



Araştırma Makalesi  
www.ziraat.selcuk.edu.tr/ojs  
Selçuk Üniversitesi  
Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi  
24 (1): (2010) 62-69  
ISSN:1309-0550



## YÜZEY SULAMA SİSTEMLERİNDE SULAMA İŞLETMECİLİĞİ MODEL YAKLAŞIMI<sup>1</sup>

Murat TEKİNER<sup>2,4</sup>

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale/Türkiye

Mevlüt BEYRİBEY<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara/Türkiye

(Geliş Tarihi: 26.08.2009, Kabul Tarihi: 27.10.2009)

### ÖZET

Çalışmada, Salihli Sağ Sahil Sulama şebekesinin sulama sistem performansı belirlenmiş ve yüzeysel sulama şebekelerinde performansı iyileştirebilecek yeni bir su yönetim modeli üzerinde durulmuştur. Birliğin su yönetim etkinliğini belirlemek amacıyla şebekedeki 6 yedek ile 113 tersiyer incelenmiş, su kullanım, tarımsal ve çevresel etkinlik göstergeleri hesaplanmıştır. Su kullanım etkinliği için Y2T37 tersiyerinde STOn 3.50, STOt ise 1.29 olarak bulunmuştur. Bütün yedeklerde STOn'nun 2.5'den büyük, STOt'nin ise 1'den büyük olduğu, proje alanına gerekenden fazla su saptırıldığı ve bunun da proje sulama randımanını (%28.3) olumsuz yönde etkilediği ortaya çıkmıştır. Tarımsal etkinliği belirlemek için sulama oranı hesaplanmış, kanalların %6.1 ile %100 arasında değişen SO, ana kanalı göz önüne aldığımızda %94.3 olarak gerçekleşmiştir. Çevresel etkinlikte ise alandaki tabansuyu seviyesinin mevsim sonunda ortalama 53 cm arttığı, mevsim boyunca sulama ile toprağa verilen suyun %58.7'sinin tabansuyunu beslediği sonucu ortaya çıkmıştır. Ayers ve Westcot sulama suyu sınıflama rehberine göre de ana kanaldaki suyun uygun, ana drenaj kanalındaki suyun ise şiddetli sorun oluşturmayacağı belirlenmiştir. Bu çalışmada, şebekeden beklenen performansı artırmak ve dolayısıyla kit kaynak olarak bulunan sudan optimum faydayı sağlayabilmek amacıyla yüzeysel sulama sisteminden faydalanan gerek su kullanıcıları ve gerekse suyu yönetenlerin, önerilen su yönetim modelindeki bilimsel yapıyı benimsemelerinin geleceğimiz açısından önemli bir gereklilik olduğu sonucu çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği, CROPWAT, Sulama Sistem Performansı, Su Yönetim Modeli

### IRRIGATION OPERATION MODELING APPROACH IN SURFACE IRRIGATION SYSTEMS

#### ABSTRACT

Irrigation system performance of Salihli Right Bank Irrigation Association was determined in this study and new water management model was proposed to improve irrigation performance of networks. To determine the water management efficiency of the Association, 6 secondary and 113 tertiary canals were investigated, water use efficiency, agricultural and environmental efficiencies were calculated. For water use efficiency, net water supply ratio was found to be 3.50 and total water supply ratio was found to be as 1.29 in Y2T37 tertiary. It was determined that net water supply ratio was higher than 2.5 and total water supply ratio was higher than 1 for all secondary canals. It indicates that excessive water was diverted to irrigation site and this negatively effected project irrigation efficiency (28,3%). Rate of irrigation was calculated to determine the agricultural efficiency. Irrigation ratio varied between 6.1 – 100 % for canals and realized as 94.3% for main canal. For environmental efficiency, it was determined that groundwater table of the site increased by 53 cm during the irrigation season and about 58.7% of irrigation water given to soil fed the groundwater. Irrigation water quality was found to be proper according to Ayers and Westcot irrigation water quality classification guides and water of main drainage canal was found to be non-problematic. In this study, it was concluded that both beneficiaries of surface irrigation system and water managers should adopt the recommended water management model to improve the system performance and to gain optimum benefit from the scarce resource.

**Key Words:** Salihli Right Bank Irrigation Association, CROPWAT, Irrigation system performance, water management model

### GİRİŞ

Küresel ısınma senaryolarının sıkça konuşulduğu günümüzde doğada hidrolojik çevrimle yenilenebilen bir doğal kaynak olan su, doğal kaynaklar içerisinde en önemli yeri işgal etmektedir. Küresel ısınmanın su kaynaklarına yapacağı olumsuz etki dışında dünya nüfusunun 2025'de 8 milyara ulaşacağı ve gıda ihtiyacının %60 artacağı beklenmektedir (Aküzüm vd. 1999). Bu öngörülere göre artan dünya nüfusu ve gıda ihtiyacının karşılanabilmesi için su kaynaklarının kullanımı ile ilgili politikaların geliştirilmesi ve bunun kullanıcılar tarafından uygulanması gerekmektedir.

Bu gerekliliğin farkında olanlar su ile ilgili uluslararası toplantıların sayısında artış sağlamışlardır. 1992 yılında "Su ve Sürdürülebilir Gelişmeler" konusunda yapılan Dublin Konferansında, yine aynı yıl gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansında, 2000 yılında Hague'de, 2003 yılında Koyota'da ve 2009 yılında da İstanbul'da yapılan Dünya Su Forumlarında suyun ekonomik bir meta olduğu ve su hizmetleri maliyetlerinin bir kısmının kullanıcılardan elde edilmesi gerektiği sonucu çıkmıştır (Taş vd. 2008, Anonim 2009). Dolayısıyla suyun her bir damlasının boşa harcanmadan başta suyu en

<sup>1</sup>Bu makale DPT tarafından (2001K120230 nolu proje) desteklenmiş olan Doktora Tez çalışmasının bir kısmının özeti dir.

<sup>4</sup>Sorumlu Yazar: [mtekiner@yahoo.com](mailto:mtekiner@yahoo.com)

çok kullanan tarım sektörü olmak üzere her sektörde verimli bir şekilde kullanılması bir zorunluluktur.

Büyük yatırımlar yapılarak gerçekleştirilen sulama projelerinin ana amacı, ekonomik ve sosyal boyutta çiftçi refahını en üst düzeye ulaştırmaktır. Ancak Türkiye’de gerçekleştirilen sulama projelerinin hedeflenen amaca ulaşmadığı ve birçok projenin kendi potansiyelinin altında işletildiği yaygın bir gözlemdir. Günümüzde birçok ülkede mevcut sulama projelerinin rehabilitasyonu, işletme ve bakımı ile devlet sulama işletmelerinin çiftçi organizasyonlarına devri konularında önemli çalışmalar yapılmaktadır (Beyribey ve Tatlıdil, 1999). Bu sebeple DSİ, 1993 yılı itibarıyla sulu tarımda verimliliği artırmak ve devlet üzerine gelen yükü azaltmak amacıyla katılımcı sulama yönetimi çalışmalarına hız vermiş, 2007 yılı sonunda çeşitli kuruluşlara (Köy Tüzel Kişiliği 227, Belediye 154, Kooperatif 92, Diğer 6) devrettiği sulama tesisi sayısı 831’e ulaşmıştır. DSİ bu tesislerden 352 (%42.4) adet ile en fazlasını Sulama Birliklerine devretmiştir (Anonim 2007a). Bu birlikler hizmet alanında su dağıtım görevini yürütmektedir.

Birçok ülkede ve Türkiye’de Sulama Birliklerinin kurulmasının ve su kullanıcıların yönetimde yer almalarının sulama sistem performansını olumlu yönde etkilediği yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Örneğin Murray-Rust and Svendsen (2001), Gediz Havzasında incelenen Sulama Birliklerinin devirden sonraki 4 yıl içerisinde sulama performansında çok azda olsa bir gelişme olduğunu ve bununla birlikte sulanan alan ile verimde artış gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Sulama yönetimi, tarımsal üretim için mevcut kaynakların ekonomik bir şekilde kullanılmasını amaçlamaktadır. Sulama yönetimini gerçekleştiren bir Sulama Birliğinin başarısı ise mevcut koşullara uygun bir sulama planlaması ile su dağıtım programının yapılması ve adil bir şekilde uygulanmasına bağlıdır (Beyribey vd. 2003). Bu başarıda birlikte çalışan mühendis, sulama teknisyeni ve işçilerin bilgi, beceri ve sulayıcılarla olan ilişkileri büyük önem taşımaktadır. Çiftçilerin Birlik yönetimi ile birlikte hareket etmesi sulama yönetiminden beklenen faydanın elde edilmesine katkıda bulunacaktır.

Bu çalışmada, Salihli Sağ Sahil Sulama şebekesinin sulama sistem performansı belirlenmiş ve yüzey sulama şebekelerinde performansı iyileştirebilecek yeni bir su yönetim modeli üzerinde durulmuştur.

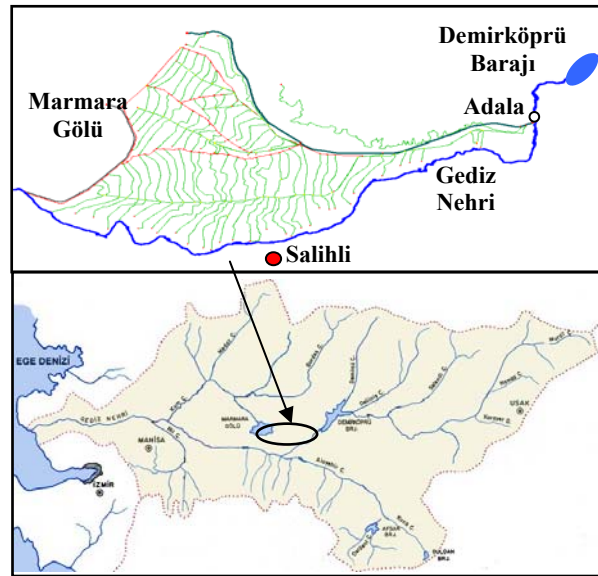
## MATERYAL VE METOD

### Materyal

Dijital haritadan incelenen araştırma alanı, Ege Bölgesinde Gediz Havzası içerisinde,  $38^{\circ} 30' - 38^{\circ} 37'$  Doğu Boylamları ile  $28^{\circ} 00' - 28^{\circ} 16'$  Kuzey Enlemleri arasında, Manisa ili Salihli ilçe sınırları içerisinde yer alan Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinin sorumlu olduğu alandır (Şekil 1). Birliğin sulama alanı, ilçe merkezinin kuzey doğusunda yer alan Adala Belediyesin-

den başlayıp Gediz nehri ile sınırlanıp ilçe merkezinin kuzey batısında bulunan Marmara Gölüne kadar devam eden bölgeyi kapsamaktadır.

Marmara gölünden etkilenen nemli ve yarı nemli karaktere sahip olan Salihli ovası, yazları sıcak ve kurak, kışları ılımandır. Yıllık ortalama sıcaklık  $16.4^{\circ}\text{C}$ 'dir. Çok yıllık ortalamalara göre, ovanın en soğuk ayı  $6.3^{\circ}\text{C}$  ile Ocak ve en sıcak ayı ise  $27.4^{\circ}\text{C}$  ile Temmuz ayıdır. Oransal nemin % 50 olarak gerçekleştiği Haziran ayında nem en düşük düzeyindedir. 2 m yükseklikteki yıllık ortalama rüzgar hızı ise  $1.5\text{ m/s}$ 'dir. Yıllık ortalama yağış  $490.3\text{ mm}$  olup en fazla yağış Aralık ayında  $83.3\text{ mm}$ , en az yağış ise Ağustos ayında  $4.1\text{ mm}$  olarak gerçekleşmektedir (Anonim 2005).



Şekil 1. Araştırma alanının konumu

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından inşa edilen ve Gediz havzası içerisinde yer alan Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği, ilk sulamasını 1995 yılında gerçekleştirmiştir. Sulama şebekesi eski bir şebeke olup inşaatına 1933 yılında başlanmış, 1942 yılında kısmen, 1963 yılında ise tamamı işletmeye açılmıştır.

Su kaynağı Gediz nehri üzerinde bulunan Demirköprü barajıdır. Sulama ve drenaj kanalları ile birlikte toplam  $718\text{ km}$  uzunluğunda olan şebeke,  $91012\text{ da}$  net sulama alanı ile 2 belde ve 11 köyde bulunan 4246 adet parselle 1045 mükellefe hizmet vermektedir. Sulanan alandaki ortalama parsel büyüklüğü  $1.4\text{ ha}$ 'dır. Sulama alanında  $20\text{ km}$  ana kanal,  $69\text{ km}$  yedek (sekonder) kanal ve  $205\text{ km}$  tersiyer kanal olmak üzere toplam  $294\text{ km}$  sulama kanalı,  $277\text{ km}$  drenaj kanalı ve  $110\text{ km}$  servis yolu bulunmaktadır. Ana kanal ve drenaj kanallarının tamamı toprak kanal olarak hizmet vermektedir. Çalışma alanında ölçümleri yapılan yedek sulama kanallarına ait özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Çalışma alanında Y5 ve Y6 yedeklerine ana kanaldan değil Y4 yedeğinden su verilmektedir. Sulama Birliğine ait Kanalet-1, Kanalet-2, Y7 ve Y8 kanalları sağlıklı veri alınamayacak durumda oldukları için hesaplamalarda dikkate alınmamış ve Tablo 2.1'de verilmemiştir. Çalışmada, 7 adet priz 113 adet tersiyer kanal ve 6 adet yedek kanal gözlemlenmiştir.

Tablo 1. Yedek kanalların özellikleri

Kanal	Sulanabilir alan (da)	Uzunluk (m)	Maksimum kanal kapasitesi (L/s)
Y1	7 508.6	8 330	1 267
Y2	49 720.0	15 063	6 180
Y3	12 812.6	8 753	3 749
Y4	7 399.5	5 140	2 460
Y5	2 552.4	2 400	700
Y6	6 267.0	8 160	880
Toplam	86 260.0		

2003 yılında Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği alanında yapılan bir çalışmanın sonucuna göre tamamı düz eğime (% 0-2) sahip, Gediz ırmağının taşıdığı alüviyal depozitler üzerinde oluşan sulama sahasındaki alanın üst toprak bünyesinin %76'sı tınlı, %17'si killi ve %7'si kumlu bünyeye sahiptir (Usul 2003).

Aşağı Gediz projesi kapsamında 1982 yılında başlayan drenaj kanallarının derinleştirilmesi çalışmaları 1984 yılında tamamlanmış ancak günümüze kadar neredeyse tamamı tıkanmıştır. Usul (2003), sulama sahasında aşırı gübreleme ve sulama sonucu gübrelerin sulama suyu ile drenaj kanallarına kadar ulaşması, kanal etrafında bulunan kamışların aşırı büyümesine, kamış köklerinin ve kuruyan saplarının kanal içini kaplaması ile kanaldaki akışın yavaşlayarak zamanla dolup tıkanmasına sebep olduğunu belirtmiştir.

Çiftçi talebine dayalı işletim sistemi uygulanan Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinde yapılan genel sulama planlaması ile sulama sezonunun başlangıç ve bitiş tarihi belirlenmektedir. Bu veriler ışığında birlik encümeni, sezon boyunca uygulanacak olan sulama takvimini belirleyerek ilan edilmesini sağlamaktadır.

Birlik yönetimi, sefer sulama esasıyla fiyatlandırma yapmakta ve çiftçi sezon boyunca yaptığı her sulama için kullandığı su miktarına bağlı olmaksızın dekar başına ücret ödemektedir.

Sulama alanındaki bitki deseni Tablo 2'de verilmiştir.

#### Metod

2003 yılında Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinin sorumlu olduğu alandaki kanallar sulama mevsimi boyunca izlenmiş, sulama şebekesindeki tersiyer ve yedek kanallarındaki sızma kayıpları, kanal üzerinde iki farklı noktada yapılan debi ölçümleri ile belirlenmiştir (Beyribey, 1989). 2003 yılı sulama sezonu boyunca (16 Haziran-11 Eylül) elektronik limnigraflar

tarafından ölçülen veriler kullanılarak Güngör vd. (2004)'ne göre debiler ve debilerden faydalanarak kanallarda günlük, dönemlik ve mevsimlik akan su miktarları belirlenmiştir. Bu hesaplamalar Y1, Y2, Y3, Y4 yedek kanalları ve Y2T37 tersiyer kanalı için yapılmıştır. Bu eşitliklerde kullanılan parametrelerden kanal taban eğimi (S), kanal taban genişliği (b), şev eğimi (m) tek tek her limnigraf yerinde ölçülmüştür. Ayrıca kanala ait pürüzlülük katsayısı (n) ise limnigraf yerinde muline ile yapılan su hızı ölçümlerinden yararlanarak hesaplanmıştır. Sulama dönemler halinde yapılmış ve tarihler Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 2. 2003 yılı bitki deseni

Bitki adı	Alanı (da)	Oranı (%)
Pamuk	29 931	45.4
Bağ	20 492	31.1
Mısır	6 021	9.1
Mısır II	5 900	9.0
Sebzeler	2 086	3.2
Diğer	1 472	2.2
Toplam	65 902	100.0

Kanallara saptırılması gereken su miktarı ve kanal kapasitelerinin yeterliliğinin belirlenmesi amacıyla toprak, bitki ve iklim verileri ile su uygulama randımanı ve kanalların iletim randımanları göz önüne alınarak her tersiyer için mevsimlik maksimum sulama modülü ve mevsimlik net ve brüt sulama suyu miktarları CROPWAT ile bulunmuştur. Hesaplamalarda sulama mevsimi başlangıcında topraktaki nem değerinin su tutma kapasitesinin %50'sinde olduğu ve her sulamada mevcut nemin tarla kapasitesine çıkarılacağı yaklaşımı esas alınmıştır.

Tablo 3. 2003 yılı sulama dönemleri

Sulama dönemleri	Tarih	Gün sayısı
1. Sulama	16-22 Haz.	7
1. Ara	23-25 Haz.	3
2. Sulama dönemi	26 Haz.-11 Tem.	16
2. Ara	12-16 Tem.	5
3. Sulama dönemi	17-28 Tem.	12
3. Ara	29-31 Tem.	3
4. Sulama dönemi	1-12 Ağ.	12
4. Ara	13-15 Ağ.	3
5. Sulama dönemi	16-25 Ağ.	10
5. Ara	26-28 Ağ.	3
6. Sulama dönemi	29 Ağ.-11 Ey.	14
Toplam (sulama yapılan)		71

Türkiye'de yüzeysel sulama yöntemlerinin kullanıldığı alanlarda su uygulama randımanı ortalama %35-45 arasında gerçekleşmektedir (Tekinel vd. 2000). Tüm alanın su uygulama randımanı %45 olarak kabul edilmiştir. Kanal kapasitelerinin pik dönemde yeterli olup olmadığı hesaplanırken parsellerin suyu tersiyer kanalının ortasından aldığı kabul edilmiştir.

TNT görüntü işleme paket programı ile rektifikasyonu yapılmış Haziran 2003 tarihli Quickbird (60 cm) uydu görüntüsü üzerinden Salihli Sağ Sahil Sulama Birliğinin kullandığı ana kanal, yedekler, tersiyerler, drenaj kanalları ve Gediz nehri sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılan bu görüntüler ile Usul (2003)'da verilen toprak serileri sayısal haritası transpoze edilerek tersiyerlerin sulamakla sorumlu olduğu toprakların tarla kapasitesi, solma noktası ve hacim ağırlığı değerleri tespit edilmiştir. Bu verilerden faydalanarak su tutma kapasitesi değerleri hesaplanmıştır (Kanber 1997, Güngör vd. 2004).

Programda kullanılmak üzere sahada tarımı yapılan bitkilerin ekim-dikim tarihleri yöredeki çiftçilerden, bitki katsayısı, gelişme ve yetiştirme dönemleri İlbeyi (2001)'nden, verimlilik katsayısı, etkili bitki kök derinliği, P faktörü (kritik seviye) gibi değerler ise Doorenbos and Kassam (1979) ve Raes *et al.* (1988)'dan elde edilmiştir. Sahadaki otomatik iklim istasyonundan elde edilen iklim verilerine ek olarak gece gündüz rüzgar hızı oranları ( $U_{gündüz}/U_{gece}$ ) ve solar radyasyon hesabında kullanılan, enlem ve yılın zamanına göre değişen a ve b katsayıları ( $a=0.25$ ,  $b=0.40$ ) Kabakçı (1996)'dan alınmıştır.

Tersiyerlerden saptırılması gereken su miktarları iletim randımanına bölünerek yedeklerin başında saptırılması gereken su miktarları hesaplanmıştır (Güngör vd. 2004).

#### Sulama sistem performansının belirlenmesi

Sulama sistemlerinde performansın belirlenmesinde, suyun kaynaktan bitki kök bölgesine kadar iletim, dağıtım ve uygulama işlemlerini içeren su kullanım etkinliği, tarımsal faaliyetleri kapsayan tarımsal etkinlik ve sulu tarımın sürdürülebilirliği faaliyetlerini içeren çevresel etkinlik göstergeleri kullanılmıştır. Belirtilen bu göstergelerin eşitlikleri başlıklar halinde aşağıda verilmiştir (Beyribey vd. 1997).

Çalışmada net ( $STO_n$ ) ve toplam ( $STO_t$ ) su temini oranları hesaplanmıştır. Eşitlikler;

Sulama oranı (SO); tersiyer, yedek ve ana kanal bazında aşağıda verilen eşitlikle hesaplanmıştır.

$$STO_n = \frac{\text{Şebekeyesaptırtır su (m}^3\text{/ha)}}{\text{Net sulama suyu ihtiyacı (m}^3\text{/ha)}} \quad (2.1)$$

$$STO_t = \frac{\text{Şebekeyesaptırtır su (m}^3\text{/ha)}}{\text{Net sulama suyu ihtiyacı (m}^3\text{/ha)}} \quad (2.2)$$

$$SO = \frac{\text{Sulanan alan (ha)}}{\text{Sulama alanı (ha)}} \quad (2.3)$$

Çevresel etkinlik başlığı altında tabansuyu düzeyi ile sulama suyu kalitesinin değişimi belirlenmiştir.

DSİ sahada toplam 81 adet gözlem kuyusu açmıştır. Ancak bunların sadece 35 tanesinden sağlıklı ölçüm alınabilmiştir. Geri kalan kuyuların bir kısmı tahrip olmuş bir kısmı da tıkanmış için ölçüm alınmamıştır.

Çalışma alanında sulama mevsimi boyunca şebekeye 6 kez su verilmiştir. Sulama başlamadan önce, sulama aralarında ve son sulamadan sonra olmak üzere toplam 7 kez tabansuyu seviye gözlemi yapılmıştır. Değerlendirme sırasında, taban suyu seviyesindeki değişim ile sulama suyu miktarı arasındaki ilişki dikkate alınmıştır.

Sulamada kullanılan suyun kalitesini belirlemek amacıyla su örnekleri alınmış ve analizler Ankara Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Laboratuvarında yapılmıştır.

### ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

#### Kanallardaki sızma kayıpları

113 tersiyer arasında %17 ile en çok sızma kaybı yedek 2'nin 37. tersiyerindedir. Onu %16 kayıpla yine yedek 2'nin 13. tersiyeri ile yedek 3 üzerinde bulunan 6. tersiyer takip etmektedir. Tersiyerlerin 16 tanesi %6 kayıpla suyu iletebilmektedir. Yine tersiyerlerin 80 tanesi suyu %4 ile %10 arası kayıpla taşımaktadır. Yedek kanallarda da tersiyer kanallardaki sızma kayıplarına yakın sonuçlar görülmektedir. Yedek kanallarda iki tersiyer kanal ayırımı arasındaki ölçümlerde %3 ile %11 arasında değişen sızma kaybı olduğu belirlenmiştir. Bu yüksek kayıpların en büyük nedeni, şebekenin yaklaşık 35 yıldır kullanılmakta olmasıdır. Sulama sezonu dışındaki zamanlarda Birlik kanal onarımını yapmakta ancak bu onarımlar yeterli olmamaktadır.

Tablo 4 Kanallarda akan su miktarları

Sulama dönemi	Su miktarı ( $\times 1000 \text{ m}^3$ )				
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y2T37
1.	448.6	2448.6	801.6	795.3	63.6
Ara	25.4	0.0	3.0	1.6	0.0
2.	1414.3	7148.8	1884.5	2422.4	180.0
Ara	111.0	289.0	97.6	95.4	0.0
3.	967.6	5041.5	1715.4	1973.9	125.2
Ara	83.6	263.3	77.9	115.4	0.0
4.	1046.7	5299.8	1764.2	2050.5	149.0
Ara	92.7	265.8	74.8	65.0	0.0
5.	801.9	4015.6	1260.7	1713.3	122.4
Ara	105.4	167.7	67.6	70.4	0.0
6.	1345.9	5425.2	1522.0	1941.7	160.3
Toplam	6443.2	30365.4	9269.2	11244.8	800.4
S.bilir Alan (da)	7508.6	49720.0	12812.6	16218.9	744.5

Koç (1997) Büyük Menderes havzası sulama şebekelerinde iletim randımanının %80 ile %90 arasında değiştiğini, Şener (2004) Hayrabolu sulamasında yaptığı çalışmada ise şebeke bazında iletim kaybının % 11,91 olduğunu belirtmiştir.

2003 yılı sulama sezonu 16 Haziran 2003'te başlamış 11 Eylül 2003'te sona ermiştir. 6 kez olmak üzere toplam 71 gün su verilmiştir. Bu dönemlerde kanallara verilen su miktarları aşağıda verilmiştir (Tablo 4).

Sulamaya verilen aralarda kapakların tam kapanmaması nedeniyle akışın olduğu gözlemlenmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi yedekler arasında en fazla suyu 49720 da sulanabilir alana sahip olan Y2 almıştır. Ayrıca 2003 sulama sezonunda 1. sulama döneminde ölçümü yapılan yedekler, ana kanaldan saptırılan suyun %57'sini, 6. sulama döneminde ise %80'ini almışlardır (Tablo 5).

Çalışma alanında sulama mevsiminin sonunda birim alana net sulama suyu ihtiyacı ölçüm yapılan yedekleri dikkate aldığımızda 3580 m<sup>3</sup>/ha, birlik tarafından yedeklere saptırılan su miktarı ise 12656 m<sup>3</sup>/ha'dır.

Birim alanda gereksinim duyulan bitki su tüketim değerinin, kullanılan sulama suyu miktarına oranı olarak tanımlanan (Koç 1997) proje sulama randımanı, yukarıdaki gibi yedekler bazında hesaplanmış ve %28.3 olarak belirlenmiştir. Verilen rakamlardan da anlaşıldığı üzere, çalışma alanında Birlik tarafından verilen su miktarının çok büyük bir kısmı (%71.7) bitki kök bölgesine gelmeden kaybolmaktadır. Alibiglouei (1991), Eskişehir Çifteler sulama işletmesinde proje sulama randımanını %52, Bekişoğlu (1994), DSİ tarafından işletilen şebekelerde %44 ve Koç (1997), Büyük Menderes havzası sulama şebekelerinde

1984-1994 yılları arasında %20 ile %71 olarak hesapladığını belirtmişlerdir.

Bunun sebepleri arasında en büyüğünün gece sulamalarının olduğu söylenebilir. Çiftçiler gece sulama sırası geldiği halde sulama yapmayı suyun drenaj kanalına boşa akmasına ve sulama sırasının karışmasına sebep olmaktadır. Bu problem 1974 yılı DSİ proje verimlilik raporunda da yer almakta ve suyun israf olduğu belirtilmektedir.

#### **Kanallara saptırılması gereken su miktarları ve kanal kapasitelerinin yeterliliği**

Bulunan pik dönem modüllerine göre her tersiyerin başında gereken debi bulunmuş ve DSİ tesis tanıtma föyündeki kanal kapasiteleri ile karşılaştırılmıştır. Sahadaki en uzun yedek olan Y2'de 12, Y3'te 3, Y6'da 2 ve Y4'te 1 tersiyerin kapasitesi yetersiz gelmektedir. Y1 ve Y5 yedeklerinde bütün tersiyerlerin kapasitesi yeterlidir. Ancak sulanabilir alanların tamamı sulandığında akışı yetersiz kanalların sayısında artış olacağı da bir gerçektir. Kanal kapasitesinin yetersiz olmasının bir diğer sebebi, projede öngörülen farklı bir bitki deseninin olmasıdır. Mısır ve ikinci ürün mısır, projede öngörülmemiş olmasına karşın 2003 yılında sulama sahasının %18.1'inde yer almıştır. Bu kanal kapasitesini etkileyen bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### **Sulama Birliği su yönetim etkinliği**

Sulama Birliği yönetim etkinliğini belirlemek amacıyla su kullanım etkinliği, tarımsal etkinlik ve çevresel etkinlik göstere sonuçları verilmiş ve bunlar tartışılmıştır.

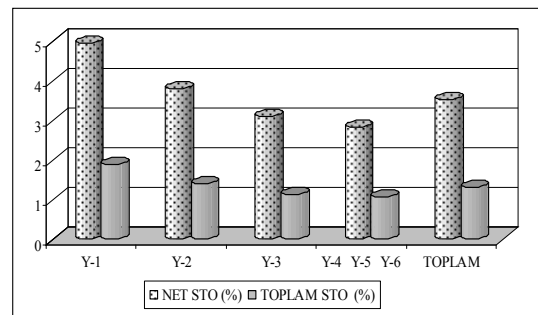
Tablo 5. Sulama dönemlerine göre ana kanaldan yedeklere saptırılan su miktarı (m<sup>3</sup>) ve oranları

Kanal	Sulama dönemleri						Toplam
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
Y 1	448 624	1 414 310	967 617	1 046 654	801 943	1 341 175	6 443 166
Y 2	2 448 621	7 148 843	5 041 468	5 299 820	4 015 574	5 425 197	30 365 425
Y 3	801 608	1 884 452	1 715 422	1 764 200	1 260 671	1 521 961	9 269 180
Y 4-5-6	795 296	2 422 404	1 973 884	2 050 490	1 713 272	1 941 541	11 244 793
Toplam	4 494 149	12 870 009	9 698 391	10 161 164	7 791 460	10 229 874	57 322 564
<b>Oran (%)</b>	<b>57</b>	<b>72</b>	<b>67</b>	<b>73</b>	<b>69</b>	<b>80</b>	<b>73</b>
Ana kanal	7 829 568	17 953 920	14 495 846	13 858 560	11 339 136	12 780 288	78 257 318

#### **Su kullanım etkinliği**

Çalışmada su kullanım etkinliğinin belirlenmesinde net ve toplam su temini oranları hesaplanmıştır. Limmigraf olan Y2T37 tersiyerinin net su temini oranı 3.50, toplam su temini oranı ise 1.29 olarak bulunmuştur. Yedeklere ait net ve toplam su temini oranları da Şekil 2'de verilmiştir.

Şekilde verilen net su temini oranları incelendiğinde, bütün yedeklerin net su temini oranı 2.5'den büyük olduğu, özellikle Y1 yedeğinde gerekenden iki kat fazla su verildiği saptanmıştır. Toplam su temini oranının ise 1'den büyük olduğu ve aynı şekilde proje alanına gerekenden fazla su saptırıldığı, bunun da proje randımanını olumsuz yönde etkilediği ortaya çıkmıştır



Şekil 2. Yedeklerin net ve toplam su temini oranları

### Tarımsal etkinlik

2003 yılında 113 tersiyer ve 7 prizde en küçük sulama oranı %6.1 ile Y3T12'de, en büyük sulama oranı % 100 ile Y5T1'de, yedekler içerisinde en büyük sulama oranı ise % 81.2 ile Y6'da gerçekleşmiştir. Ana kanalı göz önüne aldığımızda ise sulama oranı % 94.3 olarak saptanmıştır. Şebeke dışı sulama yapılmamıştır.

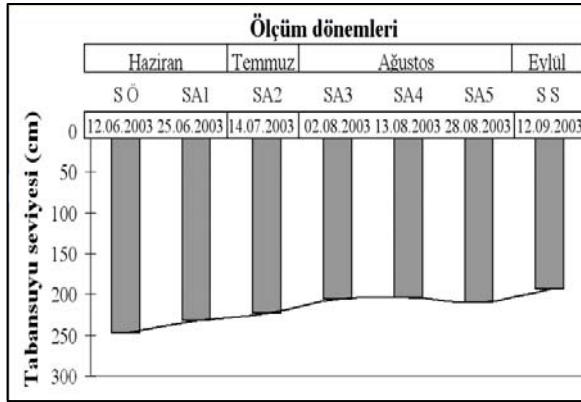
DSİ'nin 2006 verilerine göre DSİ'ce işletilen alanlarda sulama oranı %64 olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2007b). Salıhlı Sağ Sahil Sulama Birliğinde sulama oranı DSİ'nin işlettiği alanlardan daha yüksektir. Beyribey (1997), Devlet sulama şebekelerinde 1984-1993 yılları arasında ortalama sulama oranını %66 olarak belirtmiştir. Değirmenci ve ark. (2003), GAP içinde yer alan 12 sulama şebekesinde sulama oranını %7-100 olarak bulmuştur.

### Çevresel etkinlik

#### a) Tabansuyu seviyesi

Sulama mevsiminden önce (SÖ) ve sonra (SS) iki, sulama arasında (SA) beş kez olmak üzere toplam yedi ölçüm alınmıştır.

35 kuyunun ölçüm dönemlerindeki ortalamaları, tabansuyu seviyesinin sulama mevsiminden önce 247 cm, sulama dönemi sonunda ise 194 cm olduğunu göstermektedir (Şekil 3). Bu sonuç bölgedeki aşırı sulamanın tabansuyuna etkisini açıkça göstermektedir.

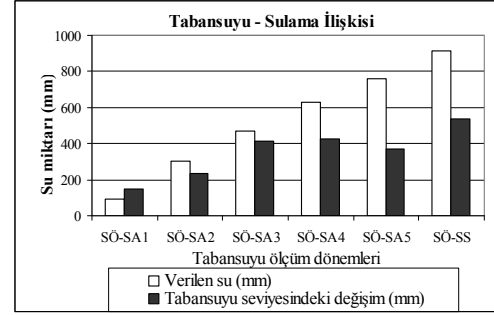


Şekil 3. Alandaki 35 kuyunun tabansuyu seviyesindeki ortalama değişimi

Çalışma alanındaki sulama döneminden önceki taban suyu seviye ölçümü ile diğer ölçümlerin arasındaki farklar ve her sulama dönemi için taban suyu seviyesindeki ortalama değişim 53 cm olarak hesaplanmıştır. Ayrıca yapılan hesaplamalarda mevsim boyunca sulama ile toprağa verilen suyun (91.1 cm) %58.7'sinin taban suyunu beslediği sonucu ortaya çıkmıştır. Alanda drenaj sisteminin de iyi çalışmadığını düşünürsek taban suyu ileride problem olabilecektir.

Taban suyu seviyesindeki dönemlik ortalama değişim ile dönemlik olarak hesaplanan birikimli sulama suyu miktarı Şekil 4'de verilmiştir.

Şekilden de görüldüğü gibi ilk 4 sulama arasında sulama suyu arttıkça tabansuyu seviyesi de artmıştır, ancak 5. sulama arasındaki ölçümde tabansuyu seviye artışında düşüş gerçekleşmiştir. Bu düşüşün sebebinin, su kuyusu olan bölge çiftçisinin daha az sulama parası ödemek amacıyla son sulamayı kuyudan yapmış olduğu ve buna bağlı olarak kuyuların tabansuyu seviyesini düşürmüş olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4. Tabansuyu seviyesi ile sulama suyu arasındaki dönemlik ortalama değişimler

#### b) Sulama suyu kalitesi

Çalışma alanındaki sulama suyu örneklerinin analiz sonuçları Tablo 6'de verilmiştir. ABD tuzluluk laboratuvarı sulama suyu sınıflandırma grafiğine göre ana kanaldaki su C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, ana drenaj kanalındaki su ise C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında yer almaktadır (Kanber vd. 1990).

Tablo 6. Sulama suyu analiz sonuçları

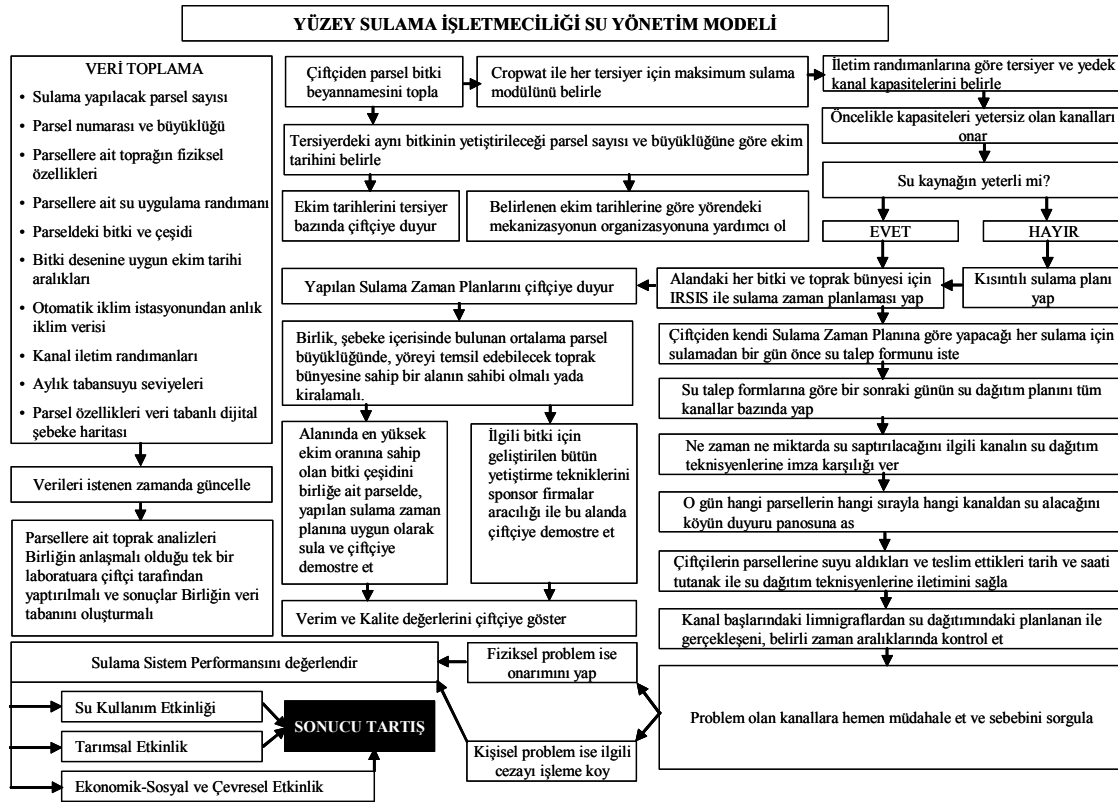
Analiz	Ana kanal	Ana drenaj kanalı
pH	7.33	7.84
Ec (dS/m)	0.56	1.34
Sodyum (SAR)	0.74	3.85
Sodyum (me/l)	1.16	7.25
Klor (me/l)	0.80	1.90
Kalsiyum (me/l)	2.22	3.43
Magnezyum (me/l)	2.57	3.67

Ayers ve Westcot sulama suyu sınıflama rehberine göre (Kanber vd. 1990), ana kanaldaki su için hiç bir sorun olmadığı, ana drenaj kanalındaki su için ise tuzluluk ve toksisite açısından sorunun arttığı, pH açısından ise sorun olmadığını söyleyebiliriz.

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, alanda bulunan 35 yıl gibi uzun bir süredir hizmet veren şebekenin suyun optimum dağıtılmasına uygun olmadığı, ayrıca alandaki

drenaj kanallarının işlevlerini neredeyse yitirmiş olduğu oldukça altında olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. ve şebekeden beklenen performansın istenilen düzeyin



Şekil 5. Yüzeysel sulama işletmeciliği su yönetim modeli akış şeması

Şebekeden beklenen performansı arttırmak ve dolayısıyla kıt kaynak olarak bulunan sudan optimum faydayı sağlayabilmek amacıyla yüzeysel sulama sistemini kullanan Birlikler, bir yandan kullanılan şebekedeki sulama oranı yüksek ve iletim randımanı düşük olan kanalların bakımını yapmalı ve bir yandan da kapalı sisteme dönüşüm fizibilitesini ivedilikle hazırlamalıdır. Bu büyük değişimi gerçekleştirebilmek için kapalı sisteme dönüşümün sağlayacağı faydaları su kullanıcılarına benimsetmeli ve onlardan adil bir şekilde maddi katkı sağlayabilmelidir. Bunu yaparken de gerek üniversiteler gerekse DSİ, Sulama Birliklerine destek vermelidirler.

Su kullanıcıların ve Sulama Birliklerinin yeni sisteme kolay adapte olabilmeleri için dönüşümün su kaynağından başlayarak kısım kısım gerçekleştirilmesi akılcı bir yol olacaktır. Ayrıca sistem tamamlanmaya kadar mevcut şebekede su dağıtımında karşılaşılan problemleri en aza indirmek ve Birlik yönetiminin gelecekte izleme ve değerlendirme çalışmalarına önemli bir veri kaydı sağlayabilmesi amacıyla her çiftçi suyu almaya başladığı ve bitirdiği tarih ve saati ayrıca miktarını (kaç sifonla sulama yaptığını) birlik yönetimi tarafından hazırlanan tutanakla imza karşılığında belirtmelidir.

Sistem dönüşümünün uzun sürebileceği düşüncesiyle alanda kullanılan yüzeysel sulama yöntemlerinin uygulanmasında suyun homojen dağılımının sağlanması için

imkanlar dahilinde arazi tesviyesi yaptırılmalı ve optimum karık ve tava boyutları belirlenerek çiftçinin bunları uygulaması sağlanmalıdır.

“Yüzeysel Sulama İşletmeciliği Su Yönetim Modeli” yaklaşımı akış şeması Şekil 5’de verilmiştir. Önerilen model ile uygulanan model arasındaki farkların başında teknolojiyi kullanarak sulamanın koşullara ve bilimsel esaslara uygun olarak Sulama Zaman Planlaması ile birlikte Su Dağıtım Planlarının yapılması gelmektedir. Bir başka fark, çiftçinin özellikle sulama konusundaki eksikliğini giderilmesi konusudur.

Bir diğer belirgin fark ise izleme ve değerlendirme faaliyetlerinin çok sınırlı gerçekleştirilmesidir. Bunun da sebebi ayrıntılı bir veri kaydının olmayışıdır. Önerilen modeldeki gibi, gerekli veriler zamanında toplanıp sezon içinde değerlendirilmeye alınıp sonuç uygulama performans artacaktır. Dolayısıyla yaşanabilecek büyük sorunlar kontrol altına alınmış olacaktır.

Şekil 4.1’de görüldüğü gibi önerilen su yönetim modeli, dinamik ve ülkemiz koşullarında sosyal açıdan gerçekleştirilmesi güç bir modeldir. Küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini bir kenara bıraksak bile her geçen gün artan nüfusu doyurabilmek için suyu bugün kullandığımızdan çok daha etkin kullanmak zorunda olduğumuz

bilinen bir gerçektir. Bu nedenle kapalı sisteme dönüşüm bugün gerçekleştirilebilse bile gerek suyu kullananların gerekse suyu yönetenlerin modeldeki bilimsel yapıyı benimsemeleri geleceğimiz açısından önemli bir gerekliliktir.

#### KAYNAKLAR

- Aküzüm, T., Çakmak, B. ve Benli, B. 1999. Yirmibirinci Yüzyılda Dünyada Su Sorunu. 7. Kültürteknik Kongresi, s.8-16, Nevşehir.
- Alibiglouei, M.H. 1991. Eskişehir-Çifteler Sulama İşletmesinde Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Anonim. 2005. DMİ Genel Müdürlüğü 1975-2005 Meteoroloji Bülteni, Ankara.
- Anonim. 2007a. DSİ'ce İnşa Edilerek İşletmeye Açılan Sulama ve Kurutma Tesisleri. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim. 2007b. 2006 Yılı DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim. 2009. DSİ Genel Müdürlüğü 5. Dünya Su Forumu Web Sitesi. [http://www.worldwaterforum5.org/fileadmin/WWF5/Preparatory\\_Process/political\\_process/istanbul\\_su\\_mutabakati\\_\\_son.pdf](http://www.worldwaterforum5.org/fileadmin/WWF5/Preparatory_Process/political_process/istanbul_su_mutabakati__son.pdf). Erişim Tarihi 25.05.2009.
- Bekişoğlu Ş., 1994. Türkiye'deki Sulama Sistemlerinin Mevcut Durumu, İşletme ve Bakım Sorunları. Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferans Bildirgeleri. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü. Cilt 2, s. 579-586. Ankara
- Beyribey, M. 1989. Konya-Alakova Yeraltı Suyu İşletmesinde Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Doktora Tezi, Ankara.
- Beyribey, M. 1997. Devlet sulama şebekelerinde sistem performansı değerlendirilmesi. A.Ü. Zir. Fak. Yay. No:1480, Bilimsel araş. ve inceleme, 813, Ankara.
- Beyribey, M., Sönmez, F.K., Çakmak, B. ve Oğuz, M. 1997. Sulama Şebekelerinde Sistem Performansının Değerlendirilmesi. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, s.172-179, 5-8 Haziran 1997, Bursa.
- Beyribey, M. ve Tatlıdil, F.F. 1999. Ereğli İvriz Sağ Sahil Sulama Birliğinde Sulama Sistem Performansının Değerlendirilmesi, Ziraat Dünyası, Türkiye Ziraatçıları Der., Sayı: 448, s: 28-32, Ankara.
- Beyribey, M., Okman, C., Girgin, İ., Kodal, S., Yıldırım, Y.E., Çakmak, B., Bayramin, İ., Tekiner, M. ve Erdoğan, F.C. 2003. Tarımsal Su Yönetiminde Entegre Yaklaşım. 2. Ulusal Sulama Kongresi, Kuşadası, Aydın, s: 349-359.
- Değirmenci, H., Büyükcangaz, H. and Kuşcu, H., 2003. Assessment of Irrigation with Comparative Indicators in the Southeastern Anatolia Project. Turkish J Agriculture and Forestry, 27(2003), 293-303.
- Doorenbos, J. and Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. Irrig. Drain. Paper No 33, FAO, Rome.
- Güngör, Y., Erözel, A.Z. ve Yıldırım, O. 2004. Sulama. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No:1540, Ders kitap No:493, Ankara.
- İlbeyi, A. 2001. Türkiye'de Bitki Su Tüketimleri Tahmininde Kullanılacak Bitki Katsayılarının Belirlenmesi. Doktora Tezi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 179s, Ankara.
- Kabakçı, H. 1996. Bitki Su Tüketiminin tahmininde Kullanılan Bazı Parametrelerin Türkiye Koşullarında Belirlenmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.
- Kanber R., Kırdı, C. ve Tekinel O. 1990. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı (KT-405). Adana.
- Kanber, R. 1997. Sulama. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 174, Ders Kitapları Yayın No: 52, Adana.
- Koç, C. 1997. Büyük Menderes Havzası Sulama Şebekelerinde Organizasyon-Yönetim Sorunları ve Yeni Yönetim Modelleri Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Doktora Tezi, 183 sayfa, İzmir.
- Murray-Rust, D.H. ve Svendsen, M. 2001. Performance of Locally Managed Irrigation in Turkey: Gediz Case Study. Irrigation and Drainage Systems, 15:373-388, Netherlands
- Raes, D., Lemmens, H., Van Aelst, P., Bulcke, M.V. and Smith, M. 1988. IRSIS, Irrigation Scheduling Information System. vol. 1., Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.
- Şener, M. 2004. Hayrabolu Sulamasında Su Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Edirne.
- Taş İ., Yaşar B., Gökalp Z. ve Tekiner, M. 2008. Dünyada ve Türkiye'de Suyun Fiyatlandırılması. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 20-22 Mart 2008, 1. Cilt, s.247-258, Ankara.
- Tekinel, O., Kanber, R. ve Çetin, M. 2000. Su Kaynaklarının Geliştirme ve Kullanımı. V. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, s.231-258, 17-21 Ocak 2000, Ankara.
- Usul, M. 2003. Salihli Sağ Sahil Sulama Alanının Fiziksel Arazi Değerlendirmesi. Ankara Üniv. Zir. Fak. Toprak Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.