

ENERJİ POLİTİKALARI İLE YERLİ, YENİ ve YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

TMMOB MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI
ENERJİ ÇALIŞMA GRUBU

Sunan: Ahmet ENİŞ

ÖZET

Bilim ve Teknolojinin akıl almaz bir hızla geliştiği ve adına bilgi çağı denilen bu yüzyılda en önemli konuların başında geçen yüzyılda olduğu gibi yine Enerji gelmektedir. Enerji stratejik konumunu iki yüzyıldır korumaktadır. Günümüzde enerji üretim ve tüketim miktarları ülkelerin gelişmişliğinin en önemli göstergelerinden biri haline gelmiştir. Bununla birlikte 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren sanayileşmiş ülkelerde enerji tüketimi kaynaklı çevre kirliliği (fosil yakıtların yanması sonucu kirlenici gaz emisyonu) etkisini göstermiş ve enerji çevre ile birlikte anılmaya başlanmıştır.

Dünyadaki enerji kaynaklarının sınırlı olmasından ve gelecekte enerji kaynaklarını ellerinde tutmak isteyen Gelişmiş Kapitalist ülkeler (başta ABD olmak üzere) enerji ve doğal kaynakları kontrol edebilmek için enerji kaynaklarına sahip ülkelere ekonomik ve siyasi alanda müdahale etmekte hatta açık askeri işgal politikalarına kadar başvurmaktadır. Bu uygulamaların son örnekleri değişik gerekçelerle Afganistan'da ve Irak'ta açıkça görülmektedir.

Bu gerçeklerden hareketle bildirinin amacı; ülkemizin dışa bağımlı hale getirilmiş olan enerji politikalarının terk edilerek, ülkemizde bulunan yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin açığa çıkarılması ve bu bağlamda genel enerji üretim-tüketimindeki mevcut kullanım oranlarının yukarı çıkartılması gereğinin irdelenmesi olacaktır. Bu çalışma herhangi bir enerji kaynağının bir diğersinin önüne çıkarılmasını hedeflememektedir.

GİRİŞ

Enerjiyi kısaca bir cismin veya bir sistemin iş yapabilme yeteneği olarak tarif etmek mümkündür. Başlıca enerji çeşitleri; kimyasal enerji, ısı enerjisi, elektrik enerjisi ve mekanik enerji olarak sıralanmaktadır. Bu enerjiler birbirlerine enerji dönüşüm sistemleri sayesinde dönüşebilir ve iş yapabilirler. Geleneksel olarak iki enerji türünden bahsedilmektedir. Bunlardan olduğu gibi tüketilen kömür, doğal gaz ve petrol birincil (primer) enerji kaynağı olarak tanımlanmaktadır. Birincil enerji kaynağının fiziksel dönüşümünden elde edilen elektrik, kok,havagazı vb. ise ikincil (secondar) enerji kaynağı olarak adlandırılmaktadır.

Bilinen enerji kaynaklarına alternatif olarak güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeo-termal enerji, dalga enerjisi,hidrojen enerjisi vb. ilave edilmektedir. Dünyada enerji kaynakları içerisindeki en büyük paya fosil yakıtlar (kömür, petrol, gaz) sahiptir. Alternatif enerji kaynakları konusunda yapılan çok ciddi çalışma ve araştırmalara rağmen fosil yakıtların toplam dünya enerji tüketimi içerisindeki oranı halen %85-90 oranında yer almaktadır. Günümüzde kullandığımız ikincil enerjinin büyük bir kısmı da halen petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Ancak bu yakıtların rezervlerinin oldukça sınırlı ve tükenmek üzere olduğu artık bilimsel çalışmalar neticesinde somutlanmıştır.

KÜRESELLEŞME SÜRECİ VE ENERJİ POLİTİKALARI

21. Yüzyıl “KÜRESELLEŞME” adı altında kapitalist sistemin temelini belirleyen sömürü ilişkisinin yeniden tanımlandığı bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Kapitalist Küreselleşme süreci ticari, mali ve sınai sermayenin faaliyet alanlarının ulusal sınırları aşarak çok uluslu şirketlerin egemenliğinde dünya çapında yeni düzenlemelere yöneltildiği bir dönemdir. Bu dönemi uluslar arası sermayenin teknoloji ve enerji alanında bir egemenlik mücadelesi olarak da tanımlamak mümkündür. Bugün dünya ölçeğinde küreselleşme sürecinin temel aktörleri olan gelişmiş kapitalist ülkelerin (emperyalist ülkeler) uluslar arası sermayeye yeni sömürü alanları açmak üzere gelişmekte olan ülkelere kendi programlarını dayattıkları bir dönem yaşanmaktadır. Bu programlar ile ulus-devlet modelinin geriletılarak çeşitli ekonomik ve siyasi savlarla kendi hukukunu ve yönetsel araçlarını yarattığı, bu sürece ilişkin düzenlemelerin borç yükü altındaki gelişmekte olan ülkelere, Dünya Bankası ve IMF tarafından dayatıldığı ve küresel piyasa kuralları ile ulusal düzenlemelerin gerile-

tildiği görülmektedir. Egemen güçler; uluslar arası sermayenin önündeki engelleri kaldırmak amacıyla özelleştirme olarak da tanımlanan neo-liberal politikalarla bu süreci aşmaya çalışırken, bir yandan da Irak ve Afganistan örneğinde olduğu gibi açık askeri işgal yöntemlerini de uygulamaktan geri kalmamaktadırlar.

Uluslar arası sermayenin bir aracı olan Dünya Ticaret Örgütü'nün bünyesinde gerçekleştirilmekte olan ve ülkemizin de altına imza attığı GATS anlaşmaları (Hizmet Ticareti Genel Anlaşması) enerji de dahil olmak üzere birçok kamusal alanın piyasalaştırılması, piyasa ilişkilerine açılmasını kapsamaktadır. Kapitalizmin derin ekonomik krizi sonucu, ürün fazlası oluşumu ve kar getiren alanların küçülmesi sermayeyi, insanların en çok gereksinim duydukları enerji(su, petrol, doğalgaz vb.) eğitim ve sağlık gibi hizmetleri yeni yatırım alanları olarak düşünmeye zorlamaktadır. Uluslar arası tahkim ve MAİ yoluyla gelişmiş kapitalist ülkelere çeşitli ayrıcalıkların sağlanması ile diğer birçok alan gibi enerji alanı da, uluslar arası sermayenin denetimine açılarak piyasa istekleri doğrultusunda şekillendirilmeye çalışılmaktadır.

Uluslar arası tekeller ve bunların küresel ölçekli örgütleri olan IMF, DB, OECD ve DTÖ gibi finans kuruluşlarının da dayattığı tek yanlı ve alternatifleri reddeden serbest pazar ekonomisi uygulamaları bugün de egemenlerin krizini çözmeye yetmemektedir. Yaşanan krize bağlı olarak kapitalizmin uzun yıllar sonra, dünya çapında genel bir ekonomik bunalıma girildiğinin sinyallerini vermesi ile birlikte, dünyanın emperyalistler arası paylaşımında statik bir denge hali oluşmaya başladı. Bir yandan emperyalist ülkeler tarafından gelişmekte olan ülkelere yapılan ekonomik ve siyasi saldırılar bir yandan ise kendi aralarındaki pazar paylaşımından kaynaklı yeni ilişkilerin kurulması çabaları gözlenmektedir. Bu süreçte AB (Avrupa Birliği) ekonomisinden sonra Japonya ve ABD ekonomisinde de büyüme durdu. Bu nedenle Japonya Uzak Asya'daki egemenliğini askeri/politik bakımdan güçlendirmeye çalışmaktadır. ABD (Amerika Birleşik Devletleri) Körfez ve Balkan operasyonlarıyla bir kez daha bölgede ele geçirdiği üstünlüğünü diğer güçlerin baskılamasıyla istediği hızda yaygınlaştıramamaktadır. Rusya ise Çin'le oluşturduğu Şanghay ittifakı ile, enerji yatağı Ön Asya ve Kafkasya'daki geleneksel egemenliğinden vazgeçmek istememekte ve dördüncü güç olarak AB'nin de (Avrupa Birliği), ABD (Amerika Birleşik Devletleri) ve Japonya'ya karşı meydan okuduğu görülmektedir.

Gelinen yüzyılda emperyalist güçler arası ilişkide, enerji ve enerji kaynaklarının en önde gelen etkenlerden biri olduğu açıktır. Önümüzdeki 20-30 yıl içinde de hem

genel uluslar arası ilişkiler alanında hem de ABD dış politikasının öncelikler listesi içinde enerji jeopolitiğinin ağırlığının giderek artacağı görülmektedir.

İnsan yaşamının vazgeçilmez bir parçası olan enerji, geçmişte olduğu gibi bugünde dünya ve Türkiye gündeminde tartışılan konuların başında yer almaya devam etmektedir. Enerji, ülkelerin ekonomik ve sosyal olarak gelişiminde, dolayısıyla toplumsal refahın artırılmasında vazgeçilmez bir etken olmaya devam etmektedir.

DÜNYADAKİ DURUM

Dünya ölçeğinde kullanmakta olduğumuz enerjinin çoğu petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardan elde edilmekte olup bu kaynakların rezervlerinin de oldukça sınırlı olduğu yapılan araştırmalarla belirlenmektedir. Dünyamızdaki petrol rezervlerinin 35-40 yıl, doğalgaz rezervlerinin 65 yıl ve kömür rezervlerinin 220 yıl sonra tükeneceği bilim insanları tarafından ifade edilmektedir. Ayrıca fosil yakıtların sera gazı olarak bilinen CO₂ gazını yaydığı için küresel iklim değişikliklerine neden olduğu da bilinen bir gerçekliktir. Bu nedenle fosil yakıtlardan üretilen enerjinin gerçek fiyatını bulmak için uzun dönemde meydana gelebilecek çevre etkisi ve insan sağlığı üzerine olan etkilerini de göz önüne almak gerekmektedir. Küresel ölçekte özellikle fosil enerji kaynaklarının eninde sonunda tükeneceği bilinmektedir. Bu gerçekten hareketle insanoğlunun geleceği açısından yeni enerji kaynaklarının bulunması ve sürekliliğinin sağlanması ihtiyaç olmaktan çıkarak yaşamsal bir zorunluluk haline almaktadır. Gelişmiş ülkelerde bu nedenle yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak tanımlanan güneş enerjisi, jeotermal enerji, hidroelektrik enerji, bio-enerji, hidrojen, dalga/okyanus enerjisi ve rüzgar enerjisi gibi alanlarda çok ciddi AR-GE çalışmaları yapılmaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının büyük bir çoğunluğu enerjisini direkt veya endirekt olarak güneşten almakta, dolayısıyla bu kaynaklar sürekli olarak yenilendiklerinden tükenmemektedirler. Bu kaynakların çoğu çevre ve insan dostudur.

Dünyada enerji tüketimi oranlarına bakıldığında ülkelerin sosyoekonomik gelişmişliklerine göre değişiklikler gösterdiği görülmektedir. Dünyada birincil enerji kaynaklarının üretim tüketim oranlarına bakıldığında Kuzey Amerika, Avrupa, Asya, Pasifik Bölgelerinin ürettikleri enerjinin üzerinde enerji tükettikleri tablo 1 de görülmektedir.

Tablo 1- Dünya Fosil Yakıt Üretim ve Tüketimi (2001 yılı)

Bölge	Üretim		Tüketim	
	(Milyon TEP)	%	(Milyon TEP)	%
Kuzey Amerika	1977,4	24,6	2307,3	29,1
Orta ve Güney Amerika	480,2	6	328	4,1
Avrupa	817,2	10,2	1527,1	19,3
Eski SSCB	1239,8	15,4	843,3	10,6
Ortadoğu	1281,4	15,9	395,7	5
Afrika	613,4	7,6	259,7	3,3
Asya ve Okyanusya	1641,5	20,4	2268,1	28,6
Toplam Dünya	8050,9	100	7929,2	100

Kaynak: BP Statistical Review of world Energy. June 2002

Ancak dünyada yaşanan gelişmeler incelendiğinde, dünyadaki enerji tüketiminin büyük bölümünü gerçekleştiren gelişmiş ülkelerde enerji talebi belirli bir doygunluğa erişmiş ve talep artış hızları süreç içerisinde yavaşlamaktadır. Dolayısıyla önümüzdeki yıllarda talep artışlarının özellikle elektrik enerjisi özelinde ağırlıklı gelişmekte olan ülkelere geleceği beklenmektedir.

ÜLKEMİZDEKİ DURUM

Ülkemizde 1980'li yıllarda serbest piyasa ekonomisine geçişle birlikte uygulanan ekonomik ve siyasal politikalar sonucunda ortaya çıkan manzara, diğer gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi daha fazla işsizlik, yoksulluk ve açlık olmuştur. Uluslar arası sermaye kuruluşlarının örgütleri olan DB, DTÖ, OECD, AB ve IMF gibi örgütler ve kuruluşların istekleri doğrultusunda izlenen politikalar sonucu ülkemizin doğal kaynaklarını kullanamamasına ve ulusal bir enerji politikasının oluşturulamamasına neden olmuştur. Günümüzde enerji üretim ve tüketiminin ulaşılmış olduğu seviye bir ülkenin gelişmişlik düzeyini göstermektedir. 2000 yılı itibarıyla Türkiye'de kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketiminin 1817 kWh'a ulaşılmış olmasına rağmen, bu rakamın Avrupa'da 6457 kWh/ kişi, dünya ortalamasının ise 2343 kWh olduğu dikkate alındığında ülkemizde kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketiminin ne kadar düşük seviyede olduğu görülmektedir.¹ Bu politikalar sonucunda, ülkemiz enerji ihtiyacını kendi öz kaynaklarından değil dışardan satın alarak karşılayan bir duruma gelmiştir. Bu anlayış ülkemizi bağımlı

bir hale getirmekte ve ulusal kaynaklarımızın uluslar arası sermayeye aktarılması anlamına gelmektedir. Ülkemiz açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının bu kadar zengin olması ve ülkenin enerji ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayabilecek bir potansiyele sahip olmasına karşın ya hiç kullanılmamakta ya da potansiyelin çok altında değerlendirilmektedir.

Son yıllarda izlenen IMF ve Dünya Bankası patentli politikalar sonucu ülkemizin birincil enerji kaynakları (petrol, kömür, doğal gaz) başta olmak üzere büyük oranda dışa bağımlı hale getirilmiştir. Türkiye enerji ihtiyacının büyük bir çoğunluğunu ağırlıklı olarak fosil yakıt kaynaklarından sağlamaktadır. Türkiye, enerji kaynakları açısından net ithalatçı bir ülke konumundadır. 2000 yılı itibarıyla yılda tükettiği yaklaşık 76 milyon ton kömürün %90'ını kendi üretirken, 30 milyon ton ham petrolün %91'ini, 12.6 milyar metreküp doğal gazın ise %93'ünü ithal etmektedir.² Ülkemiz açısından 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda da dışa bağımlılığın, tüketim gelişirken zaman içinde artacağı vurgulanmaktadır.³ Özellikle fosil yakıtların yanmasıyla açığa çıkan gazların oluşturduğu sera etkisi sonucu küresel ısınmaya bağlı iklim değişiklikleri insanlığın ve doğal yaşamın geleceğini tehdit etmektedir.

Yerli enerji kaynaklarının göz ardı edilerek bütünüyle ithalat yoluyla temin edilen doğal gazın toplam enerji üretimi içindeki payının artmasını yanı sıra, toplam elektrik enerjisi üretimi içinde doğal gazın payının %40'ları aşmasına yönelik karar ve uygulamalar, olası uluslar arası politik gelişmelere bağlı olarak ithalatın kesilmesi riskini de taşıdığından oldukça sakıncalıdır. Ülkemizde var olan yerli enerji kaynaklarının kullanım oranı 1998 yılında %38, 2000 yılında ise %33'tür.

Ülkemizde her alanda olduğu gibi enerji alanında da ulusal bir planlamanın olmaması, tamamen günlük ve kısa vadeli çıkarlara bağlı olarak dışa bağımlı, pahalı ve süresiz enerji kaynaklarına yönelmesi ülkemiz açısından büyük bir handikaptır. Özellikle yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları ve Enerji Yönetimi konusunda birçok platformda raporlar ve görüşler önerilmesine rağmen, yenilenebilir enerjinin hayat bulması için beklediği teşvik ve desteğin sınırlarını çizerek yasal bir düzenleme hala yapılabilmemiş değildir. Bu konuda; ETKB, TEAŞ, TEDAŞ, BOTAŞ, DSİ, TTK, TKİ, MTA, EİEİ, EPDK, DPT, Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlıkları vb. kuruluşların oluşturduğu çok başlı ve yetki karmaşasının olduğu bir yapının bulunması önemli bir etkidir. Özellikle bu etkene ve yarattığı karmaşaya Enerji Bakanlığı'nın sektörün beklentisi olan "Yenilenebilir Enerji

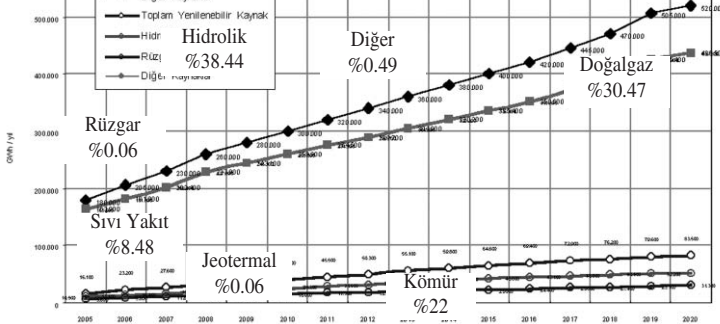
Yasası Tasarısını ” bağı kuruluşu olan EİEİ’ne hazırlatması ve Temmuz (2003)’ ün son günü bu yasa tasarısı taslağını sektör ilgilisi olarak duyuru yaptığı sektör temsilcilerinin görüşlerine sunmasını örnek verebiliriz. Çünkü EPDK Temmuz 2003 ortalarında yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesine ilişkin bir duyuru yayınlamış olmasına rağmen gerek yasa tasarısının hazırlanmasında gerekse sunumda EPDK’nın bulunmaması ilginç bir örnektir. Bu sonuca tasarı incelendiğinde rahatlıkla ulaşılmaktadır. Zira EPDK yeterli görülmemiş olacak ki, yerine “Temiz Enerji Kurulu “ adında yeni bir kurul önerilmektedir. Enerji alanında ülkenin geleceği açısından oldukça önemli gördüğümüz Yenilenebilir Enerji Kaynakları konusundaki yetkili kurulların yaşamakta olduğu yetki karmaşası, bu sürece ilişkin ciddiyetsizliği göstermektedir

Tüm bu yaşanmakta olan olumsuzluklara ve zaman kaybına rağmen ülkemiz enerji rezervleri açısından gerek fosil yakıtlar gerekse yenilenebilir enerji kaynaklarının varlığı ile zenginliği bilinen bir gerçekliktir. Özellikle fosil kaynaklar açısından henüz aranmamış çok büyük alanlar olmasına karşın ülkemizin önemli büyüklüklerdeki taşkömürü, linyit ve asfaltit kaynaklarına (10 Milyar ton civarında) sahip olduğu bilinmektedir.

Yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça zengin olan ülkemizde, yüzey sıcaklığı 40°C’ nin üzerinde olmak üzere 140 adet jeotermal saha vardır. Türkiye’ nin brüt teorik ısı potansiyeli 31.500 MW_t’ dir. Elektrik üretimi açısından ise 4.500 MW’ lık bir potansiyel olduğu varsayılmaktadır. Bu haliyle Türkiye jeotermal kaynak zenginliği açısından dünya sıralamasında 5. sırada yer almaktadır.

Güneş enerjisi bakımından da ülkemiz geniş avantajlara sahip olmasına rağmen bu alanda gerekli yatırım ve politikalar geliştirilmemiştir. Yine dünyada Rüzgar teknolojisi son derece gelişmiş olup özellikle Amerika’ da yapılan araştırmalar sonucunda rüzgar maliyetlerinin kömür ve gaz ile rekabet edebilir noktaya geldiği görülmektedir. Ülkemizde yapılan araştırmalar sonucunda rüzgar potansiyelinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Ancak Türkiye rüzgar enerjisi bakımından İngiltere’ den sonra dünyanın en büyük potansiyeline sahip olmasına karşın bu alanda yapılan yatırım yok denecek kadar azdır. Özellikle ABD ve AB ülkelerinde hidrolik enerji kaynaklarının neredeyse tamamının değerlendirilmiş olmasına rağmen ülkemizde bu oran %35 dolaylarındadır. Tüm bu yatırımsızlık ve politikasızlık ülkemiz enerji maliyetlerini artırmakta ve Türkiye’ nin enerji ithalatçısı konumunu güçlendirmektedir.

TÜRKİYE'NİN 2002 KURULUŞ GÜCÜNÜN KAYNAKLARA GÖRE DAĞILIMI



Kaynak: www.teias.gov.tr

TEİAŞ'ın 2002 yılı sonu itibarıyla ülkemiz elektrik üretiminde kullanılan enerji kaynaklarının dağılımına bakıldığında yenilenebilir enerji kaynaklarına ne kadar önem verildiği açıkça görülmektedir.

Ülkemiz açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının ulaşılmış olduğu potansiyel yurdumuzun içinde bulunduğu enerji darboğazının aşılması, petrole olan bağımlılığın azaltılması ve döviz kaybının önlenmesi için önemli bir kaynaktır. Eğer ülkemizde; AR-GE çalışmalarına gerekli kaynak ayrılır, uygulamaya yönelik Üniversite-İlgili Meslek Odaları-Sanayi işbirliği sağlanır ve bu konuda özellikle ulusal bir enerji politikası çerçevesinde bir program üretilebilirse; ülkemiz gerek ulusal kaynakları gerek insan gücü gerekse yetişmiş ve deneyimli mühendis yapısıyla gerekli teknolojik hamleyi yapabilecek alt yapıya sahiptir.

Özellikle güneş, jeotermal ve rüzgar kaynaklarından enerji elde etmek için gerekli üretim ve ekipmanlarının büyük bir çoğunluğunun ülkemizde üretimi vardır. Bu konuda gerekli mühendis ve teknik elamana sahip olan ülkemizde gerekli yatırım ve işletme maliyetleri de göz önüne alındığında, “Yeni ve Yenilenebilir Ulusal ve Kamusal Bir Enerji Politikasına” ne kadar çok ihtiyaç olduğu açıktır.

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Kömür, petrol, doğal gaz gibi yakıtlar fosil enerji kaynakları olup dünyadaki rezervleri oldukça sınırlıdır. Dolayısıyla bu kaynakların gelecekte tükenmesi kaçınılmazdır. Ancak yenilenebilir enerji kaynağı olarak tanımlanan güneş enerjisi,

jeotermal enerji, hidroelektrik enerji, bio-enerji, hidrojen, dalga veya okyanus enerjisi ve rüzgar enerjisi, enerjilerini direkt veya indirekt olarak güneşten almakta ve dolayısıyla da sürekli olarak yenilendiklerinden tükenmemektedirler.

Yenilenebilir enerji kaynakları; yenilenebilir kaynak oluşları, en az düzeyde çevresel etki yaratmaları, işletme ve bakım masraflarının az olması ve ulusal nitelikleri ile güvenilir enerji sağlama özellikleri sebebiyle ülkemiz için oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu enerji kaynaklarının ülkemiz açısından sahip olduğu potansiyel ve kullanım alanlarını kısaca açıklamaya çalışırsak;

HİDROLİK ENERJİ

Hidrolik enerji elektrik üretiminde en önemli kaynaklardan biridir ve birçok ülkede enerji ihtiyacının %25 den fazlası bu kaynaklardan karşılanmaktadır. Hidrolik enerjinin en yaygın kullanım şekli nehirler üzerine barajlar inşa ederek büyük su rezervuarlarında suyu biriktirmek ve bu suyun potansiyel enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek esasına dayanmaktadır.

Ülkemizin teknik yönden değerlendirilebilir hidro-elektrik enerji potansiyeli 216 Milyar kWh civarındadır. Yine Ülkemizin 2001 yılı başı itibarıyla tespit edilen teknik ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyeli 1262 milyar kWh'dir.⁴ Bu potansiyel, ön inceleme seviyesinde etüt edilmiş hidroelektrik projelerle, master plan, fizibilite (planlama yapabilirlik), kesin proje, inşa ve işletme aşamalarından oluşan toplam 566 adet hidroelektrik projenin enerji üretim kapasitesini ifade etmektedir. 126 milyar kWh'lık yıllık ortalama enerji üretim değerini oluşturan 566 adet hidroelektrik sant-ralın 130'u işletmede, 31'i inşa halinde ve 405 adedi ise proje seviyesindedir.

Ülkemizde su kaynaklarının geliştirilmesinde görev üstlenen EİEİ ve DSİ gibi kuruluşlarının yeni enerji imkanlarının yaratılmasına yönelik yapmış oldukları ön inceleme çalışmalarıyla hidrolik enerji potansiyeline her yıl yeni ilaveler kazandırılmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda Türkiye'nin ekonomik hidroelektrik potansiyeli yıldan yıla ufak da olsa farklılıklar göstermektedir. Türkiye'nin ekonomik hidroelektrik potansiyelinin 126 milyar kWh civarında olduğu bilinmektedir.

433 milyar kWh brüt teorik hidroelektrik potansiyeli ile dünya hidroelektrik potansiyeli içinde %1 paya sahip olan Türkiye 126 milyar kWh ekonomik olarak yapılabilir potansiyeli ile de Avrupa ekonomik potansiyelinin yaklaşık %15'i düzeyinde hidroelektrik potansiyele sahip bulunmaktadır.

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. Ancak bugün için 126 milyar kWh olan ekonomik hidroelektrik potansiyelimizin ise yalnızca %34’i (44.460 GWh) kullanılabilir, %9’u (10.773 GWh) inşa halinde ve %57’si (70.876 GWh) ise çeşitli aşamalardan oluşan proje (ilk etüt ön inceleme, master plan, planlama ve kesin proje) düzeyindedir.

RÜZGAR ENERJİSİ

Rüzgar enerjisi, MÖ 4000 yıl kadar önce yelkenlileri hareket ettirmekte, mısır ve buğday öğütmekte ve sulamada kullanılmaktaydı. Günümüzde ise rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde yararlanılmaktadır. Rüzgarın elektrik enerjisinde ilk kullanımı 1882 yılında Amerika’nın New York şehrinde gerçekleştirilmiş olup bu konuda çalışmalar günümüzde yaygınlaşarak devam etmektedir. Özellikle 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizi, modern rüzgar türbinlerinin gelişimine önemli katkıda bulunmuştur.

Günümüzde rüzgar enerjisi teknolojisi; küçük ölçekli mekanik su pompası, tek başına sistemlerle küçük birimlerin elektrik enerjisi gereksiniminin karşılanması ve doğrudan şebeke bağlantılı rüzgar tarlası şeklindeki sistemler olarak gelişme göstermektedir. Rüzgar türbini kurulduğu arazinin %5’ini işgal ettiğinden ve türbin kanatları yerden epeyce yüksekte olduğundan kalan arazi tarım, otlama ve diğer amaçlar için rahatlıkla kullanılabilir. Rüzgar türbinleri gece ve gündüz rüzgar olduğu sürece sürekli enerji üretmektedirler. Ayrıca rüzgar enerjisinin diğer elektrik üretim yöntemleriyle kıyaslandığında en önemli çevresel yararının hava kirleticileri ve sera gazları emisyonlarının olmamasıdır.

Dünyada kurulu bulunan rüzgar santrallerinin 2002 yılı sonu itibarıyla toplam nominal gücü 31.128 MW’ tır.⁵ Amerika, Danimarka, Almanya ve İspanya dünyada kurulu bulunan toplam rüzgar gücünün %70’ini üretmektedir. Amerika’da yaklaşık olarak bir nükleer santrale eşdeğer 985 MW’ lık rüzgar santrali 1998 ortasından 1999 yılı sonuna kadar kurulmuştur. Danimarka kendi enerji ihtiyacının %10’unu rüzgar enerjisinden temin etmektedir. İspanyanın Navarra ili kendi ihtiyacının %20’sini rüzgar enerjisinden temin etmektedir.

Tablo - 2 2002 yılı itibarıyla dünyadaki kurulu gücün dağılımları

Yer	Toplam MW
Amerika	5 148
Avrupa	23 291
Asya	2 585
Afrika	137
Diğer	33

Kaynak: www.ewea.org.tr

Türkiye'nin de içinde bulunduğu Avrupa kıtasını ele aldığımızda Almanya, 2002 yılında tesis ettiği 3.247 MW yeni kapasite ile toplamda 12.001 MW kurulu güce ulaşarak, tüm dünyadaki kurulu rüzgar gücünün %38'ine ulaşmış durumdadır.⁶ Türkiye, Avrupa'da rzgr enerjisi potansiyeli bakımından en iyi olan ülkelerden birisidir. Türkiye'deki rzgr enerjisi kaynakları, teorik olarak Türkiye'nin elektrik ihtiyacının tamamını karşılayabilecek düzeydedir. Türkiye'nin rüzgar enerjisi teknik potansiyeli 83.000 MW düzeyindedir. Bu nedenle ülkemiz bir an önce kullanması gereken önemli bir rzgr enerjisi potansiyeline sahiptir.

Üç tarafı denizlerle çevrili olan ve yaklaşık 3500 km kıyı şeridi olan Türkiye, zellikle Marmara kıyı şeridi ve Ege kıyı şeridi ile sürekli ve düzenli olarak rüzgar alan bölgedir. Bu sebeple bu bölgelerden başlamak üzere hızla rüzgar enerjisi yatırımlarına başlanmalıdır.

Bugüne kadar ETKB tarafından değerlendirilen 39 adet Rzgr iftliği projesi bulunmaktadır. Bu projelerin toplam kapasitesi 1.370 ila 1.440 MW'dır. Bu 39 projenin, 210 MW'lık kapasiteye sahip 8 tanesinin yatırımcılarla yapılan görüşmeleri sonuçlandırılmıştır. ETKB'nin 9 Eylül 1999'da açtığı YİD Modeli ile Rzgr Güç Santralleri Yapıtılması konusundaki resmi ihale, gündemdeki toplam proje sayısını 55'e çıkartmıştır. Böylece Türkiye'de gerçekleşme aşamasına girmiş rzgr güç santrallerinin toplam kurulu gücü 1.800 MW'a ulaşmıştır.⁷

Ülkemizde genel kullanıma dönük ilk rüzgar elektriği 1986 yılında eşme Altın yunus tesislerinde kurulan 55 kW nominal gcl (Vesta marka) rüzgar türbininde elde edilmiştir. Nominal gücüne 12m/s'lik rüzgar hızıyla erişebilen bu türbinde, eşme koşullarında yılda ortalama 100.000 kWh elektrik enerjisi üretilmektedir. Yine İzmir – eşme'de, Germiyan mevkiinde kurulan Türkiye'nin ilk rüzgar santrali

her biri 500 kW nominal güce sahip Alman firmasından (Enercon) satın alınan 3 adet rüzgar türbininden oluşan ve 21 Şubat 1998 de işletmeye alınan DELTA plastik oto prodüktör santralıdır. Bu santralde türbinlerde nominal gücün elde edilmesi için rüzgar hızının 14 m/s olması gerekmektedir.

Türkiye'deki Yap- İşlet- Devret modeli ile 28 Kasım 1998 tarihinde işletmeye açılan ilk rüzgar enerjisi tesisi ise Çeşme- Alaçatı'daki ARES adlı 12 türbinden oluşan rüzgar çiftliğidir. Burada kullanılan rüzgar türbinleri 600 kW gücündedir. (Danimarka üretimi- Vestaş) İkinci Yap- İşlet- Devret modelindeki rüzgar santralı 17 adet 600 kW gücünde (Enercon marka) türbinden oluşan 10,2 MW kurulu güçlü Bozcaada'da kurulmuş ve 25 Haziran 2000'de devreye alınmıştır. Sonuçta şu anda işletmede bulunan rüzgar santralı kurulu gücü 18,9 MW olmuştur.

Türkiye'nin ekonomik rüzgar gücü potansiyeli hakkında farklı değerler belirtilmekle birlikte bu potansiyel 10000 MW' tan 20000 MW'a kadar değişim göstermektedir. Böylesine büyük farklılık, Türkiye'de bu konuda geniş ve yeterli ölçüde bir araştırmanın henüz yapılmadığını göstermektedir. 20000 MW'ı Türkiye'nin ekonomik rüzgar gücü potansiyeli olarak kabul ettiğimizde ve bir rüzgar santralının yıllık işleyiş süresini 2500 saat aldığımızda 50 milyar Kwh'lik bir üretim kapasitesine ulaşılmaktadır.

Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) ile Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) tarafından rüzgar enerji sektörünün alt yapısını oluşturmak ve sektörün kısa, orta, uzun erimlerde etkili ve verimli yönde gelişimini sağlamak amacıyla Türkiye'nin rüzgar potansiyelinin belirlenmesi ve buna göre yatırım çalışmalarında yol gösterici olması nedeniyle "Rüzgar Atlası" çalışması bitirilerek Haziran 2002'de yayınlanmıştır. Rüzgar enerjisi açısından Bandırma, Antakya, Kumköy, Mardin, Sinop, Gökçeada, Çorlu ve Çanakkale zengin bölgeler olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Bandırma, Bozcaada, Çeşme, Gökçeada, Çanakkale, Karadeniz Ereğlisi, Florya ve Siverek gibi bölgelerde yöresel potansiyel belirleme çalışmaları da yapılmıştır.

Rüzgar enerjisi için saptanan hedefler, Avrupa Birliği dahil olmak üzere, tüm dünyada dinamik değişim göstermektedir. Başlangıçta Avrupa Birliğinin rüzgardan 2005 yılı elektrik üretimi için hedeflediği %2'lik pay, ülkemizde Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığınca benimsenmiş, ancak ETKB APK Kurulu ve TEAŞ APK Dairesi tarafından rüzgar enerjisinin bir kaynak olarak değerlendirilmesi, 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı (BYKP) ile olmuştur. 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı kabul edildikten sonra, TEAŞ APK Dairesi tarafından 2000 yılında hazırlanan 2001-2005

Dönemi Elektrik Enerjisi Sektörü Planlama çalışmasında çeşitli alternatiflere göre, rüzgara verilen pay 1600 MW' da kalmıştır.

JEOTERMAL ENERJİ

Jeotermal enerji yer kürenin daha sıcak olan merkezinden yüzeye doğru sürekli olarak akan yerkürenin iç ısısıdır. Dünya genelinde yeryüzüne ısı akışı ortalama 82 miliwatt/m² olarak varsayılır. Yerkürenin yaklaşık 10 km derinliği içindeki kayaçların içerdiği ısının dünya enerji gereksinimini 6 milyon yıl karşılayacak büyüklükte olduğu tahmin edilmektedir.⁸ Yerkürenin içindeki bu enerji derinlerde iletim yoluyla kayaçlara, yer yüzeyine yaklaşıldıkça akışkanlar aracılığı ile taşınım yoluyla gerçekleşmektedir. Jeotermal enerji iklimden bağımsızdır.

Yer yüzeyine yakın olağan dışı sıcak bölgeler jeotermal alanları oluşturmaktadır. Jeotermal alanlardaki sıcak kayaç ve yüksek sıcaklıklı yer altı suyu diğer alanlara göre daha sığ derinliklerde bulunmaktadır. Jeotermal sistemlerde ısı taşıyıcı akışkanlar meteorik kökenlidirler. Düşen yağışların bir kısmı geçirimli bölgelerden ısıtıcı kayaçların bulunduğu derinliğe kadar inerler, ısınarak tekrar yüzeye çıkar veya çıkarılırlar. Bu hiçbir zaman jeotermalin sürekliliği ve sonsuzluğu anlamına gelmemektedir. Jeotermalin sürdürülebilir olması doğru işletimi ile yakından ilgilidir. Ancak ülkemizde bu konuda yasal bir boşluk olup topluma ait bu kaynakların belli bir kısmı yanlış kullanım nedeni ile devre dışı kalmaktadır.

Jeotermal Enerjinin Tarihi; eski Romalılar doğal sıcak su olarak termal banyolarda ısıtma ve sağlıkta kullanılmaya başlamasıyla başlar. ABD'de ilk olarak 1891 yılında Idaho'da daha sonra 1900 yılında Oregon'da konut ısıtılmasında kullanılmıştır. 1904 yılında İtalya'nın Larderello şehrinde ilk defa jeotermal kuru buhardan enerjiyle elektrik üretilmiştir. 1960 yılında ilk ticari jeotermal enerjiden (kuru buhar) elektrik enerjisi üretimi Amerika'da Kaliforniya'da üretilmiştir. 1969 yılında Fransa'da büyük şehirlerin jeotermal enerji ile ısıtılmasına başlanılmıştır.

Jeotermal Enerji Kaynaklarını; Kuru buhar kaynakları, Sıcak su kaynakları (atmosfere açık veya kapalı), Derin yer kabuğu ısısı (sıcak kayalar) ve Magma (mutlaka geliştirilmesi gerekli) olarak tanımlayabiliriz.

Jeotermal enerji buhar veya sıcak su boruları ile güç santraline taşınarak elektrik üretiminde, buhar yada sıcak su pompalanarak borular vasıtasıyla aynı zamanda evlerin ısıtılmasında da kullanılmaktadır. Ayrıca jeotermal enerji; konutların ısıtıl-

masında, üretimde proses ısısı olarak, absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde, tarımda, seracılıkta, kültür balıkçılığında, kaldırımlarda ve karların eritilmesinde de direkt olarak kullanılmaktadır.

Jeotermal enerji ile sürekli güç üretilebilmektedir. Jeotermal enerji; 5-10 MW güçte küçük santraller halinde kurulmaya ve geliştirilmeye uygun olması, uzun dönemde hava değişikliklerinden ve kullanıcılardan etkilenmemesi, fosil yakıtların fiyat dalgalanmalarından bağımsızlığı, fiyatının kömürlü termik santrallerle ve doğal gazla rekabet edebilecek kadar düşük olması, kapalı sistemlerde yaydığı emisyon değerinin sıfır olması nedeniyle çevreciler için vazgeçilmez bir enerji kaynağıdır.

Dünyada 35 ülkede Jeotermal Doğrudan Kullanım kapasitesi 10.000 MW'tır. Bunlara termal kullanımı da ilave ettiğimizde bu sayı 40'a ulaşmaktadır. Sadece ABD de 18 adet Jeotermal Bölgesel Isıtma Sistemi, 38 sera kompleksi, 28 balık üretme çiftliği, 12 Endüstriyel kullanım ve 218 adet balneolojik kullanım bulunmaktadır.⁹

Batı ABD de jeotermal kurulu güç yaklaşık 2850 MW tır. Utah Eyaletinin elektrik toplam ihtiyacının %2'si, Kaliforniya Eyaletinin %6'sı ve Nevada Eyaletinin ise %10'u jeotermalden karşılanmaktadır.¹⁰

Ülkemiz jeolojik konumu ve buna bağlı tektonik yapısı nedeniyle jeotermal enerji açısından büyük öneme sahip olup, kaynak zenginliği yönünden dünyada 5. Sırada gelmektedir. 1962 yılında MTA tarafından bir sıcak su envanter çalışması olarak başlatılan Türkiye'nin jeotermal enerji araştırılması ile bugün toplam 600'den fazla termal kaynak (sıcak ve mineralli su kaynağı) bilgisine ulaşılmıştır.¹¹

Bu çalışmalar sonucunda Türkiye'nin brüt teorik ısı potansiyeli 31500 MW_t olarak belirlenmiştir. Türkiye'nin teknik ısı potansiyeli 7500 MW_t, kullanılabilir potansiyeli ise 2843 MW_t'dir. Ülkemizdeki jeotermal kaynakların %95'i ısıtmaya uygun sıcaklıkta olup (40°C'nin üzerinde toplam 140 adet jeotermal alan) çoğunlukla batı, kuzeybatı ve orta Anadolu'da bulunmaktadır.¹²

Türkiye'de Jeotermal Enerji kullanımına ilk olarak ısıtma amacıyla 1964 yılında Gönende bir otelde başlanmıştır. Yine 1987 yılında ilk olarak Gönende konut ısıtmasında kullanılmaya başlanmış olup, kapasite 16.2 MW'tır.

Jeotermal enerji ile ısıtılan ilk sera 1985 yılında 4500 m² alanda olup Denizli Kızıldere'de kurulmuş ve halen bu bölgede birçok ev jeotermal ile ısıtılmaktadır. İzmir Balçova'da 7500 konut jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. Balıkesir'in Gönen

sahasında 1600 konut, 54 işletme ve 109 ticarethane jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. Denizli ve Aydın illerinin de jeotermal enerji ile ısıtılması planlanmaktadır. Türkiye’deki tüm konutların %30’unun ısıtılması için gerekli enerjinin jeotermalden karşılanması mümkündür (yaklaşık 5 milyon konut). Ülkemizde 31500 MWt ‘luk enerjinin şu anda sadece %2’ si kullanılmaktadır. 1990 yılından itibaren yapılan çalışmalarla jeotermal enerjinin kullanım hızı 1990-95 arası %185, 1995-98 arası %173.4 ve 1998-2002 arası %131.2’ye ulaşmıştır. Geleceğe ilişkin projeksiyonlarda 2010 yılına kadar 500.000 konutun ve 2020 yılın kadar 1.250.000 konutun ısıtılması planlanmaktadır.¹³

Tablo-3 Dünyada Jeotermal Elektrik Üretimi (1999)

Ülkeler	MW
ABD	2,85
Filipinler	1,848
İtalya	768.5
Meksiko	743
Endonezya	589.5
Japonya	530
Yeni Zelanda	345
Kosta Rika	120
İzlanda	140
El Salvador	105
Nikeragua	70
Kenya	45
Çin H.C.	32
Türkiye	21
Rusya	11
Portegiz (Azor Adaları)	11
Guatemala	5
Fransa (Guadeloupe)	4
Tayvan	3
Tayland	0.3
Zambia	0.2
Toplam	8,217 MW

Kaynak: Geothermal education office

Ülkemizde jeotermal elektrik santralleri kurulmasına elverişli yüksek entalpili sahalar fazla sayıda bulunmamaktadır. Özellikle Aydın Germencik Söke Jeotermal Alanı, Denizli Kızıldere Jeotermal Alanı ve Nevşehir Acıgöl Jeotermal Alanı yüksek entalpili olup, elektrik üretimi ve entegre ısıtma için kullanılmaya uygundur.

Tablo- 4 Jeotermal Sahaların Yer, Kapasite ve Kullanım Alanları

Jeotermal Alan Adı ve Yeri	Sıcaklık (OC)	Kapasite	Kullanım Alanı	Açıklamalar
		(MWt)_(MWe)		
Germencik- AYDIN	232	0,1	Sera	Elektrik Üretimine uygun
Kızıldere- DENİZLİ	212	22,8	Elektrik üretimi, Sera	1984'te 20.4Mwe, şu an net 15 MWe üretimi var
Tuzla- ÇANAKKALE	174	9	Sera	Elektrik Üretimine uygun
Salavatlı- AYDIN	171	-	-	Elektrik Üretimine uygun
Simav- KÜTAHYA	163	61,6	Isıtma,Balneoloji, Sera	3200 konut ısıtması
Seferhisar- İZMİR	153	1,06	Sera	80.000m2 sera ısıtılması
Dikili- İZMİR	130	2	Sera	
Balçova- İZMİR	124	143,3	Isıtma,Balneoloji, Sera	10.000 konut ısıtılması
Ilıcabaşı- AYDIN	103	-	-	
Hisaralan- BALIKESİR	100	0,49	Sera	
Tekkehamamı- DENİZLİ	100	1,8	Sera	
Ömer Gecek- AFYON	98	2,6	Isıtma,Balneoloji,	35 apart otel binası ve 5000 m2 sera ısıtılması
Salihli- MANİSA	98	0,37	Isıtma,Balneoloji,	1989'dan beri otel binasının jeotermal ısıtılması
Çitgöl- KÜTAHYA	97	-	-	
Kozaklı- NEVŞEHİR	93	14,9	Isıtma, Sera	1.000 konut ısıtılması
Çamköy (Alangüllü)- AYDIN	90	0,7	Isıtma,Balneoloji,	
Zilan (Erciş)- VAN	90	-	-	

Türkiye'nin teorik jeotermal elektrik kapasitesi 4500 MW_e olarak belirlenmiştir, teknik potansiyel ise 500 MW_e civarında tahmin edilmektedir. Ancak yapılan sondajlara dayalı olarak ortaya konulan kesinleşmiş potansiyel ise 200 MW_e düzeyindedir. Geleceğe ilişkin projeksiyonlarda bu değer 2010 yılında 500 MW_e, 2020 yılında 1000 ise MW_e olarak sunulmaktadır.

Denizli- Sarayköy'de kurulu bulunan, Türkiye'nin 1984 yılında tesis edilen ilk ve şimdilik tek jeotermal santrali 20,4MW_e kurulu güce sahiptir. Santralin 2000 yılında 75,5 milyon kWh enerji ürettiği ve Türkiye genelinde tüketime sunulan enerji içindeki jeotermal payın %0.1 olduğu bilinmektedir.¹⁴ Aydın- Germencik jeotermal sahasında 25 MW kurulu güçte kurulması planlanmaktadır.

Türkiye Jeotermal enerjiden elde edilen elektrik üretimi yönünden, dünyada ABD, Filipinler, İtalya, Meksika ve Endonezya'dan sonra 14. sırada yer almaktadır. Ülkemiz jeotermal enerjinin doğrudan kullanımında ise 41 ülke arasında 7.sırada bulunmaktadır.¹⁵

Türkiye'nin jeotermal potansiyelinin tümü değerlendirildiğinde, ulusal ekonomiye yılda 20 milyar dolarlık net katma değer sağlayacağı Ekim/2001'de Uluslar arası Jeotermal Kurumu Avrupa masasınca açıklanmıştır.

Jeotermal enerjide elektrik üretiminde tamamen olmasa bile doğrudan kullanım alanında teknolojik açıdan ülkemiz yatırımının %90'ları mertebesindeki bölümü yerli makina ve teçizat tarafından karşılanabilecek bir seviyeye gelmiştir. Elektrik dışı uygulamalarda ulusal teknoloji kolaylıkla geliştirilebilir. Özellikle elektrik açığının fazla olduğu Batı ve Kuzeybatı Anadolu'da yüksek entalpili elektrik üretimine elverişli kaynaklar, Orta ve Doğu Anadolu'da ise ısıtma amacıyla düşük entalpili kaynaklar bulunmaktadır. Bu düzeyde değerlendirme yapılabilir.¹⁶

Türkiye'deki jeotermal enerji kaynaklarının tümüne yakınının düşük entalpili olması, kaynakların değerlendirilmesinde endüstri proses ısısı ve konut ısıtmasına yönelmesi gereğini ortaya çıkarmaktadır. Türkiye'nin gelecek yıllardaki enerji gereksinimleri dikkate alındığında jeotermal enerjinin tek başına çözüm olmayacağı, ama enerji sorununda tamamlayıcı bir rol oynayacağı açıktır. Devletin ve özel yatırımcıların, jeotermal kaynakların son derece çekici olduğu konut ısıtması ve proses ısısı gibi kullanımlara yatırım yapması ülke ekonomisine yeni bir dinamizm kazandıracak, hava kirliliğini azaltma yanında petrol için harcanan döviz giderlerini de azaltacaktır.

GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş enerjisi, güneşten gelen ve yeryüzünde 0-1100 W/m² değerlerinde bir ısı etkisi yaratan yenilenebilir bir enerjidir. Bu enerji ile ısıtmadan soğutmaya çok farklı ısı etkisinin kullanıldığı uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Ayrıca değişik teknolojiler ile elektrik enerjisi üretimi de gerçekleştirilebilmektedir. Güneş Enerjisi gibi yenilenebilir enerji kullanımlarına ülke enerji politikalarında yer verilmesi enerji dış alımlarını azaltabileceği gibi, fosil yakıtlardan kaynaklanan çevre kirliliğinin de azaltılmasını sağlayacaktır.

Ülkemizde Güneş enerjisi yaygın olarak evlerin sıcak su gereksiniminin karşılanmasında kullanılmaktadır. Ülkemizin özellikle Güney ve Ege kıyıları başta olmak üzere tüm bölgelerinde güneş enerjisi kolektörleri halen yoğun olarak su ısıtmak amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca bazı endüstriyel uygulamalar, hacim ısıtma uygulamaları (güneş mimarisi) ile elektrik üretiminde fotovoltaiik pillerin kullanımı da yaygınlaşmaktadır.

Fotovoltaiik Hücreler PV hücreler gürültüsüz çevreyi kirlilemeden herhangi bir hareket eden mekanizmaya ihtiyaç duymadan güneş enerjisini direkt olarak elektrik enerjisine çeviren sistemlerdir. PV hücreler hesap makinelerinde, saatlerde, uydularda, aydınlatmada ve küçük aletlerin çalıştırılmasında yaygın olarak kullanılırlar. PV hücreler elektrik enerjisi iletim hattı bulunmayan yada uzak olan yerlerde evlerin hatta köylerin, çiftlik evlerinin, su pompalarının, çeşitli aletlerin uzaktan kumandasında da kullanılmaktadır.

Güneş enerjisi ile çalışan ilk motorun patenti 1861 yılında alınmış olmasına karşın güneş enerjisi daha sonraki yıllarda (1970'li yıllardaki enerji krizine kadar) unutulmuştur. Fotovoltaiik Endüstri Birliği (EPIA) ve Greenpeace tarafından yayınlanan raporda (17 Ekim 2001 İstanbul / Berlin) dünyada 2040 yılına kadar küresel enerji gereksiniminin %26'sının güneş enerjisinden sağlanacağı ve 2 milyondan fazla kişiye istihdam imkanı sağlanacağı ifade edilmektedir.

Türkiye güneş enerjisi yönünden oldukça zengin bir ülkedir. EİEİ tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/M²-Yıl (Günlük Toplam 3,6 kWh/M²) olduğu tespit edilmiştir.¹⁷ Aylara göre Türkiye güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri aşağıda verilmektedir.

Tablo - 5 Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli

AYLAR	(Kcal/cm ² -ay)	(kWh/m ² -ay)	GÜNEŞLENME SÜRESİ Saat/ay
OCAK	4,45	51,75	103
ŞUBAT	5,44	63,27	115
MART	8,31	96,65	165
NİSAN	10,51	122,23	197
MAYIS	13,23	153,86	273
HAZİRAN	14,51	168,75	325
TEMMUZ	15,08	175,38	365
AĞUSTOS	13,62	158,4	343
EYLÜL	10,6	123,28	280
EKİM	7,73	89,9	214
KASIM	5,23	60,82	157
ARALIK	4,03	46,87	103
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308,0 cal/cm ² -gün	3,6 kWh/m ² -gün	7,2 saat/gün

Ülkemizin bölgelere göre güneşenlenme potansiyeli ve yıllık elektrik güneşen potansiyeli de tablo 6'da belirtilmektedir.

Tablo- 6 Bölgelere Göre Güneşenlenme Potansiyeli

BÖLGE İSMİ	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ	GÜNEŞ ENERJİSİ
Güney Doğu Anadolu	1.460	2.993
Akdeniz	1.390	2.956
Doğu Anadolu	1.365	2.664
İç Anadolu	1.314	2.628
Ege	1.304	2.738
Marmara	1.168	2.409

Kaynak: EİE Genel Müdürlüğü

Günümüzde modern güneş pillerindeki ileri teknolojiler ile %20-30 ve daha yüksek verimlere ulaşılabilmektedir. Bugün fotovoltaik yolla elde edilen elektrik enerjisinin maliyeti 0,1 \$/kwh düzeyindedir. Şu an için güneş enerjisi, üretim maliyeti bazında diğer kaynaklara göre daha pahalı görünmekle birlikte, güneş pillerinin verimlerinin artırılması konusunda sürdürülen çalışmalarla maliyetlerin daha aşağılara çekilmesi beklenmektedir.

Güneş pili sistemlerinin işletme özelliklerini incelemek üzere EİEİ Genel Müdürlüğünce başlatılan proje kapsamında 300 Watt gücünde bir sistem Aydın Yenihisar' da kurulmuştur. Dünyada giderek yaygınlaşan şebekeye bağlı güneş pili sistemleri konusunda bilgi birikimi arttırmak amacıyla 4,70 kWh gücünde şebekeye bağlı bir fotovoltaik sistem EİEİ Genel Müdürlüğünce 1998 yılında Didim' de kurularak ölçümlere başlamıştır. Bu sistemin 18-19 kwh/gün enerji ürettiği belirlenmiştir. Yine 1,2 kW gücünde benzeri bir sistem EİEİ Genel Müdürlüğü parkında kurulmuştur.

Enerji üretimi amacına yönelik olarak yürütülen fizibilite çalışmaları sırasında, ülkemizin enerji konusunda mevcut meteorolojik verilerinin yeterli olmadığı saptandığından, bu amaca dönük olarak EİEİ ve DMİGM ile ortak bir proje çalışması başlatılmıştır. Bu proje kapsamında; Antalya, İzmir, Ankara, Aydın-Yenihisar, Adana-yumurtalık' da birer adet bilgisayar destekli güneş enerjisi gözlem istasyonu tesis edilmiş ve 5 yıl boyunca veri toplanması programlanmıştır. Ölçüm süresini doldurması nedeniyle İzmir'deki istasyon Kayseri'ye, Didim'deki istasyon da Balıkesir'e taşınmıştır. Güneş enerjisinin genel enerji tüketimimizdeki payı 2000 yılı itibarıyla %0,16'dır. Projeksiyonlar bu payın 2005'de %0,17 ve 2010'da %0,25 olacağını göstermektedir.

BİYOKÜTLE – BİYOGAZ ENERJİSİ

Biyokütle yeni-yenilenebilir enerji kaynakları içinde ciddi bir teknik potansiyele sahiptir. Ana bileşenleri karbo-hidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler “Biyokütle Enerji Kaynağı”, bu kaynaklardan üretilen enerji ise “Biyokütle Enerjisi” olarak tanımlanmaktadır. Bitkisel biyokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yoluyla doğrudan kimyasal enerjiye dönüştürerek depolanması sonucu oluşmaktadır. Fotosentez ile enerji içeriği yaklaşık olarak 3.10^{21} J/yıl olan organik madde oluşmaktadır. Bu değer dünya enerji tüketiminin 10 katı enerjiye karşılık gelmektedir¹⁸

Biyokütle ısı sağlamak, yakıt üretmek ve elektrik üretmek için kullanılmaktadır. Amerika'da hidroelektrik enerjiden sonra ikinci sıradaki yenilenebilir enerji kaynağıdır. Hesaplamalar Amerika'nın enerji ihtiyacının %3'nü biyokütleden sağladığı şeklindedir. Örneğin etanol üretmek için mısır gibi çabuk büyüyen ot ve ağaçlar odun talaşları ve evsel atıklar kullanılmaktadır. Üretilen etanol ile de taşıtları çalıştırmak mümkündür. Etanol ayrıca benzine göre daha temiz emisyon veren bir yakıttır. Odun (enerji ormanları, çeşitli ağaçlar), yağlı tohum bitkileri (kolza, ayçiçek, soya v.b.), karbo-hidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, enginar, vb.), elyaf bitkileri (keten, kenaf, kenevir, sorgum, miskantus, v.b.), protein bitkileri (bezelye, fasulye, buğday v.b.), bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk, v.b.), hayvansal atıklar ile şehirsal ve endüstriyel atıklar biyokütle enerji teknolojileri kapsamında değerlendirilmekte ve mevcut yakıtlara alternatif çok sayıda katı, sıvı ve gaz yakıtlarına ulaşılmaktadır. Biyokütle kökenli, en önemli Diesel motoru alternatif yakıtı biyomotorindir. Biyomotorin (Biodiesel), biyodizel, Dizel-Bi, Yeşil Dizel adları ile de bilinmektedir. Biyomotorin üretiminde bitkisel yağ olarak kolza, ayçiçek, soya ve kullanılmış kızartma yağları, alkol olarak metanol, katalizör olarak alkali katalizörler (sodyum veya potasyum hidroksit) tercih edilmektedir. Çok yakın bir zamanda Avrupa Birliği biyomotorin standartının kullanıma açılması beklenmektedir. Biyomotorin üretmek ve kullanmak için Türkiye yeterli ve uygun alt yapıya sahiptir. Türkiye'de kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinin enerji amaçlı tarımı mümkündür. Türkiye'de biyomotorin sadece bir firmada üretilmekte ve Ar-Ge çalışmalarına TTGV Projesi olarak destek verilmektedir. 13 Nisan 2002'den beri Trakya'da 4 köyde B50 (%50 Biyomotorin+ %50 Motorin), 850.000 TL'ye satılmaktadır.¹⁹

Biyokütle – Biyogaz enerjisinin dünyada ilk kullanımına örnek 19. Yüzyılda İngiltere'de fosseptiklerde oluşan gazın sokak aydınlatmasında kullanılmasıdır. Türkiye'de 1970'de Toprak Su Araştırma Enstitüsü, 1977'de Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu konuya ilgi göstermişler, daha sonraları Maden Tetkik Arama Enstitüsü, Üniversiteler bu konuda çeşitli araştırma çalışmaları başlatmışlardır. Ülkemizde, hayvansal dışkı kaynaklı biyokütleden 2.8-3.9 milyar metreküp biyogaz üretilebileceği anlaşılmıştır. Bu potansiyelin yıllık enerji cinsinden değeri 24.5 kWs'dir. Bununla da toplam ülke enerji tüketiminin yaklaşık %5'i karşılanabilecektir. Dünya enerji konseyinin 1990 yılı verilerine göre dünya enerjisinin

%15'i biyokütleden sağlanmaktadır. Ancak bazı teorik çalışmalara göre biyokütle 2050 yılına kadar dünyanın katı ve sıvı yakıt gereksinmesinin %38'ini ve elektriğin %18'ini sağlayabilecektir.²⁰

Bugün için biyogaz üretim potansiyeli olan atık maddeler; kırsal atıklar, yüksek kirlilik içeren endüstriyel atıklar, atık su arıtma tesislerinden biyolojik arıtma süreci sonunda elde edilen çamurlar, katı atıkların organik özellik taşıyan bileşenleri ve bu atıklara benzer özellikteki diğer atıklar şeklinde sıralanabilir. Bu atıkların biyogaz üretimi için kullanılmasıyla bir yönüyle atık bertarafı gerçekleştirilirken, diğer yönüyle de enerji elde edilmiş olur. Ayrıca, organik bir kaynak niteliğindeki atıklardan gübrenin tezek olarak yakılması ulusal ekonomi için büyük zarardır. Bu bağlamda biyogaz tesislerinin yaygınlaştırılması önemlidir. Biyogaz tesislerinin yanı sıra, şebeke ile bağlantılı çalışan "çöp termik santralleri" ile elektrik üretimi sağlanabilmektedir. Kuzey Avrupa Ülkelerinde biyogaz materyalle ve biyogazla çalışan otoprodüktör kojenerasyon tesisleri bulunmaktadır. Dünya ölçeğinde biyokütleden elde edilen enerjinin toplam enerji üretimindeki oranı %12 civarındadır. Gelişmekte olan bazı ülkelerde bu oran %40'lara varmakta olduğu ifade edilmektedir.²¹

Bir tür biyogaz materyeli olan çöpün, çöp termik santralleriyle enerji üretiminde kullanılması, özellikle kentsel çöpün ortadan kaldırılmasıyla birlikte iki tür işlevi içermektedir. Böylelikle çöp yığınlarında açılan özel sondaj kuyuları ile metan gazı elde edilmektedir. Doğal biçimde, çöplerin fermantasyona uğraması sonucunda oluşan metan gazı, çöp yığınlarından sızmana durumunda patlamalara neden olduğu gibi, atmosfere dağılması durumunda da sera etkisine yol açmaktadır. Metan sondaj kuyuları ile alınan gaz çevre sorunu oluşturmadan, gaz türbinli bir santralde yakıt olarak değerlendirilebilmektedir. Yakın geçmişte kent ortasında yığılan çöplüklerin patlamasıyla otuz küsur insanımızın ölümü belleklerinde sabitlenen çok acı bir olaydır.

Türkiye'de son zamanlarda organik atık, biyokütle ve biyogazdan enerji eldesine yönelik kamu ve özel sektör yatırımları artmaya başlamıştır. Öncelikle Büyükşehir belediyeleri çöp atıklarının çözümüne yönelik olarak atık yakma ve enerji üretim tesisleri kurmaya başlamışlardır. Türkiye'de yapımı tamamlanan biyokütle ve atık yakıt kaynaklı kojenerasyon tesisleri tablo 7'de verilmiştir.

Tablo - 7 Türkiye’de Yapımı Tamamlanan Biyokütle ve Atık Yakıt Kaynaklı Kojenerasyon Tesisleri

Kurum Adı	Bölgesi	Yeri	Kapasite (MW)	Yakıt Tipi
AKSA Enerji	Bursa	Bursa	1.2	Çöp
Belka	Ankara	Ankara	3.2	Biogaz
İstaç	İstanbul	Kemer-Burgaz	6	Çöp
İzaydaş	İzmit	Köseköy	5.2	Çöp

DALGA ENERJİSİ

Dünyanın enerji ihtiyacı gün geçtikçe artmakta ve bu ihtiyacı karşılamak amacıyla yapılan çalışmalar da en önemli yeri en fazla potansiyele sahip enerji kaynağı olarak dünyanın $\frac{3}{4}$ 'ün'den fazlasını kaplayan okyanuslar oluşturmaktadır. Okyanus enerjisi çevreyi kirlilemeden, sürekli kendini yenileyerek tükenmeyecek bir kaynaktır. Bu konuda Avrupa Birliği tarafından yapılan araştırmalara göre, 2010'da okyanuslardan elde edilecek enerji ile 1 milyon evin enerji ihtiyacını karşılayacak kadar elektrik üretilebileceği tasarlanmaktadır. Okyanusdan enerji üretmenin yolu gelgitler, okyanus ısısı, dalgalar, akıntılar, tuzluluk oranı ve metan gazı olarak sayılabilir. ²²Bu yöntemlerden üçünü kısaca açıklarsak; gelgit enerjisi ayın çekim kuvveti ile denizlerin yükselip alçalan seviye farklarını, termal enerji değişimi ise deniz suyunda oluşan sıcaklık farklarını, dalga enerjisi de deniz üstünde esen rüzgarların meydana getirdiği dalgalar arası farkları ifade etmektedir.

Okyanus dalgalarında trilyonlarca watt elektrik üretebilecek kadar potansiyel bulunduğu bilinmektedir. Dalga Enerjisi üreten sistemler, enerjiyi ya okyanusun yüzeyindeki dalgalardan, ya da suyun altındaki dalgalanmalardan elde etmektedirler.

Gelgit hareketlerinden elektrik üretmek için, alçalan ve yükselen gelgit arasındaki farkın en az beş metre olması gerekmektedir. Yeryüzünde bu büyüklükte gelgitlerin bulunduğu yaklaşık kırk bölge bulunmaktadır. Gelgit enerjisi üretmek için körfezler en ideal bölgeleri oluşturmaktadır. Gelgitlerden enerji elde etmek için körfeze boydan boya baraj veya barikat kurularak gelgitler sıkıştırılarak, barajın diğer tarafındaki su yeterli seviye farkına ulaştığında geçitler açılarak, su türbinlere doğru akıtılmakta ve türbinler elektrik jeneratörleri vasıtasıyla elektrik üretimini sağlamaktadırlar. Bir diğer gelgit teknolojisi olarak da gelgit çitleri tasarlanıyor. Gelgit çitleri, dev turnikeleri andırmaktadır. Bu turnikeler gelgitler olduğunda dönerek enerji üretecekler. Gelgit enerjisinden yararlanmak için tasarlanan bir diğer yöntem ise suyun altına yerleştirilecek olan gelgit türbinleridir.

Avrupa Birliği yetkilileri tarafından Avrupa’da bu iş için uygun 106 bölge tespit edilmiştir. Ayrıca Filipinler, Endonezya, Çin ve Japonya’da gelecekte geliştirilebilecek sualtı türbin alanlarında bulunmaktadır. Bugün dünyada iki ticari gelgit barajı bulunmaktadır. Biri Fransa’da bulunan 240 MW gücünde La Rance santrali, diğeri de Kanada’da bulunan 16 MW Annoapolis santralidir. Ayrıca gelgit olaylarının yaşandığı İngiltere’de gelgit barajı yapma yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Gelgit enerjisinden gelgit çitleri ile elektrik üretmek üzere yapılan en büyük çalışma ise daha hayata geçmemiş bir proje olan Dalupiri Geçidi projesidir. Filipinlere bağlı Dalupiri ve Samara adaları arasındaki geçite gelgit çitleri konularak gerçekleştirilmesi düşünülen proje kapsamında 2200 MW elektrik üretilmesi planlanmaktadır.

Hesaplamalara göre yeryüzündeki okyanuslardaki gelgit hareketleri hergün devamlı olarak 3 bin milyar kW enerji kapasitesi taşımaktadır. Bu enerjinin yüzde 2’sinin (toplam 60 milyar watt) elektrik enerjisine dönüştürülebileceği sanılmaktadır. Gelgit enerjisinden, Rusya ve Fransa gibi ülkelerde 400 kW’tan 240 milyon kW’a varan kapasitelerde yararlanılmaktadır.²³

Okyanus Isısı Enerjisi (OTEC) Okyanuslar yeryüzünün yüzde yetmişinden fazla kısmını kaplayan alanlarıyla, çok büyük miktarda güneş enerjisi topluyorlar. Okyanus ısısı enerji üretiminde, okyanusların güneşten topladığı ısıdaki enerji elektriğe dönüştürülüyor. Bu yöntemle elektrik elde etmek için yüzeydeki su sıcaklığı ile derindeki su sıcaklığı arasındaki farkın 20 derece olduğu yerler kullanılmaktadır. Bu konuda dünyada OTEC çalışmalarının en önemlisi Hawai’de yapılmıştır.

Okyanus ısısı enerji üretim tesisleri kurulduğunda diğer canlılar için de faydalı etkileri olacak. Bu tesislerde derinlerdeki mineral bakımından zengin okyanus suyu kullanıldığı için, kıyıdaki bitkiler de bundan yararlanacak. Bunun yanı sıra, makinalar vasıtasıyla deniz suyu tuzundan arındığı için sanayi ve tarımda kullanılacak bol miktarda su üretilecek. Araştırmacılar çok yakın zamanda bu enerji üretim yönteminin yavaş yavaş tükenmekte olan fosil kaynaklarının yerini alacağına inanmaktadırlar.

Bugün üretim maliyetinin yüksek olduğu gerekçesiyle ihmal edilmek istenen dalga enerjisinden elektrik üretmenin maliyeti teknolojinin gelişmesiyle daha da aşağıya düşecektir. Nitekim dalga enerjisini geliştirmek için çalışan ve bu alanda yatırım yapanlar dalga enerjisinin bugünkü noktada rüzgarın 10 sene önceki konumunda olduğunu iddia etmekte ve umutlarını kaybetmemektedirler. Bu konuda itiraz edenlere maliyet sorununun daha önce rüzgarda da yaşandığı, ancak rüzgar enerjisi maliyetlerinin son 17 senede 10 kat azaldığı ve rüzgarın bugün 2 milyar dolara yaklaşan bir endüstri haline geldiği hatırlatılmaktadır.²⁴

HİDROJEN ENERJİSİ

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde hidrojenin önemi her geçen gün hızlı bir şekilde artmaktadır. Yıldız ve gezegenlerde serbest halde en çok bulunan element olan hidrojen, dünyada da fazla miktarda bulunmasına rağmen, serbest halde bulunmamaktadır. Bununla birlikte hidrojen birincil enerji kaynakları ile değişik hammaddelerden üretilmekte ve üretiminde dönüştürme işlemleri kullanılmaktadır. Sınırsız kaynağa sahip olan ve havayı kirletmesi açısından içten yanmalı motorlarda kullanılan diğer alternatif yakıtlara göre pek çok avantaja sahip hidrojenin, içten yanmalı motorlarda kullanım çalışmalarına 1900'li yıllarda başlanmış ve günümüzde de çok yoğun bir şekilde çalışmalara devam edilmektedir. Gaz haldeki hidrojen rensiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. Hafif olan kütlesi nedeniyle çok yüksek yayılma özelliğine sahiptir. Gaz haldeki hidrojen aynı hacimdeki havadan 15 kat daha hafiftir. Hidrojen enerjisi tüm enerji çeşitleri içinde neredeyse en ucuzu durumundadır. Birim kütle başına diğer bilinen tüm yakıtlardan daha fazla kimyasal enerjiye sahiptir. 1 metreküp sudan 108.7 birim hidrojen üretilmekte, bu ise yaklaşık olarak 422 lt. benzine eşdeğerdir.²⁵ Bu enerjinin bir özelliği de istenilen biçimde (katı, sıvı, gaz, metal-hidrit vs) kolayca depolanabiliyor olmasıdır.

Kullanım alanları incelendiğinde hidrojenin, fosil yakıtlara göre oldukça fazla alanda kullanılabileceği ortaya çıkmaktadır; hidrojen alevli yanma, doğrudan buhar üretimi, katalitik yanma, kimyasal dönüştürme, elektrokimyasal dönüştürme uygulamalarında yakıt olarak kullanılabilirken, fosil yakıtlar sadece alevli yanma uygulamalarında kullanılabilirler. Hidrojenli yakıtlarda hidrojen sıvı ve yüksek basınç altında gaz halde depolanmaktadır. Yakıt özellikleri incelendiğinde, hidrojenin motorlarda yakıt olarak kullanılması durumunda petrol kökenli motor yakıtlara oranla birçok avantaja sahip olduğu görülmektedir. Hidrojenin yakıt olarak kullanılmasında, yanma ürünü olarak su buharı açığa çıkarması ile çevreye hiçbir zararı yoktur. Hidrojen boru hatları ile taşınabilmesinin yanında depolanabilmesi de hidrojeni elektrik enerjisine göre daha avantajlı kılmaktadır. Hidrojenin boru hatları ile iletiminin maliyeti elektrik dağıtım hatlarının maliyetinin sadece ¼' ü kadardır. Geleceğin yakıtı hidrojen için en uygun sistem hidrojenli yakıt pili teknolojisidir.²⁶

Yakıt pilleri sisteme dışarıdan sağlanan yakıt ve elektrokimyasal reaksiyonun gerçekleşmesi için gerekli olan oksitleyicinin kimyasal enerjisini doğrudan elektrik ve ısı formunda kullanabilir enerjiye çeviren güç üretim elemanıdır. Bir yakıt pili "Yakıt İşleme Ünitesi", "Güç Üretim Sistemi" ve "Güç Dönüştürücü" olmak üzere 3 ana

bölümden oluşmaktadır. Komple bir yakıt pili güç üretim sistemi bir yakıt kaynağı bir hava kaynağı, bir soğutma ünitesi ve bir de kontrol ünitesi içeren bir otomobil motoruna benzetilebilir. Güç Dönüştürücü ünitesinde hücrede üretilen doğru akım ticari kullanım için alternatif akıma çevrilmektedir. Yakıt pili uygulama alanları; Uzay Çalışmaları / Askeri Uygulamalar, Evsel Uygulamalar, Sabit Güç Üretim Sistemi /Yüksek Güç Üretim Sistemi Uygulamaları, Taşınabilir Güç Kaynağı Uygulamaları, Atık/Atık Su Uygulamaları, Taşıt Uygulamaları şeklindedir.

Ayrıca yakıt pilleri otobüs, kamyon, otomobil ve her türlü taşıt için yakıt görevi yapabilecek özelliklere sahiptir. Yakıt pilli araçlar, benzin ve motorin ile çalışan araçlara göre daha temiz ve enerji bakımından daha verimli bir uygulamadır. Günümüzde taşıt emisyonlarının çevre kirliliği üzerindeki etkileri düşünüldüğünde, yakıt pili ile çalışan araçlar çevre dostu ve karlı bir seçimdir. Yakıt pilleri kullanımında taşıt gürültü kirliliği de görülür düzeyde azalmaktadır. Bir diğer avantaj da yakıt olarak hidrojen kullanıldığında araçlarda emisyon olarak sadece su oluşmasıdır.

Hidrojen gazının depolanması üzerinde çalışmalar da son hızıyla devam etmektedir.Çeşitli depolama sistemleri içerisinde yüksek basınçlı hidrojen en iyi sistem olmakla birlikte hafif araçlarda gerekli olan hacim ve ağırlık kriterlerini karşılayamamaktadır. Ancak bu konudaki çalışmalar devam etmektedir.

Bu avantajlarından dolayı dünyada yakıt pili ve hidrojen enerjisi konusunda birçok çalışma yapılmaktadır. Avrupa'nın Amerika ve Japonya'dan önce hidrojen enerjisine geçmesinin Avrupa'ya büyük teknolojik ve ekonomik avantajlar sağlayacağı öngörülerek hidrojene geçişin hazırlıkları için gerekli AR-GE çalışmaları için AB tarafından kullanılmak üzere ilk beş yıl için 5 milyar Euro ayrılmıştır. Amerikan hükümeti hidrojenli otomobillerin geliştirilmesi için 1.7 milyar dolarlık bir proje başlattı ve ardından da kömür ve hidrokarbon tipi yakıtlardan daha ucuz olan hidrojen üretimi için de 1.2 milyar dolar fon ayırdı. Japonya'daki gelişmeler de ABD'den ve AB'den farksız bir durumda değildir. Japonya'nın 1997' de başlattığı WE-NET projesinin ilerlediği ve Japonya'nın bu programla 2020 yılına kadar 4 Milyar Amerikan doları harcama planlayarak, gerekli hidrojen enerjisi teknolojilerine sahip olmayı hedeflediği bilinmektedir. İzlanda'nın 3 yıl evvel kurmuş olduğu Milletlerarası Konsorsiyumla bu ada ülkesini, 2030 yılına kadar tamamen hidrojen enerjisi kullanımına geçirmeyi planlamıştır.²⁷

Yakıt pilleri ile gerek taşıt gerekse güç istasyonları uygulamalarında gelecekte çok önemli kullanım alanına ve sektörde büyük bir paya sahip olacağı açıktır. Dünyada

önde gelen otomotiv şirketleri ve devletler, yakıt pillerinin geliştirilmesi ve araştırılması için çok yüksek miktarlarda para ve zaman harcamaktadır. Çevre faktörünün önem kazandığı bu zamanda çevre dostu olmasının yanında yüksek verime de sahip olan yakıt pilleri gelecekte uygun fiyat uygulamalarıyla öne çıkacak ve alternatif yakıtlar içinde önemli bir yer alacaktır.

Ülkemizde yakıt pillerine verilen önem diğer alternatif yakıtlara olduğu gibi düşük düzeyde olup, enerji politikamızda geleceğe dair yatırımlar içinde yakıt pillerinin de yer alması ve dünya ile aynı seviyede araştırma ve geliştirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Ülkemizde yakıt pili konusunda İTÜ, ODTÜ ve YTÜ’nde çalışmalar yapılmakta ve dünya çapında başarılarla imza atılmaktadır. Konutlarda yakıt pilinin kullanımı ve Türkiye’de yakıt pili üretimi amacıyla, TÜBİTAK-TİDEB tarafından desteklenen bir proje başlatılmıştır. Proje kapsamında, doğrudan hidrojenle çalışan veya bir yakıt işlemci (reformer) ilavesi ile, doğal gaz veya LPG ile de çalışabilecek, bir prototip üretilmesi hedeflenmektedir.

Sonuç olarak çevre kirliliğine yol açmadan çeşitli alanlarda kullanılacak esnek bir yakıt olan hidrojen, 21. yüzyılın yakıtı olarak düşünülmekte; üretimi, taşınma ve depolanması ve kullanılmasına ilişkin teknolojilerin geliştirilmesi için kapsamlı çalışmalar yürütülmektedir. Dünyadaki bu gelişmeler dikkate alınarak, hidrojen enerjisi ile ilgili çalışmalar ülkemizde de öncelikli Ar-Ge alanları arasında yer almalıdır. Hidrojen programları esas itibarıyla uzun döneme yönelik olmakla birlikte, mevcut enerji altyapısıyla çalışılabilecek kısa dönemli uygulamalar üzerinde de durulmalıdır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerji toplumsal yaşamın başlangıcından itibaren insan ve toplum yaşamı için vazgeçilmezdir. Gelişen teknoloji ve artan enerji ihtiyacı ile birlikte; geleneksel enerji kaynakları toplumun enerji ihtiyacını karşılamada yetersiz kalmakta ve yine bu enerji kaynakları doğal yaşam ve çevreye onulmaz zararlar vermektedir. Toplumsal yaşamın merkezinde yer alan ve kamusal bir hizmet olan enerjiye yönelik ihtiyacın belirlenmesi, karşılanması, iletilmesi kısacası enerjide planlama yapılması kaçınılmaz bir zorunluluktur. TMMOB Makina Mühendisleri Odası ülke ve toplum yararı doğrultusunda sürdürülebilir bir kalkınma için, Türkiye’nin enerji politikalarının belirlenmesinde, yerli-yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması, teknolojilerinin geliştirilmesi, kullanılması konusunda üyelerinin ve konunun uzmanlarının

birikimlerini sunabileceği, tartışabileceği, çözüm önerileri üretebileceği platformlar yaratmaktadır.

TMMOB Makina Mühendisleri Odası olarak önerilerimiz aşağıdadır;

1. Elektrik enerjisi üretiminde ulusal kaynaklara ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ağırlık verilmelidir. Yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesi için yasal düzenlemeler bir an önce hayata geçirilmelidir. Bu kaynakların enerji dönüşüm ve ünite donanımlarının yurdumuzda üretilmesi teşvik çalışmaları örgütlenmeli ve desteklenmelidir.

2. Ulusal elektrik sisteminin ve enerji sektörünün öncelikli, temel gereksinimlerinin doğru saptanmasıyla kısa ve uzun erimli enerji yatırımlarının zamanında gerçekleşmesine dönük uygun politikalar ve kurumsal düzenlemeler yaşama geçirilmelidir.

3. Enerji üretiminde öncelikli göz önüne alınması gereken çevre etkeninin göz ardı edilmesi sonucunda ciddi çevre sorunları oluşmaktadır. Enerji politikaları oluşturulurken çevresel etkiler göz önüne alınmalıdır.

4. Yenilenebilir enerji kaynaklarından ülkemizde güneş, rüzgar ve jeotermal enerji kaynaklarının şu an yeterince değerlendirilemeyen mevcut potansiyelleri, verimli bir şekilde değerlendirilmelidir.

5. Yıllar itibarıyla hidrolik enerjinin genel üretimdeki payı azalmaktadır. Bu durum maliyetleri de artırmaktadır. Henüz kendi potansiyelinin %34'ü kullanılmakta olan su potansiyelinin kullanımını 10 yıllık bir dönemde %50'ye ikinci on yıllık dönemde ise %70'lere çıkarılmalıdır.

6. Mevcut potansiyelinin %2.97'sinden yararlanılan jeotermal enerjinin tümüyle kullanılmasına dönük yatırımlar yapılmalı, bu konuda araştırma ve kullanımla ilgili yasal düzenlemeler getirilmelidir. Bu çerçevede arama ve işletmeyi koordine edecek bir yapı oluşturulmalıdır.

7. Çevre dostu ve işletme maliyeti düşük olan rüzgar enerjisinde dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemiz potansiyelini maksimum düzeyde değerlendirme yönünde ayrıntılı fizibilite çalışmaları yapılmalı, bu konuda gelişmiş teknolojilerle yatırım olanakları sağlanmalıdır.

8. Güneş enerjisinden yararlanma konusunda teşvik edici politika oluşturulmalı, 2010 yıllarından itibaren kuruluş maliyetleri düşeceği bilinen fotovoltaik piller konusunda AR-GE çalışmalarına başlanmalıdır.

9. Ekolojik tahribata yol açmayan biyokütle enerjisinin üretimi, yakıtın türü, kullanımını konularında standartlaşmaya gidilmeli, bu yönde kısa, orta ve uzun erimli enerji planlamaları yapılmalıdır.

10. Doğayı ve çevreyi kirleten enerji üretiminde vergi zorunluluğu getirilmeli, bu parasal birikim bir fonda toplanarak, yenilenebilir ve temiz enerji teknolojileri için kullanılmalıdır.

11. Ülkemizin kalori değeri düşük, kükürt içeriği yüksek linyitlerinin değerlendirilmesi açısından, yakıt olarak linyitin kullanıldığı termik santrallerimizde akışkan yataklı kazan teknolojilerine geçilmelidir. Yine SO₂ emisyonunun yönetmeliklerle de belirlenen sınır değerlerinin üzerine çıkılmaması yönünde termik santrallerimizde baca gazı desülfürasyon tesisleri kurulmalı ve sürekli devrede tutulmalıdır. Ayrıca temiz yakma için linyit kömürleri ile bitümlüşt vb. malzemelerin karıştırılarak yakılması için teknolojik gelişmeler takip edilerek hayata geçirilmelidir.

12. Ülkemizde emisyon emen alanların; ormanların artırılması çalışmalarının sistematik bir şekilde başlatılması ile CO₂ emisyonunun azaltılması hedeflenmelidir. Odun ile ısınmanın yaygın olduğu ülkemizde ormanların kurtarılması için enerji ormanları uygulamaları gündeme getirilmelidir.

13. Kojenerasyon uygulamaları konusunda ülke düzeyinde geçerli olacak uygulama kodları ve standartlar getirilmelidir.

14. Genel olarak enerji tasarrufunu sağlayıcı politika ve zorunlu uygulamalar yürürlüğe konulmalıdır. Elektrikte %25'leri aşan kayıp kaçak oranını azaltacak yatırımlar hızlı biçimde yapılmalıdır. Enerji tüketiminde tasarrufu teşvik edici uygulamalara gidilmelidir. Tasarruf ve verimlilik konularında gerekli hukuksal düzenlemeler yapılmalıdır.

15. Ülkemizde enerji sektöründe 20 yıldır uygulana gelen politikalarla toplumsal ihtiyaçlarla bunların karşılanabilirliği arasındaki açığı her geçen gün daha da artmaktadır. İzlenen özelleştirme politikaları sektörün toplumsal ihtiyaçları karşılaması yerine sermayenin azami kar hırsını tatmin etme işlevi görmektedir. Bu nedenle enerjinin toplumsal hizmet olduğu bilinciyle sektördeki tüm özelleştirmeler geri alınmalı verilen tüm imtiyazlar kaldırılmalıdır.

16. Ülkemiz gerçekleri de göz önüne alınmak şartıyla Enerji sektörünün gerek stratejik önemi gerekse kaynakların rasyonel kullanımını açısından düzenleme, planlama, eşgüdüm ve denetleme faaliyetlerinin koordinasyonu açısından merkezi

bir yapıya ihtiyacı vardır. Enerji sektörüne yönelik politikaların belirlenmesinde toplumun tüm kesimlerinin ve konunun tüm taraflarının görüşleri alınmalı ve sektör özerk bir yapıya kavuşturulmalıdır. Enerji planlamasına ilişkin politika ve önceliklerin tartışılıp, yeniden belirleneceği bir platform mutlaka oluşturulmalıdır. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesinde ilgili tüm taraflar temsil edilmeli ve bu kuruluşa Ulusal Enerji Enstitüsü kimliği verilmelidir.

KAYNAKLAR

- ¹ Key World Energy Statistics, EIA, 2002
- ² TÜBİTAK - Vizyon 2003 Teknoloji Öngütüsü Projesi
- ³ DPT (2000) Uzun Vadeli Strateji ve 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı (2000 –2005)]
- ⁴ www.eie. gov. tr
- ⁵ www.ewea.org
- ⁶ Van Wijk, A.J.M.; Coelingh, J.P. (1993). OECD Ülkelerinde Rüzgar Enerjisi Potansiyeli. 93091. Utrecht, Hollanda: Utrecht Üniversitesi; s.35
- ⁷ Çevre ve Mühendis Dergisi sayı 21-22 / 2001 sf.33
- ⁸ TESKON 2003 / Jeotermal Enerji Doğrudan Isıtma Sistemleri: Temelleri ve Tasarımı başlıklı Seminer Notları
- ^{9,10} Geothermal education office
- ¹¹ www.tubitak.gov.tr/btpd/btsp/platform/enerji/bolum6-2.html
- ^{12,13,14} Ültanır, MÖ.,1998 21.Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD yay.,İstanbul
- ¹⁵ EMO Enerji Raporu(27/28 Nisan 2002)
- ¹⁶ Başol,K,1985,Doğal Kaynaklar Ekonomisi, DEU,İzmir
- ¹⁷ www.eie.gov.tr/turkce/gunes/tgunes.html
- ^{18,19} Doç. Dr. Filiz KARAOSMANOĞLU İTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü,Ekojenerasyon Dünyası-Kojenerasyon Dergisi Özel Sayısı,10-50-56,İstanbul,Nisan 2002
- ²⁰ Özgür Tacer (www.arkabahçe.ada.net.tr/proje/nukleer/alter.html)
- ²¹ D.Kaya,H.Olgun,M. Tırıs,T.Şeker- TUBİTAK-MAM.Enerji Sistemleri Çevre Araştırma Enstitüsü
- ^{22,23} Zeynep S Paksu Özgür ve Bilge Dergisi Yıl:2 Sayı: 15(zeynepsevde@ozgurvebilge.com)
- ²⁴ EnerGATE 2003/02 Nisan syf. 72-73-74 Fatih ÇİL
- ²⁵ www.teraenerji.com/enerjiler_diger.html
- ^{26,27} M. Çetinkaya, F. Karaosmanoğlu,” Hidrojen ve Yakıt Pilleri “ başlıklı söyleşi, 25 Mayıs 2003, MMO İstanbul Şube Ölçü Dergisi(Nisan 2003)
- EMO Enerji Raporu(27/28 Nisan 2002)