

DÜNYADAKI RÜZGAR ENERJISİNİN GÜCÜNE GENEL BİR BAKIŞ**An overview of the power of wind energy in the world**

Burak YILDIRIM

Voc. and Tech. High SchoolBingol UniversityBingol, 12100, Turkey

Mahmut Temel ÖZDEMİR

Electrical and Electronics Eng., Faculty of Engineering, Firat University Elazig, 23100, Turkey

Corresponding author; byildirim@bingol.edu.tr**ÖZET**

Geleneksel fosil yakıtların eksikliği ve karbon emisyonlarının azaltılması gibi artan çevresel kaygılar nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi önemli ölçüde artmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'da, yenilenebilir enerjinin artan kullanımı için yasal düzenlemeler yürürlüğe girmiştir. Rüzgar üretimi, güçlü rüzgar kaynaklarına sahip devletlerde yenilenebilir enerji profiline odaklanan bir tür yenilenebilir enerji kaynağıdır. Bu çalışmada, rüzgar enerjisine dayalı elektrik üretimi için dünyadaki mevcut değerleri hakkında genel bilgi vermeye çalışılmıştır. Bu amaçla, bu çalışmada verilen bazı veriler şunlardır. 2010-2017 dönemi için küresel toplam rüzgar kurulu güç kapasitesi verilmiştir. 2017 yılı sonunda en yüksek toplam ve yıllık kurulu rüzgar kapasitesine sahip ilk 10 ülke gösterilmiştir. Ayrıca 2010-2017 yılları için bölgelere göre rüzgar kurulu güç oranları ayrıntılı olarak verilmiştir. Dünyada rüzgar üretiminde gün geçtikçe kurulu güç oranı artan deniz üstü rüzgar santrallerinin 2017 yılı için kurulu kapasiteleri verilmiştir. Son olarak, 2011-2017 yılları için açık deniz rüzgar santrallerinin toplam kurulu güç kapasiteleri verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Rüzgar Kapasitesi, Deniz Üstü Rüzgar Kapasitesi.

ABSTRACT

Because of increasing environmental concerns, such as the lack of traditional fossil fuels and carbon emissions reduction, energy production from renewable energy sources is increasing considerably. In the United States and Europe, legislative regulations for the increased use of renewable energy have come into force. Wind generation is a kind of renewable energy source that focuses on the renewable energy profile in states with strong wind resources. In this study, electricity generation based on wind energy was tried to give general information about available values in the world. For this purpose, we can list some data given in this study as follows. The global cumulative installed wind capacity for the period 2010-2017 was first given. The top 10 countries with the highest cumulative and annual installed wind capacity in the market at the end of 2017 have been shown. In addition, wind power rates according to region are given in detail for the years 2010-2017. Offshore wind power plants, which increase the rate of worldwide wind production day by day, showed installed capacity for the year 2017. Finally, the offshore wind power plants were given cumulative installed capacity for the years 2011-2017.

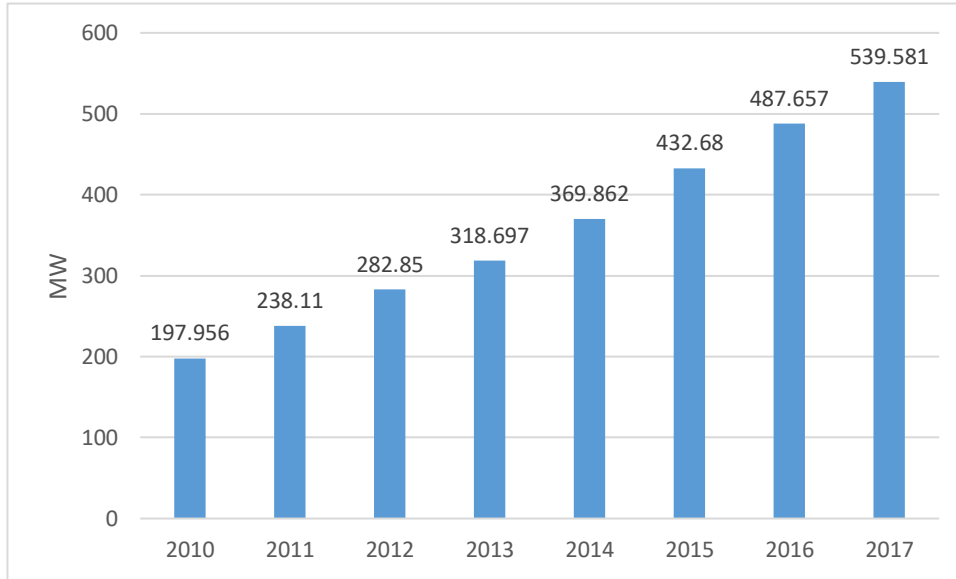
Key Words: Renewable Energy Sources, Wind Capacity, Offshore Wind Capacity.

GİRİŞ

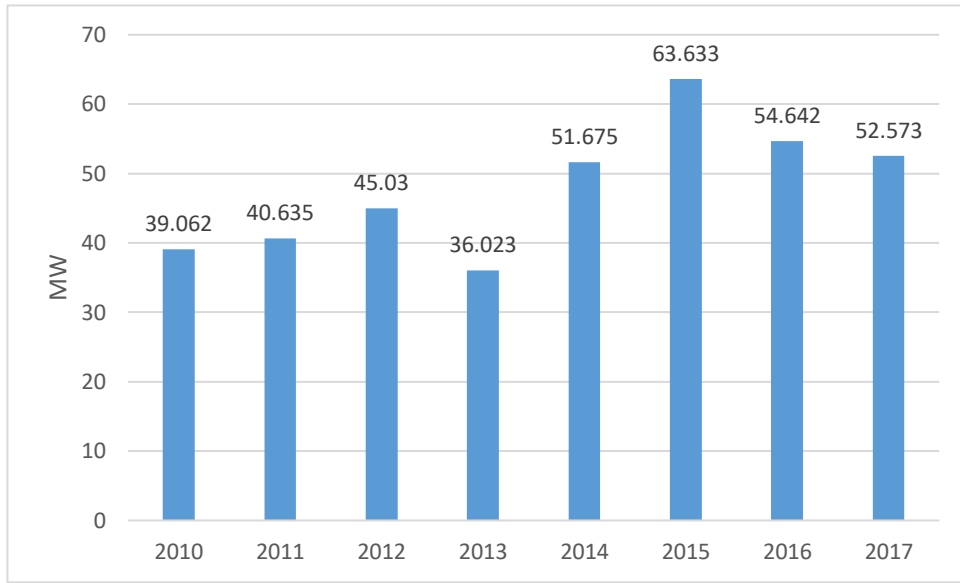
Geleneksel fosil yakıtların eksikliği ve karbon emisyonlarının azaltılması gibi artan çevresel kaygılar nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi önemli ölçüde artmaktadır [1], [2]. Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'da, yenilenebilir enerjinin artan kullanımı için yasal düzenlemeler yürürlüğe girmiştir. Rüzgar üretimi, güçlü rüzgar kaynaklarına sahip devletlerde yenilenebilir enerji profiline odaklanan bir tür yenilenebilir enerji kaynağıdır ve rüzgar kaynaklı enerji günümüzde büyük ilgi görmektedir [3], [4].

DÜNYADA RÜZGAR ENERJİSİNİN DURUMU

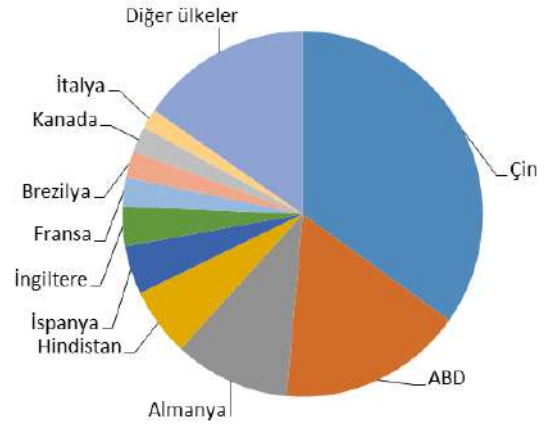
Dünya genelinde rüzgar enerji santrallerinin kurulu gücü 2017 yılı sonu itibari ile 540 GW değerine ulaşmıştır. Şekil 1'den de görüleceği üzere rüzgar kurulu güç değeri her geçen yıl artmaktadır. Şekil 2'de rüzgar kurulu gücünün yıllara göre değişim değerleri görülmektedir. 2017 yılı için 52.5 GW yeni rüzgar enerjisi santrali kurulmuş olup en yüksek rüzgar enerji santrali kurulumu 63.6 GW değeri ile 2015 yılında gerçekleşmiştir. Şekil 3a'da 2017 yılında dünya genelinde yeni kurulan rüzgar santrallerinin ülke dağılımları en yüksek kapasiteye sahip 10 ülke için verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere Çin tek başına 19.5 GW kurulu güç değeri ile dünya genelinde 2017 yılında yapılan rüzgar santrallerinin %37'sini tek başına kurmuştur. Çin'i %13'lük yüzdeleri ile ABD ve Almanya takip etmiştir. Şekil 3b'ye göre 2017 yılı sonu için toplam rüzgar kapasitesi bakımından ilk dört ülke Çin, ABD, Almanya ve Hindistan'dır. 2017 yılı sonu itibari ile tüm dünyada bulunan toplam kurulu gücün %35'i Çin de bulunmaktadır. Yine şekil 3b'de görüleceği üzere ilk on ülke haricindeki ülkelerin toplam kurulu kapasitesi Çin de tek başına bulunan kapasitesinin yarısından daha azdır [5].



Şekil 1. Dünyada toplam rüzgar kurulu gücü (GW)



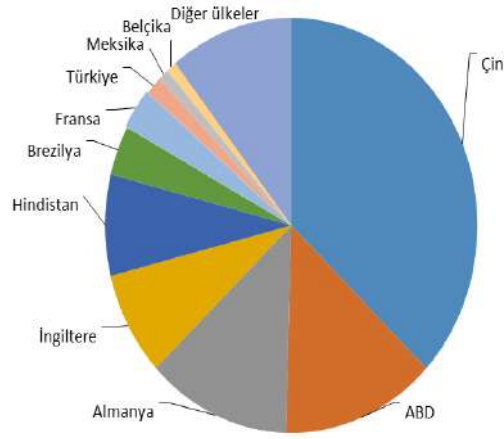
Şekil 2. Dünyada yıllık rüzgar kurulu gücü (GW)



Şekil 3b. 2017 yılı sonu toplam en yüksek 10 kapasite

Tablo 1b. 2017 yılı sonu toplam en yüksek 10 kapasite

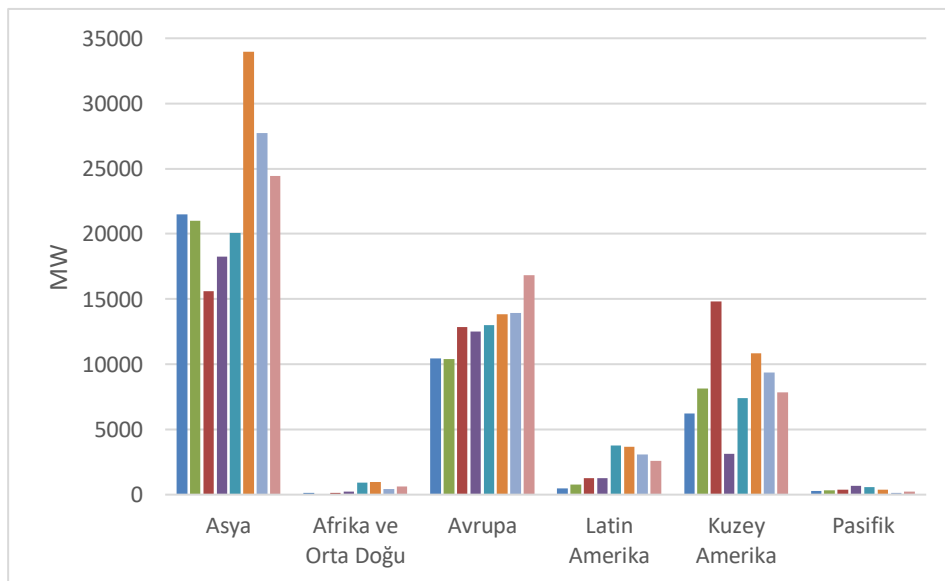
Ülke adı	MW	Yüzdesi
Çin	188232	35
ABD	89077	17
Almanya	56132	10
Hindistan	32848	6
İspanya	23170	4
İngiltere	18872	3
Fransa	13759	3
Brezilya	12763	2
Kanada	12239	2
İtalya	9479	2
Diğer ülkeler	83008	15



Şekil 3a. 2017 yılı en yüksek 10 yeni kurulu kapasite

Tablo 1a. 2017 yılı en yüksek 10 yeni kurulu kapasite

Ülke Adı	MW	Yüzdesi
Çin	19500	37
ABD	7017	13
Almanya	6581	13
İngiltere	4270	8
Hindistan	4148	8
Brezilya	2022	4
Fransa	1694	3
Türkiye	766	1
Meksika	478	1
Belçika	467	1
Diğer ülkeler	5630	11



Şekil 4. Bölgelere göre yıllık kurulu kapasite

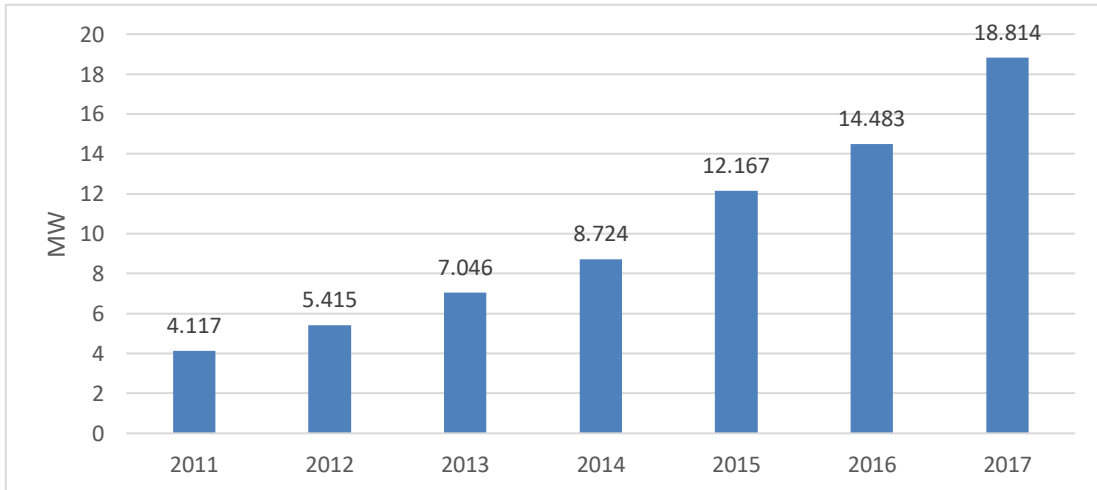
Tablo 2. Bölgelere göre yıllık kurulu kapasite (MW)

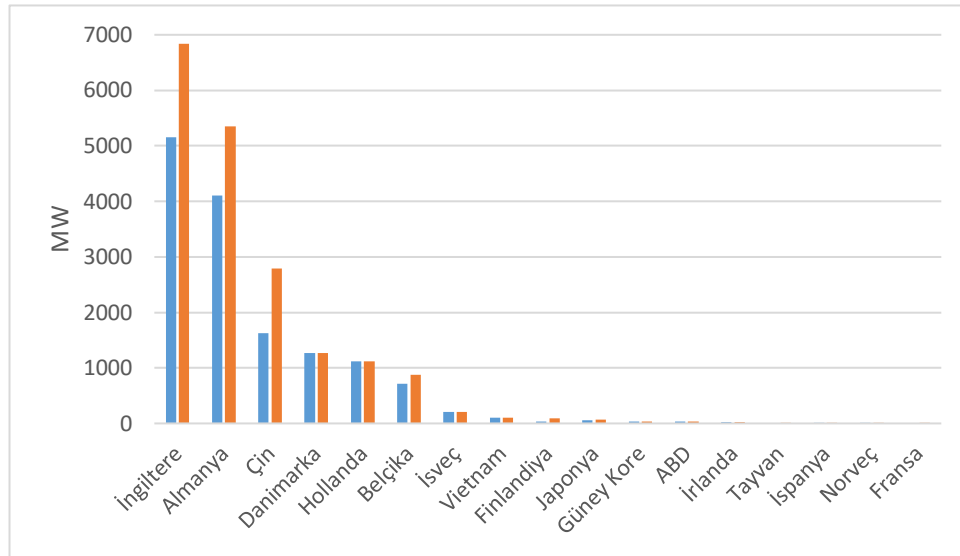
Bölge Adı	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Asya	21481	20981	15624	18252	20058	33962	27721	24447
Afrika ve Orta Doğu	153	8	131	240	934	953	418	621
Avrupa	10466	10393	12862	12524	12988	13831	13926	16845
Latin Amerika	459	771	1248	1240	3744	3678	3079	2578
Kuzey Amerika	6208	8137	14807	3112	7382	10829	9359	7836
Pasifik	294	345	358	655	568	381	140	245

Şekil 4 bölgelere göre dünyadaki kurulu rüzgar santrallerinin güçlerini göstermektedir. Şekil'e ait detaylı veriler ise tablo 2'de verilmiştir. Bölgelere göre kurulu rüzgar güçleri incelendiği zaman en fazla değişim Asya bölgesi için gerçekleşmektedir. Asya bölgesini Avrupa ve Kuzey Amerika bölgeleri takip etmektedir. Ayrıca şekilden görüleceği üzere en az değişim ise Afrika, Orta Doğu ve Pasifik bölgelerinde gerçekleşmiştir. Latin Amerika bölgesi için ise 2014 ve 2015 yıllarında belirgin bir artış görülmektedir. Bölgeler arasında yapılan incelemelerde en yüksek artış 2015 yılında 33.9 GW değeri ile Asya bölgesinde gerçekleşmiştir [5], [6].

DÜNYADA DENİZ ÜSTÜ RÜZGAR SANTRALLERİNİN DURUMU

Açık deniz rüzgarı, fosil yakıt bazlı enerji üretiminden kaynaklanan iklim değişikliği ile ilgili kaygılar tarafından yönlendirilen, Avrupa ülkelerinin yenilenebilir enerji hedeflerini başarması için önemli bir yoldur [7]. Büyük kıyı rüzgar türbinlerine karşı kamusal ve arazi uygunluğu üzerine yaşanan zorluklar rüzgar enerji santrallerini deniz üstü santrallere doğru sürüklemektedir. Ayrıca sürekli olarak deniz üstünde daha güçlü rüzgar koşulları daha yüksek kapasite faktörleri yaratarak deniz üstü santralleri daha cazip kılmaktadır. Açık deniz rüzgar alanından karaya doğru olan şebekeye verimli güç aktarımı için çok sayıda topoloji ve konfigürasyon önerilmiştir. Yakın deniz üstü rüzgâr çiftlikleri için (Yaklaşık olarak 50 km'den daha az), 50 veya 60 Hz'de Yüksek Gerilim AC (HVAC) iletimi yeterlidir [8] ve mevcut rüzgar çiftliklerinin çoğu HVAC iletimi ile inşa edilmiştir [9]. Daha uzak mesafeler için ise gerilim kaynak konverter tabanlı Yüksek Gerilim DC iletim hatları uygun görülmektedir [10], [11].

**Şekil 5.** Dünyada toplam deniz üstü rüzgar kurulu gücü (GW)



Şekil 6. Dünya'da yıllık deniz üstü kurulu gücü (GW)

Tablo 3. Dünya'da yıllık deniz üstü kurulu gücü (GW)

İngiltere	Almanya	Çin	Danimarka	Hollanda	Belçika	İsveç	Vietnam	Finlandiya	Japonya	Güney Kore	ABD	İrlanda	Tayvan	İspanya	Norveç	Fransa	Toplam	
5156	4108	1627	1271	1118	712	202	99	32	60	35	30	25	0	5	2	0	14483	2016 toplamı
1680	1247	1161	0	0	165	0	0	60	5	3	0	0	8	0	0	2	4331	2017 yeni kurulumu
6836	5355	2788	1271	1118	877	202	99	92	65	38	30	25	8	5	2	2	18814	2017 toplamı

Şekil 5’de dünyada toplam deniz üstü rüzgar santrallerinin kurulu güçleri gösterilmektedir. Şekilden de görüleceği üzere 2017 sonu itibari ile dünya genelinde deniz üstü rüzgar santrallerinin toplam gücü 18.8 GW’a ulaşmıştır ve 2017 yılı deniz üstü rüzgar santralleri artışının en fazla görüldüğü yıldır. Şekil 6 ve tablo 3’de deniz üstü rüzgar santrallerinin 2016 yılı ve 2017 yılı toplam miktarları ülkelere bağlı olarak gösterilmiştir. Şekil 6 ve tablo 3’den de görüldüğü gibi İngiltere deniz üstü rüzgar santralleri kurulumunda 2017 yılı için birinci ülkedir ve dünyada yapılan toplam kurulumun %38’inden fazlasını tek başına gerçekleştirmiştir. İngiltere’yi 2017 yılı toplam kurulumunda Almanya ve Çin takip etmektedir [5].

38

SONUÇ

Bu çalışmada rüzgar santrallerinin genel durumu hakkında bilgiler verilmiştir. Bu amaçla, rüzgar santrallerinin 2010-2017 yılları arasında toplam kurulum değerleri ve yıllık artış miktarları hakkında bilgiler verilmiş ve 2017 yılı için yıllık ve toplam olarak piyasadaki en büyük 10 ülke hakkında sayısal bilgiler verilmiştir. Ayrıca dünya genelinde bölge bazında rüzgar santrallerinin durumu gösterilmiştir. Çalışmanın en son kısmında da rüzgar santrallerinin günümüzde yoğun ilgi çeken kısmını oluşturan deniz üstü rüzgar santrallerinin dünyadaki mevcut durumu hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Elde edilen verilerden de görüleceği üzere dünya genelinde rüzgara dayalı enerji santrallerinin güç miktarları artmaktadır. Rüzgar, çoğu pazar ve daha gelişmiş şebeke yönetimi için en rekabetçi fiyat teknolojilerini sunar ve satın alınabilir depolama ve rüzgar/güneş hibrit sistemlerin her geçen gün artan varlığı ile tamamen ticari olan fosil içermeyen enerji sektörünün neye benzeyeceğinin bir resmini çizmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] T. Chaiyatham and I. Ngamroo, "Improvement of power system transient stability by PV farm with fuzzy gain scheduling of PID controller," *IEEE Syst. J.*, vol. 11, no. 3, pp. 1684–1691, 2017.
- [2] B. YILDIRIM, "INVESTIGATION WITH MODAL ANALYSIS OF EFFECTS OF HIGH PV PENETRATION ON POWER SYSTEM VOLTAGE STABILITY," *Int. J. Energy Smart Grid*, vol. 2, no. 1, pp. 17–26, 2017.
- [3] "Minnesota Wind Integration Study," Minnesota, 2007.
- [4] Z. Miao, L. Fan, D. Osborn, and Y. Yuvarajan, "Control of DFIG based Wind Generation to Improve Inter-Area Oscillation Damping," *IEEE Trans. Energy Conv.*, vol. 24, no. 2, pp. 415–422, 2009.
- [5] "GLOBAL WIND STATISTICS 2017," 2018.
- [6] "Global Status of Wind Power in 2016," 2017.
- [7] "ECOFYS. Assessing the EU 2030 climate and energy targets assessing the EU 2030 climate and energy targets," 2014.
- [8] T. Ackermann, N. Barberis Negra, J. Todorovic, and L. Lazaridis, "Evaluation of electrical transmission concepts for large offshore wind farms," in *Copenhagen Offshore Wind Conference and Exhibition*, 2005.
- [9] A. Madariaga, I. M. De Alegría, J. L. Martín, P. Eguía, and S. Ceballos, "Current facts about offshore wind farms," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, no. 5, pp. 3105–3116, 2012.
- [10] A. Madariaga, J. L. Martín, I. Zamora, I. Martínez De Alegría, and S. Ceballos, "Technological trends in electric topologies for offshore wind power plants," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 24, pp. 32–44, 2013.
- [11] J. Ruddy, R. Meere, and T. O'Donnell, "Low Frequency AC transmission for offshore wind power: A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 56, pp. 75–86, 2016.