



Termal güneş enerjisi santralleri, güneşin enerjisini elektrik enerjisine çeviriyor. Santrallerin en büyük avantajı ise ısı depolama sistemleri sayesinde güneş parlamadığı zaman bile enerji tedarigi sağlamaları. Uzmanlara göre parlak bir geleceği olan bu çevre dostu teknoloji hakkında gelin daha fazla bilgi sahibi olalım.

Her biri yüzlerce metre uzunluğundaki 800 sırada dizilmiş yüzbinlerce ayna, Fas'ın güneyindeki Quarzazate'nin kırmızı toprakları üzerinde yükselen çöl güneşinin altında pırl pırl parlıyor. Bu, kuş uçmaz kervan geçmez toprakların titrek ışıklarının içinde bir serap gibi duran şey aslında eşsiz üstünlüğe sahip bir enerji üretim istasyonu. Quarzazate'deki bu termal güneş enerji santrali yaklaşık 4 bin futbol sahası ölçüyle dünyanın en büyüğü olacak. 2016 Şubat'ında faaliyete geçtiği günden bu yana ilk aşama olan Noor 1 ("noor" kelimesi Arapça'da "ışık" anlamına geliyor) nominal 160 megavat (MW) elektrik çıktısıyla çalışıyor. Bu, 350 bin Faslı hanehalkının enerji talebini karşılamaya yetecek bir kapasite. Termal güneş enerjisi santralleri için yaklaşık 40 yıldır araştırmalar yapan Alman Havacılık Merkezi'ndeki (DLR) Güneş Araştırmaları Enstitüsü'nün Direktörü olan Profesör Robert Pitz-Paal, "Termal güneş enerjisi santralleri, yüksek sıcaklıklar üretmek için güneş ışığını bir noktaya odaklar. Bu santraller güneşli bölgelerde çevre dostu elektriği yenilenebilir bir kaynaktan büyük ölçekte üretir" diyor.

Güneş uzmanlarına göre güneş enerjisinin konsantrasyonu (CSP) en çok yüksek güneş yoğunluğuna sahip ülkeler için uygun. Termal güneş enerjisi santrallerinin inşa halinde veya zaten faaliyette olduğu yüksek enerji hasılatı olan yerlere Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Orta Doğu, Güney Afrika, Çin, Birleşik Devletler'in güneyi ve Avustralya'da rastlanabilir. Fas güneş enerjisi parkı, bu açıdan mükemmel bir lokasyona sahip: Ouarzazate'nin etrafındaki alanda güneş ışması, dünyadaki en yüksek seviyelerden biriyle yılda metrekare başına 2.500 kilovat saatten (kWh) daha yüksek bir yoğunluğa ulaşıyor.

ENERJİ KAYNAĞI OLARAK GÜNEŞ

Burada bilgisayarla kontrol edilen 537 bin parabolik ayna, ayçiçekleri gibi yüzlerini daima güneşe verecek şekilde döndürülüyor. Noor 1 tesisinde güneş ışınları tek bir noktaya toplanıyor ve sonra ısı enerjisine dönüştürülerek tıpkı bir büyüteç gibi çalışıyor. Bu hafif eğimli aynaların her biri 10 metreden yüksek ve ortasında içinde termal yağın dolaştığı borular var. 393 santigrat dereceye kadar ısıtılabilen bu sentetik sıvı, devasa aynalar tarlasının merkezindeki enerji santraline gönderiliyor. Burada ise enerji santralinin büyük türbinlerini döndürmek ve elektrik üretimi için kullanılan buhar üretiliyor.

Güneş battıktan sonra bile elektrik sunabilmek için burada büyük ısı depolama üniteleri kurulmuş durumda. Bu nedenle termal güneş enerjisi santrallerinin gün boyu elektrik sağlayabilmek gibi bir avantajı var.

Pitz-Paal, "Enerji burada oldukça düşük maliyetle ısı formunda depolanabiliyor. Büyük tuz tankları gibi termal depolama üniteleriyle bu enerji santralleri akşamları ve hatta geceleri yani güneşin artık parlamadığı zamanlarda bile güvenilir bir elektrik kaynağı işlevi görebiliyor" diyor.



ENERJİ

SOLAR CAZİBE MERKEZİ

Noor 1'deki ısı depolama üniteleri iki adet oldukça büyük çelik tanktan oluşuyor. BASF Solar ve İnorganik Ürünler Yeni İş Geliştirme Müdürü Dr. Matthias Hinrichs, "Bu tankların içinde yaklaşık 240 santigrat derece sıcaklıkta sıvılaştıran ve potasyumla sodyum nitratın yapıma özel bir tuz karışımı var" diyor. Bu kimya şirketi 90 yıldan uzun süredir ultra saf sentetik sodyum tuzlara odaklanıyor ve depolama tuzları üretiyor. CSP enerji santrali, depolanmış tuzdan ısıyı serbest bırakarak gece boyunca da durmaksızın çalışabiliyor. BASF'nin ürettiği sentetik sodyum tuzların bir avantajını da Hinrichs şöyle açıklıyor:

"Bu tuzlardan minimum aşınmayla 565 santigrat derece sıcaklığa kadar ısıtılabilen tuz karışımları yapılabilir. Eğer CSP enerji santrallerinde kimyasal koşulların kontrolü hassaslıkla yapılabilirse bu karışımlar daha da sıcak olabilir." Bu depolama tanklarındaki tuz karışımları için devasa hacimler gerekir: BASF sırf Fas'taki bu tesis için Ludwigshafen'da yaklaşık 27 bin metrik ton ağırlığında sodyum nitrat üretti.

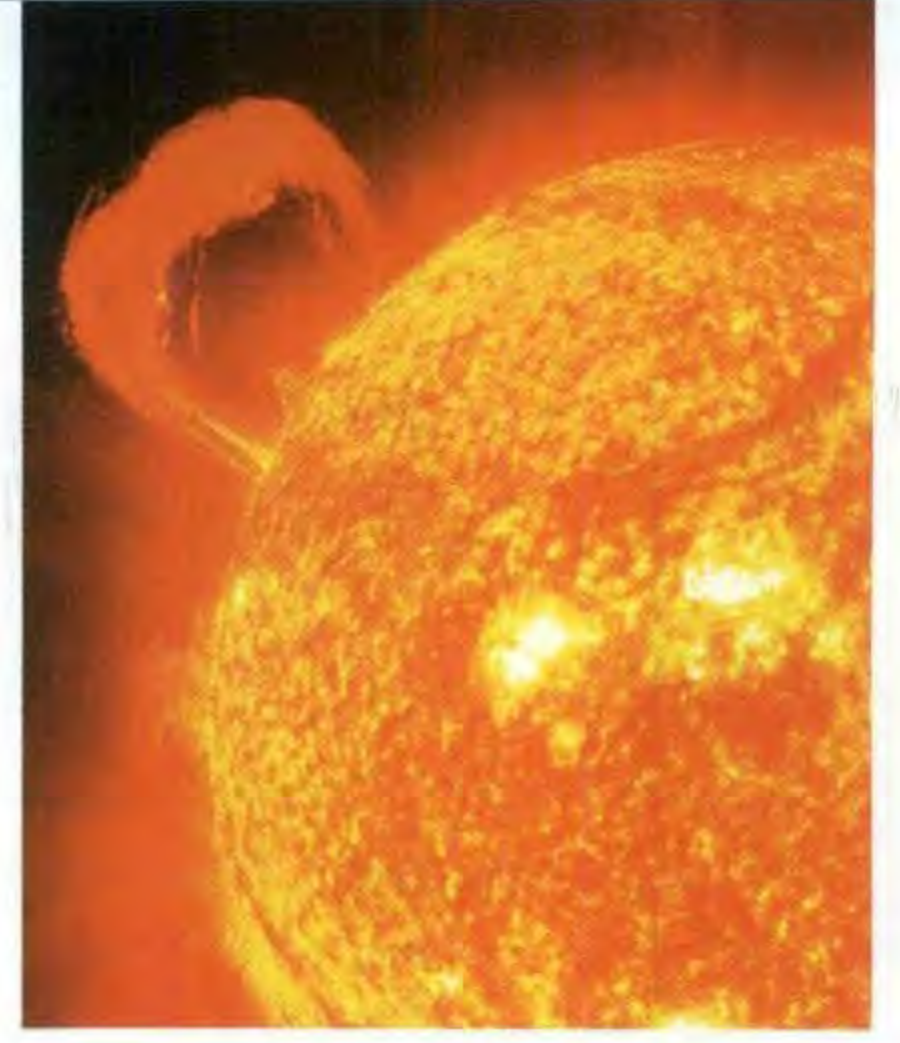
Noor 1 sadece bir başlangıç. Bu örnek proje, 2017 yılı sonu itibarıyla dört enerji santraline ve yaklaşık 500

MW kapasiteye sahip olacak şekilde tasarlandı. "Solar Termal Elektrik - Küresel Görünüm 2016" başlıklı araştırmaya göre Fas gibi ülkeler sera gazı salımlarının azaltılmasına çok önemli katkılarda bulunuyor. 2020 yılı itibarıyla "güneş kuşağı"ndaki yani ekvatorun 40° kuzeyinde ve güneyinde yer alan bu ülkeler, CSP kullanarak atmosfere 32 milyon metrik ton CO₂'in salınmasını engelleyebilecek. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), Greenpeace ve Avrupa Solar Termal Elektrik Derneği'nin (ESTELA) ortak bir teknoloji programı olan Solar-PACES tarafından yaptırılan bu araştırma ayrıca bu ülkelerde bu iklim nötr enerji kaynağının kullanılmasıyla 2020 yılı itibarıyla 16 milyar Euro değerinde yatırım yapılacağını ve gelecekte 70 bin kişiye yeni iş alanı açılacağını da gösteriyor.

MÜTEVAZİ BAŞLANGIÇ

Bu prensip hiç de yeni sayılmaz. Antik Yunan'dan bir efsaneye göre Arşimed, Roma işgalini savuşturmak için yakıcı mercekler kullanarak güneş ışığını tek bir noktaya toplamıştı. Ancak zaman içinde bu teknoloji tekrar tekrar düzeltildi ve son halini aldı.

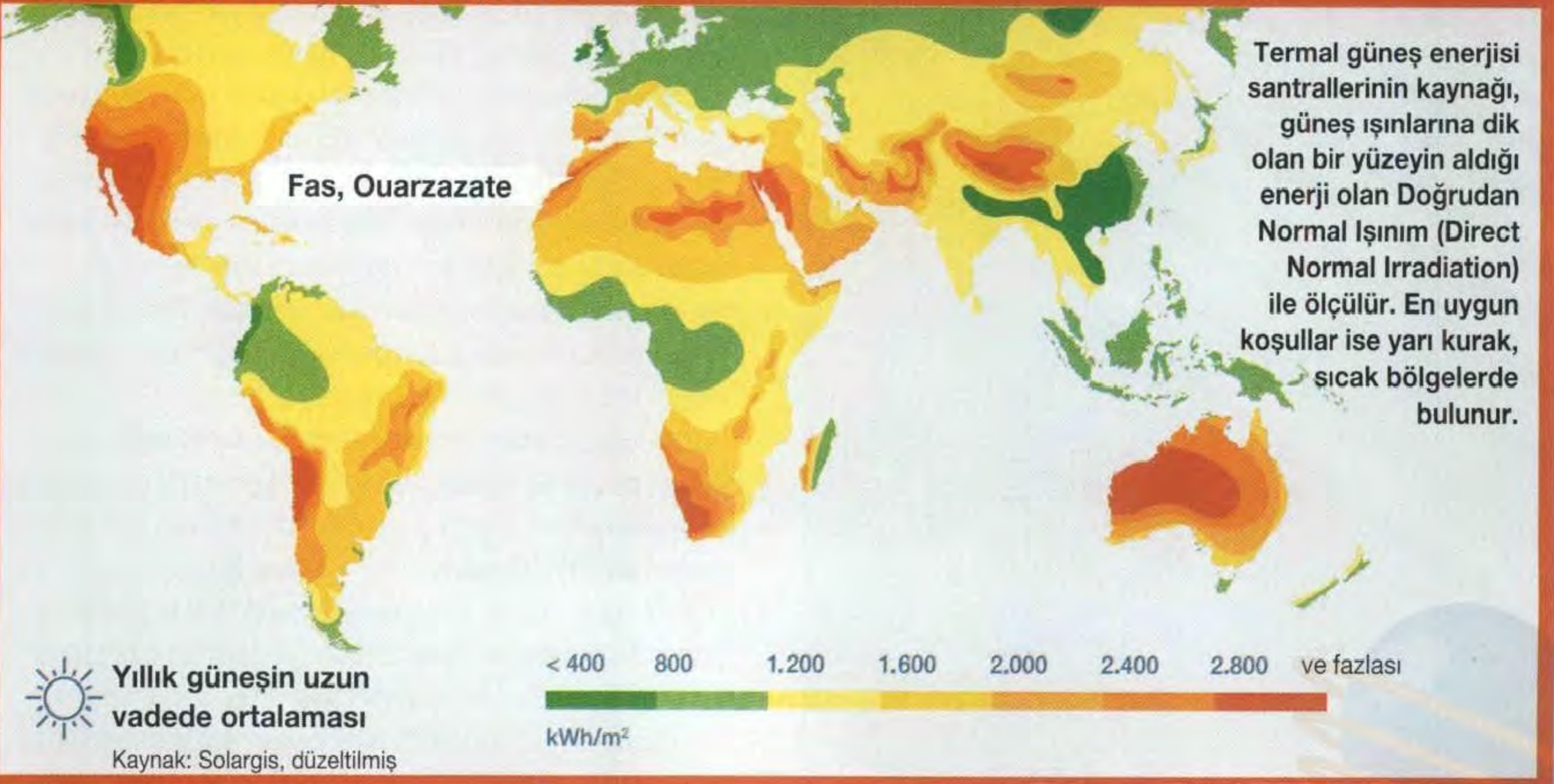
Birinci Dünya Savaşı'nın hemen öncesinde Kuzey Afrika'da güneş



Güneş yüzeyinde sıcaklık 15 milyon santigrat derecelere kadar çıkabiliyor. Bu ışımaya gücünün sadece küçücük bir küsüratı dünyaya ulaşıyor. Ancak bu bile gezegendeki herkesin enerji talebini karşılamaya yetiyor.

ışınlarını bir noktaya toplayan pilot bir tesis kurulmuştu. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra ise yeşil enerjide yeniden bir canlanma görüldü. Daha fazla sayıda pilot enerji santrali kuruldu ve 1980'lerin ortalarında güney California'da dünyanın ilk ticari termal güneş enerjisi santrali faaliyete geçti. Bugün CSP kapasitesi açısından İspanya ve Birleşik Devletler dünya lideri. Ancak diğer ülkeler de yavaş yavaş onları yakalıyor. Çin 2020 yılı itibarıyla toplam 10 gigavat (GW) kapasiteli termal güneş enerjisi santrallerini çalışır hale getirmek istiyor

Küresel Doğrudan Normal Işınım





ve Suudi Arabistan da 2032 yılına kadar 25 GW'lık CSP kapasitesine sahip olmayı planlıyor.

IEA kendi teknoloji yol haritasında, yenilenebilir kaynaklara dayanan geleceğin enerji sisteminin başarılı bir şekilde kurulabilmesi için bu teknoloji değişikliğinin hızlandırılması gerektiğini ileri sürüyor. IEA'ya göre termal güneş enerjisi santralleri ileride önemli bir rol oynayacak. Ancak şimdilik durum farklı. 2015 yılının sonu itibarıyla dünya genelinde faaliyette olan 4,9 GW kapasiteli termal güneş enerjisi santrali vardı. Bu açıdan bakıldığında bu noktada yenilenebilir enerjilerden üretilen elektrik miktarı 1,985 GW'dı. Yavaş büyümenin nedenlerinden biri de artan maliyet baskıları. Termal güneş enerjisi santrallerinin kilovat başına kurulum yatırım maliyeti başlangıçta fotovoltaik sistemlerden daha düşüktü. Ancak bu avantaj güneş modüllerinde 2011 yılından beri görülen keskin fiyat düşüşüyle birlikte tersine işlemeye başladı. Bu aşağı yönlü fiyat eğilimi kısmen yüksek oranda verilen sübvansiyonlar sayesinde gerçekleşti.

ESTELA'nın başkanı Luis Crespo fotovoltaik ile CSP'yi sadece maliyet bazında kıyaslamamanın anlamsız olacağını düşünüyor: "Yenilenebilir enerjiler birbirlerini tamamlayabilir. Yenilenebilir enerjilerin daha da yaygınlaşmasını mümkün kılan aslında termal güneş enerjisi santrallerinin enerjinin depolanmasına olanak sağlamasıdır." Örneğin yeni hibrid projelerde fotovoltaik ve CSP teknolojileri birleştiriliyor. Her ne kadar gerçekleşen büyüme geçmişte yapılmış tahminleri tutturamamış olsa da termal güneş elektriğin geleceğine yönelik olan ve Crespo'nun ortak yazarlığını yaptığı yukarıda bahsedilen araştırma termal güneş enerjisinin parlak bir geleceği olacağını öngörüyor.

SANTRAL VERİMİ

Güneş uzmanlarının bakış açısıyla termal güneş enerjisi tesislerini daha rekabetçi hale getirmenin önemli ön

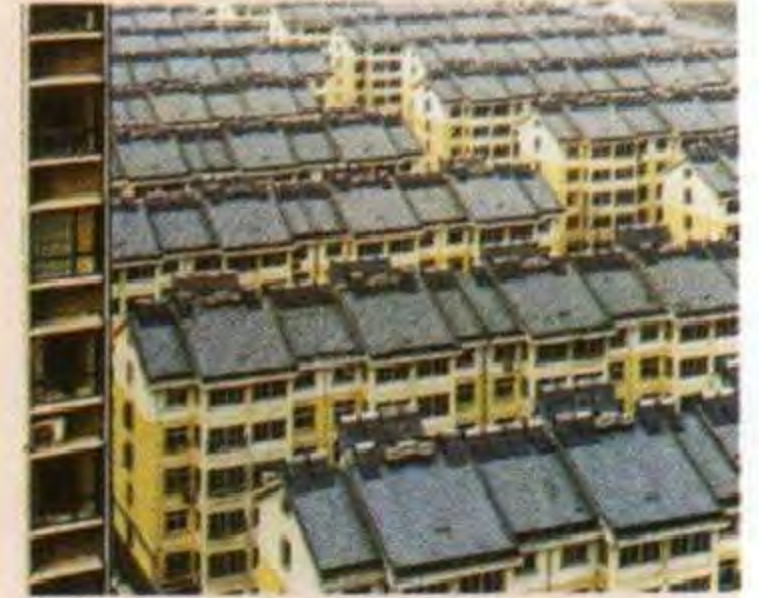
Çin'in Güneş Vadisi

Güneş enerjisinden faydalanmanın çeşitli yolları Çin'deki Dezhou şehrinde görülebilir. Burada evlerdeki sular güneş ile ısıtılıyor ve fotovoltaik kurulumlarla da elektrik üretimi yapılıyor. Güneş enerjisi için örnek bir şehir olan Dezhou aslında Çin'de 2006 yılında yürürlüğe giren yenilenebilir enerjiler kanunuyla sayısı artırılan pek çok ekoşehirden sadece biri.

Dezhou bulunduğu yerin avantajından faydalanıyor. Çin'in doğusundaki bu şehir güneşle su ısıtılması bakımından dünyanın en büyük üretim alanı. Dezhou'nun "Güneş Vadisi"nin diğer bir özelliği de burada çok sayıda güneşle ısıtma sisteminin olması. Yeni inşa edilen bu bölgedeki tüm meskun evlerin yaklaşık yüzde 90'ında sıcak su, güneş sayesinde elde ediliyor. Dezhou aynı zamanda çevre dostu su ısıtıcılarını maddi yönden sıkıntı yaşayan kişilerin satın alabilecekleri kadar makul fiyatta tutan ve güneş ısıtma alanında çığır açıcı bir şirket olan Himin Solar Corporation'ın genel müdürlük binasına da ev sahipliği yapıyor. En ucuz modelin fiyatı 200 Euro civarında. Şirket kurucusu Huang Ming, 1995 yılından bu yana güneş enerjisi işiyle uğraşiyor. "Çin'in Güneş Kralı"na güneşle ilgili inovasyonları için 2011 yılında alternatif Nobel Ödülü olan Doğru Geçinme Ödülü verilmişti. Güneş Vadisi projesi aslında 2005 yılında Dezhou'nun yerel hükümeti tarafından başlatıldı. Ancak büyük ölçüde Himin Solar tarafından planlandı ve inşa edildi. Bu örnek güneş şehri hava koşulları uygun olduğunda güneş enerjisinin konvansiyonel enerjiye bir alternatif olabileceğini ispatlıyor. Güneş ışınları trafiği yönlendiren ışıklara ve şehri aydınlatan sokak lambalarına enerji sağlarken, seyahat edenler de güneşle çalışan bisikletlere ve teknelere biniyor. Fabrikalar ve evlerin çatıları, dış yüzeyleri güneş kolektörleriyle dolu olmasına rağmen şehrin zarif görünümünü bozmuyor. Düşük salımlı çok yüksek bir bina olan Utopia Gardens'ın tepesinde dalgalanan ve güneş modüllerinden yapılmış devasa güneşlikler var. Güneş Vadisi'nin asıl simgesi ise dünyanın güneş enerjisiyle çalışan ve 75 bin metrekare alanıyla en büyük binası olan Sun-Moon Mansiyon.



Çin güneş enerjisinden yararlanıyor: Dezhou'daki Sun-Moon Mansion dünyanın güneş enerjisiyle çalışan en büyük binası (üstteki resim). Kolektörler pahalı değil ve bu şehirlerde yaşayan çok sayıda sakin güneşle ısıtılmış sıcak suları kullanıyor (alttaki resim).



koşullarından biri de daha yüksek faaliyet sıcaklıklarının sağlanması. Bu santraller süreç sıcaklığı arttıkça kendilerine verilen ısıdan oransal olarak daha fazla enerji üretebilir. ABD Colorado'da Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı'ndaki (NREL) termal güneş enerjisi santralleri

araştırma ve geliştirme bölümünün başkanı Mark. S. Mehos, "Gelecek vaat eden bir çözüm de helyostat olarak bilinen yansıtma aynalarının güneş ışınlarını kullenin tepesindeki bir yüksek sıcaklıklı alıcının tam üzerine yönlendirdiği enerji kulesidir" diyor. Güneş ışınının güçlü bir şekilde tek



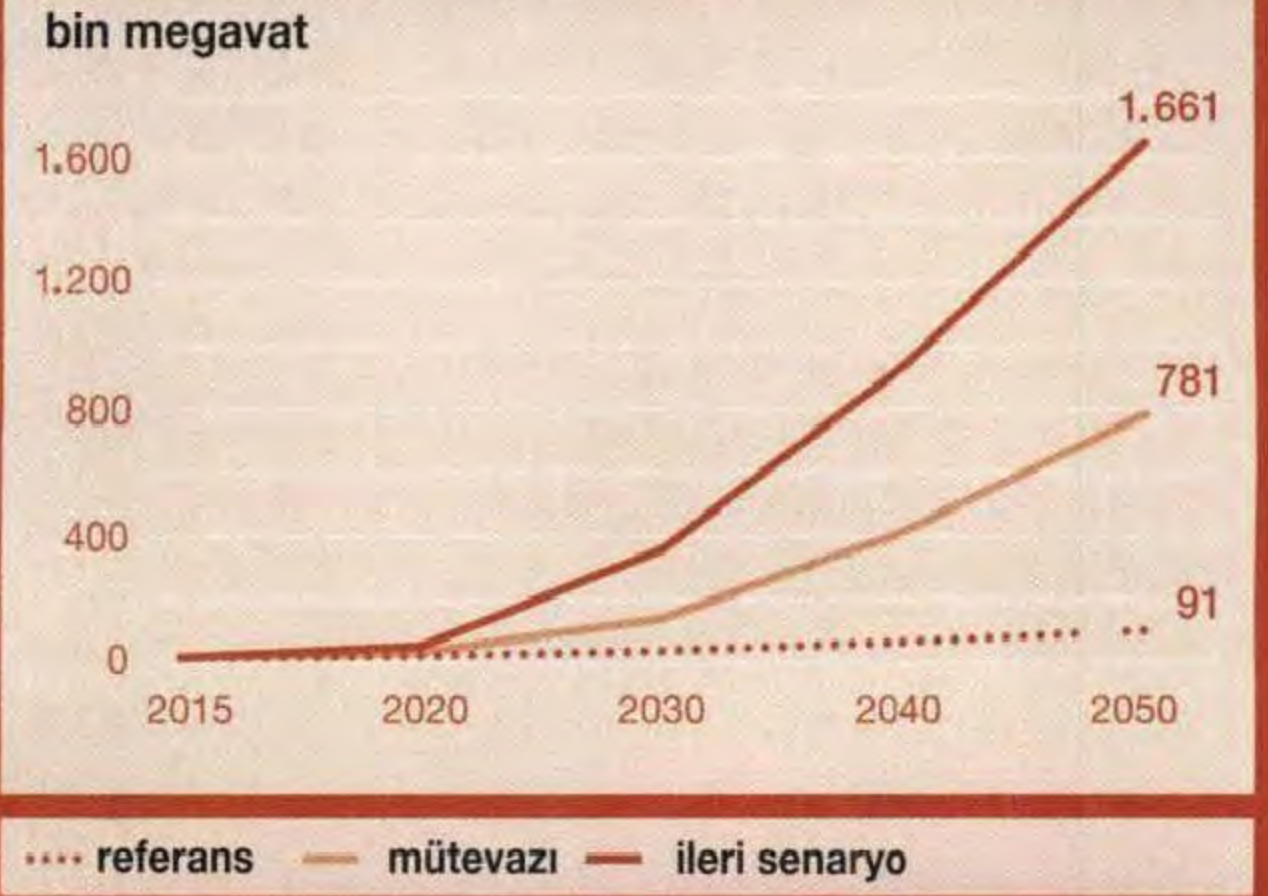
ENERJİ



En yüksek termal verimlilik oranını güneş kuleleri tutturuyor. İspanya, Seville'deki Abengoa Solar şirketine ait PS20 enerji santralının 20 megavat'lık bir çıktısı var.

Güneş santrallerinden gelen enerji miktarı artacak - Üç senaryoya göre tahminler

Güneş enerjisi konsantrasyonuyla çalışan (CSP) santrallerden gelen termal güneş enerjisi miktarının gelecek yıllarda artması bekleniyor.



Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)

Güneş toplarından Olimpiyat meşalelerine - Termal güneş enerjisinin ilk adımları

Termal güneş enerjisinin tarihi neredeyse insanoğlunun tarihi kadar eski. M.Ö. 800 yıllarında Mısırlılar karanlık odaları aydınlatmakta kullanılan temel güneş aynalarını icat etti. Bu aynalar güneş ışınlarını öylesine odaklayabiliyordu ki aynı zamanda bir kap içindeki suyu da ısıtabiliyorlardı. Hatta çok daha olağanüstü bir uygulama da güneş enerjisinin öncülerinden biri olan matematikçi Arşimed'in M.Ö. 212 yılında tasarladığı rivayet edilen bir cihazdı. Efsaneye göre, Syracuse kuşatması esnasında Arşimed, Romalıların filosunu baştan aşağıya yakıp batırmak için güneş ışınlarından ve bir ayna olarak da bir hayli parlatılmış tunçtan yapılmış zırhtan faydalandı. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'ndeki (MIT) öğrenciler bu efsanenin doğru olup olmadığını anlamak için 2005 yılında Arşimed'in aygıtının benzerini yaptı. Bu cihazın prensip olarak çalışabileceğini gördüler. Ancak sadece 25 metre gibi kısa bir mesafeye küçücük bir ateş topu atmayı başarabildiler. Fakat güneşle ilgili antik ritüellerden biri halen sürdürülüyor: Günümüzde her dört yılda bir Olimpiyat meşalesi parabolik bir ayna aracılığıyla güneşten faydalanılarak yakılıyor.

bir noktaya toplanmasıyla 550 santigrat derecenin üzerinde faaliyet sıcaklıkları sağlanabilir. Termal güneş enerjisi santralleri teknolojisinin gelecekteki geliştirilmelerine dair bir NREL araştırması bu sayede dağıtılan enerjinin maliyetlerinin düşerek günümüz santrallerinin verimliliğinin artırılabilirliğini gösteriyor.

TUZ İLE DAHA YÜKSEK FAALİYET SICAKLIKLARI

BASF araştırmacıları faaliyet sıcaklıklarının artırılması üzerine de çalışıyor. Depolama tuzlarının aynı zamanda doğrudan bir ısı aktarım aracı olarak da kullanılabilirliğini sağlayacak önlemleri tanımlamak için tuzların yüksek sıcaklıklardaki davranışlarını araştırıyorlar. Genellikle kullanılan termal yağlar ise 400 santigrat dereceden daha yüksek sıcaklıklarda bozuluyor. Eğer ısı aktarım aracı olarak bu yağların yerini tuzlar alırsa, bu enerji santralleri çok daha yüksek sıcaklıklarda faaliyet gösterebilir ve dolayısıyla verimliliklerini artırabilir.

Bir CSP enerji santralının

ilk planlanma aşamasından itibaren tuz kimyasının hesaba katılmasını garantiye almak için BASF sadece depolama tuzunu vermekle kalmıyor, aynı zamanda tesisin planlanması, inşaatı ve faaliyeti için de danışmanlık hizmetleri sunuyor. CSP'nin rekabet gücünü artıran bir başka faktör de son yıllarda aynalar ve borular gibi bileşenlerin maliyetlerinde yaşanan düşüş. ESTELA'nın başkanı Crespo, ne kadar çok sayıda termal güneş enerjisi faaliyete geçerse bu eğilimin de o kadar güçleneceğini söylüyor. Ancak Crespo şu anda üzerinde çalışılan yeterince yeni CSP projesi olmadığını düşünüyor: "Burada engeller teknolojiye değil siyasetten kaynaklanıyor."

Bu nedenle bu dernek termal güneş elektriği yaygınlaştıran yatırımlar için istikrarlı politik çerçeve çalışması koşulları ve güvenilir planlama süreçleri çağrısında bulunuyor. Crespo'nun iddiası şöyle: "Eğer bu işe dahil olan herkes uyum içinde birlikte çalışırsa, o zaman yoğunlaştırıcı güneş enerjisi (CSP) 21'inci yüzyılın en önemli iklim nötr enerji formu olabilir." □



Aynadaki güneş

Bir güneş enerjisi konsantrasyonu (CSP) santrali, elektrik enerjisi üretmek için güneş enerjisini kullanan termal bir enerji santralidir. Burada ısı aktarım aracını yüksek sıcaklıklara gelene kadar ısıtmak için aynalar güneş ışınlarını tek bir noktaya yoğunlaştırır. Çeşitli termal güneş enerjisi santralleri arasındaki tek farklılık, güneş enerjisini yakalayan kolektörlerin şeklidir. Biz burada size popüler parabolik tekne teknolojisi örneğinden faydalanarak onun nasıl çalıştığını göstereceğiz.

Kolektörlerin içbükey ve aynalı yüzeyleri güneş ışınlarını içinde termal yağın aktığı bir boruya odaklar.

Isıtılmış yağ

Soğuk yağ

Isı dönüştürücü

Isıtılan yağ bir buhar jeneratörüne doğru akar. Burada yağın ısı suya aktarılır ve buhar elde edilir. Son olarak da soğuk yağ tekrar ısıtılmak üzere güneş alanına doğru geri akar.

Termal yağın ihtiyaç fazlası ısı bir ısı dönüştürücü aracılığıyla sıvı bir tuz karışımına aktarılır. Bu ısı tuzun içinde saatlerce muhafaza edilebilir ve sonra elektriğe çevrilir. Şöyle çalışmaktadır: Soğuk tanktan gelen tuz yol boyunca termal yağın ısını alarak bir ısı dönüştürücüden geçerek sıcak tanka gider. Tuzun ısını almak için bu sıcak tuz karışımı tekrar soğuk depolama tankına geri gönderilir. Yol boyunca da termal yağı ısıttığı ısı dönüştürücüden geçer. Bu yağ sonrasında buhar jeneratörüne ısı enerjisini taşır.

Buhar

Buhar jeneratörü

Sıcak tuz tankları

Soğuk tuz tankları

Su buharı sonra bir yoğuşturucu içinde sıvılaştırılır ve sirkülasyon halindeki su sistemine geri pompalanır. Özellikle de su kaynaklarının kıt olduğu çöllerde su kayıplarını minimum seviyede tutmak çok önemlidir.

Yoğuşmuş su

Jeneratör

Yoğuşturucu

Buhar, elektrik üreten ve onunla şebekeyi besleyen jeneratörü çalıştıran bir türbine doğru hareket eder.

Kaynak: Alman Havacılık Merkezi (DLR), düzeltilmiş