

DENİZ (OFFSHORE) VE KARASAL (ONSHORE) RÜZGAR PARKLARI KARŞILAŞTIRILMASI ve DENİZDEN KARAYA ELEKTRİK İLETİMİ?

Hazırlayan: Dr.Yüksel Atakan 18.02.2025

Almanya’da 1630 offshore (fixed) deniz ve 30.000 onshore (karasal) rüzgar santrali bulunuyor (2025).

Fransa, açık deniz (offshore) rüzgar enerjisi kapasitesini artırmak için aktif olarak çalışmaktadır. Eylül 2024 itibarıyla, ülkede toplam 1,5 gigawatt (GW) kapasiteye sahip üç operasyonel açık deniz rüzgar çiftliği bulunmaktadır. Bu çiftlikler **Saint-Nazaire, Fécamp ve Saint-Brieuc** açıklarında yer almaktadır. Fransa’nın hedefi, 2035 yılına kadar **18 GW**, 2050 yılına kadar ise **45 GW** açık deniz rüzgar kapasitesine ulaşmaktır. Bu doğrultuda, hükümet önümüzdeki aylarda **Normandiya, Brittany, Biscay Körfezi ve Akdeniz kıyılarında** kurulacak rüzgar çiftlikleri için **9,2 GW’lık yeni ihale süreçlerini** başlatmayı planlamaktadır.

Kaynak: ([Le Monde](#), [Reuters](#))

Maliyet Karşılaştırması: Açık Deniz vs. Kara Rüzgar Çiftlikleri

Açık deniz rüzgar çiftliklerinin başlangıç maliyetleri, kara (onshore) rüzgar çiftliklerine kıyasla önemli ölçüde daha yüksektir. Bunun başlıca nedenleri **deniz yapılarının karmaşıklığı, özel temeller, montaj gemileri ve denizaltı kablo altyapısıdır**.

Örneğin, **Almanya Rüzgar Enerjisi Birliği**’nin verilerine göre:

- **Açık deniz rüzgar çiftliklerinin yatırım maliyeti:** Yaklaşık **4,3 milyon €/MW**
- **Kara rüzgar çiftliklerinin yatırım maliyeti:** Yaklaşık **1,4 milyon €/MW**

Kaynak: ([EVWind](#))

Buna rağmen, **açık deniz rüzgar çiftlikleri daha güçlü ve istikrarlı rüzgar kaynaklarından yararlanarak daha yüksek enerji üretimi sağlayabilir**. Bu da **daha yüksek kapasite faktörleri** sayesinde zaman içinde maliyetleri dengeleyebilir. Ancak, denizde bakım ve operasyon maliyetleri de oldukça yüksektir, çünkü ulaşım zor olduğu gibi ekipmanların deniz koşullarına dayanıklı olması gerekmektedir.

Sonuç:

Açık deniz rüzgar çiftlikleri, kara rüzgar çiftliklerine göre daha büyük başlangıç yatırımları ve bakım maliyetleri gerektirse de, **daha yüksek enerji üretim potansiyeli nedeniyle uzun vadede avantajlı olabilir**. Fransa, yenilenebilir enerji stratejisinde açık deniz rüzgar projelerine büyük önem vermektedir.

OFFSHORE RÜZGAR PARKLARI ALMANYA VE FRANSADA HANGİ DERİNLİKLERDE KURULUDUR?

Almanya ve Fransa'daki açık deniz (offshore) rüzgar çiftlikleri, genellikle deniz tabanının derinliği ve kıyıya olan uzaklık gibi faktörlere bağlı olarak farklı derinliklerde kurulmaktadır.

Almanya'da:

- **Alpha Ventus Offshore Rüzgar Çiftliği:** Almanya'nın ilk açık deniz rüzgar çiftliği olan Alpha Ventus, Borkum Adası'nın 45 km kuzeyinde, yaklaşık 30 metre derinlikteki sularda yer almaktadır.

en.wikipedia.org

- **Riffgat Rüzgar Çiftliği:** Borkum Adası'nın 15 km kuzeybatısında bulunan Riffgat, 16 ila 23 metre arasındaki derinliklerde inşa edilmiştir.

en.wikipedia.org

- **Amrumbank West Rüzgar Çiftliği:** Helgoland Adası'nın yaklaşık 35 km kuzeybatısında yer alan bu çiftlik, 19 ila 24 metre derinliklerde bulunmaktadır.

en.wikipedia.org

Fransa'da:

Fransa, açık deniz rüzgar enerjisi projelerini geliştirme aşamasındadır ve mevcut projeler genellikle kıyıya yakın ve sığ sularda planlanmaktadır. Örneğin, Saint-Nazaire açıklarında inşa edilen rüzgar çiftliği, yaklaşık 12 ila 25 metre derinliklerde yer almaktadır. Fransa'nın kıyı coğrafyası ve deniz tabanı özellikleri, rüzgar çiftliklerinin genellikle 10 ila 30 metre derinliklerde kurulmasına olanak tanımaktadır.

Genel olarak, açık deniz rüzgar çiftliklerinin kurulacağı derinlik, deniz tabanının jeolojik yapısı, ekonomik faktörler ve teknolojik imkanlar gibi çeşitli etkenlere bağlıdır.

OFFSHORE PLATFORMLARDAN ELEKTRİK KARAYA HANGİ VOLTAJDA İLETİLİR? ÖRNEKLERİ?

Açık deniz rüzgar çiftlikleri, sabit tabanlı veya yüzer olsun, genellikle üretilen elektriğin voltajını artırmak için transformatörler kullanır ve bu elektriği 20-30 km (veya daha uzun) mesafelere iletmek için denizaltı kablolarıyla karaya iletir. Transformatörler, genellikle birden fazla rüzgar türbininden gelen gücü toplayan ve iletim için hazırlayan açık deniz trafo merkezlerinde veya platformlarda kurulur.

Temel Bileşenler:

1. **Transformatörler:** Rüzgar türbinlerinden gelen voltajı (genellikle 33 kV veya 66 kV) iletim için uygun yüksek voltaj seviyelerine (örneğin, 132 kV, 220 kV veya daha yüksek) yükseltir.
2. **Denizaltı Kabloları:** Elektriği karadaki trafo merkezlerine iletmek için yüksek voltajlı alternatif akım (HVAC) veya yüksek voltajlı doğru akım (HVDC) kabloları kullanılır.

3. **Açık Deniz Trafo Merkezleri:** Transformatörler, şalt cihazları ve diğer ekipmanların bulunduğu platformlar, güç toplama ve iletimini yönetir.

Açık Deniz Rüzgar Çiftlikleri ve İletim Voltajlarına Örnekler:

1. **Hornsea One (Birleşik Krallık):**
 - Kapasite: 1,2 GW
 - İletim Voltajı: 220 kV (HVAC)
 - Karaya Uzaklık: ~120 km
 - Referans: [Ørsted - Hornsea One](#)
2. **London Array (Birleşik Krallık):**
 - Kapasite: 630 MW
 - İletim Voltajı: 150 kV (HVAC)
 - Karaya Uzaklık: ~20 km
 - Referans: [London Array](#)
3. **Borssele 1 & 2 (Hollanda):**
 - Kapasite: 752 MW
 - İletim Voltajı: 220 kV (HVAC)
 - Karaya Uzaklık: ~23 km
 - Referans: [Ørsted - Borssele 1 & 2](#)
4. **Hywind Scotland (Yüzer Rüzgar Çiftliği):**
 - Kapasite: 30 MW
 - İletim Voltajı: 33 kV (HVAC)
 - Karaya Uzaklık: ~25 km
 - Referans: [Equinor - Hywind Scotland](#)
5. **East Anglia ONE (Birleşik Krallık):**
 - Kapasite: 714 MW
 - İletim Voltajı: 220 kV (HVAC)
 - Karaya Uzaklık: ~43 km
 - Referans: [ScottishPower Renewables - East Anglia ONE](#)
6. **Gemini Offshore Wind Farm (Hollanda):**
 - Kapasite: 600 MW
 - İletim Voltajı: 220 kV (HVAC)
 - Karaya Uzaklık: ~55 km
 - Referans: [Gemini Wind Farm](#)

Daha Uzak Mesafeler için HVDC İletimi:

Karadan daha uzakta (örneğin, >80 km) bulunan rüzgar çiftlikleri için, uzun mesafelerde daha düşük kayıplar nedeniyle genellikle HVDC iletimi kullanılır. Örnekler:

1. **DolWin3 (Almanya):**
 - Kapasite: 900 MW
 - İletim Voltajı: ± 320 kV (HVDC)
 - Karaya Uzaklık: ~83 km
 - Referans: [TenneT - DolWin3](#)
2. **Hornsea 2 (Birleşik Krallık):**
 - Kapasite: 1,4 GW
 - İletim Voltajı: 220 kV (HVAC) ve gelecekte HVDC bağlantıları
 - Karaya Uzaklık: ~89 km

- Referans: [Ørsted - Hornsea 2](#)

Özet:

- **Sabit tabanlı rüzgar çiftlikleri**, genellikle daha kısa mesafeler (yaklaşık 80 km'ye kadar) için HVAC iletimi ve daha uzun mesafeler için HVDC kullanır.
- **Yüzer rüzgar çiftlikleri** (örneğin, Hywind Scotland), şu anda daha küçük ölçekleri ve karaya yakınlıkları nedeniyle HVAC kullanmaktadır, ancak gelecekteki büyük ölçekli yüzer projeler HVDC'yi benimseyebilir.
- İletim voltajları, HVAC için genellikle 132 kV ile 220 kV arasında, HVDC için ise ± 320 kV civarındadır.

Daha detaylı teknik bilgiler için rüzgar çiftliği operatörlerinin resmi web sitelerine veya Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) ve WindEurope gibi kuruluşların teknik yayınlarına başvurabilirsiniz.

Not: Bu Yazı ChatGPT ve Deepseek YZ ile yazışmalar sonunda hazırlanmıştır