



4. İZMİR RÜZGÂR
SEMPOZYUMU ve SERGİSİ
28-29-30 Eylül 2017



YAŞAR ÜNİVERSİTESİ

Küçük Ölçekli Rüzgar Türbinlerinin İzmir Bölgesindeki Yıllık Üretimlerinin Belirlenmesi

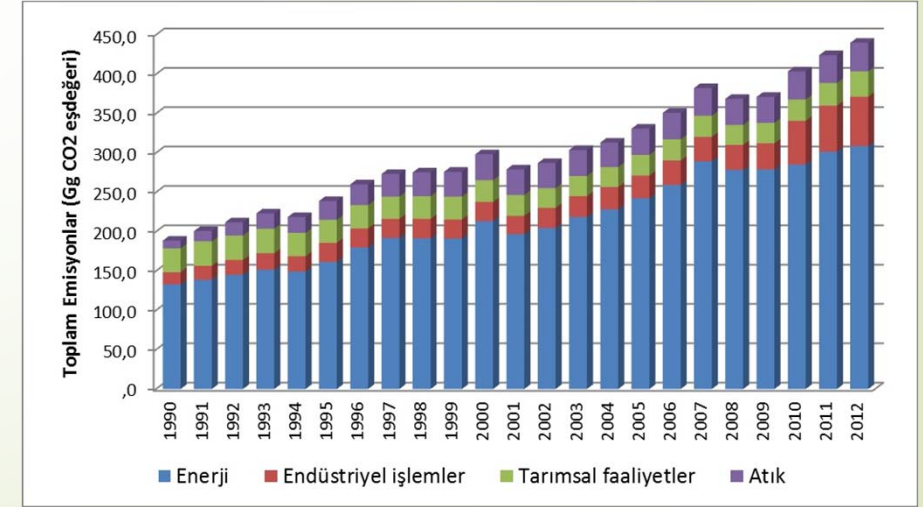
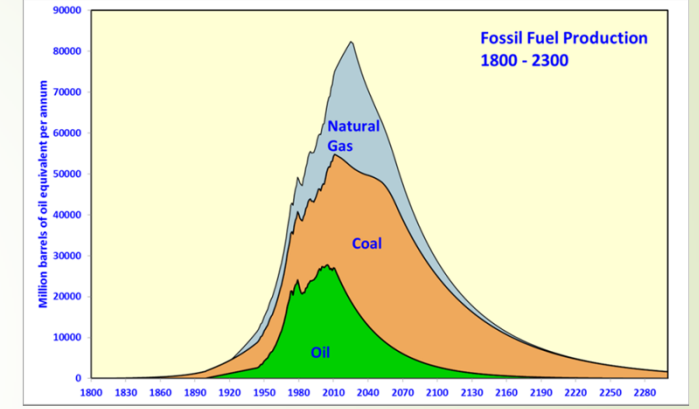
Levent BİLİR, Nurdan YILDIRIM ÖZCAN

Yaşar Üniversitesi – Enerji Sistemleri Mühendisliği



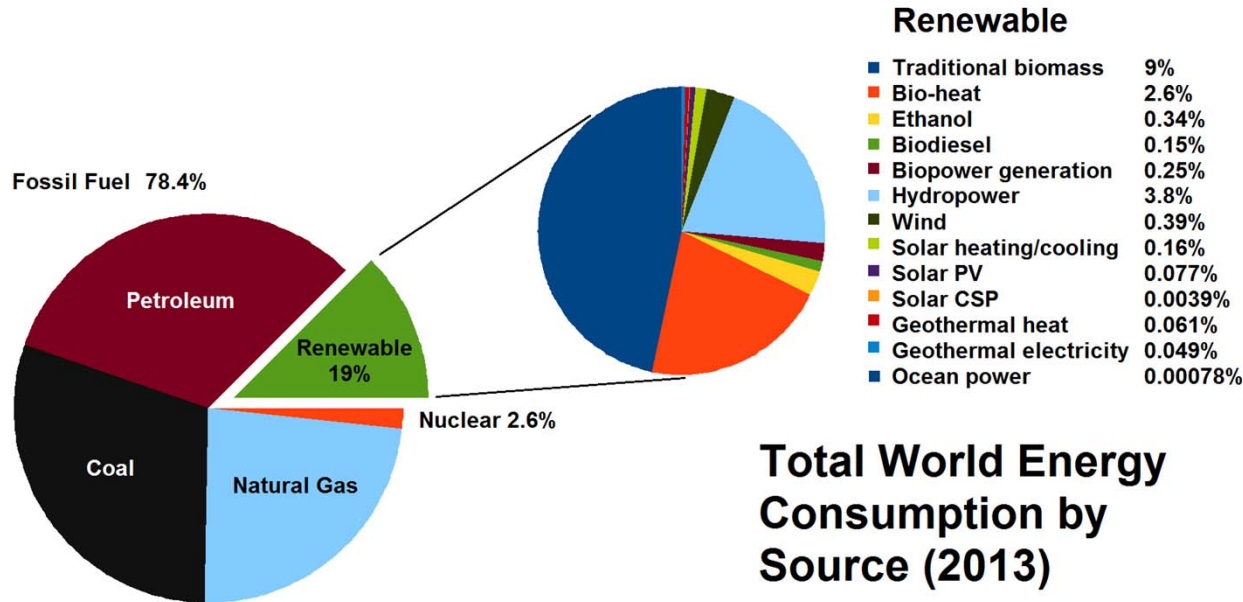
Yenilenebilir Enerjinin Önemi

- Fosil yakıtların yakın gelecekte tükenecek olması
- Fosil yakıtların kullanımı nedeniyle sera gazlarının salınımı

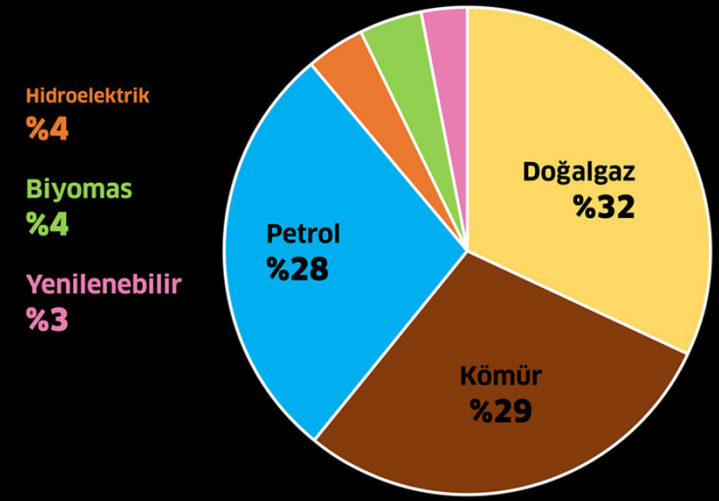




Yenilenebilir Enerjinin Dünya ve Türkiye'deki Payı



TÜRKİYE'DE BİRİNCİL ENERJİ TÜKETİMİNİN KAYNAKLARA GÖRE DAĞILIMI, 2015





4. İZMİR RÜZGÂR
SEMPOZYUMU ve SERGİSİ
28-29-30 Eylül 2017



YAŞAR ÜNİVERSİTESİ

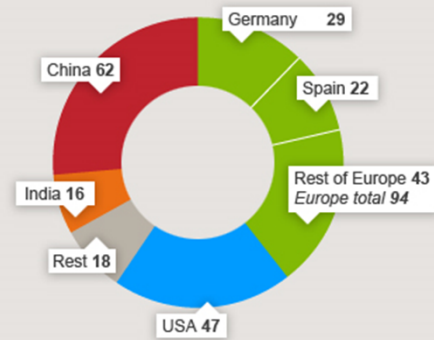
Rüzgar Enerjisinin Gelişimi

- Rüzgar Enerjisi fosil yakıtlara alternatif olan en önü açık yenilenebilir enerji çeşitlerindendir.



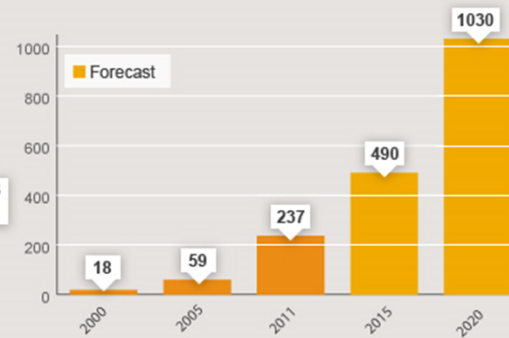
More and more wind energy is being used worldwide

237 gigawatt installed capacity
until 2011

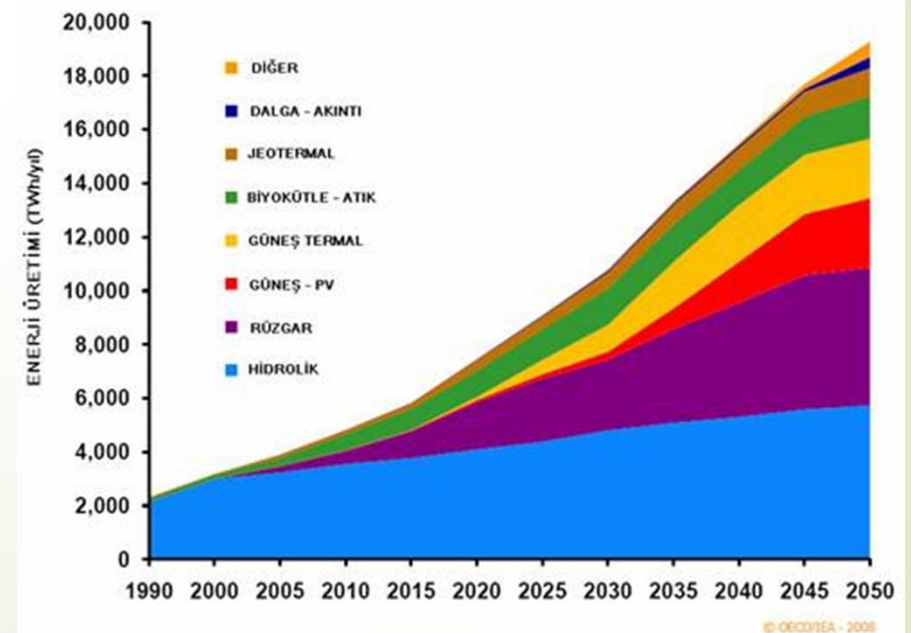


Source: WWEA 2012 | All figures in gigawatts

Worldwide installed capacity in gigawatts



© DW





Rüzgar Türbinleri

Küçük ve Büyük Ölçekli Türbinler



- Büyük ölçekli türbinlerin kapasiteleri MW lar mertebesinde. Ancak bu türbinlerin yerleşimi için büyük alanlar gerekmektedir. Ayrıca rüzgar hızının düşük olduğu bölgelerde kullanılamamaktadırlar.



- Küçük ölçekli türbinler ise hem kurulum alanının küçüklüğü, hem de nispeten daha düşük rüzgar hızlarında da kullanılabilmeleri nedeniyle yerel olarak elektrik üretimi sağlayabilmektedirler.



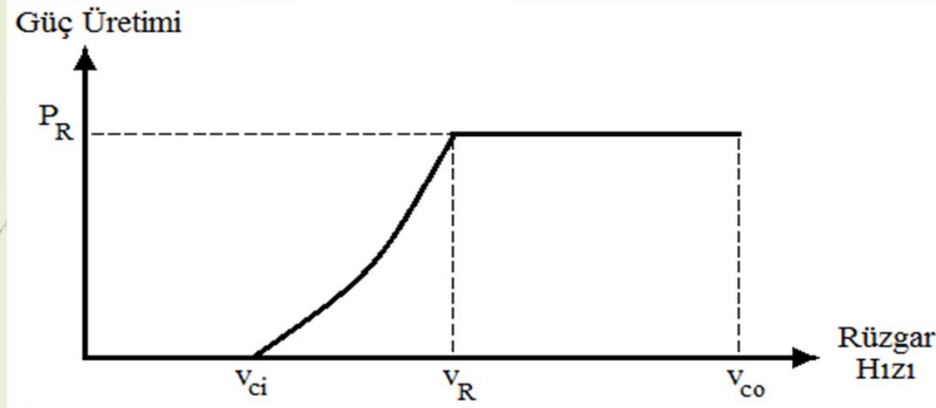
Seçilen Küçük Ölçekli Türbinlerin Özellikleri

Parametre	Türbin A	Türbin B	Türbin C
Nominal Güç (kW)	2	2	2
Devreye Girme Hızı (m/s)	2.5	3	3
Nominal Hız (m/s)	14	8	9
Devreden Çıkma Hızı (m/s)	30	25	25

- Türbinler birbirleri ile karşılaştırma yapılabilirmeyi sağlamak amacıyla aynı nominal güce (2 kW) sahip olacak şekilde seçilmiştir.
- Türbin A'nın devreye girme hızı Türbin B ve Türbin C'den daha düşüktür, ancak nominal hızı da diğerlerinden yüksek değerdedir.
- Ayrıca Türbin A'nın devreden çıkma hızı da diğer iki türbininkinden yüksektir.
- Türbin B ve Türbin C'nin özellikleri birbirine benzemektedir, yalnız Türbin B'nin nominal hızı Türbin C'nin nominal hızından düşüktür.



Rüzgar Türbinlerinin Güç Üretimi



Türbin nominal gücü; P_R

Türbinin devreye girme hızı; v_{ci}

Türbinin nominal hızı; v_R

Türbinin devreden çıkma hızı; v_{co}

Türbin güç üretimi; P

$$P = \begin{cases} 0 & v < v_{ci} \text{ ise} \\ a + bv^k & v_{ci} \leq v \leq v_R \text{ ise} \\ P_R & v_R \leq v \leq v_{co} \text{ ise} \\ 0 & v > v_{co} \text{ ise} \end{cases}$$

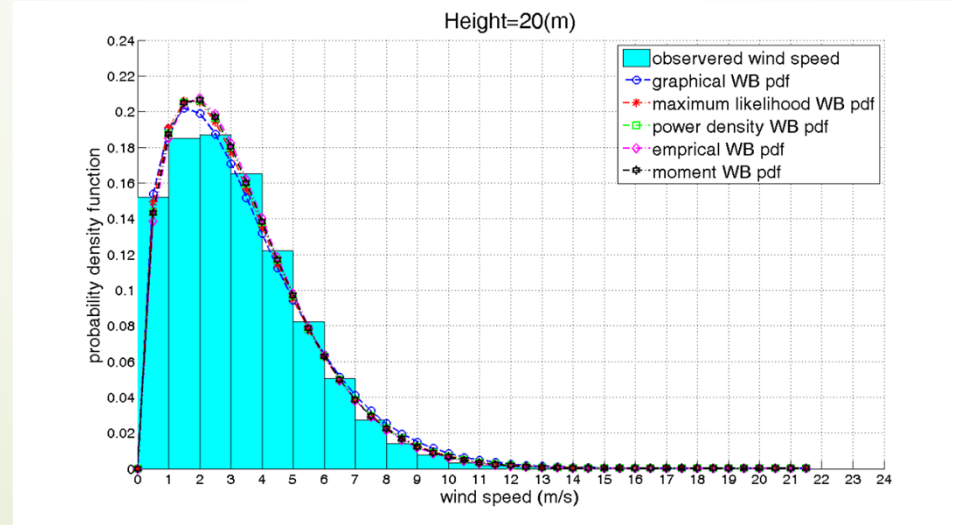
Burada, $a = \frac{P_R v_{ci}^k}{v_{ci}^k - v_R^k}$ ve $b = \frac{P_R}{v_R^k - v_{ci}^k}$ 'dir



Weibull Dağılım Fonksiyonu Parametreleri

➤ Weibull Dağılım fonksiyonu; $f(v) = \left(\frac{k}{c}\right) \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right]$

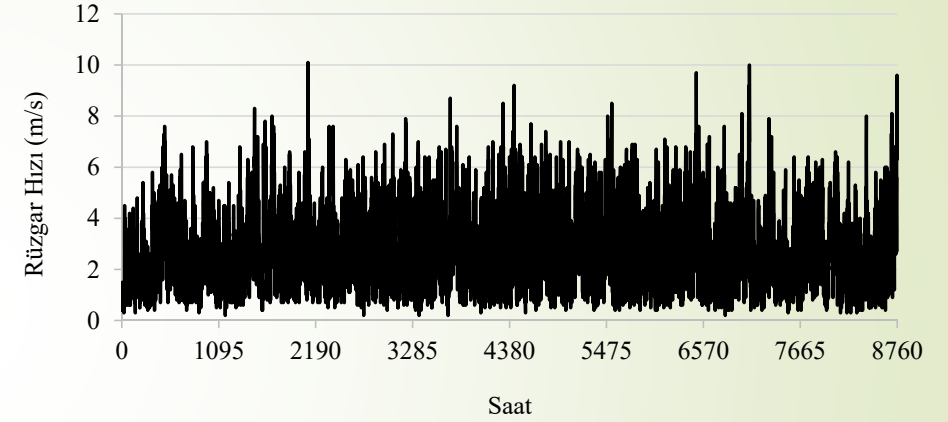
k: Şekil parametresi, c: Ölçek parametresi





Weibull Dağılım Fonksiyonu Parametrelerinin Belirlenmesi

- İzmir İli İçin Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmış 10 metre yükseklikteki saatlik rüzgar hızları kullanılmıştır.



- Şekil parametresi (k) «Maximum Likelihood» metodu ile iteratif olarak hesaplanmıştır.

$$k = \left[\frac{\sum_{i=1}^n v_i^k \ln(v_i)}{\sum_{i=1}^n v_i^k} - \frac{\sum_{i=1}^n \ln(v_i)}{n} \right]^{-1} = 1.973$$

- Ölçek parametresi de aşağıdaki formülasyon ile belirlenmiştir.

$$c = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i^k \right)^{1/k} = 3.0936 \text{ (m/s)}$$



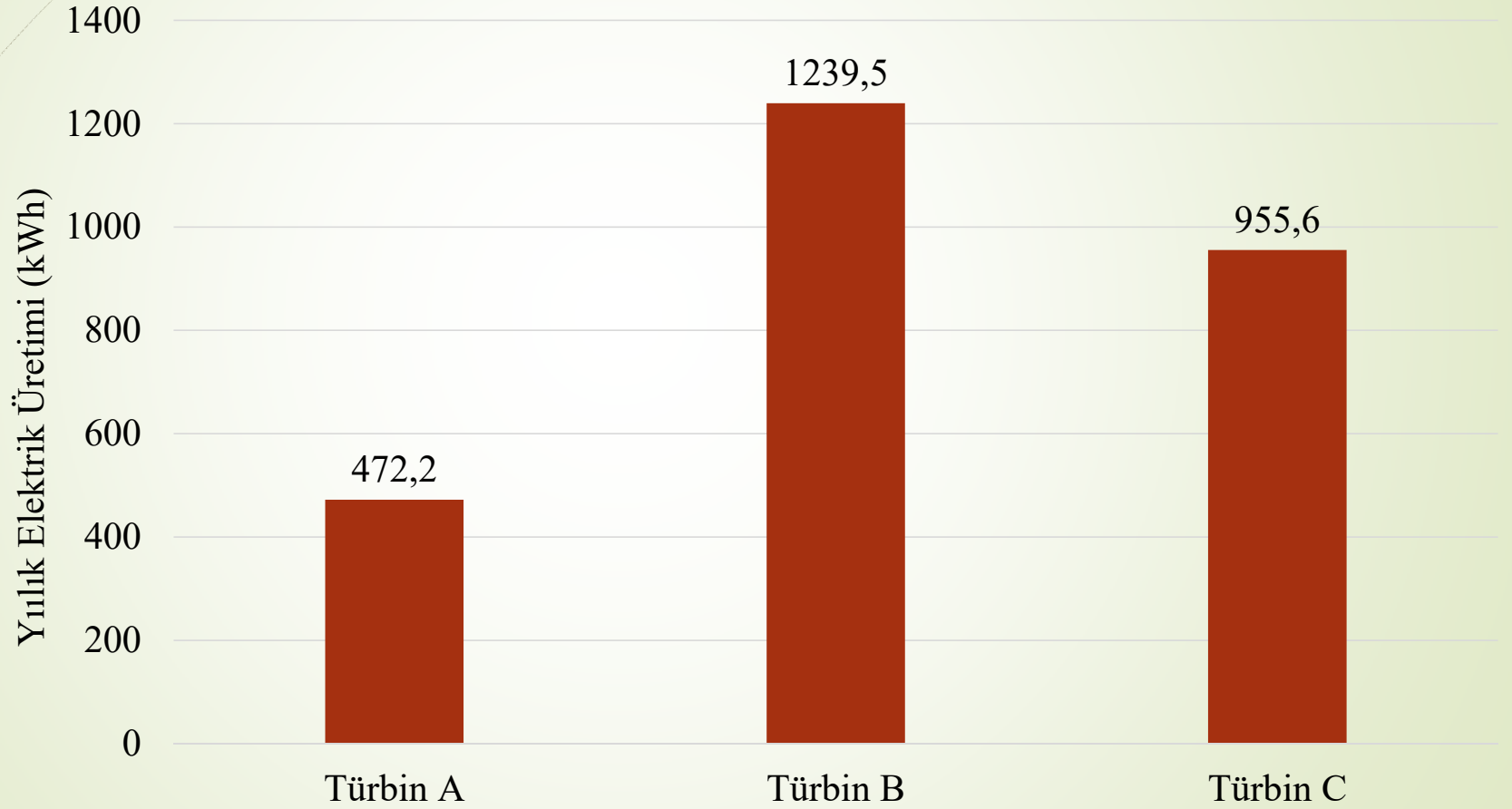
Seçilen Türbinlerin Üretim Değerleri

Saatlik rüzgar hızları ve türbinlerin devreye girme, nominal ve devreden çıkma hızları göz önüne alınarak 8760 saat için yapılan elektrik üretimi hesaplamaları sonucunda üç ayrı türbin için elde edilen aylık ve yıllık üretim değerleri (kWh)

Aylar	Türbin A	Türbin B	Türbin C
Ocak	27.6	70.1	53.6
Şubat	20.0	47.4	36.2
Mart	50.9	136.3	106.2
Nisan	30.5	74.9	57.2
Mayıs	44.3	117.8	90.0
Haziran	36.9	96.4	74.2
Temmuz	58.4	161.5	123.9
Ağustos	56.4	153.5	119.0
Eylül	43.5	116.4	89.3
Ekim	34.5	88.3	68.4
Kasım	32.4	83.1	63.5
Aralık	36.9	93.8	74.3
TOPLAM	472.2	1239.5	955.6



Seçilen Türbinlerin Üretim Değerleri





Seçilen Türbinlerin Üretim Değerleri

- Tüm aylar için en yüksek üretimi Türbin B, en düşük üretimi ise Türbin A gerçekleştirmiştir.
- Her ne kadar Türbin A için devreye girme hızı diğer türbinlerden 0.5 m/s daha düşük olsa da bu türbinin nominal hızı Türbin B ve Türbin C'den sırasıyla 6 m/s ve 5 m/s daha yüksektir. Bu durum Türbin A'nın nominal güç üretimi yapabilmesini zorlaştırdığı için en düşük enerji üretimi bu türbinde gözlenmektedir.
- Türbin A'nın devreden çıkma hızının Türbin B ve Türbin C'den 5 m/s daha yüksek olması üretim değerini olumlu etkilememiştir. Çünkü rüzgar hızı yıl boyunca bu yüksek seviyelere ulaşmamıştır.
- Türbin B ve Türbin C karşılaştırıldığında tek farklılık Türbin B'nin nominal hızı Türbin C'nin nominal hızından 1 m/s düşük olmasıdır. Bu nedenle Türbin B'nin Türbin C'den daha yüksek üretim gerçekleştirmesi beklenen bir sonuçtur.



Sonuçlar

- Yıllık üretim değerlerine bakıldığında Türbin A için 472.2 kWh, Türbin B için 1239.5 kWh ve Türbin C için 955.6 kWh değerleri gözlemlenmektedir. Türbin A için elde edilen düşük üretim değeri İzmir için nominal hız değerinin önemini göstermektedir. Özellikle Türbin B bir konutun elektrik ihtiyacının belirli bir kısmının karşılanmasında tek başına kullanılabileceği gibi, hibrit bir sistem elemanı olarak da kullanılabilecektir.
- Düşük nominal hız değerine sahip Türbin B'nin en yüksek üretimi gerçekleştirdiği görülmüş, her ne kadar devreye girme hızı diğerlerinden daha düşük olsa bile yüksek nominal hıza sahip Türbin A'nın ise diğer türbinlere göre önemli ölçüde az üretim gerçekleştirdiği sonucuna varılmıştır. Elde edilen bu sonuç ortalama rüzgar hızının çok yüksek seviyelere ulaşmadığı noktalarda yüksek nominal hıza sahip rüzgar türbini kullanımının uygunsuz olduğunu açık şekilde ortaya koymuştur.
- Nominal hız harici tüm özellikleri aynı olan Türbin B ve Türbin C karşılaştırıldığında ise nominal hız değeri daha düşük olan Türbin B'nin beklenildiği gibi daha yüksek bir üretim gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir.



ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

*DİKKATİNİZ İÇİN
TEŞEKKÜRLER*

TEŞEKKÜRLER

DİKKATİNİZ İÇİN