



RÜZGAR ENERJİSİ

Kıyıların çevresinde kurulacak dev türbin kümeleri, kıyı ötesi rüzgar gücünün kullanımı alanında büyük umutlar vaat ediyor. Ancak çevreyi kirlenmeyen bir enerji kaynağı olması nedeniyle kendine çok taraftar bulan bu rüzgar türbinlerine karşı çıkanların sayısı da hiç azımsanacak gibi değil. Tüm bunlar bir yana, kıyı ötesi rüzgar türbinlerinin kurulmaları, oldukça maliyetli ve zor bir süreç.

24 yıl enerji sektöründe görev yapan ve çeşitli gaz, kömür ve nükleer güç istasyonları inşa etmiş olan Mike Carter, şimdilerde North Hoyle'da İngiltere'nin ilk büyük ölçekli kıyı ötesi rüzgar çiftliğini kurmakla meşgul. Geçtiğimiz ay North Hoyle'ın 30 türbininden her birinin ulusal elektrik şebekesine 2 megawatt'lık güç pompalayacak şekilde çalışmaya başlamasıyla, İngiltere büyük ölçekli rüzgar çiftlikleri işleten ülkeler kulübüne girmiş oldu. Kulübün diğer üyeleri ise Danimarka, İsveç ve İrlanda. İngiltere için iyi bir başlangıç olan North Hoyle, İngiltere'nin kıyı ötesi rüzgar potansiyeliyle ilgili yaklaşımında çok temel bir değişimi temsil ediyor.

Kıyı ötesi rüzgar gücü alanında liderlik, Avrupa'nın elinde. Yerel yönetimler, siyaset adamları ve iş çevreleri bu oyuna olumlu yönde katılırsa, Avrupalılar yakın bir gelecekte enerjilerinin büyük bir kısmını rüzgardan elde edebilir hale gelecekler. Bunda kıyı ötesi rüzgar çiftliklerinin kurulmasın-

da daha büyük, etkin ve türbinlerin inşası için daha ucuz teknikler de ciddi bir rol oynayacak.

Gelecekte denizin ulaşılması güç alanlarını da rüzgar çiftlikleri için olanaklı hale getirebilecek yeni bir tasarım, ABD ve Japonya gibi ülkelerde de kıyı ötesi rüzgar çiftlikleri için umut kapılarını aralayabilir. Uzmanlara göre kıyı ötesi rüzgarla elektrik üretmenin maliyeti, şu andaki azalma eğilimini sürdürürse, 2010'da gazdan elektrik üretimi kadar ucuz hale gelebilir. Ancak tüm bu olumlu haberler, karadaki

rüzgar çiftliklerinin kendilerinden beklenileni vermemiş olduğunu düşünen kişilerin, kıyı ötesi rüzgar çiftlikleri konusuna da olumsuz bakmalarını engelleyemiyor.

İngiltere'de rüzgar çiftliği inşa etmek isteyen şirketler, birçok engelle karşılaşılıyor. İngiltere'deki bir girişimci için ilk zorluk, diğer ülkelerde olduğu gibi, güç üreten bir türbin inşa etmek için zaten bu amaçla ayrılmış bir bölgede, izin almak için başvurmak. İkinci ve asıl güçlükse, kıyı ötesi bölgelerinden sorumlu merkezi devlet kurumlarından planlama onayı almak. Rüzgar çiftliklerinin kötü etkileri olabileceğini düşünen herhangi bir bireyden ya da gruptan gelen itirazları da hesaba katmak durumunda olan planlama süreci, öncelikle projenin çevresel etkilerini göz önüne almak zorunda. Bu süreç toplamda genellikle yaklaşık üç ya da dört yıl sürüyor.

North Hoyle için izin kolayca alındıysa da, İngiltere'deki diğer bazı rüzgar çiftlikleri için planlar daha zorlu bir şekilde yürüyor. Örneğin, Swansea bölgesi yakınlarındaki bir girişim, bu bölgede yaşayanların çok ciddi protestolarına hedef olmuş. Bölgedeki balıkçılar yapılması önerilen rüzgar çiftliklerinin denizde yaklaşık on kilometrekarelik bir alanda avlanmalarını engelleyeceğini iddia ederken, diğer bölge sakinleri de kıyı ötesi rüzgar çiftliklerinin manzaralarına zarar vereceği ve turizmi kötü yönde etkileyeceği görü-



şündeler. Bu bölgede yaşanan durumun dönüm noktası niteliğindeki bir vaka olduğunu belirten İngiliz Rüzgar Enerjisi Derneği'nden (British Wind Energy Association - BWEA) Alison Hill, önümüzdeki yıl varılması beklenen kararın, rüzgar çiftliği kurmak isteyen girişimcilerin aleyhine gerçekleşmesi durumunda, İngiltere'nin tüm kıyı ötesi rüzgar politikasının önünde engel teşkil eden resmi bir karar olarak ortaya çıkacağı görüşünde.

Massachusetts, Cape Cod'un yakınlardaki Nantucket Sound bölgesinde kurulması için girişimlerin başlatıldığı ve ABD'deki tek örnek olacak olan kıyı ötesi rüzgar çiftliği, manzaralarının bozulacağını iddiasındaki ev sahiplerinden gelen saldırıların altında. Bu bölgeye ilişkin onay süreçlerinin harekete geçmesi için, daha 12 ay var.

Ama rüzgar çiftlikleri için karasularının tüm Avrupa'da belki de en iyi potansiyele sahip olduğu İngiltere'de, en büyük engeli oluşturanlar bölge sakinleri yerine, rüzgar türbinlerinin radar sistemlerinde oluşturabileceği olumsuz etkileri öne sürerek sık sık itirazlarda bulunan Savunma Bakanlığı ve sivil hava trafiği kontrolörleri. BWEA'nın istatistik sonuçlarına göre Savunma Bakanlığı İngiltere'de 2002 yılındaki karatabanlı rüzgar çiftliklerinin inşası uygulamalarının %34'üne, 2003 yılındakilerinse %48'ine itiraz etti. Her nasılsa, kıyı ötesi alanlar karadakilere göre daha iyi durumda. Nisan 2001'de duyurulan 18 kıyı ötesi alanın yalnızca 5'ine itiraz eden Savunma Bakanlığı, aralarında North Hoyle'm da bulunduğu 13 alanı itiraz etmeksizin kabul etmiş Danimarka rüzgar enerjisi birliğinin ekonomistlerinden Jakob Holst, İngiltere'deki durumun aksine Danimarka'lı hava trafiği kontrolörleri tek bir itirazda bile bulunmamış olduğunu belirterek, bunun İngiltere'ye özgü bir sorunmuş gibi görüldüğünü söylüyor.

Siyaset adamları ve enerji şirketlerinin kıyı ötesi rüzgara karşı yaklaşımlarındaki büyük değişimin temel nedenlerinden biri, türbinlerin artan güç çıkışı. Güney Danimarka'daki Lolland adası yakınlardaki ilk kıyı ötesi rüzgar çiftliği Vindeby'm inşa edildiği 1991 yılından bu yana, türbinlerden elde edilebilen güç miktarı 10 kat artmış durumda. Rüzgar çiftliklerini inşa edenler, çok sayıda küçük türbin yeri-



ne birkaç tane büyük türbin kullanarak kurulum ve çalıştırma maliyetlerini ciddi şekilde azaltabileceklerini fark etmişler. Vindeby'da kurulan 11 adet 450 kilowatt'lık türbin, şimdi son tasarımlarla minyatürize ediliyor. İrlanda'daki Arkoow Sands, General Electric'in 3,6 megawatt'lık türbinlerini, North Hoyle ise kanatları deniz yüzeyinden 110 metre yüksekliğe ulaşan ve Danimarka şirketi Vestas tarafından yapılmış 2 megawatt'lık türbinleri kullanıyor.

Türbinler güç çıkışlarındaki bu evrimi, temel mekanik kurallarına borçlular. Bir türbinin güç çıkışı kanat uzun-

luğunun karesiyle doğru orantılı olduğundan, kanat uzunluğundaki ufak bir artış, çıkışta çok belirgin bir artışa neden oluyor. Bazı şirketler daha büyük kanatları güçlendirmek için, kanatların artan basınca karşı direnebilmelerini sağlayan düşük ağırlıklı karbon fiberleri kullanıyor.

2003 yılının Ekim ayında Alman türbin üreticisi RePower, 180 metre uzunluğunda 5 megawatt'lık dev bir makine olan ve kanatları 61,5 metreyi bulan dünyanın en büyük türbinini test etme planlarını duyurdu. Kanatların boyutuyla ilgili olarak teknik açıdan herhangi bir sınırlama olmadığı

görüşünü savunan RePower'ın teknik müdürü Peter Qoell'a göre, bu, ekonomik anlamda kabul edilebilir sınırların dışına çıkmaksızın kanat büyüklüğünde ne kadar ileriye gidebileceğinize ilişkin bir konu. Diğer uzmanlar da Qoell ile aynı görüşte. Danimarkalı türbin üreticisi NEG Micon'ın Araştırma ve Geliştirme Müdürü Ole Gunneskov'a göre, beş yıl içinde kanatları 70-75 metre uzunluğunda türbinler inşa

etmek olanaklı hale gelebilecek. Ayrıca Danimarka'daki kanat üreticisi LM Glasfiber adlı firmadan Steen Broust Nielsen, 6 megawatt'lık makinelerin tasarımlarının ilk evrelerinin başlamış olduğunu belirtiyor ve şöyle ekliyor: "Önümüzdeki birkaç yıl içinde çıkış gücünü yaklaşık 10 megawatt'a yükseltebilecek 100 metrelik kıyı ötesi kanatların önünde herhangi bir teknolojik engel göremiyorum."

Avrupa'nın kıyı ötesi rüzgar gücü taraftarlığında rol oynayan tek şey, türbin tasarımları değil. Kuzey, Baltık ve İrlanda denizlerini çevreleyen ülkeler, denize kilometrelerce uzanacak büyük kum yığınları oluşturmalarına yardımcı olacak çok büyük bir varlığa sahipler. "Kumyığını 24" olarak adlandırılan ve öneri aşamasındaki bir Alman rüzgar çiftliğinde, kıydan 120 km uzakta olmasına rağmen, her biri 3 megawatt üreten 120 jeneratörünün yer aldığı suyun derinliği 35 metreden fazla değil. Ama Japonya ve ABD gibi ülkelerin böyle bir olanağı yok. ABD'nin doğu kıyısından Atlantik'e 5 km gittiğinizde bile, derinlik birkaç yüz metreyi buluyor. Bunun gibi bölgelerde, türbin direklerini deniz tabanına sabitlemek ciddi bir sorun haline geliyor.

Bu soruna çözüm getirmek içinse başka seçenekler gündemde. ABD, Colorado, Golden'daki Enerji Bakanlığı Ulusal Yenilenebilir Enerjiler Laboratuvarı'nda mühendis olarak görev yapan Walt Musial, yüzen kıyı ötesi rüzgar türbinleri konusunda özellikle ilgilenecek. Çok uzun süredir tartışılan, ancak henüz hiç pratiğe dönüştürülmemiş bir kavram olan yüzen türbinler alanındaki öncü modellerden biri, İrlanda'dan Dan Hannevig ve İngiltere'den, David Bone tarafından geliştirilmekte. Hannevig, tüm dünyada bu tür bir yüzen türbin sistemine sahip tek kişiler oldukları iddiasında.

Rüzgar türbinlerinin çoğu, deniz tabanına 25 metre sokulan tek bir direk ile uzun, ince kuleler üzerine oturtuluyor. 30 metreden biraz daha derin sularda işe yarayabilen diğer bazı sabit tasarımlar varsa da, 30 metreden daha derin sularda dalgaların ve akıntıların oluşturduğu yan kuvvetler, direklerin kullanımlarını olanaksız hale getiriyor. Bu nedenle gerçekten derin sular için çözüm olabilecek tek seçenek, yüzen platformlar. Amerika'nın çevresinde Avrupa'da olduğu kadar bol miktarda sığ su olmadığına ve kıydan 8 km. uzağa gittiklerinde bile direkleri kurmanın olanaksızlaştığına dikkat çeken Musial, yüzen türbinlerle özellikle ilgilendiklerinin gerekeceğinin de bu olanaksızlıklar olduğunu belirtiyor. Yüzen türbinler hayata geçirilebilirlerse, Avrupa için bile yararlı olabilirler. Kıyı ötesi rüzgar çiftliklerinin manzara açı-

Radar Ekranlarında Rüzgar Türbinleri

İngiltere'deki rüzgar çiftliklerinin gelişimi, Savunma Bakanlığı ve sivil hava trafiği kontrol yetkililerinden gelen itirazlara hedef oluyor. Bunun temel nedeni, türbinlerin radar ekranlarında uçak gibi görünüyormaları. Ayrıca havacılık yetkililerine göre, geniş bir radar gürültü alanı yaratarak yakındaki uçakların farkedilememesine neden olan türbinler, güvenlik açısından ciddi tehlikeler yaratıyor. Rüzgar endüstrisindeki çoğu kişi, havacılık alanındaki yetkililerin daha çok uğraşarak bu sorunların üstesinden gelebileceğini savunur. İngiltere sivil hava trafiği kontrolünden sorumlu Savunma ve Ulusal Hava Trafiği Hizmetleri Bakanlığı (The Ministry of Defence and National Air Traffic Services - NATS), incelemeleri gereken birçok yeni gelişmeyle başlarının zaten yeterince kalabalık olduğunu belirterek bu yaklaşıma pek de sıcak bakmıyor.

Hava trafiği kontrol radarlarının çalışma mantığı, basitçe, bir radyo dalgasının, "ping" sesini açığa salıp, daha sonra bu dalganın yörüngesindeki nesnelerden yansımalarını dinlemek şeklinde açıklanabilir. Dönüş sinyalinin gücü nesnenin büyüklüğüne, şekline ve bileşimine bağlı olarak değişiyor. Büyük, metalden yapılmış, keskin kenarlı nesneler radar kesit alanı (radar cross section - RCS) olarak adlandırılan en güçlü geri dönüş sinyallerini oluşturuyor. Bu, tek bir türbinin, bir radar operatörünün ekranında bir jumbo jet uçağı gibi parlak gözükceği anlamına geliyor. Daha da kötüsü, türbinlerin kanatları döndüğünden, radarların büyük binalar gibi durgun nesneleri ayırdetmesini sağlayan filtreleme teknikleri, rüzgar çiftliklerinde işe yaramaz hale geliyor. Filtreler, dönüş sinyalinin frekansının çıkış sinyalininkinden farklı olup olmadığını, bir başka deyişle Doppler sapması olarak bilinen bir değişimi belirliyor. İki frekansın birbirinin aynı olması, nesnenin sabit bir nesne olduğu ve dolayısıyla emin bir şekilde gözardı edilebileceği anlamına geliyor.

Ayrıca her bir türbinini altı radar dönüşünün yalnızca birinde görünür olması, rüzgar çiftliklerinde kaplanan alanın yanıp sönen bir kütle olarak görünmesine neden oluyor. Türbinlerin çevresinde hareket eden uçaklar, radar operatörleri için kalabalığın içinde görünmez oluyor. Bir başka sorunsal, dönen bir türbin kanadı grubunun şans eseri düzensel bir dizi olarak görünebilecek olması ve bunun da radarın görüntü alanından geçen bir uçak gibi algılanacak olması.

Neyse ki rüzgar türbinlerinin radar ekranlarında yarattığı sorunlara karşı çözüm getirmek için sürdü-



rülen çalışmalar da var. Danimarka'daki hava trafiği kontrolörleri, bu tür sorunları aşmak için, bir rüzgar çiftliğinin sınırları içinde yer alan kayıtların gözetimlerini sağlayan yazılımlar kullanıyor. Geçtiğimiz aylarda İngiltere'de savunma araştırmaları alanında çalışan bir şirket olan QinetiQ ise, rüzgar türbinlerinin oluşturduğu radar girişimini belirlemeye yardımcı olacak biçimde tasarlanmış bir bilgisayar modelini piyasaya sürdü. Bir türbinin tasarımını ve radara olan uzaklığını bilgisayara girdiğinizde, bilgisayar size bunun radar ekranında nasıl görüneceğinin modelini sunabiliyor. Bu bilgisayarı üreten ekibin lideri Andy Beck'in getirdiği bir başka çözüm önerisiyse türbin kanatlarını, radar atımlarını emen "gizli" materyallerden üretmek. QinetiQ'ın "gizli kanatlar" üzerindeki araştırmalarının, önümüzdeki yıl sonuç vermesi bekleniyor. AMS isimli bir radar üreticisiyse, türbinlerden gelen sinyalleri süzmeyi sağlayan ve Gelişmiş Dijital İzleyici olarak adlandırılan bir sistem üzerinde çalışıyor.

Tüm bu çalışmalara karşın, bir rüzgar çiftliğinin radar ekranındaki imzasının kabul edilebilir boyutu için bir hedef belirlenmedikçe, hava trafiği kontrolörlerinin izin vermek için öne sürdükleri gerekçelerin de sürekli değişeceği endişesi var. Buna karşılık her bir durumun türbin sayısına, radar kurulumuna olan yakınlığına ve arazinin türüne bağlı olarak kendine özgü ayrı bir vaka olduğunu savunan NATS ise, belirgin bir hedef belirlememek konusunda oldukça kararlı. Görünen o ki, radar ekranlarındaki türbinler, İngiltere'nin rüzgar çiftliklerine engel olmaya bir süre devam edecek.

sından hiç kimseyi rahatsız etmeyecek ve radar yansımaları sorununu ortadan kaldıracak şekilde kıydan çok uzakta inşa edilmelerini olanaklı kılacak yüzen türbinler, çiftliklerin kurula-cakları bölgeleri seçerken kurulumun kolaylığı ya da suyun derinliği gibi fak-törler yerine, rüzgarın en uygun koşul-da olduğu yere öncelik tanınması fırsatını verebilir.

Rüzgarın öngörülemez doğası, çok rüzgar ancak az talep olduğu zaman-larda üretilen gücün saklanabilmesi gereksinimini doğuruyor. Bunu yap-manın yollarından biri, dev piller. Har-well, Oxfordshire'daki (İngiltere) Rege-nesys Teknoloji, yükleri saklamak için rüzgar çiftliklerine yerleştirilebilen yüksek kapasiteli pil bankaları geliştiri-yor. Bu kurulumların ölçeği çok bü-yük olabilir. Örneğin 100 megawatt-sa-at enerji saklama kapasitesindeki bir pil bankası, yaklaşık 1 hektarlık bir alanı işgal edebilir.

Daha da ötesi, bu teknik elektriği yalnızca birkaç saat için, en iyi olasılık-la bir gün boyunca saklayabiliyor. North Hoyle'dan kıyı boyunca yalnızca birkaç km uzaktaki Anglesey'deki Wind Hydrogen isimli bir şirket, bu ek-sikliği giderecek alternatif bir yaklaşım geliştirmekte. Wind Hydrogen'deki araştırmacılar, gereksinim fazlası elektriği, suyun elektrolizi yoluyla hid-rojen üretmek için kullanıyor. Bu yak-laşımın temeli, rüzgarın güçlü, ancak



Avrupa'da Rüzgar Gücü

İngiltere Avrupa'nın toplam kıyı ötesi rüzgar potansiyelinin yaklaşık üçte birine tek başına sa-hip olmasına karşın, henüz Avrupa'nın diğer ül-kelerinin rüzgar gücü kullanımının oldukça geri-sinde kalıyor. Avrupa genelinde bugün ulaşılan noktada rüzgar yoluyla üretilen elektrik, yaklaşık beş milyon kişinin elektrik gereksinimini karşıla-makta. Rüzgar gücü endüstrisi 2010 yılında 75 milyon kişinin gereksinim duyduğu elektriği rüz-gar yoluyla elde etmeyi, şimdiden kendine hedef

olarak belirlemiş durumda. 2003 yılı kaynakları-na göre bazı Avrupa ülkelerinin rüzgar gücü yo-luyla ürettikleri elektrik enerjisi miktarları şöyle:

İngiltere:	552 megawatt
İrlanda Cumhuriyeti:	137 megawatt
Hollanda:	668 megawatt
Belçika:	44 megawatt
Danimarka:	2880 megawatt
Lüksemburg:	16 megawatt
Almanya:	1200 megawatt
Fransa:	145 megawatt
Avusturya:	139 megawatt
Portekiz:	194 megawatt
İspanya:	4830 megawatt
İtalya:	785 megawatt

talebin düşük olduğu dönemlerde hid-rojen üretmek ve daha sonra talebin yüksek olduğu dönemlerde onu elekt-rik üretmek için yakmak üzerine kuru-lu. Bu yaklaşıma getirilen eleştiriler, rüzgardan elde edilen enerjinin %75'inin, onun hidrojene dönüştürül-mesi ve tekrar enerjiye dönüştürülme-si aşamalarında kaybedildiğine işaret ediyor.

Ama Wind Hydrogen'in yöneticisi Declan Pritchard nihai hedefin pillerle rekabet etmek değil, bunun yerine hid-

rojen ekonomisi için altyapı oluşturu-mak olduğuna dikkat çekmekte. Rüz-gardan elde edilen hidrojenin en önemli anlamı da, burada saklı. Bir lit-re hidrojen üretiminin, maliyet baki-mından bir litre petrolün vergisiz ücreti-yle aynı olduğunu söyleyen Pritc-hard, eninde sonunda hidrojeni doğru-dan bir yakıt olarak satmanın müm-kün olacağını umuyor. Colorado'daki Rocky Mountain Enstitüsü'nden Amory Lovins'e göre Pritchard haklı. Lovins, hidrojenin ticari pazarının önümüzdeki yedi yıl içinde gelişeceğini öngörüyor ve önümüzdeki on yılın sonunda hidrojenin ulaşım alanında hızla yer almasına tanık olacağımızı söy-lüyor.

Bunlar olurken Carter da bir yan-dan North Hoyle'da inşaat projesini bi-tirmekle meşgul. Yakın bir gelecekteyse İngiliz hükümeti, rüzgarlı bir günde 6 gigawattlık bir azami çıkış kapasite-sine sahip olacak kıyı ötesi rüzgar çift-liklerinin kurulması için lisans yarış-ının son turunun kazananlarını duyuracak. Bu İngiltere'de evlerin toplam elektrik gereksiniminin %15'inin karşı-lanması demek.

Çeviri: Ayşenur Topçuoğlu Akman

Kaynaklar:
Fleming, N.; "Crunch Time Looms For Offshore Wind Power", New Scientist, vol. 180, issue 2424, 06 Kasım 2003.
"Boost for offshore wind power", BBC News, UK Edition, 14 Tem-muz 2003
<http://news.bbc.co.uk/1/hi/uk/3063433.stm>

Kıyı ötesi Rüzgar Türbinleri Nasıl Çalışır?

Kıyı ötesi bir rüzgar türbini, aslında karada yer alan bir türbine çok benzer bir yapıda. Aralarında-ki tek fark, kıyı ötesi türbinlerin boylarının yakla-şık 60 metre daha uzun olması. Kıyı ötesi rüzgar türbininin rüzgar estikçe dönen ve her birinin bo-yu ortalama 35 metre olan kanatları, direğin tepe-sine yerleştirilmiş bir şaftta birleşir. İçeride, bir dişli çark dönme hızını artırır. Ardından bir jenera-tör bu enerjiyi elektriğe dönüştürmek için man-yetik alanları kullanır.

Türbinler genel olarak kıydan 5 km açığa, de-rinliğin yaklaşık 30 metre olduğu alanlara yerleş-tirilir. Üretilen elektriğin kıyıya ulaşmak için yaptı-ğı yolculukta, büyük bir kısmının ısı olarak kaybe-dilmesini önlemek için, denizdeki transformatörler kullanılarak 33.000 voltluk gerilim oluşturulur. Bu elektrik denizin altına yerleştirilmiş kablolar yoluyla karadaki alt istasyonlara, buralardan da ulusal elektrik şebekesine iletilir.

