

## **Aşağı Gediz Havzası Sulama Sisteminde Ana Kanal Düzeyinde Su Dağıtımında Yeterliliğin ve Değişkenliğin Belirlenmesi**

**Erhan AKKUZU<sup>1</sup> H. Baki ÜNAL<sup>2</sup> B. Sıtkı KARATAŞ<sup>3</sup>**

### **Summary**

#### **Determining of Adequacy and Variability of Water Distribution at Main Canal Level at the Lower Gediz Basin Irrigation System**

In this study, water delivery performance of the Lower Gediz irrigation system was evaluated by using indicators such as irrigation intensity ratio (IIR), flow delivery ratio (FDR), water use ratio (WUR), flow uniformity ratio (FUR) and flow reliability ratio (FRR) for irrigation seasons between 2000 and 2004 years.

While the irrigation system was successful according to values of IIR, it was unsuccessful for FDR and WUR which indicate level of water adequacy. In some years, water resources were insufficient in the system. Also water was delivered to the system extensively in July and August, this sometimes cause the water prodigality for this months. Furthermore, water used in irrigation area at the head of the system was more than that at the tail of the system.

Values of the FUR indicating spatial variability and of the FRR indicating temporarily variability for water supply were less than one. These results indicate that uniformity and reliability of water delivery were poor.

**Key words:** Water delivery, performance, Gediz, irrigation management

### **Giriş**

Sulama sistemlerinin temel amacı, tarımsal üretimi arttıracak şekilde suyu kontrol etmektir. Sistemde suyun yeterli, güvenilir ve eşit bir şekilde dağıtımı bu amaca ulaşmada önemli bir rol oynar. Herhangi bir zamanda ve noktada saptırılan suyu ölçmek ve planlanandan meydana gelen sapmayı belirlemek, bu üç göstergeye göre sistemin performans düzeyini ortaya koyar (Jahromi and Feyen, 2001).

---

<sup>1</sup> Dr., E.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., 35100-İzmir.  
e-mail: erhan.akkuzu@ege.edu.tr

<sup>2</sup> Doç. Dr., E.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., 35100-İzmir.

<sup>3</sup> Dr., E.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., 35100-İzmir.

Sistem performansı, planlamada öngörülen hedeflerin gerçekleşme oranını gösterir. Performansın belirlenmesiyle mevcut durumdaki problemleri ortaya koyma ve onların çözümüne yönelik strateji geliştirme olanağına ulaşılır (Ünal ve ark., 2004). Bos ve ark. (2005) performans belirleniminin, sulama yönetiminin temel görevi olduğunu, sulamada kullanılan suyun randımanını arttırmak için mevcut performans seviyesinin belirlenmesi ve alınacak önlemlerin tanımlanması gerektiğini belirtmişlerdir.

Bos ve ark. (1994), sulama şebekesini alt sistemlere ayırıp, su dağıtım performansını bu alt sistemler düzeyinde ele alınması durumunda sistem performansının daha etkin bir şekilde belirleneceğini ifade etmişlerdir. Bu alt sistemler ana kanal, sekonder, tersiyer, vb. düzeyinde olabilir. Sistem performansı mekansal açıdan farklı düzeyler dikkate alınarak belirlenebileceği gibi, farklı zaman periyotları (gün, ay, sulama sezonu vb.) da dikkate alınarak belirlenebilir.

Jurriens (1996), mevcut sulama sistemlerinde su dağıtımının, su sağlama ve sağlamadaki değişkenlik yönünden mevsimlik ya da yıllık olarak değerlendirilmesinde kullanılacak performans göstergelerini açıklamıştır. Su dağıtımında eşitliği ya da üniformiteyi; su sağlamadaki mekansal değişkenlik, güvenilirliği; su sağlamadaki zamansal değişkenlik ve yeterliliği ise; sisteme su sağlama derecesiyle tanımlamıştır. Su sağlama göstergesi olarak, sulama yoğunluk oranı (IIR), akış dağıtım oranı (FDR) ve su kullanım oranını (WUR); değişkenlik göstergesi olarak da akış üniformluk oranı (FUR) ve akış güvenilirlik oranını (FRR) önermiştir.

Gediz Havzasında, yerleşim birimlerinde artan nüfus ve gelişen sanayi ile birlikte suya olan gereksinim de artmıştır. Sınırlı su kaynağına karşılık artan su gereksinimi ise, zorunlu olarak sulamaya ayrılan paydan karşılanabilecektir. Bu durum, sulamanın daha kısıtlı bir suyla yapılmasını, yani kıt su kaynağının daha etkin kullanımını gerektirmektedir. Bu nedenle, Aşağı Gediz Havzası Sulama Sisteminde suyun dağıtımına yönelik mekansal ve zamansal boyutta performans değerlendirme çalışmaları önem kazanmıştır. Bu kapsamda, havzanın en sonunda yer alan Menemen Sol Sahil Sisteminin belli sulama sezonlarındaki tersiyer kanal düzeyinde su dağıtım performansı belirlenmiş ve sulama birliğinin gerek yönetsel ve gerekse yapısal yönden genel bir değerlendirmesi yapılmıştır (Akkuzu ve ark., 2003; Unal et al., 2004).

Akkuzu ve ark. (2003)'ün yaptıkları çalışmada, Menemen Sol Sahil Sulama Sisteminin 1999–2000 yılları sulama sezonlarında tersiyer

düzeyinde su dağıtım performansı, beş gösteregeye (IIR, FDR, WUR, FUR ve FRR) göre değerlendirilmiştir. Çalışmada, sistemin tersiyer düzeyinde planlanan oranda sulama yapılamadığı belirlenmiştir. Ürün çeşidi, sulama yöntemi ve aşırı su kullanma eğilimi nedeniyle su yetersizliği olduğu ve kıt su kaynağının dağıtımında ise güvenilirliğin ve üniformluğun kötü çıktığı ifade edilmiştir.

Unal et al (2004)'nin yaptıkları çalışmada, söz konusu sistemin aynı yıllara ait sulama sezonlarındaki su dağıtım performansı, yeterlilik, etkinlik, güvenilirlik ve eşitlik üzere dört gösteregeye göre değerlendirilmiştir. Her iki sulama sezonunda, tersiyerlerin su dağıtım performansının, yeterlilik, güvenilirlik ve eşitlik göstergeleri yönünden etkinlik göstergesine göre daha kötü düzeyde olduğu belirlenmiştir. Göstergelerin zamansal ve mekansal boyuttaki analiz sonuçları, bu probleme yol açan faktörlerin bir kısmının fiziksel yapı, bir kısmının ise yönetimle ilgili olduğunu göstermiştir. Bu faktörlerden başlıcaları; tersiyer kanalların girişinde yetersiz su ölçümü ve kontrolü, tersiyer kanal kapasitelerinin yetersizliği, rotasyon planına uyulmaması, baraj işletim planı ile sulama suyu talebi arasındaki uyumsuzluk olarak belirtilmiştir.

Bu çalışmada, Aşağı Gediz Sulama Sisteminin 2000-2004 yılları sulama sezonlarında su dağıtım performansı; su sağlama ve su sağlamadaki değişkenlik göstere setine göre ana kanallar düzeyinde belirlenmiştir. Böylece, DSİ'nin kontrolünde organize edilen ana kanallar düzeyindeki su dağıtım performansı ortaya konarak, su kaynağının yeterliliği ve suyun sistem içerisindeki dağıtım durumu irdelenmiştir.

### **Materyal ve Yöntem**

#### **Materyal**

Türkiye'nin batısında yer alan Gediz havzası 17 220 km<sup>2</sup> lik bir alana sahip olup, Türkiye'nin en büyük nehir havzalarından biridir. Gediz nehri doğudan batıya doğru akar ve Ege denizinde son bulur. Nehrin ortalama debisi 46 m<sup>3</sup>/s olup, uzunluğu yaklaşık 276 km'dir. Havza yükseklikleri, deniz seviyesi ile 2300 m arasında değişmekte ve havzada Marmara gölü, çok amaçlı kullanılan Demirköprü rezervuarı ve sulama amaçlı bazı küçük gölet ve barajlar bulunmaktadır. Havzada yaygın olarak pamuk, tahıl, üzüm, sebze ve meyveler, zeytin, tütün ve bostan yetiştirilmektedir. Tarım dışı alanda doğal vejetasyon ise genellikle çalı ve ormandır (Droogers ve ark., 1999).

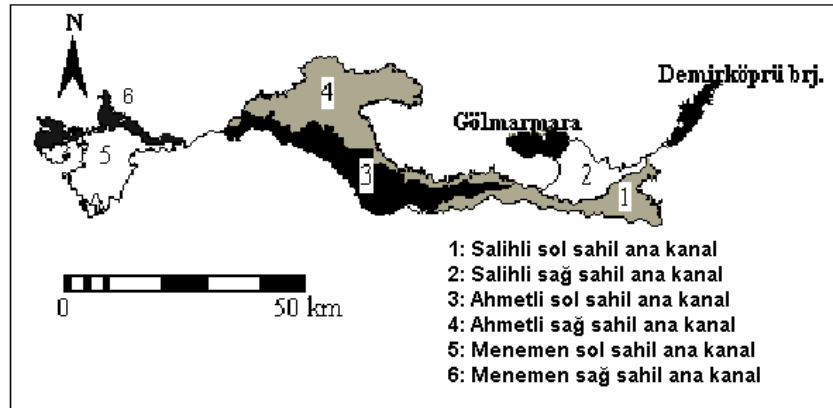
1995 yılına kadar Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından yürütülen Aşağı Gediz Havzası Sulama Sisteminin işletimi 1995 yılında kurulan 10 adet sulama birliğine devredilmiştir. Sistemde su, Demirköprü

Barajından alınarak, membadan mansaba doğru sırasıyla Adala, Ahmetli ve Emiralem Regülatörleri ve bunlara bağlı 6 adet ana kanal aracılığıyla dağıtılmaktadır. Sistemde sulamanın yoğun olduğu aylarda, ek su kaynağı olarak Gölarmara Gölü'nden Ahmetli ve Menemen Regülatörüne ait ana kanallara su verilmektedir. (Şekil 1).

Çalışmanın yürütüldüğü ana kanalların hizmet ettiği birlikler, net sulama alanları ve su kaynakları Çizelge 1'de verilmiştir.

### Yöntem

Sistemin su dağıtım performansı, 2000 -2004 yıllarına ait beş sulama sezonu için, su sağlama ve değişkenlik gösterge setine göre belirlenmiştir. Çalışma alanında sulama sezonu, Mayıs-Eylül ayları arasında 5 aylık bir dönemi kapsamaktadır. Ancak, her bir sezonda barajdan su sisteme, Haziran ile Eylül ayları arasında verilmiştir. Su sağlama göstergelerinden sulama yoğunluk oranı (IIR), akış dağıtım oranı (FDR) ve su kullanım oranı (WUR); değişkenlik göstergelerinden akış uniformluk oranı (FUR) ve akış güvenilirlik oranı (FRR) aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır. (Jurriens, 1996; Avcı ve ark., 2001).



Şekil 1. Aşağı Gediz Havzası Sulama Sisteminde ana kanal hizmet alanları

Çizelge 1. Aşağı Gediz Havzası Sulama Sisteminde yer alan ana kanallar, hizmet ettikleri birlikler ve net sulama alanları

Ana Kanallar	Sulama Birliği	Net Sulama Alanı (ha)	Su Kaynağı
Adala sol	Salihli Sol Sahil, Gökkaya, Ahmetli, Turgutlu	13 696	Demirköprü Barajı
Adala sağ	Salihli Sağ Sahil	9 101	
Ahmetli sol	Ahmetli, Turgutlu, Mesir	23 013	Demirköprü Barajı ve
Ahmetli sağ	Ahmetli, Turgutlu, Sarıkız, Gediz	27 219	
Menemen sol	Menemen Sol Sahil	16 500	Gölarmara
Menemen sağ	Menemen Sağ Sahil	6 365	

$$IIR = \frac{\text{Gerçekleşen sulama oranı}}{\text{Hedeflenen sulama oranı}}$$

$$FDR = \frac{\text{Saptırılan sulama suyu miktarı (m}^3\text{/ay)}}{\text{Saptırılması planlanan sulama suyu miktarı (m}^3\text{/ay)}}$$

$$WUR = \frac{\text{Sulanan alanda gerçekleşen su kullanımı (m}^3\text{/ha)}}{\text{Sulanan alanda planlanan su kullanımı (m}^3\text{/ha)}}$$

$$FUR = [1 - CV_w(FDR)]_{\text{gerçek}} / [1 - CV(FDR)]_{\text{planlanan}}$$

$$FRR = [1 - CV(FDR)]_{\text{gerçek}} / [1 - CV(FDR)]_{\text{planlanan}}$$

Eşitliklerde;  $CV(FDR)$ , anakanallara ait aylık FDR değerlerinin varyasyon katsayısıdır.  $CV_w(FDR)$ , anakanallara ait aylık FDR değerlerinin ağırlıklı varyasyon katsayısı olup, aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$CV_w(FDR) = \text{STD}(FDR) / \overline{FDR}_w$$

Bu hesaplamada ağırlıklandırma seçilen ana kanallar arası mesafelerin, su kaynağından itibaren maksimum uzunluğa oranına göre yapılması gerekir (Jurriens, 1996). Fakat çalışma alanında iki su kaynağının bulunması ve baştaki iki ana kanalın sadece Demirköprü barajından su alması nedeniyle ağırlıklandırma yapılamamıştır. Ayrıca FUR ve FRR'nin hesaplanmasında, planlanan akış dağılım oranlarının varyasyon katsayısı  $CV(FDR) = 0$  kabul edilmiş ve böylece paydalar 1'e eşitlenmiştir (Jurriens, 1996).

Çalışma alanında ana kanallara ait planlanan ve gerçekleşen sulama oranları, 2000–2004 yıllarına ait genel sulama planları ve planlı su dağıtım uygulama raporlarındaki planlanan ve gerçekleşen sulama alanları değerlerinden yararlanılarak hesaplanmıştır. Aylara göre saptırılması planlanan ve saptırılan sulama suyu miktarları da yine aynı raporlardan elde edilmiştir. Sulanan alanda gerçekleşen su kullanımı değerleri, planlı su dağıtım uygulama raporlarındaki saptırılan su miktarı ve sulanan alan değerlerinden hesaplanmış, planlanan su kullanımı değerleri olarak ise genel sulama planlarındaki birim alana saptırılması planlanan su miktarları alınmıştır (DSİ, 2000-2004a; DSİ, 2000-2004b).

Performans değerlendirmesinde, sulama yoğunluk göstergesinin  $IRR=1$  olması; sulanan alanın planlanmasında başarılı olduğunu,

IRR'nin 1'den uzaklaşması ise; planlanan sulama oranlarının gerçekleşmediğini gösterir. Akış dağıtım oranı göstergesinin  $FDR=1$  olması, sisteme tam planlanan miktarda su verildiğini ifade eder.  $FDR<1$  olması; yeterli su verilmediğini,  $FDR>1$  olması ise; fazla su verildiğini, yani sistemde suyun israf edildiğini gösterir. Su kullanım oranı göstergesinin  $WUR<1$  olması; birim alana planlanan miktarda suyun saptırılmadığını, diğer bir ifadeyle sistemde su açığı olduğunu ortaya koyar.  $WUR>1$  olması; aşırı su kullanımının olduğunu,  $WUR=1$  olması ise; sistemde su kullanımının ideal olduğunu gösterir. Akış uniformluk oranı göstergesi  $FUR$  değerinin 1'e eşit olması; kanallar arasında tam anlamıyla uniform bir su dağılımının gerçekleştiğini gösterir. Akış güvenilirlik oranı göstergesinin  $FRR=1$  olması; kanallara saptırılan su miktarının zamansal olarak uniform olduğunu ve bu göstergenin 1'in çok altında çıkması ise; sistemde akış güvenilirliğinin düşük olduğunu ifade eder.

### **Bulgular ve Tartışma**

#### **Sistemin Su Sağlama Göstergeleri**

Aşağı Gediz Sulama Sistemine ana kanallar düzeyinde saptırılan suyun yeterliliği aşağıda belirtilen üç ayrı performans göstergesine göre belirlenmiştir.

**i) Sulama Yoğunluk Oranı (IRR):** Sistemin 2000–2004 yılları için ana kanallar düzeyinde hesaplanan IRR değerleri, Çizelge 2'de verilmiştir. Bu yıllar için hesaplanan IRR değerleri 0.80–1.08 arasında olup, ortalama değerler Adala sağ ana kanal (0.90) dışındaki ana kanallar için 1 ve 1'e çok yakın bulunmuştur. Sulanacak alan planlaması açısından en başarılı kanallar Adala sol ana kanal ile Ahmetli sağ ana kanal olmuştur. Birden fazla sulama birliğine hizmet eden bu kanallarda değerlendirmeye alınan beş yılda da hedeflenen sulama oranının tutturulduğu söylenebilir. En başarısız kanal ise tek bir sulama birliğine hizmet eden Adala sağ ana kanaldır. Söz konusu ana kanalda sulanan alan ile sulanması planlanan alan arasında %6-%20 arasında değişen bir fark meydana gelmiştir.

Çizelge 2. 2000-2004 yılları sulama sezonlarında IIR değerleri

Kanal Adı	2000	2001	2002	2003	2004	Ortalama
Adala sol	1.08	0.93	1.01	1.01	1.00	1.00
Adala sağ	0.80	0.83	0.87	0.92	1.06	0.90
Ahmetli sol	1.05	1.06	0.88	0.91	0.96	0.97
Ahmetli sağ	0.98	1.02	0.95	0.96	1.04	0.99
Menemen sol	0.93	1.01	0.93	0.97	0.98	0.96
Menemen sağ	0.93	0.97	1.00	0.93	1.05	0.98

Birlikler genel sulama planlarında planlanan sulama oranını ve bitki desenini çiftçi beyannamelerine ve önceki yıllardaki deneyimlerine göre belirlemektedir. Akkuzu ve Karataş (2004)'ın da belirttikleri gibi, bu beyannamelerin çiftçi tarafından verilmemesi ve/veya beyanların toplanmasında yeterli özenin gösterilmemesi, ayrıca çiftçilerin sonradan karar değiştirmesi gibi faktörler gerçekleşen sulama oranının planlanandan farklı olmasına yol açmaktadır.

**ii) Akış Dağıtım Oranı (FDR):** 2000–2004 yılları sulama sezonlarında ana kanal düzeyinde hesaplanan aylık FDR değerleri Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde, tüm yıllar için FDR’nin sezon değerlerinin (sezonluk olarak saptırılan ve saptırılması planlanan sulama suyu miktarlarına göre hesaplanan değerlerin) 0.55–1.48 arasında değiştiği görülür. Sulama sezonu öncesinde, birlikler ve DSİ yetkilileri bir araya gelerek, sulama mevsimi öncesinde gerçekleşen yağışlı ya da kurak iklim koşullarını ve buna bağlı olarak barajda depolanan su miktarını göz önünde bulundurarak, barajdan sisteme suyun verilme tarihini kararlaştırırlar. Havzada pamuğun ana ürün olması ve bitki su tüketiminin temmuz ve ağustos aylarında en yüksek düzeyde olması nedeniyle, su yoğun olarak bu aylarda sisteme verilmekte, kanallar tam kapasite ile ya da ona yakın çalıştırılmaktadır. Buna bağlı olarak, çizelgede aylık FDR değerleri, özellikle sisteme baraj suyunun verilmediği mayıs ayında, nehir yatağındaki mevcut suyun alındığı ana kanallar (0.23–2.80) dışındaki diğer ana kanallar için sıfır çıkmıştır. Haziran ve eylül aylarında ise  $FDR < 1$  olduğu görülür. Bu durum, bu aylarda saptırılan suyun yetersiz olduğunu, yani kısıntılı sulamanın yapıldığını göstermektedir. Sistemde temmuz ve ağustos aylarındaki FDR değerleri ise, genel olarak 1’e oldukça yakın ya da üzerinde çıkmıştır. FDR’nin 1’in üzerinde olduğu bu aylarda, su kanallara planlananın üzerinde saptırılmıştır, yani su kaynağı etkin bir şekilde kullanılmamış ve su israfına neden olunmuştur.

Sezon geneli için hesaplanan FDR değerlerine bakıldığında, 2001 yılında tüm kanallar için  $FDR < 1$  olduğu, yani sisteme saptırılan suyun planlananın altında kaldığı, başka bir ifadeyle su kaynağının yetersiz olduğu görülmektedir.

2002, 2003 ve 2004 yılında da su kaynağının yetersiz kaldığı söylenebilir, fakat yetersizlik 2001 yılındaki kadar şiddetli değildir.

**iii) Su Kullanım Oranı (WUR):** Sistemin ana kanal düzeyinde hesaplanan WUR değerleri Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 3. 2000-2004 yılları sulama sezonlarında aylık FDR değerleri

Yıl	Kanal Adı	Aylar					Sezon
		Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
2000	Adala sol	0.25	1.19	1.39	2.24	3.47	1.36
	Adala sağ	0.50	1.56	1.45	1.70	2.02	1.48
	Ahmetli sol	0.00	0.61	1.13	1.66	0.98	1.09
	Ahmetli sağ	0.00	0.93	1.21	1.45	1.14	1.19
	Menemen sol	0.00	0.34	0.82	1.00	0.81	0.73
	Menemen sağ	0.00	0.30	0.78	0.92	0.92	0.70
2001	Adala sol	0.23	0.96	0.83	0.79	0.00	0.76
	Adala sağ	0.33	0.79	0.60	0.85	0.00	0.64
	Ahmetli sol	0.00	0.45	1.17	0.77	0.12	0.79
	Ahmetli sağ	0.00	0.61	1.23	0.78	0.00	0.79
	Menemen sol	0.38	0.11	1.02	0.64	0.00	0.55
	Menemen sağ	0.32	0.10	1.02	0.71	0.00	0.56
2002	Adala sol	2.80	1.21	0.80	1.60	18.68	1.20
	Adala sağ	0.00	0.89	0.55	1.02	0.64	0.73
	Ahmetli sol	0.00	0.56	0.89	1.27	0.93	0.89
	Ahmetli sağ	0.00	0.81	1.03	1.10	0.59	0.95
	Menemen sol	0.00	0.66	1.09	1.12	0.59	0.89
	Menemen sağ	0.00	0.78	1.03	1.05	0.77	0.90
2003	Adala sol	0.70	0.74	0.82	1.82	1.65	1.00
	Adala sağ	0.70	0.58	0.75	1.34	1.31	0.89
	Ahmetli sol	0.00	0.69	0.99	1.16	0.69	0.92
	Ahmetli sağ	0.00	0.68	0.99	1.20	0.64	0.94
	Menemen sol	0.00	0.49	1.19	1.34	0.94	1.00
	Menemen sağ	0.00	0.33	0.99	1.23	1.13	0.86
2004	Adala sol	0.00	0.80	0.93	1.38	1.69	0.94
	Adala sağ	0.00	1.04	1.04	1.42	0.44	1.03
	Ahmetli sol	0.85	0.78	0.90	1.09	0.42	0.88
	Ahmetli sağ	0.37	0.83	1.05	1.14	0.50	0.96
	Menemen sol	0.00	0.65	1.02	0.99	0.61	0.83
	Menemen sağ	0.00	0.54	0.92	1.04	0.70	0.78

Çizelge 4. 2000-2004 yılları sulama sezonlarında WUR değerleri

Kanal Adı	2000	2001	2002	2003	2004	Ortalama
Adala sol	1.27	0.82	1.19	0.99	0.94	1.04
Adala sağ	1.75	0.75	0.83	0.97	0.98	1.06
Ahmetli sol	1.04	0.74	1.01	1.01	0.91	0.94
Ahmetli sağ	1.21	0.78	0.99	0.97	0.92	0.98
Menemen sol	0.79	0.55	0.94	1.03	0.84	0.83
Menemen sağ	0.75	0.58	0.89	0.93	0.74	0.78

Çizelge 4 incelendiğinde, tüm yıllar için WUR değerlerinin 0.55–1.75 arasında olduğu, ortalama olarak ise 0.78–1.06 arasında değiştiği anlaşılmaktadır. Sistemde birim alan için saptırılan su miktarının tüm kanallar için 2001 ve 2004 yıllarında planlananın altında kaldığı, özellikle 2001 yılında su açığının çok daha belirgin



olduğu görülür. Bu durum, söz konusu yıllarda su kaynağının yetersiz kaldığını gösterir. Bu yıllarda su kaynağı olan Demirköprü barajında yağışların azlığı nedeniyle yeterli su toplanamamış, diğer yıllara göre sisteme daha az su saptırılmıştır. Örneğin, 2000 yılında sulama sezonu içerisinde havzaya  $571 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  su saptırılırken, 2001 yılında bu değer  $367 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  olarak gerçekleşmiştir. Diğer bir gözlenen durum ise, su kaynağından en uzakta yeralan Menemen sağ ve sol ana kanallara ait WUR değerlerinin, genel olarak (2000, 2001 ve 2004 yılları için) kaynağa yakın olan ana kanallara göre daha düşük olmasıdır. 2000 yılında su kaynağına yakın olan kanallar birim alan için planlananın oldukça üzerinde su alırken, kaynağın mansabındaki kanallar planlananın çok altında su almıştır. 2001 yılında da tüm kanallara planlananın altında su verilmekle birlikte, en yüksek su açığı yine kaynağın mansabında yeralan kanallarda meydana gelmiştir. Tüm sulama sezonlarının ortalaması dikkate alındığında da bu durum açıkça görülmektedir. Diğer bir anlatımla, havza sonundaki sulama alanlarında kısıntılı sulama söz konusudur.

### **Sistemin Değişkenlik Göstergeleri**

Su sağlama göstergeleri suyun yeterliliğine ilişkin bir fikir vermekle birlikte, sistemde su dağıtımında zamansal ve mekansal farklılıklar hakkında bilgi vermez. Bu nedenle, su dağıtımındaki mekansal değişim akış üniformluk oranıyla, zamansal değişim ise akış güvenilirlik oranıyla ifade edilmektedir. Sistemde su dağıtımının mekansal ve zamansal değişiminin belirlenmesinde, ana kanallara ait aylık FDR değerlerinden yararlanılmıştır (Jurriens, 1996; Avcı ve ark., 2001).

**i) Akış Üniformluk Oranı (FUR):** Sistemde ana kanallar düzeyindeki akış üniformluk oranı, 2000-2004 yılları sulama sezonları için aylık olarak hesaplanmış ve Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5 incelendiğinde, FUR değerlerinin beş yıla ait sulama sezonundaki tüm aylarda 1’in altında (-1.24 ile 0.94 arasında), ortalama olarak ise 0.07-0.54 arasında gerçekleştiği görülür. Ayrıca, FUR değerlerinin mayıs ve eylül aylarında çok düşük olduğu, yani bu aylarda ana kanallar arası su dağıtım üniformluğunun oldukça kötü olduğu görülür. En yüksek FUR değerleri, temmuz ve ağustos aylarında görülmekle birlikte, bu değerler de 1’in altında çıkmıştır. Bu durum, su kullanımının en yoğun olduğu bu iki ayda ana kanallar arasında üniform olmayan bir su dağıtımı gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Yıllara ait ortalama FUR değerleri dikkate alındığında, 2003 ve 2004 yıllarında

aylar arasındaki su dağıtımının, diğer yıllara göre daha üniform gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

**ii) Akış Güvenilirlik Oranı (FRR):** Her bir ana kanala ilişkin akış güvenilirlik oranı değerleri tüm sulama sezonları için hesaplanmış ve Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6 incelendiğinde, tüm yıllara ait sulama sezonlarında FRR değerlerinin en düşük -0.37 ve en yüksek 0.73 olduğu ve ortalama olarak da 1’in oldukça altında kaldığı görülür. Sisteme suyun Mayıs ayında verilmemesi ve Temmuz ve Ağustos aylarında ise yoğun olarak verilmesi, FRR’nin düşük çıkmasının başlıca nedenidir. Çünkü, FRR değerlerinin hesaplanmasında kullanılan FDR değerlerinin sıfır veya sıfıra yakın yada 1’den çok yüksek olması, FDR’lerin varyasyon katsayısını yükseltmiş ve FRR değerlerinin düşük çıkmasına yol açmıştır.

Tüm ana kanallarda beş sezonda da FRR değerlerinin 1’in oldukça altında olması, akış güvenilirliğinin düşük olduğunu, diğer bir deyişle ana kanallara saptırılan su miktarının zamansal olarak üniform olmadığını ifade etmektedir.

Hem akış üniformluk oranı hemde akış güvenilirlik oranının kötü çıkmasına yol açan başlıca etmenler; Unal et al.(2004)’ın da işaret ettikleri gibi genel sulama planlarında sulama planlamasının yapıldığı dönem ile sisteme suyun verildiği dönemin örtüşmemesi ve Akkuzu ve Karataş (2004)’ın belirttikleri gibi kanallara su saptırılırken bu planların uygulanamamasıdır.

Çizelge 5. 2000 -2004 yılları sulama sezonlarında FUR değerleri

Yıl	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ortalama
2000	-0.52	0.45	0.77	0.70	0.39	0.36
2001	0.26	0.36	0.78	0.91	-1.24	0.22
2002	-1.24	0.75	0.80	0.83	-0.81	0.07
2003	-0.41	0.76	0.85	0.84	0.67	0.54
2004	-0.57	0.80	0.94	0.86	0.39	0.48

Çizelge 6. 2000-2004 yılları sulama sezonlarında FRR değerleri

Kanal Adı	2000	2001	2002	2003	2004	Ortalama
Adala Sol	0.37	0.33	-0.37	0.58	0.40	0.26
Adala Sağ	0.65	0.39	0.43	0.66	0.36	0.50
Ahmetli Sol	0.37	0.14	0.41	0.44	0.73	0.42
Ahmetli Sağ	0.47	0.10	0.44	0.42	0.61	0.41
Menemen Sol	0.38	0.14	0.41	0.38	0.44	0.35
Menemen Sağ	0.37	0.11	0.47	0.34	0.43	0.35

## Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Aşağı Gediz Havzası Sulama Sisteminin ana kanallar düzeyindeki su dağıtım performansı, ana kanallara saptırılan suyun yeterliliğini ifade eden üç göstergeye ve su dağıtımında değişkenliğini gösteren iki göstergeye göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Sistemde ana kanallar düzeyindeki su dağıtımının yeterlilik, üniformluk ve güvenilirlik bakımından kötü olduğu belirlenmiştir. Yeterliliğe ilişkin sorun, özellikle sistemin sonunda yer alan ana kanallar için daha büyük boyuttadır. Ana kanallara saptırılan su miktarının hem kanallar arasında hem de sulama mevsimi içerisinde üniform olmadığı belirlenmiştir. Sisteme saptırılan suyun yetersizliği ve dağıtımın mekansal ve zamansal yönden üniform olmaması, kuraklığın etkisinin yanısıra, sezon öncesi hazırlanan genel sulama planlarının iyi hazırlanmaması ve barajdan sisteme suyun bırakıldığı dönem ile sulama sezonunun örtüşmemesiyle açıklanabilir. Sistemin su dağıtım performansına ilişkin tersiyer düzeyinde yürütülmüş çalışmalar dikkate alındığında, ana kanal düzeyinde ortaya çıkan bu sorunların tersiyer sulama kanalı düzeyinde de karşılaşıldığı anlaşılmaktadır. Bu durum, havzada suyun etkin kullanımı ve sistemden istenen başarının elde edilebilmesi için performansı artırıcı önlemlerin her düzeyde alınmasının gerekli olduğunu göstermektedir.

Sorunların çözümüne yönelik olarak havzada coğrafi bilgi sistemlerinin ve uzaktan algılama yöntemlerinin de yer aldığı etkileşimli (interaktif) su dağıtım programlarının hazırlanması daha gerçekçi planlama açısından gerekmektedir. Diğer yandan sulama planlarında sulama planlamasının yapıldığı dönem ile sisteme suyun verildiği dönemin örtüşmesi ve kanallara su dağıtımının bu planların dikkate alınarak yapılması zorunludur. Su kaynağının yetersiz olduğu sezonlarda, su yetersizliğinin önceden belirlenmesi ve buna bağlı olarak su tüketimi az olan bitkilerin tercih edilmesini teşvik edici ve su kullanım etkinliğini arttırıcı önlemlerin alınması ya da kısıntılı su dağıtım programlarının hazırlanması önerilebilir.

## Özet

Çalışmada, Aşağı Gediz Havzası Sulama Sisteminin 2000-2004 yılları sulama sezonlarına ilişkin su dağıtım performansı; sulama yoğunluk oranı (IIR), akış dağıtım oranı (FDR), su kullanım oranını (WUR), akış üniformluk oranı (FUR) ve akış güvenilirlik oranı (FRR) göstergelerine göre değerlendirilmiştir.

Sistem su sağlamada yeterlilik durumunu gösteren IIR açısından başarılı, FDR ve WUR değerleri açısından başarısız bulunmuştur. Sistemde su kaynağı bazı yıllarda yetersiz kalmıştır. Sisteme suyun yoğun olarak temmuz ve ağustos aylarında

verilmiş, buna karşın özellikle bu aylarda su israfı meydana gelmiştir. Ayrıca sistemde su kaynağına yakın olan sulama alanları, sistemin sonunda yer alanlara göre daha fazla su kullanmıştır.

Su sağlamada mekansal değişkenliği gösteren FUR ile zamansal değişkenliği gösteren FRR değerleri 1'den küçük çıkmıştır. Bu sonuç, gerçekleşen su dağıtımının üniformluğunun ve güvenilirliğinin kötü olduğunu gösterir.

**Anahtar sözcükler:** Su dağıtımı, performans, Gediz, sulama yönetimi

### **Kaynaklar:**

- Akkuzu, E., Aşık, Ş., Ünal, H.B., Avcı, M. ve Karataş, B.S., 2003. Menemen Sol Sahil Sulama Sistemi Su Dağıtımında Yeterliliğin ve Değişkenliğin Belirlenmesi, E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 40 (3): 97-104.
- Akkuzu, E., Karataş, B.S., 2004. İzmir İli Dahilinde Sulama Birliklerinin Genel Sulama Planlarına Göre İşletim Performansı, E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 41 (1): 107-116.
- Avcı, M., Ünal, H.B. ve Akkuzu, E., 2001. Sulama Sistemleri Performans Değerlendirmesine Yönelik Bazı Yaklaşımlar, GAP II. Tarım Kong., (24-26 Ekim 2001, Şanlıurfa) 2: 681-688.
- Bos, M.G., Murray-Rust D.H., Merry D.J., Johnson H.G. & Snellen W.B. 1994. Methodologies for Assessing Performance of Irrigation and Drainage Management. Irrigation and Drainage Systems 7: 231-261.
- Bos, M.G., Burton, M.A. and Molden D.J. 2005. Irrigation and Drainage Performance Assessment: Practical Guidelines, Cabi Publishing, Wallingford. Pages.158.
- DSİ, 2000-2004 a. Genel Sulama Planı, DSİ II. Bölge Müd., İzmir
- DSİ, 2000-2004 b. Planlı Su Dağıtım Uygulama Raporları, DSİ II. Bölge Müd., İzmir.
- Droogers, P., Bastiaanssen, W.G.M., Beyazgül, M., Kayam, Y., Kite, G.W. and Murray-Rust, H., 1999. Gediz Havzasında Sulama Sistemlerinin Agro-Hidrolojik Analizi. İzmir Su Kongresi (4-5 Haziran 1999, İzmir) Bildirileri.
- Jahromi, S.S. and Feyen, J. 2001. Spatial and Temporal Variability Performance of The 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. pages 71.
- Unal, H.B., Asik, S., Avcı, M., Yasar, S. and Akkuzu, E., 2004. Performance of Water Delivery System at Tertiary Canal Level: A case Study of the Menemen Left Bank Irrigation System, Gediz Basin, Turkey, Agricultural Water Management, 65 (3): 155-171.