

## Sulama Şebekelerinde Sistem Performansının Değerlendirilmesi\*

Emel Seçkin KOCABAŞ<sup>1</sup>

İrfan GİRGIN<sup>1</sup>

Geliş Tarihi: 15.05.1998

**Özet :** Bu çalışmada DSİ tarafından inşa edilen ve işletilen I.Bölge sulama şebekelerinin 1984-1994 yıllarına ilişkin su kullanım, tarımsal ve ekonomik etkinlik göstergeleri hesaplanmış ve sulama sistem performansı değerlendirilmiştir. Su kullanım etkinliği göstergesi olarak aylık net ve toplam su temini oranı ele alınmıştır. Aylık su temini oranı Penman-Monteith ve Blaney-Criddle yöntemleri için sulamanın en yoğun olduğu Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ayları için hesaplanmıştır. Aylık ortalama su temini oranları Penman-Monteith yöntemiyle hesaplanan toplam sulama suyu ihtiyacına göre Mayıs ayı için 3.9, Haziran ayı için 0.7, Temmuz ayı için 0.8, Ağustos ayı için 0.8, Eylül ayı için 1.0; net sulama suyu ihtiyacına göre ise sırasıyla 3.9, 1.3, 1.5, 1.6 ve 1.8 bulunmuştur.

Blaney-Criddle yöntemiyle hesaplanan toplam sulama suyu ihtiyacına göre aylık ortalama su temin oranı Mayıs ayı için 5.0, Haziran ayı için 0.7, Temmuz ayı için 0.9, Ağustos ayı için 0.8, Eylül ayı için 1.4; net sulama suyu ihtiyacına göre ise sırasıyla 9.6, 1.4, 1.6, 1.6 ve 2.6 bulunmuştur.

I.Bölge sulama şebekelerinde, net ve toplam su temini oranları ortalama olarak, sırasıyla 1.7 ve 0.9, tarımsal etkinlik göstergesi olan sulama oranı %60 ve ekonomik etkinlik göstergesi olan tahsilat oranı ise %80'dir. Diğer taraftan ülke ortalama değerleri ise sırasıyla 2.0, 1.04, %66 ve %36'dır. Buna göre, I.Bölge sulama şebekeleri için hesaplanan ilk üç değer ülke ortalama değerlerine yakın, tahsilat oranı ise yüksektir.

**Anahtar Kelimeler:** Sistem performansı, su kullanım etkinliği, tarımsal etkinlik, ekonomik etkinlik.

### Evaluation of Irrigation System Performance in Irrigation Schemes

**Abstracty :** In this study, the certain indicators such as water use, agricultural and economical efficiencies related to the 13 irrigation scheme in the Region First of DSİ were calculated and the performance of each system were evaluated. The monthly net and total water supply ratios were considered as water use efficiency indicators. In this context, the monthly water supply ratios have been calculated by using the Penman-Monteith and Blaney-Criddle methods of May, June, July, August and September in which the watering reaches to the highest volume.

According to the Penman-Monteith method total average water supply ratios for the months of May, June, July, August and September are calculated as 2.0, 0.7, 0.8, 0.8, 1.0 respectively and the net water supply ratios for the same months found as 3.9, 1.3, 1.5, 1.6, 1.0 respectively.

As to Blaney-Criddle method total average water supply ratios for May, June, July, August and September are respectively 5.0, 0.7, 0.9, 0.8, 1.4 and net water supply ratios are 9.6, 1.4, 1.6, 1.6, 2.6 respectively.

Total and net average water supply ratios are 1.7 and 0.9 respectively, the ratio of the agricultural efficiency indicators and the rate of return in consistent payment of economic efficiency indicators were calculated respectively as 60% and 80%. On the other hand, the Nation wide average values are 2.0, 1.04, 66% and 36% respectively. Thus, it can be concluded that the first three values for the research area are approximately the same as the Nationwide values, but the latter is higher than the average value of the country.

**Key Words :** System performance, water use efficiency, agricultural efficiency, economical efficiency.

### Giriş

Su kaynaklarının sulama amaçlı geliştirilmesine yönelik çalışmalarda ana amaç, ekonomik ve sosyal boyutta çiftçi refahını en üst düzeye çıkartmaktır. Bu amaçla dünyada halen tarım yapılan alanların % 19'una karşılık gelen 280 milyon ha alan sulamaya açılmıştır. Dünyada tarımsal üretimin % 35'i sulanan alanlardan elde edilmekte, kullanılan suyun % 70'i de tarımsal üretim amacıyla kullanılmaktadır (Nijman 1993).

Dünya Bankası verilerine göre 800 milyar US \$ olan sulama yatırımları 1960'lı yıllara kadar hızlı bir gelişme göstermiş, 1970'li yıllardan sonra ise sulamaya açılan alanlarda bir azalma eğilimi ortaya çıkmıştır. Tüm bu yatırımlara rağmen 1965'li yıllardan sonra sulama

istemlerinin potansiyellerinin çok altında işletildiği de yaygın bir gözlemdir (Nijman 1993).

Türkiye'de 1996 yılı itibarıyla, sulamaya açılan 4.47 milyon ha arazi, ekonomik olarak sulanabilir nitelikteki 8.5 milyon ha arazinin %53'ünü oluşturmaktadır. Kullanılabilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli 107 milyar m<sup>3</sup>, sulamada fiilen tüketilen su ise 26 milyar m<sup>3</sup>'dür. Ülkemizde toplam kullanılan su miktarının %76' sı sulama amaçlı kullanılmaktadır (Anonymous 1996).

Günümüzde büyük emek ve harcamalarla gerçekleştirilen sulama projelerinde hedeflere ulaşamadığı ve bu sistemlerin potansiyellerinin çok

\* Yüksek lisans tezi özeti

<sup>1</sup> Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü- Ankara

altında işletildiği yaygın bir gözlemdir. Bu nedenle bu yatırımlardan beklenen faydanın sağlanıp sağlanmadığı konusunda sulama yönetimini uyuracak bir izleme ve değerlendirme sistemine ve uygun performans göstergelerine gereksinim vardır. Sulama sistemlerinde performans değerlendirme konusunda son yıllarda yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu performans kriterlerinin tanımlanması, parametrelerin analizinde kullanılacak tekniklerin belirlenmesi ve ortak karşılanabilir göstergelerin seçilmesi ile ilgilidir.

Sulama yönetimi su ve toprak kaynaklarının optimum kullanımına yönelmek durumundadır. Kaynakları etkin kullanmanın yolu, mevcut kullanımı bilmek (izleme) ve darboğazları ortaya koyup çözüm üretmek (değerlendirme) mümkündür.

İzleme, proje yönetiminin bir parçası olup ana amacı, tüm düzeylerdeki proje yönetimi ve işletmecilerine geriye bilgi akışı sağlayarak etkin bir proje performansını gerçekleştirmektir. Değerlendirme ise izlemenin tersine daha çok öğrenme ve problem çözme aşamasıdır.

Sulama sistem performansının belirlenmesindeki faaliyetleri su kullanım etkinliği, tarımsal etkinlik ve ekonomik etkinlik göstergeleri olarak gruplandırmak mümkündür.

Bu çalışmada D.S.İ. tarafından inşa edilen ve işletilen I. Bölge (Bursa) Sulama İşletmelerinin 1984-1994 yıllarına ilişkin sulama sistem performansları incelenmiştir. Bu amaçla bir gösterge seti oluşturulmuştur. Su kullanım etkinliğinin belirlenmesinde; Aylık, toplam, net su temini oranı, tarımsal etkinliğin belirlenmesinde; Sulama oranı, 1989-1996 yılları arasında ekonomik etkinliğin belirlenmesinde ise tahsilat oranı olmak üzere toplam 3 adet performans göstergesi ele alınmıştır.

Su temini oranının belirlenmesinde, bitki su tüketimi hesaplamalarında Blaney-Cridde yöntemi ve FAO tarafından önerilen Penman-Monteith yöntemi ve geliştirilen CROPWAT programı kullanılmıştır. Şebekeye saptırılması gereken su miktarları, her iki yöntemle hesaplanan sulama suyu ihtiyacı değerleri ve bitki dağılımlarından yararlanılarak hesaplanmıştır. Çalışmada göstergelerin hesaplanmasında ayrıca MICROSOFT EXCEL programından yararlanılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

### Araştırma alanı

D.S.İ. I. Bölge sulamaları 13 adet sulama şebekesinden oluşmaktadır (Çizelge 1). Bu şebekelerin özellikleri aşağıda sırasıyla özetlenmiştir.

### Araştırma alanı iklimi

I. Bölge sulamaları Marmara Bölgesinde yer almaktadır. Marmara Bölgesinin iklimi, Akdeniz ile Karadeniz iklimi arasında bir geçiş niteliği göstermektedir. Kışların çok sert geçmediği Marmara bölgesinde yaz

dönemlerinde de şiddetli bir kuraklık görülmez. En çok yağış kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir. Bu nedenle yağış rejimi bakımından Akdeniz ikliminin egemen olduğu söylenebilir. Yıllık ortalama yağış tutarı genellikle yarım metrenin üstünde, fakat bir metrenin altındadır. (İzmit 768 mm, Yalova 760 mm, Bursa 713 mm). Bölgede en yağışlı mevsim kış, en az yağışlı mevsim ise yaz mevsimidir. Egemen rüzgar yönü kuzey-kuzeydoğudur.

### Araştırma alanı toprak ve su kaynakları

I. Bölge sulamalarının toplam sulama alanı 44.170 ha'dır. Çizelge 2'de sulama şebekelerinin su kaynakları verilmiştir. Sulama şebekelerinin bulunduğu alanlarda üç çeşit toprak grubu bulunmaktadır. Bunlardan biri olan zonal topraklara (iklim ve bitki örtüsünün etkileriyle derinleşen yaşlı topraklar) özellikle Yenişehir Ovası çevresinde rastlanmaktadır. Bölgenin önemli bir bölümünü de introzonal topraklar kaplamaktadır. Özellikle İznik ve Ulubat çevresinde bu topraklara rastlanır. Bununla birlikte bölgede azonal topraklar da geniş alanlar kaplamaktadır.

### Araştırma alanı bitki dağılımı

I. Bölge sulama şebekelerinde sulanan alanda bitki deseni ve ekiliş oranları Çizelge 3'de verilmiştir (Anonymous 1996). Bursa sulama şebekesinde %50 ile en çok meyve, %35'le sebze ekilmektedir.

Çizelge 1. Sulama şebekelerine ilişkin bazı özellikler

Bölge adı	Proje adı	İşletmeye açıldığı yıl	Sulama alanı (ha)	Su alma yapısı	Su sağlama şekli
I. Bölge (Bursa)	Bursa	1962	1850	Baraj	Cazibe
	Bursa p.	1988	1650	Yeraltısu yu	Pompaj
	Demirtaş	1985	1800	Baraj	Cazibe
	Orhan Gazi	1965	1100	Göl	Pompaj
	Keramet	1980	1650	Göl	Pompaj
	M.K.Paşa	1967	16700	Regülatör	Cazibe
	Ulubat	1972	5650	Gölet	Pompaj
	Karacabey	1946	6500	Reg+Göl	Pompaj
	Boyalıca	1985	3200	Göl	Pompaj
	İzmit	1981	1200	Gölet	Cazibe
	İznik	1986	2100	Göl	Pompaj
	Akalan	1990	70	Göl	Cazibe
	Hasanağa	1986	700	Gölet	Cazibe

Çizelge 2. Sulama şebekelerinin su kaynakları

Sulama şebekesi	Su kaynakları
Bursa	Aksu Deresi
Bursa Pompaj	Yeraltısu yu
Demirtaş	Ballıkaya Deresi
Orhangazi	Mera, Karasu, Fındıcak Dereleri
Ke ramet	Mera, Karasu, Fındıcak Dereleri
M.Kemal Paşa	M.Kemalpaşa Çayı
Ulubat	Ulubat Gölü
Karacabey	Büyükkaradere Deresi
Boyalıca	Mera, Karasu, Fındıcak Dereleri
İzmit	Biçkidere, Seytandere, Kurtdere
İznik	İznik Gölü
Akalan	İznik Gölü
Hasanağa	Hasanağa Deresi

Çizelge 3. Sulama şebekelerinde bitki deseni ve ekiliş oranları

Şebeke adı	Meyve (%)	Sebze (%)	Yem bit. (%)	Ş.pan (%)	Tütün (%)	Mısır (%)	Zeytin (%)	Baklagil (%)	Bağ + Fidan (%)	Diğer (%)
Bursa	50	35	0	0	0	0	0	0	7	8
Bursa P.	47	29	6	5	0	0	0	0	0	13
Demirtaş	47	24	0	0	10	0	0	0	0	18
Orhangazi	35	34	0	0	0	10	5	0	5	7
Keramet	0	15	0	0	0	0	75	3	3	4
M.K.paşa	0	36	13	23	0	15	0	0	0	13
Ulubat	36	0	0	23	0	13	0	0	0	7
Karacabey	0	46	3	20	0	25	0	0	0	6
Boyalıca	10	24	0	0	0	0	25	0	33	8
Izmit	0	31	25	4	0	32	0	0	0	9
Iznik	13	0	0	28	6	0	0	0	40	7
Hasanağa	15	28	0	0	20	0	13	0	0	14

### Veri kaynağı

Bu çalışmada materyal olarak kullanılan 13 adet sulama şebekesine ait 1984-1994 yıllarına ait sulama alanı (ha), sulanan alan (ha), şebekeye saptırılan su ( $m^3/ha$ ), bitki dağılımı (%) ve tahsilat miktarları D.S.İ. İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı kayıtlarından alınmıştır (Anonymous 1984-1994).

Bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı hesaplarında yararlanılan iklim verileri sıcaklık ( $C^\circ$ ), yağış (mm), güneşlenme (saat), bağıl nem (%), rüzgar hızı (m/s), enlem-boylam ve yükseklik değerleri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü kayıtlarından alınmıştır. Bitki dosyasının oluşturulmasında kullanılan bitkilere ilişkin bitki katsayıları Güngör ve Yıldırım (1987) ve Doorenbos ve Pruitt (1977)'den, ekim-hayat tarihleri ise Özgenç ve Erdoğan (1988)'den alınmıştır.

### Yöntem

Bu çalışmada sulama şebekelerinde sistem performansının belirlenmesi amacıyla su kullanım etkinliği göstergelerinden, aylık net su temini oranı ( $STO_{an}$ ), aylık toplam su temini oranı ( $STO_{at}$ ), net su temini oranı ( $STO_n$ ) ve toplam su temini oranı ( $STO_t$ ), tarımsal etkinlik göstergelerinden sulama oranı (SO), ekonomik etkinlik göstergelerinden ve tahsilat oranının belirlenmesinde izlenen yöntemler açıklanacaktır (Şekil 1).

### Su kullanım etkinliği göstergeleri

#### Aylık, net ve toplam su temini oranları

Su kullanım etkinliği performans göstergelerinden aylık net su temini ve aylık toplam su temini oranı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$STO_{an} = \frac{\text{Şebekeye Saptırılan Su } (m^3/ha/ay)}{\text{Net Sulama Suyu İhtiyacı } (m^3/ha/ay)}$$

$$STO_{at} = \frac{\text{Şebekeye Saptırılan Su } (m^3/ha/ay)}{\text{Toplam Sulama Suyu İhtiyacı } (m^3/ha/ay)}$$

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

$$STO_t = \frac{\text{Şebekeye saptırılan su } (m^3/ha)}{\text{Toplam sulama suyu ihtiyacı } (m^3/ha)}$$

Eşitliklerde;

- $STO_{an}$  : Aylık net su temini oranı
- $STO_{at}$  : Aylık toplam su temini oranı
- $STO_n$  : Net su temini oranı
- $STO_t$  : Toplam su temini oranı

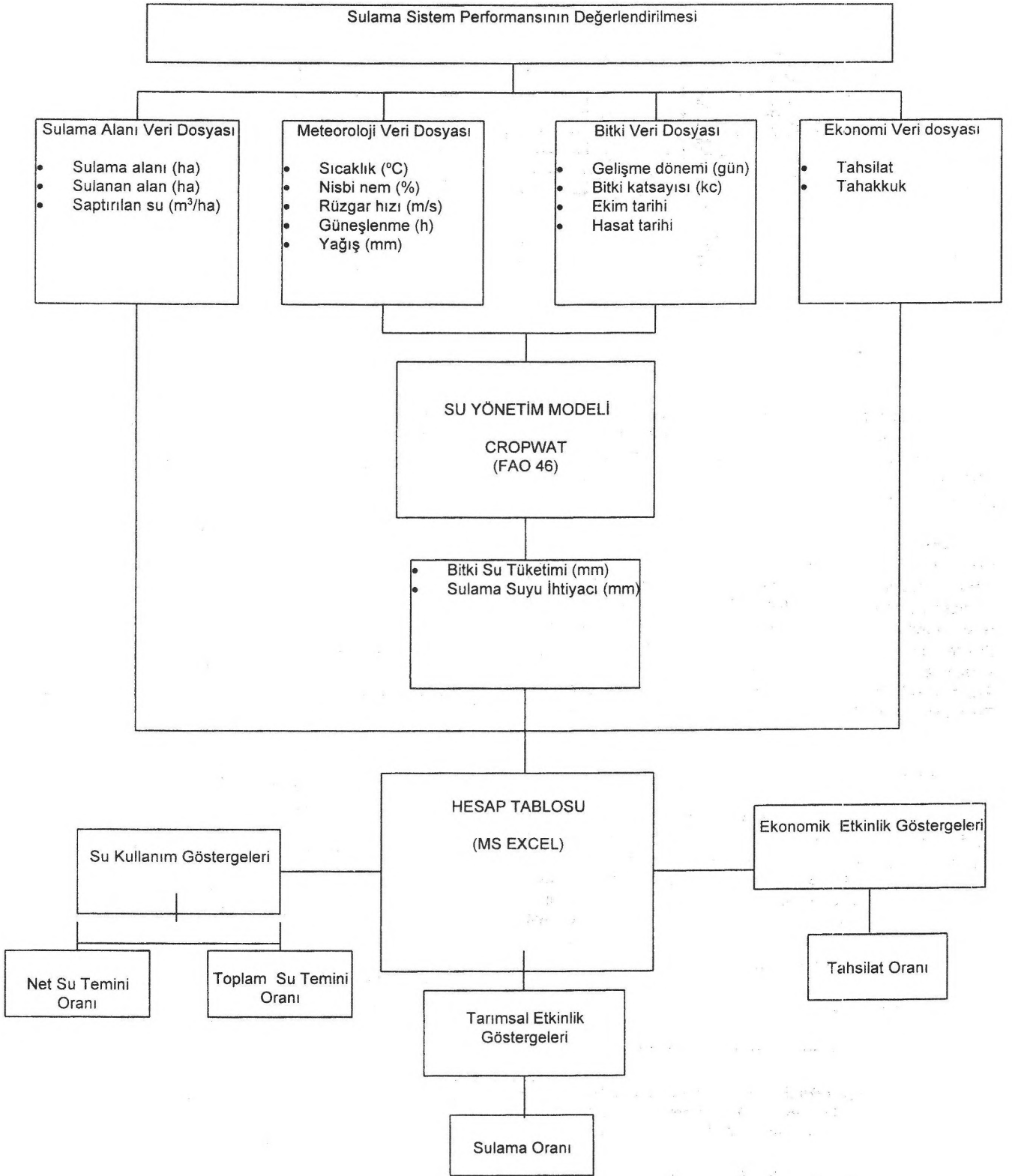
Su temini oranı hesaplamalarında yararlanılan bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı değerleri FAO tarafından önerilen (Smith 1992), Penman-Monteith yöntemine ve Blaney-Criddle yöntemine göre hesaplanmıştır.

### Penman-Monteith yöntemi

$$ET_0 = \frac{\delta}{\delta + \delta^*} (R_n - G) + \frac{1}{\lambda} \frac{\gamma}{\delta + \delta^*} * \frac{900}{(T + 275)} u_2 (e_a - e_d)$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır. Bu eşitlikte ;

- $ET_0$  = Referans bitki su tüketimi, (mm),
- $\delta$  = Buhar basıncı eğrisinin eğimi, ( $kPa/C^\circ$ ),
- $\gamma^*$  = Modifiye psikometrik sabite, ( $kPa/C^\circ$ ),
- $\gamma$  = Psikometrik sabite, ( $kPa/C^\circ$ ),
- $R_n$  = Bitki yüzeyindeki net radyasyon,  $MJ/m^2/gün$ ,



Şekil 1. Sulama sistem performansının değerlendirilmesi aşamaları

$T_s$  = Sıcaklık, C°,  
 $e_d$  = Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı, kPa,  
 $e_a$  = Ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı, kPa,  
 $\lambda$  = Buharlaşma gizli ısı, MJ/kg,  
 $u_2$  = 2m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı, m/s,  
dir.

Yukarıda verilen formüldeki değerler bilindiği takdirde referans bitki tüketimi hesaplanabilmektedir.

### Blaney-Criddle yöntemi

Bu yöntemde kullanılan iklim verileri; ortalama sıcaklık, gündüz saatleri, minimum bağıl nem ve ortalama gündüz rüzgar hızıdır. Belirli bir ay için referans bitki su tüketiminin tahmininde kullanılan Blaney-Criddle eşitlikleri aşağıda verilmektedir (Güngör ve Yıldırım 1987).

$$ET_0 = c * f$$

$$f = p(0.46t + 8)$$

Eşitliklerde;

$ET_0$  : Gözönüne alınan ay için günlük referans bitki su tüketimi (mm/gün)  
 $c$  : Minimum bağıl nem, güneşlenme oranı ve gündüz rüzgar hızına bağlı düzeltme faktörü  
 $f$  : Gözönüne alınan ay için günlük iklim faktörü (mm/gün)  
 $p$  : Gözönüne alınan ay için ortalama günlük gündüz saatlerinin yıllık gündüz saatlerine oranı (%)  
 $t$  : Gözönüne alınan ay için ortalama günlük sıcaklık (°C)

### Bitki su tüketiminin hesaplanması

Yukarıda açıklanan yöntemlere göre belirtilen referans bitki su tüketimi ( $ET_0$ ) ve bitki katsayıları ( $kc$ ) yardımıyla bitki su tüketimi hesaplanmıştır (Güngör ve Yıldırım 1987).

$$ET_C = kc * ET_0$$

$ET_C$  : Bitki su tüketimi (mm/gün)  
 $kc$  : Bitki katsayısı,  
 $ET_0$  : Referans bitki su tüketimi (mm/gün)

### Sulama suyu ihtiyacının hesaplanması

Sulama suyu ihtiyacı ( $I_n$ ), bitki su tüketiminden ( $ET_C$ ) etkili yağışın ( $P_{ef}$ ) çıkarılması ile elde edilmiştir (Güngör ve Yıldırım 1987).

Bu çalışmada referans bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı değerleri Smith (1992) tarafından geliştirilen CROPWAT sulama suyu yönetim modeli yardımıyla hesaplanmıştır.

### Tarımsal Etkinlik Göstergesi

#### Sulama oranı

Sulama şebekelerinde tarımsal etkinlik göstergelerinden sulama oranı (SO):

$$SO = \frac{\text{Fiilen Sulanan alan (ha)}}{\text{Sulama alanı (ha)}} * 100$$

şeklinde hesaplanmıştır.

Sulama oranı; yıl içinde toplam fiilen sulanan alanın, aynı yıl sulamaya açılan toplam sulama alanına bölünmesiyle hesaplanmıştır.

### Ekonomik Etkinlik Göstergeleri

#### Tahsilat oranı

Sulama şebekelerinde sistem performansının değerlendirilmesinde kullanılan ekonomik etkinlik göstergesi, tahsilat oranıdır.

Tahsilat oranı (TO); Sulama şebekesinde toplanan sulama suyu ücretini karşılayan tahsilatın, tahakkuk edilen sulama suyu ücretine oranıdır.

$$TO = \frac{\text{Tahsilat}}{\text{Tahakkuk}}$$

D.S.İ.'ce inşa edilen ve işletilen 13 adet sulama şebekesine ilişkin 1984-1994 yıllarına ilişkin sulama sistem performansının değerlendirilmesinde su kullanım etkinliği göstergelerinin hesaplanmasında CROPWAT sulama suyu yönetim modeli çıktılarından yararlanılmıştır. Tarımsal ve ekonomik etkinlik göstergelerinin hesaplanmasında ise WINDOWS 95 de geliştirilen MS-EXCEL programından yararlanılmıştır.

### Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bu bölümde devlet sulama şebekelerinden I. Bölge sulamalarına ait su kullanım etkinliği, tarımsal etkinlik ve ekonomik etkilğe ilişkin araştırma sonuçları verilmiş ve bunların tartışması yapılmıştır.

### Sulama Şebekelerinde Su Kullanım Etkinliği

#### Penman-Monteith ve Blaney-Criddle yöntemlerine göre aylık su temini oranı

Devlet Su İşleri tarafından işletilen I. Bölge sulamalarını kapsayan 13 adet sulama şebekesine ait net ve randımanla düzeltilmiş toplam sulama suyu ihtiyaçlarına göre aylık su temini oranları hesaplanmıştır.

Penman-Monteith yöntemine göre, net ve randımanla düzeltilmiş toplam sulama suyu ihtiyaçlarına göre hesaplanan su temini oranının sulamanın en yoğun olduğu Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları itibarıyla 11 yıllık süreçte (1984-1994) elde edildiği en yüksek, en düşük ve ortalama değerleri Çizelge 4'de; Çizelge 5 ve 6'da ise büyüklük grupları verilmiştir.

Blaney-Criddle yöntemine göre, net ve randımanla düzeltilmiş toplam sulama suyu ihtiyaçlarına göre hesaplanan su temini oranının sulamanın en yoğun olduğu mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayları itibarıyla 11 yıllık süreçte (1984-1994) elde edildiği en yüksek, en düşük ve ortalama değerleri Çizelge 7'de; Çizelge 8 ve 9'da büyüklük grupları verilmiştir.

Çizelge 4. I. Bölge sulama şebekelerinde su temini oranları (Penman-Monteith'e Göre)

Bölge no	Şebeke adı	Saptırılan su (m <sup>3</sup> /ha)	Net sulama suyu ihtiyacı (m <sup>3</sup> /ha)	Toplam sulama suyu ihtiyacı (m <sup>3</sup> /ha)	Su temini oranı					
					Net			Toplam		
					END*	ENY*	ORT*	END*	ENY*	ORT*
I	Bursa	5725	4475	9132	0,9	1,8	1,3	0,4	0,9	0,5
	Bursa P.	6892	4257	8513	1,2	2,1	1,6	0,6	1,0	0,8
	Demirtaş	8021	4169	8508	1,1	2,4	1,9	0,5	1,2	1,0
	Orhangazi	8254	4492	8984	0,4	3,1	1,9	0,2	1,6	0,9
	Keramet	6026	4987	9236	1,0	1,8	1,2	0,6	1,0	0,7
	M.K.paşa	6867	4236	7845	1,2	2,4	1,7	0,7	1,3	0,9
	Ulubat	7043	4023	7726	1,6	2,5	2,0	0,8	1,6	1,1
	Karacabey	6864	4328	8323	1,5	1,9	1,6	0,8	1,0	0,9
	Boyalıca	5984	4454	8733	1,2	1,9	1,4	0,5	1,0	0,7
	Izmit	5555	4327	8013	0,6	2,2	1,3	0,3	1,2	0,7
	Iznik	7036	3934	7714	1,5	2,4	1,8	0,8	1,2	0,9
	Akalan	4228	4333	8497	0,9	1,1	1,0	0,4	0,6	0,5
	Hasanağa	8816	4055	7798	1,5	2,8	2,2	0,8	1,5	1,2

\*END: En Düşük, ENY\*: En Yüksek ,ORT\*: Ortalama

Çizelge 5. I.Bölge sulama şebekelerinde net su temini oranı büyüklük grupları(Penman-Monteith)

Grup	Net su temini oranı	Proje adedi	Sulanan alan	
			(ha)	(%)
1	<1,5	5	4354	20
2	1,5-2,0	7	17268	79
3	>2	1	227	1
Toplam		13	21849	100

Çizelge 6. I. Bölge sulama şebekelerinde toplam su temini oranı büyüklük grupları(Penman-Monteith)

Grup	Net su temini oranı	Proje adedi	Sulanan alan	
			(ha)	(%)
1	<1	10	18845	86
2	1-2	3	3004	14
3	>2	0	0	0
Toplam		13	21849	100

Çizelge 7. I.Bölge sulama şebekelerinde su temini oranı (Blanney-Criddle'a göre)

Bölge no	Şebeke adı	Saptırılan su (m <sup>3</sup> /ha)	Net sulama suyu ihtiyacı (m <sup>3</sup> /ha)	Toplam sulama suyu ihtiyacı (m <sup>3</sup> /ha)	Su temini oranı					
					Net			Toplam		
					END	ENY	ORT	END	ENY	ORT
I	Bursa	5725	4060	8286	1,0	2,0	1,4	0,5	0,8	0,7
	Bursa P.	6892	3870	7740	1,3	2,2	1,8	0,6	1,1	0,9
	Demirtaş	8021	3680	7510	1,2	2,9	2,2	0,6	1,4	1,1
	Orhangazi	8254	4062	8124	0,5	3,1	2,1	0,2	1,5	1,0
	Keramet	6026	4470	8278	1,1	2,1	1,4	0,6	1,1	0,7
	M.Kemalpaşa	6867	3796	7030	1,4	2,7	1,8	0,7	1,5	1,0
	Ulubat	7043	3652	7023	1,6	2,4	1,9	0,8	1,3	1,0
	Karacabey	6864	3997	7686	1,6	1,8	1,7	0,8	1,3	1,0
	Boyalıca	5984	4202	8239	1,0	1,7	1,4	0,5	0,9	0,7
	Izmit	5555	3994	7396	0,6	2,4	1,4	0,3	1,3	0,7
	Iznik	7036	3790	7431	1,6	2,2	1,9	0,8	1,1	1,0
	Akalan	4228	3897	7431	0,9	1,2	1,1	0,5	0,6	0,6
	Hasanağa	8816	3863	7429	1,6	2,8	2,3	0,8	1,5	1,2

Çizelge 8. I.Bölge sulama şebekelerinde net su temini oranı büyüklük grupları(Blanney-Criddle)

Grup	Net su temini oranı	Proje adedi	Sulanan alan	
			(ha)	(%)
1	<1,5	5	4354	20
2	1,5-2,0	5	15998	73
3	>2	3	1497	7
Toplam		13	21849	100

Çizelge 9. I. Bölge sulama şebekelerinde toplam su temini oranı büyüklük grupları(Blaney-Criddle)

Grup	Toplam su temini oranı	Proje adedi	Sulanan alan	
			(ha)	(%)
1	<1	6	5036	23
2	1-2	7	16813	77
3	>2	0	0	0
Toplam		13	21849	100

Bütün sulama şebekelerinin ağırlıklı ortalama değerleri incelendiğinde, su temini oranının elde edildiği enyüksek ve endüşük değerlerin geniş bir aralık oluşturduğu görülmektedir. Toplam su temini oranının endüşük ve enyüksek değerleri mayıs ayı için ( 2.2 - 9.2), Haziran ayı için (0.4 -1.1 ) Temmuz ayı için ( 0.6 - 1.5 ), Ağustos ayı için ( 0.6 - 1.4) ve Eylül ayı için ( 0.6 - 3.1) olarak elde edilmiştir. Net su temini oranının endüşük ve enyüksek değerleri mayıs ayı için ( 4.3-19), Haziran ayı için (0.7 - 2.1 ) Temmuz ayı için (1.1 - 2.7 ), Ağustos ayı için (1.1 - 2.7) ve Eylül ayı için ( 1.1 - 5.9) olarak elde edilmiştir.

Elde edilen ortalama değerlere göre toplam sulama suyu ihtiyacı dikkate alındığında Mayıs ayında sulama suyu ihtiyacının 5 katı, Eylül ayında ise 1.4 katı kadar su verilmiştir.Haziran ayında ihtiyacın % 70 i, Temmuz ayında ise % 90 ı karşılanabilmiştir. Net sulama suyu ihtiyacının ise Mayıs ayında 9.6 katı, Haziran ayında 1.4 katı, Ağustos ayında 1.6 katı ve Eylül ayında 2.6 katı kadar su verilmiştir.

Çizelge 5 incelendiğinde; net su temini oranı, sulanan alanın %20 sine karşılık gelen 5 adet sulama şebekesinde net sulama suyu ihtiyacının 1.5'inden daha az, %79'una ine karşılık gelen 7 şebekede 1.5-2.0 arasında ve %1'üne karşılık gelen 1 sulama şebekesinde ise 2.0 katından daha fazla olduğu görülmüştür.

Çizelge 6 'da toplam su temini oranının 11 yıllık en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri incelendiğinde; sulanan alanın % 86'sına karşılık gelen 10 adet şebekede su temini oranı 1'den küçük, %14'üne karşılık gelen 3 şebekede 1-2 arasında olduğu saptanmıştır. I. Bölge sulama şebekelerinde su temini oranı 2'den büyük şebeke bulunmamaktadır.

Blaney-Criddle yöntemine göre hesaplanan sulama suyu ihtiyacı dikkate alınarak hesaplanan net ve toplam su temini oranları Çizelge 7' de, büyüklük grupları ise Çizelge 8 ve Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 8 incelendiğinde; net su temini oranı, sulanan alanın % 20'sine karşılık gelen 5 adet sulama şebekesinde net sulama suyu ihtiyacının 1,5'inden daha az, %73'üne karşılık gelen 5 şebekede 1,5-2 arasında ve %7'sine karşılık 3 sulama şebekesinde ise 2 katından fazla olduğu görülmüştür.

Çizelge 9 incelendiğinde; toplam su temini oranı, sulanan alanın % 23 üne karşılık gelen 6 adet sulama şebekesinde net sulama suyu ihtiyacının 1den daha az, %77'ne karşılık gelen 7 şebekede 1-2 arasında olduğu saptanmıştır.

Toplam su temini oranının 1'e eşit olması sulama şebekesine ihtiyaç kadar su saptırıldığını , 1'den az olması yetersiz su sağlandığını, 1den büyük olması ise sulama şebekesine fazla su saptırıldığını göstermektedir. Bu durum dikkate alındığında 11 yıllık değerlendirme sonuçlarına göre sulama şebekelerinin büyük bir bölümüne ihtiyaçtan az su saptırıldığını ortaya koymaktadır.

I. Bölge sulamalarını kapsayan 13 sulama şebekesinin sadece 1 tanesine yeterli miktarda su saptırıldığı halde 2 sulama şebekesine ise ihtiyaçtan fazla su saptırılmıştır

I.Bölge sulamaları kapsamında sulama şebekelerinin bazılarında su kaynaklarının yetersiz olduğu görülmektedir. Bu nedenle su kaynaklarının geliştirilmesinde yeni ve çağdaş politikalar ortaya konmalıdır. Bunun içinde uygun bir yönetim modeli geliştirilmeli içme, kullanma ve sulama suyu ihtiyaçları arasında bir denge kurulmalıdır. Ayrıca, sulama yöntemleri konusu ele alınmalı yöntem değiştirilmeli veya kısıtlı sulamaya gidilmelidir.

I. Bölge sulama şebekelerinde değerlendirilen 13 adet sulama şebekesine ait net ve toplam su temini oranının sulanan alana göre ağırlıklı ortalama değerleri Çizelge 10'da verilmiştir. Net sulama suyu ihtiyacı dikkate alındığında sulama suyu ihtiyacının ortalama değerlere göre 1.7 katı kadar fazla su verildiği halde, toplam sulama suyu dikkate alındığında ise ihtiyacın ancak ortalama değerlere göre %90'ı karşılanabilmiştir.

Değerlendirilen sulama şebekelerinin su alma yapıları göz önüne alınarak hesaplanan en düşük, en yüksek ve ortalama net ve toplam su temini oranları Çizelge 11' de verilmiştir. Çizelge 11 incelendiğinde net su temini oranının en düşük, enyüksek ve ortalama değerleri sırasıyla 0.98-1.50, 1.9-2.4 ve 1.53-1.70; toplam su temini oranının ise sırasıyla 0.44-0.88, 1.02-1.39, ve 0.76-0.94 arasında değiştiği görülmektedir.

I. Bölge sulamalarında su alma yapıları itibarıyla bütün sulama şebekelerinin toplam su temini oranı birden küçüktürki, bu durum I. bölgede yer alan sulama şebekelerinin depolama hacmi küçük olan su kaynaklarından su aldığı göstermektedir.

#### Sulama Şebekelerinde Tarımsal Etkinlik Oranı

##### Sulama şebekelerinde sulama oranı

Devlet Su İşleri tarafından inşa edilen ve işletilen I.Bölge Sulamalarına ait 13 adet sulama şebekesinde 1984-1994 yıllarına ilişkin en düşük, enyüksek ve ortalama sulama oranları Çizelge 12'de verilmiştir. Büyüklük grupları ise sırasıyla Çizelge 13, 14 ve 15' de verilmiştir.

Çizelge 10. Sulama şebekelerinde net ve toplam su temini oranının sulanan alana göre ağırlıklı ortalama oranları

Bölge no	Sulanan alan (ha)	Su Temini Oranı					
		Net			Toplam		
		END	ENY	ORT	END	ENY	ORT
	21849	1,3	2,2	1,7	0,7	1,2	0,9

Çizelge 11. Su alma yapıları itibarıyla net ve toplam su temini oranları

Su Alma Yapısı	Sulanan alan		Su Temini oranı					
	(ha)	(% )	Net			Toplam		
			END	ENY	ORT	ENY	END	ORT
Baraj	1934	9	0,9	2,4	1,6	0,4	1,2	0,8
Gölet	432	2	0,6	2,5	1,7	0,3	1,5	1,0
Regülatör	9020	41,2	1,2	2,4	1,7	0,7	1,3	0,9
Göl	6604	30,2	0,4	3,1	1,5	0,2	1,6	0,7
Yeraltısuyu	682	3,1	1,2	2,1	1,6	0,6	1	0,8
Regülatör+Göl	3177	14,5	1,5	1,9	1,6	0,8	1	0,9
Toplam /Ortalama	21849	100	1,26	2,18	1,61	0,66	1,15	0,85

Çizelge 12. Bölge sulama şebekelerinde sulama oranı

Bölge no	Şebeke adı	Sulama alanı (ha)	Toplam sulama oranı		
			END	ENY	ORT
I	Bursa	1850	49	82	69
	Bursa P.	1650	16	79	70
	Demirtaş	1800	26	57	43
	Orhan Gazi	1100	36	50	44
	Keramet	1650	61	93	76
	M.Kemalpaşa	16700	48	66	58
	Ulubat	5650	29	44	36
	Karacabey	6500	60	91	74
	Boyalıca	3200	50	75	63
	İzmit	1200	13	27	21
	İzmit	2100	47	83	64
	Akalan	70	39	61	57
	Hasanağa	700	13	43	36

Çizelge 13. I. Bölge sulama şebekelerinde en düşük sulama oranı büyüklük grupları

Grup	Sulama oranı (%)	Proje	Sulama alanı		Ort. sulama alanı (ha)
			(ha)	(%)	
1	<30	5	11000	25	2200
2	30-60	6	25020	56,5	4170
3	>60	2	8150	18,5	4075
Topla		13	44170	100	3398

Çizelge 15. I. Bölge sulama şebekelerinde ortalama sulama oranı büyüklük grupları

Grup	Sulama oranı (%)	Proje adedi	Sulama alanı		Ort. alanı (ha)
			(ha)	(%)	
1	<30	1	1200	2,7	1200
2	30-60	6	26020	58,9	4337
3	>60	6	16950	38,4	2825
Topla		13	44170	100	3398

Çizelge 14. I. Bölge sulama şebekelerinde en yüksek sulama oranı büyüklük grupları

Grup	Sulama oranı (%)	Proje	Sulama alanı		Ort. sulama alanı (ha)
			(ha)	(%)	
1	<30	1	1200	2,7	1200
2	30-60	4	3372	76,33	8430
3	>60	8	9250	21	1031
Topla		13	4417	100	3398

Çizelge 13 incelendiğinde;11 yıllık sürede en düşük sulama oranı dikkate alındığında;toplam sulama alanının % 25'ine karşılık gelen 5 şebekede %30'dan küçük, % 56,5'ine karşılık gelen 6 projede % 30-% 60 arasında ve %18,5 ine karşılık 2 şebekede % 60 dan büyük olduğu görülmüştür.



Çizelge 16. 1992-1996 Yılları arasında en düşük, en yüksek, ortalama tahsilat oranları

Bölge no	Şebeke adı	Sulanan alan (ha)	Toplam tahsilat oranı (%)		
			END*	ENY*	ORT*
I	Bursa	1143	71	92	88
	Bursa P.	682	84	88	85
	Demirtaş	791	67	88	81
	Orhan	479	64	73	71
	Keramet	1236	67	70	69
	M.Kemal	9020	63	94	88
	Ulubat	1986	74	87	84
	Karacabey	3177	49	91	82
	Boyalıca	1731	76	81	77
	Izmit	205	92	92	92
	Izmit	1133	52	74	55
	Akalan	39	100	100	100
	Hasanağa	227	83	100	86

tahsilat oranı değerleri hesaplanmış ve Çizelge 16 da verilmiştir.

Çizelge 4.16 incelendiğinde en düşük değerlere göre tahsilat oranı % 49-% 100 arasında, en yüksek değerlere göre % 73-% 100 arasında ve ortalama değerler de ise % 55 ile % 100 arasında olup I. Bölge ortalaması % 80'dir.

I. Bölge sulamalarının 1992-1996 yılları arasındaki ortalama tahsilat oranları Çizelge 17'de verilmiştir.

Devlet sulama şebekelerinde en düşük değerlere göre tahsilat oranı %2-%98 arasında, en yüksek değerlere %13-%100 arasında ve ortalama değerlere göre %9-%100 olup, ülke ortalaması %36 dır (Beyribey 1997). Ülke ortalaması dikkate alındığında I. Bölge ortalaması %80 gibi yüksek bir orandadır(Çizelge 17).

Çizelge 17. I. Bölge sulama şebekelerine ilişkin ortalama tahsilat oranları

Yıl	Tahsilat	Tahakkuk	Oran
1996	21312740	26320439	80
1995	21312740	26320439	80
1994	21312740	26320439	80
1993	21312740	26320439	80
1992	3427670	5045358	68
Toplam	88678630	110327114	80

## Sonuç

Bu çalışmada değerlendirilen I. Bölge sulamalarına ait 13 adet sulama şebekesinin, bölge itibarıyla hesaplanan su temini oranı, sulama oranı ve tahsilat oranı değerleri Çizelge 18 de verilmiştir. Çizelge 18 incelendiğinde net su temini oranının 1.7 toplam su temini oranının ise 0,9 olduğu görülmüştür. Ülke ortalaması dikkate alındığında ise net su temini oranı 2, toplam su temini 1.04 dür (Beyribey 1997). Toplam su temini oranı dikkate alındığında, ülke ortalamasına göre sulama şebekelerine yeterli miktarda su saptırıldığı halde I. bölge sulamalarına yeterli miktarda su saptırılmamıştır. Şebekelere ancak ihtiyacın %90 ı kadar su saptırılabilmiştir.

Çizelge 18. I.Bölge sulama şebekelerinde performans göstergeleri

Bölge no	Ortalama performans göstergeleri			
	Su temini oranı		Sulama oranı (%)	Tahsilat oranı (%)
	Net	Toplam		
I	1,7	0,9	60	80

En yüksek sulama oranı değerlerine göre 1 şebekede % 30'dan küçük, 4 şebekede %30-%60 arasında, 8 şebekede % 60'dan büyüktür(Çizelge 14).

Ortalama sulama oranı değerlerine göre 1 şebekede %30'dan küçük, 6 şebekede %30-%60 arasında, 6 şebekede % 60'dan büyüktür (Çizelge 15).

DSİ tarafından inşa edilen ve işletilen 13 adet sulama şebekesinin bölge itibarıyla 11 yıl içerisinde en düşük, en yüksek ve ortalama sulama oranı %46, %72 ve %60 dır. I. bölge sulamalarında ortalama sulama oranının %60 gibi düşük bir oranda olmasının nedenleri; çiftçilerin sulama tesislerinden yeterince yararlanamamaları ve bazı şebekelerdeki su yetersizliğidir. Su temininde amaç, istenilen zamanda istenilen miktarda ve kalitede suyun saptırılması olduğuna göre, katılımcı su yönetiminin geliştirilmesine yönelik çalışmalara gerek vardır.

## Ekonomik Etkinlik Göstergesi

### Tahsilat oranı

Devlet Su İşleri tarafından işletilen I. bölge sulamalarını kapsayan 13 sulama şebekesinde 1992-1996 yılları arasında ait en düşük, en yüksek ve ortalama

Aylık su temini oranları ise Penman-Monteith yöntemiyle hesaplanan toplam sulama suyu ihtiyacına göre Mayıs ayı için 2 (0.8-5.1), Haziran ayı için 0.7 (0.3-1.7), Temmuz ayı için 0.8 (0.5-1.4), Ağustos ayı için 0.8 (0.6-1.3), Eylül ayı için 1 (0.5-1.8), net sulama suyu ihtiyacına göre ise Mayıs ayı için 3.9 (1.6-9.9), Haziran ayı için 1.3 (0.6-2.0), Temmuz ayı için 1.5 (0.9-2.0), Ağustos ayı için 1.6 (1.0-2.4), Eylül ayı için 1.8 (0.9-3.0) bulunmuştur.

Blaney-Criddle yöntemiyle hesaplanan toplam sulama suyu ihtiyacına göre Mayıs ayı için 5 (2.2-9.2), Haziran ayı için 0.7 (0.4-1.1), Temmuz ayı için 0.9 (0.6-1.5), Ağustos ayı için 0.8 (0.6-1.4), Eylül ayı için 1.4 (0.5-1.8), net sulama suyu ihtiyacına göre ise Mayıs ayı için 9.6 (4.3-19), Haziran ayı için 1.4 (0.7-2.1), Temmuz ayı için 1.6 (1.1-2.7), Ağustos ayı için 1.6 (1.1-2.7), Eylül ayı için 2.6 (1.1-5.9) bulunmuştur.

D.S.İ tarafından inşa edilen ve işletilen 13 sulama şebekesinin, bölge ortalaması itibarıyla sulama oranı %60, tahsilat oranı ise %80 dir. Buna karşılık ülke ortalaması sulama oranı %66, tahsilat oranı ise %36 dır. Görüldüğü gibi I. Bölge sulamalarının, ülke sulama oranına göre düşük, tahsilat oranına göre yüksek olduğu anlaşılmıştır.

Performans göstergelerinde hedeflere ulaşılabilmesi için, uygun yönetim organizasyonunun seçimine ihtiyaç vardır. Bununla birlikte yönetimin teknik, mali ve ekonomik konularda beceri ve bilgisini arttırmak amacıyla eğitim

konularına önem vermek gerekmektedir. Son yıllarda sulama yatırımlarında değişen yeni bakış açısına göre katılımcı su yönetimine ağırlık verilmeli, denetim, teknik ve eğitim desteği de gözardı edilmemelidir.

Sonuç olarak dünyada olduğu gibi ülkemizde de diğer ülkelerdeki göstergelerle uyum sağlayan göstergelerin seçilmesi ve buna göre izleme ve Değerlendirme çalışmalarına önem verilmesi gerekmektedir.

#### Kaynaklar

Anonim, 1984-1994. D.S.I.'ce işletilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. DSİ Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı Yayınları, Ankara

Anonim, 1996 .1996 Yılı Haritalı İstatistik Bülteni. DSİ Genel Müd. APK Dairesi Başkanlığı Yayınları.

Doorenos, J.A., W, Q. Pruitt, 1977. Crop Water Requirements, FAO Irr. and Drain. Paper 33, Rome.

Güngör, Y., O. Yıldırım, 1987. Tarla Sulama Sistemleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 115, Ankara.

Nijman, C., 1993. A Management Perspective on the Performance of the Irrigation Subsector IIMI, 25 p., Colombo, Sri Lanka.

Özgenç, N., F. C. Erdoğan, 1988. DSİ Sulamalarında Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu İhtiyaçları. DSİ Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı Yayınları, Ankara.

Smith, M., 1992. CROPWAT A Computer Program.