

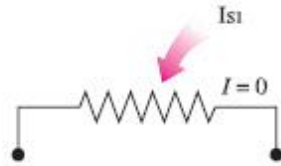
Z. MM 2013 MÜHENDİSLİK TERMODİNAMİĞİ I

Termodinamiğin İkinci Yasası (TD2Y)

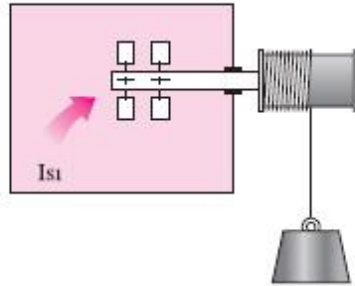
Giriş



Daha soğuk bir odada bulunan bir fincan sıcak kahve daha çok ısınmaz.



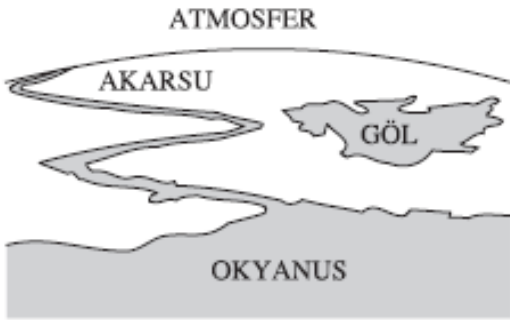
Tele ısı geçişi elektrik üretimine yol açmaz.



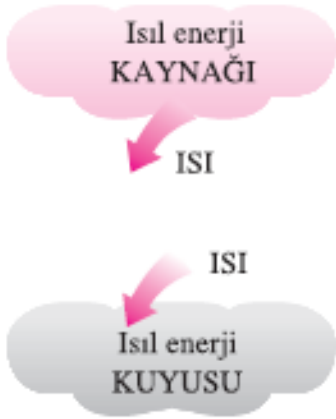
Çarka ısı geçişi çarkın dönmesini sağlamaz.

Isıl enerji depoları (Isıl depo)

- ✚ Sıcaklığında bir değişim olmaksızın, sonlu miktarda ısıyı verebilecek veya alabilecek büyüklükte ısıl kütleye (*Kütle x Özgül ısı*) sahip sistemlerdir



- ❖ Isıl enerji sağlayan büyük ısıl kütleler

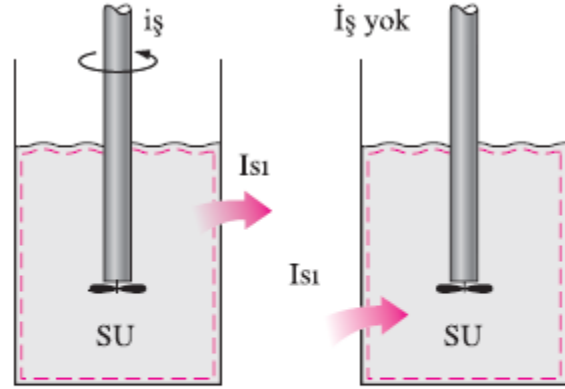


- ❖ Kaynak, ısı sağlar, kuyuya ısıl verilir

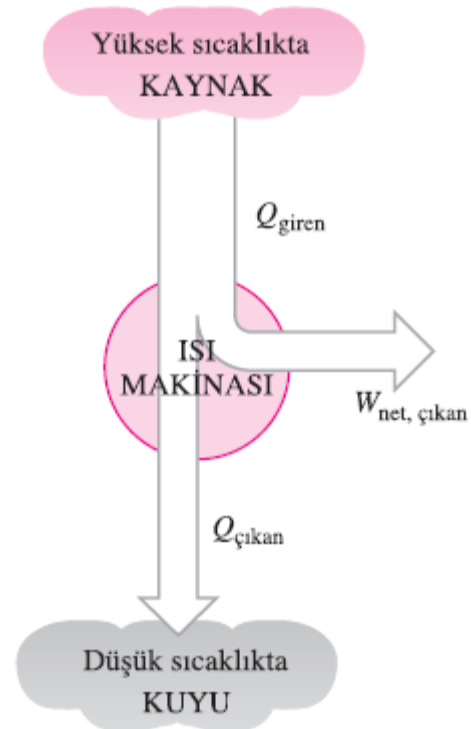
Z. MM 2013 MÜHENDİSLİK TERMODİNAMİĞİ I
Termodinamiğin İkinci Yasası (TD2Y)

Isı Makinaları

1. Yüksek sıcaklıktaki bir kaynaktan ısı alırlar.
2. Bu ısıнын bir kısmını işe dönüştürürler.
3. Kalan ısıyı kuyuya verirler
4. Bir çevrim tamamlarlar



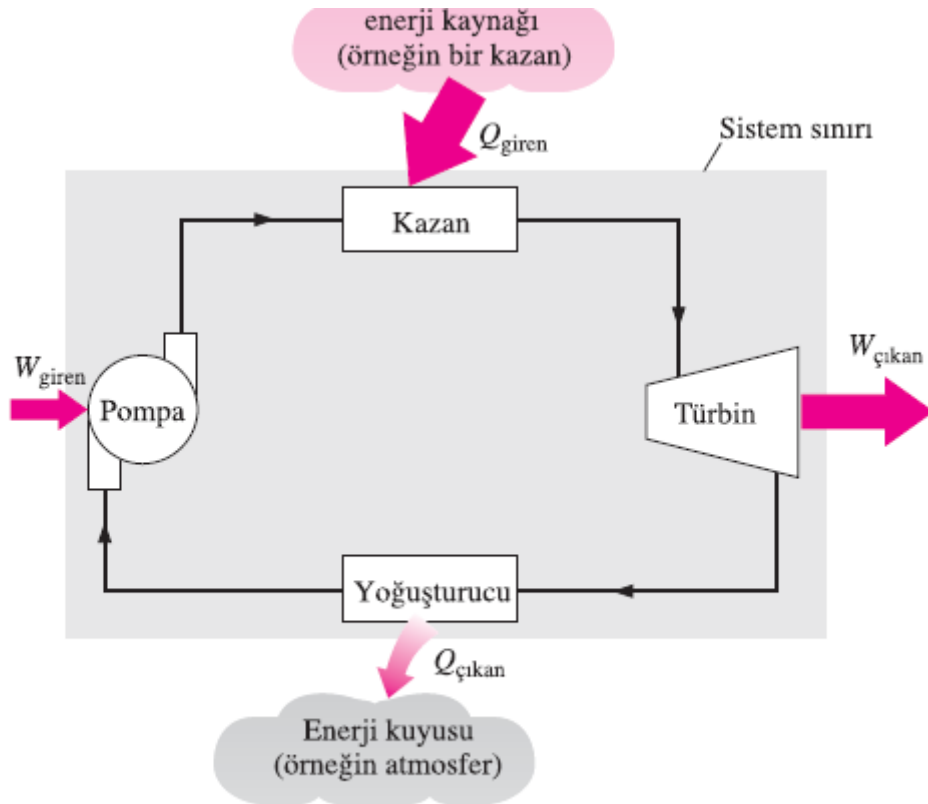
İşin tümü her zaman ısı enerjisiye dönüştürülebilir, fakat bunun tersi doğru değildir.



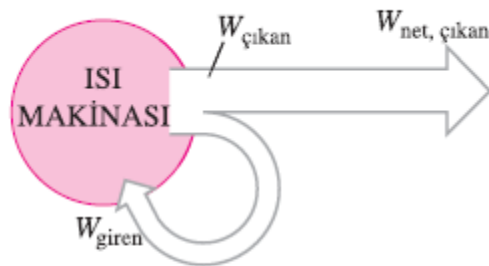
Isı makinesi aldığı ısıнын bir bölümünü işe dönüştürür, geri kalanını düşük sıcaklıktaki bir ısıl kuyuya verir.

Z. MM 2013 MÜHENDİSLİK TERMODİNAMİĞİ I

Termodinamiğin İkinci Yasası (TD2Y)



Buharlı güç santralinin genel çizimi.



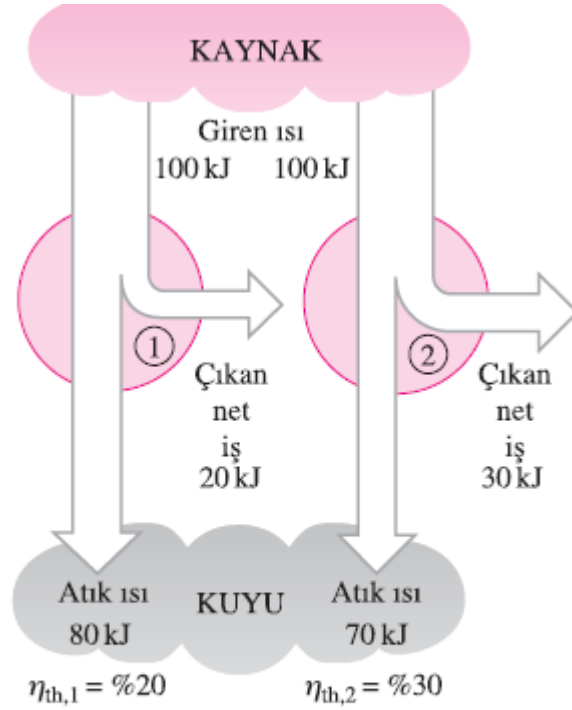
Isı makinesinin yaptığı işin bir bölümü, sürekli çalışmayı sağlamak için çevrim içinde kullanılır.

$$W_{net, çıkan} = W_{çıkan} - W_{giren}$$

Z. MM 2013 MÜHENDİSLİK TERMODİNAMİĞİ I
Termodinamiğin İkinci Yasası (TD2Y)

Isıl verim

$$\text{Isıl verim} = \frac{\text{Elde edilen net iş}}{\text{Toplam giren ısı}}$$



Bazı ısı makinelerinin verimi daha yüksektir (aldıkları ısıнын daha büyük kısmını işe dönüştürürler).

veya

$$\eta_{th} = \frac{W_{net, \text{çıkan}}}{Q_{giren}}$$

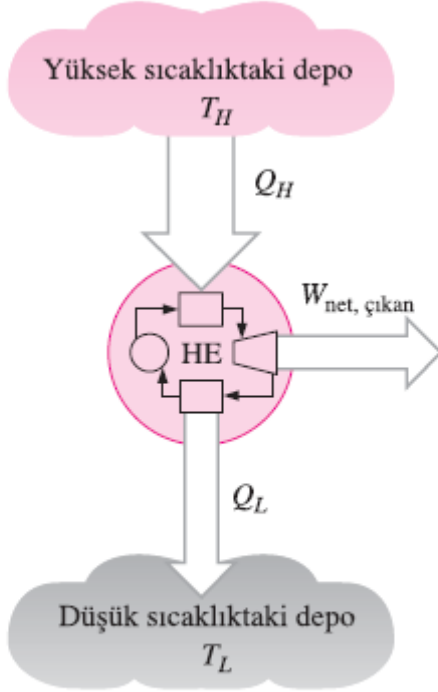
$W_{net, \text{çıkan}} = Q_{giren} - Q_{çıkan}$ olduğu için, ısı verim

$$\eta_{th} = 1 - \frac{Q_{çıkan}}{Q_{giren}}$$

şeklinde de ifade edilebilir.

Z. MM 2013 MÜHENDİSLİK TERMODİNAMİĞİ I

Termodinamiğin İkinci Yasası (TD2Y)



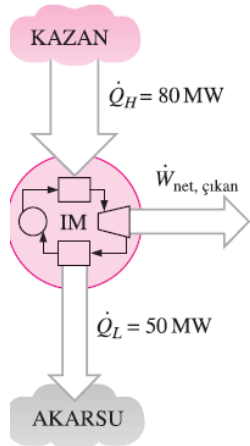
$$W_{\text{net, çıkan}} = Q_H - Q_L$$

$$\eta_{\text{th}} = \frac{W_{\text{net, çıkan}}}{Q_H}$$

$$\eta_{\text{th}} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$$

Bir ısı makinesinin şematik gösterimi.

Örnek problem:



Bir ısı makinesine kazandan 80 MW ısı geçişi olmaktadır. Isı makinesinin yakınındaki bir akarsuya atık olarak verdiği ısı 50 MW olduğuna göre, bu ısı makinesinin net gücünü ve ısıl verimini belirleyin.

Çözüm Isı makinesinin birim zamanda aldığı ve verdiği ısılar bilinmektedir. Net güç ve ısıl verim belirlenecektir.

Kabuller Borular ve diğer elemanlardan olan ısı kayıpları gözardı edilebilir.

Analiz Isı makinesinin genel çizimi Şekil 6-16'da verilmiştir. Bu ısı makinesi için kazan yüksek sıcaklıktaki, akarsu da düşük sıcaklıktaki ısıl depo görevi yapmaktadır. Verilen büyüklükler aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\dot{Q}_H = 80 \text{ MW} \quad \text{ve} \quad \dot{Q}_L = 50 \text{ MW}$$

Isı makinesinin net gücü aşağıdaki gibi belirlenir:

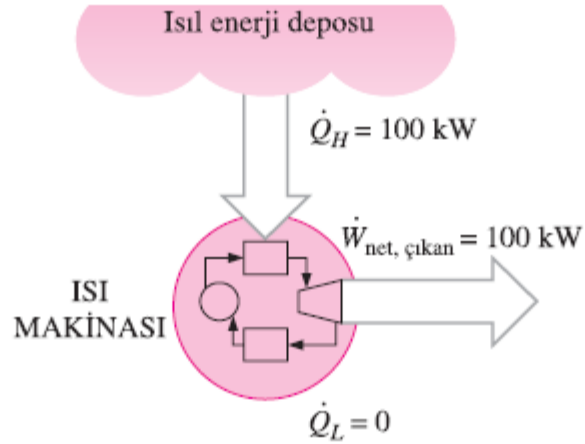
$$\dot{W}_{\text{net, çıkan}} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L = (80 - 50) \text{ MW} = \mathbf{30 \text{ MW}}$$

Isıl verim ise aşağıdaki gibi kolayca hesaplanabilir:

$$\eta_{\text{th}} = \frac{\dot{W}_{\text{net, çıkan}}}{\dot{Q}_H} = \frac{30 \text{ MW}}{80 \text{ MW}} = \mathbf{0.375} \text{ (veya \%37.5)}$$

Termodinamiğin İkinci Yasası: Kelvin-Planck İfadesi

Termodinamik bir çevrim gerçekleştirerek çalışan bir makinenin, yalnızca bir kaynaktan ısı alıp net iş üretmesi olanaksızdır.

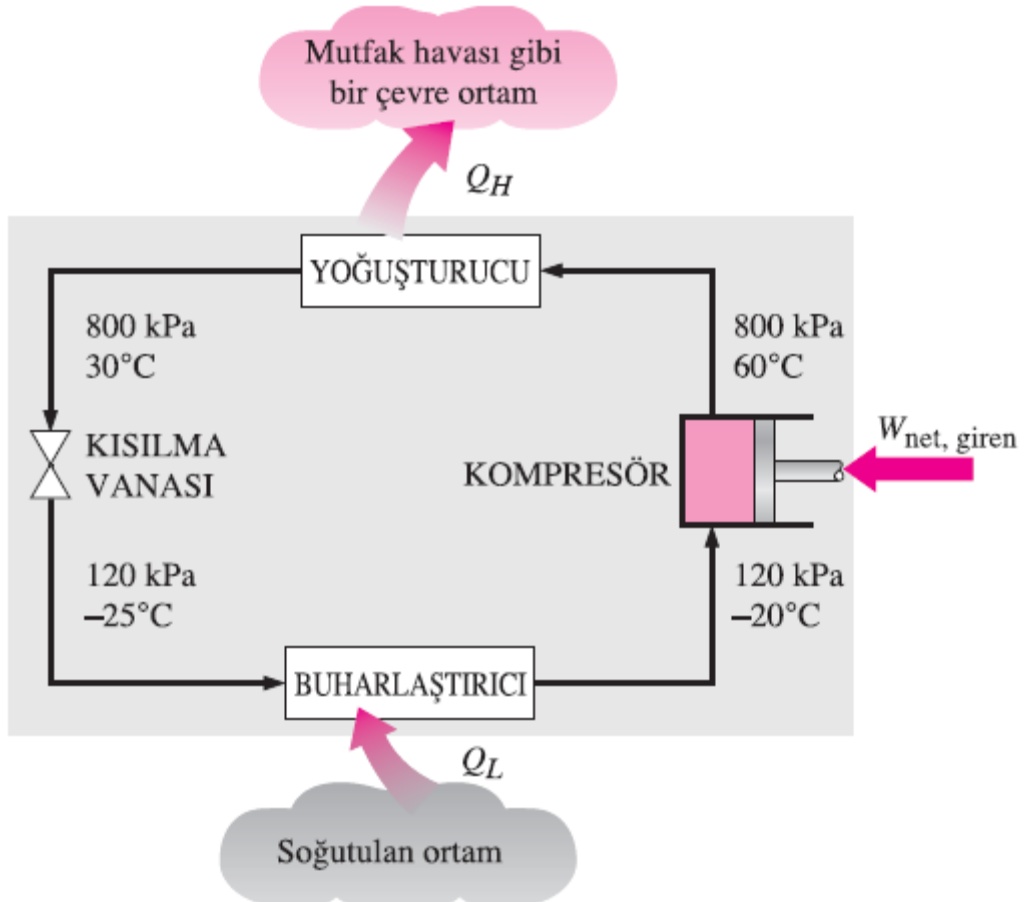


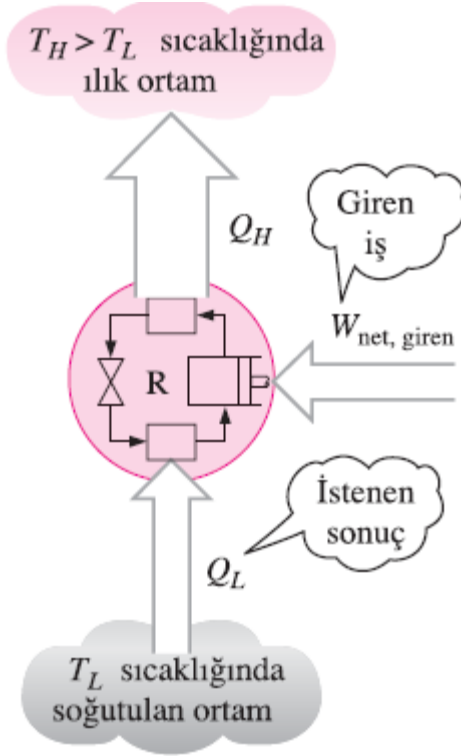
İkinci yasanın Kelvin-Planck ifadesine
aykırı bir ısı makinesi.

Soğutma Makinaları ve Isı Pompaları

- Deneyimlerimiz, ısının azalan sıcaklık yönünde yani yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa aktığını göstermektedir.
- Bunun tersi ancak soğutma makinaları ile gerçekleşir
- ✚ Soğutma makinaları da ısı makinaları gibi bir çevrim gerçekleştirerek çalışırlar
- ✚ Soğutma makinalarında iş akışkanı olarak soğutucu akışkan kullanılır

Bir soğutma makinasının ana elemanları ve tipik çalışma koşulları





- ❖ Bir soğutma makinasında, soğutulacak ortamdan Q_L ısıısının çekilmesi amaçlanır

Etkinlik katsayısı, soğutma makinalarında verim ifadesi yerine etkinlik katsayısı kullanılır COP (Coefficient Of Performance) kısaltması ile gösterilir.

$$\text{COP}_{\text{SM}} = \frac{\text{Elde edilmek istenen değer}}{\text{Harcanması gereken değer}} = \frac{Q_L}{W_{\text{net,giren}}}$$

Bu bağıntı, Q_L yerine $\dot{Q}_L$ ve $W_{\text{net,giren}}$ yerine $\dot{W}_{\text{net,giren}}$ yazılarak, birim zaman-daki değerler cinsinden de ifade edilebilir.

Bir çevrim gerçekleştirerek çalışan makineler için enerjinin korunumu ilkesine göre

$$W_{\text{net,giren}} = Q_H - Q_L$$

olduğundan, soğutma makinesinin etkinlik katsayısı

$$\text{COP}_{\text{SM}} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{Q_H/Q_L - 1}$$

- ❖ Soğutma makinaları ısıtma amacı ile kullanıldıklarında, yani amaç ısıtılacak ortama Q_H ısısını sağlamak olduğunda **ısı pompası** olarak işlev görürler

- ✚ Isı pompaları için COP değeri,

$$\text{COP}_{\text{IP}} = \frac{\text{Elde edilmek istenen değer}}{\text{Harcanması gereken değer}}$$

$$= \frac{Q_H}{W_{\text{net, giren}}}$$

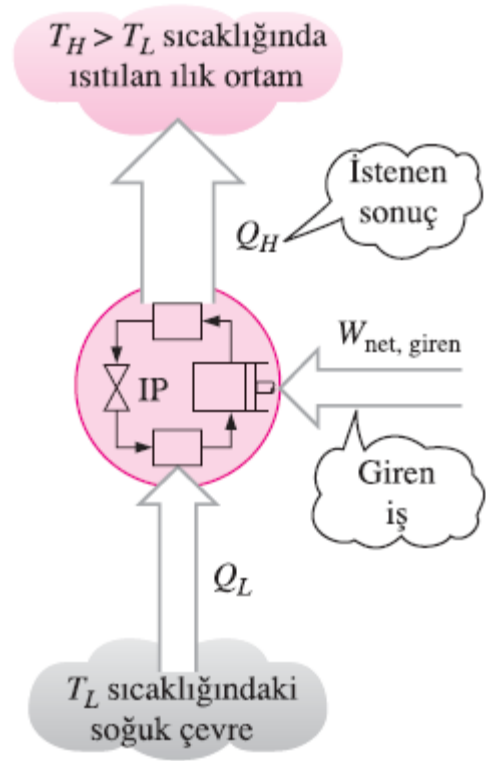
veya

$$\text{COP}_{\text{IP}} = \frac{Q_H}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{1 - Q_L/Q_H}$$

Aynı kaynak-kuyu arasında çalışan SM ve IP için yani Q_H ve Q_L 'lerin eşit olması durumu için,

$$\text{COP}_{\text{IP}} = \text{COP}_{\text{SM}} + 1$$

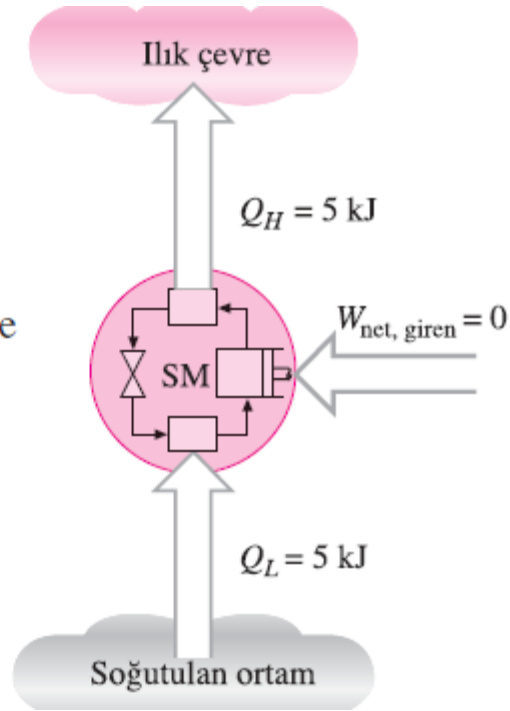
olur.



Termodinamiğin İkinci Yasası: Clausius İfadesi

Termodinamik bir çevrim gerçekleştirerek çalışan ve düşük sıcaklıktaki bir cisimden aldığı ısıyı yüksek sıcaklıktaki bir cisme aktarmak dışında hiçbir enerji etkileşiminde bulunmayan bir makine tasarlamak olanaksızdır.

İkinci yasanın Clausius ifadesine aykırı bir soğutma makinesi

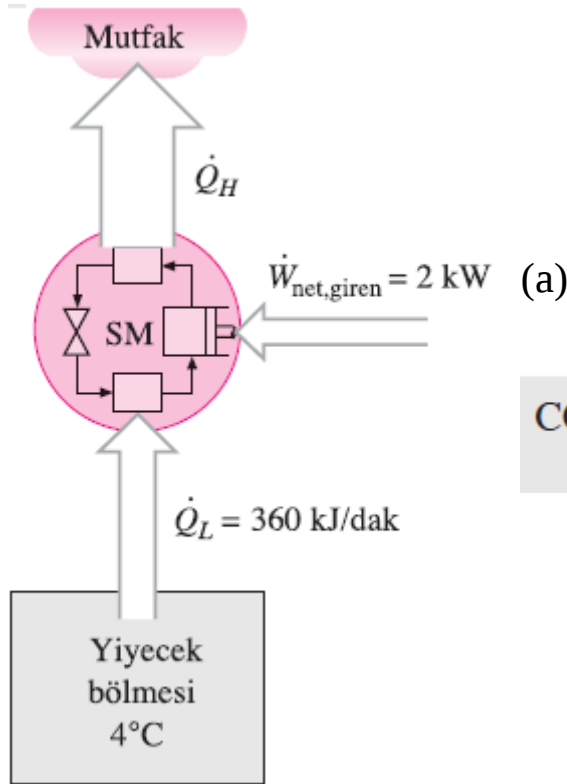


Örnek problem

Şekilde genel çizimi görülen bir buzdolabının yiyecek bölümünün 4°C sıcaklıkta tutulması için bu bölümden dakikada 360 kJ ısı çekilmektedir. Buzdolabını çalıştırmak için gerekli güç 2 kW olduğuna göre, (a) buzdolabının etkinlik katsayısını ve (b) buzdolabının bulunduğu odaya atılan ısı nedir?

Z. MM 2013 MÜHENDİSLİK TERMODİNAMİĞİ I

Termodinamiğin İkinci Yasası (TD2Y)



$$\text{COP}_{\text{SM}} = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{\text{net, giren}}} = \frac{360 \text{ kJ/dak}}{2 \text{ kW}} \left(\frac{1 \text{ kW}}{60 \text{ kJ/dak}} \right) = 3$$

(b) Buzdolabının bulunduğu odaya atılan ısı, çevrim gerçekleştirerek çalışan makineler için enerjinin korunumundan belirlenebilir:

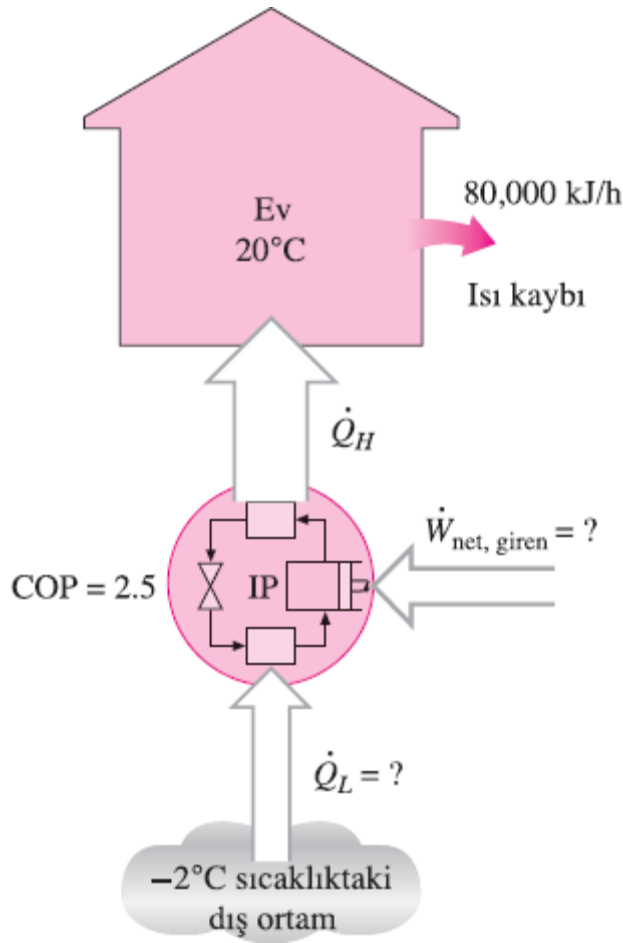
$$\dot{Q}_H = \dot{Q}_L + \dot{W}_{\text{net, giren}} = 360 \text{ kJ/dak} + (2 \text{ kW}) \left(\frac{60 \text{ kJ/dak}}{1 \text{ kW}} \right) = 480 \text{ kJ/dak}$$

Örnek problem

Bir evin ısıtılması için ısı pompası kullanılmakta ve bu ısı pompası evin sıcaklığını 20°C 'de tutmaktadır. Dış ortam sıcaklığının -2°C 'ye düştüğü bir gün, evin ısı kaybının saatte 80000 kJ olduğu tahmin edilmektedir. Bu koşullarda ısı pompası 2.5 COP değerine sahip ise, (a) ısı pompasının harcadığı gücü ve (b) dış ortamdan birim zamanda çekilen ısıyı belirleyin.

Z. MM 2013 MÜHENDİSLİK TERMODİNAMİĞİ I

Termodinamiğin İkinci Yasası (TD2Y)



(a)

$$\dot{W}_{\text{net, giren}} = \frac{\dot{Q}_H}{\text{COP}_{\text{IP}}} = \frac{80,000 \text{ kJ/h}}{2.5} = \mathbf{32,000 \text{ kJ/h}} \text{ (veya 8.9 kW)}$$

(b)

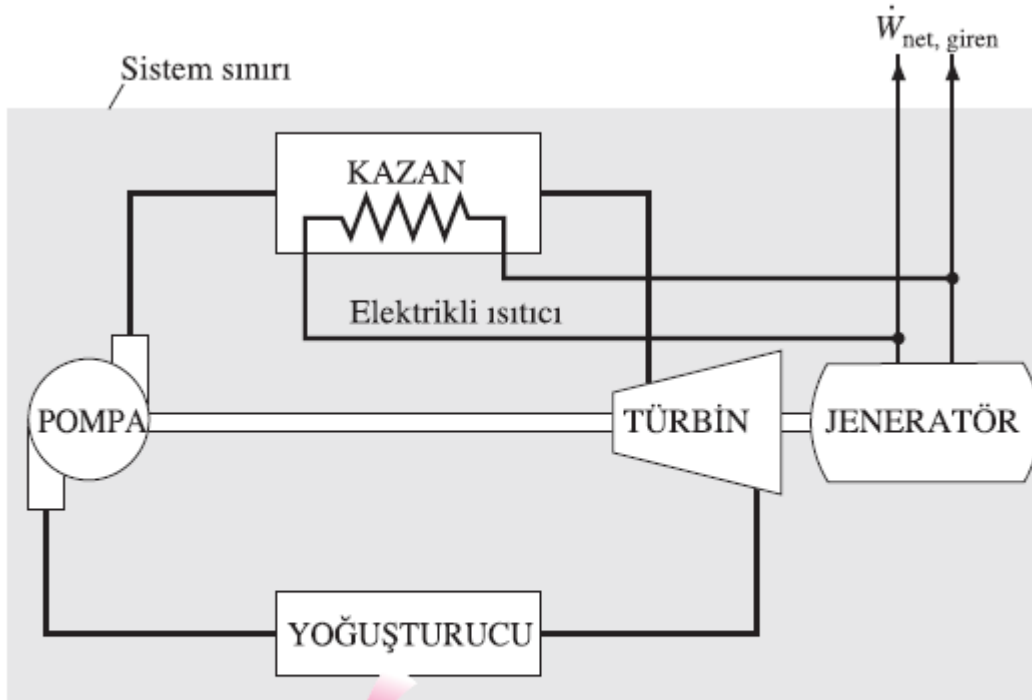
Evin ısı kaybı 80000 kJ/h'dir.

Ev 20 °C sabit sıcaklıkta tutulacaksa, ısı pompası aynı miktardaki ısıyı eve vermelidir.

Bu durumda dış ortamdan çekilmesi gereken ısı miktarı,

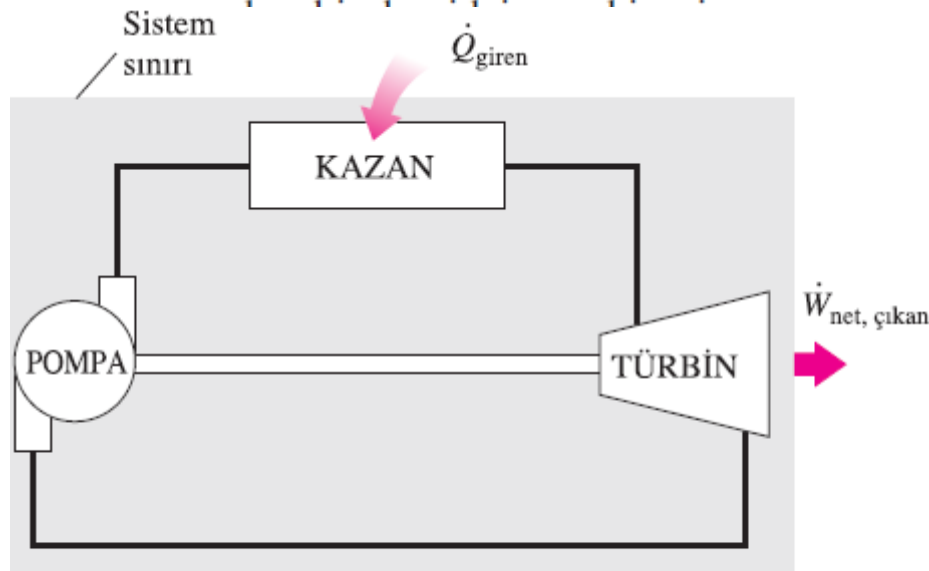
$$\dot{Q}_L = \dot{Q}_H - \dot{W}_{\text{net, giren}} = (80,000 - 32,000) \text{ kJ/h} = \mathbf{48,000 \text{ kJ/h}}$$

Devridaim Makinaları



*Birinci Tür
Devridaim
Makinası*

Termodinamiğin birinci yasasına



*İkinci Tür
Devridaim
Makinası*

Termodinamiğin ikinci yasasına aykırı
bir devridaim makinesi (DDM2).