

KAHRAMANMARAŞ SULAMA ALANINDA UYGUN KARIK, TAVA VE UZUN TAVA UZUNLUKLARININ BELİRLENMESİ

Kenan UÇAN
KSÜ., Ziraat Fakültesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü
Kahramanmaraş

A. Nedim YÜKSEL
TÜ., Tekirdağ Ziraat Fakültesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü
Tekirdağ

Ö Z E T

Bu çalışmada, Devlet Su İşleri tarafından 1975 yılında tamamen işletmeye açılan Kahramanmaraş sulama alanı ele alınmış ve ova topraklarının sulama yönünden önemli fiziksel özellikleri belirlenerek yüzey sulama yöntemlerinde uygun karık, tava ve uzun tava boyutlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla, DSİ tarafından hazırlanmış olan Orta Ceyhan Havzası Arazi Tasnif Raporundaki haritalarda belirtilen toprak sınıflarına ve arazide yapılan çalışmalara göre on ayrı yerde açılan toprak profillerinden alınan örneklerden yararlanılmıştır. Ayrıca açılan profillere yakın yerlerde infiltrasyon testleri yapılarak toprakların geçirgenlikleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler yardımıyla yöreye uygun karık, tava ve uzun tava boyutları, bu amaçla geliştirilmiş olan eşitlik ve çizelgeler yardımıyla belirlenmiştir.

DETERMINATION THE FURROW, BASIN AND BORDER LENGTH IN KAHRAMANMARAŞ IRRIGATION AREA

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the physical properties of soils of the Kahramanmaraş Irrigation project, which was put into practice by the State Hydraulic Works (SHW) in 1975. It was aimed to determine the furrow, basin and border length of surface irrigation systems.

To achieve the purpose, soil profiles were dug out in ten different points considering the Detailed Soil Map of Basin of Middle Ceyhan prepared by SHW and results of the field studies. Therefore, double cylinder infiltrometer tests were made to determine the intake rates of soils in the same locations where soil profiles were dug. According to the properties of soils, furrow, basin and border length were calculated.

GİRİŞ

Sulamadan beklenen başarı, koşullara en uygun yöntemin seçilmesi, bu yöntemin gerektirdiği sulama sisteminin projelenmesi ve projede öngörüldüğü gibi işletilmesiyle sağlanır. Suyun tarlaya verilmiş biçimi olarak, gerek dünyada gerekse ülkemizde, çoğunlukla yüzey sulama yöntemleri kullanılmaktadır. Dünyada 1000 milyon ha arazinin kültüre alındığı; bunun yüzey sulama yöntemleri ile sulandığı bilinmektedir (1). Ülkemizde ise ekonomik koşulların sulamaya olanak verdiği 8.5 milyon hektar tarım arazisinin, 1 milyon hektarı halk sulaması olmak üzere, 4.3 milyon hektarı sulanabilmektedir. Söz konusu alanın, 3.8 milyon hektarı yerüstü, 0.5 milyon hektarı ise

yeraltı su kaynaklarından yararlanılarak sulanmaktadır (2). Sulanan alanın ise 3.5 milyon hektarı yüzey sulama yöntemleriyle sulanmaktadır (3).

Suyun toprağa verilmiş biçimi ne olursa olsun, belirli bir bölgede uygulanan sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi için; sulanacak toprağın su tutma kapasitesi, her sulamada ıslatılacak toprak derinliği, uygulanacak su miktarı, her bitki için sulama aralığı, sulama süresi ve üniform bir sulama için uygun parsel boyutları gibi etmenlerin bilinmesi gerekir. Sulama yapılan birçok yerde suyun bu etmenler dikkate alınmadan kullanılması sonucu toprakların verimliliğinin düştüğü görülmektedir. Maksimum ürün elde etmek için bitkinin ihtiyacı olan suyun yağışlarla karşılanamayan kısmının toprağa verilmesinin gerekliliği yanında, toprağa gereğinden fazla suyun uygulanması su israfıyla birlikte, toprakta mevcut bitki besin maddelerinin yıkanmasına ve bazı hallerde verimli alanların çoraklaşarak verimsizleşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle başarılı bir sulama, suyu gerektiği zaman, yeterli miktarda, toprağa en uygun bir şekilde ve ölçülü olarak vermekle elde edilir.

Çalışmada, sulama alanında optimum verim artışını sağlayabilmek için, suyun toprağa ekonomik ve tekniğine uygun bir şekilde verilmesi amacıyla öncelikle toprakların sulama yönünden önemli özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler yardımıyla yörede yaygın olarak kullanılan karık, tava ve uzun tava sulama yöntemleri için uygun boyutlar, bu amaçla geliştirilmiş olan eşitlik ve çizelgeler yardımıyla belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırma alanı olan Kahramanmaraş sulama alanı Kahramanmaraş ilinin güneydoğu kısmında yer almaktadır ve il merkezinin hemen güneydoğu kısmından başlayıp Pazarcık ilçesine kadar uzanmaktadır. Kahramanmaraş sulaması diye anılan Kartalkaya barajı sulama alanı DSİ tarafından gerçekleştirilmiş ve 1971-1975 yılları arasında toplam 20 970 ha alana hizmet edecek şekilde işletmeye açılmıştır.

Akdeniz bölgesinde yer alan araştırma alanı, yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı bir iklime sahiptir. Uzun yıllar ölçümlerine göre yıllık ortalama sıcaklık 16,3 °C dir. En soğuk ay 4.4 °C ile Ocak ayı, en sıcak ay 27.9 °C ile Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Yıllık ortalama yağış 708.1 mm ve ortalama nispi nem %69 dur.

Araştırma alanı toprakları allüviyal toprak grubu içerisine girmektedir. Topraklar genellikle ağır bünyeli olup, renk olarak kahverengi ile kahverenginin değişik tonları şeklindedir(4).

Metot

Araştırma alanının çok büyük olması nedeniyle Sağ Sahil I sulama alanı pilot alan olarak seçilmiş ve arazi çalışmaları bu alanda yapılmıştır. Pilot alan seçilirken; araştırma alanını temsil edecek büyüklükte olmasına dikkat edilmiştir.

Araştırma alanında, toprakların fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla DSİ Genel Müdürlüğünce hazırlanan Orta Ceyhan Havzası Arazi Tasnif Raporu (5) ve Kahramanmaraş ili Toprak Kaynağı Envanter Raporu'ndan (6) yararlanılarak tüm alanı temsil edecek şekilde belirlenen 10 ayrı yerde toprak profili açılmış ve tesadüfi olarak

seçilen 10 parselden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinden hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve bünye sınıfı belirlenmiştir. Bu profillerin hemen yakınında infiltrasyon testleri yapılmıştır.

Alınan bozulmamış toprak örneklerinde poroz levhalı basınç aleti ile tarla kapasitesi değerleri, bozulmamış toprak örneklerinde ise membran aleti kullanılarak solma noktası değerleri, Tüzüner (7) ve Güngör ve Yıldırım (8)' da belirtilen ilkelere göre belirlenmiştir. Toprak örneklerinde, bünye Bouyoucus Hidrometre metodu ile, hacim ağırlığı ise bozulmamış toprak örneği alma silindirleri ile belirlenmiştir.

İnfiltrasyon testleri, Blake (9), ve Güngör ve Yıldırım (8) tarafından verilen esaslara göre çift silindir infiltrometre yöntemi ile yapılmıştır.

Araştırma alanında, farklı uygulanacak sulama suyu miktarı, eğim, birim tava debisi yada karık debisi ve karık aralığı değerleri için tava, uzun tava ve karık sulama yöntemlerinde göz önüne alınması gereken maksimum akış uzunlukları, USDA-SCS yöntemine göre belirlenmiştir (10).

Karık sulama yönteminde, yüzey akışıyla kaybolan su miktarını azaltmak için, su karık sonuna ulaştığında karık debisinin yarıya düşürüldüğü azaltılmış debili açık karıklar dikkate alınarak uygun karık boyutları aşağıdaki eşitliklerden yararlanılarak belirlenmeye çalışılmıştır (10).

$$\text{Net infiltrasyon süresi; } T_n = \left[\left(d_n \frac{W}{P_1} - c \right) / a \right]^{1/6}$$

$$\text{Islak çevre; } P_1 = 0,265 \left[\frac{(Q/2)n}{S^{0,5}} \right]^{0,425} + 0,227$$

$$\text{Su ilerleme süresi; } T_t = \frac{L}{f} e^{\frac{gL}{QS^{0,5}}}$$

eşitlikleri ile hesaplanmıştır. Bu eşitliklerde; T_n = Net infiltrasyon süresi (dak), d_n = Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm), W = Karık aralığı (m), P_1 = Azaltılmış debi için ıslak çevre (m), L = Maksimum Karık uzunluğu (m), Q = Karık debisi (L/s), n = Manning pürüzlülük katsayısı, S = Karık eğimi (m/m), T_t = Suyun karık sonuna ulaşma süresi (dak) ve a, b, c, f, g = Amprik katsayılarıdır.

Yukarıdaki eşitliklerde Manning pürüzlülük katsayısı (n) 0,04 alınmıştır. Açık karıklarda, yeterli eş su dağılımının sağlanması bakımından suyun karık sonuna ulaşma süresinin net infiltrasyon süresinin %25'inden fazla olması istenmemektedir. Bu nedenle eşitlikte suyun karık sonuna ulaşma süresi net infiltrasyon süresinin %25'i olan karık uzunluğu maksimum akış uzunluğu olarak seçilmiştir (10). Ayrıca erozyona neden olmayacak karık debisinin bulunmasında bir ölçü olarak aşağıdaki amprik eşitlik kullanılmıştır. Fakat eşitliğin her zaman kullanılmasının doğru olmadığı Delibaş (11) tarafından belirtilmiştir.

$$Q = \frac{0.64}{S}$$

Eşitlikte; Q = Erozyona neden olmayan en büyük karık debisi (L/s), S = Karık eğimidir (%).

Tava ve uzun tava sulama yöntemlerinde belirlenen derinlikteki suyun toprağa girebilmesi için gerekli olan ve net infiltrasyon süresi olarak anılan zaman;

$$T_n = \left(\frac{d_n - c}{a} \right)^{1/b}$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Bu eşitlikte; T_n = Net infiltrasyon süresi (dak), d_n = Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm) ve a, b, c = Amprik katsayılarıdır.

Ayrıca tava ve uzun tava sulama yönteminin planlanmasında, farklı hidrolik koşulların etkisiyle akım geciktirme faktörü olarak ifade edilen ve bitki çeşidine, bitkinin gelişme devresine ve toprak yüzeyi pürüzlülük derecesine göre değişen manning pürüzlülük katsayısı 0,10 alınmıştır (10). Tavalara verilecek su debisi su uygulama randımanı ve üniformiteyi maksimum yapacak kadar büyük, fakat erozyona neden olmayacak kadar da küçük olmalıdır. Büyük debilerin kullanılması suyun tava sonuna ulaşma zamanı ile net infiltrasyon süresi farkını azaltır. Böylece derine sızma kayıpları azalır. Akış debisi, tavaya uygulanan suyun toprağa infiltre olması için gerekli zamanın yaklaşık %60-75'i kadar bir süre içerisinde tüm tava yüzeyini kaplayabilecek bir büyüklükte olması gerekmektedir (12). Tava sulama yönteminde maksimum akış uzunluğu şu eşitlikle verilmiştir.

$$L_{max} = \frac{6 \times 10^4 Q_u T_t}{\frac{a T_t^b}{1+b} + c + 1798 n^{3/8} Q_u^{9/16} T_t^{3/16}}$$

Eşitlikte; L_{max} = Tava sulama yönteminde maksimum akış uzunluğu (m), Q_u = Birim tava debisi ($m^3/s/m$), T_t = Su ilerleme süresi (dak), a,b,c = Amprik katsayılar, n = Manning pürüzlülük katsayısıdır.

Tava sulama yönteminde suyun tava sonuna net infiltrasyon süresinin en çok %60'ı kadar sürede ulaşması dikkate alınarak su ilerleme süresi hesaplanmış ($T_t \leq 0,60 T_n$) ve eşitlikte yerine konmuştur. Bunun yanında Manning pürüzlülük katsayısı (n) 0,15 alınmıştır (10). Uzun tava sulama yönteminde maksimum akış uzunluğu;

$$L_{max} = \frac{Q_u (T_n - T_L) E_a}{0,00167 d_n}$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Bu eşitlikte; L_{max} = Uzun tava sulama yönteminde maksimum akış uzunluğu (m), Q_u = Birim tava debisi ($m^3/s/m$), T_n = Net infiltrasyon süresi (dak), T_L = Suyun tava başlangıcında geri çekilmesi için geçen süre (dak), E_a = Su uygulama randımanı (%), d_n = Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarıdır (mm).

Yukarıdaki eşitlikte T_L değeri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (10).

$$T_L = \frac{Q_u^{0,2} n^{1,2}}{120 s^{1,6}} \dots \dots \dots s > \%0,4$$

$$T_L = \frac{n^{1,2} Q_u^{0,2}}{120 \left[s + \frac{0,0094 n Q_u^{0,175}}{(T_n)^{0,88} s^{0,5}} \right]^{1,6}} \dots \dots \dots s \leq \%0,4$$

Eşitliklerde; Q_u = Birim tava debisi, ($m^3/s/m$) s = Tava eğimi, (m/m) n = Manning pürüzlülük katsayısı T_n = Net infiltrasyon süresidir (dak). Uzun tava sulama yönteminde tava içerisinde erozyona neden olmayacak ve üniform bir su dağılımı sağlayacak maksimum ve minimum debiler de şu eşitliklerle hesaplanmıştır.

$$Q_{\max} = 5,57 S^{-0,75}, \quad Q_{\min} = 0,37 S^{0,5}$$

Eşitliklerde; $Q_{\max}$ = Erozyona neden olmayan maksimum uzun tava debisi ($L/s/m$), $Q_{\min}$ = Erozyona neden olmayan minimum uzun tava debisi ($L/s/m$), S = Uzun tavanın eğimidir (%).

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırma alanında 10 değişik toprak profilinden alınan toprak örneklerinin fiziksel analizleri sonucunda bulunan tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı, bünye sınıfı ve kullanılabilir su tutma kapasitesi değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

Araştırma alanı toprakları killi, kumlu tın, killi tın, kumlu killi tın olarak değişim göstermektedir. Akalan (13), killi, killi tınlı ve siltli tınlı topraklarda hacim ağırlığının $1,00-1,60 \text{ g/cm}^3$ arasında, kumlu tınlı ve kumlu topraklarda ise $1,20-1,80 \text{ g/cm}^3$ arasında değiştiğini belirtmiştir. Tablo 1’de görüldüğü gibi araştırma alanı topraklarının hacim ağırlıkları $1,218$ ile $1,643 \text{ g/cm}^3$ arasında değişmektedir. Bu değişikliğin toprağın yapısı, bünyesi, sıkışma durumu ve işleme durumundan kaynaklandığı söylenebilir (14).

Tablo 1’de görüldüğü gibi en yüksek kullanılabilir su tutma kapasitesi $271,02 \text{ mm/120 cm}$ ile 6 nolu profilde, en düşük kullanılabilir su tutma kapasitesi $172,58 \text{ mm/120 cm}$ ile 4 nolu profilde bulunmuştur. 9 nolu profilde ana kayanın yakın olması nedeniyle 60 cm ’ye kadar örnek alınabilmektedir. Araştırma alanının tümü için bir kullanılabilir su tutma kapasitesi belirlemek mümkün olmasa da, yapılan çalışmaya göre bu değer ortalama olarak 206 mm/120 cm olarak önerilebilir.

Çalışma alanında; kullanılabilir su tutma kapasitesi yönünden bir grupta yaparsak 3 ve 4 nolu profiller için 175 mm/120 cm , 5, 7, ve 10 nolu profiller için 200 mm/120 cm , 8 nolu profil için 225 mm/120 cm , 1 ve 2 nolu profiller için 250 mm/120 cm ve 6 nolu profil için 275 mm/120 cm kabul edilebilir.

Topraklarda profil boyunca bünyenin çok farklı oluşu, derinliğe göre su tutma kapasitesinin değişimi hakkında genel bir fikir yürütmeyi imkansız kılmaktadır.

Genel olarak kum içeriği fazla olan toprakların tarla kapasitesi ve solma noktasında tutulabilen nem miktarları azdır. Kil içeriği arttıkça tarla kapasitesinde tutulan nem miktarı artmasına karşılık solma noktasında tutulan nem miktarının da fazla oluşu kullanılabilir su miktarının artmasını önlemektedir. Kullanılabilir su tutma kapasitesinin fazla olmasında birinci derecede topraktaki silt miktarı etkindir (15).

Araştırma alanında topraklarda kil miktarının yüksek olması tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerinin nispeten yüksek olmasına neden olmuştur. Ancak toprağın bünyesi ile su tutma kapasitesi arasında net bir bağıntı kurmak mümkün değildir. Özdengiz (16), aynı şekilde toprak sınıfı ile çeşitli emme kuvvetlerinde tutulan nem arasında bir bağıntı kurmak mümkün olmadığı gibi toprak derinliği ile tutulan nem arasında da genel bir kaide ifade etmenin imkansız olduğunu belirtmiştir.

Araştırma alanında profil açılan 10 farklı noktada infiltrasyon testleri yapmaya uygun yerler seçilmiş ve çift silindir infiltrometreler ile üç tekrarlı infiltrasyon testleri yapılmıştır. Testlere su alma hızı sabitleşinceye kadar devam edilmiştir. Üç silindir için

elde edilen eklemeli zaman değerlerine karşılık, eklemeli su alma ortalamaları hesaplanmıştır. Tüm profiller için aynı işlemler yapılmış ve elde edilen infiltrasyon grupları, ilk ve son infiltrasyon hızı değerleri ile eklemeli su alma eşitliği değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırma Alanı Toprak Profillerine Ait Fiziksel Analiz Sonuçları

Profil no	Profil derinliği (cm)	Bünye sınıfı	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Tarla kapasitesi (%)	Solma noktası (%)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)
1	0 – 30	CL	1,413	33,18	19,94	56,12
	30 – 60	C	1,218	36,22	20,15	58,72
	60 – 90	C	1,423	23,46	23,46	74,24
	90 – 120	C	1,338	20,82	20,82	65,67
2	0 – 30	C	1,523	32,69	16,38	77,52
	30 – 60	SL	1,627	28,18	15,55	61,65
	60 – 90	SCL	1,643	25,38	15,38	49,29
	90 – 120	CL	1,412	27,45	14,27	55,83
3	0 – 30	CL	1,485	26,35	15,02	50,47
	30 – 60	C	1,326	25,18	15,49	38,55
	60 – 90	SCL	1,542	23,05	12,52	48,71
	90 – 120	SCL	1,319	21,25	12,32	35,34
4	0 – 30	C	1,342	30,52	18,72	47,51
	30 – 60	C	1,265	32,75	18,34	54,68
	60 – 90	CL	1,352	22,18	14,41	31,52
	90 – 120	CL	1,284	22,43	12,34	38,87
5	0 – 30	C	1,328	33,52	18,45	60,04
	30 – 60	C	1,307	31,45	17,62	54,23
	60 – 90	C	1,513	28,13	16,87	51,11
	90 – 120	SL	1,425	29,56	17,72	50,62
6	0 – 30	C	1,356	28,45	15,56	52,44
	30 – 60	C	1,395	38,66	20,85	74,53
	60 – 90	CL	1,445	34,36	18,38	69,27
	90 – 120	CL	1,456	35,65	18,53	74,78
7	0 – 30	C	1,413	25,68	14,52	47,31
	30 – 60	C	1,452	24,25	13,35	47,48
	60 – 90	C	1,395	24,65	13,37	47,21
	90 – 120	SCL	1,387	26,82	14,52	51,18
8	0 – 30	CL	1,423	27,57	13,24	61,17
	30 – 60	SCL	1,455	22,15	10,85	49,32
	60 – 90	CL	1,419	28,91	15,03	59,09
	90 – 120	CL	1,397	29,38	16,15	55,45
9	0 – 30	C	1,258	26,82	14,75	45,55
	30 – 60	C	1,451	29,55	16,25	57,89
	60 – 120	-	-	-	-	-
10	0 – 30	C	1,342	26,74	15,51	45,21
	30 – 60	C	1,318	28,35	15,59	50,45
	60 – 90	C	1,387	31,13	18,68	51,80
	90 – 120	C	1,424	33,01	19,47	57,84

Araştırma alanı topraklarında başlangıçtaki infiltrasyon hızı ile sonuçtaki sabit infiltrasyon hızı arasındaki değişikliğe; toprağın yüzey durumu, profil özellikleri ve nem içeriğinin neden olduğu söylenebilir (17). Ayrıca bitki örtüsünün buğday anızı veya pamuk olmasının da etkisi görülmüştür. Bitki örtüsünün buğday anızı olması durumunda yoğun kök sistemine ve topraktaki nem durumuna bağlı olarak başlangıçtaki infiltrasyon hızı daha fazla olmuştur.

Tablo 2. Araştırma Alanında Yapılan İnfiltrasyon Testlerine İlişkin Sonuçlar

Profil no	Bitki örtüsü	İnfiltrasyon grubu (I_f)	İlk infiltrasyon hızı (cm/h)	Son (Gerçek) İnfiltrasyon hızı (cm/h)
1	Biber	2,00	30,0	5,4
2	Pamuk	0,90	36,0	1,3
3	Buğday	0,50	18,0	1,6
4	Buğday	1,50	30,0	4,3
5	Buğday	2,00	54,0	7,6
6	Pamuk	0,20	6,0	0,2
7	Pamuk	0,10	15,0	0,2
8	Buğday	2,00	84,0	16,4
9	Pamuk	1,00	42,0	1,2
10	Pamuk	1,50	42,0	3,2

Araştırma alanı topraklarında yapılan infiltrasyon testleri sonuçları ve toprakların fiziksel analiz sonuçlarından yararlanılarak USDA-SCS yöntemine göre farklı eğim, debi ve karık aralığı için hesaplanan karık uzunlukları, farklı eğim ve debiler için uzun tava uzunlukları ve farklı debiler için tava uzunlukları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3 - 4 ve 5’de verilmiştir.

Değerlenen tablolardan görüleceği gibi araştırma alanında maksimum karık uzunlukları (L_{max}) 72 m den başlamakta ve 800 m’nin üzerine kadar çıkmaktadır. Sonuçta her profil noktasında toprak özelliklerine bağlı olarak eğim, karık aralığı ve debi arttıkça karık uzunluğunun arttığı görülmektedir.

Ünlükalaycı (17), çalışmasında sabit infiltrasyon hızı 0,6 cm/h olan profil noktası için karık uzunluklarını; farklı eğim, debi ve karık aralığı için 135 m ile 1500 m üzerinde değiştiğini saptamıştır. Ancak uygulanabilir olması açısından maksimum karık uzunluğunu 500 m ile sınırlamıştır.

Tekinel vd. (3), ince bünyeli topraklar için karık uzunluğunun maksimum 650 m olacağını ifade etmişlerdir. Apan (14), çalışmasında, son infiltrasyon hızı 1,2 cm/h’ten küçük olan topraklarda maksimum karık uzunluğunu 800 m olarak kabul etmiştir. Bu değer dikkate alınarak araştırma alanında 6 ve 7 nolu profil noktaları için maksimum karık uzunlukları 800 m olarak sınırlandırılmıştır.

Araştırma alanında tava uzunlukları 31 m ile 400 m’nin üzerinde, maksimum uzun tava uzunlukları ise 13 m ile yine 400 m’nin üzerinde değişmektedir. Bazı profil noktaları için hesaplanan yüksek değerler Apan (14) tarafından belirtildiği gibi, 400 m’den uzun tavanın pratik bakımdan uygun olmayacağı düşünülerek, çizelgelerde 400 m olarak verilmiştir. Söz konusu bu durumlarda tava uzunluklarının düşürülmesi için

düşük debilerin seçilmesi; tava uzunluğunun çok kısa olarak belirlendiği noktalarda ise yüksek debilerin seçilmesi uygun olacaktır.

Uzun tava sulama yönteminde seçilen farklı eğim değerlerinde, suyun tava başından çekilmesi için geçen süre çok küçük olarak belirlenmiştir. Bu nedenle hesaplamalarda sadece net infiltrasyon süresi dikkate alınmıştır.

Tablo 3. Net İnfiltrasyon Süresi (Tn, dak) ve Maksimum Karık Uzunluğu (Lmax, m) Sonuçları

Karık eğimi (%)	Karık Aralığı (m)	Karık Debisi L/s	Profil no									
			1		2		3		4		5	
			Tn	Lmax	Tn	Lmax	Tn	Lmax	Tn	Lmax	Tn	Lmax
0,5	0,60	0,5	151	77	343	147	439	202	128	81	127	72
		1,0	131	109	296	207	375	275	111	109	110	101
		1,5	119	128	268	241	337	315	100	123	100	117
	0,75	0,5	201	86	462	165	601	228	172	92	169	81
		1,0	175	124	399	237	515	321	149	127	147	115
		1,5	159	148	362	281	464	374	135	147	134	136
	0,90	0,5	254	93	589	179	775	251	218	101	214	88
		1,0	221	137	509	262	666	360	189	142	186	128
		1,5	201	166	462	316	600	427	172	167	169	153
1,0	0,60	0,5	161	98	366	187	469	254	136	101	135	91
		0,7	141	136	320	257	407	340	119	133	119	124
		1,0	129	157	292	296	370	383	109	147	109	142
	0,75	0,5	214	110	492	210	642	290	183	115	180	103
		0,7	188	156	431	297	558	400	160	157	158	144
		1,0	173	184	394	348	508	461	147	178	145	167
	0,90	0,5	270	120	626	230	828	320	232	127	227	112
		0,7	238	173	549	331	721	452	204	177	200	160
		1,0	218	207	502	394	656	529	187	205	183	190
1,5	0,60	0,4	165	112	378	213	486	289	141	115	139	104
		0,5	146	153	333	290	426	382	124	149	123	140
		0,7	135	176	306	331	389	427	114	165	114	158
	0,75	0,4	220	126	509	241	665	331	189	131	186	117
		0,5	195	177	449	337	583	452	167	176	165	162
		0,7	180	207	412	392	533	517	154	199	152	188
	0,90	0,4	278	138	648	264	857	367	240	146	235	129
		0,5	247	197	572	377	753	513	212	200	208	182
		0,7	227	234	526	446	689	597	195	229	192	214
2,0	0,60	0,3	169	123	387	234	498	316	144	125	142	114
		0,4	151	166	343	315	438	413	127	160	126	151
		0,6	139	190	316	357	401	460	117	177	117	171
	0,75	0,3	225	138	520	265	681	364	193	144	190	129
		0,4	201	193	462	367	600	492	171	191	169	177
		0,6	185	224	426	425	551	559	158	214	156	203
	0,90	0,3	284	152	662	291	878	404	245	160	240	142
		0,4	254	216	588	413	775	560	218	217	214	199
		0,6	234	255	542	486	711	648	201	248	197	232

Tablo 3. (Devam). Net İnfiltrasyon Süresi (Tn, dak) ve Maksimum Karık Uzunluğu (Lmax, m) Sonuçları

Karık eğimi (%)	Karık aralığı (m)	Karık debisi L/s	Profil no									
			6		7		8		9		10	
			Tn	Lmax	Tn	Lmax	Tn	Lmax	Tn	Lmax	Tn	Lmax
0,5	0,60	0,5	2131	475	2789	601	131	73	134	95	146	86
		1,0	1810	702	2339	800	114	102	115	123	126	117
		1,5	1621	800	2077	800	103	119	104	135	114	133
	0,75	0,5	2969	526	3980	671	175	82	182	109	195	96
		1,0	2525	795	3345	800	152	117	157	146	169	135
		1,5	2263	800	2975	800	138	138	142	164	154	157
	0,90	0,5	3884	569	5306	729	221	89	233	121	248	105
		1,0	3307	800	4467	800	192	130	201	166	215	151
		1,5	2967	800	3977	800	175	155	182	190	195	178
1,0	0,60	0,5	1760	527	1901	614	139	92	143	118	155	107
		0,7	1521	760	1629	800	122	126	125	148	136	143
		1,0	1378	800	1467	800	112	145	114	160	124	161
	0,75	0,5	2436	589	2680	692	186	104	194	136	208	122
		0,7	2108	800	2301	800	164	146	170	178	182	167
		1,0	1911	800	2074	800	150	170	155	197	167	192
	0,90	0,5	3172	640	3538	759	235	114	248	152	263	134
		0,7	2747	800	3041	800	207	163	217	204	231	188
		1,0	2492	800	2744	800	190	193	198	230	212	220
1,5	0,60	0,4	1826	608	1977	707	144	105	148	132	160	122
		0,5	1592	800	1710	800	127	142	130	164	141	160
		0,7	1449	800	1548	800	117	162	119	176	130	179
	0,75	0,4	2527	682	2786	800	192	119	201	154	214	139
		0,5	2206	800	2413	800	170	165	177	198	190	188
		0,7	2010	800	2188	800	156	191	162	218	174	215
	0,90	0,4	3291	744	3677	800	242	131	256	173	272	153
		0,5	2873	800	3189	800	215	185	226	229	241	213
		0,7	2619	800	2893	800	198	218	207	256	221	247
2,0	0,60	0,3	1873	672	2030	781	147	115	151	143	164	133
		0,4	1604	800	1766	800	131	154	134	176	145	173
		0,6	1500	800	1605	800	121	174	123	188	134	192
	0,75	0,3	2591	756	2860	800	196	131	205	168	219	152
		0,4	2274	800	2492	800	175	180	182	214	195	205
		0,6	2074	800	2268	800	161	207	167	233	180	232
	0,90	0,3	3373	800	3774	800	247	144	262	189	278	169
		0,4	2962	800	3292	800	221	202	233	247	247	232
		0,6	2710	800	2998	800	204	236	214	275	228	267

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sonucunda elde edilen verilerden yararlanarak sulama alanında toprak ve su kaynaklarının daha etkin kullanılması ve tarımsal üretimin artırılması için aşağıdaki öneriler yapılabilir.

Tablo 4. Araştırma Alanında Maksimum Tava Uzunluğu Sonuçları

Profil no	Birim tava debisi (L/s/m)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tava uzunlukları (m)									
1	34	55	72	87	100	111	122	132	141	150
2	69	111	145	173	198	220	240	259	277	294
3	92	145	185	219	249	275	300	322	343	363
4	33	52	67	80	91	102	111	119	127	135
5	30	49	64	77	88	98	108	116	124	132
6	316	400	400	400	400	400	400	400	400	400
7	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
8	31	50	66	79	90	101	110	119	127	135
9	36	57	72	85	97	107	117	125	134	141
10	36	57	74	88	101	112	122	132	141	149

Tablo 5. Araştırma Alanında Maksimum Uzun Tava Uzunluğu Sonuçları

Tava eğimi (m/m)	Tava debisi (L/s/m)	Profil no									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Uzun tava uzunlukları (m)									
0,001	0,5	14	31	51	16	13	167	282	13	21	17
	1	27	61	102	32	26	334	400	27	42	33
	5	137	305	400	161	130	400	400	133	208	166
	10	274	400	400	322	261	400	400	267	400	331
	30	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
0,005	0,5	14	31	51	16	13	167	282	13	21	17
	1	27	61	102	32	26	334	400	27	42	33
	3	82	183	305	97	78	400	400	80	125	99
	5	137	305	400	161	130	400	400	133	208	166
	7	192	400	400	226	182	400	400	187	292	232
	9	246	400	400	290	235	400	400	240	375	298
0,01	0,5	14	31	51	16	13	167	282	13	21	17
	1	27	61	102	32	26	334	400	27	42	33
	2	55	122	203	64	52	400	400	53	83	66
	3	82	183	305	97	78	400	400	80	125	99
	4	109	244	400	129	104	400	400	107	167	133
	5	137	305	400	161	130	400	400	133	208	166
0,02	0,5	14	31	51	16	13	167	282	13	21	17
	1	27	61	102	32	26	334	400	27	42	33
	2	55	122	203	64	52	400	400	53	83	66
	3	82	183	305	97	78	400	400	80	125	99
0,03	0,6	16	37	61	19	16	200	338	16	25	20
	0,8	22	49	81	26	21	267	400	21	33	27
	1	27	61	102	32	26	334	400	27	42	33
	2	55	122	203	64	52	668	400	53	83	66

1. Kullanılabilir su kapasitesi düşük olan topraklarda her sulama da uygulanacak su miktarlarının düşük olması sulama sayısının fazla olmasına aynı zamanda karık, tava ve uzun tava boylarının ekonomik olmayan kısalıkta olmasına neden olmaktadır. Böyle alanlarda hububat hasadından sonra görülen anız yakma yerine toprağı anızla birlikte sürme, yeşil gübreleme, çiftlik gübresi uygulama ve derin toprak işleme gibi önlemlerin alınması gerekmektedir. Ayrıca düşük infiltrasyon hızına sahip topraklarda infiltrasyon hızını artırmak amacıyla aynı önlemlerin alınması uygun olacaktır.

2. Uygulanacak sulama yöntemleri, toprağın bünyesi, eğim, infiltrasyon ve bitki türü göz önünde bulundurularak seçilmelidir. Araştırma alanında genelde karık, tava ve uzun tava yöntemleri uygulanmaktadır. Ancak ağır bünyeli topraklarda tava yöntemi, kabuk oluşumuna neden olarak bitki çimlenmesini güçleştirdiği gibi, bu toprakların zaten düşük olan hava kapasitelerinin daha da azalmasına ve sonuçta bitki köklerinin havasızlıktan zarar görmesine neden olmaktadır. Bu nedenle bitki çeşidi dikkate alınmak koşuluyla karık sulama diğer yüzey sulama yöntemlerinin yerini alabilir. Eğimli arazilerde yapılan sulamalar sonucunda önemli derecede toprak kaybı olmaktadır. Bunu da en aza indirmek için eğim yüksek olmasına rağmen yeknesak ise yüzey sulama yöntemlerinden tesviye eğrilerine paralel karık sulama yöntemi seçilebilir. Eğer arazi yüzeyi dalgalı ise tesviye masrafları artacağından yüzey sulama yöntemlerinin yerine basınçlı sulama yöntemleri tercih edilmelidir.

3. Araştırma alanı için, Tekinel ve ark., (3) ile Apan, (14) tarafından belirtilen ilkelere göre gerçek infiltrasyon hızı 12.5mm/h'ten düşük olan topraklarda mutlaka yüzey sulama yöntemleri, gerçek infiltrasyon hızı 75 mm/h'ten büyük olan topraklara ise yağmurlama sulama yönteminin seçilmesi önerilebilir.

4. USDA-SCS yöntemine göre infiltrasyon grupları dikkate alınarak tava, uzun tava ve karık sulama yöntemleri için farklı debi ve eğim koşulları için maksimum yüzey akış uzunlukları tava ve uzun tavada 13 m ile 400 m nin üzerinde, karıkta ise 72 m ile 800 m nin üzerinde değişmektedir. Fakat gözönüne alınacak akış uzunlukları 100 m den başlamakta ve alanın önemli bir bölümünde 200-250 m civarında olmaktadır. Sulama şebekesinde tersiyer kanal aralıkları ise genellikle 500 m dir Dolayısıyla proje alanında tersiyer altı tarla içi su dağıtım sistemlerinin kurulmasına gerek vardır. Mevcut durumda bu sistemler yüzey sulama yöntemlerinin uygulandığı kesimlerde çiftçi tarafından toprak kanal biçiminde yapılmaktadır.

5. Bölgede büyük bir öneme sahip olan kırmızı biber yetiştiriciliği son yıllarda çokça görülen kök boğazı yanıklığı adı verilen hastalık nedeniyle giderek azalmaktadır. Bu hastalığa toprağın uzun süre suya doymun halde kalması ve bitki gövdelerinin su ile temas etmesinin neden olduğu bilinmektedir. Bu sakıncaları gidermek amacıyla karık, yağmurlama ve damla sulama yöntemleri önerilebilir.

6. Aşırı su kullanımını önlemek amacıyla çiftçi eğitimi yanında su ücretlerine de düzenleme getirilmelidir. Sulama ücretleri halen bitki-dekar bazında tespit edilmektedir. Bu ise çiftçiyi sulama sayısında serbest bırakmakta ve çok su kullanmasına neden olmaktadır. Bunun yerine ücretlerin bitki-dekar-sulama sayısı bazında tespit edilmesi daha uygun olacaktır.

7. Tarımsal yönden, özellikle sulama yönünden çiftçiyi eğitici kurslar düzenlenmeli uygulanabilecek teknik yöntemler ve sonuçları görsel olarak çiftçiye

anlatılmalıdır. Bu amaçla ilde bulunan Ziraat Fakültesi olanakları geliştirilmeli, bölgede çalışacak araştırmacıların yaptıkları projelere maddi destek sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. KAY, M., Surface Irrigation, Cranfield Press, Oxford, 139, 1989.
2. ANONYMOUS, DSİ Haritalı İstatistik Bülteni, DSİ Genel Müd. İşletme ve Bakım Dairesi Yayınları, Ankara, 12, 1995.
3. TEKİNEL, O., KANBER, R., ÇETİN, M., YALBUZBAĞ, O., AKTAŞ, S., Tarımsal Su Kaynaklarının Geliştirilmesi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 250-258, 1995.
4. ANONYMOUS, Kahramanmaraş İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu, Köy İşleri Bak. Toprak Su Genel Müdürlüğü Raporları Serisi: 35, Ankara, 14-15, 1973.
5. ANONYMOUS, Orta Ceyhan Havzası K. Maraş Merkez Ovası Planlama Arazi Tasnif Raporu, DSİ Gen. Müd. Etüd Raporları No:17-102, Ankara, 7-21, 1962.
6. ANONYMOUS, Kahramanmaraş İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu, Köy İşleri Bakanlığı TOPRAKSU Gen. Müd. Raporları Serisi:35, Ankara, 14-15, 1973.
7. TÜZÜNER, A., Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı El Kitabı, T.O.K.İ.B. Köy Hizmetleri Genel Müd., Ankara, 375, 1990.
8. GÜNGÖR, Y., YILDIRIM, O., Tarla Sulama Sistemleri, A.Ü Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:1155, Ankara, 325, 1989.
9. BLAKE, G. R., Bulk Density Methods of Soil Analysis Methods of Soil Analysis, Part 1, Am. Soc. Agron. No: 9, Madison, Winconsin, USA, 192-205, 1965.
10. HART, W. E., COLLINS, H. G., WOODWARD, G., HUMPERYS, A. S., Design and Operation of Gravity or Surface Systems, Ed: Jensen, M. E., Design and Operation of Farm Irrigation Systems. ASAE., 501-508, 1980.
11. DELİBAŞ, L., Sulama, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 213, Ders Kitabı No: 24, Tekirdağ, 35, 1994.
12. KANBER, R., 1997. Sulama. Ç.U. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Genel Yayın No. 174, Ders Kitapları Yayın No.52, Adana.
13. AKALAN, İ., Toprak Fiziği, A.Ü. Ziraat Fak. Yayın No:662, Ankara, 1988.
14. APAN, M., Malatya-Şahinahan Ovasında Sulama Yönünden Verimliliği Sınırlandıran Sorunlar ve Çözüm Olanakları Üzerine Bir Araştırma, Erzurum, 18, 1976.
15. SÖNMEZ, N., Sulamayla İle İlgili Önemli Toprak Suyu Çeşitleri ve Bunların Ölçülmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Ankara, 1960.
16. ÖZDENGİZ, A., Iğdır Ovası Şebekesinin Bugünkü Durumu Şebeke Dahilindeki Toprakların Sulama Yönünden Problemleri ve Çözüm yolları Üzerinde Bir Araştırma, A.Ü. Ziraat Fak. Yayını, Erzurum, 18-40. 1970.
17. ÜNLÜKALAYCI, A., Konya Ilgın Atlantı Ovası Sulamasında Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği, A.Ü. Fen Bil. Ens. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora tezi, Ankara, 134, 1994.