

MAVİ VATANIN ENERJİSİ: DENİZ ÜSTÜ RÜZGÂR ELEKTRİK SANTRALLERİ

Murat Durak¹

1. GİRİŞ

1980'lerde yaşanan büyük endüstriyel ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak özellikle Almanya ve Danimarka gibi ülkelerin öncülüğünde, rüzgâr türbinleri (RT) gün geçtikçe gelişerek günümüze gelmiştir. Kara üstünde RT'ler kurulurken, Danimarka deniz üstüne RT kurmanın çalışmalarını başlatarak, 1991 yılında ilk deniz üstü rüzgâr elektrik santralini (DRES), Vindeby'de o zamanki adıyla Bonus marka, 11 adet 450 kW'lık türbin kullanarak, 4,95 MW gücündeki proje ile başlamıştır. RT'ler; 2020 yılı sonu itibarı ile 35 GW kurulu güce ulaşmış ve Global Wind Energy Council projeksiyonlarına göre 2030 yılında 200 GW kurulu güce ulaşılacağı tahmini yapılmaktadır. Ülkemizde de önümüzdeki dönemlerde DRES proje çalışmalarının hızlanacağı beklenmektedir.

Deniz üstü RES projelerine, yenilenebilir enerji kaynakları ve arz güvenliğine katkısının yanında, stratejik olarak da

bakılmalıdır. Karasal RES projeleri, ülkemizin boşta duran dağları ve yerleşime uzak olan bölgelerini ekonomiye kazandırmaktadır. Aynı süreç, denizlerimiz için de işleyecektir. Artık sadece denizlerimizin altından değil; üstünden de faydalanma olanağını getirecektir. Ayrıca projelerde kullanılacak ekipman, montaj, gemi, nakliye, mühendislik gibi proje bileşenlerinin olabildiğince ülkemiz kaynak ve insan gücü tarafından sağlanması söz konusudur. Bu yolla ülkemiz, diğer ülkelere "know-how" (bilgi) ve işgücünü ihraç edebilecektir

2. DENİZÜSTÜ RÜZGÂR ENERJİSİ DERNEĞİ (DÜRED)

Türkiye'de deniz üstü rüzgâr elektrik santrallerinin yatırımlarının yapılması, geliştirilmesi, denizcilik ve enerji sektörünün bir araya getirilmesi, iş birliklerinin koordine edilmesi amacıyla 05 Nisan 2021 tarihinde Denizüstü Rüzgâr Enerjisi Derneği (DÜRED) kurulmuştur.

¹ Dr., Denizüstü Rüzgâr Enerjisi Derneği Yönetim Kurulu Başkanı - md@enermet.com.tr

Derneğin merkezi Ankara'dır. İstanbul ve İzmir'de şubeler açılması hedeflenmektedir. DÜRED, deniz üstü rüzgâr enerjisi ile ilgili sivil toplum çalışmalarının etkinleştirilmesi ve geliştirilmesini sağlamak ve bu konuda çalışmalar yapan kişi ve kuruluşlara destek vermek, kamu kurumları ve üniversiteleri de aktif olarak dernek çalışmalarına katarak, farkındalık yaratılmayı amaçlamaktadır. Ayrıca ülkemizin deniz üstü rüzgâr enerji kaynakları alanında mevcut potansiyelini ortaya koymak, deniz üstü rüzgâr enerji kullanımının oluşmasını sağlamak, mevzuatın oluşturulmasında katkıda bulunmak da ana hedefleri arasındadır.

3. TÜRKİYE'NİN DENİZ ÜSTÜ RES POTANSİYELİ

Dünya Bankası'nın Ekim 2019 tarihinde yayınladığı "EXPANDING OFFSHORE WIND TO EMERGING MARKETS" raporuna göre, Türkiye'de açık deniz rüzgâr enerjisi potansiyelinin en fazla olduğu bölge, rüzgâr hızlarının 9 m/s'ye ulaşabildiği Ege Bölgesi'nin kuzeybatısında kalan alanlardır. Teknik olarak bu bölge 6 GW sabit, 19 GW yüzer olmak üzere toplam 25 GW potansiyele sahiptir. Ege Bölgesi'ni, rüzgâr hızlarının 7-8 m/s hızlara ulaşan Marmara ve Karadeniz Bölgeleri takip etmektedir. Bunun dışında batı ve güney kısımlardaki tüm potansiyel sahalarla birlikte Türkiye'nin toplam açık deniz rüzgâr potansiyeli, 50 metreden daha az derinlikte 18 GW sabit, 50-1.000 metre derinlikte de 57 GW olmak üzere, toplamda yaklaşık 75 GW'tır.

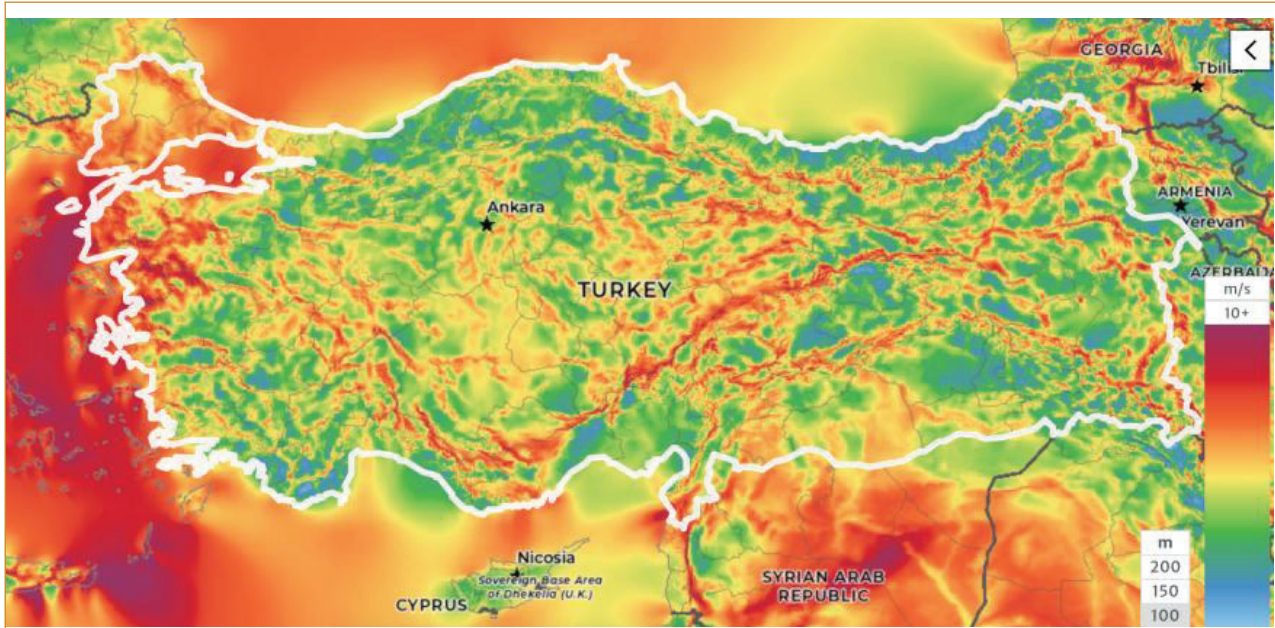
4. DRES PROJELERİNİN ARZ GÜVENLİĞİNE KATKISI

Enerji gereksiniminin üçte ikisinden fazlasını ithalat yoluyla karşılayan Türkiye açısından, arz güvenliğinin sağlanması için, bütün yerli ve milli kaynakların kullanılması gereklidir. RES potansiyelimizin gerek enerji kaynak çeşitliliği ve gerekse de yenilenebilir kaynak olması nedeniyle, kullanılması zorunludur. Ayrıca ülkemizin deniz üstü yapılar konusunda ilerleyebilmek için, bu tip deniz üstü yapılar konusunda deneyime gereksinim duymaktadır.

5. AVRUPA VE DÜNYADAKİ SON DRES DURUMU

İzlenen veriler, GWEC ve Wind Europe'den alınmıştır. 2020 yılında toplam 356 adet DRT montajı yapılarak, 2.918 MW yeni kapasite eklenmiş ve böylece, Avrupa'da toplam kurulu güç 2020 yılı sonu itibarı ile 25.014 MW olmuştur.

Avrupa ülkelerinde Hollanda, Belçika, İngiltere, Almanya, ve Portekiz'in DRES projelerine ağırlık verdiği görülmektedir. Hollanda 1.493 MW, Belçika 706 MW, İngiltere 483 MW, Almanya 219 MW, ve Portekiz 17 MW yeni kapasiteyi devreye almıştır. Tablo 1'de Avrupa ülkelerinde 2020 yılı sonu itibarı ile DRES ve DRT sayıları ile kurulu güç değerleri görülmektedir. Toplam DRES kurulu gücünün 25.014 MW'a ulaştığı Avrupa'da, İngiltere 10.428 MW ile ilk sırayı almaktadır. Onu 7.698 MW ile Almanya izlemektedir. Avrupa ülkelerinde önümüzdeki yıllarda DRES projelerine ağırlık verileceği öngörülmektedir.



Şekil 1. Global Wind Atlas'a Göre Türkiye'de Açık Deniz 100 m Yükseklikteki Ortalama Rüzgâr Hızları

Tablo 1. Avrupa Ülkeleri DRES Durumu

Ülke	DRES Sayısı	Toplam Kurulu Güç (MW)	DRT Sayısı
İngiltere	40	10.428	2.294
Almanya	29	7.698	1.501
Hollanda	9	2.611	537
Belçika	11	2.261	399
Danimarka	14	1.703	559
İsveç	5	192	80
Finlandiya	3	71	19
İrlanda	1	25	7
Portekiz	1	25	3
İspanya	1	5	1
Fransa	2	2	1
Norveç	1	2	1
Toplam	116	25.014	5.402

Avrupa ülkelerinin yanında Asya ve ABD’de de DRES projeleri gerçekleştirilmektedir. Asya’da özellikle Çin, Tayvan, Japonya, Güney Kore ve Vietnam’da projeler geliştirilmektedir. Yaklaşık 30 yıllık geçmişi olan DRES sektöründen ve özellikle Avrupa tecrübesinden öğrenilen bilgiler, diğer dünya ülkeleri tarafından kullanılmaktadır. En önemli “know-how”, özel sektör ve kamunun birlikte çalışmasıdır.

Dünyada 2019 yılında eklenen 6,1 GW kapasiteyle, toplam kurulu güç 30 GW’a yaklaşmıştır. 2020 yılında 6 GW yeni deniz üstü RES kapasitesi işletmeye alınmıştır. Çin, 3

Tablo 2. Dünyada 2020 Yılı Sonu İtibarı ile DRES Durumu

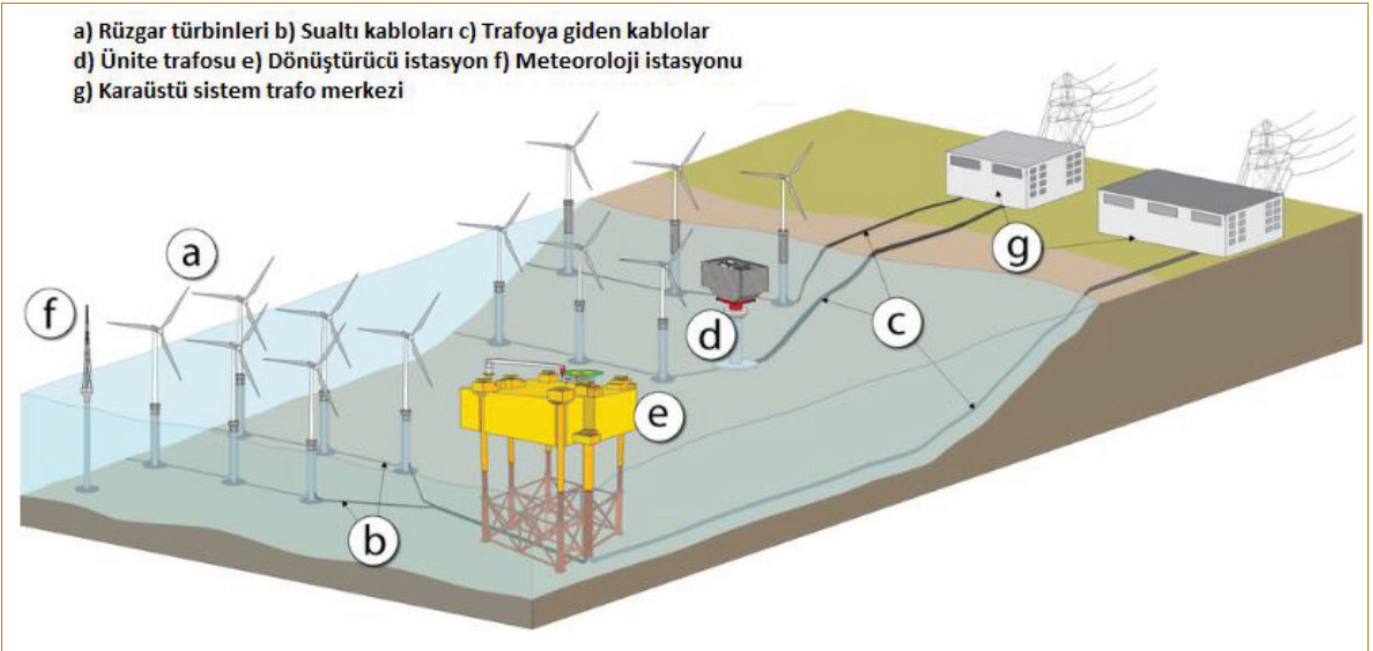
Ülke	2020 Yılı İşletmeye Alınan	2020 Yılı Sonu Toplam Kurulu Güç (MW)
İngiltere	483	10.206
Almanya	237	7.728
Belçika	706	2.262
Danimarka	0	1.703
Hollanda	1.493	2.611
Avrupa Diğer	17	327
Çin	3060	9.996
Güney Kore	60	282
Asya Diğer	0	282
Amerika	12	42
Toplam	6.068	35.293

GW yeni kapasite ekleyerek, son 3 yıldaki kararlı büyümesini sürdürmüştür. Çin ve Avrupa’nın dışında Güney Kore (60 MW) ve ABD (12 MW), 2020 yılında kapasite ekleyen ülkeler olmuştur. 2020 yılı itibarı ile Dünyada bulunan DRES kurulu gücüne ait ülkelere göre kurulu güç değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

6. DENİZ ÜSTÜ VE KARASAL RES ARASINDAKİ FARKLAR

Deniz üstü rüzgâr enerji teknolojisinin iki ayağı vardır; deniz ve enerji. Ülkemizde her iki alanda da ilerlemiş bir sanayi ve işgücü bulunmaktadır. Ülkemizin son yıllarda denizcilik sektöründe kayda değer ilerlemesi ve karasal rüzgâr enerjisinde edindiği deneyim ve “know-how”, deniz üstü rüzgâr teknolojisi kullanımının en önemli avantajlarından. Konu ile ilgili olarak çalışacak işgücü ve ekipman ülkemizde mevcuttur. Elektromekanik ekipman tedarikinde yerli üretim olanakları karasal türbinler için mevcut olduğundan dolayı bu teknoloji rahatlıkla deniz üstü teknolojisine çevrilebilir. Deniz üstü rüzgâr elektrik santrallerinin (DRES) kara üstündeki rüzgâr elektrik santrallerine göre bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Genel olarak bu uygulama kara üstü türbinlerine göre, ilk kurulum maliyeti açısından dezavantajlı olmasına rağmen, denizde rüzgâr şiddetinin karaya oranla çok daha fazla ve sürekli olabilmesi açısından, uzun vadede daha fazla kâr getiren bir yatırım olma özelliğini taşır. Deniz üstü rüzgâr türbini (DRT) teknolojisinin en büyük avantajları olarak;

- Denizde rüzgârın daha yüksek şiddette olması nedeniyle artan enerji üretimi,
- Rüzgâr sürekliliğinin daha fazla olması ve pürüzsüzlüğün düşük olması,
- Daha düşük türbülans,
- Karada RES yapılan alanların azalması,
- Karadaki RES projelerinde imar sıkıntılarının artması,
- Deniz üstünde kamulaştırma bedellerinin olmaması,
- Yaşam alanlarından uzak olduğu için görüntü ve gürültü kirliliğine neden olmaması,
- Deniz ulaşımının kara ulaşımına kıyasla daha kolay ve ucuz olması nedeniyle ulaştırma maliyetindeki tasarruflar,
- Bölgesel gelişim ve iş olanağı sağlama,



Şekil 2. Deniz Üstü RES Temel Elemanları

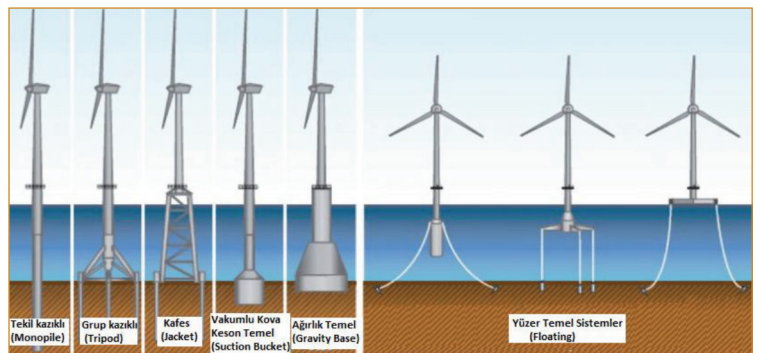
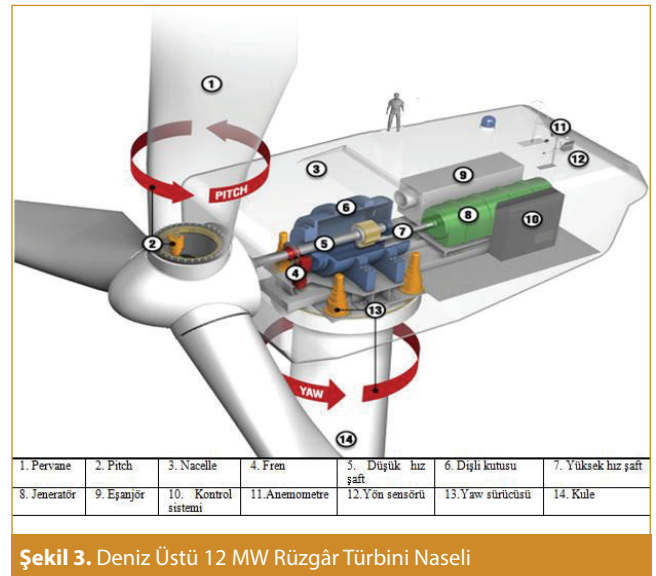
- Denizsel endüstri ve teknolojilerin gelişerek iş olanaklarının artması.

Deniz üstü RES'in temel elemanları incelendiğinde, Şekil 2'de belirtildiği gibi, yedi ana sistem görülmektedir. DRES temel elemanları; DRT, sualtı kablolama, ünite trafosu, deniz üstü şalt sahası, deniz altı enerji nakil hattı, kara üstü enerji nakil hattı ve kara üstü trafo merkezi olarak sıralanabilir.

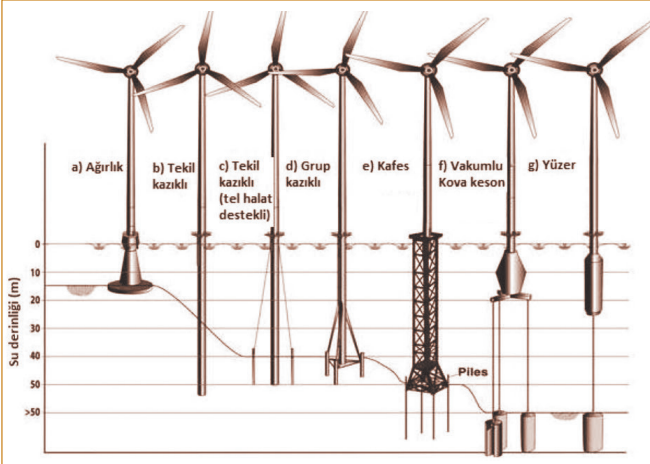
7. DENİZ ÜSTÜ RÜZGÂR TÜRBİNİ (DRT)

DRT'nin temel elemanları olarak; kule, nasel, ((Gövde); Rotor; Kanat. Kule, rüzgar enerjisi ile elektrik üretimine doğrudan etki eden bir sistem bileşenidir.) pervane, ünite ("step-up") trafosu, kule geçiş parçası ("transition piece") ve kule temeli belirtilebilir. Deniz üstü RT'ler kara üstü RT'lerden daha büyük boyuttadır. Şekil 3'te 12 MW kurulu gücünde bir RT'ye ait nasel görülmektedir. Boyut karşılaştırması yapılması açısından bir insan nasel üstünde görülmektedir.

Deniz üstü rüzgâr türbin (DRT) temelini tipi ve tasarımı çok önemlidir. Deniz derinliğinin yanında, etkileyen yükler, deniz tabanı karakteristikleri gibi özellikler de dikkate alınmalıdır. Yukarıda sayılan temel sistemler aşağıda Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. DRT Temel Çeşitleri



Şekil 3. DRT Temel Çeşitleri ve Uygulama Derinlikleri

Temelin çeşit ve derinlik ilişkisi Şekil 5'te verilmiştir.

- Tekil kazıklı temeller ("Monopile") – 20 ile 30 m deniz derinliği,
- Grup kazıklı temeller ("Tripod") – 30 ile 40 m deniz derinliği,
- Kafes temeller ("Jacket") 50 ile 60 m deniz derinliği,
- Vakumlu Kova Keson ("Suction bucket") - 40-60 m,
- Ağırılık temeller ("Gravity base") 30 ile 50 m deniz derinliği,
- Yüzer temeller ("Floating")- 1.000m'ye kadar deniz derinlikleri için uygundur.

8. ÜLKEMİZDE DENİZ ÜSTÜ RES ÇALIŞMALARI

Türkiye'de 2018 yılında 1.200 MW kapasiteli 80 USD/MWh taban fiyatlı ve profesyonelce tasarlanmış bir DRES ihalesi düzenlenmiştir. Ancak şartnameyi alan çok sayıda firma olmasına rağmen, ihaleye katılım olmamıştır. Bunun nedenleri irdelenmeli ve DRES projelerini hayata geçirecek koordineli bir çalışma yürütülmelidir. Bu amaçla, sivil toplum kuruluşları, sektör temsilcileri, üniversiteler ile birlikte çalışılmalıdır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın, Dünya Bankası ile çalışması sürmektedir. Ülkemizde dört noktada, deniz üstü meteorolojik ölçümlere başlanması planlanmaktadır.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Deniz üstü RES projelerine enerji arz güvenliğine katkısının yanında, stratejik olarak da bakılmaktadır. Karasal RES projeleri ile ülkemizin boştaki dağları ve yerleşime uzak olan bölgeleri ekonomiye kazandırılmaktadır. Aynı süreç denizlerimiz için de geçerli olacaktır. Böylelikle sadece denizlerimizin altından değil; üstünden de faydalanma olanağı olacaktır. Diğer önemli bir konu ise bu projelerde kullanılacak ekipman, montaj, nakliye, mühendislik gibi proje bileşenlerinin olabildiğince ülkemiz kaynak ve insan gücü tarafından sağlanmasıdır. Bu yolla ülkemiz, diğer ülkelere bilgi ve işgücünü ihraç edebilecektir. Şimdiki durumda bunu gerçekleştirebilecek deniz ve enerji sektörü bileşenleri ülkemizde mevcuttur. Aşağıdaki konular önem taşımaktadır:

- Ülkemizde, 2030 yılına kadar DRES kapasite hedefi konulmalıdır.
- Ülkemizde DRES'lere sadece proje olarak bakılmamalıdır, DRES projeleri, elektrik üretiminin yanında aynı zamanda denizlerimiz için de stratejik önem taşımaktadır.
- Mühendislik hizmetleri, elektromekanik ekipman üretimi, gemi üretimi olabildiğince ülkemizde yapılmalıdır.
- Sadece proje için değil; üretim sanayisine yönelik yol haritası hazırlanmalıdır.
- Üniversitelerin ilgili bölümlerinin çalışmalara mutlaka aktif olarak katılmaları gereklidir.
- Yerel uzmanlarla çalışılmalıdır.

KAYNAKÇA

1. Offshore Wind Power in Europe, 2020 Key Trends and Statistics, Wind Europe, 2021.
2. Offshore Wind Power Plant Technology Catalogue, Components of Wind Power Plants, AC Collection Systems and HVDC Systems, Oct 2017.