

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GÜNEYDOĞU ANADOLU PROJESİ (GAP), KAPSAMINDAKİ SU
KAYNAKLARI VE SULAMA-DRENAJ SİSTEMLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Mustafa Hakkı AYDOĞDU

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2006**

Yrd. Doç. Dr. Kasım YENİGÜN danışmanlığında, Mustafa Hakkı AYDOĞDU' nun hazırladığı “Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP), Kapsamındaki Su Kaynakları ve Sulama-Drenaj Sistemlerinin Değerlendirilmesi” konulu bu çalışma 05 / 12 / 2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Kasım YENİGÜN

Üye : Doç. Dr. Mehmet ŞİMŞEK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Reşit GERGER

Bu Tezin İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım

Prof. Dr. İbrahim BOLAT
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
SİMGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	10
3.1. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)	11
3.2. GAP Su Kaynakları Geliştirme Projeleri	13
3.3. Fırat ve Dicle Havzalarının Su Kaynaklarına Ait Hidrolojik Veriler	14
3.4. Su Kaynakları Buharlaşma ve Yağış Verileri	17
3.5. GAP Sulama Sistemleri	19
3.5.1. 2004 Yılı sonu itibariyle GAP'ta sulama gelişimi	22
3.6. GAP Sulama Sistemlerinin Genel Özellikleri	23
3.6.1. Urfa sulama sistemi	24
3.6.2. Çınar-Göksu sulama sistemi	31
3.6.3. Dicle Havzası Sulamaları	34
3.6.3.1. Devegeçidi sulaması	34
3.6.3.2. Çınar-Göksu sulaması	35
3.6.3.3. Batman sulaması	35
3.7. Sulama Sistemlerinin Yönetim Modellemesi	36
3.7.1. Klasik sulama sistemleri	39
3.7.2. Kanalet sulama sistemleri	40
3.7.3. Borulu sulama sistemleri	41
3.7.4. Sulama sistemlerinin bakım onarım giderleri açısından karşılaştırılması	41
3.8. GAP Sulamalarında Drenaj Sistemleri	43
3.8.1. Drenaj projelendirme yöntemleri	44
3.8.2. Debilerin hesaplanması	45
3.8.3. Urfa-Harran sulaması	46
3.8.3.1. Urfa-Harran sulaması drenaj sistemi	47
3.9. Drenaj Suyunun Tekrar Kullanılması ve Atılması	49
3.9.1. Drenaj suyunun tekrar kullanılması seçenekleri	50
3.9.2. Drenaj suyunun yıllık miktarı ve kalitesi	52
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	53
4.1. Su Kaynakları ve Yapıları İle Sulamalara İlişkin Tespitler	53
4.1.1. Su kaynaklarına yapısal yaklaşım	53
4.1.2. Gece sulamaları	54
4.1.3. Ana kanal üzerinde su depolama alanlarının yapılması	54
4.1.4. Kanal boyunda regülasyon havuzlarının yapılması	55
4.1.5. Sulama sistemlerinin bakımı	55
4.1.6. Sulama randımanı ve bu randımanın artması halinde sağlanacak faydalar	56
4.1.7. Memba kontrol yapıları ve savaklar	58
4.1.8. Mansap kontrol sistemi	59
4.1.9. Kontrol yapılarının otomasyonu	59
4.1.10. Akımın ölçülmesi ve izlenmesi	59
4.1.11. Yarı kapalı sulama sistemleri	60
4.1.12. Karık boyları ve tesviye eğrileri	61
4.1.13. Sulama sistemlerinin inşaat kalitesi	62
4.1.14. Sulama sistemlerinin tekniğine ve usulüne uygun olarak kullanılması	66
4.1.15. Ana sulama kanalları üzerinde sonradan sulama yapan kişiler tarafından oluşturulan yapılar	69
4.1.16. Sulama sistemlerinin işletme ve bakımı	69
4.2. Drenaj Sistemlerinin İşletme ve Bakımına İlişkin Tespitler	71
4.2.1. Drenaj ihtiyaçlarının tespiti	72

4.2.2. Yeraltı su seviyesinin izlenmesi	72
4.2.3. Drenaj projelendirme kriterleri	73
4.2.4. Drenaj suyunun uzaklaştırılması	74
4.2.5. Drenaj kanallarının işletme ve bakımı	74
4.3. Yapısal ve Kurumsal Yaklaşım İlişkin Tespitler	76
4.3.1. Organizasyon yapısı ve entegre yaklaşım	76
4.3.2. Yapılan çalışmaların veri tabanında toplanması	77
4.3.3. Sulama birlikleri	77
4.3.4. Sulama suyunun ücretlendirilmesi	78
4.3.5. Kurumsal organizasyon	79
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	80
KAYNAKLAR	83
ÖZGEÇMİŞ	86
ÖZET	87
SUMMARY	89

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

GÜNEYDOĞU ANADOLU PROJESİ (GAP), KAPSAMINDAKİ SU KAYNAKLARI VE SULAMA-DRENAJ SİSTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa Hakkı AYDOĞDU

**Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Kasım YENİGÜN
Yıl: 2006, Sayfa: 89**

Bu tez çalışmasında; Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında Fırat ve Dicle havzalarından, tamamlanmış ve/veya yapımı devam etmekte olan su kaynakları, sulama sistemleri ve drenaj gereksinimleri, hem genel ve hem de örnek oluşturması açısından bazı projeler, proje bazında incelenmiştir. Bu incelemelerde; olabildiğince bu konularda önceki yıllarda ilgili kişi, kurum ve kuruluşlar tarafından yapılan çalışmalara dayalı veriler toplanmıştır. Toplanan veriler ile mevcut ihtiyaçlar açısından saha gözlemlerine dayanarak sorunların tespit edilmesine çalışılmıştır.

Bununla ilgili olarak da; su kaynakları, sulama sistemleri ve su dağıtım yöntemlerinin incelenmesi, su kontrol yapıları, kapaklar, suyun randımanlı bir şekilde kullanılması, drenaj ihtiyaçları ve sistemlerinin incelenmesi ile potansiyel işletme sorunlarının belirlenmesine çalışılmıştır. Bu sorunların giderilmesi ve yeni başlayacak olan projelerde benzer sorunların yaşanmaması için gereksinimlere ilişkin, elde edilen verilere dayalı olarak kaynakların optimum kullanılmasını sağlayacak yönetim ve işletme, kurumsal ve yasal içerikler, sosyal ve kültürel davranışlar, çevresel etkileşim potansiyeli ve ekonomik ihtiyaçlar gibi konularda öneriler getirilmiştir. Bu konuları tek bir çalışmada toplayıp, öneriler getiren nadir çalışmalardan biridir.

ANAHTAR KELİMELEER: GAP, Su Kaynakları, Sulama Sistemleri, Drenaj

ABSTRACT

Msc Thesis

EVAULATION OF WATER RESOURCES AND IRRIGATION -DRAINAGE SYSTEMS' OF GAP, SOUTHEASTERN ANATOLIA PROJECT

Mustafa Hakkı AYDOĞDU

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Kasım YENİGÜN
Year: 2006, Page: 89**

Within this thesis study; water resources, irrigation systems and drainage necessities of Southeastern Anatolia Project (GAP), from Euphrates and Tigris basins which are completed and/or under constructions has been examined for both in a general way and also selected ones for being an example. Problems have been tried to establish according to this examines by using datas of previous studies of researchers, institutions and organizations and also field observations based on experience.

Releted with this subjects; water resources, irrigation systems and examination of water distributions methods, water control structures, gates, output yield of water usage, drainage necessities and examine of systems and also potential operation problems try to defined. Suggestions have been given concerning of necessities for removal of problems, which covers optimum use of resources, operation and managment, lawful and institutional framework, social and cultural behaviours, potential impact of environment and financial, for existing situation and also for the Project which will start in a near future in order not to live same problems. This study is one of the rare one, releted with all this topic.

KEY WORDS: Southeastern Anatolia Project, Water Resources, Irrigation Systems, Drainage

TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőmasının meydana gelmesinde her tŒrlŒ yardım ve desteği aldığım, bilgi, birikim ve deneyimlerinden yararlandığım değerli danıőmanım Yrd. Doç. Dr. Kasım YENİGŒN'e, değerli fikirlerinden yararlandığım Yrd. Doç. Dr. Reşit GERGER'e, katkılarıyla tezi olgunlaőtıran Doç. Dr. Mehmet ŞİMŞEK'e, Arő. GŒr. Veysel GŒMŒŐ ve İnş. YŒk. MŒh. Ahmet Erhan EREN'e katkı ve desteklerinden, aileme ise gŒsterdikleri sabır ve moral desteklerinden dolayı teőekkŒrlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Türkiye ve GAP Bölgesi	11
Şekil 3.2. GAP Su kaynakları projeleri	14
Şekil 3.3. GAP bölgesi barajları ve su yüzeyleri	17
Şekil 3.4. GAP bölgesi sulama projeleri	19
Şekil 3.5. GAP'ta sulama gelişimi	22
Şekil 3.6. Urfa sulama sistemi ve drenaj ana kanalı	25
Şekil 3.7. Urfa sulama sistemi ayırım yapıları	26
Şekil 3.8. Çınar-Göksu sulama sistemi	32
Şekil 3.9. Hidro mekanik memba kontrolü (amil kapağı)	37
Şekil 3.10. Hidro mekanik mansap kontrolü (Avis/Avio kapağı)	37
Şekil 3.11. Urfa ana sulama drenaj kanalı	48
Şekil 4.1. Eğim aşağı sulama sonucu tarlanın üst taraflarındaki toprak aşınması sonucu taşlık alanların oluşması.....	62
Şekil 4.2. Urfa ana kanalında (UY4) çatlamış ve kısmen oturmuş beton kanalı	63
Şekil 4.3. Urfa ana kanalı beton kaplamasında oluşan bitkiler.....	63
Şekil 4.4. Urfa ana kanalı şevi, derz aralığında oluşan bitkiler	64
Şekil 4.5. Urfa ana kanalı; yanmış bir şev beton kaplaması	64
Şekil 4.6. Urfa ana kanalında yanmış ve çatlamış beton kaplaması	65
Şekil 4.7. Sorunlu bir sabit yüklü orifisli priz, Urfa ana kanalı.....	65
Şekil 4.8. Sorunlu bir sabit yüklü orifisli priz, Urfa ana kanalı.....	66
Şekil 4.9. Urfa sulamalarında kanaletlerin kırılarak su alınması	67
Şekil 4.10. Kanaletlerin kırılarak su alınması	67
Şekil 4.11. Kanalet şebekelerinde oturmalarına bağlı olarak bozulmalar	68
Şekil 4.12. Kanaletlerde sabit ayaklardaki kayma.....	68
Şekil 4.13. Urfa ana kanalı üzerinde sistem dışı bir su alma yapısı	69
Şekil 4.14. Urfa ana sulama kanalı içerisinde taşlar	70
Şekil 4.15. Urfa ana kanalı içerisindeki taşlar ve kumlar	70
Şekil 4.16. Urfa ana kanalı içerisindeki taşlar ve diğer malzemeler.....	71
Şekil 4.17. Urfa ana kanalındaki bir su yapısının kapağına sıkışmış bir hayvan.....	71
Şekil 4.18. Urfa drenaj kanalında yetişen bitkiler	75
Şekil 4.19. Urfa drenaj kanalı şev akmaları ve bitki oluşumu.....	75

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. GAP-su kaynakları geliştirme projeleri.....	13
Çizelge 3.2. Fırat nehri üzerinde bulunan bazı barajların belirlenen net yıllık kayıpları	18
Çizelge 3.3. Dicle nehri üzerinde bulunan bazı barajların belirlenen net yıllık kayıpları	19
Çizelge 3.4. Fırat havzası sulamaları	20
Çizelge 3.5. Dicle havzası sulamaları	21
Çizelge 3.6. Fırat havzasında 2004 yılı sonu itibariyle işletmede olan GAP sulamaları (ha)	21
Çizelge 3.7. Dicle havzasında 2004 yılı sonu itibariyle işletmede olan GAP sulamaları (ha) ..	22
Çizelge 3.8. Urfa ana sulama sistemi (UA) kanal kapasitesi	28
Çizelge 3.9. Urfa kanal (UA) sistemi prizleri ve bunların sulama alanları	29
Çizelge 3.10. Urfa yedek sulama sistemi (UY4) kanal kapasitesi	30
Çizelge 3.11. Urfa yedek kanal (UY4) sistemi prizleri ve bunların sulama alanları	30
Çizelge 3.12. Çınar-Göksu sulaması kanal kapasitesi	33
Çizelge 3.13. Çınar-Göksu sulaması prizleri ve suladıkları alan	34
Çizelge 3.14. GAP sulama sistemleri karşılaştırmaları	43
Çizelge 3.15. Urfa-Harran ovasındaki toprakların hidrolik geçirgenliği	46
Çizelge 3.16. Aylık sulama suyu miktarları ($10^6 m^3$)	50
Çizelge 3.17. Drenaj suyunun tekrar kullanımı halinde yıllık drenaj suyunun miktar ve kalitesi	51
Çizelge 4.1. Harran ovası yer altı su seviyesine bağlı problemler alanlar	73
Çizelge 4.2. Harran ovası kapalı drenaj çalışmaları	73
Çizelge 4.3. DSİ genel drenaj kanalı bakım programı	76

SİMGELER DİZİNİ

\$	Amerikan Doları
Da	Dekar
DSİ	Devlet Su İşleri
EC	Elektriksel İletkenlik
EİEİ	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
FA	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
ha	Hektar
İBY	İşletme, Bakım Yönetimi
J	Kanal Eğimi
K	Hidrolik Geçirgenlik
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi
KHGM	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
MW	Mega Watt
n	Kanal Pürüzlülük Katsayısı
Q	Debi
R	Hidrolik Yarı Çap
TL	Türk Lirası
UA	Urfa Ana Kanalı
USBR	Birleşik Devletler Arazi Islah Bürosu
USSCS	Birleşik Devletler Toprak Muhafaza Hizmetleri
UY4	Urfa Yedek Kanalı
V	Hız
YAS	Yer Altı Suyu
YTL	Yeni Türk Lirası

1. GİRİŞ

Eko sistemlerin ve insanoğlunun yaşamı suya bağlıdır. Su; gerek insan vücudunun üçte ikisinden fazlasını ve gerekse de gezegenimizin ise %70'ini oluşturması nedeniyle her açıdan hayati ve hayatın devamını sağlayan en önemli unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsanoğlu, tarih boyunca yerleşim yerlerini ve dolayısıyla medeniyetlerini hep su kıyılarında veya kolayca suya erişilebilecek yerlerde kurmuş ve suyun olduğu yerlerde kalıcı olarak var olmuşlardır.

Dünyada ve Ülkemizdeki hızlı nüfus artışı, kentleşme, sulu tarımın giderek daha yaygın bir hal alması, sanayileşme hareketleri ile bunlara dayalı tarımsal ve endüstriyel kalkınma hareketleri doğal su kaynakları sistemlerini nicelik ve nitelik açısından her geçen gün daha fazla zorlamaktadır. Su, yeryüzünde sonsuz bir kaynak değildir. Yenilenebilir bir özelliği olmasına rağmen, kullanımına dayalı miktarındaki oran her geçen gün azalmaktadır. Su Kaynaklarının sosyo-ekonomik değerinin yanı sıra yaşamsal vazgeçilmezliği de bilinen bir gerçektir. Bundan dolayıdır ki; su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve kullanılması özel bir öneme sahiptir.

“Su kaynakları, yenilenebilir fakat miktarı sınırlı doğal kaynaklardan biri olarak toplumun ortak malıdır ve kullanımı bireylerin arzusuna bırakılamaz. Bu nedenle devletin başta gelen görevlerinden biride su kaynaklarını etkin bir şekilde korumak, geliştirmek, kontrol etmek ve herkesin faydalanacağı şekilde dağıtımını yapmaktır” (Avcı, 1998).

Dünyada ve Ülkemizde en büyük su tüketim gruplarının başında tarımsal amaçlı sulamalar gelmektedir. Bunu içme ve kullanma suyu, ardından da sanayi su kullanımını takip etmektedir. Tarımın en büyük su tüketim grubu olması dolayısıyla sulamalarda kullanılan sistemler ile bunların verimlilikleri, su kaynaklarının korunması ve geliştirilmesi açısından son derece hayati bir konudur.

Ülkemizde “1996 yılında su tüketiminde sektörlerin payına bakılacak olursa; %74 sulama, %16 içme ve kullanma, %10 sanayi iken, 2030 yılı tahminlerine göre, %65 sulama, %23 içme ve kullanma, %12 ise sanayi olması beklenmektedir” (Çakmak, 1998).

“Tarım sektörünün dışındaki diğer sektörlerde su kullanımındaki artışa rağmen, küresel ölçekte tarımsal sulama halen en büyük su kullanıcısı olarak yer almaktadır. Bununla beraber suyun tarımda ve sulamada daha verimli olarak kullanılması konusunda giderek artan bir baskı vardır. Diğer taraftan gıda üretimi ve kırsal gelir açısından sulama en önemli unsurlardan biridir. Bundan dolayıdır ki, hem yüksek su verimliliği ve hem de daha yüksek bir kırsal gelir için su yönetimi konusunun geliştirilmesi bir zorunluluktur. Su kaynaklarının geliştirilmesi ve yönetimi hizmetlerinde; kırsal alanlarda ki kullanıcılara teknik yardımın, çiftlik boyutunda sadece tasarım ve uygulama konusunda değil, aynı zamanda sulama tekniklerinin tanınması ve uygulanması konusunda da destek verilmesi gereklidir. Su kaynakları yönetiminde yeni değişimler ve fırsatların kullanılması, nüfus artışı ve kurumsal olarak su kaynaklarının daha verimli olarak yönetilmesi için ülkeler ya reformlar yapacak, ya da yeni ihtiyaçları karşılayabilecek çözümler bulmak zorundadırlar. Bu konuda da eğitim ve kurumsal kapasite oluşturma en önemli unsurlar olarak ortaya çıkmaktadır” (FAO, 2006).

Dünyanın birçok kıtasında ve bölgesinde nüfus artışı, hızlı kentleşme, sanayileşme ve sulama sistemleri nedeniyle suya ve su kaynaklarına olan talep her geçen gün daha da hızlı olarak artmaktadır. Bu talepleri karşılayabilecek su kaynakları ise kısıtlıdır. Bunun doğal sonucu olarak hemen hemen her ülkede su kaynakları ve en büyük su tüketim grubunu oluşturan sulama sistemleri üzerinde kapasite artırıcı, optimum kullanma esasına dayalı çalışmalar yapılmaktadır. Sulama oranları; her ülkeye, bulunduğu coğrafi bölgeye ve üretim desenine bağlı olarak değişiklikler göstermektedir.

Sulama randımanları ise kullanılan sulama sistemleri ile doğrudan ilgilidir. Salma, tava, karık sulamalarında bu oran %20 ile %60 arasında değişmekle birlikte,

alçak basınçlı, basınçlı, yağmurlama, damlama sulama gibi sistemlerde %60 ile %90 arasında bir orana sahip olabilmektedir. Az gelişmiş ülkelerde su kaynaklarının kullanımında genellikle tava ve karık sulamalar ağırlıklı olarak kullanıldığından sulama randımanları, son derece düşük gerçekleşmektedir. Ayrıca su kısıtları olan bölgelerde atık sularında sulama amaçlı olarak kullanıldığı bilinmektedir.

Su kaynaklarının çok kısıtlı olduğu bazı bölgelerde ise, Orta Doğu gibi, ülkelerin ekonomik, siyasal ve sosyal yapılarına bağlı olarak kullandıkları sulama sistemleri ve sulama sistemlerinin verimliliğinde de çok farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Örneğin; açık kanal sistemi uygulanan projelerde, sulama randımanı Suriye, Irak ve Ürdün gibi ülkelerde, %30-%50 arasında gerçekleşirken, damlama sulama sistemini ağırlıklı olarak kullanan İsrail de ise, %90'lar civarında oldukça yüksek gerçekleşmektedir.

Sulama randımanları, Afrika ülkeleri ile Latin Amerika ülkelerinde de %40'lar civarında olup, sulama sistemlerine dayalı iletim randımanları yüksek değildir. Latin Amerika ve Karayipler de yapılan çalışmalarda “Su kaynakları sistemleri ve sulamalarda; artan su talebine karşılık olarak sulama yatırımlarında azalmayla beraber yeni su kaynakları teminine yönelik çalışmalardan farklı olarak, sulamalarda eşitlik ve verimliliğin, su politikaları ve yönetim reformlarıyla daha iyi sonuç verdiği ortaya konmuştur” (WCA, 2006). Avrupa, Amerika ve Kanada da ise ağırlıklı olarak borulu sulama sistemleri kullanıldığından bu oran diğer ülkelere göre daha yüksek olmakla beraber %85 civarındadır. Asya ülkelerinde ise, %50-%70 arasında olup, ülkelerin buldukları yere, bölgeye ve kullandıkları sulama sistemlerine bağlı olarak farklılıklar göstermekle beraber yüksek oranlarda değildir. Avustralya da ise “Toplam su kaynaklarının % 70'den fazlası kullanılarak yapılan sulu tarımın, toplam net tarımsal geri dönüşe katkısı % 50 civarındadır. Burada da ekonomik olarak yapılabilir ve sürdürülebilir sulu tarım yapılması öncelikli bir konu durumundadır” (CLW, 2006).

Ülkelerin su kaynakları yapılarında, sulama sistemleri ile drenaj şebekelerinde kullandıkları teknolojiler ve sistemler, buldukları iklim kuşağı ile

ülkelerin ekonomik ve sosyal yapılarına bağlı olarak büyük değişimler göstermektedir. Az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde ekonomik yapıya bağlı olarak kaplamalı veya kaplamasız açık kanal yapıları ile vahşi, salma sulamalar yapılırken, gelişmiş ülkelerde kapalı, basınçlı (yağmurlama ve damla sulama) sistemleri gibi yöntemler kullanılmaktadır. Özellikle sıcak iklim kuşağında ve kısıtlı su kaynağı olan gelişmiş ülkelerde düşük basınçlı borulu veya damla sulama sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dünyada su kaynaklarına olan talep her geçen gün artmakta olup, su kaynakları ise bu talebi karşılayacak oranda artmamaktadır. Dolayısıyla artan talebi karşılamak için ileri mühendislik teknolojileri ve su tasarrufu sağlayacak her türlü önlemin alınarak kullanılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Su kaynaklarına, sulama sistemlerine ve drenaja dayalı olarak yapılan planlamalar ve inşaatlar uzun zamanlı, yüksek maliyetli ve çoğunlukla da kamu kaynaklı olduğundan dolayı, su ile ilgili olan yasal, idari, sosyal, teknik ve ekonomik tüm faaliyetlerin entegre bir yaklaşımla, havza bazından başlayarak çiftlik seviyesine kadar, su kaynakları yönetimine yansıtılması gerekmektedir.

Bundan dolayıdır ki bu çalışmada; Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamında yer alan su kaynakları, sulama sistemleri ve drenaj gereksinimleri incelenecektir. Çünkü; GAP kapsamında suya dayalı olarak yapılan çalışmaların ve inşaatların tamamı henüz bitirilememiştir. Enerji projelerinin büyük bir kısmı tamamlanmış olmasına karşın, sulama inşaatlarında gerçekleşme oranı halk sulamaları dahil %20'ler civarındadır. Dolayısıyla; bu çalışmadaki esas amaç mevcut kaynakların dağıtımının ve kullanımının planlanması ile ilgili olarak öngörülen beklentilerin, gözlemlere dayalı olarak sahadan çıkan sonuçlar açısından değerlendirilmesidir. Bu değerlendirmelere dayalı olarak da sorunlara ve ihtiyaçlara ilişkin önerilere yer verilecek ve bu alandaki çalışmalara, kurum ve kuruluşların hizmetine sunulacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında Fırat ve Dicle nehirleri ile bölgedeki diğer küçük havzalardan gelen su kaynakları, sulama sistemleri ve drenaj ihtiyaçları üzerine çeşitli çalışmalar, değişik zamanlarda ve yerlerde araştırmacı kişiler, kurum ve kuruluşlar tarafından yapılmıştır.

Temel amaç; “Bu su kaynaklarından yararlanmak için en mükemmel şekilde tahsis edilmesini sağlayacak yönetim ve işletme politikalarının tanımlanması ile ilgilidir. Esas amaç mevcut kaynakların dağıtımının ve kullanımının planlanması için tercih edilen stratejiyi ortaya çıkarmada kullanılacak bir mekanizmayı meydana getirmektir. Bu mekanizma (model) esas olarak kütleli dengeyi esas alarak sistem dahilinde talep ve arzın birbirleriyle uzlaştırılmasını ayarlamaktır. Yani bu, imkanlar ve sulama taleplerinin dengelenmesinin sağlanması için, herhangi bir belirli anda mevcut olan su birikimi ile verilen sular arasında bir denge olması anlamına gelmektedir” (Halcrow-Dolsar, 1993a).

Sulama sistemlerinin hidrolik modellemesi, sulamalarda işletme veriminin yüksek olması ile son derece ilgilidir. GAP’ın ana hedeflerinden biri olan sulamaya dayalı sürdürülebilir kalkınma da, sürükleyici sektör olarak tarım ön plana çıkmaktadır.

Tarımsal sulamanın başarılı olabilmesi için işletme randımanları ve sulanması planlanan alanın genişliği göz önüne alınmalı, sulama randımanlarının yüksek olması gerektiği anlaşılmalıdır. “Durum bu kapsamda ele alındığında da bölgedeki sulu tarım için en uygun işletme, bakım ve yönetim modelinin belirlenmesine ihtiyaç olduğu konuyla ilgili tüm kuruluşlarca kabul edilmektedir. Böyle bir modelin tanımlanabilmesi için kurumsal ve yasal içerikler, sosyal ve kültürel davranışlar, çevresel etkileşim potansiyeli, mali ve ekonomik ihtiyaçlar gibi konuların

incelenmesi ve ayrıca teknik açıdan uygunluğunun ve devamlılığı sağlayıp sağlayamayacağını belirlenmesi gereklidir” (Khatabi and Suter, 1994).

“GAP Bölgesindeki genel model; su ihtiyaçlarının ve sulu tarımın en etkin bir şekilde gelişmesini destekleyen bir kurumsal ve örgütsel çerçeveye sahip olmalıdır. Net faydanın maksimum değere çıkartılması, devamlılığın sağlanması, uygulanabilirlik ve esneklik önemlidir. Modelin erken uygulanabilirlik ve zaman içinde oluşacak şartlara uyum sağlayarak daha etkin bir şekil alabilme özelliklerine sahip olması gerekir. Tüm sulama sistemini asli işletme bileşenlerine ayırmak suretiyle, sulama çalışmalarını yürütecek bazı potansiyel yönetim modelleri ve her birisi için muhtemel yönetim birimlerinin belirlenmesi önemlidir” (GAP, 1994).

“GAP Bölgesinde 22 000 km. uzunluğunda açık drenaj kanalı inşa edileceği tahmin edilmektedir. Bu kanallar ilkbahar yağışlarının oluşturacağı yüzeysel akımları ve sulamalardan gelecek sulama suyu fazlasını toplayıp atacaktır. Bu drenaj sistemleri muhtelif boyutlara sahip kanallardan oluşmaktadır. Drenaj kanalları sadece yüzeysel drenaj sistemi olarak çalıştıkları için taban suyu yükselmesi ve tuzlanmayı önlemek açısından direk bir etkisi yoktur. Bu sistemin anılan konular üzerinde etkin olabilmesi için derin bir yer altı drenaj sistemine ihtiyaç vardır. Tabi bütün bunlara rağmen yüzeysel drenaj sisteminin su tablası ve tuzlanma üzerindeki dolaylı etkisini de göz ardı etme olanağı yoktur. Çünkü yüzeysel suların drene edilmemesi halinde toprağa sızacağı ve toprak profili içinde drene olacağı açıkça ortadadır” (Rycroft, 1994).

“Yıllık bir işletme planı, su gereksinimlerine dayalı bir sulama suyu ihtiyaçları programının hazırlanmasını ve mevcut su kaynaklarının tahsis ve dağıtım planının formüle edilmesini içerir. Bu şekilde sistem işletmesine dahil olan tüm taraflar, ana sistem operatörleri, sekonder sistem operatörleri ve çiftçiler su kaynaklarının etkili ve adil bir şekilde temin, dağıtım ve kullanımını azami seviyeye çıkarmak için gayretlerini koordine edebilirler” (Halcrow-Dolsar, 1999).

Sulama amaçlı iletim kanallarındaki su kayıpları, dünyanın değişik coğrafi bölgelerindeki ülkelerde, ekonomik yapı, su kültürü, sulama grupları, sulama alanının özellikleri, sulama kanallarının fiziki yapısı ve değişik yapım koşulları gibi pek çok nedenlere dayalı olarak, farklılık göstermektedir. Büyük miktarlarda tarımsal amaçlı su kullanan bu tür ülkelerde en önemli sorunlardan biri olarak su kayıplarının en aza indirgenmesi için optimum kullanım esaslarına yönelik olarak sürekli çalışmalar yapılmaktadır.

“Ölçümler göstermiştir ki, Pakistan’da sulama kanallarından çiftlik kanallarına bırakılan suyun % 50’si çiftçi arazisine ulaşmamaktadır.” (Kahlown ve ark., 2000) “Bu kayıplara sebep olan faktörler arasında; kanal birleşim yerlerindeki bozulmalar, banket üzerinden taşmalar, kesitlerdeki fazla kazılara dayalı olarak oluşan ölü hacimler ve kanalların üst kesimlerindeki yüksek oranlardaki su kayıplarıdır.” (Trout, 1979) “Kanalların üst kesimlerindeki su kayıpları; temel seddelerinin yapısına ve durumuna bağlı olarak değişmektedir. Kaplama yapılmış kanallara oranla, toprak seddelerde bozulmuş durumda olan bu tür üst yapılarda, geçirgenlik 2 ile 10 kat daha fazladır” (Kahlown and Kemper, 2003).

“Tarım sektörü Pakistan’da en büyük su kullanıcısı durumundadır. Hemen hemen nehir sularının % 97’si tarımsal amaçlı olarak kullanılmaktadır.” (Kahlown and Majeed, 2002) Pakistan’da “Sulama sistemleri; kanallar, dağıtıcı iletim ve tarla kanallarından oluşmaktadır. Su iletim kayıpları dağıtıcı ve tarla kanallarında sırasıyla %25 ile %30 civarındadır. Beton kanallarda bu su kayıplarındaki en önemli sebep; kaplama kalınlığı ve betonun karışımından çok, kalite kontrol eksikliğinden kaynaklanmaktadır” (Kahlown and Kemper, 2004).

“Su kaynaklarının arz ve yönetimi, sulama sistemlerinin genişletilmesinde ve iyileştirilmesinde, pek çok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de, gıda üretimi ve güvenliği açısından hayati bir rol oynamaktadır. Tarımsal yatırımlarda kaynakların büyük bir kısmı, zamana bağlı olarak % 75’lere varan oranlarda, sulama projelerine aktarılmaktadır. Tüm sulama projelerinin tamamlanma süresi bu sektörde 15 ile 20 yıl gibi bir süre almaktadır” (MOCA, 2005).

“Talep yönetimi; hem suyun kullanımının direkt kontrolü ile beraber, ilgili tüm sektörlerle birlikte su kayıplarını azaltmak ve dağıtım ile çiftlik seviyesinde modernizasyonunu ve hem de indirekt ölçümleri ile de suyun fiyatlandırılmasını, pazar piyasasındaki mali etkileriyle beraber kamu eğitimini davranışsal olarak kapsamaktadır” (Kibaroğlu, 2005).

“Sulama ve drenaj yönetim planı; yöneticilerin sulama sistemlerini, suyun daha verimli ve etkin kullanımı açısından, objektif olarak değerlendirmek, tanımlamak ve daha sonra da verimli bir şekilde yönetmek açısından önemlidir” (Hassall and Associates, 2005).

“GAP çerçevesindeki Fırat ve Dicle havzalarında hidrolojik modelleme ve hidrometeorolojik tahmin yetenekleri geliştirilmesi konusu ile çok barajlı ve çok amaçlı akarsu havzalarında sistem analizi, modellemesi ve optimizasyonuna yönelik çalışmalar, değişen amaç ve kriterlerle kullanılabilir şekilde mümkün olduğu ölçüde genel amaçlı olarak gerçekleştirilmiştir. Böylelikle, geliştirilecek bir entegre su kaynakları planlama ve yönetim sistemi yardımıyla, GAP çerçevesinde su kaynakları kullanımını düzenleyen tesislerin, öngörülen amaç ve kriterler doğrultusunda ve değişik gelişme aşamalarındaki konfigürasyonları için, optimal çözümler elde edilebilecek ve değerlendirilecektir” (Yenigün ve Gerger, 2006).

“Su hayatın ve saflığın sembolüdür. Dünya Bankası tarafından yapılan araştırmalara göre; 80 ülkede, ki bu ülkeler dünya nüfusunun % 40'ını oluşturmaktadır. Suya ulaşmada, sağlık açısından gerekli ve yeterli kalitede su temininin de zorluklar yaşanmaktadır. Bu durum; su kaynaklarının yetersizliğinin yanında, temel olarak sulama sistemlerinin verimsizliği; teknolojik konular, iletim ve dağıtım ile yetersiz sulama alt yapısı ile yetersiz işletme ve bakım koşullarından kaynaklanmaktadır” (Southernland Association, 2006).

“Su kaynakları planlaması, istenilen amaçlar doğrultusunda ve öngörülen kriterler çerçevesinde su kaynaklarının en verimli kullanılmasını sağlayacak faaliyetlerin tümünü kapsayacaktır. Esas olan sistem optimizasyonu ile ilgili

kısımlardır. Bunun için yapılacak planlamada ise (özellikle belirli bir zaman boyutu içinde optimal olduğunun kabulü ile) planlama sürecinin süreklilik arz eden bir niteliğe sahip olması gerekmektedir. Bu yüzden planlama, dinamik ve sürekli olarak yenilenebilir şekilde olmalıdır” (Yenigün ve Gerger, 2006).

“Suyun kıt olduğu bölgelerde su kaynaklarının en verimli bir şekilde yönetimi önem kazanmaktadır. Su hizmetlerinin yönetim anlayışında son 15 yıl içinde kamu hizmeti anlayışından Pazar ekonomisi anlayışına doğru bir yönelme görülmektedir. Su teminine yönelik faaliyetler pek çok ülkede halen kamu kurum ve kuruluşları eliyle yürütülmektedir. Ancak özellikle az gelişmiş ülkelerin bütçelerinin yetersizliği, iç ve dış borçların artışı ve mali kaynakların verimli sektörlere tahsis edilememesi gibi nedenlerle artan finansman sorunları bu hizmetlerin arzında büyük aksamalara neden olmaktadır. Bu durum yeni yöntem arayışlarını başlatmakta ve kamu hizmeti olarak bilinen bir çok alanda özel sektörün gerek yatırım ve gerekse işletme aşamalarında yer almasını sağlayacak modeller oluşturmaktadır. Bir diğer deyişle kamu hizmeti verilen alanlar daraltılmakta ve bu hizmetlerin geliştirilmesi ile ilgili politikaların temel maddesi olan su bir çok değerlendirmede “yaşamın vazgeçilmez unsuru ve yerine bir başka varlığın ikame edilemeyeceği bir doğal kaynak” olarak ele alınmaktadır.”

“Geliştirilmeyi bekleyen su potansiyelimize karşın su yönetimindeki çok parçalı yapının ortaya çıkardığı olumsuzluklar, su kaynakları yönetiminin kurumsal yapısının kapsamlı bir biçimde yenilenmesini zorunlu kılmaktadır. Doğal olarak bu yeni kurumsal yapı tercih edilecek teknik, ekonomik ve sosyal politikaların temelinde şekillenecektir. Bu politikaların tespitinde ülkemize özgü koşullar dikkate alınmalıdır” (TMMOB İMO, 2006).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında yer alan su kaynakları Fırat ve Dicle nehirlerinin su toplama havzaları sistemlerinden oluşmaktadır. Bu nehirlerin her ikisi de, GAP'ta, rezervuarların ve derivasyonların karmaşık bir ağını oluşturmaktadır. Öncelikli hedef Bölgede yer alan su kaynaklarının tespiti ile buna dayalı olarak optimum bir sulama sistemleri ile ihtiyaçların karşılanması hedeflenmektedir. Bu çalışmalarda en önemli sorunlardan biri olarak ortaya çıkması beklenen drenaj ihtiyaçlarının da tespiti ve bu konuda yapılması gerekenler ayrı bir öneme sahip olacaktır.

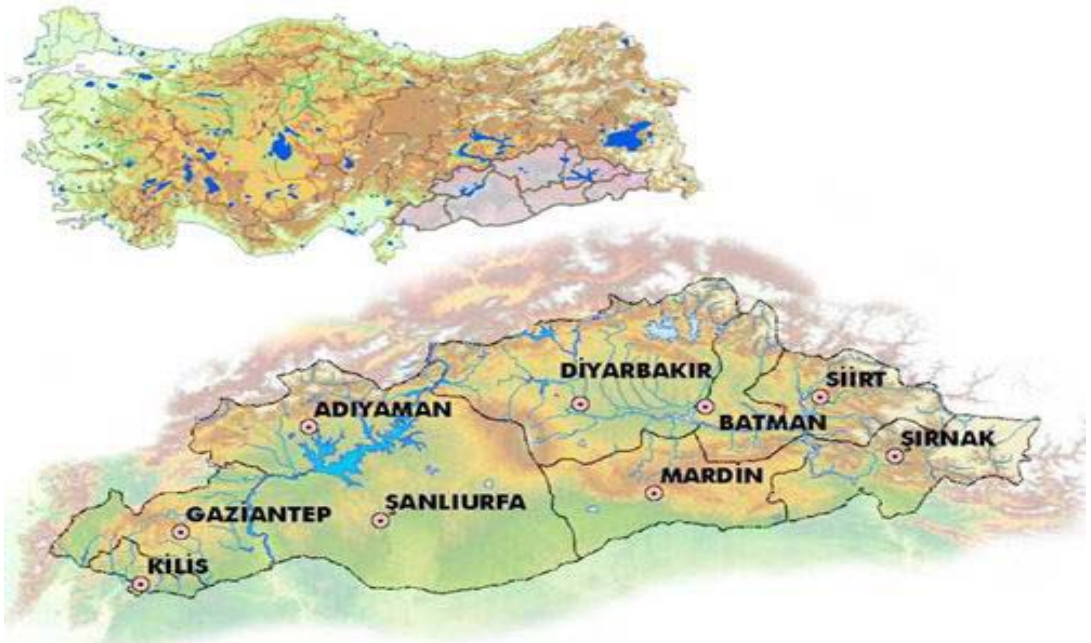
Bu çalışmadaki esas amaç; önceki yıllarda ilgili kişi, kurum ve kuruluşlar tarafından yapılan çalışmalara dayalı verileri toplamak ve mevcut ihtiyaçlar açısından, sahaya dayalı gözlemlerle değerlendirmektir. Bununla ilgili olarak da; sulama sistemleri ve su dağıtım yöntemlerinin incelenmesi, su kontrol yapıları, kapaklar, kapak türleri ile memba ve mansap kontrol türlerinin birlikte kullanılması üzerinde yapılan çalışmalar, suyun randımanlı bir şekilde kullanılması ve drenaj ihtiyaçları ile drenaj sistemlerinin incelenmesi, potansiyel işletme sorunlarının belirlenmesi, işletme kontrolünü arttıracak seçeneklerin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi, hâlihazırda inşaatı tamamlanmış ve tasarım halinde olan drenaj sistemlerinin potansiyel zayıf yönlerini tespit etmek, bunları giderici veya azaltıcı tedbirleri önermek ve bu gibi sorunların gelecekte tekrar edilmesini önlemek, genel sulama randımanını arttırmak amacıyla drenaj suyunun tekrar sulamada kullanılması ile ilgili çalışmanın incelenmesidir.

Gelecekte yapılacak projelendirme çalışmalarında kullanılacak veya halihazırda projelendirilmesi tamamlanmış sulamalarda iyileştirmelere yardımcı olmak amacıyla, kaynaklardan elde edilen verilere dayalı olarak öngörülen hedefler açısından kıyaslamalar yapılacak ve su kaynaklarının optimum şekilde kullanılmasını

sağlayacak yönetim ve işletme konularında, kurumsal ve yasal içerikler, sosyal ve kültürel davranışlar, çevresel etkileşim potansiyeli, mali ve ekonomik ihtiyaçlar gibi konularda gözlemlere dayalı öneriler sunulacaktır.

3.1. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde; Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak İllerinin kapsadığı alan "GAP Bölgesi" olarak tanımlanmaktadır. Güneyde Suriye, güneydoğuda ise Irak'la sınırı bulunan bu bölgenin, Türkiye'de sulanabilir 8.5 milyon hektar arazinin yüzde 20'si, Aşağı Fırat ve Dicle Havzaları'ndaki geniş ovalardan oluşan GAP Bölgesi'nde yer almaktadır. Türkiye ve GAP bölgesi Şekil 3.1'deki haritada gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Türkiye ve GAP Bölgesi (GAP, 2006)

Türkiye'nin iki önemli akarsuyu Fırat ve Dicle Nehirleri GAP Bölgesi'nden geçer. Doğu Anadolu Bölgesi'nden kaynaklanan bu iki nehir, sularını en son olarak Basra Körfezine boşaltır.

Verimli Hilal veya Yukarı Mezopotamya olarak adlandırılan bu bölge, insanlık tarihinde medeniyetin beşiği olarak bilinmektedir. GAP Bölgesi, tarih

boyunca Anadolu ve Mezopotamya toprakları arasında geçişi sağlayan bir köprü görevi görmüştür.

Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak illerini kapsayan proje alanı 75 358 km² olup, 7 milyon civarında bir nüfusa sahiptir. Türkiye yüzölçümü ve nüfusunun yaklaşık %10'unu oluşturan Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, önce su kaynaklarının geliştirilmesini amaçlayan bir mühendislik projesi olarak başlayan, daha sonra çok sektörlü, entegre, bölgesel bir yatırım programı olarak ele alınan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP), günümüzde insan odaklı sürdürülebilir bir kalkınma projesi olarak yürütülmektedir.

Türkiye'nin şimdiye kadar suya dayalı yaptığı en kapsamlı ve en büyük projesidir. İçinde; barajlar, hidroelektrik santralleri, sulama sistemleri, tarımsal altyapı hizmetleri, endüstriyel gelişim, sanayileşme, sağlık, eğitim, turizm ve diğer sektörel projeleri kapsamaktadır.

Bu çok sektörlü ve entegre projede çalışmalar, fikir olarak Cumhuriyetin kuruluşunun ilk yıllarından itibaren başlamıştır. 1960'lı yıllarda Fırat ve Dicle Havzaları farklı ve bağımsız iki havza olarak çalışılmış, 1970'li yılların ortasından itibaren her iki nehir ve havza tek bir proje paketinde toplanarak Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) adını almıştır. Ağırlıklı olarak Kamu Kurum ve Kuruluşları tarafından yürütülen bu projede EİEİ, DSİ, KHGM, Tarım Bakanlığı, GAP gibi kuruluşlar öncü rol üstlenmiştir.

Temel hedef Fırat ve Dicle nehirlerindeki suları, ekonomik olarak sulanabilir verimli topraklara aktarmak ve böylece Ülkemizin geri kalmış Bölgelerinden biri olan Güneydoğu Anadolu Bölgesinde sürdürülebilir su ve toprak kaynaklarına dayalı bir kalkınma sağlamaktır. Bu projeler paketi öngörülen hedefleri doğrultusunda tamamlandığında; "kişi başına düşen gelirin %209 artması, tüm sektörlerde ortalama %445'lik bir büyüme ve 3.8 milyon kişiye de istihdam olanakları sağlanmış olacaktır" (GAP, 2003).

Yukarıda anılan hedefleri sağlamak amacıyla; GAP kapsamında; 22 baraj (13'ü tamamlanmıştır) , 19 hidroelektrik santrali (7'si tamamlanmıştır) ile 1 762 000 hektarlık bir alan da (Ekim 2003 itibariyle 233 300 hektarı kamu olmak üzere halk sulamalarıyla beraber 400 bin hektar civarında bir alan da sulu tarım yapılmaktadır) ekonomik olarak sulu tarım yapılması ve 7476 megavatın üzerinde bir kurulu kapasite ile yılda 27 milyar kilovat saatlik elektrik enerjisi (Ekim 2003'de 19.908 milyar kilovat saat üretilmiştir) üretilmektedir (GAP İdaresi, 2003).

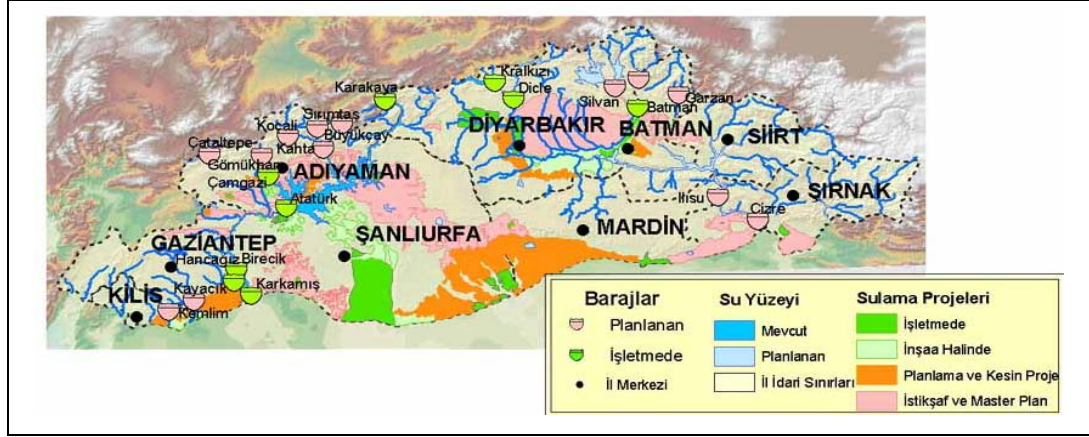
3.2. GAP Su Kaynakları Geliştirme Projeleri

Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında Fırat ve Dicle nehirleri ile bölgedeki diğer küçük havzalardan gelen su kaynakları üzerine çeşitli çalışmalar, değişik kişi, kurum ve kuruluşlar tarafından yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar Çizelge 3.1'de yer almaktadır.

Çizelge 3.1. GAP-su kaynakları geliştirme projeleri

FIRAT HAVZASI	DİCLE HAVZASI
1-KARAKAYA BARAJI ve HES	1-DİCLE-KRAL KIZI
2-AŞAĞI FIRAT	2-BATMAN
3-SINIR FIRAT	3-BATMAN-SİLVAN
4-SURUÇ-BAZİKİ	4-GARZAN
5-ADİYAMAN-KAHTA	5-ILISU
6-ADİYAMAN-GÖKSU-ARABAN	6-CİZRE
7-GAZİANTEP	7-MÜNFERİT PROJELER (6 ADET)
8- MÜNFERİT PROJELER (9 ADET)	

Temelde iki büyük havza ve yan kollarından oluşan on üç büyük proje paketinden ve 15 adet münferit projeler grubundan meydana gelmektedir. GAP bölgesi su kaynakları projeleri Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. GAP Su kaynakları projeleri (GAP, 2006)

Yüksek maliyetli su kaynakları ve sulama sistemlerine dayalı altyapı yatırımlarının bir kısmı yapılmış, bir kısmı inşa halinde, kalanlarının ise planlaması büyük oranda tamamlanmış durumdadır. Burada dikkate alınması gereken bir diğer unsur da her iki su kaynağının birbirinden ayrı olarak kabul edilmiş olması ve aralarında hali hazırda hiçbir bağlantının olmayışdır. Bundan dolayı temel amaç iki ayrı ve kendine yeterli modelin ortaya çıkarılması gerekliliğidir. Bu bağlamda anlamlı sonuçların çıkarılması ve su kaynakları modelinin tespit edilmesi için veriler yoğun bir şekilde kullanılmalıdır.

3.3. Fırat ve Dicle Havzalarının Su Kaynaklarına Ait Hidrolojik Veriler

Bölgesel nehir akımlarına ait veriler, projeye sağlanacak su kaynaklarının hacimlerinin belirlenmesinde en önemli ihtiyaçtır. GAP kapsamındaki rezervuarlarda su depolama için oldukça iyi bir düzenleme planlanmış ve muhtemel su taleplerindeki artışı karşılayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu rezervuarların bunlara sahip olup, olamayacağı, onlara olacak giriş akımlarının değişkenliğinin ve güvenilirliğinin bir işlevi olarak ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla tüm modelleme uygulamasının değeri ve performansı kesin olarak verinin niteliğine, doğruluğuna, GAP Bölgesindeki hidrometrik şebekenin varlığı ile mekansal kapsamına bağlıdır.

Ölçüm yapılan yerlerin geniş bir alanı kapsamı nedeni ile ölçüt açısından yüksek bir standarda ulaşılmıştır. 1937 yılından bu yana gerek DSİ ve gerekse de EİEİ'nce yaklaşık 350 yerin ölçümü yapılmıştır. En erken DSİ kayıtları 1959

yılından itibaren başlamaktadır. Daha sonra bu tarih ile 1965 yılı arasında sadece Fırat Havzası içinde 100'ün üzerinde ölçüm istasyonu kurulmuştur. Bunların içinden 15 taneden daha azında halen ölçüm yapılmakta olup, kayıtların ortalama uzunluk süresi 10 yıldan azdır. Bu durum eski verilerin güvenilirliğinin tespit edilmesinde zorluklarla karşılaşılacağını göstermektedir. 1965 yılından bu yana DSİ tarafından havza içinde toplanan veriler, 1970'li yılların sonunda hidrometrik faaliyetlerin canlandırılmasından sonra tekrar yaklaşık olarak 100'ün üzerinde ölçüm istasyonunu kapsamaktadır. “1973'ten sonraki yıllarda Keban baraj yerine gelen akışlar Palu/Murat + Logmar/Peri + Melekbahçe/Munzur + Bağıştaş/Karasu + Dazlak/Çaltı akışları toplamıyla; Karakaya ve Kömürhan akışları Keban + Hisarcık/Tohma akışları toplamıyla regresyona dayanarak; Atatürk baraj yerini temsil eden Dutluca akışları da aynı yaklaşımla kestirilmiştir”

“Fırat'ın Türkiye'den kaynaklanan akışlarının, 1937-1980 süresinde $870 \text{ m}^3/\text{s}$ ortalaması olan Dutluca akışlarının, Temmuz-Şubat süresindeki 8 ay boyunca ortalamasının oldukça altında, 300 ila $550 \text{ m}^3/\text{s}$ civarında olduğu; Ağustos ve Eylül gibi aylarda çok kez bunun da altına, $170 \text{ m}^3/\text{s}$ mertebelerine kadar dahi indiği belirlenmiştir. Aynı çalışmada, bütünleştirilmiş Keban-Karakaya-Atatürk hazneleri için yapılan, yaklaşık nitelikteki işletme hesapları sonrasında, 1937-1980 süresinde hiç eksiksiz güvenilir enerji üretimi esas alındığında, düzenlenmiş akışların $690 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin altına düşmeyeceği; ay sayısının % 5'inde eksik üretime olanak tanıyan güvenilir enerji üretimi esas alındığında, söz konusu aylar dışında düzenlenmiş akışların $760 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin altına düşmeyeceği görülmüştür.” (Öziş ve ark., 2000).

Dicle Havzasına ait verilerde de durum yaklaşık olarak aynıdır. DSİ verileri konusundaki en büyük sorun bu verilerin ne şekilde yayınlandığıdır. Bunlar Türkiye'nin tümünü kapsayan ve günlük verileri içeren hidrolojik yıllıklar vasıtası ile olmaktadır. Her istasyon ve yıla ait aylık özetler yıllıklarda verilmekle beraber sadece 1986 yılına kadar mevcuttur.

“GAP su toplama ve dağıtma sistemleri havzalar ve sulama kontrol alanlarını kapsayan $74\,000 \text{ km}^2$ 'lik bir toplam potansiyel alanı kapsamaktadır. Fırat havza sisteminde planlanan toplam aktif su depolaması $43.9 \times 10^9 \text{ m}^3$ ve Dicle havza

sistemi $15.9 \times 10^9 \text{ m}^3$ 'tür. Planlanan sulama alanları sırasıyla 1.08×10^6 ha. ve 0.67×10^6 ha. dır. GAP Bölgesi dahilinde bu 60 km^3 aktif su depolamaya dönüşmekte ve en az $17\,500 \text{ km}^2$ 'lik bir alan sulanacaktır. Aşağı Fırat'ta 53, Batı ve Orta Dicle'de 15, dolayısıyla toplam 68, ayrıca Doğu Dicle'de 22 baraj sulama ve/veya enerji üretimi için gerekli düzenleme haznelerini oluşturacaktır" (Öziş ve ark. 2000).

Araştırmacılar tarafından, Fırat ve Dicle havzalarının su potansiyellerinin tespiti için yapılan çalışmalarda çeşitli lineer istatistiği modellerin uygulanmasını takiben Fırat üzerinde 1937–1993 yılları arası ve Dicle üzerinde ise 1946–1994 yılları arasındaki sürece ait hidrolojik veriler toplanmış ve kullanılmıştır.

Fırat havzasının toplam su potansiyeli hakkında, çoğunlukla 30 milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ (yaklaşık olarak %90'i Türkiye sınırları içerisinde) değerinin biraz altında veya birkaç milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ üstünde değişen değerlere rastlanılmaktadır. Bu konuda; Şahin 29.0 milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ kullanırken (Şahin, 1989), Kolars ve Mitchell ise 29.5 milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ kullanmıştır. (Kolars ve Mitchell, 1991), Star ve Stoll ise 31.8 milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ değerini kullanırken (Star ve Stoll 1987; Beaumont, 1992), Kutan, 32 milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ değerini kullanmıştır. (Kutan, 1996), Bilen ise 35 milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ değerini (Bilen 1997, 2000), Akmandor ve arkadaşları ile Dış İşleri Bakanlığı ise 35.6 milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ değerini kullanmışlardır. (Akmandor ve ark.1994, Dışişleri 1996), Öziş ve arkadaşları ise 29.5-35.4 milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ değerlerini esas almıştır. (Öziş, 1994; Öziş ve ark., 2000; Özdemir ve Öziş, 2000)

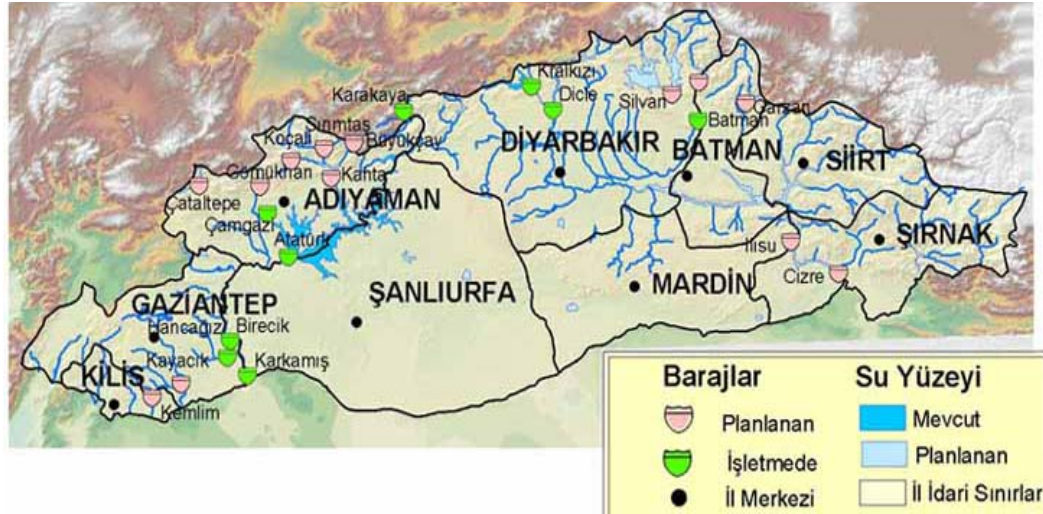
Dicle havzasının toplam su potansiyeli hakkında, çoğunlukla 50 milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ (20 milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ civarında Türkiye sınırları içerisinde) değerinin birkaç milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ altında veya üstünde değişen değerlere rastlanılmaktadır. Bunlar; Starr ve Stoll, Kutan 42.2 milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ değerini kullanırken, (Star ve Stoll 1987, Kutan 1996), Şahin, Akmandor ve ark. ile Dış İşleri Bakanlığı 48.7 milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ değerini kullanmışlardır. (Şahin, 1989; Akmandor ve ark., 1994; Dışişleri 1996), Beaumont ve Bilen ise 52.7 milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ değerini esas almışlardır. (Beaumont, 1992; Bilen 1997, 2000), Öziş ve arkadaşları 47-56 milyar $\text{m}^3/\text{yıl}$ değerini kullanmışlardır. (Öziş

1994), Yine başka bir çalışmada Özdemir ve Öziş 58-60 milyar m³/yıl değerini kullanmışlardır (Özdemir ve Öziş, 2000).

“Güneydoğu Anadolu Projesi tamamlandığında; ülkemiz sınırları içinde yılda 53 milyar m³’ten fazla su akıtan Fırat ve Dicle nehirleri üzerindeki tesislerle Türkiye toplam su potansiyelinin %29’u kontrol altına alınmış olacaktır” (GAP, 2006).

3.4. Su Kaynakları Buharlaşma ve Yağış Verileri

Baraj göl haznelerinde birikmiş olan suda meydana gelen kayıpları hesaplamak için hidrometeorolojik veri tabanı buharlaşmaya ait verilerin toplanması ile tamamlanmaktadır. DSİ tarafından izlenen yol, Class A pan buharlaşma kab verisini almak ve 0.7’lik bir pan katsayısı kullanılarak onu açık su buharlaşmasına indirmektedir. GAP bölgesi barajları ve su yüzeyleri Şekil 3.3’de ki haritada gösterilmiştir.



Şekil 3.3. GAP bölgesi barajları ve su yüzeyleri (GAP, 2006)

Fırat nehri üzerinde bulunan bazı barajların belirlenen net yıllık kayıpları aşağıda yer alan Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Fırat nehri üzerinde bulunan bazı barajların belirlenen net yıllık kayıpları (Halcrow-Dolsar, 1993)

BARAJ	Yıllık yüzeyden net evaporasyon (mm)	Maksimum işletme kotunda su yüzeyi alanı (km²)
KEBAN	928	678
KARAKAYA	993	268
ATATÜRK	1200	817
BÜYÜKÇAY	790	3
SIRIMTAŞ	886	1
KOÇALİ	839	7
KAHTA	964	21
ÇAMGAZİ	986	6
GÖMÜKHAN	918	2
SEVE	1002	3
KAYACIK	983	5

Dicle su kaynakları sisteminde biriken suların yıllık kayıpları da Fırat havzasındaki aynı yöntemle hesaplanmaktadır. DSİ verileri; GAP Bölgesinin genel bir analizinden çok, ayrı ayrı olarak her proje ve tali projeler üzerinde odaklanmıştır. Bunun doğal sonucu olarak da hidrolojik veri tutarsızlıkları ortaya çıkabilmektedir.

“GAP kapsamındaki baraj haznelerinden yıllık ortalama buharlaşma kayıpları Fırat'ta 4.5 milyar m³/yıl, Dicle'de 1.5 milyar m³/yıl; mansap ülkelerde Fırat'ta 2.5 milyar m³/yıl, Dicle'de 4.5 milyar m³/yıl civarında olacaktır.” (Öziş, 1994; Öziş ve ark. 2000).

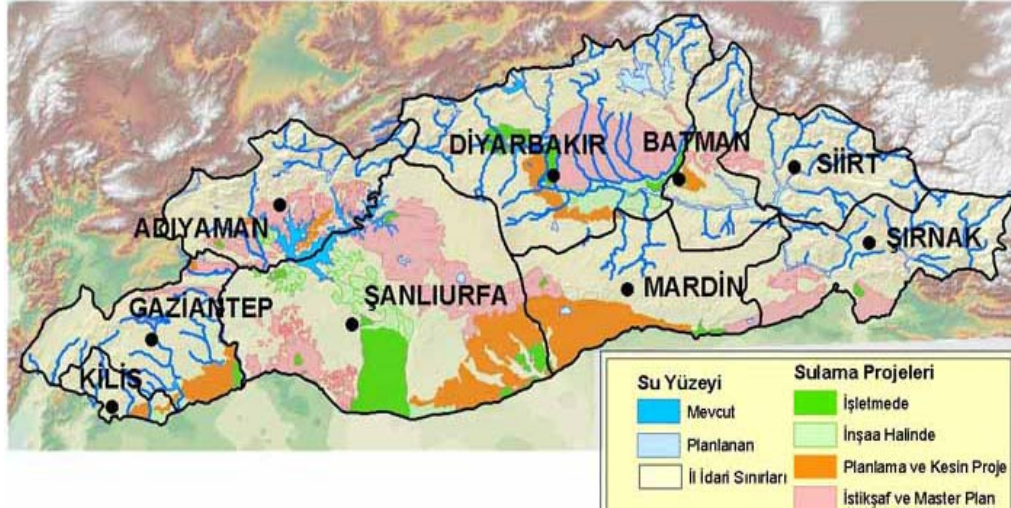
Dicle nehri üzerinde bulunan bazı barajların belirlenen net yıllık buharlaşma kayıpları Çizelge 3.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Dicle nehri üzerinde bulunan bazı barajların belirlenen net yıllık kayıpları (Halcrow-Dolsar, 1993)

BARAJ	Yıllık yüzeyden net evaporasyon (mm)	Maksimum işletme kotunda su yüzeyi alanı (km ²)
KRALKIZI	1018	58
DİPİNİ	1018	41
DEVEGEÇİDİ	1126	30
DİCLE	1126	24
SİLVAN	1266	181
BATMAN	1276	49
GARZAN	1076	19
ILISU	1695	295
KIRKEMİR	1779	5
HEZİL	1779	1
CİZRE	1695	19

3.5. GAP Sulama Sistemleri

GAP bölgesi sulama projeleri Şekil 3.4'deki haritada yer almaktadır.



Şekil 3.4. GAP bölgesi sulama projeleri (GAP,2006)

GAP Bölgesinde; Fırat ve Dicle Havzalarında yapılması planlanan sulamaların 1.1 milyon ha'dan fazlası Fırat, 0.6 milyon ha'dan fazlası ise Dicle havzasındadır. Fırat havzasındaki sulamaların çoğunluğu hafif dalgalı arazi yapısı üzerinde yer almaktadır. Ancak eğimlerin %10-12'ye ulaştığı Gaziantep-Hancağız gibi sulamalar da vardır. Dicle havzasındaki sulamalar ise genelde daha dik eğimli

vadi yamaçlarında tesis edilmiştir. Fakat burada da hafif dalgalı düzlükler mevcuttur. Aşağıdaki Çizelgelerden de görüleceği üzere GAP Bölgesindeki sulamaların sayıları çoktur. Sistemler boyut, dağıtım yöntemi (pompaj veya cazibe) hidrolik eğim, kontrol yapılarının sayısı ve durumu gibi özellikleri nedeniyle farklılıklar arz etmekte olup, DSİ verilerine bağlı olarak, Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5’de yer almaktadır.

Çizelge 3.4. Fırat havzası sulamaları (DSİ, 2006)

Sulamamın Adı	Sulama Alanı(ha)	Su Kaynağı	Sulama Metodu
Urfa- Harran	141 835	Atatürk Barajı	Cazibe
Mardin-C.pınar	185 639	Atatürk Barajı	Cazibe
Mardin-C.pınar	149 000	Atatürk Barajı	Pompaj
Siverek-Hilvan	160 105	Atatürk Barajı	Pompaj
Bozova	69 702	Atatürk Barajı	Pompaj
Suruç-Baziki	148 500	Atatürk Barajı	Pompaj
Çamgazi	6 536	Çamgazi Barajı	Cazibe
Gömikan	7 762	Çamgazi Barajı	Cazibe
Koçali	21 605	Çamgazi Barajı	Cazibe
Büyükçay	12 322	Çamgazi Barajı	Cazibe
Atatürk Baraj Gölü	29 599	Çamgazi Barajı	Cazibe
Pazarcık	71 598	Kartalkaya Barajı	Pompaj
Hancağız	7 330	Hancağız Barajı	Cazibe
Kayacık	13 680	Kayacık Barajı	Cazibe
Kemlin	1 969	Kemlin Barajı	Cazibe
Birecik Baraj Gölü	66 021	Birecik Barajı	Pompaj
Nusaybin	7 500	Yer altı Suyu	Pompaj
Akçakale	15 000	Yer altı Suyu	Pompaj
Ceylanpınar	9 000	Yer altı Suyu	Pompaj
Hacıhıdır	2 080	Hacıhıdır Barajı	Cazibe
Dumluca	1 860	Dumluca Barajı	Cazibe

Çizelge 3.5. Dicle havzası sulamaları (DSİ, 2006)

Sulamamın Adı	Sulama Alanı(ha)	Su Kaynağı	Sulama Metodu
Dicle Sağ Sahil	52 033	Dicle Barajı	Cazibe
Dicle Sol Sahil	74 047	Dicle Barajı	Pompaj
Batman Sol Sahil	9 574	Batman Barajı	Cazibe
Batman Sağ Sahil	18 758	Batman Barajı	Cazibe
Batman Sol Sahil	9 142	Batman Barajı	Pompaj
Dicle Sol Sahil	200 000	Silvan Barajı	Cazibe
Dicle Sol Sahil	57 000	Silvan Barajı	Pompaj
Garzan	60 000	Garzan Barajı	Cazibe
Nusaybin-Cizre-İdil	89 000	Cizre Barajı	Pompaj
Silopi	32 000	Hezil Barajı	Cazibe
Devegeçidi	7 500	Devegeçidi Barajı	Cazibe
Silvan I. ve II.	8 790	Silvan Regülatörü	Cazibe
Silopi-Nerdüş	2 740	Nerdüş Regülatörü	Cazibe
Çınar-Göksu	3 582	Göksu Barajı	Cazibe
Garzan-Kozluk	3 700	Garzan Barajı	Cazibe

Fırat havzasında kamu tarafından, 2004 yılı sonu itibariyle işletmeye alınan ve sulu tarım yapılan GAP sulamalarının toplamı 175 571 hektar olup, proje bazında Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Fırat havzasında 2004 yılı sonu itibariyle işletmede olan GAP sulamaları (ha) (DSİ, 2006)

Şanlıurfa-Harran	123 392
Adıyaman Çamgazi	2 000
Hancağız	6 945
Yaylak	5 600
Nusaybin Çağçağ	8 600
Akçakale YAS	10 255
Ceylanpınar YAS	9 000
Hacıhıdır	2 080
Derik Dumluca	1 860
XV. Bölge Küçükusu	900
XX.Bölge Küçükusu	4 939

Dicle havzasında kamu tarafından, 2004 yılı sonu itibariyle işletmeye alınan ve sulu tarım yapılan GAP sulamalarının toplamı 38 353 hektar olup, proje bazında Çizelge 3.7'de verilmiştir.

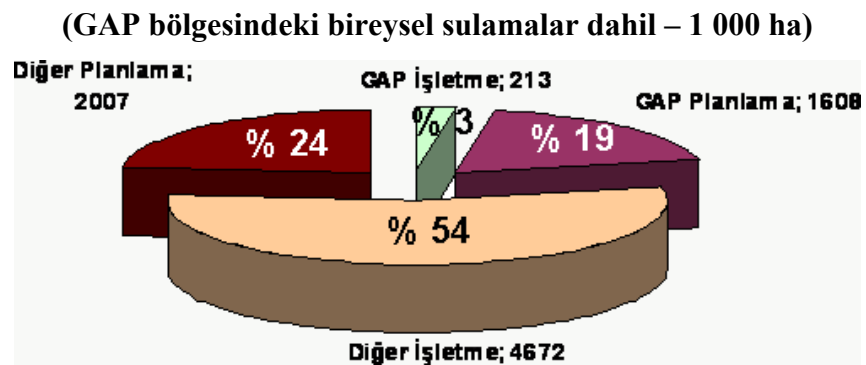
Çizelge 3.7. Dicle havzasında 2004 yılı sonu itibariyle işletmede olan GAP sulamaları (ha) (DSİ, 2006)

Kralkızı-Dicle Pompaj	4 758
Devegeçidi	10 600
Silvan I ve II	8 790
Silopi Nerdüş	2 740
Çınar Göksu	4 234
Garzan Kozluk	3 973
X. Bölge Küçükusu	3 258

Fırat ve Dicle Havzalarının işletmede olan sulama alanlarının genel toplamı : 213 924 ha'dır. 1 821 048 ha sulama alanına sahip GAP Projesi içerisine, planlama ve işletme aşamasında olan toplam alanı 110 485 ha'lık münferit projeler de dahil edilmiştir. DSİ X., XV. ve XX.Bölge Müdürlüklerince Küçükusu işleri kapsamında yapılan ve kısmen YAS sulamalarını içeren münferit projelerin işletmede olan miktarı 71 229 ha'dır. (DSİ, 2006)

3.5.1. 2004 Yılı sonu itibariyle GAP'ta sulama gelişimi

GAP bölgesinde yer alan Fırat ve Dicle havzalarındaki kamu kaynaklı sulama projelerinin 2004 yılı sonu itibariyle gelişimi Şekil 3.5'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 5. GAP'ta sulama gelişimi (DSİ,2006)

Bakanlar Kurulu'nca 04.06.1998 tarih ve 98/11231 sayılı genelge ile GAP'ın en geç 2010 yılına kadar tamamlanması kararlaştırılmış ve ilgili tüm kuruluşlardan GAP ile ilgili bütün çalışmalarını 2010 yılı hedefine göre düzenlemeleri istenmiştir.

Ancak bu hedefin gerçekleştirilmesine yönelik kamu yatırım kaynak tahsisatı bu güne kadar yapılamamıştır.

3.6. GAP Sulama Sistemlerinin Genel Özellikleri

Sulama Kanallarında; ana kanal, yedek kanallar ve isale kanallarının en kesitleri trapez kesitli olup, beton kaplamalıdır. Daha küçük yedek, tersiyer ve dağıtım kanalları ise genelde yer seviyesi üzerinde, topografyaya bağlı olarak değişken yükseklikteki ayaklar üzerinde yerleştirilen prefabrik kanaletlerdir.

Akımların ana kanallardan yedek kanallara ve yedek kanallardan tersiyer kanallara yönlendirilmesinde genel olarak aşağıda açıklanan kontrol yapıları kullanılmaktadır:

- Urfa-Harran sulama sisteminde olduğu gibi büyük ana kanallardan yedek kanallara yönlendirme genelde savaklar ve kapaklardan (radyal ve dikey) oluşan regülatörlerle yapılmaktadır. Bunlar elle veya otomatik olarak kontrol edilmektedir.
- Ana veya yedek kanallardan tersiyer (küçük yedek) kanallara yönlendirme, tersiyer kanallar üzerindeki sabit yüklü orifisli priz yapılarıyla ve yedek kanallardan dikey çalışan kapak kombinasyonundan oluşan sistemlerle yapılmaktadır. Temelde bir sabit yüklü orifis her iki yanında sabit seviyeli havuzlar bulunan çift kapak düzeninden oluşmaktadır. Bu yapıların taban kotları sabit olduğu için, ihtiyaç duyulan akım miktarı ana veya yedek kanal ile sabit yüklü orifis havuzu arasında oluşturulan sabit su yükü farkına bağlıdır.

GAP sulamalarının genelini temsil edecek özelliklere sahip her havzadan bir örnek alınarak üzerinde daha detaylı bilgi verilecektir. Fırat havzasından Urfa, Dicle havzasından da Çınar-Göksu sulamaları biraz daha detaylandırılacaktır. Bu iki sulamanın seçilmesinde kullanılan kriterler ise:

- Her iki kanalın sistemleri hakkında ki verilerin varlığı ile seçilen her iki sulama şebekesi hakkında yeterli veri mevcuttur.
- Sulama büyüklüğü açısından; Urfa sulaması büyük, Çınar-Göksu sulaması küçük şebekeleri temsil etmektedir.
- Kontrol yapılarının karmaşıklığı açısından; Urfa sulamasında bir çok kontrol yapısı bulunmasına karşın, Çınar-Göksu'da ise kontrol yapısı bulunmamaktadır.

3.6.1. Urfa sulama sistemi

Atatürk Baraj gölünden alınacak olan 328 m³/s'lik su akışı, her biri net 7.62 m. çapında olan paralel ve ikiz Şanlıurfa Tünelleri vasıtasıyla, Harran ovasının kuzey kısmına gelmektedir. Kontrol yapılarının ilk bölümünde 204 m³/s su Mardin-Ceylanpınar ovaları sulamasına giden ana isale kanalına yönlendirilecek ve geriye kalan 124 m³/s.'lik sudan ise 2x24=48 MW gücündeki Şanlıurfa Hidroelektrik santralından geçirilerek enerji üretilecektir.

Daha sonra buradan gelen su ikinci bir kontrol yapısında tekrar ikiye ayrılmaktadır. 85 m³/s'lik bir su Harran ana kanalına ve yaklaşık olarak da 39 m³/s'lik bir su da Urfa ana kanalına verilmektedir. Urfa ana kanalı Harran ovasında yer alan arazilerden yaklaşık 35 000 hektarlık bir alanda sulu tarım yapılmasını sağlamaktadır.

Fırat havzası sulamalarında yer alan Urfa sulama sistemi ve drenaj ana kanalı şematik olarak Şekil 3.6'da gösterilmiştir.

Urfa ana kanalı; UA ve UY4 kanal sistemlerindeki su seviyesi kontrolü çok sayıda ve genelde dip savaklı kapak ve serbest düşülü savaklardan oluşan kontrol yapılarıyla sağlanmaktadır. Kapaklar düşey hareketli olup, elle çalıştırılacak şekilde imal edilmiş olmasına karşın otomatik hale getirmek mümkündür. Kapak ve savak kombinasyonları suyu tersiyer kanal ve sulama alanlarını besleyen sabit yüklü orifisli prizlere yönlendirmeye yeterli düşüyü sağlayacak şekilde projelendirilmiştir. Kapak açıklığının çok küçük olması veya kanal içinde beklenmeyen derecede büyük akımların oluşması nedeniyle ana kanallardaki hedeflenen su seviyesinin aşılması olasılığı vardır. Bu gibi durumlarda serbest düşülü savaklar devreye girmekte ve fazla suyun mansaba aktarılması sağlanmaktadır.

Bu kontrol yapıları düşük akım şartlarında suyu prizlere yönlendirecek yeterli hidrolik düşüyü oluşturacak şekilde projelendirilmiştir. Kapakların tam açık pozisyondaki tasarım hesaplarıyla, serbest düşülü savakların eşik seviyeleri hesaplarının bir bölgedeki prizlerin maksimum debi şartlarının yarısında gerekli su yükü farkına sahip olmaları halindeki normal akım derinliği kabarma suyu eğrisine göre yapılmıştır. En ideal şekliyle kapaklar tümüyle açıldığında bu yapıların yüksek akım şartlarında herhangi bir daralmaya neden olmaması lazımdır. Kullanılan projelendirme yöntemi bu olayı kanal kesitini kontrol yapısı civarında yayarak elde etmeye çalışmaktadır.

Kanal dağıtım sistemlerinin sabit akım oluşturacak şekilde projelendirilmesine rağmen talep değişiklikleri, çiftçiler ile kullanıcılar tarafından beklenmeyen veya istenmeyen su alma tesisleri yapılması ile kapak ayarlarının dikkatsizce yapılması sonucu düzensiz akımlar da oluşur. Bu gibi durumlar taşma olaylarına yol açabileceği için, taşma yapılarına ihtiyaç vardır. Urfa sulama sistemindeki taşma tesislerinin sayısı sadece beş tane dir. Sayının bu kadar az olması bunların işletme kontrolünde karşılaşılan zorluklardan kaynaklanan akım fazlasını dengeleyecek tahliye yapısı olarak kullanılmaktan ziyade, muhtemel büyük olaylar karşısında bir acil önlem amacıyla sisteme dahil edildiği kanaatini uyandırmaktadır.

Urfa sulamalarındaki köprü geçişlerinin sayısı oldukça fazladır. Bunlar önemli bir kabarmaya neden olmamaktadırlar. Ayrıca uzun kutu menfezler, ikisi UA ve biriside UY4 de olmak üzere üç adet sifon vardır. İsale kanalları üzerinde çok sayıda düşey ve eğik şutlar bulunmaktadır. Bu gibi yerlerdeki akımlar kritik önem taşımakta ve kanal kapasiteleri de çok az depolama olanağı sağlamaktadır.

Çizelge 3.8’de Urfa ana sulama sistemi kanal kapasitesi (m^3/sn) ve bu kapasitelerin kanal mesafelerine bağlı olarak kilometre bazında değişimini gösteren bilgiler yer almaktadır.

Çizelge 3.8. Urfa ana sulama sistemi (UA) kanal kapasitesi (DSİ, 2006)

Kanal Mesafesi (km)	Kanal Tasarım Kapasitesi (m^3/s)
0+000-0+820	38.8
0+820-3+700	38.8
3+700-7+606	38.8
7+606-16+600	35.3
16+600-23+820	18.2
23+820-27+742	16.7
27+742-34+676	13.3
34+676-36+670	12.3
36+670-40+576	11.0
40+576-	8.4

Çizelge 3.9’da Urfa kanal sistemi prizleri ve bu prizler vasıtasıyla sulanacak hektar bazında net alanlar, bu alanları sulayacak olan kanal mesafelerinin kilometreleri ile sulama alanlarının adı yer almaktadır. Urfa kanal sisteminde 33 yedek kanal sistemi ile 30 530 ha, yedek kanal sistemi dışında kalan bölgede ise 4 400 ha’lık bir alan olmak üzere toplam 34 930 ha’lık bir alanda sulama yapılmaktadır.

Çizelge 3.9. Urfa kanal (UA) sistemi prizleri ve bunların sulama alanları (DSİ, 2006)

Mesafe (km)	Sulama Alanının Adı	Net Sulama Alanı (ha)
1+152	UY1	350
2+822	UY2	2830
3+654	UY3	610
7+606	UY4	19 580
7+606	UY5	140
10+904	UY6	680
13+755	UY7	90
16+602	UY8-9-10	320
18+257	UY11-12	390
21+130	UY13-14	630
23+820	UY15-16	460
25+206	UY17-18-19	500
27+892	UY20	1340
27+939	UY21	510
28+571	UY22	40
28+922	UY23	110
29+300	UY24	30
30+562	UY25	50
32+000	UY26	10
33+180	UY27	190
34+676	UY28-29	210
36+670	UY30	1130
37+286	UY31	30
37+755	UY32	100
39+880	UY33	200
	UA(Kalan Toplamı)	4400
TOPLAM	UA TOPLAMI	34930

Çizelge 3.10'da ise Urfa kanal sistemi içinde en büyük yedek sulama alanına sahip olan UY4 kanalının mesafeleri ile kanal tasarım kapasiteleri yer almaktadır. Çizelge 3.11'de ise UY4 kanal sisteminin prizleri ile bunların net sulama alanları verilmektedir. UY4'de sulama alanlarının dışındaki kalan miktar ise 4 160 ha olup, UY4 toplam sulama alanı 19 580 ha'dır.

Çizelge 3.10. Urfa yedek sulama sistemi (UY4) kanal kapasitesi (DSİ, 2006)

Kanal Mesafesi (km)	Kanal Tasarım Kapasitesi (m ³ /s)
0+000-0+200	16.0
0+200-2+680	15.4
2+680-4+650	15.1
4+650-5+800	14.6
5+800-9+210	14.0
9+210-12+700	11.0
12+700-17+920	10.5
17+920-20+000	9.0
20+000-24+200	6.0
24+200-27+550	5.3
27+550-30+500	3
30+500-	2.9

Çizelge 3.11. Urfa yedek kanal (UY4) sistemi prizleri ve bunların sulama alanları (DSİ, 2006)

Mesafe (km)	Sulama Alanının Adı	Net Sulama Alanı (ha)
0+210	UY4-01	400
2+695	UY4-02	880
4+650	UY4-07	620
5+800	UY4-10	540
9+983	UY4-13	3200
12+650	UY4-14	740
17+925	UY4-15,16,17	1840
20+900	UY4-18	910
21+620	UY4-19	50
23+350	UY4-20	1300
23+350	UY4-21	1320
23+842	UY4-22	600
27+400	UY4-31	250
27+556	UY4-32	1990
28+200	UY4-34	240
30+573	UY4-34	540
36+611	UY4 (Kalan Toplamı)	4160
	UY4 TOPLAMI	19580

3.6.2. Çınar-Göksu sulama sistemi

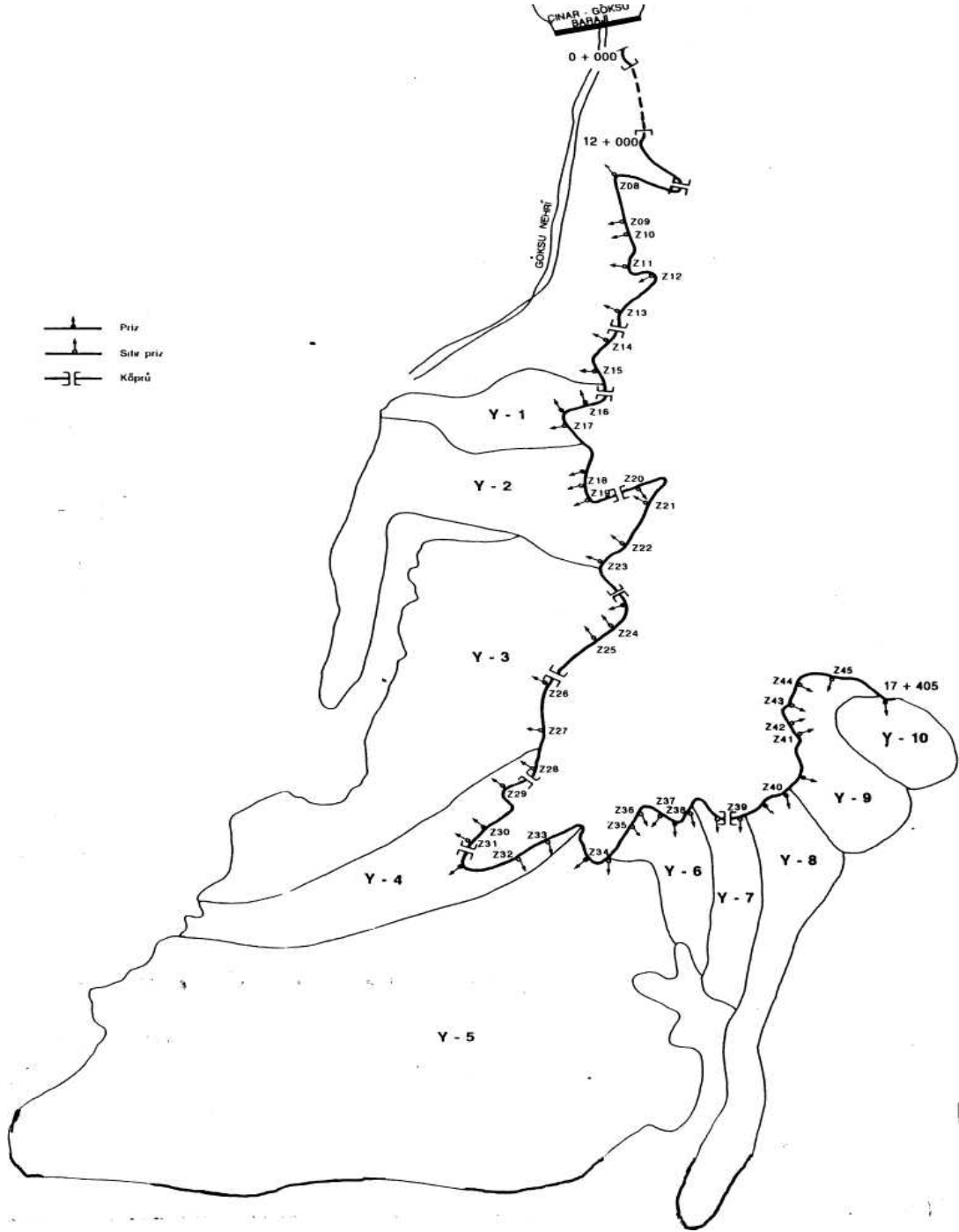
Çınar-Göksu sulama sistemi, Diyarbakır'ın yaklaşık 40 km. güneydoğusunda yer almakta olup, Göksu vadisinin her iki yanında toplam 3 582 ha'lık bir alanı sulamaktadır. Göksu ırmağı Dicle nehrinin sağ sahil kollarından birisi olup, üzerinde küçük sulama amaçlı bir baraj inşa edilmiştir. Baraj gölündeki su önce bir depolamaya akıtılarak buradaki el ve/veya otomatik kapak ile kontrol altına alınarak ana isale kanalına verilmektedir.

İsale kanalı Diyarbakır-Mardin karayolunun altından menfezle geçerek Göksu vadisinin sol sahil yamacına ulaşmaktadır. Kanal bu noktada sol ve sağ sahil kanallarına ayrılmaktadır. Bu kanalların tümü de beton kaplamalı olup, trapez en kesite sahiptir. Tersiyer kanal sistemi yine trapez en kesitli kanal ve prefabrik kanaletlerden oluşmaktadır.

Sağ sahil kanalı vadinin doğu yamaçlarına bir sifon yardımı ile ulaşmaktadır. Bu sistemin on beş yedek ve bunlara bağlı tersiyer kanalları bulunmakta, yaklaşık 2 000 hektarlık bir alanı sulamaktadır. Sol sahil kanalı düşük bir eğimle (1:3 000) yaklaşık 17.5 km. mesafede sol yamaç tesviye eğrilerini takip ederek uzamaktadır. Üzerinde on yedek ve bunlara bağlı tersiyer kanallar mevcut olup, yaklaşık 1 600 hektarlık bir alanı sulamaktadır. Ana kanal prizlere sürekli akım verecek şekilde projelendirilmiştir. Maksimum akış kapasitesi $3.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.

Ana kanal sistemi üzerinde herhangi bir kontrol yapısı bulunmadığı için suyun yedek kanallar vasıtasıyla tersiyer sisteme dağılımı düşük kanal eğiminin sağladığı normal akım derinliği tarafından dengelenmektedir.

Dicle havzasında yer alan Çınar-Göksu sulama sisteminin şematik gösterimi Şekil 3.8'de yer almaktadır.



Şekil 3.8. Çınar-Göksu sulama sistemi

Çınar-Göksu ana kanalı üzerinde iki tip priz vardır:

- Yedek kanallardan tersiyer kanal sistemine akışı kontrol eden sabit yüklü orifisli prizler.

- Sulama suyunu, ana kanal boyunca yer alan çiftliklere doğrudan veren çiftlik prizleri (aynı zamanda sabit yüklü orifisli prizler).

Sabit yüklü orifisli prizler vasıtasıyla ana kanala bağlanan on adet sulama alanı vardır. Bu sulama alanlarının talep sistemine göre su almaları planlanmıştır. Böylelikle çiftçiler suyu istedikleri zaman alabileceklerdir. Dolayısıyla esneklik katsayısının kullanılmasıyla yapılan Çınar-Göksu sulamasının tasarım şartlarına uyulmuş olmaktadır.

Ana kanal üzerinde boyutları 1.5x2.0 m. olan menfezlerden oluşmuş dokuz adet köprü yer almaktadır. Bu köprüler en kesiti azalttığı için büyük kabarmaya neden olabilir.

Çizelge 3.12’de Çınar-Göksu ana sulama sistemi kanal tasarım kapasitesi (m^3/sn) ve bu kapasitelerin kanal mesafelerine bağlı olarak kilometre bazında değişimini gösteren bilgiler ile Çizelge 3.13’de priz adları, suladıkları alan ve esneklik katsayıları yer almaktadır.

Çizelge 3.12. Çınar-Göksu sulaması kanal kapasitesi (DSİ, 2006)

Bölüm No	Mesafe (km)	Kanal Tasarım Kapasitesi (m^3/s)
1	0+000-2+975	3.2
2	2+975-6+360	1.8
3	6+360-8+400	1.5
4	8+400-12+875	1.2
5	12+875-15+192	0.4
6	15+192-15+617	0.29
7	15+617-15+950	0.16
8	15+950-17+450	0.13

Çizelge 3.13. Çınar-Göksu sulaması prizleri ve suladıkları alan (DSİ, 2006)

Mesafe (Km)	Priz Adı	Alan (ha)	Esnelik Katsayısı
5+620	Y-1	49	2.65
6+350	Y-2	130	1.78
8+400	Y-3	334	1.49
11+739	Y-4	91	1.93
12+875	Y-5	635	1.35
14+192	Y-6	46	2.70
14+840	Y-7	47	2.68
15+192	Y-8	113	1.84
15+617	Y-9	92	1.99
17+400	Y-10	71	2.26
	TOPLAM	1608	

3.6.3. Dicle Havzası sulamaları

Dicle havzasında sulamalar, gerek alan ve gerekse de gerçekleşme oranı Fırat havzasına göre daha az ve geri durumdadır. Kısa örnekleme açısından üç sulama projesine kısa başlıklarla değinilecektir. Bunlar Devegeçidi sulaması, Çınar-Göksu sulaması ve Batman sulamasıdır.

3.6.3.1. Devegeçidi sulaması

Devegeçidi; Dicle havzasında tipik bir sulama projesi olup, brüt alanı 8 040 hektar ve net sulanabilir alanı 6 900 hektardır. 580-730 m. kotlarında yerleşik olup, ortalama yıllık yağışı 474 mm'dir. "Bölgede yer alan arazinin %60'ından fazlası ağır ve şişen killen özelliğindedir. DSİ gözlem sondajlarındaki suyun elektriksel iletkenliği (EC) 0.75 dS/m ile 1.6 dS/m arasında değişmektedir." (Rycroft, 1994) Bu sulamadaki değerler tuzluluk açısından düşük olup, tuzlanma beklenmemektedir.

Ancak kanalet sisteminde, özellikle ek yerlerinden su sızıntıları olmaktadır. Fazla eğim nedeniyle akan sular aşağı doğru hareket ederek ya kanala dönmekte ya da sulanacak sahalara sulama suyu yönlendirilmektedir. Çiftçilerin büyük bir çoğunluğu karıklarını esas eğim doğrultusunda aşağı doğru kullanmaktadırlar. Bunların yukarı

kısımları ciddi erozyonlara uğramış, aşağı kısımları ise kısmen erozyondan gelen sedimentin etkisi altında kalmıştır.

3.6.3.2. Çınar-Göksu sulaması

Diyarbakır'ın doğusunda yer alan ve 3 582 ha. bir arazide sağ ve sol sahil sulamalarından oluşur. Genellikle eğimler orta ile dik arasında (%12'ye kadar) değişmektedir. Toprak karakteristikleri Devegeçidi'ne benzemektedir. Ana kanallar tesviye eğrilerini takip etmekte olup, lateral drenaj önlemleri pek alınmamıştır. Arazi üzerindeki akımlar sedimenti kanallara taşımakta, sulama mevsimi başlamadan önce kanal temizleme ihtiyacını arttırmaktadır. Bu sulamada en ciddi drenaj problemleri toprak erozyonu nedeniyle oluşmaktadır. Sulama suyunun aşındırma yapmasını engellemek için beton kaplamalı kanallar kullanılmalıdır. Sulama; ya teraslama ya da erozyon yapmayacak eğimde ve tesviye eğrileri boyunca açılan karıklarla yapılmalıdır.

Sulama veya yüzey suyu fazlasının karıkların sonunda toplanması ve erozyon önleme kanalına (kafa hendeğine) verilmesi için tedbirler alınmalıdır. Sulama ile tuzlar toprağa girecek ve birikmemesi için yıkanması gerekecektir. Bu durumda doğal olarak ya alttaki formasyonlara sızma ile ya da eğim boyunca oluşacak sızma ile meydana gelecek, ancak yerel olarak ikincil tuzlanmaya neden olacaktır.

Genel olarak, eğimli arazilerin fazla yüzey suyunu akıtması nedeniyle, yüksek taban suyu gibi bir sorun olmayacaktır.

3.6.3.3. Batman sulaması

Dicle havzasındaki büyük sulamalardan biri olup, brüt alanı 51 903 ha, net sulanabilir alanı 47 439 ha'dır. Proje kotları 540-750 m. arasında değişen ova serilerinden oluşmaktadır. "Eğimler genelde %0-2 arasında olup daha dik arazilerde ise %12'ye kadar çıkmaktadır. Sulama suyunun kalitesi yüksek olup 0.1 dS/m. lik EC değeri ile sodyum miktarı düşüktür." (Rycroft, 1994)

Topraklar kalkerli marn ve şistlerden oluşmaktadır. Arazinin yaklaşık 38 311 ha kadarı şişen killi topraklardan oluşmakta ve genelde yüzeyden 35 ile 150 cm. derinlikte kumlu malzemeler bulunmaktadır. Genellikle topraklar derin ve geçirgen olup drenaj sorunları pek beklenmemektedir.

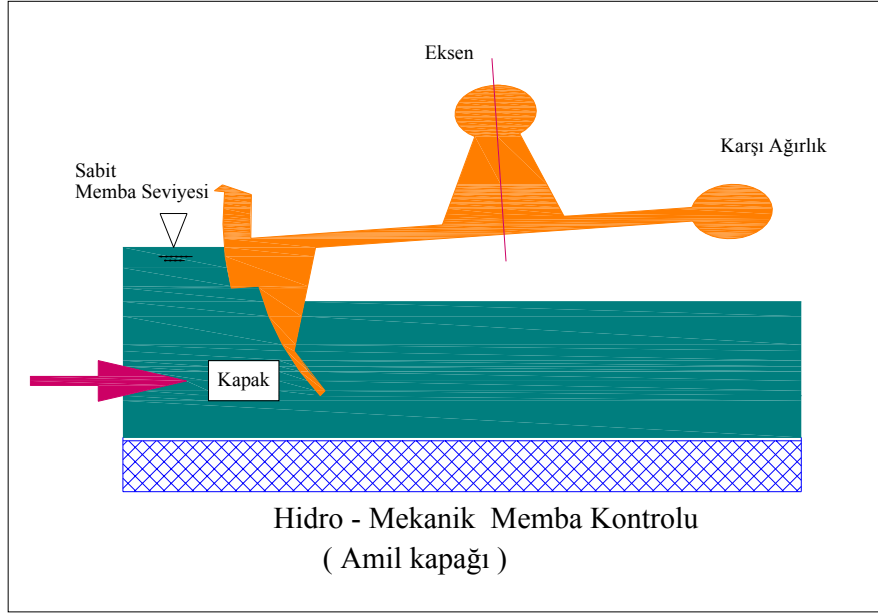
3.7. Sulama Sistemlerinin Yönetim Modellemesi

“GAP Bölgesindeki genel model; su ihtiyaçlarının ve sulu tarımın en etkin bir şekilde gelişmesini destekleyen bir kurumsal ve örgütsel çerçeveye sahip olmalıdır. Net faydanın maksimum değere çıkartılması, devamlılığın sağlanması, uygulanabilirlik ve esneklik önemlidir. Modelin erken uygulanabilirlik ve zaman içinde oluşacak şartlara uyum sağlayarak daha etkin bir şekil alabilme özelliklerine sahip olması lazımdır. Tüm sulama sistemini asli işletme bileşenlerine ayırmak suretiyle, sulama çalışmalarını yürütecek bazı potansiyel yönetim modelleri ve her birisi için muhtemel yönetim birimlerinin belirlenmesi önemlidir.” (GAP İdaresi, 1994)

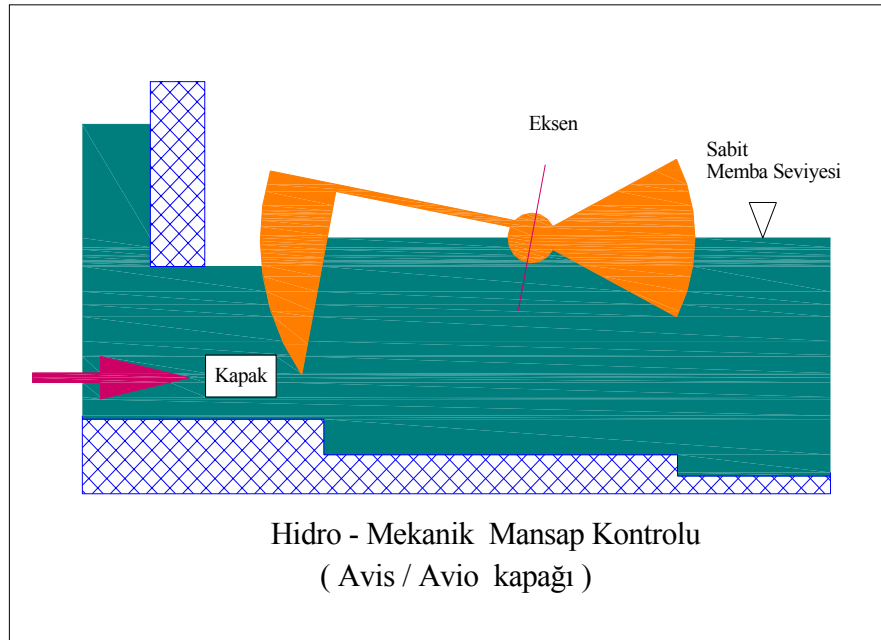
Sulama sistemlerinin hidrolik modellemesi, sulamalarda işletme veriminin yüksek olması ile son derece ilgilidir. Sulama kanallarında duruma bağlı olarak, memba, mansap, karışık ve dinamik kontrol modelleri uygulanmaktadır. Örneğin Harran Ana Kanalında; 0+000 ile 56+150 mesafeleri arasında memba kontrol, 56+150 ile 74+050 noktaları arasında karışık kontrol ve 74+050 den ana kanalın sonuna kadar da mansap kontrolü yapılmaktadır. Harran ana sulama kanalındaki sistemlerin yönetim modellemesinde hidro mekanik olarak kullanılan memba kontrol kapağı Şekil 3.9’da ve yine hidro mekanik mansap kontrol kapağı ise Şekil 3.10’da verilmiştir.

Memba kontrollü bölgede sabit bir memba su seviyesine bağlı olarak ana kanalda akışı düzenleyen amil tipi kapaklar (Şekil 3.9) kullanılırken, karışık kontrol yapılan bölgede temel amaç, ana kanalın kapasitesini arttırarak olası ekstrem durumlar için rezerv su hacimleri elde etmek için kompozit tip kapaklar

kullanılmaktadır. Mansap kontrollü alanda ise sabit bir mansap su seviyesine bağlı olarak, avis/avio tip kapaklar (Şekil 3.10) kullanılmaktadır.



Şekil 3.9. Hidro mekanik memba kontrolü (amil kapağı)



Şekil 3.10. Hidro mekanik mansap kontrolü (Avis/Avio kapağı)

Su kaynakları ile mevcut sulama sistemlerinin hidrolik modellemesi açısından ve açık kanal akımlarının hidrodinamik simülasyonunda;

- Sulama sistemlerinin tasarım şartları altında gösterdiği hidrolik işletme performansının değerlendirilmesi,
- Potansiyel işletme sorunlarının belirlenmesi,
- İşletme kontrolünü arttıracak seçeneklerin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi,
- Genelde diğer sulamalarda uygulanabilecek sonuçların ortaya konması,
- Gelecekte yapılacak projelendirme çalışmalarında kullanılacak veya halihazırda projelendirilmesi tamamlanmış sulamalarda iyileştirme yapılması, öneriler sunmak amacıyla GAP İşletme, Bakım ve Onarım Projesi (İBY) kapsamında, Urfa-Harran Ovaları sulamalarında DSİ tarafından kullanılması amacıyla, Müşavir firma Halcrow-Dolsar-RWC konsorsiyumu tarafından Onda yazılım programı kullanılmıştır.

Bu program İngiliz firması olan Halcrow tarafından ticari amaçlı olarak geliştirilmiş modüler bir programdır. Program esnek olup, branşmanlı olduğu kadar bir çerçeve teşkil eden kanal şebekelerinde de kanal ve şev üzerine çıkan akımların modellenmesinde kullanılabilir.

Bu program uygulanırken açık kanal sistemi bazı hidrolik birimlere bölünür. Bu hidrolik birimler şu özelliklerden birisini temsil edebilir: kanal bölümü, hidrolik yapı, taşkın havzası, baraj gölü, ayırım noktası veya sınır bölgesi gibi.

Bir şebekeyi meydana getiren ana birimleri ve bunların birbirleriyle bağlantıları tek bir girdi dosyasıyla tanımlanır. Her girdiye bir anahtar kelime kullanmak suretiyle bir isim verilir. Böylelikle girdi dosyasının kolaylıkla incelenmesi ve kontrol edilmesi sağlanır. Model girdi dosyası tarafından tanımlandığı için, bu program veri tarafından yönlendirilen bir sistemdir.

Sulu tarımın başarılı olabilmesi için tüm sulamalarda işletme randımanları, sulama oranları yüksek olmalı ve sulanması planlanan alanın genişliği göz önüne alındığında da sulama randımanlarının yüksek olması gerektiği anlaşılmaktadır.

“Durum bu kapsamda ele alındığında, bölgedeki sulu tarım için en uygun işletme, bakım ve yönetim modelinin belirlenmesine ihtiyaç olduğu konuyla ilgili tüm kuruluşlarca kabul edilmektedir. Böyle bir modelin tanımlanabilmesi için kurumsal ve yasal içerikler, sosyal ve kültürel davranışlar, çevresel etkileşim potansiyeli, mali ve ekonomik ihtiyaçlar gibi konuların incelenmesi ve ayrıca teknik açıdan uygunluğunun ve devamlılığı sağlayıp sağlayamayacağının belirlenmesi gereklidir.” (Khatabi and Suter, 1994)

GAP sulamalarında genellikle klasik ve kanalet sistemleri kullanılmaktadır. Büyük kapasiteli iletim, ana kanal ve yedek kanallar beton kaplamalı, genellikle trapez kesitli klasik sistem olarak inşa edilmişlerdir. Dağıtım sistemlerinde ve tersiyerlerde kanaletler ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Borulu sistemlerin kullanılması ise pek yaygın değildir, olanlarda ağırlıklı olarak yağmurlama ve alçak basınçlıdır, yüksek basınçlı sistemlerin de üzerinde çalışılmaktadır. Borulu sistemler pilot alanlarda denenmekte olup, sonuçlarına bağlı olarak yaygınlaştırılması planlanmaktadır.

Klasik, kanalet ve borulu sulama sistemlerinden hangisinin tercih edilmesi gerektiğinde genellikle yatırım maliyetleri göz önüne alınmakta, işletme, bakım ve onarım aşamasında yapılan harcamalar ile sistemin randımanı fazlaca dikkate alınmamaktadır. Ancak uzun yıllar dikkate alındığında, başlangıçta ekonomik olarak gözükken bir sulama sisteminin gerçekte ve gelecekte daha pahalı olduğu ortaya çıkabilmektedir.

3.7.1. Klasik sulama sistemleri

Klasik sulama sistemlerinin tercih edilme nedenleri arasında; inşa edilirken kazıdan çıkan toprak dolguda kullanıldığından ekonomik olmaktadır. Kanal kapasitesinin $Q= 1.6 \text{ m}^3/\text{s}$ 'yi geçtiği durumlarda, ekstrem şartlar hariç trapez kesitli klasik sistem tercih edilmektedir. Birden fazla 1000'lik kanaletin yan yana inşası hem pahalı, hem de teknik zorluklardan dolayı çoğu kez mümkün olmamaktadır. Kaplamalı kanallarda beton tahrip olsa da, sızma kayıpları artsa bile sulama suyu

istenilen yere iletilebilmekte ve sulama devam edebilmektedir. Klasik sistemde hava payı daha fazla olduğundan, taşmalar az olmakta ve taşan bölgelere şev ilavesi yapılabilmektedir. Ana kanal, yedek ve tersiyer kanallarda servis yolu inşa edildiğinden sulama şebekesinin kontrolü daha kolay olmakta, ayrıca servis yollarından ulaşım amaçlı olarak da kullanılmaktadır.

Klasik sulama sistemlerinin tercih edilmeme nedenleri arasında ise; arazinin % 4'ü kamulaştırılmakta ve verimli tarım arazileri tarım dışı kalmaktadır. Ayrıca kamulaştırma bedelleri ödenmektedir. Yüzey akışlarından hemen etkilenmekte olup, kanallara tortu ve rusubatlar girebilmektedir. Sızma kayıpları yüksektir. Beton kanallar üzerine inşa edilen alt ve üst sel geçitleri, sanat yapıları, köprüler sistemin maliyetini arttırmaktadır. İnşaat süresi diğer alternatiflere göre daha yavaştır, kanalet ve borulu sistemler fabrikasyon olduğundan inşaat hızları daha fazladır. Sistem, arazi eğimlerine göre geçirildiğinden dolayı, arazi sınırları dikkate alınamamakta ve parseller küçülebilmektedir.

3.7.2. Kanalet sulama sistemleri

Kanalet sulama sistemlerinin tercih edilme nedenleri arasında; ayaklar üzerinde ve toprak yüzeyinden belirli bir yükseklikte inşa edildiklerinden dolayı yüzey akışlarından çok az etkilenmekte veya hiç etkilenmemektedir. Prefabrik olarak imal edildiklerinden dolayı inşaat süreleri hızlıdır. Bu şebekelerde kamulaştırılan arazi miktarı daha az olup %2.5 civarındadır.

Kanaletler arazi sınırlarından geçirilebilmekte olup, parçalanmalara yol açmamaktadırlar. Sızdırmazlıkları daha yüksek olup, başka yerlere taşınarak tekrar kullanılabilirlerdir.

Kanalet sulama sistemlerinin tercih edilmeme nedenleri arasında ise; yüksek eğimli arazilerde inşaat maliyetleri artmaktadır. Su kullanıcıları kanaletin her noktasında sifonlar aracılığıyla su alabilmekte olup, kanalet ayağı dibine biriken sular zemini yumuşatmakta ve kanalet hatlarında oturmalar meydana gelebilmektedir.

İnşaatları esnasında kot hatalarından dolayı taşmalar olabilmektedir. Kanalet hattı boyunca tek bir kanaletin bile düşmesi veya kırılması sulamanın kesilmesine veya aksamasına neden olabilmektedir.

3.7.3. Borulu sulama sistemleri

Borulu sulama sistemlerinin tercih edilme nedenleri arasında; arazi kaybı minimumdur, kamulaştırma alanı % 1 veya daha azdır. Borulu sistemlerde alt ve üst sel geçitleri, şut gibi sanat yapıları inşa edilmediğinden maliyeti azaltabilmektedir. Borulu şebekede su iletim kayıpları minimum, buharlaşma sifıra yakındır, doğa şartlarından, yüzey yağışlarından, don olaylarından pek etkilenmediği için sistemin ömrü uzundur. Gelen su içinde tortu, askıda malzeme yoksa şebeke maksimum debide çalışabilmektedir. Borulu şebekelerde vana çıkış debisi sabit olduğundan, hacim esasına dayalı m³ su satışı mümkündür. Su kullanıcısı istediği her yerden su alamaz, sadece vananın olduğu yerden kontrollü olarak suyu alacağından işletmenin kontrolü daha kolay olmakta, diğer sulama sistemlerine göre daha az su kayıpları yaşanmaktadır.

Borulu sulama sistemlerinin tercih edilmeme nedenleri arasında ise; küçük sulama sahaları için boru fabrikası kurmak ekonomik değildir, yakın bir yerden temini de mümkün değilse, ekonomik olmamaktadır. Sulama suyu kalitesinin kötü olduğu durumlarda; askıda malzeme, rusubat ve tortuların ağırlıklı olduğu sular için uygun değildir. Olası bir imalat veya inşaat hatasından dolayı sızmalar ve kaçaklar meydana geldiğinde bakım, onarım maliyetleri çok yüksektir.

Vana çıkışlarına veya bacalara taş, toprak gibi malzemeler atıldığında işletme açısından sorunlar yaşanabilmektedir.

3.7.4. Sulama sistemlerinin bakım onarım giderleri açısından karşılaştırılması

DSİ'nin, Ülkemiz genelinde yapmış olduğu çeşitli sulama şebekelerinin bakım-onarım giderleri açısından yapılan bir çalışmada; "On altı değişik sulama

bölgesinden toplam 173 700 ha'lık bir klasik sistem sulama şebekesinin ortalama onarım gideri 1163 TL/ha iken, on beş değişik sulama bölgesinden toplam 134 150 ha'lık bir kanalet sulama şebekesinin ortalama onarım gideri 864 TL/ha olmaktadır. Alçak basınçlı borulu sulama sisteminden iki değişik sulama bölgesinden 19 800 ha'lık bir alanda, ortalama onarım gideri 449 TL/ha olmaktadır.” (Bekişoğlu, 1993)

Toplam bakım onarım giderlerinin mukayesesi açısından yapılan bir diğer çalışmada ise harcama miktarlarının yüzde olarak dağılımında ise “Beton kaplamalı klasik kanalda %35.8, kanalet sulama sistemlerinde %14.5 ve alçak basınçlı sulama sistemlerinde ise %14.7” (Bekişoğlu, 1993) olduğu belirtilmektedir.

Bu mukayeseli değerlendirmelere dayalı olarak; GAP Bölgesindeki genişlemekte olan sulama sistemlerinin seçiminde borulu sistemlerin seçilmesinde her açıdan önemli faydalar olacağı sonucuna varılmaktadır.

Yukarıda detaylı olarak anlatılan GAP sulama sistemlerinin karşılaştırmaları Çizelge 3.14'de özetlenerek aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.14. GAP sulama sistemleri karşılaştırmaları

Sistemin Adı	Klasik Sulama	Kanaletli Sulama	Borulu Sulama
Avantajları	<ul style="list-style-type: none"> *Kazıdan çıkan toprak dolgu kullanılmaktadır. *1.6 m³/sn.'yi geçen debilerde tercih edilir. *Su kayıplarına rağmen sulama devam eder. *Taşmalar daha azdır. *Şev ilavesi yapılabilir. *Servis yolundan dolayı kontrol kolay ve ulaşım amaçlı kullanılabilir. 	<ul style="list-style-type: none"> *Yüzey akışlarından etkilenmemektedir. *İnşaat süresi hızlıdır. *Kamulaştırma alanı %2.5 civarındadır. *Sızdırmazlıkları yüksektir. *Arazi sınırlarından geçtiğinden, parsellerde parçalanmalar olmaz. *Taşınarak tekrar kullanılabilirler. 	<ul style="list-style-type: none"> * Kamulaştırma %1 ve arazi kaybı minimum, *Sanat yapıları gerektirmez. *Su iletim kaybı sifıra yakındır. *Doğa şartlarında fazla etkilenmez, uzun ömürlüdür. *Maksimum debide çalışır. *m³ bazında su satışı mümkündür. *İşletme kontrollü ve kolaydır.
Dezavantajları	<ul style="list-style-type: none"> *Kamulaştırma ve arazi kaybı %4 civarındadır. *Yüzey akışlarından, tortu ve rusubat olarak etkilenir. *Sızma kayıpları yüksektir. *Sanat yapıları gerektirmektedir. *İnşaat süresi uzundur. *Arazi sınırları dikkate alınmamakta, parseller küçülebilmektedir. 	<ul style="list-style-type: none"> *Yüksek eğimde maliyetleri artmaktadır. *Ayaklarında oturmalar meydana gelebilmektedir. *Taşmalar olabilmektedir. *Kırılma veya düşme halinde sulama kesilmektedir. 	<ul style="list-style-type: none"> *Küçük sulama sahaları için ekonomik değildir. *Su kalitesinin kötü olduğu durumlara uygun değildir. *Onarım maliyeti yüksektir. *Vana ve bacalara malzeme atıldığında işletmesi sorunlar yaşar.
Bakım-Onarım Gideri	1163 TL/ha	864 TL/ha	449 TL/ha
Harcama Miktarı (%)	%35.8	%14.5	%14.7

3.8. GAP Sulamalarında Drenaj Sistemleri

Ana drenaj kanalları genelde sulama alanının en düşük kotunu takip ederek inşa edilmiştir. Bunlar sistemin bir üst düzeyi olan yedek kanallardan gelen suyu alarak

uzaklaştırılır. Ana ve yedek kanallar aynı zamanda sulama alanının dışından gelen suları da atmak için kullanılır. Ana drenaj kanallarının boyutları oldukça büyüktür.

Örneğin Urfa- Harran ana drenaj kanalının kapasitesi 80 m³/s'dir. Yedek kanallar ise tarlalardan gelen yüzeysel suları toplayan tersiyer kanallarının sularını alırlar. Tersiyer kanalların taban genişlikleri yaklaşık 1 m., şev eğimleri 1:1 ve derinlikleri de yaklaşık 0.75 m.'dir. Urfa-Harran ovası gibi düz alanlarda yaklaşık 350 m. aralıkla ve boyları 1-3 km. olacak şekilde inşa edilmişlerdir. Ancak bu standartlara her zaman uyulmamıştır.

3.8.1. Drenaj projelendirme yöntemleri

Büyük sulama projelerinin drenaj sistemlerine ait projeler DSI tarafından hazırlanmaktadır. Tasarım işlerine; yağışlar, topraklar, sulama suyunun miktar ve kalitesi, su tablası ve yer altı suyunun tuzluluğu gibi konular hakkında bilgi toplandıktan sonra, toprak derinliği, geçirimsizliği ve yer altı suyunun tuzluluk durumlarına bağlı olarak drenaj sistemine ihtiyaç olup olmadığına karar verilmektedir. Eğer toprak ve su tablası derinlikleri yeterli ve yer altı suyunun tuzluluk derecesi düşük ise genelde yeraltı drenaj sistemine; su tablası ve tuzlanmayı kontrol altına alacak yeraltına gömülü borular veya derin hendeklere ihtiyaç olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Tasarımlardaki en önemli eksikliklerden bir tanesi yüzeysel suları kontrollü şekilde tersiyer kanallara akıtacak giriş yapılarının bulunmamasıdır. Dolayısıyla bu kanallara rasgele akan sular kanal şevlerini erozyona uğratmaktadır. Bu durumu önlemek için tarlalardan gelecek yüzeysel suları toplayıp, genel de borularla tersiyer kanalların içine akıtacak küçük yapıların uygun noktalara inşa edilmesi lazımdır. Hali hazırdaki duruma göre bu sular ya yüzeyde göllenmekte veya kendi kendine bir yol bularak drenlere akmaktadır. Sonuçta kanal şevlerinde oyuklar açılmakta ve kanal tabanlarında da siltasyon oluşmaktadır. Dolayısıyla bakım hizmetleri üzerine ağır bir yük geldiği gibi, drenaj sistemlerinin performansının düşmesine neden olmaktadır.

Açık drenaj kanallarının yapımı DSİ'nin sorumluluğunda olmakla birlikte, arazi tesviyesi ve yer altı drenaj kanallarının inşaatları da dahil olmak üzere tüm tarla içi hizmetleri Köy Hizmetlerinin (Yeniden yapılanma nedeniyle İl Özel İdaresine bağlanmıştır.) sorumluluk alanı içinde kalmaktadır.

Her iki kamu idaresi arasında gerek yatırım programları açısından, gerekse de sahadaki çalışma koşullarının paralelliği açısından iş birliği ve koordinasyon son derece önemlidir.

3.8.2. Debilerin hesaplanması

DSİ'nin kullandığı tasarım yönteminde yüzeysel drenlerde akım debisinin yüzeysel akım ve sızan su miktarının toplamı olarak belirlenmektedir. Bu debi miktarı içinde proje alanındaki kısa süreli sağanak yağışların oluşturduğu yüzeysel akımlar bulunduğu gibi diğer bölgelerden gelen sular ve bölgedeki uzun süreli yağışların neden olduğu uzun süreli akışlar da vardır. Elde edilen en yüksek debi değeri tasarıma esas alınmaktadır.

Drenaj kanal debilerini elde etmek için kısa dönem sağanak akışı ya Rasyonel Formül (5 km²'nin altındaki havzalar) yada Birleşik Devletler Toprak Muhafaza Hizmetleri, (United States Soil Conservation Services, USSCS) Mockus metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Proje sınırları içindeki uzun süreli yağışlardan doğan debiler ise, 1 ila 10 yıllık yağışlara dayanan ve bir Birleşik Devletler Arazi Islah Bürosu (United States Breau of Reclamations, USBR) metodu olan McMath metodu ile belirlenen değerler ile bulunmuştur.

En yüksek debi değerleri çoğunlukla sulama mevsiminin pik süresinde oluşmakta ve sulamadan gelen yüzey akışı, sulama nedeniyle oluşan derine sızma ve kanal kayıplarının katkılarını da içermektedir.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO) tarafından önerilen alternatif bir yaklaşım

da “karık, uzun tava ve küçük havzalarda tarlaya uygulanacak suyun en az %25’inin derine sızmayla kaybolacağını” (FAO, Buletin 38, 1980) bildirmektedir. Bu değer DSİ değerleri ile büyük ölçüde örtüşmektedir. KHGM de yaz boyunca drenaj sistemindeki debilerin tarla seviyesindeki tüm kayıplar ile birlikte kanal dağıtım sistemlerindeki tüm kayıpları da içermesi gerektiğini benimsemektedir. Bu metot ile hesaplanan debilerde DSİ’nin kullandığı değerlere çok yakındır.

3.8.3. Urfa-Harran sulaması

“Topraklarda, nispeten yüksek kalsiyum karbonatlı kil ve siltli killer hakim olup tüm toprakların %40’ında, % 20-30 civarında kalsiyum karbonat içeriği bulunmaktadır. 20-30 meq/100gm’lik katyon değişim kapasitesi (KDK) kilin smektit, diğer adıyla montmorillonit olduğunu göstermektedir. Toprak tuzluluğu yağmurla beslenen arazilerde 0.5 dS/m’nin üzerine çıkacak şekilde değişmektedir; değişebilir sodyum oranı %1-30 arasındadır.” (Rycroft, 1994) Hidrolik Geçirgenliğin Urfa-Harran Ovasındaki Dağılımı Çizelge 3.15’de verilmiştir.

Çizelge 3.15. Urfa-Harran ovasındaki toprakların hidrolik geçirgenliği (AEJV, 1993; Halcrow – Dolsar, 1993)

Hidrolik Geçirgenlik, K (m/gün)	Deney Yüzdesi
0.24	4.35
0.24-1.44	26.09
1.44-2.83	30.43
>2.83	39.13

Hidrolik geçirgenlik (K), Harran ve Akçakale yakınlarındaki yer altı suyunun yüksek olduğu 23 yerden alınan değerlere göre yukarıdaki tablo ortaya çıkmıştır. Burada, killi toprakların ortadan yükseğe doğru K değerleri göstermesi şaşırtıcıdır. DSİ tarafından yapılmış olan ilave 30 test ortalaması 0.98 m/gün olmak üzere 0.2-3.5 m/gün arasında değişen K değerleri vermiştir. Bu konu büyük miktarda kalsiyum karbonat, alüminyum ve demir oksitler tarafından denge hale getirilen ve eski kök sistemlerinin oluşturduğu bir sitemin toprak derinliklerindeki varlığı ile açıklanabilir. Killi topraklar genellikle doğal olarak düşük olan geçirgenlikleri nedeniyle drenajı çok zor olarak kabul edilir.

Özellikle suyun teması ile birlikte şişen killer, bilhassa yağmur gibi tuzluluğu düşük suya maruz kaldığında ıslanarak genişler. Sonuçta sızma olayı sona ererek sulama yapılamaz hale gelir.

“Halihazırda yeraltı suyu ile yapılan sulamalar da kullanılan suyun tuzluluk oranı genelde orta ile yüksek (C2-C3) sodyum ise düşük ile orta seviyededir. Yer altı su seviyesinin derinlerde olduğu yerlerde tuzluluk oranları daha düşüktür, 1 000 mg/L, yer altı su tablasının daha yüksek olduğu yerlerde ise, 2 000-10 000 mg/L’dir. Atatürk Barajının suyunun ise tuzluluk derecesi orta, sodyum derecesi ise düşük seviyededir, (C2-S1).” (Rycroft, 1994)

3.8.3.1. Urfa-Harran sulaması drenaj sistemi

Doğusu ve batısı tepelerle kuşatılmış olan Harran Ovası, Suriye sınırına doğru güney yönünde hafif eğimle iner. Ovayı çevreleyen tepelerden çıkan akarsular yaklaşık 1 km sonra kaybolur. Kıyas yakınlarında ovanın yukarı kısımlarında eğimler orta derecede, %3 civarında olup tabii drenaj şebekesi oldukça belirgindir. Güneyde, Akçakale yakınlarında arazi oldukça düz ve eğimler %0-1 olup tabii drenaj pek belirgin değildir.

Urfa-Harran sulaması drenaj sisteminde yer alan ana drenler genellikle mevcut doğal dere yatakları boyunca yerleştirilmiştir. Bu drenaj sistemi; 119 465 hektarlık alanı kapsamakta olup, 90 km ana dren, 410 km yedek ve 195 km’de tersiyer kanaldan olmak üzere, toplam 700 km uzunluğundadır. Bu uzunluk daha sonra 850 km’ye revize edilmiş ve büyük oranda da tamamlanmıştır.

Tersiyer kanallarının 350 m aralıklarla yerleştirilmesi sonucu elde edilmesi gereken 28 m/ha gibi bir yoğunluk değeri karşısında, planlanan 2 m/ha yoğunluk çok düşüktür. Bu durumda planlanan sulama kanallarının yoğunluğu ki, yaklaşık olarak 30m/ha ve yine planlanan drenaj kanallarının yoğunluğu ki, yaklaşık olarak 8 m/ha arasındaki uyumsuzluk gibi önemli bir konuyu ortaya çıkarmakta ve olması gereken ile planlanan değerler bir birleriyle örtüşmemektedir.

Bu durumda DSİ tasarım standartlarına rağmen Urfa-Harran ovasının büyük bir bölümünde tersiyer drenaj kanallarının inşa edilemeyeceği anlaşılmaktadır. Bunun sonucu olarak da bu alanlar yeteri kadar drene edilemeyecektir.

Ayrıca yüzlerce hektar alan drenaj sularını yedek kanallara boşaltacak olanaktan yoksun kalacak, bunun doğal sonucu olarak da çiftçiler bu suları akıtılabilmek için tarlalarının alçak bölgelerinden geçen yedek kanalların yanlarındaki dolguları yarmak zorunda kalacaktır. Bu durum ise drenaj kanallarının bakımını zorlaştıracaktır.



Şekil 3.11. Urfa ana sulama drenaj kanalı

Ana ve yedek drenaj sistemlerinin büyük bir kısmının tamamlanmış olmasına karşın, birçoğu da siltlenmeye uğramıştır. Yüzeysel drenaj giriş yapılarının bulunmadığı yerlerde, su kendi bulduğu yoldan drenaj kanalına girmekte ve kenar şevlerde erozyona ve drenajlarda ise Şekil 3.11’de görüldüğü gibi, siltlenmeye sebep olmaktadır. Bunun doğal sonucu olarak işletme ve bakım masrafları artmaktadır. 0.75 m. derinlikteki drenaj kanalları çok sığ olduğu için yeraltı su seviyesi üzerindeki etkisi ihmal edilebilecek boyutlardadır.

Sulama suyu fazlasını tersiyer sulama kanallarından alıp drenaj kanallarına verecek boşaltma yapılarında eksiklikler ve yetersizlikler mevcuttur. Bu durum

suyun tersiyer kanaletlerin son bulduğu bölgelerde göllenmesine neden olacağı için drenaj sorunları yaratacaktır.

Harran Ovasındaki drenaj, “D1 drenajının sonundaki debiler, kısa süreli sağanaklara göre $70 \text{ m}^3/\text{s}$, 48 saatteki aşırı yağışın getirdiği suya göre de $22.8 \text{ m}^3/\text{s}$ arasında değişmektedir. Pik sulama sezonu debileri; sulamadan gelen yüzey sularını, sulama ve kanal kayıplarından gelen derine sızmayı içermektedir. 0.67 l/s/ha ’lık sulama modülü, D1 drenajının sonunda $80 \text{ m}^3/\text{s}$ ’lik bir debi oluşturmakta olup projelendirmeye yönelik esas teşkil eden en yüksek değerdir.” (Rycroft, 1994)

3.9. Drenaj Suyunun Tekrar Kullanılması ve Atılması

GAP sulamaları kapsamında; açık kanal ve yüzey sulama yöntemleri uygulandığından, ayrıca gece sulamaları yaygın olmadığından dolayı sulamadan dönen suların miktarı azımsanmayacak kadar yüksek orandadır. Bunların doğal sonucu olarak sulamalardan dönen sular ile drenaj sularının tekrar kullanılması konusu önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca GAP projesi kapsamında öngörülen tüm alanların sulanmasında da zaman içinde su açığının ortaya çıkması beklenmektedir.

Bu konuda Su-İş Proje Müşavirliği tarafından yapılan bir çalışmada; Atatürk Barajından alınacak suyun tüm Harran Ovasını sulamaya yetmeyeceği ve drenaj suyunun yer altı suyu ile birlikte tekrar kullanılması planlanmıştır. Yapılan çalışmada “ $1.595 \times 10^6 \text{ m}^3$ suyun 145.713 ha alanı suladığı ve ayrıca $44 \times 10^6 \text{ m}^3$ suyun Suriye’ye gönderildiği bir yıllık su dengeleme raporu geliştirilmiştir. İhtiyacı karşılamak için $1.219 \times 10^6 \text{ m}^3$ su Atatürk Barajından, $253 \times 10^6 \text{ m}^3$ yer altı suyundan ve $123 \times 10^6 \text{ m}^3$ suyun da drenaj suyunun tekrar kullanılmasıyla temin edilmesi öngörülmüştür. Bu şekilde elde edilecek olan yeni sulama suyunun kalitesi C2S1 ile C2S2 arasında değişecektir. ($0.25-0.75 \text{ dS/m}$, $\text{SAR} < 8$ ile $\text{SAR} < 16$)” (Su-İş Proje, 1992)

Çizelge 3.16’da Atatürk Barajından sulama sezonunda aylar itibarıyla alınacak olan su ve kullanım miktarlarını gösteren bilgiler yer almaktadır.

Çizelge 3.16. Aylık sulama suyu miktarları (10⁶ m³) (Su-İş, 1992)

Kaynak	Atatürk Barajı	Yeniden Kullanım	Kuyular	Drenaj
Nisan	25.20	1.34	---	1.37
Mayıs	130.9	11.23	---	3.69
Haziran	265.60	28.06	61.77	9.51
Temmuz	299.40	36.61	127.64	12.19
Ağustos	274.70	29.03	63.83	9.51
Eylül	66.00	14.23	---	4.72
Ekim	47.70	2.55	---	2.74
Kasım	9.24	0.49	---	0.41

Çizelge 3.16’da verilen, yer altı suyu yaklaşık 1 800 adet kuyudan temin edilecektir. Drenaj suyu 5 yeni derivasyon yapısı ile yeni pompa istasyonlarına iletilecek, buradan sulama kanalları sistemine terfi edilecek böylece Harran ovasının aşağı kesimlerine, Suriye sınırına doğru olan bölgelere hizmet verecektir. Drenaj suyunun atılması seçenekleri arasında, drenaj sisteminin son bulunduğu noktada aşağıda sıralanan yöntemlerinden biri olabilir.

Her bir alternatifin uygulanabilirliği suyun miktarına, toprağın ve yer altı suyunun durumuna, finansal kaynaklara ve karar vericilerin politikalarına bağlıdır.

- Tuzlu Suyun Arıtılması,
- Aküferlere Enjeksiyonu,
- Suyun Nehirlere Akıtılması,
- Tarımsal Ormancılıkta Kullanılması,
- Buharlaştırma Havuzlarının Kullanılması.

3.9.1. Drenaj suyunun tekrar kullanılması seçenekleri

Drenaj suyunun sulama suyu olarak kullanılmasının Urfa-Harran ovasından drene olan suyun miktar ve kalitesi üzerinde oluşturacağı etkinin modellenmesi önemli bir konudur. Bu konuda değişik seçenekler üzerinde çalışılmış olup, bunlar; Drenaj suyunun hiç kullanılmaması, kullanma oranlarının %25, %50 ve %75 olması alternatifleri olup sonuçları Çizelge 3.17’de verilmiştir.

Çizelge 3.17. Drenaj suyunun tekrar kullanımı halinde yıllık drenaj suyunun miktar ve kalitesi tahmini (Halcrow-Dolsar, 1994)

Atatürk Barajı suyunun tuz konsantrasyonu		241 mg/l
Yer altı suyunun tuz konsantrasyonu		426 mg/l
1.Durum: Tekrar Kullanmama	Su Miktarı (10 ⁶ m3)	Tuzluluk (mg/l)
Barajdan gelen su	1 960	241
Yer altı suyu	253	426
Drenaj suyu	885	665
2.Durum: Drenaj Suyunun %25'i kullanılıyor		
Barajdan gelen su	1 760	241
Yer altı suyu	253	426
Drenaj suyu	201	661
Boşalma ağzındaki drenaj suyu	684	777
3.Durum:Drenaj Suyunun %50'si kullanılıyor		
Barajdan gelen su	1580	241
Yer altı suyu	253	426
Drenaj suyu	367	666
Boşalma ağzındaki drenaj suyu	513	952
4.Durum: Drenaj Suyunun %75'i kullanılıyor		
Barajdan gelen su	1440	241
Yer altı suyu	253	426
Drenaj suyu	508	671
Boşalma ağzındaki drenaj suyu	372	1 221

Urfa-Harran ve Ceylanpınar ovalarının sulama suyu ihtiyacı ile ilgili olarak, “Mart ve Kasım ayları arasında kalan dönemde 2 200x10⁶ m³ suya ihtiyaç vardır. Su-İş Proje Müşavirliği tarafından yapılan tahminlere göre bu suyun 253x10⁶ m³'ü sabit miktar şeklinde yer altı suyundan ve geri kalanın büyük bir bölümü de Atatürk Barajından temin edilecektir.” (Halcrow-Dolsar-RWC, 1993a)

Drenaj suyunun sulama suyu olarak tekrar kullanılmasında takip edilecek politika, sulama alanlarında ve ovaların genelinde kullanılacak olan sulama metodu ile bitki, ürün desenine bağlı olacaktır. Yapılan tahminlere göre bir sulama mevsiminde tekrar kullanılmadığı takdirde, sulama suyunun % 40 kadarı drenaj kanallarında kaybolup gitmektedir.

3.9.2. Drenaj suyunun yıllık miktarı ve kalitesi

Yapılan çalışmalar ve Çizelge 3.17’de görüldüğü üzere drenaj suyunun mümkün olduğunca fazla kullanılmasının büyük yararlar sağlayacağı ortaya çıkmaktadır. Drenaj suyunun tekrar kullanılmaması halinde, Atatürk Barajından alınacak sulama suyu azımsanmayacak oranda ovadan drene edilmesi zorunda kalınacaktır. “Bu drenaj suyunun ortalama tuz konsantrasyonu 1 dS/m elektrik iletkenliği değerine karşılık gelen 665 mg/L olacaktır.” (Halcrow-Dolsar, 1994) Bu kaliteye sahip sular, bu gün dünyanın her yerinde sulama amaçlı olarak kullanılmaktadır. Özellikle su kısıntısı bulunan veya drenaj suyunun uzaklaştırılması konusunda sıkıntı yaşayan ülkelerde daha sıklıkla kullanılmaktadır. Bu kalitedeki suların Amerika’da, İsrail’de, Avrupa’da, bazı Asya ve Afrika ülkeleri ile Avustralya’da ihtiyaca bağlı olarak kullanıldığı bilinmektedir.

Drenaj suyunun %50’sinin tekrar kullanılması halinde barajdan alınacak olan su miktarı $1\ 580 \times 10^6\ m^3$ ’e düşmektedir. Bu durumda sulama suyu ihtiyacının $253 \times 10^6\ m^3$ ’ü yer altı suyundan ve $367 \times 10^6\ m^3$ ’ü de drenaj suyundan temin edilecektir. Sulamada kullanılacak drenaj suyunun tuz konsantrasyonu kabaca 1 dS/m EC değerine eş 666 mg/L olacağı için tuzlanmayı önlemek için suyun dikkatli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bunun sonucunda drenaj sisteminin ucunda atılması gereken su miktarı $513 \times 10^6\ m^3$ ’e düşecek, ancak tuz muhtevası 952 mg/L’ye çıkacaktır.

Drenaj suyunun %75’inin tekrar kullanılması halinde ise barajdan alınacak su miktarı $1\ 440 \times 10^6\ m^3$ ’e düşecek, yer altı suyundan $253 \times 10^6\ m^3$, drenaj suyundan da $508 \times 10^6\ m^3$ su alınacaktır. Drenaj sisteminin boşalma ağzındaki suyun tuzluluk oranı kabaca 2 dS/m EC değerine eş 1 221 mg/l olan $372 \times 10^6\ m^3$ su bulunacaktır. Bu su çok tuzlu olacağı için çok iyi drene edilmiş alanlarda tuzlu suya karşı direnci fazla olan pamuk gibi ürünler ile bu kalitedeki suda yetişebilen ağaçlardan oluşan ağaçlandırma sahalarında kullanılması mümkün olabilecektir. Halihazırda Harran Ovasında hakim ürün desenin pamuk olduğu dikkate alındığında, drenaj sularının kullanılmasının büyük kolaylık sağlayacağı görülmektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

GAP sulama sistemlerine ilişkin saha çalışmaları, gözlemler, teknik toplantılar ve araştırma çalışmaları çerçevesinde aşağıda maddeler halinde verilen konular öncelikli olarak tespit edilmiştir. Bunlar; su kaynakları ve yapıları ile sulamalar, drenaj sistemlerinin işletme ve bakımı ile yapısal ve kurumsal başlıklar halinde aşağıda yer almaktadır. Bu konuların Güneydoğu Anadolu Projesinden (GAP) beklenen faydaların optimum düzeyde sağlanabilmesi için çok önemli olduğu düşünülmektedir.

4.1. Su Kaynakları ve Yapıları İle Sulamalara İlişkin Tespitler

4.1.1. Su kaynaklarına yapısal yaklaşım

Baraj göl alanları mutlak koruma altına alınmalı ve korunması yönünde daha etkin önlemler alınmalıdır. Bu alanlarda ki yerleşimlerde yaşayan halkın bilgilendirilmesi, bilinç yaratılması, bağlı buldukları İdari yapıya bağlı olarak sürekli kontrollerin yapılması, caydırıcı yaptırımların uygulanması gibi koruma amaçlı önlemler uygulanmalı ve bu alanlarda yapılaşma, sanayileşme ile atık suların baraj göl alanına deşarjı önlenmelidir. Su kaynaklarında; su yüzey alanlarının genişliği, fonksiyonu ve beklentiler açısından olmak üzere, su birikme hacmi denge modellerinin değerlendirilmesinde daha fazla yapısal bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir. Özellikle baraj göl alanlarının farklı kullanım amaçlarına ve bu amaçlardan beklenen faydalara bağlı olarak değerlendirilmesi sistemin sürdürülebilirliği açısından önemlidir.

4.1.2. Gece sulamaları

Sulama sistemlerinde yer alan alanlarda çiftçilerin büyük bir çoğunluğu gece sulaması yapmamaktadır. Çiftçiler tarafından kullanılmayan sular genellikle drenaj kanallarına verilmekte ve buradan da sınır aşarak komşu ülkelere gitmektedir. Bu ise doğal kaynakların israfından başka bir şey değildir. Ayrıca Ülkemiz ile komşu ülkeler arasında sınır aşan sular kapsamında değerlendirilmekte ve uluslar arası bir sorun teşkil edilebilmektedir. Bu durumu ortadan kaldırmak için gece ve gündüz sulamalarında farklı tarifeler uygulanmalıdır.

Gece sulamaları düşük sulama ücretleri ile özendirilmeli ve gece sulaması yapılmadığından dolayı drenaj kanalına verilen suyunda ücretlendirilerek kullanıcılarından tahsili yapılmalıdır. Ayrıca; ana kanal sistemi üzerinde depolama havuzları yapılmalı ve kullanılmayan suların burada tutularak, talep fazlalığı olan dönemlerde çiftçilerin kullanımına sunulmalıdır. Bu yaklaşım enerji maliyetlerinde verimlilik ve ekonomiklik sağlayacaktır.

4.1.3. Ana kanal üzerinde su depolama alanlarının yapılması

Urfa sulama sisteminde depolama kapasitesinin bulunmadığı, ancak inşa edilmesi halinde randımanı önemli derecede arttıracak, su kayıplarını minimuma indireceğini ve ayrıca işletme kontrolünü basitleştireceğini söylemek mümkündür. Bu depoların inşa edilmesi başlangıç yatırım maliyetini arttıracak ve depoların inşaatı için alanların belirlenmesini gerektirecektir. Sulama randımanının yükseltilmesi ve depoların inşaat maliyeti arasındaki karlılık oranının belirlenmesi için ilave çalışmalar ve araştırmaların yapılması gereklidir.

Pompajı gerektiren seçenekler teorik olarak mümkün ise de, başka bir alternatifin bulunmaması ve zorunlu durumları hariç, hiçbir zaman kabul edilebilir bir değere sahip olmayacaktır. Zaman içinde GAP Bölgesinde çiftçilerin basınçlı sulama sistemlerine yönelmesi durumlarında bu seçenek kabul edilebilir bir hale gelebilecektir.

4.1.4. Kanal boyunda regülasyon havuzlarının yapılması

Şartlı talep metoduyla işletilen sulama sistemlerinde memba kontrol ve mansap dağıtım sistemleri arasında oluşacak dalgalanmaları önleyerek, su kaybının önüne geçmek için regülasyon havuzlarının kullanılması son derece önemlidir. GAP Bölgesindeki dağıtımın açık kanallarla yapıldığı sulamalarda tarla içi sulama randımanının artırılmasının yanı sıra, su tasarrufu da sağlayacaktır. Örneğin; “su talebinin azamiye çıktığı dönemlerde, geceleyin sulama suyu talebinin 6 saat süreyle olmaması halinde dağıtım sistemi içinde depolanmayan su kaybı her gün hektar başına 20 m³ olacaktır” (Halcrow-Dolsar, 1994).

Bu durum sadece Harran Ovası (151 700 hektar) sulamasında günlük su kaybının; $151\ 700 \times 20 = 3.034$ milyon m³'ü bulacağı anlamına gelmektedir. Regülasyon havuzlarının inşa edilmesi sadece sulama randımanının artmasını sağlamakla kalmayacak, drenaj sorununa da olumlu yönde katkı sağlayacaktır.

4.1.5. Sulama sistemlerinin bakımı

“Büyük yatırımlarla gerçekleştirilen sulama projelerinde beklenen yararın sağlanabilmesi ve diğer sulama alanlarında karşılaşılan sorunlarla karşılaşılması için, sulama sistemlerinin işletme, bakım ve yönetiminde kullanılacak, yöre koşullarına en uygun işletme, bakım ve yönetim modelinin belirlenmesi ve uygulanması gerekmektedir” (GAP, 2006).

Sulama sistemleri içindeki su kayıplarını bütünüyle önlemek mümkün değildir. Türkiye'deki genel sulamalarda; iyi ve yeterli bakım-onarım yapıldığı durumlarda, kanal ve kanaletler ile basınçlı sulama sistemleri kullanılması halinde sulama randımanı yükselebilir. DSİ tarafından tasarım kabulü olarak kullanılan 0.85 randıman değeri, yukarıda anlatılanlar yapıldığı takdirde gerçekçi olabilir.

Bunu sağlamak için kanaletler ile arazi arasındaki mesafe ve suyun tarla başı kanallarına sifonla alınması halinde GAP sulamalarında %80 civarında bir sulama

randımanı elde etmek mümkün olabilir. “DSİ sulamalarında uzun yıllar ortalaması olarak sulama oranı % 65, sulama randımanı ise % 45 olmuştur” (DSİ, 2006).

4.1.6. Sulama randımanı ve bu randımanın artması halinde sağlanacak faydalar

GAP sulama sistemlerinin en önemli sorunlarından biri sulama randımanının öngörülen seviyeye henüz ulaşmamış olmasıdır. Sulama randımanının düşük olmasının pek çok nedenleri arasında; tarla içi geliştirme hizmetlerinin yeteri kadar yapılamaması, seçilen sulama sistemi, uygulanan sulama yöntemleri ve çiftçilerin eğitim düzeyleri ilk sıralarda yer alır. Bu konuda ilgili kurum ve kuruluşlar arasında, su kullanıcılarına yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Hemen alınması gereken en acil önlem sulama randımanının artırılmasıdır. Yüksek randımanlı sulama metotlarının uygulanabilmesi için arazi toplulaştırılması ve tesviye işlerinin bir an önce tamamlanması ve DSİ tarafından eksik olan yerlerde kanaletlerin sonlarına boşaltma yapıları ile aralıklı tersiyer drenlerinin inşaatının tamamlanması önerilebilir.

“Sulamaya açılmış tarım arazilerinde fiilen sulanan alanların miktarı, projede öngörülen alanlara oranla daha düşük olmaktadır. Devlet Sulama Şebekelerinde bölgelere göre sulama randımanı %20 ile %85 arasında değişmektedir. Bölgelerin sulama randımanı oranları ortalaması ise %65.1’dir. Bu da devlet eliyle sulamaya açılan alanın, yaklaşık 1 028 000 ha’nın projelendirildiği halde sulamanın fiilen yapılamadığı anlamına gelmektedir” (Tarım Bakanlığı, 2006).

“Sulu tarım ile gayri safi milli zirai gelir yaklaşık beş kat artmaktadır. 2004 yılı verilerine göre sulama öncesi projesiz durumda ortalama tarımsal gelir 60 YTL/da iken, sulama sonrasında 310 YTL/da olmuştur” (DSİ, 2006). Sulama randımanı düşüklüğü sebebiyle, Devlet eliyle sulamaya açılan alanlardaki yıllık milli gelir kaybı: $1\ 028\ 000 \times (310 - 60) = 257 \times 10^6$ YTL/yıl olarak ortaya çıkmaktadır.

DSİ sulamalarında uzun yıllar ortalaması sulama randımanı %45 olmuştur. Sulama randımanının ilk etapta %60'a çıkması halinde, %15'lik bir su tasarrufu meydana gelecektir. “%17 civarında bir su tasarrufu, yaklaşık %10'luk bir ilave alanın sulamaya açılmasına yol açacağı hesaplanmıştır” (Çevik ve ark., 2006).

Yukarıda sunulan veriler ile GAP ve Harran Ovası için: “DSİ cazibe sulamalarında bir bitki yetiştirme döneminde ortalama ha'ya 10 000 m³ sulama suyu kullanıldığı hesaplanmaktadır” (DSİ, 2006). Hektara kullanılan su miktarı: 10 000 m³/ha, olup, %15 su tasarrufu: 1 500 m³/ha'dır. Harran ovası: 151 700 ha x1 500 m³/ha= 227 550 000 m³ su tasarrufu eder. Bu su tasarrufu ile ilave olarak sulamaya açılacak alan ise: 227 550 000 m³ / (10 000-1 500) m³/ha= 26 770.6 ha eder.

“Ovanın hemen hemen tamamında (%92) pamuk tarımı yapılmaktadır.” (GAP, 2006) Mevcut ürün desenine bağlı olarak hektara net gelirin 1500 \$ olduğunu kabul edersek, ilave açılacak 26 770.6 hektarlık alanın sulanmasıyla her yıl milli ekonomiye sağlanacak katkı : 26 770.6 ha x 1 500\$/ha/yıl= 40 155 900 \$/yıl hesaplanır. Sadece sulama randımanındaki %15'lik bir artışın Harran Ovasında mevcut ürün desenine bağlı olarak sağlayacağı tasarruf 40 milyon doların üzerindedir. DSİ'nin tasarım kriteri olan %85'lik bir sulama randımanı sağlanması halinde, bu rakam 107 216 253 \$/yıl bulunur. “Harran ovasında mevcut bitki paterninin değişmesi ve yüksek gelir getiren sebze ve meyveciliğin gelişmesiyle bu değer 5-15 kat artacağı bildirilmektedir” (Çevik ve ark. 2006).

GAP kapsamında 1 762 000 hektarlık bir alan da sulu tarım yapılacağı göz önüne alındığında, GAP'ın tamamı için %15'lik bir su tasarrufu ve sulama randımanı yüksekliğinin sağlayacağı yıllık fayda 466 411 970 \$/yıl olacaktır.

DSİ tarafından öngörülen %85'lik sulama randımanı sağlanması halinde ise GAP'ın tamamında 1 245 319 959 \$/yıl milli ekonomiye fayda sağlanmış olacaktır.

“Atatürk Barajından 3 m³ su ile bir kWh enerji üretilmektedir. Enerjinin ortalama fiyatı 21 000 TL/kWh'dir.” (Çevik ve ark. 2006) Harran Ovasında

kullanılan su: $151\ 700 \text{ ha} \times 10\ 000 \text{ m}^3/\text{ha} = 1\ 517\ 000\ 000 \text{ m}^3$ 'dir. Bu değerin %15'lik bir kısmında sağlanacak su tasarrufu: $1\ 517\ 000\ 000 \times 0.15 = 227\ 550\ 000 \text{ m}^3$ eder. $227\ 550\ 000/3 = 75\ 850\ 000 \text{ kWh}$ enerji hesaplanır. $75\ 850\ 000 \text{ kWh} \times 21\ 000 \text{ TL/kWh} = 1\ 592\ 850\ 000 \text{ YTL/yıl}$ bulunur. % 85'lik sulama randımanı değerine göre ise bu fayda sadece Harran ovasında $42\ 529.1 \text{ YTL/yıl}$ eder. GAP'ın tamamında ise; % 15'lik bir artışla: $185\ 010 \text{ YTL/yıl}$, % 85'lik sulama randımanı elde edilmesi halinde ise $493\ 360 \text{ YTL/yıl}$ olacaktır.

Yukarıdaki hesaplamaları drenaj, toprakta tuzlanma gibi diğer başlıklar için de yapmak mümkündür. Bu hesaplamalardaki amaç: su tasarrufu ve sulama randımanını etkileyecek sulama sistemlerinin seçiminin ve yapımının ne kadar önemli bir konu olduğunu ortaya koymak amacıyla taşımaktadır.

4.1.7. Memba kontrol yapıları ve savaklar

GAP Bölgesi sulama sistemlerinde; ana ve dağıtımda kullanılan yedek kanallardaki memba kontrol yapılarının alternatif kontrol düzenekleri kullanılarak projelendirilmesi değerlendirilmelidir. Memba kontrol düzenekleri her kontrol veya regülasyon yapısının hemen memba tarafındaki su seviyesini sabit tuttuğu için, membada kalan herhangi bir yedek ve tersiyer kanal prizinde sabit bir su yükü oluşturur. Sulama projelerinin çoğunda DSİ tarafından yedek kanallara kontrol yapısı olarak yerleştirilen kompozit tip yapılar, yeterli kontrolü sağlamadığı gibi, otomatik kontrolü basitleştirecek potansiyele de sahip değildir. Halihazırda kullanılan yapılar ortada dikine hareket eden kapaklar ve bunun her iki yanında bulunan sabit eşikli savaklardan oluşmaktadır. Alternatifler arasında sabit uzun eşikli savaklar (ördekgagası veya verev yan savaklar, diagonal side weir), şamandıralı radyal kontrol kapakları (Amil), hareketli geniş eşikli savaklar (Romjin) gibi bunlara örnek olarak verilebilir.

Bu tip savaklar sistem üzerinde halihazırda bulunan yapılara göre, çok daha değişken akım şartlarında memba su seviyesini daha sabit tutabilir. Ancak bunların da maliyet, esneklik gibi konularda dezavantajlara sahiptirler.

4.1.8. Mansap kontrol sistemi

Mansap kontrol sistemlerinin, memba kontrol sistemleri ve ara depolama havuzlarıyla birlikte projelendirilmesi ve uygulanması, uzun dağıtım şebekelerinin mansap bölgeleri için uygundur. Bu sistemlerin gereken randımanı sağlayabilmesi arazi ve kanal eğimlerine bağlıdır. Mansap kontrolü, mansaptaki kullanıcıların suyu talep sistemiyle birlikte kullanması halinde suyun daha adil şekilde dağılımını sağlar. Taleplere bağlı olarak ara depolamalarda oluşturulan rezerv su hacimleri, pik sulama dönemlerinde mansap kullanıcılarının taleplerinin zamanında ve yetecek miktarda karşılanmasında kullanılabilir.

4.1.9. Kontrol yapılarının otomasyonu

Başta önemli ayırım noktalarındakiler olmak üzere, kilit kontrol yapılarında otomasyonun sağlanması ve kontrolün mümkün olduğunca merkezileştirilmesi gerekir. Kapaklar öncelikli olmak üzere, yerel kontrol hidro-mekanik veya elektro-mekanik olacak şekilde düzenlenebilir.

Ana ve yedek dağıtım şebekelerini otomatik hale getirmek GAP Bölgesinde büyük miktarlarda su tasarrufu sağlayacak bir potansiyele sahiptir.

4.1.10. Akımın ölçülmesi ve izlenmesi

Yeterli sayıda ve uygun akım ölçme ve izleme yapılarının inşa edilmesi, sulama şebekesinin her tarafında hassas akım ölçümlerinin yapılması ve izlenmesi başarılı bir su yönetiminin ayrılmaz bir parçası olup, ayrıca sulama randımanının yükseltilmesine çok önemli katkılar sağlayacak bir işlemdir. Sulama randımanının yükselmesi dolaylı olarak sulama alanlarının ve oranlarının artmasına neden olur. Sulama şebekelerinin çoğunluğunda yeterli düşü mevcut olduğu için, bu ölçüm yapıları basit kalın kenarlı savaklar olabilir. Düşünün mevcut olmadığı veya mevcut düşünün geliştirilmesi olanağının bulunmadığı yerlerde Parshall savakları önerilebilir. Bunlar ana yapılarda basınç sensörleri veya içinde sensörler bulunan

dinlenme havuzları kullanmak suretiyle otomatik hale getirilmeli, bunun da yapılamaması halinde ise yedek kanal sisteminde en azından mekanik kaydediciler kullanılmalıdır.

GAP İBY Projesi kapsamında Fırat Sulama Birliği sahası içinde; “Akım ölçümü için kalibreli kanalet metodunun kullanılması tatminkar olmuş ve pik sulama mevsimi olan Temmuz ve Ağustosta genel su kullanım randımanı kabul edilebilir seviyede %80 – 86 arasında, diğer zamanlarda %50 - 60’a kadar düşmüştür. Tersiyer su yönetim deneme sonuçları, çiftçi seviyesine kadar kontrollü su dağıtımının pik mevsimdeki su kullanımında %11’lik bir tasarruf sağlandığını göstermiştir” (GAP, 2006).

4.1.11. Yarı kapalı sulama sistemleri

GAP sulama sistemlerinde yarı kapalı boru sistemleri kullanılmalıdır. “Yaklaşık toplam alanın %94’ünde yüzeysel sulama metotları (karık ve tava) kullanılarak sulama yapılmaktadır. Kalan kısımda basınçlı sulama (yağmurlama ve damla) uygulanmaktadır” (DSİ, 2006).

Alçak basınç kapalı boru sistemleri, açık kanal dağıtım sistemlerine göre pek çok avantajlara sahiptir. Kapalı boru sistemi sadece eğimi %1’den az olan uygulanabilirse de, yarı kapalı sistem ise daha dik arazi kesimlerine uygulanabilir. Yarı kapalı sistemde mansap akımlarını kontrol etmek için şamandıralı kapaklar kullanılmaktadır. Daha ucuz boru ve teçhizat kullanılmasına olanak sağlayan alçak basınçla çalışan sistem, çiftlik prizlerindeki erozyon riskini azaltır. Borular üzerine suyun hacimsel bazda ölçülmesini sağlayacak saatler takılabilir. Açık kanal sisteminde olabilen taşma olayları, bu sistemde görülmez. Su tasarrufuna büyük katkılar sağlar. Dağıtım şebekesinin kapladığı alan % 0.6 ile %2 arasında bir değere sahiptir. İsale ve dağıtım kayıpları, klasik beton kaplamalı kanalların kayıplarının %10-25’ine karşılık gelir. İnşaat maliyeti yüksek olmasına karşın, bakım ve tasarruf edilen suyun marjinal bedeli, maliyetler açısından en avantajlı yönünü ortaya koymaktadır.

“Klasik sulama sistemlerinde, örneğin tava veya karık sulaması metotlarının kullanılması halinde çiftlik randımanı %60 civarında olup, buna şebekedeki sızma, buharlaşma ve işletme kayıpları da ilave edilirse randıman yaklaşık %50 olmaktadır. Bir başka deyimle bitkiye ihtiyacı olan 1 m³ suyu verebilmek için 2 m³ su uygulanmaktadır” (DSİ, 2006). Bu durum hem kıt olan su kaynaklarının israfına sebep olmakta hem de dağıtım ve drenaj şebekelerinin daha büyük kapasiteli inşasına, dolayısı ile maliyetin artmasına, sistemde pompaj varsa ilave enerji kullanımına sebep olmaktadır. Bütün bunlara bir de kullanılacak suyun maliyeti eklenirse sulamada su tasarrufunun önemi daha kolay anlaşılır.

“Klasik sulama metotları yerine yağmurlama ve damla sulama metotlarının kullanılması halinde randıman %60’dan yaklaşık olarak %85’e çıkarılabilmektedir. Bu da yaklaşık olarak %25’lik bir su tasarrufu demektir. Bunun dışında teorik olarak ana kanallarda %5, şebekede %5 olmak üzere toplam %10’luk bir işletme (iletim) kaybı söz konusudur. Pratikte bu işletme kayıpları çok daha büyük değerlere erişmektedir” (DSİ, 2006).

Uzun isale kanalına sahip büyük şebekelerde, işletme kayıplarının azaltılması önem kazanmaktadır. Son yıllarda geliştirilen sulama projelerinde basınçlı borulu şebeke kullanımı artmakta, böylelikle hem su tasarrufu sağlanmış hem de modern sulama sistemlerinin kullanımı teşvik edilmiş olacaktır. “Halen %6 olan borulu şebeke kullanım oranı, yeni yapılacak projeler ve eski şebekelerin rehabilitasyonu ile %40’a kadar artabilecektir” (DSİ, 2006).

4.1.12. Karık boyları ve tesviye eğrileri

Dicle havzasındaki sulama projelerinin birçoğunda alanlar ciddi toprak erozyonu riskleri olan tepelik araziler üzerindedir. Hemen hemen her yerde çiftçilerin eğim aşağı sulama yaptıkları görülmektedir. Dolayısıyla sedimantasyon tarlaların alt uçlarını kapatmakta ve ürüne zarar vermektedir. Şekil 4.1’de eğim aşağı yapılan bir sulama sonucu tarlanın üst tarafındaki toprakların aşınması sonucu taşlık alanların oluştuğu görülmektedir.

Erozyonu önlemek için belirli bir eğim için karıkların azami boylarının sınırlandırılması veya karıkların daha yatık ve erozyona neden olmayacak bir eğimde tesviye eğrilerine paralel olarak açılması gereklidir. Bir başka çözüm ise araziyi teraslamaktır.



Şekil 4.1. Eğim aşağı sulama sonucu tarlaların üst taraflarındaki toprak aşınması sonucu taşlık alanların oluşması

4.1.13. Sulama sistemlerinin inşaat kalitesi

Sulama sistemleri inşaatlarında, özellikle açık kaplamalı kanallarda, dolguda geçen kanalların seddelerinin toprak dolgularının sıkışmasının proje koşullarına uygun olarak yapılması son derece önemli bir konudur.

Bu sağlanmadığı takdirde zaman içinde gerek kanal kaplamasından sızan sular ve gerekse de sedde üzerinde biriken suların dolgu içine sızması sonucunda oturmalar meydana gelecek ve kanal kaplamalarında çatlama ve akabinde de su sızıntıları ile kayıplar oluşacak ve sistemin verimliliği olumsuz olarak etkilenecektir.

Kaplamalardaki derz aralarının tekniğine uygun olarak yapılamaması da su kayıplarına yol açmakta ve zaman içinde seddelerde, Şekil 4.2’de görüldüğü gibi oturmalara, çatlamalara ve kaymalara yol açabilecektir. Nitekim Yukarı Harran Ana Kanalında geçmiş yıllarda benzer sorunlardan dolayı kanal seddesinin yarılmaması sonucu sağ sahil sulama alanları su altında kalmış ve ciddi sorunlar yaşanmıştır.



Şekil 4.2. Urfa ana kanalında (UY4) çatlamış ve kısmen oturmuş beton kanalı

Ayrıca yukarıda anlatılan nedenlerin sonucu olarak da kanal kaplamalarında ve özellikle şevlerdeki çatlaklıklar ve derz aralarından, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’de görüldüğü gibi, bitkiler yetişmekte işletme, bakım-onarım ile kanaldaki akım rejimini olumsuz olarak etkileyebilmektedir.



Şekil 4.3. Urfa ana kanalı beton kaplamasında oluşan bitkiler



Şekil 4.4. Urfa ana kanalı şevi, derz aralığında oluşan bitkiler

Beton kaplamalı kanalların yapım koşulları ise bir diğer önemli konudur. Sıcak ve soğuk iklim koşullarında yapılan kaplamaların muhafazası ve betonun kalitesi sulama kanal kaplama sistemini etkileyen önemli unsurlardandır.



Şekil 4.5. Urfa ana kanalı; yanmış bir şev beton kaplaması

Gerekli itina gösterilmediği zaman beton da sıcaktan veya soğuktan kaynaklanan yanmalar, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da görüldüğü gibi, meydana gelebilmekte ve zaman içinde betonda aşınmalar meydana gelerek, sulama sisteminin servis ömrü azalmaktadır.



Şekil 4.6. Urfa ana kanalında yanmış ve çatlamış beton kaplaması

Bu tür hava koşullarında yapılan imalatlarda, yaz aylarında priz geciktirici ve kış aylarında priz hızlandırıcı kimyasallar kullanılarak betonun mevsim koşullarına uygun davranmasını sağlamak ve sıcak koşullarda telis gibi buharlaşmayı geciktiren malzemeler kullanarak betonu koruma altına almakta önemli faydalar vardır.



Şekil 4.7. Sorunlu bir sabit yüklü orifisli priz, Urfa ana kanalı

Su alma yapıları olan sabit yüklü orifisli prizler ile ana kanal üzerindeki prizlerin tekniğine uygun olarak yapılması hem sulama alanlarına verilecek olan suyun miktarının tespiti ve hem de su tasarrufu açısından önemli bir konudur. Bu durum gerek yapım ve gerekse de işletme koşulları nedeniyle sulama sistemlerinde

verimliliği etkileyen unsurlardan biridir. Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de Urfa ana kanalı üzerindeki sorunlu sabit yüklü orifisli prizler görülmektedir.



Şekil 4. 8. Sorunlu bir sabit yüklü orifisli priz, Urfa ana kanalı

4.1.14. Sulama sistemlerinin tekniğine ve usulüne uygun olarak kullanılması

Kanaletlerden su alınırken kesinlikle sifonlar kullanılmalıdır. Bu günkü koşullarda tanesi 10-15 YTL olan sifonların kullanılması yerine piyasa değeri birkaç bin YTL olan kanaletler genellikle kırılarak su almaya çalışılmakta, bu durum sulama sistemlerinin verimliliğini olumsuz etkilediği gibi kanaletlerin yapım koşullarına bağlı olarak üzerine oturtuldukları sabit ayakların yerlerinden kaymalarına neden olmakta ve kanalet şebekeleri sistemini olumsuz etkilemektedirler.

Aynı zamanda su ihtiyacının bulunmadığı dönemlerde bile su akışı engellenemediğinden tarlaya aşırı miktarda su gelmekte bunun sonucu su kaynakları israf olmakta, ve taban suyunun yükselmesi ile tuzlanma yıldan yıla ivme kazanmaktadır. Şekil 4.9 ve Şekil 4.10’da Urfa ana kanalındaki sulamalardan kırılarak su alınan kanaletlerin görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 4.9. Urfa sulamalarında kanaletlerin kırılarak su alınması

Kırılan kanaletler, genellikle taşlar, içi kumla veya toprak doldurulmuş çuvallarla kapatılarak kenarlardan tarlaya su akışına engel olunmaya çalışılsa bile, önemli miktarlarda ihtiyaç fazlası su tarlaya akmaktadır.



Şekil 4.10. Kanaletlerin kırılarak su alınması

Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de ise kanaletlerin kırılması sonucu kontrolsüz olarak yapılan sulama sonucu, şebekelerdeki bozulmalar ile sabit ayaklardaki kaymalar görülmektedir.



Şekil 4.11. Kanalet şebekelerinde oturmalara bağlı olarak bozulmalar

Kanaletlerdeki bozulmalara dayalı olarak akan ve sızan sular kanalet ayaklarının oldukları yerdeki zemini gevşetmekte ve buna bağlı olarak da kanalet ayaklarında kayma ve oturmalar meydana gelmektedir.



Şekil 4.12. Kanaletlerde sabit ayaklardaki kayma

4.1.15. Ana sulama kanalları üzerinde sonradan sulama yapan kişiler tarafından oluşturulan yapılar

Ana Sulama Kanalları üzerinde, proje dışında su kullanıcıları tarafından oluşturulan su alma yapılarına ve tesisatlarına, Şekil 4.13’de görüldüğü gibi, müsaade edilmemelidir. Bu yapılar hem kanal kesitini daraltmakta ve hem de ana kanalın akım rejimini bozarak sulama randımanını olumsuz olarak etkilemektedir.



Şekil 4.13. Urfa ana kanalı üzerinde sistem dışı bir su alma yapısı

4.1.16. Sulama sistemlerin işletme ve bakımı

Sulama sistemleri yüksek maliyetli yatırımlardır. Sistemlerden beklenen faydaların sağlanması büyük ölçüde yapım kalitesi ile işletme ve bakım koşullarına bağlıdır. İşletme ve Bakım hizmetleri hem sistemin ömrünü ve hem de beklenen amaçlara hizmet vermesi için verimliliği doğrudan etkiler.

Sulama sistemlerinin işletme ve bakımı, hizmet veren kurum ve kuruluş ile sulama sisteminin çeşidine bağlı olarak değişmektedir. Sulama sezonu dışında ana kanallar ve üzerindeki su alma yapılarının bakım, onarım ve temizlik işlerinin sürekli ve düzenli olarak yapılması sulama sistemlerine önemli faydalar sağlar.



Şekil 4.14. Urfa ana sulama kanalı içerisinde taşlar

Sulama şebekelerindeki taşlar ve kumlar, Şekil 4.14 ve Şekil 4.15’de görüldüğü gibi, miktarlarına bağlı olarak, harici gelen rusubatla birlikte su akım rejimini olumsuz olarak etkiler. Zaman içinde kanal tabanı bataklık ve balçık bir hal alabilir ve bu durum sulama suyunun kalitesine de yansiyabilir.



Şekil 4.15. Urfa ana kanalı içerisindeki taşlar ve kumlar

Sulama sistemleri içinde torba, çuval, lastik, teker gibi, Şekil 4.16, malzemeler ile hayvan ölüsü, Şekil 4.17, istenmeyen ama zaman zaman rastlanılan durumlardandır. Bunlar; sadece kanal akış rejimini değil aynı zamanda insan ve çevre sağlığını da olumsuz olarak etkileyebilecek durumlardandır.



Şekil 4.16. Urfa ana kanalı içerisindeki taşlar ve diğer malzemeler



Şekil 4.17. Urfa ana kanalındaki bir su yapısının kapağına sıkışmış bir hayvan

4.2. Drenaj Sistemlerinin İşletme ve Bakımına İlişkin Tespitler

Drenaj sistemleri ile işletme ve bakımına ilişkin tespitler aşağıda maddeler halinde yer almaktadır.

4.2.1. Drenaj ihtiyaclarinin tespiti

Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamında yer alan su kaynakları Fırat ve Dicle nehirlerinin su toplama havzaları sistemlerinden oluşmaktadır. Bu nehirlerin her ikisi de, GAP'ta, rezervuarların ve derivasyonların karmaşık bir ağını oluşturmaktadır. Öncelikli hedef Bölgede yer alan su kaynaklarının tespiti ile buna dayalı olarak optimum bir sulama sistemi ile ihtiyacların karşılanması hedefidir. Bu çalışmalarda en önemli sorunlardan biri olarak ortaya çıkması beklenen drenaj ihtiyaclarının da tespiti ve bu konuda yapılması gerekenler ayrı bir öneme sahiptir. Suyun randımanlı bir şekilde kullanılması ve drenaj ihtiyacları ile drenaj sistemleri yeniden gözden geçirilmelidir.

4.2.2. Yeraltı su seviyesinin izlenmesi

Harran Ovasında 1995 yılında itibaren Atatürk Baraj gölünden, Şanlıurfa tünelleri vasıtasıyla gelen su ile sulamalar başlamıştır. 30 000 hektarlık bir alanda başlayan sulama ile bu gün ovada 140 000 hektarlık bir alana ulaşılmıştır. Harran ovasından arazi eğiminin düşük olması, doğal drenaj yataklarının bulunmaması ve toprağının ağır bünyeli killi bir yapıya sahip olması nedeniyle yer altı su tablası hızla yükselmektedir. Hava sıcaklıklarının da yüksek olması nedeniyle buharlaşmanın da etkisiyle toprakta tuzlanmalar görülmeye başlanmıştır.

Yeraltı su tablası seviyesi ve tuzlanma olayları ile ilgili yapılan izleme çalışmalarının artırılması ve geliştirilmesi gereklidir. Bölge genelinde yeraltı drenaj sistemlerinin killi topraklardaki etkinliğini saptamak amacıyla yönelik araştırma programlarına hız verilmelidir. Sulama başladıktan sonra toprak içindeki tuz ve su hareketlerinin paternini saptayacak yeni, hızlı ve güvenli araştırma programları oluşturulmalıdır.

2001 yılı sonu itibariyle Harran ovasına ait yer altı su seviyesine bağlı olarak ortaya çıkan tuzlanma ve taban suyu problemi olan alanların toplamı 29 700 ha olup, Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Harran ovası yer altı su seviyesine bağlı problemlen alanlar (2002) (DSİ, 2006)

DSİ	Tuzlanma (ha)	Taban suyu (ha)	Toplam Problemlen alan (ha)
1995'ten önce	3 400	6 300	9 700
1995-2001 sonu	---	20 000	20 000
Toplam	3 400	26 300	29 700

Tarla içi drenaj çalışmaları KHGM (Yeniden yapılanmaya bağlı olarak İl Özel idaresine bağlanmıştır.) tarafından yürütölmektedir. Harran Ovasında drenaj çalışmalarını KHGM Bolatlar GAP Proje Müdürlüğü tarafından yürütölmekte olup, 2001 yılı sonu itibariyle kapalı drenaj çalışmaları ile ilgili durum Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Harran ovası kapalı drenaj çalışmaları (2002) (GAP, 2006)

KHGM Bolatlar GAP Proje Müdürlüğü	Alan (ha)	
İnşaat	6 650	%25 bitmiş
İhale	5 700	
Etüt	12 000	
Toplam	24 150	

Yapılan çalışmalarda jips uygulaması olacağından dolayı tuzlu alanların ıslahı mümkün olabileceği beklenmektedir. Tuzlanma ve taban suyu ile ilgili olarak Harran Ovasında her kurum ve kuruluşun rakamları bir birleriyle tam olarak örtüşmemekte, farklılıklar gösterebilmektedir.

4.2.3. Drenaj projelendirme kriterleri

GAP Projesi kapsamında DSİ tarafından kullanılan drenaj projelendirme kriterleri, yağışların daha yoğun olduğu Ülkemizin batısındaki uygulamalar için geliştirilmiştir. Harran ovası gibi yarı kurak iklimin hüküm sürdüğü bölgeler için drenaj projelerinin revize edilmesi yararlı olabilir. Drenaj debilerinin tayini için kullanılan teknikler toprağın ilkbaharda tarla kapasitesinde olduğunu kabul eder. Bu kabul yoğun yağış alan arazilere ve hatta kışların soğuk geçtiği Dicle havzasındaki Devegeçidi gibi projelerde uygulanabilir. DSİ'nin uyguladığı drenaj projelendirme yöntemleri GAP Bölgesi şartlarına uygun olarak revize edilmelidir.

Düzlük alanlarda karşılaşılan ana problem yeraltı su tablasının yükselmesi ve sonuçta tuzlanmanın artmasıdır. Eğimli arazilere uygulanacak tasarımlarda ise toprak erozyonunu önleyici yöntemler kullanılmalıdır.

4.2.4. Drenaj suyunun uzaklaştırılması

Urfa-Harran ovasının uzun vadedeki beklenen faydaları sağlaması, drenaj suyunun atılması ve soruna bir çözüm getirilmesine bağlıdır. Eğer kalıcı bir çözüm bulunamazsa bazı alanlar tarımsal amaçlı olarak kullanılamayacak, terk edilecek veya bu alanların iyileştirilmesi çok pahalıya mal olacaktır. Kalıcı bir çözüm getirilememesi halinde Urfa-Harran ovası sulamasının ömrü kısıtlı olacak ve beklenen faydaları sağlayamayacaktır. Drenaj suyu miktarını azaltmak için alınabilecek önlemler arasında; bu suyun planlı olarak tekrar sulamada kullanılması, tarımsal ormancılık alanlarına aktarılması veya buharlaşma havuzlarında toplanması, tekrar Fırat ve Dicle nehirlerine aktarılması gibi seçenekler vardır. Bunların arasında en akılcı olanı drenaj sularının mümkün olduğunca sulamada kullanılmasını sağlayacak politikaların geliştirilmesine bağlıdır.

4.2.5. Drenaj kanallarının işletme ve bakımı

Drenaj sistemlerinin tasarım amacına göre faydalı olması bekleniyorsa, düzenli bir şekilde bakım yapılması şarttır. Bakımın bir noktada herhangi bir sebepten dolayı aksatılması halinde, bu noktadan sonraki tüm alan olumsuz yönde etkilenecektir. Çoğunlukla bitki besin elementince zengin olan sular, hava sıcaklığı ve bol ışık altında hızla büyüyen su içi otlarının sökülmesi, kanallar içindeki yabancı organik ve inorganik maddeler ve ayrıca toprağın kanal içerisine erozyonundan kaynaklanmaktadır.

Bakım hizmetlerinin artmasına neden olan DSİ drenaj tasarım standartlarından bir tanesi de yüzeysel suları drenaj kanallarına akıtacak giriş yapılarının olmamasıdır. Halihazırdaki uygulamalarda, gelen sular kendilerine bir yol bulmakta, kanal şevlerini oymakta ve kanal tabanında siltasyona yol açmaktadır.

Bunu önleyecek iki yöntem kullanılabilir. Bunlardan birincisi kanal ile arazi arasında sürekli bitkilerin büyüdüğü bir şerit tesis etmektir. İkincisi ise yüzeysel suları toplayıp bir su alma yapısı veya boru vasıtasıyla kanal içine akıtacak giriş yapıları inşa etmektir. Şekil 4.18 ve Şekil 4.19’da Urfa drenaj kanalındaki şev akmaları ve bitki oluşumları görülmektedir.



Şekil 4.18. Urfa drenaj kanalında yetişen bitkiler



Şekil 4.19. Urfa drenaj kanalı şev akmaları ve bitki oluşumu

Çiftçiler tarafından fazla suyun uzaklaştırılması için drenaj kanallarına akıtmak amacıyla kazılan basit açık hendekler, iş makinelerinin ulaşımını zorlaştırdığı için bakım hizmetlerinin aksamasına neden olmaktadır.

Açık drenaj kanallarının DSİ tarafından hazırlanan bakım planı Çizelge 4.3'de yer almaktadır. DSİ'nin personel, makine ve mali bütçe yönünden karşılaştığı sorunlarını çözmesi şartına bağlı olarak yeterlidir. Ancak bu her zaman sağlanamadığı için program yeterince uygulanmamaktadır.

Çizelge 4.3. DSİ genel drenaj kanalı bakım programı (Halcrow-Dolsar, 1994)

Drenaj Kanalı	Kaç Yılda bir Yapıldığı	Kaldırılacak Tahmini Sedimentasyon Miktarı m ³ /m
Ana	4-5	1-1.5
Yedek	2-3	0.3-0.6
Tersiyer	1-2	0.2-0.4

4.3. Yapısal ve Kurumsal Yaklaşım İlişkin Tespitler

4.3.1. Organizasyon yapısı ve entegre yaklaşım

GAP Projesi çok sektörlü bir proje olup, oldukça fazla sayıda kurum ve kuruluşu ilgilendirmektedir. Tüm paydaşlar (Valilikler, Belediyeler, DSİ, KHGM, Üniversiteler, GAP, Araştırma Enstitüleri, Tarım İl Müdürlükleri, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, Sulama Birlikleri, Muhtarlıklar gibi) arasında ilgili kurum ve kuruluşlar da dahil olmak üzere sıkı bir iş birliğine ve etkin bir koordinasyona ihtiyaç vardır. İlgili taraflar arasında yeterli ve etkin bir koordinasyonun yapıldığı söylenemez. Bu durumda doğal olarak kurum ve kuruluşlar arasında kopukluklara, iletişim eksikliğine, yanlış anlamalara, yapılan çalışmalardan haberdar olunamamasına, mükerrer çalışmalar yapılmasına, kaynak ve zaman israfına yol açmaktadır. Etkin koordinasyonun yapılabilmesi için sorumluluklar ve yetkiler açısından yasal düzenlemelere ihtiyaç vardır. GAP'ta ki su kaynakları, sulama sistemleri ve drenaj gereksinimleri ihtiyaçlar ve uygulanabilir modeller açısından kendi içinde entegre bir yaklaşımla optimizasyona dayalı bir bütün olarak ele alınırsa, GAP'tan beklenen faydalar artacak, sadece bölge ve ülke

ekonomisine değil aynı zamanda küreselleşen dünya ekonomisine de önemli faydalar sağlayacaktır.

4.3.2. Yapılan çalışmaların veri tabanında toplanması

Bu konuda önceki yıllarda ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından yapılan çalışmalara dayalı verileri toplamalı ve mevcut ihtiyaçlar açısından yeniden değerlendirilmelidir. GAP kapsamında her kurum, kuruluş ve kişiler tarafından değişik zamanlarda yapılmış oldukça fazla araştırma ve çalışmalar vardır. Bu kaynaklar genellikle çalışmayı yapanların arşivlerinde veya kütüphanelerinde yer almaktadır. Sonuç itibariyle; teknik, işletme, bakım, yönetim, kurumsal ve sosyal planlama gibi ihtiyaçlar açısından hem ekonomik hem de zaman bakımından önemli faydalar sağlayacak bu çalışmalar bir veri tabanında toplanmalı ve ihtiyaç hisseden ve/veya hissedecek olan kişi, kurum ve kuruluşların kullanıcılarına sunulmalıdır.

4.3.3. Sulama birlikleri

1580 sayılı Belediye Kanununun 133-148. maddeleri ve 442 sayılı Köy Kanununun 47-48. maddeleri ile 5442 sayılı İl İdaresi Kanununun 56. maddesine dayanarak kurulmuş olan ve Kamu Hukuku Tüzel kişiliğine sahip olan mevcut sulama birliklerinin birçoğunda sosyal, yasal, teknik, ekonomik ve kurumsal sorunlar yaşanmakta olup, bu durum doğal olarak sulama sistemlerinin verimliliğini olumsuz olarak etkilemektedir.

GAP sulamaları; Sulama Birliklerine devir edilmiştir. Sulama Birlikleri; sulama alanları içinde kalan alanlarda sistemin işletme, bakım ve onarımdan sorumludurlar. Bütçeleri tamamen kendi sulama alanları içindeki çiftçilerden alınan sulama suyu ücretine dayalı olduğu için, sürekli su paralarının toplanmasında sorunlar yaşamaktadırlar. Sulama birlikleri özellikle teknik ve ekonomik açıdan işletme ve bakım ihtiyaçlarını karşılamaktan uzaktır. Bu da zamanında müdahale edilmesi gereken sulama sistemlerinin randımanını olumsuz olarak etkilemektedir.

Bir çok sulama birliğinin yukarıda anılan işletme, bakım ve onarımları yapabilecek yeterli teknik ekip ve ekipmanları yoktur.

Ayrıca sulama birliklerinde feodal yapı ön plana çıkmaktadır. Sulama Birliklerinin kurumsal yapısı her yönden güçlendirilmelidir.

4.3.4. Sulama suyunun ücretlendirilmesi

6200 sayılı yasaya göre; DSİ’ce inşa edilerek işletmeye açılan sulamalarda bir yıl önce yapılmış olan işletme ve bakım masraflarının tamamı faydalananlardan işletme ve bakım ücretleri (çiftçi tabiriyle sulama ücreti) şeklinde geri alınmaktadır. DSİ sulamalarında işletme ve bakım ücretleri her yıl Bakanlar Kurulu Kararı ile belirlenmektedir. 6200 sayılı yasa Bakanlar Kuruluna İşletme ve Bakım ücretlerinde indirim yapma yetkisi de vermiştir. “Yapılan değerlendirmelere göre, sulama ücretleri tarımsal üretim değerinin %3-5 civarında olmaktadır. DSİ cazibe sulamalarında bir bitki yetiştirme döneminde ortalama olarak hektara 10 000 m³ sulama suyu kullanıldığı gözlemlenmektedir” (DSİ, 2006).

Hâlihazırda ürüne bağlı olarak alınan sulama ücretleri son derece düşük ve gerçekçi değildir. Su ücretlerinin toplanmasında da aksamalar yaşanmakta olup toplanan ücretler sulama birliği alanı içindeki işletme, bakım ve onarım ihtiyaçlarını karşılamaktan uzaktır. Gerçekçi ve günümüz koşullarının ihtiyaçlarını karşılayacak ve alınacak suyu hacimsel değer üzerinden tariflendirmek son derece önemlidir.

Bu durumda çiftçi sulama ücretini kullandığı su miktarı cinsinden ödeyeceği için daha az kullanmak durumunda kalacaktır. Dolayısıyla hem drenaja verilecek su miktarı azalacak, yer altı su tablasının yükselmesi ve tuzlanma önlenecek, hem de doğal bir kaynak olan su ve toprak kaynakları korunmuş olacaktır. Sulama suyunun tariflendirilmesi, GAP sulamaları için hayati öneme sahiptir.

4.3.5. Kurumsal organizasyon

Drenaj sistemlerinin tasarımları, konu ile ilgili kurum ve kuruluşların ayrı görev ve sorumlulukları nedeniyle yetersiz kalmaktadır. İşletme aşamasında ise ayrıca sulama birlikleri de yer almaktadır. Bu çok başlılık tasarımdan işletmeye kadar birçok konuda ve alanda, sistemin genelini olumsuz yönde etkilemektedir. Bir sulama projesinde tüm drenaj kanalları tek bir kuruluşun sorumluluğunun altında olması gereklidir. Bu kuruluş DSİ olmalı ve beklenen faydaları sağlayabilmesi içinde bu konuda yeniden organize edilmeli ve güçlendirilmelidir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP); Türkiye Cumhuriyetinin bu güne kadar gerçekleştirmeye çalıştığı en önemli projeler arasında ilk sırada yer almaktadır. GAP; gerek içerdiği sektörler, gerekse de yatırım boyutları ve sektörel gerçekleştirmeler ile rakamlar ve beklentiler açısından dünyanın sayılı projeleri arasında da yer almaktadır. Dolgu hacmi büyüklüğü açısından dünyanın en büyük altıncı barajı olan Atatürk Barajı, sulama amaçlı dünyanın en uzun tüneli olan Şanlıurfa tünelleri, en büyük toplulaştırma projeleri gibi pek çok özellikli ve önemli çalışmalar GAP'ta yer almaktadır. 32 milyar \$'lık bütçeye sahip olan bu projenin beklenen faydaları sağlaması ise son derece önemli bir konudur. Bu ise ancak su kaynakları ile sulama sistemlerinde; çağın ve ülkenin gerekleri olan etkin ve sürdürülebilir ileri teknolojilerin kullanılması ve eğitilmiş bir yapıya sahip sulama grupları vasıtasıyla gerçekleştirilebilir.

GAP'da en temel sürükleyici sektör olarak tarım ön plana çıkmaktadır. Asıl hedef GAP Bölgesinin tarıma dayalı sanayi ve ihracatlarla bölge ve ülke ekonomisine katkıda bulunmasıdır. Bu sektörler beraberlerinde istihdam ve diğer sektörleri tetikleyecek unsurları getireceklerdir. Tarımdan beklenen faydalar ise; su kaynakları ve sulama sistemlerine dayalıdır. Bunun doğal sonucu olarak da ileri, verimli ve su tasarrufu sağlayan sistem ve modellerin uygulanması ile mevcut sistemlerin ihtiyaçlara cevap verecek şekilde rehabilitasyonunu içermektedir.

GAP Bölgesi sıcak iklim kuşağında yer almaktadır. Dolayısıyla açık kanal sulama sistemlerinden kapalı ve basınçlı sulama sistemlerine geçilmesi birçok açıdan önemli faydalar sağlayacaktır. Buharlaştırmanın yanı sıra, sulama yapılarındaki su kayıpları, işletme hataları, kullanılan suyun tespiti ve fiyatlandırılması, sisteminin verimliliğinin ölçülmesi, sulama randımanının yükseltilmesi, drenaja giden su

miktarında azalma ve buna bağlı problemlerin çözümüne yardımcı olacak, sonuçta olumlu ve önemli katkılar sağlayacaktır.

GAP'ta yer alan su kaynakları; tarımsal sulamalar, hidroelektrik santralleri vasıtasıyla enerji üretimi, küçüklü büyüklü pek çok yerleşim yerinin içme ve kullanma suyunun temini, balıkçılık, rekreasyon alanları, turizm, doğal hayat, flora ve fauna gibi pek çok amaca hizmet etmektedir. Bu çok amaçlı kullanılan kaynakların mutlak suretle korunması, kirlenmenin ve göl alanlarının erozyonla dolmalarının önlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla; baraj göl aynalarının oldukları bölgede koruma amaçlı imar planları yardımıyla mutlak koruma bantları oluşturulmalı ve bu planlar etkin olarak uygulanmalıdır. Baraj göl alanlarının oldukları bölgelerde yer alan yerleşim bölgelerinin atık su arıtma tesislerinin inşa edilmesi ve düzenli olarak işletilmesi gerekmektedir. Ayrıca evsel atıkların dışında, sanayileşmeye dayalı olarak endüstriyel atıklarında baraj göl alanlarını kirletmesine müsaade edilmemelidir. Su kirliliği ve kontrol yönetmeliklerinin öngördüğü, alıcı ortamın kabul edeceği atık su kalitesine ulaşılmadan su kaynaklarına doğrudan deşarj yapılmamalıdır.

Sulama sistemleri ve drenaj gereksinimleri ihtiyaçlar ve uygulanabilir modeller açısından kendi içinde entegre bir yaklaşımla optimizasyona dayalı bir bütün olarak ele alınırsa, GAP'tan beklenen faydalar artacak, sadece bölge ve ülke ekonomisine değil aynı zamanda küreselleşen dünya ekonomisine de önemli faydalar sağlayacaktır.

Erozyonla mücadele etkin bir şekilde yapılmalı ve üst toplama havzalarından başlayarak su kaynakları boyunca ağaçlandırma ile yeşil kuşaklar oluşturulmalıdır. Böylelikle hem su kaynakları ve baraj gölleri korunacak, hem de doğal hayat ile turizm ve rekreasyon alanlarının oluşturulmasına önemli katkılar sağlanmış olacaktır.

GAP Bölgesinde yer alan sulama sistemlerinin kullanıcılar tarafından sahiplenilmesi ve korunmasını sağlamak son derece önemli bir konudur. Bu konuda en büyük görevlerden biride Sulama Birliklerine düşmektedir. Özellikle su

kullanıcılarının öngörülenin dışında ve tekniğine aykırı olarak sisteme müdahale etmeleri mutlaka engellenmelidir.

Bununla ilgili olarak su kullanımları konusunda gerekli uygulamalar yapılarak çiftçiler bilinçlendirilmeli ve daha sonra bunlara uymayanlar hakkında yasal yaptırımlar uygulanmalıdır.

GAP Bölgesindeki en önemli sorun eğitimidir. GAP'tan beklenen master plan hedeflerinin gerçekleşmesi çok büyük oranda eğitime bağlıdır. Eğitim; günlük hayat ihtiyaçlarının ötesinde, su kaynakları, drenaj ve sulama sistemleri açısından da son derece önemlidir. Suyun bilinçli olarak kullanılması, su kültürünün oluşması, sulama sistemlerinin usulüne ve amacına uygun olarak kullanılması hem GAP'a hem de kırsal alandan beklenen ekonomik ve sosyal faydaya önemli katkılar sağlayacaktır.

Güneydoğu Anadolu Projesinden beklenen faydaların gerçekleşmesinde bir diğer önemli unsur, siyasi otoritenin bu konudaki kararlılığı ve GAP'ın ihtiyacı olan finanssal desteğin iş programına uygun olarak ve zamanında karşılanmasıdır. Bu destek birçok açıdan önemli ve zorunludur. Bölgenin huzur ve güven ortamına kavuşmasının yanında, ekonomik olarak kalkınmasına ve bulunduğu bölgenin coğrafik konumu itibarıyla da önemlidir. Kurum ve kuruluşlar arasında etkin bir koordinasyonu sağlamaya yönelik olarak kurulan GAP Bölge Kalkınma İdaresinin sorumluluğunu yerine getirebilecek yetkilerle donatılması ve kurumsal yapısının desteklenerek güçlendirilmesi önemli bir konu olarak dikkate alınmalıdır.

Sonuç olarak unutulmamalıdır ki, Ülkemiz su zengini bir ülke olmadığı gibi, su da ikamesi olmayan yegane yaşamsal bir ögedir, ayrıca su kaynakları sonsuz bir kaynak değildir. Suyun yokluğu da, çokluğu da her açıdan sorunlar yaratmaktadır. Su usulüne ve amacına uygun olarak kullanılmazsa faydalar yerine zararlar getireceği göz ardı edilmemelidir. Çözüm ise su ile ilgili, tüm unsurların biri birleriyle olan etkileşimlerini göz önüne alan optimum ve uygulanabilir bir modelin sunulmasıdır.

KAYNAKLAR:

- AEJV, 1993. Atatürk Dam and HEPP- Hydrogeological Situation at Dam Site- Update August, Appendix 7(1):11-23.
- AKMANDOR, N., PAZARCI, H. ve KÖNİ, H. 1994. Orta Doğu Ülkelerinde Su Sorunu. TESAV Toplumsal, Ekonomik, Siyasal Araştırmalar Vakfı, Ankara, 100s.
- AVCI, İ., 1998. Su Kaynaklarının Geliştirilmesinde İnşaat Mühendisinin Rolü ve Sorumluluğu. TMMOB Türk Mühendislik Haberleri Dergisi, sayı:393, Ankara, 111s.
- BEAUMONT, P., 1992. Water - A resource under pressure. The Middle East & Europe: An Integrated commission approach (ed.: Nonneman, G.). EC Commission Federal Trust for Education and Research. London, 182p.
- BEKİŞOĞLU, Ş., 1993. Sulama Şebekelerinde Klasik, Kanalet ve Borulu Sistemlerin Mukayesesi. DSİ Yayınları, Ankara. 44s.
- BİLEN, Ö., 1997. Turkey and water issues in the Middle East. Ankara, Southeastern Anatolia Project Regional Development Administration, 223p.
- BİLEN, Ö., 2000. Ortadoğu su sorunları ve Türkiye. Ankara, TESAV Toplumsal, Ekonomik, Siyasal Araştırmalar Vakfı, 322s.
- CLW, 2006. <http://www.clw.csiro.au/research/agriculture/irrigation/>. 17/04/2006
- ÇAKMAK, C., 1998. Türkiye’de Su Kaynakları Potansiyeli ve Developmanı. TMH, 391:34-39.
- ÇEVİK, B., KIRDA, C., ve SAYIN, S., 2006. <http://www.zmo.org.tr /etkinlikler/ 5tk02/ 41.pdf>. 12/05/2006.
- DAPTA-SUYAPI-TEMELSU-NEDECO, 1991. Irrigation Master Plan. 246s.
- DIŞİŞLERİ BAKANLIĞI, 1996. Orta-Doğu'da su sorunu. Ankara, T.C. Dışişleri Bakanlığı, Bölgesel ve Sınır aşan Sular Dairesi, 99s.
- DSİ, 2006. <http://www.dsi.gov.tr/hizmet/tarim.htm>. 12/05/2006.
- FAO, 1980. Irrigation and Draniage Papers. Bulletin Number:38, Dranaige Design Factors. 75p.
- FAO, 2006. <http://www.fao.org/ag/AGL/aglw/watermanagement/default. htm>. 17/04/2006.
- GAP İDARESİ, 1994. GAP- İBY Çalışması, GAP Sulama Sistemlerinin İşletme, Bakım ve Yönetimi. Tanımlama Raporu, 456s.
- GAP İDARESİ, 2003. Son Durum Raporu. 120s.
- GAP İDARESİ, 2006. <http://www.gap.gov.tr/Turkish/Tarim/tsk2.html>. 12/05/2006.
- HALCROW-DOLSAR RWC, JV., 1993a. Hydrology and Water Resource Modelling. Technical Discussion. 48p.
- HALCROW-DOLSAR RWC, JV., 1993b. Hidroloji ve Su kaynakları Modellemesi. Teknik Tartışma Raporu. 51s.
- HALCROW-DOLSAR RWC, JV., 1999. Urfa Ana Kanal İşletme İhtiyaçları. 53s.
- HASSAL and ASSOCIATES, 2005. <http:// www.ozcotton.net /services / drainage.html>.
- KAHLON, M.A., MASOOD, T. and TARIQ, S.M., 2000. Performance evaluation of various types of watercourse linings in Pakistan. Mona Reclamation Experimental Project. WAPDA Colony Bhalwal, Pakistan, Publication No. 244, 69p.

- KAHLON, M.A. and KEMPER, W.D., 2003. Seepage losses as affected by conditiona and composition of channel banks. *Agricultural Water Management* 65:145-153.
- KAHLON, M.A. and KEMPER, W.D., 2004. Reducing water losses from channels using linings: costa and benefits in Pakistan. *Agricultural Water Management* 74: 57-76.
- KAHLON, M.A. and MAJEED, A., 2002. Water resources situation in Pakistan; challenges and future strategies. *J.Sci. Vision* 7 (3-4):33-44.
- KHATIBI, Dr. R.H. and SUTER S.N., 1994. Sulama Sistemlerinin Hidrolik Modellemesi. *Teknik Tartışma Raporu*. 95s.
- KİBAROĞLU, A., 2005. [http:// www.idrc.ca/en/ev-42840-201-1-DO_TOPIC](http://www.idrc.ca/en/ev-42840-201-1-DO_TOPIC). Html.
- KOLARS, J.E. and MITCHELL, W.A., 1991, The Euphrates river and the Southeast Anatolia Development Project. Carbondale, Southern Illinois University, Water – The Middle East Imperative Series, 325p.
- KUTAN, R., 1996. Water disputes in middle-eastern countries. Ankara, Aydınlar Ocağı, Panel series 17, “Water conflict in the Middle East”, 33-49.
- MOCA Study: Turkey, 2005. [http://www. Agrifish.jrc.it/marsstat/ Crop_Yield_Forecasting/MOCA/16031000.HTM](http://www.Agrifish.jrc.it/marsstat/Crop_Yield_Forecasting/MOCA/16031000.HTM).
- ÖZDEMİR, Y. Ve ÖZİŞ, Ü., 2000. Türkiye’de Aşağı Fırat’ın ve Dicle’nin güney kollarının uzun süreli akışları. “İnşaat Mühendisleri Odası, Teknik Dergi”, 11(1):2075-2100.
- ÖZİŞ, Ü., 1994. La gestion des besoins et d’approvisionnement en eau dans le bassin Euphrate Tigre. Cairo, International Water Resources Association, “IWRA VIII. World Congress on Water Resources”, 2:1-13.
- ÖZİŞ, Ü., ÖZDEMİR, Y., BARAN, T., TÜRKMAN, F., FISTIKOĞLU, O. ve DALKILIÇ, Y., 2000. Türkiye’de Sınır Aşan Suların Su Hukuku ve Su Siyaseti Açısından Durumu. Dokuz Eylül Üniv. Müh. Fak. İnş. Müh. Bl., İzmir. 240s.
- ÖZİŞ, Ü., FISTIKOĞLU, O. ve ÇANGA, R. 2000. Keban, Karakaya, Atatürk baraj yerlerinde aylık akışlar. “İnşaat Mühendisleri Odası, Teknik Dergi”, 11(1):2101-2119.
- RYCROFT D.W. and HALCROW-DOLSAR RWC, JV., 1994. *Teknik Tartışma Raporu* 11:1-14.
- SHAHIN, M. 1989. Review and assessment of water resources in the Arab region. *Water International*, 14(4):206-219.
- SOUTHERNLAND ASSOCIATION, 2006. [http:// www. Terredelsud. Org / risidriceng .php](http://www.Terredelsud.Org/risidriceng.php).
- STARR, J.R. and STOLL, D.C., 1987. “U.S. Foreign policy on water resources in the Middle East”. Washington D.C., The Center for Strategic & International Studies, 49p.
- SUIŞ PROJE, 1992. Mardin-Ceylanpınar Ovaları Sulama Projesi, Şanlıurfa ve Harran Ovaları Sulaması Revizyon Projesi, Sümer GAP Sulamaları Mühendislik Hizmetleri Ortak Girişimi, Ankara. 235s.
- TARIM BAKANLIĞI, 2006. [http://www.tarim.gov.tr /kurumsal /birimler/ merkez/ trgm /hizmetler.htm](http://www.tarim.gov.tr/kurumsal/birimler/merkez/trgm/hizmetler.htm).
- TMMOB İMO, 2006. Su Politikası Kongresi Sonuç Bildirisi. 527s.
- TROUT, T.J., 1979. Factors affecting losses from Indus basin irrigation channels. Colorado State University, Fort Collins, Water Management Research Project. Technical Report No. 50. 72p.

WCA, 2006. <http://www.wca.infonet.org/servlet/CDSServlet?status=ND0xMjE5Ljk0MTQ4JjY9ZW4mMzM9ZG9jdW1bnRzJjM3PwluZm8~>.
YENİGÜN, K. ve GERGER, R., 2006. GAP'ta su kaynaklarının planlama ve yönetimi üzerine teklifler ve Kısas örneği. TMMOB Su Politikaları Kongresi 1:123-132.

ÖZGEÇMİŞ

19.12.1964 yılında Urfa'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Şanlıurfa'da tamamladı. 1988 Şubat döneminde Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Özel sektörde; Harran Ovası Sulaması I. Kısım inşaatında sırasıyla saha mühendisi ve saha amiri olarak çalıştı. 1991 yılında T.C. Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı Bölge Müdürlüğünde uzman olarak çalışmaya başladı. Sırasıyla grup müdürü, bölge müdür yardımcısı ve bölge müdürü olarak görev yaptı. Bu süre zarfında otuzdan fazla ülkede defalarca GAP konusunda, uluslar arası konferans, seminer ve çalışma gruplarında yer aldı. GAP hakkında Ulusal ve uluslar arası basında yayınlanmış pek çok makale, görüş ve mülakatları mevcuttur. 2004 yılında Harran Üniversitesine öğretim görevlisi olarak katıldı. Yapı İşleri Şb. Md'lüğü, Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı ve Genel Sekreter Yardımcılığı görevlerini yürüttü. Halen Harran Üniversitesi Genel Sekreterliği görevini yürütmektedir.

ÖZET

“GAP’ın toplam maliyeti 32 milyar \$ olup, kamu yatırımlarının nakdi gerçekleşme oranı % 54 civarındadır. Rakamsal büyüklükler ve etkileri açısından dünyanın en önemli suya dayalı kalkınma projeleri arasında ilk sıralardadır” (GAP İdaresi, 2003).

GAP kapsamında suya dayalı olarak yapılan çalışmaların ve inşaatların tamamı henüz bitirilememiştir. Enerji projelerinin büyük bir kısmı tamamlanmış olmasına karşın, sulama inşaatlarında gerçekleşme oranı halk sulamaları dahil %20’ler civarındadır. Dolayısıyla; bu çalışmadaki esas amaç mevcut kaynakların dağıtımının ve kullanımının planlanması ile ilgili olarak öngörülen beklentilerin, sahadan çıkan sonuçlar açısından değerlendirilmesidir.

Su kaynakları ile mevcut sulama sistemlerinin hidrolik modellemesi açısından; sulama sistemlerinin işletme performansının değerlendirilmesi, potansiyel işletme sorunlarının belirlenmesi, işletme kontrolünü arttıracak seçeneklerin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi, genelde diğer sulamalarda uygulanabilecek sonuçların ortaya konması, gelecekte yapılacak projelendirme çalışmalarında kullanılacak veya halihazırda projelendirilmesi tamamlanmış sulamalarda iyileştirme yapmak amacıyla öneriler sunmak için büyük önem taşır. Drenaj gereksinimleri açısından ise; halihazırda inşaatı tamamlanmış ve tasarım halinde olan drenaj sistemlerinin potansiyel açıdan zayıf yönlerini tespit etmek, bunları giderici veya azaltıcı önlemleri önermek ve bu gibi sorunların gelecekte tekrar edilmesini önlemek, genel sulama randımanını arttırmak amacıyla drenaj suyunun tekrar sulamada kullanılması ile ilgili alternatifli seçenekleri incelemektir.

Bu kaynaklardan elde edilen verilere dayalı olarak öngörülen hedefler açısından kıyaslamalar yapılacak ve su kaynaklarının optimum şekilde kullanılmasını sağlayacak yönetim ve işletme konularında, kurumsal ve yasal içerikler, sosyal ve kültürel davranışlar, çevresel etkileşim potansiyeli, mali ve ekonomik ihtiyaçlar gibi konularda öneriler sunulacaktır.

Unutulmaması gerekir ki; ülkemiz su zengini bir ülke olmadığı gibi, su da ikamesi olmayan yegane yaşamsal bir ögedir. Suyun yokluğu da, çokluğu da her açıdan sorunlar yaratmaktadır. Çözüm ise su ile ilgili, tüm unsurların biri birleriyle olan etkileşimlerini göz önüne alan optimum ve uygulanabilir bir modelin sunulmasıdır.

SUMMARY

“Total cost of Southeastern Anatolia Project is 32 billion US \$, financial realization rate of the project is around % 54 by the state investment. In terms of its scopes, contents, effects and numbers, GAP is one of the biggest and important one in the world based on water resources development projects” (GAP, 2003).

Within the scope of GAP, constructions and studies are not completely finished yet. Realizations of energy projects are mainly finished however irrigations constructions have realization rate of % 20 including public irrigations. Therefore; main scope of this study is making evaluations according to the results from Project areas in terms of distributions and planning of existing resources.

Water resources and existing irrigation systems are considered in terms of hydrolic modellings; evaluation of operation performance of the irrigation systems, to make definition of potential operation problems, evaluation and development of operational control alternatives, mainly put applicable results to the other irrigation areas and to make recommendations for on going projects and other projects, plannings which are not started yet. In terms of drainage necessities; to define weakness of existingly finished and under the design stages projects and make recommendations to them and also prevent occurrence the same type of the problems for future plannings, to make comparison of alternatives for reuse of drainage waters for irrigation purposes in order to increase irrigation performance.

To make comparisons and try to use of water resources in an optimum way according to the results from existing resources in terms of management, operation, administrative, lawful contents, social and cultural behaviors, and also effect of environmental potential, financial and economic needs for overall evaluations.

It should be not forgotten that; Turkey is not water rich country and water is an unique vital elements in the world. Existing of water over then needs and also lack of water is a source of problems in terms of every way. The solution is to apply an optimum model to the GAP Project including all the related elements.