

## BALIKESİR OVASI SULAMASININ İNCELENMESİ

**Emel İRTEM ve Tolga SARI\***

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Balıkesir Üniversitesi, 10145 Balıkesir

\* DSİ 25. Bölge Müdürlüğü, 10020 Balıkesir

[mirtem@balikesir.edu.tr](mailto:mirtem@balikesir.edu.tr), [tsari@dsi.gov.tr](mailto:tsari@dsi.gov.tr)

(Geliş/Received: 14.10.2010; Kabul/Accepted: 21.02.2011)

### ÖZET

Çok büyük yatırım ve işgücü ile inşa edilen sulama şebekelerinin hayati önem taşıyan tarım sektörüne en verimli şekilde hizmet edebilmesi için kullanılan suyun israf edilmeden optimum şekilde değerlendirilmesi gereklidir. Bu çalışmada, Balıkesir ilinde yer alan Balıkesir Ovası Sulaması ele alınmıştır. 2005-2009 yıllarındaki veriler korelasyon analizi yöntemiyle değerlendirilmiş, işletme sırasında karşılaşılan sorunlar ile sulama randımanı irdelenmiş ve sulamanın planlama aşaması ile uygulama aşaması karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Balıkesir Ovası Sulaması, sulama şebekesi, sulama randımanı, korelasyon analizi.

## INVESTIGATION OF BALIKESİR PLAIN IRRIGATION

### ABSTRACT

It is required to utilize water in an optimum way without wasting in order irrigation network which is constructed with huge amount of investment and labour force to serve with the best productive manner at agriculture sector which is strongly important for life. In this study, Balıkesir Plain Irrigation which is situated in Balıkesir city has been examined. Data between the years 2005-2009 have been evaluated using correlation analysis method, the problems occurred during management and irrigation outputs have been scrutinized, the planning phase of irrigation and the application phase have been compared.

**Keywords:** Balıkesir Plain Irrigation, irrigation network, irrigation output, correlation analysis.

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde ve gelecekte gıda güvenliği tehditlerinin üstesinden gelmek için gıda üretiminin artması gerekmektedir. Bu durum, sürdürülemeyen üretim metotlarından vazgeçilmesi, yoksulluğun azaltılması, dünya nüfusunun dengede tutulması ve sürdürülebilir doğal kaynakların yönetimi ile mümkün olabilecektir. Gıda üretiminde su kritik bir rol üstlenmektedir. Gelecekteki talepleri karşılamak için %80 ilave gıda üretiminin gerektiği tahmin edilmektedir. Bunu başarmanın yolu sulama olmaktadır. Sulama ile gıda üretimini artırmanın ise iki yolu bulunmaktadır. Birincisi, modern sulama yöntemleri kullanarak mevcut sulama yöntemlerinde kullanılan su verimliliğini artırmak, ikincisi sulama yapılan alanları artırmaktır [1]. Sulamanın gelişmekte olan ülkelerdeki tarımda önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Günümüzde sulu tarım, ekilebilir alanının %20'sine, toplam tarımsal üretimin %40'ına denk gelmektedir.

Bu payın 2030 yılında %47'ye artması beklenmektedir. Gelişmekte olan ülkelerdeki toplam sulanabilir alanın 400 milyon hektar olduğu tahmin edilmektedir. Şu anda bu alanın yaklaşık yarısı (202 milyon hektar) sulama amaçlı kullanılmaktadır. 2030 yılında ise 40 milyon hektar alanın daha tarımda kullanılacağı, toplam alanının 242 milyona çıkacağı tahmin edilmektedir [2]. Sulu tarımda tüm gıda ihtiyacının %40'ı üretilirken bütün tatlı su kaynaklarının %69'u tüketilmektedir [3]. Planlanmış gıda ihtiyacı talebinin karşılanması, sulu tarım için kullanılan tatlı su kaynaklarında %17'lik bir artış ile mümkün olabilecektir [4]. Su ve toprak kaynaklarını düşüncesizce tüketen insanlığın gelecekte yüzleşeceği en büyük sorun su ve gıda güvenliği olacaktır. Bu nedenle doğal kaynaklar en iyi şekilde korunarak, tarımsal üretimin en üst düzeye çıkartılması büyük önem taşımaktadır [5]. Artan nüfusa paralel olarak artan gıda ihtiyacı tarımsal kullanımdaki su oranını ciddi düzeyde arttırmıştır. Dünya ortalaması %70

düzeyinde olan tarımsal su tüketimi az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde %82 düzeyine kadar çıkmaktadır. Gelişmiş ülkelerde ise yoğun endüstriyel üretim ve azalan tarımsal faaliyetler nedeniyle bu oran %30'lara kadar düşmektedir. Türkiye'de ise tarımsal su tüketimi %74 'tür [6].

Halen dünyada sulama sistemlerinin çoğunda adil ve güvenilir olmayan dağıtım başlıca su yönetim problemlerindedir. Sulama sisteminin başarısı yeterli, güvenilir, tarafsız, randımanlı biçimde su kullanıcılarına hizmet vermesiyle ölçülebilir [7]. Sulama sistemlerinin performansını ölçmek için birçok araştırmacı göstergeler önermişlerdir [7,8]. Bunların çoğu yönetim amaçlı performansla ilgili içsel süreçlere odaklanmıştır: sulanan alan, bitki deseni, suyun dağıtımı gibi [9]. Son yıllarda dünyada ve ülkemizde sulama performansları ile ilgili çalışmalar artmaktadır. [8]'de saha ölçümleri ile çok disiplinli sulama performans göstergeleri denenmiştir. Bu göstergeler su dağıtımını, suyun etkili kullanımını, sulamanın sürdürülebilirliğini, çevresel, sosyoekonomik yönetim boyutlarını kapsamaktadır. [10]'da İspanya'nın La Violada sulama bölgesinde su dengesi ve sulama performansı belirlenmiştir. [11]'de Mali'deki Office du Niger'de pirinç üretiminin 1995 ve 2004 yıllarındaki sulama performansları Molden ve Gates kriterleri esas alınarak değerlendirilmiştir.

Literatürde sulama performanslarının, su-verim ilişkilerinin sınanmasında korelasyon analizinden yararlanılmıştır. [12]'de ürün veriminin, gövde ve toprak su potansiyeli ile ilişkisinin anlamlılığı korelasyon analizi ile test edilmiştir. [13]'de sulama frekansları, büyüme parametreleri ve ürün özellikleri arasındaki ilişki korelasyon analizi ile sınanmış ve aralarında pozitif bir ilişki belirlenmiştir. [14]'de sulama suyu kalitesi ile arazi kullanım oranları arasındaki ilişkiler de korelasyon katsayıları yardımıyla yorumlanmıştır. [15]'de sulama performansı parametreleri ile rölatif verim ilişkisi korelasyon analizi kullanılarak ele alınmıştır.

Bu çalışmada, Balıkesir ilinde yer alan Balıkesir Ovası Sulaması'nın 2005-2009 yıllarındaki verileri korelasyon analizi yöntemiyle değerlendirilmiş, işletme sırasında karşılaşılan sorunlar ve sulama randımanı irdelenmiş, sulamanın planlama aşaması ile uygulama aşaması karşılaştırılmıştır.

## 2. ÇALIŞMA ALANI (STUDY AREA)

Balıkesir Ovası Sulaması'nın su kaynağı Çaygören Barajı olup Balıkesir Ovası'nda 6 500 ha arazi, Simav çayına bırakılan sulama suyunun Kaletepe regülatörü vasıtasıyla sol ana kanala alınmasıyla sulanmaktadır. Ülkemizde daha önce DSİ tarafından yönetilen 1 900 000 ha sulanan alanın yönetim, işletim ve bakım sorumluluğu 1993'ten itibaren yavaş yavaş yerel sulama birliklerine devredilmiştir.

Böylece kamu sulama planlarının yönetiminin %90'ı çiftçi organizasyonlarına yöneltilmiştir [9]. Balıkesir Ovası sulama tesisleri 1978 yılında işletmeye açılmış, 1995 yılında ise kurulan Balıkesir Ovası Köyleri Sulama Birliği'ne devredilmiştir. Ana kanal sol sahilde yer almakta olup 37 431 m klasik beton kaplamalıdır. Cazibe sulamasında 1 204 m klasik yedek kanal, 147 370 m yedek ve tersiyer kanalet mevcuttur. Sistemde 32+521 km'de Halalca pompa istasyonu bulunmaktadır. Halalca pompa istasyonunda 4 adet ünite ve toplam 5 585 m klasik beton kaplamalı kanal ile 46 165 m yedek ve tersiyer kanalet bulunmaktadır. Toplam sulama alanı 6 500 ha olan Balıkesir Ovası'nda 5 375 ha cazibe ile 1 125 ha ise pompajla sulanmaktadır [16].

Balıkesir Ovası Sulaması'nda sulama mevsimi Mayıs ayında başlayıp Ekim ayı ortalarına kadar devam etmektedir. Balıkesir sulaması için alınan meteorolojik veriler incelendiğinde uzun yıllar ortalamasına göre Aralık ayının en yağışlı, Ağustos ayının ise en kurak ay olduğu görülmüştür. Yaz aylarında (özellikle Temmuz ve Ağustos) buharlaşmanın yüksek oluşu nedeniyle, bitkiler için sulama suyu verilmesi gerekli olmaktadır. Zaten sulamanın pik olduğu aylar da Temmuz ve Ağustos aylarıdır [17]. Balıkesir Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan yağış değerleri Tablo 1 'de gösterilmiştir.

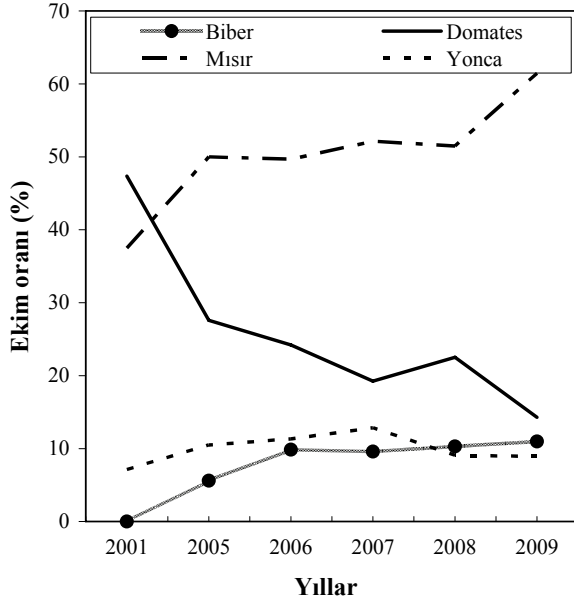
Su dağıtımını talep sistemine göre yapılmaktadır. Talepler, sulama sezonu öncesinde sulayıcı bilgi formlarının doldurularak köylerdeki talep kutularına atılması, birlik görevlilerine söylenmesi/yazılması, birlik merkezine götürülmesi/söylenmesi veya köydeki su dağıtım teknisyenlerine verilmesi suretiyle yapılmaktadır.

Doldurulan bilgi formlarının değerlendirilmesiyle elde edilen sulama planlamasında göz önüne alınacak 2005-2009 yılları arasındaki bitki deseni Balıkesir Ovası Köyleri Sulama Birliği'nden alınmıştır (Tablo 2).

2005-2009 yılları arasındaki sulama sezonları için gerçekleşen ürün deseni ise, Balıkesir Ovası Köyleri Sulama Birliği'nden sulanan arazi miktarına göre sulayıcılardan tahsil edilen ücretlerden ortaya çıkmıştır (Tablo 3).

Planlanan ekim alanları ile gerçekleşen ekim alanları karşılaştırıldığında 2008 yılında gerçekleşen ekim alanının planlanan ekim alanından fazla olduğu, diğer yıllarda ise gerçekleşen ekim alanının planlanan ekim alanından az olduğu görülmektedir. Bitki desenlerine bakıldığında dikkat çekici olan mısır ekiminin ağırlıkta olmasıdır. Sulama sahasında ekilen alanın büyük bölümünde mısır ekildiği görülmektedir. 2001 yılında Balıkesir Ovası'nda gerçekleşen bitki deseni incelendiğinde domates ekim oranının mısır ekim oranından daha fazla olduğu görülmektedir [18]. Daha sonraki yıllarda domates ve mısır ekim oranları karşılaştırıldığında mısır ekim oranlarının giderek

arttığı, domates ekim oranının ise azaldığı görülmektedir (Şekil 1). Yöredeki salça fabrikalarının başka illere taşınması sonucunda domates talebi azalmış ve artan besicilikle birlikte yem ihtiyacı ve dolayısıyla da mısır ekimi artmıştır.



Şekil 1. Balıkesir Ovasında yıllara göre bitki ekim oranları (Annual plant sowing rates at Balıkesir Plain)

### 3. BALIKESİR OVASI SULAMASI (BALIKESİR PLAIN IRRIGATION)

Şebekeye alınması gereken aylık sulama suyu miktarlarının bilinmesi için; elde edilen bitki desenine ve bu bitkilerin aylara göre tüketilecekleri su miktarına ihtiyaç vardır. Bitki su tüketim miktarları DSİ kurumunca her yöreyi kapsayacak şekilde "Blaney-

Criddle Metodu" kullanılarak "DSİ Sulamalarında Bitki Su Tüketimleri ve Sulama Suyu İhtiyaçları" [19] adlı kitapta toplanmıştır. Bitki su ihtiyaçlarının belli bir kısmı yağışlardan doğal olarak, belli bir kısmı da kıştan artan nem olarak karşılandığından bitkinin aylık su ihtiyacı (1) eşitliğinden elde edilir

Aylık bitki su ihtiyaçları için;

$$U_s = U - (r_e + KAN) \quad (1)$$

U : Aylık bitki su ihtiyacı (mm)

$r_e$  : Aylık etkili yağış (mm)

KAN : Kıştan artan nem (mm)

$U_s$  : Aylık bitki sulama suyu ihtiyacı (mm)'dir.

Planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık bitki sulama suyu ihtiyacı (2) eşitliği ile hesaplanmıştır.

$$Q_F = \left( \sum_{i=1}^n (U-r)_i \cdot A_F \right) / \mu / \eta \cdot A \quad (2)$$

$Q_F$  : Aylık sulama suyu ihtiyacı ( $m^3$ )

n : Bitki cinsine göre ( $i = 1,2,3,\dots$ )

$A_F$  :  $A_S / A$

$A_S$  : Gerçekleşen bitki deseni alanı (ha)

A : Toplam sulama alanı (ha)

$\mu$  : Su iletim randımanı

$\eta$  : Çiftlik randımanı

(U-r) : Aylık bitki su ihtiyacı (mm)'dir.

Tablo 1. Balıkesir ili ölçülen yağış değerleri (Measured rain values of Balıkesir city)

Aylar	Uzun Yıllar Ortalaması (mm)	2005 yılı ölçülen yağış değeri (mm)	2006 yılı ölçülen yağış değeri (mm)	2007 yılı ölçülen yağış değeri (mm)	2008 yılı ölçülen yağış değeri (mm)	2009 yılı ölçülen yağış değeri (mm)
Ocak	67,7	86,5	47,8	29,2	36,8	119,8
Şubat	55,9	90,2	70,7	18,2	12,7	120,1
Mart	55,7	89,0	99,5	43,6	54,2	121,3
Nisan	49,8	34,0	20,8	15,3	41,7	53,6
Mayıs	37,8	34,2	13,8	43,8	4,6	51,7
Haziran	18,7	27,5	71,3	7,2	13,7	35,2
Temmuz	8,4	10,1	3,1	0,0	0,0	2,4
Ağustos	4,0	0,6	0,0	0,0	4,0	0,0
Eylül	20,4	12,5	68,9	0,0	33,2	29,4
Ekim	43,1	16,8	47,1	89,8	38,5	31,4
Kasım	82,5	98,5	32,1	101,5	53,2	92,6
Aralık	88,0	59,7	28,7	119,7	48,4	118,1
Yıllık	532,0	559,6	503,8	468,3	341,0	775,6

**Tablo 2.** Balıkesir Ovası 2005-2009 yılları planlanan bitki deseni (Planned plant pattern of Balıkesir Plain between years 2005-2009 )

Bitki Türü	Planlanan bitki deseni									
	Ekim Alanı (Ha)					Ekim Oranı (%)				
	2005	2006	2007	2008	2009	2005	2006	2007	2008	2009
Bakliye	50	20	20	20	20	1,58	0,62	0,62	0,80	0,60
Biber	100	200	200	100	400	3,15	6,15	6,19	3,99	11,90
Bostan	10	50	50	30	80	0,32	1,54	1,55	1,20	2,38
Buğday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Domates	1250	1000	900	500	840	39,43	30,76	27,86	19,94	25,00
Meyve-Kavak	15	15	10	10	10	0,47	0,46	0,31	0,40	0,30
Mısır	1300	1500	1500	1400	1550	41,01	46,14	46,43	55,84	46,13
Pamuk	5	5	5	1	5	0,16	0,15	0,15	0,04	0,15
Soğan-Sarımsak	60	35	40	40	20	1,89	1,08	1,24	1,60	0,60
Susam	15	1	1	1	5	0,47	0,03	0,03	0,04	0,15
Ş.Pancarı	100	110	100	100	120	3,15	3,38	3,10	3,99	3,57
T.Fasulye	15	15	5	5	10	0,47	0,46	0,15	0,20	0,30
Yonca	250	300	400	300	300	7,89	9,23	12,38	11,97	8,93
<b>TOPLAM</b>	<b>3170</b>	<b>3251</b>	<b>3231</b>	<b>2507</b>	<b>3360</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tablo 3.** Balıkesir Ovası 2005-2009 yılları gerçekleşen bitki deseni (actual plant pattern of Balıkesir Plain between years 2005-2009 )

Bitki Türü	Gerçekleşen bitki deseni									
	Ekim Alanı (Ha)					Ekim Oranı (%)				
	2005	2006	2007	2008	2009	2005	2006	2007	2008	2009
Bakliye	28,5	26,8	9,8	7,5	4,7	1,01	0,85	0,47	0,26	0,17
Biber	157,1	309	200	300	300	5,59	9,85	9,57	10,29	10,99
Bostan	37,9	40,9	42,8	60	51	1,35	1,30	2,05	2,06	1,87
Buğday	0	5	5,7	6,4	1	0	0,16	0,27	0,22	0,04
Domates	775,13	760	402	656	390	27,60	24,23	19,25	22,51	14,29
Meyve-Kavak	1,64	15	16,3	8,7	12	0,06	0,48	0,78	0,30	0,44
Mısır	1403,77	1558	1089	1500	1677	49,99	49,67	52,14	51,47	61,44
Pamuk	1	1,3	0	0	0,3	0,04	0,04	0,00	0,00	0,01
Soğan-Sarımsak	17,62	18	13,7	7,5	3,1	0,63	0,57	0,66	0,26	0,11
Susam	0	0	0	2	0	0	0	0	0,07	0
Ş.Pancarı	90,77	47	41	101	46,6	3,23	1,50	1,96	3,47	1,71
T.Fasulye	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yonca	294,69	356	268,5	265	244	10,49	11,35	12,85	9,09	8,94
<b>TOPLAM</b>	<b>2808,1</b>	<b>3137</b>	<b>2088,8</b>	<b>2914,1</b>	<b>2729,7</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları ile DSİ 25. Bölge Müdürlüğü İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğü'nden ve DSİ 251. Şube Müdürlüğü'nden temin edilen şebekeye alınan aylık su miktarları verileri 2005-2009 yılları için Tablo 4-6'da verilmiştir.

Planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları verileri karşılaştırıldığında, özellikle 2005 ve 2006 yıllarının Mayıs ve Eylül aylarında planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçlarından çok daha fazla su şebekeye alınmıştır. 2005 yılında sırasıyla Mayıs ve Eylül ayında planlanan bitki desenine göre aylık brüt

sulama suyu ihtiyacı 1,55 hm<sup>3</sup> ve 3,24 hm<sup>3</sup>, gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacı 1,14 hm<sup>3</sup> ve 0,93 hm<sup>3</sup> olmasına rağmen şebekeye 8,00 hm<sup>3</sup> ve 11,48 hm<sup>3</sup> su alınmıştır. 2006 yılında sırasıyla Mayıs ve Eylül ayında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacı 1,29 hm<sup>3</sup> ve 3,77 hm<sup>3</sup> gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacı 1,16 hm<sup>3</sup> ve 1,11 hm<sup>3</sup> olmasına rağmen şebekeye 7,11 hm<sup>3</sup> ve 9,90 hm<sup>3</sup> alınmıştır [18].

2007 yılında Temmuz ve Ağustos aylarında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçlarından çok daha az su şebekeye alınmıştır. 2007 yılında sırasıyla Temmuz ve Ağustos ayında

**Tablo 4.** Balıkesir Ovası 2005-2009 yılları planlanan bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (Monthly irrigation water needs according to planned plant pattern of Balıkesir Plain between the years 2005-2009)

AYLAR	PLANLANAN BİTKİ DESENİNE GÖRE									
	Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm <sup>3</sup> )					Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm <sup>3</sup> )				
	2005	2006	2007	2008	2009	2005	2006	2007	2008	2009
Mayıs	0,84	0,7	0,67	0,41	0,69	1,55	1,29	1,23	0,76	1,2
Haziran	2,47	2,28	4,2	3,27	4,37	4,58	4,22	7,77	6,05	7,7
Temmuz	4,1	4,07	5,69	4,47	5,92	7,6	7,54	10,54	8,29	10,45
Ağustos	4,15	4,42	4,64	3,68	4,82	7,69	8,18	8,57	6,82	8,56
Eylül	1,75	2,04	1,68	1,45	0,56	3,24	3,77	3,11	2,69	3,11
Ekim	0,55	0,68	0,17	0,15	0,13	1,01	1,26	0,35	0,27	0,33
<b>Toplam</b>	<b>13,87</b>	<b>14,18</b>	<b>17,05</b>	<b>13,43</b>	<b>16,49</b>	<b>25,67</b>	<b>26,26</b>	<b>31,57</b>	<b>24,88</b>	<b>31,35</b>

**Tablo 5.** Balıkesir Ovası 2005-2009 yılları gerçekleşen bitki desenine göre aylık sulama suyu ihtiyaçları (Monthly irrigation water needs according to actual plant pattern of Balıkesir Plain between the years 2005-2009)

AYLAR	GERÇEKLEŞEN BİTKİ DESENİNE GÖRE									
	Net Sulama Suyu İhtiyacı (hm <sup>3</sup> ) (A)					Brüt Sulama Suyu İhtiyacı (hm <sup>3</sup> )				
	2005	2006	2007	2008	2009	2005	2006	2007	2008	2009
Mayıs	0,61	0,62	0,37	0,55	0,38	1,14	1,16	0,69	1,01	0,7
Haziran	3,67	4,07	2,71	3,76	3,52	6,8	7,54	5,02	6,96	6,52
Temmuz	4,81	5,35	3,58	4,96	4,68	8,91	9,91	6,62	9,19	8,67
Ağustos	3,61	4,07	2,75	3,81	3,58	6,69	7,54	5,09	7,06	6,63
Eylül	0,5	0,6	0,45	0,53	0,46	0,93	1,11	0,83	0,99	0,85
Ekim	0,13	0,15	0,12	0,12	0,11	0,24	0,29	0,22	0,21	0,2
<b>Toplam</b>	<b>13,33</b>	<b>14,86</b>	<b>9,98</b>	<b>13,73</b>	<b>12,73</b>	<b>24,71</b>	<b>27,55</b>	<b>18,47</b>	<b>25,42</b>	<b>23,57</b>

**Tablo 6.** Balıkesir Ovası 2005-2009 yılları şebekeye alınan aylık su miktarları (Monthly taken water to the network of Balıkesir Plain between the years 2005-2009)

AYLAR	UYGULAMADA				
	Şebekeye Alınan Su Miktarı (hm <sup>3</sup> ) (B)				
	2005	2006	2007	2008	2009
Mayıs	8	7,11	3,33	3,24	1,03
Haziran	9,64	10,02	4,27	4,99	6,26
Temmuz	12,1	13,69	7,8	8,25	10,08
Ağustos	13,72	14,71	3,35	8,5	13,55
Eylül	11,48	9,9	0,89	3,47	6,55
Ekim	3,52	0,01	0,01	0,01	2,51
<b>Toplam</b>	<b>58,46</b>	<b>55,44</b>	<b>19,64</b>	<b>28,46</b>	<b>39,98</b>
<b>Toplam Sulama Randımanı (A/B)*100</b>	<b>22,8</b>	<b>26,8</b>	<b>50,81</b>	<b>48,24</b>	<b>31,84</b>

planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacı 10,54 hm<sup>3</sup> ve 8,57 hm<sup>3</sup> olmasına rağmen şebekeye 7,80 hm<sup>3</sup> ve 3,35 hm<sup>3</sup> su alınmıştır. Bu durum, 2007 yılının Tablo 1 'de yer alan Balıkesir Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan yağış değerleri incelendiğinde, kurak yıl olmasıyla açıklanabilir.

2007 yılının kurak geçmesinden dolayı, 2008 yılı için daha temkinli bir planlama yapılmıştır. 2008 yılında Temmuz ve Ağustos aylarında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacı şebekeye alınan su miktarına çok yakın çıkmıştır.

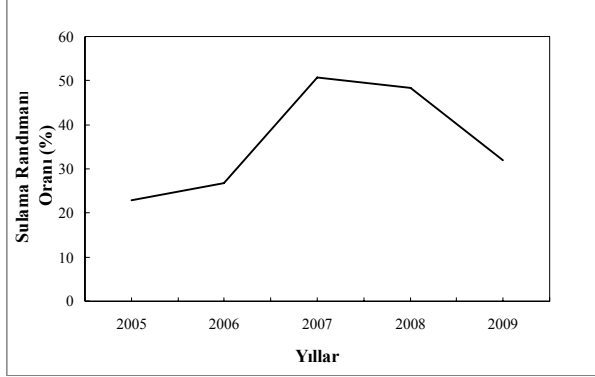
2008 yılında sırasıyla Temmuz ve Ağustos aylarında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacı 8,29 hm<sup>3</sup> ve 6,82 hm<sup>3</sup> iken şebekeye alınan su 8,25 hm<sup>3</sup> ve 8,50 hm<sup>3</sup> olmuştur.

2009 yılında Ağustos ve Eylül aylarında gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçlarından çok daha fazla su şebekeye alınmıştır. 2009 yılında sırasıyla Ağustos ve Eylül aylarında gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacı 6,63 hm<sup>3</sup> ve 0,85 hm<sup>3</sup> olmasına rağmen şebekeye 13,55 hm<sup>3</sup> ve 6,55 hm<sup>3</sup> su alınmıştır.

Balıkesir Ovası Sulaması'nda kanallarda devamlı su bulunması nedeniyle, su çiftçiler tarafından bilinçsizce kullanılarak israf edilmiştir. Bu durum hem ülke ekonomisine zarar vermekte hem de toprakta tuzluluk, alkalilik sorunlarının çıkmasına sebep olmaktadır.

Yıllara göre sulama randımanı oranları Şekil 2'de verilmiştir. Anakanalın klasik (beton kaplamalı trapez), şebekenin kanalet olduğu sulama sistemlerinde toplam sulama randımanının, iyi bir sulama şebekesinde %35'ten aşağı düşmesi istenmez. Balıkesir Ovası Sulaması'nda toplam sulama randımanları 2005, 2006 ve 2009 yıllarında %35'in altındadır. Bu durum 2005, 2006 ve 2009 yıllarında planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre brüt sulama suyu ihtiyacından daha fazla suyun şebekeye alınması, çiftçilerin bilinçsiz ve kaçak su tüketimleri, su dağıtım sırasında arazide yeterli kontrolün

olmaması, su ücretini ödemeye esas beyannamelerdeki alan miktarı ile sulama alanının birbirini tutmaması, 1977 yılında işletmeye açılan şebekedeki yapıların zamanla eskimesi, tahrip olması ve birikintilerin meydana gelmesi gibi nedenlerden kaynaklanabilmektedir.



Şekil 2. Balıkesir Ovası yıllara göre sulama randımanı oranları (Annual irrigation output rates of Balıkesir Plain)

#### 4. BALIKESİR OVASI SULAMASININ KORELASYON ANALİZİ İLE İNCELENMESİ (INVESTIGATION OF BALIKESİR PLAIN IRRIGATION USING CORRELATION ANALYSIS)

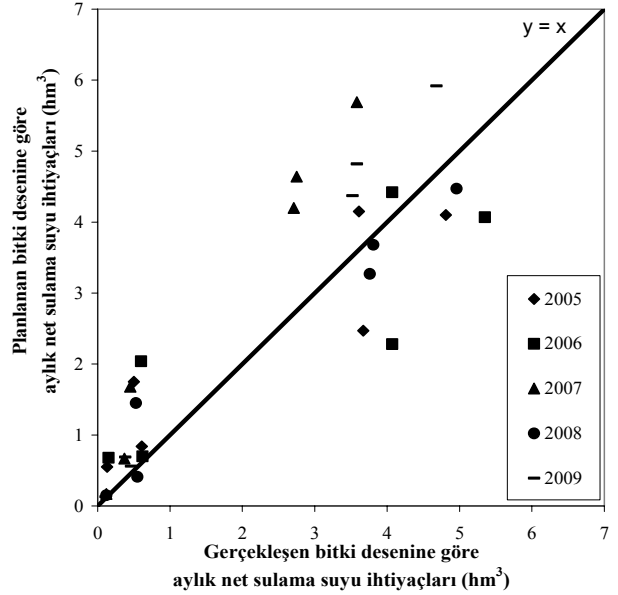
İki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkinin gücünü ve yönünü belirlemek amacıyla, korelasyon analizi yapılır. Bu bölümde de aşağıdaki değişkenler arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile incelenmiştir:

$X_1$  : Gerçekleşen bitki desenine göre aylık net bitki sulama suyu ihtiyaçlarını  
 $Y_1$  : Planlanan bitki desenine göre aylık net bitki sulama suyu ihtiyaçlarını  
 $X_2$  : Planlanan bitki desenine göre aylık brüt bitki sulama suyu ihtiyaçlarını  
 $Y_2$  : Şebekeye alınan aylık su miktarlarını  
 $X_3$  : Gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt bitki sulama suyu ihtiyaçlarını göstermektedir.

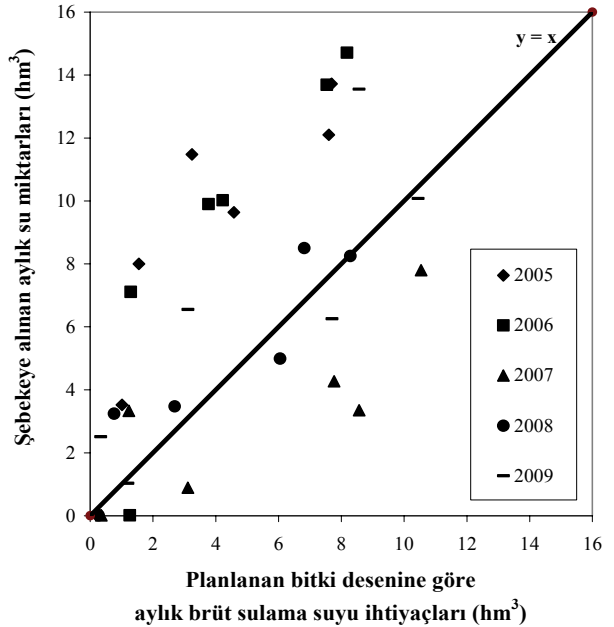
$X_1 = Y_1$ ,  $X_2 = Y_2$ ,  $X_3 = Y_2$  ideal durum olarak düşünülüp,  $y = x$  doğrusu ile temsil edilmiştir.  $X_1$  ve  $Y_1$ ,  $X_2$  ve  $Y_2$ ,  $X_3$  ve  $Y_2$  değerlerinin  $y = x$  doğrusu ile ilişkileri sırasıyla Şekil 3,4,5'te görülmektedir. Bu üç duruma ait değerler ideal durum ile korelasyon analizine tabi tutulduğunda elde edilen korelasyon katsayıları (r) Tablo 7'de verilmiştir.

Planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları arasındaki korelasyon sonuçlarına göre; 2006 ve 2007 yıllarında planlanan ile gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları arasında  $y=x$  doğrusuna göre kuvvetli bir ilişkinin, 2005, 2008, 2009 yıllarında ise çok kuvvetli ilişkinin olduğu görülmektedir. Planlama

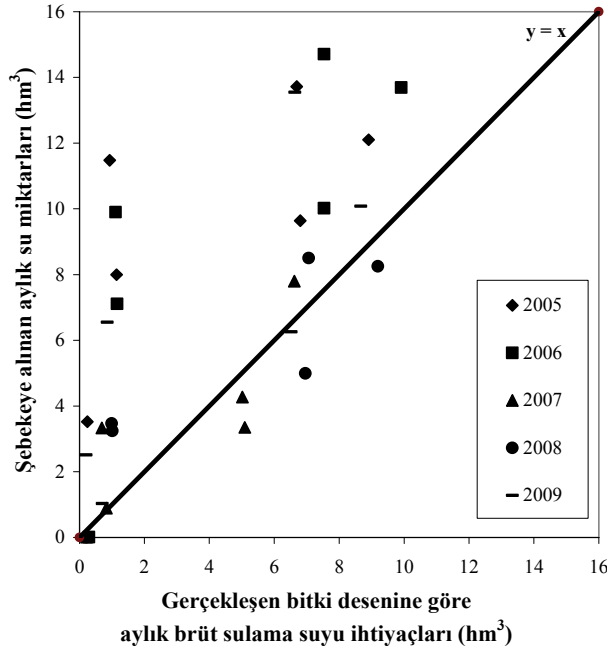
aşamasında göz önüne alınan talep formlarının gerçeğe yakın çıktığı görülmüştür. Planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki korelasyon sonuçlarına göre; 2005 yılında  $y=x$  doğrusuna göre zayıf ilişkinin olması ve 2006 yılında orta düzeyde ilişkinin olması Mayıs ve Eylül



Şekil 3. Balıkesir Ovası 2005-2009 yılları planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre aylık net sulama suyu ihtiyaçları arasındaki ilişki (Relation between monthly net irrigation water needs according to planned and actual plant pattern of Balıkesir Plain between the years 2005-2009)



Şekil 4. Balıkesir Ovası 2005-2009 yılları planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ve şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki ilişki (Relation between monthly water taken to the network and monthly gross irrigation water needs according to planned plant pattern of Balıkesir Plain between the years 2005-2009)



**Şekil 5.** Balıkesir Ovası 2005-2009 yılları gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ve şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki ilişki (Relation between monthly water taken to the network and monthly gross water needs according to actual plant pattern of Balıkesir Plain between the years 2005-2009)

**Tablo 7.** Balıkesir Ovası 2005-2009 yıllarına göre  $y=x$  doğrusuna göre korelasyon katsayıları (Correlation coefficients according to  $y=x$  line of Balıkesir Plain between the years 2005-2009) [18]

Yıl	$X_1$ ve $Y_1$ değerlerinin $y = x$ doğrusuna göre korelasyon katsayıları (r)	$X_2$ ve $Y_2$ değerlerinin $y = x$ doğrusuna göre korelasyon katsayıları (r)	$X_3$ ve $Y_3$ değerlerinin $y = x$ doğrusuna göre korelasyon katsayıları (r)
2005	0,9079	0,4401	0,3344
2006	0,8588	0,6245	0,5628
2007	0,8604	0,639	0,845
2008	0,9765	0,9034	0,8763
2009	0,9643	0,8007	0,6532

aylarında şebekeye fazla su alınmasından kaynaklanmaktadır. 2007 yılı için ise Tablo 1'de yer alan Balıkesir Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan yağış değerleri incelendiğinde, kurak yıl olduğundan şebekeye alınan su miktarında kısıtlamaya gidilmiş, Temmuz ve Ağustos aylarında planlanan bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyacından daha az su kullanılmıştır. 2008 yılında çok kuvvetli bir ilişkinin ortaya çıkmasının nedeni ise, kurak geçen 2007 yılının ardından daha temkinli bir planlama yapılmasıdır. Gerçekleşen bitki desenine göre aylık brüt sulama suyu ihtiyaçları ile şebekeye alınan aylık su miktarları arasındaki korelasyon sonuçlarına göre; 2005 yılında  $y=x$  doğrusuna göre zayıf ilişkinin olması ve 2006 yılında orta düzeyde ilişkinin olması Mayıs ve Eylül aylarında şebekeye fazla su

alınmasından kaynaklanmaktadır. 2009 yılında orta düzeyde ilişkinin olması Ağustos ve Eylül aylarında suyun gerekenden fazla kullanılmasıyla açıklanabilir. Ayrıca eksik gösterilen ve doğru beyan edilmeyen bitki deseni, arazide bulunan Sulama Birliği 'ne ait teknik elemanlarca yerinde birebir kontrol edilemediğinden fazla su tüketimi gerçekleşmektedir. Bunun yanında bitki deseninin yarısından fazlası mısırdan ibarettir. Mısırın fazla su tüketmesi ve doğal olarak Sulama Birliği 'ne ödenmesi gereken ücretin de fazla olması demektir. Bundan kaçınmak için çiftçiler mısır miktarını eksik veya yanlış beyan edebilirler.

## 5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir.

1. Balıkesir Ovası Sulaması'nda domates ve mısır ekilen alanlar karşılaştırıldığında mısır ekilen alanların giderek arttığı, domates ekilen alanların ise azaldığı görülmektedir. Yöredeki salça fabrikalarının başka illere taşınması sonucunda domates talebi azalmış ve artan besicilikle birlikte yem ihtiyacı ve dolayısıyla da mısır ekimi artmıştır. Bu durum yerel koşulların çiftçilerin ekeceği bitki seçimine ne kadar etkili olduğunu göstermektedir.

2. Balıkesir Ovası Sulaması'nda 2005, 2006 ve 2009 yıllarında şebekeye alınan su miktarı planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre brüt sulama suyu ihtiyacından fazla olmuştur. Balıkesir Ovası Sulaması 'nda kanallarda devamlı su bulunmasından dolayı çiftçiler tarafından bilinçsizce kullanılan su israf edilebilmektedir. Bu durum hem ülke ekonomisine zarar vermekte hem de toprakta tuzluluk, alkalilik sorunlarının çıkmasına sebep olmaktadır. Ayrıca sulayıcılarca beyan edilen bitki deseninin doğru olmayışından dolayı şebekeye alınan su fazla gibi görünebilmektedir. Bu olumsuzluğun giderilmesi ise arazide sıkı kontrolü gerekli kılmaktadır.

3. Sulama randımanı sulama performansının bir ölçüsüdür [10]. Anakanalın klasik (beton kaplamalı trapez), şebekenin kanalet olduğu sulama sistemlerinde toplam sulama randımanının, iyi bir sulama şebekesinde %35 'ten aşağı düşmesi istenmez. Balıkesir Ovası Sulaması 'nda toplam sulama randımanları 2005, 2006 ve 2009 yıllarında %35 'in altındadır. Bu durum 2005, 2006 ve 2009 yıllarında planlanan ve gerçekleşen bitki desenine göre brüt sulama suyu ihtiyacından daha fazla suyun şebekeye alınmasından, çiftçilerin bilinçsiz ve kaçak su tüketimlerinden, arazide yeterli kontrolün olmamasından, şebekedeki yapıların zamanla eskimesinden kaynaklanmaktadır.

4. Sulama randımanının yüksek olması, seçilen sulama sistemi ile de doğrudan ilgilidir. Kapalı

(borulu) ve basınçlı sulama sistemlerinde çiftlik randımanları (özellikle damlama sulama yapıldığında) ve iletim randımanları (buharlaştırma ve sızma kayıplarının yok denecek kadar az olmasından) daha yüksek olduğundan toplam sulama randımanı oldukça artmaktadır. Bu nedenle ileride yapılacak sulama projelerinde kapalı ve basınçlı sistemler tercih edilmelidir.

Sulama randımanının artırılması ürün rekoltesinde sıkıntı yaratan drenaj problemlerinin çözümünde de yardımcı olacaktır [11].

5. Sulama birlikleri, DSİ ve Tarım Bakanlığı 'na Eğitim-Gelişim Etkinlikleri düzenlenmelidir. Suyu daha etkin, bilinçli kullanmak ve gelecekte sulama yönetimine katılmak için çiftçilerin bu etkinliklere katılımı teşvik edilmelidir [20].

6. Su tüketimine etkiyen bir etken de şebekenin bakım onarımıdır. Balıkesir Ovası Sulaması'nda meydana gelen su kayıplarının bir nedeni de 1977 yılında işletmeye açılan şebekedeki yapıların zamanla eskimesi, tahrip olması ve birikintilerin meydana gelmesidir. Bu nedenle her sulama sezonu öncesi şebekenin kanal temizliği yapılmalı ve şebekedeki kaçak sorunları giderilmelidir.

7. Sulamada gelecekte yapılacak yatırımlar geçmiş yıllara göre daha stratejik ve tarım politikaları ile daha uyumlu olmalıdır. Bu yatırımlar eğer özel sektör bütçeli ise iyi denetim altına alınmış, kamu bütçeli ise daha doğruluğu kanıtlanmış olmalıdır [21].

#### SEMBOLLER (SYMBOLS)

U	: Aylık bitki su ihtiyacı (mm)
$r_e$	: Aylık etkili yağış (mm)
KAN	: Kıştan artan nem (mm)
$U_S$	: Aylık bitki sulama suyu ihtiyacı (mm)
$Q_F$	: Aylık sulama suyu ihtiyacı ( $m^3$ )
$A_S$	: Gerçekleşen bitki deseni alanı (ha)
A	: Toplam sulama alanı (ha)
$\mu$	: Su iletim randımanı
$\eta$	: Çiftlik randımanı
U-r	: Aylık bitki su ihtiyacı (mm)

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Burt, C.M., Styles, S.W., "Modern Water Control and Management Practices in Irrigation: Impact on Performance", **International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage**, Rome, 1999.
2. FAO, **World Agriculture Towards 2015/2030: An FAO Perspective**, Jelle Bruinsma, Earthscan Publications Ltd, UK&USA, 2003.
3. FAO, **Crops and Drops: Making the Best Use of Water for Agriculture**, FAO Advance Edition, Rome, 2000.

4. Kahlown, M.A., Raoof, A., Zubair, M., Kemper, W.D., "Water Use Efficiency and Economic Feasibility of Growing Rice and Wheat with Sprinkler Irrigation in the Indus Basin of Pakistan", **Agricultural Water Management**, No 87, 292-298, 2007.
5. Akçay (Bozer), M.S., **Aşağı Büyük Menderes Havzası Sulama Şebekelerinin Devir Sonrası Performanslarının Belirlenmesi**, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, İzmir, 2007.
6. Türk Sanayici ve İşadamları Derneği, **Türkiye'de Su Yönetimi: Sorunlar ve Öneriler**, T/2008-09/469, TÜSİAD, İstanbul, 2008.
7. Molden, J.D., Gates, K.T., "Performance Measures for Evaluation of Irrigation-Water-Delivery Systems", **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Cilt 116, No 6, 804-823, 1990.
8. Bos, G.M., "Performance Indicators for Irrigation and Drainage", **Irrigation and Drainage Systems**, No 11, 119-137, 1997.
9. Kukul, Y.S., Akçay, S., Anaç, S., Yeşilirmak, E., "Temporal Irrigation Performance Assessment in Turkey: Menemen Case Study", **Agricultural Water Management**, Cilt 95, No 9, 1090-1098, 2008.
10. Isidoro, D., Quilez, D., Aragües, R., "Water Balance and Irrigation Performance Analysis: La Violada Irrigation District (Spain) as a Case Study", **Agricultural Water Management**, Cilt 64, No 2, 123-142, 2004.
11. Vandersypen, K., Bengaly, K., Keita, T.C.A., Sidibe, S., Raes, D., Jamin, Y.J., "Irrigation Performance at Tertiary Level in the Rice Schemes of the Office du Niger (Mali): Adequate Water Delivery Through Over-Supply", **Agricultural Water Management**, No 83, 144-152, 2006.
12. Naor, A., "Irrigation and Crop Load Influence Fruit Size and Water Relations in Field-Grown 'Spadona' Pear", **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Cilt 126, No 2, 252-255, 2001.
13. Kazi, B.R., Oad, F.C., Jamro., G.H., Jamali, L.A., Lakho, A.A., "Correlation Study Between Irrigation Frequencies and Brassica Plant Characters", **Pakistan Journal of Applied Sciences**, Cilt 2, No 6, 625-627, 2002.
14. Nakasone, H., Kuroda, H., "Relationship Between Water Quality in Irrigation Reservoirs and Land Use of the Watershed", **Lakes&Reservoirs Research & Management**, Cilt 4, No 3-4, 135-141, 1999.
15. Holzapfel, E.A., Leiva, C., Marino, A.M., Paredes, J., Arumi, L.J., Billib., M., "Furrow Irrigation Management and Design Criteria Using Efficiency Parameters and Simulation



- Models”, **Chilean Journal of Agricultural Research**, Cilt 70, No 2, 287-296, 2010.
16. DSİ 25.Bölge Müdürlüğü, **2010 Yılı Yatırım Programı Bütçe Takdim Toplantısı**, Balıkesir, 2009.
  17. Yaşar, O., **Balıkesir Ovasındaki Yerel Koşulların Sulama Sistemindeki Boyutlandırmaya ve Verime Etkisinin İncelenmesi**, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim dalı, Balıkesir, 2002.
  18. Sarı, T., **Balıkesir ve Gönen Ovaları Sulama Sistemlerinin Performanslarının İncelenmesi**, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim dalı, Balıkesir, 2010.
  19. Özgenç, N., Erdoğan, F.C., **DSİ Sulamalarında Bitki Su Tüketimleri ve Sulama Suyu İhtiyaçları**, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1988.
  20. Uysal, K.Ö., Atış, E., “Assessing the Performance of Participatory Irrigation Management Over Time: A Case Study from Turkey”, **Agricultural Water Management**, Cilt 97, No 7, 1017-1025, 2010.
  21. Turrall, H., Svendsen, M., Faures, J.M., “Investing in Irrigation:Reviewing the Past and Looking to the Future”, **Agricultural Water Management**, No 97, 551-560, 2010.

