

İrciyes Üniversitesi
Fen Bilimleri Dergisi
1,113-125, (1985)

ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI

Mehmet DOĞAN

E.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi, KAYSERİ

ÖZET

Dünyada halen enerji tüketiminin büyük bir kısmını karşılayan ve yakın bir gelecekte bitecek olan petrol, doğal gaz, linyit ve kömür gibi fosil menşeyli yakıtların yerine kullanılabilecek enerji kaynakları "alternatif enerji kaynakları" olarak adlandırılmaktadır. Nükleer enerji, güneş enerjisi, jeotermal enerji, rüzgâr enerjisi, deniz enerjisi, biyokütle ve biyogaz enerjisi alternatif enerji kaynağı olarak sayılabilir. Bu kaynakların çoğu şimdiden önemli ölçüde kullanılmaktadır.

DIE ALTERNATIVEN ENERGIEQUELLEN

ZUSAMMENFASSUNG

Unter alternativen Energien versteht man die Energieträger, die die Energiedefizit der Welt teilweise decken und die primären Energiequellen wie Erdöl, Erdgas, Braunkohle, Steinkohle u.s.w zum Teil ersetzen können. Darunter zählt man die Kernenergie, Sonnenenergie, Geothermische-Energie, Windenergie, Meeresenergie Biomasse und Biogas et.al. Die alternative Energiequellen werden schon heute in der Welt in erhöhter Masse verbraucht.

1- GİRİŞ

Hızla artan dünya enerji ihtiyacı yalnız petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlarla sonsuza kadar karşılanamaz. Yenilenmeyen ve kısa sürede oluşmayan dünyanın bu serveti belirli bir sürede bitecektir. Hatta bir çok tahminler yenisi bulunmadığı takdirde mevcut petrol rezervlerinin 50 yılda tüketileceği yönündedir. Mevcut hidrolik potansiyelin tamamı kullanılsa bile dünya enerji ihtiyacını karşılayamaz. O halde fosil yakıtların yerini alacak alternatif enerji kaynakları ve bunlardan faydalanma teknikleri geliştirilmelidir. Özellikle 1970 yılından sonra nükleer enerjiden nükleer santraller aracılığı ile hızla faydalanılmaya başlanmıştır. Alternatif enerji kaynağı olabilecek kaynaklar ve potansiyellerini kısaca inceleyelim.

2- NÜKLEER ENERJİ

Atom çekirdeklerinin bölünmesi (fizyon) ve kaynaşması (füzyon) sonucu açığa çıkan enerji nükleer-çekirdek-enerjisi olarak adlandırılır. Bütün bu bilinen çekirdeklerin nükleon (proton-nötron) başına bağlanma enerjilerini kütle numarasına karşı çizdiğimizde bağlanma enerjisinin orta ağırlıklı elementlerde (Ca-Ba veya kütle numarası 40-140 arası) en büyük, hafif ve ağır elementlerde ise düşük olduğu görülür. Diğer bir ifade ile ağır çekirdekler bölünerek, orta ağırlıklı çekirdeklere dönüştürülebilirse veya hafif çekirdekler biraraya getirilerek orta ağırlıklı çekirdekler oluşturulabilirse nükleon başına bağlanma enerjisi artar, yani enerji açığa çıkar. Çekirdek bölünmesi veya çekirdek kaynaşması tekniğine göre enerji üreten tesislere fizyon reaktörleri veya füzyon reaktörleri denir. Başlangıç çekirdeklerle son çekirdekler arası kütle $E=mc^2$ gereği enerjiye dönüşür. Bu enerjinin büyüklüğünü makro birimde ifade edersek 1 kg helyumu güneşte olduğu gibi hidrojen-den bir füzyon reaktöründe oluşturabilirsek 185 milyon kWh enerji açığa çıkar. Diğer bir ifade ile Türkiye'de 1984 yılında üretilen elektrik 185 kg hidrojenin helyuma dönüştürmesi ile sağlanabilir. Güneşin enerjisi bu yolla sağlanıyor. Ancak dünyanın bugünkü teknik düzeyi güneş benzeri bir fabrikanın küçük bir benzerini bile yapacak durumda değildir. Bu gelişme gerçekleştiği takdirde enerji için pratikçe bir sınır söz konusu değildir. Zira dünyada sırf su halinde bağlı hidrojen miktarı 10^{10} ton kadardır. Fizyon reaktörlerinde ise halen kullanılan başlıca yakıt elementi uranyumdur.

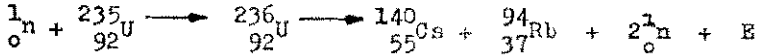
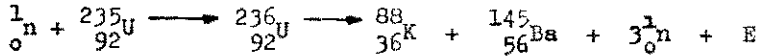
Radyumun 1 gramı 10 milyon H kadar olduğu için bu elementin enerji kaynağı olarak kullanılması söz konusu değildir.

Otto Hahn ve Liise Meitner tarafından 1938 yılında nötronla bombardıman edilen uranyum çekirdeğinin ikiye bölündüğü bu arada büyük enerji açığa çıktığı görülmüş ve 1942 yılında ilk fizyon reaktörü (200 W'lık) A.B.Devletlerinde yapılmıştır.

Bugün dünyada, 82 si ABD, 40'ı SSCB de olmak üzere 26 ülkede toplam 208 nükleer reaktörde elektrik enerjisi üretilmektedir. 118 reaktörün de yapımı devam etmektedir. Halen İsveç, Finlandiya ve Tayvan elektrik enerjisinin % 40'unu, Bulgaristan % 29, İsviçre % 28, Fransa % 23'ünü nükleer santrallerden sağlamaktadır.

Tabiatta bulunan uranyumun % 99,274'ü U-238 izotopu halinde olup, bu izotop nötronu absorbladığı halde bölünme reaksiyonu vermez. Ancak doğal uranyumun % 0,72 si olan U-235 fizyon reaksiyonu verir.

doğal uranyumun % 0,72 si olan



Açığa çıkan nötronlar yeni uranyum çekirdeklerini parçalayarak reaksiyonu devam ettirirler. Fakat bu nötronların enerjisi 1-10 MeV kadar olup, çok hızlı olduklarından çekirdeği bölmeden geçerler. Hızlı nötronlar reaktörlerin moderatöründe termik hale getirilir, yani enerjileri 0,025 eV'a düşürülür. Moderatör olarak ağır su, su veya grafit kullanılır. Bölünme ve nötronların yavaşlatılmasında çevreye-moderatöre-verilen ısı elektrik enerjisi üretiminde kullanılır.

Nükleer yakıt olarak uranyum, doğal uranyumdan U-235'in zenginleştirilmesi ile hazırlanır. Zenginleştirme işlemi gaz halindeki bileşiği olan UF₆'nın difüzyonuyla olur. Bu işlem zor ve pahalıdır. Bu zenginleştirme halen dünyanın en pahalı başlıca fabrikası olan tesislerde (5 milyar dolara mal olmuş) ABD'de yapılmaktadır. Bu günkü reaktörlerde % 100 zenginleştirmeğe gerek yoktur. Ayrıca nötron yakalayan U 238 çekirdeği bölünme reaksiyonu vermediği halde bunun ard arda iki (beta) ışınması yapması sonucu oluşan Pu-239 da U-235 gibi bölünebilen bir çekirdek olup, fizyon yakıtı olarak kullanılabilir. Bir nükleer reaktör çaması yapma sonucu oluşan

lıdırken tabiiatta bulunmayan Pu-239 da üretilmiş olur. Örnek olarak 2000 MW'lık bir nükleer santralde yılda 200 kg Pu-239 üretilir. Bu sayede U-235'in azlığından dolayı reaktörün kısa ömrü uzatılmış yani yeni yakıt sağlanmış olur.

Th-232 nötron yakaladıktan sonra, iki (beta) ışıması sonucu U-235'den daha iyi parçalanma özelliğine sahip olan U-233 oluşur. Yani toryum da nükleer yakıt olarak kullanılabilir. Fakat bu teknik çok pahalı olup, ancak deneme amaçlı reaktörlerde kullanılmaktadır. Ülkemiz dünyanın en zengin toryum yataklarına sahip ülkeler arasında olduğundan bu teknolojinin gelişmesi bizi yakından ilgilendirir. Ülkemizin geleceği için iyimser olabiliriz.

3- GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş, 6000°K'e ısıtılan kara cismin ışımasına benzer, elektromanyetik spektrumun 200-5000 nm bölgesinde ışınım yapar. Bir bakıma doğrudan ve dolaylı olarak dünyadaki hemen hemen bütün enerji kaynaklarının da ana kaynağı güneş enerjisidir.

Güneş enerjisini, merkezinde ve yüzeyinde oluşan nükleer ve termonükleer reaksiyonlardan sağlar. Güneşin gönderdiği enerji ve sağladığı imkanlarla dünyamızı yaşadığımız duruma getirdiği gibi ilk insanların tüm enerji ihtiyaçlarını da doğrudan karşılamıştır. Güneş, sürekli aynı enerjiyi yaydığı halde dünyamızın güneş etrafında ve eksen etrafında dönüşünden dolayı mevsimlere, günün saatlerine ve meteorolojik şartlara göre yeryüzünün değişik yörelerine farklı enerji düşer. Bu sebeple atmosfere girdiğinde güneş ışınım gücü $1,355 \text{ kW/m}^2$ olduğu halde, karalara düşen ortalama ışınım enerji yoğunluğu 200 W/m^2 kadardır. Türkiye'ye düşen ortalama enerji yoğunluğu ise bu değerden biraz üstündür.

Dünyanın güneş enerji potansiyeli yaklaşık 1 Milyar TWh olup, bu değer 1973 yılı birincil enerji talebinin 14 700 katıdır. Ancak dünyanın 3/4'ünün sularla kaplı olması, yeryüzüne ulaşan ışınım şiddetinin farklı olması ve karaların her yerine de alıcı yerleştiremeyeceğimizden pratik yararlanılabilir güneş enerjisi bu teorik değerden çok altındadır. Buna rağmen yine de büyük olan yararlanılabilir güneş enerjisi potansiyeli dünya enerji ihtiyacını rahatlıkla karşılayabilir.

MTA ve Meteoroloji raporlarına göre Türkiye'nin yıllık enerji potansi-

yeli $1,2.10^5$ milyon ton taşkömürü eşdeğeri olup, bunun 36 milyon tona eşdeğerinden faydalanmak mümkündür.

Güneş enerjisi yoğunluğunun yaz-kış, gece-gündüz ve hatta günün değişik saatlerinde belirli bir yeryüzeyinde çok farklı olması, güneş enerjisinden yararlanma tekniğinin diğer enerji kaynaklarından farklı olmasını gerektirir. Bu gün için güneş enerjisinden faydalanmada en büyük güçlük, enerjinin depolanma şeklindedir.

Güneş enerjisi, ısı enerjisi, kimyasal enerji yada elektrik enerjisi şeklinde tüketilebilir. Güneş enerjisinden faydalanma teknikleri başlıca 4 grup altında toplanabilir;

- 1- Güneşin ısı etkisi, güneş ısıtması, yeryüzü ısınması
- 2- Güneşin fotoelektrik etkisi, elektrik etkisi
- 3- Orbital enerjisi, ısı ve fotoelektrik etki
- 4- Güneşin biyolojik ve kimyasal etkisi, fotosentez olayı

Güneşin ısı etkisine dayalı faydalanma teknikleri düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık teknikleri olmak üzere iki grupta toplanabilir. Enerjinin taşınması ve kullanılması bakımından fark gösteren bu tekniklerden düşük sıcaklık tekniklerinde ulaşılan sıcaklık 200°C 'nin altında olup, genellikle güneş enerjisi bir yoğunlaştırma-toplama yapmaksızın doğrudan kullanılır. Bu teknikle güneş enerjisinden seralar, kurutma tesisleri, tuzlalar ve ev ısıtmalarında faydalanılır.

Ev ısıtmalarında, genel olarak sıcak su sağlamada kullanılan kollektör sistemleri, basit, düz yüzeyli olup dağınık ışıktan faydalanılan düşük sıcaklık kollektörleridir. Basit bir düşük sıcaklık kollektörü bir çerçeve içine yerleştirilen üst üste ve biri kırmızı ötesi ışınları yansıtan iki cam, bu camın altında üst yüzeyi ışığı absorblamak için siyaha boyanmış veya siyahlaştırılmış metalden olugur. Metal levha içinden suyun dolacağı borularla temastadır. Su sıcaklığı bu tip kollektörle $60-70^{\circ}\text{C}$ ye kadar yükseltilebilir.

Güneşin ışınları ile 200°C 'in üzerindeki sıcaklıklar yüksek sıcaklık kollektörü denen sistemlerle elde edilir. Burada ışın, küresel, silindirik, parabol silindirik parabol veya Fresnel merceklerinde yoğunlaştırılır, yani odaklanır. Absorblayıcı odaklaşma merkezinde veya odaklaşma hattında bulunur. Direkt ışınlar toplanarak elde edilen yüksek sıcaklıkta su buharlaştırılarak buhar türbininde elektrik elde etmek için kullanılır veya bir ısı değiştirici de başka şekle çevrilir. Bu

sistemle Fransa'da 2400°C a kadar sıcaklık elde edilmiştir.

Bu tesislerde tesir derecesi % 20 kadardır. Ancak yazın güneşli ve açık havada 100 m²'lik bir evin çatısına bir günde 80-100 litre benzine eşdeğer güneş enerjisi düştüğü düşünülürse, bu tesir derecesinde bile 60 MW'lık türbinler ekonomik olabilmektedir. Yılda 2500-3500 saat arası güneş ışını alan ve direkt güneş ışını yoğunluğu 600 W/m²'nin üzerinde olan yerlerde, bu tür tesislerde elektrik enerjisi üretimi ekonomik olmaktadır. Mesela "solar tower" sistem kolektörün 100 MW dayandığı, kolektör maliyetinin 30 bin TL/m² olduğu düşünülürse 100 MW'lık bir santralle yılda 2000 saat alan yerde elektriğin 1 kWh'i 30 TL iken, 3500 saat alan yerde 18 TL kadar olmaktadır. "Solar Form" sistem kolektörlerde bu maliyetler yaklaşık iki kat yüksektir. Bu gün başta Fransa, İspanya, ABD olmak üzere bir çok ülkelerde deneme elektrik üretimi yapılmaktadır. 2050 yılında dünya enerji tüketiminin % 15'inin güneş enerjisinden karşılanması planlanmaktadır.

Güneş enerjisinden fotoelektrik etkisine dayalı bu teknikte güneş enerjisi doğrudan elektrik enerjisine çevrilmektedir. Basit fotoelektrik hücre ya da yaygın ismi ile güneş pili bir antireflektif yüzeyle pozitif elektrot arasında bir biri ile temasta (-) ve (+) ileten iki yarı iletken oluşur. Yarı iletken hücre olarak en yaygın silisyum tek kristali, kadmiyum sülfür, polikristal silisyum, galyum arsenik tek kristali kullanılmaktadır. Halen ulaşılan etkinlik en fazla % 15 kadar olup, kristallerin pahalılığından bugün ekonomik olmaktan uzaktır. Ancak az enerji gerektiren saat, hesap makinası ve oyuncaklarda yaygın kullanılmaktadır.

Güneş enerjisinden orbital yararlanma; Bir uyduyun dünya çevresine gönderilerek güneş enerjisinin foto elektrik veya termik olarak depolanması, sonra mikrodalgaya dönüştürülerek yer kabuğuna gönderilmesi olarak özetlenebilir. Teknik olarak güç olup araştırma sahasındadır. Ancak uyduların kendi enerji ihtiyacı bu yolla sağlanmaktadır.

Güneş enerjisinden biyolojik ve kimyasal yararlanma; Biyokütlelerin korunması için biyosfer biyolojik sisteme enerji verir. Bu enerji güneşten fotosentezle kimyasal enerji halinde bitkilerde, yani yaşayan organizmada toplanır. Bu kimyasal enerji de biyolojik sistemlere biyokimyasal olarak aktarılır. Biyolojik sistemlerden artık olarak kalan ve artan enerjiler kullandığımız ilkel enerjileri ve fosil yakıtları oluşturur.

dayanır. Bu şekilde yılda 100 milyar ton karbon dioksit atmosferden biyolojik çevrim sistemi güneş ışını vasıtasıyla fotosentez olayına dönüşüne geçer ve kimyasal enerji olarak bitkilerde depolanır. Bu sistem insanlara bu dengeyi bozmuş bozmuşlardır. Bu yolla dünyaya düşen enerjinin % 0,3 olan verim, denizlerde % 0,07 dir. Karalarda % 0,14 verimle faydalanılmaktadır. Karalarda % 0,3 olan verim, ekili alan ve otlaklarda % 0,3, çöllerde % 0,8 olan faydalama, ekili alan ve otlaklarda % 0,3, çöllerde 0,0 dir. Bu oran yolda % 5,4'e kadar çıkarılabilir. Dünya potansiyeli yılda 4.10^{11} MWh kadardır.

Güneş enerjisinden kimyasal faydalanma teknikleri arasında kimyasal bileşiklerin güneşte bağ yapısını değiştirerek ısı depolaması ve karanlıkta tersinir tepkime ile bu ısıyı geri vermesi, kimyasal maddelerin güneş ışığıyla erime ve buharlaşma ile ısı depolaması ve karanlıkta donma ve yoğuşma ile bu ısının geri verilmesi son olarak da şimdi denemesi yapılan, gelecekte önem kazanacak kimyasal depolama ise katalizörlerin yardımıyla güneşte suyun oksijen ve hidrojene parçalanması ve elde edilen hidrojenin depolanarak yakıt olarak kullanılmasıdır.

4- JEOTERMAL ENERJİ

4-1 JEOTERMAL ENERJİ

Yer yuvarlığının sıcak iç erimiş kütle ve yer kabuğunda bazı bölgelerin radyozotopların parçalanması sonucu açığa çıkan enerji ile ısınması büyük bir enerji potansiyeli oluşturur. Sıcaklık normalde yer kabuğuna doğru her 33 m de 1°C veya $30^{\circ}\text{C}/\text{km}$ artar. Bunun dışında da yer kabuğunun bir çok yerinde normal dışı yüzeye yakın sıcak bölgeler de mevcuttur. Bu bölgelere sıcak lavlar, sıcak su buharı kaynakları, sıcak su kaynakları, ılık su kaynakları, sıcak kayalık ve taşlıklar şeklinde rastlanır. Bunlar arasında en önemli olanları sıcaklığı yüksek olan volkanik kaynakları elektrik üretiminde önemli bir yer tutar. Diğer kaynaklar ancak ev-sera ısıtması, kaplıca sıcak su havuzu olarak önemlidir.

Sıcak lav bölgesine veya genel olarak yer kabuğunun sıcak iç bölgelerine soğuk su gönderilerek sıcak buhar elde edilebilmekte ve bu buhar da elektrik üretiminde kullanılmaktadır.

Dünyada 1977 yılında kullanılan doğal jeotermal elektrik enerji potansiyeli 1350 MW kurulu güç olup. bunun 502 MW'lık bölümü A.B.D.'de

"The Geysers" tesisleridir. Başlıca diğer jeotermal santraller İtalya'da Landrello 390 MW, Yeni Zelanda'da Wairakei 290 MW kapasitelidir. Diğer zengin sıcak kaynaklar Islanda, Meksika, Japonya ve Rusya'da toplanmıştır. Ülkemizde ise Denizli-Sarayköy civarında 1000 km² lik alanda 160-200°C da sıcak buhar kaynakları mevcut olup, 15 MW kurulu güçte bir deneme santrali kurulmuştur. Yakında 60 MW'lık bir santral yapılacaktır. Ayrıca Çanakkale, Afyon, Kızılcahamam ve Kozaklı'daki jeotermal kaynaklardan faydalanılabilmektedir.

Dünya jeotermal anomali potansiyeli $4,4 \cdot 10^6$ TWh kadardır. Yer kabuğunun soğutulması (mesela 7 km'ye kadar 80°C ye soğuması) ile $3,5 \cdot 10^{10}$ TWh'lik enerji elde edilebilir.

5- RÜZGÂR ENERJİSİ VE YARARLANMA

Güneğin ışın enerjisi sebebiyle atmosferin hareketini rüzgâr türbinleri vasıtasıyla kullanılabilir hale çevirmektir. Dolayısıyla bir nevi güneş enerjisinin ikincil enerji olarak kullanımınıdır.

Dünya teorik potansiyeli $2,2-3,7 \cdot 10^7$ TWh yıl olup yer sürtünmesi dolayısıyla yine teorik olarak $1 \cdot 10^6$ TWh'lik kısmından faydalanılabilmektedir. Özellikle Pasifik doğu kıyıları, Alaska, Kuzey Kanada, Doğu Sibirya, Tibet, Kuzey Batı Avrupa'da ve Şili'de rüzgâr hızları ortalaması rüzgâr enerjisinden yararlanmaya uygundur. Ekonomik yararlanma için yıllık rüzgâr hızı ortalaması 4,5 m/s'nin üstünde olmalıdır. 19. Yüzyılda önemli yer tutan yel değirmenleri, önemini yitirmiş olup, bu alandaki potansiyelden faydalanma birçok teknik güçlükler (dev pervane yapımı v.s.) ve verim düşüklüğü sebebi ile alternatif enerji olarak büyük bir açık kapatması şimdilik ekonomik olmaz.

Ülkemizde Akdeniz kıyıları, Toros dağları rüzgâr potansiyeli bakımından ileriki yıllarda düşünülebilir. F.Almanya'da 3 MW'lık bir pilot rüzgâr santralinde elektrik maliyeti 800-1000 DM/KW civarındadır.

6- DENİZ ENERJİSİ

Deniz enerjisinden a) Med-Gezir b) Dalga enerjisi c) Deniz akıntısı d) Deniz derinliği sıcaklık farkı olaylarına dayalı olarak yararlanmak mümkündür.

Med-Cezir (gel-git) Enerjisi

Ay ile güneşin dünya üzerindeki çekim etkilerinden dolayı deniz suyunun yükselmesi alçalması med-cezir olarak isimlendirilir. Ay çekimi ile dünyanın ayabakan yönündeki sular çekilir. Dünyanın kendisi de ayın aksi yönünde bulunan suları çeker. Böylece her iki yönde birden med-cezir olur. Bu olay periyodik olup med-cezir periyodu 12 saat 25 dakikadır. Özellikle Atlas Okyanusu iki sahili, Büyük Okyanus ve Hind Okyanusu sahillerinde bu şekilde deniz suyu yükselme ve alçalması 10.0-13.60 m'yi bulur. İngiltere ve Fransa sahlinde Med-Cezir potansiyeli 180 Milyon kWh kadardır. Özellikle İskoçya ve Fransa'nın Rance nehri üzerinde bu olaya dayalı santraller kurulmuştur. Fransa'nın Rance santrali gücü 320 MW'dır. Yeni yapılan 18 km uzunluğundaki med-cezir barajı sayesinde ise 600 üniteli toplam 25000 GWh'lik santraller dizisi yapılmaktadır.

Avustralya'da med-cezir potansiyeli 300000 MW kadardır. Ülkemiz için bu potansiyel ekonomik görünmemektedir.

Dalga Enerjisi

Rüzgâr kuvvetinin su yüzeyine etkisi ile rüzgâr enerjisi su dalgası enerjisine dönüşmüş olur. Dalga oluşumu rüzgâr hızına, rüzgârın esme süresine suyun derinliğine ve genişliğine bağlıdır. Dalga enerjisi dalga sırtı ve çukuru arasındaki potansiyel enerji ve dalga ilerleyişinde kinetik enerji toplamı olarak alınabilir. Dalga enerjisi her şeyden önce rüzgâra bağlı olduğundan bu enerji potansiyeli hakkında bir tahmin yapmak güçtür. Ancak dalga yüksekliği 1,5 m ve dalga periyodu 6,5 saniye olsa yaklaşık 14 kW/M'lik bir güç potansiyeli olur. Yani 4000 km olan Akdeniz ve Karadeniz sahil şeridimizin potansiyeli 56 GW demektir.

Dalga enerjisinden, a) Dalga yüzeyi ve su seviyesi basınç değişiminden b) İlerleyen dalganın yüzey profil değişiminden potansiyel enerji olarak c) Su taneciklerinin ileri dalga ve orbital hareketi d) Sağ su- lar da su taneciklerinin dağılım hareketinden kinetik olmak üzere 4 tür yararlanılabilir.

Dalga enerjisinden elektrik üretimi denemeleri araştırma ölçeğinde yapılmaktadır. Yukarıdaki dört tür yararlanma teknikleri henüz çok pahalıdır. Dalgakıran-sistemi ve su altı döner pedallı pompa tipi tekniklerle 5-100 MW potansiyelli tesisler plânlanmaktadır. Henüz dünya ener-

ji tüketimine katkısı yoktur.

Deniz Isısı ve Deniz Akıntısı

Güneş ışınlarının mevzi olarak yeryüzüne farklı şiddetle düşmesi ve deniz suyunu farklı ısıtması hem deniz suyu sıcaklık farkına, hem de bunun sonucu deniz akıntısına sebep olur. Bu enerjinin küçük bir kesrinin bile ekonomik kullanılabilmesi, klasik yakıtların tüketiminde önemli ölçüde tasarruf sağlayabilir. Dünyada belli başlı akıntılar; Guinea, Körfez, Brezilya, Mozambik ve Australya akıntılarıdır. Deniz akıntılarındaki enerjinin büyüklüğünü Meksika Körfezi örneğinde inceleyelim. Körfezde 2 m/s'nin üzerinde bir akıntı hızı ile, 50 km genişliğinde ve 120 m derinliğinde bir su kütlesinin hareketi, 24 GW'lık bir enerji potansiyeli demektir. Ülkemizde yararlanılabilir tipik akıntı, İstanbul ve Çanakkale boğazlarındaki boğaz akıntısıdır. Karadeniz'in soğuk suyu dipten Akdeniz'e akarken, Güneyin sıcak suyu da üstten Karadenize akar.

Akıntı enerjisi, denize yerleştirilen serbest hareketli bir su türbini yardımı ile elektrik enerjisine çevrilebilir. Bu şekilde alınan enerji teorik değerın % 59'unu geçemez. Ayrıca türbinden akıntı suyunun en çok % 30'unun geçirilebileceği ve ekolojik nedenler de dikkate alınır-sa, pratikte teorik potansiyelin en çok % 10'undan yararlanılabilir. Yapılması gereken yatırım da düşünülürse deniz akıntısının dünya enerji sorununun çözümüne önemli bir katkısı olmayacağı söylenebilir.

Buna karşılık deniz suyu sıcaklığından yararlanarak daha büyük enerji potansiyeli insanlık hizmetine sunulabilir. Dünya denizlerine ortalama (gece, gündüz, yaz, kış vs.) 200 W/m^2 , sıcak denizlere de $250-300 \text{ W/m}^2$ güneş enerjisi düşer. Bu enerjinin önemli bir kısmı suyun buharlaşmasında kullanılırsa da yaklaşık 1/5 i suda kalır ve suyu ısıtır. Dünya tropikal denizlerine aktarılan enerji yılda $2 \cdot 10^8$ TWh kadardır. Bu enerji daha çok suyun yüzeye yakın tabakasını ısıtır, alt tabakalara geçen ısı azdır. Örnek olarak ekvator bölgesinde deniz suyu sıcaklığı yüzeyde $25-30^\circ\text{C}$ kadar olduğu halde deniz dibi derin kısımlarında $5-10^\circ\text{C}$ arasındadır. Yüzey ve dip suyu arası $15-25^\circ\text{C}$ 'lik sıcaklık farkı olduğuna göre etki derecesi küçük de olsa termodinamik yasalarına göre sıcaklığın yüksek olduğu üst tabakadan sıcaklığın düşük olduğu alt tabakaya enerji aktaran bir çevrim makinası ile bedava enerji kazanabiliriz.

Teorik olarak bütün denizlere bir deniz ısı santrali kurulabilirse de pratikte sıcaklık farkının yüksek olduğu ve üstten sıcak su akıntısı, alttan soğuk su akıntısı olan sahil yakınlarındaki bölgelerde ekonomik olabilir. İdeal çevrimli bir termodinamik santralin etki derecesi Carnot kanunu ile verilir. Buna göre 22°C sıcaklık farkı olan yerde çalışan "deniz ısı santrali" nin etki derecesi, yani teorik verimi % 7 dir. Çevrimdeki diğer kayıplarla ancak % 3'lük bir verime ulaşılır.

Halen dünyada böyle bir termodinamik deniz ısı santrali ile elektrik üreten sistemler üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. A.B.D'de özellikle 1960-70 yılları arasında yapılan çalışmalarla, en az 100-400 MW'lık santrallerin uygun olabileceği belirtilmiştir.

Böyle bir santral 100-2000 m genişliğinde deniz dibine doğru 600 m'ye kadar inen boruları olan denizde yüzen ada olarak öngörülmüştür. Üzerinde çalışan deniz suyu önce düşük basınçlı buharlaştırıcıda buharlaştırılır. Bu buharlaşma ısı akıntı halindeki sıcak deniz suyundan alınır. Buhar türbine geçer ve bir jeneratör üzerinden elektrik enerjisi üretilir. Buhar soğuk deniz suyu ile soğutulur bir yoğunlaştırıcıda tekrar yoğunlaştırılır. Kapalı Rankine'de ise buhar fazı propan, amonyak gibi kapalı sistemde tutulan uçucu maddedir.

Halen deniz ısı santralleri ile elektrik üretimi ekonomik olmaktan uzaktır. Başlıca güçlükler deniz suyunda korrozyon ve yüzey suyunda mikrop üremesi ile üretilen elektriğin tüketim yerine taşınmasıdır. Deniz ortasında üretilen elektriğin taşınması güçlüğü açık. Sıcak denizlerde % 3 verimle teknik ve ekonomik yararlanılabilir deniz ısı potansiyeli yıllık 6.10^8 GWh olup, yalnız sahile 10 km uzaklıktan yararlanılsa bile 3.10^6 GWh'lık bir potansiyel mevcuttur. İyimser tahminler yakın gelecekte bu yolla elektrik üretiminin ekonomik olacağını söylemektedirler.

7- DİĞER ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI

a) Biyoenerji ve Biyogaz: Hayvan ve bitki artıklarının havasız bozunması sonucu oluşan uçucu organik alkoller, hidrokarbonlar ve diğer yanıcı gazların yakılarak enerjiye dönüştürülmesidir. Bu konu N. KÜLCÜ tarafından ayrıca anlatılacağından burda üzerinde durulmayacaktır.

b) Akarsu enerjisi: Dünya akarsularının eskiden beri enerji kaynağı ola-

rak kullanılması ve hidroelektrik enerjisinde klasik enerjiler içerisinde düşünülmediğinden burda ayrıca incelenmemiştir. Ancak özellikle küçük akarsulardan da enerji üretiminde yararlanılması, diğer enerji kaynaklarına talebi önemli ölçüde azaltabilir.

c) Buzul enerjisi: Grönland ve Antartika gibi yerlerdeki buzul dağları büyük bir enerji potansiyeline sahiptir. Buzul dağları yüksekliği yer yer 3000 m'yi bulur. Buzul dağları sıcak geçen mevsimlerde, örnek olarak Grönland'ın güney bölgelerindeki buzullar yaz aylarında erir. Bu şekilde buzun erimesi ile oluşan su hacmi 40-50 km³ kadar olup, şayet bir kanala alınabilse veya barajda toplansa elektrik enerjisi üretimi faydalanılabilir. Yaz aylarında Grönland'ın yalnız güney sahil kısımlarının ve ancak 900 m'ye kadar yükseklikteki buzların eridiği düşünülerek yapılan hesaplamada Grönland'ın yararlanabilir potansiyeli 1.10⁵ GWh olarak hesaplanmıştır. Henüz dünyada buzul enerji kullanımı yoktur. Ancak zamanla gerekli yatırım yapılabilirse büyük enerji potansiyelinden faydalanılabilir.

8- SONUÇ

Dünyamızda miktarı sınırlı olan kömür, linyit, doğalgaz ve petrol gibi fosil yakıtlar yakın bir gelecekte tamamen kullanılmış olacaktır. Akarsuların teknik mümkün olan potansiyelinden tam yararlanılsa bile dünya enerji ihtiyacını karşılamaktan uzaktır. İnsanlığın ulaştığı bugünkü teknik ve kültürel yaşama düzeyini koruyabilmek için eksilen enerji kaynaklarının yerine yenisini koyması gerekecektir. Görüldüğü gibi dünyamızda yararlanılabilir çok kaynak vardır. Bu yeni kaynakların kullanılmasında henüz güçlükler vardır. Bu güçlükler başlıca; a) alternatif enerjinin yararlanabilir şekle dönüştürülmesi b) tüketim yerine taşınması c) tüketileceği zaman kullanılmak üzere depolanması d) tüketilebilir şekle çevrilmesi e) yararlanma sistemlerinin geliştirilmesinde karşılaşılmaktadır. Bunların çözümü ise zaman ve para gerektirir. Araştırmaya zaman ayrılır ve para yatırılırsa bilim ve teknik daha nice enerji kaynağını hizmete sunar.

KAYNAKLAR

- 1- Matthöfer, H., Energiequellen für Morgen, Umschau Verlag Frankfurt am Main, 1976.
- 2- Linder, H., Kraftquell Kernenergie, Urania-Verlag Leipzig. Jena Berlin, 1975.
- 3- Zuhlen, Daten Fakten, Der Fischer Weltalmanach S.634 IAEA ve OECD Raporu, Fischer Taschenbuch Verlag, 1979.
- 4- 10. Dünya Enerji Konferansı 19-23 Eylül 1977, İstanbul
- 5- 1984 Hükümet Programı "Enerji" s., Başbakanlık Matbaası, 1983