TÜRKİYE AKARSULARININ SU VE SU KUVVETİ POTANSİYELİ

Prof.Dr. Ünal ÖZİŞ, Yrd.Doç.Dr. Türkay BARAN, İnş.Y.Müh. İsmet DURNABAŞ
İnş.Müh. Şebnem ŞEKER, İnş.Müh. Yalçın ÖZDEMİR
İnşaat Müh. Bölümü, Mühendislik Fakültesi
Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca, İzmir

1. GİRİŞ

Türkiye'deki akarsu havzalarının yıllık ortalama akışları ve su kuvveti potansiyeli, Türkiyenin brüt su kuvveti potansiyelini belirlemeye yönelik iki yüksek lisans tezi (Durnabaş 1987; Baran 1987) çerçevesinde, E.I.E. (Elektrik İşleri Etüd İdaresi) ve D.S.İ. (Devlet Su İşleri) tarafından 1937'den 1980'e uzanan sürede yapılmış hemen tüm gözlemlere dayalı olarak, 26 akarsu havzasının herbiri için belirlenmiştir.

Bu çalışmalarda, 1980 su yılı sonuna kadar olan akış gözlemleri, uzun süreli ortalama koşulları tanımlayabilecek bir dönüşümle değerlendirilmiş, gözlemleri olmayan havza kesimleri için de makul sayılabilecek kestirimler yapılmıştır.

Bu bulguların ötesinde, en büyük iki havza Fırat ve Dicle ile bir başka sınır-aşan su sistemi niteliğindeki Asi için, arada geçen sürede yapılmış bir yüksek lisans tezi (Demirci 1996) ve üç bitirme projesi (Özdemir 1995; Çanga 1996; Sayar 1997) ile, hazırlanmakta olan bir yüksek lisans tezi (Özdemir 1998) çerçevesinde, daha ayrıntılı biçimde yapılan çalışmalar dikkate alınarak, bazı değişikliklere dikkat çekilmiş; Devlet Su İşleri ile diğer kurum ve kişilerce varılan bulgularla kıyaslamalar yapılmıştır.

2. AKARSULARIN SU POTANSİYELİ

2.1. Mevcut çalışmalar

Türkiye'nin su potansiyelini belirleyen çalışmaların büyük çoğunluğu, esasında su kuvveti potansiyelinin hesaplanmasına yönelik çalışmalar olmuştur. Aşağıda ayrıntıları açıklanan bu çalışmalarda ulaşılan Türkiye toplam su potansiyeli değerleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

Bu konuda Birleşmiş Milletlerce yapılan ilk çalışmada (U.N./E.C.E. 1955), 83 istasyonda toplam 700 istasyon*yıl süreli akım gözlemlerine ve yağıştan kestirilen akışlara dayalı olarak, kullanılan debilerin toplamı 193 km³/yıl değerine karşı gelmektedir.

İlgili Çalışma	Yararlanılan Son Suyılı	Yararlanılan İstasyon Adedi	Toplam Gözlem Süresi (istasyon*yıl)	Türkiye'nin Su Potansiyeli (km3/yıl)
U.N.(E.C.E.),1955		83	700	193
EdF.&Etibank 1957				204
Öziş, 1961	1957	98	900	192
DSİ (Öziş), 1965	1961	229	1700	181
Öziş, 1966	1964	518	3000	183
Cöntürk & Bayar,1969	1965	560	3500	192
Öziş, 1971	1967	660	4300	175
Erke, 1978	1977			181
Yurtsever, v.d. 1981	1976			171(*)
Öziş, v.d.1985	1980			175
Erke, 1985				186
Baran & Durnabaş,1987	1980	1467	13368	181
D.S.İ. 1995, 1997				186
(*) Türkiye'nin, akım gözlemi buluna %82 alanı için hesaplanmıştır.				

TABLO 1: Türkiye'nin toplam su potansiyeli konusunda geçmişte yapılmış, esasında su kuvveti potansiyeline yönelik çalışmaların sonuçları (Öziş, 1985, 1991; Baran, Durnabaş, Öziş 1987; Öziş; Baran, Durnabaş; Özdemir 1997).

Etibank için yapılan bir çalışmada (Electricité de France & Etibank 1957), akışların değerlendirme biçiminde bir açıklık bulunmamakla birlikte, toplam potansiyel 204 km³/yıl'a karşı gelmektedir.

1957 su yılına kadar olan, 98 istasyonda 900 istasyon*yıl süreli akım gözlemlerine, gözlemi olmayan yerlerde birim akış modülü veya yağıştan kestirilen akışlara dayalı olarak yapılan bir çalışmada (Öziş 1961), toplam su potansiyeli 192 km³/yıl tutmaktadır.

Akım gözlemlerinin uzun süreli ortalamalarına yönelik iki çalışmada (Cöntürk & Taştan 1963; Cöntürk & Yurtsever 1964), 1961 su yılına kadar olan gözlemler değerlendirilmiş; ancak Türkiye'nin toplam su potansiyeline yönelik bir yorum yapılmamıştır. Aynı su yılına kadar gözlenmiş, 229 istasyonda 1700 istasyon*yıl süreli akışlara ve ek kestirimlere dayalı olarak yapılan bir çalışmada (D.S.I.-Öziş, Kargı, Akıncı 1965), toplam su potansiyeli 181 km³/yıl olarak hesaplanmıştır.

1964 su yılına kadar gözlenmiş, 518 istasyonda 3000

istasyon*yıl süreli akışlara ve ek kestirimlere dayalı olarak yapılan bir çalışmada (Öziş 1966), su kuvveti potansiyelinde % 0,8 mertebesinde bir artış görülmüştür; su potansiyelindeki artış farklı olabilmekle birlikte, aynı değer uygulandığında, su potansiyeli 183 km³/yıl değerine yükselmektedir.

1965 su yılına kadar 560 istasyonda 3500 istasyon*yıl süreli akışlara ve ek kestirimlere dayalı olarak yapılan bir çalışmada ise (Cöntürk & Bayar 1969) toplam değer 192 km³/yıl bulunmuştur.

1967 su yılına kadar gözlenmiş 660 istasyonda 4300 istasyon*yıl süreli akışlara ve ek kestirimlere dayalı olarak yapılan ayrıntılı bir çalışmada (Öziş 1971) Türkiyenin su potansiyeli 175 km³/yıl olarak belirlenmiştir.

1977 su yılına kadar geçen süredeki akışlılık etkisini dikkate alarak, önceki çalışmanın bulgularındaki değişimleri belirlemeye yönelik bir çalışmada (Erke 1978), su potansiyeli 181 km³/yıl değerine yükselmektedir.

1976 su yılına kadar geçen sürede 10 yıl ve daha fazla gözlemi olan akım gözlem istasyonlarına dayalı bir çalışmada (Yurtsever v.d. 1981), bu tür istasyonların bulunduğu ve Türkiye'nin % 82'sini kapsayan alanın su potansiyeli 171 km³/yıl olarak belirlenmiş; kalan % 18'lik alan için bir yorum yapılmamıştır.

1980 su yılına kadar geçen süredeki akışlılık etkisi için yapılan bir çalışmada ise (Öziş, Tatlıoğlu, Baran 1985), önceki (Öziş 1971) çalışmaya kıyasla su kuvveti potansiyelinde % 0,4 mertebesinde bir artış görülmüş; havzadan havzaya bazı belirgin değişiklikler izlenmekle birlikte, toplam değerin hemen aynı kaldığı anlaşılmıştır.

Aynı yıl yapılan bir başka çalışmada ise (Erke 1985), Türkiyenin toplam su potansiyeli 186 km³/yıl olarak belirtilmiştir.

D.S.İ. tarafından yapılan çeşitli çalışmalara dayalı olarak (D.S.İ. 1995, 1997; Teker 1997) verilen su potansiyeli değerlerinin toplamı da 186 km³/yıl tutmaktadır.

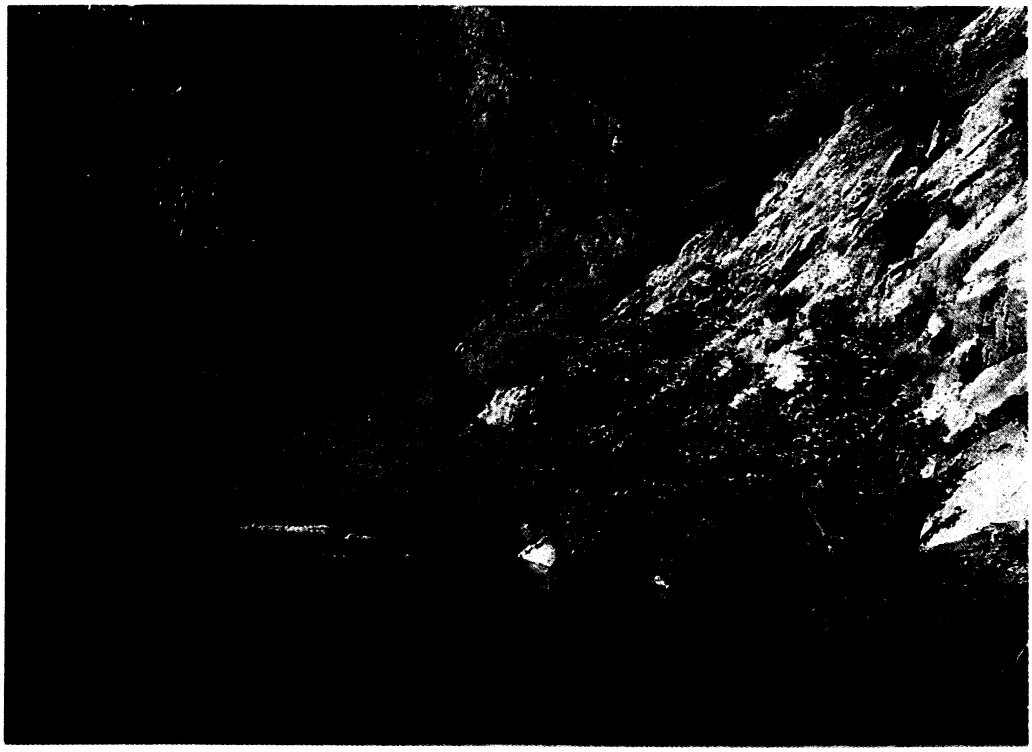
1980 su yılına kadar geçen sürede 1467 istasyonda 13.368 istasyon*yıl süreli gözlemlere ve ek kestirimlere dayalı olarak yapılan, biri (Durnabaş 1987) Türkiye'nin kuzeyindeki denizlere akan, diğeri (Baran 1987) güneyindeki denizlere akan akarsu havzalarını ele alan iki çalışmada, ayrıntıları önceki bir makalede (Öziş, Baran, Durnabaş, Özdemir 1997) ve sonraki bölümde verildiği üzere, toplam potansiyel 181 km³/yıl olarak hesaplanmıştır.

2.2. Havzalara göre su potansiyeli

Su kuvveti potansiyelinin belirlenmesine yönelik bu iki çalışmada (Durnabaş 1987; Baran 1987; Baran, Durnabaş, Öziş 1987), Türkiye'nin 26 akarsu havzası, 48 havza/havza altbölümü biçiminde ele alınarak, herbirini temsil edebilecek, uzun süreli gözleme sahip bir temel istasyon belirlenmiştir.

Diğer akış gözlem istasyonlarındaki akışların uzun dönem

Havran Barajı Aksyeri



ortalama akışları ise, temel istasyonun uzun dönem ortalamasının, her bir istasyonun gözlem süresindeki akışlarının toplamının temel istasyonun aynı süredeki akışlarının toplamına oranı ile çarpılması suretiyle belirlenmiştir.

Hiç akış gözlemi bulunmayan akarsu kesimleri, althavzalarda yeralan projelere göre bir grup altında toplanarak, uzun dönem ortalamaları komşu akarsularda birim yağış alanından gelen akış modülüne dayalı olarak kestirilmiştir. Bu çalışmalarda, özellikle karst pınar debisi niteliğindeki katkılar ve etkileri üzerinde önemle durulmuştur (Baran, Harmancıoğlu, Öziş 1987, 1995; Öziş 1989).

Akarsu havzalarının su potansiyellerinin belirlenmesinde yalnız Türkiye topraklarından kaynaklanan sular hesaba katılmıştır. Söz konusu havzaların, 1980 su yılı sonuna kadar yapılmış gözlemlere dayanarak, yukarıda açıklandığı biçimde belirlenen, uzun dönem ortalaması niteliğindeki su potansiyeli Tablo 2'de, karst pınar katkıları Tablo 3'de verilmiştir.

Görüleceği üzere, Türkiyenin su kaynakları toplam potansiyeli 180 km³/yıl seviyesindedir. Karst pınarlarının katkısı ise 1100 m³/s veya 35 km³/yıl civarında olup, toplam potansiyelin beşte biri; bu pınarların yoğun yeraldığı, Batı Akdeniz'den Dicle'ye uzanan güney havzalarda ise üçte biri mertebesinde bulunmaktadır.

Uzun süredeki ortalama akışlılık koşullarına göre belirlenen bu su potansiyelinin:
(a) aşırı sulak yıllarda 1,5 hatta 2 katına kadar yükselebildiği, aşırı kurak yıllarda 0,5 katının dahi altına düşebildiği;
(b) yılın genellikle 4 ila 6 ayında ortalamadan sulak, 6 ila 8 ayında ortalamadan kurak nitelikte, belirgin mevsimsel değişiklikler yaşandığı;
(c) en kurak aylarda, bazı akarsulardaki akışların uzun süre ortalamasının onda birinin altına dahi inebildiği;
gibi hususlar dikkate alındığında, Türkiye akarsularından etkin biçimde yararlanabilmek için baraj hazneleriyle düzenleme sağlanmasının kesin zorunluğu bulunmaktadır.

2.3. Fırat-Dicle ve Asi su potansiyelleri üzerinde ek çalışmalar

Başta Fırat-Dicle olmak üzere, Türkiye'nin sınır-aşan akarsularının (Öziş 1997a,b) su potansiyeli değerleri, uluslararası ortamlarda da tartışma konusu olmakta; "su zengini" olduğu öne sürülen Türkiye'nin komşularına olabildiğince fazla su tahsis etmesi istenmektedir (Bilen 1996).

Dünya ülkelerinin her yıl yenilenen toplam su potansiyeli günümüzde kişi başına 7.000 m³/N/yıl gibi bir değere karşı gelmekte, 10.000 m³/N/yıl'ı aşan ülkeler su zengini sayılmaktadır. Ancak, bu potansiyelin hesabında, o ülkenin topraklarından kaynaklanan suların yanısıra, memba/yukarı kıyıdaş ülkelerden gelen suların da dikkate alınması sebebiyle, bu tür istatistikler yanıltıcı olabilmektedir.

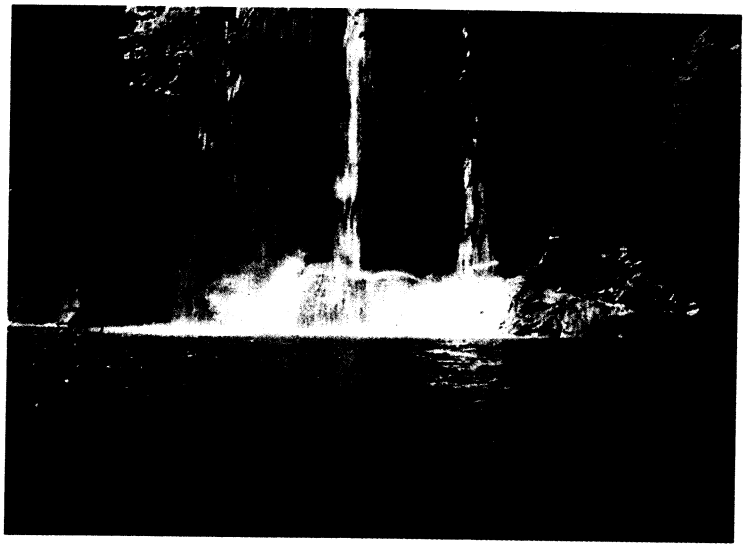
Bir örnek olarak Türkiye, Suriye ve Irak ele alınırsa (Öziş 1997a,b):
(a) Türkiye'nin kendi topraklarından kaynaklanan su potansiyeli 180 km³/yıl veya 3.000 m³/N/yıl mertebesindedir;
(b) Suriye'nin kendi topraklarından kaynaklanan su potansiyeli 7 km³/yıl veya 500 m³/N/yıl civarında olmasına karşılık, Türkiye'den Fırat ve Afrin, Lübnan'dan Asi havzalarından gelen 30 km³/yıl da eklendiği takdirde, 3.000 m³/N/yıl mertebesini bulmaktadır;
(c) Irak'ın kendi topraklarından kaynaklanan su potansiyeli

No	Havza Adı	Ortalama Akış (m3/s)	Ortalama Akış (km3/y)	Su Potansiyeli Payı (%)
1	Ergene	46	1,5	0,8
2	Marmara	210	6,6	3,6
3	Susurluk	174	5,5	3,0
4	Kuzey Ege	71	2,3	1,2
5	Gediz	74	2,3	1,3
6	K.Menderes	29	0,9	0,5
7	B.Menderes	107	3,4	1,9
8	Batı Akdeniz	234	7,4	4,1
9	Orta Akdeniz	448	14,1	7,8
10	Burdur Gölü	21	0,7	0,4
11	Akarçay	14	0,5	0,2
12	Sakarya	173	5,5	3,0
13	B.Karadeniz	323	10,2	5,6
14	Yeşilırmak	183	5,8	3,2
15	Kızılırmak	198	6,3	3,4
16	Orta Anadolu	47	1,5	0,8
17	Doğu Akdeniz	270	8,5	4,7
18	Seyhan	213	6,7	3,7
19	Asi	40	1,3	1,3
20	Ceyhan	234	7,4	4,1
21	Fırat	998	31,5	17,3
22	D.Karadeniz	532	16,8	9,2
23	Çoruh	194	6,1	3,4
24	Aras	140	4,4	2,4
25	Van Gölü	65	2,0	1,1
26	Dicle	692	21,8	12,0
TOPLAM		5.692	181,0	100,0

TABLO 2: Türkiye'nin Akarsu Havzalarında Ortalama Su Potansiyeli (Durnabaş 1987; Baran 1987; Baran, Durnabaş, Öziş 1987; Öziş, Baran, Durnabaş, Özdemir 1997).

TABLO 3: Türkiye'nin Akarsu Havzalarında Karst Pınar Katkıları (Baran, Harmancıoğlu, Öziş 1987, 1995).

No	Havza Adı	Karst Pınar Akışı (m3/s)	Ortalama Akış (m3/s)	Havza İçerisindeki Karst Pınar Katkısı Oranı (%)
7	B.Menderes	6	107	6
8	Batı Akdeniz	77	234	33
9	Orta Akdeniz	267	448	60
16	Orta Anadolu	8	47	16
17	Doğu Akdeniz	91	270	34
18	Seyhan	82	213	38
20	Ceyhan	70	234	30
21	Fırat	270	998	27
25	Van Gölü	13	65	20
26	Dicle	219	692	32



Kurşunlu Şelalesi

25 km³/yıl veya 1.400 m³/N/yıl civarında olmasına karşılık, Türkiye'den ve Suriye'den Fırat, Türkiye'den ve İran'dan Dicle havzalarından gelen 70 km³/yıl da eklendiğinde, 5.200 m³/N/yıl mertebesini bulmaktadır. Bu değerlerden hareketle, üç ülkenin kişi başına su potansiyelinin aynı mertebede bulunduğunu iddia etmek, memba/yukarı kıyıdaş ülkenin kendi topraklarından kaynaklanan suyu mansap/aşağı kıyıdaş ülkenin kullanımına bıraktığı anlamına da gelebileceğinden, hatalı ve sakıncalıdır.

Diğer taraftan, kişi başına su potansiyeli dünya ortalamasının yarısının altında kalan Türkiye'nin, bazı komşu ülkelere kıyasla su varlığı büyük görünse de, bu potansiyelin gerek zamansal ve gerekse ülke içinde alansal dağılımındaki büyük dengesizlikler, Türkiye'nin su kaynaklarının geliştirilmesinde belirli güçlükler ve sınırlamalar da getirmektedir.

Bu çerçeve içinde, aslında Basra yakınında birleşip Şatt-ül-arap adıyla körfeze tek akarsu olarak dökülen Fırat ve Dicle havzalarının su potansiyelinin bilinmesi özel önem taşımaktadır.

Bu iki büyük althavzanın Türkiye'deki su potansiyeli üzerinde, son yıllarda yapılan bazı çalışmalar aşağıda irdelenmektedir.

Aşağı Fırat akışlarının Türkiye'deki büyük barajlarla düzenlenmesi konusunda yapılan bir çalışmada (Çanga 1996), 1973'de su tutmağa başladıktan sonra doğal niteliğini kaybetmiş olan Keban istasyonunda, 1980'e kadar gelmiş olması beklenebilecek aylık akışlar, Palu + Melekbahçe + Logmar + Bağıştaş + Dazlak akışları toplamıyla regresyonla kestirilmiş; Karakaya ve Kömürhan akışları Keban + Hisarcık akışları toplamıyla kestirilmiş; Atatürk barajı yerini temsil eden Dutluca akışları da gerek Kömürhan, gerekse Keban + Hisarcık akışları toplamıyla kestirilmiş ve ortalaması alınmıştır.

Bu çalışmada Dutluca uzun dönem ortalama akışı 849 m³/s bulunmuş olup, Baran'ın çalışmasında (1987) yeralan 858 m³/s değerinden 9 m³/s veya 0,3 km³/yıl daha düşüktür.

Fırat'ın doğrudan sınırı aşan çeşitli küçük kollarının su potansiyelini de kapsayan bir çalışma halihazırda Özdemir tarafından sürdürülmekte olup, bulguları bu yazıya dahil edilmemekle birlikte, 1987'de kestirilen değerlere kıyasla bir azalma görülmektedir.

Dicle ve kollarının Türkiye'deki su potansiyeli konusunda yapılan bir çalışmada (Baran, Demirci, Öziş 1995; Demirci 1996), çeşitli regresyonlara dayalı olarak belirlenen, uzun dönem ortalama akışı Cizre'de 535 m³/s, Hezil üzerindeki Girikhan'da 17 m³/s, Büyük Zap üzerindeki Narlı'da 109 m³/s, üçünün toplamı 661 m³/s olarak belirlenmiştir.

Baran'ın çalışmasındaki (1987) değerlerler, sırasıyla 512 m³/s, 18 m³/s, 100 m³/s, üçünün toplamı 630 m³/s ile kıyaslandığında, Demirci'nin (1996) bulguları 31 m³/s veya 0,9 km³/yıl daha büyük olmaktadır.

Dicle'nin İran ve Irak'taki su potansiyelini kestirmeğe yönelik bir çalışmada (Özdemir 1995; Öziş, Özdemir, Baran 1997), Dicle ve kollarının bu üç istasyonun dışında kalan kesimlerindeki toplam akışları 82 m³/s civarındadır. Bu kesimlerin Baran'ın çalışmasında (1987) yeralan değerlerinin toplamı 57 m³/s olduğundan, Özdemir'in bulguları 25 m³/s veya 0,8 km³/yıl mertebesinde bir artış göstermektedir.

Asi havzasıyla ilgili ve 1949-1987 süresini temsil eden son çalışmada (Sayar 1997; Baran, Sayar, Öziş 1997), 1937-1980 süresini temsil eden önceki çalışmaya (Baran 1987) kıyasla ortalama akışların % 3 ila 18 arasında azaldığı görülmüştür. Akış değerleri Torun köprüsünde 13,2'den 11,8; Müşrüflü'de 11,2'den 9,5; Demirköprü'de 45,0'den 36,7; Antakya'da 85,7'den 79,3; Tekebaşı'nda 91,5'tan 88,6 m³/s değerlerine düşmüştür. Suriye'de giderek artan kullanımların bu azalmalarda ne ölçüde etkisi olduğu incelenmeğe değer niteliktedir.

Bu çalışmaların sonuçlarına göre, Tablo 1'de verilmiş su potansiyeli değerlerinde, Fırat için 0,3 km³/yıl gibi küçük bir azalma, Dicle için 0,9 + 0,8 = 1,7 km³/yıl kadar bir artış söz konusu olmaktadır. Asi havzasında ise 0,1-0,2 km³/yıl civarında bir azalma görülmektedir. Türkiye genelinde oldukça küçük kalan bu farklar Tablo 1'deki potansiyel değerlerine şimdilik yansıtılmamıştır.

3. BRÜT SU KUVVETİ POTANSİYELİ

Bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin kuramsal üst sınırını gösteren brüt su kuvveti potansiyeli,

İlgili Çalışma	Gözlem İstasyonları (Sayı)	Toplam Gözlem Süresi (istasyon*yıl)	Brüt Su Kuvveti Potansiyeli (MW)	(TWh/y)
U.N.(E.C.E.),1955	83	700	61.248	537
Öziş,1961	98	900	56.889	498
DSİ (Öziş),1965	229	1700	50.997	447
Öziş, 1966	518	3000	51.271	449
Cöntürk & Bayar,1969	560	3500	59.236	519

TABLO 4: Türkiye'ı hipsografik eğrile yöntemine göre hesaplanmış brüt kuvveti potansiye (Öziş 1977, 1985, 1991).

mevcut düşü ve ortalama akışlılıktaki bir senede gelen akımın oluşturduğu su kuvveti potansiyelini ifade etmektedir.

Dolayısıyla brüt su kuvveti potansiyeli, bölge topoğrafya ve hidrolojisinin fonksiyonu olmakta, bu iki faktör yeterli duyarlıkta değerlendirildiğinde, aslında zamanla değişmeyen bir gösterge olarak kabul edilebilmektedir.

Brüt potansiyelin hesaplanmasında, akış gözlemlerinin alan dağılımının yeterli olmadığı durumlarda, başta hipsografik eğriler yöntemi olmak üzere, eş akış eğrileri, karelere bölerek akış belirlenmesi gibi yöntemler uygulanmakta; akış gözlemleri yeterli olduğunda ise, düşü-akım diyagramlarının uygulanması yerinde olmaktadır (Öziş 1985, 1991).

Hipsografik eğriler yönteminde, belli bir havza bölümünün ortalama yükseltisi ile mansap çıkış noktası yükseltisi arasındaki fark brüt düşü olarak alınıp, havza bölümünden kaynaklanan debi ise giren ve çıkan debiler arasındaki farkla tanımlandığında, brüt su kuvveti potansiyeli bu iki değerin çarpımına bağlı olarak hesaplanmaktadır.

Düşü-akım diyagramları yönteminde ise, iki yükselti arasındaki farkın brüt düşü olarak alınıp, giriş ve çıkış arasındaki ortalama debiyle çarpılması esasına göre brüt su kuvveti potansiyeli hesaplanmaktadır.

Brüt su kuvveti potansiyelinin hipsografik eğriler ve düşü-akım diyagramları yöntemleriyle hesabı arasındaki farklar, akım gözlemlerinin varlığı ve değerlendirilmesiyle yakından ilişkilidir. Çeşitli zamanlarda farklı araştırmacılar tarafından, Türkiye brüt hidroelektrik potansiyelinin her iki yöntemle hesabı örnek olarak verilmektedir. Hipsografik eğriler yönteminin uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar Tablo 4'te, düşü-akım diyagramlarına göre saptanan değerler ise Tablo 5'te özetlenmiş olup, brüt su kuvveti potansiyelinin hesaplanmasında kullanılan akım gözlem istasyonlarının sayısı ve toplam gözlem süreleri de birlikte sunulmuştur.

İsviçre için yapılan kıyaslamalar, hipsografik eğriler yönteminin düşü-akım diyagramları yönteminden yaklaşık olarak %4 mertebesinde daha büyük değerler verdiğini göstermiştir. Tablo 4 ve 5'teki verilerden hesaplanabileceği gibi, Türkiye için iki yöntemin verdiği değerler arasındaki fark, 1965'de %3.2, 1966'da ise %3 olup sonuçların oldukça uyumlu bulunduğu görülmektedir (Öziş 1985, 1991).

Diğer çalışmalarla yazarların verdiği değerler arasındaki esas farklılıklar, genellikle akım gözlemlerindeki değişikliklerden ve özellikle diğer çalışmalarda dikkate alınmayan, Türkiye'nin hemen bütün güney havzalarında kendini gösteren karst akımlarının özelliklerinden doğmaktadır.

Bu nedenle Türkiye'nin brüt hidroelektrik potansiyeli olarak, son hesaplara göre 440 TWh/yıl mertebesinin alınması uygundur. Türkiye'nin brüt su kuvveti potansiyelinin havzalara dağılımı da Tablo 6'da verilmiştir.

4. TEKNİK YÖNDEN DEĞERLENDİRİLEBİLİR SU KUVVETİ POTANSİYELİ

Bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin teknolojik üst sınırını gösteren, teknik yönden değerlendirilebilir su kuvveti potansiyeli, kullanılan teknolojiye bağlı olarak meydana gelebilecek düşü, akım ve dönüşümdeki kaçınılmaz kayıplar da dikkate alınarak, teknik açıdan uygulanması mümkün su kuvveti projelerinin bölgenin tümünde gerçekleştirilmesiyle elde edilebilecek hidroelektrik üretimin sınır değerini temsil etmektedir.

İlgili Çalışma	Gözlem İstasyonları (Sayı)	Toplam Gözlem Süresi (istasyon*yıl)	Brüt Su Kuvveti Potansiyeli (MW)	(TWh/y)
DSİ (Öziş),1965	229	1700	49.417	433
Öziş, 1966	518	3000	49.800	436
Öziş, 1971	660	4300	49.240	435
Erke, 1978 (*)			51.978	455
Öziş, v.d.1985(**)			49.417	433
Baran & Durnabaş,1987	1467	13400	50.428	442
(*) Öziş 1971 değerlerinin 1977'ye kadar olan akışlılık etkisine göre değiştirilmesi.				
(**) Öziş 1971 değerlerinin 1980'e kadar olan akışlılık etkisine göre değiştirilmesi.				

TABLO 5: Türkiye düşük-akım diyagramları yöntemine göre hesaplanmış brü kuvveti potansiy (Öziş 1977, 1985 1991)

No	Havza Adı	Brüt su kuvveti potansiyeli (MW ; ortalama)	(TWh/y)	Toplamda Payı (%)
1	Ergene	143	1,3	0,3
2	Marmara	632	5,5	1,2
3	Susurluk	1.117	9,8	2,2
4	Kuzey Ege	307	2,7	0,6
5	Gediz	406	3,6	0,8
6	K.Menderes	138	1,2	0,3
7	B.Menderes	797	7,0	1,6
8	Batı Akdeniz	1.631	14,3	3,2
9	Orta Akdeniz	2.641	23,1	5,2
10	Burdur Gölü	91	0,8	0,2
11	Akarçay	72	0,6	0,1
12	Sakarya	1.452	12,7	2,9
13	B.Karadeniz	2.035	17,8	4,0
14	Yeşilırmak	2.091	18,3	4,1
15	Kızılırmak	2.286	20,0	4,5
16	Orta Anadolu	225	2,0	0,5
17	Doğu Akdeniz	2.456	21,5	4,9
18	Seyhan	2.239	19,6	4,4
19	Asi	545	4,8	1,0
20	Ceyhan	2.343	20,5	4,6
21	Fırat	10.236	89,7	20,3
22	D.Karadeniz	6.165	54,0	12,2
23	Çoruh	2.922	25,6	5,8
24	Aras	1.371	12,0	2,7
25	Van Gölü	284	2,5	0,6
26	Dicle	5.817	51,0	11,5
TOPLAM		50.442	441,9	100,0

TABLO 6: Türkiye'nin brüt su kuvveti potansiyelinin havzalara dağılımı (Baran 1987; Durnabaş 1987; Baran, Durnabaş, Öziş 1987; Öziş, Baran, Durnabaş, Özdemir 1997).

Bu niteliğiyle, teknik yönden değerlendirilebilecek su kuvveti potansiyeli, brüt potansiyelin bir fonksiyonu olmakta ve çoğunlukla onun yüzdesi olarak ifade edilmekte; su kuvveti teknolojisinde, yakın geçmişte ani değişmeler olmadığı ve yine yakın gelecekte bu tür gelişmelerin beklenmediği dikkate alınırsa, teknik yönden değerlendirilebilir potansiyelin de aslında zamanla pek değişmediği kabul edilebilmektedir (Öziş 1985, 1991).

Su kuvveti tesislerinde, net düşünün brüt düşüye oranı özellikle:
(a) nehir içi santrallarında kabarma eğrisine,
(b) büyük baraj santrallarında haznedeki seviye oynamalarına,
(c) çevirme santrallarında iletimdeki kayıplara bağlı olarak,
bazı alçak düşülü nehir içi santrallarında 0,5'ten, bazı yüksek düşülü çevirme santrallarında 0,9 mertebesine kadar değerler almaktadır. Yaklaşık hesaplar için ortalama oranın 0,7 mertebesinde seçimi uygundur.

Türbinlerden geçirilen debinin, su kuvveti tesisinin bulunduğu yere gelen akışa oranı da, özellikle:
(a) alçak düşülü nehir içi santrallarının türbin kapasitesine,
(b) baraj etek santrallarında hazneden buharlaşma, sızma ve savaklanmaya,
(c) yüksek düşülü çevirme santrallarında ise çevirme kapasitesine bağlı olarak,
birden küçük bir değer almaktadır. Yaklaşık hesaplarda ortalama oranı 0,9 mertebesine seçmek uygundur.
Tesisin şalt sahasında elde edilen elektrik gücünün, türbinlere suyun tatbik ettiği mekanik güce oranı, türbin, jeneratör ve transformatör verimlerini kapsamakta ve:
(a) türbinlerde hidromekanik,
(b) jeneratörde elektromekanik,
(c) transformatörlerde de elektromanyetik

nitelikte olan enerji dönüşümündeki kayıplar nedeniyle birden küçük bir değer almaktadır. Yaklaşık hesaplarda ortalama oranı 0,8 mertebesinde seçmek uygundur.

Su kuvveti kaynaklarının geliştirilmesinde, kaçınılmaz kayıpların yukarıda açıklanan üç sebebinin doğuracağı toplam etki 0,7*0,9*0,8 = 0,5 mertebesinde olacaktır. Dolayısıyla, teknik yönden değerlendirilebilir su kuvveti potansiyeli brüt potansiyelin yaklaşık olarak yarısı mertebesinde bulunmaktadır (Öziş 1985, 1991).

Bu esaslardan hareketle, Türkiye'nin teknik yönden değerlendirilebilir su kuvveti potansiyelinin, brüt potansiyelin yarısı olan 220 TWh/yıl mertebesinde olduğu ifade edilebilir.

Buna karşılık, teknik yönden değerlendirilebilir su kuvveti potansiyelini, büyük yerleşim ve endüstri merkezlerini, geniş tarımsal arazileri sular altında bırakacak olanlar hariç tutulmak üzere, teknik açıdan mümkün olabilecek tüm su kuvveti projelerinin toplam üretimi biçiminde tanımlama eğilimi de mevcuttur.

Söz konusu potansiyele bu açıdan yaklaşım, yukarıda açıklanan uygulamadan daha küçük değerler vermektedir. Teknik yönden değerlendirilebilir su kuvveti potansiyelinin bu tanıma göre saptanması, korelatif kıyaslamalara dayanan ampirik formüller yardımıyla da gerçekleştirilebilir.

5. EKONOMİK OLARAK YARARLANILABİLİR SU KUVVETİ POTANSİYELİ

Bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin ekonomik eniyileme sınırı değerini gösteren, ekonomik olarak yararlanılabilir su kuvveti potansiyeli, hem teknik açıdan gerçekleştirilmesi mümkün ve hem de ekonomik yönden tutarlı olan tüm su kuvveti projelerinin toplam üretimi olarak tanımlanabilir.

Dolayısıyla, geçmişte korelatif kıyaslamalara dayanan ampirik formüller kullanılmışsa da, bu potansiyeli master plan veya tercihen yapılabilirlik etüdü seviyesindeki havza gelişim planlarından saptamak gerekmektedir.

Su kuvveti potansiyelin üçüncü ölçüsü olan, ekonomik olarak yararlanılabilir su kuvveti potansiyeli, diğer kaynaklardan üretilecek elektriğin maliyetine göre belirlenen faydaları, masraflardan fazla olan su kuvveti

projelerinin hidroelektrik üretimini tanımlamaktadır (Öziş 1985, 1991).

Çeşitli çalışmaların sonuçlarına göre Türkiye'nin ekonomik yönden yararlanılabilir su kuvveti potansiyeline ait tahminler:

(a) 1970'lerdeki petrol bunalımı öncesi 47 TWh/yıl'dan 107 TWh/yıl'a kadar değişmiş ve 70 TWh/yıl civarında yoğunlaşmış ve yaklaşık olarak tüm ülkeyi kapsayan havza gelişim planlarından hareketle 72 TWh/yıl olarak saptanmış iken,

(b) petrol bunalımı sonrası ilk değerlendirmelere göre 100 TWh/yıl mertebesine yükselebileceği görülmüş olup (Öziş 1985, 1991),

(c) günümüzde 125 TWh/yıl mertebesine yükselmiştir (D.S.İ. 1995, 1997). Çeşitli çalışmaların toplu sonuçları Tablo 7'de; son değerin havzalara dağılımı Tablo 8'de özetlenmiştir.

Havza gelişim planlamaları farklı zamanlarda hazırlanmış olduklarından, daha sonraki tarihlerde ekonomik yönden tutarsız hale gelebilecek tesisleri kapsayabildikleri gibi, zaman süreci içinde enerji alanında meydana gelebilecek değişikliklere göre tutarlı bulunabilecek tesislerin ilk etüdlerde terkedilmiş olmaları daha sık rastlanabilecek bir durumdur.

Bu nedenle havza gelişim planlarının sık zaman aralıklarıyla, özellikle 1973/74 yıllarında petrol bedellerindeki hızlı artış gibi ani değişikliklerin söz konusu olduğu durumlarda, tekrar gözden geçirilip değerlendirilmeleri uygun olacaktır.

Teknik yönden değerlendirilebilir potansiyel, ekonomik olarak yararlanılabilir potansiyelin sınır değeri niteliğindedir (Öziş 1977).

Ekonomik olarak yararlanılabilir potansiyelin güvenilir enerji niteliğindeki kısmının, Türkiye'nin su kuvveti tesislerinin farklı hidrolojik özelliklere sahip bölgelerde yeralmaları ve enterkonekte bir sistemi beslemeleri sayesinde, her bir tesisin güvenilir enerji toplamından birkaç milyar kWh/y daha fazla olacağı da belirlenmiştir (Öziş 1971, 1973, 1974a,b).

Türkiye'nin ekonomik olarak yararlanılabilir su kuvveti potansiyelinin ağırlık merkezi, Sivas'ın Gürün ilçesi civarında (Harmancıoğlu, Turan, Öziş 1978), elektrik enerji tüketiminin ağırlık merkezi Kuzeybatı Anadolu'da bulunduğu cihetle, bu enerjinin iletimi ve oluşacak kayıpların en aza indirgenmesi, su kuvvetinden etkili biçimde yararlanma açısından özel önem taşımaktadır.

Avrupanın 20 ülkesinde, su kuvveti potansiyelinin ilk % 2,5'u ile son % 2,5'u arasında kalan % 95'lik bölümün ortalama geliştirilme süresi 60-70 yıl mertebesinde belirlendiğinden (Öziş, Harmancıoğlu, Benzeden, Alpaslan

İLGİLİ ÇALIŞMA (*)	EKONOMİK OLARAK YARARLANILABİLİR HİDROELEKTRİK POTANSİYEL (TWh/y)	BRÜT POTANSİYELE ORANI (%) (**)
U.N.,1955 (a,d)	90	16,8
E.d.F.,1957 (a,d)	107	19,9
DSİ (Sağ, v.d.),1960 (c,e)	47	25,4
DSİ (Kirişçi, v.d.),1961 (c,e)	53	29,0
Öziş,1961 (a,f)	87	17,5
DSİ (Öziş),1965 (a,g)	75	17,3
DSİ (Öziş),1965 (b,g)	68	15,7
Doluca, v.d.,1967 (c,g)	57	13,2
Noyan, v.d.,1968 (c,h)	65	14,5
Öziş,1968 (a,i)	72	16,5
Öziş,1968 (b,i)	67	15,4
Dinçer, 1975 (c,g)	72	16,6
Erke, 1978 (c,j)	101	22,1
DSİ, 1985 (c,k)	111	25,6
DSİ, 1997 (c,l)	125	28,2

(*) (a) ampirik bağıntılara göre; (b) tahmini kıyaslamalara göre; (c) havza gelişme planlarına göre verilmektedir.
(**) İlgili brüt potansiyelin alındığı çalışma: (d) UN, 1955; (e) DSİ, 1960 (f) Öziş, 1961; (g) DSİ, Öziş 1965 (433 TWh/y); (h) DSİ, Öziş 1965 (447 TWh/y); (i) Öziş,1966; (j) Erke, 1978; (k) Öziş, 1985; (l) Baran & Durnabaş, 1987

TABLO 7: Türkiye'nin ekonomik olarak yararlanılabilir hidroelektrik potansiyeli (Öziş, 1977, 1981, 1991; DSİ, 1997)

1978; Öziş, Harmancıoğlu 1982; Öziş, Benzeden, Harmancıoğlu, Türkman 1983), Türkiye'nin 2020-2030 yıllarında 120 TWh/yıl hidroelektrik enerji üretimine ulaşması olağan sayılmalı; enerji alanındaki öz kaynaklarının kısıtlılığı dikkate alındığında, bu hedefe çok daha önce erişilmesi amaçlanmalıdır.

Türkiye'nin toplam elektrik enerjisi tüketiminin 100 TWh/y civarına yaklaştığı günümüzde, ortalama üretim değeri 36 TWh/y olan 97 hidroelektrik santralı işletmede, 11 TWh/y olan 32 hidroelektrik santralı inşa halinde, 78 TWh/y olan

TABLO 8: Türkiye'nin ekonomik olarak yararlanılabilir su kuvveti potansiyelini değerlendirecek hidroelektrik santralların havzalara göre dağılımı (DSİ 1995, 1997)

No	Havza Adı	HES PROJE ADEDİ	KURULU GÜÇ (MW)	YILLIK ORT. ENERJİ (TWh/y)	BRÜT POTANSİYELE ORANI(%)
1	Meriç-Ergene	.	.	.	.
2	Marmara	1	~0	~0	~0
3	Susurluk	9	537	1,7	17
4	Kuzey Ege	2	16	~0	2
5	Gediz	4	250	0,4	12
6	K. Menderes	1	48	0,1	12
7	B. Menderes	15	215	0,8	12
8	Batı Akdeniz	21	675	2,5	17
9	Antalya	17	1.252	4,4	19
10	Burdur-Göller	.	.	.	.
11	Akarçay	1	~0	~0	~0
12	Sakarya	23	1.063	2,4	19
13	B. Karadeniz	24	593	2,1	12
14	Yeşilırmak	24	1.658	6,5	35
15	Kızılırmak	32	2.007	6,5	33
16	Konya-Kapalı	5	32	0,1	5
17	Doğu Akdeniz	26	1.496	5,2	24
18	Seyhan	26	1.886	7,1	36
19	Asi	4	50	0,1	3
20	Ceyhan	13	1.409	4,6	23
21	Fırat	84	9.845	38,9	43
22	D. Karadeniz	59	3.323	10,9	20
23	Çoruh	37	3.227	10,6	41
24	Aras	12	585	2,3	19
25	Van Kapalı	8	62	0,3	10
26	Dicle	47	5.082	16,9	33
TOPLAM		495	35.311	124,4	28

TABLO 9: Türkiye'nin hidroelektrik enerji üretimi ve toplam tüketimdeki payı (Öziş 1977, 1981, 1991; DSİ 1997).

yıl	Hidroelektrik Üretimi (GWh/y)	Toplam Elektrik Tüketimi (GWh/y)	Hidroelektrik Üretimin Payı (%)
1930	7	106	7
1935	12	213	6
1940	14	397	4
1945	24	528	5
1950	30	790	4
1955	90	1.58	6
1960	1.001	2.815	35
1965	2.179	4.953	44
1970	3.033	8.623	35
1975	5.904	15.719	37
1980	11.348	24.616	46
1985	12.042	34.213	35
1990	23.148	57.543	40
1995	35.541	86.247	41

368 santralı çeşitli planlama ve proje aşamalarında bulunmaktadır. Türkiye'de su kuvvetinden elektrik enerjisi üretiminin geçmişteki gelişmesi Tablo 9'da verilmiştir. Karakaya'nın tam gücüyle işletmeye girdiği 1988 yılında, hidroelektrik enerjinin toplam tüketimdeki payı % 60 ile en yüksek değerine ulaşmıştır.

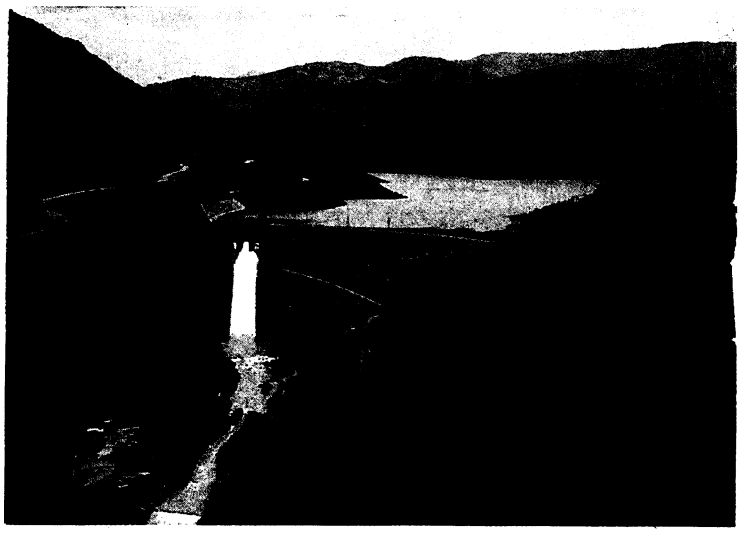
6. SONUÇ

6.1. Türkiye akarsularının ortalama su potansiyeli

Yazarlar ve yakın çalışma arkadaşlarının yaptığı çalışmalara göre, Türkiye akarsularının ortalama yıllık su kaynakları potansiyelinin 180 km³ (milyar m³)/yıl mertebesinde olduğu anlaşılmaktadır.Bazı havzalarda bir ölçüde farklar görülmekle birlikte, bu değer Devlet Su İşleri tarafından verilen (D.S.I. 1995, 1997; Bilen 1996; Teker 1997) 185 km³/yıl değeriyle uyumludur.

Geçmişte yapılmış bazı çalışmalarda bu değerin büyük ölçüde altında kalmış sonuçlar, akım gözlemleri olmayan bölgelerin hesaba katılmamasından; bazı farklı değerler gözlemlerin uzun dönem ortalaması niteliğine dönüştürülmemelerinden; bazı büyük sonuçlar birim akış modülünün dikkate alınmasında karst pınar katkılarının düşülmemesinden; çok büyük sonuçlar ise Türkiye'yi su zengini ülke olarak gösterme çabalarından kaynaklanmışlardır.

Doğancı Barajı



Türkiye su kaynaklarının önemli alansal ve zamansal dağılımları sebebiyle, 180 km³/yıl mertebesindeki su potansiyelinin ancak üçte ikisinden etkin biçimde yararlanılabileceği de ifade edilmektedir.

Bu yüzeysel su potansiyeline ek olarak, Türkiye'nin yararlanılabilir yeraltı suyu potansiyelinin de 8 km³/yıl civarında olduğu belirtilmektedir.

Akım gözlem ağı geliştikçe, gözlem süreleri uzadıkça, su potansiyelinin daha duyarlı hesabı mümkün olacak; akışlılığın da etkisiyle küçük dalgalanmalarla karşılaşılabilecektir.

6.2. Türkiye'nin su kuvveti potansiyeli

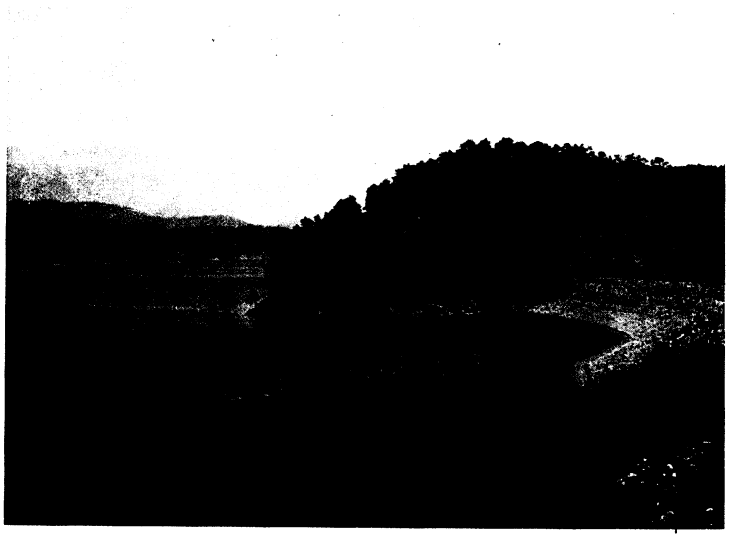
Türkiye'nin brüt su kuvveti potansiyeli 440 TWh/yıl mertebesinde bulunmaktadır. Bu değer, 1467 akım gözlem istasyonunda, 1980 su yılı sonuna kadar yapılmış, 13.368 istasyon*yıl uzunluğundaki gözlem sonuçlarına dayalı olarak, 1937-1980 süresini temsil edecek biçimde dönüştürülmüş akış değerleri esas alınarak hesaplanmıştır.

Teknik yönden değerlendirilebilir su kuvveti potansiyeli, genellikle brüt potansiyelin yarısı mertebesinde bulunduğundan, Türkiye için bunun 220 TWh/yıl civarında olduğu ifade edilebilir.

Ekonomik olarak yararlanılabilir su kuvveti potansiyeli, tüm havza planlamaları sonucunda ekonomik bulunmuş su kuvveti tesislerinin toplam ortalama üretimleri olarak hesaplandığında, ekonomik olma koşullarındaki değişimlere bağlı olarak farklılık gösterebilen bir değer olup, petrol bunalımı öncesi Türkiye için 70 TWh/yıl iken, günümüzde 125 TWh/yıl mertebesine yükseldiği görülmektedir.

Cumhuriyet'in 100. yılı olan 2023'e gelindiğinde, Türkiye'nin 125 TWh/yıl mertebesinde hidroelektrik enerji üretimine ulaşması olağan sayılmalı; elektrik enerjisi ihtiyacının hızlı artışına karşın enerji alanındaki öz kaynaklarının kısıtlılığı dikkate alındığında, bu hedefe mutlaka çok daha önce erişilmesi amaçlanmalıdır.

Barajlı su kuvveti tesislerinin pek çoğunun, aynı zamanda sulama ve taşkın kontrolu gibi amaçlara da hizmet ettiği düşünülürse, ülke insanlarının 21. yüzyılda açlıkta ve karanlıkta kalmaması için, bu tesislerin en kısa sürede gerçekleştirilmesi zorunludur.



Karacaören I. HES

İLGİLİ YAYINLAR

1- BARAN, T. (1987): "Türkiye'nin Güneyindeki akarsu havzalarının brüt su kuvveti potansiyeli". Izmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidroloji ve Su Yapıları Yüksek Lisans Tezi, n. 15 (yön.: Ü. Öziş), 255 s.

2- BARAN, T.; DEMİRCİ, N.; ÖZİŞ, Ü. (1995): Dicle havzasının Cizre akım gözlem istasyonunda su potansiyeli. İstanbul, Boğaziçi Üniversitesi, "İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler, II. Teknik Kongre Bildiriler Kitabı", s.233-242.

3- BARAN, T.; DURNABAS, I.; ÖZİŞ, Ü. (1987): Türkiye'nin su kuvveti potansiyeli. Ankara, İnşaat Mühendisleri Odası, "IX. Teknik Kongre Bildiriler Kitabı, c.II: Su Kaynakları Mühendisliği", s.49-63.

4- BARAN, T.; HARMANCIOĞLU, N.; ÖZİŞ, Ü. (1987): Türkiye'nin akarsu havzalarında karst pınar katkıları. Ankara, İnşaat Mühendisleri Odası, "IX. Teknik Kongre Bildiriler Kitabı, c.II:Su Kaynakları Mühendisliği", s.299-311.

5- BARAN, T.; HARMANCIOĞLU, N.; ÖZİŞ, Ü. (1995): Average base flow rates of karst spring effluents in Turkey. Antalya, Hacettepe University, International Karst Research Center, "International Symposium and Field Seminar on Karst Waters & Environmental Impacts, Abstracts", p.105.

6- BARAN, T.; SAYAR, E.; ÖZİŞ, Ü. (1997): Asi havzası su potansiyeli. Ankara, O.D.T.Ü.-D.A.Ü.-İ.T.Ü.-B.Ü., "İMG'97 - İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler, III. Teknik Kongre Bildiriler Kitabı", C.3, s.667-678.

7- BİLEN, Ö. (1996): "Ortadoğu su sorunları ve Türkiye". Ankara, Toplumsal, Ekonomik, Siyasal Araştırmalar Vakfı, n.10, 180 s.

8- CÖNTÜRK, H.; BAYAR, O. (1969): Türkiye'nin brüt hidroelektrik potansiyeli. Ankara, "E.İ.E. Bülteni", n.23. s.11-16.

9- CÖNTÜRK, H.; TAŞTAN, E. (1963): Türkiye'de ortalama akım debileri. Ankara, "E.İ.E.Haber Bülteni", n.2, s.19-26.

10- CÖNTÜRK, H.; YURTSEVER, Y. (1964): Kısa süreli akım istasyonlarındaki ortalama debilerin uzun süreye ircaı ve bulunan sonuçlar. Ankara, İnşaat Mühendisleri Odası, "II. Teknik Kongre Raporları", R. II-11.

11- ÇANGA, R. (1996) : "Aşağı Fırat havzası akışlarının Keban-Karakaya-Atatürk barajlarıyla düzenlenmesi". İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidroloji ve Su Yapıları Bitirme Projesi, n.139 (Yön.: Ü. Öziş & O. Fıstıkoğlu).

12- DEMİRCİ, N. (1996) : "Water potential and probability distributions of annual and monthly discharges in Tigris basin in Turkey". İzmir, Dokuz Eylül University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Civil Engineering Department, Master thesis in hydrology and hydraulic works, (Sup.: Ü. Öziş & T. Baran).

13- D.S.İ. (ÖZİŞ, Ü.; KARGI, Y.; AKINCI, V.) (1965): "1963 Hidroelektrik yıllığı". Ankara, Devlet Su İşleri, n.502-111-15-C/3. 173 s.

14- D.S.İ. (1995): "Haritalı istatistik bülteni". Ankara, Devlet Su İşleri, n.992, 559 s.

15- D.S.İ. (1997): "DSI in brief". Ankara, General Directorate of State Hydraulic Works, 28 p.

16- DURNABAŞ, İ. (1987): "Türkiye'nin Kuzeyindeki akarsu havzalarının brüt su kuvveti potansiyeli". İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidroloji ve Su Yapıları Yüksek Lisans Tezi, n.16 (yön.: Ü. Öziş), 305 s.

17- ELECTRICITE DE FRANCE & ETİBANK (1957): "Plan général d'électrification de la Turquie". Paris, Electricité de France, 307 p.

18- ERKE, H. (1979): Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyeli. Ankara, W.E.C. Dünya Enerji Konferansı Türk Milli Komitesi, "Türkiye 3. Genel Enerji Kongresi", C.I, R.1-4-2, s.292-375.

19- ERKE, H. (1985): Ülkemizdeki hidroelektrik enerji potansiyelinin durumu. Ankara, "D.S.İ. Aylık Haber Bülteni". n.283 (Mart 1985), s.29-56.

20- HARMANCIOĞLU, N. ; TURAN, T. ; ÖZİŞ, Ü. (1978): Türkiye'deki hidroelektrik enerji üretiminin ağırlık merkezi. Ankara, İnşaat Mühendisleri Odası, "İnşaat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi", R.21, s.313-330.

21- ÖZDEMİR, Y. (1995) : "Dicle havzasının Irak'taki su potansiyelinin belirlenmesine bir yaklaşım". İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidroloji ve Su Yapıları Bitirme Projesi, n.133 (Yön.: Ü. Öziş & T. Baran).

22- ÖZDEMİR, Y. (1998?): "The water potential of Euphrates-Tigris basin in the Middle-East". İzmir, Dokuz Eylül University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Civil Engineering Department, Master thesis in hydrology and hydraulic works, (Sup.: Ü. Öziş); (hazırlanmakta).

23- ÖZİŞ, Ü. (1961): "Die Hydroenergie in der Entwicklung der Türkei". München, Technische Hochschule, Lehrstuhl für Wasserbau, Dissertation, 120 s.

24- ÖZİŞ, Ü. (1966): Türkiye'nin hidroelektrik potansiyeli. Ankara, İnşaat Mühendisleri Odası, "İnşaat Mühendisliği III. Teknik Kongresi", R.II-5, 13 s.

25- ÖZİŞ, Ü. (1968a): Türkiye'nin ekonomik olarak faydalanılabilecek hidroelektrik potansiyeli. Ankara, İnşaat Mühendisleri Odası, "İnşaat Mühendisliği IV. Teknik Kongresi", R.1-7, 7 s.

26- ÖZİŞ, Ü. (1968b): Türkiye'nin su kuvveti potansiyeli. Ankara, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, "Türkiye II. Genel Enerji Kongresi", Ayrı baskı, 20 s.

27- ÖZİŞ, Ü. (1971): "Akışlılık katsayıları vasıtasıyla ortalama ve düşük akımların tayini, güvenilir su kuvveti potansiyelinin hesaplanması". İzmir, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, MAG-206, 235 s.

28- ÖZİŞ, Ü. (1973): Flow variation and the effect of interconnection on firm water power. İstanbul, International Association for Hydraulic Research, "IAHR XV. Congress", V.4, R.D-13, p.105-110.

29- ÖZİŞ, Ü. (1974a): Türkiye'nin su kuvveti potansiyeli ve enterkonnekte sisteme etkisi. Ankara, Elektrik Mühendisleri Odası, "Elektrik Enerjisi Teknik Kongresi 1973", s.36-45.

30- ÖZİŞ, Ü. (1974b): "Akışlılık katsayıları vasıtasıyla güvenilir su kuvveti potansiyelinin tayini". İzmir, Ege Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Fakültesi, N.1, 66 s.

31- ÖZİŞ, Ü. (1977): Maximal development of water power resources. İstanbul, World Energy Council, "X. World Energy Conference", R.3.1-7, 23 p. (Türkçe'ye çevirileri : ÇETİNÇELİK, M. (1977) : Su gücü kaynaklarının azami geliştirilmesi. Ankara. "Onuncu Dünya Enerji Konferansına Türk Delegasyonu tarafından takdim olunan raporlar". s.27-51; HARMANCIOĞLU, N. (1979) : Su kuvveti kaynaklarının azami geliştirilmesi. İzmir, Ege Üniversitesi, "İnşaat Fakültesi Dergisi", n.3, s.4-1 ila 4-20).

32- ÖZİŞ, Ü. (1985): Türkiye'nin hidroelektrik potansiyeli ve enerji üretimi. Ankara, Elektrik İşleri Etüd İdaresi, "50. Kuruluş Yıldönümü, Hidroelektrik Enerji Sempozyumu Tebliğleri", s.1-30.

33- ÖZİŞ, Ü.(1989): Su kuvveti potansiyelinin geliştirilmesinde karst ortamın etkileri. İstanbul, "Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni", 1988 Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu Tebliğleri, Y.11, N.11 (Haziran 1989), s.20-24.

34- ÖZİŞ, Ü. (1991): "Su kuvveti tesislerinin planlama esasları". İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, N.197, 317 s.

35- ÖZİŞ, Ü. (1997a): Sınır-aşan sular ve Türkiye. İstanbul, Makina Mühendisleri Odası ve 15 Diğer Meslek Odası, İstanbul Şubeleri, "Su Kongresi ve Sergisi '97, İstanbul", s.17-30.

36- ÖZİŞ, Ü. (1997b): Sınır-aşan sular ve Türkiye. Manisa, Celal Bayar Üniversitesi Yüksek Öğrenim Vakfı, N.1, "Sınır aşan sularımız", s.69-97.

37- ÖZİŞ, Ü.; BARAN, T.; DURNABAŞ, İ.; ÖZDEMİR, Y. (1997): Türkiye'nin su kaynakları potansiyeli. Ankara, "Meteoroloji Mühendisliği", Y.1997, n.2, s.40-45.

38- ÖZİŞ, Ü.; BENZEDEN, E.; HARMANCIOĞLU, N.; TÜRKMAN, F. (1983): Opportunities in water power development. Washington, Hemisphere, "Alternative Energy Sources III" (Ed.: T.N. VEZİROĞLU), (Proceedings of the Third Miami International Conference on Alternative Energy Sources, 1980), V.4, p.437-452.

39- ÖZİŞ, Ü.; HARMANCIOĞLU, N. (1982): Su kuvveti kaynaklarının geliştirilme süreci. Kuşadası, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Mühendislik Araştırma Grubu, "VII. Bilim Kongresi", MAG-65, s.245-264.

40- ÖZİŞ, Ü.; HARMANCIOĞLU, N.; BENZEDEN, E.; ALPASLAN, N. (1978): Hidroelektrik enerji üretiminin gelişme olanakları. Ankara, Dünya Enerji Konferansı Türk Milli Komitesi, "Türkiye III. Genel Enerji Kongresi", C.1, s.280-291.

41- ÖZİŞ, Ü.; TATLIOĞLU, E.; BARAN, T. (1985): "Türkiye'nin brüt su kuvveti potansiyelinin 1967-1980 süresindeki akışlılık değişimine göre gözden geçirilmesi". İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Kısmi Araştırma Raporu, 22 s.

42- ÖZİŞ, Ü.; ÖZDEMİR, Y.; BARAN, T. (1997): Dicle ve kollarının İran ve Irak'taki su potansiyelinin belirlenmesi. İzmir, İnşaat Mühendisleri Odası, "Türkiye İnşaat Mühendisliği 14. Teknik Kongresi".

43- TEKER, A. (1997): Türkiye su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesinde Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün yeri. Ankara, "Meteoroloji Mühendisliği", Y.1997, n.2, s.12-15.

44- U.N. / E.C.E. (1955): "Extension of the general study to Turkey". Genève, United Nations, Economic Commission for Europe, E/ECE/EP/131 (Add.1.).

45- YURTSEVER, Y.; GÜÇLÜTÜRK, Z.; ÖZMUMCU, T.; ÖZKAN, K.; ALGAN, E. (1981): Türkiye yüzeysel suları potansiyeli. Ankara, Devlet Su İşleri, "Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı, C.1, s.98-111.