

## **EMO GENÇ DİYARBAKIR ŞUBE BİLDİRİSİ** **NÜKLEER ENERJİ VE YENİLENEBİLİR GERÇEKLIK**

### **Nükleer Enerji Nedir?**

Atom çekirdeklerinin parçalanması sonucunda büyük bir enerji açığa çıkmaktadır. Ağır atom çekirdeklerinin nötronlarla bombardımanı sonucunda bu çekirdeklerin parçalanması sağlanabilir; bu tepkimeye "filyon" adı verilmektedir. Her bir parçalanma tepkimesi sonucunda açığa filyon ürünleri, enerji ve 2-3 adet de nötron çıkmaktadır. Uygun şekilde tasarlanan bir sistemde tepkime sonucu açığa çıkan nötronlar da kullanılarak parçalanma tepkimesinin sürekliliği sağlanabilir (zincirleme tepkime). Bunun haricinde hafif atom çekirdeklerinin birleşme tepkimeleri de büyük bir enerjinin açığa çıkmasına sebep olmaktadır. Bu birleşme tepkimesine "füzyon" adı verilmektedir. Bu tepkimenin sağlanabilmesi için atom çekirdeğinde bulunan artı yüklerin birbirini itmesinden kaynaklanan kuvvetin yenilmesi gereklidir. Bu nedenle çok yüksek sıcaklığa çıkılan sistemler kullanılmaktadır. Çok yüksek sıcaklıkta yüksek enerjiye ulaşan atom çekirdeklerinin çarpışması ile füzyon tepkimesi sağlanabilmektedir. Filyon ve füzyon tepkimeleri ile elde edilen enerjiye "çekirdek enerjisi" veya "nükleer enerji" adı verilmektedir.

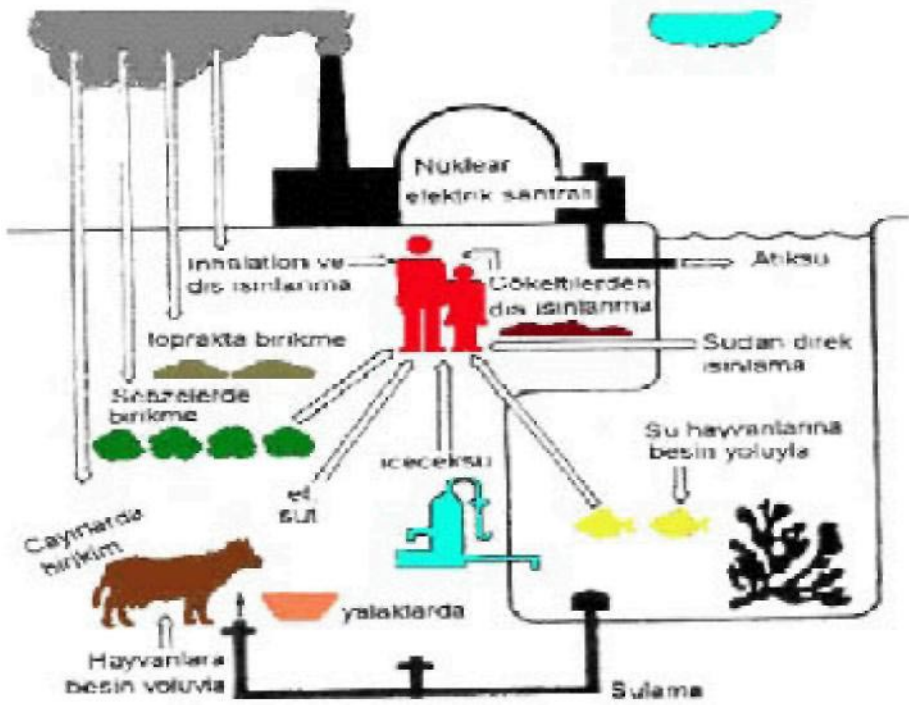
## **Nükleer Enerjiden Elektrik Üretimi**

Nükleer reaktörler nükleer enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Temel olarak fisyon sonucu açığa çıkan nükleer enerji nükleer yakıt ve diğer malzemeler içerisinde ısı enerjisine dönüşür. Bu ısı enerjisi bir soğutucu vasıtasıyla çekilerek bazı sistemlerde doğrudan bazı sistemlerde ise ısı enerjisini başka bir taşıyıcı ortama aktararak türbin sisteminde kinetik enerjiye ve daha sonra da jeneratör sisteminde elektrik enerjisine dönüştürülür. Malzemelerin çok çeşitli fiziksel, kimyasal ve nükleer özellikleri sebebiyle pek çok değişik nükleer reaktör tasarımı mevcuttur.

## **Nükleer Etkiler**

Resme baktığımızda gözümüze çarpan ilk şey, nükleer santraller aracılığıyla birçok noktada yüksek dozda radyasyona maruz kaldığımız gerçeğidir. Gerçek diyorum çünkü birileri bunları bize allayıp pullayıp güzelmişçesine, zararsızmışçasına yamamaya çalışıyor. Bizi kandırmaya çalışıyorlar. Resmin sol tarafına bakarsak ilk olarak nükleer santralin bacasından çıkan dumanın, soluma ve dış ışınlanma yoluyla vücudumuza giriverdiği, toprakta birikme ve buradan sebze ve meyvelere geçmesi ve onları yememizle vücudumuza girmenin başka yolunu bulduğu, toprakta birikme, bu yolla hayvanlara ve yediğimiz et, içtiğimiz süt vasıtasıyla hücum ettiği görülmektedir radyoaktif atomların hücrelerimize.

Sağ kısımda santrali soğutmak maksadıyla kullanılan suyun atık su diye nehre veya içme suyu olarak kullandığımız alanlara bırakılmasıyla da radyasyona doğrudan/dolaylı olarak radyasyona maruz kalmaktayız. Soğutma suyunun atık su olarak bırakılmasıyla sudan direk ışınlanma yoluyla, bu sudaki canlıların yenilmesiyle veya bu sudan sulanan hayvanların etinden veya sütünden geçebilmektedir radyoaktif atomlar insan vücuduna.



### İnsan Sağlığına Etkileri

Burada sadece radyoaktif atomların insan vücuduna nasıl bulaştığını anlatmıştık. Oysa burada insan vücudunda netarız bir serüven yaşadığını göreceğiz ve ne tür zararlar verebileceğini. Eksternal ışınlamayla, radyoaktif iyot izotoplarının solunması ve yutulmasıyla Tiroidin aldığı doz ve yine eksternal ışınlamayla ve radyoaktif caesium izotoplarının yutulması ile tüm vücudun ışınlanması başlıca etkilenme şekilleridir. Kazadan etkilenme derecelerine göre farklı gruplar tanımlanmıştır:

- 1) Kazadan sonraki bir hafta içinde 30 km yarıçaplı bir alandan uzaklaştırılanlar. Bu insanların hem vücutları hem de tiroitleri önemli ölçüde doz aldı. Tiroidin aldığı doz erişkinlerde 70 millisievertten çocuklarda 1,000 millisieverte değişirken, tüm vücudun aldığı doz ortalama 15 millisievert tahmin edilmektedir.

2) Kurtarma ve bir kaç yıl süren radyoaktivitenin temizlenmesi çalışmalarında görev alanlar. Bunlardan nükleer santral personeli, itfaiyeciler ve tıbbi yardım personeli gibi, kaza yerinde bulunanlar çok yüksek doz almışlardır. Bazılarında akut radyasyon sendromu gelişmiş acil tıbbi tedavi yapılmıştır. Bu kişilerin tüm vücudu 1–10 Gy eksternal, radyonüklidlerin de etkisi ile başta tiroit olmak üzere daha da yüksek internal dozlar almışlardır

3) Yıkılan Sovyetler Birliği'nin kontamine olmuş, metre kare başına 555 kilobecquerel'den fazla radiocaesium depolanmış, hala koruyucu önlemler alınmasını gerektiren bölgelerinde yaşamaya devam edenler var. Yalnız radyoyodin ile kontamine inek sütünün kazadan sonrası bir kaç hafta kullanılması sonucunda tiroit dozları arttı; ihmal edilebilir düzeylerden 40 sieverte ve 0–7 yaş grubu çocuklarda ortalama 1 sievert.

4) Kaza sırasında açığa çıkan iyotin ve caesium gibi, uçucu nitelikte radyoaktif maddeler tüm kuzey yarım küreye yayıldı. Eski Sovyetler Birliği dışındaki insanların aldığı dozlar nispeten düşüktür ve radyoaktif bulutun geçmesi sırasında yağmur yağıp yağmamasına göre büyük farklılıklar gösterir.

### **Sağlığa Etkileri**

Sağlığa önemli etkilerinden biri, etkilenen insanlarda oldukça yaygın olan psikolojik strestir. Bu radyasyonun ve etkilerinin yeterince bilinmemesinden, toplumu yönetenlere ve resmi uzmanlara güvensizlikten, toplumsal yapının, geleneksel yaşayış biçiminin kaza ve uzun süreli etkilerince sekteye uğramasından kaynaklanır.

### **Radyasyon Hücreleri Nasıl Etkiler?**

Radyasyon DNA'ya, doğrudan kırıklara neden olarak ve su molekülleri ile etkileşmesi sonucunda ortaya çıkan serbest oksijen radikalleri aracılığıyla zarar veriyor. Radyoterapide kullandığımız dozlarla,

normal hücre DNA'sı radyasyonla yaralandığında p53 dediğimiz bir protein devreye girerek hücre döngüsünü durduruyor. DNA onarıldıktan sonra hücre bölünerek çoğalmaya devam ediyor. Eğer, DNA hasarı onarılamayacak kadar büyükse apopitoz dediğimiz doğal yaşlanmaya benzeyen süreç başlıyor ve hücre canlıya hemen hemen hiç zarar vermeden ortadan kaldırılabilir. Yüksek dozlarda veya radyasyona duyarlı kişilerde, hücre döngüsünü durduran veya DNA'yı onaran moleküller de zarar görmüşse, hücre bölünme yeteneğini kaybediyor veya itozdan sonra ölecek nekroza neden oluyor. Radyasyonun neden olduğu genetik değişikliklerin onkogenleri etkinleştirerek veya tümör oluşumunu durduran genleri baskılayarak karsinogenezi başlatması olasıdır. Karsinogenezi başlatabilecek radyasyon dozunun alt sınırı yoktur. Bu nedenle radyasyona başlı ortaya çıkan kanserden tamamen korunmak için izin verilebilecek bir üst doz sınırı tanımlanamaz.

Radyasyona bağlı karsinogeneze en duyarlı organlar, kemik iliği, meme, tükrük bezleri ve tiroiddir. Düşük doz radyasyon aylar, yıllar sonra karsinogenez dışında, kronik radyasyon sendromu, teratogenez, katarakt oluşumu, kronik radyodermatit, fertilitenin azalması ile de sonuçlanabilir. Kronik radyasyon sendromu ilk kez nükleer silah yapımında çalışan ve yılda 2–4.5 Gy radyasyon alan işçilerde tanımlanmıştır. Hafif vakalarda, nöroregulatuvar bozukluklar, lökopeni ve trombositopeni vardır. Ağır vakalarda, anemi, gastrointestinal mukozada atrofi, ensefalomiyelit ve immün baskılanma da tabloya ilave olur. Radyasyon kirliliği olan bölgelerde uzun süre kalınması veya kirlenmiş su ve gıdalarla uzun süre beslenilmesi de kronik radyasyon sendromuna neden olabilir. Bu sendrom, kemik iliği 3 yıl süreyle yılda en az 1 Gy radyasyon alanlarda gelişir. Semptomlar çok çeşitlidir; uyku bozuklukları, iştahsızlık, halsizlik, çabuk heyecanlanma, konsantrasyon bozukluğu, hafızada zayıflama, huy değişiklikleri, baş dönmesi, ataksi, parestezi, baş ağrıları, burun kanaması, titreme, bayılma nöbetleri,

kemik ağrıları ve sıcak basmasından oluşur.

### **Tarım ve Çevre Etkileri**

Kazanın besin üretimi ve ormanlar üzerine etkisi çok daha önemli düzeylere varmıştır. Öyle ki eski SSCB’de geniş tarım alanları hala kullanım dışı tutulmakta ve daha uzun süre bu uygulamanın devam edeceği tahmin edilmektedir. Avrupa’da da bazı bölgelerde hala önlem alınmaya devam edilmektedir. Ağaçların radyoaktiviteyi filtre etme özellikleri nedeniyle en çok ormanlar zarar görmüş, bu olumsuz etki Çernobil yakınlarındaki Kırmızı Orman’ın tamamen yok olmasına neden olmuştur.

### **Atık Sorunu**

Ortalama gücü 1000 MW olan bir nükleer santral yaklaşık 27 ton yüksek düzeyli, 250 ton orta düzeyli ve 450 ton düşük düzeyli atık üretir. Bu atıklar ve tükenmiş yakıt çubukları 10-20 yıl boyunca reaktörün içindeki ya da yanındaki havuzlarda bekletilerek radyasyon seviyesi düşürülür. Ancak atıklar reaktörden çıkarıldıktan sonra yaklaşık 1 milyon defa daha fazla radyoaktiftir. Ve hâlâ oluşan yeni izotopların radyoaktif bozunmalarından ötürü ısı üretirler. Geriye kalan ve sıvılaştırıldığı için 200 bin defa daha fazla hacim kaplayan milyonlarca metre küplük, yüksek seviyeli sıvılaştırılmış radyoaktif atıkların da çelik tanklarda çevreden binlerce yıl yalıtılması gerekmektedir. Ancak radyoaktif sızıntıyı nihai olarak engelleyecek hiçbir yalıtma sistemi yoktur. Nükleer santraller çalışırken plütonyum üretmektedirler. Bir gram plütonyumun 5 milyonda birinin bir insan tarafından solunması, o kişinin akciğer kanserine yakalanması için yeterlidir. Diğer bir deyişle, 1 gram plütonyum 5 milyon insanın akciğer kanserine yakalanmasına sebep olabilir. Acıdır ki, 1.5 kilo plütonyum kullanarak dünyadaki herkesi akciğer kanserli yapabilirsiniz.

### Sorun İçin Çözüm Önerileri

— Reaktörde 3-4 yıl kullanıldıktan sonra çıkartılan yakıt çubukları, reaktör kompleksindeki soğutma havuzuna aktarılır. Bu noktada atık yakıt, yalnızca yüksek düzeyde radyoaktif değil, aynı zamanda çok sıcaktır. Su, hem yakıtı soğutur hem de işçilerle çevre halkının zararlı ışınımından korur. Şimdilik ABD’de atık yakıtın tümü, nükleer santrallerdeki havuzlarda tutuluyor. Ancak 2010 yılına kadar santrallerin çoğunda atık depolayacak yer kalmayacak.

— Atıkların, uzaya bırakılmasının avantajı, bunların insanlı ortamdan kalıcı biçimde uzaklaşması. Ancak, dezavantajlar daha büyük. Fırlatılış sırasında, radyoaktif maddeleri çevreye saçacak bir kaza olasılığı bu seçeneği kabul edilemez yapıyor. Ayrıca çok sayıda fırlatmanın gereksinmesi ve bu konuda uluslar arası bir anlaşma sağlamanın güçlüğü, yöntemi pratik olmaktan çıkarıyor.

— Okyanusun dibine gömülme önerileri var. İnsandan uzak olması nedeniyle akla yakın bir seçenek. Fakat olası bir deprem neticesinde nelerin olabileceğini hesap etmek o kadar da güç değil.

— Yeniden işleme ve dönüştürme yöntemi atık sorununda bir çözüm olarak sunuluyor. Yöntemin avantajı, atık miktarını düşürmesidir. Dönüştürme, gömülme süresini büyük ölçüde azaltacak. Ancak kesin çözüm değildir.



**Resim:** Yucca Dağı-Nevada. ABD elindeki nükleer atıkları, en erken

2010 yılında hizmete girecek olan bir yeraltı deposuna nakletmeyi düşünüyor. Tartışmaları bitmeyen proje, fotoğrafta gördüğünüz harika bir görsel zevk uyandıran dağın altında bir depo inşaatı içeriyor. Depo, yüzeyden 300 mt. derinde ve su tabakasının 300 mt. yukarısında inşaa ediliyor. 1987 yılında yüksek seviyeli radyoaktif atıkların depolanması için Yucca Dağları'nda çalışmalara başlanmıştır. Toplam inşaat maliyetinin yirmi altı milyar dolar olduğu bu tesiste, sadece yer seçimi için altı milyar dolar harcanmış ve 1998'de tamamlanması planlanan sahanın açılışı 2010 yılına ertelenmiştir.

### **Sonuçlar**

Modern sanayi dünyasının tarihinde bu düzeyde, hatta daha büyük bir çok felaket yer almaktadır. Ancak, Çernobil kazasının, ciddiyeti yanında, özellikle iyonizan radyasyonun varlığı nedeniyle insanlık üzerinde önemli etkileri oldu. Yalnız, kısa vadede neden olduğu sağlık sorunları, fiziksel, endüstriyel ve ekonomik zararları yanında sosyoekonomik karışıklık, psikolojik stres ve nükleer enerjinin sarsılan imajı, gibi uzun süreli etkileri olmuştur.

### **Değişik Ülkelerdeki Nükleer Enerjinin Durumu**

#### **ABD**

—Yapılan anketlerde halkın %65'i nükleere karşıdır. —Son 17 yılda hiç nükleer santral yapılmamıştır. —Çernobil'den sonra projelendirilen 128 santral iptal edilmiştir. 1978'den beri hiç sipariş yok.

#### **İSPANYA**

—56 nükleer santral planlamış ancak 8 tane yaptıktan sonra geri kalanları iptal etmiştir.  
—1984'te hükümet yüksek maliyetli olduğu için projelendirilen beş santrali durdurmuştur.



**İTALYA**

—1987’de yapılan referandumla 3 santral kapatıldı.

**İSVEÇ**

—1980’de yapılan referandumla 2010 yılından sonra nükleer santraller tasfiye edilecek.

**İNGİLTERE**

—Çernobil’den sonra yapımı süren üç santral iptal edilmiştir.

**İSVİÇRE**

—15 yıldır hiç nükleer santral yapılmıyor.

—1990’da yapılan referandumla 2000 yılına kadar tüm nükleer program askıya alındı.

**ALMANYA**

—Yapılan kamuoyu yoklamalarında halkın %69’u nükleer santrale karşı.

—1986’dan sonra dört santral kapatıldı. Planlanan bir santralden de vazgeçildi.

**AVUSTURYA**

—Tamamlanmış olan nükleer santralleri çalıştırmıyor.

**FİLİPİNLER**

—Tamamlanmış olan nükleer santralleri çalıştırmıyor.

**AVUSTRALYA, İZLANDA, İRLANDA, DANİMARKA, NORVEÇ, PORTEKİZ ve YENİZELENDİ**

—Kesinlikle anti-nükleer politika uygulanıyor.

**Nükleer santraller ilk kuruluş aşamasında çok pahalıdır. Kilowatt başına ilk kuruluş maliyetleri:**

Hidrolik Santraller (baraj gövdesine bağlı olarak değişir)	750 – 1.200 US\$
Linyit Santralleri	1.600 US\$
İthal Kömür Santralleri	1.450 US\$
Doğalgaz Santralleri	680 US\$
Nükleer Santraller	3.500 US\$
Rüzgar Santralleri	1.450 US\$

### **Nükleer enerji işletme aşamasında da en pahalı enerjidir.**

Hidrolik Santrallerde	0.0005 US\$
Linyit Santrallerinde	0.0250 US\$
Doğalgaz Santrallerinde	0.0300 US\$
İthal Kömür	0.0350 US\$
Rüzgar Santrallerinde	0.0450 US\$
Nükleer Santrallerde (ABD)	0,0750 US\$

Dünyadaki Uranyum Rezervleri 6.000.000 tondur ve hiç yeni santral kurulmasa bile şu anda mevcut olan santrallere ancak 50 yıl yetecek kapasitededir. Buna karşılık dünyanın kömür rezervi 250 yıllık, doğalgaz rezervi 100 yıllık ve petrol rezervi de 100 yıllıktır. Su, rüzgar ve güneşin ise zamana bağlı bir sınırı yoktur.

“Ülkemizin 10.000 ton Uranyumu ve 380.000 Toryumu var bunları değerlendireceğiz ve enerjide dışa bağımlı kalmayacağız” demek gerçek bir kara cahilliktir. Çünkü; 10.000 ton Uranyum rezervi içinde sadece 100 ton Nükleer Santralde kullanılabilen Uranyum 235 vardır. Gerisi Uranyum 238’dir ki Nükleer Santralde kullanılamaz. Toryum ise tıpkı Uranyum 238 gibidir ve Nükleer Santralde kullanılamaz. Ayrıca ülkemizde Uranyumu Nükleer Santralde kullanmaya yönelik yakıt hazırlama teknolojisi yoktur. Yakıt işleme teknolojisine sahip bir kaç ülkeye bağlı kalınacaktır.

### **Birileri Vazgeçerken Biz Neden Alıyoruz?**

Çünkü belli bir enerji politikamız yok. Çünkü biz siyaset alanında başkalarının ağzına bakıyoruz. Çünkü birileri bizi kolayca kandırılacak lokma olarak görüyor. Çünkü biz gelişmekte olan ülkeyiz ve bu gelişme çabamızı "gelişme = daha çok enerji" söyleminde, gözünde dolar işareti taşıyan nükleer lobilerin hedefindeyiz. Çünkü biz, nükleer çöplük olabilecek Toroslara sahibiz. Çünkü biz; insanca yaşama çabasında, kendini dev zannedenlere karşı hala direnenlerdeniz.

### **Yenilenebilir Enerji ve Yenilenebilir Enerji Türleri**

**Biokütle Enerji:** Her türlü yeşil bitkilerden (bitki ve ağaçlardan) ve hayvan artıklarından oluşan organik ürünlerdir. Aslında, bu diğer bir güneş enerjisi şekli ve yeşil bitkilerde kimyasal enerji olarak depolanmış olup, ısı enerjisi ve elektrik enerjisine yakılarak çevrilebilir veya katı yakıt, sıvı ve gaz halinde enerji taşıyıcısı olarak da kullanılabilir. Biokütle, geleneksel ve modern biokütle olarak iki bölümde anlatılabilir. Geleneksel biokütle, yüzyıllar boyunca ağaç, hayvan artıkları yakılarak kimyasal enerji, ısı enerjisine dönüştürülür ve bunun uzun bir tarihi vardır. Ağaç kütükleri ve tezek, ısıtma ve pişirmede gelişmekte olan ülkelerde (2-4 milyar insan tarafından) kullanılmaktadır. Biokütle, bazı işlemlerle etanol, metan ve biodizel yakıtlarına dönüştürülebilir. Bunlar modern biokütle olarak adlandırılır. Örneğin Çin, Hindistan ve Brezilya'da hayvan artıklarından elde edilen metan gazı aydınlanma, pişirme ve elektrik enerjisi üretiminde kullanılır. Brezilya'da modern biokütle, birincil enerji ihtiyacının %20'sini karşılamakta ve taşıt yakıtı olarak kullanılmaktadır. Biokütlenin gazlaştırılması ile elde edilen metan gazı, geniş ölçüde doğal gaza paralel olarak kullanılır. Biokütleden elde edilen etanol ve biodizel, türlü taşıt araçlarının yakıtıdır. Etanol doğrudan doğruya veya benzine/ dizel yakıtına karıştırılarak yanmayı arttırmayı ve taşıt emisyonunu azaltmayı sağlar

(CO, % 25-35 azalabilir). Diğer taraftan, benzinle karşılaştırıldığında CO<sub>2</sub> emisyonu %90 daha azdır. %10 etanol, %90 benzin karışımı geniş miktarda kullanılmaktadır.

Biodizel, dizel motorları için alternatif bir yakıt olup, bitki yağlarından ve hayvansal yağlardan üretilen, yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. %100 biodizel, sülfür emisyonunu ortadan kaldırır, fakat azot oksit (NOx) emisyonunu artırır. Biodizel soya yağından ve çeşitli bitki yağlarından da elde edilir; kısacası bitki veya hayvansal yağların alkol ile kimyasal tepkimeye girmesi ile elde edilen yeni bir bileşimdir. Güneş Enerjisi, yerkürenin her köşesinde var olup, büyük bir enerji potansiyeline sahiptir. Asırlardan beri kullanılmakta olup, yenilenebilir bütün enerji kaynaklarının kaynağı da güneş enerjisidir. Fakat güneş enerjisinin güneş kolektörleri ile gerekli miktarda bir yerde toplanması ve depolanması bir problemdir. Enerji dağılım merkezlerinden uzak, küçük yaşam alanlarında, güneş enerjisi kullanılarak 1-2 MW gücünde küçük santraller yapılabilir. Yeni, güvenilir, ekonomik teknolojiler geliştirilmedikçe, güneş enerjisinin bir ülkenin elektrik enerjisi gereksinimine önemli katkısı olanak dışıdır. Güneş enerjisini direkt elektrik enerjisine çevirebilen fotovoltaik (PV) piller geliştirilmektedir. Bu piller üzerine düşen güneş enerjisinin %10-20'sini direkt olarak elektrik enerjisine dönüştürür. Henüz bunlar pahalı sistemlerdir (~ 20 cent/kW-saat). Yapılan araştırmalar ışığında PV destekleyici kuruluşlar, 2020 yılında enerji fiyatını 6 cent/kW-saat olarak hedeflemektedirler. Bu durum oluşursa, fosil yakıtlardan elde edilen enerji ile ekonomik bakımdan rekabet etme olasılığı doğacaktır.

**Rüzgar Enerjisi:** Rüzgar enerjisi de güneş enerjisinin sonucudur. Güneş enerjisi sonucu atmosferde meydana gelen sıcaklık farkları, yerkürenin yüzey yapısının değişik formlarda oluşu ve yerkürenin dönmesi rüzgarları doğurur. Bölgenin bitki yapısı, akarsular, göller, denizler, dağlar ve tepeler rüzgar akışına etki ederler. İnsanlar yüzyıllardan beri,

bu enerjiden de çeşitli amaçlar için yararlanmaktadırlar. Şimdi önemli olan elektrik enerjisinin de rüzgar enerjisinden üretilmesidir. Rüzgar enerjisi, mekanik güç (yel değirmeni, su pompaları vb) olarak kullanıldığı gibi, bir jeneratör aracılığı ile rüzgarın mekanik enerjisi elektrik enerjisine de dönüştürülebilir. 11'inci asırda, Ortadoğu'da insanlar yel değirmenlerini kullanmışlardır. Ortadoğu'dan Avrupa'ya, ticaret yapan kişiler ve haclılarla geçmiştir. 1890 yılında Danimarka, rüzgarın kinetik enerjisini, bir jeneratör ile elektrik enerjisine dönüştürmüş ve bu sistem rüzgar türbini olarak adlandırılmıştır. Her zaman, rüzgar enerjisine ilgi petrol fiyatlarına bağlı olmuştur. 1970 yılında, petrol fiyatlarındaki ani artış, rüzgar türbinlerine ilgiyi arttırmış ve elektrik enerjisi üretiminde rüzgar enerjisinin rolü, ABD ve Avrupa'da artmıştır. Bugün, dünyada elektrik dağılım hatlarına bağlı olan toplam rüzgar türbinlerinin kapasitesi  $40 \times 10^9$  W (40.000 MW) dir. Geçen 25 yılda, ABD'de rüzgar enerjisi kullanımı artmıştır. Üretilen enerji temiz enerjidir; fakat her yerde gerekli hızlarda rüzgar mevcut değildir. Enerji dağıtım hatlarından (interkonnekte) uzak yerleşme bölgelerinde (örneğin, adalarda) 30 kW-2 MW ünite güçleri ile, istenilen güce göre ünite sayıları artırılarak çok faydalı enerji kaynağı olmaktadır. Ünite sayıları artırılarak güç artırılabilir ve enerji fiyatı kurulu güce bağlı olarak 3.5-9.5 cent/kW-saat arasında değişmektedir. Rüzgar türbinleri gelişmektedir. Örneğin, Hollanda'da toplam rüzgar türbini kapasitesi 2005'de 1000 MW, ülkemizde ise 20 MW olmuştur.

**Hidrojen ve Yakıt Pilleri:** Hidrojen, bir proton ve bir elektrondan oluşan en basit element olup, doğada çok fazladır ve genelde başka elementlerle, örneğin suyun ve birçok yakıtların (benzin, doğal gaz, metanol ve propan) bir bileşenidir. Bazılarına göre fosil yakıtların yerine geçebilecek çok cazip bir alternatif olarak görünebilirse de, doğada hidrojen enerji taşıyıcısı olarak serbest halde mevcut değildir ve belirtildiği gibi, su ve hidrokarbonların bir bileşeni olup, kimyasal

bir işlem ile elde edilmelidir ve bunun için enerjiye ihtiyaç vardır. Örneğin, su elektroliz yolu ile hidrojen ve oksijen moleküllerine ayrıştırılır ve buradan hidrojen ayrılarak elde edilir. Bu yolla elde edilen hidrojenin ekonomik olması düşünülemez ve aslında ekonomik olabilmesi termodinamik kurallara aykırıdır. Dolayısıyla başka yollardan elde edilmesi gerekir. Hidrojeni yakıt olarak kullanan yakıt pilleri geliştirilmektedir. Bu pillerde hidrojen, pilin katot kutbundan girer ve anot kutbundan gelen havadaki oksijen ve katot'tan, anot'a dış devreden gelen elektron ile birleşerek  $H_2O$  açığa çıkar. Yakıt pilleri, benzin ve dizel yakıtları gibi, motorlu taşıtlar, konut ve fabrikalarda güç kaynağı olur. Elektrik dağılım ağlarından uzak bölgelerde faydalı bir enerji kaynağıdır. Taşıt araçlarının çokluğundan hava kirliliğinin arttığı şehir ve şehir bölgelerinde taşıt araçları için kullanılır ve hiç zararlı bir emisyonu yoktur. Zamanımızda, dünyada hidrojen üretimi, fosil yakıtlardan özellikle doğal gazdan "steam reforming" yolu ile yapılır ve dolayısı ile fosil yakıt kullanımını azaltmaz ve  $CO_2$  emisyonu vardır. Bu sebepten  $H_2$  ekonomisinin gerçekleştirilmesi için, fosil yakıt kullanmadan, özel nükleer reaktörler, güneş enerjisi ile yüksek sıcaklıklarda ( $600-700^{\circ}C.$ ) suyu ayrıştırıp ve  $H_2$  ayırmakla mümkün olup, bunun için gerekli teknolojinin geliştirilmesi gerekir. Ancak bu yöntemi ticari hale getirebilmek için aşılması gereken sorunlar olduğundan, gerekli teknolojileri geliştirmeden, kullanıcılar için bir seçenek oluşturduğu söylenemez.

Katı halde depolanma daha güvenli olup taşıt araçları için, taşıt içinde depolanabilmesi açısından önemlidir. Dolayısıyla yüksek basınçlı depolama tankları teknolojileri geliştirilmektedir. Hidrojeni katı fazda depolama tekniklerinden birisi metal hidratlar, yani hidrojenin, bir metal ile kimyasal olarak tutulması ve belirli bir sıcaklıkta veya ortamda hidrojenin açığa çıkmasıdır. Bu yöntemde güvenlik önemli bir sorundur, bu nedenle emniyet kodları ve standartlarının geliştirilmesi ve kullanıcılar tarafından iyi bilinmesi gerekir.

ABD'de enerji bakanlığı, 2030 yılında ve daha sonra H<sub>2</sub> ekonomisine geçiş için çalışmalarını sürdürmektedir.

**Yakıt Pilleri:** Yakıt pilleri, gelecekte hidrojen ekonomisi için bir teknoloji olup, güç üretimi için büyük bir potansiyele sahiptir. Temiz bir güç kaynağı olup, benzin ve fosil yakıt için bir seçenektir. Geleneksel güç santralleri %30-35 verim ile elektrik enerjisi üretebilirler. Elektrik motoru, taşıtlarda kullanılan yakıt pilleri ile üretilen elektrik enerjisi ile çalıştırılırsa, yakıt enerjisinin %40-60'ını kullanmış olurlar. Ancak, yakıt pilleri halen gelişme sürecindedir. Yakıt pili yeni bir buluş değildir. İçten yanmalı motorlardan daha önce kullanılan bir tekniktir. Fakat, benzin kullanmak daha pratik olduğu için önemsizleşmiş, 1960 yılından itibaren NASA, uzay araçlarında kullanılmasına karar vermiştir. Yakıt pilleri, hidrojeni hava ile reaksiyon sonucu elektrik enerjisine çevirir ve H<sub>2</sub>O açığa çıkar. Bugün 200 kW, 3 - 4 MW kapasitelerde yakıt pilleri olup, bir akü gibi çalışır, fakat akü gibi boşalmaz. H<sub>2</sub> yakıtı geldikçe, elektrik enerjisi üretilir.

Teknoloji - Hidrojen ve Hidrojen Yakıt-Pilleri: Ekonomik yoldan elde edilebilen bir işlem ve uygun depolama yöntemlerinin olmaması, hidrojenin ticari olabilmesi için iki önemli faktördür. Araştırmalar, ekonomik yoldan hidrojen üretilmesi ve düşük fiyatlı, ağırlığı az olan depolama teknolojilerinin geliştirilmesi üzerinde yoğunlaşmıştır; karbon nano tüpleri ve metal hidratlar gibi. Depolama, taşıtlar için önemli bir faktördür. Yakıt pillerinin geliştirilmesi ve kullanılması için önemli olan fiyattır. Yakıt pilleri hızla gelişmektedir. Bazı yakıt pil tasarımı pahalı ve kıymetli metaller (katalizör), bazıları da yüksek sıcaklığa dayanıklı özel metaller ister.

### **Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Dair Veriler**

Yenilenebilir kaynakların, dünya enerji ihtiyacına geçmişte olduğu gibi bugün de büyük katkıları olmaktadır. 2000 yılında, küresel elektrik

enerjisine katkıları %20 olmuştur, fakat bunun önemli yüzdesi hidrolik santrallerden gelmektedir. Teknolojide gelişmeler, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının katkılarını arttırmaya devam etmektedir. Ülkemizde 2005 yılında kurulu jeotermal güç 15 MWe, rüzgar türbini 20 MWe ve belediye artıklarından 25 MWe olmuştur. Bunlar ülkemizde 2005' de toplam güce (35600 MWe) kıyasıyla ihmal edilebilir değerdedir. Rüzgar enerjisinin, güneş fotovoltaiklerinin, yakıt pillerinin kullanımı hızla gelişmektedir. Enerji üretiminde ve tüketiminde en gelişmiş teknolojilerin kullanılması esas olmalıdır.

Bu incelemeden görüldüğü gibi, hidrolik enerji kaynakları hariç, diğer yenilenebilir enerji kaynakları, bir ülkenin elektrik enerjisi problemini çözemez; fakat, enerji gereksiniminin karşılanmasına ve çevre sorunlarının azaltılmasına katkıları önemlidir. Enerji sorununu çok doğru stratejiler kullanarak çözmüş ve endüstride hızlı gelişme sağlamış ülkeler, fosil yakıt santralleri, hidrolik santraller, Kyoto protokolüne çok uygun olan nükleer santraller ve alternatif enerji kaynaklarını beraberce

kullanan ülkelerdir.

—Ülkemiz ekonomiklik analizi yapılmış olan 125.000.000.000 kwh'lik hidrolik potansiyelinin sadece %30'unu kullanmaktadır. Buna karşın henüz ekonomiklik analizi yapılmayan hidrolik potansiyelimiz de vardır.

—Yıllık 114.000.000.000 kwh olan linyit potansiyelimizin ise yine % 20'si kullanmaktadır.

—Elektrik enerjisi olarak yararlanılabilecek jeotermal potansiyelimiz 2.450 MW'tır bunun ancak % 2.97'sini kullanmaktadır.

—Rüzgar potansiyelimiz ise yıllık 83.000 MW'tır.

—Dünyada en çok güneş alan ülkelerden olmamıza karşın güneş enerjisinden yeterince yararlanılamamaktadır.

—Geçtiğimiz on yılda daha önce gündemde olmayan doğal gaz seçeneği ortaya çıkmıştır.



BÖLGE	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kWh/m <sup>2</sup> -yıl)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/yıl)
G.DOĞU ANADOLU	1460	2993
AKDENİZ	1390	2956
DOĞU ANADOLU	1365	2664
İÇ ANADOLU	1314	2628
EGE	1304	2738
MARMARA	1168	2409
KARADENİZ	1120	1971

**Resim:** Ülkemizin Bölgelere göre Güneş alma süreleri görülmektedir.

## Yenilenebilir Enerji Uygulamalarına Dünyadan Örnekleri

### Danimarka'da Geniş Bir Rüzgar Çiftliği

24 MW'lık Røssby Moor rüzgar çiftliği, Danimarka standartlarına göre bile büyük olarak kabul edilmektedir. Çiftlik 40 rüzgar türbininden oluşmaktadır. Türbinler, rüzgar hızına uyum sağlamak için iki değişik hızda çalışan bir jeneratör kullanmakta olup, çift etkilidir. Rüzgar çiftliğinin, ayrıca bir otomatik kontrol sistemi bulunmaktadır ve yılda 60 GWh elektrik üreteceği tahmin edilmektedir. Çiftliğin yerleşimi, bir kıyı bölgesinde bulunan büyük bir rüzgar çiftliğinin görsel etkisinden faydalanmıştır.

### Proje

Rüzgar türbini, 600 kW'lık 40 mikondan oluşmaktadır. Türbinler, 46 metre yükseklikte boru biçimindeki kulelere yerleştirilen rüzgara dik ve eğri karşılayan bölme makinelere yerleştirilmiştir. Saniyede 7–8 metre rüzgar hızına kadar, her türbin, 150 kW'lık üretim yaparak çift hızla çalışan endüksiyon jeneratörünü yönetir. Rüzgar hızı daha yüksek olduğunda jeneratör otomatik olarak 600 kW'a yükselir. Rüzgar çiftliğinden şu anda

üretilen enerji, Danimarka'da her birisinde birer ailenin yaşadığı 16.000 adet yeni yapılmış konuta enerji sağlayabilecek kapasitededir.

### **İçme Suyu Pompalayan Su Akımlı Türbinler**

Dünyada, hiçbir baraj veya bent gerektirmeyen "sıfır yüklü" kanal ve Nehirlerden merkezleştirilmemiş enerji üretim potansiyeli bulunmaktadır. Kanallardaki ve nehirlerdeki kinetik enerji, 24 saat mevcut olabilen ve su akımlı bir türbin aracılığıyla faydalanılabilecek bir enerji kaynağıdır. Garman su akımlı türbini, Juba'daki evsiz insanlara içme suyu sağlamak amacıyla Nil nehri üzerinde kullanılmaktadır. Bu tür bir su akımlı türbinin pervanesi tamamen suya gömülmüş bir şekilde su yüzeyinde durur. Türbinin kurulmasını basit ve ucuz bir şekilde yapılmasını sağlamak ve nehir trafiği engelini minimize etmek için, bir kazıkla nehrin bendine bağlanmıştır.

240 V elektrik üretmek için, üç kademeli bir motor jeneratör olarak kullanılır. Baterinin şarj edilmesinde dalgalı elektrik akımı veren üreteç kullanılır. Kuzey Sudan'da çalışmakta olan 240 V'lik bir sistemde, hem jeneratör hem de pompa makinaya bağlıdır. Bu da çiftçiye, gün içerisinde pompalama ve ürettiği enerjiyi depolama ve gece de elektrik elde etmesine ve kullanmasına olanak sağlar.

### **Performans**

En düşük nehir seviyesinde, türbin, hizmet edilen nüfusa yetecek bir miktar olan saniyede 2 litre filtre tankına dağıtır. İlk yapılan türbin 2 yıldan beri güvenilir bir şekilde çalışmaktadır. Yakın bir zamanda, suyun bir tepede bulunan başka bir tanka pompalanabilmesi için ikinci bir türbin daha yerleştirilmiştir. Diğer içme suyu dağıtım şebekesine su sağlamak için iki ayrı türbin daha kurulmuştur.

### **Sonuç**

Şimdi biri çıkıp; “ne yani, bu nükleerin hiç mi faydası yok?” diye sorabilir. Evet, var. Lakin nükleer santrallerin kurulmasıyla birlikte elimizden uçanları ve kaybedeceklerimizi düşünecek olursak sanırım fayda denilen şey götürdüklerinin yanında devede kulak kalır. Elektrik üretiminin amacı insan huzur ve refahını yükseltmek, günlük yaşantısını kolaylaştırmak iken, öylesi bir üretim çeşidiyle insan hiçesayılıyor ki doğrusu sessiz kalmak vicdan sahibi insanların istese de yapamayacağı bir durum. Yenilenebilir enerji doğayı yıkmadan, doğal dengeleri bozmadan üretebileceğimiz bitmez tükenmez bir enerji çeşidi. Güneş, rüzgar; size ömür boyu garanti sözü verirken nükleerin peşine takılıp, elli yıllık bir macerayı sonuçlandırmak ve sonunda kaybeden olmak ne kadar doğru, onu vicdanlara bırakıyorum. Ortaya koyulmuş veriler ışığında, elli yıllık nükleer maceranın sonu olmadığını görüp, hatadan büyük bir dersle döner ve rüzgar türbinleri, güneş panelleri, hidrojen yakıt pilleri, vb. yenilenebilir enerjiye katkı sağlayacak AR-GE çalışmaları içerisine girersek nükleer yolda harcanmış onca yılın kaybını çok daha fazla kazançla kapatabiliriz. Yeterli ve gerekli beyinsel dehamız var. Yeter ki istikrarlı bir enerji politikası belirleyebilelim. İmf politikalarını değerlendirmeden, kayıtsız şartsız kabul etmeyelim. Kendi iç politikalarımız için dışarıya bakmayalım. Kendi içimizde arayalım kendi cevaplarımızı. Kendi içimizde...

EMO Diyarbakır Şube Genç Komisyonu Üyesi

**Fırat Erdoğan**