



GAP'TA SU KAYNAKLARININ PLANLAMA VE YÖNETİMİ ÜZERİNE TEKLİFLER VE KISAS ÖRNEĞİ

Kasım Yenigün
Y. Doç. Dr.
Harran Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi, Şanlıurfa

Reşit Gerger
Y. Doç. Dr.
Harran Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi, Şanlıurfa

ÖZET

Dünyada nüfusun hızlı artışına paralel olarak su talebinin artışı ve bunun aksine temiz su kaynaklarının azalması gerçeği, ülkemizdeki su kaynaklarının en iyi şekilde değerlendirilmesi ve yönetimi konusunu ülkenin temel politikaları arasına sokmuştur. Ancak optimum bir su politikasının oluşması için de mevcut durumun doğru verilerle irdelenmesi ve ihtiyaçlara dönük doğru değerlendirmelerin yapılması gerekmektedir. Bu bilgiden hareketle, ülkemizin gözbebeği GAP Projesi için bir irdeleme ve teklif çalışması yapılmıştır.

GAP'ın işletme hedefinin kaynakların verimli kullanılması faydasının yanı sıra, ekolojik dengede etkin kontrol, yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve modern bir yapı oluşturulması düşüncesi olduğu unutulmamalıdır. Bu sebeple bu çalışmada, özellikle uzaktan algılama tekniklerinin hidrolojik modellemelerde kullanılması üzerinde durularak, sistem optimizasyonuna sağlayacağı katkılar gözden geçirilmiş ve bununla ilgili olarak bir sistem modellemesi için bir uygulama teklifi şeması sunulmuştur.

Öte yandan GAP projesinin amaçlarından sadece biri olan sulamada, gerek sulama yöntemi ve gerekse bu yöntemin uygulanmasından kaynaklanan hatalar, inşaat aşaması bile henüz tamamlanmadan projenin kullanılamaz duruma gelmesini bazı bölgelerde göz önüne çıkarmıştır. Yaşanan bu olumsuz sonuçlar Şanlıurfa-Kısa ölçüğünde gözlemlenerek irdelenmiştir.

GİRİŞ

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.

Proje alanı 75 358 km² olup, 6 608 619'luk 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.

İçinde; barajlar, hidroelektrik santralleri, sulama sistemleri, tarımsal altyapı hizmetleri, endüstriyel gelişim, sanayileşme, sağlık, eğitim, turizm ve diğer sektörel projeleri kapsayan 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, GAP gibi kuruluşlar öncü rol üstlenmiştir.

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 sağlama hedefleri doğrultusunda; GAP kapsamında; 22 baraj (13'ü tamamlanmıştır) , 19 hidroelektrik (7'si tamamlanmıştır) santrali ile 1.762 milyon hektarlık bir alanda (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) üretilecektir. (1)

AMAÇ

GAP bölgesel kalkınma planlaması ve kontrolüne ilişkin entegre ve otomasyona dayalı, gerçek zamanda optimal işletilmesini sağlayacak bir "su kaynakları planlama ve yönetim sistemi" oluşturulması hedefi kaçınılmazdır.

GAP'ın işletme hedefinin kaynakların verimli kullanılması faydasının yanı sıra, ekolojik dengede etkin kontrol, yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve modern bir yapı oluşturulması düşüncesi olduğu unutulmamalıdır. Bu sebeple bu çalışmada, özellikle uzaktan algılama tekniklerinin hidrolojik modellemelerde kullanılması üzerinde durularak, sistem optimizasyonuna sağlayacağı katkılar gözden geçirilmiş ve bununla ilgili olarak bir sistem modellemesi için bir uygulama teklifi şeması sunulmuştur.

Bu çalışma içinde öngörülen çerçevede GAP kapsamındaki su kaynaklarının en verimli kullanımı için entegre bir su kaynakları planlama ve yönetim sisteminin genel amaçlı olarak tanımlanması, gerçekleştirilmesi ve zaman içinde, sadece GAP bölgesinde değil, bütün Türkiye çapında uygulanması hedeflenmiştir. Özellikle, hidrolojide uzaktan algılama teknikleri ve modern sistem analizi yöntemleri gibi bilim ve teknolojideki son gelişmelere dayanan uygulamaların, su kaynaklarının optimal planlama ve işletilmesinde sağlayacağı yararlar incelenecektir.

Aslında GAP gibi çok yönlü ve çok özellikli bir projede teknik, idari, mali, sosyal ve siyasi pek çok kısıtlayıcı şartında olduğu ve bunların hepsine göre optimum çözümün elde edilmesi gerekliliği de düşünülürse, böyle bir otomasyona dayalı sistemin oluşturulması kaçınılmaz görülmektedir. Yatırım bazında verilenlerin işletme bazında geri alınması, en uygun çözümle mümkün olabilecektir.



Öte yandan GAP projesinin amaçlarından sadece biri olan sulamada, inşaat aşaması bile henüz tamamlanmadan projenin kullanılamaz duruma gelmesini bazı bölgelerde göz önüne çıkarmıştır. Gözlem bölgesi olarak Şanlıurfa-Kısa beldesinde, sulamada geniş ölçek olan Harran ovasının bir küçük modeli olarak; yeraltı su seviyesi oldukça yükselmiş, pek çok yapının zemin katları sular altında kalmıştır. Drenajda karşılaşılan yetersizlik, tuzlanma, erozyon, üründe verim düşüşü ve benzer konular resimlerle göz önüne serilmeye çalışılmıştır. Bu örnek araştırma ile bölgesel ve ardından ulusal su kullanımı politikalarının oluşmasında, planlama çalışmalarının doğru bir yönelim kazanması amaçlanmıştır.

GAP SU KAYNAKLARI YÖNETİMİNDE SİSTEM DEĞERLENDİRMESİ

Temel amaç; bu su kaynaklarından yararlanmak için en mükemmel şekilde tahsis edilmesini sağlayacak yönetim ve işletme siyasetlerinin tanımlanması ile ilgilidir. Esas amaç mevcut kaynakların dağıtımının ve kullanımının planlanması için tercih edilen stratejiyi ortaya çıkarmada kullanılacak bir mekanizmayı meydana getirmektir. Bu mekanizma (veya model) esas olarak kütleli dengesi esas alınarak 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. (2)

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 kullanılacak şekilde mümkün olduğu ölçüde genel amaçlı olarak gerçekleştirilmelidir.

Böylelikle, geliştirilebilecek 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.

Bu arada hidrolojik çevrim olayının GAP kapsamındaki akarsu havzaları için modellenmesi ve buradan yağış-akış ilişkilerinin modellenmesine geçilmesi, nehir akımlarının modellenmesi, nehir ve rezervuarlarda akım öteleme modelleri geliştirilmesi ve hidrometeorolojik tahmin yeteneği sağlayacak modellerin geliştirilmesi hedefleri bu planlamanın birer parçası olmalıdır. (3)

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.

Gerçek-zaman işletme için, hidrolojik ve meteorolojik verilerin, (yağış,yüzeysel akış,yeraltı suyu ve hava sıcaklığı, nemlilik oranı gibi) ve bunlar arasındaki ilişkilerin sağlıklı bir şekilde belirlenmesi gerekir.

Bu takdirde, sistemin belirli bir andaki optimal işletme politikası, yapılan sürekli ölçümler aracılığıyla (mevcut kayıtlardan da yararlanarak) gelecek kısa bir süre için elde edilen en iyi



tahminlere dayalı verilerle belirlenir. Fakat, bu politikanın zamana ait ilk adımı uygulanır. Daha sonraki zaman aralığına geçildiğinde, elde edilen son verilerle aynı işlem tekrarlanacaktır. Böylece, doğrudan kontrol ile gerçek-zaman işletme durumunda en ayrıntılı optimizasyonu yapılabilmekte ve sistemin mevcut ve beklenen şartlara en uygun işletilmesi sağlanmış olacaktır.

Bu çerçevede, oldukça kısa zaman aralıkları ile hidrolojik ve meteorolojik verilerin elde edilebilmesi ve ileriye yönelik tahmin yeteneklerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bunun içinde, ölçümü yapılan fiziksel büyüklüklerle, hidrolojik ve meteorolojik verileri ilişkilendiren modellerin kullanılması gereği ortaya çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar, elde edilen tahminlerin güvenilirliği ile gerçek-zaman işletme süresi arasında yakın bir bağlantı olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, gerek yapılan ölçümler ve gerekse kullanılan modeller açısından bu tahminlerin güvenilirliğinin artırılması önem taşımaktadır.

Geliştirilecek bilgisayara dayalı entegre su kaynakları planlama ve yönetim sisteminde, hidrometeorolojik verilerin elde edilmesi, değerlendirilmesi ve ilgili veri tabanının oluşturulmasında, günümüzün uydu teknolojisinin sağladığı imkanlardan yararlanılarak uzaktan algılama yöntemleri ve buna ilişkin görüntü işleme teknikleri kullanılabilir. Böylece, bu teknolojinin ülkemizde hidrometeoroloji alanındaki uygulamaları başlatılmış olmakla birlikte, hidroloji ve meteoroloji alanındaki bu yeni teknoloji uygulamasının, yapılacak çalışmanın ötesinde ülkemiz açısından stratejik bir önem taşıyacağı da ayrıca unutulmamalıdır.

Böyle bir çalışma ile, Türkiye genelinde düşünülebilecek bir planlama ve yönetimde otomasyon konusunda önemli bir adım atılmış olacaktır. Belirtilen su kaynakları planlamasında; hidroelektrik enerji temini, sulama, taşkından koruma, sistem modellemesi ve optimizasyonu, ekonomik analiz, çevre sorunları, sosyal faktörler, ekonomik planlama vs.ye kadar uzanan karmaşık bir sürecin içine girilir. Uydulardan elde edilen bilgilerin yeryüzünde yapılan bazı ölçümlerle birlikte kullanılmasının bu yönde önemli katkılarının olacağı beklenmelidir.

Gerçek-zaman işletme, bir akarsu havzasının optimal işletilmesinde olduğu gibi ülke çapında birçok akarsu havzasının ve elektrik üreten santrallerin ve diğer tesislerin birlikte işletilmesi ve bir merkezden kontrolü için de kullanılabilir.

Hidrolojik modelleme çalışmasının, bölgede su kaynakları planlama ve yönetiminin en önemli alt yapısını oluşturacağı düşünülebilir. Genel bir ifade ile, hidrolojik çevrim olayının GAP kapsamındaki akarsu havzaları için modellenmesi ve buradan yağış-akış ilişkilerinin modellenmesine geçilmesi, nehir akımlarının modellenmesi, nehir ve rezervuarlarda akım öteleme modelleri geliştirilmesi ve hidrometeorolojik tahmin yeteneği sağlayacak modellerin geliştirilmesi hedeflenmelidir.

1980'li yıllardan sonra hidrolojiye ciddi olarak girdiği ve hayli önemli bir teknik olduğu düşünülürse (4), uzaktan algılama konusu yeterli olarak tanındıktan sonra;

- a) Yağış-akış ilişkisinin modellenmesi,
- b) Akımların modellenmesi,
- c) Akarsu ve rezervuarlarda akımların ötelenmesi,
- d) Hidrometeorolojik tahmin yöntemleri, gibi konular üzerinde çalışmalar yapılacaktır.



Uzaktan algılama, yeryüzünün ve yer kaynaklarının incelenmesinde onlarla fiziksel bağlantı kurmadan kaydetme ve inceleme tekniğidir.(5)

Fırat nehri üzerindeki 14 baraj ve 11 hidroelektrik santral ile Dicle nehri üzerindeki 8 baraj ve 8 hidroelektrik santral ile bu bölgedeki enerji üretimi ve suyun çeşitli alanlardaki kullanımı projesi DSİ tarafından yapılmıştır. Fakat planlamanın sürekliliği, değişimler ve özellikle de bu tesislerin optimal işletilmesi gereği (bölgenin hassas yapısı da göz önüne alınarak) ayrıntılı su kaynakları yönetim ve planlama düşüncesini ön plana çıkarmıştır.

Bu düşünceden olarak, GAP çerçevesindeki Fırat ve Dicle havzalarında hidrolojik modelleme ve hidrometeorolojik tahmin yetenekleri geliştirilmesi konusu ile çok barajlı ve çok amaçlı akarsu havzalarında sistem analizi, modellenmesi ve optimizasyonuna yönelik çalışmalar, değişen amaç ve kriterlerle kullanılabilir şekilde mümkün olduğu ölçüde genel amaçlı olarak gerçekleştirilebilir

Su kaynakları planlaması, istenilen amaçlar doğrultusunda ve öngörülen kriterler çerçevesinde su kaynaklarının en verimli kullanımını sağlayacak faaliyetlerin bütününe içine alır. Fakat unutulmaması gereken planlama sürecinin sürekliliğidir. Bu yüzden, geçen zaman dilimleri içinde, değişen şartlarda göz önüne alınarak ileriye dönük yeni tahminlerle planlama sürekli olarak yenilenmelidir. (6)

Hidrolojik çevrim olayının GAP kapsamındaki akarsu havzaları için modellenmesinde hedeflenen adımlar (uzaktan algılama için) şu şekilde sıralanabilir.

- a) Genel (günlük-cari) uygulamalar,
- b) Yağış-akış ilişkisinin modellenmesi,

Bu arada herhangi bir hidrometeorolojik olayın, mevcut hidrolojik dengeyi nasıl etkileyeceği belirli hata sınırları içinde belirlenecektir. Bu arada hidrolojik çevrimin izlenmesi, iklim üzerindeki etkilerin belirlenmesi ve yanı sıra, havza hidrolojisi ve havzadaki tesislerin işletme politikaları, akarsu kirletici madde konsantrasyonu ve çevre kirliliğinin kontrolü açısından da önem taşımaktadır. (7)

- c) Akımların modellenmesi,
- d) Akarsu ve rezervuarlarda akım ötelenmesi,
- e) Kar hidrolojisi ve su temini tahminleri,

Leaf, kar örtüsü ile yığılmış akım arasındaki ilişkiyi hava fotoğrafları ile göstermeye çalışmış ve zincirleme fotoğrafların kar örtüsü azalmasının, kar eriyiği pikinin büyüklüğü ve zamanını tahmin etmeye yardımcı olduğunu belirtmektedir. (8)

- f) Taşkın ve taşkın alan haritaları,
- g) Hidrometeorolojik tahmin,

Şu anda klasik yöntemlerle, DSİ tarafından; Fırat ve Dicle havzasında çeşitli noktalarda bulunan akım gözlem istasyonları ile akımlar günlük olarak ölçülmektedir. Şüphesiz ki, bu miktarlara yağış ve akışın çeşitli parametreleri etki etmektedir. (9)



Kurulabilecek bir yer istasyonunda yüksek ayrımlı HRPT verilerinin elde edilmesi ve ilgili görüntü işleme tekniklerinin kullanılması ile, elde edilebilecek hidrometeorolojik veriler şu iki grupta toplanabilir: (10)

- a) Yer yüzeyinde; Toprak yüzeyi sıcaklığı, yüzey nemliliği, bitki örtüsü, kar örtüsü (alan, ısı, yoğunluk profili), yeraltı suyu sınırları.
- b) Atmosferde; Bulut örtüsü, tipi, hareket yönü, sıcaklığı, nem yükü, yoğunlaşma şartlarının tahmini (yer, zaman ve yağış miktarı olarak)

Özellikle yerden yapılacak bazı tahminlerin, diğer bazı hidrometeorolojik tahminlerle karşılaştırılması ve kalibrasyonu için; NOAA uydu verilerinin yanı sıra Landsat ve Spot uyduları ile birlikte bazı meteorolojik radarlarında kullanılması gerekliliği vardır.

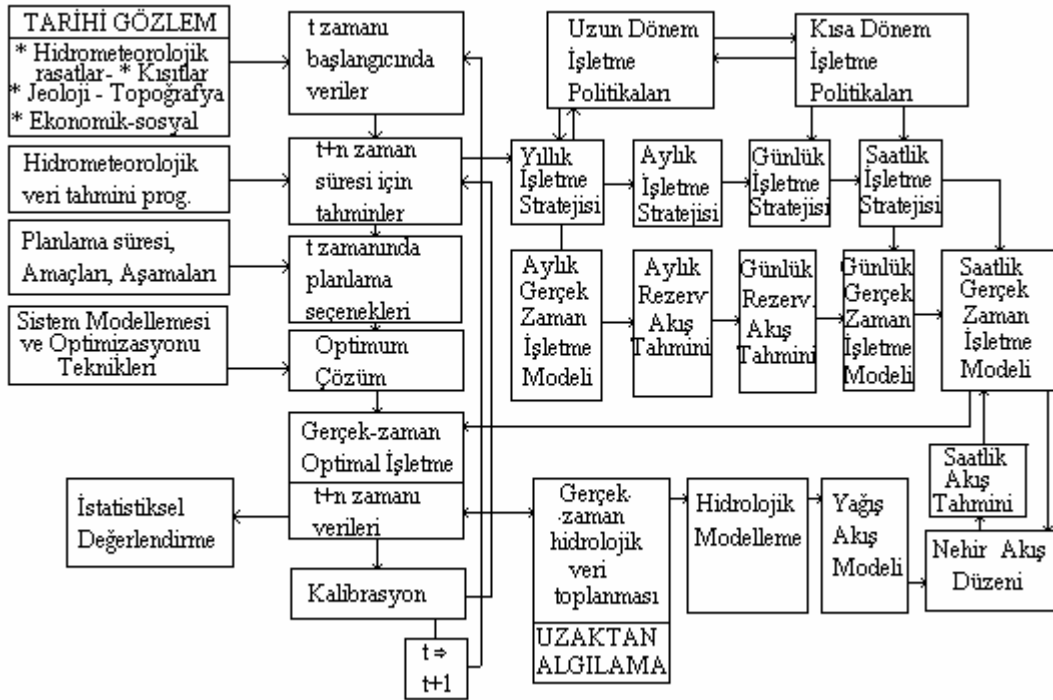
Hidrolojik modelleme ve uzaktan algılama konusunda şu sonuçlar mevcuttur: (11)

- a) Hidrolojik modeller, kendi mevcut şekilleriyle, uzaktan algılama bilgilerinin kullanımı için geçerli bir potansiyele sahip değildir. b) Uzaktan algılama verilerinin kullanılması, mevcut modellerde küçük değişimlerle mümkündür. c) Uzaktan algılama için en büyük potansiyel; uyduların, pasif, mikrodalga algılarının, yüksek ayrımla ayırt edilmesidir. d) Hidrolojik modelleme, yeni jenerasyon modellerin gelişmesiyle veya yeni uzaktan algılama kabiliyetlerini kabul edebilen mevcut modellerin alt programlarıyla geliştirilebilir.

Ancak karar aşamasında çok sayıda kriterin varlığı (ekonomik, sosyal, politik vs.) ve gerçek-zaman işletmede karar verme süresinin kısalığı (günlük, saatlik), söz konusu tahminler için değişen (veya değişmeyen) verilere ait bilgilerin çok kısa bir sürede elde edilmesi gerekliliğini ortaya koyar. İşte bu noktada önemi açığa çıkan uzaktan algılama teknolojisi ve bu teknolojinin kullanılmasıyla elde edilecek veriler, hem karar verme aşamasını, hem gerekli değişiklikleri yapmak için gerekli zamanı ve kalibrasyonu hızlandırarak sistem optimizasyonunu önemli ölçüde kolaylaştıracaktır

Önerilen bu sistem modeli nihayetinde, hedeflenen minimum zaman dilimleri sonucunda; sonuçlar değerlendirilecek ve kalibrasyon, istatistiksel değerlendirme ve yeni adımlar için yeni tahminler (son verilerle) yapılabilecektir. (Şekil.1) (6)

Bilgisayar ve uzaktan algılama konularının ilişkilerine gelince, uzay bilimleri teknolojileri kapsamına giren uzaktan algılama, sayısal görüntü işleme tekniklerinin gelişmesi ile spektral tayfin değişik bölgelerinde algılama yapan çok bantlı tarayıcılardan elde edilen sayısal verilerin bilgisayarlarla işlenmesi sonucu ihtiyaç duyulan verilere en hızlı ve en doğru şekilde ulaşmayı mümkün kılmıştır. Kısaca uzaktan algılama biliminin bu çapta yaygınlaşması ve kullanım alanı bulması doğrudan doğruya bilgisayarların ve bilgisayar teknolojisinin bu denli gelişmiş olması ile yakından ilgilidir. Bilgisayar teknolojisindeki her gelişme uzaktan algılama biliminin de aynı oranda gelişmesine neden olacaktır. (12)



Şekil 1. Su Kaynakları Planlaması İçin Öneri Sistem Modeli Örneği (6)

KISAS ÖRNEĞİNDE SU KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ

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

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. (1)

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 tamamlanması bu sektörde 15-20 yıl gibi bir süre almaktadır. (13)

Sulu tarımın başarılı olabilmesi için tüm sulamalarda işletme randımanları yüksek olmalı ve sulanması planlanan alanın genişliği göz önüne alındığında da sulama randımanlarının yüksek olması gerektiği anlaşılmaktadır. 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. (12)

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. (14)

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. (15)

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. (16)

Talep yönetimi; hem suyun kullanımının direkt kontrolü ve 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. (17)

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 direkt bir etkisi yoktur. Bu sistemin anılan konular üzerinde etkin olabilmesi için derin bir yer altı drenaj sistemine ihtiyaç vardır. (2)

GAP projesinin amaçlarından sadece biri olan sulamada, gerek sulama yöntemi ve gerekse bu yöntemin uygulanmasından kaynaklanan hatalar, inşaat aşaması bile henüz tamamlanmadan projenin kullanılamaz duruma gelmesini bazı bölgelerde göz önüne çıkarmıştır. Kısas beldesi örnek olarak fotoğraflandırılmıştır. (Şekil.2)

Harran ovası alüviyal ve resüdiyal topraklardan oluşmuştur. Ova toprakları genelde derin profillidir. Topraklar profil boyunca genellikle kil bünyeli olmalarına karşın, su iletim kabiliyetleri oldukça iyidir. Permeabilite test sonuçlarına göre ovada geçirgenlik genelde hızlı ve çok hızlı bulunmuştur. Bu durum derine sızmayı, dolayısıyla taban suyu oluşumunu hızlandırmaktadır. (18)

Bölgede göze çarpan genel durum; yağış mevsimi olmamasına rağmen bir taşkın sonrası görüntüsü andıran arazide, aşırı sulama sonrası yer altı suyunun yükselmesi sonucu, ova bazında düşük kotlu bir alan özelliği taşıyan beldede, her tarafın sular altında kalması



şeklindedir. Üstelik kullanılan gübre ve kimyasalların da etkisi düşünüldüğünde işin vahameti daha da artmaktadır. Fotoğraflardan birinde belde merkezinde yer alan bir okulun bodrum katının tamamen su ile dolduğu ve pompajla boşaltılmaya çalışıldığı görülmektedir. Ancak drenaj eksikliği de sorunu daha etkili kılmaktadır.

Burada aşırı sulama, drenaj problemleri, yer altı su seviyesinin yükselmesi, suyun israfı ve benzeri konularla ilgili görülen olumsuz fotoğrafların değerlendirilmesi sonucunda bile, GAP'ta su kaynaklarının işletmesinde ciddi problemlerin yaşandığı göz önüne serilmektedir. Unutulmaması gereken bir konu da projenin henüz tamamlanmış bile olmadığıdır.





Şekil 2. Şanlıurfa-Kısa Beldesinde 2005 sulama dönemi fotoğrafları

SONUÇ

Bu çalışmada GAP kapsamındaki su kaynaklarının en verimli kullanımı için entegre bir su kaynakları planlama ve yönetim sisteminin genel amaçlı olarak tanımlanması, gerçekleştirilmesi ve zaman içinde, sadece GAP bölgesinde değil, bütün Türkiye çapında uygulanması önerilmiştir. Özellikle, hidrolojide uzaktan algılama teknikleri ve modern sistem analizi yöntemleri gibi bilim ve teknolojiye son gelişmelere dayanan uygulamaların, su kaynaklarının optimal planlama ve işletilmesinde sağlayacağı yararlar ayrıntılı olarak incelenmiş ve irdelenmiştir. (7)

Öte yandan bu tür bir çalışma ile, ulusal su politikalarının belirlenmesinde, hızlı, güvenilir ve rasyonel bir su kullanımı ve paylaşım kriteri elde edilebilecektir. Çünkü gerçekten çok yönlü, çok kısıtlı ve çok kriterli su kaynakları işletme ve yönetimi probleminin de son derece modern ve yeterli sistemlerle çözülebilir olmasına ihtiyaç vardır.



Sözünü ettiğimiz işlemin başarısı; kullanıcının, uzaktan algılama verilerinin analizi ile elde edilmiş bilgiler sayesinde, problemi daha iyi çözüp çözemeyeceğine ve yeryüzündeki doğal kaynakların yönetimi ile ilgili daha iyi kararlar verip veremeyeceğine göre belirlenir.

Aslında GAP gibi çok yönlü ve çok özellikli bir projede teknik, idari, mali, sosyal ve siyasi pekçok kısıtlayıcı şartında olduğu ve bunların hepsine göre optimum çözümün elde edilmesi gerekliliği de düşünülürse, böyle bir otomasyona dayalı sistemin oluşturulması kaçınılmaz görülmektedir. Yatırım bazında verilenlerin işletme bazında geri alınması, en uygun çözümle mümkün olabilecektir.

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.

KAYNAKLAR

1. GAP Bölge Kalkınma İdaresi, Son Durum Raporu, 2001, 5-12 s., Ankara.
2. HALCROW-DOLSAR RWC JV, *Hydrology and Water Resource Modeling, Technical Discussion Paper No: 12, 1993, s.1*
3. Sert, M., *Su Kaynakları Planlamasında Sistem Optimizasyonu, Türkiye İnşaat Mühendisliği IX Kongre Bildirileri, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara, 1987, s.85.*
4. Engman, E. T., *Hydrologic Research Before and After AgRISTARS, IEEE, Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. GE 24, No.1, USA. 1986.pp.6*
5. Örüklü, E., Uzaktan Algılama, Yıldız Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1988, s.83
6. Yenigün, K., *Hidrolojik Modellemede Uzaktan Algılama ve Gerçek Zaman İşletmede Kullanılması, Harran Üniv. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 1995. (Yayımlanmamış)*
7. Sert, M., *GAP Entegre Su Kaynakları Yönetim Sistemi ve Hidroelektrik Tesislerin Optimal İşletilmesinde Uzaktan Algılama Teknolojisi, Türkiye 5. Enerji Kongresi, Ankara, 1990. s..523-538.*
8. Leaf, C.F., *Aerial Photographs for Operational Streamflow Forecasting in the Colorado Rockies, in Proc. 37th Western Snow Conf. (Salt Lake City), 1969.*
9. Anonymous, *Akım Gözlem Yıllıkları, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara. (Süreli)*
10. Swain, P.H. and Davis S.M., 1978. Uzaktan Algılama, (Kantitatif Yaklaşım), McGraw Hill, England. (Çev: Maktav, D.,1991, İTÜ, İstanbul.) pp.362
11. Peck, Keefer and Johnson,. *Suitability of Remote Sensing Capabilities for Use in Hydrologic Models, International Symposium on Hydrometeorology, AWRA, USA, 1983, pp.59-63.*
12. Khatibi, R.H., Suter, S. N., Sulama Sistemlerinin Hidrolik Modellemesi, Teknik Tartışma Raporu No: 22, 1994, s.1.



13. *MOCA Study: Turkey*, www.agrifish.jrc.it/marsstat/Crop_Yield_Forecasting/MOCA/16031000.htm
14. *GAP BKİ, GAP- İBY Çalışması, GAP Sulama Sistemlerinin İşletme, Bakım ve Yönetimi, Tanımlama Raporu, 1994, 6-4s.*
15. *HALCROW-DOLSAR RWC JV, Urfa Ana Kanal İşletme İhtiyaçları, 1999, 3.1-3s.*
16. *Hassall and Associates, /www.ozcotton.net/services/drainage.html*
17. *Kibaroğlu A., www.idrc.ca/en/ev-42840-201-1-DOTOPIC.html, 2005.*
18. *DSI, Şanlıurfa Harran Ovası Drenaj ve Tuzluluk Sorunları, (Özet Rapor), Şanlıurfa, 2003.*



SOME SUGGESTIONS ON WATER RESOURCES PLANNING AND MANAGEMENT AT GAP REGION AND CASE STUDY FOR KISAS

Kasım Yenigün
Asst. Prof. Dr.
Harran Univ. Engineering Fac.
Sanliurfa, Turkey

Reşit Gerger
Asst. Prof. Dr.
Harran Univ. Engineering Fac.
Sanliurfa, Turkey

SUMMARY

Parallel to fast increasing in the world's populations, there is a demand increase to water. As oppose to these increasing demand, it is a fact that; fresh and clean water resources are decreasing. Because of all these reasons, it is one of the main politics of Turkey to make evaluation and management of country's water resources. But in order to get an optimum water politics, existing situations should be examined with correct datas and right evaluations toward to demands. From this point of view; this is a proposal to scrutinize to the flag projects of Turkey, which is known as GAP.

It should be unforgettable that, besides to manage the resources efficiently in GAP, and also effective control at ecological balance, to improve new technologies and create a modern structure is involved. Therefore within this study, especially to give special attention to remote sensing techniques for hydrologic modellings, re-checked contribution of system optimization and related with this a proposal of system modelling will be given.

On the other hand, one of the goals of GAP Project which is irrigation, it is also fact that because of mis-management and mis-irrigation, even though where construction phase is not completed yet, there are no chances to apply irrigation for these areas. These negative results observed and scrutinized at Şanlıurfa-Kısa scale.