



Fizyolojiye Giriş ve Hücre Fizyolojisi-I

Diş Hekimliği Fakültesi, Fizyoloji Dersi

Doç. Dr. Güvem GÜMÜŞ AKAY

guvemakay@gmail.com

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi

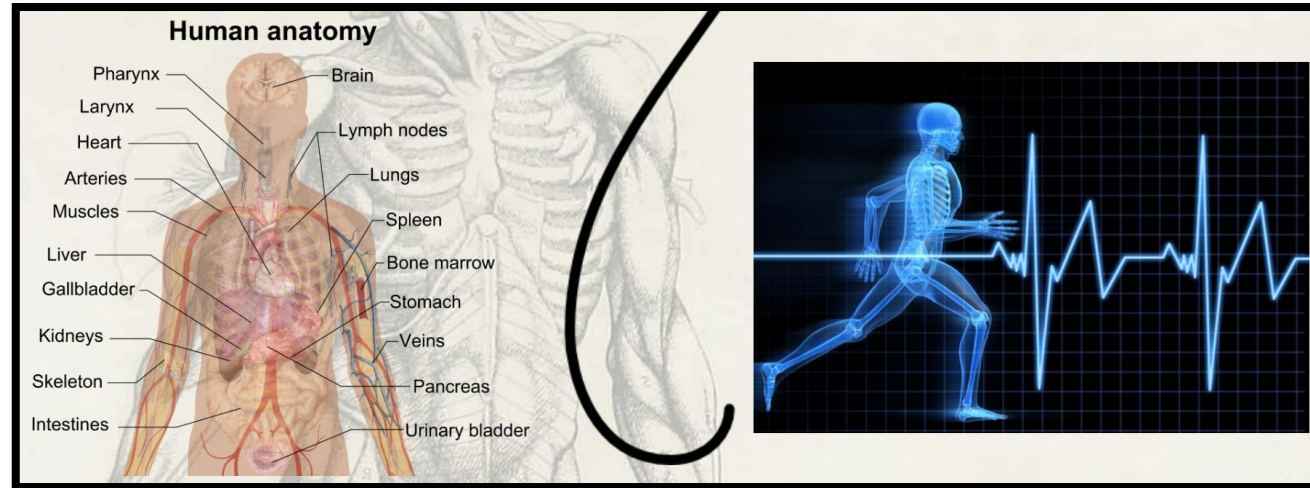
Fizyoloji A.D

Ders Akışı

- Fizyolojiye Giriş
 - Fizyolojinin tanımı
 - İnsan vücudunun organizasyon seviyeleri
 - Vücut sıvı kompartmanları
 - Homeostaz
 - Homeostatik Kontrol Mekanizmaları
- Hücre Fizyolojisi
 - Hücrenin genel yapısı
 - Hücre zarı
 - Organeller
 - Hücre İskeleti

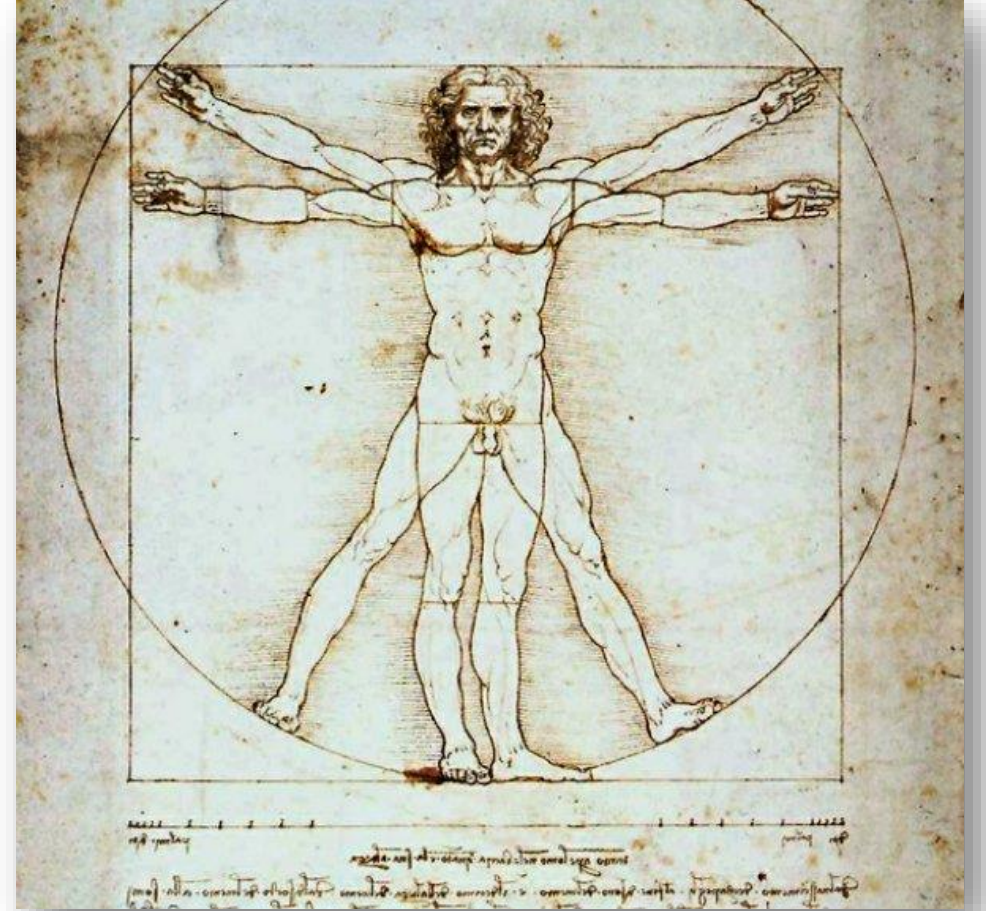
- **Anatomi** vücut **yapı**larını ve bu yapıların birbirleri ile olan ilişkilerini inceleyen bilim dalıdır.
- **Fizyoloji** vücut yapılarının **işlev**lerini ve bu işlevlerin **mekanizma**larını araştıran bilim dalıdır.

Vücut nasıl çalışır?



Fizyolojinin hedefleri nelerdir?

- Yaşamın kökeni, gelişimi ve ilerlemesinden sorumlu olan fiziksel ve kimyasal faktörleri açıklamak.
- **İnsan fizyolojisi**, insan vücudunun onu canlı yapan belirli özelliklerini ve mekanizmalarını açıklamaya çalışır.



Mekanizma

Nasıl nefes alıyoruz?

Kan nasıl akar?

Eritrositler O₂'ni nasıl taşır?

İşlev

Neden nefes alıyoruz?

Kan neden akar?

Eritrositler O₂'ni neden taşır?

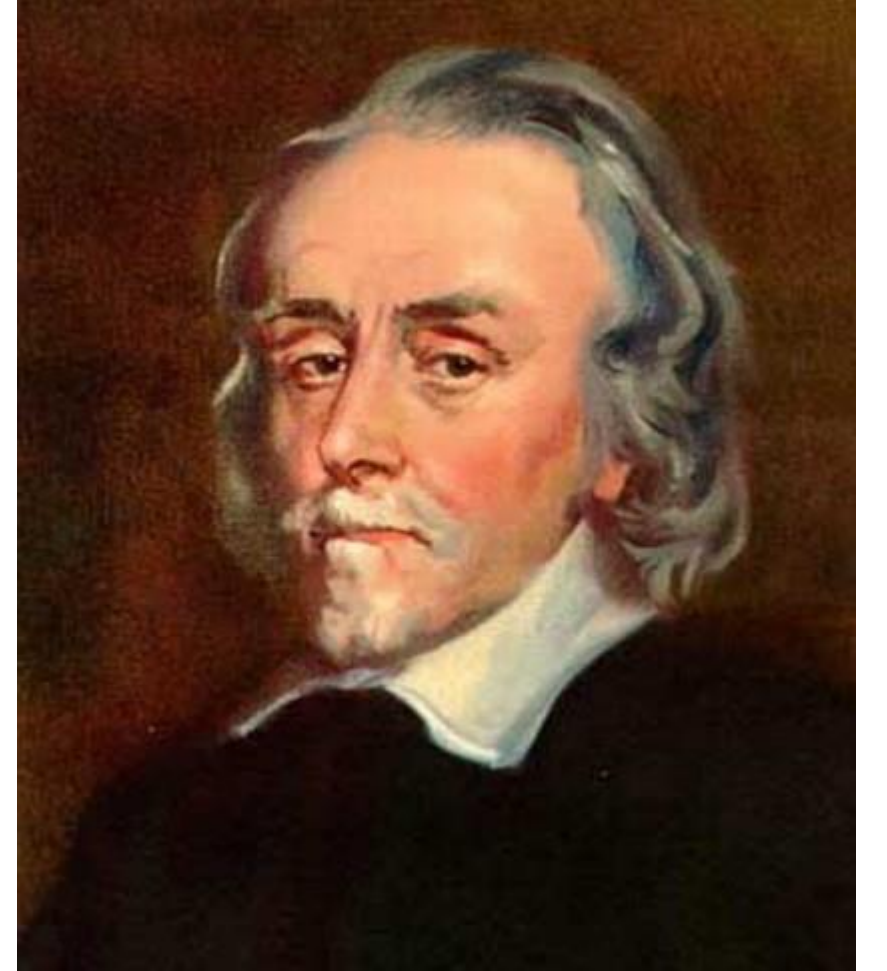
Claudius Galenus (MS 129-216)

- Romalı ünlü bir hekimdir.
- Deneysel fizyolojinin kurucularındandır.
- Hayvan bedenleri ile çalışmıştır.
- Galen'e göre analizler hastalıkların incelenip iyileştirilmesinin temelini oluşturur



William Harvey (1578-1657)

- İngiliz hekimdir.
- Modern fizyolojinin öncülerindedir.
- Kalp ve dolaşım sistemi üzerine önemli çalışmalar yapmıştır.
- Kalbin debisini ilk defa hesaplamıştır.



Claude Bernard (1813-1878)

- Bilimsel fizyolojinin kurucusu
- *“After carrying out an analysis of phenomena, we must . . . always reconstruct our physiological synthesis, so as to see the joint action of all the parts we have isolated. . . .”*
- ***milieu interior***: İç ortam
- Tıbbın bilimsel temeli olarak fizyoloji



Fizyolojinin Temel Aldığı 4 kuram

- Termodinamik
- Hücre teorisi
- Kromozom teorisi
- Evrim teorisi

İnsan Vücudunun Organizasyon Seviyeleri

- ✓ Kimyasal
- ✓ Hücresel
- ✓ Dokusal
- ✓ Organsal
- ✓ Sistemsel
- ✓ Organizmal

Organizasyon seviyeleri: **Kimyasal seviye**

Atomlar maddenin en küçük birimleridir.

Yaşam için gerekli olan atomlar: C, H, O, N, P, Ca, S, Mg, vb.

Moleküller: İki veya daha fazla atomun bir araya gelmesinden oluşur.

H₂O, CO₂

Karbohidratlar

Lipitler

Proteinler

Nükleik asitler...

Organizasyon seviyeleri: Hücresel seviye

✓ **Hücre:** Organizmanın temel yapısal ve işlevsel birimidir.

✓ ~200 farklı tipte hücre

Organizasyon seviyeleri: **Doku seviyesi**

Dokular: Hücre grupları ve onları çevreleyen materyal.

- Kas dokusu
- Sinir dokusu
- Epitel dokusu
- Bağ dokusu

Organizasyon seviyeleri: **Organ seviyesi**

Dokular organ oluşturmak için bir araya getirilir.

Belirli bir işlevi ve şekli vardır.

Organizasyon seviyeleri: **Sistem seviyesi**

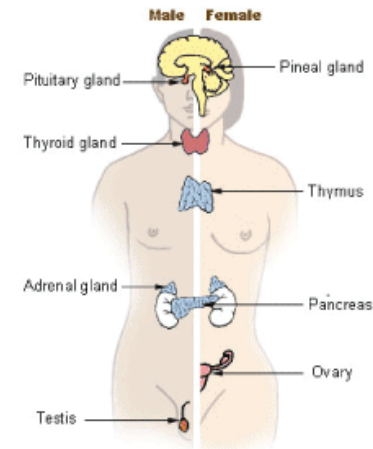
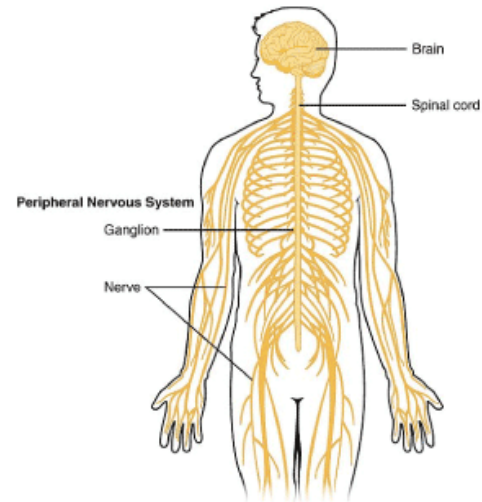
Bir sistem, ortak bir işlevle ilişkili organlardan oluşur

Başlıca Fonksiyonel Sistemler

- Örtü sistemi
- Kardiyovasküler sistem
- Solunum sistemi
- Sindirim sistemi
- Kas-iskelet sistemi
- Üriner Sistem (Renal Sistem)
- Üreme sistemi

Vücut İşlevlerinin Düzenlenmesi

- Sinir sistemi
- Endokrin sistem



NERVOUS SYSTEM

- Electrical impulses are the messengers in the nervous system

ENDOCRINE SYSTEM

- Hormones are the chemical messengers in the endocrine system that target cells through the bloodstream

Organizasyon seviyeleri: **Organizma seviyesi**

- Organizmalar bir bütündür
- **Organ sistemleri tek başına çalışmaz**, gerekli yaşamsal işlevleri yerine getirmek için işbirliği içinde çalışırlar.

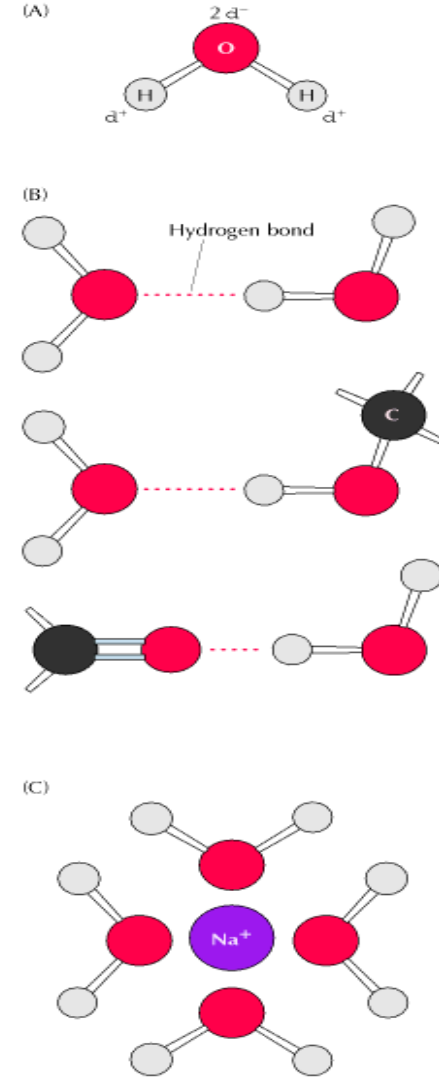
Organizmalar

- **Sınırlarını korur**
 - *Hücre zarı - Deri*
- **Hareket eder**
 - *Mikrotübüller – Kas-İskelet sistemi*
- **Çevresel değişikliklere yanıt verir**
 - *Reseptörler – Sinir ve Endokrin sistemleri*
- **Besinleri alır ve sindirirler**
 - *Endositoz, Lizozom – Sindirim Sistemi*
- **Metabolik olayları gerçekleştirir**
 - *Mitokondriler – Sindirim ve Solunum sistemleri*
- **Atıkları uzaklaştırır**
 - *Peroksizomlar, ekzositoz – Sindirim ve Boşaltım sistemleri*
- **Ürerler**
 - *Mitoz/Mayoz – Üreme sistemi*
- **Büyürler**
 - *Mitoz*

VÜCUT SIVILARI

Vücut Sıvıları

- Yaşamın kimyasal reaksiyonları sulu çözeltilerde gerçekleşir.
- «**Polar**» molekül
 - H atomları kısmi pozitif; O atomu kısmi negatif yüke sahip
- Polar doğasından dolayı su molekülleri
 - İrbirleri ile ve diğer polar moleküllerle hidrojen bağı yapabilir
 - Pozitif ve negatif yüklü iyonlarla etkileşebilir.



Su (H₂O)

- 70-kg erişkin erkek

TOPLAM VÜCUT SUYU: % 60 ~ 42 litre

- Yaş, cinsiyet ve obezite

Azalmış vücut suyu (~% 40)

Yaşlı insanlar

Kadınlar

Obez insanlar

Artmış vücut suyu (~% 80)

Prematüre ve yeni doğanlar

Ödem

Toplam vücut sıvısı esas olarak iki kompartmanda bulunmaktadır

1- Hücre içi (Intraselüler sıvı): ICF

Vücut ağırlığının %40'
= **28 litre**

2- Hücre dışı (Ekstraselüler) sıvı: ECF

Vücut ağırlığının %20'si
= **14 litre**

a) Hücreler arası (İnterstisyel) sıvı

Vücut ağırlığının %15'i = 10,5 litre

b) Damar içi (İntravasküler) sıvı (Kan plazması)

Vücut ağırlığının %5'i = 3,5 litre

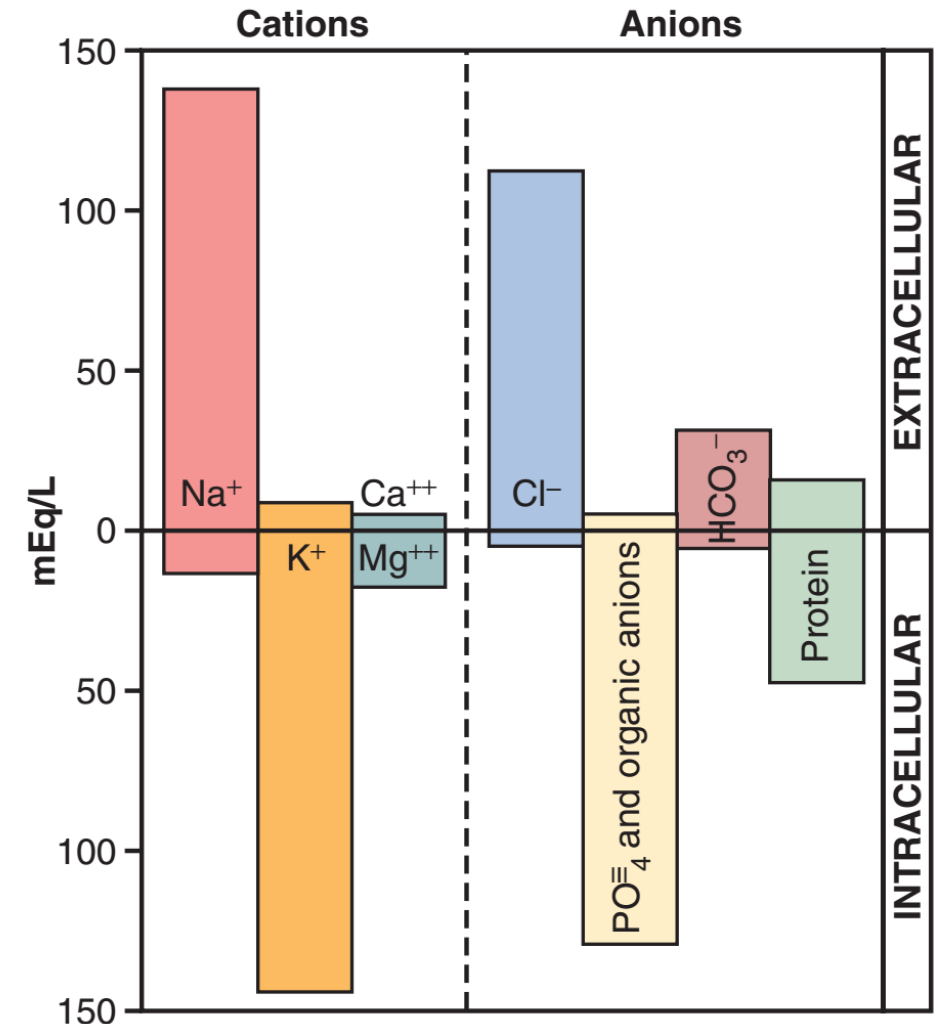
c) Transselüler sıvı (sinovial, peritoneal, perikardiyal, BOS, göz içi alanlar)

TOPLAM VÜCUT SIVISI

% 60 = 42 litre

Hücre dışı ve Hücre içi sıvılarının kimyasal kompozisyonu

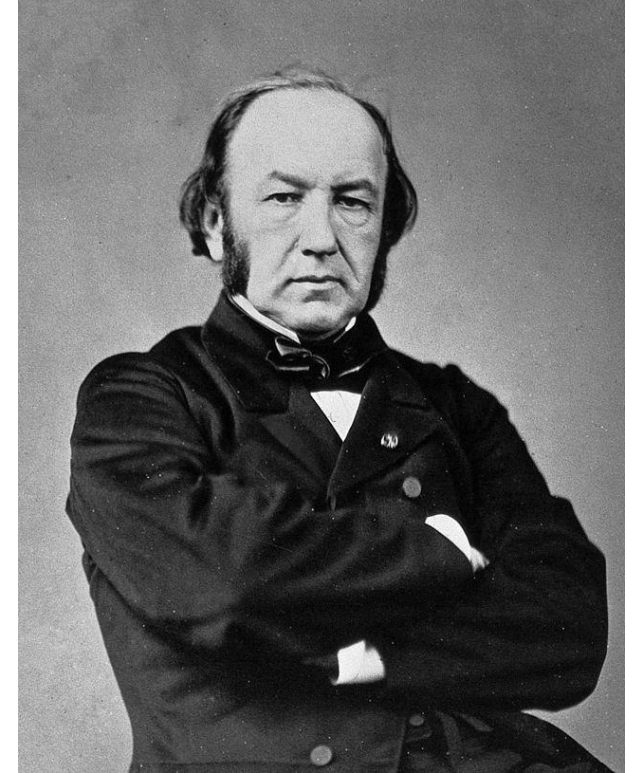
	EXTRACELLULAR FLUID	INTRACELLULAR FLUID
Na ⁺	142 mEq/L	10 mEq/L
K ⁺	4 mEq/L	140 mEq/L
Ca ⁺⁺	2.4 mEq/L	0.0001 mEq/L
Mg ⁺⁺	1.2 mEq/L	58 mEq/L
Cl ⁻	103 mEq/L	4 mEq/L
HCO ₃ ⁻	28 mEq/L	10 mEq/L
Phosphates	4 mEq/L	75 mEq/L
SO ₄ ⁻	1 mEq/L	2 mEq/L
Glucose	90 mg/dl	0 to 20 mg/dl
Amino acids	30 mg/dl	200 mg/dl ?
Cholesterol	0.5 g/dl	2 to 95 g/dl
Phospholipids		
Neutral fat		
PO ₂	35 mm Hg	20 mm Hg ?
PCO ₂	46 mm Hg	50 mm Hg ?
pH	7.4	7.0
Proteins	2 g/dl (5 mEq/L)	16 g/dl (40 mEq/L)



Hücre dışı sıvıda, hücrelerin yaşamını sürdürmesi için ihtiyaç duyduğu iyonlar ve besinler bulunur.

Tüm hücreler aslında aynı ortam içinde, yani hücre dışı sıvıda yaşamlarını sürdürürler.

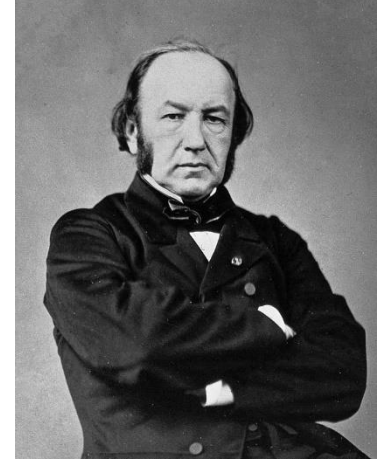
Bu nedenle hücre dışı sıvıya “*vücudun iç ortamı*” da denir (*the milieu intérieur*).



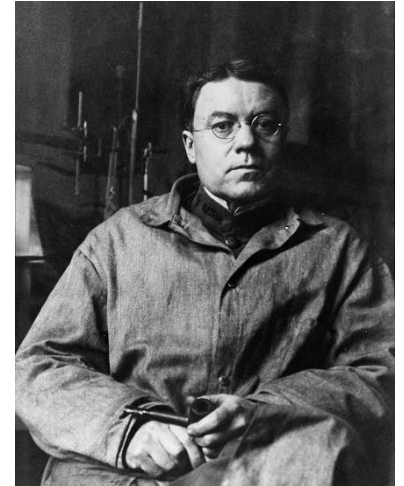
Claude Bernard (1813-1878)

Homeostaz

- "Homeostaz" terimi, fizyologlar tarafından, çevre koşullarının sürekli değişmesine rağmen iç ortamdaki sabit koşulların sürdürülmesi için kullanılan bir terimdir.
- **Homeo:** Aynı; **Stasis:** Duraęan
- Vücudun tüm organları ve dokuları, bu sabit (kararlı durum) koşulların korunmasına yardımcı olan işlevleri yerine getirir.
- Dinamik bir süreçtir



Claude Bernard (1813-1878)



Walter Cannon (1871-1945)

Homeostaz

Herhangi bir değişikliği durdurmak demek **DEğİLDİR!**

«**Değişimi normal bir aralıkta tutmaya çalışmaktır.**»

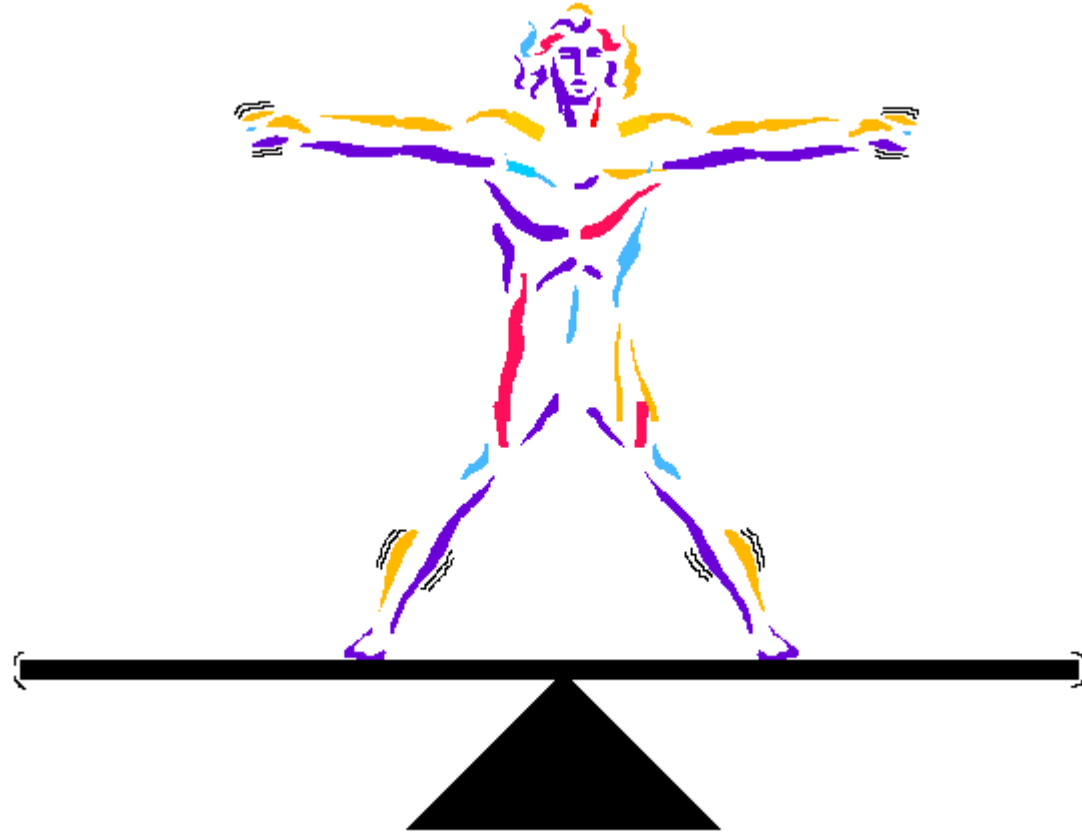
Bir kişi bir deęiřken için homeostatik olabilir ancak bir bařka deęiřken için homeostatik olmayabilir.

Homeostaz, bu nedenle, her değişken için farklı şekilde tanımlanmalıdır.

Bir değişken kabul edilen aralığın dışına çıkarsa,
sapmıőtır.

Organizma, ayar noktasından sapan değişkenleri tespit edebilmeli ve düzeltici önlemler alabilmelidir:

Homeostatik düzenleme



Homeostatik Kontrol Mekanizmaları



20°C

- Vücut sıcaklığından daha düşük bir sıcaklık olduğu için dış ortama doğru ısı kaybı.
- Vücudunun hücrelerinde meydana gelen kimyasal reaksiyonlar, ısı kaybı oranına eşit oranda ısı üretir.
- Vücutta net bir ısı kazanımı veya kaybı yaşanmaz ve vücut ısısı sabit kalır.
- **KARARLI DURUM-AYAR NOKTASI**
- İç ortamdaki bu karar girdi ve çıktıların dengelenmesiyle sağlanır.

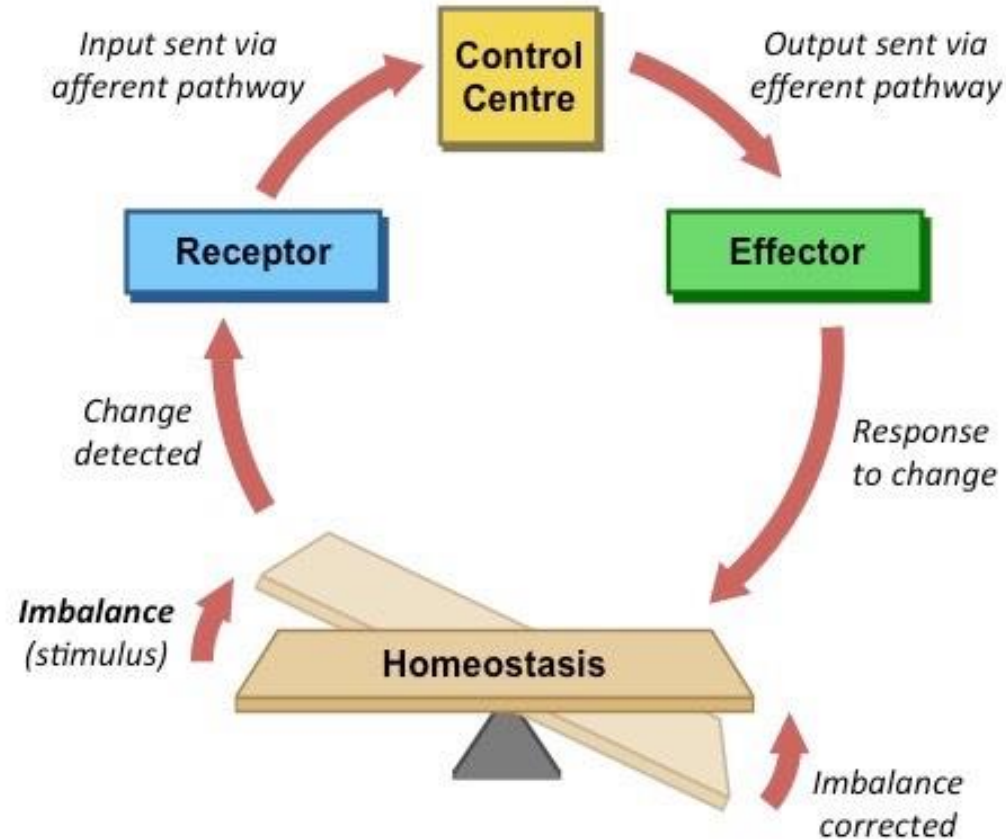


5°C

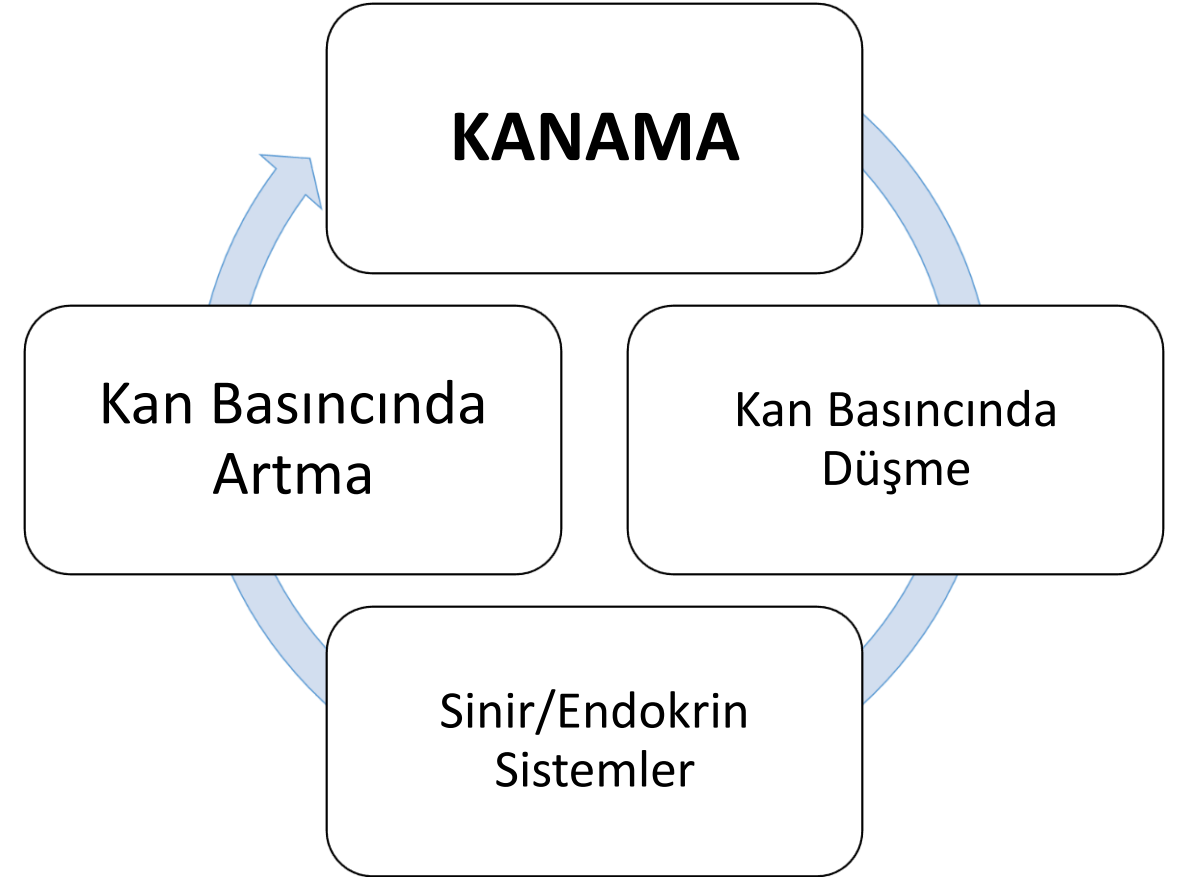
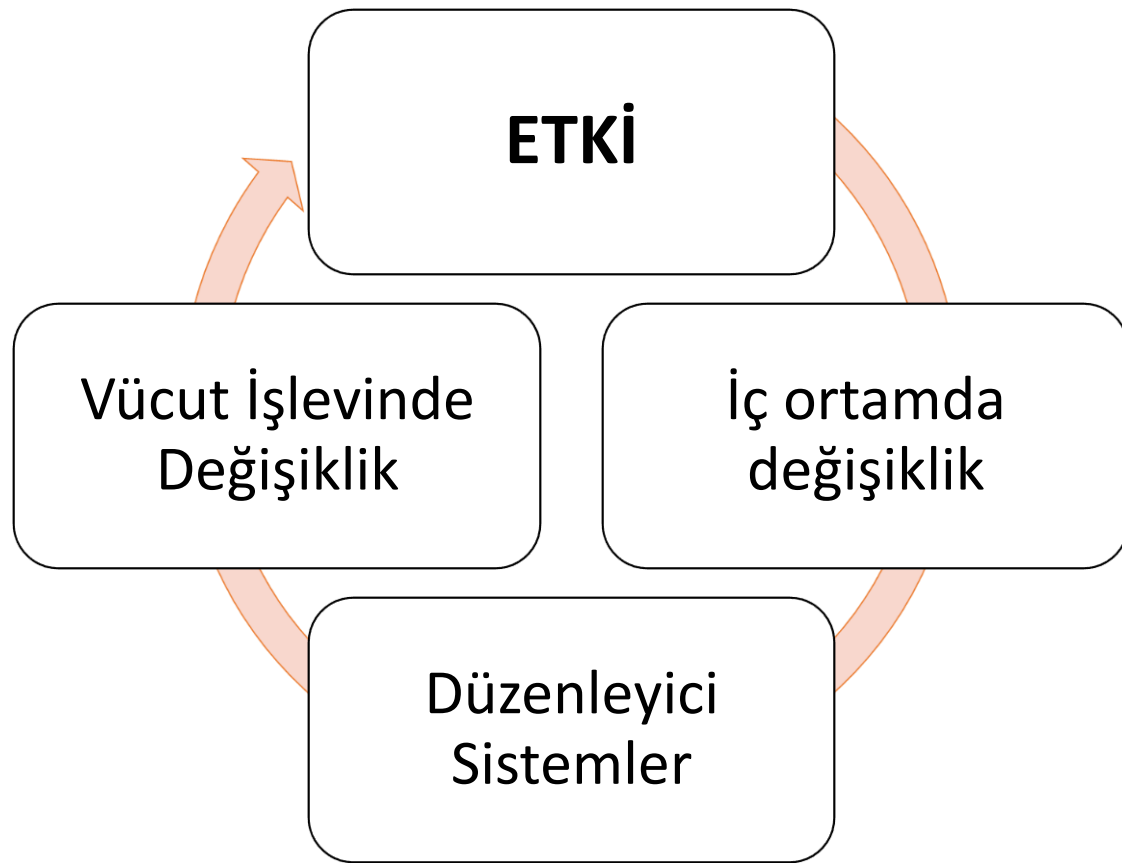
- Isı kazanımı ve kaybı arasındaki dengeyi bozarak kişinin deriden ısı kaybını artırır.
- Vücut sıcaklığı düşmeye başlar. Bununla birlikte, çok hızlı bir şekilde, düşüşü sınırlamak için çeşitli homeostatik yanıtlar ortaya çıkar.
- Deriye akan kan miktarını azaltmak için deriye giden kan damarları daralır.
- Kişi, ısı kaybının meydana geldiği deri yüzey alanını azaltmak için omuzlarını büker ve kollarını kavuşturur.
- Aşırı ısı kaybı (çıktı) önlenemezse, ısı girdisi ile çıktı arasındaki dengeyi yeniden kurmanın tek yolu girdiyi artırmaktır.
- Kişi titremeye başlar ve titremeyi oluşturan iskelet kası kasılmalarından sorumlu kimyasal reaksiyonlar büyük miktarda ısı üretir.

Homeostatik Kontrol Sisteminin Bileşenleri

- Uyarı-Yanıt Dizileri: Refleksler
- Reflekse aracılık eden yolak: Refleks arkı



Örn: Arter kan basıncının düzenlenmesi



Refleks Arkı

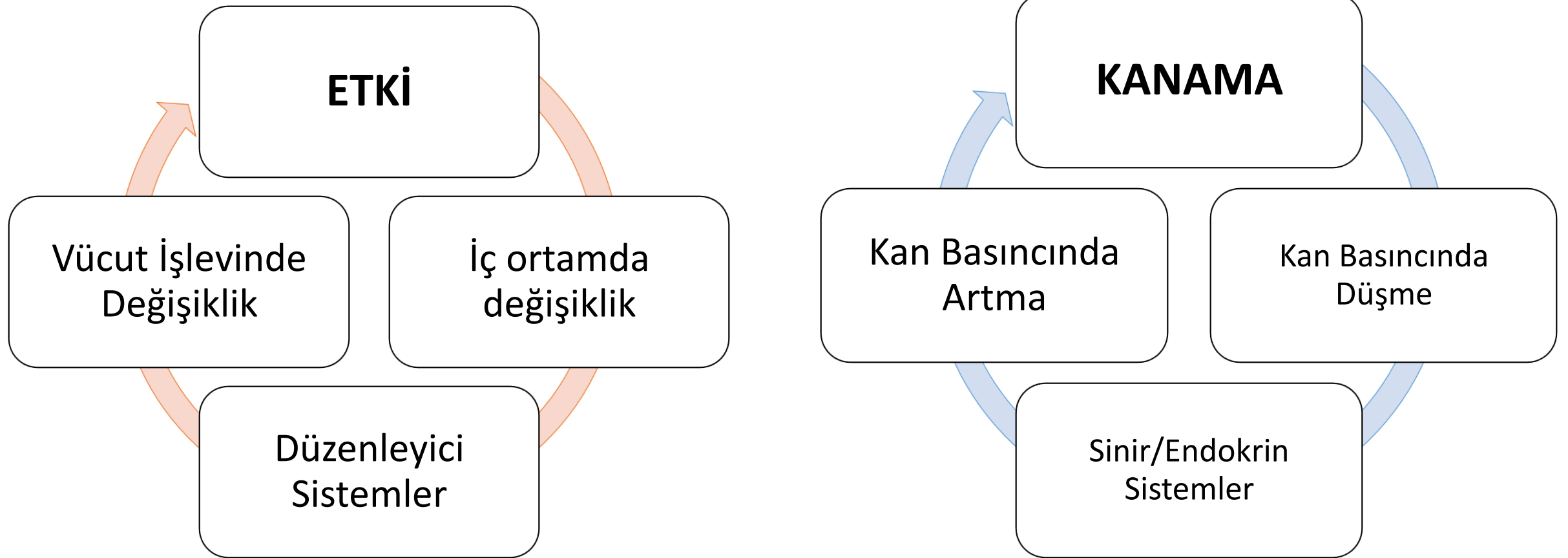
UYARAN	KAN BASINCINDA ARTMA
1. Reseptör	Baroreseptörler
2. Afferent yol	IX. ve X. Kafa sinirleri
3. Kontrol merkezi	Beyin sapı, Kardiyovasküler merkez
4. Eferent yol	Sempatik sinirler
5. Efektör organ	Kalp
YANIT	Kardiyak kasılma ve kalp hızında azalma

Kontrol Sistemlerinin Özellikleri

- Vücudun çoğu kontrol sistemi *negatif geri besleme* niteliğindedir.
- **Negatif** → Orijinalden sapmanın tam tersi yönde
- Bir faktör aşırı veya eksik hale gelirse, kontrol sistemi, negatif geri beslemeyi başlatarak, meydana gelen bir dizi değişiklik ile faktörün belirli bir ortalama değere geri dönmesine ve böylece homeostazın sürdürülmesine olanak sağlar.
- Negatif geri besleme çoğu fizyolojik değişkenin kontrolü ve dengede tutulmasında hayati öneme sahiptir.

NEGATİF GERİ BESLEME

Örn: Arter kan basıncının düzenlenmesi



Bir kontrol sisteminin "kazancı"

Sabit koşulları korumakla görevli bir kontrol sisteminin etkinlik düzeyi negatif geribildirim kazancı ile belirlenir.

Geri besleme sistemi 125-175=-50 mmHg'lık bir «**düzeltilme**» yaptı

125-100: 25 mmHg'lık fark «**hata**»

Kontrol sistemi değişikliği düzeltmek açısından %100 verimle çalışmıyor.

Kazanç= Düzeltilme/Hata

Baroreseptör sisteminin arter basıncı kontrolündeki kazancı -2'dir.



- ✓ Baroreseptörleri çalışmıyor
- ✓ Çok miktarda kan transfüzyonu
- ✓ 100 mmHg → 175 mmHg



- ✓ Baroreseptörleri çalışıyor
- ✓ Aynı miktarda kan transfüzyonu
- ✓ 100 mmHg → 125 mmHg

Pozitif Geri Besleme

- Bir tür kısır döngü olan *pozitif geri besleme* bir kontrol mekanizması olarak kullanılamaz.
- Bir süreci hızlandırarak, homeostazın genel fizyolojik prensibine aykırı olan "patlayıcı" bir sisteme yol açar.
- Pozitif geribildirim bazen yararlı olabilir:
 - Doğum
 - Kanın pıhtılaşması
 - Sinir hücrelerinde elektriksel sinyallerinin oluşması

Adaptif Kontrol Sistemi: İleri Beslemeli Kontrol

- Vücutun gelecek bir durum değişikliğine göre hazırlanmasıdır.
- Kontrol sisteminin "net kazancını" artırır.
- Bu kontrol mekanizması öğrenme ile yakından bağlantılıdır.

Örnek:

- Terleme ve nefes alma, egzersize başlamadan önce bile hızlanır.
- Karanlıkta merdiven çıkarken görmediğiniz bir basamak için vücut durumunun ayarlanması

Ayar noktalarının sıfırlanması

- Düzenlenen pek çok değişken için ayar noktaları fizyolojik olarak yeni bir değere sıfırlanabilir.
- Yaygın bir örnek: Ateş

Fizyolojinin Genel Prensipleri

Homeostaz saęlık ve hayatta kalmak için çok önemlidir.

Organ sistemlerinin işlevleri birbiriyle koordine edilir.

Çoğu fizyolojik işlev, çoğu zaman zıt şekilde çalışan birden fazla düzenleyici sistem tarafından kontrol edilir.

Hücreler, dokular ve organlar arasındaki bilgi akışı, homeostazın temel bir özelliğidir ve fizyolojik süreçlerin entegrasyonuna izin verir.

Farklı kompartmanlar arasında ve zarı boyunca kontrollü madde alışverişi meydana gelir.

Fizyolojik süreçler kimya ve fizik yasalarına uyar.

Fizyolojik süreçler, madde ve enerjinin transferini ve dengesini gerektirir.

Yapı, işlevin bir belirleyicisidir ve onunla eş zamanlı gelişmiştir.

HÜCRE FİZYOLOJİSİ

Hücrelerin Genel Özellikleri

- ✓ Makromoleküler yapılar alt birimlerden oluşur.
- ✓ Membran yapısı (fosfolipid bilayer)
- ✓ DNA (nadiren RNA) molekülünde saklı olan genetik bilgi, DNA molekülünün kendini eşleyebilme özelliği ile yavru hücrelere aktarılır.
- ✓ DNA'da saklı olan bu bilgi RNA ve protein moleküllerini kodlar.
- ✓ Hücresel bileşenler difüzyon, pompalar ve motor proteinleri aracılığı ile hücre içerisinde hareket ederler.
- ✓ Reseptörler ve sinyal iletim sistemleri bir hücrenin değişen çevre koşullarına adaptasyonunu sağlar.
- ✓ Moleküler geri-besleme mekanizmaları hücrenin moleküler kompozisyonunu, büyümesini ve farklılaşmasını düzenler

Hücrelerin yapı ve işlevleri önemli ölçüde zarlara bağlıdır.

Zarlar:

- Hücreleri buldukları çevreden ayırır: Plazma zarı
 - Sitozol - Ekstraselüler çevre
- Ökaryotik hücrelerde internal kompartmanları (nükleus ve diğer organeller) oluşturur
- Seçici geçirgendir

- Dinamik ve akışkan bir yapıdır, tüm moleküller zar düzlemi boyunca hareket eder
- Akışkan yapısı lipid bilayer'dan kaynaklanır
- 5nm kalınlığında
- Suda çözünen moleküllerin pek çoğu için geçirgen olmayan bir bariyerdir

Hücre Zarının Yapısı: Akışkan mozaik model

➤ Lipit bilayer

➤ Proteinler

- Reseptörler
- Makromoleküllerin membran boyunca taşınması
- Elektron transportu ve oksidatif fosforilasyon
- Hücreler arası etkileşimin kontrolü
- Hücreler arası haberleşme
- Enzimatik aktivite
- Antijen

Plazma zarı tüm hücrelerde dışsal sinyaller için sensör gibi iş gören zar proteinleri içerir

- Hücreler dışsal uyarılara karşı yanıt oluşturabilir

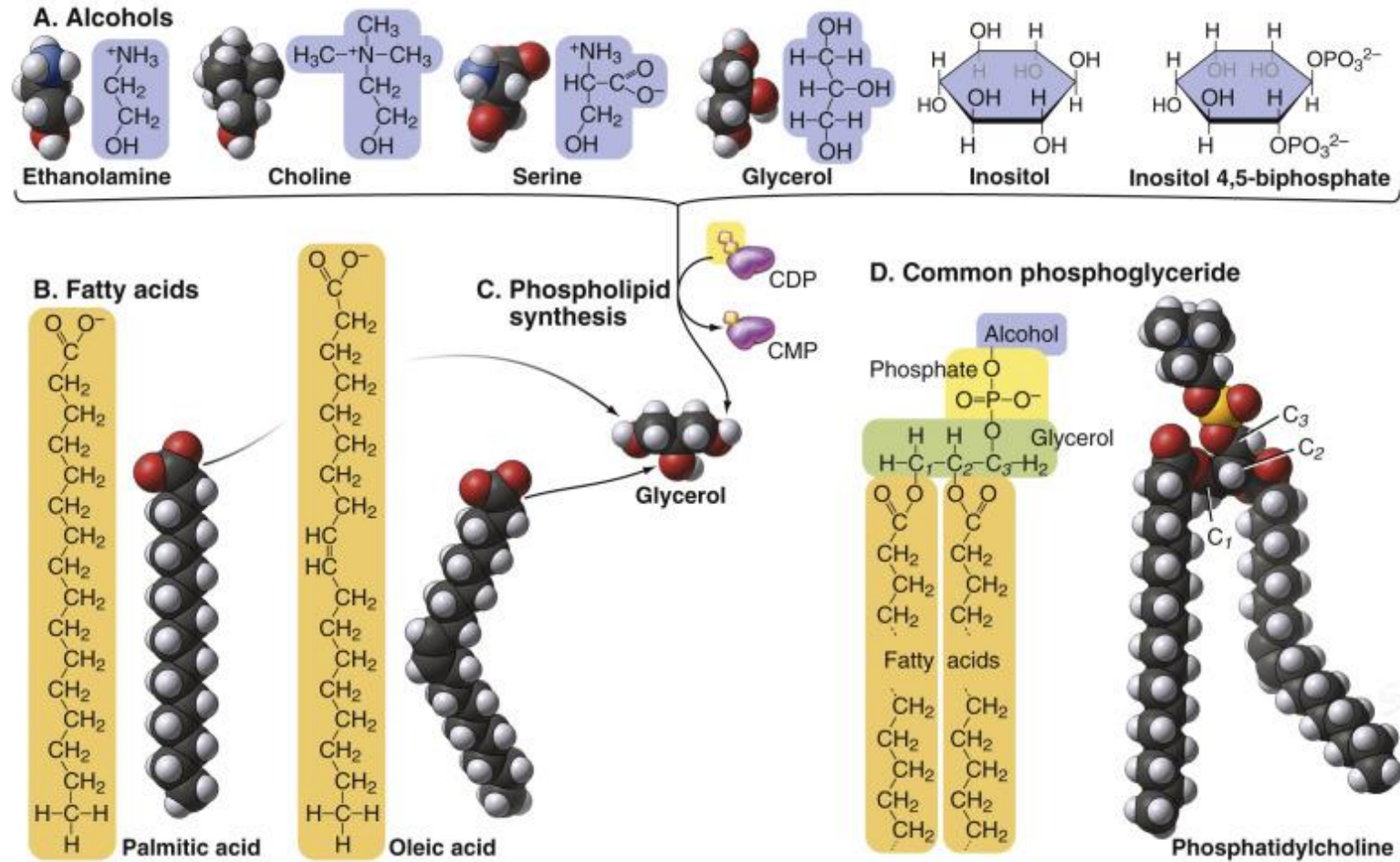
- Zarların yapısında bulunan proteinler, iyonlar için konsantrasyon gradientlerinin oluşturulmasında rol oynar.
- Bu gradient farkları
 - ATP sentezinde kullanılabılır.
 - Bazı moleküllerin zarlardan taşınması için itici güç oluşturabilir.
 - Kas ve sinir hücrelerinde olduğu gibi elektriksel sinyalin üretilmesi ve iletilmesinde kullanılabılır.

Zar Lipitleri

- Lipit bilayer yapının temel bileşeni **fosfolipitler**dir.
- Fosfolipitler:
 - Amfipatik moleküllerdir.
 - Hidrofilik bir baş (alkol)
 - Hidrofobik bir kuyruk (yağ asitleri)

En yaygın olarak bulunan **fosfolipitler**'dir.

Zar Lipitleri: Fosfogliseritler



AGER'de sentezlenirler. Sentezden sorumlu enzimler AGER zarının sitoplazmik yüzeyinde lokalizedir

Zar Lipitleri: Gliserol içermeyen lipitler

Gliserit değildirler: Gliserol içermezler

- Sfingolipitler
- Kolesterol
- Glikolipitler

Zarın hücre dışına bakan yüzeyi ile sitozole bakan yüzeyinin fosfolipit kompozisyonu aynı değildir: **Lipit asimetrisi**

İşlevsel olarak son derece önemlidir:

Hücre dışı sinyallerin hücre içi sinyallere dönüştürülmesi

- Örneğin PKC aktif olabilmek için membranın iç yüzeyinde bulunan PS'ye ihtiyaç duyar
- İnozitol fosfolipitler

Apoptotik hücre ölümünde «beni ye» sinyalinin oluşturulması

LIPID	PERCENTAGE OF TOTAL LIPID BY WEIGHT					
	LIVER CELL PLASMA MEMBRANE	RED BLOOD CELL PLASMA MEMBRANE	MYELIN	MITOCHONDRION (INNER AND OUTER MEMBRANES)	ENDOPLASMIC RETICULUM	<i>E. COLI</i> BACTERIUM
Cholesterol	17	23	22	3	6	0
Phosphatidylethanolamine	7	18	15	28	17	70
Phosphatidylserine	4	7	9	2	5	trace
Phosphatidylcholine	24	17	10	44	40	0
Sphingomyelin	19	18	8	0	5	0
Glycolipids	7	3	28	trace	trace	0
Others	22	13	8	23	27	30

Lipit moleküllerinin zarda hareketi

- ✓ Lateral difüzyon
- ✓ Flip-Flop
- ✓ Rotasyon
- ✓ Fleksiyon

Lipit bilayer'in akışkanlığı lipit kompozisyonundan etkilenir.

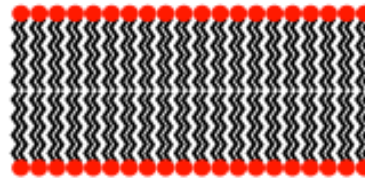
Kısa ve doymamış yağ asidi zinciri içeren zarlarda

Yağ asidi zincirleri
arasındaki etkileşimler

ZAYIF

Düşük sıcaklıklarda

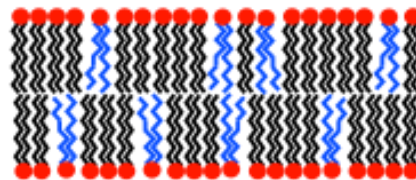
AKIŞKAN



Saturated lipids only



Saturated



Mixed saturated and unsaturated



Double
bond

Monounsaturated

Zar proteinlerinin işlevleri

- **İntegral zar proteinleri**

- Reseptör
- Adezyon molekülleri
- Suda çözünen maddelerin zar boyunca taşınması
- Enzim
- Hücre içi sinyal iletimi

- **Periferal zar proteinleri**

- Hücre içi sinyal iletimi
- Zar-altı hücre iskeleti

Organeller

- Nükleus
- Endoplazmik retikulum
- Golgi kompleksi
- Lizozom
- Peroksizom,
- Mitokondri
- Sentioller

NÜKLEUS (Çekirdek)

- Hücrelerde en büyük ve en belirgin kısımlarından biri zarla çevrili olan nükleustur.
- Nükleus, ökaryotik hücrelerde genetik materyalin içinde bulunduğu organeldir.
- DNA'nın replikasyonu, transkripsiyon ve mRNA'ların işlenmesi nükleus içinde gerçekleşir.
- Hücre çoğalmasında merkezi rol oynar.
- Yaşayan hücrenin metabolik aktivitelerini yönlendirir.

Nükleer zarf

- Nükleusun içeriğini sitoplazmadan ayırır.
- Her bir kromozomun iki ucu için tutunma yeri sağlar
- Nükleus ve sitoplazma arasında moleküllerin serbestçe geçişini engeller.

Nükleer por kompleksi

- Küçük polar moleküllerin , iyonların ve makromoleküllerin (proteinler ve RNA'lar) nükleus ve sitoplazma arasında geçişine olanak sağlar.
- Nükleusta sentezlenen RNA'lar sitoplazmaya taşınır.
- Sitoplazmada sentezlenen proteinlerin bir kısmı ise nükleusa taşınır.

Nükleer lamina

- İçteki nükleer membranın altında yer alır.
- Fibröz yapıdadır ve nükleusa dayanıklılık sağlar.
- Lamin proteinlerinden oluşur.

Endoplazmik Retikulum

- Porter, 1945
- Reticulum: Ağ
- Hücre sitoplazması, sentez işlevlerinin yürütülmesinde çok büyük bir önemi olan ve endoplazmik retikulum (ER) denen kanalcıklar ve borucuklarla donatılmıştır
- Kanalcıklar ve borucuklar (sisternalar) çekirdek zarının hücre zarına kadar çeşitli şekillerde uzamasıyla meydana gelmiştir.

Endoplazmik Retikulum

- Sisternalar hücre içi madde dağıtımına ve hücrenin mekanik etkilere karşı daha dayanıklı olmasını sağlar.
- Membran lipidleri ve proteinlerin (membran/salgı) sentezlenmesinde önemli rol oynar.
- ER membranında bulunan pompa ve kanallar hücre içi Ca^{2+} konsantrasyonunun düzenlenmesinde rol oynar.

- **Granüllü ER (GER)**

- **Granülsüz ER (AGER)**

AGER

- Yağ asitleri ve fosfolipidlerin sentezlendiği organeldir.
- Karaciğer hücrelerinde bulunan AGER'lerin sahip olduğu enzimler toksik maddelerin (barbütaller, amfetaminler, morfinler) detoksifikasyonunda rol oynamaktadır.

GER

- Üzerinde ribozom bulundurduğu için bu ismi almıştır.
- Bazı membran ve organel proteinlerinin ve neredeyse bütün salgı proteinlerinin sentezlendiği organeldir.

GER

- Salgı proteinlerinin sentezlendiği ribozomlar GER üzerine bağlı durumdadır.
- Protein sentezi devam ettikçe uzayan polipeptid zinciri, GER membranında bulunan özel proteinler sayesinde GER'un membranını geçerek lümenine aktarılır.
- Lümeninde biriken yeni sentezlenmiş salgı proteinleri bundan sonra gidecekleri yere transfer edilirler.

Golgi Kompleksi

- Camillo Golgi, 1898
- Birbirine paralel olarak sıralanmış zarla çevrili bölmeler sistemi
- Biyomolekül sentezinin yoğun olduğu hücrelerde belirgindir.

Golgi Kompleksi

- Hücrelerin büyük bir çoğunluğunda çekirdeğe yakın yerleşimlidir.
- Çok sayıda üst üste dizilmiş yassı keseciklerden oluşur.
- 3 bölgeden oluşur:
 - Cis
 - Medial
 - Trans

Lizozom

- Tüm lizozomal enzimler asidik pH'da çalışırlar.
- Lizozomun iç pH'sı yaklaşık 4.8'dir.
- Lizozom membranında bulunan H^+ iyon pompası ve Cl^- kanalları sayesinde lümenin asit pH'da olması sağlanır.

Lizozom

- Hücre içerisinde eskimiş ve gereksiz olan bazı yapıların (örn: organellerin) parçalanması: OTOFAJİ
- Endositoz veya fagositoz aracılığıyla alınan maddelerin parçlanması
- Polimerlerin monomerlerine parçlanması
 - Nükleazlar: DNA ve RNA
 - Proteazlar: Proteinler ve peptidler...

Peroksizom

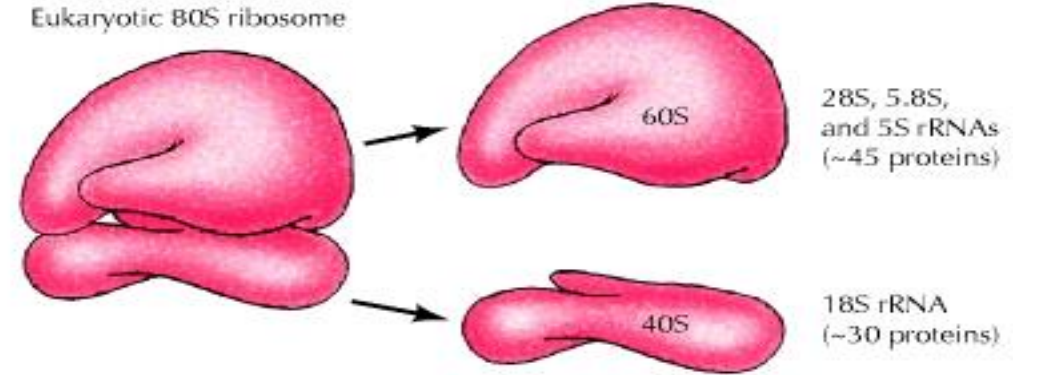
- Tek membranla çevrilmiştir.
- Çeşitli “oksidazlar” içerirler.
- Bu enzimler moleküler oksijeni kullanarak organik bileşikleri oksitlerler ve bu sırada hücre için zararlı olan H_2O_2 açığa çıkar.
- Peroksizomlar aynı zamanda H_2O_2 'yi O_2 ve H_2O 'ya parçalayabilen “katalaz” enzimine sahiptir.

Mitokondri

- Aerobik hücrelerde ATP'nin üretildiği asıl organeldir.
- Pekçok ökaryotik hücrenin %25'i mitokondrilerce doldurulmuştur.
- Birbirinden oldukça farklı 2 membran ile çevrilidir.
 - Dış membran : %50 lipid, %50 protein
 - İç membran : %20 lipid, %80 protein
- İç membran mitokondri içerisine doğru kıvrımlar oluşturur. Bu kıvrımlara “krista” adı verilir.
- Mitokondrinin içindeki boşluğa ise “matriks adı verilir.

Ribozom

- Protein sentezinin gerçekleřtiđi organeldir.
- Bütün hücrelerde bulunur.
- Sitoplazmada serbest veya ER membranına bağlı olarak bulunabilir.
- Bir büyük ve bir küçük olmak üzere 2 alt birimden oluşur.



Sentriyoller ve sentrozom

- Çift halde ve çekirdeğe yakın olarak bulunurlar.
- Çevresinden mikrotübüller uzanır.
- Hücre bölünmesi sırasında mikrotübül mekiğinin odak noktasıdırlar.
- Enine kesitte, bir daire şeklindeki dokuz üçlü yapısıdır ve her bir üçlü, 3 mikrotübülün kaynaşmasıyla meydana gelir.

HÜCRE İSKELETİ

Hücre İskeleti

- Hücrenin kendine özgü şeklinin oluşturulması
- Hücreye mekanik destek sağlamak
- Hücre hareketi
- Hücre bölünmesi sırasında kromozomların yavru hücrelere hareketi
- Organel ve veziküllerin hücre içi taşınması ve yerleştirilmesi

Hücre İskeletinin Temel Bileşenleri

- Aktin filamentleri (mikrofilamentler)
- Ara filamentler
- Mikrotübüller

Aktin Filamentleri (Mikrofilamentler)

Aktin Filamentler (Mikrofilamentler)

- Çap: 7nm
- Uzunluk: Birkaç μm
- Pekçok hücrede en yoğun olarak bulunan hücre iskeleti proteini aktindir.
- Aktin polimerizasyonu \rightarrow Aktin filamentleri
- Polaritesi var, dinamik
- Hücesel kasılma, hücresel göç, yüzey alanının genişletilmesi, sitokinez

Ara Filamentler

Ara filamentler

- apı: 10 nm
- Yapısal destek
- Polarite yok Dinamik değil

Table 11.1 Intermediate Filament Proteins

Type	Protein	Size (kd)	Site of expression
I	Acidic keratins	40–60	Epithelial cells
	(~15 proteins)		
II	Neutral or basic keratins	50–70	Epithelial cells
	(~15 proteins)		
III	Vimentin	54	Fibroblasts, white blood cells, and other cell types
	Desmin	53	Muscle cells
	Glial fibrillary acidic protein	51	Glial cells
	Peripherin	57	Peripheral neurons
IV	Neurofilament proteins		
	NF-L	67	Neurons
	NF-M	150	Neurons
	NF-H	200	Neurons
	α -Internexin	66	Neurons
V	Nuclear lamins	60–75	Nuclear lamina of all cell types
VI	Nestin	200	Stem cells of central nervous system

Mikrotübüller

Mikrotübüller

- Çap: 25 nm
- Organellerin ve veziküllerin hücre içerisinde hareketi
- Hücre bölünmesi sırasında kromozomların birbirinden ayrılması
- Polaritesi var, dinamik
- Hücrenin hareketi (sil ve kamçı)

- Tübülin alt birimlerinden oluşur
- Alfa-tübülin
- Beta-tübülin
- Açık α -tübülin \rightarrow (+) uç
- Açık β -tübülin \rightarrow (-) uç

Mikrotübül Motorlar ve Hareket

- Vezikül ve organellerin hücre içi transportu ve pozisyonlandırılması
- Kromozomların ayrılması
- Sil ve kamçı hareketi

- ATP hidrolizi
- Motor proteinleri:
Kinesin ve Dynein
- Zıt yönde hareket
- Kinesin $\rightarrow (+)$ uç
- Dynein $\rightarrow (-)$ uç

Aksonal Transportun Temel Bileşenleri

- Kargo (organel, vezikül, vb...)
- Motor proteinler
- Hücre iskeleti filamentleri
(Motorları üzerinde gideceği yollar)
- Motor proteinleri kargoya veya diğer hücresel yapılara bağlayan «bağlayıcı (linker)» proteinler
motor proteins
- Taşınmayı başlatan ve düzenleyen diğer yardımcı proteinler

Kaynaklar

- Cooper G and Housman RF. Hücre: Moleküler Yaklaşım. (2016) İzmir Tıp Kitabevi
- Hall, J. E., & Guyton, A. C. (2016). Guyton and Hall textbook of medical physiology. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier.
- Widmaier E.P., Raff H., Strang K.T. (2019) Vander's Human Physiology. Mc Graw Hill Education.
- Bear M.F., Connors B.W., Paradiso M.A. (2016) Neuroscience: Exploring the Brain. Wolters Kluwer