

GÜNEŞE UZANAN KULELER

Bugünlerde Avustralya'da Dünya'nın en uzun kulesinin inşaa planları konuşuluyor. Ancak bu kulenin amacı, yeryüzünde varolan diğer kulelerden oldukça farklı. Güneş enerjisinden yararlanma yolunda yeni bir umut vaadeden güneş kuleleri, herhangi bir yakıt maliyeti olmaksızın sürekli elektrik enerjisi üretebilmek potansiyelini sunuyor. 70.000 Avustralya vatandaşının elektrik gereksinimini karşılama kapasitesine sahip güneş kulesinin yapımına önümüzdeki yıl başlanması, şimdiden kesinleşmiş gibi görünüyor.

Avustralya'nın Melbourne kentine arabayla 6 saat uzaklıktaki Mildura, kasabası yakınlarındaki bölge, yeryüzünde varolan en uzun kuleye ev sahipliği yapmaya hazırlanıyor. Uzunluğu 1 kilometre olacak bu kule, çapı 7 kilometre olan camdan ve plastikten oluşan bir tabana oturacak. Kulenin varolma amacıysa, insanlığın son yıllarda durmaksızın peşinde koştuğu amaçla aynı; güneş enerjisini kullanarak elektrik enerjisi üretmek!

Güneş ışığını kullanarak elektrik enerjisi üretecek bu "güneş kuleleri"nin çalışma mantığı aslında oldukça basit. Çünkü çok eski zamanlardan bu yana insanlığın tanıdık olduğu üç basit bileşeni kullanıyorlar: Cam çatılı güneş ışığı toplayıcısı, baca ve rüzgar türbinleri. Kulenin tabanında yer alan toplayıcıdaki hava, güneş yoluyla ısınarak kulede yükselecek ve 650 gigawatt-saatlik elektrik enerjisi üretecek 32 türbini ha-

rekete geçirecek. Projenin sahibi olan ve 70.000 Avustralyalının elektrik gereksinimini bu yolla karşılamayı planlayan EnviroMission şirketi, kulenin yapım çalışmalarına önümüzdeki yıl başlamayı ve 2008 yılında bu kule yoluyla elektrik enerjisi sağlamayı planlıyor.

Güneş kulelerinin tarih sahnesinde tam anlamıyla yer almasını sağlayan kişi, yapısal mühendislik gurusu Jörg Schlaich. Batı Alman hükümeti ve bir İspanyol enerji şirketinin desteğini alan Schlaich, 1982 yılında Madrid'in yaklaşık 150 kilometre güneyindeki Manzanares kasabası yakınlarında 50 kilowatt'lık bir güneş kulesi prototipi inşa etti. Schlaich'in bu projesinde yola çıkış noktası, güneş kulelerinin eninde sonunda bol miktarda güneş ışığı dışında hiçbir enerji kaynağı bulunmayan yoksul ülkelere elektrik enerjisi sağlayabilecek olmasıydı.

Manzanares Kulesi

Schlaich'in 195 metre yüksekliğindeki Manzanares kulesi, bu çıkış noktasıyla bir yerlere varılabileceğini kanıtlamış oldu. Plastik güneş ışığı toplayıcısı altındaki havayı 17°C'ye kadar ısıttı. Bu sıcaklık, havanın bir türbini döndürmek ve elektrik enerjisi üretmek amacıyla kule içinde yükselmesini sağlamak için yeterliydi. Üstelik sonuçta ortaya çıkan tabloda,

yakıt maliyetlerinin ve iklime zarar verici sera gazlarının yeri yoktu. Üstüne düşen görevi yerine getiren bu kule, 30 ay süren aralıksız bir çalışma boyunca İspanya elektrik şebekesine 118 megawatt-saatlik elektrik enerjisi katkısında bulundu.

Schlaich'in güneş kulesinden elde ettiği sonuç olumlu olduysa da, aslında bu rakam güneş kuleleriyle ilgili tedirgin edici bir gerçeğin altını çiziyor. Plastiğe çarpan güneş ışığındaki enerjinin %1'inden çok daha azının elektrik enerjisine dönüştüğü göz önüne alınırsa, kuleler güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürmenin bir yolu olarak son derece yetersiz görünüyor. Manzanares kulesinde güneş enerjisinin yarısı topl-



Belki de sorulması gereken en önemli soru, güneş kulesinin amacını yerine getirip getirmeyeceği ve beklendiği düzeyde elektrik enerjisi üretilip üretilmeyeceği.

Güneş ışınları, 4000 hektar alan kaplayan ve yerin 3,5 metre üzerine kurulmuş cam ve plastikten yapılmış bir toplayıcı üzerine düşüyor. Toplayıcı altında hapsedilen havanın sıcaklığı 30°C artıyor.



Kulenin tepesindeki bir seyir galerisi ziyaretçilere çevrenin panoramik görüntüsünü sunuyor.

20°C
1 km yüksekliğindeki kule, güçlendirilmiş betondan yapılı

Sıcak hava kule içinde yükseliyor

200 metrelik Manzanares kulesinden beş kat daha fazla randıman sağlayacak olan 1.000 metre uzunluğundaki Mildura kulesinin toplam verimliliği yaklaşık %1,5 olarak öngörülmüyor.

Kule ısınan havayı içine çekiyor; hava kule girişini çevreleyen 32 türbini döndürerek elektrik üretiyor.

Güneş kulesine yerleştirilmesi düşünülen türbin tasarımlarından biri. Toplam 32 türbin kule tabanına çepre çevre yerleştirilecek



bandaki hava sıcaklığını artırmak için daha büyük bir toplayıcı kullanılarak artırılıyor. Ayrıca, kule ne kadar

uzun olursa, kulenin tepesini çevreleyen atmosferik basınç da o kadar düşük olacaktır. Schlaich'in Stuttgart, Almanya'daki mühendislik şirketinde çalışan uzmanlar, 200 metrelik Manzanares kulesinden beş kat daha fazla randıman sağlayacak olan 1000 metre uzunluğundaki Mildura kulesinin toplam verimliliğini yaklaşık %1,5 olarak öngörüyorlar.

Söz, planladığı kulenin ayrıntılarına geldiğinde, EnviroMission pek fazla sır vermiyor. Ancak kesin olan bir şey var ki, o da Schlaich'in orijinal projesi idealist bir yaklaşımla oluşturulmuşken, EnviroMission'ın bu kulesinin, Avustralya'nın bol miktarda sahip olduğu fosil yakıtı kaynakları ile ateşlenen geleneksel güç istasyonlarıyla bile yarışabilecek düzeyde ve bütünüyle kar amaçlı bir girişim olarak planlandı. Kulenin inşa edilmesi için seçilen bölgenin bol miktarda güneş ışığına sahip olmasının yanı sıra, ulusal elektrik şebekesine 20 kilometreden daha az bir uzaklıkta oluşturma gibi bir özelliği de var. Bu özellik, bağlantı maliyetlerinin ve hat kayıplarının en aza indirgenmesini sağlayacak.

Schlaich'in şirketi, Berlin'deki Almanya Tarih Müzesi'nin cam tavanı gibi estetik yapılarla kendine saygıdeğer bir isim yapmış durumda. Aynı şirket Mildura'da inşa edilecek kule projesinde de yer alıyor; ancak burada estetik kaygıların herhangi bir yeri olmayacak: en önemli iki kriter ucuzluk ve pratiklik. Tabandaki güneş toplayıcısının büyük bir kısmının çok daha pahalı olan cam yerine plastikten yapılması da, bu yaklaşımın bir sonucu. Kulenin tasarımı konusunda yapılan ayrıntılı çalışmalar, toplayıcının içinde saatte 54 kilometre hızla hareket eden rüzgarlara ancak camın dayanabileceğini gösterdiğinden, yalnızca merkezi bölümde cam kullanılacak.

Güneş Topla Benim İçin!

Güneş kuleleri, diğer yenilenebilir güç kaynaklarına göre pek çok üstünlüğe sahip: Kolayca ve sürekli olarak elektrik enerjisi üretebiliyorlar; üstelik rüzgar durduğunda ya da güneş bulutun arkasına girdiğinde kapanmıyorlar. Gün boyunca güneşten gelen ısı, toplayıcıdaki havanın içinde depolanıyor. Kuleye giren havanın sıcaklığı günün en sıcak anlarını takip eden birkaç saat içinde, elektrik tüketiminin en fazla olduğu akşamın erken saatlerindeki gereksinimi karşılayabilecek şekilde en üst düzeye

yıcağıdan ısı olarak kaybolmuş ve yakalanan ısı yalnızca % 0,7'si türbin aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülmüştü. Geri kalanıysa kulenin tepesinden sıcak hava olarak kaçmıştı. (Bu noktada bir karşılaştırma yapabilmek amacıyla, fotovoltaik güneş panellerinin, üzerlerine düşen güneş ışığının yaklaşık %15'ini elektrik enerjisine dönüştürdüklerini hatırlamakta yarar var.)

Ancak neyse ki, enerji kaybındaki bu yüksek oran, çok büyük bir sorun değil. Çünkü ne de olsa güneş ışığı bedava ve bu nedenle güneş kuleleri söz konusu olduğunda anahtar nokta dönüştürmede etkinlik değil, gerekli tesisin inşa edilmesinin ve üreteceği her bir kilowatt-saat için işletilmesinin ve bakımının ne kadar mal olduğu. Gereken birim maliyeti azaltmanın yollarından biri, tesisin ölçeğini büyütmek. Bu da kulenin yüksekliğini daha uzun inşa etmek ve toplayıcıyı daha geniş bir alana yaymak anlamına geliyor.

Kulenin verimi, kulenin en alt noktası ve tepesi arasındaki basınç farkının büyüklüğüne ve kulenin içinden geçen hava miktarına bağlı. Basınç farkı, ta-



Bir grup uzman, güneş kulelerinin türbinler ve sıvı dinamikleri bakımından, hidroelektrik santrallerinde kullanılan enerji dönüştürme teknolojisiyle pek çok benzerlik taşıdığı görüşünde.

ulaşılıyor. Ancak ısı enerjisi güneş yeni-den doğana değin boşa harcanacağından, 24 saat boyunca kesintisiz elektrik enerjisi sağlayabilmek için santralin ısı depolamayı sağlayacak bir sisteme gereksinim duyması olası. Böyle bir sistem halihazırda varolan planlar kapsamında yer almıyorsa da, ilerideki bir tarihte eklenebilir. Schlaich'in ekibi bu tür bir sisteme örnek olarak geceleri kuledeki havayı ısıtmak için sıcak su sağlamak amacıyla kullanılacak, ısıyı gün boyunca emen siyah, su dolu tüplerden oluşan bir sistemin geliştirilip test edilmesi aşamalarını tamamlamış durumda.

Güneş kuleleri tasarımının uzmanların üzerinde ancak spekülasyon yapabilecekleri bir yanı, yapının kendisinin nasıl inşa edileceği konusu. EnviroMission bu konuyla ilgili olarak kuleyi, bir tekerleğin içinde yer alan cantlara benzer şekilde, tüm içi boyunca gerilmiş kablolarla birçok noktadan destekleyecekleri sırrını açıklıyor. Yapının ne şekilde inşa edileceği konusunda bunun dışında çok az miktarda ayrıntı biliniyorsa da, 1 kilometrelik kulenin inşa edilebileceğine ilişkin pek de kuşku yok. İnşaat alanındaki birçok bilimadamına göre insanlık gitgide daha da 'yükseliyor' ve bu nedenle yüksekliği 1 km ya da daha fazla olan bir süperkule inşa etmek teknik olarak olanaksız değil. Ancak, tasarlanan güneş kulesinin uzunluğunun, yeryüzünde şu anda varolan en yüksek bina olan Toronto'daki 553 metrelik CN Kulesi'nin neredeyse iki katı olduğu gözönüne alındığında, bunun yine de oldukça zorlu bir iş olacağı konusunda herkes hemfikir.

Sallanan Kuleler

Güneş kulesinin yapısal sorunlarından bir diğeryse, kulenin şiddetli rüz-

garlardan nasıl korunacağı. Yerden 1 kilometre yüksekliğe çıktığında, saatte 200 kilometrelik rüzgar hızları oldukça sıradan olacaktır. Hava akımları güneş kulesinin çevresinden geçtikçe kulenin her iki yanında girdaplar oluşturacaktır. Bu girdapların oluşturacağı çekme kuvveti, şiddetli bir rüzgarda sallanmayla birleştiğinde, dünyanın en uzun kulesini kısa bir süre içinde dünyanın en büyük moloz yığını haline getirebilir.

Endüstriyel bacalarda, bu girdapların şiddetini yok etmek için genellikle sarmal sertleştirme yöntemi kullanılmakta. Ama güneş kulesinin oldukça büyük olan boyutları, bu tür bir yöntemin uygulanabilmesi için ek ölçümler yapılmasını gerektiriyor. Seçeneklerden biri, kuleyi dışarıdan dengelemek için kulenin tepesiyle yerdeki dayanak noktaları arasına çelik halatlar germek. Bu durumda geri kalan herhangi bir salınım, yapımı basit bir tampon yoluyla



EnviroMission fiyat etiketi konusunda herhangi bir yorum yapmaktan kaçınıyorsa da, uzmanlar toplam yatırımın 720 milyon dolar civarında olacağı görüşünde.

nötraleze edilebilir (Kulenin iç tarafına asılmış sarsıntı emici malzeme içine sarılmış bir zincir gibi). Mühendisler kulenin boyutlarını kullanarak frekans salınımını elde edebilecekleri için, zincir uzunluğunun, kule sarsıldıkça kulenin iç tarafına çarpmasını sağlayacak frekansta salınacak ve böylece kulenin enerjisinin bir kısmını yok edecek biçimde ayarlanması da mümkün olabilecektir.

Güneş kulelerinin inşasıyla ilgili bir başka kritik noktaysa, bu kadar uzun bir kulenin inşasında kullanılacak malzeme. Kulenin tamamlanması için tahmini olarak 700.000 metreküp, yüksek da-

yanıklılıkta beton kullanmak gerekeceğinden EnviroMission yetkilileri, iki yıl boyunca günde 24 saat, haftada 7 gün durmaksızın beton döküyor olacaklarının bilincindeler. Sözü edilen boyutlarda ve şiddetli rüzgarlara maruz kalacak böyle bir yapının inşası sırasında kullanılacak tüm malzemelerin çok yüksek düzeyde dayanıklılık özelliğine sahip olması gerekiyor. Bu kadar yüksek hacimdeki bir beton miktarı söz konusu olduğundaysa, ekonomik açıdan en mantıklı uygulama, yerel malzemeler kullanmak gibi görünüyor. Bu nedenle kulenin inşa edileceği bölgedeki taş ve su kullanılarak hazırlanmış betonun, nasıl deform olacağı ya da kırılacağı incelenmesi amacıyla, en az 1 yıl boyunca laboratuvar testine tabi tutulması gerekiyor.

Ekmeğini Taştan Çıkartan Kule...

Güneş kulesinin inşasıyla ilgili ayrıntılar incelendiğinde, kulenin inşaat maliyetinin çok yüksek olacağı açıkça görülebiliyor. EnviroMission fiyat etiketi konusunda herhangi bir yorum yapmaktan kaçınıyorsa da, uzmanlar toplam yatırımın 720 milyon dolar civarında olacağı görüşünde. Neyse ki, bir fosil yakıt istasyonununki ile karşılaştırıldığında, güneş kulesinin bu maliyeti dengelemek amacıyla kullanabileceği çok daha fazla gelir kaynağı olacak. EnviroMission başlangıç olarak, Avustralya hükümetince yeşil enerji sağlayıcılarına dağıtmakta olan yenilenebilir enerji sertifikalarının ticaretini yapmayı planlıyor. Sonraki gelir kaynağıysa, kulenin isim hakları. Dünya üzerinde bir ikon haline geleceği düşünülen bu kulenin isim hakkı için, şimdiden sıraya girmiş olan sponsorlar var. Mevcut isim önerilerinden bazılarıysa "Viagra Kulesi" ya da "Dünya'nın En Büyük Güneş Saati".

EnviroMission ayrıca, meyve ve sebze yetiştirmek ya da bölgede üretilmiş olan meyveleri kurutmak amacıyla toplayıcıyı dev bir sera gibi kullanma olasılığını araştırıyor. Böyle bir uygulama, havanın daha fazla nemli ve daha az yoğun hale gelerek daha çabuk yükselmesini ve türbinlerin daha fazla enerji açığa çıkarmasını sağlamak gibi ek bir yarar da getirebilir. Gelir elde etmek için tasarlanan bir başka plansa, kulenin tepesine turistik turlar düzenlemek.



Schlaich, 1982 yılında Madrid'in yaklaşık 150 kilometre güneyindeki Manzanares kasabası yakınlarında 50 kilowatt'lık bir güneş kulesi prototipi inşa etti.



Schlaich'in şirketince yapılan Almanya Tarih Müzesi'nin cam tavanı.

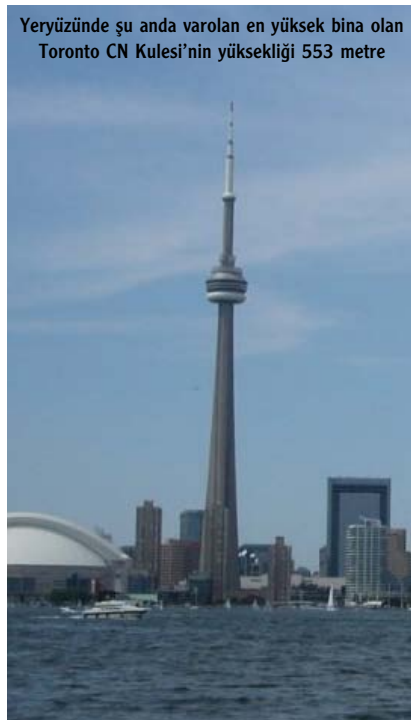
Hava Civa mı, Yoksa Gerçek mi?

Kulenin alternatif gelir kaynakları bir yana, belki de sorulması gereken en önemli soru güneş kulesinin amacını yerine getirip getirmeyeceği ve beklediği düzeyde elektrik enerjisi üretilip üretilmeyeceği. Projenin boyutunun büyüklüğü, kuşkuyla kaçınılmaz olarak süreceği anlamına geliyor. Bazı alınılabilen tek deneyim, 20 yıl önce inşa edilmiş olan Manzanares kulesi. Ancak Mildura santralinden elde edilecek verimin, kendisinden önceki bu İspanyol atasınınkinden 4000 kat daha fazla olması planlandığından, bu deneyimden elde edilen olumlu sonuçlar uzmanların içini rahatlatmak için pek de yeterli olamıyor. Projeye karşı çıkan bazı güneş enerjisi uzmanlarıysa, Mildura kulesiyle yapılmaya çalışılanın ara ölçekli bir prototip olmaksızın en uç noktaya ulaşmaya çalışmanın da basamakları teker teker çıkmadan en üst basamağa atlamaya çalışmakla aynı şey olduğunu söylüyorlar. Bu kişiler projenin vizyonunun hayranlık uyandırıcı olduğunu kabul etseler de, 'acı gerçekler' nedeniyle şirketin hırslı planlarından geri adım atmak zorunda kalacağına ve belli bir miktar bütçe sağlayarak daha küçük bir kule inşa edeceklerine inanıyorlar.

Bir grup uzmansa güneş kulelerinin, türbinler ve sıvı dinamikleri bakımından hidroelektrik santrallerinde kullanılan enerji dönüştürme teknolojisiyle pek çok benzerlik taşıdığı ve bu nedenle risklerin üstesinden gelinebileceği görüşünde. Ancak kulenin tabanındaki

geniş seranın, kendisini çevreleyen yüzeyi yansıtırlığını ya da beyazlık derecesini etkileyerek, bölgenin mikroiklimini az da olsa değiştirebileceği konusunda da endişeliler. Böyle bir durum kulenin elektrik enerjisi üretme kapasitesini etkileyebilecek yerel nem oranı, sıcaklık ve rüzgar üzerinde olumlu ya da olumsuz sapsmalara neden olabilir. Beyazlık derecesindeki değişimin neden olacağı sonuçlar, oldukça önemli ancak yanıtı henüz kesin olarak verilememiş bir soru. Olası yanıtlardan biri, kuleyi dışarıdan kuşatan sıcaklığı artırarak tepe ve taban arasındaki basınç farkının değişmesine neden olabileceği yolunda. Tüm bu belirsizlikleri gidermek amacıyla EnviroMission, araların-

Yeryüzünde şu anda varolan en yüksek bina olan Toronto CN Kulesi'nin yüksekliği 553 metre



da mikroiklim etki analizi de bulunan bir grup araştırma projesini başlatmak için devletten fon bekliyor.

Tüm bunların dışında 4000 hektarlık bir seranın, güneş ışınlarını hiç fire vermeden yakalayabileceği ölçüde temiz tutulması gibi sorunlar da var. Pencere silmek için kullanılan lastik ağızlı cam silicilerden oluşan bir orduyu kullanmak bile gerekli çözümü sağlamayacaktır. Bir başka günlük sorunsa, Manzanares'teki plastik bölümlerin başına gelene benzer şekilde, toplayıcının inşasında kullanılan plastik tabakaların Avustralya güneşinin parlaklığı altında bozulması riski.

Rüzgar enerjisi alanındaki uzmanların endişeleriye farklı. Güneş kuleleri gibi alternatif enerji kaynaklarının, isim hakları, turistik turlar gibi yöntemlerle gelir sağlayabilecekse de, uzun vadede finansal anlamda varlığını sürdüremeyeceğini savunan bu kişiler, güneş kulelerinin elektrik enerjisi satarak kar etmekten çok uzak olduğu ve enerji gereksinimini karşılama yolunda bir çözüm getiremeyeceği görüşündeler.

Tüm bu eleştiriler göz önüne alındığında, EnviroMission planları hakkında daha fazla ayrıntı gün ışığına çıkana değin, Avustralya'nın güneş kulesinin sınırı geçip geçemeyeceği belirsiz. Ancak ne olursa olsun, Mildura kulesinin, bu yolla enerji üretimi konusunda duyacağıımız son örnek olmayacağı oldukça açık. Güneş ışığından elektrik üretebilecek, turistleri cezbedecek, sebze ve meyve yetiştirmek için kullanılacak bir yükselen kule vaadi, insanlığın hayallerini gerçekleştirmenin bir yolu olabilir. Güney Afrika, Fas, Mısır ve Hindistan, enerji üretimi için bu teknolojinin kullanılacağı olası bölgeler olarak düşünülebilir. Konuyla ilgili daha çok şey duyacağımızın bir başka işaretiyse, geçtiğimiz ay EnviroMission'ın Çin'de güneş kuleleri inşa edecek bir şirket kurmak için Çin hükümetine başvurduğunu açıklaması. Belki de şimdiden kendimizi dünyanın dört bir yanından yükselecek güneş kulelerine alıştırmamızda fayda var.

Nowak, R., "Power Tower", New Scientist, 31 Temmuz 2004, sayfa 42-45.

Çeviri: Ayşenur Topçuoğlu Akman

Ayrıntılı bilgi edinmek isteyenler için kaynaklar:

http://www.visionengineer.com/env/solar_flue.shtml

<http://www.enviromission.com.au/index1.htm>

<http://www.solarmissiontechnologies.com/>

http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2004/Haziran/makale_gunes.htm

<http://www.sbp.de/en/fla/index.html>