

# İklim Değişikliğinin Gölgesinde... Sahra'nın Enerjisi

Bir yanda günden güne daha fazla eriyen buzullar, diğer yanda üzerindeki yaşamın zorlu şartlar altında sürdüğü küçük kum tanelerinden oluşan uçsuz bucaksız çöller... Tamamen erime tehlikesiyle karşı karşıya olan Grönland buzullarının kurtuluşu bir projeyle Sahra Çölü'ne bağlanıyor: DESERTEC Projesi. Bunun sebebi de çöllere altı saat içinde düşen güneş enerjisinin insanların bir yıl boyunca tükettiği enerjiden daha fazla olması.



Parabolik aynalara bir örnek

**NASA**'nın bir uzay üssünde sıradan bir gündü. Birkaç astronot uzayda bir uyduyu tamir ediyordu, aniden bir dizi göktaşı uzay mekiğine çarpıp onu yok etti. NASA çalışanlarının bu olaydan nasıl haberleri olmadığı konusunda kimsenin bir fikri yoktu. Yapılan incelemeler sonucunda ortaya şu çarpıcı gerçek çıktı: Amerika Birleşik Devletleri'nin Teksas eyaleti büyüklüğünde bir göktaşı Dünya'ya çarpmak üzereydi. Daha da kötüsü eğer bu olay gerçekleşirse Dünya ve üzerinde yaşayan bütün canlılar yok olacaktı ve çarpmaya sadece 18 gün vardı. NASA'da bu olaydan haberdar olan herkes Dünya'nın sonunun geldiğini düşünüyordu...

Bunlar tabii ki gerçek değil, sadece Armageddon filminden sahneler. Ancak Dünya'nın yok olması bir göktaşı çarpmasından çok insanlığın çevreye yaptığı eziyet sonucunda olabilir. İnsanlar üzerinde yaşadığımız ve durmadan kirlettiğimiz Dünya'nın yok olabileceğini bir an olsun düşünüyorlar mı? Ya bir gün gerçekten böyle bir tehlikeyle karşı karşıya kalırsak neler yapılacak? Nasılsa daha vaktimiz var, gerçekten böyle bir tehlike oluştuğunda elbet bir çözüm bulunur, diye düşünenler iklim değişikliğini hafife alıyor.

Dünya'nın yok olmasıyla ilgili ilginç görüşler ortaya atılabilsün, yapılan araştırmalar insanlığın Dünya'ya ne kadar çok zarar verdiğini gösteriyor. Filmelerde, dizilerde ortaya atılan ilginç senaryoların hiçbirinin gerçekteşmesine fırsat kalmayabilir, insanlık kendi sonunu kendi elleriyle hazırlıyor olabilir. Görünen o ki, Dünya'nın sonu bilimkurgu filmlerindeki gibi bir göktaşının çarpmasıyla gelmeyecek, bilakis bunu biz, "insanlar" olarak, çevreye yaptıklarımızla getireceğiz. Eğer bir an önce önlemler alınıp bu gidişat tersine çevrilemezse Dünya üzerindeki hayatı köklü değişimler bekliyor. Gayri safi milli hasılanın artmasının önemli bir ekonomik gösterge olduğu bugünlerde, çevreyi umursamadan yüksek büyüme hedefleri koymak büyük bir tehlike oluşturuyor. Gelişen teknoloji ile birlikte 1970'ten 2005'e karbondioksit salımı Dünya Kaynakları Enstitüsü (World Resources Institute) verilerine göre % 99 arttı. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli 4. Raporu'na göre deniz seviyesinde 1993-2003 yılları arası her yıl ortalama yaklaşık 3 mm yükselme görüldü. Ayrıca Alpler'deki buzullar 1850'den günümüze % 50 oranında kütle kaybına uğradı. Bu yüzyılın sonuna gelindiğinde ortalama hava sıcaklığının sanayileşme öncesi döneme göre 7 °C artması bekleniyor. Bütün bunlar çok basit şeyler gibi görünüyor olabilir. Halbuki bunların etkileri Dünya'nın yaşaması daha zor bir yer haline gelmesine sebep oluyor. Eğer önlem alınmazsa buzulların erimesi ile deniz seviyesi yükselecek ve dünya nüfusunun % 10'unun yerleşim yerlerini değiştirmesi gerekecek. Çevresel anlamda bu kötüye gidişin önüne geçilmezse insanlığın karşı karşıya kalacağı tehlikeler bilimsel verilerle gözler önüne serilebiliyor. Bu kötüye gidişin durdurulması için 1992 yılında Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (UNCED) düzenlendi. Burada kabul edilen Rio Bildirisi ile çevre için uluslararası hukuk temellerine dayanan ilk adım atılmış oldu. Daha sonra 1997'de 37 sanayileşmiş ülkenin sera gazı ve karbon-



dioksit salımlarını belirli bir sınırdan tutma kısıtını temel madde olarak ele alan Kyoto Protokolü imzalandı. 2005 yılında yürürlüğe giren protokolün geçerliliği 2012 yılında son bulacak. Yeni ve daha etkili bir protokolün yapılandırılması için bu ay Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamın-



Parabolik aynalarla elde edilen su buharı türbinleri döndürür.

da Danimarka'nın başkenti Kopenhag'da bir araya gelecek; hedef 2012 yılını takip eden dönem için daha etkili bir anlaşmaya varmak. Bu anlaşmanın kardondioksitle ilgili olan maddelerinin içeriğinin, anlaşmaya imza atan ülkelerin 2050'ye kadar karbondioksit salımlarını % 80 oranında azaltmalarını sağlamak olduğu konuşuluyor. Şimdiye kadar fotovoltaik paneller (güneş enerjisinden elektrik üretilmesini sağlayan güneş panelleri) karbondioksit salımı yapılmadan elekt-

rik elde edilmesi için en etkili yöntem oldu. Bu panellerin kullanımı çok kolaydı. Küçük birimlerden oluştuğu için istenildiği yere, ihtiyaç duyulduğu sayıda yerleştirilebiliyor, hava bulutlu olsa bile elektrik üretilabiliyordu. Ancak fotovoltaik paneller çok pahalı oldukları ve arzu edildiği kadar çok elektrik üretmedikleri için yeni seçenekler arandı... Ve Almanlar bir çözüm buldular: Sahra Çölü'nden enerji üretilip bunu Avrupa'da kullanmak, yani kısaca DESERTEC Projesi.

## Çöl ve güneş: DESERTEC Projesi

Güneş'in gezegenimize iki hafta içinde bıraktığı enerji bizim bütün bir yılda kullandığımız enerjiden daha fazla. Bugüne kadar, sanayi temelli ekonomiler fosil yakıtların tüketimine dayalıydı. Bu yakıtların yakılmasının atmosferdeki karbondioksit miktarını belirgin miktarlarda arttırdığı gözlemlendi. Araştırmalara göre 1990 yılından 2006 yılına dünya çapında karbondioksit salımı yaklaşık üçte bir oranında artarak 28.700 milyar tona yükseldi. Bu, küresel sıcaklıkların da yükselmesine ve iklim değişikliklerine sebep oldu. Tükenmez bir enerji kaynağı olan Güneş, insanların enerji ihtiyaçları için kullanılmadan bir kenarda kaldı. Ancak bu durum değişebilir. Büyük Alman şirketlerinden oluşturulacak bir konsorsiyum Sahra Çölü'ne düşen güneş ışığından enerji üretmeyi planlıyor.

Proje tamamlandığında Afrika üzerinde ışıltı veren güneş, temiz bir enerji kaynağına dönüştürülerek Avrupa'ya iletebilecek. DESERTEC adı verilen bu girişimin enerji, su, yiyecek sıkıntılarını ve karbondioksit salımları gibi küresel sorunlara çözüm olması bekleniyor. Girişimin ekonomik açıdan az gelişmiş Kuzey Afrika kıtasında konumlandırılması bölgenin refahı ve kalkınması için de bir çözüm olarak görülüyor. Alman Havacılık ve Uzay Merkezi, 40 yıl içinde termik güneş santrallerinin EUMENA (European Union-Middle East-North Africa / Avrupa Birliği-Orta Doğu-Kuzey Afrika) bölgesinin o yıllardaki elektrik ihtiyacının % 50'sini karşılayabileceğini öngörüyor. Bugün yıllık 18.000 terawatt-saat olan küresel enerji talebini karşılamak için, Dünya üzerinde bulunan çöllerin binde üçünü yoğunlaştırılmış güneş enerjisi toplayıcılarıyla kaplamak yeterli. Bir çölün 20 m<sup>2</sup>'lik alanı, bir kişinin günlük enerji ihtiyacını karbondioksit üretmeden karşılamak için yeterli.

Projenin gerçekleşmesi için büyük bir yatırım gerektiği için bir şirket tek başına bu projeyi üstlenemiyor. Bunun için çeşit-

li şirketlerden oluşan bir konsorsiyum kurulması gerekli. Projeye geçtiğimiz yıl şirket katılımları hızla artmış. Bu şirketlerin DESERTEC projesini hayata geçirebilmesi için 400 milyar avroya ihtiyaçları var. Eğer proje tamamlanabilirse 2050 yılında Avrupa'nın enerji ihtiyacının % 15'i bu projeden sağlanacak. Kapasitesinin 100 gigawatt olması planlanan DESERTEC güneş enerjisi santrali, 100 tane kömür santralının ürettiği kadar enerji üretebilecek.

Projede Sahra Çölü'nde üretilen enerjinin iletim kayıplarını % 10'un altında tutacak 20 tane yüksek gerilim hattıyla Avrupa'ya ulaştırılması öngörülüyor. Arada aşılması gereken bir engel de enerjinin Akdeniz üzerinden taşınması. Bunun için Fas'tan İspanya'ya Cebelitarık Boğazı boyunca, Cezayir'den Fransa'ya Balear Adaları yoluyla, Tunus'tan İtalya'ya, Libya'dan Yunanistan'a ve Mısır'dan Türkiye'ye Kıbrıs üzerinden uzanacak hatların yerleştirilmesi gerekiyor.

Güneş panellerinden farklı olarak güneş ışınlarından termik elektrik üretimi ilk önce elde edilen güneş enerjisini ısıya dönüştürür ve daha sonra bu ısıyı sıradan

santrallerin kullandığı teknolojiyle elektrik enerjisi üretmek için kullanır. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santrallerinde elektrik üretiminin (yoğunlaştırılmış güneş enerjisi - concentrated solar power) temel çalışma ilkesi oldukça basit. Güneşten gelen enerji suyu doğrudan veya dolaylı bir şekilde ısıtır. Su buharlaşır ve ortaya çıkan buhar, hareketi bir jeneratörde elektrığe dönüştüren türbini çalıştırır. Günümüzün kömürle çalışan elektrik santrallerinde kullanılan büyük türbinler 600 °C'de ve 285 bar basınçla çalışıyor. Böylece % 46'ya varan verimlilik oranı elde ediliyor. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santrallerinde buhar ve üretim parametreleri daha düşük olduğu için kömürle çalışan elektrik santrallerine göre daha küçük türbinler kullanılır. Birçok yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santrali ayrıca bünyesinde ısı deposu bulundurur. Böylece gündüz yeryüzüne düşen güneş enerjisinin gece de kullanılabilir. Böyle bir sistemde buhar, ya ısı yalıtımlı basınçlı kaplarda saklanır ya da buhardan elde edilen ısı ek depolama ortamına iletilir. Bu ek depolama ortamı genellikle alıcı tüplerde de kullanılan özel tuzlar-





dan oluşur. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santrallerinin en önemli özelliği ise kömürle çalışan santraller gibi karbondioksit salımına sebep olmamasıdır.

Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santrallerinin dört çeşidi bulunur. Bu tür santrallerin hepsi yüksek sıcaklık derecelerine ulaşmak için aynalar kullanarak güneş enerjisini yoğunlaştırır. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santrallerinin bu ilk çeşidinde yarı açık parabolik aynalar kullanılır. Bugün bu tip santrallerde en yaygın kullanılan teknoloji budur. Bu düzeneğin odak çizgisinden geçen tüp şeklindeki alıcının içinde akan sıvı (genellikle bir cins sentetik yağ) ısı iletim birimi olarak görev yapar. Bu yağ yaklaşık 370 °C'ye kadar ısınabilir ve ısısını bir ısı değiştirici düzenek sayesinde buharıyla türbinleri çeviren suya verir. Özel sentetik yağın yanı sıra özel tuzlar da bu süreç içinde kullanılabilir. Bu tuzlar 550 °C'ye kadar ısıtılabilir ve böylece santralin verimliliği artar. Kaliforniya'da bulunan Mojave Çölü'nde parabolik aynaların kullanıldığı birbirine bağlı dokuz yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santrali 20 yılı aşkın süredir yıllık 300 megawatt mertebesinde elektriksel güç üretebiliyor.

İkinci çeşit olarak, yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santralleri merkezi alıcı sistemleri şeklinde de inşa edilebilir. Bu sistemde düz aynalar güneş ışığını sistemin merkezinde bulunan genellikle 100 metreden daha uzun bir kuleye yansıtır. Bu yaklaşım olabilecek en yüksek derecelere (en yüksek 850°C) ulaşılmasını mümkün kılar. Ancak bu sistemde kule aynalardan uzaklaştıkça verim düşer. Bu yüzden bu santrallerin küçük tutulması gerekir. Bu tür santrallerin diğer bir çeşidi ise tasarruflu olan Fresnel teknolojisini kullanan santrallerdir. Burada düz aynalardan oluşan uzun şeritlerin üzerlerine alıcı tüpler yerleştirilir. Böylece üretimi daha pahalı olan parabolik aynaların kullanılmasına gerek kalmaz. Ancak bu düşük maliyetli sistemin bir kötü yanı verimliliğinin düşük olmasıdır. Dördüncü yöntemde ise bir çanak, kapalı piston yatağı içindeki gazın ısıtılması ve soğutulması sonucu genleşme ve sıkışma yoluyla elektrik üreten Stirling motorunun üzerinde oluşan ısıya odaklanır.

Güneşten elde edilen termik enerjinin ön plana çıkmasının sebebi fotovoltaik panellerine karşı avantajlarının olması. Bunlardan en önemlisi hem gece hem de gündüz elektrik üretebilmesi. Bunu yaratılmış büyük kaplarda ısıtılan akışkanın saklanması ve gece elektrik enerjisi gerektiği durumlarda kullanılması ile başarıyor. Fotovoltaik panellerde enerjinin depolanabilmesi için yüksek kapasiteli pillere gereksinim var. Yüksek kapasiteli pillerin fiyatlarının da yüksek olmasından dolayı bu sistemlerin gerektirdiği ilk yatırım maliyeti, yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santrallerinin maliyetlerinden oldukça yüksek. Ayrıca yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santrallerinin güneş enerjisi kullanmayan santraller kadar üretim yapabilmesi de onları fotovoltaik paneller karşısında bir adım öne çıkarıyor.



Buna karşılık fotovoltaik panellerin de yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santrallerine göre üstünlük gösterdiği bir alan var: Bulutlu havada bile çalışabilmeleri. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santrallerinin enerji üretebilmesi için direkt güneş ışığına ihtiyacı var. Bulutlu bir gün yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santrallerinde üretimin neredeyse sıfıra kadar düşmesine sebep olabiliyor. Bu yüzden DESERTEC projesi çölde uygulamaya konulmak isteniyor. Her yıl Sahra Çölü'nün her bir metrekaresine düşen güneş enerjisi, iki varil petrolün yakılmasıyla elde edilecek enerji miktarına eşit. Bütün olumlu yanlarına rağmen DESERTEC projesi ile ilgili çözülmesi gereken bir sorun bulunuyor. Kömürle çalışan sıradan bir santralin soğutulması için büyük

miktarlarda su gerekir. Çünkü enerji üretiminin sürekli olması için jeneratör türbinlerinin içinden geçen buharın yoğunlaştırılıp su haline getirilmesi ve soğutulup tekrar kullanılması gerekir. Ayrıca suyun buharlaşması sırasında kayıplar kaçınılmazdır. Bu sebeplerden dolayı yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santrallerinin çalışması için suya gereksinim duyulur. Örneğin, Mojave Çölü'nde kuru-

lu yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santralini ürettiği her megawatt-saat elektrik için 3000 litre su tüketiyor. DESERTEC projesi açısından bu olaya bakacak olursak Sahra Çölü'nde bu kadar büyük miktarlarda suyun bulunması çok da zor değil. Çünkü Sahra Çölü'nün altında su olduğu biliniyor. Dev Nubiya yeraltı su havzası bünyesinde tahmini olarak 150.000 km<sup>3</sup> su bulunduyor. Ancak bu yeraltı su havzası binlerce yıldır orada bulunan fosil bir birikinti, yani yağmur gibi doğa olaylarıyla yenilenemiyor, çünkü bu havzayı besleyen herhangi bir su kaynağı yok. DESERTEC projesinin her yıl 120.000 megawatt-saat elektrik üreteceği düşünülürse 350 milyon litre suya ihtiyaç var demektir ve böyle bir miktar suyla, projenin gerçekleştirilmesi beklenen alan 35 santimetre derinlikte suyla kaplanabilir.

DESERTEC projesinin iyi ve kötü yanları bir yana, ilk yatırım maliyetinin yüksek olması akıllara şu soruyu getiriyor: Bu proje 400 milyar avro harcanabilecek en iyi proje mi? Sorun teşkil edebilecek diğer bir nokta ise Kuzey Afrika topraklarının yeniden Avrupa refahı için kullanılmasına izin verilip verilmeyeceği. Afrika ülkelerini yıllarca sömürge olarak kullanmış Avrupa bu sorunları nasıl çözecek? Şimdilik bu soruların cevapları belli değil, ancak Dünya'nın kurtulması için insanlığın elini çabuk tutması gerekir.

#### Kaynaklar

www.desertec.org  
http://unfccc.int/kyoto\_protocol/items/2830.php  
Kleinschmidt, A., "Desert Power", *Siemens Pictures of the Future - The Magazine for Research and Innovation*, Sonbahar 2009.  
Pearce, F., "Sunshine Superpower", *New Scientist*, 24 Ekim 2009.  
Vorholz, F., "İklim Küresel Koruma", *Magazine-Deutschland.de*, Ekim/Kasım 2009.