Çizelge 8. Şeker oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K	S.D.	K.T.	K.O.	F	Tablo F	
					0.05	0.01
Bloklar	2	0.753	0.376	2.19	19.00	99
Lateral aralığı	1	0.067	0.067	0.39	18.51	98.5
Hata (a)	2	0.343	0.172			
Sulama düzeyi	5	6.879	1.376	5.13**	3.10	4.94
Lat. Aralığı xSulama Düz.	5	0.571	0.114	0.43	3.10	4.94
Hata (b)	20	5.364	0.268			
Genel	35	13.977				

Konulardan elde edilen şeker oranları varyans analizi ile değerlendirildiğinde lateral aralığı ile lateral aralığı-sulama suyu miktarı etkileşiminin şeker oranı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ancak sulama suyu miktarının verimi %1 önem düzeyinde etkilediği saptanmıştır. Bunun üzerine Şeker oranları Duncan testine tabi tutulmuş ve yapılan Duncan gruplamasında sulama suyunun az miktarda uygulandığı K₄, K₅ ve K₆

konuları ilk grupta yer alırken en çok sulanan ilk üç konu ise son grupta yer almışlardır.

Su kullanım randımanları

Araştırmada konulardan elde edilen şekerpancarı verimleri, uygulanan sulama suyu miktarları ve su tüketim miktarlarından yararlanılarak konuların su kullanım randımanları (WUE) ile sulama suyu kullanma (IWUE) hesaplanmış ve Çizelge 9'da özetlenmiştir.

Çizelge 9. Deneme konularına ilişkin su ve sulama suyu kullanım randımanları

Konular	L1		L2	
	IWUE, kg-m ³⁻¹	WUE, kg-m ³⁻¹	IWUE, kg-m ³⁻¹	WUE, kg-m ³⁻¹
K ₁	5.38	4.91	5.73	5.19
K ₂	7.11	6.11	7.42	6.39
K ₃	8.87	7.23	8,87	7.24
K ₄	10.81	8.12	10.44	7.80
K ₅	10.69	7.00	13.24	8.52
K ₆	16.39	7.65	15.19	7.16

Deneme konularına dair IWUE ve WUE değerleri irdelendiğinde lateral aralığının söz konusu randımanlar üzerinde etkisinin çok az olduğu ancak sulama suyu miktarının su kullanma ve sulama suyu kullanma randımanları üzerinde oldukça etkili olduğu görülmektedir. Çizelge 8'de verilen değerlere göre IWUE değerleri 5.38 kg-m³⁻¹ ile 16.39 kg-m³⁻¹ arasında değişirken WUE değerleri 4.91 kg-m³⁻¹ ile 8.52 kg-m³⁻¹ arasında değişmiştir. Genellikle sulama suyu miktarı azaldıkça su kullanım randımanları artış göstermiş en yüksek IWUE değeri 16.39 kg-m³⁻¹ ile L1-K₆ konusundan, WUE değeri ise 8.52kg-m³⁻¹ ile L2-K₅ konusundan elde edilmiştir.

Tartışma

Çizelge 5'deki şeker pancarı verimleri değerlendirildiğinde lateral aralığının verimi etkilemediği görülmektedir. Dolayısı ile lateral maliyeti %50 daha düşük olan L2 konuları öne çıkmaktadır. Sulama düzeylerinin verime etkisi irdelendiğinde ise K₂ ve K₃ konuları öne

çıkılmaktadır. Buna göre 6080 kg/da verim ile 90 cm lateral aralığının kullanıldığı ve pan buharlaşmasının 1.25 katının sulama suyu olarak uygulandığı L₂-K₂ konusu önerilebilir. Önerilen konunun sulama suyu gereksinimi 819 mm mevsimlik su tüketimi ise 951 mm'dir. Bu değerler, daha önce aynı bölgede yüzey sulama metodu ile yapılan denemelerden elde edilen değerler ile kıyaslandığında daha düşük çıkmıştır. Ertaş (1984) göllendirmeli tava metodu ile yaptığı çalışmada 1094 mm, Güngör (1984) 841 mm, Madanoğlu (1977) 990 mm sulama suyu gereksinimi bulmuşlardır. Yine benzer iklim koşullarında yüzey sulama metoduna göre yapılan çalışmalarda şeker pancarı için 804-844 mm arası sulama suyu miktarlarının gerektiği bildirilmiştir (Okman,1981, Günbatılı ve Köse, 1978). Aynı bölgede damla sulama ile yürütülen ve toprak nem eksikliğini göz önünde bulunduran çalışmalarda Süheri ve ark. (2007) 912-1123

mm, Topak ve ark. (2011) ise 977 mm sulama suyu uygulamışlardır.

Önceki çalışmalarda genel olarak şeker pancarının su kullanım ihtiyacının 900 mm ile 1250 mm arasında değiştiği bildirilmiştir Okman (1981), Dunham (1993), Hills ve ark. (1990). Özellikle yüzey sulama metotları ile yapılan denemelerde hem sulama suyu gereksinimi, hem de su tüketimi değerleri yüksek bulunmuştur. Aynı bölgede Ertaş (1984) tarafından yürütülen bir çalışmada şeker pancarının su tüketimi 1293 mm olarak belirlenmiştir. Yıldırım (1991)'da benzer iklim koşullarına sahip orta Anadolu'da yürüttüğü çalışmada yüzey sulama ile sulanan şekerpancarının mevsimlik su tüketimini 824 ve 953 mm arasında değiştiğini belirtmiştir. Yıldırım (1990) Orta Anadolu'da damla sulama metodu ile yapılan sulama denemesinde 865 mm su tüketimi olduğunu bildirmiştir. Fabeiro ve ark. (2003) İspanya'da damla sulama metodu kullanılarak yürütmüş olduğu bir çalışmada şekerpancarının mevsimlik su tüketiminin sulama rejimine bağlı olarak 690 ile 897 mm arasında değiştiğini bulmuştur. Katerji ve Mastrorilli (2009)'nin bildirdiğine göre Akdeniz havzasında şeker pancarının su tüketimi toprak bünyesine bağlı olarak 731 mm ile 836 mm arasında değişmektedir.

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça şeker pancarının şeker oranı artış göstermiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda benzer bulgular elde edilmiştir. Topak ve ark. (2011) eksik sulamanın genellikle şekerpancarında şeker içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Bilgin (1992)'nin bildirdiğine göre aşırı sulama şekerpancarı verimini artırırken şeker oranını düşürmektedir. Uçan ve Gençoğlan (2004) farklı düzeylerde sulamanın şeker pancarı verimine ve kalitesine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça şeker oranının düştüğünü belirlemişlerdir. Roberts ve ark. (1981) da şekerpancarında yapılan su kısıntısının şeker oranını artırdığını bildirmişlerdir.

Her iki denemenin IWUE değerleri su kısıntısına bağlı olarak artmış ve genellikle daha az sulanan konulardan daha yüksek IWUE değerleri elde edilmiştir. Howell (2006) da genellikle sulama düzeyi düştükçe IWUE değerinin artış eğiliminde olduğunu ifade etmiştir. WUE değerleri ise Howell (2003)'ün bildirdiği gibi genellikle sulama arttıkça artış eğiliminde olmuştur. Ancak bu artış tüm konular için gerçekleşmemiştir. Fabeiro ve ark. (2003)'da WUE nin maksimum evapotranspirasyonda gerçekleşmediğini,

genellikle az evapotranspirasyondan çok evapotranspirasyona doğru arttığını ifade etmişlerdir.

Bu çalışmadan elde edilen WUE değerleri yapılan bir çok çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermiştir. Cassel Sharmasarkar ve ark. (2001) . WUE nin 9.60 ile 10.60 kg m⁻³ arasında değiştiğini, Topak ve ark. (2011) WUE nin 7.46 to 8.32 kg m⁻³ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yine şeker pancarı sulamasında WUE değerini Sakellariou-Makrantonaki ve ark. (2002) 13.58– 14.75 kg m⁻³, Süheri ve ark. (2007) 6.62–8.40 kg m⁻³, Gonzalez-Dugo ve Mateos (2008) ise 9.70–14.20 kg m⁻³ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Şeker pancarı için belirlenmiş IWUE değerleri ise büyük farklılıklar göstermiştir. Hassanli ve ark (2010) IWUE sulama metoduna bağlı olarak 3.6 ile 9.0 arasında değiştiğini bildirirken, Topak ve ark. (2011) 7.91-11.50 arasında değiştiğini rapor etmekte, Uçan ve Gençoğlan (2004) 2.61 ile 4.68 arasında, Süheri ve ark. (2008) ise 5.88-14.26 arasında farklı değerler aldığını ifade etmişlerdir.

Bu sonuçlara göre damla sulama sistemi ile sulanan şekerpancarında laterallar 90 cm aralıklarla dizayn edilmelidir. Sulamalarda sulama suyu ile ilgili herhangi bir kısıt yok ise açık su yüzeyi buharlaşmasının 1.25 katı kadar su uygulanmalıdır. Su kısıntısı durumunda bu oran 1.00 alınmalıdır. Şeker pancarının damla sulama ile sulanmasında, gerek örtü yüzdesi değerlerinin kullanılmasıyla, gerekse yüksek sulama randımanı sağlanmasıyla yüzey sulamaya göre daha az sulama suyuna gereksinim duyulacağı dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Bilgin, Y., 1992. Ş eker pancarı verim ve kalitesini etkileyen bazı faktörler. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Şeker Enstitüsü seminer notları. Ankara, s: 1–18.
- Cassel, Sharmasarkar F.C., Sharmasarkar, S., Miller S.D., Vance G.F. ve Zhang R., 2001. Assessment of drip and flood irrigation on water and fertilizer use efficiencies for sugar beets. *Agric Water Manage* 46:241–251.
- Clarke, R., 1993. *Water: The International Crisis*. Earthscan Publications Ltd., London 193 p.
- Çetin, Ö. ve Bilgel, L., 2002. Effects of different irrigation methods on shedding and yield of cotton. *Agric Water Manage* 54:1–15.

- Dunham, R.J., 1993. The sugar beet crop: science into practice: water use and irrigation. Chapman & Hall, London, pp 279–309.
- Ertaş, M. R. 1979. Konya Ovası Sulama Şebekesi Sulama Rehberi. TOPRAKSU Genel Md. Konya Bölge TOPRAKSU Araştırma Ens. Md. yayınları, 60/46, Konya
- Ertaş, M.R., 1984. Konya ovası koşullarında sulama suyu miktarında yapılan kısıntının şeker pancarı verimine etkileri. Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Genel Yayın No. 100, Konya, s 34.
- Ertek, A. ve Kanber, R., 1999. Damla sisteminde farklı sulama programlarının pamuk bitkisinin değişik toprak katmanlarındaki su tüketimine ve kök gelişimine etkilerinin belirlenmesi. *Agri. Forestry*, 34, 283-291.
- Fabeiro, C., Santa Olalla, M., Lopez, R. ve Dominguez, A., 2003. Production and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivated under controlled deficit irrigation condition in semi-arid- climate. *Agric Water Manage* 62:215–227.
- Gonzalez-Dugo P.M. ve Mateos, L., 2008. Spectral vegetation indices for benchmarking water productivity of irrigated cotton and sugarbeet crops. *Agric Water Manage* 95:48–58
- Günbatılı, F. ve Köse, C., 1978. Tokat'ta şeker pancarının su tüketimi. Tokat Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No:24, Rapor No:14, Tokat.
- Güngör, H., 1984. Eskişehir koşullarında şekerpancarının kısıntılı su varlığında sulama zamanı ve su tüketimi. Eskişehir Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın no:179, Rapor No:137, Eskişehir.
- Hassanlı, A.M. Ahmadirad, S. ve Beecham S., 2010. Evaluation of the influence of irrigation methods and water quality on sugar beet yield and water use efficiency *Agricultural Water Management* 97 357–362.
- Howell, T.A., 2003. Irrigation efficiency. In: Stewart, B.A., Howell, T.A. (Eds.), *Encyclopedia of Water Science*. Dekker, pp. 467–472.
- Howell, T.A., Cuenca, R.H. ve Solomon, K.H., 1990. Crop yield response. In: Hoffman, et al. (Eds.), *Management of Farm Irrigation Systems*. ASAE, pp. 311–312.
- Howell, T.A., 2006. Challenges in increasing water use efficiency in irrigated agriculture. In: The Proceedings of International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture, 4–8 April 2006, Adana.
- Hills, F.J., Winter, S.R. ve Henderson, D.W. 1990. Sugar beet. In: Stewart BA, Nielsen DR (eds) *Irrigation of Agriculture Crops*. Madison, Wisconsin, USA, pp 795–810.
- James, L.G., 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons, Inc., New York, p. 543.
- Katerji, N. ve Mastrorilli, M., 2009. The effect of soil texture on the water use efficiency of irrigated crops: results of a multi-year experiment carried out in the Mediterranean region. *Euro J Agron* 30:95–100
- Keremane, G.B. ve McKay J.M., 2006. Self-created rules and conflict management process The case of water users associations on Waghad Canal, Maharashtra, India. *International Journal of Water Resources Development*, 22(4): 543–559.
- Korukçu, A. ve Büyükcangaz, H., 2003. Su ve sulama yönetimine bütünsel yaklaşım. 2. Ulusal Su Kongresi, 16-19 Ekim, Kuşadası, İzmir, 19-32
- Kruse, E.G., Bucks, D.A. ve Von Bernuth, R.D., 1990. Comparison of irrigation systems. *Agron. Monogr.* 30, 475–508.
- Madanoğlu, F. K., 1977. Orta Anadolu koşullarında şeker pancarında azot – su ilişkileri ve su tüketimi. Merkez TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No: 50, Rapor Yayın No : 17, Ankara.
- Okman, C., 1981. Ankara şartlarında şeker pancarının su istihlakinin tayini üzerinde bir araştırma, Ankara Ü. Ziraat Fakültesi yayın no: 780, Ankara.
- Özbahçe, A. ve Tarı, A.F., 2010. Effects of different emitter space and water stress on yield and quality of processing tomato under semi-arid climate conditions. *Agric Water Manage* 97:1405–1410.
- Roberts S., Weaver W.H. ve Richards A.W. 1981. Sugar beet response to incremental application of nitrogen with high frequency sprinkler irrigation. *Soil Sci Soc Am J* 45:448–449.
- Scott, R.K. ve Jaggard, K.W., 1993. Crop physiology and agronomy. In: The sugar beet crop: science into practice. (Eds. D.A. Cooke and R.K. Scott). Chapman and Hall, London, 179-233.

- Sakellariou-Makrantonaki Γ., Kalfountzos, D. ve Vyrlas, P., 2002. Water saving and yield increase of sugar beet with subsurface drip irrigation. *Global Nest Int J* 4(2-3):85-91.
- Süheri, S., Topak, R. ve Yavuz, D. 2007. Farklı sulama programlarının şekerpancarının verim ve su kullanım randımanına etkisi. Selçuk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi 21(43):37-45
- Süheri, S., Topak, R. ve Yavuz, D. 2008. Effect of different irrigation regimes applied in different growth stages on root and sugar yield of sugar beet. In: Proceedings of the conference on groundwater and drought in Konya Closed Basin, September 11-12, Konya, Turkey pp 342-354 .
- Tarı, A.F. ve Yazar, A. 2010. Konya-İlgın Ovasındaki bireysel yağmurlama sulama sistemlerinin bazı performans parametreleri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 14(1) s45-56.
- Tekinel, O., Kanber, R. ve Çetin, M., 2000. Su kaynaklarının geliştirme ve kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, Ankara, 231-259.
- Tognetti, R., Palladino, M., Minnocci, A., Defline, S. ve Alvino, A., 2003. The response of sugar beet to drip and low-pressure sprinkler irrigation in Southern Italy. *Agric Water Manage* 60:135-155.
- Topak, R., Süheri S. ve Acar, B., 2011. Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield, quality and water use efficiency in Middle Anatolian, Turkey *Irrig Sci* 29:79-89.
- Topak, R., Süheri, S. ve Acar, B., 2008. Climatic, agricultural drought, irrigation and environment relationships in Konya Basin. In: Proceedings of the Conference on Groundwater and Drought in Konya Closed Basin, September 11-12. Konya, Turkey, pp 67-76.
- Uçan, K. ve Gençoğlu, C., 2004. The effect of water deficit on yield and yield components of sugar beet. *Turk J Agric For* 28:163-172.
- Yıldırım, O., 1990. Sugar beet yields response to surface drip and subsurface irrigation methods. University of Ankara, Publications of Faculty of Agriculture: 1174, scientific research reports: 648, p 16.
- Yıldırım, O., 1991. Ankara koşullarında şekerpancarının su-verim ilişkileri ve su tüketimi: II. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yıllığı 39(1-2):25-31.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotlar. Köy Hiz. Genel. Müd. Yayınları, Genel Yayın No: 121, Ankara, 623 s.