

Güneş'ten Elektrik Üretmenin Termal Yolu: Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi

Güneş'ten atmosfere gelen toplam ışınımın yoğunluğu metre kare başına 1360 W kadardır. Atmosferdeki gazlar, bulutlar, aerosollar, toz ve benzeri parçacıklar toplam ışınımı süzerek veya dağıtarak bunun yere ulaşan kısmının miktarını düşürür. Doğrudan normal ışınım, Güneş'ten gelip birim alana dik olarak düşen ışın demetlerinin toplamıdır. Bu tür ışınım özellikle yoğunlaştırma esaslı sistemler için kritik öneme sahiptir. Sürekli açık havaya ve bol doğrudan normal ışınım orta rakımlı, yarı-kurak ve kurak platolarda rastlanır.

Yere düşen güneş ışınımı Dünya üstünde bulunan yere, mevsimlere ve saate göre değişir. Uzun yaz günlerinde güneş ışınları yere daha dik iken, kısa kış günlerinde daha yatık düşer. Berrak gökyüzü altında yere çok şiddetli ışınım düşebilirken, yoğun bulutlu günlerde özellikle doğrudan normal ışınım çok cılızlaşır. Bu durumda güneş enerjisinden her zaman aynı miktarda elektrik elde etmek mümkün değildir. Işınımın en güçlü olduğu 11:00-15:00 arasında en çok elektrik üretilebilirken, sabah ve ikindi saatlerinde üretim miktarı giderek azalır. Evlerdeki ve işyerlerindeki üretim tesis ve makinelerinin, klima

ve bilgisayar gibi cihazların elektriğe ihtiyaç duyduğu gündüz saatlerinde güneş enerjisi vardır, ancak akşam saatlerinden itibaren giderek azalır ve tamamen yok olur.

Dünya ölçeğinde Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi santrallerinin 2010 sonu itibariyle kapasitesi ABD'deki ve İspanya'daki 12 ticari tesiste toplam 921 MW. 2014'te mevcut santrallere ek 12 tesis daha kurulmuş olacak. Gelişim hızı, fotovoltaik santrallerin son 10 yılda gösterdiği yayılma hızına kıyasla yavaş, ama 2007 sonrasında kurulan "yeni nesil" santrallerin hemen hemen tamamı beklenden çok daha başarılı olarak çalışıyor.

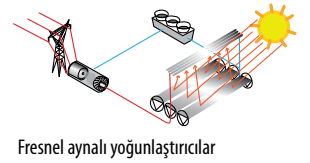
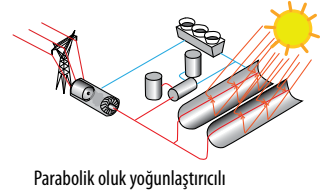


Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi Teknolojisi

Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi teknolojisi ile fotovoltaik sistemlerde olduğu gibi küçük hacimde elektrik üretimi mümkündür, ancak bu ekonomik olarak avantajlı değildir. Avrupada ekonomik büyüklük 50 MW olarak belirlenmiştir. Bu teknolojinin fotovoltaik sistemlere kıyasla çok önemli iki avantajı var: Yakıtlı sistemlerle birlikte kullanım ve ısı depolama. Yakıtlı sistemlerle birlikte kullanıldığında, santralden elektrik üretimini 24 saat mertebesine çıkararak sürekliliği sağlamaktadır. Isı depolamalı sistemler ise ergimiş tuz depolarında gündüz saklanan ısıyı besleyerek güneşli saatlerin bitiminden sonra 5-7 saat daha elektrik üretebiliyor ve akşam saatlerinin yükselen tüketimine de cevap verebiliyor.

Parabolik oluk yoğunlaştırıcı sistemler en yaygın kullanılan ve teknik olarak yeterliliği kanıtlanmış sistemlerdir. Bir parabolik oluk kolektör, ışın demetlerini odak eksenine üstünde konumlandırılmış alıcı borusu üzerinde yoğunlaştıran, doğrusal parabolik bir aynadan oluşur. Alıcı parabolik aynanın orta kısmının biraz üstüne yerleştirilmiş, içinde çalışma sıvısı bulunan bir borudur. Genellikle kuzey-güney ekseninde yerleştirilmiş ayna gündüz saatlerinde Güneş'i doğudan batıya doğru (tek ekseninde) izleyerek ışınımı alıcı üstünde, eksen boyunca odaklar ve boru içinden akmakta olan çalışma sıvısını (sentetik yağ veya ergimiş tuz) 150-350°C sıcaklığa ısıtır; ısınmış çalışma sıvısı güç üretiminde-

ki ısı kaynağı durumuna gelir. Bir sonraki aşamada çalışma sıvısı üzerindeki ısı, çevrim suyuna aktarılır ve elde edilen su buharı türbini döndürür. Parabolik oluk kolektörler, güneş tarlası üzerinde paralel ve seri bağlı sıralar halinde yerleştirilir ve böylece geniş bir alan üzerine düşen güneş enerjisi güç merkezinde toplanarak elektriğe dönüştürülür. Kaliforniyadaki SEGS ve Nevadadaki Nevada Solar One santralleri, İspanyadaki çok sayıda santral bu teknoloji ile kurulmuştur.



Fresnel aynalı yoğunlaştırıcılar yan yana, çok sayıda dar ve düz aynanın doğrudan ışınımı ayrı bantlar halinde, orta üst kısımdaki alıcı boru üstünde doğrudan odaklaması ile çalışır. Parabolik oluk kolektörlere kıyasla imalatları daha eko-





nomik olan bu sistemde güneş ışınımını daha geniş bir alandan toplamak ve çalışma sıvısı kullanmadan suyu doğrudan ısıtmak mümkündür, ancak toplam sistem verimi daha düşüktür ve ticari olarak parabolik oluk kolektörler kadar yaygınlaşmamıştır.

Parabolik çanak sistemde ise büyük çukur bir aynanın odağındaki alıcı üstünde toplanan ısı, hemen arkasındaki Stirling (gaz) motoru tarafından mekanik enerjiye ve dolayısıyla elektriğe dönüştürülür. Güneş'i iki eksende takip eden parabolik çanak sistemlerde odaklanma oranı yüksektir ve alıcı sıcaklığı 250–700°C mertebesine çıkar. Su gerektirmeyen bu sistemler tek tek veya çok sayıda kullanılabilir, ancak kurulum maliyetleri yüksektir.

Güneş kulesi denilen sistemler Güneş'i izleyen ve ışınımı yüksek bir kule üzerine yerleştirilmiş alıcı üzerine yansıtan çok sayıda aynadan (heliostat) oluşur. Alıcı içinden geçen ergimiş tuz, sı-

cak gaz veya su gibi bir çalışma sıvısı alıcı içinde 500–1000°C sıcaklığa ulaşır ve ısıyı kulenin hemen dibindeki güç merkezine taşır ve enerji dönüşümü buhar veya gaz türbini tarafından sağlanır. Yüksek maliyet nedeniyle henüz yaygınlık kazanamamış bu sistemlerde, hem verim daha yüksektir hem de güneş ışınımının zayıfladığı veya olmadığı saatlerde elektrik üretimi sağlamak üzere enerji (ısı) depolamak daha kolaydır.

Türkiye'deki Araştırmalar

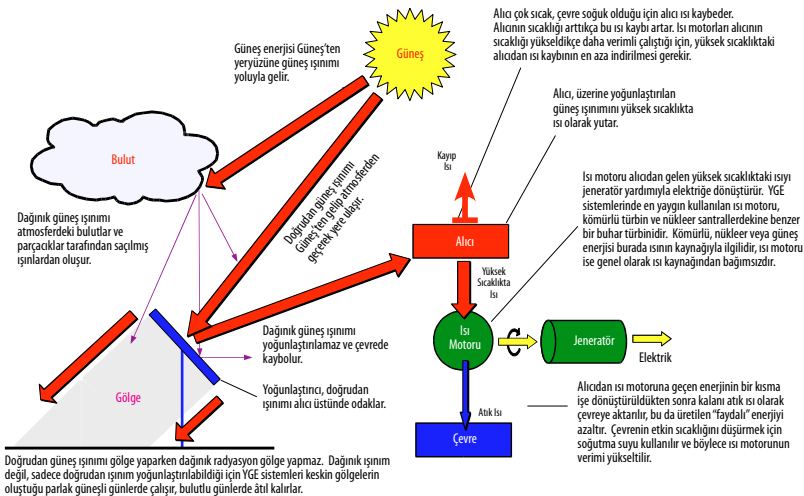
Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi araştırmalarında lider ülkeler arasında Almanya, İspanya, ABD, İtalya, Fransa, İsviçre ve İsrail var. Bu ülkelerde üniversitelerin ve araştırma enstitülerinin yanı sıra sektörde faaliyet gösteren çok sayıda firma da var. Türkiye'nin Güneş potansiyeli Enerji Bakanlığına bağlı Elektrik İşleri Etüt İdaresinin 2007 yılında yaptırdığı GEPA başlıklı haritalarda ortaya konulmuştur. Yüksek güneş potansiyeline rağmen, Türkiye, bu alanda yolun başında sayılabilir. İki önemli proje dikkati çekiyor:

2010 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi araştırmacıları, Türk-Alman ortaklığı olan Solitem Firması ile ortaklaşa ODTÜ Kıbrıs Yerleşkesi'nde 120 kW (ısı) gücünde bir pilot elektrik, ısıtma ve soğutma tesisi kurmuştur. Parabolik oluk kolektörlerin kullanıldığı bu sistem 216 m² gibi, görece küçük bir alanda güneş ışınımını toplayıp 12 kW elektrik üretecek biçimde tasarlandı. Bu sistem küçük olduğundan ısıtma, soğutma ve elektrik ihtiyaçlarının bir arada bulunduğu bina çatılarında kuruluma elverişlidir.

Bütün yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sistemleri güneş enerjisinden elektrik üretmek için üç ana bileşene ihtiyaç duyarlar:

- 1) Yoğunlaştırıcı
- 2) Alıcı ve
- 3) Isı motoru.

Her bir bileşenin tasarımı modelden modele çok değişse de temel amaç ve işlev değişmez.



Hitit Solar Firması doğrudan buhar üretimi esaslı parabolik oluk bir sistem geliştirmiş ve Zorlu Enerji Firması için 500 kW gücünde buhar üreten bir pilot tesisi 2009'da Denizli Kızılderde kurmuştu. Sabit alıcı içinde doğrudan buhar üretimi yapılan bu sistemin yoğunlaştırıcı aynalardan, vakum tüplü alıcılara kadar tamamı, özgün tasarım unsurları taşıyor. 6'şar metre açıklıklı 48'er metrelik seri bağlı dört kolektörden oluşan pilot tesis istendiğinde jeotermal tesis ile kombine edilecek biçimde tasarlandı.

Mevcut yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sistemlerinin yaygınlaşmasında en büyük engel sistem maliyetinin yüksek oluşu. Diğer bir problem, çalışma sıvısı olarak en çok tercih edilen sentetik ısıl yağların, 390°C üstündeki sıcaklıkta süratle bozdukları için kullanılamaması. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sistemlerinin kalbi durumundaki ısı motoru ise çalışma sıcaklığı yükseldikçe daha verimli oluyor. Gerek sistemi basitleştirmek ve ucuzlatmak, gerekse çalışma sıcaklığını yükselterek verimi

artırmak için önerilen çözümlerden biri alıcı borular içinde doğrudan buhar üretimi. Bu durumda çalışma sıvısı ile su arasında ısı geçişini sağlayan bir kazana gerek kalmıyor. Sentetik yağların çalışma sıcaklığı 350°C, çalışma basıncı 30 bar iken, doğrudan buhar üretimi ile 550°C ve 110 bar değerlerine çıkılabilmektedir.

2010 sonu itibariyle yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santral kurulum maliyeti 2,50-4,00 €/W iken, sistemin yakıtı olan Güneş bedava. Kömürlü santrallere ve nükleer santrallere kıyasla çok düşük işletme gideri ile çalışan santrallerin elektrik üretim maliyeti ise 0,15-0,23 €/kW-saat aralığında. Bu şartlarda yoğunlaştırılmış güneş enerjisi elektriği diğer kaynaklara göre daha pahalıdır. Sürmekte olan araştırmalar sonucunda 2015-2020 döneminde birim maliyetlerin mevcut düzeyin yarısına inebileceği düşünülüyor. Böylece yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sistemleri hem dünyada hem de özellikle yurdumuzun güneşli günleri bol olan Güney bölgelerinde çok cazip bir seçenek olacak.

Kaynaklar

Fernandez-Garcia, A., Zarza, E., Valenzuela, L., Perez, M., "Parabolic-trough solar collectors and their applications", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı 14, s. 1695-1721, 2010.
Zarza, E., "The Technologies for Concentrating Solar Radiation: Current State-of-the-Art and Potential for Improvement", TUBITAK MAM Energy Inst. Haziran 2010.
GEPA, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası, <http://www.eie.gov.tr/>

