

İzmir İli Dahilindeki Sulama Birliklerinin Genel Sulama Planlarına Göre İşletim Performansı

Erhan AKKUZU¹

Bekir S. KARATAŞ²

Summary

General Irrigation Plan Performances of Water User Associations in Izmir Province

In this study, It was aimed to determine level of achievement of general irrigation plans of water user associations (WUAs) which are Menemen Left Bank, Menemen Right Bank and Kestel in Izmir Province for years between 1999 and 2002. The plans prepared before irrigation seasons were evaluated according to planned crop pattern, planned irrigation ratio and planned irrigation scheme.

In the study, It can be said that the level of achievement of general irrigation plans of the WUAs are high according to planned crop pattern, planned irrigation ratio except Kestel associates. Because of insufficient water, generally, irrigation water was intensively delivered to systems in July and August, but in the other months irrigation water delivered wasn't enough. For this reason, It can be said that the level of achievement of the general irrigation plans according to irrigation scheme was low.

Key words: Irrigation performance, Izmir, irrigation management

Giriş

Sulama sistemlerinde performansın belirlenmesi değişik amaçlar için yapılır. Bu amaçlar; sistem işletiminin iyileştirilmesi, sistemin genel durumunun belirlenmesi, sisteme yapılan müdahalelerin etkisinin belirlenmesi, sistemi zorlayan unsurların belirlenmesi, sistemin kendi içerisinde yıllara göre karşılaştırılması ve bir sistemin diğerleriyle karşılaştırılması şeklinde sıralanabilir. Performans belirlemede kullanılacak yöntem de amaca göre değişmektedir (Molden

¹ Dr., E.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., 35100-İzmir.
E-mail: akkuzu@ziraat.ege.edu.tr

² Ar.Gör., E.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., 35100-İzmir.

ve ark. 1998).

Bazı araştırmacılar, sulama sistemlerinin performansını belirlemede kullanılan göstergeleri 2 gruba ayırmıştır. Araştırmacılar, verilen suyun zamanlaması, süresi, debisi, sulanan alan ve bitki deseni gibi işletim hedeflerini göz önüne alan göstergeleri içsel göstergeler, su, toprak ve finans temel girdilerine karşın sulu tarımdan elde edilen çıktılarla ilgili göstergeleri ise dışsal göstergeler olarak tanımlamışlardır (Molden ve ark. 1998).

Sulama işletimi terimi, hem su paylaşımına yönelik yönetim kararlarının gerçekteştirilmesi için fiziksel yapıların işletimini, hem de su dağıtım programlarının hazırlanmasını ifade eder (Renault and Makin, 1999). Bir sulama sisteminin performansının belirlenebilmesi için amaçların açıkça tanımlanması ve kriterlerin ölçülebilir olması gerektiği yaygın bir görüştür (Gowing, 1999). Bu nedenle sulama sistemi işletim performansının belirlenebilmesi, dağıtım programlarının hazırlanarak hedeflerin belirlenmesi ile mümkün olabilecektir.

Ülkemizdeki açık kanal sulama sistemlerinde, DSİ yada sulama birliği yetkililerince sulama sezonu öncesi çiftçi beyanlarına ve önceki yıllardaki deneyimlere dayanılarak genel sulama planları hazırlanmaktadır. Bu planlarda sulanacak alan ve bitki deseni gibi hedefler belirlenmekte ve buna bağlı olarak aylara göre sisteme saptırılması gereken su miktarları belirlenmektedir. Genel sulama planlarının gerçekte hazırlanması kaynakların etkin kullanımında önemli rol oynayacağı gibi sistem kapasitesinin kısıtlanması durumunda yönetimin gerekli önlemleri almasına da imkan sağlar (Çevik ve Tekinel, 1995).

Bu çalışmada, İzmir ili dahilindeki üç sulama birliği tarafından sulama sezonu öncesi hazırlanan genel sulama planlarındaki hedeflerin gerçekteşme düzeyine göre birliklerin sistem işletim performansları belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada, İzmir ili dahilinde yer alan üç sulama birliği ele alınmıştır. Çalışma alanındaki bu birliklere ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma Alanında Yer Alan Sulama Birlikleri (DSİ, 2000)

Sulama Birliği	Kuruluş Tarihi		Yerleşim Yeri Sayısı		Net Sulama Alanı (ha)	Su Kaynağı
	Sistem	Birlik	Belde	Köy		
Menemen Sağ Sahil	1974	1995	4	13	6 365	Demirköprü Brj
Menemen Sol Sahil	1944	1995	6	9	16 500	Demirköprü Brj
Kestel	1991	1996	2	6	3 716	Kestel Brj.

Çalışmaya konu olan Menemen Sağ Sahil ve Menemen Sol Sahil Sulama Birliklerine ait sulama alanlarının önemli bir kısmını pamuk ve bağ alanları, Bergama Kestel Sulama Birliği'nin ise pamuk ve sebze ekili alanlar oluşturmaktadır (DSİ, 2000).

Çalışmada, söz konusu sulama birliklerine ait 1999-2002 yıllarına ilişkin genel sulama planları ve planlı su dağıtım uygulama raporları materyal olarak alınmıştır.

Yöntem

Çalışmada, sulama birliklerince sulama sezonu öncesi hazırlanan genel sulama planlarının gerçekleşme düzeyinin belirlenmesi amacıyla sulama oranı, bitki deseni ve su dağıtım programları ve zamansal su dağıtım üniformluğu irdelenmiştir.

Planlanan sulama oranının gerçekleşme düzeyi (GD_S), planlanan bitki deseninin gerçekleşme düzeyi (GD_B) ve aylara göre planlanan su dağıtımlarının gerçekleşme düzeyi (GD_P) değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

$$GD_S = \frac{\text{Gerçekleşen sulama oranı } (SO_G)(\%)}{\text{Planlanan sulama oranı } (SO_P)(\%)} * 100$$

$$GD_B = \frac{\text{Gerçekleşen ekim alanı } (EA_G)(\text{ha})}{\text{Planlanan ekim alanı } (EA_P)(\text{ha})} * 100$$

$$GD_P = \frac{\text{Gerçekleşen su dağıtımı } (SD_G)(\text{hm}^3/\text{ay})}{\text{Planlanan su dağıtımı } (SD_P)(\text{hm}^3/\text{ay})} * 100$$

Eşitliklerde yer alan planlanan değerler, söz konusu yıllara ait genel sulama planı raporlarından (DSİ, 2002a), gerçekleşen değerler ise yine aynı yıllara ait planlı su dağıtım uygulama raporlarından (DSİ, 2002b) elde edilmiştir. Gerçekleşme düzeyinin % 100 olduğu değerler hedeflerin tam olarak gerçekleştiğini, % 100'ün altında ve üstündeki değerler ise hedeften sapma olduğunu ifade eder.

Çalışmada, güvenilirlik göstergesi olarak da tanımlanan, sulama sezonu (Mayıs -Ekim ayları) içerisinde zamansal su dağıtım üniformluğu ise GD_p değerlerine ilişkin varyasyon katsayısı (CV) ile belirlenmiştir (Jahromi and Feyen, 2001; Jurriens, 1996).

Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanındaki sulama birlikleri tarafından işletilen üç ayrı sistemde işletim performansı; sulama oranı, bitki deseni, su dağıtım programı ve su dağıtım üniformluğuna göre aşağıda ayrı başlıklar halinde değerlendirilmiştir.

Sulama Oranı: Çalışma alanında yer alan sulama birliklerinin 1999-2002 yıllarına ilişkin planlanan ve gerçekleşen sulama oranı ve planlanan sulama oranının gerçekleşme düzeyi (GD_s) değerleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2’den Menemen Sağ Sahil Sulama Birliğinde gerçekleşen sulama oranının % 85 ile % 91 arasında değiştiği, ortalamasının ise % 87 olduğu görülür. Söz konusu yıllar ele alındığında hedeflenen sulama oranından sapmanın en çok GD_s ’nin %93 olarak gerçekleştiği 2000 yılında olduğu, buna rağmen 2002 yılında hedeflenen sulama oranının tutturulduğu görülür.

Menemen Sol Sahil Sulama Birliğinde gerçekleşen sulama oranı % 79-% 82 arasında değişmiş, ortalaması % 81 olarak gerçekleşmiştir; hedeflenen sulama oranından sapma en çok GD_s ’nin% 93 olarak gerçekleştiği 2000 ve 2002 yıllarında olmuş, 1999 yılında ise hedeflenen sulama oranı tutturulmuştur.

Çizelge 2. İzmir İli Dahilindeki Sulama Birliklerinin 1999-2002 Yıllarına İlişkin SO_p , SO_G ve GD_s (%) Değerleri

Sulama Birliği		1999	2000	2001	2002	ORT.
Menemen Sağ Sahil	SO_p	86	91	88	91	89
	SO_G	87	85	85	91	87
	GD_s	101	93	97	100	98
Menemen Sol Sahil	SO_p	81	85	80	88	84
	SO_G	81	79	81	82	81
	GD_s	100	93	101	93	97
Kestel	SO_p	67	49	46	54	54
	SO_G	39	41	51	70	50
	GD_s	58	84	111	130	96

Kestel Sulama Birliğinde ise gerçekleşen sulama oranının %39-% 70 arasında değiştiği, ortalamasının ise % 50 olduğu görülür. Sulama oranı yıllara göre artış göstermiştir Söz konusu yıllar ele alındığında planlanan ve gerçekleşen sulama oranları arasında çok büyük sapmalar meydana gelmiştir. 1999 yılında planlananın oldukça altında bir alanda sulama yapılırken 2002 yılında ise planlananın oldukça üzerinde bir alanda sulama yapılmıştır.

Genel bir değerlendirme yapıldığında diğer sulama birliklerine nazaran Kestel Sulama Birliğinde planlanan sulama oranlarının gerçekleşme düzeyi değerlerinde yıllara göre çok büyük farklılıklar söz konusudur. Bu durumu, iki ana etmene bağlı olarak açıklamak mümkündür. Birincisi, Kestel Sulama Sistemi'nin Menemen Sulama Sistemine göre oldukça yeni sulamaya açılmış olması ve bunun sonucu olarak sulama oranlarının düşük seyretmesi; ikincisi, sulama planlarının beyanlara göre değil önceki yıllardaki izlenimlere göre hazırlanmasıdır.

Bitki Deseni: Çalışma alanında yer alan sulama birliklerinin 1999-2002 yıllarına ilişkin planlanan ve gerçekleşen pamuk ekim alanları Çizelge 3'te verilmiştir. Araştırmada sulama suyu gereksiniminin belirlenmesinde en büyük paya sahip olması nedeniyle her üç sulama birliğine ait bitki deseninde en yüksek oranda yer alan pamuk ekim alanları karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3 incelendiğinde Menemen Sağ Sahil Sulama Birliğinde gerçekleşen pamuk ekim alanlarının 2 871 ha ile 3 648 ha arasında değiştiği ve ortalamasının 3 383 ha olduğu görülür. Planlanan ekim alanlarının gerçekleşme düzeyi incelendiğinde % 74 ile 2000 yılında planlananın oldukça altında bir alanda pamuk ekimi gerçekleştiği, 2002 yılında ise % 95 ile planlanana yakın büyüklükte bir alanda ekim gerçekleştiği görülür.

Yine aynı çizelgeye göre Menemen Sol Sahil Sulama Birliğinde gerçekleşen pamuk ekim alanları 7 668 ha ile 9 547 ha arasında değişmiş ortalaması 8 894 ha olmuştur. Planlanandan sapma en yüksek GD_B değerinin % 80 olduğu 2000 yılında olmuş, 1999 yılında ise hedeflenen büyüklükteki alanda pamuk ekimi gerçekleşmiştir.

Çizelge 3. İzmir İli Dahilindeki Sulama Birliklerinin 1999-2002 Yıllarına İlişkin EA_P(ha), EA_G (ha) ve GD_B (%) Değerleri

Sulama Birliği		1999	2000	2001	2002	ORT(ha)	ORT(%)
Menemen Sağ Sahil	EA _P	4 142	3 886	3 210	3 750	3 747	59
	EA _G	3 648	2 871	3 448	3 565	3 383	53
	GD _B	88	74	107	95	90	
Menemen Sol Sahil	EA _P	8 961	9 588	8 365	10 205	9 280	56
	EA _G	8 978	7 668	9 383	9 547	8 894	54
	GD _B	100	80	112	94	96	
Kestel	EA _P	1 700	1 400	1 300	1 635	1 509	41
	EA _G	1 127	1 220	1 641	2 121	1 527	41
	GD _B	66	87	126	130	101	

Çizelge 3 incelendiğinde Kestel Sulama Birliğinde gerçekleşen pamuk ekim alanları 1 127 ha ile 2 121 ha arasında değişmiş ortalaması 1 527 ha olarak gerçekleşmiştir. Planlanandan sapma en yüksek GD_B değerinin % 66 olduğu 1995 yılında, en düşük % 102 olduğu 2002 yılında meydana gelmiştir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında; yıllara göre planlanan ve gerçekleşen pamuk ekim alanları arasındaki sapma farklılıkları en yüksek düzeyde Kestel Sulama Birliğinde gerçekleşmiştir. Yine buna neden olarak planların beyanlara göre değil önceki yıllardaki izlenimlere dayanılarak hazırlanması gösterilebilir. Menemen'de 2000 yılında pamuk ekim alanlarındaki azalmanın 1999 yılında pamuk fiyatlarının düşük seyretmesinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir.

Su Dağıtım Programı ve Su Dağıtım Üniformluğu: Çalışma alanında yer alan sulama birliklerinin 1999-2002 yıllarına ilişkin aylara göre planlanan ve gerçekleşen su dağıtımları Çizelge 4, 5 ve 6'da verilmiştir. Gerçekleşme düzeyinin % 100'e eşit olması planlanan miktarda su verildiğini, küçük olması su dağıtımının planlanana göre yetersiz olduğunu, büyük olması ise planlanandan fazla su verildiğini gösterir.

Çizelge 4 incelendiğinde Menemen Sağ Sahil Sulama Birliğinde yıllara göre dağıtımını gerçekleştiren su miktarının planlanana yüzdesi % 56-% 94 arasında değişmekte, su kaynağı yetersiz kalmaktadır. 1999 yılında planlanana yakın bir su dağıtımını gerçekleştirmişken, 2001 yılında planlananın oldukça altında bir su dağıtımını söz konusudur.

Çizelge 4. Menemen Sağ Sahil Sulama Birliği 1999-2002 Yıllarına İlişkin SD_P(hm³), SD_G(hm³) ve GD_P(%) Değerleri

Aylar	1999			2000			2001			2002		
	SD _P	SD _G	GD _P	SD _P	SD _G	GD _P	SD _P	SD _G	GD _P	SD _P	SD _G	GD _P
Mayıs	2.03	0	0	2.24	0	0	3.1	1	32	3.13	0	0
Haziran	9.35	2.43	26	10.4	3.15	30	9.98	1	10	11.5	8.53	74
Temmuz	13.9	16.9	122	15	11.8	78	14.2	14.5	102	16.5	17.4	106
Ağustos	13.2	16.7	126	13.9	12.8	92	12.8	9.2	71	15.2	16.3	107
Eylül	6.09	5.82	96	5.76	5.3	92	5.43	0	0	6.47	5.08	79
Ekim	0.05	0	0	0.05	0	0	0.12	0	0	0.25	0	0
Toplam	44.64	41.82	94	47.39	33.06	70	45.67	25.72	56	53.06	47.3	89
Su Dağıtım Üniform.(CV)	0.88			0.83			1.07			0.74		

Aylara göre su dağıtımını incelendiğinde, sisteme suyun yoğun olarak sulama suyu gereksiniminin en yüksek olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında verildiği görülür. Yıllar arasında planlanana göre su dağılımı üniformluğu değerlendirildiğinde, sulama sezonu içerisinde aylar arasında en üniform su dağılımı varyasyon katsayısının en düşük olduğu 2002 yılında gerçekleşmiştir.

Çizelge 5 incelendiğinde Menemen Sol Sahil Sulama Birliğinde yıllara göre dağıtımını gerçekleştiren su miktarının planlanana yüzdesi % 55-% 90 arasında değişmektedir. 1999 yılında planlanana yakın bir su dağıtımını gerçekleştirmişken, 2001 yılında planlananın oldukça altında bir su dağıtımını söz konusudur. Aylara göre su dağıtımını değerlendirildiğinde; diğer aylara nazaran Temmuz ve Ağustos aylarında planlanana yakın veya üzerinde bir su dağıtımının gerçekleştiği görülmektedir.

Yine bunda en büyük etken sisteme suyun yoğun olarak söz konusu aylarda verilmesidir. Aynı sistemde planlanana göre su dağılımı üniformluğu değerlendirildiğinde aylar arasında en üniform su dağılımı varyasyon katsayısının en düşük olduğu 2002 yılında gerçekleşmiştir.

Çizelge 6 incelendiğinde Kestel Sulama Birliğinde yıllara göre dağıtımını gerçekleştiren su miktarının planlanana yüzdesi % 64-%106 arasında değişmektedir. 2001 yılında planlanana yakın bir su dağıtımını gerçekleştirmişken, 1999 yılında planlananın oldukça altında bir su dağıtımını söz konusudur.

Aylara göre su dağıtımını değerlendirildiğinde; diğer aylara nazaran Temmuz ve Ağustos aylarında planlanana yakın veya üzerinde bir su dağıtımının gerçekleştiği görülmektedir. Yine bunda en büyük

etken sisteme suyun yoğun olarak söz konusu aylarda verilmesidir. Aynı sistemde planlanana göre su dağılım üniformluğu değerlendirildiğinde; aylar arasında en üniform su dağılımının varyasyon katsayısının en düşük olduğu 2002 yılında gerçekleştiği görülmektedir.

Her üç sulama birliğinde de suyun yoğun olarak sulama suyu gereksiniminin en yüksek seviyede olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında verilmesi, planlanan su ihtiyacına göre suyun aylar arasında üniform dağılımını olumsuz etkilemektedir. Su dağıtımının barajlardaki su rezervinin dikkate alınarak yapılması bunda temel nedendir. Bunun sonucu olarak bazı yıllarda Temmuz ve Ağustos aylarında sisteme planlanandan fazla su verilmektedir. Bu fazla suyun diğer aylara yayılması üniformluğu arttıracaktır.

Çizelge 5. Menemen Sol Sahil Sulama Birliği 1999-2002 Yıllarına İlişkin $SD_p(hm^3)$, $SD_G(hm^3)$ ve $GD_p(\%)$ Değerleri

Aylar	1999			2000			2001			2002		
	SD_p	SD_G	GD_p	SD_p	SD_G	GD_p	SD_p	SD_G	GD_p	SD_p	SD_G	GD_p
Mayıs	5.08	0	0	5.4	0	0	6.8	2.6	38	6.8	0	0
Haziran	23.6	3.72	16	25.3	8.6	34	24.5	2.6	11	27.1	17.9	66
Temmuz	36.2	41.8	116	37.9	31	82	36.9	37.5	102	41.8	45.7	109
Ağustos	34.3	42.6	124	34.6	34.5	100	35.7	22.7	64	40.4	45.1	112
Eylül	15.3	15.03	98	14.5	11.8	81	14.2	0	0	17.3	10.2	59
Ekim	0.1	0	0	0.09	0	0	0.4	0	0	0.5	0	0
Toplam	114.5	103.1	90	117.9	85.9	73	118.5	65.41	55	133.9	119	89
Su Dağıtım Üniform.(CV)	0.92			0.81			1.04			0.79		

Çizelge 6. Kestel Sulama Birliği 1999-2002 Yıllarına İlişkin $SD_p(hm^3)$, $SD_G(hm^3)$ ve $GD_p(\%)$ Değerleri

Aylar	1999			2000			2001			2002		
	SD_p	SD_G	GD_p	SD_p	SD_G	GD_p	SD_p	SD_G	GD_p	SD_p	SD_G	GD_p
Mayıs	1.3	0	0	0.95	0	0	0.8	0	0	0	0	-
Haziran	4.9	1.3	27	3.9	1.25	32	3.1	1.5	50	1.5	1.25	81
Temmuz	7.6	5.6	74	6.2	6.2	101	5	6.4	127	6.4	6.8	106
Ağustos	7	6.9	99	5.7	6.8	120	4.8	7.5	156	7.5	6.5	86
Eylül	3.3	1.7	53	2.4	1.8	76	2.2	1.4	67	1.45	1.45	100
Ekim	0.3	0	0	0.2	0	0	0.1	0	0	0	0	-
Toplam	24.3	15.5	64	19.2	16.1	84	16	16.9	106	16.9	16	95
Su Dağıtım Üniform.(CV)	0.87			0.86			0.88			0.11		

Sonuç ve Öneriler

Her üç sulama birliğine ait genel sulama planı, sulama oranı ve bitki deseni yönünden değerlendirildiğinde planların gerçekleşme düzeyinin Kestel Sulama Birliği dışında yüksek olduğu söylenebilir. Planlamanın kesinlikle çiftçi beyanları göz önüne alınarak yapılması bu iki kriter yönünden performansı olumlu yönde etkileyecektir. Su dağıtım yönünden değerlendirildiğinde ise performansın düşük olduğu söylenebilir. Her üç sulama birliğinde de aylar arasında su dağılımı uniformluğu en yüksek 2002 yılında gerçekleşmiştir ve baraj işletim programlarının, suyun tüm sezon için yeterli olmamasının sonucu olarak kısıtlı su uygulama esasına göre su dağıtımını öngörmesinden dolayı sistemlere genel olarak Temmuz ve Ağustos ayları haricinde yeterli su verilememiştir. Su kaynağının yetersiz olması açısından ilave su kaynaklarının araştırılması, bitki deseninde su tüketimi daha düşük olan bitkilere yer verilmesi, su dağıtımını açısından ise aylar arasında uniform su dağıtımına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Sulama sistemlerinde mevcut su potansiyelinin etkin kullanımı ancak sulama planlarının doğru bir şekilde hazırlanması ve bunun uygulanması ile mümkündür. Ayrıca planların doğru bir şekilde hazırlanması işletim performansının daha gerçekçi belirlenebilmesini ve değerlendirilmesini mümkün kılar.

Özet

Bu çalışmada İzmir ili dahilindeki Menemen Sağ Sahil, Menemen Sol Sahil ve Kestel Sulama Birliklerinin 1999-2002 yılları arası genel sulama planlarının gerçekleşme düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır. Sulama sezonu öncesi hazırlanan bu planlar, planlanan sulama oranı, planlanan bitki deseni ve planlanan su dağıtım programına göre değerlendirilmiştir.

Çalışmada, her üç sulama birliği sulama oranı ve bitki deseni yönünden değerlendirildiğinde planların gerçekleşme düzeyinin Kestel Sulama Birliği dışında yüksek olduğu söylenebilir. Su dağıtım yönünden değerlendirildiğinde ise su kaynağının yetersizliğinden dolayı sistemlere genel olarak Temmuz ve Ağustos ayları haricinde yeterli su verilememektedir. Bu nedenle de planların gerçekleşme düzeyinin dağıtım programları açısından düşük olduğu söylenebilir.

Anahtar sözcükler: Sulama performansı, İzmir, sulama yönetimi

Kaynaklar

- Çevik, B. ve Tekinel, O., 1995. Sulama Şebekeleri ve İşletme Yöntemleri. Ç.Ü.Z.F. Ders Kitabı No:81, Adana, 163 S.
- DSİ, 2000. Sulama Birlikleri Bülteni, DSİ II. Bölge Müdürlüğü , İzmir.
- DSİ, 2002a. Genel Sulama Planları, DSİ II. Bölge Müdürlüğü, İzmir.
- DSİ, 2002b. Planlı Su Dağıtım Uygulama Raporları, DSİ II. Bölge Müdürlüğü, İzmir.
- Gowing, J., 1999. Limitations of Water-Control Technology, *Agricultural Water Management* 40 (1999): 95-99.
- Jahromi, S.S. and Feyen, J., 2001 Spatial and Temporal Variability Performance of Water Delivery in Irrigation Schemes, *Irrigation and Drainage Systems* 15: 215-233.
- Jurriens, R., 1996. Assessing Seasonal Irrigation Service Performance, *Working Papers on Irrigation Performance* 3, IFPRI, Washington, D.C, 71 p.
- Molden, D.J., Saktivadivel, R., Perry, C., Fraiture R., and Kloezen W. 1998. Indicators for Comparing Performance of Irrigated Agriculture Systems. IWMI, Research Report 20, Colombo, Sri Lanka, 26 p.
- Renault, G. and Makin, I.W., 1999. Modernising Irrigation Operations: Spatial Differentiation Resource Allocation, IWMI, Research Report 35, Colombo, Sri Lanka, 21 p.