

---

---

## NEHİR TİPİ SANTRALLERİN TÜRKİYE’NİN HİDROELEKTRİK ÜRETİMİNDEKİ YERİ

### THE PLACE OF RIVER TYPE POWER PLANTS IN TURKEY HYDROELECTRIC PRODUCTION

Erdal AKPINAR\*

#### ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye’nin hidroelektrik üretiminde nehir tipi santrallerin rolü incelenmektedir. Daha çok küçük akarsularda kullanılan bu tip santrallerin, ulusal elektrik talebinin hızla artması nedeniyle yakın gelecekte önem kazanması beklenmektedir. Dolayısıyla bu santrallerin Türkiye akarsuları üzerinde kurulabilme olanaklarının ve işletme koşullarının tespiti gerekir. Bu çalışma, belirtilen konuya coğrafi bir bakış açısıyla katkı yapmayı amaçlamaktadır. Çalışmaya ait dokümanter verilerin derlenmesinde, başta Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) ve Devlet Su İşleri (DSİ) olmak üzere, konuyla ilgili pek çok kurum ve kuruluşun istatistiklerinden yararlanılmıştır. Konunun ekonomik ve teknik boyutunun irdelenmesinde ise, Tortum çayı üzerinde kurulması plânlanan Esendurak Hidroelektrik Santrali projesine ait bilgiler kullanılmıştır. Bulgularımıza göre, özellikle Karadeniz ve Akdeniz havzalarında nehir tipi santrallerle değerlendirilmesi gereken önemli bir hidroelektrik potansiyel vardır. Türkiye hidroelektrik potansiyelinin % 20 kadarı, bu tip santrallerle üretime dönüştürülebilecek niteliktedir. Buna karşın, toplam 62 adet nehir santralden elde edilen elektriğin hidroelektrik üretimi içerisindeki payı % 12, ekonomik olarak değerlendirilebilir potansiyel içerisindeki payı ise % 2.4 ile sınırlı kalmıştır. Esasen ülke olanakları dahilinde yeni yatırımlar yapmak suretiyle bu oranları yükseltmek mümkündür. Enerji üretiminde dışa bağımlılığı azaltmanın ve yüksek bir artış seyri izleyen ulusal elektrik talebini karşılayabilmenin bir yolu da budur.

**Anahtar Kelimeler:** Nehir tipi santral, hidroelektrik, Türkiye.

#### ABSTRACT

In the study, contributions of river type power plants to Turkey’s hydroelectric production is examined. This type of power plants, mostly used on smaller rivers, is expected to be more important in the near future because of increase of national electricity demand. So, working conditions and establishing possibilities of these power plants on Turkey’s rivers are needed to be determined. This study aims to contribute this subject as a geographical point of view. Evaluation of data, firstly, statistics of EİE, DSİ and many other institutions are used. While examining economical and technical point of this subject, the data of Esendurak Hydroelectric Power Plant Project, planned to establish on Tortum river, are used. According to our findings, there is an important hydroelectric potential as a river type power plants on the Mediterranean and Blacksea basins. A twenty percent of Turkey hydroelectric potential can be transformed into production by the help of this type power plants. In spite of this, the rate of production of the 62 river type plants power in hydroelectric production is % 12 and

---

\* Yrd. Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi Erzincan Eğitim Fakültesi, eeakpinar@gmail.com

---

---

also the rate of in the potential that can be utilized economically is % 2.4. Basically, to increase these proportions with new investmennts is possible. This is also another way of reducing dependence on exterior in energy production and meeting national electric demand which increasing time by time.

**Key Words:** River type power plant, hydroelectric, Turkey.

## A. GİRİŞ

Elektrik enerjisi, çok yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Kentlerin elektrifikasyonundan ulaşım ve sanayi sektörüne kadar hemen her alanda bu enerjiden yoğun bir şekilde yararlanılmaktadır. Bu özelliğinden dolayı ülkelerin gelişmişlik kriterleri arasında kişi başına düşen elektrik tüketiminin belirgin bir yeri vardır. Diğer yandan toplumsal refah düzeyi yükseldikçe elektrik enerjisine olan talep artmakta, bu durum ülkeleri daha fazla üretim yapmaya zorlamaktadır. Bu ülkelerden biri de Türkiye'dir. Yüksek nüfus artışı, kentleşme ve sosyoekonomik gelişmeye paralel olarak ülkemizin elektrik enerjisine olan ihtiyacı hızla artmaktadır. Nitekim 1984 yılında 30613 GWh olan ulusal üretim, aradan geçen yirmi yılda yaklaşık beş kat artarak 2003 yılında 140580 GWh'a yükselmiştir. Bu hızlı gelişme seyrine rağmen, ülkemiz kişi başına elektrik tüketimi (2100 KWh) bakımından hâlâ dünya ortalamasının (2500 KWh) ve kalkınmış ülkelerin (9000 KWh) gerisindedir. Yakın geleceğe ait projeksiyonlarda, Türkiye'nin elektrik enerjisi ihtiyacının yıllık ortalama % 8 oranında artarak 2010 yılında 250342 GWh, 2020 yılında ise 483462 GWh olacağı öngörülmektedir. Türkiye bu talebi karşılayabilmek için, yılda ortalama 4 milyar dolar tutarında yeni yatırım yapmak zorundadır (DPT, 2001).

Elektrik üretiminde çok çeşitli enerji kaynaklarından yararlanılmaktadır. Su gücü, kömür, petrol, doğalgaz, güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle ve nükleer enerji kaynakları bunların başlıcalarıdır. Kaynak tercihiinde maliyet faktörü önemli olmakla birlikte, ülkelerin genellikle kendi öz kaynaklarına yöneldikleri ve kaynak çeşitliliğini artırmaya çalıştıkları gözlenmektedir. Ayrıca fosil yakıtların yol açtığı çevre sorunları nedeniyle temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları daha fazla tercih edilmektedir. Gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye, hızla artan elektrik ihtiyacını karşılayabilmek için öncelikli olarak yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek zorundadır. Kuşkusuz bunların başında, günümüz itibariyle henüz % 25 kadarı değerlendirilmiş olan su gücü gelir (Pamir, 2003).

Hidroelektrik üretiminde dalga, gel-git ve akarsu gibi hareket halindeki su gücü kullanılmaktadır. Ancak bunlardan en yaygın kullanılanı, akar-

sulardır. Özellikle hidrografik ve morfolojik özellikleri hidrolik santrallerin kurulmasına elverişli olan ülkelerde, akarsuların gücünden yoğun bir şekilde yararlanır. Nitekim dünyada 65 ülke ulusal elektrik üretiminin % 50'sini, 32 ülke % 80'ini ve 13 ülke tamamına yakını su gücünden elde etmektedir. Elektrik üretiminde su gücünün payı Norveç'te % 99, Brezilya'da % 93, Venezüella'da % 71, Avusturya'da % 70, İsviçre'de % 58, İsveç'te % 55, Şili'de % 51 civarındadır. Türkiye'de ise bu pay % 25 kadardır (Büyük Larousse,1992).

Akarsulardan elektrik üretiminde, yüksekten düşen ya da düşürülen suyun kinetik enerjisinden yararlanır. Bu amaçla kurulan hidroelektrik santrallerini baraj tipi (depolamalı) ve nehir tipi (depolamasız) santraller olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. Depolamalı santrallerde elektrik üretimi, akarsuyun akım özellikleriyle olduğu kadar barajın su tutma kapasitesi ile de yakından ilişkilidir. Buna karşın depolamasız santrallerdeki üretim, büyük ölçüde akarsuyun doğal akım özelliklerine bağlıdır. Bu konudaki diğer bir sınıflandırma da santrallerin kurulu güç durumlarına göre yapılmaktadır. Bu sınıflandırmada santraller; mikro (1 KW-200 KW), mini (200 KW-1 MW), küçük (1 MW -10 MW), orta (10 MW-50 MW) ve büyük (50 MW ve üzeri) olmak üzere beş grupta toplanır (Aslan ve diğ., 2004).

Türkiye'de hidroelektrik enerjisi üretimi söz konusu olduğunda daha çok baraj tipi santraller ön plâna çıkmakta, nehir tipi santraller ise nispeten göz ardı edilmektedir. Şüphesiz baraj tipi santraller pek çok yönden önemlidirler. Yüksek enerji üretim kapasiteleri, ulusal elektrik sisteminde frekans ayarlayıcı nitelikleri ve baraj sularının farklı alanlarda kullanımı gibi üstün özelliklere sahiptirler. Diğer yandan yakın zamana kadar fazla dikkat çekmeyen nehir tipi santrallere karşı dünyada giderek artan bir ilginin olduğu gözlenmektedir. Baraj tipi santral kapasitesini sonuna kadar kullanan pek çok ülke, son zamanlarda nehir tipi santrallere yönelmektedir. Doğalgaz termik santrallerinin yaygınlaşması nedeniyle elektrik üretiminde giderek dışa bağımlı hale gelen Türkiye'nin, ekonomik olarak işletilebilir nitelikteki hidrolik kapasitesinin tamamını değerlendirme zorunluluğu vardır. Bu çalışmada, nehir tipi santraller bakımından ülkemizin olanakları ve bu santrallerin ulusal elektrik üretimindeki yeri incelenmeye çalışılmıştır.

---

---

## B. TÜRKİYE’DE HİDROELEKTRİK ÜRETİMİNİN COĞRAFİ ESASLARI

### 1. Doğal Çevre faktörleri

#### 1.a. Hidrografik özellikler

Türkiye’de toplam yağış tutarı 508 milyar m<sup>3</sup> olup, bunun 186 milyar m<sup>3</sup> (% 38) kadarı akışa geçerek akarsuları beslemektedir. Akarsu ağı bakımından nispeten zengin sayılan ülkemizde, irili ufaklı 600 kadar akarsu havzası vardır (Atalay, 2004). Türkiye akarsularının büyük bir bölümü açık havza özelliği göstermekte olup, Doğu Anadolu Bölgesi ile İç Anadolu Bölgesi’ndeki kapalı havzalar ise az bir alan kaplarlar. Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinin kıyı kesimlerinde, sularını dağların denize bakan yamaçlarından alarak akışa geçen kısa boylu akarsular çoğunluktadır. Diğer bölgelerimizde ise aralarında Çoruh, Aras, Dicle ve Fırat gibi sınır aşan ırmakların da bulunduğu orta ve uzun boylu akarsular bulunmaktadır.

Akdeniz makroklima alanı içerisinde yer alan ülkemizde, akarsuların rejimleri genel olarak düzensizdir. Bunda, Türkiye’de etkili olan yağış ve sıcaklık rejimlerinin düzensizliği yanında, eğimli ve engebeli arazi yapısının da payı vardır. Özellikle ilkbaharda başlayan ve yaz mevsiminin ortalarına kadar devam eden kar erimeleri, ırmakların akımlarını büyük ölçüde yükseltmektedir. Ardından başlayan kurak devrede ise yüksek sıcaklıklardan kaynaklanan buharlaşmanın da etkisiyle akım değerleri minimum düzeye iner. Bu durum, özellikle yaz mevsiminde ve kurak geçen yıllarda akarsulardan elektrik enerjisi üretimini belirli ölçüde güçleştirmektedir. Maliyetlerinin çok fazla olmasına rağmen Türkiye’de baraj tipi santrallerin tercih edilmesinin en önemli nedenlerinden biri de budur. Bu tip santrallerde depolanan su kontrollü bir şekilde kullanılabilirdiğinden dolayı, elektrik üretimindeki olası aşırı dalgalanmalar önlenmektedir. Halbuki depolamasız tesisler olan nehir tipi santraller bu olanaktan yoksundurlar. Dolayısıyla bu tip santrallerin, akım değerleri yüksek ve rejimleri nispeten düzenli akarsular üzerinde kurulması çok daha ekonomiktir. Bununla birlikte rejimleri düzensiz fakat kabarık dönemdeki yüksek akım değerlerinden dolayı büyük enerji potansiyeli olan akarsularımızın varlığını da belirtmek gerekir.

Türkiye akarsularında akım ölçümleri henüz tamamlanamamıştır. Bu durum, akarsularımızın hidroelektrik enerjisi potansiyelinin tam olarak hesaplanmasını güçleştirmektedir. Ayrıca teknolojik gelişmeler nedeniyle hidrolik kaynaklardan yararlanma olanakları arttığından dolayı Türkiye’nin bu konudaki verilerinin sürekli yenilenmesi gerekir. Hidroelektrik üretiminde su gücünün *ekonomik olarak değerlendirilebilir* olması esastır. Yani gelirler

giderlerden fazla olmalıdır (Karabulut, 2000). DSI'nin eski kriterlerine göre 126000 GWh/yıl olan ekonomik olarak değerlendirilebilir potansiyel, yeni kriterler çerçevesinde 192551 GWh/yıl düzeyine çıkmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Yeni Kriterlere Göre Türkiye Akarsularının Hidroelektrik Potansiyelleri.

Havza	Havza Yüz. (km <sup>2</sup> )	Akarsu	Akarsu Uz. (Km)	Y.Akım Mik. (Milyar m <sup>3</sup> )	Brüt Ürt. Pot. (GWh/Yıl)	Eko. Ürt. Pot. (GWh/Yıl)
Basra	120917	Fırat	971	31.61	84112	46267
	51489	Dicle	523	21.33	48706	24353
<b>Toplam</b>	172406		1494	52.94	132818	70620
Karadeniz	19984	Çoruh	466	6.30	22601	12431
	24022	D. Karadeniz	-	14.90	48478	24239
	29682	B. Karadeniz	-	9.93	17914	7166
	36129	Yeşilirmak	519	5.80	18685	8408
	78646	Kızılırmak	1355	6.48	19552	7821
	56504	Sakarya	824	6.40	11335	4534
<b>Toplam</b>	244967		3164	49.81	138565	64599
Marmara D.	23765	Susurluk	321	5.43	10573	2643
	24100	Marmara	-	8.33	5177	-
<b>Toplam</b>	47865		321	13.76	15750	2643
Ege D.	14560	Meriç-Ergene	281	1.33	1000	-
	9032	Kuzey Ege	-	2.09	2882	42
	17110	Gediz	401	1.95	3916	243
	24903	B. Menderes	584	3.03	6263	831
	24903	K.Menderes	584	1.19	1375	143
<b>Toplam</b>	90508		1850	9.59	15436	1259
Akdeniz	20731	Seyhan	560	8.01	20875	9394
	21222	Ceyhan	509	7.18	22163	9973
	10885	Asi	97	1.17	4897	102
	22484	D. Akdeniz	-	11.07	27445	12350
	37133	B. Akdeniz	-	19.9	36674	15349
<b>Toplam</b>	112455		1166	47.33	112054	47168
Kapalı H.	56554	Konya	-	4.53	1218	104
	51254	Van Gölü	-	2.39	2593	257
	8764	Göller Yöresi	-	0.50	885	-
	8377	Akarçay	-	0.49	543	-
<b>Toplam</b>	124949			7.91	5239	361
Hazar	27548	Aras	584	4.63	13114	5901
<b>Gen. Toplam</b>	766870		-	186.05	432976	192551

Kaynak: Atalay, 2004 ve Arman, 2004.

Türkiye koşullarında potansiyeli en yüksek akarsularımız ise Fırat ve Dicle'dir. Bu iki ırmağı sırasıyla Çoruh, Seyhan, Kızılırmak ve Yeşilırmak takip etmektedir. Özellikle Doğu Karadeniz ve Akdeniz havzası akarsularında daha çok nehir tipi santrallerle değerlendirilmesi gereken büyük bir hidroelektrik kapasitesi vardır. Ege Denizi ve Marmara Denizi havzaları ile iç bölgelerimizdeki kapalı havzaların potansiyelleri ise düşüktür.

Türkiye, 2003 yılı itibariyle ekonomik olarak değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyelinin sadece % 25 (35329 GWh/yıl) kadarını enerjiye dönüştürebilmiştir. Şüphesiz bu miktar oldukça düşüktür.

### **1.b. Morfolojik Özellikler**

Morfometrik ve jeomorfolojik koşulların akarsu yataklarında meydana getirdiği petrografik ve tektonik kökenli meyil ve meyil kırıkları ile santral kurmaya elverişli sit alanlarının çokluğu Türkiye'nin hidroelektrik potansiyelini yükseltmektedir (Karabulut, 1994). Türkiye genel olarak yüksek, engebeli ve eğimli bir arazi yapısına sahiptir. Ortalama yükseltinin 1132 m.yi bulduğu ülkemizde dağlık sahalara, özellikle Karadeniz, Akdeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde geniş bir alan kaplar. Karadeniz'in ve Akdeniz'in hemen gerisinde bir duvar gibi yükselen ve genel olarak batı-doğu doğrultusunda uzanan sıradağlar, bazı kesimlerde 3000 m.yi aşarlar. İç kesimlerde ise depresyonlar ve oluklar ile dağlık sahalara arasında nispi yükseklikler çok fazladır. Yüksekliğin kısa mesafede büyük değişiklik göstermesi, şiddetli akarsu aşındırması, dağlık sahalardan kıyılara ve iç bölgelerdeki havzalara birdenbire geçilmesi Anadolu'da eğim değerlerinin fazla olduğunun başlıca belirtileridir. Nitekim eğim değerleri orojenik kuşaklarda % 40'ın üzerinde, Ege Bölgesi ile İç Anadolu Bölgesi'nin kuzey kesimlerinde ise % 15-40 arasındadır. Türkiye arazisinin sadece % 8 kadarı eğimi % 0-1 arasında değişen düzlüklerden oluşmaktadır (Şahin, 2002).

Akarsulardan elektrik üretebilmenin en temel koşulu, suyun belirli bir yükseklikten düşmesidir. Türkiye akarsularının büyük bir bölümünde yatak eğimleri doğal olarak buna olanak tanımaktadır. Özellikle dağlık sahalardaki akarsularımızın yukarı ve orta çığırlarında, litolojik ve petrografik yapıdan kaynaklanan farklılıkların da etkisiyle kısa mesafelerde büyük meyil farkları oluşmuştur. Yine Anadolu'nun iç kesimlerinde depresyonlar arasında açılmış vadiler ve boğazlar, gerek eğim koşulları, gerekse sınırsız özellikleri nedeniyle hidrolik enerji üretimine oldukça elverişlidirler. Ayrıca faylanmaya ya da heyelana maruz kalmış akarsu yataklarında gözlemlenen ve ülkemizde sıklıkla rastlanan ani dikliklere bağlı yüksek su düşüşlerinin büyük bir potansiyel güç oluşturduğunu belirtmek gerekir.

Özellikle baraj tipi hidrolik santrallerin yapımında eğim koşulları yanında, yapay set gölleri kurmaya uygun alanların varlığı önem taşımaktadır. Dar tabanlı vadiler, boğazlar ve küçük depresyonlar baraj gölü kurmaya en elverişli rölyef üniteleridir. Bu bağlamda ülkemizde ova ve plato yüzeyleri ile kıyı şeritleri dışında kalan sahalarda büyük bir olanak mevcuttur. Fırat, Dicle ve Çoruh havzaları bunların başında gelir. Ancak Türkiye’de baraj gölü inşasına uygun arazilerin önemli bir bölümü, beşerî hayatın nispeten yoğunlaştığı alanlardır. Ayrıca heyelan, deprem ve toprak erozyonu gibi doğal çevre sorunları hem baraj yapımını, hem de mevcut barajlardan maksimum düzeyde yararlanmayı güçleştirmektedir.

## **2. Beşerî Çevre faktörleri**

### **2.a. Üretim ve pazarlama**

Elektrik, stoklanması güç bir enerji türüdür. Bu nedenle üretildiği zaman dilimi içerisinde tüketilmesi gerekir. Ayrıca iletimindeki yüksek maliyetler ve kayıplar dolayısıyla üretildiği santralin yakın çevresinde tüketilmesi çok daha ekonomiktir. Bu özellikleri nedeniyle ülkeler genellikle tükettikleri kadar üretmekte, dolayısıyla elektrik, istisnalar dışında uluslar arası ticarete fazla konu olmamaktadır. Buna karşın özellikle termik elektrik üretiminde kullanılan petrol, kömür ve doğalgaz gibi enerji kaynaklarının ticaretinde büyük bir pazar söz konusudur.

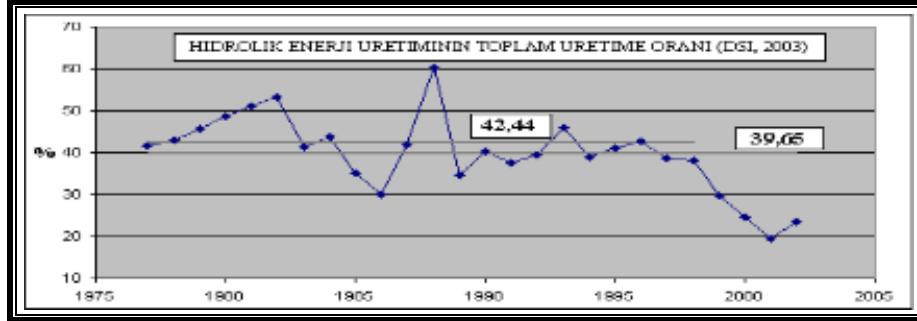
Türkiye’de ilk hidroelektrik santrali 1902 yılında Tarsus çayı üzerinde kurulmuştur. Bunu, 1929 yılında hizmete giren ve Visera santrali olarak da adlandırılan Trabzon’un Işıklar köyü santrali ile 1940 yılında elektrik üretilmeye başlanan Konya-İvriz santrali izlemiştir. Ancak 1950’li yıllara kadar bu alanda fazla bir başarı sağlanamadığı görülmektedir. Bu tarihten sonra hidroelektrik santrallerinin yapımına hız verilmiş; Sarıyar (Hasan Polatkan), Hirfanlı, Kesikköprü, Seyhan, Demirköprü ve Kemer gibi büyük barajlı santraller inşa edilmiştir. Ayrıca 1960 yılından sonra artan elektrik ihtiyacının karşılanması amacıyla linyit kömürüyle çalışan termik santraller kurulmaya başlanmıştır (Doğanay, 1995). Bu çalışmalar sonucunda 1970 yılı itibariyle Türkiye’nin toplam kurulu gücü 2235 MW’a yükselmiştir. 1970’li yıllarda hidroelektrik üretime yönelik proje ve yatırımlara hız verilmiş, Keban Barajı ve Hidroelektrik santrali bu dönemde (1975) hizmete girmiştir. Bu alandaki asıl gelişme ise GAP bünyesindeki bazı hidroelektrik santrallerin devreye girmesiyle yaşanmıştır. 1994 yılında üretime başlayan ve yıllık ortalama 8900 GWh elektrik üretim kapasitesiyle Türkiye’nin en büyük santrali olan Atatürk Barajı ve Hidroelektrik Santrali’nin bu gelişmedeki payı büyüktür. Bu gelişmelere rağmen mevcut üretim 1990’lı yıllarda hızla

artan talebi karşılayamaz hale gelmiş, ortaya çıkan enerji açığı ithalat yoluyla ve yeni kurulan doğalgaz çevrim santralleri ile giderilmeye çalışılmıştır. Yerli kaynakları değerlendirmekte yetersiz kalan Türkiye, elektrik üretiminde giderek doğalgaza bağımlı hale gelmiştir. Nitekim 2003 yılı itibariyle hidroelektrik üretiminin (35329 GWh), doğalgaz çevrim santrallerinden elde edilen elektriğin (63536 GWh) çok gerisinde kaldığı görülmektedir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Enerji Kaynağına Göre Türkiye Elektrik Santrallerinin Kurulu Güç ve Üretim Durumları (2003).

Santral Türü	Kurulu Güç (MW)	Üretim (GWh)	Toplam Üret. Payı (%)
Kömür	8220	32252	23.0
Petrol	2109	0106	6.5
Doğalgaz	11510	63536	45.2
Jeotermal ve Rüzgâr	24	150	0.1
Hidrolik	12570	35329	25.1
Diğerleri	28	116	0.1
<b>Toplam</b>	<b>35587</b>	<b>140580</b>	<b>100.0</b>

Kaynak: TEİAŞ APK Başkanlığı İstatistiklerinden yararlanılarak düzenlenmiştir.

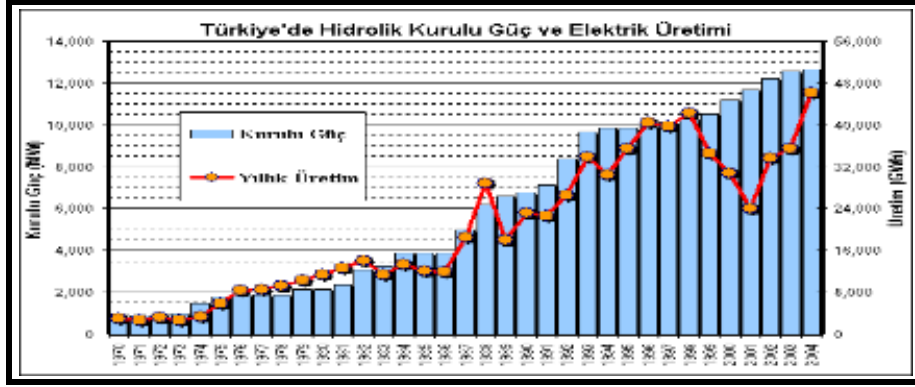


**Şekil 1.** Türkiye’de Hidroelektrik Üretiminin Toplam Elektrik Üretimi İçerisindeki Gelişimi.

Türkiye elektrik üretiminde hidroelektriğin payı giderek düşmektedir (Şekil 1). Bunun en önemli nedeni sektöre yeterli yatırımın yapılmayıdır. Halbuki üretimi artırmanın en geçerli yolu, yeni santral yatırımlarıyla kurulu gücün artırılmasıdır. Örneğin Türkiye hidrolik kurulu gücü 1985-1993 döneminde yaklaşık iki kat artmış olmasına karşın, 1993-2000 döneminde dikkate değer bir gelişme gösterememiştir (Şekil 2). Esasen konunun temelinde, plânlama ve tercih sorunu yatmaktadır.



DPT'nin 2000'li yıllara ait Türkiye projeksiyonlarında elektrik tüketiminin hızla artarak kişi başına düşen elektrik kullanımının 2010 yılında 3974 KWh'a, 2020 yılında ise 6794 KWh'a çıkacağı öngörülmektedir (Tablo 3). Burada üzerinde durulması gereken temel sorun, Türkiye'nin yakın gelecekte bu talebi nasıl karşılayacağıdır. Türkiye, artan talebi karşılayabilmek için mevcut kurulu gücünü maksimum kapasitede kullanmak ve yeni santraller inşa etmek zorundadır. Görüldüğü kadarıyla bazı avantajlarından ve uluslar arası antlaşmalardan doğan taahhütlerinden dolayı doğalgaz çevrim santrallerine daha fazla ağırlık verilmekte, başta hidrolik olmak üzere kendi öz kaynaklarımız ise ihmal etmektedir.



Şekil 2. Türkiye'nin Hidroelektrik Üretimini ve Kurulu Gücünün Gelişimi.

Tablo 3. Türkiye'nin Yakın Geleceğine Ait Elektrik Tüketimi Tahminleri.

Elektrik Tüketimi	2005	2010	2020
Kişi Başına Tüketim (KWh/Yıl)	2816	3974	6794
Ulusal Tüketim (GWh/Yıl)	161604	250342	483462

Kaynak: DPT Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu (2001).

**Tablo 4.** Türkiye Elektrik Kurulu Gücünün Tahmini Gelişimi (MW).

Yıl	Linyit	T. kömürü	D. gaz	Petrol	Nükl.	Rüzgâr	Hidrolik	Toplam
2005	8301	2038	13137	3307	-	879	13681	41343
2010	8621	2157	16497	3307	-	1788	16446	48816
2015	13141	2157	22497	3307	4500	2413	23257	71272
2020	18661	7857	27947	3307	4500	3038	31038	96348

Kaynak: TEİAŞ 2005 İstatistiklerinden Derlenmiştir.

Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) tarafında hazırlanan 2005-2020 Dönemi Türkiye Elektrik Üretimi Plânlama Çalışması, ülkemizin artan elektrik talebinin karşılanması hususunda iki ayrı çözüm önerisi sunmaktadır. Daha fazla kabul gören birinci tasarıda, 2020 yılına kadar kurulu hidrolik gücün 31038 MW'a, toplam kurulu gücün ise 96348 MW'a çıkarılması önerilmektedir (Tablo 4). Bu hedefin gerçekleştirilebilmesi için, Türkiye'nin ekonomik olarak değerlendirilebilir hidrolik potansiyelinin tamamının harekete geçirilmesi şarttır (Ültanır, 2004).

## 2.b. Teknoloji ve Sermaye

Genel olarak enerji yatırımları belirli bir teknolojik gelişmişliği ve sermaye birikimini gerektiren yüksek maliyetli yatırımlardır. Ayrıca bu sektöre yapılan harcamaların ekonomik olarak geri dönüşü nispeten uzun zaman almaktadır. Dolayısıyla sermaye birikimi zayıf olan ülkeler, enerji kaynakları bakımından zengin olsalar dahi bunları değerlendirmekte güçlük çekmektedirler. Bu ülkelerden biri de Türkiye'dir. Enerji sektöründe teknolojik bakımdan büyük gelişmeler kaydeden ülkemiz, sermaye sorunu nedeniyle kendi öz kaynaklarını harekete geçirmekte yetersiz kalmıştır. Bu yetersizlikte yakın zamana kadar elektrik enerjisi üretiminin tamamen devlet tekelinde oluşunun da rolü vardır. Yapılan yasal değişikliklerle bu tekelin kalkmasıyla birlikte gerek yerli, gerekse yabancı yatırımcıların sektöre olan ilgisi büyük ölçüde artmıştır.

Türkiye, teknoloji ve ekipman bakımından her türlü hidroelektrik santrali kurabilecek altyapı olanaklarına sahiptir. Nitekim dünyanın sayılı baraj ve santrallerinden olan Atatürk Barajı ve Hidroelektrik Santrali'nin yapımı, büyük ölçüde yerli firmalar tarafından gerçekleştirilmiştir. Hatta bazı Türk firmaları, yabancı ülkelerde santraller inşa etmektedirler. Özellikle

küçük ve orta ölçekli santral kurulabilmek için gerekli olan teknoloji, pek çok Türk müteahhitlik şirketinde fazlasıyla mevcuttur. Başta bir kamu kuruluşu olan Türkiye Elektromekanik Sanayi'nin (TEMSAN) Diyarbakır'daki Su Türbini ve Genaratör Fabrikası olmak üzere çeşitli özel sektör firmaları bu alanda ihtiyaç duyulan ürün ve ekipmanları imal etmektedirler ([www.temsan.gov.tr](http://www.temsan.gov.tr)).

Özellikle baraj tipi büyük santrallerin yapımı hem uzun zaman almakta, hem de büyük bir sermaye birikimi gerektirmektedir. Dolayısıyla istisnalar dışında ülkemizde bu tür büyük santraller, şimdiye kadar sadece devlet tarafından yapılabilmektedir. Buna karşın kısa zamanda inşa edilebilen, başta arazi istisnakları olmak üzere hukukî ve malî yükümlülükleri nispeten az olan nehir santrallerin yapımı çok daha kolaydır. Bu nedenle özel sektör daha çok bu tip santrallere ilgi göstermekte olup, son birkaç yıldır bu alanda âdetâ proje patlaması yaşanmaktadır. Şüphesiz bu gelişmede özel sektöre sağlanan teşviklerin ve yatırım kolaylıklarının payı büyüktür. *Yap-İşlet-Devret (YİD)*, *Yap-İşlet (Yİ)*, *Otoprodüktör*, *İşletme Hakkı Devri (İHD)* gibi son yıllarda uygulanan yöntemler, sektöre yönelik ilgiyi artırmıştır.

### C. NEHİR TİPİ HİDROELEKTRİK SANTRALLER

Nehir tipi santraller, çoğunlukla orta ve küçük ölçekli santrallerdir. Yani bunların elektrik üretim kapasiteleri baraj tipi santrallere göre düşüktür. Ancak şunu belirtmek gerekir ki dünyada sadece küçük hidroelektrik santrallerden üretilebilecek elektrik enerjisinin toplam hidroelektrik üretimi içerisindeki payı % 10'u bulur. Türkiye'de akarsu etütleri henüz tamamlanmamış olmasına karşın, mevcut potansiyelin dünya ortalamasına yakın olduğu tahmin edilmektedir. Nitekim EİE tarafından akım ölçümleri yapılan yüzölçümü 1000 km<sup>2</sup>.den küçük 1515 havzada, 0.1-10 MW arası kurulu güçle çalışacak santrallerle 33000 GWh/yıl enerji üretilebileceği öngörülmektedir. Ültanır'ın yaptığı bir başka araştırmada ise, ülkemiz akarsularında 0.1-5 MW kurulu güce sahip santrallerle 20000 GWh/yıla yakın elektrik üretilebileceği hesaplanmıştır (Ültanır, 2001). Büyük ölçüde nehir tipi santrallerle değerlendirilmesi gereken bu potansiyel, Türkiye'nin mevcut hidroelektrik üretiminin yarısından fazladır.

#### 1. Kuruluş ve İşletme Özellikleri

Nehir tipi santrallerin kuruluş süreci beş aşamada gerçekleşmektedir. Bunlar sırasıyla ilk etüt, master plânu hazırlama, fizibilite, projelendirme ve santralin inşası aşamalarıdır. Konuya öncelikli olarak dokümanter verilerin

toplanmasıyla başlanır. Bunların başlıcaları jeoloji raporları, hava fotoğrafları, hidrojeoloji raporları ve meteorolojik rasat bültenleridir. Ayrıca ilk etüt aşamasında üzerinde santral kurulması düşünülen akarsuyun akım ölçüm değerlerine ihtiyaç vardır. Akarsularımız üzerinde her türlü akım ölçüm faaliyetleri EİE ve DSİ tarafından yapılmaktadır. Santral kurmak isteyen kurum ve kuruluşların belirli ölçüler içerisinde bu verilerden yararlanması mümkündür. Daha sonra santral kurulması plânlanan sahanın jeolojik, iklimik ve topografik etüdü yapılmakta; heyelan, taş akıntısı, toprak erozyonu, sel, deprem, don olayları ve rüzgâr hızı gibi faktörler üzerinde durulmaktadır. Hiç kuşkusuz ilk etüt aşamasında incelenen en önemli hususlardan biri de akarsu yatağının eğim özelliği, dolayısıyla su düşüş yüksekliğidir. Çünkü kurulacak santralin gücü ve verimliliği büyük ölçüde akım miktarına ve su düşüş yüksekliğine bağlıdır. Bunun için 1/25000 ölçekli topografya haritalarından boy kesitler çıkarılarak akarsu havzasında santral kurmaya en uygun yerler işaretlenir. Çevirme bendi, çökeltim havuzu, kanal ve tünel güzergâhları, biriktirme havuzu, yükleme odası veya denge bacası, cebri boru güzergâhı ve santral yeri ile ilgili mühendislik hesaplamalar yapılır. Bu çalışmalar sonucunda uygun seçenekler ilgili haritalar üzerinde işaretlenir.

Arazi çalışmalarına, regülatörün inşa edileceği yerin incelenmesiyle başlanır. Bu kapsamda arazi koşullarının geniş ve uzun bir çözeltim havuzu yapımına olanak tanınması büyük önem taşımaktadır. Su iletim kanalı güzergâhının heyelan sahası olmaması ve en kısa kanal boyu ile en fazla düşü elde edebilecek niteliğe sahip olması gerekir. Ayrıca santralin kuruşu yeri, üretim birimleri ve diğer eklentilerin sığabileceği genişlikte olmalıdır. Sahanın fazla meyilli olması durumunda yeraltı santrali düşünülebilir. İncelemelerin ardından teknik hesaplamalara geçilir. Elde edilen bulguların olumlu olması durumunda nehir tipi santral için karar alınabilir ([www.eie.gov.tr/turkce/HESproje](http://www.eie.gov.tr/turkce/HESproje)).

Bunların dışında santral kurulması plânlanan sahanın beşerî ve ekonomik çevre özellikleri tetkik edilmektedir. Arazi kullanımı, mülkiyet durumu, yerleşme özellikleri ve yöre halkın akarsudan yararlanma biçimi üzerinde durulan başlıca konulardır. Elde edilen bilgi ve bulgular ışığında farklı alternatiflere de yer veren bir master plân hazırlanır. Plânın fizibilite aşamasında maliyet, kârlılık, teknik bakımdan yapılabilirlik ve çevresel etki durumları değerlendirilmekte, uygulanabilirliği hususunda karar verilmektedir. Plânın uygun görülmesi halinde santralin projelendirilmesine geçilir. Bu aşamaların gerçekleştirilmesinde kamu adına EİE ve DSİ görev yapmaktadır. Şunu da belirtmek gerekir ki nehir santrallerinin kuruluş koşullarını, büyük ölçüde akarsu havzalarının coğrafi özellikleri belirler. Bunun için özellikle

santral yerinin tespiti ve ilk etüt aşamasında coğrafyacıardan yararlanılması gerektiği kanaatindeyiz.



**Şekil 3.** Girlevik II-Mercan Hidroelektrik Santrali'nden Bir Görünüm (Erzincan'da, Karasu Irmağının kollarından Mercan deresi üzerinde yap-işlet-devret modeliyle kurulmuş olan bu nehir tipi santralden yılda ortalama 43 GWh elektrik üretilmektedir).

Bir nehir tipi santralin başlıca üretim birimleri regülatör, iletim kanalı, yükleme havuzu, cebri borular, türbin, generatör, transformatör ve kuyruk suyu kanalıdır. Ayrıca bunlara montaj ünitesi, şalt sahası, trafo merkezi ve santral binası gibi üretim dışı birimleri de eklemek gerekir. Regülatörde kontrol altına alınan su, kanallarla yükleme havuzuna aktarılmakta, buradan da temel işlevi suyu en yüksek basınçla türbine akıtmak olan cebri borulara verilmektedir. Özellikle yüksek düşüslü santrallerde yatırım maliyetinin büyük bir bölümünü cebri borular oluşturur. Dolayısıyla sağlam bir zeminden ve en kısa yoldan türbine indirilmek suretiyle su düşüş kaybının ve maliyet artışının önüne geçilmelidir. Diğer yandan türbin ve generatör, santralin üretim gücünü belirleyen en önemli ekipmanlardır. Su basıncını mekanik enerjiye dönüştüren türbinler etki (impulse) ve tepki (reaction) türbinleri olmak üzere ikiye ayrılır. Tepki türbinleri tamamen suyun içerisinde olup, gövdeleri basınca dayanıklıdır. Türbinin kanatlarında oluşan basınç farkı, rotorun dönmesini sağlamaktadır. Etki türbinlerinde ise kanatlar havadadır ve türbin püskürtülen basınçlı su ile çalışmaktadır. Su kanatlara temastan önce ve sonra aynı atmosfer basıncında kalmaktadır (Rahman, 2003: 31-37). Farklı tip türbinlerin kullanılmasında su düşüş yüksekliğinin rolü büyüktür. Türbinin hızı, su düşüş yüksekliğinin kare kökü ile doğru orantılı olarak azaldığından dolayı 10 m.nin altındaki alçak düşüşlerde tepki türbinleri, orta ve yüksek düşüşlerde etki türbinleri tercih edilmektedir. Generatör seçiminde ise kuru-

lacak santralin büyüklüğü belirleyici olur. Küçük, mini ve mikro santrallerde indüksiyon generatör, daha büyük santrallerde ise hem ulusal şebekeye bağlanabilen, hem de bağımsız çalışabilen senkron generatör kullanılabilir (Aslan ve diğ., 2004).



**Şekil 4.** İkizdere Hidroelektrik Santrali (Doğu Karadeniz Havzası ırmaklarından İkizdere üzerinde kurulu santral, her biri 6.2 MW gücünde üç üniteden oluşur. Santralden yılda ortalama 110 GWh elektrik üretilmektedir).

## **2. Avantaj ve dezavantajları**

Elektrik enerjisi üretiminde genelde hidrolik kaynaklara, özelde ise nehir tipi santrallere öncelik verilmesini gerektiren bazı nedenler vardır. Bunları ekonomik, ekolojik ve stratejik faktörler olmak üzere üç grupta toplamak mümkündür.

### **2.a. Ekonomik Faktörler**

Hidroelektrik santrallerin kuruluş maliyetleri (1200-1350 dolar/KW) doğalgazla çalışan termik santrallere (500-700 dolar/KW) göre nispeten yüksek olmasına karşın, diğer santrallerden düşüktür. Ayrıca diğer santrallerin inşasında ithal mal ve hizmetler önemli bir yekûn tuttuğu halde, hidrolik santral yatırımlarının % 70-80 kadarını yurt içi harcamaları oluşturmaktadır. Daha da önemlisi, işletme aşamasında enerji kaynağına herhangi bir harcama yapılmamaktadır. Bunun işletme maliyetlerine etkisi büyüktür. Nitekim TEAŞ'ın 1998 yılı fiyat istatistiklerine göre birim işletim maliyeti hidrolik santrallerde 0.11 cent/KWh, doğalgaz çevrim santrallerinde ise 3.9

cent/KWh kadardır. Türkiye elektrik üretiminde doğalgaz çevrim santrallerine ağırlık vermeye devam ederse, yakın gelecekte doğalgaz ithalatına yılda ortalama 6 milyar dolar ödemek zorunda kalacaktır.

Termik santrallerin ortalama ömrü 25 yıl olmasına karşın, bu süre hidrolik santrallerde 75 yılı bulmaktadır. Ayrıca yenileme çalışmalarıyla süreyi daha da uzatmak mümkündür. Bu santrallerin bir başka avantajı da çok kısa sürede ve tam yükte devreye sokulabilmeleri, dolayısıyla ulusal enterkonnekte sistemin işleyişine ve frekans düzenlemesine yardımcı olmalarıdır. Gün ve yıl içerisinde elektrik tüketiminde meydana gelen dalgalanmalardan kaynaklanan olumsuzlukları önlemenin en ekonomik yolu, daha fazla hidroelektrik santrali devreye sokmaktır.

Standart olmamakla birlikte nehir tipi santrallerin inşasında yükleme havuzu, iletim kanalları, trafo-şalt, cebri borular ve elektromekanik teçhizat en önemli harcama kalemlerini oluşturmaktadır. Regülatör, enerji nakil hattı, kamulaştırma bedelleri ve ulaşım harcamaları ise santralin kuruluş yeri ve özelliklerine göre büyük değişiklikler gösterir. Bu konuda bir fikir vermesi bakımından Tortum çayının tabilerinden biri olan Tortumkale deresi üzerinde kurulması plânlanan Esendurak HES projesine ait bilgiler yararlı olacaktır. Santralin 5.2 MW kurulu güce sahip olması ve yılda ortalama 29.8 GWh elektrik üretmesi plânlanmaktadır. Santralin proje bedeli 2003 yılı verileriyle 11.5 trilyon lira olup, kuruluş yerinin yerleşim ve tarım alanlarına yakınlığı maliyeti bir miktar artırmıştır. Santralin işletmeye açıldıktan sonra yıllık gelirin 2.6 trilyon lira, yıllık giderinin ise 1.4 trilyon lira olacağı öngörülmektedir. Buna göre gelirlerin giderlere bölünmesiyle elde edilen kârlılık oranı (rantabilite) 1.8 kadardır. Dolayısıyla kurulacak tesis, kısa sürede geri dönüşüm sağlayacak kârlı bir işletme olarak gözükmektedir (Cansu A.Ş., 2003).

## 2.b. Ekolojik Faktörler

Kömürle çalışan bir termik santral, bir KWh elektrik ürettiğinde atmosfere ortalama 1.3 gr sera gazı salar. Diğer atıkların eklenmesiyle olayın boyutları daha da büyümektedir. Küresel ısınma sorunu nedeniyle 2010 yılına kadar yenilenebilir temiz enerji kaynaklarının payını iki katına çıkarmayı plânlayan Avrupa Birliği, çevre dostu oluşundan dolayı özellikle küçük ve orta ölçekli santrallerle gerçekleştirilen hidroelektrik üretimini birlik içerisinde ve aday ülkelerde daha fazla teşvik etme kararı almıştır. Birliğin 2001 yılında yürürlüğe koyduğu *Dahili Elektrik Pazarındaki Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektrikğin Teşvik Edilmesi Yönetmeliği*, bu kapsamda bağlayıcı hükümler taşır (Bakır, 2003). Yine 2005 yılında yürürlüğe

---

giren *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin 5436 Sayılı Kanun*, su gücü kullanımını özendirmektedir ([www.epdk.org.tr/mevzuat/](http://www.epdk.org.tr/mevzuat/)).

### 2.c. Stratejik Faktörler

Hidroelektrik, öz kaynaklarımızdan olan su gücüne dayanmaktadır. Bir ülkenin ihtiyacı olan enerjiyi kendi kaynaklarından karşılayabilme gücü, stratejik bakımdan büyük önem taşır. Enerjiye olan bağımlılığın ve talebin giderek arttığı dünyada, ulusal kalkınmayı sağlıklı bir şekilde sürdürebilmenin yolu, enerjide dışa bağımlılığı azaltmaktan geçer.

Bunların dışında nehir santrallerin özellikle baraj tipi santrallere göre bazı üstünlükleri de vardır. Bunların en önemlileri aşağıda sıralanmıştır:

\*Kuruluş ve işletme maliyetleri düşüktür. Baraj tipi santrallerde baraj gölü inşası toplam maliyet içerisinde önemli bir yekûn tutmaktadır. Halbuki nehir tipi santrallerde baraj inşası ve arazi istimlak bedelleri gibi maliyet artırıcı unsurlar yoktur.

\*Kuruluş süreleri kısadır. Nehir tipi santraller, proje işlemleri tamamlandıktan sonra malî koşulların uygun olması halinde çok kısa sürede inşa edilebilirler. Halbuki baraj tipi santrallerin yapımı en az birkaç yıl sürmekte, hatta inşa sürecinde ortaya çıkan teknik ve malî sorunlar nedeniyle bazen on yılı dahi aşmaktadır.

\*Nehir tipi santraller genellikle orta ya da küçük ölçekli santraller olup, finansmanları kolaydır. Ayrıca ekonomik geri dönüşümü, baraj tipi santrallere göre çok daha kısadır. Bu özelliğinden dolayı, malî kaynakları sınırlı özel sektör kuruluşları dahi bu tür santralleri kolaylıkla kurabilir ve işletebilirler.

\*Baraj tipi santraller gerek kuruluş, gerekse işletme aşamasında çevresel etkileri nispeten fazla olan tesislerdir. Özellikle baraj gölü, kurulduğu bölgenin ekolojik, ekonomik ve yerleşme özellikleri üzerinde büyük etkiler yapmaktadır. Hatta bazı barajların uluslararası politik etkileri dahi söz konusudur. Dolayısıyla kuruluş gücü 50 MW'ın üzerinde olan santrallerin yapımı, *Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği* esaslarına tabidir. Buna karşın, çoğunlukla küçük ve orta ölçekli işletmeler olan nehir tipi santrallerin kuruluşunda sadece *Seçme Eleme Kriterleri* uygulanmaktadır (<http://www.eie.gov.tr/turkce/HESproje/>).

\*Bu tip santrallerin özellikle kırsal kesimde istihdam olanakları ve kalkınma üzerinde olumlu etkileri vardır. Kanaatimize göre ülke yüzeyine yayılacak yüzlerce küçük ve orta ölçekli nehir santral, Türkiye'nin kırsal kalkınma sorununun çözümüne büyük katkı sağlayacaktır.



\*Bütün bu avantajlarından dolayı AB ülkelerinin büyük bir bölümünde yenilenebilir enerji kaynakları kategorisinde değerlendirilmekte ve teşvik edilmektedir (Durak, 2002).

Diğer yandan bu tip santrallerin bazı dezavantajları da vardır. Bunları şu şekilde sıralamak mümkündür.

\*Kurulu güçleri itibariyle barajlı santrallere göre nispeten düşük kapasiteli tesislerdir. Hatta baraj tipi büyük bir santral, onlarca küçük ölçekli nehir tipi santralden çok daha fazla elektrik üretebilmektedir.

\*Bunlar da depolama özelliği olmayan diğer santraller gibi elektrik tüketiminde gün ve yıl içerisinde meydana gelen frekans dalgalanmalarına yanıt verme hususunda yetersizdirler.

\*Bu tip santrallerin en önemli dezavantajı, akarsu akımında meydana gelen değişimlerden doğrudan etkilenmeleridir. Dolayısıyla elektrik üretiminde yıl içerisinde ve yıllar arasında aşırı oynaklıklar görülür. Buna karşın, bu tip santraller projelendirilirken, akarsu yatağında 60 gün su akışının olması yeterli sayılmaktadır. (Ünsal, 2003).

\*Özellikle yerleşim alanlarından ve ana iletim sistemlerinden uzak dağlık sahalarda kuruluşları ve işletimleri nispeten güçtür. Ulaşım sorunu bu güçlüklerin başında gelir. Türkiye’de nehir tipi santral potansiyelinin büyük bir bölümünün Karadeniz, Akdeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinin dağlık kesimlerinde yoğunlaştığını belirtmek gerekir.

### 3. Coğrafi Dağılışı

Türkiye’de 2005 yılı itibariyle 62 adet nehir tipi santral bulunmaktadır. Bunların toplam kurulu güçleri 853 MW, yıllık ortalama elektrik üretimleri ise 4208 GWh kadardır. Buna göre Türkiye hidrolik kurulu gücünün (12579 MW) % 7, hidroelektrik üretiminin (35329 GWh) ise % 12 kadarı nehir tipi santrallerden karşılanmaktadır. Mevcut santrallerin coğrafi dağılışı itibariyle Akdeniz (25 santral), Karadeniz (15 santral) ve Fırat (11 santral) havzalarında yoğunlaştığı görülmektedir. Marmara havzası ise 2 santral ile sonuncu sıradadır (Tablo 5).

**Tablo 5.** Türkiye’de İşletilmekte Olan Nehir Tipi Santraller (2005).

Havza	Akarsu	Santral	Bulunduğu İl	İşl. Açılış T.	K. Güç (MW)	Ürt. (GWh/Yıl)
Basra	Fırat	Girlevik	Erzincan	1954	3.0	17
	Fırat	Kernek	Malatya	1964	0.8	3
	Fırat	Hazar-II	Elazığ	1967	10.0	64
	Fırat	Çağçağ	Mardin	1968	14.4	42
	Fırat	Derme	Malatya	1951	4.5	10
	Fırat	Tohma-Medik	Malatya	1999	12.5	59
	Fırat	Girlevik II-Mercan	Erzincan	2001	11.6	43
	Fırat	Ahiköy I	Sivas	1999	2.1	11
	Fırat	Ahiköy II	Sivas	2000	2.5	11
	Fırat	Hazar-I	Elazığ	1957	20.1	128
	Dicle	Botan	Siirt	1957	1.6	6
<b>Toplam</b>	-	-	-	-	83.2	394
Akdeniz	Ceyhan	Ceyhan	K.Maraş	1958	3.6	12
	Ceyhan	Ceyhan-Maraş	K. Maraş	1958	3.6	12
	Ceyhan	Kısıklı	K. Maraş	1993	9.6	32
	Ceyhan	Suçatı	K. Maraş	2000	7.0	28
	Seyhan	Çamlıca-I	Kayseri	1998	84.0	429
	Seyhan	Seyhan II	Adana	1992	7.5	33
	Asi	Dörtyol	Hatay	1954	0.3	1
	D. Akdeniz	Yerköprü	Konya	1959	10.6	65
	D.Akdeniz	Kadıncık-I	Mersin	1971	70.0	345
	D.Akdeniz	Yüreğir	Adana	1972	6.0	21
	D.Akdeniz	Anamur	Mersin	1967	0.6	3
	D.Akdeniz	Silifke	Mersin	1966	0.4	2
	D.Akdeniz	Bozyazı	Mersin	1973	0.4	1
	D.Akdeniz	Zeyne	Mersin	1971	0.3	2
	D.Akdeniz	Kadıncık II	Mersin	1974	56.0	320
D.Akdeniz	Berdan	Mersin	1996	10.0	47	

Tablo 5. (Devam)

	B.Akdeniz	Kovada-I	Isparta	1960	8.3	35
	B.Akdeniz	Kepez-I	Antalya	1961	26.4	169
	B.Akdeniz	Kovada-II	Isparta	1971	51.2	222
	B.Akdeniz	Aş.Dalaman	Muğla	2001	45.0	249
	B.Akdeniz	Fethiye	Muğla	1999	16.5	90
	B.Akdeniz	Çayköy-Aksu	Isparta	1990	15.0	36
	B.Akdeniz	Kepez II	Antalya	1986	5.8	21
	B.Akdeniz	Bereket I-II	Denizli	1998	3.2	13
	B.Akdeniz	Sütçüler	Isparta	1998	2.0	12
<b>Toplam</b>	-	-	-	-	443.2	2200
Karadeniz	Yeşilirmak	Durucasu	Amasya	1955	0.8	3
	Yeşilirmak	Köklüce	Tokat	1988	90.0	588
	Çoruh	Tortum I	Erzurum	1960	26.18	85
	Çoruh	Murgul	Artvin	1951	4.7	10
	D.Karadeniz	İkizdere	Rize	1961	18.6	110
	D.Karadeniz	Doğankent I	Giresun	1971	32.8	124
	D.Karadeniz	Doğankent II	Giresun	1971	38.0	190
	D.Karadeniz	Visera	Trabzon	1929	1.0	3
	B.Karadeniz	Hasanlar	Düzce	1991	9.4	40
	Kızılırmak	Sızır	Sivas	1961	6.7	35
	Kızılırmak	Bünyan	Kayseri	1951	1.4	4
	Kızılırmak	Molu	Kayseri	2000	5.0	22
	Sakarya	Beyköy	Eskişehir	2000	15.0	87
	Sakarya	Pamukova	Sakarya	2000	9.3	42
<b>Toplam</b>	-	-	-	-	261	1341

Tablo 5. ( devam)

Marmara D.	Susurluk	Kayaköy	Kütahya	1960	3.8	12
	Gönen Ç.	Gönen	Balıkesir	1998	10.6	47
<b>Toplam</b>	-	-	-	-	14.4	59.0
Ege D.	B.Mendere s	Denizli	Denizli	1949	1.2	10
	B.Mendere s	Dinar I	Afyon	1951	1.1	3
	B.Mendere s	Dinar II	Afyon	2000	3.0	16
	B.Mendere s	Çal	Denizli	2001	2.2	12
<b>Toplam</b>	-	-	-	-	7.5	41.0
Hazar	Aras	Kiti	Iğdır	1966	2.7	6
	Aras	Çıldır I	Kars	1975	15.4	67
	Aras	Gaziler	Iğdır	2002	11.0	50
<b>Toplam</b>	-	-	-	-	29.2	123
Kapalı H.	Van Gölü	Engil	Van	1968	4.6	14
	Van Gölü	Erciş	Van	1969	14.4	42
	Konya	İvriz	Konya	1986	1.1	2
<b>Toplam</b>	-	-	-	-	20.1	58
<b>Gen.Toplam</b>	-	-	-	-	853.0	4208

Kaynak: EİE ve DSİ istatistiklerinden yararlanılarak düzenlenmiştir.

Mevcut nehir santrallerin 5'i büyük (50 MW ve üzeri), 20'si orta (10-50 MW), 37'i ise küçük ve mini (10 MW'dan az) HES tipidir. Bunların toplam hidroelektrik üretimindeki payının yükselmesinde, büyük ölçekli santraller etkili olmaktadır. Nitekim Çamlıca (429 GWh), Kadıncık I (345

GWh), Kadıncık II (320 GWh), Köklüce (588 GWh) ve Kovada II (222 GWh ) santrallerinin üretim miktarları (1904 GWh), bu tip santrallerin toplam üretimin yarısına yakındır.



**Şekil 5.** Sakarya Irmağı Üzerinde Kurulu Nehir Tipi Santrallerden Beyköy HES.

Esasen ülkemiz akarsularında büyük ölçekli nehir tipi HES kurabilme potansiyeli sınırlı olup, bu potansiyelin bir bölümü değerlendirilmiş, bir bölümü ise değerlendirme ya da projelendirme aşamasındadır. Buna karşın akarsularımızda orta ve küçük ölçekli nehir tipi HES kurmaya elverişli büyük bir potansiyel söz konusudur. 2005 yılı itibariyle EİE tarafından mühendislik hizmeti verilen bu tip 117 santral projesi olup, bunların önümüzdeki birkaç yıl içerisinde işletmeye açılması plânlamaktadır. Bunlardan Altıparmak (50 MW), İspir (54 MW), Bolasan (72 MW) ve Bitlis (60 MW) santralleri büyük, diğerleri ise orta ve küçük ölçeklidir. Kurulacak 117 santralin toplam kurulu gücü 1012 MW, yıllık ortalama elektrik üretim miktarı ise 4672 GWh kadar olacaktır. Bu projeler tamamlandığında Türkiye genelinde nehir tipi santrallerin toplam kurulu gücü 1865 MW'a, yıllık ortalama elektrik üretim miktarı ise 8880 GWh'a yükselecektir (Tablo 6). Bunlardan ayrı olarak tüzel kişiler tarafından hazırlanan ve ilgili kurumların değerlendirmesine sunulan 336 adet hidrolik santral projesinin büyük bir bölümünü nehir tipi santraller oluşturmaktadır.

**Tablo 6.** EİE'nin Proje Aşamasındaki Nehir Tipi Santral Envanteri (2005).

Havza	Akarsu	Santral Sayısı	Kur. Güç (MW)	Üret.(GWh/Yıl)
Basra	Fırat	1	44.0	302.0
	Dicle	3	92.0	399.0
<b>Toplam</b>		4	136.0	701.0
Akdeniz	D.Akdeniz	4	94.0	491.0
	O.Akdeniz	15	132.7	521.1
	B.Akdeniz	8	52.5	253.2
<b>Toplam</b>		27	279.2	1265.3
Karadeniz	Çoruh	14	291.3	1349.5
	D.Karadeniz	53	154.6	813.2
	B.Karadeniz	7	46.3	176.1
<b>Toplam</b>		74	492.2	2338.8
Ege	B.Menderes	3	9.4	43.1
	Gediz	2	2.9	12.0
<b>Toplam</b>		5	12.3	55.1
Hazar	Aras	5	88.3	293.7
Marmara	Susurluk	2	4.1	18.6
<b>Gen.Toplam</b>		117	1012.1	4672.5

Kaynak: EİE istatistiklerinden yararlanılarak düzenlenmiştir.

Proje aşamasındaki nehir tipi santrallerin Karadeniz (74 adet) ve Akdeniz (27 adet) havzalarında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu projeler ile Karadeniz havzasında özellikle Doğu Karadeniz dağlarından doğan ve güneye yönelerek Karadeniz'e dökülen kısa boylu akarsuların hidrolik potansiyellerinin bir bölümü değerlendirilmiş olacaktır. Gerçekten de bu havzada, akarsu yataklarındaki uygun meyil ve yüksek akım koşullarından kaynaklanan büyük bir potansiyel vardır. Nitekim yapılan hesaplamalara göre havzada büyük bir bölümü nehir tipi santrallerle değerlendirilmesi gereken 24239 GWh/yıl kadar bir elektrik üretim kapasitesi mevcuttur. Çoruh havzasının potansiyeli eklendiğinde bu miktar daha da artar. Havzada yapılmış ve projelendirilmiş nehir santrallerin toplam ekonomik üretim kapasitesi ise 1257 GWh kadardır. Benzer bir durum, güneyde Akdeniz'e dökülen kısa boylu akarsular için de geçerlidir. Bu havzada Seyhan, Ceyhan ve Asi ırmaklarının dışında, yıllık ortalama 27699 GWh kadar elektrik üretim kapasitesi mevcuttur. Nehir santraller kapsamında şimdiye kadar bu kapasitenin 2200 GWh'ı değerlendirilmiş, 1265 GWh'ı ise EİE tarafından projelendirilmiştir.

## D. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'nin elektrik enerjisi talebi hızla artmakta olup, ulusal elektrik tüketiminin on beş yıl sonra bugünkünün üç katına çıkacağı öngörülmektedir. Günümüz koşullarında ülkemizin kurulu gücü mevcut tüketimi dahi karşılayamamakta, soruna doğalgaz çevrim santralleri ile çare aranmaktadır. Dolayısıyla Türkiye'nin ivedilikle yeni elektrik santrallerine ihtiyacı vardır. Sermaye olanakları sınırlı olan ülkemizin öncelikli olarak öz kaynaklarına yönelmesi, özellikle de ekonomik olarak değerlendirilebilir 192551 GWh/yıl hidroelektrik potansiyelini harekete geçirmesi beklenmektedir.

Başta EİE olmak üzere konuyla ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından yapılan tespitlere göre, Türkiye hidrolik potansiyelinin % 10-15 kadarı küçük ölçekli nehir tipi santrallerle değerlendirilebilecek niteliktedir. Özellikle Karadeniz ve Akdeniz havzalarındaki kısa boylu akarsular, yüksek su düşüşüne olanak tanıyan yatak eğimleri ve akım özellikleriyle bu tip santrallerin kurulmasına oldukça elverişlidirler. Ayrıca bazı akarsularımızda orta ve büyük ölçekli yeni nehir tipi santraller kurmak mümkündür. Yapılan hesaplamalar, ülke potansiyelinin % 20 kadarının bu tip santrallerle işletilebileceğini göstermektedir. Günümüz koşullarında faal durumdaki 62 adet nehir santralının toplam üretimi 4208 GWh/yıl olup, proje aşamasındaki 117 santralın tamamlanmasıyla birlikte bu değer 8880 GWh/yıl'a yükselecektir. Bu üretim değerlerinin potansiyel güç karşısında yetersiz kaldığı açıktır. Bunun en önemli nedeni, enerji plânlamalarında yakın zamana kadar orta ve küçük ölçekli nehir santrallerin fazla dikkate alınmayışıdır. Esasen Türkiye'de genel olarak hidroelektrik, özel olarak ise bu tip santraller çeşitli nedenlerle ihmal edilmişlerdir. Kanaatimize göre bu ihmalde konuyla ilgili kamu kurum ve kuruluşları arasındaki koordinasyon eksikliğinin rolü büyüktür. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK), Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş. (TETAŞ) Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ), Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ), Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) ve Devlet Su İşleri (DSİ) gibi sektörle doğrudan ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının yetki, sorumluluk ve görev alanlarındaki belirsizlikler etkili bir şekilde plânlama, projelendirme, yatırım ve üretim yapabilmeyi güçleştirmektedir.

Nehir tipi santraller, kuruluş ve işletme giderleri düşük, çevresel etkileri sınırlı, az bir zaman zarfında inşa edilebilen, büyük ölçüde yerli ve ekonomik geri dönüşümü kısa süren tesislerdir. Özellikle depolamalı santrallerde baraj gölünün inşasında karşılaşılan güçlüklerin pek çoğuna bunlarda rastlanmaz. Diğer yandan ülke yüzeyine dağılmış çok sayıda küçük santralın, kırsal kalkınma ve istihdam bağlamında birkaç büyük santralden çok daha işlevsel olacağı açıktır. Nehir tipi santraller aynı zamanda kâr marjı

yüksek tesislerdir. Kârlılık, bir işletmenin rantabilitesini belirleyen en önemli gösterge olup, tespitlerimize göre bu tesislerde iki katına yakın bir kârlılık söz konusudur. Bu özelliğinden dolayı elektrik üretiminde devlet tekelinin kalkmasıyla birlikte pek çok özel sektör kuruluşu bu tip santraller kurmak için projeler geliştirmeye başlamışlardır.

Küçük akarsularda hidroelektrik potansiyeli belirleme çalışmalarının henüz tamamlanmamış olması nehir tipi santrallerin kuruluşunu olumsuz yönde etkilemektedir. Bunun en önemli nedeni ise, bazı akarsularımıza ait akım ölçüm verilerinin bulunmamasıdır. EİE'nin 762 akım gözlem istasyonundan 492'sinin kapalı oluşu, bu konuda sağlıklı bir veri tabanının oluşturulmasını güçleştirmektedir. Dolayısıyla şimdiye kadar ancak Doğu Karadeniz, Batı Karadeniz, Marmara Denizi ve Ege Denizi havzalarının hidroelektrik potansiyelleri tam olarak belirlenebilmiştir. Sorunun çözümü için, diğer havzalardaki çalışmaların ivedilikle tamamlanması gerekir.

#### KAYNAKÇA

- Arman, F.A. (2004), Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyeli ve Sorunları, Ankara, 14 Şubat 2004, 21. Yüzyılda Su Sorunu ve Türkiye Sempozyumu. [http://www.hesiad.org.tr/hid\\_pot.htm](http://www.hesiad.org.tr/hid_pot.htm)
- Aslan, Y. ve diğ. (2004), Bir Mikro-Hidro Örneği: Kayaboğazı Barajı, Bursa, Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu. [www.eleco.emo.org.tr/eleco2004/Aprog.htm-15k](http://www.eleco.emo.org.tr/eleco2004/Aprog.htm-15k)
- Atalay, İ. (2004), *Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği*, İzmir, Meta Basım, s.122-123.
- Bakır, N.N. (2002), Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyelinin Yeniden Değerlendirilmesi ve AB Perspektifinden Türkiye'nin Elektrik Üretimi Politikalarına Bakış, Ankara, 23 Mayıs 2002, Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyeli Sorunları ve Çözüm Tartışmaları Sempozyumu. [http://www.hesiad.org.tr/semposyum\\_fr.htm](http://www.hesiad.org.tr/semposyum_fr.htm)
- Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi (1992), C.10, İstanbul, Milliyet Yayınları, 5253-5254.
- Cansu A.Ş. (2003), Esendurak Hidroelektrik Santrali Projesi Ön Raporu, Ankara, Bölüm: 8.
- Doğanay, H. (1995), *Türkiye Ekonomik Coğrafyası*, İstanbul, Öz Eğitim Yayınları: 6, 369.
- DPT (2001), Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, DPT: 2569, ÖİK: 585, Bölüm: 5(1).



- 
- Durak, M. (2002), Avrupa Ülkelerinde Rüzgar Enerjisi Projelerine Verilen Teşvikler ve Türkiye İçin Öneriler, İstanbul, 10-11 Eylül 2002, Yenilenebilir Enerjiler ve Rasyonel Enerji Kullanımı Sempozyumu, 81-87.
- Karabulut, Y. (2000), *Türkiye Enerji Kaynakları*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 113.
- Karabulut, Y. (2004), Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretimi, Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, Sayı: 3, 58.
- Pamir, N. (2003), Dünyada ve Türkiye’de Enerji, Türkiye’nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları, Metalurji Dergisi, Sayı: 17 (134), 73-100.
- Rahman. S. (2003), Market Potential of Renewable Resources, IEEE Power &Energy Magazine, jan-feb 2003, 31-37.
- Şahin, C. (2002), *Türkiye Fiziki Coğrafyası*, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara, 21.
- Ültanır, M. Ö. (2001), Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyeli Ne Kadar?, Dünya-Enerji, Aralık 2001, 50-53.
- Ültanır, M.Ö. (2004), Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim Plânlama Çalışması (2005-2020) İrdelemesi ile Su ve Rüzgâr Enerjilerinin Yeri (A study of Turkish Electricity Production Projections For The 2005-2020 Period For Hydro and Wind Power) <http://www.ressiad.org.tr/makaleler.php?ID=>
- Ünsal, İ. (2003), Turkey's Hydroelectric Potential And Energy Policies, Stradigma.Com, E-Journal of Strategy and Analysis, July 2003, Issue 6, 1-19.