

TÜRKİYE' NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE HİDROELEKTİRİK ENERJİ POTANSİYELİ

Turgut GÖREZ* AHMET ALKAN*

Dokuz Eylül Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi

İnşaat Mühendisliği Bölümü

Tınaztepe-Buca/İzmir

turgutgorez@yahoo.com , ahmet.alkan@deu.edu.tr

Özet: Bilinen enerji kaynaklarının hızla tükendiği günümüzde; enerjinin verimli ve etkili bir biçimde kullanımı giderek hayati önem taşımaya başlamıştır. Bu nedenle sanayi ve diğer enerji tüketim sektörlerindeki bilgilerin periyodik olarak derlenerek değerlendirilmesi, enerji tasarrufu çalışmalarında hedeflerin belirlenmesi ve uygulamaların sağlıklı bir şekilde yönlendirilebilmesi için ön koşul olmaktadır. Türkiye' nin yenilenebilir enerji kaynakları açısından mevcut brüt potansiyeli; hidrolik 430-450 GWh/ yıl, güneş 365 GWh/ yıl, biogaz 1.58 GWh/ yıl, rüzgar 400 GWh/ yıl, jeotermal ise 16 GWh/ yıl olarak oluşmaktadır. Görüldüğü gibi hidrolik enerjisi ülkemizin en önemli enerji potansiyelidir.

1- GİRİŞ

Dünyamızda enerji ihtiyacı her yıl yaklaşık % 4-5 oranında artmaktadır. Buna karşılık bu ihtiyacı karşılayan fosil yakıt rezervi ise çok daha hızlı bir şekilde azalmaktadır. En iyimser tahminler bile önümüzdeki 50 yıl içinde petrol rezervlerinin büyük ölçüde tükeneceği ve ihtiyacı karşılayamayacağını göstermektedir. Kömür ve doğal gaz için de uzun süreçte benzer bir durum söz konusudur.

Ayrıca fosil yakıtın kullanımı, dünya ortalama sıcaklığını son bin yılın en yüksek değerlerine ulaştırmış, yoğun hava kirliliğinin yanı sıra milyarlarca dolar zarara yol açan sel, fırtına gibi doğal felaketlerin gözle görülür şekilde artmasına neden olmuştur. En kısa zamanda önlem alınmaması durumunda yakın gelecekte buzulların erimesi sonucunda deniz kenarındaki birçok şehir sular altında kalacaktır. Bu nedenle insanoğlu fosil yakıt rezervlerinin bitmesini beklemeden temiz enerji kaynaklarına yönelmek zorundadır.

Bu durumda kendini sınırsız tekrarlayan yenilenebilir ve hammadde bağımlısı olmayan enerji kaynakları (güneş, rüzgar, jeotermal, hidrolik ve biyokütle gibi) çok kısa bir süre içinde önem kazanacaktır. Dünyanın birçok ülkesinde yeni enerji üretim yatırımları artık temiz enerji odaklı olmaktadır. Örneğin en son Alman hükümeti ülkedeki tüm nükleer santralleri kapatma ve temiz enerjilere yatırım yapma kararı almıştır.

Birçok özel araştırma kurumunun hazırladıkları raporlara göre 2060 yılında dünya enerji ihtiyacının yaklaşık %60' ı yenilenebilir kaynaklardan karşılanacaktır. Dünya Bankası tahminlerinde güneş enerjisi sektörünün ticari hacmi önümüzdeki 30 yıl içinde 4 trilyon USD olarak yer almaktadır.

Su yapıları, özellikle sudan kaynaklanan zararları önlemek veya suyu yararlı bir şekilde kullanmak amacıyla suyun kontrolünü sağlayan barajlar, birkaç bin yıldır, hidroloji ve hidromekanik konularında mevcut bilgilerin edinilmesinden uzunca yıllar önce inşa edilmeye başlamıştır. Türkiye'deki barajların tarihçesi de çok eski zamanlara dayanmakta, Osmanlı döneminde geliştirilen baraj mühendisliği, Cumhuriyetin kurulması ile ivme kazanmış olup günümüzde en parlak zamanını yaşamaktadır. Günümüzde Türk mühendisler tarafından Güneydoğu Anadolu Projesi gibi mühendislik harikası projeler geliştirilmektedir.

Türkiye önemli miktarda su ve toprak kaynağına sahip bir ülkedir ve bu kaynakların optimum bir şekilde geliştirilmesi ve kullanılması büyük miktarda işgücü ve finansman gerektirmektedir. Hayatın devamı açısından çok büyük öneme haiz olmasının yanısıra, suyun ülkenin sosyo-ekonomik ve politik yaşamı içinde çok önemli bir yeri vardır. Su kaynaklarının planlı kullanımı sadece ulusal ekonomiye değil ayıca sosyo-kültürel yapıya da katkıda bulunmaktadır.

Elektrik enerjisi tüketimi ekonomik gelişmenin ve sosyal refahın en önemli göstergelerinden birisidir. Bir ülkede kişi başına düşen elektrik enerjisi üretimi ve/veya tüketimi o ülkedeki hayat standardını yansıtmaları bakımından büyük önem arz etmektedir. Cumhuriyetin kuruluşunun ilk yıllarında kişi başına 7 KWh olan elektrik enerjisi tüketimi, 1998 yılı başı itibarıyla kişi başına 1650 KWh ulaşmış olmasına rağmen, Avrupa’da kişi başına düşen elektrik tüketimi 6000 KWh ve dünya ortalaması olan 2500 KWh ile karşılaştırıldığında planlanan hedeflerin çok gerisinde olduğumuz görülmektedir. Bu anlamda ileriki yıllarda ciddi bir enerji krizi ile karşılaşılması için bu alanda çok büyük yatırımlar yapmamız gerektiği açıkça görülmektedir.

Ülkemiz hızlı bir sosyal ve ekonomik gelişim göstermekte ve bu gelişmeye paralel olarak gereksinim duyduğu elektrik enerjisini kesintisiz, kaliteli, güvenilir ve ekonomik olarak çevreyi en az olumsuz etkileyecek şekilde üretmek durumundadır. Bu nedenle öncelikle yerli enerji kaynaklarından yararlanılarak projeler geliştirmeli ve gerekli yatırımlar yapılmalıdır.

Mevcut duruma bakılırsa 1999 yılı sonu itibarıyla Türkiye’nin toplam kurulu gücü 26117,5 MW olup, bunun 15556 MW’ ı termik, 24 MW’ ı jeotermal ve rüzgar, 10537,5 MW’ ı hidrolik santrallere aittir. 1999 yılı toplam elektrik enerjisi üretimi ise 116440,5 GWh olup, bunun 81661 GWh’ı (% 70) termik, 101 GWh’ ı jeotermal ve rüzgar (% 0,1), 34678 GWh’ ı (% 30) hidrolik santrallerden sağlanmıştır, [1].

2- TÜRKİYE’ NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI POTANSİYELİ

Türkiye’ nin temel enerji kaynakları petrol, linyit, kömür, doğal gaz, jeotermal, odun ve hidrolik enerji olarak görülmektedir. Türkiye nin kendi üretimi, tüm enerji ihtiyacının ancak % 48’ ini karşılayabilmekte olup; mevcut durum yenilenebilir enerji kaynakları açısından Tablo 2.1’ de özetlenmektedir.

Tablo 2.1 Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve kullanım durumu

Yenilenebilir enerji kaynağı	Mevcut brüt potansiyel (GWh/yıl)	Teknik yönden değerlendirilebilen potansiyel (GWh/yıl)	Ekonomik yönden değerlendirilebilen potansiyel (GWh/yıl)	Kullanılan potansiyel (GWh/yıl)	Kullanım (%)
Hidrolik	430-450	215	100-130	35330	30
Güneş	365	182*	91**	4,07	4,5
Biogaz	1,58	0,79*	0,4**	0,067	16,8
Rüzgar	400	124	98	61	62
Jeotermal	16	8*	4**	0,89	22,5
* : brüt potansiyelin % 50’ si alınmıştır.					
** : Teknik yönden değerlendirilebilen potansiyelin % 50’ si alınmıştır.					

3- TÜRKİYE’ NİN SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ

Türkiye’ nin toplam su kaynakları potansiyeli Tablo 3.1’ de verilmektedir, [3].

Tablo 3.1: Türkiye’nin su kaynakları potansiyeli

Yer üstü suyu	Yağış (mm)	Su miktarı (milyar m ³ / yıl)	Akışa geçen (milyar m ³ / yıl)	Teknik ve ekonomik tüketim (milyar m ³ / yıl)
Yurt içi	643	502	186	95
Yurt dışı			7	3
Ara toplam			193	98
Yer altı suyu				12
Toplam				110

Türkiye’nin hidroelektrik potansiyeline bakıldığında Türkiye engebeli ve dağlık bir ülke olduğundan brüt hidroelektrik enerji potansiyeli 430 - 450 milyar KWh/ yıl gibi çok yüksek değerlere ulaşmaktadır. Teknik yönden yararlanılabilecek kısım 215 milyar KWh/ yıl , teknik ve ekonomik yönden yararlanılabilecek kısmı ise 100-130

milyar KWh/ yıl oranında olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye’de hidroelektrik potansiyelin geliştirilmesi amacı ile 510 adet HES projesi yapımı planlanmıştır. Bu söz konusu durum gerçekleştiği zaman Türkiye 35 bin MW ve 125 milyar KWh enerji üretmiş olacaktır. Hidroelektrik enerji potansiyeli bakımından Türkiye, Avrupa’da Norveç’ten sonra ikinci dünyada ise yirmi birinci sıradadır, [2]. Türkiye’ nin hidroelektrik potansiyeli bakımından dünyadaki durumu Tablo 3.2’ de verilmiştir, [3].

Tablo 3.2: Dünyadaki hidroelektrik enerji potansiyeli

	Brüt teorik hidroelektrik potansiyel	Teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyel	Ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyel
	GWh/ yıl	GWh/ yıl	GWh/ yıl
Dünya	41309.000	11754.000	7305.000
Avrupa	3125.000	760.326	758.705
Asya	19902.000	4225.000	2626.000
Türkiye	433.000	216.000	123.400

Türkiye’ deki hidroelektrik enerjisi potansiyelinin proje durumlarına göre dağılımı, [3].

2003 yılı toplam üretim 126109 GWh’ tir.

9195 GWh (% 7) master planı hazır,

7602 GWh (% 6) planlaması yapılmakta,

22324 GWh (% 18) planlaması hazır,

15164 GWh (% 12) ön keşif incelemesi hazır,

1160 GWh (% 1) etüdü hazır,

44388 GWh (% 35) işletmede,

4464 GWh (% 4) kesin projesi yapılmakta,

10897 GWh (% 9) kesin projesi hazır,

10845 GWh (% 9) inşaa halinde.

Havza gelişme planlarının farklı zamanlarda hazırlanmış olmalarından dolayı projeler sonraki tarihlerde ekonomik yönden tutarsız duruma gelebilmektedir. Bununla birlikte zaman içinde enerji fayda ve maliyetlerinde meydana gelen değişikliklere göre ekonomik bulunabilecek tesislerin, ilk etütlerde terkedilmiş olmalarına da rastlanılmaktadır. Bu nedenle havza gelişme planlarının belirli aralıklarla, özellikle enerji faydalarına esas teşkil eden alternatif referans santral grubundaki değişikliklerden sonra, tekrar gözden geçirilip değerlendirilmesi uygun olacaktır.

Türkiye 433 milyar KWh brüt teorik hidroelektrik potansiyeli ile dünya hidroelektrik potansiyeli içinde % 1 paya sahiptir. 125 milyar KWh ekonomik olarak yapılabilir potansiyeli ile Avrupa ekonomik potansiyelinin yaklaşık % 15’i mertebesinde hidroelektrik potansiyele sahip bulunmaktadır.

Ülkemizde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yürütülen Yap-İşlet-Devret (YİD) modeli, bu model kapsamındaki “Otoprodüktör Üreticiler” yöntemi ve işletmede bulunan HES’ lerin “İşletme Hakkının Devredilmesi” uygulaması ile DSİ tarafından yürütülen “% 100 Dış Kredili Anahtar Teslimi” modelleriyle HES’ lerin inşa edilmesinde önemli gelişmeler kaydedilmiş bulunmaktadır.

Türkiye elektrik sisteminin gelişim analizi niteliğindeki “Orta ve Uzun Dönem Üretim-Yatırım Planlaması” TEAŞ Genel Müdürlüğü sorumluluğunda gerçekleştirilmekte ve bu çalışmaların gerektirdiği donelerin HES’ lerle ilgili olanları DSİ ve EİE tarafından, termik santrallerle ilgili olanlar TEAŞ tarafından sağlanmaktadır.

Üretilen senaryolarda yerli ve yenilenebilir kaynak niteliğindeki hidroelektrik santrallerin öncelikle ele alınmaları ön görülmektedir. Planlamanın ön gördüğü sürede HES inşaatlarının tamamlanması mümkün olursa Türkiye hidrolik kurulu gücü 2010 yılında 24935 MW’ a, 2020 yılında ise 29984 MW’ ta çıkacaktır. Ancak diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte hidrolik kurulu gücü 2010 yılındaki toplam kurulu gücün %38’ini oluşturmaya rağmen, bu oranın 2020 yılında % 28’e düşmesi beklenmektedir. Yakıt cinslerine göre kurulu güç

dağılımına bakıldığında; 2010 yılında en büyük pay %38 ile hidrolik ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ait iken, 2020 yılında kurulu gücümüzdeki en büyük pay % 32 ile doğalgaz'la çalışan santrallere aittir.

Ülkemizdeki doğal enerji kaynakları sınırlı olup, ulusal enerji kaynaklarımız; 125 milyar KWh hidrolik, 10 milyar KWh linyit, 16 milyar KWh taş kömürü olmak üzere yılda ortalama toplam 246 milyar KWh civarında bulunmaktadır, [2].

4. SU KAYNAKLARINI KULLANMANIN FAYDALARI

Diğer ülkelerde de olduğu gibi, Türkiye’de de tarımsal üretim ve su ürünleri aktiviteleri ile hidroelektrik santrallerine su sağlayan barajların ulusal ekonomiye önemli katkılan bulunmaktadır. Ayrıca barajlar, baraj gölü çevresindeki doğal hayat için de iyi bir ortam sağlamaktadır.

Dünya genelinde suya duyulan ihtiyacın artmasına rağmen dünya üzerindeki tatlısu kaynakları sınırlıdır ve eşit bir şekilde dağılmamıştır. Yağış, yeraltısu ve özellikle nehir akımlarında gözlenen zaman ve yere bağlı önemli değişimler, dünya üzerinde yaşayan insanları, suyun neden olduğu zararları önlemek ve/veya yararlı kullanımını sağlamak amacıyla, barajlar inşa etmeye zorlamıştır. Bu durum Türkiye için de geçerlidir. Türkiye sanıldığı gibi su zengini bir ülke değildir. Aksine, gerekli önlemler alınmadığı takdirde yakın gelecekte su sorunları yaşamaya aday bir ülke konumundadır. Ülke genelinde nüfus yoğunluğu olan noktalar su kaynaklarından uzakta bulunmakta. Buna ek olarak da akarsularımızın akışlarında mevsimsel ve yıllık değişimler gözlenmektedir. Bu nedenlerle zararlarından (taşkın vb.) insanları korumak ve gerekti suyu kullanıma sunabilmek üzere suyu depolamak amacıyla barajlar inşa edilmektedir.

Hidroelektrik enerji üretimi termik ve nükleer santraller gibi ısınmış su, hava emisyonları, kül ve radyoaktif atıklara neden olmayan önemli bir alternatif enerji kaynağıdır. Termik santraller meydana getirdikleri CO₂ emisyonları ve bu gazın küresel ısınmaya olan etkileri nedeniyle son 10 yılda oldukça gündemdedir. Bilindiği üzere insan faaliyetleri sonucu açığa çıkan sera gazlarının iklim üzerindeki etkilerinin önemli boyutlara ulaşması sonucu bu konuda önlem alınmasına karar verilmiş ve bu amaçla “iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi” 21 Mart 1994’ te yürürlüğe girmiş ve bugüne kadar 174 ülke tarafından imzalanmıştır. Ülkemizin henüz taraf olmadığı bu sözleşme amacı insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının iklim üzerindeki zararlı etkilerinin önlenmesi ve CO₂ emisyonlarının 1990 yılı seviyelerinde tutulmasıdır. 1990 yılı itibarıyla dünya genelinde toplam elektrik enerjisi tüketimi 9500 TWh (Türkiye’de 70 TWh) olarak gerçekleşmiştir. Bu tüketimin 2200 TWh (% 23)’ lik bölümü hidroelektrik enerji santrallerinde üretilmiştir. Toplam tüketimin % 62’ si termik santrallerde, % 15’ i ise nükleer santrallerde üretilmiştir. Eğer hidroelektrik santrallerde üretilen 2200 TWh’ lik enerji termik santrallerde üretilmiş olsaydı, 1.5 – 2.2 milyar ton/ KWh/ yıl CO₂ atmosfere bırakılmış olacaktı. İklim değişikliği çerçeve sözleşmesi hükümlerinin uygulanması bağlamında, enerjinin ülke ekonomisindeki önemi ve çevrenin korunması göz önünde bulundurulduğunda hidroelektrik enerji santralleri en çevre dostu enerji üretim santralleridir.

Bu faydalara ek olarak barajların rezervuarlarda yürütülen balıkçılık ve rekreasyonel faaliyetler yoluyla ülke ekonomisi, ayrıca bu faaliyetlerle geçimini sağlayan ve çevrenin en önemli parçası olan yerel halk için önemi çok büyüktür. Toplam 908.118 ha’ lık doğal göller, 378.742 ha ‘ lık rezervuarlar, 15.500 ha’ lık göletler ve 177.314 km uzunluğundaki nehirleri ile Türkiye önemli bir su ürünleri potansiyeline sahiptir. Yıllık toplam su ürünleri üretimi 8.346 ton olup, bunun 5.350 tonu ticari balıkçılıktan, 2.496 tonu 6 rezervuarda gerçekleştirilen kültür balıkçılığından ve 500 tonu da spor amaçlı balıkçılıktan elde edilmektedir. Toplam balık üretiminin kısa vadede (10-15 yıl) 55,000 ton’a uzun vadede ise 70.000 tona çıkarmak mümkündür.

Hidroelektrik santrallerin üretimi, yağış koşullarına bağımlı olduğundan her yıl toplam üretim içindeki payı değişim göstermekle birlikte, Türkiye’de elektrik enerjisinin yaklaşık % 30-40’ı sudan üretilmektedir.

Ayrıca hidroelektrik santrallerinin diğer santral türlerine göre avantajları bulunmaktadır. Bunlar:

a. Hidroelektrik santralleri yenilenebilir enerji kaynaklıdır. Tesisin yapımından önce faydalanılmayan su, santralle beraber ülke ekonomisine katılmaktadır. Ayrıca hidroelektrik santrallerinde kuruluş, işletme, onarım maliyetleri dışında ham madde gibi masrafları bulunmamaktadır.

b. Enerji üretiminde kullanılan yöntem çevreyle dosttur. Üretim aşamasında çevreye zararlı hiçbir atık oluşmaz.

c. Biriktirmeli hidroelektrik santralleri enerji talebindeki değişimlere kısa zamanda ayak uydurabilirler. Termik santraller, nükleer santraller gibi santrallerin devreye sokulup çıkarılmaları uzun zaman almakta ve bu süre zarfında elektrik üretimine katılamayan enerji boşa harcanmaktadır. Bu nedenlerle biriktirmesiz hidroelektrik santralleri ve

termik ve benzeri santraller devamlı çalıştırılırken biriktirmeli hidroelektrik santralleri çalışmakta olan santrallerin ürettiği elektrikten daha fazla talep geldiğinde devreye sokulurlar, [1].

5- ÖNERİLER

Ülkemiz güneş, rüzgar, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynakları bakımından oldukça zengin olmasına karşın bu kaynakların kullanım potansiyeli gerektirdiği ölçüde gerçekleşmemektedir. Kullanımın yaygınlaştırılması için yapılması gerekli çalışmaları tanıtım ve eğitim etkinlikleriyle yasal düzenlemeler altında toplamak mümkündür;

- Uygulayıcılara yönelik kurslar düzenlenmelidir.
- Üniversitelerin mimarlık, şehir planlaması bölümlerinde zorunlu ders olarak güneş mimarisini içeren dersler okutulmalıdır.
- Yurdun değişik bölgelerinde alternatif enerji uygulamalarını içeren örnek (konut-resmi daire-okul) binaların yapılması teşvik edilmelidir. Bunların ısıtma-soğutma-elektrik ihtiyaçları yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılanmalıdır.
- Topluma yenilenebilir enerji sistemlerini tanıtıcı TV filmleri, bilgilendirme kitapçıkları hazırlanmalıdır.
- Mühendislik fakültelerinde (Özellikle Makina, Kimya, Elektrik, İnşaat Bölümleri) yenilenebilir enerji sistemleri ile ilgili dersler okutulmalıdır.
- Orta öğretim kurumlarında yenilenebilir enerji sistemleri ve enerji tasarrufu konuları eğitim programlarında yer almalıdır.
- Ülkemiz için güneş enerjisinin evsel ve endüstriyel kullanım potansiyeli, mevcut çalışmalar belirlenmelidir. 2020 yıllarında güneş enerjisinin bu kullanımdaki yeri ancak bu kapsamlı analizlerle belirlenebilecektir.
- Yeni yerleşim bölgelerinde konutların planlamasında güneş enerjisinden yararlanmayı sağlayacak yasal düzenlemeler yapılmalıdır.
- Konutlar, resmi, özel işyerlerinde ısı yalıtım uygulaması etkin olarak kontrol edilmelidir.
- Toplu konut idaresi ve belediyelerce yapılan inşaatlarda yenilenebilir enerji kaynakları uygulamaları teşvik edilmelidir.
- Düzlemsel toplayıcıların üretiminde standartların uygulanmasında özen gösterilmelidir.
- Güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemlerinde vergi iadesi indirimi yapılmalıdır.
- Yeterli yalıtım uygulayan ve güneş mimarisine uygun olarak tasarlanmış konutlarda vergi indirimi uygulanmalıdır.
- Yeni yerleşim birimlerinin planlanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını sağlayacak önlemler alınmalıdır.
- Güneş enerjisi uygulamaları ile ilgili standartlar gözden geçirilmeli ve ihtiyaç duyulan alanlarda yenileri hazırlanmalıdır, [4].

6- KAYNAKLAR

- [1]. Uğurel A., “ Rüzgar ve Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi ve Türkiye için Önemi “, 3. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Cilt 1. (Edt: Şen Z.; Karaosmanoğlu F.; Şahin A.; Tan E.) , İstanbul,2000
- [2]. Pazin S.,Altınbilek D., :” Türkiye Hidrolik Enerjisi Potansiyeli ve Gelişme Durumu“, DSI., Ankara, 1998.
- [3]. <http://www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>, 2005
- [4]. Özbalta N., “Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Uygulamaları “, Enerji Kaynakları Sempozyumu, Çanakkale, 2000.