



TMMOB 1. ENERJİ SEMPOZYUMU-12-14 KASIM 1996 ANKARA

TÜRKİYE'NİN HİDROLİK ENERJİ POTANSİYELİ VE GELİŞME DURUMU

**İSMAİL HAKKİ ALTUN
ELEKTRİK MÜHENDİSİ-YILDIZ**

Dünya enerji kaynakları fosil ve fosil olmayan kaynaklar olarak iki grupta toplanmaktadır. Fosil kaynak rezervinin % 75'ini kömür, % 14'ünü petrol ve % 10'unu ise doğalgaz oluşturmaktadır. Fosil olmayan en büyük kaynak hidrolik potansiyeldir, diğer kaynaklar ise güneş, jeotermal ve bitümlü şist'dir. Ülkemiz hemen hemen tüm konvansiyonel enerji kaynaklarına sahip bulunmaktadır. Ancak, bu kaynaklar dünya rezervleri ile karşılaştırıldığında kalite ve miktar olarak yetersiz olduğu görülür. Buna karşın yenilenebilir kaynaklar (fosil olmayan kaynaklar) grubunda yer alan hidrolik, jeotermal ve güneş enerjisi potansiyeli açısından ülkemiz varlıklı ülkeler sınıfına girmektedir. (Tablo I)

1963 yılından itibaren ülkemiz planlı kalkınma dönemine girmiş ve elektrik enerjisi ile ilgili ana hedef ve politikalar beş yıllık periyotlarla saptanmaya başlamıştır. Birinci (1963-1967) ve ikinci (1968-1972) beş yıllık kalkınma planı dönemlerinde enerji talebinin karşılanması için enerji kaynaklarının en uygun biçimde kullanılarak maliyetlerin en aza indirilmesi ilkesinden hareketle öncelikle yerli kaynakların değerlendirilmesi öngörülmüş ve bu konuda önceliğin su kaynaklarının geliştirilmesine verileceği belirtilmiştir. Ancak, ikinci beş yıllık kalkınma planı döneminde hidrolik enerji yönünden hedefler tesislerin zamanında bitirilememesi nedeniyle yakalanamamış ve dışa bağımlı kaynak kullanımlı tesisleri ele alma zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bundan sonra yapılan 3., 4., 5. ve 6. Beş Yıllık Kalkınma Planları'nda öncekilerle benzer şekilde yerli kaynak kullanımını öngörmüş 3. Dönem sonunda hidroelektrik enerji kapasitesi 985 MW'dan 1873 MW'a yani toplam kapasitenin % 40'ına ulaşmıştır. Dünya ülkelerinin enerji politikalarını önemli ölçüde etkileyen petrol piyasalarındaki gelişmeler ülkemizi de etkilemiş özellikle 1973 yılında yaşanan petrol krizi sonucu bir varil petrolün dört katı fiyata yani 12-13 USD seviyesine çıkmasıyla o güne kadar belki de farkedilemeyen, enerji kaynaklarının sınırlılığı ve bu sınıra gelindikçe enerjinin daha pahalı elde edileceği gerçeği ortaya çıkmıştır. Bunun dünya ülkeleri ekonomileri üzerinde oluşturduğu etki ile güvenilir enerji üretiminin önemi artmış ve enerji üretim kaynaklarının çeşitlendirilmesi gereği açıkça görülmüştür. Yenilenebilir kaynak oluşu, en az düzeyde çevre etkisi yaratması, çevre kirliliğine neden olmaması, işletme ve bakım maliyetlerinin düşük olması ve en önemlisi ulusal kaynak niteliği ile güvenilir enerji arzını sağlayabilmesi, hidrolik enerjinin önemini artırmıştır. 4. dönem sonunda hidroelektrik santrallerin kurulu güçleri

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Barajlar ve HES Dairesi Başkanlığı Elektrik Proje Şube Müdürü

TMMOB 1. ENERJİ SEMPOZYUMU-12-14 KASIM 1996 ANKARA

toplamı; toplam kurulu güç içerisinde 3239 MW ile % 47'ye ulaşmış, 5. Dönemde 6597 MW ile % 42, 6. dönemde ise (1990-1995) 20952 MW toplam kurulu güç içerisinde 9933 MW ile % 47 olarak yer almıştır. (Tablo 2)

Türkiye'nin yağış rejimi oldukça düzensiz ve dengesizdir. Uzun yılları kapsayan meteorolojik gözlemlere göre yılda ortalama 643 mm olan yağışlar 501 milyar m³ suya tekabül etmektedir. Bu ortalama değerin 186 milyar m³'ünün çeşitli büyüklükteki akarsular aracılığı ile denizlere ve kapalı havzalardaki göllere doğru akışa geçtiği kabul edilmektedir. Akarsularımızın düzenlenmesi ve maksimum faydanın sağlanabilmesi için bugünkü etüdlere göre 702 adet barajın inşa edilmesi gerekmektedir.

Hidroelektrik potansiyelimizin dünyadaki yerine gelince; Ülkemiz 433000 GWh brüt hidroelektrik potansiyeli ile dünya hidrolik potansiyeli içinde % 1.2 paya ve 125259 GWh ekonomik olarak yararlanılabilir potansiyeli ile Avrupa ülkelerinin toplam hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık % 16 mertebesinde hidroelektrik potansiyele sahip bulunmaktadır. Türkiye, Avrupa'da Norveç'ten sonra en fazla yıllık hidroelektrik enerji üretim potansiyeline sahip ikinci ülke sıfatını taşımaktadır. Bu katkı Avrupa için % 7, Almanya için % 3, İzlanda için % 6, İtalya için % 9, Norveç için % 26, Polonya için % 15.8, İsveç için % 12.5 ve İsviçre içinse % 5'i mertebesinde. Sadece GAP projesinin yıllık hidroelektrik enerji üretim potansiyeli Avrupa'nın toplam potansiyelinin % 3.5'u mertebesinde olarak Arnavutluk, Belçika, Bulgaristan, Danimarka, Finlandiya, Almanya, Yunanistan, macaristan, Portekiz, Romanya, Lüksemburg, İspanya, İngiltere, Hırvatistan, İrlanda ' gibi ülkelerin potansiyelinden fazladır.

Ülkemiz ekonomisi ve kalkınmasında kritik bir öneme haiz elektrik enerjisinin geleceğe yönelik planlama çalışmaları büyük önem arz etmektedir. Ülkemizde enerji planlama çalışmaları Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca yürütülmektedir. Bakanlıkça 1950 yılından bu yana yapılan çalışmalarla ileriye dönük tespit edilen talep tahminleri yıllar itibariyle gerçekleşen taleple karşılaştırıldığında tahminlerin gerçeğe çok yakın olduğu görülür. Yıllar itibariyle hazırlanan talepler incelendiğinde, talebin güç ve üretim olarak ortalama olarak % 8 oranında bir artış gösterdiğini görürüz. Bakanlığın bu talep tahminleri doğrultusunda TEAŞ Genel Müdürlüğü, geliştirdiği bir takım modellerle, senaryolarla, bu talebi karşılayacak üretim planlamaları yapmaktadır. DPT'nin de onayından sonra Elektrik santralleri için yatırım planları ve bütçeleri oluşturulmaktadır. TEAŞ planlaması WASP 3 olarak bilinen bir model geliştirmiştir. Bu tür senaryolarda planlamanın amacı, ülke elektrik enerjisi talebini minimum maliyetle karşılayacak optimum sistem kompozisyonunu ve bu kompozisyonu oluşturan çeşitli üretim bileşenlerinin zamanlamasını ortaya çıkartmaktır. Ülkemizin mali kaynak kısıtlılığı gerekçesiyle yapılan çalışmalarda yalnızca maliyet boyutu gözletilmekte ve elektrik enerjisi üretiminin minimum maliyete indirilmesi amaçlanmaktadır. Modeldeki temel girdiler santral tipi ve proje seçimi için belirleyicidir. Örneğin;

TMMOB 1. ENERJİ SEMPOZYUMU-12-14 KASIM 1996 ANKARA

toplumsal yaşam için konunun bir diğer belirleyici unsuru çevre kirlenmesidir. Üretim maliyetlerini ve çevre kirliliğini minimuma indirecek santral bazında üretim dağılımı, yani sistemin optimal kompozisyonunu esas alacak bir model çalışması, inanıyoruz ki izlenecek yatırım planlamalarında hidroelektrik santral yapımına ağırlık verecektir. Diğer taraftan hidroelektrik potansiyelin geliştirilmesi, enerji faydası yanında, taşkın koruma, sulama, kullanma suyu temini, balıkılık, ulaşım ve rekreasyon gibi ilave sosyoekonomik faydalar sağlamaktadır. (Oysa mevcut modellerde bu tür faydalarda gözönüne alınmamaktadır.)

Türkiye'de en az ön inceleme aşamasında etüdü tamamlanmış, ekonomik yapılabilirliği belirlenmiş halen işletmede olanlar ve inşa halindekiiler dahil olmak üzere 510 hidroelektrik santral bulunmaktadır. Bu santrallar 35455 MW kurulu güçleri ile yılda ortalama 125259 Gwh üretim kapasitesine sahiptir. 1996 yılı başı itibariyle 99 adet hidroelektrik santral işletme olup, bunların kurulu gücü 9933 MW yıllık üretimleri ortalama olarak 36354 GWh'dir. Halen ülkemizde hidroelektrik potansiyelin % 29'u geliştirilmiş olup, inşaat halindeki 30 adet kurulu gücü 3252 MW olan hidroelektrik santralların tamamlanmasıyla ortalama üretim 10 302 GWh artarak bu oran % 37'ye ulaşacaktır (Tablo 3-1). Potansiyelin % 63'lük bölümüne sahip 381 adet hidroelektrik santral ise planlama ve proje aşamasındadır. Özellikle Çoruh, Dicle ve Harşit havzaları olmak üzere önemli oranda enerji üretim kapasitesine haiz hidroelektrik projelere gereken önem verilerek bir an önce gerçekleştirilmesi ile büyük fayda sağlanacaktır. (Tablo 3, 3-2 ve 4)

TEAŞ planlamasına göre 2010 yılında toplam hidroelektrik potansiyelin enerji cinsinden % 63'ü (77136 GWh) ya da güç olarak % 66'sı (22059 MW) değerlendirilmiş olacaktır. Bakanlıkça yapılan talep tahminlerinde 2010 yılında talebin 308000 Gwh olacağı belirtilmektedir.

Bu durumda hidroelektrik santralların üretimdeki payları % 23 olacaktır!

Ülkemizin en önemli ve en iddialı yatırım projeleri arasında yer alan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında 19 adet hidroelektrik santral yer almaktadır. (Tablo 5) Bu santralların toplam kurulu gücü 7476 MW olup Türkiye'de halen mevcut hidroelektrik kurulu gücün % 75'ine tekabül etmektedir. GAP projesinin toplam elektrik enerjisi üretim kapasitesi ise yılda ortalama 27 345 GWh olup ülkemizin halen mevcut hidroelektrik enerji üretim kapasitesinin % 75'ine, 1995 yılında ülkemizde fiilen üretilen hidroelektrik enerjinin % 85.5'na ve de ülkemizin toplam elektrik üretiminin ise % 32'sine tekabül etmektedir.

Proje kapsamında yer alan Karakaya (1800 MW, 7354 Gwh/yıl) ve Atatürk (2400 MW, 8900 GWh/yıl) hidroelektrik Santrallarının tamamlanmasıyla halen toplam kurulu gücün 4200 MW'lık bölümü servise alınmıştır. Bu iki projenin toplam elektrik enerjisi üretim potansiyeli yılda 16400 GWh olup bu ülkemizde 1995 yılında fiilen üretilen hidroelektrik enerjinin % 51'ine tekabül etmektedir. 1996 yılının ilk altı ayında Atatürk ve Karakaya hidroelektrik santrallarında sırasıyla 5565 Gwh ve 4641 Gwh olmak üzere toplam 10206 Gwh elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilmiştir ki bu üretim Atatürk ve

TMMOB 1. ENERJİ SEMPOZYUMU-12-14 KASIM 1996 ANKARA

Karakaya hidroelektrik Santrallerinin yıllık ortalama üretim değerleriyle karşılaştırılırsa bu yılki üretimlerinin rekor seviyede olduğu görülmektedir.

Bu iki proje dışında GAP kapsamında yer alan diğer 17 adet hidroelektrik santral projesinde halen Batman (198 MW), Karkamış (189 MW), Dicle (110 MW), Kıralkızı (94 MW) ve Şanlıurfa (50 MW) hidroelektrik santralleri Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün yatırım programı içerisinde yürütülmektedir. Birecik barajı ve hidroelektrik santrali (672 MW) ise Yap-İşlet-Devret modeli çerçevesinde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca yürütülmektedir. Bu projelerden Dicle ve Kıralkızı hidroelektrik santralleri 1997 yılı sonunda, Batman ve Şanlıurfa hidroelektrik santralleri 1999 yılı sonunda, Karkamış hidroelektrik santrali 2000 yılı başında, Birecik hidroelektrik santrali ise 2002 yılında işletmeye alınacaktır. Bu altı projenin toplam elektrik enerjisi üretim potansiyeli yılda ortalama 4219 GWh'dir (Tablo 6).

Bu projeler dışında GAP kapsamında olarak Fırat havzasında 6, Dicle havzasında ise 5 adet hidroelektrik santral daha inşa edilecektir. Henüz inşaatına başlanmamış olan bu onbir hidroelektrik santral projesinin toplam kurulu gücü 1972 MW, elektrik enerjisi üretim potansiyeli yılda ortalama 6872 GWh'dir. Bu onbir proje arasında en önemlisi Dicle nehri üzerindeki Ilisu projesi olup projenin toplam kurulu gücü 1200 MW, elektrik enerjisi üretim potansiyeli yılda ortalama 3833 GWh'dir. Bir diğer önemli proje de yine Ilisu projesinin mansabında yer alan 240 MW kurulu gücünde ve 1208 GWh'lik ortalama enerji üretim potansiyeli ile Cizre projesidir.

Atatürk ve Karakaya hidroelektrik Santrallerinin yukarıda belirtilen üretim kapasiteleri ve fiili üretimleri, sıfır yakıt bedeli ile gerçekleştirilen ve işletmeye alınış tarihlerinden 30.06.1996 sonuna kadar üretilen sırasıyla 29203 GWh ve 67800 GWh olmak üzere toplam 97003 GWh'lık elektrik enerjisi üretim rakamı dikkate alındığında ülkemizin hidroelektrik yatırımlara ne denli ağırlık vermesinin gerektiği açıkça görülmektedir.

Genel olarak bir ülkenin elektrik yük eğrisi incelendiğinde iki ana bölüm göze çarpar. Baz yük ve puant yük. Elbetteki bir ülkenin baz yükü termik santraller, kanal tipi hidroelektrik santraller ve (eğer varsa) nükleer santraller vasıtası ile sağlanır. Esasen hidroelektrik santraller puant çalışması gereken santrallerdir. Çünkü enerji üretim hammaddesi sudur ve depolanabilmektedir. Bu hidroelektrik santralin kurulu gücü ve üretilebilecek enerjinin planlaması ile tesis ve işletme masrafları, o santralda üretilebilecek olan güvenilebilir enerji miktarına ve o santraldan çekilecek olan enerji miktarına göre puant yük gereksinimleri göz önüne alınarak tespit edilir. Ancak ülkemizde baz enerji üretimi yeterli olmadığından hidroelektrik santrallerimiz de çoğunlukla baz olarak çalıştırılmaktadır. Hidroelektrik santraller çok kısa sürede devreye alınıp devreden çıkartabildikleri için ülkemizde puant saatler dediğimiz 18-22 saatleri arasında büyük öneme haizdirler.

TMMOB 1. ENERJİ SEMPOZYUMU 12-14 KASIM 1996 ANKARA

Yukarıda belirtildiği gibi Türkiye'nin brüt hidroelektrik potansiyeli 433000 GWh, teknik olarak yapılabilir kapasite ise 212000 GWh'dır. Oysa enerji optimizasyonu çalışmalarında termik santrallara göre yapılan mukayeseler sonucu ekonomik olarak bu kapasitenin 125259 GWh'i kullanılabilir kapasitedir.

Şu halde elektrik enerjisinde hangi kaynaklara öncelik verilmelidir? Bir ülke talebinin yeteri kadar yedekli bir arzla karşılanabilmesi için öncelikle ulusal kaynaklara dayandırılması gerekmektedir/Yenilenebilir kaynak oluşu, en az düzeyde çevre etkisi yaratması, çevre kirliliğine neden olmaması, işletme ve bakım masraflarının az olması ve en önemlisi ulusal niteliği ile güvenilir enerji arzını sağlayan kaynak oluşu, hidroelektrik enerjinin önemini büyük ölçüde artırmaktadır. Genellikle hidroelektrik enerji için ilk yatırım maliyetinin yüksek oluşu ve inşa süresinin uzunluğu olumsuz faktörler olarak ileri sürülmektedir. Oysa tarafımızdan yapılan etüdlere göre 1995 yılı sonu itibarıyla tesislerin birim yatırım maliyetleri şöyledir.

Doğalgaz Santralları	680 \$/kW
Linyit Santralları	1600 \$/kW
İthal Kömür Santralları	1450 \$/kW
Hidrolik Santrallar	1200 \$/kW
Nükleer Santrallar	2700 \$/kW dır.

Görüldüğü gibi hidroelektrik santral maliyetinden sadece doğalgaz santralları ucuzdur. Ancak, doğalgaz santrallarında 1 kWh enerji için ortalama 0.212 m³ doğalgaz tüketilmektedir. 1000 m³ doğalgazın santrala maliyeti ise 110 \$'dır. Kullanılan doğalgazın büyük bölümü ise ithaldir. yatırım maliyeti ucuz görülse de işletme maliyetleri hidroelektrik santrallara göre pahalıdır.

Öte yandan, hidroelektrik santralların inşa süreleri uzun olması ile birlikte ekonomik ömürleri de termik santrallardan daha uzundur. Kömür yakıtlı santrallar ile kombine çevrimli gaz Santrallarının ekonomik ömürleri 25 yıl iken baraj ve hidroelektrik santralların ekonomik hizmet süresi 40-50 yıldır. Bu değer fizibilite raporlarındaki esas değerlerdir.

Ancak bazı rehabilitasyon çalışmaları ile su Santrallarının ekonomik ömürleri 75*100 yıla çıkarılabilir. Bir başka faktör de termik santrallar, doğal kaynakları tüketici bir unsurdur. Hidrolik potansiyelin gelişimi ise, barajlarda meydana getirilen yapay göller vasıtasıyla ortamda oluşan buharlaşma, havzanın daha fazla yağış almasına, diğer bir deyişle kaynak artırıcı olarak işlev görmektedir.

Bu inceleme ve/veya etüdü tamamlanmış, yapılabilirliği ortaya konmuş 381 adet hidroelektrik santralin yapılabilmesi için bugünkü değerlerle yatırım tutarı 33 milyar dolardır. Bu miktar yatırım bedeli olarak düşünüldüğünde büyük bir miktar olarak görülebilir. Ancak, şu anki fiili duruma bakacak olursak sadece Keban-Karakaya-Atatürk Hidroelektrik Santrallarının yıllık ortalama enerji üretim miktarları (Keban 6, Karakaya 7.354, Atatürk 8.9 Milyar- kWh) toplamı 23.5 Milyar kWh'dir. Sadece Atatürk Hidroelektrik santralında Ocak 1996'da 1 milyar kWh elektrik enerjisi üretilmiştir. YİD projelerinde şirketlerin ürettikleri enerjiyi TEAŞ'a en az 5 cent'den sattıkları

TMMOB 1. ENERJİ SEMPOZYUMU-12-14 KASIM 1996 ANKARA

gözetilerek alınarak bu üretim miktarı 5 cent ile karşılandığında yılda 1.2 milyar \$ getirisi vardır. Esasen enerji yatırımları için finans kaynağı santrallerin ürettikleri enerji olabilmelidir.

Ülkemiz yukarıda bahsettiğimiz gibi planlı kalkınma dönemi başlangıcından bugüne kadar ve halen diğer enerji kaynaklarına göre hidrolik enerji kaynaklarımızın geliştirilmesine ilk sırada önem vermişse de devlet bütçelerinden enerji sektörüne ayrılan miktarların yeterli olmaması nedeniyle yatırım programlarında önemli gecikmeler olmuş ve olmaktadır. İnşa edilen 99 adet hidroelektrik santralin 39 adedi Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nce gerçekleştirilmiştir. Sayısal olarak az olmasına karşın inşa edilen 39 santralin kurulu gücü toplamı 9042.55 MW, ortalama yıllık üretimleri ise 33222 GWh'dir (Tablo 7 ve 8). Bugüne kadar olan gelişmeler şunu göstermektedir ki yakın gelecekte hidroelektrik potansiyelin geliştirilmesinde devletin payının aşağıya çekilmesi pek zor olacağından, bir enerji dar boğazı yaşanmaması için yatırım bütçelerinden enerji sektörüne ayrılan payın mutlaka artırılması, ödeneklerin yıllık ve aylık dağılımlarının tesislerin yapım programlarını aksatmayacak şekilde olması gerekmektedir. Sektörde mevcut bu finans sıkıntısı bugün çeşitli modellerle giderilmeye çalışılmaktadır.

Bilindiği üzere 04.12.1984 tarihli 3096 sayılı yasa ile TEK dışındaki özel hukuk hükümlerine tabi sermaye şirketleri statüsüne sahip yerli ve yabancı şirketlerin elektrik üretimi, iletimi, dağıtımı ve ticareti ile görevlendirilmesi düzenlenmiştir.

Bu kanunla ETK Bakanlığı Bakanlar Kurulu Kararı ile belirlenen çerçeve içersinde ilgili görevli şirket ile sözleşme aktine yetkili kılınmıştır. Bu model ile özel sektörümüzün bu sahaya girmesi ve yatırım yapması düşünülmüştür. Ancak, geçtiğimiz 10 yıl içersinde beklenen seviyeye ulaşamamıştır. Bu çerçevede çok sayıda müracat olmasına karşın şu ana kadar sadece 3 adet YİD projesi, ki toplam kurulu gücü 35 MW, tamamlanmıştır.

Birecik HES dahil olmak üzere 4 adet YİD projesi inşaa halindedir. (Sütçüler HES 2 M W, 12.2 Milyon kWh-Lamas-Gökler 1.6 MW, 9 Milyon kWh-berdan HES 10 MW, 47 Milyon kWh, Birecik HES 672 MW, 2460 Milyon kWh).

Yap-işlet-Devret modeli ile Bakanlıkça yaptırılmasına karar verilen ve 24.09.1996 tarihli Resmi Gazete'de 11 adet, 11.10.1996 tarihli Resmi Gazete'de ise 44 adet HES için ilana çıkılmıştır.