

DENİZÜSTÜ RÜZGAR ELEKTRİK SANTRAL (DRES) PROJELERİ İÇİN RÜZGAR ÖLÇÜMLERİ

Dr Murat Durak

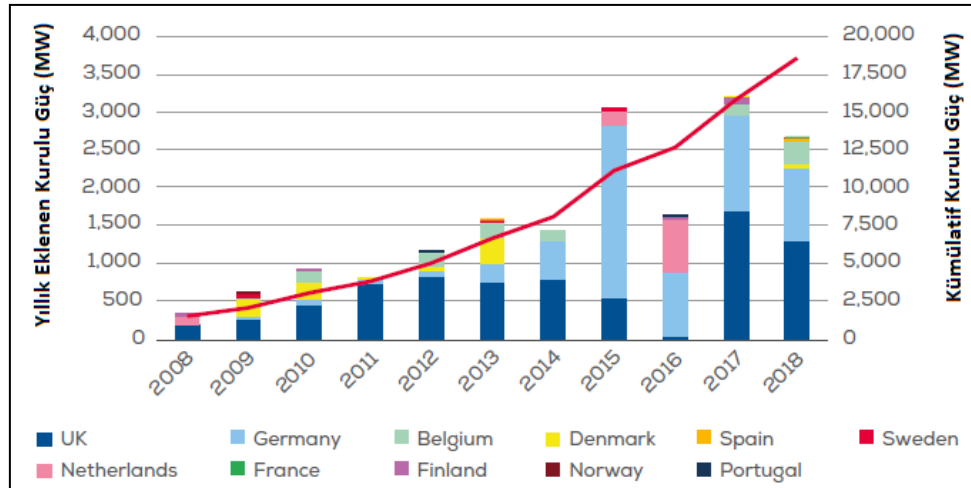
Meteoroloji Mühendisi
md@enermet.com.tr

ÖZET

Dünyada denizüstü (offshore) rüzgar elektrik santralleri yapılmaktadır. Ülkemizde de son yıllarda konu ile ilgili olarak kamusal çalışmalar başlamıştır. Ülkemizde karaüstü rüzgar ölçümleri yapılmakta olup denizüstü rüzgar ölçümleri henüz bulunmamaktadır. Denizüstü rüzgar ölçümleri, genellikle 150 metre yüksekliğe kadar yapılabilmektedir. Denizüstü RT'lerin boylarının karaüstünde kullanılanlara oranla daha uzun olması sebebi ile bu yüksekliklere çıkılabilmektedir. Denizüstü rüzgar ölçümleri karaüstü rüzgar ölçümlerinden bazı farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmada denizüstü RES kurulum amaçlı rüzgar ölçümleri detaylı olarak anlatılacaktır.

1. GİRİŞ

1980'lerde yaşanan büyük endüstriyel ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak özellikle Almanya ve Danimarka gibi ülkelerin öncülüğünde rüzgar türbinleri gün geçtikçe gelişerek günümüze gelmiştir [1]. Denizüstü rüzgar elektrik santralleri (DRES) 1991'de, Danimarka Vindeby'de, Bonus marka 11 adet 450 kW'lık türbinler ile kurulan, 4.95 MW gücündeki proje ile başlamıştır. 2018 yılı sonu itibarı ile ise, 11 Avrupa ülkesinde 18499 MW kurulu güce ulaşmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Avrupa ülkeleri DRES kurulu gücü [2].

Avrupa ülkeleri içerisinde İngiltere ve Almanya DRES konusunda başı çeken ülkeler olarak öne çıkmaktadır. Tablo 1 ile de ülkelere göre DRES projelerinin detayları verilmiştir.

Tablo 1. Avrupa ülkeleri DRES durumu.

Ülke	DRES Sayısı	Toplam Kurulu Güç (MW)	DRT Sayısı
İngiltere	39	8183	1975
Almanya	25	6380	1305
Danimarka	14	1329	514
Belçika	7	1186	274
Hollanda	6	1118	365
İsveç	4	192	79
Finlandiya	3	71	19
İrlanda	1	25	7
İspanya	2	10	2
Fransa	2	2	2
Norveç	1	2	1
Toplam	105	18499	4543

2. DRES Proje Sahası Bulunması

Denizüstü RES'ler son 10 yılda özellikle Avrupa ülkelerinde yapılmıştır. Kara (onshore) RES ile denizüstü (offshore) DRES arasındaki en önemli farkları anlamak gerekmektedir. Bu farklar:

- Denizüstünde daha kararlı ve yüksek rüzgar hızlarının bulunması sebebiyle daha fazla enerji üretimi,
- Denizüstü RES'lerde montaj ve inşaat işlerinin daha yüksek meblağlara yapılması,
- Ulaşım nedeni ile bakım masraflarının daha yüksek olması,
- Denizüstü RES projelerinde finansman olanaklarının zorluğu,
- Denizüstü RES'lerin işletmesinin karaüstü RES'lerden daha zor olması sayılabilir.

Herhangi bir yerde denizüstü RES yapılabilmesi için bazı hususlar dikkate alınmalıdır. Özellikle kıyıdan uzaklık ve deniz derinliği DRES fizibilitesi açısından bakılan en önemli hususları oluşturmaktadır. Diğer önemli hususlar ise aşağıda görülmektedir [3]:

- Rüzgar potansiyeli,
- Bölgenin oşinografik yapısı,
- Doğal koruma,
- Elektrik iletimi ve karadaki enterkonnekte sisteme bağlantı koşulları,
- Denizüstü ve altı doğal koruma alanları ve canlılar
- Balıkçılık ve deniz trafiği,
- Boru hatları ve kablolar,
- Askeri kullanım,
- Ülkemize özel kıta sahanlığı hususu.

Yukarıda sayılan hususlardan dolayı DRES saha bulunması karaüstü RES projeleri gibi değildir ve devletin müdahil olacağı bir süreç işlemektedir. DRES rüzgar ölçümlerinin maliyeti çok yüksektir. Ülkemizde DRES projesi henüz uygulanmamıştır. Bu yüzden denizüstü herhangi bir ölçüm de bulunmamaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Denizcilik Meteorolojisi birimi, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts verilerini kullanarak matematiksel modelleme ile denizüstünde tahminler yapmaktadır. Ancak bu modelleme ile DRES projesi için gereken hassasiyette tahmin yapılması mümkün değildir. Bu nedenle, santral kurulacak alanın özelliğine istinaden, bir denizüstü ölçüm istasyonu kurulması gerekmektedir. Denizüstü meteorolojik ölçüm istasyonu, DRES için gerekli olan rüzgâr hızı, rüzgâr yönü, yoğunluk, basınç, sıcaklık gibi ana bileşenlerin yanında denizaltı ekolojisi, oşinografi gibi bilimsel çalışmalara veri toplamak için çok önemlidir.

3. Denizüstü Meteoroloji Ölçüm Sensörleri

Denizüstünde rüzgâr hızları karaya göre çok daha kuvvetli olduğundan ve dalga, denizaltı su akıntıları gibi nedenlerle rüzgâr ölçüm sistemlerindeki yorulma (fatigue) karasal ölçüm sistemlerine göre çok fazladır. Denizüstünde kullanılan meteorolojik sensörler, karaüstünde kullanılanlardan bazı farklılıklar gösterir [4]. Bu farklılıklar aşağıda belirtilmiştir:

- Isıtmalı sensör kullanımı
- Sonik sensörler kullanımı
- Korozyona, nem ve deniz tuzuna karşı daha dayanıklı

sensörler olması gerekmektedir. Bu amaçla World Meteorological Organization sınıflandırmasına göre Secondary Standard meteorolojik sensörler kullanılmaktadır.

4. Denizüstü Rüzgâr Ölçümü

Denizüstü rüzgâr ölçümleri, genellikle 100-150 metre yüksekliğe kadar yapılabilmektedir. Denizüstü RT'lerin boylarının karaüstünde kullanılanlara oranla daha uzun olması sebebi ile bu yüksekliklere çıkılabilmektedir. Konu ile ilgili en güzel çalışma 2003 yılında Kuzey Denizi ve Baltık Denizinde yapılan FINO (Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee) denizüstü meteorolojik ölçümleri örnek verilecektir. 3 adet (FINO1, FINO2 ve FINO3) denizüstü ölçümleri yapılmıştır. Aşağıdaki tabloda bu ölçüm sistemlerine ait genel bilgiler görülmektedir. Bu projelerin amacı sadece denizüstü rüzgâr ölçümleri değil; aynı zamanda da denizüstü ekosisteminin öğrenilmesidir. Bunlara ek olarak civar biyolojik yapısı da incelenmiştir.

Tablo 2. FINO denizüstü ölçüm sistemleri genel özellikler.

Sistem Adı	Montaj Yılı	Direk Geometrisi	Yükseklik (m)	Deniz Derinliği (m)	Kıyıya Uzaklık (km)	Platform Boyutu
FINO 1 Kuzey Denizi	2003	Kare	101	28	45	16 x 16 m
FINO 2 Baltık Denizi	2007	Kare	101	24	31	12 x 12 m
FINO 3 Kuzey Denizi	2009	Üçgen	120	23	80	13 x 13 m

Aşağıdaki Şekilde üç denizüstü meteorolojik istasyonun konumu görülmektedir.

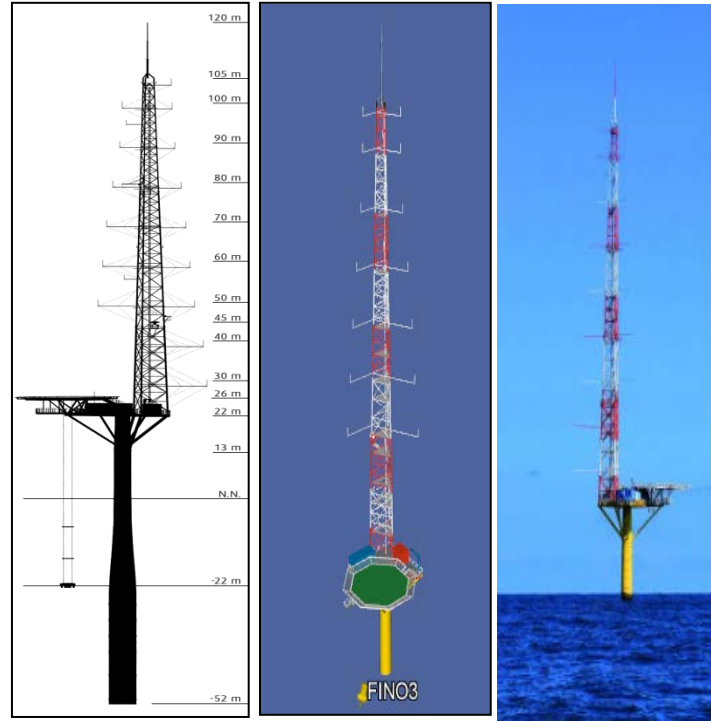


Şekil 2. FINO denizüstü meteorolojik sistemleri.

Bunlar arasında FINO 3 denizüstü meteorolojik sistemi anlatılacaktır.

4.1. FINO 3 Denizüstü Meteoroloji Ölçüm Sistemi

Almanya'nın Schleswig-Holstein eyaletinde FuE-Zentrum FH Kiel GmbH tarafından 2005 yılı sonunda başlatılan "Competence Center Offshore Wind Energy Utilization - North Sea Development Platform for Technology and Nature Conservation (FINO3-NEPTUN)" projesi kapsamında FINO 3 Denizüstü Meteoroloji Ölçüm Sistemi çalışmalarına başlanmıştır. Bu çalışma, Schleswig-Holstein Ekonomi Bakanlığı, Avrupa Birliği, European Fund for Regional Development (ERDF) ve Almanya Çevre Bakanlığı tarafından fonlanarak bitirilmiştir. 2006 yılında planlama başlanarak 2008 Mart ayında inşaat başlanmıştır ve Ağustos 2009 tarihinde de işletmeye alınmıştır [5]. FINO 3 projesi denizüstü ölçümlerin yanında; bilimsel çalışmalarda kullanılmak üzere de ciddi veri toplamaktadır.



Şekil 3. FINO 3 denizüstü meteoroloji ölçüm istasyonu.

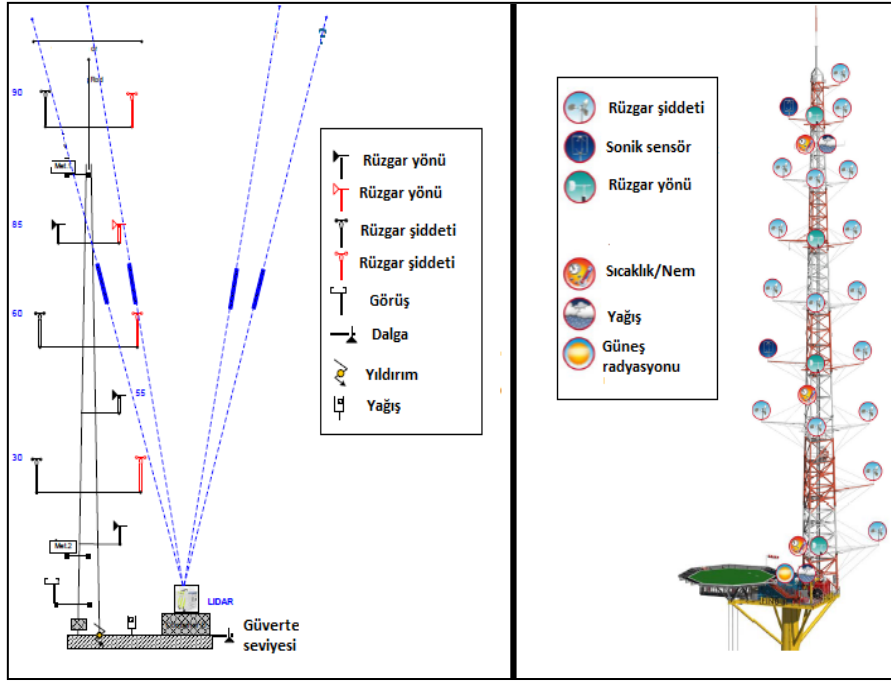
FINO3, kuzey denizinde ve kıyından 80 km uzaklıkta montajı yapılmıştır. Sistemin güverte yüksekliği 22 metre olup, ölçüm sistemi 105 m dir. Ölçüm sisteminin toplam uzunluğu ise 172 m dir. Yan kol uzunlukları 3.1 – 8.8 m arasında değişmektedir güç tedariki 3 adet jeneratör ile sağlanmakta olup haberleşme uydusu yoluyla yapılmaktadır. Helikopter alanı 5.3 ton olup; sistemin toplam ağırlığı 600 tondur. Bütün malzeme birbirine kaynak ile bağlanmıştır. Deniz seviyesinin üzerindeki platform, deniz dalga ve akıntılarında etkilenmeyecek şekilde tasarlanmıştır. Platformun üzerinde 3 adet konteyner bulunmaktadır. Birinci konteyner dinlenme, ikinci konteyner acil durum barınağını, üçüncü konteyner dizel jeneratör setini ve dördüncü konteyner de, akü teçhizatlarını taşımaktadır.

4.2 Ölçümü Yapılan Parametreler

FINO 3 projesi kapsamında aşağıdaki ölçümler yapılmaktadır:

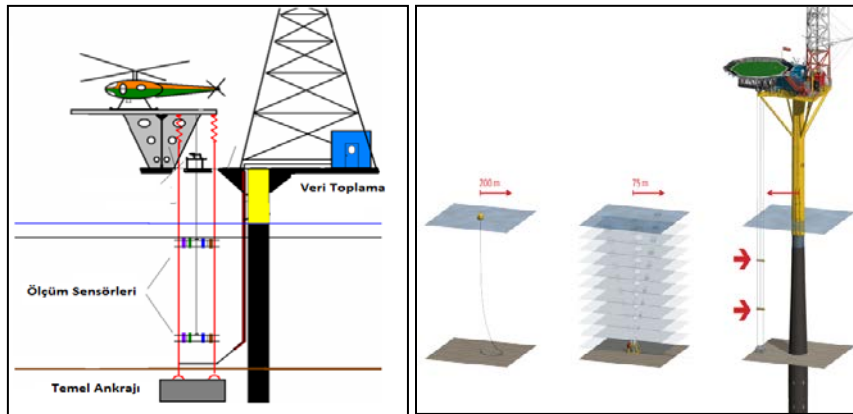
- Rüzgar ve meteorolojik değişken ölçümleri,
- Hidrografik (oşinografik) ölçümler,
- Deniz ekosistem değişken ölçümleri.

Deniz ekosistemi (maritime environment) ölçümleri ise, deniz seviyesi, akıntılar, dalgalar, gel git gibi parametreleri içermektedir. Buradaki ana amaç, yük ve stabilite ile ilgili verileri toplamaktır. Yapı üzerine etkileyen bu yüklerin nedeni de akıntı ve dalga oluşumlarıdır. Bu amaçla deniz suyu sıcaklığı, tuzluluk ve oksijen değişimi sürekli ölçülmektedir. Rüzgar şiddeti ölçümleri, 30. metreden başlayarak, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ve 110 metreler olmak üzere 9 farklı seviyede yapılmaktadır; 40 ve 100 m de ultrasonik anemometreler de bulunmaktadır. Yön ölçümleri de 30 m den başlayarak 50, 70 ve 100. metreler olmak üzere toplam 4 farklı yükseklikten alınmaktadır. Bunların yanında, sıcaklık, nem ve basınç 30, 50 ve 100 m; yağış ölçümü 30 m ve global radyasyon ölçümü de 30 m de yapılmaktadır.



Şekil 4. FINO 3 Denizüstü meteoroloji ölçüm sistemi sensörler.

Denizüstü rüzgar ölçümü, karaüstü rüzgar ölçümünden daha detaylı ve pahalıdır. Karaüstü rüzgar ölçüm istasyonunda sadece meteorolojik parametreler ölçülmekte iken; denizüstünde bazı yapısal, deniz ve ekolojik ölçümler de eklenmektedir. Oşinografik ölçümler kapsamında dalga yüksekliği, denizdeki oksijen miktarı, deniz suyu sıcaklığı, basınç ve iletkenlik değerleri de ölçülmektedir. Şekil ile verilen sistem ile denizüstü meteoroloji istasyonundan 200 m civarına ve 13 farklı tabakada ölçümler yapılmaktadır.



Şekil 5. FINO 3 oşinografik ölçümler.

Ölçüm sisteminin inşaatı yaklaşık 1.5 yıl sürmüştür. 10 yıldır ölçümler alınmakta olup 2002 yılında ölçümlerin sonlandırılması planlanmaktadır. FINO 3 inşaat aşamalarına ait fotoğraflar aşağıda verilmiştir.



Şekil 6. FINO 3 inşaatına ait fotolar.

5. FINO 3 Ölçüm Sonuçları

Aşağıdaki Tablo ile FINO 3 denizüstü ölçüm sistemine ait özet bilgiler görülmektedir. 40 m de 9.2 m/s; 106 m de ise 9.6 m/s rüzgar hızı ölçülmüştür.

Tablo 3. FINO 3 ölçüm özet sonuçlar.

Değişken Adı	Değeri
Rüzgar hızı (40 m)	9.2
Rüzgar hızı (106 m)	9.6
Hakim Rüzgar Yönü	352 (Kuzey)
Sıcaklık	5.8
Basınç	1023 hPa

6. SONUÇ

Avrupa, karasal bölgelerin büyük bölümüne RES'ler kurulmuş olduğundan dolayı denizüstü alanlara yönelmiştir. Önümüzdeki yıllarda kurulum maliyeti yüksek olan DRES projelerinin ülkemizde de tekrar gündeme gelmesi beklenmektedir. Her ne kadar denizüstü ve karüstü RES aralarındaki 2-3 katı yatırım maliyeti farkı olsa da; önümüzdeki yıllarda maliyetin düşeceği öngörülmektedir. Üç tarafı denilerle çevrili ülkemizde DRES projeleri gelecekte yapılacaktır. ETKB'nin yapacağı ihale öncesinde belirlediği sahalarda öncelikle meteorolojik ölçümlere başlanmalıdır. Bu ölçümlerle hem yatırım için hem de bilimsel amaçlı projeler için oldukça önemli veri toplanacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Durak, M. ve Özer, S., (2008). Rüzgar Enerjisi: Teori ve Uygulama, Ankara.
- [2] Offshore Wind in Europe. (2019). Key Trends and Statistics. Wind Europe, Brussels.
- [3] Köroğlu, M.Ö., Ülgen, K., (2018).Denizüstü Rüzgar Enerji Santralleri: Çanakkale Örneği. Güç Sistemleri Konferansı, 15-16 Kasım, Ankara.
- [4] Guide to Marine Meteorological Services, (2001). World Meteorology Organization, 3rd Edition. Geneva.
- [5] Stein, D., 2012. Offshore Wind Measurements, GL Garrad Hassan, Gdansk.
- [6] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2018. Rüzgar Enerjisine Dayalı Denizüstü Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları ve Bağlantı Kapasitelerinin Tahsisine İlişkin Yarışma İlanı, 21 Haziran 2018 Tarihli Resmi Gazete.