

## KESİKLİ SULAMADA FARKLI DEBİLERDE DEĞİŞİK DÖNGÜ SÜRELERİNİN KARIKTA SU İLERLEMESİNE ETKİSİ

Üstün ŞAHİN      Ömer ANAPALI      Abdurrahman HANAY  
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum

**ÖZET:** Bu çalışmada kesikli sulamanın sürekli sulamaya göre karıkta su ilerlemesini iyileştirme potansiyeli incelenmiştir. Bu amaçla farklı debi ve döngü süreleri kullanılmıştır. Kesikli sulamada 4 ayrı döngü süresi (30+30, 25+25, 20+20 ve 15+15) seçilmiştir. Karıklara biri maksimum olmak üzere 2 farklı debi (1,35 L/s ve 0,90 L/s) uygulanmıştır. Deneme tın bünyeli toprakta 120 m uzunluğunda açılan karıklarda yürütülmüştür. Veriler mevsimin ilk sulaması ve bunu takip eden ikinci sulama için toplanmıştır. İlk sulamada, sürekli sulamaya göre, kısa döngü sürelerinde (15+15 ; 20+20) düşük debide (0,90 L/s) ilerleme için en az su hacmine gereksinim duyulmuştur. İkinci sulamada ise maksimum debi (1,35 L/s) ve ilk sulamadaki gibi yine kısa döngü sürelerinde ilerleme en az su hacmiyle tamamlanmıştır.

### THE EFFECTS OF DIFFERENT CYCLE TIMES AND APPLICATION RATES ON ADVANCE TIME OF WATER THROUGH FURROW IN SURGE IRRIGATION

**SUMMARY:** In this study, the improvement potential of water advance time for surge irrigation was investigated at different application rates and cycle times, compared with continuous irrigation. Four different cycle times (30+30, 25+25, 20+20 and 15+15) were selected. Two different application rates (0,90 L/s and 1,35 L/s), one of which had the maximum value, were used in experiments. The experiments were conducted for furrows in 120 m length, loam soil. The data were collected from the first and second irrigation in the season. Our data showed that least water advance volume is needed for short cycle times and the lowest application rate (0,90 L/s) of the first irrigation compare to continuous irrigation. However, second irrigation results suggest that least water advance volume was completed with maximum application rate and short cycle times.

### GİRİŞ

Randımanı yüksek bir sulama en önemli sulama amaçlarından birisidir. Dünyada ve ülkemizde yaygın olarak kullanılan yüzey sulama yöntemlerinde toprak, uygulanan suyu hem absorbe edici hem de ileri noktalara taşıyıcı olarak görev yaptığından sulamada bir miktar kayıpların olması söz konusudur. Buna bir de kontrolsüz su uygulaması eklenirse kayıpların daha da artması kaçınılmaz olacaktır. Bu nedenle yüzey sulamada sulama aşamalarının düzenlenmesine yönelik önlemlerin alınması gereklidir.

Sulamanın başlangıcından sonuna kadar geçen sürede yüzey sulama yöntemlerindeki aşamalar ilerleme, depolama, eksilme ve çekilme olarak sıralanabilir (James, 1988). Bu aşamalardan ilki olan ilerlemenin hızlandırılması tarla başındaki derine sızma kayıplarının azaltılmasını, dolayısıyla randımanın yükseltilmesini sağlayabilmektedir. İlerlemenin hızlandırılmasında ise son yıllarda kesikli sulama tekniği kullanılmaktadır. Bu teknikte su sürekli akış yerine aralıklarla uygulanmaktadır. Bu yöntem genellikle karık sulamasında kullanılmaktadır (Panahi ve Anaç, 1992).

Suyun aralıklarla uygulanması toprağın infiltrasyon hızını azaltarak ilerlemeyi hızlandırmaktadır (Walker ve ark., 1982). Çünkü yüzey sulama sistemlerinin işletilmesi ve planlanmasında toprağın infiltrasyon hızı büyük önem taşır (Izadi ve ark., 1988). Kesikli sulamada infiltrasyon hızında azalma suyun akıtılmadığı bekleme döneminde ilettilen toprak kısmında oluşur (Samani ve ark., 1985). Bu azalmada birçok faktör rol oynamasına rağmen, bu faktörlerden en önemlilerinden biri negatif hidrolik gradiyent nedeniyle toprak konsolidasyonu, diğeri ise toprak parçacıklarının taşınması, yeniden düzenlenmesi ve toprak yüzeyinde birikmesi ile geçirgenliğin azalmasıdır (Kemper ve ark., 1988; Walker, 1989; Trout, 1991; Yazar ve Kanber, 1992; Yonts ve ark., 1996).

Kesikli su uygulamasının etkileri toprak bünyesi, konsolidasyon, bir önceki ıslanma durumu, su uygulama ve kesilme sürelerinin uzunluğu gibi birçok faktöre bağlıdır (Stringham, 1988; Yazar ve Kanber, 1992). Kesikli sulama, kaba bünyeli topraklarda ince bünyeli topraklara göre daha fazla etkili olmaktadır (Walker ve ark., 1982; Walker, 1989; Saleh ve Hanks, 1989). Tekerlek geçen karıklarda kesikli sulamanın etkinliği az olup, kesikli sulama infiltrasyon hızında azalma meydana getirmeyeceği gibi bazı koşullarda sıkıştırılmış topraklarda bunu artırabilmektedir (Yazar ve Kanber, 1992). Goldhamer ve ark. (Ul ve ark., 1992) kesikli sulama uygulamalarında karıkların ilk kez sulanması ile ikinci ve daha sonraki sulanmaları durumlarında ilerlemede farklılıklar olduğunu ifade etmişlerdir. Mevsimin ilk sulamasında veya sürümü izleyen ilk sulamada kesikli sulamanın etkisi daha fazladır (Yazar ve Kanber, 1992). Hatta Bishop ve ark., (1981) tarafından siltli-tın toprakta yapılan bir çalışmada bu durum belirgin olarak gözlenmiş ve tekerlek geçmeyen karıklarda kesikli sulamanın sürekli sulamaya göre ilerleme hızını üç-dört kat artırdığı tespit edilmiştir. Su uygulama ve kesilme sürelerinin uygun seçilmesi de su uygulama randımanını % 5-10 artırabilmektedir (Ul ve ark., 1992). Bazı koşullar için ve belli sınırlar içerisinde kesilme süresinin uzatılması daha fazla negatif basınç oluşturarak konsolidasyonu artırır (Yazar ve Kanber, 1992). Kesikli akışı simüle etmede kullanılan kinematik dalga modeli üzerinde çalışan Izuno ve Podmore (1985), karık debisi ve su uygulama süresi gibi parametrelerin ilerlemede

fazla etkisi olan parametreler olduğunu tespit etmişlerdir. Sulama suyunun debisi, suyun ilerleme hızı üzerine etki ederek infiltrasyon fırsat süresinin değişmesine neden olmaktadır (Ul ve ark., 1992). Kesikli sulamada optimum akış ve kesilme süreleri altında arzu edilen uygulama randımanına ulaşmak için emniyetli bir idare işlemine ihtiyaç vardır. Akışın doğru bir debi ve döngü süresi ile optimize edilmesi büyük önem taşıdığından dolayı bu çalışmada, farklı debiler ve sulama zamanlarında karıkta su ilerlemesinin sürekli sulamayla farklı döngü sürelerinde karşılaştırılması ve buradan çıkacak sonuçların da bölgede bu konuda yürütülecek çalışmalara alt yapı oluşturmasının sağlanması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bu araştırma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Yayım Müdürlüğüne bağlı 6 numaralı deneme sahasında tın bünyeli bir alanda yürütülmüştür.

Deneme alanı içerisinde traktör tekeri geçmeyen karıklar 90 cm aralıklarla ve 120 m uzunluğunda olacak şekilde kanal pulluğu ile açılmıştır. Karık aralıkları deneme alanı topraklarının bünyesi dikkate alınarak seçilmiştir (Güngör ve Yıldırım, 1989). Karıklar açıldıktan sonra karık düzenlemeleri yapılmış ve tarla başı kanalından itibaren karıklarda % 0,45 eğim ve 20 cm derinlik oluşturulmuştur. Deneme bitkisiz koşullarda yürütülmüştür.

Her bir uygulama için yanlarında tampon karık açılmış, üç ayrı ölçüm karığı kullanılmıştır. Uygulama konuları ve tekrarları şansa bağlı olarak deneme alanında dağıtılmıştır. Ölçüm sırasında tampon karıklara da ölçüm karıklarına uygulanan kadar su uygulanmıştır. Karıklara uygulanacak debiler belirlenirken başlangıçta erozyona neden olmayan akış büyüklüğü dikkate alınmıştır (McCornick ve ark., 1988; Yazar ve ark., 1992). Erozyona neden olmayan akış büyüklüğünde sürekli akıştaki karık sulama ilkeleri dikkate alınmıştır (Hart ve ark., 1983). Bu amaçla söz konusu eğim için Delibaş' ta (1994) yeralan eşitlikle belirlenen maksimum debi dikkate alınarak 1,35 L/s debi değeri seçilmiştir. Arazide bu debinin erozyon yapmadığı ayrıca test edilmiştir. İkinci debi değeri olarak da maksimum debinin 1/3 oranında azaltılmış miktarı olan 0,90 L/s değeri alınmıştır. Denemede yeraltı suyundan pompaj ile sağlanıp bir havuzda biriktirilen su, beton kanallarla deneme alanının çok yakınına kadar iletilmiş ve buradan tarla başı kanalına alınmıştır. Sabit debi için tarla başı kanalında belirli aralıklarla setler yapılarak sabit su seviyesi oluşturulmuştur. Su tarla başı kanalından sifonlarla karıklara alınmıştır. İstenen debiler için gerekli hidrolik yüklerin oluşturulması amacıyla sifonlar için sehpa düzeneği kurulmuştur. Sifonların akış katsayıları daha önce laboratuvarında yapılan ön denemelerle belirlenmiştir. Su ilerleme verilerinin derlenmesi amacıyla ölçüm karıklarına tarla başı kanalından itibaren her 10 m' de bir işaret kazıkları çakılmıştır.

İlk sulama, karıklar düzenlendikten sonra, topraktaki nem yaklaşık solma noktası ( $P_w \approx \%14$ ) civarındayken yapılmıştır. Karıkların düzenlenmesi ile ilk sulamanın yapıldığı zaman arasında bölgede düşen yağışlar karıkların bir miktar oturup yerleşmesini sağlamıştır. Dolayısıyla ilk sulama biraz daha oturmuş karıklarda yapılmıştır. İlk sulamadan sonra, aynı karıklarda aynı konular olacak şekilde, yaklaşık ilk sulamaya başlandığındaki nem miktarı koşullarında, ikinci sulamaya geçilmiştir. İlk ve ikinci sulamalardan önce periyodik olarak karık başı, ortası ve sonundan alınan toprak örneklerinde gravimetrik yöntemle nem miktarları belirlenmiştir. Böylece toprak profilindeki nem düzeyinin takibi yapılmıştır.

Araştırmada, kesikli uygulama konularında döngü süreleri (su uygulama + su kesme) 30+30; 25+25; 20+20 ve 15+15 dakika olarak alınmıştır. Döngü sürelerinin seçiminde Yazar ve ark., (1992) ile Yazar ve Kanber' den (1992) yararlanılmıştır. İlk döngüyü takiben iki ve daha sonraki döngülerde ise ıslak ilerleme süreleri dikkate alınarak su uygulama süreleri kuru karık kısımları için net olarak uygulanmıştır (Yazar ve ark., 1992). Kesikli uygulamalar 0,90 ve 1,35 L/s debilerinin her ikisinde de denenmiştir. Sürekli sulamalarda ise 0,90 ve 1,35 L/s' lik debiler kesiksiz olarak su karık sonuna ulaşmaya kadar uygulanmıştır.

Karıklarda su ilerleme verilerinden ilerleme eşitliklerinin çıkarılmasında su ilerlemesinin " $L = a.t^b$ " şeklindeki ampirik bir eşitlikle tanımlanabileceği kabul edilmiştir (Elliot ve Walker, 1982). Bu eşitlikteki a ve b parametrelerini belirlemek için, söz konusu eşitliğe logaritmik transformasyon uygulanarak elde edilen eşitlikte kesikli uygulamalarda suyun karıkta yığılımlı kalma süreleri yani net sulama süreleri dikkate alınarak, L yerine karık başından itibaren suyun ilerleme mesafeleri (m), t yerine suyun bu mesafelere ulaşma süreleri (dak) konularak regresyon analizi yapılmıştır (Alıcı, 1980; Delibaş, 1984).

Kesikli uygulamalarda akışın karık sonuna ilerlemesi için gereksinilen su hacminin ( $V_s$ ) sürekli akıştaki su hacmine ( $V_c$ ) bölünmesiyle de " ilerleme hacim oranları " ( $V_s/V_c$ ) belirlenebilmektedir (Yazar ve Kanber, 1992). Su hacimleri ise karık sonuna su ilerlemesi için gereksinilen yığılımlı su uygulama sürelerinin karık debileriyle çarpılmasıyla bulunabilmektedir.

**SONUÇLAR VE TARTIŞMA**

Deneme 2x2x5 faktöriyel düzenleme, tam şansa bağlı deneme planında 3 tekrarlı yürütülmüştür (Yıldız ve ark., 1994). Yapılan denemeler sonucu belirlenen, karık sonuna net su ilerleme süreleri değerleri Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Karık Sonuna Net Su İlerleme Süreleri.

Table 1. Net Time Required for Water Advance to the End of Furrow.

Sulama Zamanı	Debi (L/s)	Döngü Süresi	Net Su İlerleme Süresi (min)	Sulama Zamanı	Debi (L/s)	Döngü Süresi	Net Su İlerleme Süresi (min)
İlk	0,90	30+30	109	İkinci	0,90	30+30	63
			115				70
			101				71
İlk	0,90	25+25	108	İkinci	0,90	25+25	66
			115				65
			103				62
İlk	0,90	20+20	93	İkinci	0,90	20+20	76
			93				58
			71				66
İlk	0,90	15+15	77	İkinci	0,90	15+15	70
			86				61
			81				60
İlk	0,90	Sürekli	136	İkinci	0,90	Sürekli	72
			133				78
			128				85
İlk	1,35	30+30	69	İkinci	1,35	30+30	43
			75				45
			76				46
İlk	1,35	25+25	61	İkinci	1,35	25+25	41
			60				42
			68				42
İlk	1,35	20+20	63	İkinci	1,35	20+20	37
			62				40
			64				42
İlk	1,35	15+15	60	İkinci	1,35	15+15	37
			61				39
			58				40
İlk	1,35	Sürekli	86	İkinci	1,35	Sürekli	55
			80				56
			90				61

Tablo 1'deki değerlere varyans analizi uygulanmış, varyans analizi sonuçları Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. Su İlerleme Süresi Varyans Analizi.

Table 2. Analysis of Variance for Water Advance Time.

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama Zamanı	1	13290,8	488,03	0,000
Debi	1	12702,2	466,42	0,000
Döngü Süresi	4	1396,1	51,27	0,000
Sulama Zamanı x Debi	1	421,4	15,47	0,000
Sulama Zamanı x Döngü Süresi	4	255,6	9,39	0,000
Debi x Döngü Süresi	4	75,9	2,79	0,039
Sulama Zamanı x Debi x Döngü Süresi	4	151,7	5,57	0,001
Hata	40	27,2		
Toplam	59			

Tablo 2' den görüleceği gibi, yapılan varyans analizi sonucu, debi x döngü süresi interaksyonu önemli ( $P < 0,05$ ), tüm faktörler ve bu faktörlere ilişkin diğer interaksyonlar ise çok önemli ( $P < 0,01$ ) bulunmuştur. Varyasyon kaynaklarına ilişkin ortalamalar ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları da ana faktörler için Tablo 3' de, interaksyonlar için de Tablo 4' de verilmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde karık sonuna su ilerleme sürelerinin sulama zamanı yönünden ilk sulamada ikinci sulamadan, debi yönünden 0,90 L/s debisinden 1,35 L/s debisinden daha fazla olduğu görülmektedir. İlk sulamada ilerleme süresinin daha fazla olmasının ilk kez sulanan karıkların tam oturmamış olmasından kaynaklandığı söylenebilir (Yazar ve Kanber, 1992). Şahin (1997) tarafından aynı alanda aynı karık uzunluğunda yapılan başka bir çalışmada da kesikli sulamanın ilerleme hızını artırma etkinliğinin ilk sulamada daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Debi yönünden farklılık her iki sulama zamanında da söz konusudur (Tablo 4). Her iki sulama zamanında 1,35 L/s uygulaması daha az ilerleme süresi sağlamıştır. Debi fazlalığında ilerleme süresinin azalması da birim zamandaki akışın daha fazla olmasının doğal bir sonucudur. Tablo 3' de ilerlemede döngü sürelerinin etkisi incelendiğinde, kesikli sulamada tüm döngü sürelerinde, sürekli sulamaya göre ilerleme sürelerinin daha az olduğu, Tablo 4' de de bu azalmanın her iki sulama zamanında ve her iki debide de gerçekleştiği görülmektedir. Her iki sulama zamanı ve debide en hızlı ilerlemeyi 15+15 döngü süreli uygulama vermiştir. Bu uygulama, ikinci sulamada istatistiki açıdan diğerlerinden farksız bulunurken, ilk sulamada 0,90 L/s debisi için 20+20 uygulaması ile 1,35 L/s debisi için de 25+25 ve 20+20 uygulamaları ile aynı grupta yer almıştır (Tablo 4).

Tablo 3. Ana Faktörlere İlişkin Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.

Table 3. The Results of Multiple Range Tests for the Basic Factors.

Ana Faktörler		N	Ortalamalar
Sulama Zamanı	İlk Sulama	30	86,07
	İkinci Sulama		56,30
Debi	0,90 L/s	30	85,73
	1,35 L/s		56,63
Döngü Süresi	30+30	12	73,58 b*
	25+25		69,42 bc
	20+20		63,75 cd
	15+15		60,83 d
	Sürekli		88,33 a

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında farklar önemsiz, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında farklar çok önemlidir ( $P < 0,01$ ).

Kesikli sulamanın sürekli sulamaya göre ilerlemeyi hızlandırması kesikli sulamanın bilinen özelliğidir (Walker ve ark., 1982). Azalan döngü sürelerinde ilerleme hızının daha fazla olması muhtemelen kısa süreli su uygulamaları nedeniyle toprak agregat yapısının değişerek çok küçük parçacıkların toprak yüzeyinde ince bir tabaka oluşturması ve bu tabakanın kesme süresinde daha sıkı bir yapıya ulaşması ile açıklanabilir (James, 1988). İkinci sulamada döngü süreleri arasında bir farklılığın istatistiki açıdan yakalanamaması da karıkların bir önceki sulama nedeniyle daha çok oturmuş olması ve dolayısıyla toprak parçacıklarının taşınımının az olması ve ilk sulamaya göre oturmuş olan karıklarda fasıla sayısının azalması ile açıklanabilir. Keza kesikli sulamanın etkinliği fasıla sayısından etkilenmektedir (Alemi ve Goldhamer, 1988). Dolayısıyla oturmuş karıklarda yumuşak karıklara göre aynı su uygulama süreleri karık sonuna daha çabuk ilerlemeyi sağlamaktadır (McCornick ve ark., 1988).

Tablo 4. Ana Faktör İnteraksiyonlarına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.  
Table 4. The Results of Multiple Range Tests for the Interactions of the Basic Factors.

Ana Faktör İnteraksiyonları		N	Ortalamalar					
			Debi					
			0,90 L/s		1,35 L/s			
Sulama Zamanı x Debi	İlk Sulama	15	103,27 a*		68,87 b			
	İkinci Sulama		68,20 b		44,40 c			
			Döngü Süresi					
			30+30	25+25	20+20	15+15	Sürekli	
Sulama Zamanı x Döngü Süresi	İlk Sulama	6	90,83 b	85,83 b	74,33 c	70,50 c	108,83 a	
	İkinci Sulama		56,33 d	53,00 d	53,17 d	51,17 d	67,83 c	
Debi x Döngü Süresi	0,90 L/s	6	88,17 b	86,50 b	76,17 c	72,50 c	105,33 a	
	1,35 L/s		59,00 d	52,33 de	51,33 de	49,17 e	71,33 c	
Sulama Zamanı x Debi x Döngü Süresi	İlk Sulama	3	0,90 L/s	108,33 b	108,67 b	85,67 c	81,33 c	132,33 a
			1,35 L/s	73,33cde	63,00 ef	63,00 ef	59,67 f	85,33 c
	İkinci Sulama	3	0,90 L/s	68,00def	64,33 ef	66,67def	63,67 ef	78,33 cd
			1,35 L/s	44,67 g	41,67 g	39,67 g	38,67 g	57,33 f

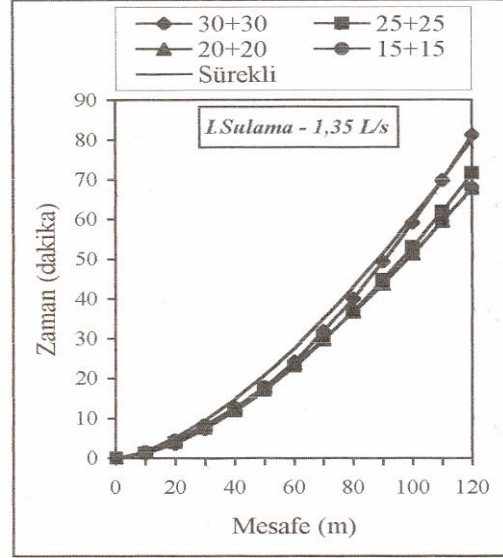
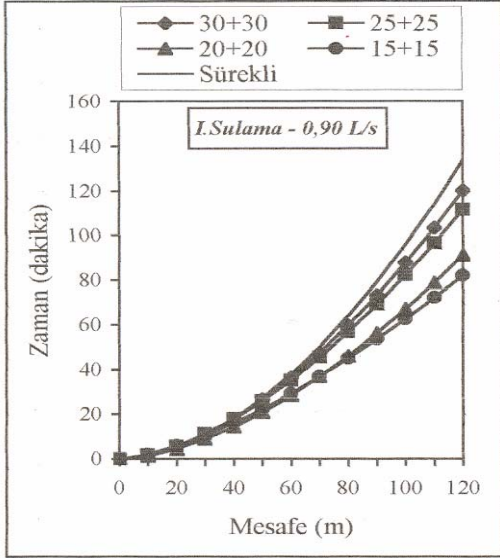
\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında farklar önemsiz, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında farklar çok önemlidir (P < 0,01).

Tüm uygulamalar için ilerlemenin grafiksel olarak gözlenebilmesi amacıyla regresyon analizi ile belirlenen ilerleme eşitliklerine göre çizilen su ilerleme eğrileri de Şekil 1’de verilmiştir. Eşitlikler ve ilişki dereceleri de aynı şekil üzerinde yer almaktadır. Regresyonun çok önemli bulunduğu ilerleme eşitliklerine ait ilişki dereceleri ( $r^2$ ) 1’e yakın çıkmıştır. Şekil 1’ de su ilerleme eğrileri incelendiğinde sürekli sulamaya göre en belirgin ilerleme süresi azalışının, ilk sulamada 0,90 L/s debisinde 15+15 ve 20+20 uygulamalarında olduğu görülmektedir.

Kesikli su uygulamalarında akışın karık sonuna ilerlemesi için gereksinilen su hacminin sürekli akıştaki su hacmine bölünmesiyle belirlenen “ ilerleme hacim oranları ” da Şekil 2’ de grafik olarak verilmiştir. Şekil 2’ de görüldüğü gibi tüm uygulamalarda  $V_s/V_c$  oranı 1’ den küçük bulunmuştur. Bu da karık sonuna ilerleme için kesikli sulama uygulamalarında sürekli sulama uygulamasına göre daha az su kullanıldığını göstermektedir. Zaten birçok araştırmacı da suyun fasıllarla uygulanmasıyla sürekli sulamaya göre daha az su ile ilerleme sürecinin tamamlandığını belirlemiştir (Duke, 1988). Her iki debide de tüm sulamalarda en düşük oranlar 15+15 uygulamasındadır. Sulama zamanlarına göre en düşük oranlar ise ilk sulamada 0,90 L/s debisinde, ikinci sulamada ise 1,35 L/s debisinde belirlenmiştir. Bu debilerde 15+15 döngü süresinde sürekli sulamada gereksinilen su hacminden sırasıyla % 38,5 ve % 32,5 daha az su hacmine gereksinim duyulmuştur. Bu döngü süreli uygulamalar aynı zamanda ilgili oldukları sulama zamanı için de en az su hacmine gereksinim duyulan uygulamalardır.

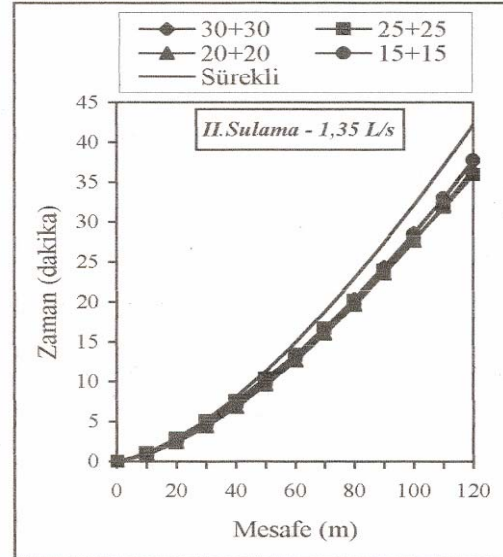
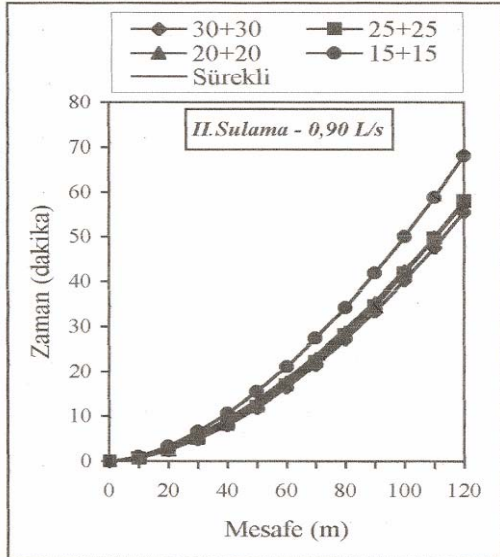
L(30+30)	= 7,430	. t <sup>0,581</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,978
L(25+25)	= 7,063	. t <sup>0,601</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,987
L(20+20)	= 8,260	. t <sup>0,593</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,973
L(15+15)	= 6,180	. t <sup>0,673</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,988
L(Sürekli)	= 8,128	. t <sup>0,550</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,989

L(30+30)	= 9,572	. t <sup>0,575</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,983
L(25+25)	= 8,831	. t <sup>0,611</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,977
L(20+20)	= 7,520	. t <sup>0,657</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,980
L(15+15)	= 7,516	. t <sup>0,657</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,984
L(Sürekli)	= 6,918	. t <sup>0,651</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,994



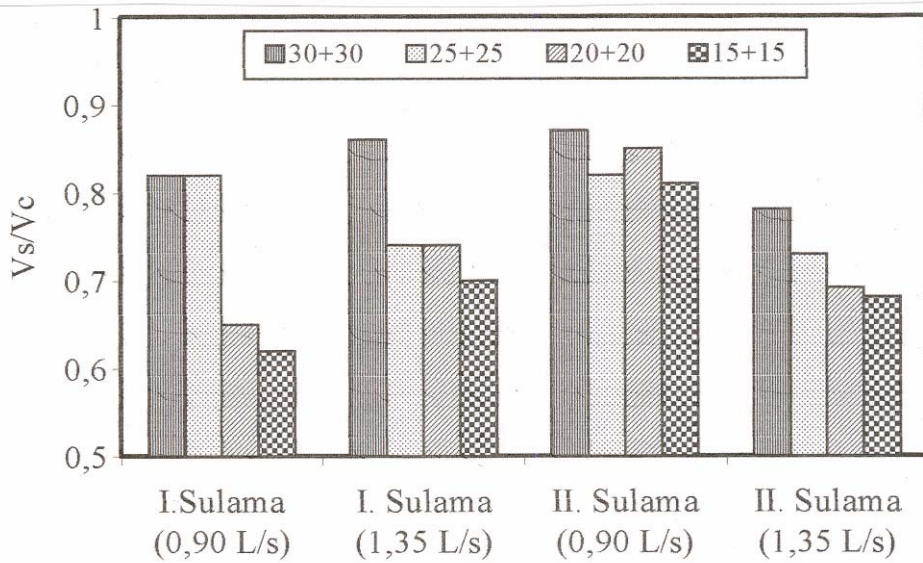
L(30+30)	= 12,303	. t <sup>0,567</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,959
L(25+25)	= 12,303	. t <sup>0,561</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,964
L(20+20)	= 11,482	. t <sup>0,578</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,977
L(15+15)	= 9,863	. t <sup>0,592</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,972
L(Sürekli)	= 10,233	. t <sup>0,608</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,954

L(30+30)	= 10,715	. t <sup>0,666</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,960
L(25+25)	= 9,572	. t <sup>0,706</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,943
L(20+20)	= 11,482	. t <sup>0,652</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,981
L(15+15)	= 11,482	. t <sup>0,646</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,972
L(Sürekli)	= 9,954	. t <sup>0,665</sup>	; r <sup>2</sup> = 0,946



Şekil 1. Su İlerleme Eğrileri.

Figure 1. Curves of Water Advance.



Şekil 2. İlerleme Hacim Oranları.

Figure 2. The Rate of Water Advance Volume.

Sonuç olarak, sürümü izleyen ilk sulamada karıklara uygulanacak debinin maksimum debiden daha az seçilmesi ve kısa döngü süreli (15+15 ve 20+20) kesikli uygulamaların kullanılmasıyla, bir sonraki sulamada ise yine kısa döngü süreleri ancak maksimum debi seçilmesi suretiyle en az su hacmiyle ilerleme sürecinin tamamlanacağı söylenebilir. Bu sonuçlar aynı zamanda pratiksel yönü açısından bölgede konuyla ilgili yapılacak diğer çalışmalara da bir alt yapı oluşturabilecektir.

## KAYNAKLAR

- Alemi, M.H., D.A. Goldhamer, 1988. Surge Irrigation Optimization Model. Transactions of the ASAE, 31(2): 519-526.
- Alıcı, Ü., 1980. Tava ve Karıklarda Su İlerlemesi Hesaplama Yöntemlerinin Tarla Koşullarına Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Kültürteknik Böl., Erzurum, 1-88.
- Bishop, A.A., W.R. Walker, N.L. Allen, G.J. Poole, 1981. Furrow Advance Rates Under Surge Flow Systems. J.Irrig. and Drainage Div., ASCE, 107(IR3): 257-264.
- Delibaş, L., 1984. Tava ve Karıklarda Yüzeysel Sulama Hidroliği İlkelinin Tarla Koşullarında Araştırılması (Doktora Tezi). Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Kültürteknik Bölümü, Erzurum, 47.
- Delibaş, L., 1994. Sulama. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak., Yayın No:213, Ders Kitabı No:24, 144.
- Duke, H.R., 1988. Conditions and Principles. Surge Flow Irrigation (Ed. E.Stringham). Final Report of the Western Regional Research Project, Utah State University, Logan, Utah, 7-11.
- Elliot, R.L., W.R. Walker, 1982. Field Evaluation of Furrow Infiltration and Advance Functions. Transactions of the ASAE, 25(2): 396-400.
- Güngör, Y., O. Yıldırım, 1989. Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniv., Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1155: 256.
- Hart, W.E., H.G. Collins, G. Woodward, A.S. Humpherys, 1983. Design and operation of Gravity or Surface Systems. Design and Operation of Farm Irrigation Systems (Ed. M.E.Jensen). ASAE 2950 Niles Road St. Joseph, Michigan 49085, 531-550.
- Izadi, B., D.F. Heermann, H.R. Duke, 1988. Sensor Placement for Real Time Infiltration Parameter Evaluation. Transactions of the ASAE, 31(4): 1159-1166.
- Izuno, F.T., T.H. Podmore, 1985. Kinematic Wave Model for Surge Irrigation Research in Furrows. Transactions of the ASAE, 28(4): 1145-1150.
- James, L.G., 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. Washington State University. John Wiley and Sons., Inc., 328-330, 343.
- Kemper, W.D., T.J. Trout, A.S. Humpherys, M.S. Bullock, 1988. Mechanisms by Which Surge Irrigation Reduces Furrow Infiltration Rates in a Silty Loam Soil. Transactions of the ASAE, 31(3): 821-829.
- McCornick, P.S., T.H. Podmore, H.R. Duke, 1988. Management and Implementation of Surge Irrigation. Surge Flow Irrigation (Ed. E.Stringham). Final Report of the Western Regional Research Project, Utah State University, Logan, Utah, 53-60.
- Panahi, M., S. Anaç, 1992. Menemen' de Pamuk Bitkisinin Karık Yöntemiyle Sulanmasında Kesikli (Surge) Akış İlerleme Hızının Değerlendirilmesi (Y.Lisans Tezi). Ege Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., İzmir.
- Saleh, A., R.J. Hanks, 1989. Field Evaluation of Soil Hydraulic Property Changes Caused by Surge Water Application. Soil Sci. Soc. Am. J., 53: 1526-1530.
- Samani, Z.A., W.R. Walker, L.S. Willardson, 1985. Infiltration Under Surge Flow Irrigation. Transactions of the ASAE, 28(5): 1539-1542.
- Stringham, E., 1988. Surge Flow Irrigation. Final Report of the Western Regional Research Project, Utah State University, Logan, Utah, 1-5.

- Şahin, Ü., 1997. Fasilalı Sulamada Farklı Kesme Süreleri ve Debilerin Karıkta Su İlerlemesine Etkisi. Atatürk Üniv., Ziraat Fak. Dergisi, 28 (5): 698-709.
- Trout, T.J., 1991. Surface Seal Influence on Surge Flow Furrow Infiltration. Transactions of the ASAE, 34(1): 66-72.
- Ul, M.A., Y.H. Tüzel, S. Anaç, R. Kanber, S. Önder, 1992. Yüzeysel Sulamalarında Kesikli Akış (Surge Flow) Sulama Tekniğinin Uygulanması. IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri, 24-26 Haziran 1992, Erzurum, 36-49.
- Walker, W.R., H. Malano, J.A. Replogle, 1982. Reduction in Infiltration Rates Due to Intermetting Wetting. ASAE Paper No 82-2029, St. Joseph, Michigan 49085, 1-14.
- Walker, W.R., 1989. Guidelines for Designing and Evaluating Surface Irrigation Systems. FAO Irrigation and Drainage Paper, 45, Rome, 127-131.
- Yazar, A., R. Kanber, 1992. Fasilalı 'Surge' Sulama, Surge Irrigation. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., Adana.
- Yazar, A., R. Kanber, H. Köksal, S. Önder, S.M. Sezen, 1992. Fasilalı Sulamanın İşletim İlkeleri. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 7(3): 139-152.
- Yıldız, N., H. Bircan, Ö. Akbulut, 1994. Araştırma ve Deneme Metodları (2. Baskı). Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Ders Kitapları Serisi No: 65, 1-169.
- Yonts, C.D., D.E. Eisenhauer, D. Fekersillassie, 1996. Impact of Surge Irrigation on Furrow Water Advance. Transactions of the ASAE, 39(3): 973-979.