



Kırşehir Koşullarında Şeker Pancarında Uygun Sulama Programı Sultan KIYMAZ^{1*} Ahmet ERTEK²

¹ Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kırşehir-Türkiye

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Isparta-Türkiye

*e-posta: skiyamaz@ahievran.edu.tr

Alındığı tarih (Received): 29.05.2017

Kabul tarihi (Accepted): 21.07.2017

Online Baskı tarihi (Printed Online): 19.12.2017

Yazılı baskı tarihi (Printed): 29.12.2017

Özet: Bu çalışmanın amacı, şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) verim ve kalitesine farklı sulama düzeylerinin etkilerini araştıran iki farklı çalışma sonuçlarını karşılaştırarak, Kırşehir koşullarında şeker pancarı için uygun bir sulama programını ortaya koymaktır. Söz konusu çalışmalar 2012 ve 2013 yıllarında Kırşehir merkezinde bulunan Çukurçayır'da bir çiftçi arazisinde yapılmıştır. Denemeler tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde 3 yinelemeli olarak yürütülmüştür. Her iki denemede de sulama uygulamalarında A sınıfı buharlaşma kabından sulama aralıklarında ölçülen yığılımlı buharlaşma değerlerinden yararlanılmıştır. Birinci çalışmada, iki farklı şeker pancarı çeşidi için (Ç1: Esperanza ve Ç2: Calixta) sulama aralığı 7 gün ve 3 farklı bitki-pan katsayısı (Kcp1: 0.5; Kcp2: 0.75 ve Kcp3: 1.00) kullanılarak sulama programı (S1, S2 ve S3) oluşturulmuştur. İkinci çalışmada ise; sulama program aynı kalmak şartıyla, tek bir pancar çeşidinde 4 farklı azot düzeyi (N1:30 kg ha⁻¹; N2:40 kg ha⁻¹; N3:50 kg ha⁻¹; ve N4: 60 kg ha⁻¹) ile deneme yürütülmüştür. İlk çalışmada en düşük ve en yüksek verim ve bitki su tüketimi değerleri her iki yılda da Kcp1 ve Kcp3 konularında gerçekleşmiştir. 2012'de en yüksek ve en düşük verim değerleri, S3Ç1 (85.38 t ha⁻¹) ve S2Ç2 (75.10 t ha⁻¹) konularından elde edildi. 2013'de ise en yüksek ve en düşük verim değerleri, S3Ç1 (66.13 t ha⁻¹) ve S2Ç2 (47.57 t ha⁻¹) konularından elde edildi. Ç2 konuları üzerine sulama programlarının önemli bir etkisi olmazken, Ç1 konularında sulama programları şeker oranı, şeker verimi ve diğer parametreleri önemli düzeyde etkilemiştir. Bu çalışmada, ekonomik verim ve kalite dikkate alındığında benzer iklim ve toprak koşulları için S1Ç1 konusunun önerilebileceği belirlenmiştir. İkinci çalışmada ise en yüksek su kullanım randımanı (WUE), sulama suyu kullanım randımanları (IWUE), en kaliteli parametreler (sodyum, potasyum ve zararlı azot içeriği) ve ekonomik kök pancar verimi S1N1 (Kcp1:0.5 ve N1: 30 kg ha⁻¹) konularından elde edilmiştir. Her iki çalışma sonucu incelendiğinde, şeker pancarı sulama programında Kcp1:0.5 bitki-pan katsayısının en ekonomik verim ve kalite için önemli olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Bitki-pan katsayısı, gübreleme, sulama, su sulanım randımanı, şeker pancarı

" Bu çalışma Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: ZRT.E2.17.034".

Appropriate Irrigation Scheduling for Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) in Kırşehir Conditions

Abstract: The aim of this study is to compare the results of two different studies investigating the effects of different levels of irrigation on yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and to propose a suitable irrigation program for sugar beet in Kırşehir conditions. These studies were carried out in a farmer's field in Çukurçayır in the center of Kırşehir in 2012 and 2013. Experiments were performed in randomized blocks split-plot design with three replications. In both experiments, irrigation scheduling utilized by using Class-A pan evaporation method within irrigation intervals. In the first study, treatments consisted of one irrigation interval (7 days); the two sugar beet varieties (C1: Esperanza and C2: Calixta) and three different irrigation levels (I1, I2, and I3) adjusted according to the Class-A pan evaporation using three different plant-pan coefficients (Kcp1: 0.5; Kcp2: 0.75; and Kcp3:1.00). In the second study; treatments consisted one sugar beet variety (C1: Isella) four nitrogen fertilizer levels (N1: 30kg ha⁻¹; N2: 40 kg ha⁻¹; N3: 50kg ha⁻¹; and N4: 60 kg ha⁻¹) based on the same irrigation program. In the first study, the lowest and the highest values of irrigation water and plant water consumption (Et) were observed in the I1 and I3 treatments in both years, respectively. In 2012, the lowest and the highest root yields were observed in the I3C1 (85.38 t ha⁻¹) and I2C2 (75.10 t ha⁻¹) treatments. In the second experimental year, the lowest and the highest root yields were achieved with the I3C1 (66.13 t ha⁻¹) and I1C2 (47.57 t ha⁻¹) treatments, respectively. The impact on the examined parameters of irrigation programs in the C2 treatment had not significant. On the other hand, in the C1 treatment of irrigation programs had a significant effect on sugar rate, sugar yield, and other parameters. If the economic yield and quality are desired, the I1C1 treatment can be

suggested for sugar beet production under the similar soil and climatic conditions. In the second study; the highest WUE and IWUE values, the best quality parameters (Na, K, and alpha-amino nitrogen), and economic sugar beet root yield was determined in the treatment of I1N1 (Kcp1: 0.5 and 30 kg ha⁻¹ of N). When both study results are examined, it can be said that Kcp1: 0.5 plant-pan coefficient in sugar beet irrigation program is most important for economic yield and quality.

Keywords: Fertilization, irrigation, sugar beet, plant-pan coefficient, water use efficiency

1. Giriş

Günümüzde su kaynaklarının büyük bir bölümü tarımsal üretimde kullanılmaktadır. Tarımda suyun bilinçli bir şekilde kullanılması, başta toprak ve su olmak üzere doğal kaynakların sürdürülebilirliğinde etkili olduğu gibi, gelecek nesillerin tarıma dayalı gereksinimlerinin karşılanması ve gıda güvenliğinin sağlanmasında da önemli bir yere sahiptir (Köksal, 2006). İnsan yaşamının her döneminde çok önemli bir temel besin maddesi olan şeker ülkemizde şeker pancarından üretilmektedir. Şeker pancarı dekar başına yüksek verim ve gelir getirmektedir. Şeker pancarının bir diğer yönü de çok yüksek, önemli bir ön bitki etkisine sahip olmasıdır. Bu yönüyle de toprak verimliliğinin yükselmesini dolayısıyla diğer kültür bitkilerinin veriminin artmasını sağlar. Şeker pancarı su ihtiyacı fazla olan bir bitkidir. Ekimden hasat dönemine kadar belirli aralık ve miktarlarda suya ihtiyaç duyulmaktadır. Damla sulama yöntemiyle sulama yapılan tarım alanlarından alınan ürünlerde verim artışlarının yüksek olması yanında, kalite artışlarına bağlı alınan prim ödemelerinin artması, gübre kullanımındaki azalış, hastalıklarda azalmalara bağlı olarak az ilaç tüketiminin üreticiye kar olarak

kalması ve en önemlisi kısıtlı olan su kaynaklarının diğer yöntemlere göre çok daha az kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Şekerpancarı tüm yetiştirme sezonu boyunca hem de belirli yetiştirme devrelerinde yapılacak kısıntılı sulamaya oldukça uygun bir bitkidir. Şekerpancarının farklı gelişme dönemlerinde yapılacak olan su kısıntısı, en düşük verim kaybı oluşturacak sulama seçeneklerinin elde edilmesine yardımcı olacaktır (Kırda, 2002).

Ayrıca ülkemiz ekonomisine katkısı ve bölge çiftçisinin kalkınması göz önüne alındığında bölgede çok fazla su tüketen şekerpancarı tarımının daraltılması zordur. Bu nedenle şekerpancarı tarımında suyun verimli kullanılması, şekerpancarı üretiminin azaltılmasına neden olmadan kullanılan suyun azaltılması Kırşehir ilimizde sulu tarımın sürdürülmesi için hayati bir zorunluluktur.

Bu çalışmada, şeker pancarının (Beta vulgaris L.) verim ve kalitesine farklı sulama düzeylerinin etkilerini araştıran iki farklı çalışma sonuçlarını karşılaştırarak, Kırşehir koşullarında şeker pancarı için uygun bir sulama programını ortaya koymak amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Araştırma, Kırşehir merkezinde bulunan Çukurçayır'da bir çiftçi arazisinde 2012 ve 2013 yıllarında yürütülmüştür. Anılan alanın denizden ortalama yüksekliği 1017 m olup 36° 42'-39° 16' K, 31° 14'-34° 26' D enlem ve boylamlarında yer almaktadır. Araştırma materyali olarak Kırşehir ilinde çiftçilerin yaygın olarak kullandıkları İsellâ, Esperanza ve Calixta pancar tohumu çeşitleri kullanılmıştır. Kırşehir Şeker A.Ş.'nin ekim programı göz önüne alınarak, pancar tohumu yürütüldüğü deneme alanı topraklarının 0-90 cm derinlikte 30 cm'lik katmanlara göre toprağın ortalama hacim ağırlığı 1.3 g/cm³, ağırlık esasına

birinci yıl 14 Nisan 2012, ikinci yıl 2 Nisan 2013 tarihlerinde 5 sıralı mekanik pancar mibzeri ile 1.5 cm-2.0 cm derinliğe ekilmiştir. Sıra üzeri 20 cm, sıra arası 45 cm olup ve parsel boyutları 2.25 m x 9 m ve her bir parselde 5 sıra yer alacak şekilde düzenlenmiş ve denemeler tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde 3 yinelemeli olarak yürütülmüştür.

Deneme alanının toprakları killi tınlı ve kumlu killi tınlı yapıya sahiptir. Araştırmanın göre tarla kapasitesinin nem içeriği % 26.0-29.6 ve solma noktasının ise % 13. 7-15.0, pH'ı 7.52-

7.61, kireç içeriği %53.89-61.07, organik madde içeriği % 1.10-1.99 arasında değişmektedir.

Sulama suyu, deneme alanı içinde bulunan sulama kuyusundan motopomp yardımı ile sulama sistemine verilmiş ve damla sulama yöntemiyle parsellere uygulanmıştır. Denemede kullanılan sulama suyu kalite sınıfı C3S1'dir (Kiyamaz ve Ertek 2015a, 2015b).

Thorntwait'in iklim sınıflandırmasına göre, Kırşehir yarı kurak iklim özelliğine sahiptir. Uzun yıllar ortalama iklim verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 11.4 °C, toplam yıllık yağış 384.4 mm'dir. Araştırma yıllarındaki ortalama aylık sıcaklık değerleri uzun yıllık değerlere yakın gerçekleşirken, ortalama aylık yağış değerleri ise uzun yıllık değerlere göre daha düşük gerçekleşmiştir.

Toprak analiz sonuçlarına göre; ekim öncesi kompoze gübre (12N-30P-12K) ve azot gübresinden sırasıyla hektara 50 kg ve 160 kg uygulanmıştır. Geri kalan azot, amonyum sülfat (%21 N) formunda hektara 50 kg olarak 28 Haziran ve 25 Temmuz aylarında damla sulama ile verilmiştir.

Sulama suyu miktarının belirlenmesinde A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Bu amaçla seçilen bitki-pan katsayıları (Kcp1: 0.50, Kcp2: 0.75 ve Kcp3: 1.00) ve (7 günlük sulama aralığında) birikimli buharlaşma değerleri ve parsel alanları dikkate alınarak gerekli sulama suyu miktarı aşağıda verilen Eşitlik 1 yardımıyla belirlenmiştir (Kanber, 1984; Ertek, 2011).

$$I = A \times Epan \times Kcp \quad (1)$$

Eşitlikte; I: sulama suyu (litre); A: parsel alanı (m²); Epan: sulama aralığındaki yığışlı buharlaşma (mm); Kcp, bitki pan katsayısını ifade etmektedir. İlk sulamada, 90 cm toprak derinliğindeki su miktarı tarla kapasitesine dek sulama suyu uygulanmıştır. Sonraki sulamalar programlı olarak yapılmıştır. Birinci çalışmada, iki farklı şeker pancarı çeşidi için (Ç1: Esperanza ve Ç2: Calixta) sulama aralığı 7 gün ve 3 farklı bitki-pan katsayısı (Kcp1: 0.5; Kcp2: 0.75 ve Kcp3: 1.00) kullanılarak sulama program

Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde 3 yinelemeli olarak yürütülmüş olan denemeden elde edilen veriler, SAS

oluşturulmuştur. İkinci çalışmada ise sulama programı diğer çalışmayla aynı olup, tek bir pancar çeşidinde (Isella) 4 farklı azot düzeyi (N1:30 kg ha-1; N2:40 kg ha-1; N3:50 kg ha-1 ve N4: 60 kg ha-1) ile deneme yürütülmüştür.

Bitki su tüketiminin belirlenmesinde, James (1988) tarafından verilen su dengesi eşitliği (2) kullanılmıştır;

$$ET = I + R + Cr - Dp - Rf - \square S \quad (2)$$

Eşitlikte; Et: Bitki su tüketimi (mm); I: sulama suyu (mm); R: yağış (mm); Cr: Kılcal yükseliş (mm); Dp: Derine süzülme kayıpları (mm); Rf: yüzey akış kayıpları (mm); $\square S$: toprak profilindeki nem değişimini (mm) ifade etmektedir. Sulama suyu damla sulama yöntemiyle verildiği için yüzey akış (Rf) dikkate alınmamıştır.

Denemede ele alınan konuların verim ve verim öğeleri üzerindeki etkileri, varyans analizi, su kullanma randımanları ve su-üretim fonksiyonlarının çözümü ile irdelenmeye çalışılmıştır. Su kullanma randımanları (WUE) ve sulama suyu kullanma randımanı (IWUE) Howell ve ark. (1990)'da verilen esaslara göre belirlenmiştir. Su-verim ilişkilerin saptanmasında Stewart ve ark. (1977) ve Doorenbos ve Kassam (1986) tarafından verilen esaslardan yararlanılmıştır.

Hasat zamanı her bir parselin iki tarafından birer sıra ile her sıranın baştan ve sondan 0.40 m'lik kısmı değerlendirme dışı bırakılmıştır. Böylece kenar tesir etkileri çıkarıldıktan sonra geriye kalan 1.35 m x 8.2 m boyutlarındaki 11.07 m²'lik bir alan hasat edilerek değerlendirmeye alınmıştır. Hasat birinci yıl 10 Ekim 2012, ikinci yıl 1 Ekim 2013 tarihlerinde el ile yapılmıştır. Her parselden 70'şer tane şekerpancarı yumrusu çuvallara konularak, şekerpancarındaki potasyum, sodyum, zararlı amonyum, kuru madde, şeker varlığı, artırılmış şeker varlığı ve artırılmış şeker verimi analizlerinin yapılması için Ankara Şeker Enstitüsüne gönderilmiştir.

istatistiksel paket programı kullanılarak varyans analiz (ANOVA) yapılmış ve ortalamalar Duncan (Duncan's Multiple Range Test) testine göre

karşılaştırılmıştır. Farklı grupların belirlenmesinde % 5 ve % 1 olasılık düzeyleri kullanılmıştır (Steel ve Torrie, 1980).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Sulama suyu ve bitki su tüketimi

Denemede, konulara göre uygulanan sulama suyu miktarları, sulama tarihleri, toplam sulama ve yağış miktarları Çizelge 1'de verilmiştir. Denemenin ilk yılında 20 Haziran'da sulama başlamış ve 20 Ekim 2012'te bitirilmiştir. İkinci yıl ise 20 Haziran'da başlamış ve 19 Ekim'de

sona ermiştir. Birinci ve ikinci yılda bitkiler 7 günde bir olmak üzere toplam 14 kez sulanmıştır. En düşük ve en yüksek sulama suyu ve bitki su tüketim değerleri, S50 ve S100 konularında sırasıyla gözlenmiştir. 2012'de toplam uygulanan sulama suyu miktarı 353.95 mm ile 610.85 mm arasında değişmekte iken, 2013 yılında 361.06 ile 613.56 mm arasında değişmektedir. Bitki su tüketim değerleri artan sulama seviyeleri ile artmıştır. İkinci yılda yetiştirme süresi boyunca düşen yağış miktarı ilk yıla göre daha azdır.

Çizelge 1. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları

Tab 1. Amounts of irrigation water applied to the treatments

Tarih	2012-Konular			Tarih	2013-Konular		
	S _{0,50}	S _{0,75}	S _{1,00}		S _{0,50}	S _{0,75}	S _{1,00}
20/06/2012	97.05*	97.05	97.05	20/06/2013	108.56*	108.56	108.56
27/06/2012	11.4	17.1	22.8	27/06/2013	23	34.5	46
05/07/2012	16.5	24.75	33	04/07/2013	21	31.5	42
12/07/2012	22.5	33.75	45	11/07/2013	26	39	52
19/07/2012	21.5	32.25	43	18/07/2013	19	28.5	38
26/07/2012	26	39	52	25/07/2013	21	31.5	42
02/08/2012	22.5	33.75	45	01/08/2013	25	37.5	50
09/08/2012	18.5	27.75	37	06/08/2013	18.5	27.5	37
16/08/2012	19	28.5	38	15/08/2013	24.5	36.75	49
23/08/2012	21	31.5	42	22/08/2013	20	30	40
30/08/2012	21	31.5	42	29/08/2013	16	24	32
06/09/2012	16	24	32	05/09/2013	11	16.5	22
13/09/2012	17	25.5	34	12/09/2013	14	21	28
20/09/2012	24	36	48	19/09/2013	13.5	20.25	27
12/12/2012	Hasat			01/12/2013	Hasat		
Toplam sulama, mm	353.95	482.4	610.85		361.06	487.31	613.56
Toplam yağış, mm	132.6	132.6	132.6		91.5	91.5	91.5

* İlk sulamada, 90 cm toprak derinliğindeki mevcut toprak nemi tarla kapasitesine dek sulama suyu uygulanmıştır.

Çizelge 2'de birinci çalışmadan elde edilen şekerpancarı verimi, uygulanan sulama suyu miktarı, bitki su tüketimi, sulama suyu kullanım randımanı (IWUE), su kullanım randımanı (WUE) ve bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (Irc) değerleri verilmiştir. 2012'de en yüksek verim ortalaması 85.73 ton ha⁻¹ S2Ç1 konusundan elde edilmiştir, bunu S3Ç1 ve S3Ç2 konuları sırasıyla 85.38 ile 82.37 ton ha⁻¹ olarak takip etmiştir; minimum verim ise S2Ç2 konusundan (75.10 ton ha⁻¹) elde edilmiştir. 2013'te, birinci yıla benzer bir şekilde, maksimum verim S3Ç1 konusundan (66.13 ton ha⁻¹) elde edilmiştir, bunu S1Ç1 ve S2Ç1 konuları sırasıyla 63.87 ton ha⁻¹ ve 62.93 ton ha⁻¹, olarak takip etmiştir. Minimum verim ise denemenin ikinci yılında S1Ç2

konusundan 47.57 ton ha⁻¹ elde edilmiştir. İlk yıl en yüksek IWUE değeri 0.138 ton ha⁻¹ mm⁻¹ S1Ç1 konusundan ve en düşük IWUE değerini ise S3Ç2 konusundan (0.090 ton ha⁻¹ mm⁻¹) elde edilmiştir. İkinci yılda bu değer 0.103 ton ha⁻¹ mm⁻¹ S1Ç1 konusundan ve 0.061 ton ha⁻¹ mm⁻¹ S3Ç2 konusundan elde edilmiştir. İlk yıl, en düşük WUE değerleri 0.135 ton ha⁻¹ mm⁻¹ ile S3Ç2 konusunda, en yüksek 0.231 ton ha⁻¹ mm⁻¹ ile S1N1 konusunda gözlenmiştir; ikinci yılda en düşük 0.088 ton ha⁻¹ mm⁻¹ S3Ç2 konusunda, en yüksek 0.180 ton ha⁻¹ mm⁻¹ ile S1Ç1 konusunda gözlenmiştir. IWUE ve WUE değerleri uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak değişmiştir.

İlk yıl Irc değeri, %54.5 (S1Ç2) ile % 67.8 (S3Ç1) arasında değişir. İkinci yılda, ilk yıla

benzer bir şekilde I_{rc} değeri %56.9 ve %70.1 arasında S1Ç2 ve S3Ç1 konularında değişim göstermiştir. Bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (I_{rc}) uygulanan su seviyesi arttıkça artmıştır ve Ç1 konusunda en yüksek gerçekleşmiştir. Konuların verim ve su kullanım randıman değerleri dikkate alındığında, en iyi su kullanımı ve en yüksek

verim değerleri Ç1 konusundan elde edilmiştir. Sonuç olarak, Ç1 ekimi benzer iklim ve toprak koşullarında su tasarrufu açısından en iyi çeşittir. S1Ç1 konusundan birim sudan en yüksek verim elde edilmiştir ve bölgede su sıkıntısının olduğu yerde en uygun sulama konusu olarak önerilebilir.

Çizelge 2. Deneme konularının su ve verim parametrelerine ilişkin değerler

Table 2. The values related to water and yield parameters of the treatments

Yıllar	Konular	I_r mm	ET mm	Verim ton ha ⁻¹	WUE ton ha ⁻¹ mm ⁻¹	IWUE ton ha ⁻¹ mm ⁻¹	I_{rc} %
2012	S ₁ Ç ₁	353.95	592.2	81.93	0.231	0.138	59.8
	S ₁ Ç ₂	353.95	650.0	77.02	0.218	0.118	54.5
	S ₂ Ç ₁	482.40	745.9	85.73	0.178	0.115	64.7
	S ₂ Ç ₂	482.40	788.8	75.10	0.156	0.095	61.3
	S ₃ Ç ₁	610.85	900.5	85.38	0.140	0.095	67.8
	S ₃ Ç ₂	610.85	919.4	82.37	0.135	0.090	66.4
2013	S ₁ Ç ₁	361.1	617.4	63.87	0.180	0.103	57.3
	S ₁ Ç ₂	361.1	622.6	47.57	0.134	0.076	56.9
	S ₂ Ç ₁	487.3	731.8	62.93	0.130	0.086	65.9
	S ₂ Ç ₂	487.3	749.4	53.75	0.111	0.072	64.4
	S ₃ Ç ₁	613.6	871.6	66.13	0.108	0.076	70.1
	S ₃ Ç ₂	613.6	887.7	53.77	0.088	0.061	68.8

Çizelge 3’de ise ikinci çalışmadan elde edilen şekerpancarı verimi, uygulanan sulama suyu miktarı, bitki su tüketimi, sulama suyu kullanım randımanı (IWUE), su kullanım randımanı (WUE) ve bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (I_{rc}) değerleri verilmiştir. 2012’de en yüksek verim ortalaması 91.15 ton ha⁻¹ S3N3 konusundan elde edilmiştir, bunu S2N4 ve S1N1 konuları sırasıyla 81.48 ile 80.76 ton ha⁻¹ olarak takip etmiştir; minimum verim ise S2N1 konusundan (55.96 ton ha⁻¹) elde edilmiştir. 2013’te, birinci yıla benzer bir şekilde, maksimum verim S3N1 konusundan (72.42 ton ha⁻¹) elde edilmiştir, bunu S3N3 ve S3N2 konuları sırasıyla 71.91 ton ha⁻¹ ve 69.38 ton ha⁻¹, olarak takip etmiştir. Minimum verim ise denemenin ikinci yılında S1N4

konusundan 58.18 ton ha⁻¹ elde edilmiştir. İlk yıl en yüksek IWUE değeri 0.190 ton ha⁻¹ mm⁻¹ S1N2 konusundan ve en düşük IWUE değerini ise S3N4 konusundan (0.080 ton ha⁻¹ mm⁻¹) elde edilmiştir. İkinci yılda bu değer 0.190 ton ha⁻¹ mm S1N2 konusundan ve 0.110 ton ha⁻¹ mm⁻¹ konusundan elde edilmiştir. İlk yıl, en düşük WUE değerleri 0.074 ton ha⁻¹ mm⁻¹ ile S3N1 konusundan, en yüksek 0.130 ton ha⁻¹ mm⁻¹ ile S1N1 konusundan gözlenmiştir; ikinci yılda en düşük 0.117 ton ha⁻¹ mm⁻¹ S3N3 konusundan, en yüksek 0.117 ton ha⁻¹ mm⁻¹ ile S1N1 konusundan gözlenmiştir. Her iki IWUE ve WUE değerleri uygulanan sulama suyu miktarına göre değişmektedir.

Çizelge 3. Deneme konularının su ve verim parametrelerine ilişkin değerler
Table 3. The values related to water and yield parameters of the treatments

Yıllar	Konular	I _r mm	ET mm	N kg ha ⁻¹	Verim ton ha ⁻¹	WUE ton ha ⁻¹ mm ⁻¹	IWUE ton ha ⁻¹ mm ⁻¹	I _c %
2012	S ₁ N ₁	353.95	622.5	30	80.76	0.130	0.228	56.9
	S ₁ N ₂	353.95	636.8	40	76.76	0.121	0.217	55.6
	S ₁ N ₃	353.95	645.9	50	78.00	0.121	0.220	54.8
	S ₁ N ₄	353.95	656.0	60	79.72	0.122	0.225	54.0
	S ₂ N ₁	482.40	682.0	30	55.96	0.082	0.116	70.7
	S ₂ N ₂	482.40	700.1	40	69.33	0.099	0.144	68.9
	S ₂ N ₃	482.40	711.8	50	76.27	0.107	0.158	67.8
	S ₂ N ₄	482.40	728.0	60	81.48	0.112	0.169	66.3
	S ₃ N ₁	610.85	839.0	30	62.24	0.074	0.102	72.8
	S ₃ N ₂	610.85	850.0	40	80.46	0.095	0.132	71.9
	S ₃ N ₃	610.85	861.0	50	91.15	0.106	0.149	70.9
	S ₃ N ₄	610.85	873.7	60	73.80	0.084	0.121	69.9
2013	S ₁ N ₁	361.06	572.0	30	67.06	0.117	0.186	63.1
	S ₁ N ₂	361.06	588.9	40	68.47	0.116	0.190	61.3
	S ₁ N ₃	361.06	600.1	50	64.95	0.108	0.180	60.2
	S ₁ N ₄	361.06	615.0	60	58.18	0.095	0.161	58.7
	S ₂ N ₁	487.31	668.0	30	64.05	0.096	0.131	73.0
	S ₂ N ₂	487.31	680.5	40	62.24	0.091	0.128	71.6
	S ₂ N ₃	487.31	691.6	50	66.60	0.096	0.137	70.5
	S ₂ N ₄	487.31	702.0	60	68.99	0.098	0.142	69.4
	S ₃ N ₁	487.31	800.5	30	72.42	0.090	0.159	76.6
	S ₃ N ₂	613.56	820.0	40	69.38	0.085	0.113	74.8
	S ₃ N ₃	613.56	821.0	50	71.91	0.088	0.117	74.7
	S ₃ N ₄	613.56	844.6	60	67.39	0.080	0.110	72.6

Çizelge 4. Konulardaki verim ve kalite parametrelerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Table 4. Results of the variance analysis of yield and quality parameters in different treatments

Yıllar	Konular	SÇ	Verim (ton ha ⁻¹)	Şeker oranı (%)	Aritılmış şeker oranı (%)	Aritılmış şeker verimi (ton ha ⁻¹)
2012	S ₁	Ç ₁	81.93a öd	15.44b*	12.54b*	10.28a öd
		Ç ₂	77.02a	16.72b	13.75a	10.57a
	S ₂	Ç ₁	85.73a	15.29b	12.31b	10.62a
		Ç ₂	75.10a	16.79a	13.65a	10.25a
	S ₃	Ç ₁	85.37a	15.43b	12.31b	10.40a
		Ç ₂	82.37a	17.43a	14.09a	11.59a
	Sulama Düzeyi	S ₁	79.48a öd	16.09a öd	13.15a öd	10.42a öd
		S ₂	80.42a	16.04a	12.98a	10.43a
		S ₃	83.87a	16.43a	13.19a	11.00a
	ŞekerpancarıÇeşitleri	Ç ₁	84.34a öd	15.39b***	12.39b***	10.44a öd
		Ç ₂	78.16a	16.98a	13.83a	10.81a
	V.K (%)			9.41	2.92	3.13
2013	S ₁	Ç ₁	63.87a*	16.08bc	13.12ab*	8.38a*
		Ç ₂	47.57b	16.95a	13.73a	6.53b
	S ₂	Ç ₁	62.93a	15.72cd	12.72bc	8.02a
		Ç ₂	53.75b	17.04a	13.87a	7.47ab
	S ₃	Ç ₁	66.13a	15.19d	12.10c	7.99a
		Ç ₂	53.76b	16.92ab	13.81a	7.40ab
	Sulama Düzeyi	S ₁	55.72a öd	16.51a öd	13.43a öd	7.46a
		S ₂	58.34a	16.38a	13.30a	7.74a
		S ₃	59.95a***	16.06a	12.95a	7.70a
	ŞekerpancarıÇeşitleri	Ç ₁	64.31a***	15.67b***	12.65b***	8.13a**
		Ç ₂	51.69b	16.97a	13.80a	7.13b
	V.K (%)			7.37	2.82	3.13

*: önemli P < 0.05. **: önemli P < 0.01. ***: önemli P < 0.001. öd: önemli değil

V.K: Varyasyon katsayısı (%), SÇ: Şekerpancarı çeşitleri, Ç1: Esperanza, Ç2: Calixa

İlk yıl Irc değeri, %54 (S1N4) ile %72.8 (S3N1) arasında değişir. İkinci yılda, ilk yıla benzer bir şekilde Irc değeri %58.7 ve %76.6 arasında S1N4 ve S3N1 konularında değişim göstermiştir. Irc en az azot ve sulama uygulama düzeylerinde en yüksek olarak gerçekleşmiştir. Bu değerler uygulanan azot seviyelerinin artmasıyla azalmaktadır. Konuların verim ve su kullanım randımanları dikkate alındığında, ekonomik verime ulaşmak için en uygun su ve azot düzeyleri S1N1 konularıdır. Şahin ve ark. (2014) sulama suyu kullanım randımanının en düşük sulama koşullarında en yüksek olduğunu çalışmasında bildirmiştir.

Denemede incelenen parametrelere ilişkin birinci çalışmanın varyans analizi sonuçları Çizelge 4'de gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, ilk yıl çeşit ve verim üzerinde uygulanan sulama düzeylerinin etkisi önemsiz bulunmuştur. İkinci yılda çeşit ve interaksiyon %1 ve %5 düzeyinde etkili olduğu belirlenirken, sulama düzeylerinin etkisi önemsiz bulunmuştur.

Şeker oranı üzerinde çeşit ve interaksiyon etkileri %1 ve %5 düzeyinde etkili olduğu belirlenirken, sulama düzeylerinin etkisi önemsiz bulunmuştur. Şeker oranı ilk yıl %15.29 (S2Ç1) ile %17.43 (S3Ç2) arasında değişmektedir. İkinci yılda ise bu oran %15.19 (S3Ç1) ile %17.04 (S2Ç2) arasında değişmektedir. Her iki yıldada en yüksek şeker oranı Ç2 çeşidinde belirlenmiştir. Su sitresi ile şeker oranının arttığını benzer konularda yapılan çalışmalarda desteklemiştir Uçan ve Gençoglan (2004); Baigy ve ark. (2012); Tsialtas ve Maslaris (2013). Her iki yılda artırılmış şeker oranı üzerinde etkileri %1 ve %5 düzeyinde etkili olduğu belirlenirken, sulama düzeylerinin etkisi önemsiz bulunmuştur. Artırılmış şeker oranı ilk yıl %12.31 (S2Ç1 ve S3Ç1) ile %14.09 (S3Ç2) arasında değişmektedir. İkinci yılda ise bu oran %12.10 (S3Ç1) ile %13.87 (S2Ç2) arasında değişmektedir. Birinci yılda artırılmış şeker verimi üzerinde çeşit ve interaksiyon etkileri önemsiz bulunmuştur. İkinci yılda artırılmış şeker verimi üzerinde çeşit ve interaksiyon etkileri %1 ve %5 düzeyinde etkili olduğu belirlenirken, sulama

düzeylerinin etkisi önemsiz bulunmuştur. İlk yılda artırılmış şeker verimi 10.25 ton ha⁻¹ (S2Ç2) ile 11.59 ton ha⁻¹ (S3Ç2) arasında değişmektedir. İkinci yılda ise bu oran 6.53 ton ha⁻¹ (S1Ç2) ile 8.38 ton ha⁻¹ (S1Ç1) arasında değişmektedir. Çalışmamızdaki artırılmış şeker verimi Çakmakçı ve Oral (1998) ile Okut ve Yıldırım (2004)'ün yürütmüş olduğu çalışmalardakinden daha yüksek elde edilmiştir. Bu durumun nedenleri arasında farklı ekim zamanları, çıkış hızları, sulama ve gübreleme seviyeleri ve iklim koşulları gelebilir.

İkinci çalışmanın varyans analizi sonuçları Çizelge 5'de gösterilmiştir. Şeker oranı üzerine ilk yıl sadece uygulanan azot düzeylerinin %5 düzeyinde önemli etkisi olduğu belirlenmişken, diğer uygulamaların etkisi önemsiz çıkmıştır. İkinci yılda uygulamaların hiçbir önemli etkisinin olmadığı belirlenmiştir. İlk yıl dikkate alındığında N1 düzeyindeki gübre uygulamasının uygun olduğu, gübre düzeyinin artmasının şeker oranına etkisi olmadığı sonucuna varılabilir. Şeker oranı ilk yıl %15.71 (S1N4) ile %17.31 (S3N1) arasında değişmektedir. İkinci yılda ise bu oran %15.35 (S2N4) ile %17.35 (S3N3) arasında değişmektedir. İlk yılda artırılmış şeker oranı üzerinde interaksiyon etkileri (sulama x azot) ve azot seviyeleri %5 düzeyinde önemli olduğu ancak sulama suyunun etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir. İkinci yıl sulama, azot düzeyleri ve interaksiyon etkileri önemsiz bulunmuştur. Artırılmış şeker oranı ilk yıl %12.71 (S3N2) ile %14.66 (S3N1) arasında değişmektedir. İkinci yılda ise bu oran %12.69 (S2N4) ile %14.39 (S3N3) arasında değişmektedir. Her iki yılda artırılmış şeker verimi üzerinde sulama ve azot düzeyleri ve interaksiyon (sulama x azot) etkilerinin önemli olmadığı belirlenmiştir. İlk yılda artırılmış şeker verimi 10.96 ton ha⁻¹ (S1N3) ile %14.51 ton ha⁻¹ (S1N1) arasında değişmektedir. İkinci yılda ise bu oran 9.56 ton ha⁻¹ (S2N2) ile 13.13 ton ha⁻¹ (S3N3) arasında değişmektedir. Çalışmamızdaki artırılmış şeker verimi değerleri Abyaneh ve ark.(2012) tarafından yürütülen araştırma bulguları ile benzer sonuçlar bulunmuştur.

Çizelge 5. Konulardaki verim ve kalite parametrelerine ilişkin varyans analiz sonuçları**Table 5.** Results of the variance analysis of yield and quality parameters in different treatments

Konular	AD	Verim (ton ha ⁻¹)	Şeker oranı (%)	Artılmış şeker oranı (%)	Artılmış şeker verimi (ton ha ⁻¹)	
2012	S ₁	N ₁	80.76b**	16.93öd	14.27a*	11.52öd
		N ₂	76.76bc	16.96	14.43a	11.08
		N ₃	78.00b	16.37	13.75a	10.72
		N ₄	79.72b	15.71	13.02a	10.38
	S ₂	N ₁	55.96e	16.95	14.35a	8.03
		N ₂	69.33cd	16.20	13.61a	9.44
		N ₃	76.27bc	16.91	14.39a	10.98
		N ₄	81.48b	16.21	13.38a	10.90
	S ₃	N ₁	62.24de	17.31	14.86a	9.25
		N ₂	80.46b	15.74	12.95b	10.42
		N ₃	91.15a	15.87	13.06b	11.91
		N ₄	73.80bc	16.46	13.63ab	10.06
	Sulama Düzeyi	S ₁	78.81a***	16.49öd	13.87öd	10.93öd
		S ₂	70.76b	16.57	13.94	9.86
		S ₃	76.91a	16.35	13.63	10.48
	Azot Düzeyi	N ₁	66.32c**	17.06a*	14.49a*	9.61öd
		N ₂	75.51b	16.30b	13.66b	10.32
		N ₃	81.81a	16.38b	13.73b	11.23
		N ₄	78.34ab	16.13b	13.35b	10.46
	V.K (%)		6.20	4.49	5.42	16.32
2013	S ₁	N ₁	67.06bcd**	16.23öd	13.48öd	9.04öd
		N ₂	68.47abcd	16.83	14.33	9.81
		N ₃	64.95cde	16.85	14.21	9.23
		N ₄	58.18f	16.32	13.61	7.92
	S ₂	N ₁	64.05de	16.41	13.79	8.83
		N ₂	62.24ef	15.99	13.26	8.25
		N ₃	66.60cde	16.86	14.10	9.39
		N ₄	68.99abcd	15.35	12.76	8.80
	S ₃	N ₁	72.42a	15.55	12.92	9.36
		N ₂	69.38abc	16.89	14.23	9.88
		N ₃	71.91ab	17.20	14.53	10.45
		N ₄	67.39abcd	16.83	13.99	9.43
	Sulama Düzeyi	I ₁	64.66b***	16.56öd	13.91öd	8.99öd
		I ₂	65.36b	16.15	13.48	8.81
		I ₃	70.27a	16.62	13.92	9.78
	Azot Düzeyi	N ₁	67.84a**	16.06öd	13.40	9.09
		N ₂	66.55ab	16.57	13.94	9.28
		N ₃	67.82a	16.97	14.28	9.69
		N ₄	64.85b	16.16	13.25	8.59
	V.K (%)		8.0	5.57	6.41	12.81

*: önemli $P < 0.05$. **: önemli $P < 0.01$. ***: önemli $P < 0.001$. öd: önemli değil

V.K: Varyasyon katsayısı; AD: Azot Düzeyi

İlk çalışmada en düşük ve en yüksek verim ve bitki su tüketimi değerleri her iki yılda da Kçp1 ve Kçp3 konularında gerçekleşmiştir. 2012'de en yüksek ve en düşük verim değerleri, S3Ç1 (85.38 ton ha⁻¹) ve S2Ç2 (75.10 ton ha⁻¹) konularından elde edildi. 2013'de ise en yüksek ve en düşük verim değerleri, S3Ç1 (66.13 ton ha⁻¹) ve S2Ç2 (47.57 ton ha⁻¹) konularından elde edildi. Ç2 konuları üzerine sulama programlarının

önemli bir etkisi olmazken, Ç1 konularında sulama programları şeker oranı, şeker verimi ve diğer parametreleri önemli düzeyde etkilemiştir. Bu çalışmada, ekonomik verim ve kalite dikkate alındığında benzer iklim ve toprak koşulları için S1Ç1 konusunun önerilebileceği belirlenmiştir.

İkinci çalışmada ise en yüksek su kullanım randımanı (WUE), sulama suyu kullanım randımanları (IWUE), en kaliteli parametreler

(sodyum, potasyum ve zararlı azot içeriği) ve ekonomik kök pancar verimi S1N1 (Kcp1:0.5 ve N1: 30 kg ha-1) konularından elde edilmiştir. Her iki çalışma sonucu incelendiğinde, şeker pancarı sulama programında Kcp1:0.5 bitki-pan katsayısının en ekonomik verim ve kalite için önemli olduğu söylenebilir.

Kaynaklar

- Abyaneh, HZ, Farrokhi E, Bayat M and Varkeshi, MA (2012). Determining water demand and effect of its variations on some quantitative and qualitative traits of sugar beet product J. Sugar Beet, 27 (2):21-27.
- Baigy MJ, Sahebi FG, Pourkhiz I, Asgari A and Ejlali F (2012). Effect of deficit-irrigation management on components and yield of sugar beet. Agronomy and Plant Production. 3:781-787.
- Çakmakçı R, Oral E (1998). Seyreltmeli ve seyretmesiz şekerpancarı tarımında farklı tarla çıkışlarının verim ve kaliteye etkisi. Turk. J. Agric. For., 22:451-461.
- Doorenbos J, Kassam, AH (1986). Yield Response to Water. Irrigation and Drainage Paper No: 33 FAO, Rome, 193 p.
- Ertek, A (2011). Importance of pan evaporation for irrigation scheduling and proper use of crop-pan coefficient (Kcp), crop coefficient (Kc) and pan coefficient (Kp). AJAR, 6(32): 6706-6718.
- Howell TA, Cuenca RH and Solomon KH (1990). Crop Yield Response. Management of Farm Irrigation Systems (Ed. Hoffman et al.). ASAE. 311- 312 s.
- James LG (1988). Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons. Inc. Newyork. 543 p.
- Kanber R (1984). Çukurova Koşullarında Açık Su Yüzeyi Buharlaşmasından Yararlanarak Birinci ve İkinci Ürün Yerfistüğünün Sulanması. Bölge Toprakusu Arşt. Enst. Yay. No: 114 (64). Tarsus. 93 s.
- Kırda C (2002). Deficit Irrigation Scheduling Based on Plant Growth Stages Showing Water Stres Tolerance. Deficit Irrigation Practices. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 3 – 10.
- Kiyamaz S, Ertek A (2015a). Yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) at different water and nitrogen levels under the climatic conditions of Kirsehir, Turkey. Agricultural Water Manegement (AGWAT),158:156-165.
- Kiyamaz S, Ertek A, 2(015b). Water use and yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under drip irrigation at different water regimes. Agricultural Water Management 158:225-234.
- Köksal ES (2006). Sulama Suyu Düzeylerinin Şekerpancarının Verim, Kalite ve Fizyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin İnfrared Termometre ve Spektrometre ile Belirlenmesi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.s.112. Ankara.
- Okut N, Yıldırım B (2004). The Effects of Planting Time and Species on Yield, Yield Components and Quality of Sugar Beet (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) in Van Condition. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım

- Bilimleri Dergisi, 14 (2):149-158. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/yyutbd/issue/21996/236170>
- Steel RGD, Torrie, JH (1980). Principles and Procedures of Statistics, second ed. McGraw-Hill, New York.
- Stewart JI, Danielson RE, Hanks RJ, Jackson EB. vd. (1977). Optimizing Crop Production Through Control of Water and Salinity Levels in the Soil. Utah Water Res. Lab. Publ. No: PRWG 151-1. Logan. 191p.
- 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, Chil. J. Agric. Res. 74 (3): 302-310.
- Tsialtas JT, Maslarisb N (2013). Nitrogen effects on yield, quality and K/Na selectivity of sugar beets grown on clays under semi-arid, irrigated conditions. International Journal of Plant Production 7 (3):355-372.
- Uçan K, Gencoglan, C (2004). The effect of water deficit on yield and yield components of sugar beet. Turk J Agric For. 28:163-172.