

Örnek Problem: Isı Geri Kazanımı

Bir demir-çelik tesisi tav fırınında ısıtılan kütükler (yaklaşık 1200 °C) daha sonra haddelenmek üzere tezgahlara gönderilir. Isıtma işleminde doğalgaz ve hava kullanılmaktadır. Fırın içerisinde yanma sonucunda 300 – 400 °C arası atık gaz fan yardımı ile bacadan dışarıya atılır. Bu atık gazı bir ısı değiştiriciden geçirerek su elde edilebilecektir. Elde edilen sıcak su fabrika genelinde iklimlendirmede, yemekhanenin ihtiyacı olan sıcak suyun elde edilmesinde ve sıvı oksijenin gaz haline getirilmesinde kullanılabilir.

Şu anda bu ihtiyaçlar doğalgaz ile çalışan kazanlardan elde edilmektedir. Bu uygulama, hem yer altı kaynaklarının kullanım israfını hem de çevre kirliliğini arttırmaktadır.

Varsayımsal veriler:

Tesisin yıllık çalışma süresi : $z = 7200$ saat

Baca gazı kütleli debisi : $m_g = 10000$ kg/h

Baca gazı yoğunluğu (ort.) : $\rho = 0.75$ kg/Nm³ (350 °C)

Baca gazının özgül ısısı (ort.): $C_{pg} = 0.24$ kCal/kg°C

Baca gazının entalpisi : $h_{g1} = 94.42$ kCal/kg (350 °C için)

Baca gazının entalpisi : $h_{g2} = 31.51$ kCal/kg (120 °C için)

Baca gazının eşanjöre giriş sıcaklığı : $t_{gg} = 350$ °C

Baca gazının eşanjörden çıkış sıcaklığı : $t_{gç} = 120$ °C

Eşanjör suyu giriş sıcaklığı : $t_{sg} = 20$ °C

Eşanjör suyu çıkış sıcaklığı : $t_{sç} = 90$ °C

Eşanjör su debisi : $m_e = 20000$ kg/h

Eşanjör yüzey alanı : $A_e = 184$ m²

Eşanjör levha kalınlığı : $l_e = 2$ mm

Isı transfer katsayıları:

- Eşanjör levhası : $k_e = 100$ W/m°C
- Eşanjör iç yüzeyi : $h_i = 50$ W/m²°C
- Eşanjör dış yüzeyi : $h_d = 25$ W/m²°C

Eşanjör verimi : $\eta = 0.90$

Elektrik enerjisi birim fiyatı EBF = 0.60 TL/kWh

- a) Baca gazından alınabilecek toplam (brüt) ısı miktarını bulunuz.
- b) Eşanjörden baca gazına geçen ısı miktarını bulunuz
- c) Baca gazında alınabilecek yararlı ısı miktarını bulunuz.
- d) Yıllık enerji tüketimini bulunuz
- e) Yıllık enerji tasarrufunu bulunuz.

Çözüm:

a) Baca gazından alınabilecek ısı miktarı:

$$Q_g = m_g C_{pg} (t_{gg} - t_{gç})$$

$$Q_g = 10000 [kg/h] 0.24 [kCal/kg°C] (350 - 120) [°C]$$

$$Q_g = 552000 \text{ kCal/h}$$

b) Eşanjörden baca gazına geçen ısı miktarı

Isı eşanjörü toplam ısı transfer katsayısı:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{l_e}{k_e} + \frac{1}{h_d}}$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{50} + \frac{0.002}{100} + \frac{1}{25}}$$

$$K = \frac{1}{0.02 + 0.00002 + 0.04}$$

$$K = \frac{1}{0.06002}$$

$$K = 16.66 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

Ejanjör ısı geçişi:

$$Q_e = K A_e (t_{gm} - t_{sm})$$

$$t_{gm} = \frac{t_{g1} + t_{g2}}{2}$$

$$t_{gm} = \frac{350 + 120}{2} = \frac{470}{2}$$

$$t_{gm} = 235 \text{ °C}$$

$$t_{sm} = \frac{t_{s1} + t_{s2}}{2}$$

$$t_{sm} = \frac{20 + 90}{2}$$

$$t_{sm} = 55 \text{ °C}$$

$$Q_e = 16.66 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 184 \text{ m}^2 \times (235 - 55) \text{ °C}$$

$$Q_e = 551779 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 0.86 \text{ kCal/h ise}$$

$$Q_e = 551779 \text{ W} \frac{0.86 \text{ kCal/h}}{1 \text{ W}}$$

$$Q_e = 474530 \text{ kCal/h}$$

c) Baca gazından alınabilecek yararlı ısı miktarı

Baca gazı ısı tutumu 552000 kCal/h, eşanjörden geçebilen ısı miktarı ise 474530 kCal/h olup, suya aktarılabilecek brüt ısı miktarı 551.779 kCal/h kadar olabilir.

$$Q_y = \eta Q_e$$

$$Q_y = 0.90 \times 474530 \text{ kCal/h}$$

$$Q_y = 427077 \text{ kCal/h}$$

d) Yıllık enerji tüketimi

$$E = Q_y z$$

$$E = 427077 [kCal/h] \times 7200 [h/yıl]$$

$$E = 3074955126 kCal/yıl$$

Elektrik enerjisi karşılığı:

$$1 kWh = 860 kCal$$

$$Q_{elk} = 3074955126 [kCal/yıl] \frac{1 kWh}{860 kCal}$$

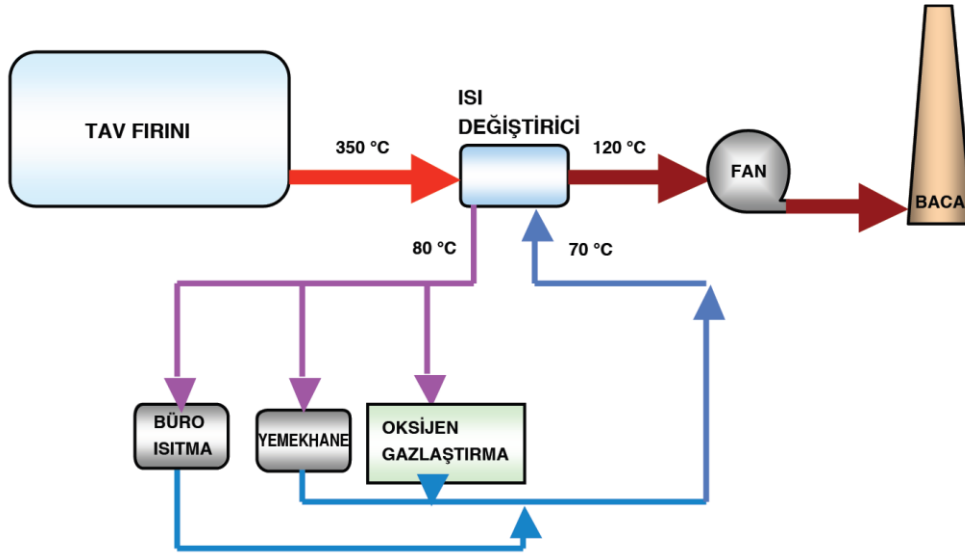
$$Q_{elk} = 3575529 kWh/yıl$$

e) Yıllık enerji tasarrufu

$$EM = Q_{elk} \times EBF$$

$$EM = 3575529 [kWh/yıl] \times 0.60 [TL/kWh]$$

$$EM = 2145317 TL/yıl$$



SONUÇ

Enerji tasarrufu kâr demektir. İsraf edilen her kalori ekonomik gelişmenin önünde bir engeldir. Endüstriyel atık ısıdan geri kazanılan ısı miktarı tüm ülkemizde bulunan enerji tesisleri dikkate alınırsa, elde edilecek tasarrufun çok yüksek miktarda çıkacağı örneklemede hesaplanan tasarrufun miktarında görülmektedir. Böylece enerjinin ekonomik kullanımı sağlanmış olmakla birlikte dışarıdan ithal edilen yakıt miktarlarında da önemli bir miktar tasarruf edilmiş olur.

Hesapları yapılan ısı değiştirici sayesinde endüstriyel tesislerdeki sıcak su ihtiyacı ve ortam ısıtılmasının atık baca gazı ısısından yararlanılarak sağlanması mümkündür.