

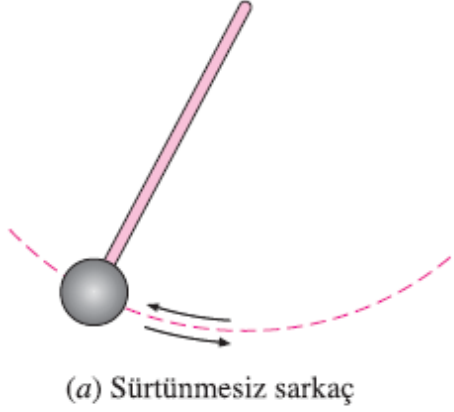
# TERMODİNAMİĞİN İKİNCİ YASASI II

Bu dersteki tüm yazılı ve görsel materyaller; [Çengel, Y.A. Ve Boles M.A, Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla, Çeviri Editörü: Ali Pınarbaşı, 5.Baskı, Güven Bilimsel](#) kitabından alınmıştır.

# Tersinir ve Tersinmez Hal Değişimleri

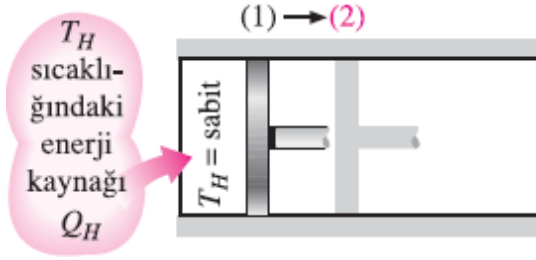
**Tersinir hal değişimi:** Çevrede herhangi bir iz bırakmadan tersi yönde gerçekleştirilebilen bir hal değişimi olarak tanımlanır.

**Tersinmez hal değişimi:** Tersinir olmayan hal değişimlerine denir.

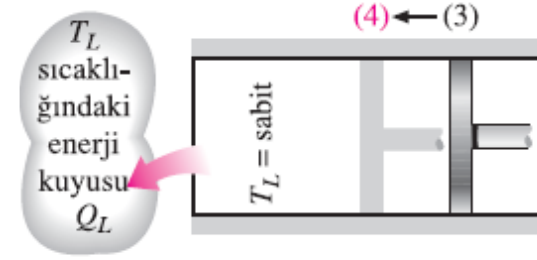


- Doğada tersinir hal değişimlerine rastlanmaz.
- *Neden tersinir hal değişimleriyle uğraşırız ?*
- **1) İncelemek kolaydır ve**
- **2) Gerçek hal değişimlerinin karşılaştırılabileceği ideal modeller (kuramsal limitler) oluştururlar.**
- Bazı hal değişimleri diğerlerine göre daha çok tersinmezdir.
- Tersinir hal değişimlerini tahmin etmeye çalışırız.

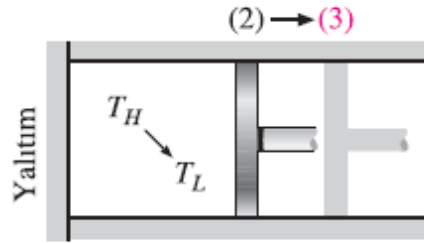
# Carnot Çevrimi



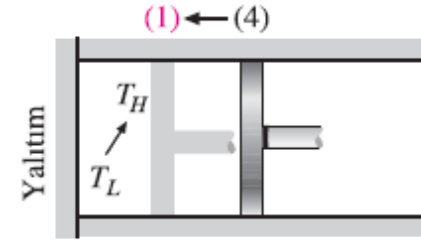
(a) 1-2 hal değişimi



(c) 3-4 hal değişimi



(b) 2-3 hal değişimi



(d) 4-1 hal değişimi

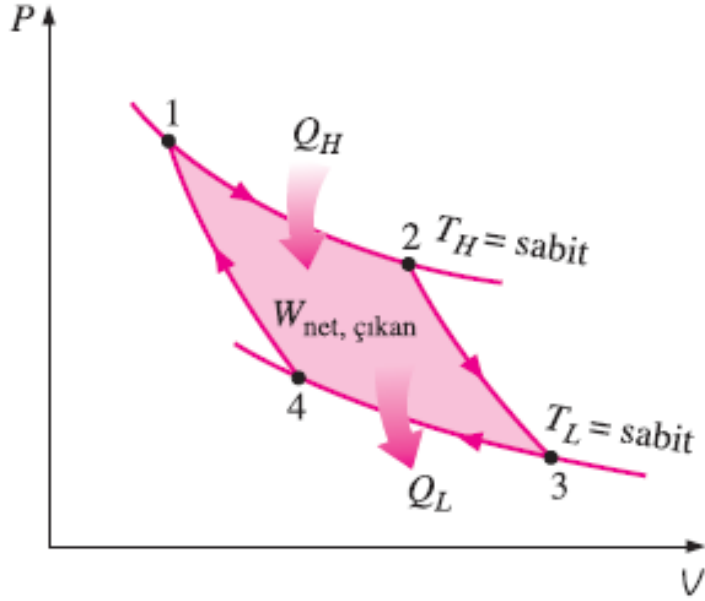
**Tersinir sabit sıcaklıkta genişleme (1-2 hal değişimi,  $T_H = \text{sabit}$ )**

**Tersinir adyabatik genişleme (2-3 hal değişimi, sıcaklık  $T_H$ 'den  $T_L$ 'ye düşmektedir)**

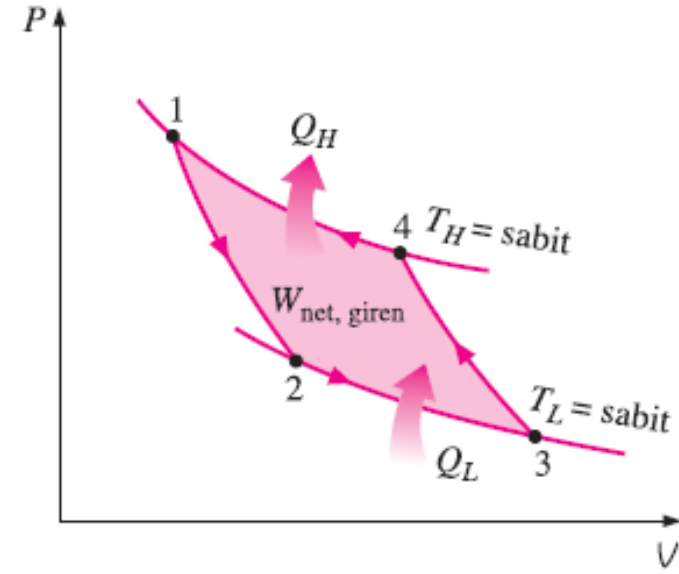
**Tersinir sabit sıcaklıkta sıkıştırma (3-4 hal değişimi,  $T_L = \text{sabit}$ )**

**Tersinir adyabatik sıkıştırma (4-1 hal değişimi, sıcaklık  $T_L$ 'den  $T_H$ 'ye yükselmektedir)**

Bu dersteki tüm yazılı ve görsel materyaller; [Çengel, Y.A. Ve Boles M.A, Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla, Çeviri Editörü: Ali Pınarbaşı, 5.Baskı, Güven Bilimsel](#) kitabından alınmıştır.



Carnot çevriminin  $P$ - $V$  diyagramı



Ters Carnot çevriminin  $P$ - $V$  diyagramı

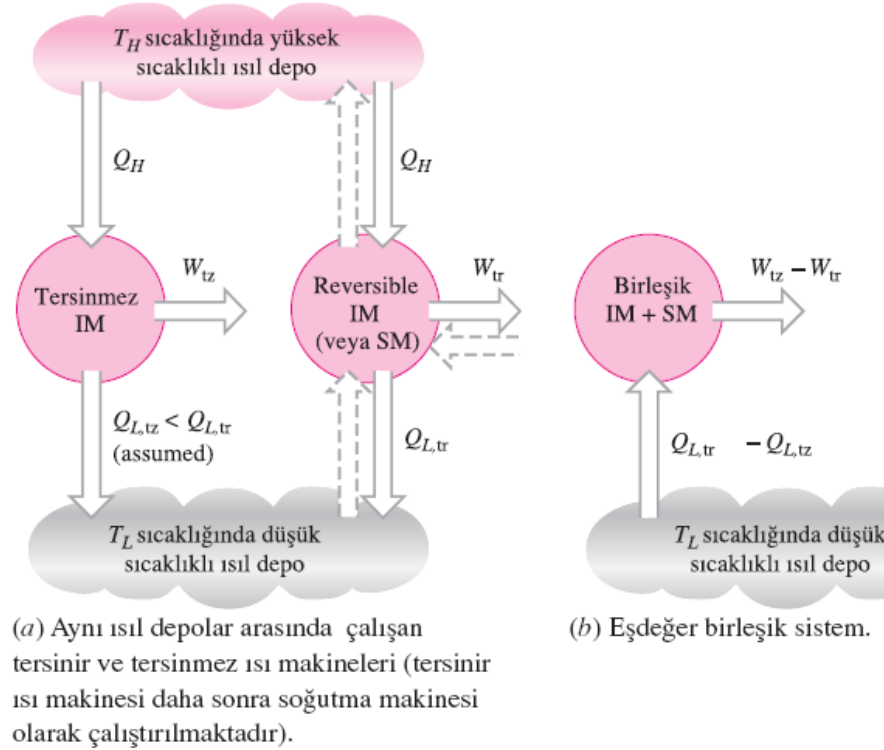
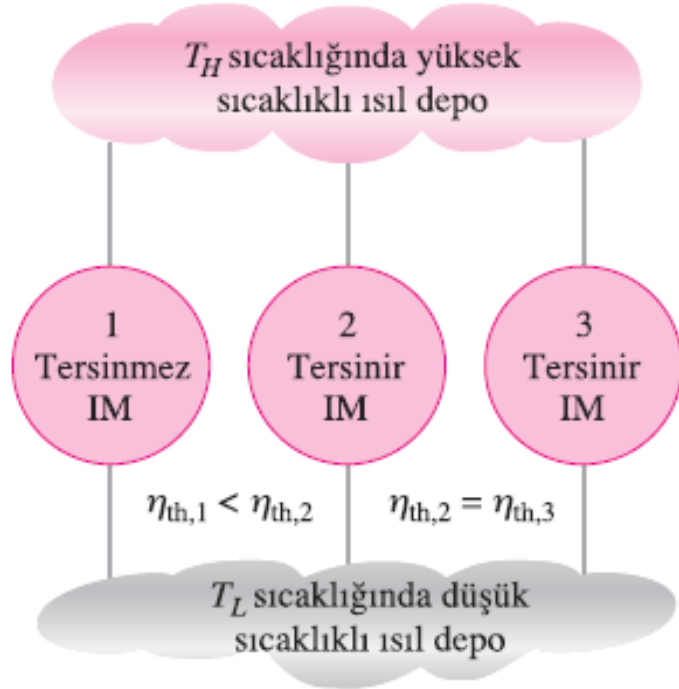
## Ters Carnot Çevrimi

Carnot ısı makinesi çevrimi tümten tersinir bir çevrimdir.

Onu oluşturan tüm hal değişimleri ters yönde gerçekleştirilebilir. Bu **durumda Carnot soğutma makinesi çevrimi** elde edilir.

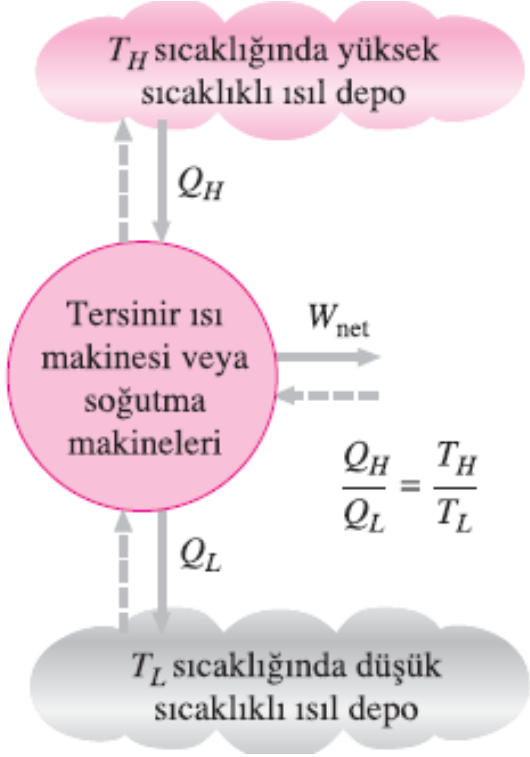
Bu dersteki tüm yazılı ve görsel materyaller; Çengel, Y.A. Ve Boles M.A, Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla, Çeviri Editörü: Ali Pınarbaşı, 5.Baskı, Güven Bilimsel kitabından alınmıştır.

# Carnot İlkeleri

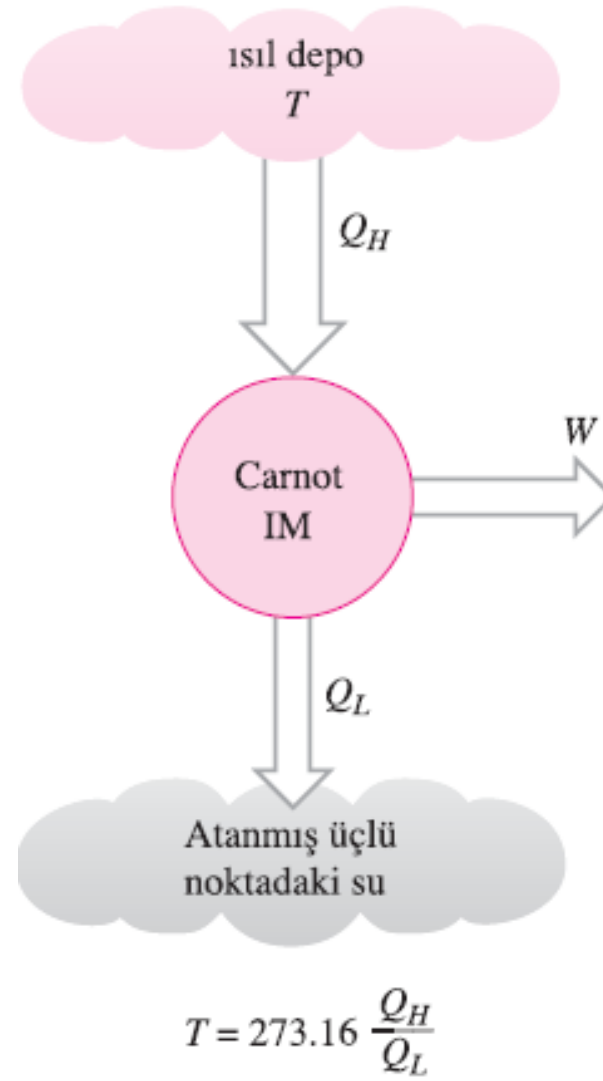


1. Aynı iki ısı depo arasında çalışan iki ısı makinesinden, tersinmez olanın verimi her zaman tersinir olanın veriminden küçüktür.
2. Aynı iki ısı depo arasında çalışan bütün tersinir ısı makinelerinin verimleri eşittir.

Bu dersteki tüm yazılı ve görsel materyaller; Çengel, Y.A. Ve Boles M.A, Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla, Çeviri Editörü: Ali Pınarbaşı, 5.Baskı, Güven Bilimsel kitabından alınmıştır.



Tersinir çevrimlerde ısı geçişi oranı  $Q_H/Q_L$ , mutlak sıcaklık oranı  $T_H/T_L$ 'ye eşittir.



$Q_H$  ve  $Q_L$  ölçülerek Kelvin ölçeğinde termodinamik sıcaklıkları belirlemeye yönelik kavramsal deney düzeneği.

# Carnot Isı Makinası

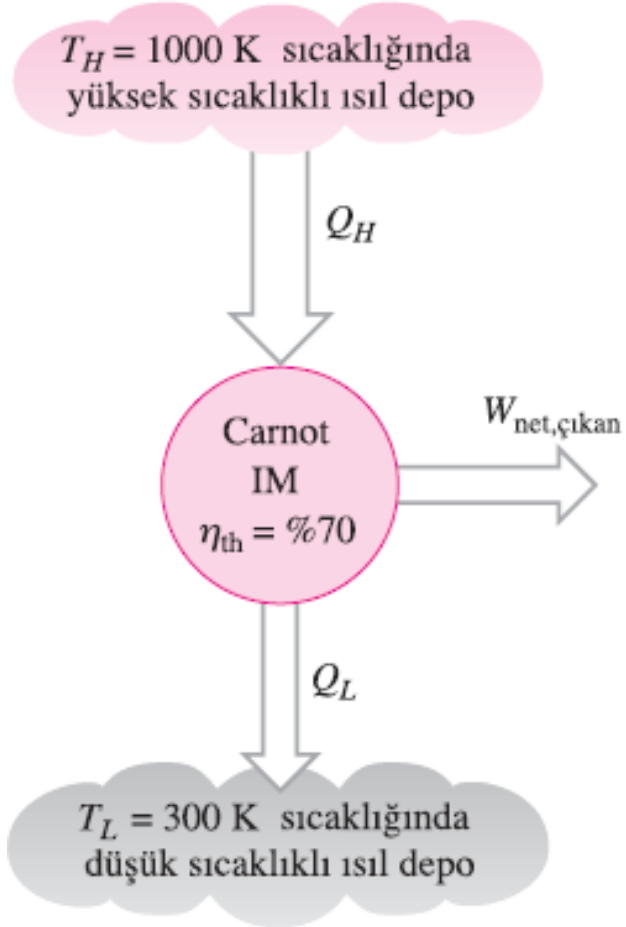
Carnot ısı makinesi, aynı yüksek ve düşük sıcaklıklı ısı depolar arasında çalışan ısı makineleri içinde en yüksek verime sahip olanıdır.

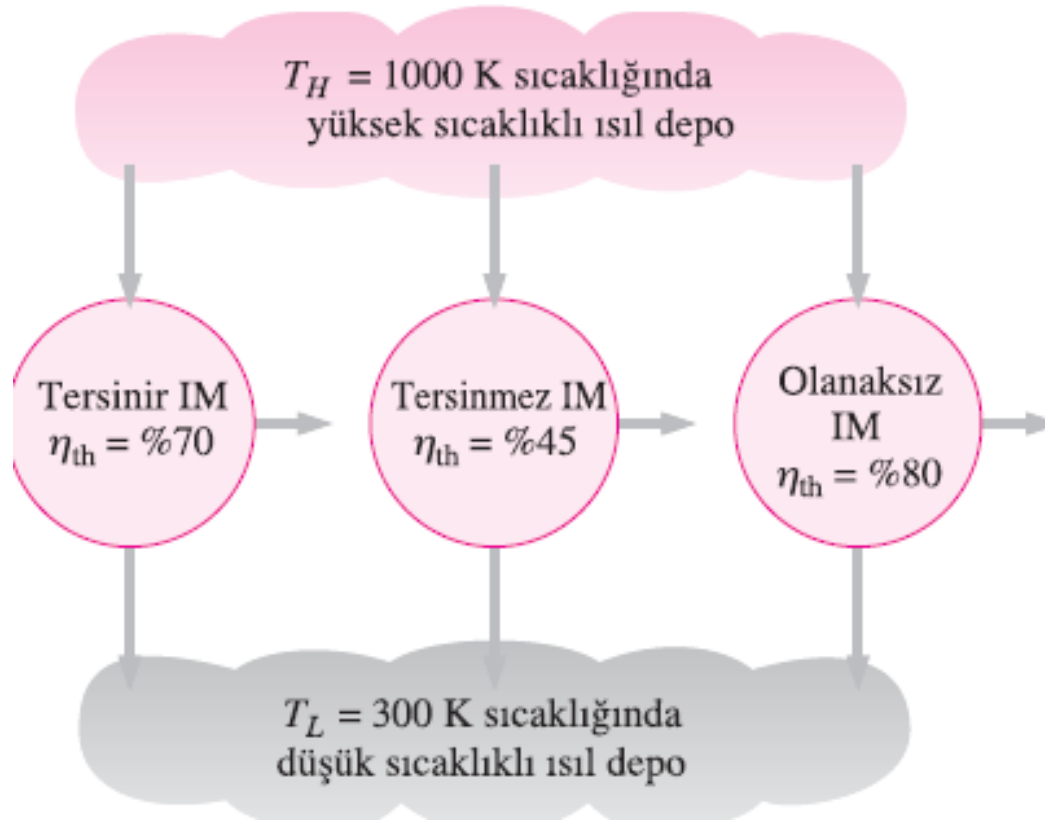
Herhangi bir ısı makinesi

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

Carnot ısı makinesi

$$\eta_{th,tr} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$



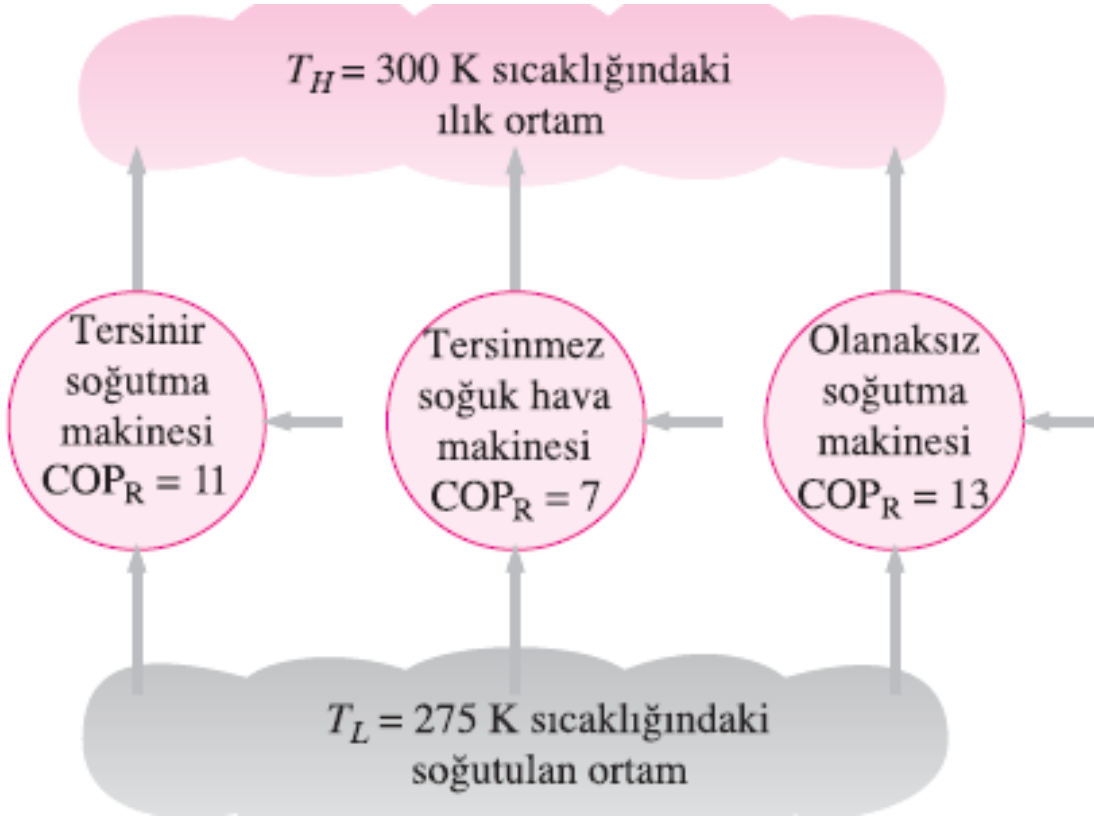


Aynı yüksek ve düşük sıcaklıklı ısı depolar arasında çalışan ısı makinelerinden hiçbirinin verimi, tersinir ısı makinesinin veriminden yüksek olamaz.

$$\eta_{th} \begin{cases} < \eta_{th,tr} & \text{tersinmez ısı makinesi} \\ = \eta_{th,rev} & \text{tersinir ısı makinesi} \\ > \eta_{th,tr} & \text{olanaksız ısı makinesi} \end{cases}$$



# Carnot Soğutma Makinası ve Isı Pompası



Hiçbir soğutma makinesi aynı sıcaklık sınırları arasında çalışan tersinir bir soğutma makinesinden daha yüksek bir COP değerine sahip olamaz.

Herhangi bir soğutma makinesi veya ısı pompası

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

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

Carnot soğutma makinesi veya ısı pompası

$$\text{COP}_{SM, tr} = \frac{1}{T_H/T_L - 1}$$

$$\text{COP}_{IP, tr} = \frac{1}{1 - T_L/T_H}$$

# Termodinamiğin Uygulama Alanları

Enerji :

Bu dersteki tüm yazılı ve görsel materyaller; [Çengel, Y.A. Ve Boles M.A, Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla, Çeviri Editörü: Ali Pınarbaşı, 5.Baskı, Güven Bilimsel](#) kitabından alınmıştır.





