

# Enerji ve Çevre

Öner Çolak  
H.Ü. Nük. En. Müh. Böl.

Enerji üretiminin çevre etkileri değişik biçimlerde değerlendirilebilir. Bu değerlendirmeler,

her bir kaynak için birim enerji üretimine karşılık gelen kirlenici madde tip ve miktarları, bunların çevre ve atmosfer içerisinde dağılımları, çalışanların ve halkın sağlığı üzerine etkileri, atığın miktarı ve zehirliliği, uzun dönemde çevre ve ekolojik sistemler üzerindeki etkileri açıklanarak yapılabilir.

Dünya elektrik üretim rakamları incelendiğinde % 60 ile en büyük payı fosil yakıtlar almaktadır. Fosil yakıtlar (kömür, petrol ve doğal gaz), hemen hemen bütün ülkelerde temel enerji üretim kaynağı olarak karşımıza çıkarlar. Fosil yakıtların çevre etkileri gözönüne alındığında karşımıza sera etkisi, asit yağmurları ve hava kirliliği çıkar. Bu tür yakıtlardan yanma sonucu enerji elde edildiğinde yanma ürünleri ( $CO_2$ ,  $NO_x$  ve  $SO_2$  gibi gazlar), baca gazı olarak atmosfer içinde dağılırlar. Baca gazları ayrıca uçucu kül ve hidrokarbonları içerirler. Nikel, kadmiyum, kurşun, arsenik gibi zehirli metaller de, fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere atılan diğer maddelerdir.  $CO_2$  sera etkisi oluşumunda etkin rol oynamaktadır. Dünyadaki endüstriyel gelişme öncesi atmosferdeki  $CO_2$  konsantrasyonu 280 ppm (milyonda bir) dolaylarında idi. Bu konsantrasyon, 1958'de 315 ppm ve 1986'da 350 ppm düzeyine kadar yükselmiştir. Artan  $CO_2$  miktarı, yerkürenin sıcaklığının artmasına neden olmakta, bu da iklim dengelerinin bozulmasına yol açmaktadır.  $SO_2$  ve  $NO_x$  ise esas olarak asit yağmurlarına yol açmaktadır. Atmosferdeki su buharı ile birleşen  $SO_2$  ve  $NO_x$ , sülfürik ve nitrik asit oluşturmakta ve bu da dünyanın ekolojik dengesinin bozulmasına neden olmaktadır. Bütün fosil yakıt atıklarının kış aylarında pek çok şehrimizi etkisi altına alan hava kirliliğine yol açtığı da unutmamalıyız. Fosil yakıtların çevre etkileri bunlarla da sınırlı değildir. Örneğin kömür madenciliği hem çalışanlara sağlık riski getirmekte, hem de ülkemiz için pek yabancı ol-

mayan metan gazı patlamaları nedeni ile ölümlere yol açabilmektedir. Diğer bir sorunla da fosil yakıt taşımacılığında karşılaşmaktadır. Petrol taşıyan tankerlerin neden olduğu kazalar yüz binlerce ton petrolün denize yayılmasına neden olmuştur. Bunun canlı bir örneğini geçtiğimiz aylarda İstanbul Boğazı'nda yaşadık.

Hidroelektrik santraller ile elektrik üretimi, dünyada toplam elektrik üretimine yaklaşık %23 oranında katkıda bulunmaktadır. Hidroelektrik santraller ile enerji üretimi için uygun coğrafi koşulların sağlanması gerekmektedir. Günümüz koşullarında kullanılabilir hidroelektrik kapasitenin büyük bir bölümü halihazırda kullanılmaktadır. Hidroelektrik santrallerin çevre ile etkileşimlerine gelince, büyük su rezervuarlarının oluşması nedeni ile ortaya çıkan toprak kaybı sonucu doğal ve jeolojik dengenin bozulabilmesi olasıdır. Bu rezervuarlarda oluşan bataklıklar da, metan gazı oluşumu için uygun bir ortam teşkil ederler. Yakın geçmişte barajların yıkılması sonucu meydana gelen kazalar, pek çok kişinin ölümüne neden olmuştur.

Dünya elektrik üretimi içinde %17 gibi önemli bir pay, nükleer reaktörler tarafından sağlanmaktadır. Bu oran gelişmiş ülkelere çok daha yüksek rakamlara ulaşmaktadır. Örneğin fosil yatakları kısıtlı olan Fransa, elektriğinin %70'ini nükleer enerji ile sağlamaktadır. Nükleer enerjinin çevreye etkisi fisyon ürünü radyoaktif izotopların yayılması durumunda sözkonusu olur. Bunun kötü bir örneğini 1986'da Çernobil reaktöründeki kaza ile yaşadık. Bu kazanın nedeni türbin kontrolü sırasında reaktör güvenlik sistemlerinin devre dışı bırakılmış olmasıdır. Çevreye yüksek miktarda radyoaktivitenin salınması ise, reaktörün koruma kabının olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu reaktörün yetersiz tasarımını, günümüzde çalışan 400'ün üzerindeki reaktör için genellemek doğru değildir. Bu reaktörler uzun süredir güvenli olarak çalışmaktadırlar. Bütün mühendislik sistemleri gibi nükleer reaktörler de kaza riski taşımakta, ancak alınan önlemler ile bu risk milyonda bir gibi çok düşük bir olasılığa indirilmektedir. Öncelikle şunu söylemek gerekir ki nükleer reaktörler fosil yakıtlar gibi atmosferik kirlenmeye yol açan atık üretmezler. Normal günlük yaşamımızda karşılaştığımız radyoaktivitenin ancak çok küçük bir kısmı nükleer reaktörlerden kaynaklanmaktadır. Bunu kişiler tarafından alınan radyasyon dozu için kullanılan "rem" ile ifade ettiğimizde ilginç sonuçlar ile karşılaşabiliriz.

Dünyada doğal olarak bulunan radyoaktif izotoplar nedeni ile kişi başına düşen ortalama doz yaklaşık 26 miliremdir. Kozmik ışınlar nedeni ile alınan doz ise, 28 milirem düzeyindedir. Bunlardan korunmanın hiç bir yolu yoktur ve herkes yaşadığı yöreye bağlı olarak az ya da çok bu dozu alır. Doğal radyasyon dışında insanların maruz kaldığı en büyük radyoaktivite kaynağı ise tıbbi amaçlı röntgen ya da radyoterapidir. Göğüs ya da diş için uygulanan x-ışınları, yaklaşık 10 miliremlik doza karşılık gelir. Diğer organlar için bu daha da yüksektir. Nükleer silah denemelerinden kaynaklanan doz ise yıllık 4 ile 5 milirem düzeyindedir. Nükleer enerjiden kaynaklanan doz ise yılda 1 milirem civarındadır. Bu, reaktörlerin çalışması sırasında çevreye verilen radyasyonun yanında uranyum madenciliği, yakıt fabrikasyonu ve kullanılmış yakıt işleme tesislerinin yaydığı radyasyonu da kapsamaktadır. Yapı malzemelerinden yılda yaklaşık 7 milirem düzeyinde doz almaktayız. Uçak ile yerden yaklaşık 12 km yükseklikte yolculuk yapmak, kozmik ışınlar nedeni ile saatte yaklaşık 0.5 milirem doz alınmasına neden olur. Günde birbuçuk paket sigara içen kişinin alacağı yıllık doz, yaklaşık 8000 miliremdir. Termik santraller de küller ile birlikte doğaya radyoaktivite salırlar. Bunun bir örneğini Yatağan'da yaşadık. Çernobil kazası sonucu alınan radyasyon dozu ise, yere bağlı olarak değişim göstermektedir. Örneğin reaktör çevresinde, 3 kilometre yarıçapında bir alan içerisinde alınan ortalama doz 3300 miliremdir. . Alınan bu yüksek doz, insanların kansere yakalanma toplam riskini yaklaşık %4 oranında artırır; %20'den %24'e çıkarmıştır. Kazanın diğer ülke insanları üzerindeki etkisi ise değişiktir. Örneğin kaza sonrası bir yıl boyunca Türkiye'de alınan en yüksek doz 59 milirem ve ortalama doz ise 15 miliremdir. Bu rakamların değerlendirilmesi için uluslararası kabul edilen standartlar ile karşılaştırılmaları gerekebilir. Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICRP) 1977 standartlarına göre, nükleer reaktör çalışanlarının yılda en çok 5000 milirem doz almasına izin verilebilir. Daha sonra yapılan değişiklik ile bu sınır son beş yılın ortalaması için yıllık 2000 milirem olarak önerilmiştir. Nükleer reaktörlerin normal durumunda bu dozların yaklaşık onda birini sağlayacak çalışma koşulları sağlanmaktadır. Genel halk içinse, çalışanlara uygulanan ve ICRP tarafından belirlenen doz sınırlarının onda biri sınır olarak uygulanmaktadır.