



# MEDİKAL FİZİK



**Prof.Dr. Çiğdem ALTINSAAT**

**Ankara Üniversitesi  
Veteriner Fakültesi  
Fizyoloji Anabilim Dalı**

# Homeostasis

- **Bedendeki bütün sistemler iç ortamın değişmez kalabilmesi için belli bir düzen içinde ortak çalışması ile mümkün olur.**
  - **Organizma yaşadığı dış çevreden ve iç ortamdan aldığı tüm değişimleri belli merkezler tarafından değerlendirerek beden ısısı, sıvı dengesi gibi birçok yaşamsal değerleri fizyolojik sınırlar arasında kalacak şekilde değişmez tutarak devam ettirir.**

# Homeostasis

- **Bedendeki Düzenleme Mekanizmaları**
  - **Ekstrinsik düzenleme Mekanizması**
    - **Bedenin vereceği yanıtlar sinir ve endokrin sistem ile kontrol edilmektedir.**
  - **İntrinsik (Otoregulasyon) Mekanizması**
    - **Çevresel değişikliğe bağlı olarak bir hücre, doku veya organın otomatik yanıtıdır.**

# Homeostasis

- **Reseptör (Algaç)**
  - Uyarımları alır
- **Kontrol Merkezi**
  - Sinyali değerlendirir ve buna uygun yanıt yaratacak emri oluşturarak talimatları gönderir.
- **Effektör Organ**
  - Gelen emre göre iş yapar

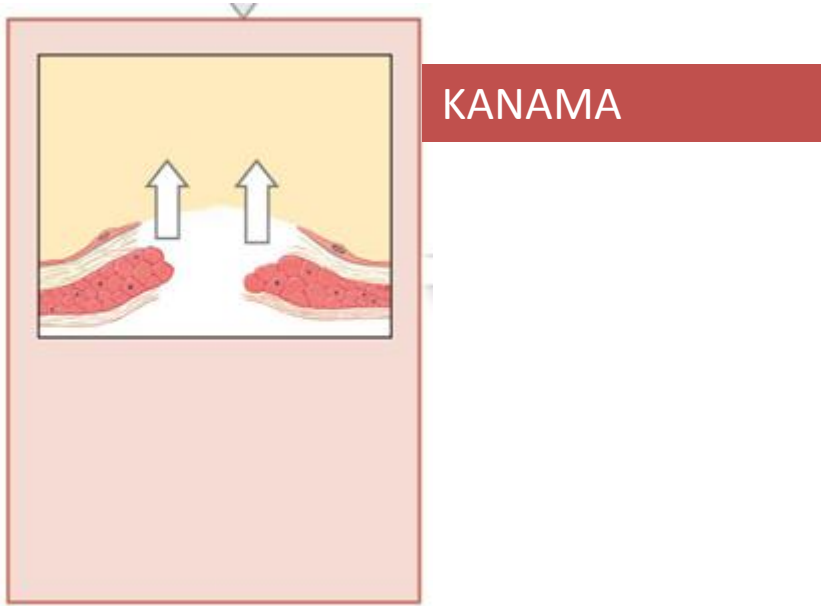
# Negatif Geribildirim

- **Negatif Geribildirim'in Rolü**
  - **Effektörden alınan bilgi ile uyarım baskılanır.**
  - **Bedende istenen homeostatik denge tekrar kurulur.**
    - **Normal sınırlar korunur**

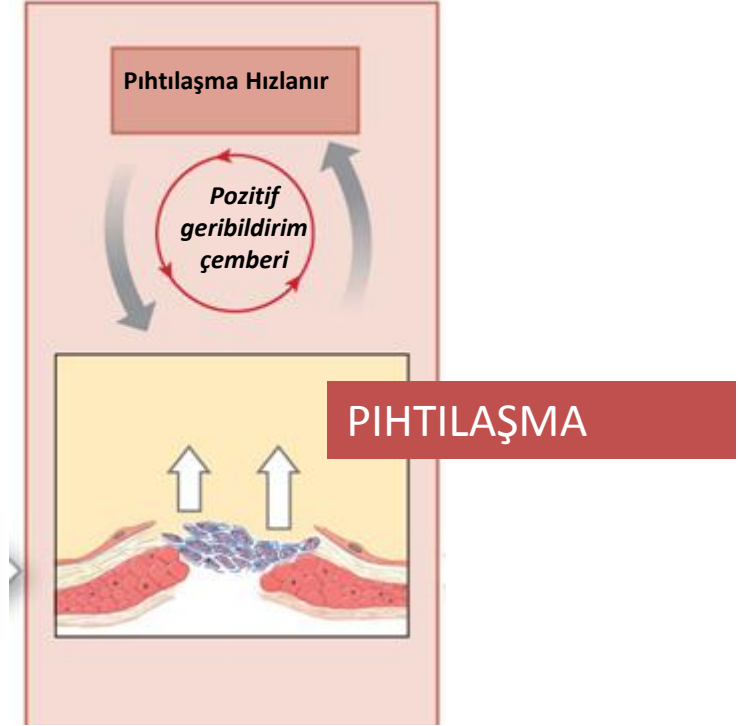
# Pozitif Geribildirim

- **Pozitif Geribildirimın Rolü**
  - Effektör organın yanıtı uyarımın değişimini hızlandırır.
  - Beden homeostasisten uzaklaşır.
    - Normal sınırlar kaybolur
  - Daha çok bedende çalışan mekanizmaları hızlandırma amacıyla kullanılır.

# Pozitif Geribildirim: Pıhtılaşma Mekanizması




Damar duvarında bir yırtılma olduğunda dokudan salınan çeşitli kimyasallar pıhtılaşma mekanizmasını başlatır



Pıhtılaşma devam ederken her basamakta mekanizmanın bir sonraki aşamasına hız kazandıracak bir kimyasal salgılar.

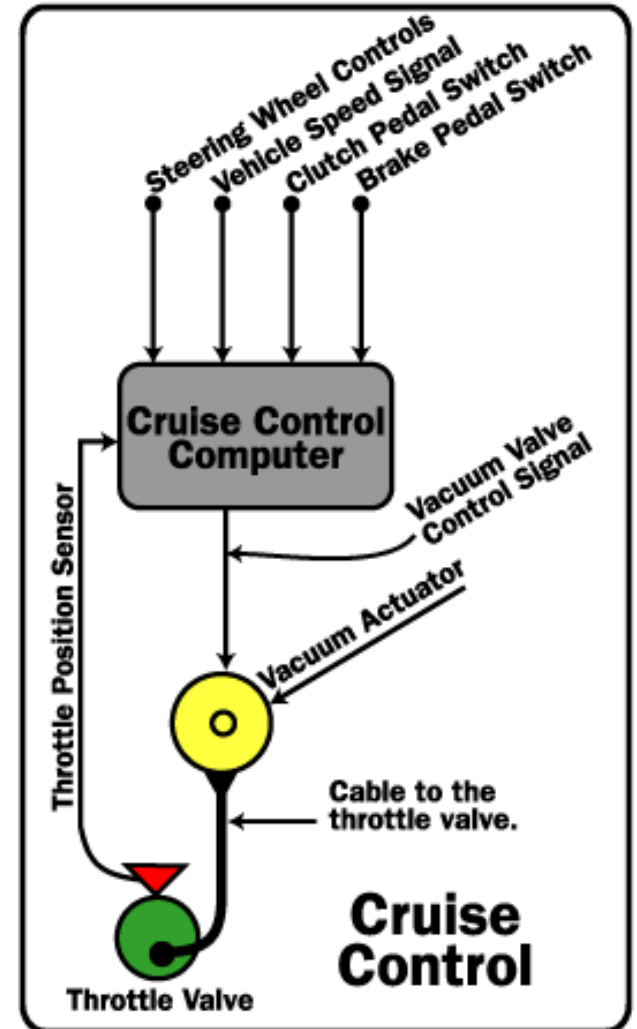
# Negatif ve Pozitif Geribildirim

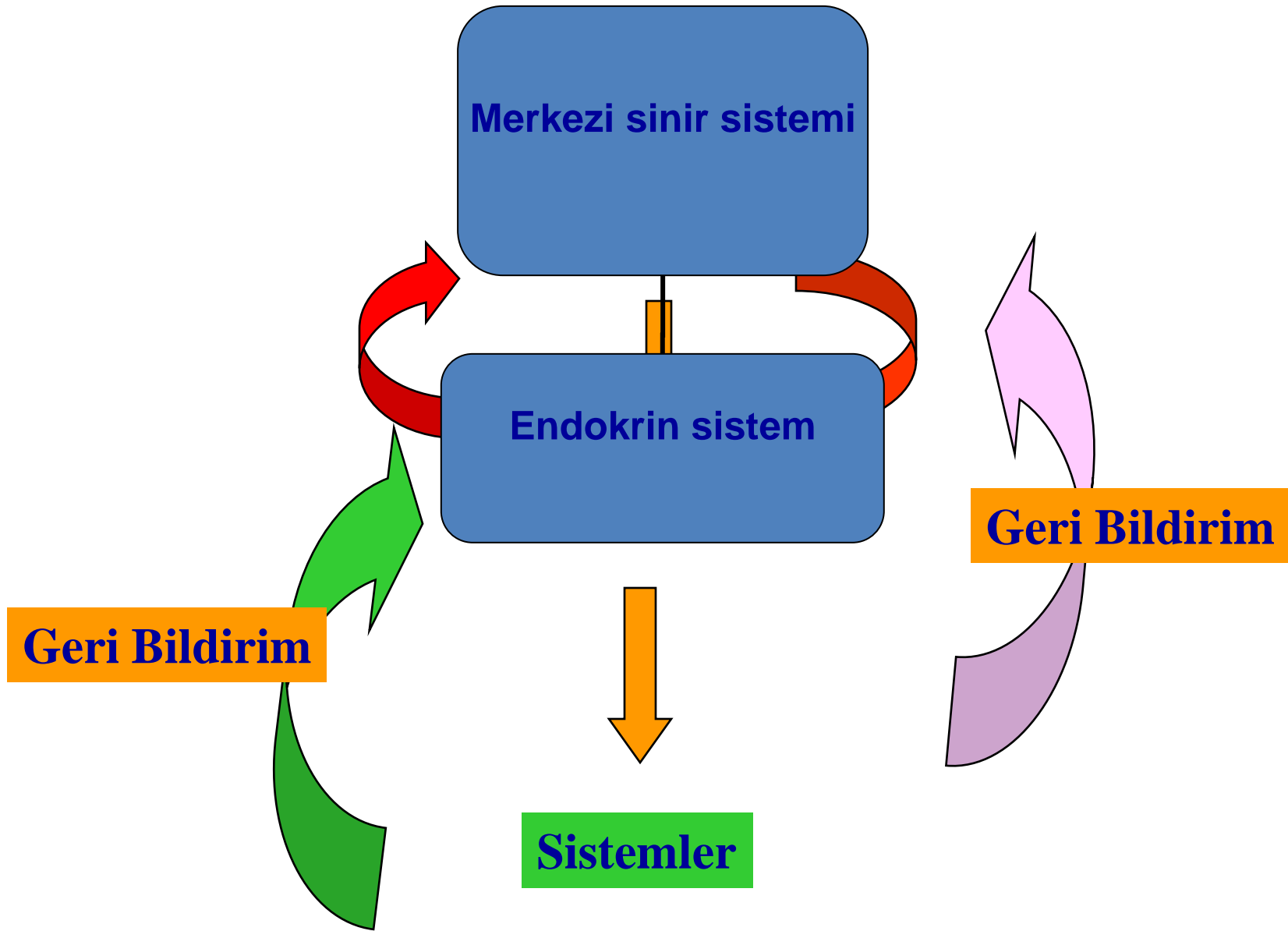
- Sistemler arasında Integrasyon
  - Sistemler homeostasisi sağlamak üzere beraberce çalışır.
- Homeostasis bir **denge durumunu** ifade eder.
  - Zıt kuvvetler arasında denge
  - **Dinamik Denge** — Devamlı değişen durumlara adaptasyon
- Fizyolojik sistemler dengeyi korumak üzere çalışır.
  - Aksama olursa  **hastalık** veya ölüm



# Geribildirim Kontrol Sistemleri

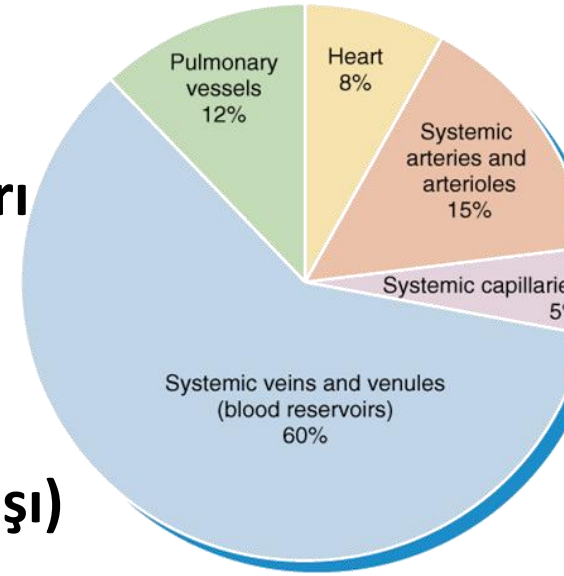
- Kontrol
- İşlemsel
- Devamlılık





# Dolaşımdaki Kanın Dağılımı

- **Dinlenti halinde kanın % 60'ısı sistemik ven ve venüllerde toplanmıştır.**
  - **Kan depolama görevi**
    - **Deri ve karın içi organların toplardamarları**
  - **Kan ihtiyaç halinde buradan istenilen bölgeye kan dağıtılır.**
    - **Kasların çalışması ( Bedensel Aktivite artışı)**  
**Toplardamarlarda kasılma gerçekleşir (Venokonstriksiyon)**
    - **Kanama (hemoraji) venokonstriksiyonla kan basıncının devamlılığını sağlar**
- **Kanın %15 ise arter ve arteriollerde**



# Hemodinamik

- Dolaşımı etkileyen Etmenler
  - Kan akım hızı
  - Kan akımını sağlayan basınç farkları
  - Kan akımına direnç
  - Venöz geri dönüş
- Kuvvetler arası farklılıklar kan akımını sağlar
- Dolaşımdaki basıncı sağlayan ana etmen ventriküller (kalp karıncıkları) tarafından sağlanır.

# Kan akım hızı

- Kan akım hızı (cm/sn)
- Kesit alanı ile ters orantılıdır.
  - Kan akımı arter kollarında daha yavaştır.
  - Aortada 40 cm/sn iken kılcal damarlarda akım hızı 1 cm/sn
    - Hız yavaşladığında kan doku arası geçiş için zaman kazandırır.
- Kan akımı toplardamarlar birleştikçe artar
- Dolaşım zamanı-→ kanın sağ atriumdan çıktıktan sonra tekrar aynı noktaya dönmesi ile sona eren zamandır (1 dak)

# Kan Basıncı

- **Kanın damar duvarına yaptığı basınçtır.**
  - **Ventriküllerin kontraksiyonu ile sağlanır.**
  - **En yüksek basınç AORT tadır.**
    - **Sistolde 120 mm Hg ,**
    - **diyastolde 80 mm Hg**

- **Kalp atım hızı arttığında**

**Kalp çıktısı (verimi ) de artar, kan basıncı yükselir.**

- **Sistemik dolaşımda sol ventrikülden uzaklaştıkça kan basıncı azalır.**
  - **Kılcal damarlara girişte 35 mm Hg**
  - **Sağ atriyuma girişte 0 mm Hg**
- **Kan hacminde %10 dan daha fazla bir değişim olursa, kan basıncı düşer.**
- **Su tutumu kan basıncını artırır.**

# Frank- Starling Mekanizması

- Venöz dönüş artarsa → Arterial basınç artar →  
Diyastol Sonu Hacmi artar → atış hacmi (stroke volume )  
artar.

<b>Organlara Kan girdisi</b>	<b>O<sub>2</sub> Tüketimi</b>
<b>Böbrek</b>	<b>Kas</b>
<b>Beyin</b>	<b>Karaciğer</b>
<b>Karaciğer</b>	<b>Beyin</b>
<b>Koroner</b>	<b>Böbrek</b>
<b>Kas</b>	<b>Koroner</b>
<b>Deri</b>	<b>Deri</b>
<b>Toplam 5000 ml/dak</b>	



- 
- **Kardiak Output (Q) = HR X SV**  
**(Kalp Debisi)**
- **HR= kalp atım Hızı**
- **SV= Atım Hacmi**
- **Kalp İndeksi = Q / beden alanı**

**Frank Starling Yasası - kalp diyastol sonu hacmi ne kadar büyük olursa kalp o kadar güçlü kasılır**

- Kalbin bir dakikada aorta pompaladığı kan miktarına **KALP DEBİSİ** denir.
- Venlerden sağ atriuma, bir dakikada ana toplar damarlar olan V. Cava cranialis ve V. Cava caudalis ile gelen kan miktarına **Venöz Dönüş** denir.
- Venöz dönüş ve kalp debisi, kanın kalpte veya akciğerlerde geçici olarak biriktiği ve uzaklaştırıldığı birkaç vuruş dışında birbirine eşit olmak zorundadır.

# Kan Akışı Koşullarının Değiştirilmesi

- Kalbin birim zamandaki çıktısının değiştirilmesi
  - Atım hacminin değiştirilmesi
  - Atım frekansının değiştirilmesi(kalp atım sayısı)
- o Organlar içinde veya organlar arasında kan akış paylaşımının değiştirilmesi: aktif bölgelere kan akışı daha fazla yönlendirilir.

# Kalp atım sayısını etkileyen faktörler

- Vücut metabolizma düzeyi
- Egzersiz
- Yaş
- Beden alanı
- Genç ve sağlıklı erkeklerde dinlenme sırasında kalp debisi **5600 ml/dak** dır.
- Kadınlardan %20 daha azdır. Ortalama **5000 ml/dak** dır.
- Vücut yüzeyi artıkça, kalp debisi de artar. Kalp atım frekansı düşer.

# Kalp atım sayısını etkileyen faktörler

- Kalp debisi / Vücut yüzeyi metrekaresi başına **Kalp İndeksi** denir.

70 kg lık bir insanda vücut yüzeyi 1.7 m<sup>2</sup> kadardır.

Kalp indeksi 3 lt/dak/m<sup>2</sup>dir.

Doğumdan itibaren giderek artar.

- 10 yaşında 4 lt/dak/m<sup>2</sup> dir.
- 80 yaşında 2.4 lt/dak/m<sup>2</sup> ye kadar düşer.

- Atım Hacmi (SV) = Herbir kalp atımında ventriküllerin her birinden (sağ karıncık, sol karıncık) pompalanan kan miktarıdır.
- Dinlenti halinde Ortalama 70 ml/atım dır.
- Diyastol Sonu Hacmi (EDV) ile sistol Sonu Hacmi(ESV) arasındaki farktır.

$$SV = EDV - ESV$$

$$120 \text{ ml/atım} - 50 \text{ ml/atım} = 70 \text{ ml/atım}$$

- Yüzeyine teğet bir kuvvet uygulanan katı madde bir tepki kuvveti oluşturabilir ve kuvvet kaldırıldığında ilk şeklini alır.
- Buna **Makaslama Esnekliği** denir.
- **Makaslama Esnekliği sıvı ve gazlarda yoktur.**

- Makaslama zorlarına karşı herhangi bir tepki ile karşı koyamayarak akışa geçen maddelere **AKIŞKAN** denir.
- Durgun bir akışkan yüzeyine paralel bir kuvvet oluşturamaz. Statik sürtünme katsayısı sıfırdır.
- Yoğunluk ( $d, \rho$ ); Akışkanın birim hacminin kütlesidir.



# Yoğunluklar (Özkütle)

Su	0°C	917 kg/m <sup>3</sup>
Su	4°C	1000 kg/m <sup>3</sup>
Su	30°C	996 kg/m <sup>3</sup>
Su	100°C	958 kg/m <sup>3</sup>
Kan plazması	37°C	1030 kg/m <sup>3</sup>
Tüm Kan	37°C	1050 kg/m <sup>3</sup>
	0°C	1.3 kg/m <sup>3</sup>
Civa (Hg)	0°C	13600 kg/m <sup>3</sup>

# Akışkan Basıncı

Dış Kuvvet



Sıvının kendi yoğunluğu



- $P = F / A$
- Paskal (Pa) =  $\frac{\text{Newton(N)}}{\text{m}^2}$
- Basıncın uluslararası birim sistemindeki (SI) birimi
- Paskal (Pa) =  $\text{Newton(N)} / \text{m}^2$

- Durgun bir akışkanın kendi ağırlığı önemsiz ise ; akışkan içinde basınç her yerde aynıdır ( **Paskal Yasası**)
- Durgun bir akışkanın kendi ağırlığı dikkate alındığında ; aynı düzlem üzerinde yer alan tüm noktalardaki basınç **aynıdır( eşittir)**

Buna göre; durgun bir akışkan içerisinde yükseğe çıkıldığında **basınç düşer**, derinlere inildikçe ise; **basınç artar**

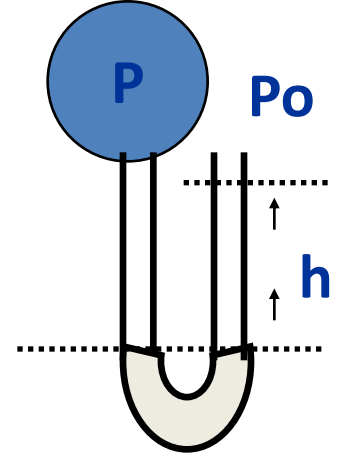
# Paskal Yasası

İki nokta arasındaki farkı ise yükseklik farkı belirler



$$\text{Basınç (P)} = \frac{\text{(F) Kuvvet}}{\text{Alan (A)}}$$

$$\Delta P = P - P_0 = \rho g h$$
$$P = P_0 + \rho g h$$



Durgun akışkan içinde keyfi olarak seçilen düzeydeki basınç  $P_r$  ise; bu düzeyden yukarı doğru 'h' yüksekliğindeki alanda basınç



$$P_r - P = \rho g h$$

$$P_r = P + \rho g h$$

$\rho$  = akışkanın yoğunluğu

$g$  = yerçekimi ivmesi

$h$  = akışkanın referans noktadan yüksekliği

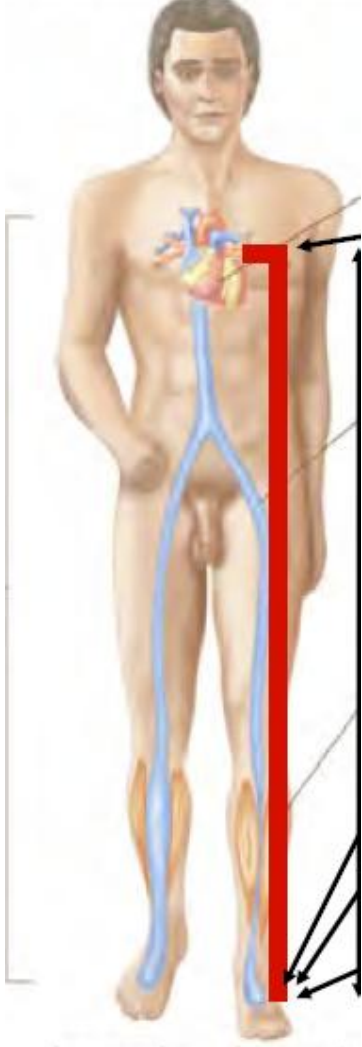
$P_0 (r)$  = Referans noktadaki basınç

# Uluslararası Birim Sistemleri (SI)'ne göre Basıncın Birimi

	Pa	mmHg	cmHg	cmH <sub>2</sub> O
1 Paskal	1	$7,5 \times 10^{-3}$	$7,5 \times 10^{-4}$	0.0102
mmHg	<b>133.3</b>	1	0.1	1.36
cmHg	1333	10	1	13.6
cmH <sub>2</sub> O	98	0.735	0.0735	1

$$P = P - P_o = \rho g h$$
$$P = P_o + \rho g h$$

Boy = 1,80 m.



Kalbin Yerden Yüksekliği 1,35 m.  
Aort kan basıncı ortalaması 100 mmHg  
(13,3 kPa)

Civanın Yoğunluğu = 13 600 kg/m<sup>3</sup>  
Kan ve Su Yoğunluğu = 1 000 kg/m<sup>3</sup>  
Yerçekimi ivmesi = 9,8 m/sn<sup>2</sup>

Yatar durumda:

$$P(\text{baş}) = P(\text{ayak}) - P_r = 100 \text{ mmHg} = 13,3 \text{ kPa}$$

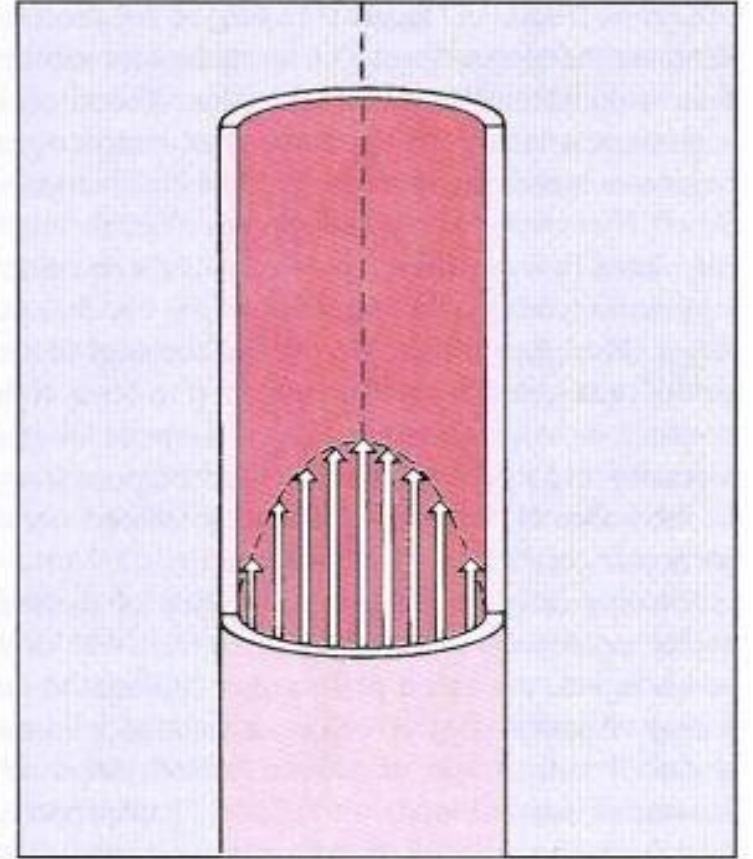
Ayakta dik durumda :

$$P(\text{baş}) = P_r - \rho g h$$
$$= 13\,300 - 0,45 \times 9,8 \times 1\,000 \text{ Pa}$$
$$= \mathbf{8,9 \text{ kPa}} = 67 \text{ mmHg}$$

$$P(\text{ayak}) = 13\,300 + 1,35 \times 9,8 \times 1\,000 \text{ Pa}$$
$$= \mathbf{26,6 \text{ kPa}} = 199 \text{ mmHg}$$

# Laminar (Düzgün,Sessiz) Akış

- Laminar akış sırasında akışkan içindeki tüm elemanlar borunun eksenine paralel akış çizgileri oluşturacak şekilde hareket eder
- Akış hareketi radial ve çevresel yönlerde oluşmaz.Çepere temas eden sıvı tabakası hareketsizdir.
- Akışkanın borucuk eksenine paralel olan(en orta) bölgesinde hız en fazladır



# Türbülan (Girdaplı) Akış

---

- Girdaplı akışta akışkan içindeki elemanlar axial, radial ve çevresel tarzda
- Her yöne düzensiz olarak şekillenir.
- Sıvıda her yöne doğru dalgalanma vardır.

