



Termodinamiğin 1. Kanunu Deneyi

ARŞ. GÖR. FERHAT AKKUŞ



DENEYİN AMACI

Termodinamiğin 1. Kanununun Açık Sistemlerde incelenmesi

THERMODYNAMICS = THERMO + DYNAMICS
TERMODİNAMİK = TERMO (ISI) + DİNAMİK (HAREKET)

TEORİK BİLGİLER

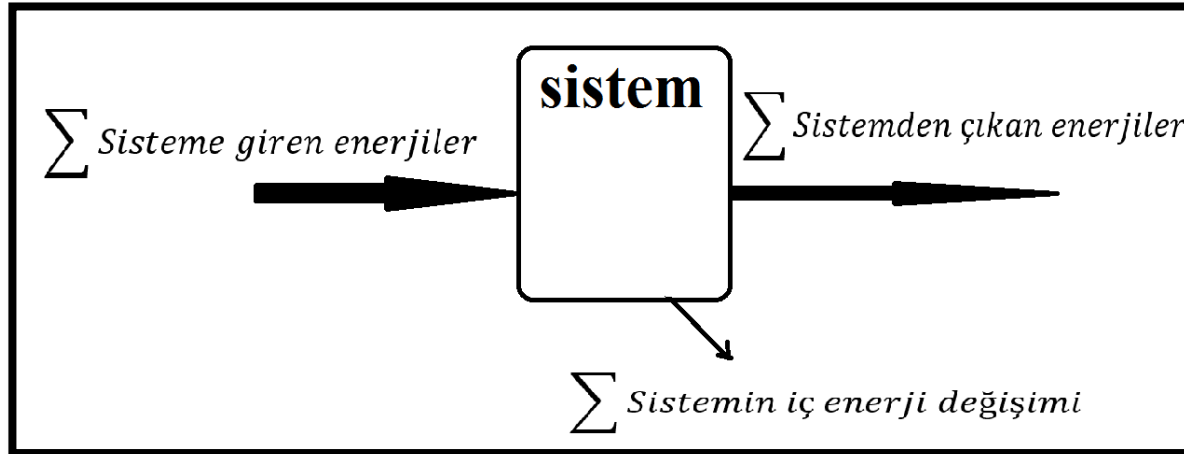
Termodinamiğin 1. Kanunu (T.D.1.K.)

Enerjinin korunumunu prensibidir.

Buna göre enerji vardan yok, yoktan var edilemez.

Mevcut enerji kullanılmayan halden çeşitli durum değişimleri ile kullanılan hale dönüşür veya bunun tam tersi gerçekleşir.

Termodinamiğin birinci kanunu, enerjinin birbirine dönüşümü sırasında meydana gelebilecek kayıp enerjiyi göz önünde bulundurmaz, sadece enerji bilançosu yapar.



TEORİK BİLGİLER

$$\overbrace{Q}^{\text{ısı}} + \overbrace{P_g \cdot V_g}^{\text{akış işi}} + \overbrace{Ek_g}^{\text{kinetik enerji}} + \overbrace{Ep_g}^{\text{potansiyel enerji}} + \overbrace{U_g}^{\text{iç enerji}}$$

(Joule) Basınç $\left(\frac{N}{m^2}\right)$ Hacim (m^3) $\left(\frac{1}{2}mc_g^2\right)$ (mgh_g) (Joule)

$kg \left(\frac{m}{s}\right)^2$ $kg \left(\frac{m}{s^2}\right)m$ (Joule)

\sum Sisteme giren enerji

Isı + Akışkan(Akış) işi + Giren Kinetik Enerji + Giren Potansiyel Enerji + İç enerji

$$(W + P_\zeta v_\zeta + Ek_\zeta + Ep_\zeta + U_\zeta)$$

İş (Joule) akış işi (Joule) kinetik enerji (Joule) potansiyel enerji (Joule) iç enerji (Joule)

\sum Sistemden çıkan enerjiler

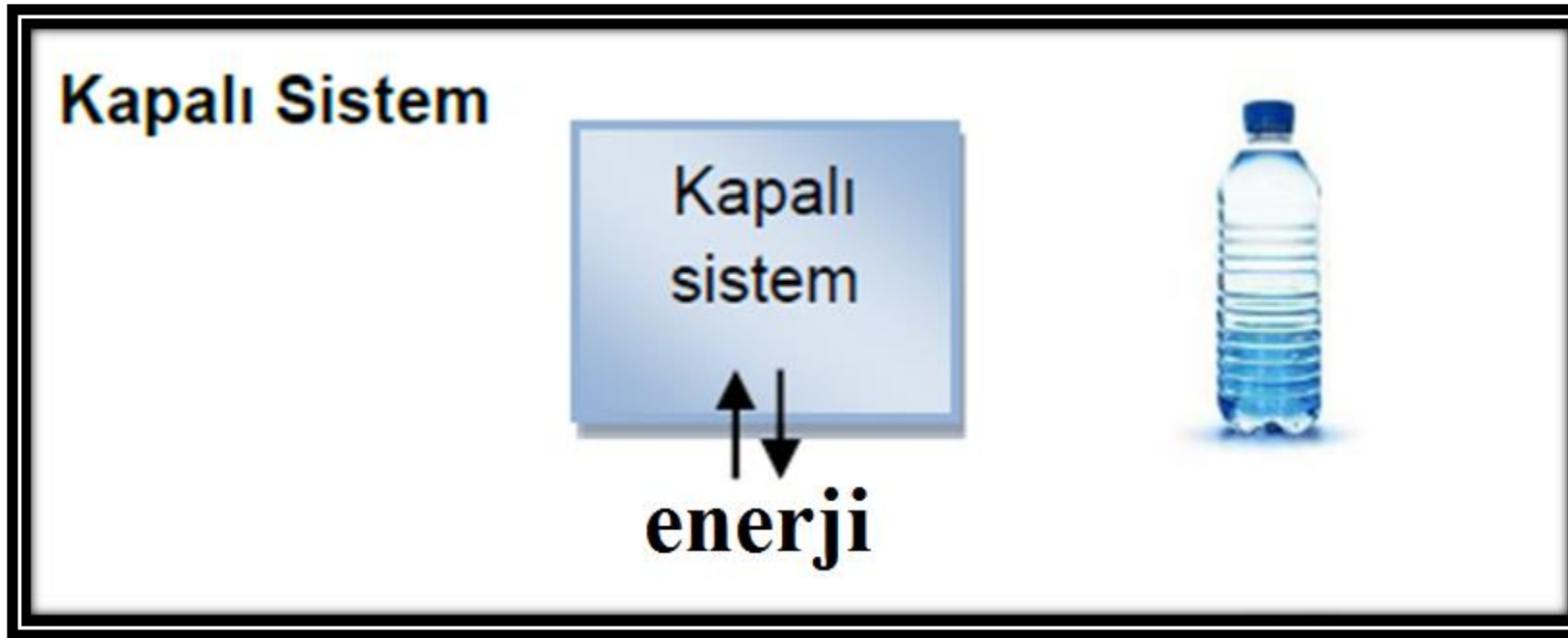


$$\Delta U_s + Ek_s + Ep_s$$

\sum Sistemin iç enerji değişimi (sistemde kalan enerjiler)

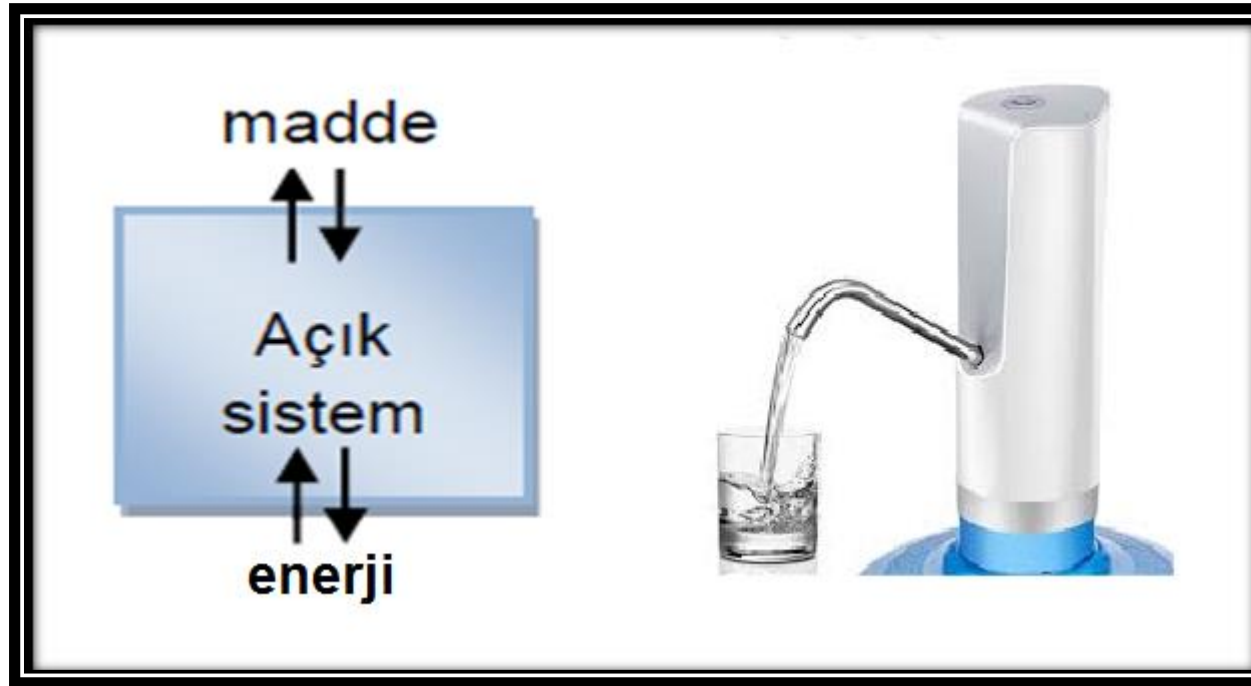
TEORİK BİLGİLER

Sistemdeki madde topluluğunun kütlesi sabit olabilir. Bu tür sistemlere **kapalı sistem** denir. Kapalı sistemde; Sisteme **madde giriş-çıkışı** yoktur fakat sisteme **enerji giriş-çıkışı olabilir**.



TEORİK BİLGİLER

Bazı durumlarda ise madde sistem sınırlarından içeri girebilir ve dışarı çıkabilir. Bu tür sistemlere de **açık sistemler** denir. Açık sistemlerde sisteme hem **madde giriş-çıkışı** hem de **enerji giriş-çıkışı** olabilmektedir.



TEORİK BİLGİLER

Açık sistemler için Termodinamiğin 1. Kanunu (Enerjinin Korunumu Prensibi) belirli bir zaman aralığı içerisinde açık sisteme iş, ısı veya kütle ile giren ve sistemden iş, ısı veya kütle ile çıkan enerji miktarının aynı zaman aralığında birbirine eşit olmasıdır. Kararlı(sürekli) akış hali için, kontrol hacmindeki enerji değişim miktarı ortadan kalkar ve eşitlik birim zaman için yazılırsa;

$$\dot{E}_g = \dot{E}_ç$$

$$\dot{Q}_g + \dot{W}_g + \sum \dot{m}_g \theta_g = \dot{Q}_ç + \dot{W}_ç + \sum \dot{m}_ç \theta_ç$$

$$\theta = h + ke + pe$$

θ = Akışkanın toplam enerjisi olup entalpi, kinetik ve potansiyel enerji toplamıdır.

TEORİK BİLGİLER

Kütlenin Korunumu

Süreklilik denklemi de adı verilen bu denkleme göre kütle yoktan var, vardan yok edilemez kapalı bir sistemde kütle sabittir.

Belirli bir zaman aralığında, açık sisteme giren ve sistemden çıkan kütle miktarları arasındaki farkın aynı zaman aralığında kontrol hacmindeki (KH) kütle miktarı değişimine eşit olması ile ifade edilir.

Kütle korunumunun genel ifadesi yazılırsa;

$$0 = \frac{d}{dt} \left(\int_{KH} \rho dV \right) + \frac{d}{dt} \left(\int_{KY} \rho (\vec{V} \cdot \vec{n}) dA \right)$$

$$\left(\begin{array}{c} KH'ne \text{ giren} \\ \text{toplam kütle} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} KH' den \text{ çıkan} \\ \text{toplam kütle} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} KH \text{ içinde toplam} \\ \text{kütle değişimi} \end{array} \right)$$

TEORİK BİLGİLER

$$\sum m_g - \sum m_ç = (m_2 - m_1)_{KH} = (\Delta m)_{KH} \text{ (kg)}$$

Bu eşitlikteki kütle miktarları birim zaman için yazıldığında;

$$\sum \dot{m}_g - \sum \dot{m}_ç = \left(\frac{dm}{dt} \right)_{KH} \left(\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right)$$

Kontrol hacmindeki toplam kütle

$$m_{KH} = \int_{KH} \rho dV$$

Kontrol hacmindeki kütle değişiminin zamana oranı

$$\frac{dm_{KH}}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\int_{KH} \rho dV \right) = \sum \dot{m}_g = \sum \dot{m}_ç$$

Kararlı (sürekli, uniform) akış durumunda;

$$\sum \dot{m}_g - \sum \dot{m}_ç = 0 \rightarrow \sum \dot{m}_g = \sum \dot{m}_ç$$

TEORİK BİLGİLER

Kütlesel debi

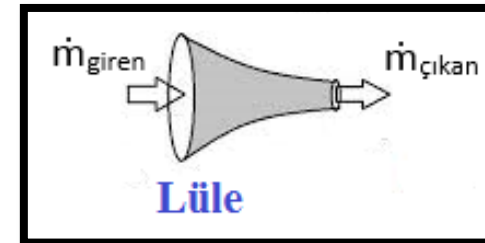
$$\dot{m} = \rho AV = \frac{1}{\vartheta} AV$$

Bir boyutlu kararlı(sürekli) akış için, hızın kesit boyunca ortalama değerinde sabit olduğu kabul edilerek kütlenin korunumu denklemi yazılırsa;

$$\dot{m} = \rho_1 A_1 V_1 = \rho_2 A_2 V_2 = \text{sabit}$$

$$\dot{m} = \dot{m}_{\text{giren}} = \dot{m}_{\text{çıkan}} = \text{sabit}$$

$$\rho_1 \cdot A_1 \cdot V_1 = \rho_2 \cdot A_2 \cdot V_2$$



Akışkan sıkıştırılmaz yani ($\rho=\text{sabit}$) ise

Sıvılarda Hacimsel debide (\dot{V})sabit alınabilir.

DENEY DÜZENEGİ



İçerisinde rezistans bulunan bir adet kazan ve kazana suyun gönderilmesi amacıyla kullanılan su pompası ile birlikte boru ve yardımcı ekipmanlar yer almaktadır.



DENEYİN YAPILIŞI VE DÜZENİĞİ



1. Pompaya suyun gönderileceği beyaz bidon suyla doldurulur.
2. Hortum bağlantıları yapılarak kontrollü olarak pompa çalıştırılır.
3. Pompa sürekli halde çalışırken kazanın içerisi suyla doldurulur.
4. Su doldurma işlemi bitince pompa kapatılır.
5. Kazan suyla doldurulunca rezistans(elektrikli ısıtıcı) devreye alınır ve su ısıtmaya başlanır.
6. Su kaynayıp belirli bir süre sonra buharlaştıktan sonra kazan tahliye vanası açılır ve kalan su tahliye deposuna aktarılır.

DENEYİN YAPILIŞI VE DÜZENİĞİ



DENEYSEL ÖLÇÜMLER VE İSTENENLER

Başlangıçta oda sıcaklığında ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, mutlak basınç(100 kPa)) içinde bir miktar su ve hava bulunan ağzı açık durumdaki 30 litrelik hacme sahip kazanın içerisine rezistans (elektrikli ısıtıcı) yerleştirilmiştir. 40 litre hacme sahip bir depodan kazana su pompası aracılığı ile xx lt/dk debi ile su doldurulmaktadır. Su doldurma işlemi tamamlandıktan sonra kazan içerisindeki rezistans(elektrikli ısıtıcı) çalıştırılarak su kaynama noktasına ulaşmaya kadar ısıtılmaktadır. Suyun belirli bir zaman sonrasında bir miktarı buharlaştıktan sonra buharlaşmadan kalan su miktarı vana vasıtasıyla toplamda 19 litrelik damacanaya aktarılmaktadır. Bunun sonucunda

1. Yapılan elektrik işini hesaplayınız.
2. Suyun buharlaşma debisini hesaplayınız.
3. Buharlaşmadan kalan suyun debisini, hızını ve hacmini bulunuz.