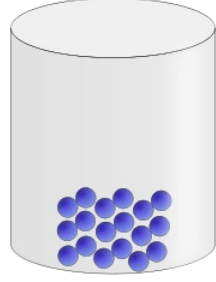


**Gaz**



**Sıvı**



**Katı**

# Bölüm 1

## *Maddenin Mekanik Özellikleri*

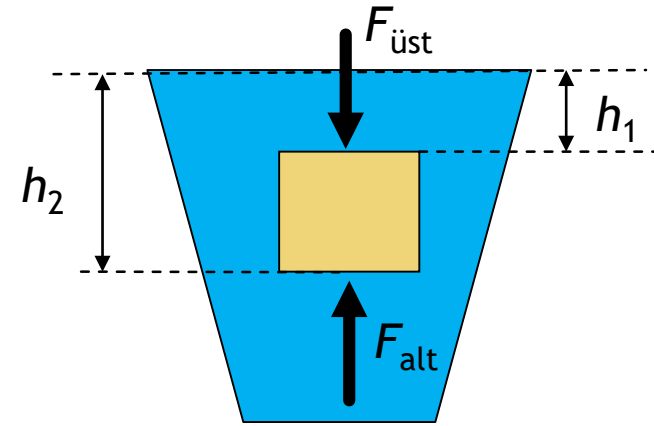
Prof. Dr. Bahadır BOYACIOĞLU

# *Maddenin Mekanik Özellikleri*

- ▶ Archimedes İlkesi
- ▶ Sıvılarda Yüzey Gerilim ve Kılcallık
- ▶ Akışkan Akışı: Viskozite
- ▶ Bernoulli Denklemi
- ▶ Bernoulli Denklemine Uygulamaları

# Archimedes İlkesi

- Bir sıvıya tamamen veya kısmen batırılmış herhangi bir nesne, nesne tarafından yer değiştirilen sıvının ağırlığına eşit büyüklükte olan bir kuvvetle kaldırılır.
- Yukarı doğru olan kuvvet, kaldırma kuvveti olarak adlandırılır.
- **Kaldırma kuvveti** nin fiziksel nedeni, cismin üstü ile altının arasındaki basınç farkıdır. Cisim sıvı içerisinde dengede ise  $d_{sıvı} = d_{cisim}$



$$F_B = F_{alt} - F_{üst} = (h_2 - h_1)Adg$$
$$= V_{cisim}d_{sıvı}g$$

# Archimedes İlkesi

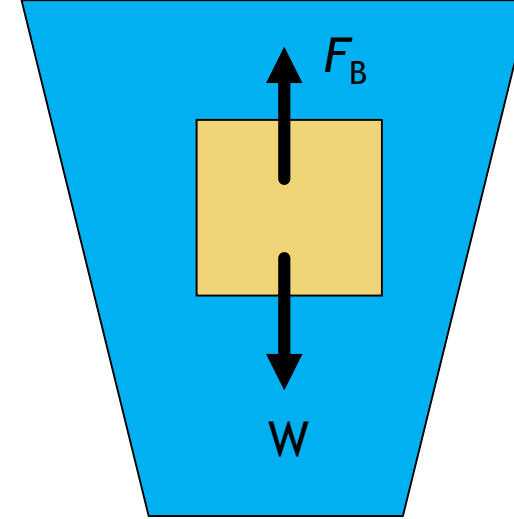
Kaldırma kuvvetinin büyüklüğü daima yer değiştiren sıvının ağırlığına eşittir.

$$F_B = g d_{sıvı} V_{cisim}$$

Kaldırma kuvveti, hacim aynı olduğu sürece herhangi bir boyut, şekil veya yoğunluğa sahip tamamen suya batmış bir nesne için aynıdır.

Bir cisim batması veya yüzmesi kaldırma kuvveti ile cisim ağırlığı arasındaki ilişkiye bağlıdır.

- $F_B > W$  cisim yüzer
- $F_B < W$  cisim batar
- $F_B = W$  cisim dengede kalır



# Archimedes İlkesi

Yukarıya kaldırma kuvveti

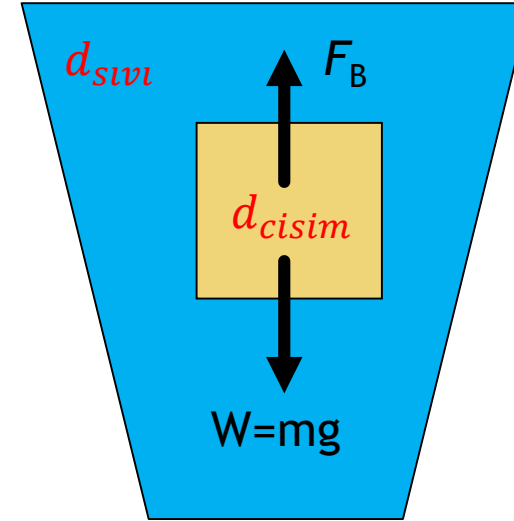
$$F_B = g d_{sivi} V_{cisim}$$

Aşağı doğru yerçekimi kuvveti

$$W = mg = g d_{cisim} V_{cisim}$$

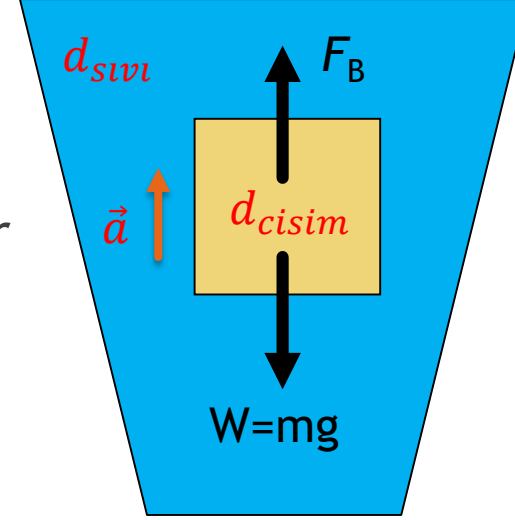
Net kuvvet;

$$F_B - W = g (d_{sivi} - d_{cisim}) V_{cisim}$$

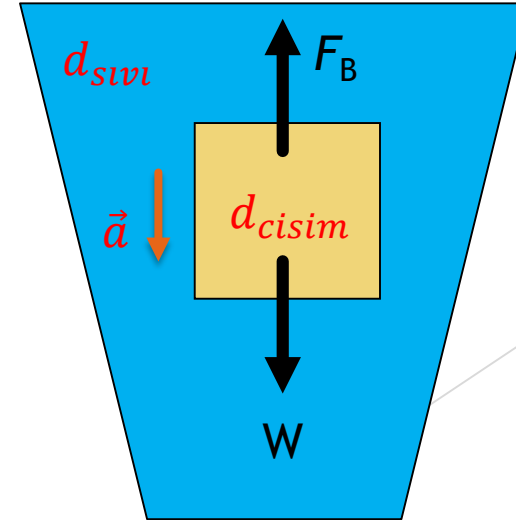


# Archimedes İlkesi

- Cisim, sıvıdan daha az yoğun ise,  
Cisme net yukarı doğru bir kuvvet etki eder  
Cisim yukarı doğru ivmelenir.



- Cisim, sıvıdan daha yoğun ise,  
Cisme net aşağı doğru kuvvet etki eder.  
Cisim aşağı doğru ivmelenir

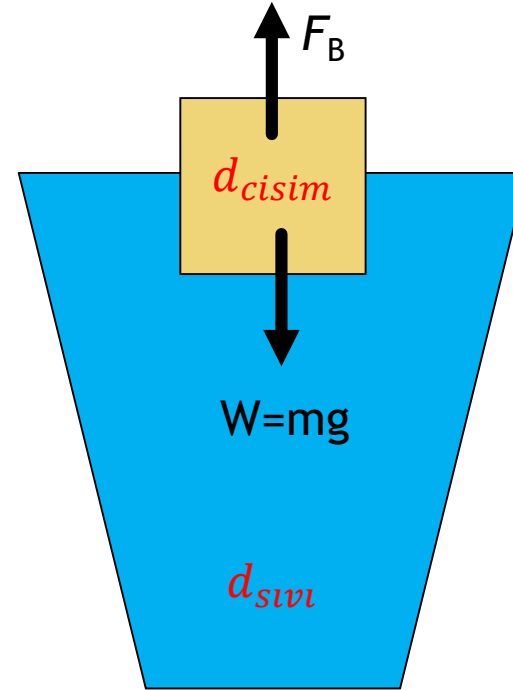


# Archimedes İlkesi

Yüzen cisim için;

- Cisim statik denge içinde Yukarıya kaldırma kuvveti, ağırlık ile dengelenir. Değiştirilen sıvının hacmi, sıvı seviyesinin altındaki nesnenin hacmine karşılık gelir.
- $d_{sıvı} > d_{cisim}$

$$F_B = g d_{sıvı} V_{batan}$$

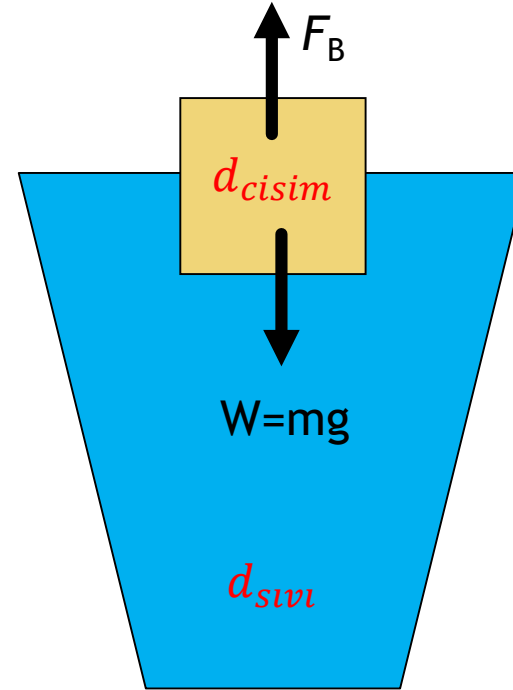


# Archimedes İlkesi

Yüzen cisim için;

- Cisim statik denge içinde Yukarıya kaldırma kuvveti, ağırlık ile dengelenir. Değiştirilen sıvının hacmi, sıvı seviyesinin altındaki nesnenin hacmine karşılık gelir.
- $d_{sıvı} > d_{cisim}$

$$F_B = g d_{sıvı} V_{batan}$$



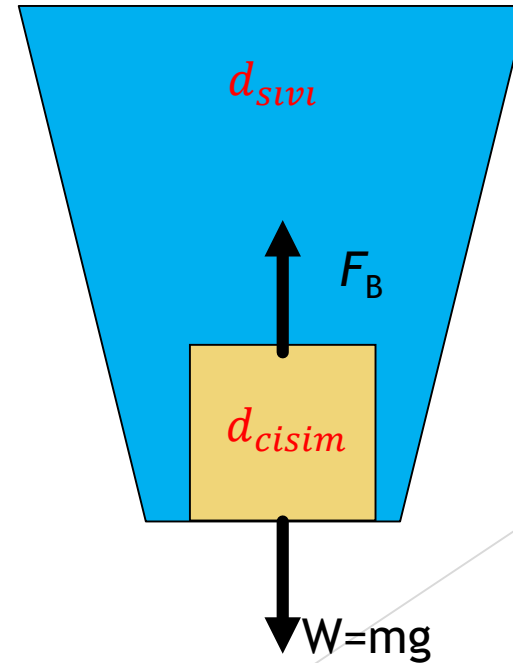


# Archimedes İlkesi

Batan cisim için;  $d_{sivi} < d_{cisim}$

► Cisim tabanda statik denge içindedir

$$F_B = g d_{sivi} V_{cisim}$$



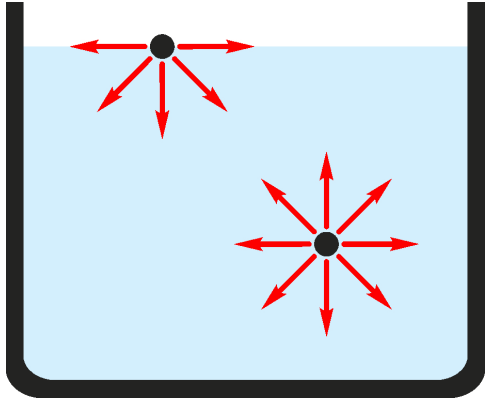
# Sıvılarda Yüzey Gerilim ve Kılcallık



- ▶ Sıvı yüzeyi sanki esnek bir zar gibi, gergin bir yüzey oluşturmaya çalışır.
  - ▶ Sıvı yüzeyinin dış kuvvete karşı koyucu özelliğine **yüzey gerilim** denir
    - ▶ Bazı böceklerin su yüzeyinde batmadan yürüdükleri,
    - ▶ masa üzerine dökülen cıvanın küçük toplar şeklinde bir araya geldiği,
    - ▶ bir musluktan damlayan su damlalarının bir süre küre biçimine dönüştükten sonra düştüğü,
- günlük yaşantımızda izlediğimiz olaylardır.

# Sıvılarda Yüzey Gerilim ve Kılcallık

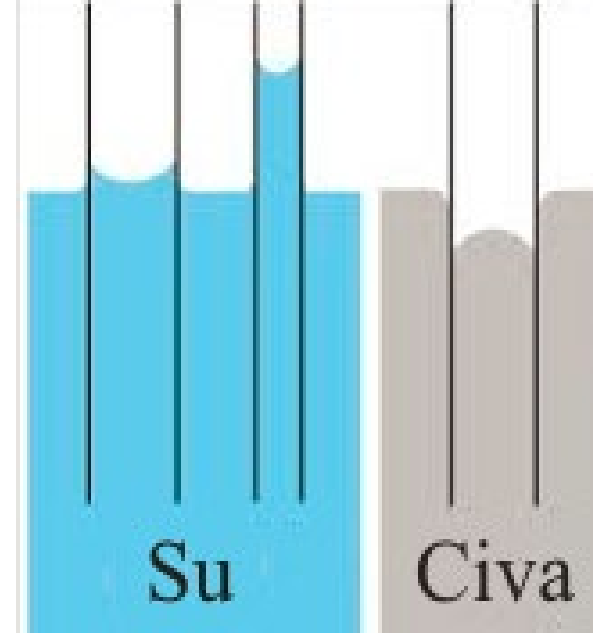
- Sıvı moleküllerinin birbirlerine uyguladığı çekme kuvvetine **kohezyon kuvveti** (birbirini tutma) denir. Kohezyon kuvvetleri molekülleri bir arada tutar.
- Farklı tür maddelerin moleküllerinin birbirine uyguladığı çekme kuvvetine ise **adezyon kuvveti** (yapışma) denir. Adezyon bir cismin başka bir cisim üzerine yapışmasıdır.



Sıvı içindeki moleküle etkiyen kohezyon kuvvetleri birbirini dengeler, molekül sıvı içinde serbestçe dolaşabilir. Fakat, yüzeydeki molekül için kohezyon kuvvetleri dengede olmaz, molekülü sıvı içine doğru çeken, yüzeyden ayrılmasını önleyen bir kuvvet oluşur.

# Kılcallık

- Açık boru suya batırıldığında, su boru içinde yüzeyi çukurlaşarak yükselir, cıvaya batırıldığında ise yüzeyi tümsekleşerek azalır. Bu etkiye kılcallık denir.
- Su molekülleri arasındaki kohezyon kuvveti, cam moleküllerin su moleküllerine uyguladığı adezyon kuvvetinden küçüktür.
- Yüzeye çekilen bu moleküllerin yerini iç bölgeden su molekülleri doldurmak istediğinde sıvı yüzeyi yükselir.
- Civa molekülleri arasındaki kohezyon kuvveti cam moleküllerin civa moleküllerine uyguladığı adezyon kuvvetinden büyüktür.



# Akışkan Akışı: Viskozite

- ▶ Viskozite sıvıdaki iç sürtünme derecesidir.
- ▶ İç sürtünme, akışkanın birbirine göre hareket eden iki bitişik tabakası arasındaki dirençle ilişkilidir

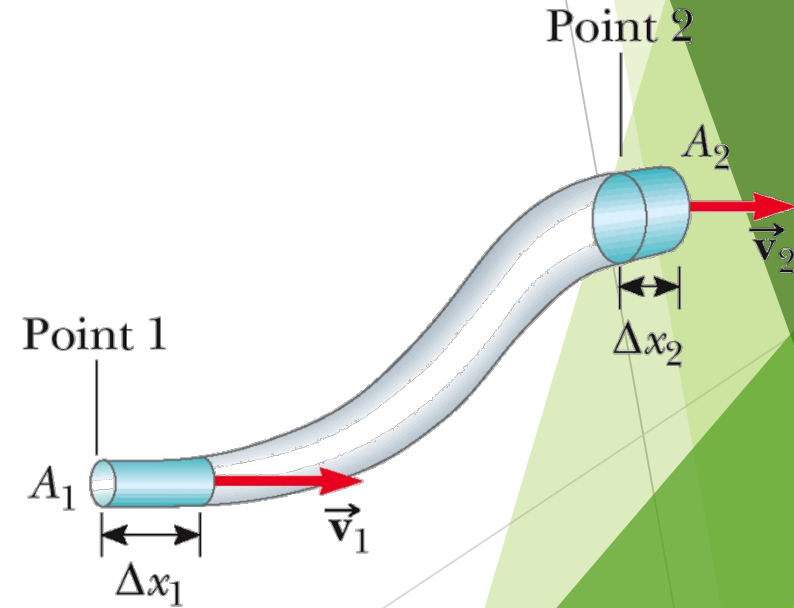
## Süreklilik Denklemi

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

- Bir borunun kesit alanı ile akışkan hız çarpımı sabittir. Hız, borunun dar olduğu yerlerde yüksektir ve borunun geniş çaplı olduğunda hız düşüktür.

$$R = Av$$

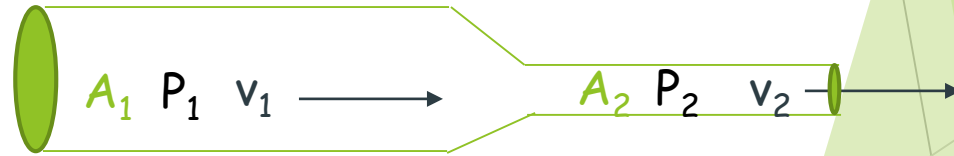
debi denir ve kütle korunması ve sürekli bir akışın bir sonucudur.



# Bernoulli Denklemi

- ▶ Bernoulli denklemi, kararlı akış yapan akışkanın iki ayrı noktadaki enerji korunumuna dayanır. Bernoulli denklemi, sıvının sıkıştırılmaz ve viskoz olmadığı ve akışkan olmayan, kararlı hal biçiminde aktığı kabul edilir.
- ▶ Basınç toplamı, birim hacim başına kinetik enerji ve birim hacim başına potansiyel enerji, bir akıntı hattı boyunca tüm noktalarda aynı değere sahip olduğunu belirtir.

$$P + \frac{1}{2} dv^2 + dgy = \text{constant}$$



Akma borusunun daraldığı, yani hızın arttığı yerde basınç azalır. Akma borusunun genişlediği, yani hızın azaldığı yerde basınç artar.

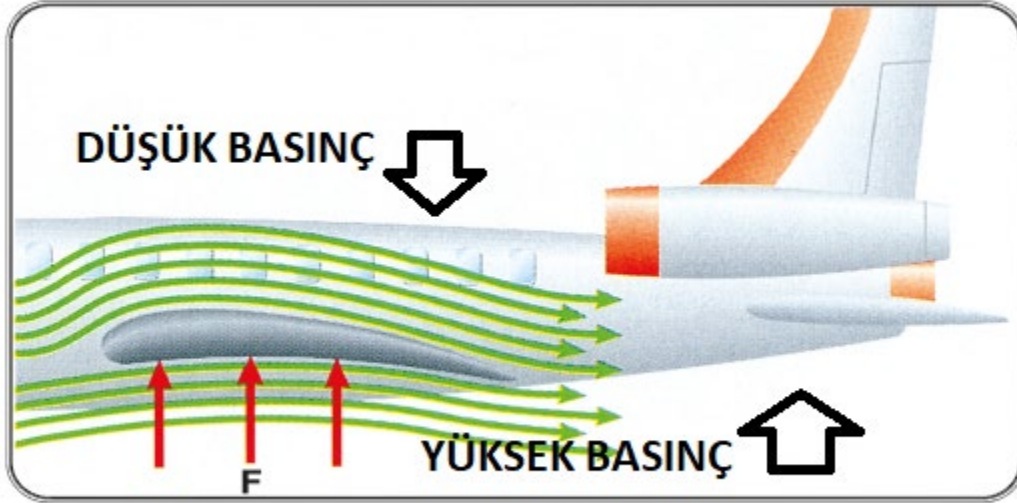


# Bernoulli Denklemının Uygulamaları

1. Uçak Kanadına Etkiyen Kaldırma Kuvveti
2. Delikten Akan Sıvının Hızı
3. Sifon
4. Kalp Atışlarındaki Düzensizlik
5. Venturi Tüpü
6. Sıvı Püskürtücüler
7. Dönerek İlerleyen Golf Topuna Etkiyen Kuvvet

# Bernoulli Denklemiminin Uygulamaları

## 1. Uçak Kanadına Etkiyen Kaldırma Kuvveti



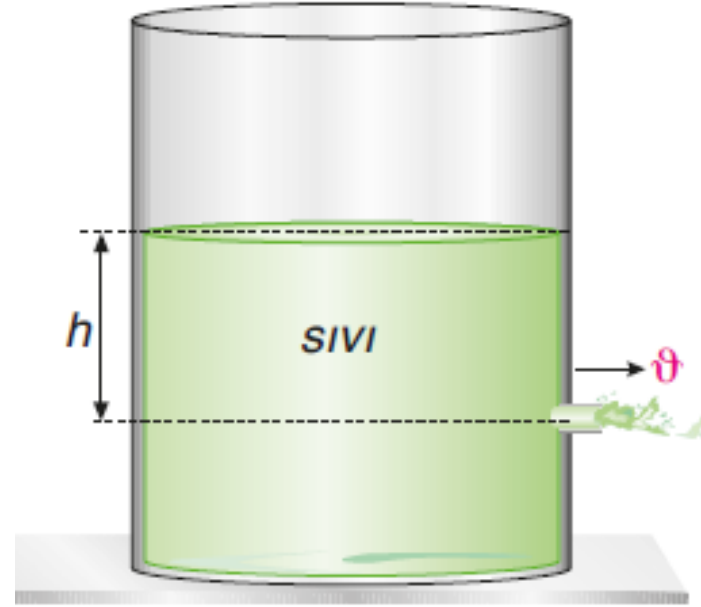
- Hava molekülleri kanadın üst kısmında, alt kısma göre daha çok yol alır.
- Böylece üst kısımdaki hızın daha büyük olduğu söylenebilir.
- Bu sonuca göre kanadın üst kısmındaki basınç alt kısma göre daha düşüktür. Dolayısıyla kanadın üzerinde aşağıdan yukarıya doğru bir kaldırma kuvveti doğar.



# Bernoulli Denkleminin Uygulamaları

## 2. Delikten Akan Sıvının Hızı

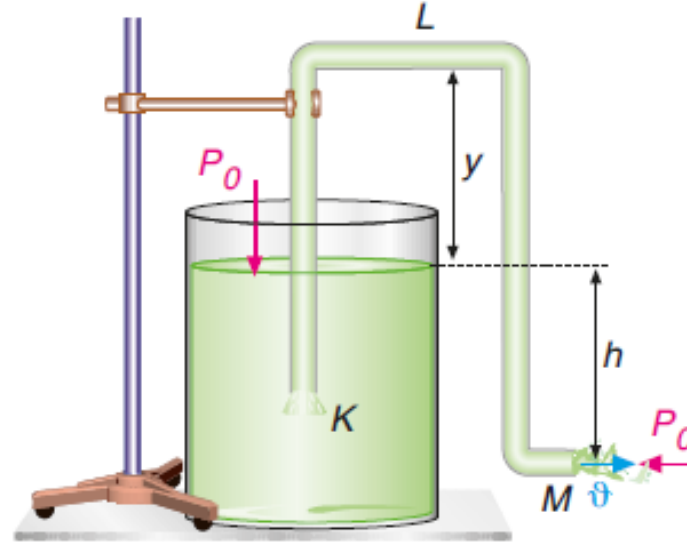
Sıvı yüzeyinden  $h$  kadar aşağıda açılan küçük bir delikten  $v$  hızında sıvı akarsa, bu  $v$  hızının büyüklüğü Bernoulli ilkesinden yararlanılarak hesaplanır.



# Bernoulli Denkleminin Uygulamaları

## 3. Sifon

Harekete başlatılan sıvının akış hızı Bernoulli prensibi uyarınca basınç farkı yaratarak sıvının akışının devam etmesini sağlar. Bu basınç farkı şekilde görülen  $h$  yüksekliğinden kaynaklanır.  $h$  yüksekliği büyüdükçe sıvının çıkış hızı artar.

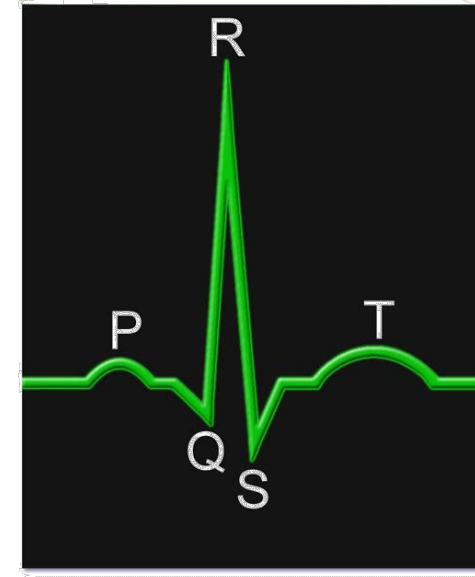
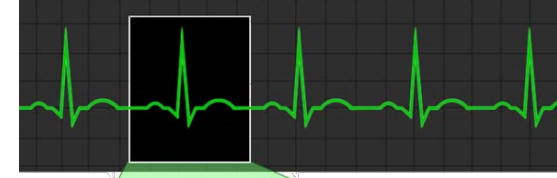


# Bernoulli Denklemimin Uygulamaları

## 4. Kalp Atışlarındaki Düzensizlik

İleri derecede damar sertliği hastalığı olan bir kişide Bernoulli prensibi uyarınca kalp damarlarında düzensiz atışlar ortaya çıkar. Bu durumun oluşma nedenini şöyle açıklayabiliriz:

Bu hastalıkta Atardamarların iç duvarında plak oluşumlarından dolayı daralma gerçekleşir. Böylece kesit alanının küçülmesinden dolayı kanın akış hızı artar. Kanı hızlı hareket ettirmek için kalp daha çok efor harcamak zorunda kalır. Yani kalp yorulur. Bununla beraber damardaki kanın akış hızının artması, damar içindeki basıncın damar dışındaki basınca göre azalmasına neden olur. Böylece damar içe çöker ve kan akışı kısa bir süre kesilir. Atardamar eski durumuna geldiğinde kan akışı yeniden devam eder. Bu kan akışı kesilmesi periyodik olarak devam edebilir. Böyle bir sonuç, kişide kalp atışı rahatsızlığı yaratır.

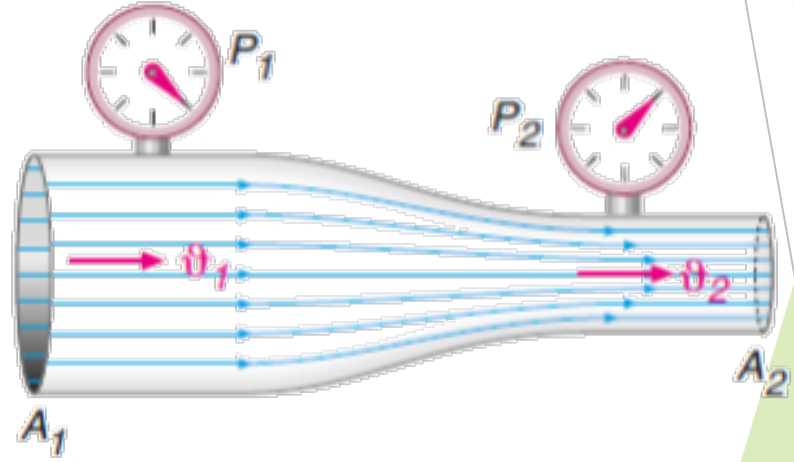


Normal Kalp Atışı

# Bernoulli Denklemimin Uygulamaları

## 5. Venturi Tüpü

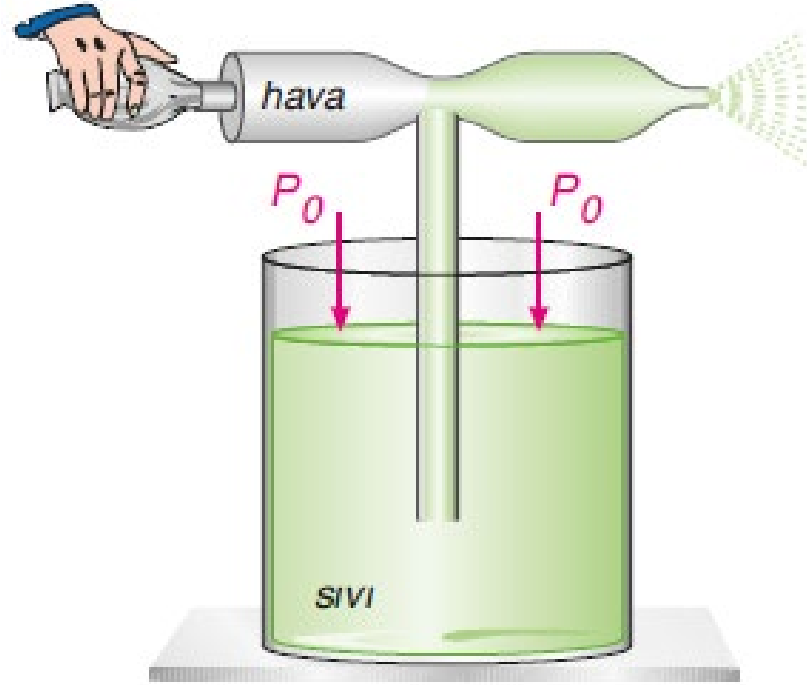
Venturi tüpü, kapalı bir sistemden akan akışkanın belli noktalardaki hızını bulmaya yarayan bir düzendir. Şekildeki düzenekteki basınç ölçerler,  $P_1$  ve  $P_2$  basınç değerlerini göstermektedir.



# Bernoulli Denklemimin Uygulamaları

## 6. Sıvı Püskürtücüler

Bir ucu sıvıya daldırılan borunun üst kısmında hava akımı yaratılırsa borunun üst kısmında basınç açık hava basıncından küçük olur. Buna karşılık alt kısımdaki basınç açık hava basıncı kadardır. Böylece sıvı, yüksek basınçtan düşük basınca doğru hareket ederek hava ile karışarak püskürtülür.



# Bernoulli Denklemiminin Uygulamaları

## 7. Dönerek İlerleyen Golf Topuna Etkiyen Kuvvet

- Bir golf topunun dönme yönüne ve hareket yönüne baktığımızda, topu saran hava akış çizgileri üst kısımda sık, alt kısımda seyrek. Üst kısımda golf topunun dönme hareketi ve öteleme hareketi hava moleküllerine daha büyük bir hız verdiğinden alt kısımdaki basınçtan daha düşük bir basınç doğar.
- Böylece bu özelliğe bağlı olarak aşağıdan yukarıya doğru bir kuvvet etkisi ortaya çıkar. Bu kuvvet etkisinde daha çok yükselerek golf topunun havada kalma süresi artar. Artan bu süre golf topunun daha uzak mesafelere gitmesini sağlar.

