

# BARAJLAR VE HİDROELEKTRİK SANTRALLAR

Ayla TUTUŞ

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı Enerji Şube Müdürlüğü

[aylat@dsi.gov.tr](mailto:aylat@dsi.gov.tr), [aylatutus@yahoo.com](mailto:aylatutus@yahoo.com)

06100 Yüce-tepe-ANKARA

## 1. Giriş

İnsan ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik su kaynakları geliştirme projelerinin beş bin yıllık bir geçmişi olmasına karşın bugün Dünyanın birçok yerinde, yeni projeler, önceki yıllara göre, daha çok irdelenmekte, sorgulanmakta, geciktirilmekte veya bazı durumlarda yapımı askıya alınmakta ya da vazgeçilmektedir. Bazı kuruluşlar, özellikle büyük rezervuarlı baraj ve hidroelektrik santrallerin yapımına karşı çıkmaktadır.

1997 yılında kurulmuş olan WCD (World Commission of Dams) adlı kuruluş bilimsellikten uzak bir rapor hazırlayarak 2001 yılında kamuoyuna sunmuştur. Bu raporun en önemli mesajı şu cümlelerle verilmektedir. “Baraj inşa edilmesine ilişkin karar günümüzde artık sadece yerel veya ulusal bir karar değildir. Bu konudaki tartışmalar artık yerel bir maliyet ve fayda tespiti işleminden, küresel gelişme stratejileri ve tercihlerinin tartışılması yönünde bir değişime odaklanmıştır. Artık baraj inşa edilmesine ilişkin kararların ulusal bir karar olmadığı ve küresel gelişme stratejilerine ve tercihlerine bağlı olduğu tespiti yapılmaktadır. Nihai karar küresel güç odaklarınınca saptanacaktır. Bu hususu sağlamak için Dünya Barajlar Komisyonunun çözümü de mevcut. Uluslar-üstü bir denetleme kuruluşunun oluşturulması.

Son olarak ta 4-5 Haziran 2004 tarihinde Almanya'nın Bonn kentinde düzenlenmiş olan ve 154 ülke Bakanının ve delegasyonlarının katılmış olduğu “Uluslar arası Yenilenebilir Enerji Konferansında “ baraj karşıtı sivil toplum örgütleri WCD raporunda yer alan 26 kriterin politik deklarasyonda yer alması ve ayrıca bu kriterlerin AB kriteri olarak kabul edilmesi için yoğun gayret göstermişlerdir. Ancak Türkiye'nin öncülüğünde hidroelektrik gelişimi destekleyen diğer ülkelerle birlikte yapılan çalışmalarla bu engellenmiştir. Eğer bu kriterler kabul edilecek olursa Dünya'da hiçbir barajın yapımı söz konusu olamayacaktır, küçük ölçeklilerin dahi. Oysa çözüm tüm toplum kesimleri için uzlaşma noktası projeden olumsuz etkilenenlerin zararlarının adilane bir şekilde karşılanmasıdır. Bu husus bütün kalkınma projeleri için geçerlidir.[1]

Yapılan eleştiriler içinde bazı haklı gerekçeler bulunsa bile, bunlar gelişmekte olan ülkelerin ihtiyaç duyduğu, su, enerji, gıda temini ve taşkın problemlerinin çözümüne yeni bir öneri getirmemektedir. Enerji, birçok kalkınma amacının anahtarı olmakla beraber, bütünün sadece bir parçası, su ise, yaşamsal bir madde olarak, içme suyu, sağlık, sanayi maksatlı ve tarım kapsamında daha büyük önceliğe sahip olması nedeniyle su kaynaklarını diğer kaynaklardan farklı algılamak ve yorumlamak gerekir. Bu bağlamda su kaynaklarının sürdürülebilir olarak yönetilmesi, bugünün ve gelecek kuşakların ihtiyaçlarını bir arada gözeterek korunması ve devamının sağlanması gerekir. Temel insan haklarından biri olarak sayılan sağlıklı ve yeterli miktarda suya erişim konusunda barajların önemi büyüktür. Bu husus 2002 de yapılan Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde yapılan değerlendirmelerle de uygunluk arz etmektedir. Buna göre, depolama yapıları sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir unsurunu oluşturmaktadır.

Ülkemizde, sosyal ve ekonomik gelişmenin etkisi ile artan enerji talebini karşılayabilmek için yüksek kalitede, güvenilir, çevreci ve ekonomik enerji ihtiyacı sürekli artmaktadır. Bu durum yenilenebilir enerjiden daha çok yararlanmayı gerektirmektedir. Bu bağlamda, giderek artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek için yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının başında gelen hidroelektrik enerjiyi üreten barajların yapımına ağırlık verilmeli

## 2. Dünyada Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Gelişme Durumu

Dünya’da kullandığı kaynağı tüketmeden, kirlenmeden enerji üretildikten sonra tekrar doğaya bırakan yegane enerji tesisi hidroelektrik santrallerdir.

Dünyadaki teknik hidroelektrik potansiyel 14 368 000 GWh/yıl, ekonomik hidroelektrik potansiyel ise 8 181 000 GWh/yıldır. Teknik potansiyelin %19,25’i, ekonomik hidroelektrik potansiyelin ise %33,82’si değerlendirilebilmiş bulunmaktadır.(Tablo-1). Aynı tabloda kıta içinde üretilen hidroelektriğin, o kıtanın teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyeline oranı da gösterilmiştir. Buna göre,: Afrika (%4.8), Asya (%12,23), Avustralya /Okyanusya (%22,57), Avrupa (48.39), Kuzey ve Orta Amerika (%41,84) ve Güney Amerika (%19,81) ini geliştirmiştir. Yani kullanılmayan potansiyelin büyük bir kısmı Afrika, Asya ve Latin Amerika’da yer almaktadır.

Aynı tabloda İşletmede olan hidroelektrik potansiyel üretiminin teknik yapılabilir potansiyele oranları kıtalara göre verilmektedir. En yüksek kullanım oranları sırasıyla Avrupa (%54.9), Kuzey ve Orta Amerika (%41.7), Avusturya/Okyanusya (%21.7) iken en düşük kullanım oran ise (%4.8) ile Afrika’ dadır. [2]

En yüksek hidroelektrik üretimi sağlayan ilk 10 ülkenin toplamı Tablo-2’de görüleceği üzere, Dünya hidroelektrik üretiminin %66’sıdır. Türkiye 45300 GWh/yıl ortalama üretimle Dünya’da 14. sırada yer almaktadır.

### 3 Türkiye’de Su Potansiyeli

Karasal iklim karakteri gösteren ülkemizde 643 mm olan yıllık ortalama yağış miktarı, bölgelere ve mevsimlere göre 250 mm ile 3000 mm arasında değişmektedir. Bu yağış yılda ortalama 501 milyar m<sup>3</sup> suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 milyar m<sup>3</sup>’ü buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 186 milyar m<sup>3</sup>’lük kısmı akışa geçmekte, 41 milyar m<sup>3</sup>’lük kısmı ise yer altı suyunu beslemektedir. Ayrıca, komşu ülkelerden doğan akarsular ile yılda ortalama 7 milyar m<sup>3</sup> su ülkemiz su potansiyeline dahil olmaktadır. Böylece Türkiye’nin yerüstü suyu potansiyeli 193 milyar m<sup>3</sup> olmaktadır.. Ancak, günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde, çeşitli amaçlara yönelik olarak tüketilebilecek yerüstü ve yeraltı suyu potansiyelinin yılda ortalama 110 milyar m<sup>3</sup> olduğu belirlenmiştir. Bu miktarın 95 milyar m<sup>3</sup> ünün yurt içinden doğan akarsulardan, 3 milyar m<sup>3</sup> ünün yurt dışından giriş yapan akarsulardan, 12 milyar m<sup>3</sup> ünün ise yeraltı suyundan sağlanabileceği kabul edilmektedir. [3]

Ülkemizde olduğu gibi, nehirleri düzensiz akım şartlarına sahip ülkelerde, brüt su potansiyeli ile teknik ve ekonomik olarak faydalanılabilir su potansiyeli arasındaki fark çok büyüktür. Bu nedenle kişi başına düşen su miktarı hesabında ve diğer ülkelerle yapılan kıyaslamada su miktarının hangi bazda alındığının belirtilmesi gerekmektedir. Kişi başına 1000 m<sup>3</sup>/yıl sınırı kronik **“su kıtlığı”** nı gösterirken, 1600 m<sup>3</sup>/yıl’dan daha az olan miktar **“su bunalımı”** olarak tanımlanır. Türkiye tam bu sınırdadır. Kuzey Avrupa ve Kanada gibi gerçek su zengini ülkeleri için su potansiyeli 10 000 m<sup>3</sup>/kişi/yıl civarında veya daha fazladır. Kişi başına düşen su miktarı Yunanistan da 5585, Irak 2110, Suriye 1420, Filistin 100 m<sup>3</sup>/yıl civarındadır.

Türkiye’de akışa geçen suların mevsimler ve yıllar içinde büyük değişim göstermesi, taşkınlara neden olması, suyun kontrol altına alınmasını yada düzenlenerek gerektiğinde çeşitli amaçlara yönelik olarak kullanılabilmesini temin için depolama tesislerinin yapımını gerekli kılmaktadır. Çok düzensiz yağış ve akış şartları, su kaynaklarının ekonomik olarak değerlendirilmesini sınırlayan bir faktör olarak barajların büyük hacimlerde tesis edilmesini gerektirmektedir.

Su kaynakları geliştirme projeleri ile yerleşim alanlarına sağlıklı içme—kullanma-endüstri suyu temini, tarım için sulama suyu ve hidroelektrik enerji üretimi sağlanırken oluşacak olumsuz çevre etkilerini giderecek veya en az düzeyde indirecek önlemlerinde alınması gerekmektedir.

#### 4. Türkiye Hidroelektrik Potansiyeli

Türkiye'nin brüt hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh/yıl, teknik hidroelektrik potansiyeli 216 milyar kWh/yıl, ekonomik potansiyeli ise 128 milyar kWh/yıldır. Ekonomik potansiyelin yeni projelerle birlikte önümüzdeki yıllar daha da artış göstererek yaklaşık 170 milyar kWh/yıl olacağı tahmin edilmektedir.

Tablo-3' te de görüleceği üzere 2005 yılı başında Türkiye'de İşletmede olan 135 HES'in toplam kurulu gücü 12 619 MW, ve ortalama elektrik üretimi 45 300 GWh/yıl dır. Buna göre, Türkiye teknik ve ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyelin sırasıyla %21 ve %35'i ancak değerlendirilmiş bulunmaktadır.

İnşa halinde olan 41 HES'in toplam kurulu gücü 3219 MW ve ortalama elektrik üretimi 10 636 GWh/yıl dır. Geriye kalan 20 394 MW kurulu gücündeki 502 adet hidroelektrik santral projesi çeşitli kademelerde projelendirilmiş geliştirilmeyi beklemektedir.

Bu projelerden büyük ölçekli 24 adet projenin yapımının gerçekleştirilebilmesi için hükümetler arası ikili işbirliği kapsamında görüşmeler yürütülmektedir. [4]

#### 5 Türkiye'de Hidroelektiriğin Gelişme Durumu

1988 yılında ülkemizdeki toplam elektrik üretiminde hidroelektrik santralların payı yaklaşık olarak %60, 1996 yılında % 43 seviyesinde iken bu oran 2001 yılında % 19,5 seviyesine düşmüş bulunmaktadır. [5] Bunun temel nedeni Türkiye'de 1986 yılından itibaren doğalgazın elektrik enerjisi üretiminde önemli bir yakıt olmaya başlamasıdır. Hidroelektrik santralların güvenilir olmadığı savı ileri sürülerek elektrik enerjisi planlamalarında doğal gaz santrallarına ağırlık verilmiş ve ülke dışı bağımlı hale getirilmiştir. Hidroelektriklerin güvenilir olmadığı tezi; konunun uzmanı olmayan kişilerce ortaya atılmış ve siyasi iradeyi de etkileyerek yanlış kararlar alınmasına neden olunmuştur. Sonuç olarak ta uzun yıllar korunan termik/hidrolik dengesi, hidroelektrik aleyhine bozulmuş ve ülkemiz iyice dışa bağımlı hale getirilmiştir.

İnsanlığın hem bugünü hem de geleceği için vazgeçilmez iki faktör olan çevre ve enerjinin birbiriyle gelişmesi, enerji üretimi ve tüketimi arttıkça çevre kirliliğinin artması, her iki konunun da birlikte ele alınarak sorunlara çözüm aranmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu çerçevede olmak üzere, yerli kaynakların mümkün olduğunca hızlı bir şekilde devreye girebilmesi için devlet ve özel sektör ile yabancı sermayenin enerji alanında yatırımlarının artırılması amacıyla önemli çabalar harcanmaktadır.

Çevresel açıdan bakıldığında, enerji üretiminde ve tüketiminde en genel ve geri dönülmez zararı sera etkisi olarak bilinen kutuplar üzerindeki ozon tabakasını incelten ve atmosferin ısınmasına yol açan gazların yayılmasıdır. Seragazi emisyonlarının yaklaşık %85'i enerji sektöründen kaynaklanmakta ve artan enerji tüketimine paralel olarak emisyon değerleri de artmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansının (IEA) 1998 verilerine göre Dünya nüfusunun %19'unu temsil eden, GSMH'nin %80'ine iştirak eden OECD ülkeleri aynı zamanda toplam enerjinin %65'ini tüketmekte ve CO<sub>2</sub> emisyonlarının da %50'den fazlasını yaymaktadır. 2000 yılı itibariyle Türkiye'nin OECD ülkeleri içerisindeki CO<sub>2</sub> emisyon payı sadece %1,6'dır.[6]

Bu arada Türkiye'de emisyonların azaltılmasına yönelik bir dizi tedbir alınmakta olup, bunların olumlu sonuçları da görülmeye başlanmıştır. Bu tedbirler arasında en önemlisi, hidroelektrik potansiyelin tümünün 2020-2023 yılına kadar geliştirilmesine yönelik görüşlerin giderek kamu yönetimince benimsenmiş olması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesidir.

#### 6-SONUÇ VE-ÖNERİLER

1- Ülkemizin başlıca ulusal ve yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik potansiyelinin değerlendirilmesi için geliştirilen HES'lerin ilk yatırım maliyetleri yüksek görülmele birlikte ekonomik analizlerde 50 yıl olarak kabul edilen ortalama ekonomik ömürleri 150 yıl olan ve termik santrallarla kıyasla ömürlerinin 4-5 kat fazla olması, uzun projeksiyonlu bir ekonomik irdeleme yapıldığında en ucuz üretim maliyetli enerji kaynağı durumunda bulunması, yakıt masraflarının olmaması, yük taleplerine kolaylıkla uyum göstermesi ve alternatif enerji kaynaklarına göre çevresel etkilerinin en az olması gibi nedenlerle

öncelikle inşa edilerek işletmeye alınmaları ülkemizin ekonomik ve stratejik menfaatleri açısından zorunlu görülmektedir. Başta OECD ülkeleri olmak üzere, Dünyada gelişmiş ekonomiye sahip olan tüm ülkelerde hidroelektrik potansiyelin tamamı veya tamamına yakınının günümüzden yaklaşık 40 yıl önce geliştirilmiş bulunması bu hususu doğrulamaktadır. Bu kaynağın kullanımına ülkemiz açısından bakıldığında, zengin bir potansiyele sahip olmamıza rağmen kullanım oranı oldukça düşüktür. Önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi 128 milyar kWh/yıl olan ekonomik hidroelektrik potansiyelimizin sadece %35'i işletmededir. %8'lik kısmı ise inşa halindedir. Geriye kalan %57'lik bölümün bir an önce gerçekleştirilebilmesi için gerekli düzenlemelerin sağlıklı bir şekilde yapılması gerekmektedir.

2-4628 sayılı Kanun ile DSİ' nin hidroelektrik santral yapması engellenmektedir. Ancak Türkiye'de büyük ölçekli projelerin özel sektör tarafından yapılması mümkün gözükmemektedir. Kamu da Kanun gereği yapamayacağı için sular boşa akıp gidecektir. Bu yüzden söz konusu bu projelerin Kamu tarafından yapılabilmesi için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

3- Kömür ve petrol gibi diğer kaynakları bugün kullanmanız şart olmayabilir ileriki yıllarda kullanabilirsiniz. Ancak yenilenebilir kaynaklar için bu söz konusu değildir. Eserken veya akarken enerjisini almak zorundasınız. Aksi takdirde herhangi bir nehirde bir kesitten enerjisi alınmadan geçen suyu yeniden kullanmanız mümkün değildir. Bunun maddi açıdan yarattığı kayıp kabaca hesaplanacak olursa, Türkiye, geliştirilemeyen hidroelektrik potansiyelinden dolayı her yıl yaklaşık 4 milyar ABD\$ kayba uğramaktadır. Oysa bu projelerin toplam yatırım bedelleri yaklaşık olarak 25 Milyar \$'dır ve 2-7 yıl arasında kendilerini ödeyebilmekte ve sonrasında çok düşük işletme bakım giderleriyle uzun yıllar ekonomik ömürlerinin çok üzerinde enerji üretimi yapabilmektedirler. Bu yüzden planlama çalışmalarında hidroelektrik projelere öncelik verilmelidir.

5-Barajlar ve hidroelektrik santraller Türkiye için stratejik, sosyal ve ekonomik önemi olan projelerdir. Özellikle sınır aşan sular üzerinde geliştirilecek olan projeler ile ilgili (İlisu Barajı örneğinde olduğu gibi) Dünyada önemli engelleme çalışmaları vardır. Bu engelleme gayretleri Avrupa Birliği ile yapılacak olan çalışmalarda daha ciddi olarak gündeme gelebilecektir. Yapılacak bu çalışmalarda hidroelektriğin gelişimini engelleyebilecek kararlar alınmamasına dikkat edilmelidir.

6- Dış piyasalardan temini nedeniyle yatırım bedelleri yüksek olan küçük HES elektromekanik teçhizat ile yedek parçaların, muhtelif düşü ve kurulu güçler için gruplandırılmak suretiyle standart hale getirilerek ülkemizde mevcut sanayi imalatı imkanlarıyla üretilmesi halinde ülke ekonomisine ek katma değer yaratılması da imkan dahilinde olabilecektir. Bu bağlamda elektro-mekanik-teçhizat (türbin, jeneratör, yedek parça) imalatında standardizasyona gidilmesi yönünde AR-GE çalışmaları bir an önce başlatılmalıdır. Bu kapsamda imalatın yurt içinde gerçekleştirilebilmesi için en başta gerekli olan türbin, jeneratör ve diğer teçhizat projelerinin sağlıklı olarak yurt içinde yapılabilmesi bunun içinde Üniversite fabrika işbirliğinin iyi koordine edilmesi hidrolik türbin test ve araştırma laboratuvarının kurulması ve kamu kuruluşlarında var olan proje arşivlerinin iyi değerlendirilmesi zorunludur.

Elektro-mekanik teçhizatı yerli üretimi gerçekleştirmeyi başardığımız takdirde hem geriye kalan hidroelektrik potansiyelimizi gerçekleştirirken yerli imalat kullanılacak hem de henüz potansiyelini kullanmamış ülkelerde pazar oluşturabileceğiz.

### **Kaynakça**

1-Özden Bilen, Çevre Emperyalizmi ve Ilisu Örneği 2003

2-World Atlas&Industry Guide 2004 (The International Journal on Hydropower and Dams

3-DSİ Genel Müdürlüğü Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı Çalışmaları

4-DSİ Genel Müdürlüğü Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı Enerji Şube Müdürlüğü Çalışmaları

5-www.teias.gov.tr/istatistik

6-Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) [www.iea.org/textbase/stats/index.asp](http://www.iea.org/textbase/stats/index.asp)

**TABLO-1 DÜNYA HİDRO HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYELİ VE 2004 YILI GELİŞME DURUMU**

	Brüt Teorik HES Potansiyeli (GWh/yıl)	Teknik Yapılabilir HES Potansiyeli (GWh/yıl)	Ekonomik Yapılabilir HES Potansiyeli (GWh/yıl)	İşletmede		İnş.Halinde(MW)	Planlama Aşamasında <sup>a</sup> (MW)	Teknik Potansiyelin Kullanım Oranı %
				Kurulu Güç (MW)	Ort. Üretim (GWh/yıl)			
AFRİKA	~ 4 000 000	~ 1 750 000	~1 100 000	~ 21 314	~ 85 300	> 2914	~72 306	4.8
ASYA (Rusya Fed. ve	~19 400 000	~ 6 800 000	~ 3 600 000	~ 246 100	~ 831 630	> 91 979	> 143 920	12.23
AVUSTRALYA /OKYANUSYA	~ 594 000	~ 200 000	~ 90 000	~ 12 788	~ 45 140	> 184	> 150.	22.57
AVRUPA (Rusya Fed. ve Türkiye hariç)	> 3 200 000	~ 1 140 000	~ 790 000	~ 177 350	~ 551 700	> 2770	> 11 600	48.39
KUZEY VE ORTA AMERİKA	~ 7 200 000	~ 1 663 000	~ 1 000 000	~ 160 940	~ 695 800	> 3368	> 17 342	41.84
GÜNEY AMERİKA	~ 6 200 000	~ 2 815 000	~ 1 600 000	~ 118 950	~ 557 700	> 16 682	> 57 177	19.81
TOPLAM	~ 41 000 000	~ 14 368 000	~ 8 181 000	~ 737 400	~ 2 767 000	> 100 758	~ 300 000	19.25
TÜRKİYE	433 000	216 000	128 000	12 554	44 155	3 099	21 297	20.00
DÜNYA TOPLAMINA	% 1,06	%1,50	%1,56	%1,73	%1,6	%3,19	%6.04	-

**Kaynak: 2004 World Atlas & Industry Guide (The International Journal on Hydropower & Dams)**

**Tablo-2 Dünya’da En Yüksek Hidroelektrik Üretim Sağlayan 10 Ülke**

No	Ülke	Kurulu Güç (MW)	Üretimi (GWh)	Ortalama Yük faktörü (%)
1	Kanada	69 205	353 302	60,1
2	ABD	76 000	300 000	45,1
3	Brezilya	67 723	305 000	53,5
4	Çin Halk Cum.	82 700	280 000	35,5
5	Rusya Fed.	45 000	173 849	44,4
6	Norveç	27 628	129 728	50,0
7	Japonya	21 699	91 893	39,3
8	Fransa	25 200	65 500	35,9
9	Hindistan	29 500	73 954	32,8
10	İsveç	16 200	65 000	45,8
<b>TOPLAM 1-10</b>		456 616	1 818 139	

**Kaynak: World Atlas&Industry Guide 2004 (The International journal on Hydropower and Dam**

Türkiye Ekonomik Hidroelektrik Potansiyelinin Proje Durumuna Göre Dağılımı

**TABLO-3**

Proje Seviyesi	Adet	Kurulu güç MW	Güvenilir Enerji GWh/yıl	Ortalama enerji GWh/yıl	Ort.
1- İşletmede	135	12 619	33 250	45 300	36
2- İnşa Halinde	41	3219	6356	10 636	8
3- Kesin Projesi Hazır	15	3585	7194	10 880	9
4- Kesin Projesi Yapılmakta	14	1263	2475	4267	3
5- Planlaması Hazır	129	5655	10 485	20 860	16
6- Planlaması Yapılmakta	37	1188	2772	4419	4
7- Master Planı Hazır	52	3973	7914	13523	11
8- Ön İncelemesi Hazır	172	3990	8154	15 625	12
9- İlk Etüdü Hazır	78	740	954	1835	1
<b>Toplam Potansiyel</b>	<b>673</b>	<b>36 232</b>	<b>79 554</b>	<b>127 345</b>	<b>100</b>