

SU EKSİKLİĞİ ÇEKİLEN HAVZALARDA SULAMA SUYU YÖNETİMİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Cengiz KOÇ¹, Necdet DAĞDELEN², Ersel YILMAZ², Selin AKÇAY²

ÖZET

Bu çalışmada, su eksikliği çekilen Aşağı Büyük Menderes havzası sulama şebekelerinde sulama suyu yönetiminin nasıl olması gerektiği araştırılmıştır. Havza sulama şebekelerinde uzun yıllar kullanımı gerçekleşen ortalama sulama suyu miktarı, su eksikliği çekilen süreçte (2008 yılı) su bütçesine göre hazırlanan havza sulama şebekeleri su dağıtım planı ve hazırlanan planın gerçekleştirme oranları karşılaştırılmıştır. Sulama şebekelerinde gereksinim duyulan, planlanan ve gerçekleşen değerlere göre su eksiklik oranları belirlenmiştir. İncelenen 2008 yılı için havza genelinde sulama suyu eksiklik oranı %42,49; gerçekleşenin, planlanan su miktarına oranı ise %109,67 olarak hesaplanmıştır. Havza sulama şebekeleri genelinde planlanan su miktarının, gereksinim duyulan su miktarına oranı %38,74 dür. Havza sulama şebekelerinde gerçekleşen su miktarının, gereksinim duyulan su miktarına oranı %31,87 ile %60,90 arasında değişmektedir. Ayrıca, su depolama tesislerinden su dağıtım planına göre bırakılacak su miktarını belirleyen baraj işletme senaryoları ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Büyük Menderes havzası, su eksikliği, su bütçesi, sulama planı, sulama

A Study on Irrigation Water Management in Water-Scarce Basins

ABSTRACT

In this study, the irrigation water management of water-scarce schemes located in Lower Great Menderes Basin is investigated. The long-term average irrigation water use data of the irrigation schemes of the basin is compared with the irrigation plan prepared regarding the water budget for water-scarce period (2008) and the extent of the actualization of the irrigation plan. The water scarcity levels were determined according to the required, planned and actualized values in the irrigation schemes of the basin. The overall water scarcity rate for the basin is found to be 42,49% for the investigation year 2008. The ratio of actualized to the planned, and the planned to the required water were found to be 109,67 and 38,74%, respectively. The ratio of actualized to the required water in the schemes range from 31,87 to 60,90%. Also, the reservoir operation scenarios were set in order to determine the water amount to be released from the dams regarding the general irrigation plans.

Keywords: Great Menderes basin, water-scarcity, water budget, irrigation plan, irrigation

GİRİŞ

Su kaynakları üzerindeki talebin giderek artışının yanında zaman ve konuma göre bu kaynağın istenen miktar ve kalitede bulunmaması, mevcut su kaynaklarının ekonomik, çevresel ve sosyal yararlar içinde en verimli şekilde yönetimini gerekli kılmaktadır. Ancak, su kaynakları yönetim çalışmalarının başarısı, hidrolojik sistemi etkileyen süreçler arasındaki ilişkilerin doğru ve bir bütün olarak ortaya konmasına bağlıdır. Sulama, mevcut su kaynağının en büyük tüketicisi olduğu için sulamadaki gelişmeler tüm havza su kullanımını ve varlığını derinden etkilemektedir. Koç (2003) nehir havzalarının farklı hidrolojik koşullarına bağlı olarak açık, kapalı ve kısmi kapalı olarak sınıflandırıldığını belirtmiştir. Açık havzalar, ekoloji ve çevre gereksinimleri için tutulan su dışında yılın düşük akışlı olduğu mevsimler süresince denizlere veya benzer boşaltımlara akan su fazlalığına sahip olup, suyun marjinal değeri sıfır veya negatiftir. Kapalı

havzalar, açık havzaların tam karşılığı olup, yılın herhangi bir zamanında aşırı akış bulunmamaktadır. Kısmi kapalı havzalarda, düşük akımlı mevsim süresince boşaltımlara aşırı su akışı olmamakta, yüksek akımlı mevsim süresince aşırı çıkan akım bulunmaktadır. Dünyadaki birçok havza, kapalı havza olarak işletilmekte ve yılın yaklaşık altı ayı su eksikliği yaşamaktadır. Çin'de Yellow akarsuyu ilk kez 1972 yılında kurumuş, 1997 yılında membadan 700 km'ye ulaşan mesafede kuraklık 226 gün sürmüştür (Ren ve Walker, 1998). Amerika Birleşik Devletlerinde, Colorado, Hindistan ve Pakistan'da Indus, Avustralya'da Murray-Darling, Orta Doğu ve Orta Asya'daki birçok nehir havzası şiddetli derecede su eksikliği çekmektedir. Muson bölgesinde yer alan Tayland'da Chao Phraya akarsuyu ile Hindistan'da Cauvery akarsuyu tuzun sulama alanlarına girmemesi ve memba kullanımları nedeniyle çıkış akımlarının sıfır olduğu kapalı havza aylarını yaşamıştır (Molle *vd.*, 2001). Meksika'da

¹ DSİ XXI. Bölge Müdürlüğü-AYDIN

² Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, AYDIN

Lerma-Chapala havzası, yüzey ve yer altı suyunun aşırı kullanımı nedeniyle çevresel akışlar göz önüne alınmaksızın yıllık ortalama su miktarının % 9'unu aşan kullanım ile kapalı havza özelliği göstermektedir (Wester *vd.*, 2005).

Willardson (1985) havza kapsamında yürütülen sulama hizmetlerinde tek sulama alanı etkinliğinin, su kalitesi dikkate alınmadığında bir havzanın hidrolojisine göre daha az önem taşıdığını, artan sulama etkinliğinin havza bazında etkisinin pozitif olduğu kadar, negatif de olabileceğini ortaya koymuştur. Bos ve Wolters (1989), bir sulama projesi için saptırılan su miktarının tüketilemeyen kısmının nehir havzasında kaybolmadığını, çoğunun mansap sulama şebekelerinde kullanıldığına dikkat çekmişler, yüksek düzeydeki yeniden kullanımın gerçekte tüm havzada su kullanım etkinliğini artırdığını ortaya koymuşlardır. Havza bazında su kullanım etkinliğini belirlemek için Keller ve Keller (1995) etkin etkinlik kavramını, Willardson *vd.*, (1994) ise oranların kullanımını önermişlerdir. Svendsen *vd.*, (2000) ve Huppert *vd.*, (2001) su eksikliği çekilen havzalarda su kullanıcı örgütlerin içsel ve dışsal olarak iki sorununun bulunduğunu, içsel olarak kendi sulama suyu yönetimini iyileştirmeye odaklanmasını, dışsal olarak ise havza seviyesinde su tahsislerini korumak için diğer su kullanıcılar ve havza yönetimiyle uzlaşması gerektiğini belirtmişlerdir.

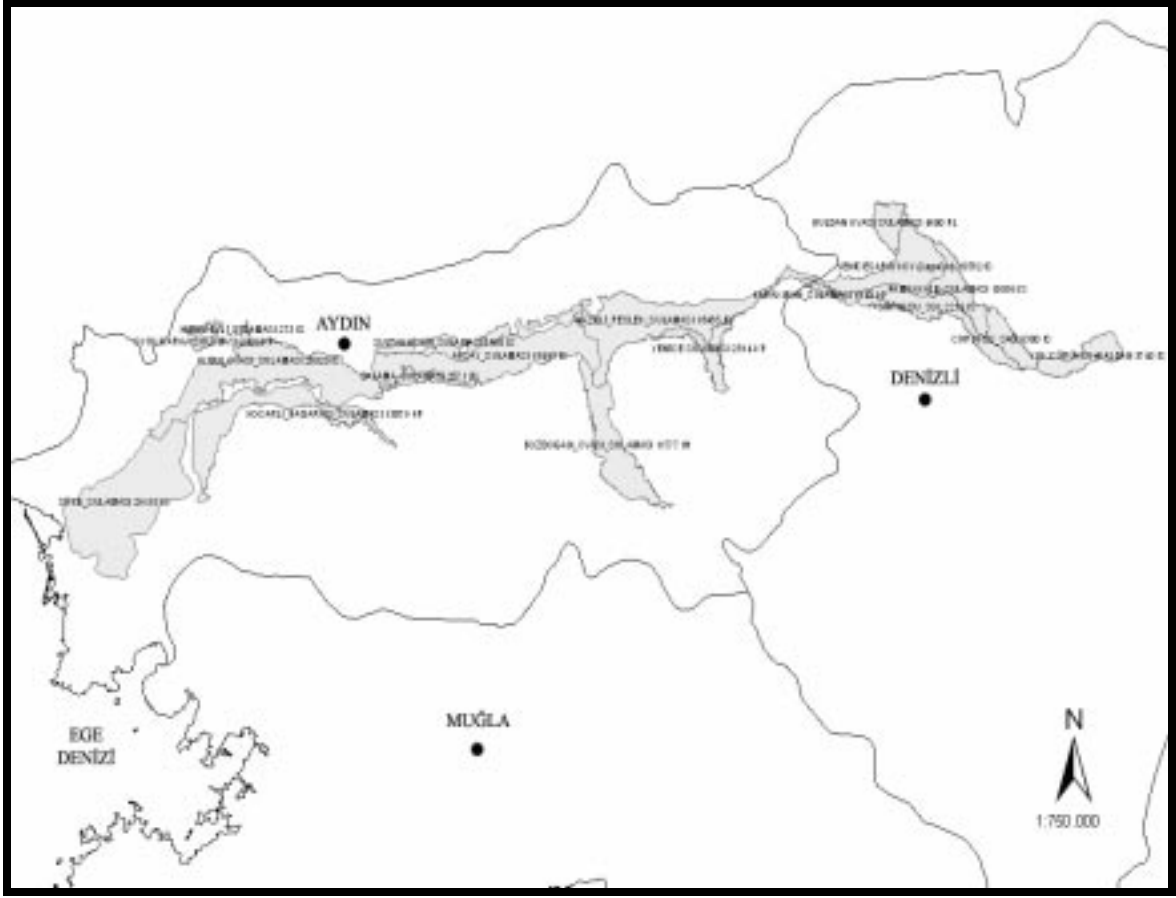
Bu çalışmada, su eksikliği çekilen Aşağı Büyük Menderes havzasında yer alan sulama şebekelerinde sulama suyu yönetiminin nasıl olması gerektiği incelenmiş, havzadaki su kullanıcıların bu süreci en az zarar ile atlatabilmesi ve mevcut suyun tüm kullanıcılar arasında adaletli şekilde dağıtımının yapılabilmesi için önerilerde bulunulmuştur.

MATERYAL

Büyük Menderes havzası Türkiye'nin güney-batısında yer almaktadır. Havzanın en önemli su kaynağı 540 km uzunluk ve 110 m³/s ortalama debiye sahip Büyük Menderes akarsuyudur. Büyük Menderes akarsuyu ve yan kolları tarafından tahliye edilen drenaj alanı 24873 km² dir. Büyük Menderes havzasının yıllık su potansiyeli 3030 hm³ olup, bu miktarın 1903 hm³'ü (% 63) havzada inşa edilen depolama tesisleri tarafından kontrol edilmektedir (Anonim, 1994). Aşağı Büyük Menderes havzasında yer alan sulama şebekelerine sulama suyu, Büyük Menderes akarsuyu üzerinde inşa edilen Adıgüzel barajı (1076 hm³) ve yan kolu olan Akçay üzerinde inşa edilen Kemer barajından (419,20 hm³)

sağlanmaktadır. Adıgüzel ve Kemer barajları sulama, enerji ve taşkın amaçlıdır. Her iki baraj pik sulama süresince koordineli olarak birlikte işletilmektedir. Adıgüzel barajı 1990, Kemer barajı 1958 yılında işletmeye açılmıştır (Anonim, 1994a). Havzaya yağış güney-batıdan gelmekte olup, yağışın yaklaşık %70'i Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında düşmektedir. Havza genelinde ortalama yıllık yağış 635 mm, yıllık ortalama sıcaklık 12–17,8 C° arasında değişmektedir. Ortalama yıllık toplam buharlaşma 2122 mm olarak hesaplanmıştır (Anonim, 1994b).

Havzada gerçekleşen uzun yıllar verilerine göre, Adıgüzel ve Kemer barajlarına gelmesi beklenen toplam akım 1021,5 hm³ olması gerekirken, 2007 yılında gelen akım 396,6 hm³ olarak gerçekleşmiştir. Her iki barajdan 1997–2006 yıllarında sulamaya verilen ortalama su miktarı 850,7 hm³ dür (Anonim, 2008). Adıgüzel barajına gelmesi beklenen yıllık ortalama akım 709,7 hm³, akım/yağış oranı 0,11, depolama havzası ortalama verimi 1,99 L/s/km² dir. Kemer barajına gelmesi beklenen uzun yıllar ortalama akım 668,88 hm³, ortalama akım/yağış oranı 0,21, baraj havzası ortalama verimi 5,74 L/s/km² dir (Koç, 2007). Aşağı Büyük Menderes havzasında yer alan ve sulama suyunu Kemer ve Adıgüzel barajlarından sağlayan DSİ sulamaları ile sulama şebekesi inşa edilmeyen halk sulamalarına (Şekil 1) ilişkin; sulama alanı, işletmeye açıldığı yıl, sulama şebekesinin tipi, su temin şekli, su alma yapısı, sulama şebekelerinin devir tarihi ve sulamayı devralan kuruluş bilgileri Çizelge 1'de verilmiştir. Sulama şebekelerinde 1997–2006 yılları arasında tarımı yapılan bitki deseni ve oranları; pamuk (%43,7), mısır (%23), tahıl (% 14), yem bitkisi (% 9), ayçiçeği (% 4), narenciye (% 3,3) ve zeytin (% 3) olarak belirlenmiştir (Anonim, 1997–2007). Aşağı Büyük Menderes havzası şebekelerinde 1997–2006 yılları arasında birim alanda kullanılan ortalama su miktarı 10008 m³/ha, ortalama sulama oranı % 96 ve ortalama sulama randımanı % 51 olarak gerçekleşmiştir. Sulama şebekelerinde su iletim randımanı % 85-%90, tarla sulama randımanı % 55-%60 arasında değişmektedir (Koç *vd.*, 2008). Havza genel sulama planlamasında kullanılan bitki-su tüketimi ve kıştan artan nem değerleri Özgenç ve Erdoğan (1988) tarafından hazırlanan DSİ Sulamalarında Bitki Su Tüketimleri ve Sulama Suyu Gereksinimleri kitabından alınmıştır. Sulama şebekelerinde yıllar bazında kullanılan su miktarları Anonim (1999–2006) raporundan alınmıştır.



Şekil 1. Aşağı Büyük Menderes havzası sulama şebekeleri

Çizelge 1. Aşağı Büyük Menderes havzası sulama şebekeleri fiziksel özellikleri

| | Sulamaların ismi | İşletmeye Açıldığı Yıl | Sulama Alanı (ha) | | Sulama Şebekesinin Tipi | | | Su Temin Şekli | | Su Alma Yapısı | Sulamayı Devir Tarihi | Sulamayı Devralan Kuruluş | |
|--|--------------------|------------------------|-------------------|---------|-------------------------|---------|--------|----------------|--------|----------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| | | | Brüt | Net | Klasik | Kanalet | Borulu | Cazibe | Pompaj | | | | |
| Sulama şebekesi inşa edilmiş sulamalar | Pamukkale | 1946 | 10.556 | 8.593 | Klasik | | | | Pompaj | Pompa İst. | 1996 | Pamukkale Pompaj Sulama Birliği | |
| | Sarayköy Sağ Sahil | 1961 | 2.523 | 2.050 | Klasik | | | | Cazibe | Regülatör | 1995 | Büyük Menderes Sulama Birliği | |
| | Sarayköy Sol Sahil | 1961 | 8.059 | 6.195 | Klasik | | | | Cazibe | Regülatör | 1995 | Saray Sulama Birliği | |
| | Nazilli Sağ Sahil | 1943 | 9.387 | 6.758 | Klasik | Kanalet | | | Cazibe | Regülatör | 1996 | Nazilli Sağ Sahil Sulama Birliği | |
| | Nazilli Sol Sahil | 1943 | 9.098 | 8.242 | Klasik | Kanalet | | | Cazibe | Regülatör | 1996 | Nazilli Sol Sahil Sulama Birlikleri | |
| | Sultanhisar | 1998 | 7.360 | 4.740 | Klasik | | Borulu | | Cazibe | Regülatör | 2001 | Nazilli Sağ Sahil Sulama Birliği | |
| | Akçay Sağ Sahil | 1965 | 11.219 | 8.680 | Klasik | Kanalet | | | Cazibe | Regülatör | 1995 | Akçay Sağ Sahil Sulama Birlikleri | |
| | Akçay Sol Sahil | 1965 | 7.274 | 6.220 | Klasik | Kanalet | | | Cazibe | Regülatör | 1995 | Akçay Sol Sahil Sulama Birlikleri | |
| | Aydın | 1991 | 18.300 | 16.500 | Klasik | Kanalet | | | Cazibe | Pompaj | Regülatör | 1998 | Aydın Ovası Sulama Birliği |
| | Söke | 1981 | 29.135 | 26.000 | Klasik | | | | Cazibe | Regülatör | 1998 | Söke Ovası Sulama Birliği | |
| TOPLAM | | | 112.911 | 93.978 | | | | | | | | | |
| Halk sulamaları | Bozdoğan Sağ Sahil | | 9.240 | 8.500 | | | | Tesis yok | Cazibe | Ark | 2003 | Bozdoğan Sağ Sahil Sulama Birliği | |
| | Bozdoğan Sol Sahil | | | | | | | Tesis yok | Cazibe | Ark | 2003 | Bozdoğan Sol Sahil Sulama Birliği | |
| | Aydın Ovası Halk | | 15.450 | 14.212 | | | | Tesis yok | Pompaj | Pompa | 2003 | Koçarlı-Bağarası Ovası Sulama Birliği | |
| | Söke Ovası Halk | | 10.900 | 10.000 | | | | Tesis yok | Pompaj | Pompa | 1998 | Söke Ovası Sulama Birliği | |
| | TOPLAM | | | 35.590 | 32.712 | | | | | | | | |
| GENEL TOPLAM | | | 148.501 | 126.690 | | | | | | | | | |

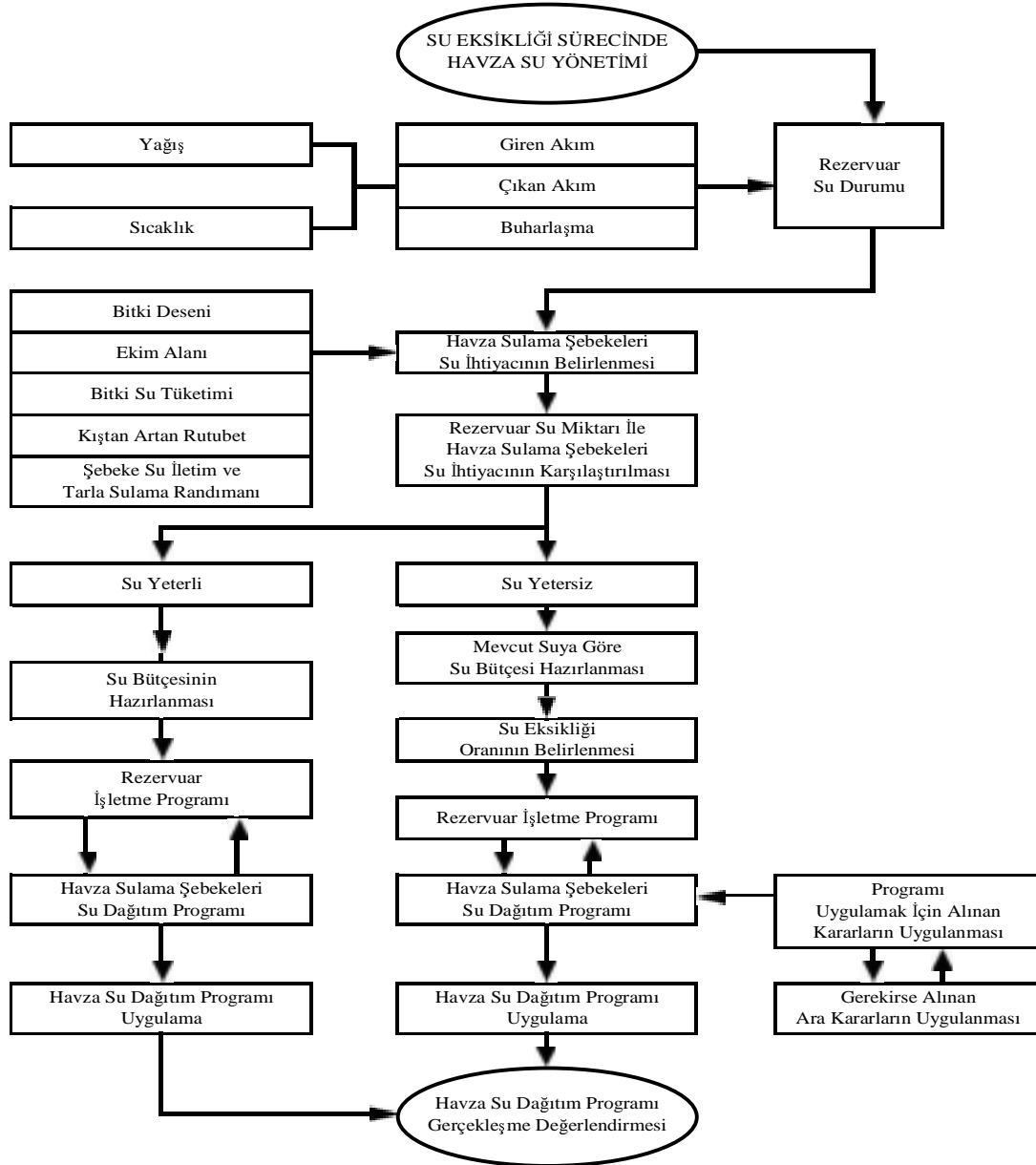
YÖNTEM

İncelenen havza için yürütülen çalışmanın tüm aşamaları, kullanılan yöntemler ve değişkenler akış diyagramı olarak Şekil 2'de verilmiştir. Akış diyagramında yer alan tüm hesaplamalar Microsoft Office-Excel 2003 Bilgisayar programı ile yapılmıştır. Depolama tesislerine giren akımlar, çıkan akımlar ve buharlaşma miktarları kaydedilmiş ve yıl içerisinde her hafta başı itibarıyla depolama tesislerinin doluluk oranları belirlenmiştir. Havza sulama şebekelerinde uzun yıllar (1997–2006) fiilen sulanan alanlar, bitki deseni, bitki desenine göre ekiliş alanları ve oranları, bitki-su tüketimi (Blaney-Criddle yöntemine göre hesaplanan), kıştan artan nem miktarı, sulama şebekesi iletim randımanı ve tarla sulama randımanına göre sulama şebekelerinde gereksinim duyulan net ve toplam su miktarlarına ilişkin değerler hesaplanmış ve bu değerlerin ortalaması alınarak çalışmada sulama şebekelerinde gereksinim duyulan su miktarı adı altında sunulmuştur.

Havza su bütçesi ve barajlardan sulama sezonu içerisinde bırakılacak su miktarlarını içeren rezervuar işletme senaryoları hazırlanmıştır. Havza su bütçesinin hesaplanmasında; 1 Nisan (sulama sezonu başında) tarihinde depolama tesislerinde mevcut olan su, 1 Nisan–30 Eylül tarihleri arasında barajlara gelmesi tahmin edilen su miktarları ile memba sulama şebekelerinden dönmesi beklenen su miktarları, girdi (+) olarak; barajlardan buharlaşacak

su miktarı, barajların ölü hacimleri ile Büyük Menderes akarsuyuna sulamadan dönmesi beklenen su miktarları ve nehir yatak üretimi, çıktı (-) olarak alınmıştır. Havza depolama tesislerine ilişkin yıllık işletme programlarının hazırlanmasında, sulama başlangıç tarihi ve o tarihte baraj kotu, baraj hacmi, depolama tesislerine gelen ve çıkan su miktarları ile buharlaşma değerleri temel alınarak bilgisayar programı ile rezervuar işletme senaryoları oluşturulmuştur.

Kurak dönemin yaşandığı 2008 yılı için hazırlanan havza sulama şebekeleri su dağıtım planı; önceki yıllara ilişkin veriler, uygulamada gerçekleşen değerler, bitki desenine göre sulama suyuna en fazla gereksinim duyulan dönem ve rezervuar işletme programı dikkate alınarak su kullanıcı örgütleri teknik personeli ve konusunda uzman DSİ teknik personeli ile birlikte oluşturulan çalışma grubu tarafından yapılmıştır. Planlanan sulama suyu miktarının gereksinim duyulan su miktarına oranlanması sonucu, sulama şebekelerinde ve havza genelinde oluşabilecek su eksiklik oranları hesaplanmıştır. Ayrıca, sezon sonunda sulama şebekelerinde kullanılan su miktarının planlanan su miktarına oranlanmasıyla belirlenen su dağıtım planının gerçekleşme oranı belirlenmiştir. Rezervuarlarda mevcut su miktarı ve sulama sezonunda yaşanması olası sorunların tüm su kullanıcılarına duyurulması amacıyla sulama sezonu öncesinde bilgilendirme toplantıları düzenlenmiştir. Bilgilendirme amacıyla görsel ve yazılı iletişim araçları kullanılmıştır.



Şekil 2. Su eksikliği çekilen havzalarda sulama suyu yönetim aşamaları akış şeması

BULGULAR VE TARTIŞMA

Büyük Menderes havzası, Seckler (1992) tarafından da tanımlandığı gibi 1 Nisan (sulama sezonu başlangıcı) ile 30 Eylül (sulama sezonu sonu) tarihleri arasında kapalı havza özelliği göstermekte, bu süreçte havzadaki tüm su sulamada kullanılmaktadır. Sulama sezonu başında (1 Nisan 2008) havzaya sulama suyu sağlayan Kemer ve Adıgüzel barajlarındaki mevcut su miktarı 463 hm^3 olarak hesaplanmıştır. Barajlardaki su miktarı her iki barajın toplam depolama hacminin %31'ine karşılık gelmektedir. Anonim (2008) barajlara 2000–2007 yılları arasında (1 Nisan) gelen ortalama toplam su

miktarının 660 hm^3 , uzun yıllar ortalamasının ise 1021 hm^3 olduğunu rapor etmiştir. Bu durumda, 2008 yılındaki toplam su miktarı, uzun yıllar ortalamasına göre barajlarda depolanan su miktarının %45'i, 2000–2007 yılları arasında depolanan ortalama su miktarının ise % 70'i kadardır. Bu değerler, 2008 yılında barajlarda depolanan su miktarının diğer yılların oldukça altında gerçekleştiğini göstermektedir. Bu durum, Koç (2007)'un Adıgüzel ve Kemer baraj havzaları ile ilgili yaptığı çalışmada belirttiği gibi son yıllarda yağış eksiklikleri ve yüksek sıcaklıklar nedeniyle akım/yağış oranındaki azalmalar ile ortalama

verimlerdeki azalmalara bağlanabilir. Özellikle, son yıllarda, küresel iklim değişikliğine bağlı olarak yağış miktarında görülen azalış araştırma alanında da etkisini göstermiştir. Koç (2007) Adıgüzel ve Kemer baraj havzalarında kurak süreci belirlemek amacıyla 1977-2006 yılları için yaptığı çalışmada, depolama havzalarının yarı-kurak bir iklim özelliği gösterdiği sonucuna ulaşmıştır.

İncelenen süreçte havza sulama şebekelerinin, sulama alanları, bitki deseni ve bitki-su tüketim değerlerine göre belirlenen toplam sulama suyu gereksinimi 1032,5 hm³ olarak hesaplanmıştır. Sulama şebekelerinde uzun yıllar göz önüne alındığında gereksinim duyulan su miktarı, Adıgüzel havzası sulama şebekeleri için 445 hm³, Kemer baraj havzası sulama şebekeleri için 170 hm³ ve Adıgüzel ile Kemer barajlarından su alan sulama şebekeleri için 417,5 hm³ dür (Çizelge 2). Su dağıtım planının gerçekleşme oranı ise Çizelge 2’de yer almaktadır.

Barajlarda depolanan 463 hm³ suyun, 130 hm³’ü ölü hacim olduğu için 333 hm³ (463-130) suyun mevcut olabileceği öngörülmüş ve kullanılabilir suyun %33 oranında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Bu durum, tüm havzanın % 67 oranında bir su eksikliği çekeceğini göstermektedir. Bu nedenle, havzadaki olası su eksikliği göz önüne alınarak su dağıtım planının yapılması öngörülmüştür. Mevcut su miktarı, havza sulama şebekelerinin uzun yıllar aldıkları su miktarının oldukça altındadır. Bu nedenle, akış şemasında “su yetersiz” koşulları doğrultusunda işlemler sürdürülmelidir.

Su eksikliğinin yaşanacağı bir sulama sezonu geçirileceğine karar verildikten sonra sulama

sezonunu kapsayan (1 Nisan-30 Eylül) bir su bütçesi hazırlanmıştır (Çizelge 3). Kavramsal olarak su bütçesi yaklaşımı bir öngörüdür. Bütçe, mevcutları ve gelmesi beklenen tahmini unsurları içermektedir. Su bütçesi yaklaşımları; havza (Owen-Joyce ve Raymond, 1996; Hassan ve Buhutta, 1996), sulama şebekeleri (Perry, 1996; Kijne, 1996; Helal vd., 1984) ve tarla (Mishra vd., 1995; Rathore vd., 1996; Bhuyian vd., 1995; Tuong vd., 1996) düzeyinde yapılabilmektedir.

Bütçe, barajlarda mevcut su miktarının su gereksiniminin % 33’ünü karşılayabileceği göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Bütçeye göre barajlardan sulamaya verilebilecek su miktarı 490 hm³, ancak sulamada kullanılacak ve bütçeyi oluşturan toplam su miktarı 400 hm³ dür. Büyük Menderes havzasının en mansabında yer alan Söke sulama şebekesine Adıgüzel barajından bırakılan suyun nehir yatağında aldığı mesafe 340 km, Kemer barajından bırakılan suyun aldığı mesafe ise 240 km dir. Özellikle, su eksikliği çekilen süreçlerde iki barajdan bırakılan suyun 90 hm³’ü yapılan gözlemler ve ölçüme dayalı veriler temel alınarak nehir yatağını ve yeraltı suyunu besleyeceği öngörülerek bütçeye (-) olarak alınmıştır

Levite vd., (2002) Güney Afrika’da su stresi çekilen havzalarda, nehir yataklarındaki doğal akışlar veya depolama tesislerinden bırakılan sular kesilip, nehir yatağındaki su tüketildikten sonra nehir yatak kayıplarının; nehir seddesi ve yatakta depolanan su miktarına göre sızma ile geri kazanılabildiğini veya aküferleri besleyerek yeraltı suyunu takviye edebildiğini belirtmiştir.

Çizelge 2. Aşağı Büyük Menderes havzası sulama şebekelerinde gereksinim duyulan, planlanan ve gerçekleşen sulama suyu miktarları (2008 yılı)

| SULAMANIN İSMİ | | Aylara Göre İhtiyaç Duyulan Su Miktarları (hm ³) | | | | | | Toplam | Plan/İht | Gerç/İht | Gerç/Plan |
|---------------------------------|--------|--|-------|---------|--------|---------|-------|--------|----------|----------|-----------|
| | | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | | | | |
| Pamukkale | İhtiy. | 3,0 | 7,0 | 13,0 | 18,0 | 17,0 | 10,0 | 68,0 | 38,24 | 31,87 | 83,34 |
| | Plan. | 7,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 3,0 | 0,0 | 26,0 | | | |
| | Gerç. | 2,2 | 6,8 | 3,5 | 6,0 | 3,1 | 0,0 | 21,7 | | | |
| Sarayköy Sağ Sahil | İhtiy. | 0,0 | 3,0 | 12,0 | 16,0 | 15,0 | 8,0 | 54,0 | 40,74 | 37,73 | 92,60 |
| | Plan. | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 8,0 | 3,0 | 0,0 | 22,0 | | | |
| | Gerç. | 1,5 | 2,8 | 6,3 | 6,9 | 2,7 | 0,2 | 20,4 | | | |
| Sarayköy Sol Sahil | İhtiy. | 1,0 | 3,0 | 17,0 | 27,0 | 25,0 | 12,0 | 85,0 | 41,18 | 38,08 | 92,47 |
| | Plan. | 12,0 | 0,0 | 9,0 | 9,0 | 2,0 | 0,0 | 35,0 | | | |
| | Gerç. | 4,3 | 7,4 | 1,0 | 11,0 | 7,7 | 0,9 | 32,4 | | | |
| Nazilli Sağ Sahil + Sultanhisar | İhtiy. | 0,0 | 10,0 | 29,0 | 37,0 | 30,0 | 21,0 | 127,0 | 40,94 | 47,13 | 115,10 |
| | Plan. | 0,0 | 5,0 | 10,0 | 20,0 | 13,0 | 1,0 | 52,0 | | | |
| | Gerç. | 1,1 | 13,1 | 13,1 | 19,7 | 8,7 | 4,1 | 59,9 | | | |
| Nazilli Sol Sahil | İhtiy. | 1,0 | 9,0 | 32,0 | 31,0 | 22,0 | 16,0 | 111,0 | 36,94 | 41,50 | 112,36 |
| | Plan. | 0,0 | 8,0 | 7,0 | 15,0 | 8,0 | 1,0 | 41,0 | | | |
| | Gerç. | 0,7 | 11,6 | 9,4 | 15,6 | 7,1 | 1,6 | 46,1 | | | |
| ADIGÜZEL HAVZASI TOPLAMI | İhtiy. | 5,0 | 32,0 | 103,0 | 129,0 | 109,0 | 67,0 | 445,0 | 39,55 | 40,52 | 102,46 |
| | Plan. | 23,0 | 22,0 | 35,0 | 57,0 | 29,0 | 2,0 | 176,0 | | | |
| | Gerç. | 9,7 | 41,8 | 33,4 | 59,2 | 29,3 | 6,9 | 180,3 | | | |
| Bozd.-Akçay Sağ Sahil (Halk) | İhtiy. | 0,5 | 1,0 | 4,0 | 9,0 | 7,0 | 3,0 | 24,5 | 48,98 | 51,43 | 105,00 |
| | Plan. | 0,0 | 2,0 | 3,0 | 5,0 | 2,0 | 0,0 | 12,0 | | | |
| | Gerç. | 0,0 | 1,8 | 3,0 | 5,5 | 1,8 | 0,5 | 12,6 | | | |
| Bozd.-Akçay Sol Sahil (Halk) | İhtiy. | 1,0 | 3,0 | 8,0 | 13,0 | 11,0 | 3,0 | 39,0 | 46,15 | 48,21 | 104,44 |
| | Plan. | 0,0 | 3,0 | 5,0 | 7,0 | 3,0 | 0,0 | 18,0 | | | |
| | Gerç. | 0,0 | 2,0 | 5,3 | 8,0 | 2,5 | 1,0 | 18,8 | | | |
| Akçay Sağ Sahil | İhtiy. | 0,5 | 5,0 | 15,0 | 20,0 | 10,0 | 6,0 | 56,5 | 51,33 | 60,90 | 118,64 |
| | Plan. | 0,0 | 3,0 | 7,0 | 14,0 | 1,0 | 0,0 | 29,0 | | | |
| | Gerç. | 4,1 | 4,5 | 6,9 | 12,0 | 5,1 | 1,8 | 34,4 | | | |
| Akçay Sol Sahil | İhtiy. | 0,0 | 3,0 | 12,0 | 18,0 | 11,0 | 6,0 | 50,0 | 38,00 | 46,23 | 121,67 |
| | Plan. | 0,0 | 2,0 | 3,0 | 8,0 | 3,0 | 1,0 | 19,0 | | | |
| | Gerç. | 0,5 | 3,5 | 4,1 | 6,8 | 6,9 | 1,3 | 23,1 | | | |
| KEMER HAVZASI TOPLAMI | İhtiy. | 2,0 | 12,0 | 39,0 | 60,0 | 39,0 | 18,0 | 170,0 | 45,88 | 52,31 | 114,01 |
| | Plan. | 0,0 | 10,0 | 18,0 | 34,0 | 9,0 | 1,0 | 78,0 | | | |
| | Gerç. | 4,6 | 11,9 | 19,3 | 32,3 | 16,2 | 4,6 | 88,9 | | | |
| Aydın | İhtiy. | 4,0 | 14,0 | 31,0 | 44,0 | 16,0 | 9,0 | 118,0 | 34,75 | 36,02 | 103,66 |
| | Plan. | 0,0 | 2,0 | 6,0 | 32,0 | 0,0 | 0,0 | 41,0 | | | |
| | Gerç. | 5,2 | 2,7 | 0,9 | 27,0 | 6,7 | 0,0 | 42,5 | | | |
| Aydın-Koçarlı-Bağ.arası (Halk) | İhtiy. | 0,0 | 3,0 | 7,0 | 13,0 | 11,0 | 0,0 | 34,0 | 50,00 | 46,18 | 92,35 |
| | Plan. | 0,0 | 1,0 | 3,0 | 11,0 | 1,0 | 0,0 | 17,0 | | | |
| | Gerç. | 0,0 | 1,0 | 3,0 | 10,0 | 1,5 | 0,2 | 15,7 | | | |
| Söke + Söke Mansap | İhtiy. | 2,5 | 12,0 | 74,0 | 77,0 | 68,0 | 32,0 | 265,5 | 33,15 | 41,89 | 126,40 |
| | Plan. | 0,0 | 0,0 | 10,0 | 78,0 | 0,0 | 0,0 | 88,0 | | | |
| | Gerç. | 0,0 | 0,0 | 6,0 | 89,2 | 16,0 | 0,0 | 111,2 | | | |
| ADIGÜZEL+KEMER HAVZASI | İhtiy. | 6,5 | 29,0 | 112,0 | 134,0 | 95,0 | 41,0 | 417,5 | 34,97 | 40,58 | 116,05 |
| | Plan. | 0,0 | 3,0 | 19,0 | 121,0 | 1,0 | 0,0 | 146,0 | | | |
| | Gerç. | 5,2 | 3,7 | 9,9 | 126,2 | 24,3 | 0,2 | 169,4 | | | |
| GENEL TOPLAM | İhtiy. | 13,5 | 73,0 | 254,0 | 323,0 | 243,0 | 126,0 | 1032,5 | 38,74 | 42,49 | 109,67 |
| | Plan. | 23,0 | 35,0 | 72,0 | 212,0 | 39,0 | 3,0 | 400,0 | | | |
| | Gerç. | 19,5 | 57,3 | 62,6 | 217,7 | 69,8 | 11,7 | 438,7 | | | |

Cizelge 3. Aşağı Büyük Menderes havzası su bütçesi

| Havza Su Bütçesini Oluşturan Unsurlar | Hacim (hm ³) |
|---|--------------------------|
| 1 1 Nisan 2008 tarihinde Adıgüzel ve Kemer barajlarındaki toplam su miktarı | 463 |
| 2 1 Nisan - 30 Eylül 2008 tarihleri arasında her iki barajlara gelmesi beklenen toplam su miktarı | 180 |
| 3 Yukarı Büyük Menderes havzası (Işıklı Gölü) sulamalarından dönmesi beklenen su miktarı | 7 |
| 4 Toplam hacim | 650 |
| 5 Adıgüzel ve Kemer barajlarından buharlaşacak toplam su miktarı | -30 |
| 6 Adıgüzel ve Kemer barajlarının toplam ölü hacmi (312 hm ³) | -130 |
| 7 Adıgüzel ve Kemer barajlarından sulamaya verilebilecek toplam su miktarı | 490 |
| 8 Aşağı Büyük Menderes havzası sulamalarından dönmesi beklenen su miktarı ve nehir yatak üretimi | -90 |
| Havza Sulama Şebekelerinde Kullanılabilecek Toplam Su Miktarı | 400 |

Scott ve Garces-Restrepo (2001) Meksika'da, Lerma-Chapola havzasında, bitkilere uygulanan suyun % 50'sinin aküferleri beslediğini ve pompaj için sürekli suyun mevcut olduğunu belirtmişlerdir. Abu-Zeid (1992) ve Keller (1992), havza seviyesinde su hesaplarını ve su bütçesini, benzer şekilde High Aswan barajının mansabında, Nil akarsuyu havzası için 1989–1990 sulama sezonu için yapmışlardır.

Aşağı Büyük Menderes havzası sulama şebekelerinde toplam sulama suyu gereksinimi 1032,5 hm³, havza sulama şebekelerinde kullanılabilecek toplam su miktarı ise 400 hm³ olarak belirlenmiştir. Bu durumda havzada çekilecek su eksikliği (400/1032,5) % 61,25 olup, sulama şebekelerinde mevcut su gereksiniminin ancak % 38,74'ü karşılanabilecektir. Bu nedenle, havza sulama şebekelerinde sulama alanının daraltılması veya bitki deseninde daha az su tüketen bitkilere yer verilmesi gerekmektedir. Ancak, havza sulama şebekelerinde yer alan su kullanıcıların büyük bir çoğunluğu eksik sulama yapacaklarını bilmelerine karşın eski alışkanlıklarını sürdürerek tüm alanlarda aynı bitkilerin tarımını yapmışlardır. Sadece ikinci ürün ekimi yapılmamıştır.

Havzadaki olası sulama suyu eksikliğine göre hazırlanan su bütçesi doğrultusunda barajların işletme senaryoları ve havza sulama şebekeleri su dağıtım planının birlikte hazırlanması gerekmektedir. Bu nedenle, mevcut su bütçesi temel alınarak havza su kullanıcı örgütleri teknik personeli ve DSİ teknik personelinin oluşturduğu çalışma grubu ile sulama şebekelerinde bitki deseni, sulama alanı, sulama sayısı, önceki yıllarda kullanılan sulama suyu miktarı ve tüm su kullanıcı örgütlerin üzerinde uzlaştığı yoğun (pik) sulama dönemine göre barajların işletme senaryoları hazırlanmış, gereksinime göre mevcut suyun dağıtım planı (Çizelge 2) ve baraj işletme programının örtüştüğü senaryo (Çizelge 4 ve 5) uygulamaya konmuştur. Ikehuchi vd., (1982) gereksinime odaklı baraj işletme programının hazırlanmasının çok önemli

olduğunu belirtmişlerdir. Chen (2003) ve John (2004) baraj sistemlerindeki verimsiz işletme politikalarını günümüzde birçok araştırmacının incelediğini, gerçekçi olmayan teknolojilerin ve bireysel kararların sonuçlarını fayda/maliyet analizleri yaparak kapsamlı bir çerçevede incelemişlerdir. Havzada her iki baraj koordineli olarak işletildiği için hazırlanan baraj işletme programı çok önem taşımaktadır. Belirlenen sulama dönemi içerisinde Adıgüzel barajından 214,4 hm³, Kemer barajından 242,4 hm³ olmak üzere toplam 456,8 hm³ su verilmiştir. Havza su bütçesine göre barajlardan verilebilecek su miktarı 490 hm³ öngörülmesine karşın, ancak 456,8 hm³ su verilebilmiştir. Bütçeye göre barajlardan sulamaya bırakılması öngörülen suyun gerçekleşme oranı % 93,22 olup, programdan sapma oranı % 6,78 dir. Bu bağlamda, barajların işletme senaryosu ile bütçede öngörülen su miktarı büyük ölçüde örtüşmüş, bütçe ile gerçekleşme arasında önemli başarı elde edilmiştir. Programdan sapma oranı olarak nitelenen % 6,78'lik oran barajlara gelmesi beklenen, ancak gelmeyen sular kapsamında değerlendirilebilir.

Havza genelinde yapılan su dağıtım planının gereksinime oranı % 38,74 olarak hesaplanmıştır. Sulama şebekelerinde ise bu değer % 33,15 ile % 51,33 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Barajlardan 456,8 hm³ su bırakılmasına karşın sulama şebekelerinde 438,7 hm³ su kullanılmıştır. Sulama şebekelerinde kullanılan suyun, barajlardan bırakılan suya oranı % 96 dir. Büyük Menderes akarsu yatağındaki sızmalar, aküfer beslenmesi ve buharlaşma nedeniyle 18,1 hm³ su kaybolmuştur. Ancak, bu miktarın buharlaşma dışında kalanı, sulama şebeke alanlarında işletilen bireysel veya su kullanıcı örgütlere ait derin ve yüzeysel kuyular ile sulamada kullanılmıştır.

Hazırlanan havza su dağıtım planının gerçekleşme oranı, diğer deyişle başarısı belirlenmiştir (Çizelge 2). Gerçekleşme oranı havza genelinde % 109,67 olarak belirlenmiştir. Su bütçesi

Çizelge 4. Adıgüzel barajı işletme programı (2008 yılı)

| AY | GÜNLER | SÜRE GÜN | KOT | | GELEN SULAR | | | | | ÇIKAN SULAR | | | HACİM | |
|---------------------|---------|-----------|--------|--------------------|-------------|---------------|--------|-------------|-----------------|-------------|---------------------|--------------------|--------------|--------------------|
| | | | (m) | (hm ³) | ARA HAVZA | TRANSFER SUYU | TOPLAM | BUHAR. | SULAMA + ENERJİ | TOPLAM | (m ³ /s) | (hm ³) | | (hm ³) |
| HAZİRAN | 1 - 6 | 6 | 403,72 | 231,6 | 5,0 | 2,6 | 2,0 | 1,0 | 3,6 | 1,0 | 9,0 | 4,7 | 5,7 | 229,6 |
| | 7 - 12 | 6 | | 229,6 | 5,0 | 2,6 | 2,0 | 1,0 | 3,6 | 1,0 | 17,5 | 9,1 | 10,1 | 223,1 |
| | 13 - 18 | 6 | | 223,1 | 5,0 | 2,6 | 2,0 | 1,0 | 3,6 | 1,0 | 22,0 | 11,4 | 12,4 | 214,4 |
| | 19 - 24 | 6 | | 214,4 | 5,0 | 2,6 | 2,0 | 1,0 | 3,6 | 1,0 | 25,0 | 13,0 | 14,0 | 204,0 |
| | 25 - 31 | 7 | | 204,0 | 5,0 | 3,0 | 3,0 | 1,8 | 4,8 | 1,0 | 52,0 | 31,4 | 32,4 | 176,4 |
| TOPLAM | | 31 | | | | 13,4 | | 6,0 | 19,4 | 5,0 | | 69,6 | 74,6 | |
| TEMMUZ | 1 - 6 | 6 | | 176,4 | 5,0 | 2,6 | 2,0 | 1,0 | 3,6 | 0,8 | 60,0 | 31,1 | 31,9 | 148,1 |
| | 7 - 12 | 6 | | 148,1 | 5,0 | 2,6 | 2,0 | 1,0 | 3,6 | 0,8 | 60,0 | 31,1 | 31,9 | 119,9 |
| | 13 - 18 | 6 | | 119,9 | 3,0 | 1,6 | 1,8 | 0,9 | 2,5 | 0,6 | 44,0 | 22,8 | 23,4 | 98,9 |
| | 19 - 24 | 6 | | 98,9 | 3,0 | 1,6 | 1,8 | 0,9 | 2,5 | 0,4 | 38,0 | 19,7 | 20,1 | 81,3 |
| | 25 - 31 | 7 | | 81,3 | 3,0 | 1,8 | 1,8 | 1,1 | 2,9 | 0,4 | 38,0 | 23,0 | 23,4 | 60,7 |
| TOPLAM | | 31 | | | | 10,1 | | 5,0 | 15,1 | 3,0 | | 127,7 | 130,7 | |
| AĞUSTOS | 1 - 6 | 6 | | 60,7 | 3,0 | 1,6 | 1,8 | 0,9 | 2,5 | 0,3 | 14,0 | 7,3 | 7,6 | 55,7 |
| | 7 - 12 | 6 | | 55,7 | 3,0 | 1,6 | 1,8 | 0,9 | 2,5 | 0,2 | 4,0 | 2,1 | 2,3 | 55,9 |
| | 13 - 18 | 6 | | 55,9 | 3,0 | 1,6 | 2,0 | 1,0 | 2,6 | 0,2 | 5,0 | 2,6 | 2,8 | 55,7 |
| | 19 - 24 | 6 | | 55,7 | 3,0 | 1,6 | 2,0 | 1,0 | 2,6 | 0,2 | 5,0 | 2,6 | 2,8 | 55,5 |
| | 25 - 30 | 6 | | 55,5 | 3,0 | 1,6 | 2,0 | 1,1 | 2,6 | 0,1 | 5,0 | 2,6 | 2,7 | 55,5 |
| TOPLAM | | 30 | | | | 7,8 | | 5,0 | 12,8 | 1,0 | | 17,1 | 18,1 | |
| GENEL TOPLAM | | 92 | | | | 31,3 | | 16,0 | 47,3 | 9,0 | | 214,4 | 223,4 | |

Çizelge 5. Kemer barajı işletme programı (2008 yılı)

| AY | GÜNLER | SÜRE GÜN | KOT | | HACİM | | GELEN SU MİKTARI | | ÇIKAN SULAR | | | HACİM |
|---------------------|---------|-----------|--------|--------------------|---------------------|--------------------|------------------|-----------------|--------------|---------------------|--------------------|-------|
| | | | (m) | (hm ³) | (m ³ /s) | (hm ³) | BUHAR. | SULAMA + ENERJİ | TOPLAM | (m ³ /s) | (hm ³) | |
| HAZİRAN | 1 - 6 | 6 | 277,22 | 249,8 | 3,0 | 1,6 | 0,6 | 17,5 | 9,1 | 9,7 | 241,6 | |
| | 7 - 12 | 6 | | 241,6 | 3,0 | 1,6 | 0,6 | 12,0 | 6,2 | 6,8 | 236,4 | |
| | 13 - 18 | 6 | | 236,4 | 2,5 | 1,3 | 0,8 | 14,0 | 7,3 | 8,1 | 229,6 | |
| | 19 - 24 | 6 | | 229,6 | 2,5 | 1,3 | 1,0 | 3,0 | 1,6 | 2,6 | 228,3 | |
| | 25 - 31 | 7 | | 228,3 | 2,0 | 1,2 | 1,0 | 65,0 | 39,3 | 40,3 | 189,2 | |
| TOPLAM | | 31 | | | | 6,9 | 4,0 | | 63,4 | 67,4 | | |
| TEMMUZ | 1 - 5 | 5 | | 189,2 | 2,0 | 0,9 | 0,8 | 65,0 | 28,1 | 28,9 | 161,2 | |
| | 6 - 12 | 7 | | 161,2 | 2,0 | 1,2 | 0,6 | 65,0 | 39,3 | 39,9 | 122,5 | |
| | 13 - 18 | 6 | | 122,5 | 1,8 | 0,9 | 0,2 | 53,0 | 27,5 | 27,7 | 95,8 | |
| | 19 - 24 | 6 | | 95,8 | 1,8 | 0,9 | 0,2 | 61,0 | 31,6 | 31,8 | 64,9 | |
| | 25 - 31 | 7 | | 64,9 | 1,8 | 1,1 | 0,2 | 61,0 | 36,9 | 37,1 | 28,9 | |
| TOPLAM | | 31 | | | | 5,0 | 2,0 | | 163,4 | 165,4 | | |
| AĞUSTOS | 1 - 6 | 6 | | 28,9 | 1,8 | 0,9 | 0,2 | 15,0 | 7,8 | 8,0 | 21,8 | |
| | 7 - 12 | 6 | | 21,8 | 1,8 | 0,9 | 0,2 | 10,0 | 5,2 | 5,4 | 17,4 | |
| | 13 - 18 | 6 | | 17,4 | 2,0 | 1,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 18,2 | |
| | 19 - 24 | 6 | | 18,2 | 2,0 | 1,0 | 0,2 | 5,0 | 2,6 | 2,8 | 16,5 | |
| | 25 - 30 | 6 | | 16,5 | 2,0 | 1,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 17,3 | |
| TOPLAM | | 30 | | | | 5,0 | 1,0 | | 15,6 | 16,6 | | |
| GENEL TOPLAM | | 92 | | | | 16,9 | 7,0 | | 242,4 | 249,4 | | |

ve buna bağlı olarak hazırlanan su dağıtım planına göre sulama şebekelerinde % 9,67 oranında fazla su kullanılmıştır. Bu durum, su bütçesinde Büyük Menderes akarsuyu yatak kayıpları olarak öngörülen 90 hm³ değerinin beklenden bir miktar fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

Akarsu yatak kayıpları yaklaşık 51 hm³ olarak gerçekleşmiştir. Bu değer bütçede öngörülen değer olan 90 hm³'ten daha düşük gerçekleşmiştir. Bütçede Büyük Menderes akarsuyu yatak kayıplarının 51 hm³ olarak alınması durumunda, fazla su kullanım oranı olarak belirlenen % 9,67'lik oran oluşmayabilirdi. Havza sulama şebekeleri için planlanan su dağıtımının gerçekleşme oranı % 83,34 ile %126,40 arasında değişmektedir (Çizelge 2).

Baraj işletme programı Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarını kapsamakta olup, özellikle % 100 üzerinde gerçekleşme oranına sahip sulama şebekelerinin barajların hemen mansabında yer alan şebekeler olduğu görülmektedir. Havza sulama şebekeleri su dağıtım planında Eylül ayı için fiili su tahsisi konmamasına karşın, sulama şebekeleri nehir yatağında kalan ve yatak üretimi olarak nitelenen suyu şebekelerine almaları nedeniyle bu oranlar yüksek olarak gerçekleşmiştir. Havza bazında gerçekleşme oranlarının yüksek olması ve genel anlamda sapmaların çok fazla olmaması su eksikliği sürecinde havzada yürütülen çalışmaların başarılı olduğunu göstermektedir. Su eksikliği çekilen 2008 yılında hazırlanan su dağıtım planı, planın

yürütülmesi ve sahiplenilmesi amacıyla alınan kararların uygulamaya konulması sonucu havzadaki tüm sulama şebekeleri planlamada öngörülen düzeyde, bazı sulama şebekeleri ise planlamada öngörülenin bir miktar üzerinde (% 2,46 - % 26,40 arasında) su almıştır.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İncelenen 2008 yılı için havza genelinde sulama suyu eksiklik oranı %42,49; gerçekleşenin, planlanan su miktarına oranı ise %109,67 olarak hesaplanmıştır. Havza sulama şebekeleri genelinde planlanan su miktarının, gereksinim duyulan su miktarına oranı %38,74 dür. Havza sulama şebekelerinde gerçekleşen su miktarının, gereksinim duyulan su miktarına oranı %31,87 ile %60,90 arasında değişmektedir. Sulama şebekelerinde uzun yıllar ortalama gereksinim duyulan su miktarının yaklaşık 1/3'ü oranında su kullanılmasına karşın, sulama alanlarında ekimi yapılan ana ürünlerin verimlerinde önemli bir azalış görülmemiştir. Bunun nedeni, havzada sulama ile ilgili tüm paydaşların sulama işletme hizmetlerine katılımına, su kullanıcı örgütlerin planlamada kendilerine tahsis edilen su miktarını en etkin şekilde kullandıklarına ve hazırladıkları sulama programlarını başarı ile uygulamalarına, bazı sulama alanlarında yeraltı ve yerüstü su kaynağı koordinasyonunu iyi kurarak sistemleri desteklemelerine ve su kaynağı eksikliği ile ilgili kamuoyunun bilgilendirilmesine ve su kullanıcıların psikolojik olarak bu duruma hazırlıklı olmalarına bağlanabilir. Su kıtlığı çekilen inceleme yılının diğer yıllara göre tek olumsuzluğu ikinci ürün ekiminin yapılamaması ve su kullanıcıların gelir kaybına uğramasıdır. Su eksikliği çekilen dönemlerde havza sulama şebekeleri su dağıtım planlarının hazırlanması ve uygulanması için yapılması gerekenler aşağıda verilmiştir.

Su eksikliği çekilen havzalarda tüm paydaşların yer aldığı "Havza Genel Sulama Planlaması Hazırlama ve Uygulama" komisyonu oluşturulmalıdır. Bu komisyonda; DSİ, Tarım İl Müdürlüğü, Üniversiteler, havzadaki tüm su kullanıcı örgütleri, il ziraat odası başkanlıkları; uygulama aşamasında gereksinim duyulması halinde güvenlik güçleri yer almalıdır.

Havzanın su eksikliği ve mevcut su kaynağının miktarı tarım kuruluşlarının yayım - eğitim birimlerinde tüm su kullanıcılarla duyurulmalıdır. Havzada oluşturulan komisyon tarafından hazırlanan su dağıtım planının içeriği, uygulama koşulları, taraflarca nelerin yapılması gerektiği yazılı ve görsel basın aracılığıyla tüm su kullanıcılarına iletilmelidir.

Tarım kuruluşları sulama şebekeleri sulama alanlarında ekimi yapılan bitkilerin sulama zamanını belirlemek için arazi çalışmaları yapmalı, öncelikle su kullanıcı örgütlerini ve DSİ'yi bilgilendirmelidir.

Havzada yer alan su kullanıcı örgütleri, havza su dağıtım planı doğrultusunda kendilerine tahsis edilen suyu en etkin şekilde kullanmak için sulama şebekeleri bazında sulama programları hazırlamalı, gereksinim duyulması halinde bu konuda uzman kuruluşlar olan DSİ veya üniversitelerden teknik yardım almalıdır.

Tarım kuruluşları su eksikliği çekilen dönemlerde ekimi uygun olan bitkileri su kullanıcı örgütlerine ve çiftçi örgütlerine öneri niteliğinde bildirmelidir. Mevcut durumda ikinci ürün için ilave su kaynağının bulunmadığı, bu neden ile ikinci ürün ekilmemesi konusunda çiftçiler uyarılmalıdır.

Su dağıtım planına göre tahsis edilen suyun kayıpsız ve zamanında iletiminin sağlanması için sulama şebekelerinde gerekli tüm bakım-onarım çalışmaları yapılmalıdır.

Havzada sulama hizmetlerinin istenen düzeyde yürütülebilmesi için su kullanıcı örgütleri, yerel yöneticiler, mülki idare amirleri, tarım kuruluşları, üniversiteler ve DSİ arasında iyi bir diyalog ve koordinasyon sağlanmalıdır.

Su kullanıcı örgütleri kendi sulama programlarını uygulama aşamasında işletme düzenini bozma ve engelleme girişimlerinin (kaçak su alınması, tesislere müdahale edilmesi) önlenmesi için ilgili kurum ve kuruluşların desteğini almalıdır.

Sulama suyunun kirlenici kaynakların etkisinden (bor, tuz, vb) korunabilmesi için; havzanın nehir akımları sürekli izlenmeli, gerekli durumlarda kirlenici kaynakların (jeotermal santral vb.) faaliyetlerini durdurmaya yönelik girişimlerde bulunulmalıdır.

Vahşi sulama yöntemi yerine karık sulama yöntemi veya basınçlı (yağmurlama/damla) sulama sistemlerinin kullanımı su kullanıcı örgütlerince özendirilmeli ve sulamanın 24 saat sürdürülmesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

Havza su kullanıcı örgütleri, birim sulanan alanı temel alan sulama ücretleri yerine, sulama sayısı (sefer), saat veya hacimsel sulama ücret yöntemlerini uygulamalıdır.

KAYNAKLAR

Abu-Zeid, R., 1992. Water Resources Assessment for Egypt. In Roundtable on Egyptian Water Policy, Conference Proceedings, ed. Abu-Zeid and D. Seckler. Water Research Center. Ministry of Public Works and Water Resources, Lairo, Egypt and Winrock International, Arlington, Virginia, USA.

- Anonim, 1994. Büyük Menderes Havzası Sulama Şebekeleri Fizibilite Raporu, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, XXI. Bölge Müdürlüğü, Aydın, 325s.
- Anonim, 1994a. DSİ’ce İnşa Edilerek İşletmeye Açılan Sulama ve Kurutma Tesisleri. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara, 56s.
- Anonim, 1994b. Büyük Menderes Havzası Çevresel Açından Değerlendirme ve Nehir Havzasının Çevresel Yönetim Esaslarının Belirlenmesi Projesi. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, İçme Suyu ve Kanalizasyon Daire Başkanlığı, Ankara, 202s.
- Anonim, 1997-2007. DSİ’ce İnşa Edilen Sulama Tesisleri İzleme ve Değerlendirme Raporları. Çevre ve Orman Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, XXI. Bölge Müdürlüğü, Aydın.
- Anonim, 1999-2006. Genel Sulama Planlaması Uygulama Raporları. Çevre ve Orman Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, XXI. Bölge Müdürlüğü, Aydın.
- Anonim, 2008. Büyük Menderes Havzası İşletmeye Açılan Depolama Tesisleri Hidroloji Kayıtları. Çevre ve Orman Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, XXI. Bölge Müdürlüğü, Aydın.
- Bhuyian, S.I., Satar M.A., Khon, K., 1995. Improving Water Use Efficiency in Rice Irrigation Through Wet Seeding. *Irrigation Science* (16): 1-8
- Bos, M.G., Wolters W., 1989. Project or Overall Irrigation Efficiency. In *Irrigation Theory and Practice*, 499-506, ed. J.R. Rydzewski and C.F. Ward, 499-506, Proceedings of the International Conference held at the University Southampton, 12-15 September, London, UK: Pentech Press.
- Chen, L., 2003. Real time genetic algorithm optimization of long term reservoir operation, *Journal of the American Water Resources Association*, 39 (5): 1157-1165.
- Hassan, G.Z., Buhutta, M.N., 1996. A Water Balance Model to Estimate Groundwater Recharge in Rechna Doap, Pakistan, *Irrigation and Drainage Systems* (10): 297-317.
- Helal, M.A., Nasar, M., Ibrahim, T.K., Gates, W.O., Semoika, M., 1984. Water Budgets for Irrigated Regions in Egypt, *Egypt Water Use and Management Project. Technical Report 47*, Cairo, Egypt: Egypt Water and Management Project.
- Huppert, W., Svendsen, M., Vermillion, D., 2001. *Governing Maintenance Service Provision in Irrigation – A Guide Institutionally Viable Maintenance Strategies*. GTZ, Eschborn.
- Ikehuchi, S., Taxasao, T., Kojiri, T., 1982. Real-Time Operation of Reservoir Systems Including Flood, Low Flow and Turbidity Controls, In *Experience in Operation of Hydrosystems*, ed. T.E. Unny and E.A. McBean, 25-46, Littleton, Colorado, Water Resource Publication.
- John, L., 2004. Optimal Operation of Multireservoir System: State-of-the-Art review, *Water Resources Planning and Management*, 130 (2): 93-111.
- Keller, A., Keller, J., 1995. Effective Efficiency: A Water Use Concept for Allocation Freshwater Resources, *Water Resources and Irrigation Division Discussion Paper 22*, Arlington, VA, USA: Winrock International.
- Keller, J., 1992. Implications of Improving Agricultural Water use Efficiency on Egypt’s Water and Salinity Balances. In *Roundtable on Egyptian Water Policy, Conference Proceedings*, ed. Abu-Zeid and D. Seckler. Water Research Center. Ministry of Public Works and Water Resources, Cairo, Egypt and Winrock International, Arlington, Virginia, USA.
- Kijne, C.J., 1996. Water and Salt Balances for Irrigation, *Irrigated Agriculture in Pakistan. Research Report 6*, Colombo, Sri Lanka, International Irrigation Management Institute.
- Koç, C., 2003. Su Kıtılığı ve Gelişmede Depolamanın Rolü. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi ve Araştırmacı Su Mühendisleri Derneği. I. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu. 22-26 Eylül, Gümüşhane, İzmir, 23-33s.
- Koç, C., 2007. Kuraklıkların Üzerinden Gelebilmek için Sulama Yönetimi. V. Ulusal Hidroloji Kongresi, Bildiriler Kitabı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 173-182s.
- Koç, C., Kızıltepe, S., Özdemir, K., 2008. Büyük Menderes Havzası Sulama Yönetimi Üzerine Bir Çalışma. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, V. Bölge Müdürlüğü, Kuraklık ve Su Yönetimi Toplantısı Bildiriler Kitabı, 5. Dünya Su Formu Bölgesel Hazırlık Süresi Türkiye Bölgesel Su Toplantısı, Ankara, 98-107s.
- Levite, H., Sally, H., Cour, J., 2002. Water Demand Management Scenarios in a Water-Stressed Basin in South Africa. 3rd Waternet/Warfa Symposium, Water Demand Management for Sustainable Development.
- Mishra, H.S., Rathore, T.R., Tamor, V.S., 1995. Water Use Efficiency of Irrigated Wheat in the Torai Region of India, *Irrigation Science* 16(2):75-80.
- Özgenç, N., Erdoğan, F.C., 1988. DSİ Sulamalarında Bitki Su Tüketimleri ve Sulama Suyu İhtiyaçları. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Daire Başkanlığı, Ankara, 475s.
- Perry, C.L., 1996. The IIMI Water Balance Framework: A Model for Project Level Analysis. *Research Report 5*, Colombo, Sri Lanka, International Irrigation Management Institute.
- Rathore, A.L., Pal, A.R., Sahu, R.K., Chadhary, J.L., 1996. On-Farm Rainwater and Crop Management for

- Improving Productivity of Rainfed Areas. *Agricultural Water Management* 31: 253–267.
- Ren, M., Walker, H.J., 1998. Environmental Consequences of Human Activity on the Yellow River and its Delta, China. *Physical Geography* 19 (5): 421-432.
- Scott, C.A., Garces-Restrepo, C., 2001. Conjunctive Management of Surface and Groundwater in the Middle Rio Lerma Basin, Mexico. In: Biswas, A.K and Tortajada C. (eds) *Integrated River Basin Management: The Latin American Experience*, Oxford University Press, New Delhi, pp. 176-198.
- Seckler, D., 1992. Irrigation Policy, Management and Monitoring in Developing Countries. In *Roundtable on Egyptian Water Policy, Conference Proceedings*, ed Abu-Zeid and D. Seckler, Water Research Center, Ministry of Public Works and Water Resources, Cairo, Egypt and Winrock International, Arlington, Virginia, USA.
- Svendsen, M., Trava, J., Johnson III, S.H., 2000. A Synthesis of Benefits and Second-Generation Problems. In: Groenfeldt, D and Svendsen, M. (eds) *Case Studies in Participatory Irrigation Management*. World Bank Institute Learning Resources Series. World Bank Institute, Washington, DC, pp. 139-157.
- Tuong, T.P., Cabongon, R.J., Woperies, M.C..S., 1996. Quantifying Flow Process During Land Soaking of Cracked Rice Soils. *Soil Science Society of America Journal* 60 (3), 345-356.
- Wester, P., Merrey, D.J., de Lange, M., 2005. Boundaries of Consent: Stakeholder Representation in River Basin Management in Mexico and South Africa. *World Development* 31, 792-812.
- Willardson, L.S., 1985. Basin-wide Impacts of Irrigation Efficiency. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 111 (3): 324-334.
- Willardson, L.S., Allen, G., Frederickson, H.D., 1994. Universal Fractions and the Elimination of Irrigation Efficiencies. Paper presented at the 13th Technical Conference, USCID, Denver, Colorado.

Geliş Tarihi : 12.02.2009
Kabul Tarihi : 19.03.2009

Copyright of Journal of Adnan Menderes University, Agricultural Faculty is the property of Adnan Menderes University and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.