



# Mühendislik Fakültesi

## Kimya Mühendisliği Bölümü

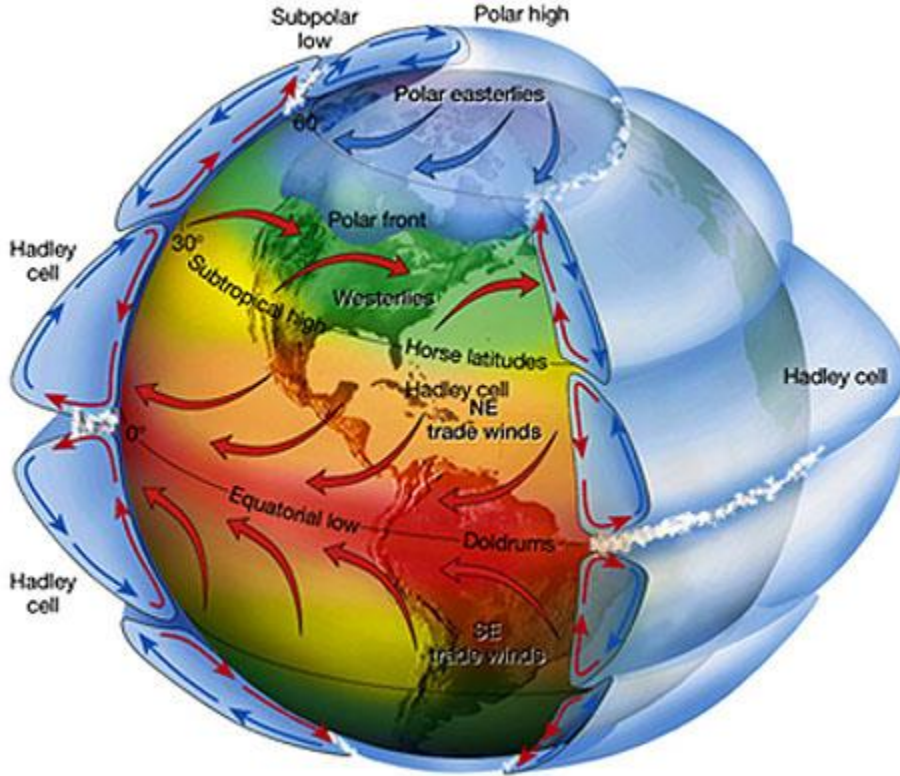
***KMB 245-Enerji Teknolojileri***

***Dr. Öğr. Üyesi, İsa DEĞİRMENCİ***

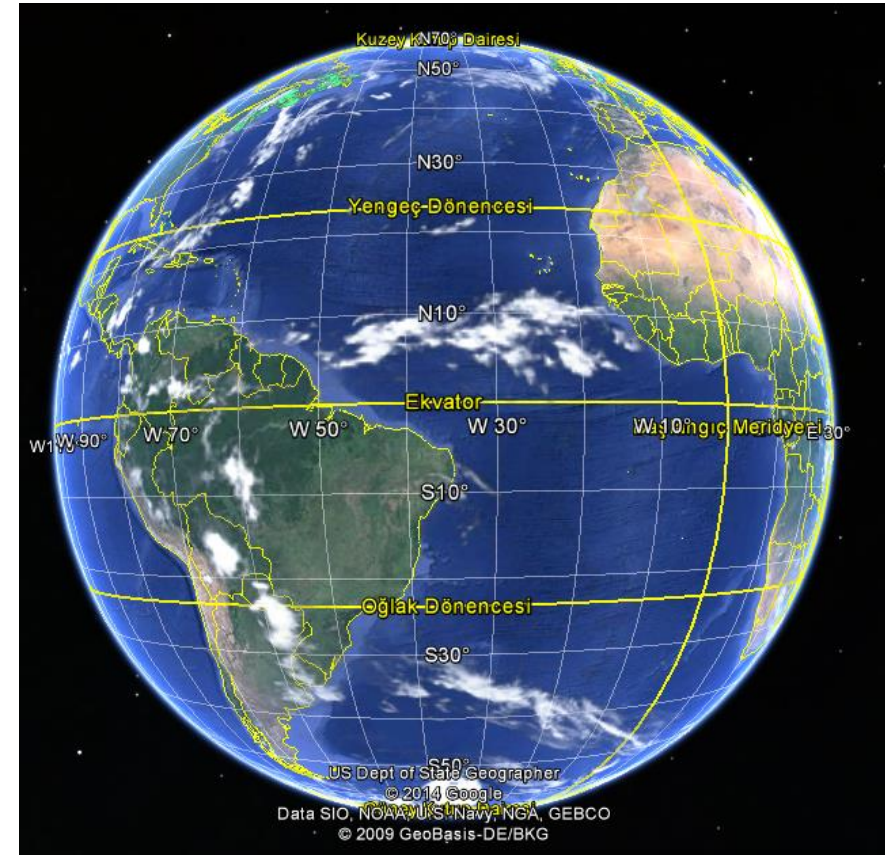
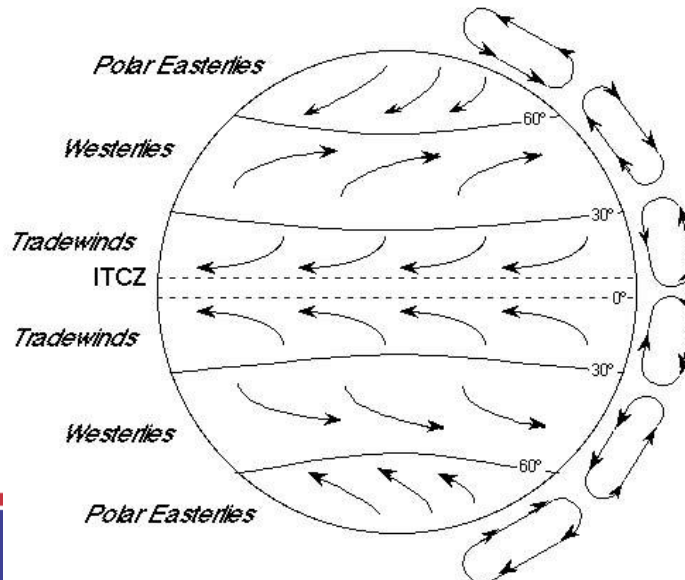
# Rüzgar Enerjisi Santralleri (RES)





















# Rüzgarlar



Atmospheric Circulation & Hadley Cells

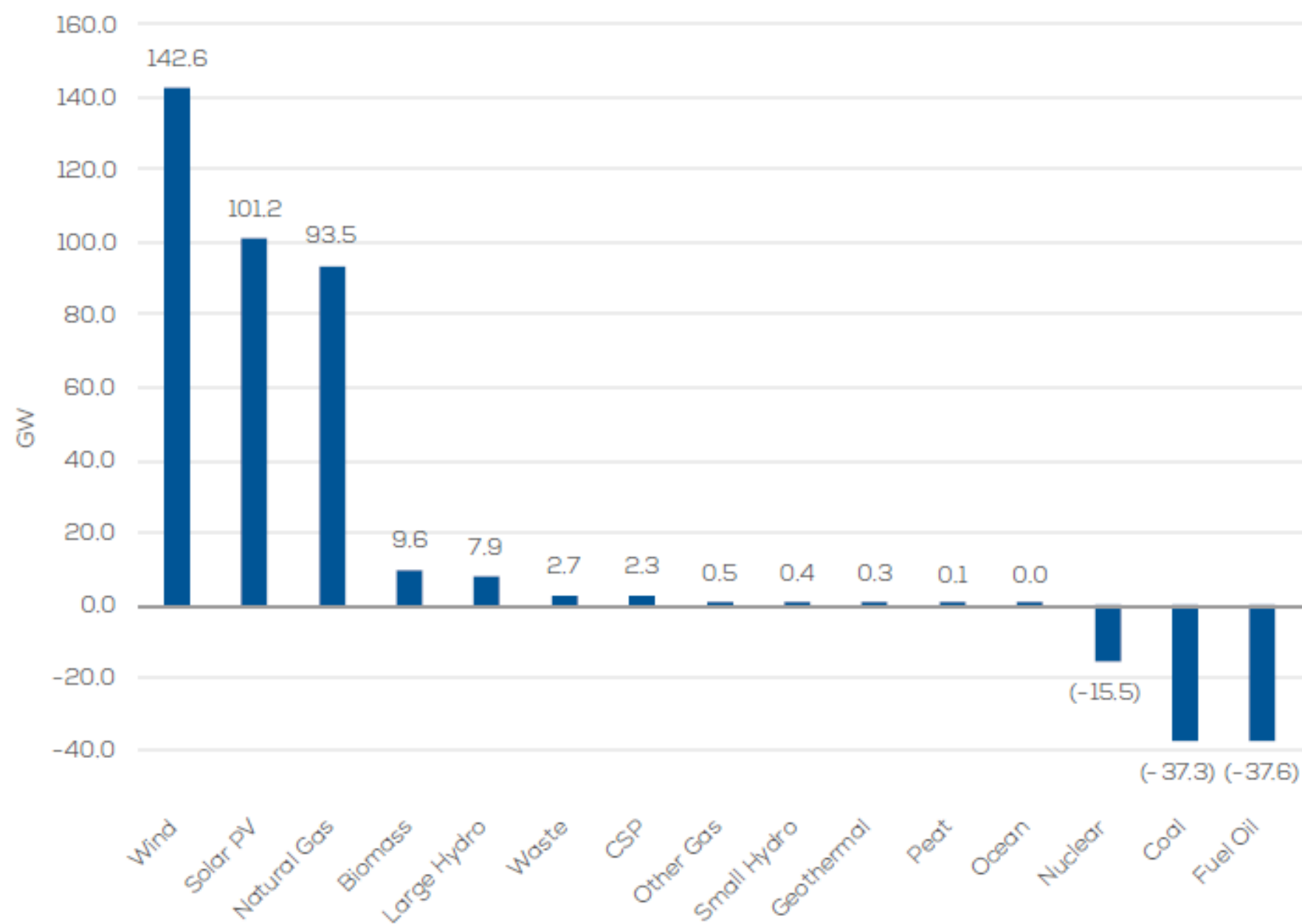


Installed wind power capacity (MW) <sup>[9][10][11][12][13][14][15][16]</sup>

#	Nation	2006	2007	2008 <sup>[17]</sup>	2009 <sup>[18]</sup>	2010 <sup>[19]</sup>	2011 <sup>[20]</sup>	2012 <sup>[21]</sup>	2013 <sup>[22]</sup>	2014 <sup>[23]</sup>	2015 <sup>[3]</sup>	2016 <sup>[24]</sup>	2017 <sup>[25]</sup>
1	 China	2,599	5,912	12,210	25,104	44,733	62,733	75,564	91,412	114,763	145,104	168,690	188,232
–	 European Union	48,122	56,614	65,255	74,919	84,278	93,957	106,454	117,384	128,752	141,579	153,730	169,319
2	 United States	11,603	16,819	25,170	35,159	40,200	46,919	60,007	61,110	65,879	74,472	82,183	89,077
3	 Germany	20,622	22,247	23,903	25,777	27,214	29,060	31,332	34,250	39,165	44,947	50,019	56,132
4	 India	6,270	7,850	9,587	10,925	13,064	16,084	18,421	20,150	22,465	27,151	28,665	32,848
5	 Spain	11,630	15,145	16,740	19,149	20,676	21,674	22,796	22,959	22,987	23,025	23,075	23,170
6	 United Kingdom	1,963	2,389	3,288	4,070	5,203	6,540	8,445	10,711	12,440	13,603	15,030	18,872
7	 France	1,589	2,477	3,426	4,410	5,660	6,800	7,196	8,243	9,285	10,358	12,065	13,759
8	 Brazil	237	247	339	606	932	1,509	2,508	3,466	5,939	8,715	10,740	12,763
9	 Canada <sup>[26]</sup>	1,460	1,846	2,369	3,319	4,008	5,265	6,200	7,823	9,694	11,205	11,898	12,239
10	 Italy	2,123	2,726	3,537	4,850	5,797	6,747	8,144	8,558	8,663	8,958	9,257	9,479
11	 Sweden	571	831	1,067	1,560	2,163	2,970	3,745	4,382	5,425	6,025	6,519	6,691
12	 Turkey <sup>[27]</sup>	65	207	433	801	1,329	1,799	2,312	2,958	3,763	4,718	6,101	6,516
13	 Poland	153	276	472	725	1,107	1,616	2,497	3,390	3,834	5,100	5,782	6,397
14	 Denmark	3,140	3,129	3,164	3,465	3,752	3,871	4,162	4,807	4,845	5,063	5,227	5,476
15	 Portugal	1,716	2,130	2,862	3,535	3,702	4,083	4,525	4,730	4,914	5,079	5,316	5,316
16	 Australia <sup>[28]</sup>	651	824	1,306	1,712	1,991	2,176	2,584	3,239	3,806	4,187	4,327	4,557
17	 Netherlands	1,571	1,759	2,237	2,223	2,237	2,328	2,391	2,671	2,805	3,431	4,328	4,341
18	 Mexico	84	85	85	520	733	873	1,370	1,859	2,551	3,073	3,527	4,005



Net electricity installations in the EU from 2000 to 2016



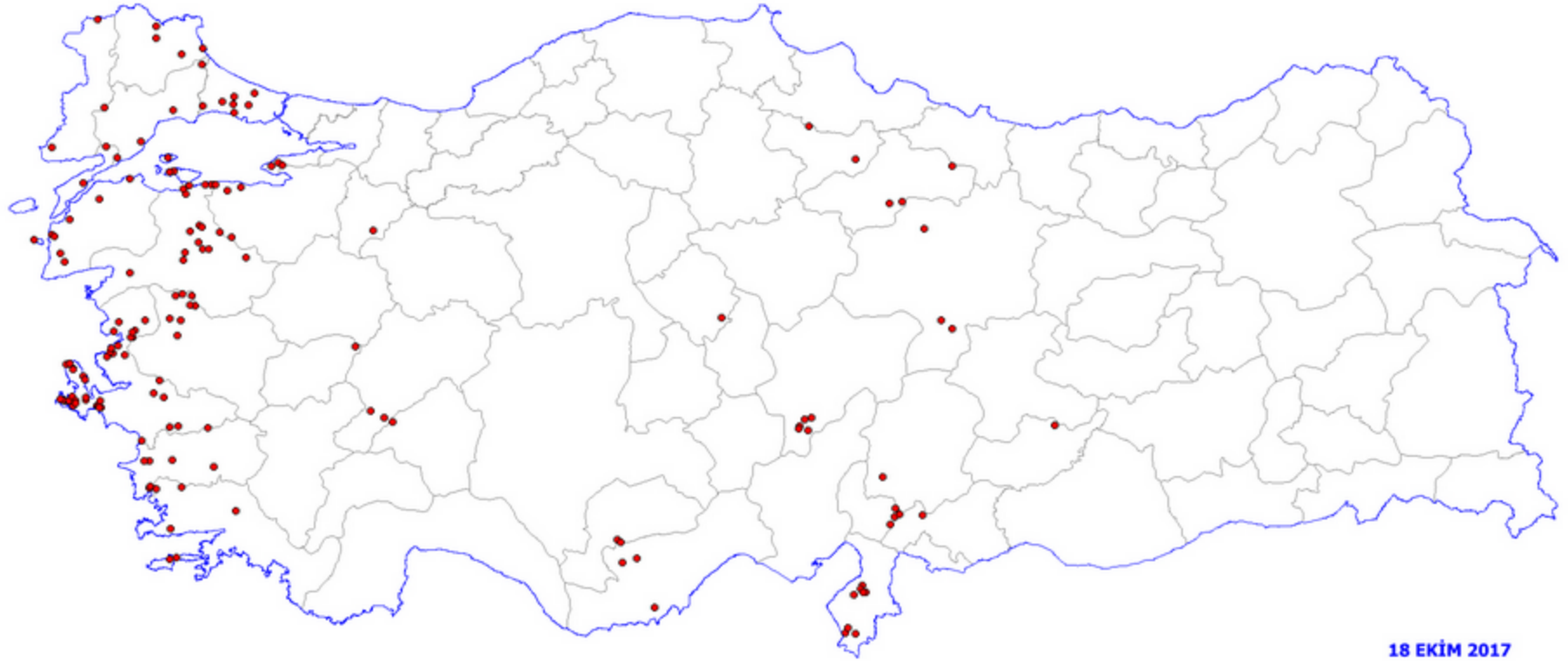
# Türkiye RES Profili

- Yerden 50m yüksekte ve 7m/s rüzgar hızının üzerindeki hızlar incelendiğinde Türkiye'nin RES potansiyeli 48GW tır. (Şu an ki, toplam kurulu tüm santral gücün %75)
- 2023'te ulaşılması hedeflenen miktar ise toplam 20GW.





# İŞLETMEDEKİ RÜZGAR ELEKTRİK SANTRALLERİ

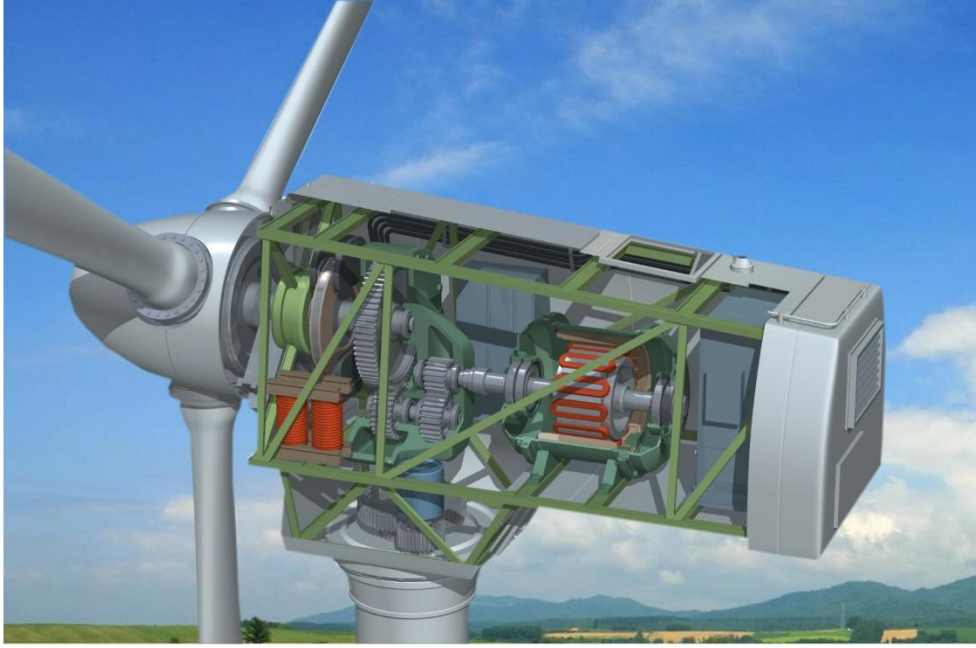


RÜZGAR ELEKTRİK SANTRALLERİ KURULU GÜÇ GELİŞİMİ



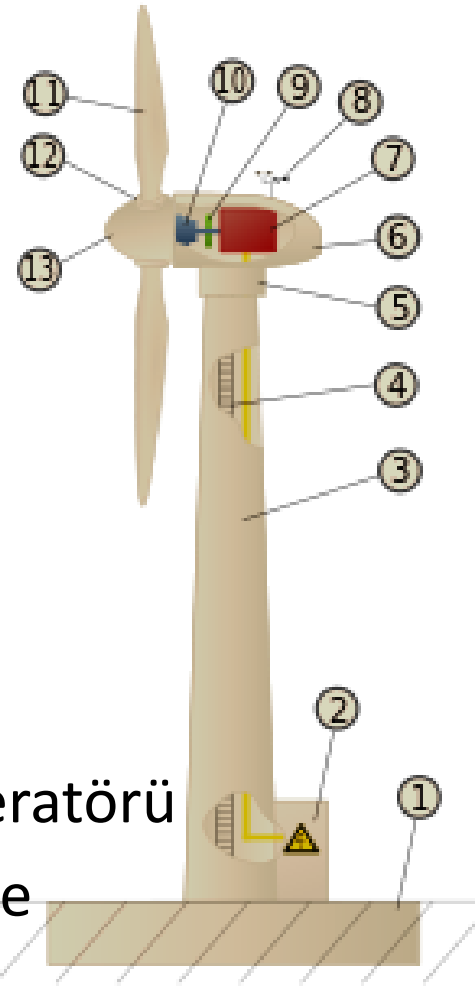
RÜZGAR ELEKTRİK SANTRALLERİNİN ÜRETİM MİKTARLARI VE TOPLAM ELEKTRİK ÜRETİMİNE KATKISI



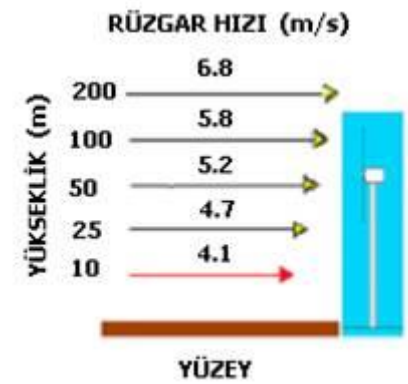
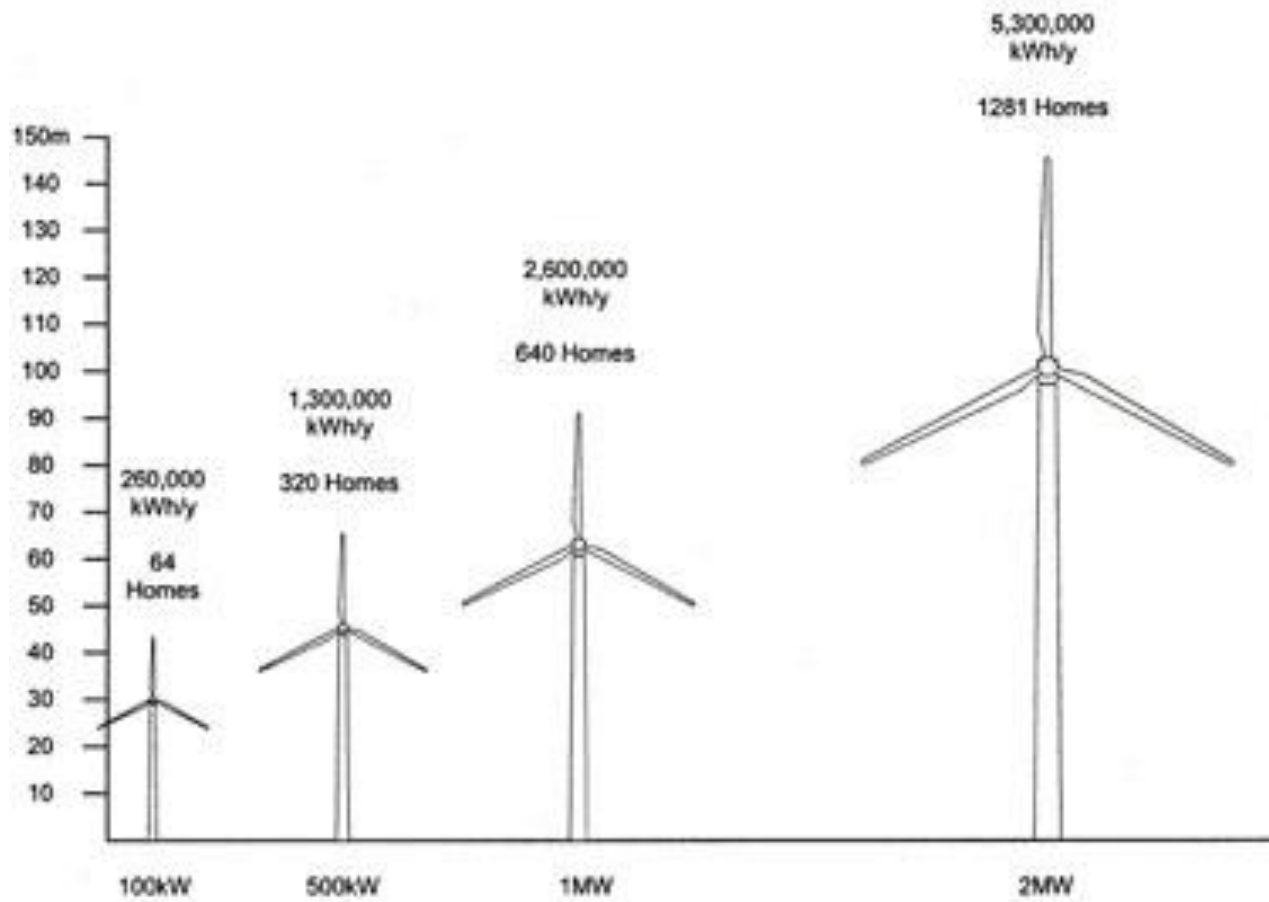


- 1-) Temel (zemin)
- 2-) Elektrik grid Bağlantısı
- 3-) Kule
- 4-) Merdiven
- 5-) Yaw sistemi (rüzgarın yönüne göre gövdenin dönmesini sağlar)
- 6-) Motor yatağı

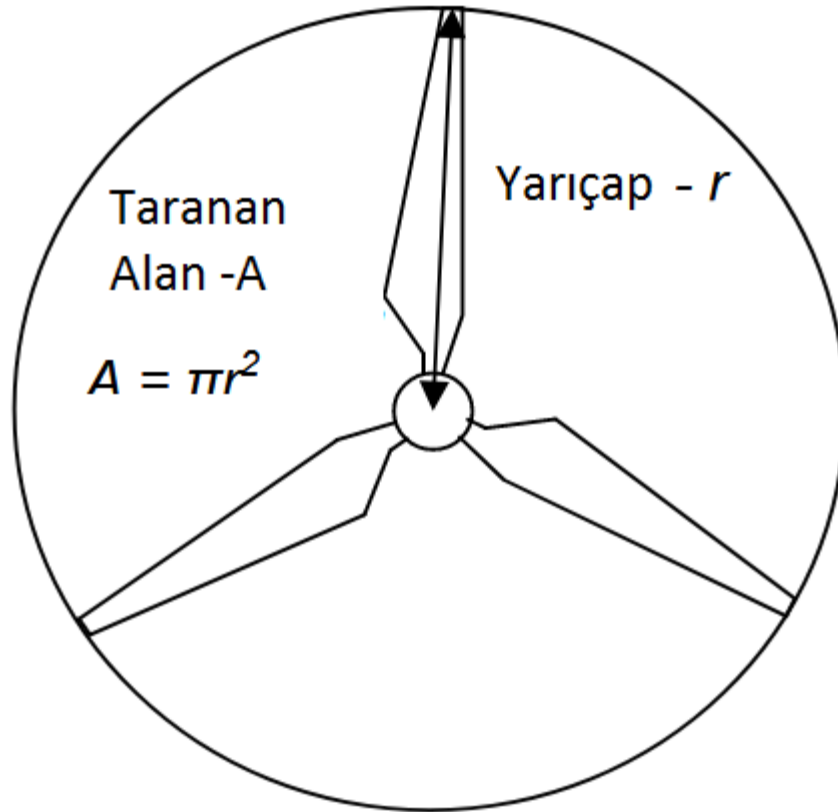
- 7-) Elektrik jeneratörü
- 8-) Anemometre
- 9-) Fren sistemi
- 10-) Vites kutusu
- 11-) Rotor kanadı
- 12-) Kanat bağlantı aksamı
- 13-) Hub (türbin göbeği)







# Rüzgar Gücü Hesaplamaları



# Güç üretim Hesaplamaları

- $P_o$  teorik rüzgar gücünün elektriğe dönüştürülebilir kısmı;

$$P = C_p \times \left(\frac{1}{2} \rho A v^3\right) \times (N_G \times N_D \times N_C)$$

$C_p$  : Güç faktörü

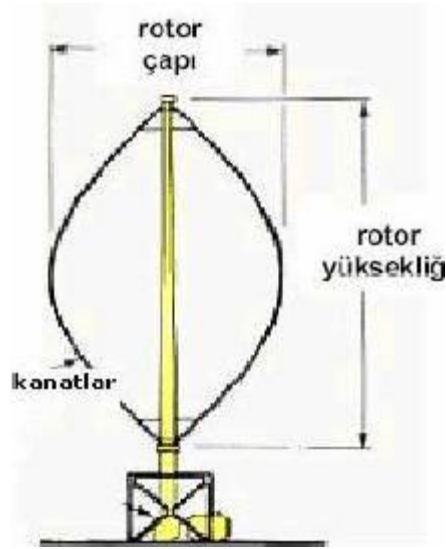
$N_G$  : Jeneratör (Generator) Verimi

$N_D$  : Dişli kutusu Verimi

$N_C$  : Kuplaj Verimi (trafolarda birden fazla enerji girişi için kullanılır)



# Dikey (Düřey) Eksenli Türbinler



Darrieus türbini

# Yatay Eksenli Türbinler



up wind



down wind



# Rüzgar Enerji Santralleri İçin Yer Seçimi

- Ulaşım kolaylığı,
- Ulusal şebekeye bağlanma kolaylığı,
- Arazinin yol ve diğer çalışmalar için işlenme kolaylığı,
- Arazinin eğimi,
- Arazinin büyüklüğü,
- Arazinin kullanılış şekli,
- Arazinin bitki örtüsü,
- Arazinin yerleşim birimlerine olan yakınlığı,
- Arazinin askeri, sivil radar ve buna benzer tesislere olan yakınlığı,
- Arazinin hava alanına olan yakınlığı,,
- Arazinin mülkiyeti, (arazinin mülkiyet durumu nedir? Arazi sit, doğal koruma, milli park, ...)
- Arazinin turizm bölgeleri ile olabilecek etkileşimi.

