

Okan Üniversitesi MYO

MMAK212

HİDROLİK ve PNÖMATİK SİSTEMLER

Ders Yürütücüsü:

Öğr. Gör. Eren Kayaoğlu

[eren.kayaoglu@okan.edu.tr](mailto:eren.kayaoglu@okan.edu.tr)

DERS 3

# MMAK212 – Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

Ders Sunumları (.pdf) + Kaynaklar

<http://olearn.okan.edu.tr>

Blackboard Learn ders sayfası

<http://okanuni.eren.xyz>

Web sayfası

# MMAK212 – Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

## TEMEL KAVRAMLAR



# MMAK212 – Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

## TEMEL KAVRAMLAR

**Güç İletimi**

**Hidrostatik**

**Hidrodinamik**

**Gazlar**

# TEMEL KAVRAMLAR

## Kuvvet, Ağırlık ve Kütle

Kuvvet, bir cisme uygulanan çekme veya itme işlemidir. Cismin hareket etmesine durmasına hızının ve yönünün değişmesine neden olabilir. Hidrolik sistemin çalışabilmesi için kuvvetin olması gerekir.

Pompa, **hidrolik akışkan üzerine kuvvet uygular**. Bu kuvvet hem akışkan direncini yenmeli ve hem de iş yapmalıdır. Sistem daha fazla iş yapacaksa daha fazla kuvvete ihtiyaç vardır.

Kuvvet,  **$F=m.a$**  formülüyle hesaplanır ve birimi N'dur. m: kütle (kg), a: ivme ( $m/s^2$ )'dir.

# TEMEL KAVRAMLAR

**Özgül kütle**, (özkütle, mutlak yoğunluk, yoğunluk\*)

- Birim hacimdeki madde miktarıdır ( $\text{kg/m}^3$ ) ( $\text{g/cm}^3$ )( $\text{kg/L}$ )

$$\rho = \frac{m}{V}$$

**Özgül ağırlık**,

- Birim hacimdeki cismin ağırlığıdır ( $\text{N/m}^3$ ).

$$(\gamma = \rho \cdot g)$$

**Bağıl Yoğunluk**,

- Cismin özgül kütlelerinin  $+4^\circ\text{C}$  deki damıtık suyun özgül kütlelerine oranına ya da **bir cismin birim hacim ağırlığının** aynı hacimdeki ve  $+4^\circ\text{C}$ 'deki **suyun ağırlığına oranına** denir ( $\text{SG} = \rho / \rho_{\text{su}}$ ). Birimsizdir.

# TEMEL KAVRAMLAR

## İş - Güç - Enerji ve Basınç

- Bir cismin bir kuvvet (F) tarafından belli bir mesafe (S) boyunca hareket ettirilmesi ile iş meydana gelir. Bir başka ifadeyle iş, işlev başarma ölçütüdür.
- Örneğin, hidrolik pistonu sıvı akışkan aracılığıyla kuvvet uygulanır ve piston belirli bir yol kat eder. Böylece iş yapılmış olur.

$$\underline{\text{Yapılan İş [Nm=J]} = \text{Kuvvet [N]} \cdot \text{Yol [m]}}$$

$$W = F \cdot S$$

# TEMEL KAVRAMLAR

## İş - Güç - Enerji

- **Joule** veya jul (sembolü: J), Uluslararası Birim Sistemi'nde enerji, iş veya ısı miktarından türetilmiş bir ölçü birimidir. Bir metre üzerinden bir newtonluk kuvvet uygulanarak harcanan enerjiye (veya yapılan iş) veya iki ucu arasında bir voltluk gerilim farkı olan bir devre elemanı üzerinden geçen bir amperlik akımın tükettiği enerjiye eşittir. Adını İngiliz fizikçi James Prescott Joule'dan (1818-1889) almıştır.

$$J = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = \text{N} \cdot \text{m} = \text{Pa} \cdot \text{m}^3 = \text{W} \cdot \text{s} = \text{C} \cdot \text{V}$$

Burada kg kilogram, m metre, s saniye, N *Newton*, C *Coulomb*, W *Watt*, Pa *Pascal* ve V *Volt*'tur.

Bir joule ayrıca şu şekilde tanımlanabilir:

- Elektriksel potansiyel farkı yoluyla bir Coulomb'luk bir elektrik yükü taşımak için gerekli olan iştir. Bu ilişki voltu tanımlamak için kullanılabilir.
- Bir saniyede bir wattlık güç üretmek için gerekli olan iştir. Bu ilişki Watt'ı tanımlamak için kullanılabilir.

# TEMEL KAVRAMLAR

## İş - Güç - Enerji ve Basınç

$$\underline{\text{Yapılan İş [Nm=J]} = \text{Kuvvet [N]} \cdot \text{Yol [m]}}$$

- Bir hidrolik silindirde, piston alanı(A), piston üzerindeki basınç(P) ve pistonun hareket ettiği mesafe(S) ise,

$$\underline{\text{Yapılan iş } W=P.A.S}$$

- Burada ' A.S ', pistonu ileri hareket ettirmek için silindiri dolduran sıvının hacmidir. Dolayısıyla yapılan iş;

$$\text{Yapılan iş} = \text{Basınç} \cdot \text{Hacim} = P \cdot \Delta V$$

# MMAK212 – Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

## TEMEL KAVRAMLAR

### **Hidrolik**

# HİDROLİK GÜÇ

- İş kavramı, zaman faktörünü içermez. Örneğin, bir cismi A noktasından B noktasına 8 saniyede götüren hidrolik silindirin yaptığı iş ile cismi yalnızca 2 saniyede A noktasından B noktasına götüren iş aynıdır. Ancak 2 saniyede yapılan **işin performansı**, açık olarak daha büyüktür.
- Performans farklarının açıklanması için gücün tanımının yapılması gerekir.
- **Güç, birim zamanda yapılan iş**tir. Bir başka ifadeyle güç, enerjinin işe dönüşüm veya aktarım oranıdır. Birimi  $J/s=W$  (watt) dir.

$$\underline{\text{Hidrolik Güç} = \text{Basınç} \cdot \text{Debi}}$$

# HİDROLİK GÜÇ / Örnek Hesaplama

- İş yapmak veya gücü kullanmak için enerji tüketilmelidir.
- Enerjinin korunumu yasasına göre enerji ancak biçim değiştirebilir.
- Enerji kW-h birimi ile ölçülür.

## Örnek:

Bir hidrolik pompanın debisi 12 L/min'dir (litre/dakika). Basıncı 200 Bar ise;

a) Hidrolik gücü hesaplayınız.

b) Pompanın toplam verimi %60 olacak şekilde pompayı çalıştırmak için nasıl bir elektrik motoru gereklidir?

# HİDROLİK GÜÇ / Örnek Hesaplama

## Çözüm:

Hidrolik güç (kW):

$$N_h = \frac{Q(L / \text{min}) \cdot P(\text{bar})}{600} = (kW)$$

# HİDROLİK GÜÇ / Örnek Hesaplama

**Çözüm:** Hidrolik pompanın debisi 12 L/min, Basıncı 200 Bar ise;

Hidrolik güç(kW):

$$N_h = \frac{Q(L / \text{min}) \cdot P(\text{bar})}{600} = \frac{12 \cdot 200}{600} = 4 \text{ kW}$$

Pompa toplam verimi =

$$\eta_p = \frac{\text{çıkış gücü}}{\text{giriş gücü}}$$

# HİDROLİK GÜÇ / Örnek Hesaplama

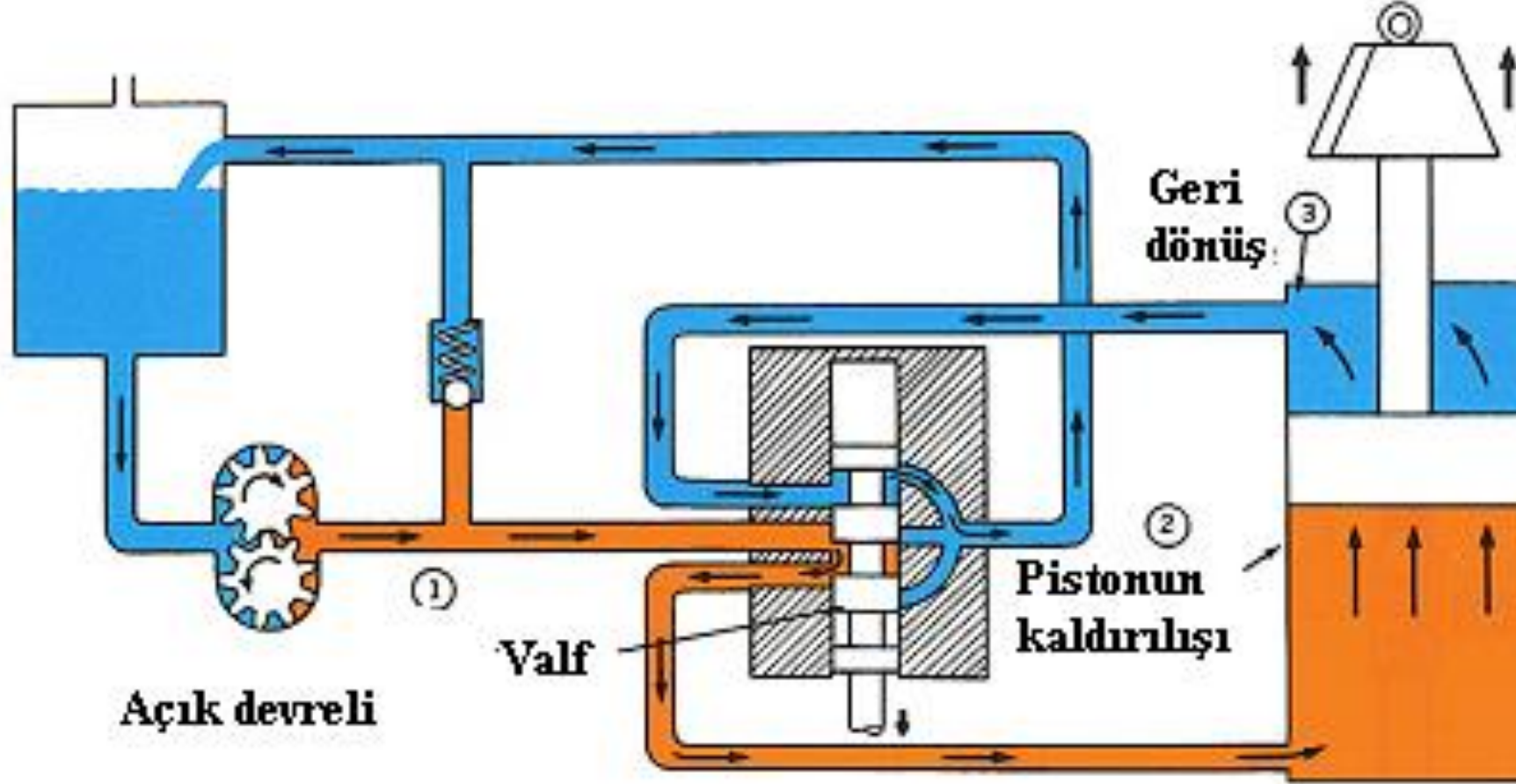
Çözüm: Elektrik motoru giriş gücü

$$\text{Elektrik Motorunun giriş gücü} = \frac{4 \text{ kW}}{0,60} = 6,67 \text{ kW}$$

# Hidrolik Sistemler

## GÜÇ İLETİMİ

# TEMEL HİDROLİK SİSTEM

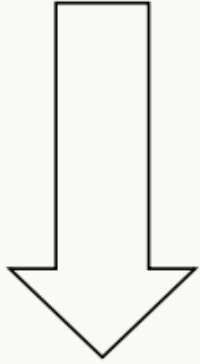


Açık devre sistemli hidrolik sistemin çalışması

## Temel Kavramlar – Enerji

**MEKANİK ENERJİ**

**Pompa**



**HİDROLİK ENERJİ**

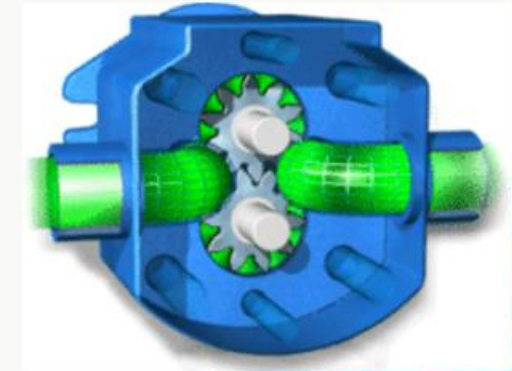
- Mekanik Enerji Kaynaklarımız..
  - Elektrik motoru
  - İçten yanmalı motor (benzin, dizel, gaz, vs.)
  - Türbin

# Temel Kavramlar – Enerji

- Pompalar mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye dönüştüren elemanlardır.
- İki temel sınıfa ayrılır:
  - **Dinamik** / santrifüj (rotodinamik)
  - **Volümetrik** / hacimsel (pozitif deplasmanlı)

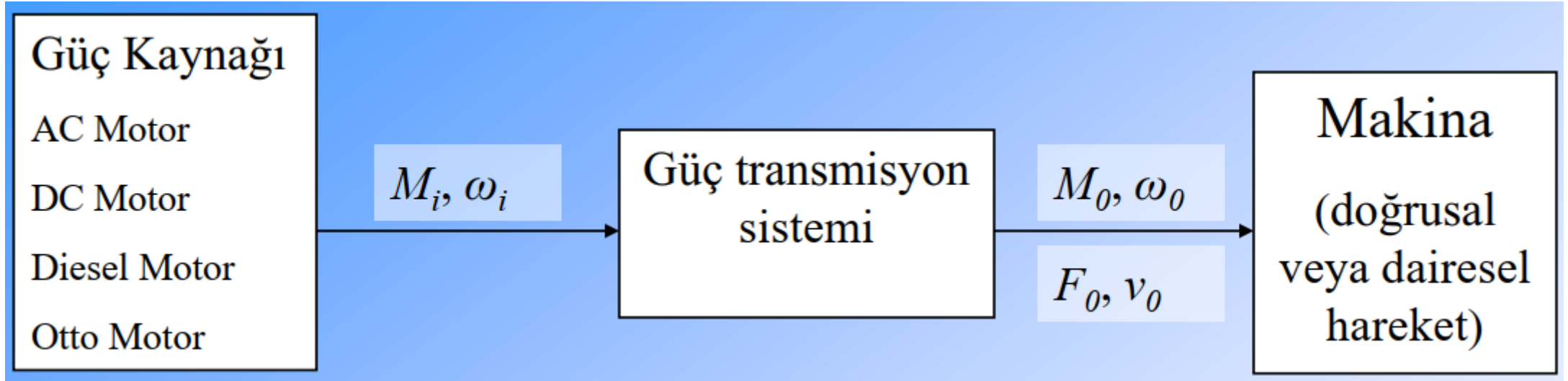
## ● Enerji Dönüşümü;

- Öteleme Hareketi : Hacimsel
- Merkezkaç/Dönme(Vorteks) : Rotodinamik



# Güç İletimi

## Güç Akışı



# Güç İletimi

Mekanik güç transmisyon üniteleri:

- Dişli
- Kayış-kasnak
- Zincir mekanizması
- Sürtünmeli (kavrama)
- Mil, şaft
- ...vb.

✓ **Hidrolik Güç İletimi**



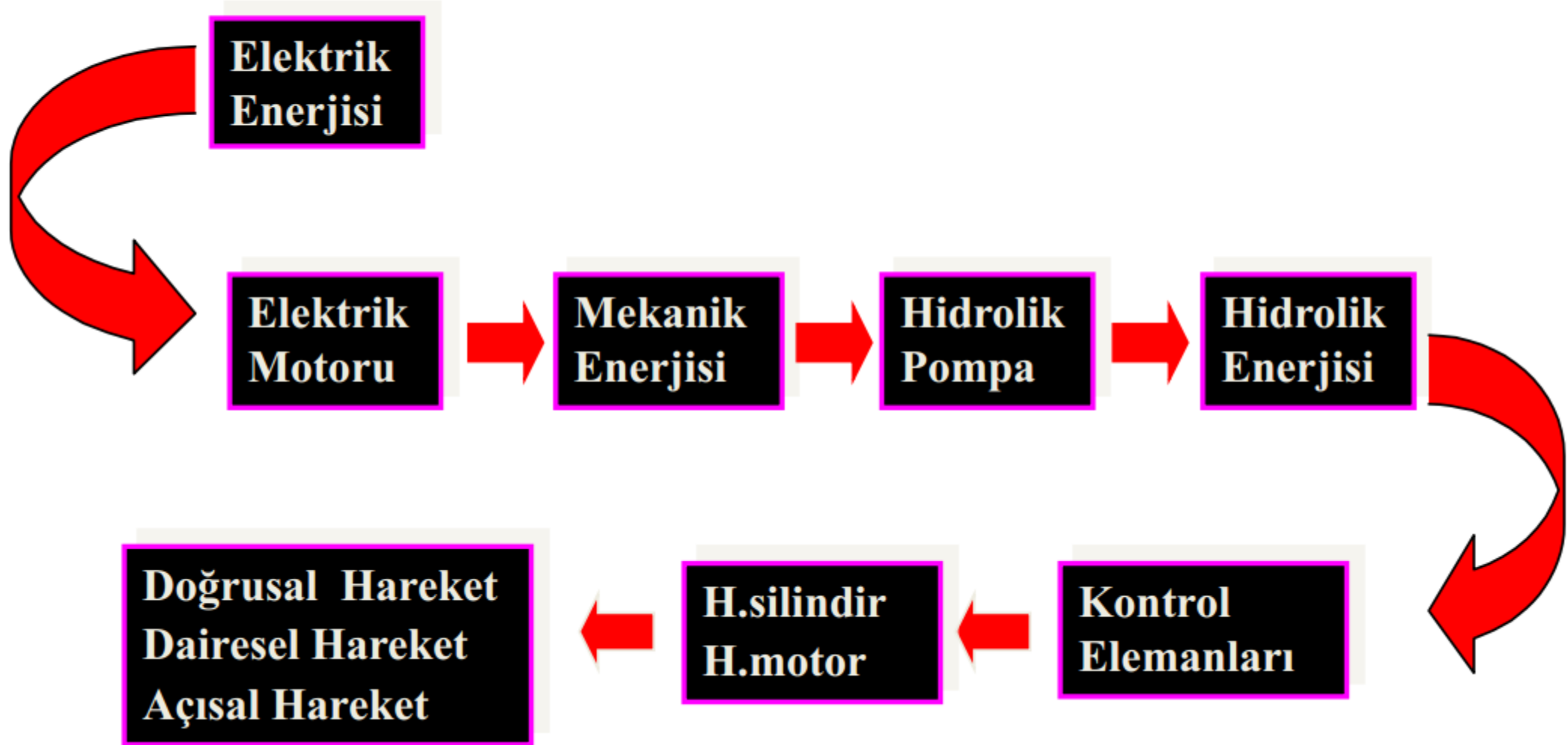
# Güç İletimi

## Mekanik Sistemlerin Özellikleri:

- Sürekli değişken (kademersiz) güç aktarımı zordur (güç aktarımı esnasında hız değiştirilemez).
- Güç kaynağının makinaya göre konumu sabittir.
- Elektrik motorlarında güç aktarımı sırasında hız değiştirilebilir fakat maliyet yüksektir.

✓ **Hidrolik Sistemler ile bu dezavantajlar giderilebilir.**

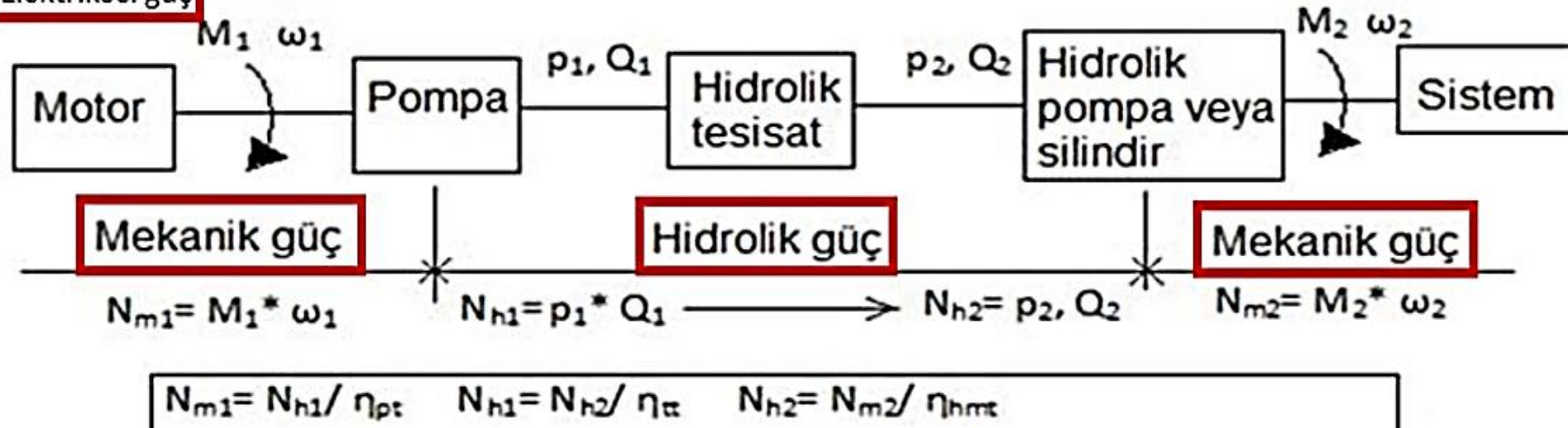
# Hidrolikte Güç İletimi



# Hidrolikle Güç İletiminin Temeli

Bir güç kaynağından sağlanan mekanik gücün hidrolik güce dönüştürülerek kullanım noktasına iletilmesi ve burada hidrolik hareketlendiriciler tarafından tekrar mekanik güce dönüştürülerek kullanılmasıdır.

Elektriksel güç



$$\eta_{pt} = \frac{N_{h1}}{N_{m1}}$$

$$\eta_{tt} = \frac{N_{h2}}{N_{h1}}$$

$$\eta_{hmt} = \frac{N_{m2}}{N_{h2}}$$

# Hidrolikle Güç İletiminin Temeli

$$N_{m1} = N_{h1} / \eta_{pt} \quad N_{h1} = N_{h2} / \eta_{tt} \quad N_{h2} = N_{m2} / \eta_{hmt}$$

$\eta_{pt}$  : Pompanın toplam verimi

$\eta_{tt}$  : Hidrolik tesisatın toplam verimi

$\eta_{hmt}$  : Hidrolik hareketlendiricinin (*actuator*) toplam verimi

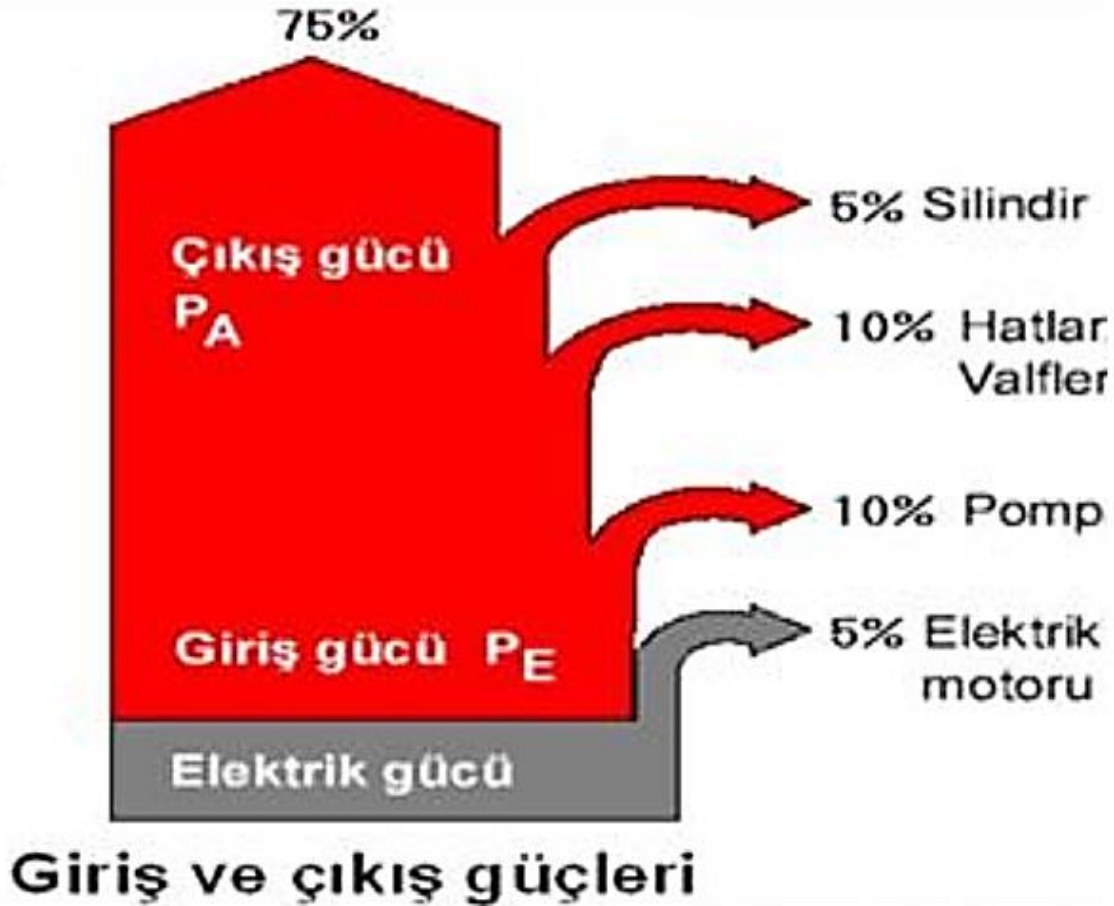
- Not: Hidrolik ekipmanlarda **toplam verim** akış kayıplarının bir göstergesi olan **volümetrik verim** ve mekanik sürtünme kayıplarının bir göstergesi olan **mekanik verimlerin** birleştirilmesi ile hesaplanmaktadır.

**Toplam Verim = Volümetrik Verim + Mekanik Verim**

# Hidrolik Sistemdeki Enerjinin Çeşitleri

- **Elektrik enerjisi** - pompanın motorunu çalıştırmak için kullanılır. Girdi.
- **Hidrolik enerji** - pompa tarafından üretilir.
- **Kinetik enerji** - hidrolik akışkanın bir pistonu hareket ettirmesi ile üretilir.
- **Potansiyel enerji** - pistonun bir nesneyi bulunduğu seviyeden daha yukarı çıkarması ile üretilir.
- **Isı enerjisi** - pompa motorundaki, pompadaki, pistondaki ve hidrolik akışkanın içindeki sürtünme tarafından üretilir. Kayıp.

# Hidrolik Sistemdeki Enerji Kayıpları



- **Çıkış Gücü** - %70-75 (yaklaşık)
- **Silindir** - %5 kayıp
- **Hatlar ve Valfler** - %10 kayıp
- **Pompa** - %10 kayıp
- **Elektrik Motoru** - %5 kayıp

# Hidrolik Sistemde Enerji Tüketimi

- Akışkanın pompalanması için gerekli güç aşağıdaki şekilde saptanır:

$$W = P \cdot Q \cdot \eta$$

**P = Basınç (Pa)**

**Q = Debi (m<sup>3</sup>/s)**

**$\eta$  = verim (%)**

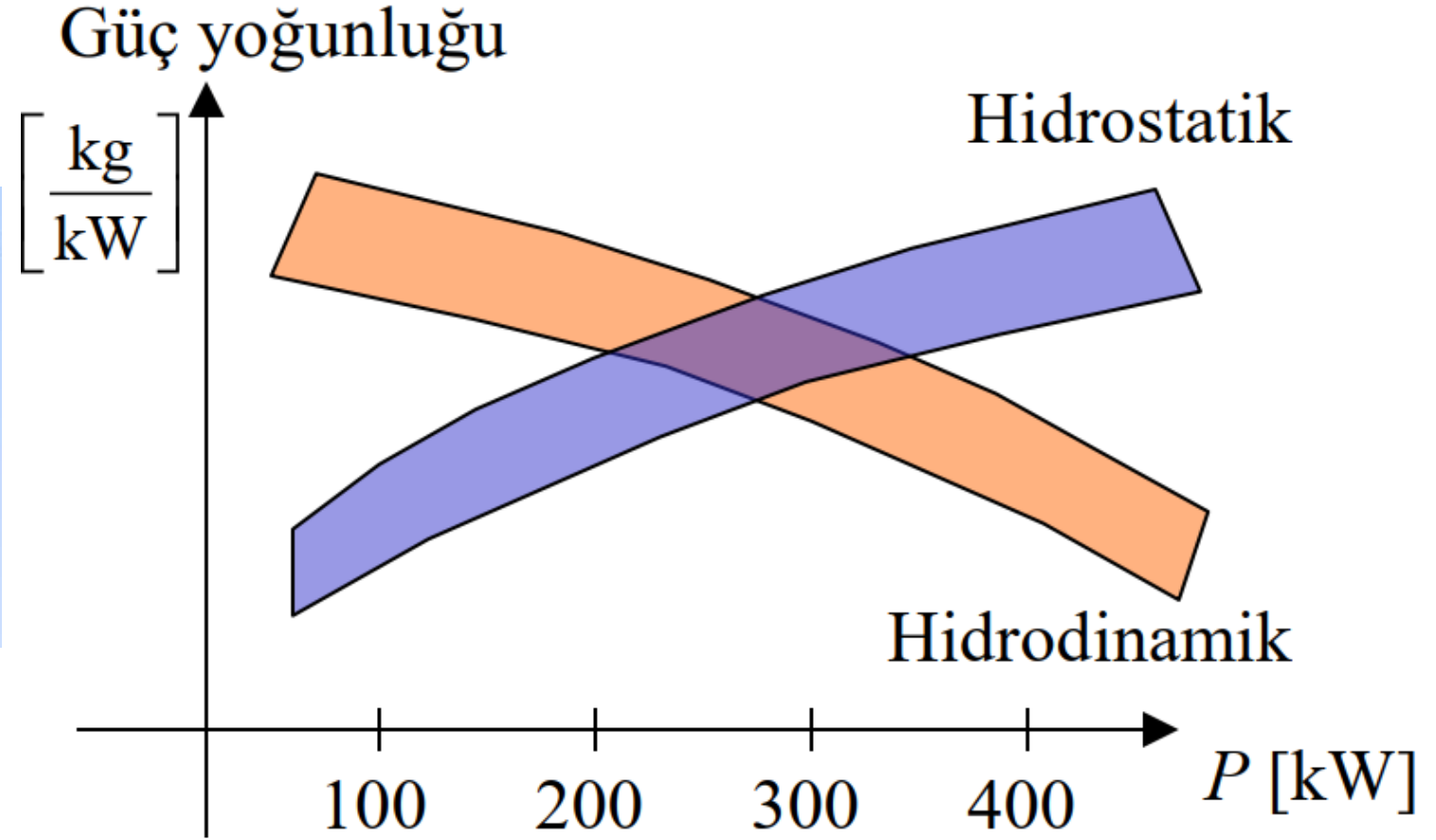
# Hidrolik Sistemler

HİDRODİNAMİK ve HİDROSTATİK

# Hidrostatik ve Hidrodinamik

Yüksek  $Q$  (debi), düşük  $\Delta p \rightarrow$   
**hidrodinamik** transmisyon

Yüksek  $\Delta p$ , düşük  $Q \rightarrow$   
**hidrostatik** transmisyon.



- Hidrostatik ve Hidrodinamik güç iletiminin karşılaştırılması

# Hidrostatik ve Hidrodinamik

- Genellikle 300 kW'dan büyük güç iletiminde **hidrodinamik** sistemler tercih edilir. (Büyük debi , küçük basınç farkı)  $Q \uparrow, P \downarrow$
- Hassas işlem gerektiren düşük güçlü sistemlerde de **hidrodinamik** sistemler tercih edilir.
- Yüksek güçlere karşı yapılan doğrusal hareketlerde **hidrostatik** sistemler tercih edilir. (Küçük debi , büyük basınç farkı)  $Q \downarrow, P \uparrow$
- Doğrusal hareketlerde ve belirli bir konumda durması gereken sistemlerde **hidrostatik** sistemler tercih edilir.

# Hidrodinamik

- Hidrodinamik; hareket halindeki sıvıları inceler. Sıvı üzerine etki eden kuvvetleri, bu kuvvetlerin oluşturduğu hız ve ivmeyi ve sıvının yer değiştirmesi sırasındaki enerji değişimlerini inceler.
- Hidrostatik sistemlerde boru içerisinde yağın akışının düzenli olduğu ve tabakalı bir akış karakterinde (*Laminer*) olduğu varsayılır.
- Sıvı, boru içerisinde hareket ettikçe boru ile sıvı arasında ve sıvının molekülleri arasında sürtünme oluşur. Sürtünmeler sıvının viskozitesine (akışa direnç özelliğine) ve sıvının hızına bağlıdır.

# Hidrodinamik / Bernoulli

- Sıvının viskozitesi ve hızı yükseldikçe sürtünmeler de artar. Özellikle sürtünmeler hızın karesiyle doğru orantılı olarak artırmaktadır. Bu da akışın boru içerisinde sağlandığı koşullarda **akışkan hızlarının çok yüksek tutulmasının yanlış olduğunu** göstermektedir.
- Akışkanın hareketini sağlayan enerji için **Bernoulli eşitliği** kullanılır. Bu eşitlik üç terimden oluşur.
- 1. (  $Z$  ) akışkanın konum yükünü,
- 2. (  $P/\gamma$  ) basınç yükünü ve
- 3. (  $V^2/2g$  ) hız yükünü ifade eder. Akışkanın toplam enerjisi bu üç yükün toplamıdır.

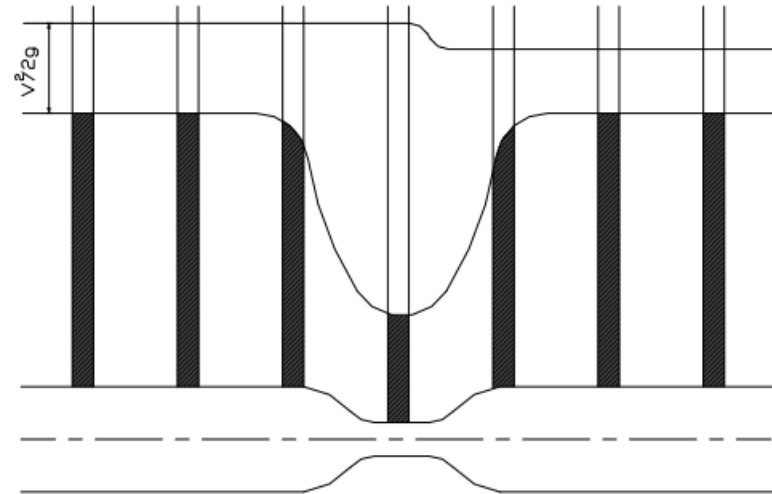
$$H = Z + P/\gamma + V^2/2g$$

**Bernoulli eşitliği.**

# Hidrodinamik

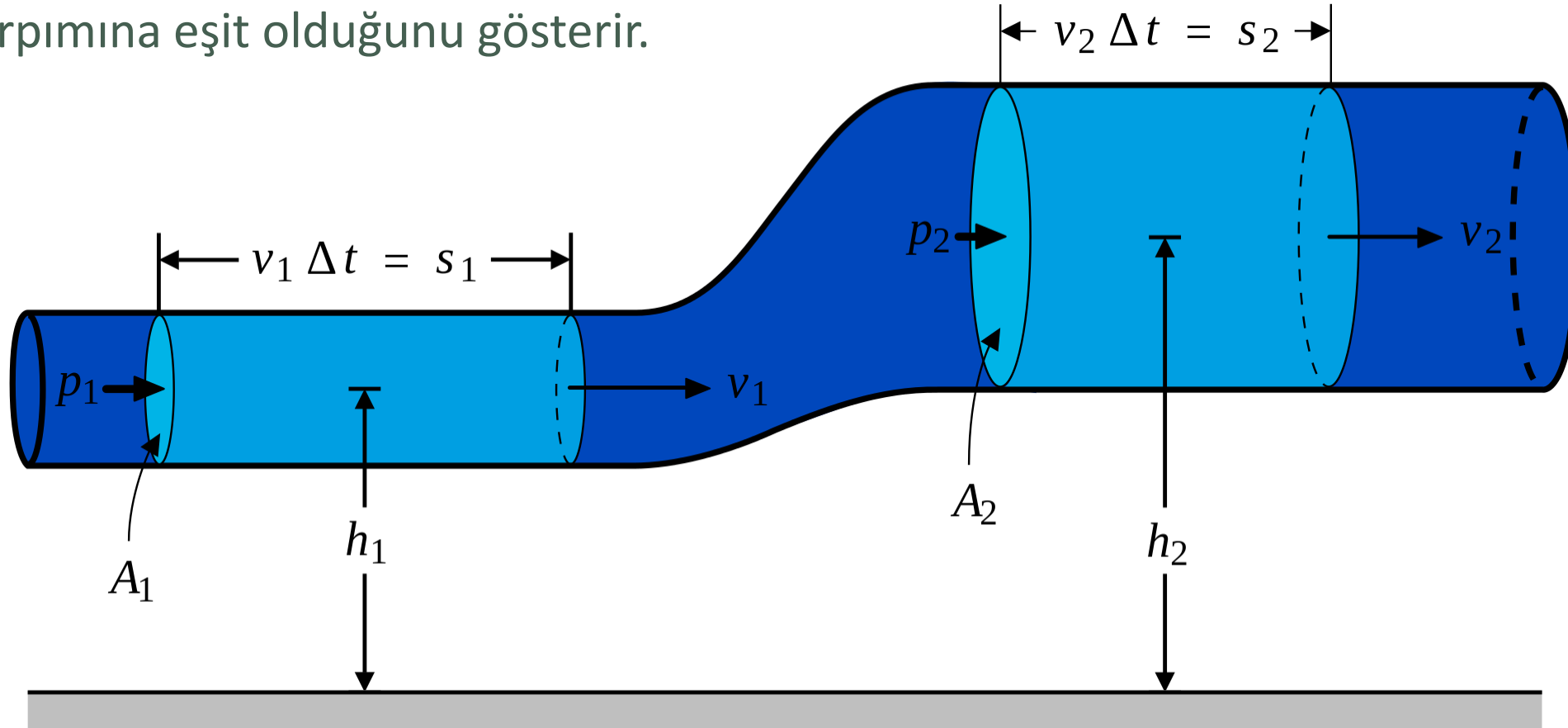
Buradan iki sonuç çıkarılabilir.

- Birincisi boru içerisinde hareket eden sıvının hızıyla basıncı arasındaki ilişkidir. Boru içerisinde sıvı hızının yükseldiği dar geçitlerde, basınç azalması görülür. **Sıvının toplam enerjisi sabit** kalacağı için bu sonuç kaçınılmazdır.
- Borunun çapının daraldığı, **kesitin küçüldüğü yerlerde hız artar ve basınç düşer.** Borunun çapının **genişlediği yerlerde ise hız azalacak ve basınç yükselecektir.**



# Hidrodinamik

- Akışkanın taşındığı boru içerisinde hız ile kesit alanı arasındaki ilişki de önemlidir.
- Süreklilik denklemi, taşınan akışkan miktarının ( $Q$ ) hız ( $V$ ) ile kesit alanının ( $A$ ) çarpımına eşit olduğunu gösterir.



## Hidrodinamik / Bernoulli denklemi kayıp ifadesi

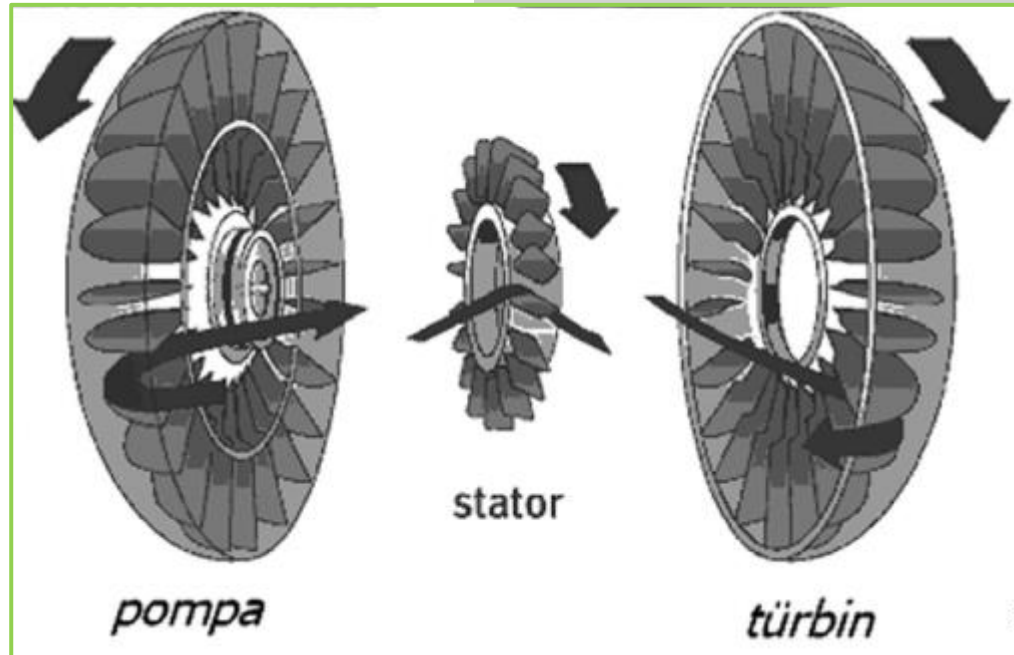
- Bir boru içerisinde akan akışkan farklı kesitlerden geçerken akışkan miktarı sabit kalacağından hız değişimine uğrar.
- Kesitin daraldığı yerde hız artar kesitin genişlediği yerde hız azalır. Ancak hız alan çarpımı sabittir.
- Sürtünme kayıplarıyla ilgili olarak Bernoulli eşitliği, sıvının (1) noktasından (2) noktasına hareketi sonucu bir **enerji kaybı** ( $H_L$ ) olacağı dikkate alınarak yeniden düzenlenirse;

$$Z_1 + P_1/\gamma + V_1^2/2g - H_L = Z_2 + P_2/\gamma + V_2^2/2g$$

# Hidrodinamik

*Örnek Sistem:*

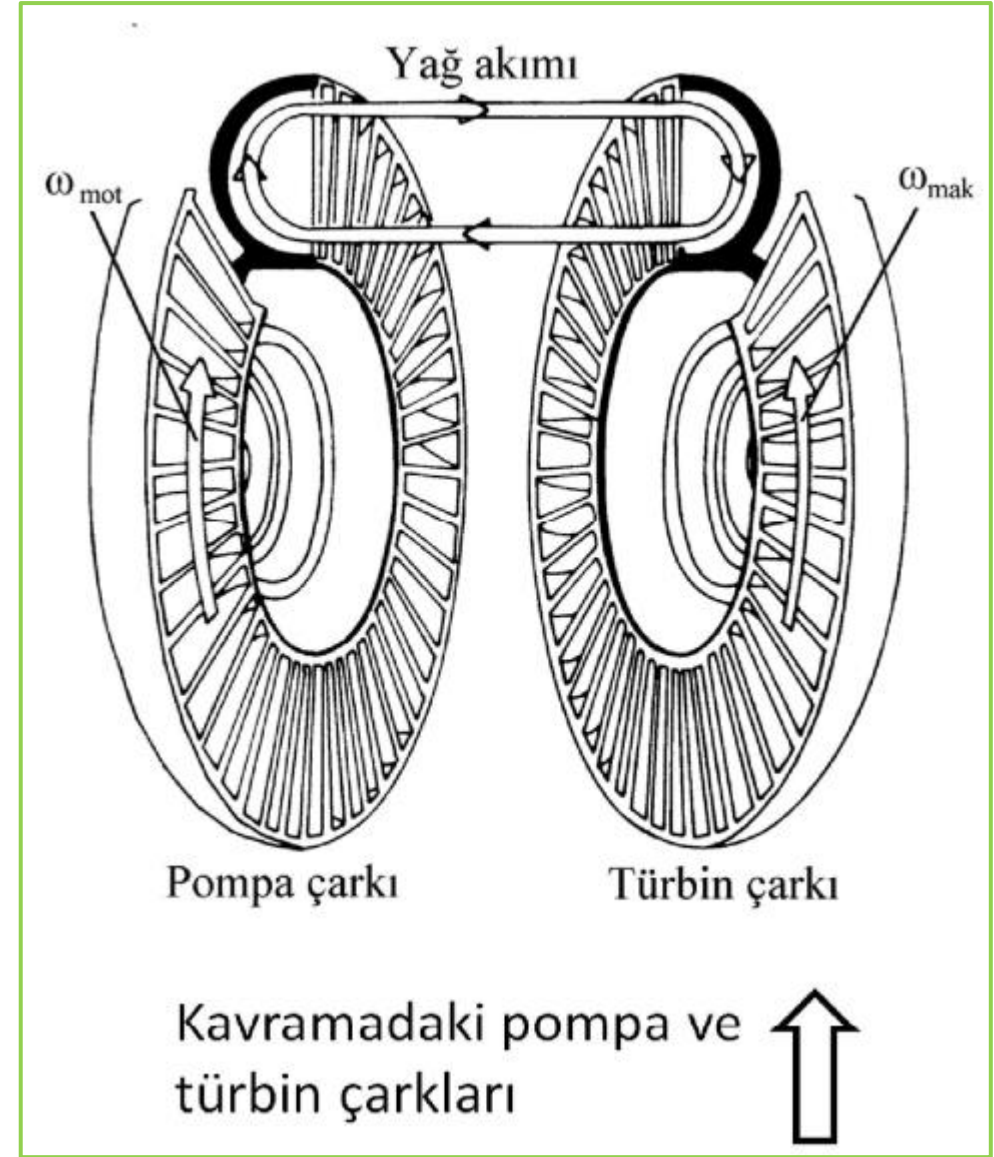
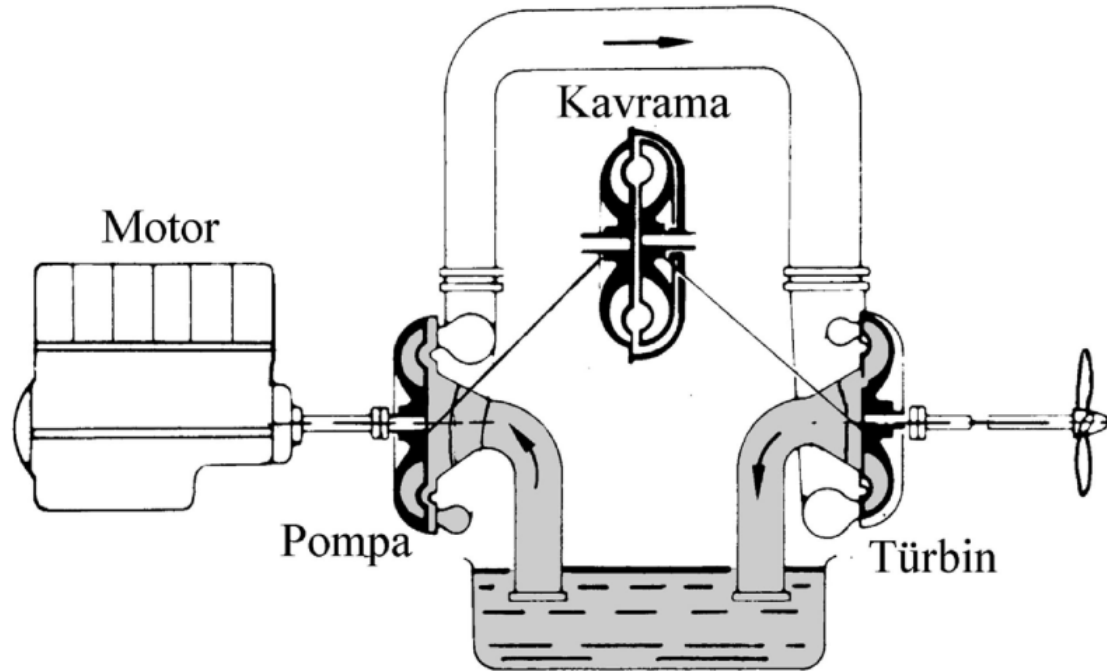
Hidrodinamik Kavrama



# Hidrodinamik

## Örnek Sistem:

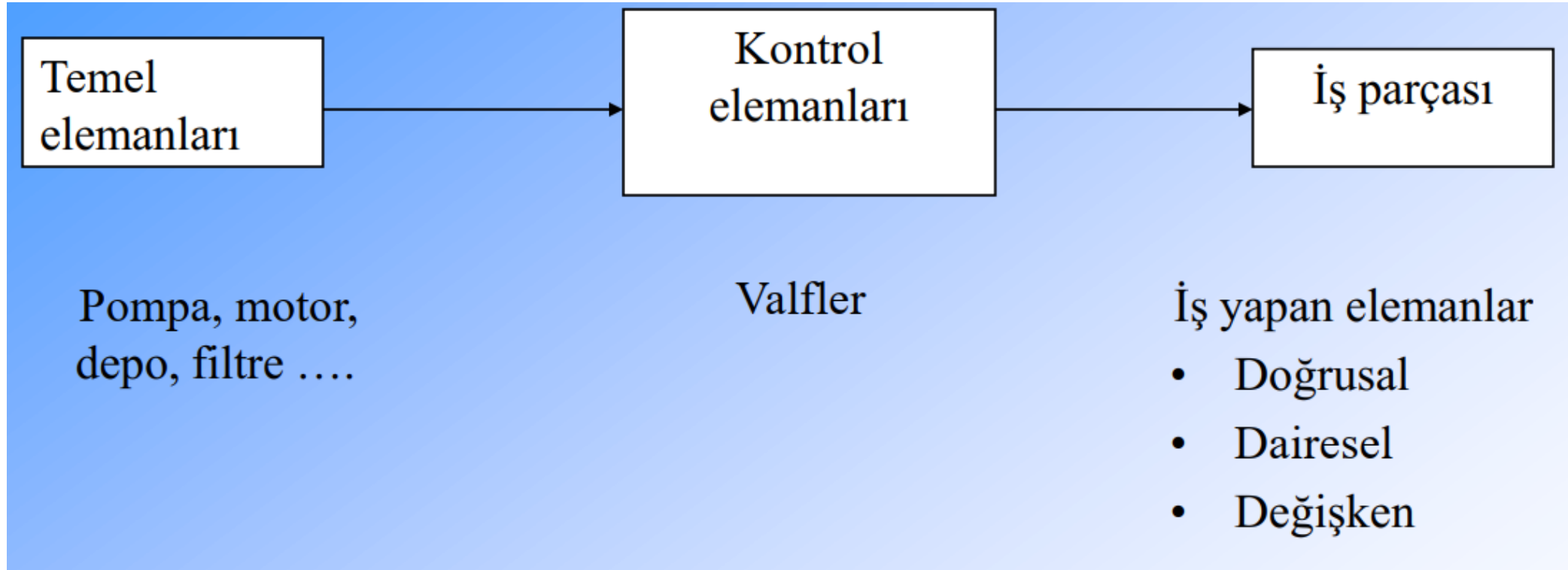
## Hidrodinamik Kavrama Prensipli



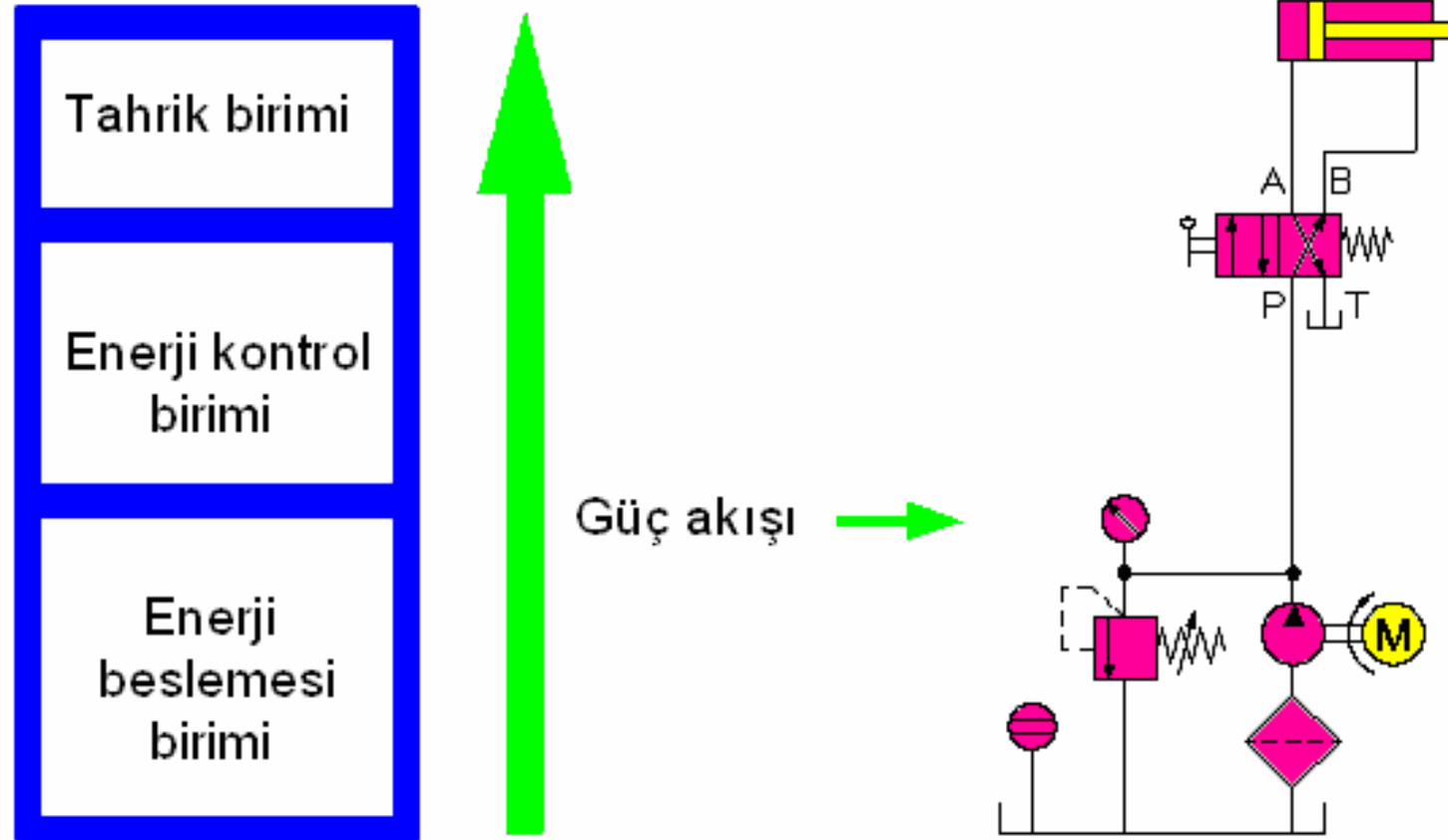
# HİDROSTATİK SİSTEM

- Hidrolik ve Pnömatik Sistemler dersinin kapsamında hidrostatik tahrikli sistemler dikkate alınmaktadır.
- Akışkanlar esas doğalarından dolayı, kayma gerilimi mevcudiyeti altında hareketsizliği sürdüremezler. Fakat, akışkanlar etkileştiği her yüzeye normal (yüzeye dik) basınç uygulayabilirler. Akışkan içerisindeki bir nokta son derece küçük bir küp şeklinde düşünülürse, küpün her yüzeyindeki kuvvetlerin (ve dolayısıyla basınçların) eşit olmak zorunda olduğunu söyleyen denge yasalarından sonuç çıkarılır. Eğer her yüzeydeki durum eşit değil ise, akışkan sonuçta oluşan kuvvet yönüne doğru hareket edecektir.
- Akışkan üzerindeki basınç izotropiktir. Her yöne doğru eşit büyüklükte davranır. Bu özellik akışkanlara boru ya da tüplere doğru ilerleme kuvveti ve **güç iletimi yeteneği verir**. **Kuvvet, taşınan akışkan tarafından borunun diğer ucuna kadar uygulanır**. Bu prensip ilk olarak Blaise Pascal tarafından biraz gelişmiş formuyla formüle edildi ve günümüzde **Pascal Yasası** olarak bilinmektedir.
- Hidrostatik; **kapalı devre tekniği** kullanılan hidrolik sistemler için kullanılan bir isim olmuştur. Özellikle mobil hidrolik uygulamalar, imalat tezgahları, endüstri tesisleri, kontrol sistemleri, taşıma araçları, gemicilik, havacılık gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

# HİDROSTATİK SİSTEM

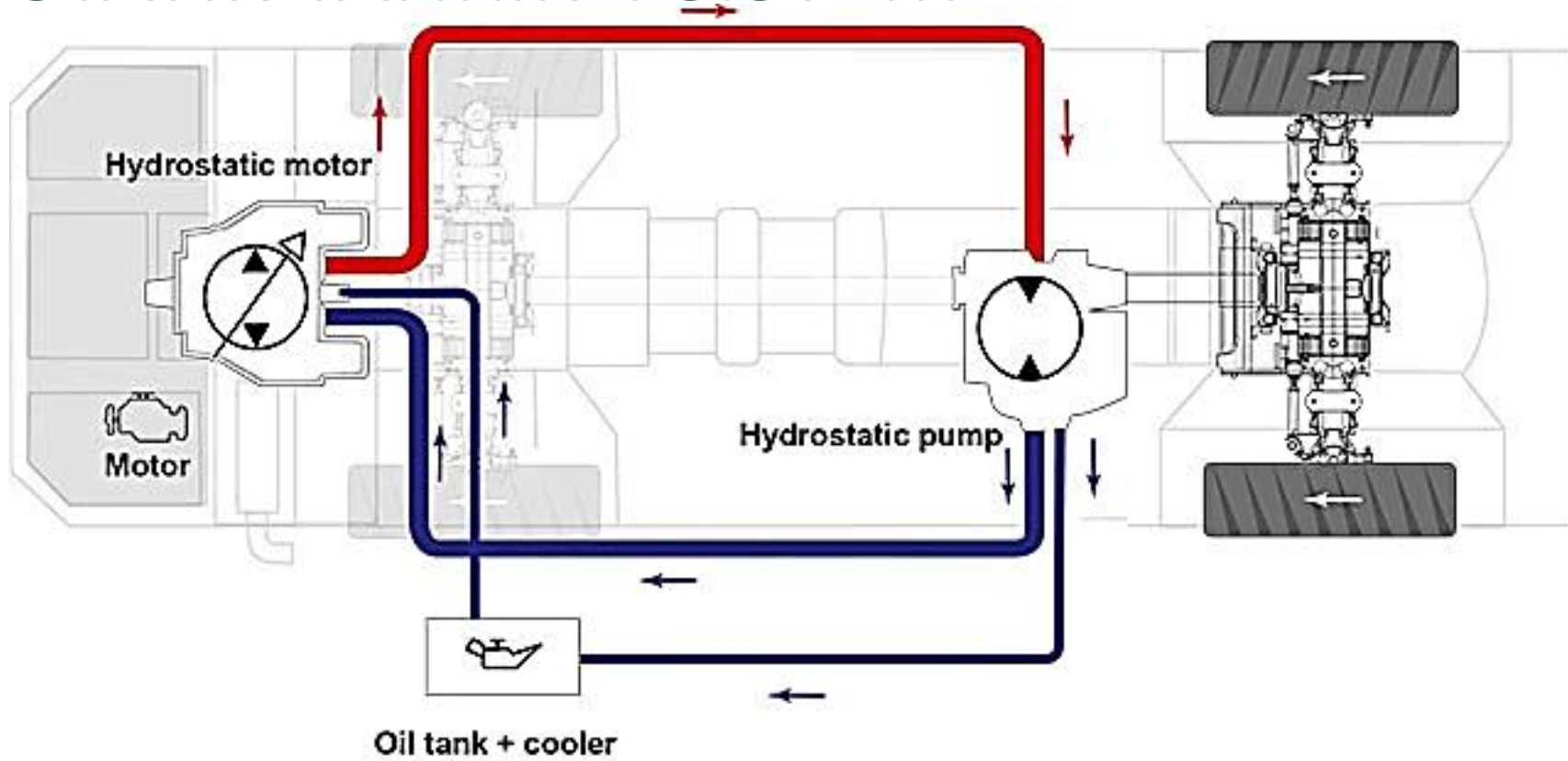


- Hidrostatik sistemin yapısı



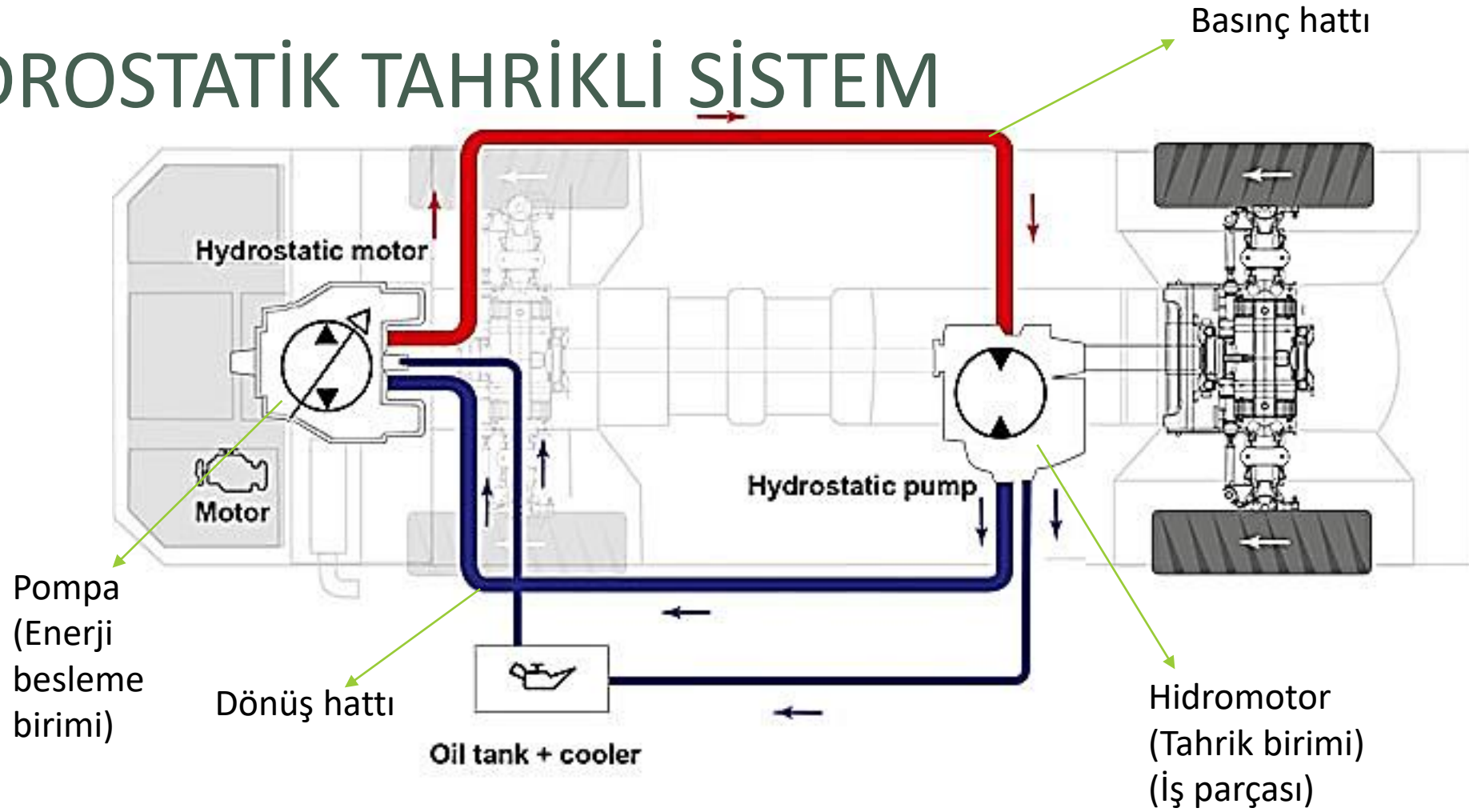
- Hidrolik devrede güç akışı

# HİDROSTATİK TAHRİKLİ SİSTEM



- *Örnek:* Hidrostatik motor ve hidrostatik pompadan oluşan bir sistem

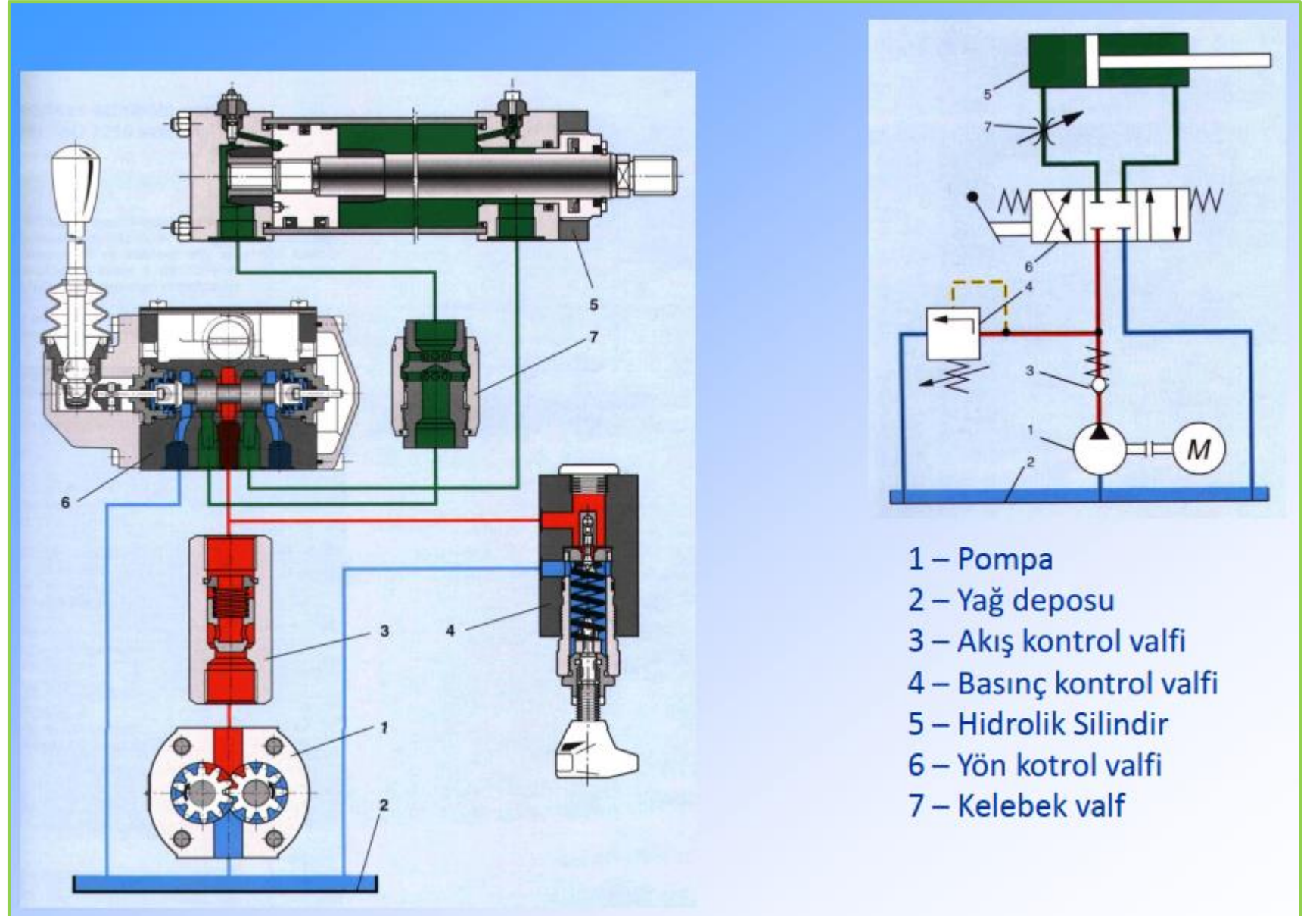
# HİDROSTATİK TAHRİKLİ SİSTEM



- **Örnek:** Hidrostatik motor ve hidrostatik pompadan oluşan bir sistem

# Hidrostatik Sistem

- Örnek hidrolik sistem



# MMAK212 – Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

## TEMEL KAVRAMLAR

### **Pnömatik**

# PNÖMATİK

- Terimin yunanca kökeni “pneuma” olup, anlamı nefes almaktır. Türetilen “pnömatik” sözcüğü ile havanın özelliklerini, hareketlerini ve davranışını inceleyen bir fizik dalı adlandırılmıştır.
- Pnömatik, sıkıştırılmış hava gücü ile çalışan iş elemanlarının (silindirler ve motorlar) ve kumanda elemanlarının (valfler) çalıştırılmalarında gerekli olan endüstriyel uygulamalardır. **Pnömatik sıkıştırılmış havadaki mevcut enerjiyi kullanan bütün endüstriyel uygulamaların toplamıdır.** Endüstriye 1950’li yıllarda girmiştir.
- Pnömatik sistemlerin yeteri kadar iyi çalışabilmesi için **en az 7 Barlık** bir hava hattı basıncı gereklidir. **Standart çalışma basınçları 3-12 Bar**dır. Birkaç sistemin geniş alana dağılan hava hatlarıyla beslendiği yerlerde 10-12 Barlık hava basıncı tavsiye edilir.
- Çevremizi saran ve atmosferi dolduran havanın içinde çeşitli gazlar değişik oranlarda bulunmaktadır. Havadaki azot miktarı %78 oksijen oranı %21 civarındadır. Basınç, hacim ve sıcaklık kavramları pnömatikte temel değişkenlerdir. Temel prensipleri açıklayan bazı kanunlar vardır.

# Pnömatik Sistemler

## GAZLAR ve KOMPRESÖRLER

# Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Basınç

Bütün gazlar moleküllerden meydana gelir. Moleküller gaz içinde her yöne hareket eder. Moleküller temas ettikleri her yüzeye eşit kuvvetle etki eder. Bu kuvvete **basınç** adı verilir.

Moleküller her yöne hareket ettikleri için gaz içinde bulunduğu kabın tüm yüzeylerine eşit olarak etki eder.

Bilindiği gibi basınç, birim alana etki eden kuvvettir. 1 kg ağırlığındaki bir cismin  $1\text{cm}^2$  alan üzerine yaptığı etki  $1\text{ kg/cm}^2$  olarak birimlendirilir.

# Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Basınç / Atmosfer Basıncı / Mutlak Basınç

Ölçü biriminde en çok kullanılan basınç birimi inç, kareye etki eden pound olarak kuvvet olup pound/inc<sup>2</sup> ve psi olarak gösterilir.

psi: pound per square inch

pound-force per square inch (lbf/in<sup>2</sup>)

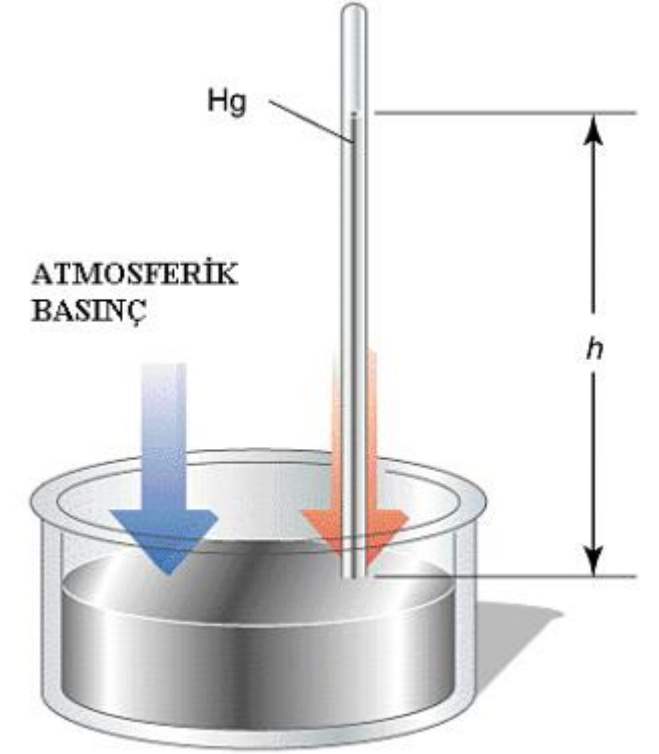
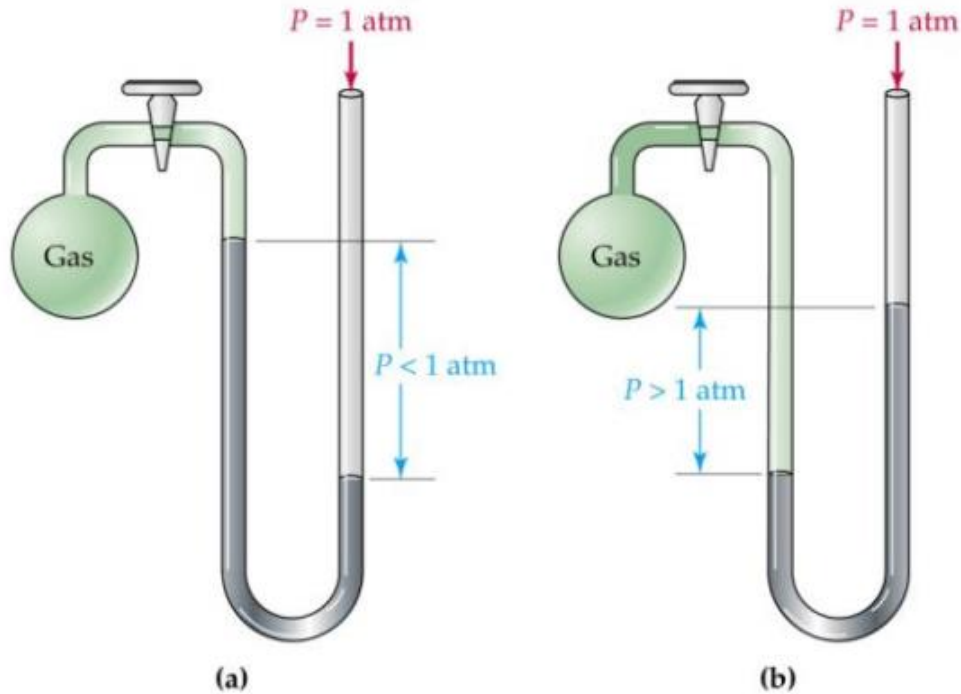
$$1\text{kg/cm}^2 = 14,22\text{ psi}$$

Gazların ve sıvıların basınçları genellikle manometre denilen basınç ölçme aletleri ile ölçülür. Manometre atmosfer basıncında sıfır değerini gösterir.

Bu sebepten manometrenin gösterdiği basınca atmosfer basıncını da eklersek mutlak basınç adı verilen gerçek basınç değeri bulunur.

# Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Barometre: Atmosfer basıncını ölçen cihaz



- (a) Gaz basıncının atmosfer basıncından küçük olduğu durum
- (b) Gaz basıncının atmosfer basıncından büyük olduğu durum

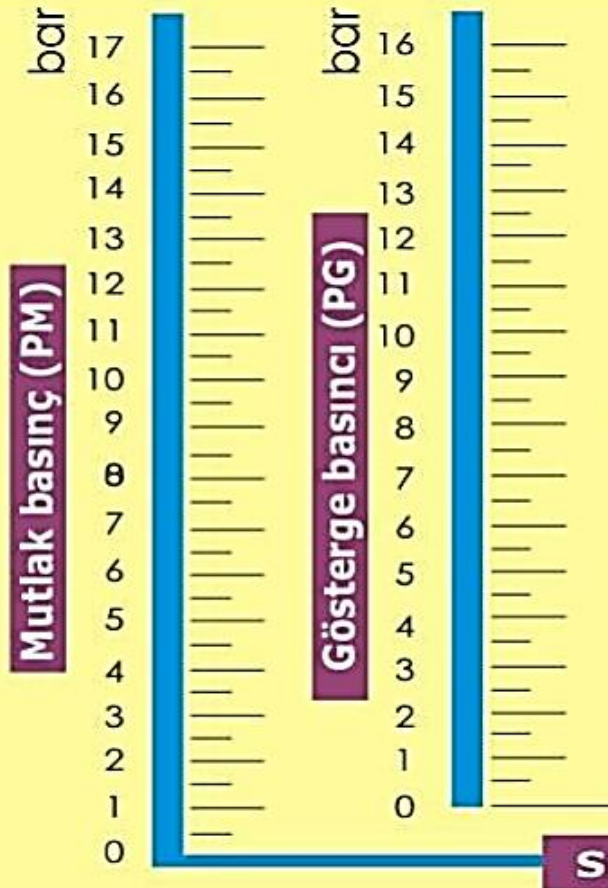
# Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Mutlak Basınç ve Gösterge Basıncı

$$P_m = P_g + 1 \text{ atm}$$

$$P_M = P_G + 1 \text{ atm}$$

$$1 \text{ atm} = 1013 \text{ mbar} = 1,013 \text{ bar}$$

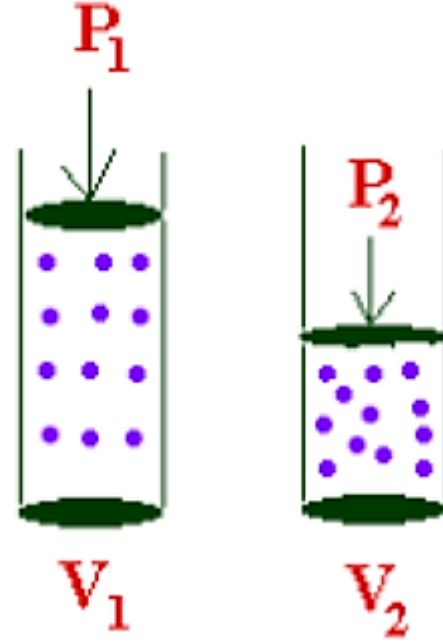


Atmosfer basıncı

Sıfır basınç (Max. vakum)

# Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları



*Örnek şekil:* Gazlarda basınç hacim ilişkisi

# Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları

Silindir içinde bulunan bir gaz, pistonun hareketi ile sıkıştırılmaktadır. Sıcaklık aynı kalmak şartıyla gazın hacmi küçültülürse basınç artar. Birinci durumdaki hacim  $V_1$ , mutlak basınç  $P_1$ , ikinci durumdaki hacim  $V_2$ , mutlak basınç  $P_2$  ise;

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

# Gazlar ile ilgili temel ilkeler

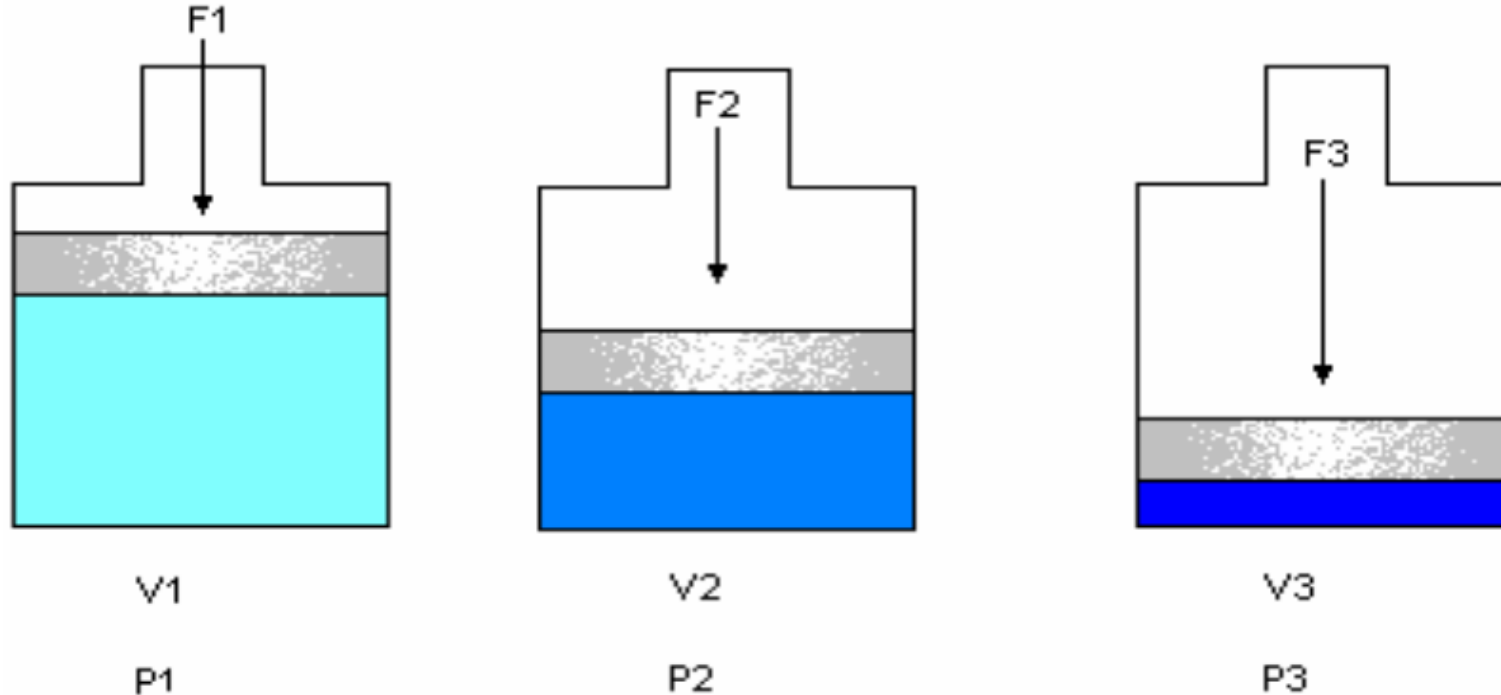
- Gaz Kanunları: *Boyle-Mariotte Kanunu*

Boyle-Mariotte kanununa göre kapalı bir kap içinde ve sabit bir sıcaklıkta bulunan belirli bir miktardaki gazın **mutlak basıncı, hacmi ile ters orantılıdır.**

Başka bir deyişle kapalı bir kaptaki **gazın sıcaklığının değişmediğini kabul etmek koşuluyla değişen basınç ve hacim durumlarında hacminin ve basıncının çarpımı sabittir.**

# Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları: *Boyle-Mariotte Kanunu* Pratik Uygulaması  
 **$P_1.V_1=P_2.V_2=P_3.V_3=.....=P_n.V_n$  dir.**



# Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları:  
*Boyle-Mariotte*  
*Kanunu*

Pratik Uygulama  
**Örnek:**

1 atmosfer basıncında  $7 \text{ m}^3$  hacimli bir kaptaki bulunan gaz kütlesi sıcaklığı sabit kalacak şekilde sıkıştırılarak hacmi  $1 \text{ m}^3$ 'e düşürülmektedir.

Buna göre basınçtaki artış miktarını hesaplayınız.

Verilenler

$$P_1 = 1 \text{ atm}$$

$$V_1 = 7 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 1 \text{ m}^3$$

İstenen  $P_2 = ?$

**Çözüm:**

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

$$1 \cdot 7 = P_2 \cdot 1$$

$$P_2 = 7 \text{ Atm}$$

# Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları

veya

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

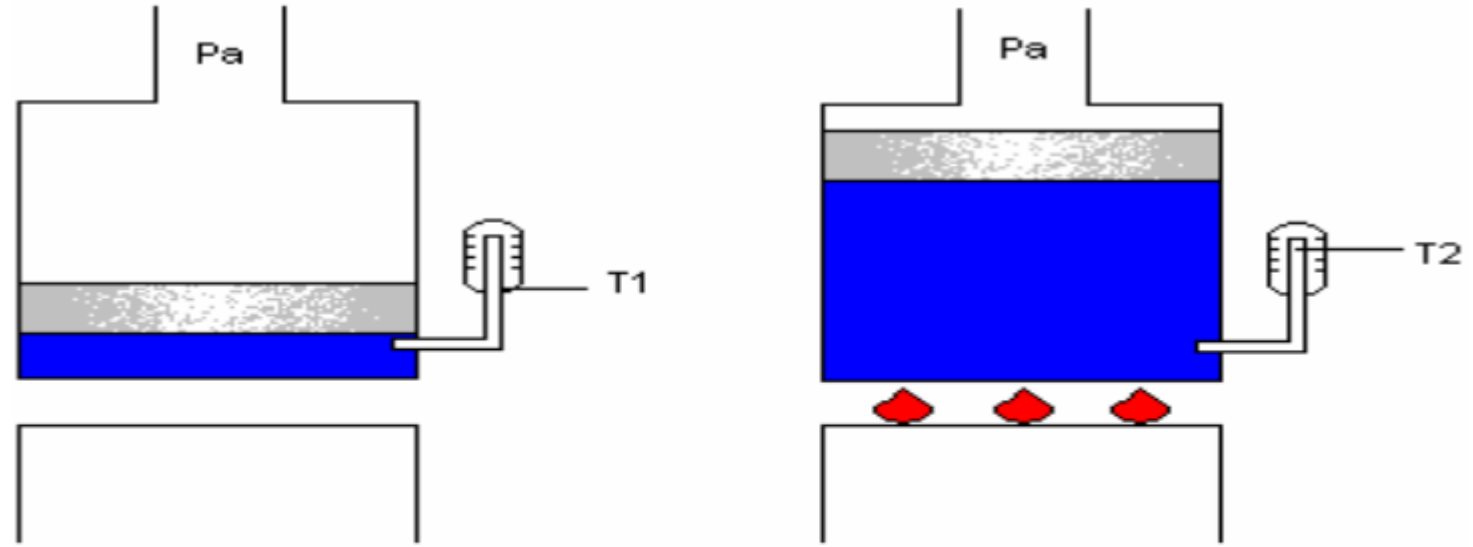
şeklinde ifade edilir. Sıcaklık sabit kalmak şartıyla hacim ile mutlak basıncın çarpımı sabittir ve değişmez.

# Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları:

## *Gay-Lussac Kanunu*

Cinsi, sıcaklığı ve basıncı ne olursa olsun her türlü gaz, basıncı sabit kalmak şartıyla eşit miktarda ısıtılınca aynı oranda genişler.



$$V_2 = V_1 + (V_1/273) \cdot (T_2 - T_1)$$

T1=İlk Sıcaklık (Kelvin Derece- °K)

T2=Son Sıcaklık (Kelvin Derece- °K)

V1=İlk hacim (m<sup>3</sup>)

V2=Son hacim (m<sup>3</sup>)

Not = 0 °C=273 °K'dir

## Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları:  
Gay-Lussac Kanunu

Pratik Uygulama

**Örnek:**

1 m<sup>3</sup> hacmindeki hava 300 °K sıcaklıktan 360 °K sıcaklığa kadar ısıtılmıştır. Basınç sabit olduğuna göre son sıcaklıktaki hacmi hesaplayınız.

Verilenler

$$T_1=300 \text{ K}=27 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_2=360 \text{ K}=87 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$V_1=1 \text{ m}^3$$

İstenen  $V_2=?$

**Çözüm:**

$$V_2=V_1+(V_1/273).(T_2-T_1)$$

$$V_2=1+(1/273).(360-300)=1.22 \text{ m}^3$$

Havanın genleşme miktarı= $V_2-V_1=1.22-1=0.22 \text{ m}^3$ 'tür.

# Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları

Birleşik Gaz Denklemi

İdeal Gaz Denklemi

<b>Gas Law</b>	<b>Formula</b>
Boyle's law	$P_1 V_1 = P_2 V_2$
Charles's law	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
Gay-lussac's law	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$
Combined law	$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$
Ideal gas law	$PV = nRT$

# Gazlar ile ilgili temel ilkeler

- Gaz Kanunları

Bir tank içinde bulunan gazın hacmi aynı kalmak şartıyla sıcaklığı  $t_1$  °C'den  $t_2$  °C'ye çıkarsa basıncı da artar.

Burada  $P_1$  ve  $P_2$  kg/cm<sup>2</sup> olarak gazın mutlak basıncını,

$V_1$  ve  $V_2$  litre olarak gazın hacmini,

$T_1$  ve  $T_2$  Kelvin derece ( °K ) olarak gazın mutlak sıcaklığını göstermekte olup  $T_1 = t_1 + 273$ 'tür.  $T_2 = t_2 + 273$ 'tür.

# Gazlar ile ilgili temel ilkeler

Gaz akışkanlar, sıvı akışkanlarla karşılaştırıldıklarında yüksek oranda sıkıştırılabilirler. Gaz akışkanlar sıkıştırıldıklarında özgül kütlelerinde, basınçlarında ve sıcaklıklarında değişimler meydana gelir. Bu değişimler;

- İdeal Gaz Kanunu

$$P = \rho RT \text{ ya da } P\forall = mRT$$

bağıntısıyla ifade edilir (Douglas 1986b). Bu eşitliğe “ideal” ya da “mükemmel” gaz kanunu ya da ideal gazın “durum” eşitliği denir. Gazların tümü yüksek sıcaklıklarda ve düşük basınçlarda ideal gaz denkleminde uygun davranırlar. Yukarıdaki eşitlikte;

P :Mutlak basınç (Pa)

$\rho$  :Özgül kütle (kg/m<sup>3</sup>)

T :Mutlak sıcaklık (K)

R :Gaz sabiti (J/kg.K)

$\forall$  :Hacim (m<sup>3</sup>)

m :Kütle (kg)'dır.

# Kompresörler ile ilgili temel ilkeler

- Sıkıştırma Oranı

Kompresör, gaz basıncını artıran bir makinedir. Normal olarak kompresöre belli bir basınçta giren gaz, daha yüksek basınçla çıkar. Emme ve basıncı arasındaki fark, kompresörde gaz üzerinde yapılan işten dolayıdır. Sıkıştırma oranı  $R$ , emme ve basma basıncının mutlak değerlerinin oranıdır.

$$R = \frac{P_2}{P_1} \text{ 'dir.}$$

# Kompresörler ile ilgili temel ilkeler

- Sıkıştırma Oranı / Örnek Hesaplama:

**Örnek:** Atmosfer basıncında hava emen bir kompresörün manometrede okunan çıkış basıncı  $2 \text{ kg/cm}^2$  dir. Sıkıştırma oranını bulunuz.

$$P_1 = 1,033 \text{ kg/cm}^2 \text{ atmosfer basıncı}$$

$$P_2 = 1,033 + 2 = 3,033 \text{ kg/cm}^2 \text{ mutlak basınç}$$

$$R = 3,033 / 1,033 = 2.9$$

Kompresörlerde daima gaz basınçlarını yükselttikleri için R daima birden büyük bir sayıdır. R kompresörün gaza ilave ettiği basınç miktarının bir göstergesidir.

# Kompresörler ile ilgili temel ilkeler

- Sıkıştırma Sıcaklığı

Kompresör, gaz basıncını artırırken aynı zamanda gazın sıcaklığı da artar. Sıcaklık artışının miktarı gaz cinsine göre değişir. Hafif gazlar daha çok ısınır. Örneğin, metan etandan hafiftir. O hâlde aynı sıkıştırma oranı için metan daha fazla ısınır.

Kompresörde basılan gazın sıcaklığını belirleyen faktörleri aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

- Emme sıcaklığı
- Sıkıştırma oranı
- Gazın cinsi

## Kaynaklar: Ders Notları (web)

Prof. Dr. Metin Güner – Açık Ders Malzemeleri (Ankara Üniversitesi)

- <https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=771>

Doç. Dr. Seyfi Şevik – Ders Notları (Hitit Üniversitesi)

- <http://web.hitit.edu.tr/seyfisevik/dersmateryalleri/21417>

Prof. Dr. Davut Karayel – Ders Notları (Akdeniz Üniversitesi)

- <http://aves.akdeniz.edu.tr/dkarayel/dokumanlar>

# Kaynaklar: (MEGEP)

- **Hidrolik Devreler / MEGEP (.pdf)\***
  - [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Hidrolik%20Devreler.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Hidrolik%20Devreler.pdf)
- **Pnömatik Devreler / MEGEP (.pdf)\***
  - [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Pn%C3%B6matik%20Devreler.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Pn%C3%B6matik%20Devreler.pdf)
- **Hidrolik Sistemler / MEGEP (.pdf)\***
  - [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Hidrolik%20Sistemler.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Hidrolik%20Sistemler.pdf)
- **Pnömatik Sistemler / MEGEP (.pdf)\***
  - [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Pn%C3%B6matik%20Sistemler.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Pn%C3%B6matik%20Sistemler.pdf)
- **Pompalar / MEGEP (.pdf)\***
  - [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Pompalar.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Pompalar.pdf)
- **Kompresörler / MEGEP (.pdf)\***
  - [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Kompres%C3%B6rler.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kompres%C3%B6rler.pdf)

\*(Tavsiye niteliğindedir)