

SULAMA ZAMANI PLANLAMA YÖNTEMLERİNİN ŞEKER PANCARI YAPRAK VERİMİNE ETKİSİ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

Abdurrahim KORUKÇU*
A. Nejat EVSAHİBİOĞLU**

ÖZET

Bu araştırmada, farklı sulama zamanı planlama yöntemlerinin şeker pancarı yaprak verimi üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Ankara Merkez TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü sulu tarım alanlarında, 1980 ve 1981 bitki gelişme süreleri boyunca yürütülen denemelerde üç farklı sulama zamanı planlama yöntemi uygulanmıştır. Araştırma sonuçları, şeker pancarında yaprak verimi yönünden Nötron-Ölçüm yöntemi ile sulama zamanı planlamasının, Jensen-Haise ve Christiansen-Hargreaves yöntemlerine göre önemli düzeyde üstünlük sağladığını göstermiştir. Ancak Jensen-Haise ve Christiansen-Hargreaves yöntemleri arasında önemli bir farklılık saptanamamıştır. Uygulanan her üç sulama zamanı planlama yönteminde de şahit bırakılan ve sulanmayan (kuru) muameleye göre, istatistiksel yönden, önemli düzeyde yüksek şeker pancarı yaprak verimi elde edilmiştir. Sudan yararlanma oranları yönünden, Jensen-Haise yöntemi diğer yöntemlere göre önemli düzeyde üstünlük göstermiştir.

SUMMARY

A Study on Effects of Irrigation Scheduling Methods on Sugar Beets Leaf Yields

The aim of this study was to investigate the effects of different irrigation scheduling methods upon sugar beets leaf yields. The research was conducted at the experiment fields of the Central Topraksu Research Enstitute during the growth periods of the years 1980 and 1981. Three different irrigation scheduling methods were applied. Experiment results showed that irrigation scheduling with Neutron-probe method has overcome Jensen-Haise and Christiansen-Hargreaves irrigation scheduling methods in terms of sugar beets leaf yields. From the water - use efficiency point of view, Jensen-Haise method has been dominant over the others.

* Doç. Dr.; Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi

** Dr.; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü Araştırma Görevlisi.

GİRİŞ

Sulama, bitkisel üretim girdilerinin etkinliğini artıran ve bu biçimi ile çağdaş tarımda yüksek verimliliğin ayrılmaz parçası olan bir üretim öğesidir (Korukçu 1980). Sulama ile bitkisel üretimde artış sağlayabilmek, iyi bir zaman planlaması ile gerçekleştirilebilir. Sulama zamanının planlanması ise sulama aralıklarının ve her sulamada uygulanacak su miktarının saptanması olarak tanımlanmaktadır (Hiler ve ark. 1971).

Sulamada bitki su tüketimini etkileyen öğeler, yıllar içerisinde önemli ölçüde değişiklik göstermektedirler. Sulama zamanları ve sulamalarda uygulanacak su miktarlarının bu değişime uygun olacak biçimde düzenlenmesi gerekmektedir. Zaman planlaması gözönüne alınmaksızın yapılan sulamalar geç yada yetersiz sulama ile erken yada aşırı sulama gibi iki nedenle bitkilere zararlı olabilmektedir (Franzoy ve Tankersley 1970). Uygun bir sulama zamanı planlaması, özellikle su kaynaklarının kısıtlı olduğu yörelerde değer kazanmakta ve bu yolla verim ile su-kullanım randımanında önemli artışlar sağlanmaktadır (Hiler ve ark. 1971). Bu nedenle, şeker pancarı gibi ekonomik önemi bulunan bitkiler için zaman planlaması konusunda yapılacak araştırmaların yararı belirgin bir durum almaktadır.

Ülkemizde şeker pancarı üretimi 1978 yılında 9.700.000 ton'a yükselmiştir. Bu değer yıllık ortalama % 6.4 oranında bir artışla 1983 yılında 13.200.000 ton'a ulaşacağı varsayılmaktadır (Anonymous 1979).

Şeker pancarında kök veriminin artışına paralel olarak baş ve yaprak verimi de artmaktadır. Bu nedenle, ülkemiz şeker pancarı ekim alanlarından pancar kök verimi yanında önemli düzeyde pancar baş ve yaprak verimi de elde edilmektedir.

Şeker pancarı yapraklarının önceleri toprağa karıştırılarak gübre olarak değerlendirildiği bilinmektedir. Sonradan, yaprakların hayvan yemi biçiminde kullanılmasının daha yararlı olacağı anlaşılmıştır. Bunun nedeni, hasat edilen şeker pancarı yapraklarının pancarın baş kısmı ile birlikte kökten ayrılmış olmasıdır. Az miktarda pancar başı içeren bu yaprakların besin değeri, gübre olarak kullanma değerinden 5-6 kat daha fazla olmaktadır. Ayrıca bu yapraklar, içerdikleri kuru, azotlu maddeler ve özellikle karotin nedeniyle küspeye oranla daha besleyicidir. Bir ton taze yaprak (başı ile birlikte) 110 kg. arpanın yem değerine eşit olmaktadır. (Akıltepe ve ark. 1964).

Almanya ve bazı Avrupa ülkelerinde pancar verimi yada buna yakın miktarlarda pancar yaprak ve baş verimi elde edilmesine karşın, ülkemizde bu değer oldukça düşük düzeydedir. Şeker Fabrikaları Bölge Şefliklerinin 1960 yılı etüd sonuçlarına göre, ülkemizde şeker pancarı baş ve yaprak veriminin kök verimine oranı, farklı bölgeler için % 15,89 ile % 52,03 arasında değişmektedir (Akıltepe ve ark. 1964).

Bu araştırmada, farklı sulama zamanı planlama yöntemlerinin şeker pancarı yaprak (baş ile birlikte) verimi üzerindeki etkilerinin saptanması amaçlanmıştır. Araştırmada uygulanan sulama zamanı planlama yöntemlerinden ikisi su tüketiminin tahminine dayalı olup, üçüncüsü topraktaki su düzeyinin doğrudan ölçümü ilkesini esas almaktadır. Denemeler Ankara TOPRAKSU Merkez Araştırma Enstitüsü sulu tarım alanlarında, 1980 ve 1981 yılları bitki gelişme sürelerinde tamamlanmıştır.

LİTERATÜR ÖZETİ

Araştırmaya ilişkin literatür, sulama zamanı planlamasında uygulanan yöntemlere göre gözden geçirilmiştir.

Mederski (1961), bitkilerin kökleri ile aldıkları ve terleme ile kaybettikleri oransal su miktarlarının, onların çevre ile ilişkilerini yansıtan iç su dengelerini belirtmektedir. Araştırmacıya göre, bu dengenin kolayca belirlenebilmesi durumunda bitkideki su gerilimi sulama zamanının planlanması amacıyla kullanılabilir.

Morton ve Watson (1948), şeker pancarı bitkisinde su eksikliğinin, yaprak ayası alanı ve sap uzunlukları üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğunu göstermişlerdir.

Bauman (1955), şeker pancarı bitkisi ile yaptığı denemelerde, sulamaları, yaprak hücre özsularının ozmotik potansiyel değerlerine göre düzenlenmiştir. Araştırmacı verimle ozmotik potansiyel değerleri arasında ters bir ilişki bulmuştur.

Stegman ve Bauer (1977), şeker pancarı bitkisinin yaprak ksilem basınçları ile verim arasındaki ilişkiyi incelemişler ve basınç değerleri - 15 ile - 21 Bar'a ulaştığında verimin, gerilimsiz koşullara göre % 10-60 oranında azaldığını saptamışlardır. Araştırma sonucunda, yaprak ksilem basınçlarına göre bir sulama zamanı planlama yaklaşımı geliştirilmiştir.

Erie ve French (1968), suyun kısıtlı olduğu alanlarda, şeker pancarı bitkisinin sulama zamanları ile bu sulamalarda uygulanacak su miktarlarını saptamayı amaçlamışlardır. Araştırmadan elde edilen bulgular, toprağın ilk 90 cm. lik bölümünde kullanılabilir nemin % 70'i tüketildiğinde yapılan sulamaların en ekonomik sulama uygulaması olduğunu göstermiştir.

Madanoğlu (1977), şeker pancarında sulamaların, çimlenmeden hasada kadar olan dönemde, topraktaki kullanılabilir nem düzeyinin % 30'una düştüğünde yapılmasının uygun olacağını belirtmektedir. Bu durumda şeker pancarı yaprak verimi 2536 kg/da ile en yüksek değeri almaktadır. Araştırmacı ayrıca, Orta Anadolu koşullarında şeker pancarının ortalama 18-20 günde bir kez olmak üzere toplam 10 kez sulanması gerektiğini belirtmektedir.

Haddock (1959), şeker pancarı bitkisinde yaptığı çalışmalar sonucunda, 30 cm. toprak derinliğine yerleştirilen tansiyometre okumalarının kumlu topraklarda 0.5 Bar, tınlı topraklarda 0.8 Bar ve killi topraklarda 2.0 Bar değerine ulaşması halinde sulama zamanının geldiğini saptamıştır.

Pruitt ve Jensen (1955), şeker pancarı bitkisinin sulama zamanlarının planlanması yönünden buharlaşma kapları kullanımının oldukça iyi sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.

Jensen (1969), iklim, toprak ve bitki etmenlerini gözönüne alarak geliştirdiği bilgisayar programını, şeker pancarının sulama zamanlarının planlamasında uygulamıştır. Araştırma sonuçları, tansiyometrelerle yapılacak bir zaman planlaması ile karşılaştırılabilecek düzeyde olumlu bulunmuştur.

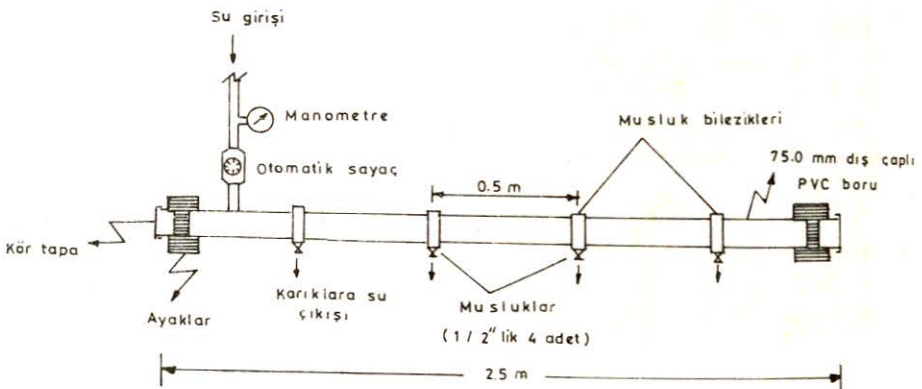
MATERYAL ve METOD

Araştırma Yeri: Araştırma, 30°53' N enlemi ve 32°45'E boylamı üzerinde ve denizden 924.30 m. yükseklikte yeralan Ankara TOPRAKSU Merkez Araştırma Enstitüsü sulu tarım deneme alanlarında kurulmuştur.

İklim Özellikleri: Ankara karasal iklim özelliklerine sahiptir. Bu nedenle yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk geçmektedir. Ankara Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü meteorolojik gözlem istasyonunda 1963-1970 döneminde yıllık ortalama sıcaklık 11.5°C , ortalama yağış 395.1 mm ve nisbi nem ortalaması % 59 olarak saptanmıştır (Anonymous 1974).

Toprak Özellikleri: Kahverengi toprak grubu içerisinde yer alan Araştırma alanı topraklarında bünye genellikle kildir. Derin ve erozyon derecesi hafif toprak grubu içerisinde (Madanoğlu 1977).

Sulama Suyu: Sulama suyu, enstitüde kurulu bulunan yağmurlama sistemine ilişkin gömülü ana boru hattındaki dağıtma bacalarından sağlanmıştır. Dağıtma bacalarından alınan su, 75 mm. dış çaplı polietilen borular yardımı ile deneme alanına getirilmiştir. Su iletim hattı üzerinde dağıtma bacasından hemen sonra, su basıncındaki ani artışların zararlarını önlemek amacı ile bir emniyet sübabı ve su basıncını ölçmek amacı ile bir manometre yerleştirilmiştir. Deneme alanına getirilen sulama suyu, burada her biri iki deneme blok'una hizmet edecek 1.0 inç çapındaki iki ayrı yağmurlama yükselticisi ile aynı çaptaki polietilen hortumlara iletilmiştir. Hortumlar, iki ayrı tarla başı musluklu borusuna bağlanmıştır. Sulama suyu, bu musluklu borular yardımı ile parsellere verilmiştir. Musluklar 75 mm. dış çaplı PVC borudan yapılmıştır. Borunun bir ucu tapa ile kapatılmış, diğer ucundan su girişi sağlanmıştır. Giriş üzerine, su basıncını denetlemek amacı ile bir manometre ve verilecek su miktarını belirlemek için otomatik bir su sayacı yerleştirilmiştir. Musluklar boru üzerinde şeker pancarı sıra aralığına uygun olacak biçimde, 50 cm. aralıklı dizilmiştir. Denemelerde, her iki musluklu boru iki ayrı bloktaki parsellere hizmet edecek biçimde paralel çalıştırılmış ve deneme alanına ortalama 2.4 L/s su verilmiştir. Şekil: 1'de denemelerde kullanılan tarla başı musluklu borusu gösterilmiştir.



Şekil: 1
Tarla Başı Musluklu Borusu

Kullanılan Şeker Pancarı Tohumunun Özellikleri: Araştırmada, Şeker Şirketi'nden sağlanan ve diğer çeşitler arasında en yüksek kök ve şeker verimine sahip Türkşeker-1 çeşidi kullanılmıştır (Tiryaki 1976).

Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizleri: Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri ile verimlilik analizleri ile bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır.

Verimlilik analizleri için alınan bozulmuş toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda, şeker pancarı bitkisine verilmesi gereken gübrenin çeşit ve miktarı saptanmıştır.

Sulama Suyu Örneklerinin Alınması ve Analizleri: Araştırmada kullanılacak sulama suyunun niteliklerini belirlemek amacı ile tarla başı dağıtma bacalarından sulama suyu örnekleri alınmış ve analizleri yapılmıştır (Ayyıldız 1976).

Şeker Pancarı Kök Gelişiminin İzlenmesi: Deneme Parsellerinin sulanmasında ıslatılacak toprak derinliklerinin saptanması amacı ile araştırma alanı topraklarında şeker pancarı bitkisinin kök gelişimi, Weaver (1926)'da verilen esaslara göre kök parselinde kazma yöntemi ile izlenmiştir.

Nötron-Ölçüm Aracının Ayarlanması: Araştırmada uygulanan deneme konularından birisi de Nötron-Ölçüm yöntemi ile sulama zamanının planlanmasıdır. Bu yöntemin uygulanmasında yararlanılan nötron-ölçüm aracına ilişkin ayar eğrisi, Goldberg ve ark. (1976)'da verilen esaslara göre çıkarılmıştır. Topraktaki nem düzeylerinin hacim esasına göre saptanmasında bu eğriden yararlanılmıştır.

Tarla Başı Musluklu Borularının Ayarlanması: Denemelerde, parsellere istenilen miktar ve veride su uygulanmasında kullanılan tarla başı musluklu boruları, deneysel hataları ortadan kaldırmak amacı ile Sönmez ve Balaban (1968)'daki ilkeler doğrultusunda, musluklu boru üzerindeki herbir çıkış ağzından alınan su verdileri, farklı basınç değerlerinde eşit olacak biçimde ayarlanmıştır. Basınç değerlerine karşılık, verdi değerleri logaritmik kağıt üzerinde işaretlenerek, tarla başı musluklu borularına ilişkin ayar eğrisi oluşturulmuştur.

Sulamalarda genellikle her çıkış ağzından 0.3 L/s verdi alınmıştır. Bu veriyi sağlamak için, dağıtma bacası vanası yardımı ile manometre basınç değeri 1.8 kg/cm² değerinde tutulmuş ve sulamalar süresince manometre gözlenerek basıncın değişmemesi sağlanmıştır.

Denemenin Tertibi: Araştırma alanının topografik durumu gözönüne alınarak deneme, tesadüf blokları biçiminde tertiplenmiştir. Denemede uygulanan dört farklı muamele dörder tekerrürlü olarak denenmiştir (Düzgüneş 1963).

Deneme parselleri 4.0 x 8.0 m boyutlarında yapılmıştır.

Deneme muameleleri, sulama zamanı planlamasında yararlanılan farklı yöntemlerdir. Muameleler, A, B, C ve D harfleri ile simgelenirilmiş olan, aşağıdaki yöntemleri belirtmektedir:

A muamelesi: Jensen-Haise yöntemi ile sulama zamanının planlaması,

B muamelesi: Christiansen-Hargreaves yöntemi ile sulama zamanının planlanması,

C muamelesi: Nötron-Ölçüm yöntemi ile sulama zamanının planlanması,

D muamelesi: Sulanmayan şahit parsellerdir. Bu parsellerdeki şeker pancarı bitkisi, yağışlar ve toprakta kış yağışlarından depolanmış nemden yararlanma yolu ile gelişmeye bırakılmıştır.

Tablo: 1

Araştırma Yıllarında Şeker Pancarı Ekim ve Hasat Tarihleri

Araştırma Yılları	Ekim Tarihi	Hasat Tarihi
1980	28/4	11/10
1981	21/4	3/10

Deneme yeri topraklarının verimlilik analizi sonuçlarına göre gerekli olan gübrelere, ekim sırasında verilmiştir.

Şeker pancarına ilişkin, tekleme, çapalama ve tarımsal mücadele gibi diğer işlemler Akıltepe ve ark. (1964)'de verilen esaslara göre yürütülmüştür.

Şeker pancarı, Tablo: 1'de verilen tarihlerde, parsel kenarlarından kenar etkisini önlemek amacı ile bırakılan alan dışında 3.0 x 5.0 m. boyutlarında kalan parsel alanlarında hasat edilmiştir. Hasatta her parseldeki yeşil aksam (baş ve yaprak) ağırlıkları ayrı ayrı tartılarak saptanmıştır.

Sulama zamanlarının Planlanmasında uygulanan yöntemler (Deneme muameleleri) sırasıyla aşağıda açıklanmıştır:

1. Jensen-Haise Yöntemi (A Muamelesi):

Jensen ve Haise (1963) tarafından birlikte geliştirilen yöntemin esası, güneş radyasyonu ile potansiyel su tüketimi arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. İlişki;

$$E_{tp} = C_T (T - T_x) R_s / 58.5 \quad (1)$$

eşitliği ile verilmektedir. Eşitlikte, E_{tp} = Potansiyel su tüketimi (mm/gün), C_T = Sıcaklık katsayısı, T = Günlük Ortalama sıcaklık ($^{\circ}C$), T_x = ilişkiye ait eğrinin sıcaklık eksenini kestiği nokta ($^{\circ}C$), R_s = Güneş radyasyonu ($Cal/cm^2/gün$) değerlerini göstermektedir. Eşitlikteki C_T ve T_x değerleri;

$$C_T = \frac{1}{C_1 + C_2 \cdot C_H} \quad (2)$$

$$T_x = -2,5 \quad 0,14 (e_2 - e_1) - \frac{Kot (m)}{550} \quad (3)$$

eşitlikleri ile verilmiştir. Eşitliklerdeki katsayılar;

$$C_1 = 38 - \left(2 \times \frac{kot (m)}{305} \right) \quad (4)$$

$$C_2 = 7.6$$

$$C_H = \frac{50 mb}{e_2 - e_1} \quad (5)$$

biçiminde tanımlanmıştır. Eşitliklerde e_2 = Günlük ortalama en yüksek sıcaklık derecesinde doymuş buhar basıncı (mb) ve e_1 = Günlük ortalama en düşük sıcaklık derecesinde doymuş buhar basıncı (mb) değerlerini göstermektedir. Doymuş buhar

basıncı değerleri Jensen (1973)'de verilmiştir. Günlük ortalama sıcaklık (T) ve güneş radyasyonu (R_s) değerleri, deneme yeri yakınındaki meteorolojik gözlem istasyonundan sağlanmıştır.

Araştırma yıllarında, bitki gelişme süresi içinde bu yolla günlük olarak hesaplanan potansiyel su tüketimi değerleri Jensen (1973)'de verilen şeker pancarına ilişkin bitki katsayıları ile çarpılarak, günlük su tüketimleri tahmin edilmiştir. Tahmin edilen su tüketimi;

$$E_t = K_{CO} \cdot E_{tp}$$

eşitliği ile verilmiştir. Eşitlikte, E_t = Tahmin edilen su tüketimi (mm/gün), K_{CO} = Bitki katsayısı, E_{tp} = Potansiyel su tüketimi (mm/gün) değerlerini göstermektedir.

Tablo: 2'de şeker pancarına ilişkin bitki katsayıları verilmiştir.

Tablo: 2
Şeker Pancarının Gelişme Dönemlerine İlişkin Bitki Katsayıları
 K_{CO} (Jensen 1973)

Şeker pancarı gelişme dönemleri (Ekimden etkin örtü durumuna kadar geçen sürenin yüzdesi olarak)									
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0.10	0.13	0.20	0.30	0.41	0.53	0.65	0.76	0.85	0.91

(Etkin örtü durumundan hasada kadar geçen sürenin yüzdesi olarak)									
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

Günlük olarak tahmin edilen bitki su tüketimi değerlerinden yararlanarak şeker pancarının sulama zamanlarının planlanması Glenn (1969)'da verilen esaslara göre nem sayım yöntemi ile yapılmıştır. Yöntemin uygulanmasında, bitki gelişme süresinin her ayı için düzenlenen nem kayıt çizelgelerinden yararlanılmıştır. Günlük bitki su tüketimlerinden gün sonundaki nem düzeyi Salcedo ve Meier (1971)'de verilen esaslara göre toprak nem dengesi modeli ile sağlanmıştır. Model;

$$S_{ijt} = S_{ijt-1} - U_{ijt} + R_t + I_t - P_{jt} \quad (7)$$

eşitliği ile verilmektedir. Eşitlikte; S_{ijt} = t günü sonunda, j toprak katmasında i bitkisi için depolanmış su miktarı (mm.),

S_{ijt-1} = t-1 günü sonunda depolanmış su miktarı (mm),

U_{ijt} = t gününde, j katmasında i bitkisine ilişkin su tüketimi (mm),

R_t = t günündeki yağış miktarı (mm), t gününde uygulanan sulama suyu miktarı,

P_{jt} = t gününde, j katmanındaki derine sızma kayıpları (mm),

değerlerini göstermektedir. Sulamalarda, tarla kapasitesi üzerinde su uygulanmadığı için derine sızma kayıpları, $P_{jt} = 0$ olarak alınmıştır.

2. Christiansen- Hargraves Yöntemi (B Muamelesi):

Christiansen ve Hargraves (1969) tarafından geliştirilen yöntem, Class A kabından oluşan buharlaşma miktarlarından yararlanarak potansiyel su tüketiminin hesaplanmasını esas almaktadır. Yöntemde potansiyel su tüketimi;

$$E_{tp} = 0.755 \cdot E_v \cdot C_{T2} \cdot C_{W2} \cdot C_{H2} \cdot C_{S2} \quad (8)$$

eşitliği ile verilmektedir. Eşitlikte, E_{tp} = Potansiyel su tüketimi (mm/gün), E_v = Class A kabından oluşan buharlaşma (mm/gün), C_{T2} = sıcaklık katsayısı, C_{W2} = Rüzgar katsayısı, C_{H2} = Nem katsayısı, C_{S2} = Güneşlenme katsayısı değerlerini göstermektedir. Bu değerlerden;

$$C_{T2} = 0.862 + 0.179 (T_c/T_{co}) - 0.041 (T_c/T_{co})^2 \quad (9)$$

T_c = Günlük ortalama sıcaklık ($^{\circ}C$), $T_{co} = 20^{\circ}C$,

$$C_{W2} = 1.189 - 0.240 (W/W_o) + 0.051 (W/W_o)^2 \quad (10)$$

W = Günlük ortalama rüzgar hızı (km/h/2m), $W_o = 6,7$ km/h,

$$C_{H2} = 0.499 + 0.620 (Hm/hmo) - 0.119 (Hm/Hmo)^2 \quad (11)$$

Hm = Günlük ortalama nisbi nem (%), $Hmo = 0,60$,

$$C_{S2} = 0.904 + 0.08 (S/S_o) + 0.088 (S/S_o)^2 \quad (12)$$

S = Günlük olası güneşlenme oranı (%), $S_o = 0.80$ ve

$$S = \frac{\text{Günlük gerçek güneşlenme süresi (h)}}{\text{Ortalama gün uzunluğu (h)}} \quad (13)$$

biçiminde verilmektedir. Saptanan günlük potansiyel su tüketimi değerlerinden şeker pancarı su tüketimleri Tablo: 2'de verilen katsayılar ile tahmin edilmiştir. Bu değerlere göre sulama zamanlarının planlanması, yukarıda verilen esaslara göre yapılmıştır.

3. Nötron-Ölçüm Yöntemi (C Muamelesi):

Nötron-ölçüm yöntemi ile şeker pancarının sulama zamanlarının planlanması Gear ve ark. (1977)'deki ilkelere göre grafiksel biçimde yapılmıştır. Bu amaçla nötron ölçüm arası ile 2-3 günde bir kez ve ayrıca her sulamadan önce ve sulamalardan 24 saat sonra düzenli bir biçimde topraktaki nem düzeyleri ölçülmüştür. Ölçülen değerler, şeker pancarı kök gelişimine göre grafiksel biçimde kaydedilmiştir. Nem düzeyi, köklerin içinde bulunduğu katmana ilişkin kullanılabilir nemin % 50'sine düştüğünde sulama yapılmış ve tarla kapasitesine yükseltecek derinlikte su uygulanmıştır.

Nötron-ölçüm yöntemi ile sulama zamanlarının planlanmasında şeker pancarı su tüketimi, tarla parsellerinde nem değişiminin kontrolü ilkesine göre yapılmış ve su bütçesi eşitliği ile hesaplanmıştır (Okman 1969).

$$E_t = S_s + Y_f \mp AT_s$$

eşitlikte, E_t = mevsimlik bitki su tüketimi (mm), Y_f = Etkili yağış miktarı (mm), S_s = Toplam sulama suyu miktarı (mm), AT_s = Bitkinin topraktaki nemden kullandığı miktar (mm) değerlerini göstermektedir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Toprak ve Su Örneklerine İlişkin Analiz Sonuçları: Araştırma alanı topraklarının bünyesi 0-120 cm. derinlik için kildir.

Hacim ağırlığı değerleri, farklı toprak katmanları için 1.31-1.50 gr/cm³ arasında değişmektedir. Üst katmana ilişkin hacim ağırlığı değerlerinin düşük oluşu üst katmanın işlenerek kabartılmasından kaynaklanmıştır.

Özgül ağırlık değerlerinin alt katmanlara doğru artışı, organik madde miktarının alt katmanlara doğru azalması ile açıklanabilir.

Deneme yeri topraklarının porozite değerleri % 44-52 ve toprak pH değerleri 7.3-7.5 arasında bulunmuştur. pH değerleri şeker pancarı gelişimi yönünden uygun düzeydedir.

Sulama suyu C₃S₁ sınıfında ve tuzluluk yönünden yüksek olmasına karşın, şeker pancarının tuza dayanıklı olması nedeniyle sulamada herhangi bir sorun oluşmamıştır.

Şeker pancarı kök gelişimi, ilk dönemlerde toprak bünyesinin ağır oluşu nedeniyle yavaş olmuş, ancak Mayıs ayından başlayarak düzenli bir biçimde artmıştır.

Sulama Zamanlarının Planlanması Sonuçları: Jensen-Haise ve Christiansen-Hargreaves yöntemleri ile şeker pancarı bitkisinin sulama zamanlarının planlanmasında kullanılan nem kayıt çizelgelerine ve 1980 yılı bitki gelişme süresinin ilk üç ayına ilişkin örnekler, sırası ile Tablo: 3 ve 4'de verilmiştir.

Nötron-Ölçüm yöntemi ile grafiksel olarak şeker pancarı bitkisinin sulama zamanlarının planlanması, 1980 yılı bitki gelişme süresi için Şekil 3'de gösterilmiştir.

A Muamelesinde 1980 yılı bitki gelişme süresinde, çimlendirme sulaması ile birlikte toplam 7 kez sulama yapılmış ve bu sulamalarda 429.0 mm. sulama suyu verilmiştir. Aynı muameleye ilişkin 1981 yılı değerleri, sırası ile, 6 kez ve 431.2 mm dir. Sulama aralıkları 1980 yılı için 11-23 gün ve 1981 yılı için 14-30 gün arasında değişmektedir.

B Muamelesinde 1980 yılında 7 kez sulama yapılmış ve 483.7 mm. sulama suyu verilmiştir. Bu durumda sulama aralıkları 12-23 gün olmuştur. 1981 yılında ise 7 kez sulama yapılmış ve 15-29 gün aralıklarla toplam 502.1 mm. sulama suyu uygulanmıştır.

C Muamelesinde 1980 ve 1981 bitki gelişme sürelerinde sulama sayıları, sulama suyu miktarları ve sulama aralıkları, sırası ile, 10'ar kez, 715.3 ve 704.5 mm, 9-16 ve 11-18 gün olmuştur.

Farklı muameleler arasında, sulama suyu miktarları, sulama aralıkları ve sulama sayıları yönünden oluşan farklılıklar, bu muamelelerde yararlanılan farklı potansiyel su tüketimi eşitliklerinde değişik iklim etmenleri kullanılmasından ve bu eşitliklerin geliştirildiği bölge koşulları ile deneme yeri koşulları arasındaki olası farklı-

lıktan kaynaklanmıştır. Aynı muamelenin farklı yıllarda gösterdiği farklılıklar ise iklim etmenlerinin araştırma yıllarındaki değişiminden ortaya çıkmıştır.

Hasat Sonuçları: Araştırma yıllarında deneme muamelelerinden elde edilen yaprak (baş ile birlikte) verimi değerleri, her parsel ve dekara düşen verim değerleri olarak, Tablo: 5'de ve bu değerlere ilişkin varyans analiz sonuçları da Tablo: 6'da verilmiştir.

Varyans analiz sonuçları (Tablo: 6) incelendiğinde muameleler ve araştırma yılları arasında % 1 düzeyinde istatistiksel yönden önemli farklılıkların bulunduğu anlaşılmaktadır. Muameleler arasındaki bu farklılıklar, kullanılan sulama zamanı planlama yöntemleri ile uygulanan toplam sulama suyu miktarları arasındaki farklılıktan kaynaklanmıştır. Söz konusu farklılığın hangi gruplar arasında bulunduğunu saptamak amacı ile muamele parsellerinden elde edilen ortalama yaprak verimi değerleri Duncan'ın asgari önemli değişim genişliği yöntemine göre karşılaştırılmıştır (Düzgüneş 1975). Sonuçlar Tablo: 7 ve Tablo: 8'de verilmiştir. Tablo 8 incelendiğinde, D ile tüm muameleler arasında ve C ile diğer muameleler arasında % 1 düzeyinde istatistiksel yönden önemli farklılıklar saptanmıştır. A ile B muameleleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Buradan, C muamelesinin şeker pancarı yaprak verimi yönünden diğer muamelelere göre önemli ölçüde üstünlük sağladığı söylenebilir (Tablo: 7).

Araştırma yılları arasında % 1 düzeyindeki istatistiksel farklılığın (Tablo: 8), bitki gelişimini etkileyen çevre faktörlerinin araştırma yıllarına göre değişiklik göstermesinden kaynaklandığı söylenebilir. Bulunan sonuç, Okman (1969)'da şeker pancarı kök verimi için bulunan sonuçla uygunluk göstermektedir.

Sudan Yararlanma Oranı Sonuçları: Bitkinin sudan yararlanma oranı, literatürde elde edilen verimin uygulanan su miktarına oranı olarak belirtilmektedir (Hiler ve ark. 1971).

Araştırma yıllarında sulama zamanı planlama yöntemlerinin sudan yararlanma oranları yönünden gösterdikleri farklılıkları saptamak amacı ile, yöntemlere ilişkin A, B ve C deneme parsellerinden elde edilen yaprak verimleri kg/dekar birimine çevrilerek gelişme süresinde sözkonusu parsellere mm olarak uygulanan toplam su miktarlarına bölünmüş ve her zaman muamele parseline ilişkin sudan yararlanma oranları bulunmuştur (Tablo: 9).

Hesaplanan sudan yararlanma oranı değerlerinin araştırma yılları için ayrı ayrı tesadüf blokları deneme tertibine göre istatistiksel varyans analizleri yapılmıştır (Düzgüneş 1963). Tablo 10'da araştırma yıllarına ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde (Tablo: 10), araştırmannın her iki yılında da sulama zamanı planlama yöntemleri arasında % 1 düzeyinde istatistiksel yönden önemli farklılıklar saptanmıştır. Bu farklılıkların hangi yöntemler arasında bulunduğunu saptamak amacı ile araştırma yılları için ayrı ayrı Duncan testi uygulanmıştır. Tablo 11'de araştırma yıllarına ilişkin sudan yararlanma oranı ortalamaları ve Tablo 12'de bu ortalamaların karşılaştırılma sonuçları verilmiştir. Tablo 12 incelendiğinde araştırmannın her iki yılında da C yöntemi ile A ve B yöntemleri arasında % 1 düzeyinde önemli farklılıkların bulunduğu görülmektedir. Ancak ilk yıl için A ve B yöntemleri farklılık göstermemiş, buna karşın ikinci yılda bu iki yöntemde birbirinden

Tablo: 5

Farklı Muamele Parsellerinden Araştırma Yıllarına Göre Elde Edilen Şeker Pancarı Yaprak Verimleri

Muameleler	1980 Yılı							1981 Yılı							1980 ve 1981 yılları topl.	1980 ve 1981 yılları ortalaması	
	Bloklar (kg/parsel)				1980 Yılı Muameleleri			Bloklar (kg/parsel)				1981 Yılı Muameleleri					
	I	II	III	IV	Topl.	Ortalaması		I	II	III	IV	Topl.	Ortalaması				
						kg/par	kg/da						kg/par	kg/da			
A	30.3	29.2	26.7	26.9	113.1	28.3	1887	29.6	31.8	30.5	30.8	122.7	30.7	2047	235.8	29.5	1967
B	31.9	31.2	27.0	29.1	119.2	29.8	1987	31.7	31.0	32.1	31.9	126.7	31.7	2113	245.9	30.8	2053
C	36.7	35.3	36.1	39.9	148.0	37.0	2467	36.8	36.3	40.0	41.2	154.3	38.6	2573	302.3	37.8	2520
D	14.6	13.5	12.7	14.0	54.8	13.7	913	14.9	13.7	13.1	15.3	57.0	14.3	953	111.8	14.0	933
Blok toplamı	113.5	109.2	102.5	109.9	435.1			113.0	112.8	115.7	119.2	460.7			895.8		
Blok Ortalaması	28.4	27.3	25.6	27.5		27.2		28.3	28.2	28.9	29.8		28.8			28.0	

Tablo: 6
Muamele Parsellerinden Elde Edilen Şeker Pancarı Yaprak
Verimlerine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.
Genel	31	2482.68	—
Aynı yıldaki bloklar (B)	6	22.50	3.75
Yıllar (Y)	1	20.48	20.48**
Muameleler (M)	3	2417.32	805.77**
Muamele x Yıl (M x Y) (interaksiyon)	3	3.64	1.21
Aynı yıldaki B x M (Hata)	18	39.66	2.20

** % 1 düzeyinde önemli

Tablo: 7
Parsellerden Elde Edilen Ortalama Yaprak Verimlerinin
Büyükliklerine Göre Sıralanışı

Muameleler	D	A	B	C
Ortalama verim (kg/parsel)	14.0	29.5	30.8	37.8

Tablo: 8
Muamele Parsellerinden Elde Edilen Şeker Pancarı
Yaprak Verimi Değerlerinin Duncan Yöntemi İle
İkişer İkişer Karşılaştırılması

Muameleler	Muameleler		
	A	B	C
D	15.5**	16.8**	23.8**
A	—	1.3	8.3**
B	—	—	7.0**

** % 1 düzeyinde önemli

Tablo: 9

Araştırma Yıllarında Farklı Sulama Zamanı Planlama Yöntemlerine İlişkin Sudan Yararlanma Oranları

Muameleler (yöntemler)	1980						1981					
	Bloklar ($\frac{\text{kg/dekar}}{\text{mm}}$)				1980 Yılı		Bloklar ($\frac{\text{kg/dekar}}{\text{mm}}$)				1981 Yılı	
	I	II	III	IV	Toplam	Ort.	I	II	III	IV	Toplam	Ort.
A	4.71	4.54	4.15	4.18	17.58	4.40	4.58	4.92	4.72	4.76	18.98	4.75
B	4.40	4.30	3.72	4.01	16.43	4.11	4.21	4.12	4.26	4.24	16.83	4.21
C	3.42	3.29	3.36	3.72	13.79	3.45	3.48	3.44	3.79	3.90	14.61	3.65
Blok Toplamı	12.53	12.13	11.23	11.91	47.80		12.27	12.48	12.77	12.90	50.42	
Blok ortalaması	4.18	4.04	3.74	3.97		3.98	4.09	4.16	4.26	4.30		4.20

Tablo: 10
Araştırma Yıllarında Farklı Sulama Zamanı Planlama Yöntemlerine
İlişkin Sudan Yararlanma Oranları Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	1980		1981	
		K.T.	K.O.	K.T.	K.O.
Genel	11	2.504	—	2.612	—
Bloklar (B)	3	0.297	0.099	0.081	0.027
Yöntemler (Y)	2	1.888	0.944**	2.387	1.194**
Hata (B x Y)	6	0.319	0.053	0.144	0.024

** % 1 düzeyinde önemli

% 1 düzeyinde farklı sonuçlar ortaya çıkarmıştır. İkinci yılda A ve B yöntemleri arasındaki bu farklılık, yöntemlerde yer alan iklim elemanlarının yıllara göre gösterdiği değişimden kaynaklanmıştır. Şeker pancarında birim sulama suyundan yararlanma yönünden en yüksek düzeyi A muamelesi sağlamış, bunu sırası ile B ve C muameleleri izlemiştir (Tablo 11 ve 12).

Deneme muamelelerinde şeker pancarı yaprak verimi yönünden A, B ve C yöntemlerinde sırası ile oluşan artışa karşılık suda yararlanma oranlarında aynı sıraya göre ortaya çıkan azalma, şeker pancarı su tüketimi ile yaprak verimleri arasında doğrusal bir ilişkinin olmayışından kaynaklanmıştır.

Tablo: 11
Araştırma Yıllarına İlişkin Sudan Yararlanma Oranı Ortalamalarının
Büyükliklerine Göre Sıralanışı

Muameleler	1980			1981		
	C	B	A	C	B	A
Sudan yararlanma oranları ($\frac{\text{kg/da}}{\text{mm}}$)	3.45	4.11	4.40	3.65	4.21	4.75

Tablo: 12
Sudan Yararlanma Oranı Ortalamalarının Duncan Yöntemi ile
Karşılaştırılması

1980			1981		
Yöntemler			Yöntemler		
Yöntemler	B	A	Yöntemler	B	A
C	0.66**	0.95**	C	0.56**	1.10**
B	—	0.29	B	—	0.54**

** % 1 düzeyinde önemli

Araştırma Sonuçlarına Göre Öneriler: Deneme muameleleri şeker pancarı yaparak verim yönünden değerlendirildiğinde, C muamelesinin A ve B muamelelerine göre önemli düzeyde üstünlük sağladığı görülmektedir. Ancak sudan yararlanma oranları yönünden A muamelesi, B ve C muamelelerine göre daha yüksek değerler vermiştir.

Uygulayıcı düzeyinde, C muamelesinde yararlanılan Nötron-Ölçüm aracının temin güçlüğü ve radyasyon tehlikesi, A muamelesinin ise gelişmiş meteorolojik gözlem parklarına gereksinim göstermesi nedeniyle, B muamelesi daha pratik nitelik taşımaktadır. Ancak B muamelesinin Evsahıbioğlu ve Korukçu (1982)'de belirtildiği biçimde uygulanması uygun olacaktır.

LİTERATÜR

- AKILTEPE, H., S. MALKOÇ, İ. MOLBAY. 1964. Türkiye Şeker Sanayii ve Şeker Pancarı Ziraati, Mars Matbaası, Ankara, 774 s.
- ANONYMOUS 1974. Meteoroloji Bülteni, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Başbakanlık Basımevi, Ankara, 674 s.
- 1979. Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı, 1979-1983, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Yayın No. DPT: 1664, Ankara, 692 s.
- AYYILDIZ, M., 1976. Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 636, Ders Kitabı: 199, Ankara Üniversitesi Basımevi, 258 s.
- BAUMAN, L. 1955. Determination of Right Time For Irrigation: Phases, Periods and Scales of Plant Hydrature, Mimeo, Lethbridge, Alberta, Canada, Kreeb 1963, Hydrature and Plant Production, The Water Relations of Plants, Blackwell, Sci. Publ. London, 394 s.
- CHRISTIANSEN, J.E. and G.H. HARGREAVES, 1969. Irrigation Requirements From Evaporation, Trans. Intern. Comm. on Irrig. and Drain., Vol. III, s. 569-596.
- DÜZGÜNEŞ, O. 1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metodları, Ege Üniversitesi, İzmir, 370 s.
- 1975. İstatistik Metodları, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 578, Ders Kitabı: 195, Ankara Üniversitesi Basımevi, 179 s.
- ERIE, L.J. and O.F. FRENCH 1968. Water Management of Fall-Planted Sugar Beets in Salt River Valley of Arizona, Transactions of the ASAE, Vol. 11, No. 6, s. 792-795.
- EVSAHİBİOĞLU, A.N. ve A. KORUKÇU, 1982. Şeker Pancarının Sulama Zamanlarının Planlanması Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Özeti (Basılmamış), A.Ü. Ziraat Fakültesi, Kültürteknik Bölümü, 17 s.
- FRANZOY, C.E. and E.L. TANKERSLEY, 1970. Predicting Irrigations From Climatic Data and Soil Parameters, Transactions of the ASAE, Vol. 13, No. 6 s. 814-816.

- GEAR, R.D., A.S. DRANSFIELD, M.D. CAMPBELL, 1977. Irrigation Scheduling With Neutron-Probe, J. Irrig. and Drain. Div., ASCE, Vol. 103, No. IR3, Proc. Paper 13174, s. 291-298.
- GLENN, E.S. 1969. Engineering Field Manual for Conservation Practices. US Dept. of Agric. SCS, Chapter 15, Washington D.C. 20250, s. 18, 63-65.
- GOLDBERG, D., B. GORNAT, D. RIMON, 1976. Drip Irrigation, Principles, Design and Agricultural Practices, Drip Irrigation. Scientific Publications, Kfar Shmaryahu, Israel, s. 50-56.
- HADDOCK, J.L. 1959. Yield, Quality and Nutrient Content of sugar Beets As Affected by Irrigation Regime and Fertilizers, J. Am. Soc. Sugar Beet Tech., Vol. 10, s. 344-355.
- HILER, E.A., T.A. HOWELL, D.G. BORDOVSKY. 1971. Stress Day Index... A new Concept For Irrigation Timing. Optimization of Irrigation and Drainage Systems, ASCE, Irrigation and Drainage Specialty Conference, Lincoln, Nebraska, Newyork, s. 579-590.
- JENSEN, M.E. and H.R. HAISE, 1963. Estimating Evapotranspiration From Solar Radiation. J. Irrig. and Drain. Div., Proc. ASCE, Vol. 89, No. IR4, s. 15-41.
- 1969. Scheduling Irrigations With Computers, J. Soil and Water Conservation, Vol. 24, No. 5, s. 193-195.
- 1973. Consumptive Use of Water and Irrigations Water Requirements, ASCE, Newyork, N.Y. 10017, 215 s.
- KORUKÇU, A. 1980. Damla Sulamasında Yan Boru Uzunluklarının Saptanması Üzerinde Bir Araştırma, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 742, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 432, Ankara, 75 s.
- MADANOĞLU, K. 1977. Orta Anadolu Koşullarında Şeker Pancarında Azot-Su İlişkileri ve Su Tüketimi, Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 50, Rapor Yayın No: 17, Ankara, 75 s.
- MEDERSKI, H.J. 1961.. Determination of Internal Water Status of Plants by Beta Ray Gauging, Soil Sci., Vol. 92, s. 143-146.
- MORTON, A.G. and D.J. WATSON. 1948. A Physiological Study of Leaf Growth. Ann. Bot. New Ser., Vol. 12, s. 281-310.
- OKMAN, C. 1969. Ankara Şartlarında Şeker Pancarının Su İstihlakinin Tayini Üzerinde Bir Araştırma, Doktora Tezi (Basılmamış), Ankara, 104 s.
- PRUITT, W.O. and M.C. JENSEN. 1955. Determining When To Irrigate, Agricultural Engineering, Vol. 36. s. 389-393.
- SALCEDO, D. and W.L. MEIER, 1971. Timing of Irrigations to Maximize Economic Yields, s. 81-114, Conference Proc. of Optimization of Irrig. and Drain. Systems, ASCE, Newyork, 626 s.
- SÖNMEZ, N. ve A. BALABAN, 1968. Kültürteknik, Cilt II, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 317, Ders Kitabı: 112, Ankara, 206 s.
- STEGMAN, E.C. and A. BAUER, 1977. Sugar Beet Response to Water Stress in Sandy Soils, Transactions of The ASAE, Vol. 20. No. 3, s. 469-473.
- TİRYAKİ, A.C. 1976. Diploid-Multigerm Şeker Pancarı Çeşidi İslahı, Türkiye Şeker Sanayii, Şeker Enstitüsü Çalışma Yılığ 1975-1976, Sayı: 3, s. 129-133.
- WEAVER, E.J. 1926. Root Development of Field Crops, Mc Graw-Hill Book Comp. Inc., Newyork and London, 291 s.