

ESM-103 Enerji Mühendisliğine Giriş Sorular

1. a) Birincil ve ikincil enerji kaynaklarını tanımlayınız ve örnek veriniz.
b) Birincil enerji kaynaklarından olan fosil yakıtları tanımlayınız ve örnek vererek açıklayınız.
2. Güneş kolektörleri hangi elemanlardan oluşur? Basitçe şekil çizerek açıklayınız.
3. Betz kanunu nedir? Basit bir rüzgar türbini için Betz kanununun çıkarımını yapınız.
4. Ortalama rüzgar hızının 6,5 m/s olduğu bir yere kanat çapı 55 m olan bir rüzgar türbini kurulacaktır. Türbinin toplam verimi % 38 olduğuna göre;
a) Üretilen ortalama elektrik gücünü,
b) Bir yılda 7500 saat çalıştırılması durumunda bu türbinden üretilen elektrik enerjisi miktarını,
c) Elektriğin 0,11 \$/kWh'den satılması durumunda elde edilecek geliri hesaplayınız.
(Havanın yoğunluğu 1,25 kg/m³ olarak alınız)

ESM-103 Enerji Mühendisliğine Giriş Cevap Anahtarı

- 1) a) Birincil enerji kaynakları; taş kömürü, ham petrol, doğalgaz, jeotermal, güneş, linyit ve uranyum gibi direkt olarak enerjiye dönüşebilme özelliği olan ve ticari özellik taşıyan enerji kaynaklarıdır. 5
- İkincil enerji kaynakları elektrik, hidrojen vb. gibi direkt olarak enerjiye dönüşebilme özelliği olmayan, enerjinin depolandığı veya taşınabildiği enerji kaynaklarıdır. 5

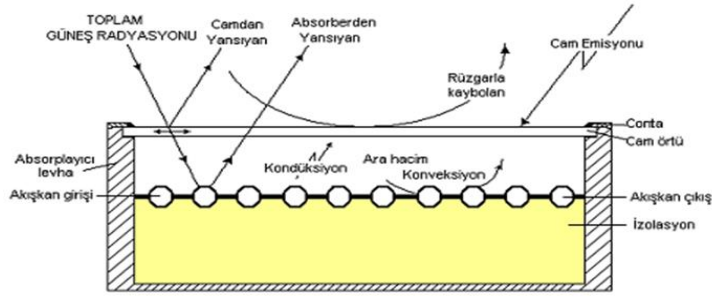
- b) Fosil yakıtlar, kimyasal reaksiyonlar yoluyla ısı enerjisi üreten ve tüketiminden sonra geri döndürülemeyen yakıtlardır. Bunlar, 5
- Kömür,
 - Petrol
 - Doğalgazdır.

Kömürler, eski jeolojik devirlerdeki (100-300 milyon yıl önceki) bitkilerin ve kısmen de hayvan artıklarının yüksek basınç altında, sıcaklığın etkisiyle bozunmaları sonucu oluşmuşlardır. 5

Yüz milyonlarca yıl önce, denizlerde yaşayan ya da suların denizlere sürüklediği hayvan ve bitki kalıntıları anaerobik bir ortamda, gerekli şartlar altında (ısı basınç ve mikroorganizmaların etkisiyle), ham petrole benzer kerojeni meydana getirmiştir. Kerojen sonradan, yukarı tabakalara doğru göç etmesi esnasında gittikçe değişmiş ve ham petrolü meydana getirmiştir. 5

Doğalgazın bileşiminin çoğunluğunu metan (CH₄) teşkil eder ve bunun yanı sıra doğalgazın bünyesinde homolog parafinler, karbondioksit (CO₂), hidrojen sülfür (H₂S) ve azot (N₂) gibi anorganik bileşiklerde bulunur. 5

2)



5

a) Üst Örtü (Şeffaf Örtü = Saydam Örtü) : Isıl kayıpları önlemek ve toplayıcıyı yağmur, kar ve tozdan korumak için kullanılır. Üst örtü, malzeme olarak cam ya da plastik olabilir. Cam örtüler tek veya çift camlı olabilir. Genellikle 3 ve 4 mm kalınlığındaki pencere camları kullanılır. Cam düşük dalga boyundaki ışınları geçirebilmesi için düşük demirli olmalıdır.

5

b) Toplayıcı Plaka ve Borular: Toplayıcı plaka demir, bakır, alüminyum veya plastik saç ve borulardan oluşur. Isıya dayanıklı mat siyah boya ile boyanır. Yutucu plakada enerji toplamayı en üst düzeye çıkarmak için yükseltici tüpün yüzeyi düşük dalga boylu güneş ışınlarını yutmak için yutuculuk özelliği yüksek materyalle kaplanmalıdır. Bu yüzeye aynı zamanda seçici yüzey denir. Günümüzde ticari olarak seçici yüzeyler siyah kromdan yapılmaktadır. Yutucu kanatlar tüpler arasında ısı transferini sağlarlar.

5

c) Yalıtım (İzolasyon) : Toplayıcının arkadan ve yandan ısı kayıplarını önlemek için cam yünü ya da benzeri yalıtım malzemesi kullanılır. Toplayıcı plaka altına konulan cam yününün 7 cm den; yanlara konulan cam yünlerinin de 2 cm den az olmaması gerekir.

5

d) Muhafaza (Şasi = Kasa) : Yukarıda ifade edilen parçalar dış etkenlere dayanıklı bir saç ya da plastik bir kasa içerisinde toplanarak güneşli su ısıtıcısını oluşturur. Muhafaza yanlardan profilden, altta da genellikle 1 mm kalınlığındaki galvanizli saçtan oluşur.

5

3) Rüzgar türbinine gelen havanın kinetik enerjisinin tamamının kullanılabilir enerjiye dönüştürülemeyeceğini belirten yasadır.

Betz Yasası

$$P_{gelen} = \frac{1}{2} \dot{m} V_{gelen}^2 = \frac{1}{2} \rho A V_{gelen}^3$$

2

$$\dot{m}_{ort} = \rho A V_{ort}$$

2

$$V_{ort} = \frac{V_{gelen} + V_{çıkan}}{2}$$

$$P_{elde edilen} = \frac{1}{2} \dot{m}_{ort} (V_{gelen}^2 - V_{çıkan}^2)$$

2

$$P_{elde edilen} = \frac{1}{2} \rho A V_{ort} (V_{gelen}^2 - V_{çıkan}^2) = \frac{1}{2} \rho A \frac{(V_{gelen} + V_{çıkan})}{2} (V_{gelen}^2 - V_{çıkan}^2)$$

2

$$P_{elde edilen} = \frac{1}{4} \rho A (V_{gelen} + V_{çıkan}) (V_{gelen}^2 - V_{çıkan}^2)$$

$$P_{elde edilen} = \frac{1}{4} \rho A (V_{gelen}^3 - V_{gelen} V_{çıkan}^2 + V_{çıkan} V_{gelen}^2 - V_{çıkan}^3)$$

2

$$P_{elde edilen} = \frac{1}{4} \rho A V_{gelen}^3 \left(1 - \frac{V_{çıkan}^2}{V_{gelen}^2} + \frac{V_{çıkan}}{V_{gelen}} - \frac{V_{çıkan}^3}{V_{gelen}^3}\right)$$

2

$$x = \frac{V_{çıkan}}{V_{gelen}} \quad \text{olsun.}$$

2

$$P_{elde edilen} = \frac{1}{4} \rho A V_{gelen}^3 (1 + x - x^2 - x^3) = \frac{P_{gelen}}{2} (1 + x - x^2 - x^3)$$

2

$(1 + x - x^2 - x^3)$ şeklinde x'e bağlı bir fonksiyon olarak yazılır. Bu fonksiyonun maksimum ve minimum değerlerini bulmak için

$$\frac{d(P_{elde edilen})}{dx} = 0 \text{ eşitliği yazılır.}$$

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{P_{elde edilen}}{2} (1 + x - x^2 - x^3) \right) = \frac{P_{elde edilen}}{2} (1 - 2x - 3x^2) = 0$$

2

$(1 - 2x - 3x^2) = 0$ olur. Bu denklemin kökleri bulunur. Denklemin küçük kökü, en az gücü, büyük kökü ise en fazla gücü bulmak için kullanılır. Bu denklemin kökleri 1/3 ve -1'dir. Maksimum güç için $x=1/3$ değeri alınırsa ve

$$\frac{P_{gelen}}{2} (1 + x - x^2 - x^3) \text{ denkleminde } x \text{ yerine yazılırsa;}$$

$$P_{elde edilen, maksimum} = \frac{P_{gelen}}{2} \left(1 + \frac{1}{3} - \left(\frac{1}{3}\right)^2 - \left(\frac{1}{3}\right)^3\right)$$

2

$$P_{elde edilen, maksimum} = P_{gelen} \left(\frac{16}{27}\right)$$

2

$P_{elde edilen, maksimum} = 0.593 P_{gelen}$ ifadesi elde edilir. Bu eşitlik **Betz yasası** olarak bilinir. Bu eşitliğe göre, rüzgar türbinine gelen havanın kinetik enerjisinin (P_{gelen}) maksimum 0.593 katı kullanılabilir enerjiye dönüştürülebilir.

3

Burada,

P_{gelen} : Türbine gelen havanın kinetik enerjisi, (W)

$P_{elde edilen}$: Türbinin üreteceği güç, (W)

$P_{elde edilen, maksimum}$: Türbinin üretebileceği maksimum güç, (W)

$\dot{m}$: Havanın kütleli debisi, (kg/s)

V : Havanın hızı, (m/s)

A : Türbin kanadının taradığı ve hava akışına dik olan kesit alanı, (m^2) ($A=\pi D^2/4$)

ρ : Havanın yoğunluğu, (kg/m^3)

D : Kanat çapı, (m)

4)

ÇÖZÜM (a) Kanat süpürme alanı:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (55 \text{ m})^2}{4} = 2376 \text{ m}^2$$

Rüzgâr gücü potansiyeli:

$$\dot{W}_{\text{kullanılabilir}} = \frac{1}{2} \rho A V^3 = \frac{1}{2} (1.25 \text{ kg/m}^3) (2376 \text{ m}^2) (6.5 \text{ m/s})^3 \left(\frac{1 \text{ kJ/kg}}{1000 \text{ m}^2/\text{s}^2} \right) = 407.8 \text{ kW}$$

5

(a) Üretilen elektrik gücü:

$$\dot{W}_{\text{elektrik}} = \eta_{\text{r, toplam}} \dot{W}_{\text{kullanılabilir}} = (0.38) (407.8 \text{ kW}) = 155.0 \text{ kW}$$

5

(b) Üretilen elektrik enerjisi:

$$W_{\text{elektrik}} = \dot{W}_{\text{elektrik}} \times \text{Çalışma süresi} = (155.0 \text{ kW}) (7500 \text{ h}) = 1162500 \text{ kWh}$$

5

(c) Elde edilen gelir:

$$\text{Gelir} = W_{\text{elektrik}} \times \text{Elektrik birim fiyatı} = (1162500 \text{ kWh}) (0.11 \text{ \$ / kWh}) = 127900 \$$$

5