

BAFRA OVASI ARAZİ KOŞULLARINDA UZUN TAVA BOYUTLARININ BELİRLENMESİ

K. Ersin TEMİZEL* Tekin KARA Mehmet APAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, SAMSUN
*e-mail: ersint@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.06.2010

Kabul Tarihi: 01.04.2011

ÖZET: Bu çalışmada 5 m genişlik ve 100 m uzunluğa sahip uzun tavalara 1.5, 2.0 ve 2.5 L/s/m debiler uygulanmış ve 10 m aralıklarla belirlenen istasyonlara ulaşma süreleri ile su kesildikten sonra ortaya çıkan çekilme süreleri kaydedilmiştir. Bu ulaşma sürelerinden faydalanarak ilerleme eğrileri çizilmiş, ilerleme eğrilerine net infiltrasyon süresi eklenerek oluşturulan zaman eğrisi ile çekilme eğrileri kesiştirilerek uzun tava boyları ortalama olarak sırasıyla 94.0 m, 102.4 ve 118.7 m olarak belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Sulama, Uzun Tava, İlerleme eğrileri, Uzun tava boyu, Bafra.

DETERMINATION OF BORDER LAYOUT IN FIELD CONDITIONS OF BAFRA PLAIN

ABSTRACT: In this study, 1.5, 2.0 and 2.5 L/s/m flow rates were applied to the borders with 5 m width and 100 m length, and advance and recession times of flow rates were recorded at the stations which were 10 m spacing. The advances curves were drawn by using these advance times. The time curves were obtained by adding the net infiltration time to the advance times. The average lengths of borders for particular flow rates obtained by intersecting the time curves with recession curves were 94.0 m, 102.4, and 118.7 m.

Key Words: Irrigation, Graded Border, Advance trajectory, Border length, Bafra.

1. GİRİŞ

Yüzey sulama yöntemlerinde temel ilke, tarla parselinin her tarafında, en azından uygulanacak net sulama suyu miktarının infiltrasyonla toprak içerisine girmesi için gerekli süre (net infiltrasyon süresi) kadar toprak yüzeyinde su bulundurmaktır (Yıldırım, 2003).

Uzun tava sulama yönteminde, sulanacak tarla parseli üç taraftan toprak seddelerle çevrilerek dar ve uzun alt parsellere ayrılır. Alt kısmı açık olan bu alt parsellere uzun tava veya border adı verilir. Tarla başı kanalı ya da lateral boru hattından alınan su bir yandan tava boyunca bir örtü halinde ilerlerken bir yandan da infiltrasyonla toprak içerisine girer ve kök bölgesinde depolanır. Su kapatıldıktan sonra suyun tava boyunca geri çekilmesi sırasında da bir miktar suyun infiltrasyonla toprak içerisine girmesi söz konusudur. İlk tesis masrafları düşüktür. Yüzey akışı azaltarak su uygulama randımanını artırmak için iyi bir planlama ve kontrollü sulama yapılması gerekir (Yıldırım, 1996a).

Her bir uzun tava ünitesinin planlanması; tavanın eğimi, genişlik ve uzunluk, uygun debi, kök bölgesinde depolanacak su derinliği, toprağın hidrolik özellikleri ve pürüzlülük katsayısı gibi birbirleriyle ilişkili parametreler dizisine bağlıdır (Galbiati ve Savi, 1997).

Sulama randımanını yükseltmek için suyun tarlaya ne şekilde, ne miktarda ve ne kadar süreyle verileceği, sulanacak ünitenin boyutlarının ne olacağı gibi sorunlara çözüm aramak gerekmektedir.

Çoğu zaman tarlanın şekli ve eğimi bilinmektedir. Tarlaya verilmesi gereken su miktarı ve toprağın infiltrasyon özellikleri de önceden belirlenebilir. Asıl sorun verilecek debiye bağlı olarak akış uzunluğu ile su uygulama süresi arasında iyi bir dengenin sağlanmasıdır. Akış uzunluğunun gereğinden fazla

olması tarla başında derine sızma kayıplarının artmasına, gereğinden kısa olması ise tarla sonunda yüzey akışla kaybolan su miktarının artmasına yol açmaktadır (Delibaş, 1984).

Yüzey sulama konusu karmaşık bir problemdir. Bu problemin çözümü ve buna bağlı olarak yüzey sulamanın iyi bir şekilde planlanması sulama ile ilgili hidrolik ilkelerin iyi anlaşılmasına bağlıdır. Toprak yüzeyinde suyun akış olgusu pek çok hidrolik değişkenin etkisinin toplu sonucu olarak ortaya çıkar. Bu temel değişkenler; tarlaya verilen suyun debisi, suyun toprak yüzeyinde ilerleme hızı, akış uzunluğu ve sulama süresi ile yüzeydeki su akış derinliği, infiltrasyon hızı ve infiltrasyon derinliği, arazinin eğimi, akış yüzeyinin pürüzlülüğü, erozyon durumu, akış kanalının şekli ve uygulanacak net su derinliğidir. Bu faktörlerin karşılıklı etkilerinden dolayı yüzey sulamaların projelenmesi karmaşık bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak bazı ampirik kriterler ve basit varsayımlar kullanılarak problemin çözümüne gidilebilir (Delibaş, 1994b).

Uzun tava yöntemi ile sulama yapıldığında tava boyunca uniform bir su dağılımı istenir. Bu durum da akış uzunluğunun yeterince kısa olması ile sağlanabilir; ancak kısa boylu tavalardan hazırlanmaları ve gerekse sulanmaları için de fazladan işgücüne ihtiyaç vardır. Bu yönden de akış uzunluklarının mümkün olduğu kadar fazla olması istenir. Bu iki durum arasında, bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun en ekonomik şekilde toprağa verilmesini sağlayacak optimum bir çözüm uzun tava sulama yönteminin planlanmasının esasını teşkil etmektedir. Tavaya verilecek debiye bağlı olarak akış uzunluğu ile sulama süresi arasında iyi bir denge sağlanarak, kayıplar en aza indirilebilir ve böylece su uygulama randımanı artırılabilir (Delibaş, 1994b).

Uzun tava boyutlarının belirlenmesinde esas dikkat edilmesi gereken işlem uzun tava sonunda minimum infiltrasyon derinliğini elde etmek ve bunun da gerekli net infiltrasyon derinliğine eşit olmasını sağlamaktır (Alazba, 1997).

Uzun tava sulamada, su uzun tava sonuna ulaşmadan kesilmelidir. Eğer su çok erken kapatılıyorsa uzun tavanın son tarafları eksik sulama ile karşı karşıya kalacaktır. Suyun kapatılmasında geç kalındığında ise uzun tavanın sonunda aşırı sulama ve hastalıklar baş gösterecektir. (Schwankl ve ark. 2007).

Bu çalışmada amaçlanan, Bafra Ovası toprak koşullarında en yüksek sulama randımanını sağlayacak üç farklı debi için uygun uzun tava boylarının belirlenmesidir. Bu amaçla ovada uzun tava sulama yöntemi ile sulanabilecek bitkilerin sulanmasında sulama randımanını yükseltmek, dolayısıyla sudan tasarruf etmek doğru planlama ile mümkün olabilecektir.

2. MATERYAL ve METOT

Araştırma, Samsun ili, Bafra ilçesi, Altınova köyündeki çiftçi arazisinde yürütülmüştür. Arazi Bafra ilçesine 11 km, Samsun iline 61 km uzakta olup deneme arazisinin bulunduğu köy 41° 38' - 41° 42' Kuzey enlemleri ve 35° 57' - 36° 00' Doğu Boylamları arasında yer almaktadır. Denizden yüksekliği ise 7-8 m dir. Deneme alanı genel eğimi %0.36 olarak belirlenmiş, uzun tavalarda da bu eğim dikkate alınarak düzeltilmiştir.

2.1. Toprak Özellikleri

Deneme alanı topraklarını Kızıllırmak'ın getirdiği alüvyon topraklar oluşturmaktadır. Araştırma alanında toprak derinliği 1.5 m ve daha derindir. Toprak bünyeleri ağır olup geçirgenlikleri düşüktür. Toprakların büyük bir kısmı taşınma topraklarıdır. Biriktikleri yerlerde drenaj, havalanma ve kök işleme durumlarına bağlı olarak genellikle granüle ve blok yapıları elde etmişlerdir (Apan ve Bayrak, 1988).

Araziden alınan toprak örneklerinde kullanılabilir su tutma kapasitesi ve net sulama suyu derinliğinin hesaplanabilmesi için gerekli olan tarla kapasitesi ve solma noktası nem değerleri ile kuru birim hacim ağırlığı değerleri ve toprak bünyesi belirlenmiş; toprak profilinin 90 cm'lik bölümü için toprakların bu özelliklerine ilişkin sonuçlar 30 cm'lik katmanlar halinde çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre arazinin üst katmanları killi, aşağılara doğru kumlu tınlı bir yapıda olduğu görülmektedir. Ağırlık yüzdesi cinsinden tarla kapasitesi % 40.1 ile 24.5 arasında değişirken solma noktası değerleri ise % 25.4 ile 6.2 arasında bulunmuştur.

2.2. Su Tutma Kapasitesinin Belirlenmesi

Toprak örneklerinde Tarla kapasitesi ve Solma Noktası değerlerinin belirlenmesinde basınçlı membran kullanılmıştır. Belirlenen bu değerler

arasındaki fark ve hacim ağırlığı değerleri kullanılarak toprağın su tutma kapasitesi belirlenmiştir.

Çizelge 1'deki değerler dikkate alınarak deneme alanında 90 cm toprak derinliği için kullanılabilir su tutma kapasite 205.9 mm olarak tespit edilmiştir. Yapılan akış denemelerinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin yarısı tüketildiğinde sulama yapılacağı göz önüne alınarak her sulamada verilecek sulama suyu derinliği 103 mm olarak belirlenmiştir.

2.3. İnfiltrasyon Hızının Belirlenmesi

Tava ve uzun tava akışları için gerekli infiltrasyon parametreleri çift silindir infiltrometreler kullanılarak Delibaş (1994a) ve Yıldırım (1996b) da belirtilen esaslara göre elde edilmiştir. Çift silindir infiltrometre testlerinde eklemeli süre ve giren su derinliğinin eklemeli değerleri kaydedilerek logaritmik eksenlere sahip grafik kağıdı üzerinde işaretlendikten sonra, bu noktaların oluşturduğu doğrunun eğimi (n) ve ordinatı kesim noktası (k) belirlenerek Kostiakov tarafından önerilen eklemeli infiltrasyon eşitliği ($D=kt^n$) olarak $D=1.7505 t^{0.4552}$ şeklinde elde edilmiştir. Belirlenen su alma eşitliği kullanılarak 103 mm net sulama suyu miktarı için net infiltrasyon süresi 49 dakika olarak belirlenmiştir.

2.4. Uzun Tava Boylarının Arazi Koşullarında Belirlenmesi

Tava uzunluğu; tava eğimi, toprağın infiltrasyon özelliği ve uygulanan debi gibi birçok etmene bağlı olarak belirlenir. Tava uzunluğunu belirlemede en uygun yol, arazide oluşturulan tavalara uygulanan su ilerleme ve çekilme eğrileri ile infiltrasyon için gerekli zamandan yararlanılmasıdır. Bu amaçla tarla denemeleri yapılmaktadır. Tarla denemelerinin yapılmasında, tarla başı hendeğinden başlayarak, oluşturulan tava boyunca seddelere belirli aralıklarla kazıklar çakılır. Suyun tavaya uygulanış zamanı ile her kazığa gelmesi için geçen zaman kaydedilir. Yatay ekseninde tava uzunluğu boyunca işaretlenmiş noktaların uzunlukları düşey ekseninde zamanı gösteren bir koordinat sisteminde, işaretlenmiş noktalara suyun geliş süreleri işaretlenip bulunan noktalar birleştirilerek; suyun tava içerisinde ilerleme durumunu gösteren ilerleme eğrisi çizilir. Benzer şekilde su kapatıldıktan sonra aynı noktalarda kaybolma süreleri aynı koordinat sistemi üzerinde işaretlenerek suyun çekilme eğrisi çizilir. Suyun toprak üzerinde kalış süresi, ilerleme ve çekilme eğrileri arasındaki zaman farkı kadardır. Bu sürenin, toprağa verilmek istenilen suyun infiltrasyonu için gerekli süre kadar olması gerekir. Toprağa uygulanmak istenilen su miktarının infiltrasyon için gerekli olan sürenin ilerleme eğrisindeki her noktaya suyun gelmesi için geçen zamana eklenmesiyle zaman eğrisi veya sulama eğrisi olarak isimlendirilen eğri elde edilir. Sulama eğrisi ilerleme eğrisine paraleldir. Sulama eğrisi ile çekilme eğrisinin kesim noktası kullanılabilir en büyük tava uzunluğunu verir (Apan ve ark., 2005).

Çizelge 1. Deneme Alanı Toprakları Tarla Kapasitesi (TK, ağırlık yüzdesi), Solma Noktası (SN, ağırlık yüzdesi) nem miktarı hacim ağırlık (γ_t) değerleri ve toprak bünye sınıfları

Derinlik (cm)	Tarla Kapasitesi Pw (%)	Solma Noktası Pw (%)	Hacim Ağırlığı (g/cm^3)	Bünye			
				Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Sınıf
0-30	40.1	25.4	1.37	21	49	30	Killi (C)
30-60	28.5	14.5	1.53	38	34	28	Killi tın (CL)
60-90	24.5	06.2	1.48	54	12	34	Kumlu tın (S L)

2.5. Arazide Akış Denemeleri

Bafra Ovası, Altınova köyünde çiftçi arazisi deneme yeri olarak belirlenmiştir. Yerin seçiminde bölgede yoğun bir şekilde çeltik tarımının yapılması ve sulamalarının da yüzey sulama olarak gerçekleştirilmesi etkili olmuştur.

Denemeler sırasında akış özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 5 m genişliğinde, birer tarafı seddelerle çevrili 100 m uzunluğunda üç uzun tava oluşturulmuştur (Delibaş, 1984, Roth ve ark.,1974). Tava uzunluğu boyunca su ilerleme ve geri çekilme sürelerini belirlemek amacıyla 10 m aralıklarla istasyonlar oluşturulmuştur. Tavalara 1.5, 2.0, ve 2.5 L/s/m olacak şekilde kontrollü debiler uygulanmıştır. Sulama uygulamaları değişimli olarak 3 tekerrür halinde gerçekleştirilmiştir. Sulamalara kullanılabilir su tutma kapasitesinin yarısı tüketildiğinde başlanmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

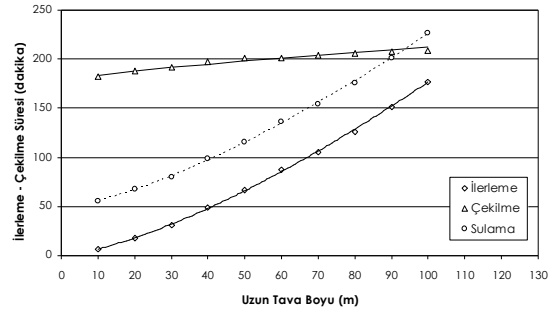
3.1. Akış Denemelerine İlişkin Bulgular

Arazi denemeleri sırasında akış özelliklerini belirlemek amacıyla karık ve uzun tavadaki 10 m aralıklarla istasyonlar oluşturulmuş, suyun bu istasyonlara ulaşma süreleri kaydedilmiştir.

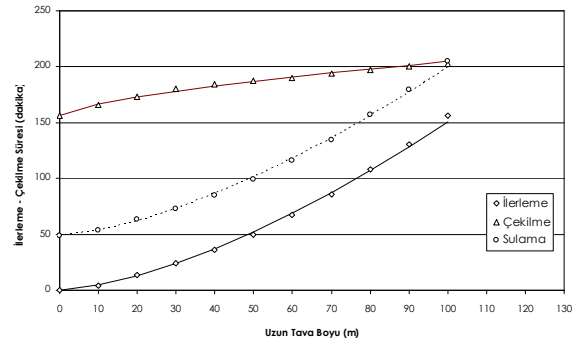
Arazide çiftçilerin kullandığı sifon debisi dikkate alınarak 5m genişlik ve 100m uzunluğunda oluşturulan üç uzun tavaya 1.5, 2.0 ve 2.5 L/s/m debi değerleri esas alınarak su uygulanmış; uygulanan suyun uzun tavalarda istasyonlar göz önünde tutularak ilerleme ve su kapatıldıktan sonra çekilme süreleri tespit edilmiştir. 1.5, 2.0 ve 2.5 L/s/m debilere ilişkin ilerleme eğrileri Şekil 1-3 de gösterilmiştir.

Arazide oluşturulan uzun tava boyunun 100m alınması, 1.5 L/s/m debi için ve suyun tava sonuna ulaştığı zaman kapatılması durumunda, 100m boyundaki tava sonunda verilmek istenilen miktarda suyun girmediği, 100m tava boyu için eksik su uygulandığı görülmektedir. Tavaya uygulanmak istenilen su derinliği esas alındığında 1.5 L/s/m debi için uzun tava boyunun en büyük değerinin 94m olması gerektiği belirlenmiştir. 2.0 L/s/m debi için ve suyun tava sonuna ulaştığı zaman kapatılması durumunda, tava sonunda da yaklaşık olarak, verilmek istenilen miktarda suyun toprağa girdiği, başka bir anlatımla tavanın tüm uzunluğu boyunca yeterli suyun toprağa girdiği gözlenmiştir. 2.5 L/s/m debi için ve suyun tava sonuna ulaştığı zaman kapatılması durumunda, tava sonunda verilmek istenilen miktardan daha fazla suyun toprağa girdiği

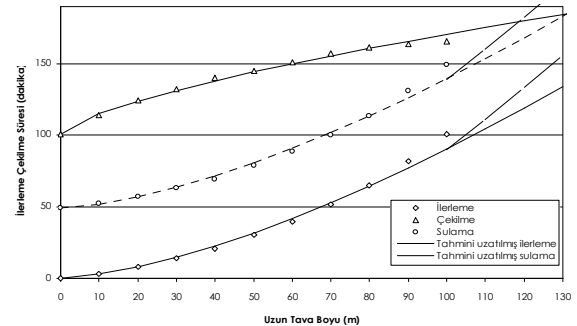
görülmektedir. Tava sonunda su kapatıldıktan sonra (100. metreden sonra) tava yüzeyinde bulunan suyun ilerlemesinin daha yavaş olacağı da dikkate alınarak ilerleme ve sulama eğrileri uzatılarak, sulama eğrisi ile çekilme eğrisi kesiştirilerek uzun tava boyu 2.5 L/s/m debi için 118 m olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Uzun tavalarda ilerleme ve çekilme eğrileri (Debi 1.5 L/s/m)



Şekil 2. Uzun tavalarda ilerleme ve çekilme eğrileri (Debi 2.0 L/s/m)



Şekil 3. Uzun tavalarda ilerleme ve çekilme eğrileri (Debi 2.5 L/s/m)

Çizelge 2. Arazi denemesi ilerleme-çekilme eğrileri katsayıları

Debi (L/s/m)	İlerleme			Çekilme			Boy(m)
	a	b	r ²	a	B	t _L	
1.5	0.2550	1.4204	0.9998	1.0935	0.7555	177	94.0
2.0	0.1309	1.5308	0.9890	2.3274	0.6605	156	102.4
2.5	0.0861	1.5103	0.9964	2.8827	0.6922	101	118.7

Uzun tavalara uygulanan debi değerleri, suyun tava sonuna ulaşma süreleri ve tava boyları birlikte değerlendirildiğinde; araştırma alanı için uzun tava boylarının ortalama bir değer olarak 100m alınmasının uygun olacağı söylenebilir.

Uygulanan debi miktarının birim tava genişliği için 2.0 L/s/m olarak uygulanması durumunda, suyun tava sonuna ulaştığında kapatılması, bundan (2.0 L/s/m) daha az debi uygulandığında su tava sonuna ulaştıktan sonra bir süre daha beklenilerek (100.m'ye ulaşma süresinin %6'sı kadar) ve bundan daha büyük debi uygulandığında ise su tava sonuna ulaşmadan önce (tava boyunun %96'sına ulaşıncaya) suyun kapatılmasının yeterli su uygulaması ve randımının yükseltilmesi yönünden yararlı olacağı söylenebilir.

Birinci sulamadan sonraki sulamaların ilerleme ve çekilme sürelerinin ortalamaları alınarak $T=a.X^b$ formunda oluşturulan eşitliklerin a ve b katsayıları ile r² değerleri çizelge 2'de gösterilmiştir. Çizelgede her bir debi için en uygun uzun tava boylarının elde edilmesi aşağıda açıklanmıştır. İlerleme eşitlikleri ile belirlenen ilerleme sürelerine net infiltrasyon süresi (t_n=49 dakika) eklendikten sonra elde edilen sulama eğrilerinin eşitlikleri ile çekilme eğrisi eşitliği birbirine eşitlenerek bu iki eğrinin kesişme noktası eşitlikten X(metre) değerlerinin çekilmesi ile çözümlenebilir. Örneğin; 1.5 L/s/m için $0.2550 X^{1.4204} + 49 = 1.0935 X^{0.7555} + 177$ eşitliğinden X(m) çekildiğinde 94.0m uzunluk değeri bulunmaktadır. Belirtilen eşitliğin çözümü analitik olarak kolay ve pratik olmadığından çözüm 0.05m hassasiyetle grafiksel yöntemle yapılmıştır. Uzun tavalara ilişkin ilerleme ve çekilme eğrileri katsayılarıyla bunlardan elde edilen uzun tava uzunluğu değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2'den de görülebileceği gibi 0.9729 dan daha yüksek r² değerleri ile oldukça yakın bir şekilde ilerleme ve çekilme eğrileri eşitliklerle ifade edilmiştir. Arazi denemesinden elde edilen verilere göre 1.5, 2.0 ve 2.5 L/s/m debiler için hesaplanan uzun tava boyları sırasıyla 94.0m, 102.4m ve 118.7 m olarak belirlenmiştir. Brouwer ve ark (1988), benzer toprak grubu ve eğim için uzun tava boylarının 90 ile 180m arasında olabileceğini önermişlerdir. Delibaş (1984), Erzurum'da hacim ağırlığı 1.38 g/cm³ olan tınlı bir toprakta yaptığı benzer şartlardaki çalışmada oluşturduğu uzun tavalarda tava boylarını 2.0 L/s/m debi için 70 m ve 2.5 L/s/m için 74 m olarak belirlediklerini bildirmiştir. Delibaş (1984) ile yapılan bu çalışma arasında bulunan farklılığın toprak tekstürü farklılığı ve buna bağlı olarak toprakların infiltrasyon hızı farklılığı ile açıklamak mümkündür. Çalışmanın yapıldığı arazinin toprak yapısında infiltrasyon düşük düzeydedir.

4. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada uzun tava boylarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Uzun tava boyunun belirlenmesinde kullanılan en önemli parametre suyun uzun tava içerisinde ilerleme durumudur. Bu çalışmada da değişik debiler için ilerleme eğrileri çıkarılarak, ilerleme eğrilerine net infiltrasyon süresinin eklenmesiyle elde edilen infiltrasyon (sulama) eğrilerinin çekilme eğrileriyle karşılaştırılması suretiyle uzun tava boyları belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmada 1.5, 2.0 ve 2.5 L/s/m birim debileri için sırasıyla 94.0, 102.4 ve 118.7 m olarak uygun uzun tava boyları belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucu olarak da çevre arazilerde uzun tava sulama yöntemi ile farklı debiler kullanılacaksa, uzun tava boylarının ortalama olarak 100 m alınması önerilebilir.

5. KAYNAKLAR

- Alazba, A. A., 1997. Design procedure for border irrigation. *Irrig. Sci.* (1997) 18: 33-43.
- Apan, M., Bayrak, F., 1988. Bafra Ovası'nın Sulama Yönünden Genel Sorunları ve Gelecekteki Uygulamalara İlişkin Öneriler. Bafra Ovası Tarım Sempozyumu. Samsun.
- Apan, M., Demir, Y., Öztürk, T., Kara, T., 2005. Kültürteknik. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı no:12. Samsun.
- Brouwer, C., Prins, C., Kay, M., Heibloem, M., 1988. *Irrigation Water Management : Irrigation Methods. Training Manual (FAO), no. 5 Rome (Italy).*
- Delibaş, L., 1984. Tava ve Karıklarda Yüzey Sulama Hidroliği İlkelerinin Tarla Koşullarında Araştırılması. Doktora tezi. 1984. Erzurum.
- Delibaş, L. 1994a. Sulama. Trakya Üniv. Zir. Fakültesi Ders kitabı No:24 Tekirdağ.
- Delibaş, L. 1994b. Yüzey Sulama Sistemlerinin Optimum Planlanması. Trakya Üniv. Zir. Fak. Zir. Dergisi. 1994.
- Galbiati, G.L. ve Savi, F., 1997. Effectiveness of Border Irrigation: A Case Study. *J. Agric. Eng. Res.* (1997) 66, 157-167.
- Roth, R.L., Fonken, D.W., Fangmeier, D.D., Atchison, K.T., 1974. Data for Border Irrigation Models. *Trans. Of the ASAE, Vol.17, No:1.*
- Schwankl, L. J., Hanson, B. R., Prichard, T. L. 2007. Causes and Management of Runoff from Surface Irrigation in Orchards. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 8214. <http://ucanr.org/freepubs/docs/8214.pdf>
- Yıldırım, O., 1996a. Sulama Sistemleri II. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No:1449. Ankara.
- Yıldırım, O., 1996b. Bahçe Bitkileri Sulama Tekniği. Ankara Üniversitesi Zir. Fak. Yayın no:1438. Ankara.
- Yıldırım, O. 2003. Sulama Sistemlerinin Tasarımı. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No:1536. Ankara.