

HİSTOLOJİ

SİNİR DOKUSU	3
HİSTOLOJİYE GİRİŞ	9
HİSTOLOJİK YÖNTEMLER.....	16
HİSTOKİMYA VE BOYAMA YÖNTEMLERİ	23
HÜCRENİN ÖZELLİKLERİ	31
ÇEKİRDEK VE HÜCRE BÖLÜNMESİ	37
EPİTEL DOKU, HÜCRELERARASI BAĞLANTILAR VE EPİTEL TİPLERİ	42
BEZ (SALGI) EPİTELİ	48

BAĞ DOKUSU	51
BAĞ DOKUSU TİPLERİ.....	57
KAN DOKUSU	63
KIKIRDAK DOKUSU	69
KEMİK DOKUSU.....	75
KAS DOKUSU	81

SİNİR DOKUSU

1. Sinir Dokusunun Genel Tanımı ve İşlevi

İç ve dış çevredeki kimyasal ve mekanik değişimleri algılar, analiz eder, birleştirir ve iletir.

Motor, visseral, endokrin ve mental aktiviteleri düzenler ve koordine eder.

2. Sinir Dokusu Hücreleri

2.1. Sinir Hücreleri (Nöronlar)

Özellik	Açıklama
Görevleri	Uyarıları almak, iletmek, hücresel aktiviteleri başlatmak, nörotransmitter salgılamak.
Bölümleri	Dendritler, Perikaryon (Soma), Akson.
Gövde Yerleşimi	MSS'de: Gri cevher, çekirdeklerde; PSS'de: Ganglionlarda.
Uzantılar	Beyaz cevherde bulunur.

Dendritler

Uyarıları almak için özelleşmiş çok sayıda kısa uzantılar.

Dallanarak incelirler, nörolemma ile sarılıdır.

Akson

Her nöronda bir adet bulunur.

Sabit çapa sahiptir, az dallanır.

Uyarıyı hücreden ileri iletir.

Perikaryon (Soma)

Çekirdek ve sitoplazmadan oluşur.

Çekirdek ökromatin yapıdadır, belirgin çekirdekçisi vardır.

Nissl cisimcikleri (GER ve serbest ribozomların yoğunlaştığı bölgeler) bulunur.

2.2. Glia Hücreleri (Nöroglia)

Hücre Tipi	Görevi
Astroditler	Nöron metabolizmasını destekler, kan-beyin bariyerine katılır, hasarda skar dokusu oluşturur.
Oligodendrositler	MSS'de miyelin kılıf oluşturur.
Mikroglia	Fagositik hücrelerdir, sinir dokusundaki debrisleri temizler.
Ependim Hücreleri	Beyin ventrikülleri ve medulla spinalis kanalı döşer; BOS yapımında rol oynar.
Schwann Hücreleri	PSS'de aksonları miyelin kılıf ile sarar.
Satellit Hücreler	Ganglion hücrelerini mekanik ve metabolik olarak destekler.

3. Nöron Tipleri

Uzantı Sayısına Göre

Tip	Özellik
Bipolar Nöron	1 akson, 1 dendrit.
Psödounipolar Nöron	Tek uzantı, T şeklinde ikiye ayrılır.
Multipolar Nöron	1 akson, çok sayıda dendrit.

İşlevlerine Göre

Tip	Özellik
Motor Nöron	Kas ve bezleri kontrol eder.
Duyusal Nöron	Duyusal bilgiyi taşır.
İnternöron	Nöronlar arası bağlantıyı sağlar.
Nöroendokrin Nöron	Hormon üretimi ve salgılanmasında görev alır.

4. Sinapslar

Tip	Açıklama
Akso-dendritik	Akson → Dendrit.
Akso-somatik	Akson → Hücre gövdesi.
Akso-aksonik	Akson → Akson.
Dendro-dendritik	Dendrit → Dendrit.

Sinapslar, impulsların hücreler arasında iletimini sağlar.

5. Glia Hücrelerinin Ayrıntılı Özellikleri

Astrositler

Gri cevherde protoplazmik, beyaz cevherde fibröz tip bulunur.

Glial fibriler asidik protein (GFAP) içerir.

Görevleri:

Enerji metabolizmasına katkı,

Kan-beyin bariyerine destek,

Hasar sonrası glial skar oluşumu.

Oligodendrositler

Az uzantılıdır.

Bir oligodendrosit, MSS'de birden fazla aksonu miyelinler.

Mikroglia

Mononükleer fagositik sistem kökenlidir.

Hasar ve debris temizliği yapar.

Ependim Hücreleri

Beyin ventriküllerini ve medulla spinalis santral kanalını döşer.

BOS yapımına ve dolaşımına katkı sağlar.

Schwann Hücreleri

PSS'de miyelin kılıf yapımında görevli.

Nöral krestadan köken alır.

Satellit Hücreler

PSS'de ganglion hücrelerini destekler.

6. Ganglionlar

Tip	Özellik
Duyusal Ganglionlar	Psödounipolar nöronlardan oluşur (kranial ve spinal ganglionlar).
Otonomik Ganglionlar	Multipolar nöronlar içerir; motor fonksiyonludur.

Ganglionlar bağ dokusu kapsülü ile çevrilidir.

7. Sinir Liflerinin Organizasyonu

Yapı	Açıklama
Epinöriyum	Trunkus'u (sinir demetini) saran sıkı bağ dokusu.
Perinöriyum	Fasikülleri saran düzensiz sıkı bağ dokusu.
Endonöriyum	Sinir lifini saran gevşek bağ dokusu.

SONUÇ

Sinir dokusu, vücudun iç ve dış çevresindeki bilgileri algılar, işler ve uygun yanıtları organize eder.

Nöronlar iletişimi sağlarken, glia hücreleri destek, koruma ve metabolik yardım sağlar.

Merkezi ve periferik sinir sistemleri, yapı ve organizasyon açısından farklılıklar gösterir.

Sinir dokusunun bütünlüğü, yaşam için kritik öneme sahiptir.

HİSTOLOJİYE GİRİŞ

1. Histolojinin Tanımı ve Önemi

Histoloji: Eski Yunanca kökenli bir kelimedir.

Histo- = Doku,

-logia = Bilim.

Doku bilimi olarak tanımlanır.

Doku ve hücrelerin mikroskobik yapısını inceler.

Neden Histoloji Öğreniyoruz?

Organ ve sistem hastalıklarının tanı ve tedavisinde histoloji bilgisi zorunludur.

Fizyoloji, anatomi ve biyokimya gibi disiplinlerle birlikte, organizmanın yapı-fonksiyon ilişkisini açıklamada temel oluşturur.

2. Temel Biyolojik Yapılar

Yapı	Tanım
Hücre	Vücudun temel yapı ve işlev birimi.
Doku	Belirli bir işlev için organize olmuş hücre topluluğu ve hücreler arası maddeler.
Organ	Belirli görevleri yerine getirmek için birleşmiş farklı dokular.
Sistem	Belirli bir amacı gerçekleştirmek üzere organize olmuş organlar bütünü.

Dört Temel Doku Türü:

Epitel doku,

Destek (bağ) dokusu,

Kas dokusu,

Sinir dokusu.

3. Histolojik İnceleme Yöntemleri

Histolojik analiz için mikroskoplar kullanılır.

Mikroskop kullanımı sayesinde çıplak gözle görülemeyen yapılar incelenebilir.

İnsan gözü yalnızca 0.1 mm **ve üzeri** cisimleri ayırt edebilir; histolojik inceleme için büyütmeye ihtiyaç vardır.

Kullanılan Mikroskop Tipleri

Tip	Özellik
Büyüteçler	Düşük büyütme optik cihazlar.
Stereo mikroskoplar	Üç boyutlu yüzey görüntüsü sağlar.
Bileşik ışık mikroskopları	Rutin histolojik incelemelerde kullanılır.
Elektron mikroskopları	Ultra yüksek çözünürlük sağlar, hücre içi organeller ayrıntılı incelenir.

4. Mikroskopi Türleri

Işık Mikroskobu

Aydınlatma kaynağı: Görünür ışık ($\lambda=550$ nm).

Çözünürlük gücü: $\sim 0.2\text{--}0.25$ μm .

Maksimum büyütme: $\sim 1400\times$.

Kullanılan boyalarla kontrast artırılır.

Elektron Mikroskobu

Aydınlatma kaynağı: Elektron demeti.

Çözünürlük gücü: $\sim 0.05\text{--}0.1$ nm.

Maksimum büyütme: 2–8 **milyon** kat.

Cam mercek yerine elektromanyetik lensler kullanılır.

Tür	Özellik
Geçirimli EM (TEM)	Hücre içi yapılar incelenir.
Taramalı EM (SEM)	Yüzey morfolojisi detaylı görüntülenir.

5. Bileşik Işık Mikroskopunda Görüntüleme Yöntemleri

Aydınlık Alan Mikroskobu: Boyanmış dokuların incelenmesi.

Karanlık Alan Mikroskobu: Işık saçılımı ile kontrast oluşturur.

Faz Kontrast Mikroskobu: Canlı ve boyanmamış hücrelerin incelenmesi.

Polarizasyon Mikroskobu: Kristalli yapılar (kollajen, mikrotübül) incelenir.

Floresan Mikroskobu: UV ışık altında spesifik işaretli moleküller incelenir.

6. Çözünürlük ve Ölçüm Birimleri

Kavram	Açıklama
Çözünürlük (Rezolüsyon)	İki noktanın ayrı ayrı görülebilmesi için gerekli minimum mesafe.
İnsan gözü	0.1 mm çözünürlük.
Işık mikroskobu	0.2 μm çözünürlük.
Elektron mikroskobu	0.1 nm çözünürlük.

Ölçüm Birimleri:

$$1 \text{ mm} = 1000 \mu\text{m},$$

$$1 \mu\text{m} = 1000 \text{ nm},$$

$$1 \text{ nm} = 10 \text{ \AA}.$$

7. Mikroskobun Ana Bölümleri

Mekanik Kısımlar

Tüp

Revolver (mercek değiştirme kısmı)

Sehpa (preparat yerleştirme yüzeyi)

Makrovida ve mikrovida (odak ayarı)

Taban (mikroskopun kaidesi)

Optik Kısımlar

Oküler (göz merceği)

Objektifler (farklı büyütmeler sağlar)

Kondansör (ışık yoğunluğu ayarı)

Işık kaynağı

SONUÇ

Histoloji, insan vücudunun temel yapısal organizasyonunu mikroskopik düzeyde anlamamızı sağlar.

Mikroskoplar ve farklı görüntüleme yöntemleriyle hücre, doku ve organ yapılarını detaylı olarak incelemek mümkün olur.

Klinik tanı ve araştırmalar için histolojik bilgilerin doğru kullanımı büyük önem taşır.

HİSTOLOJİK YÖNTEMLER

1. Histolojik Teknik Nedir?

Histoloji tekniği: Hücre ve dokuların mikroskop altında incelenebilir hâle getirilmesini sağlayan preparat hazırlama yöntemleridir.

İnceleme iki şekilde yapılabilir:

Canlı hücreler: Doğrudan sıvı ortamda veya minimal işleme.

Cansız hücreler: Tespit, boyama gibi işlemlerden geçirilerek.

2. Canlı İnceleme Yöntemleri

Sıvı ortamda ayrı duran hücreler: Kan, lenf, sperm, beyin omurilik sıvısı, sinoviyal sıvı vb.

İzole hücreler: Özel işlemlerle doku hücrelerinin ayrılması.

Kullanılan Teknikler:

Faz kontrast mikroskobu,

Hoffman modülasyon kontrast mikroskobu,

Diferansiyel interferans mikroskobu,

Vital boyalar: Çini mürekkebi, tripan mavisini gibi düşük toksisiteli boyalar.

3. Cansız İnceleme Yöntemleri

Tespit edilmiş, boyanmış ve kesilmiş dokular üzerinde yapılır.

Mikroskopik inceleme için rutin preparat hazırlığı veya özel teknikler kullanılır.

4. Histolojik Hazırlık Aşamaları

Aşama	Amaç
Tespit (Fiksasyon)	Yapı ve kimyasal bileşimi sabitlemek.
Yıkama	Tespit kimyasallarının uzaklaştırılması.
Suyunu Giderme (Dehidratasyon)	Dokudaki suyun uzaklaştırılması.
Saydamlaştırma	Alkolün çıkarılması ve ışık geçirgenliğinin artırılması.
Emdirme (Embedding)	Dokuya gömme materyalinin nüfuz ettirilmesi.
Gömme (Bloklaşma)	Doku parçasının uygun pozisyonda katılaştırılması.
Kesme	Mikrotomla ince kesitler alınması.
Boyama	Hücre ve yapıların görünür hâle getirilmesi.
Kapatma	Preparatın uzun süre saklanabilmesi için kaplanması.

5. Tespit (Fiksasyon)

Amacı:

Hücresel otolizi (kendi kendine çözülme) önlemek,

Proteinlerin koagülasyonunu sağlamak,

Doku sertliği oluşturarak kesilebilirlik sağlamak,

Boyanabilirliği kolaylaştırmak.

Yöntemler:

Kimyasal:

Formalin (formol),

Gluteraldehit,

Osmiyum tetroksit,

Bouin çözeltisi.

Fiziksel:

Isı (mikrodalga kullanımı),

Dondurma (sıvı azot veya kuru buz ile).

Tespit Teknikleri:

İmmersiyon: Doku doğrudan tespit sıvısına bırakılır.

Perfüzyon: Damar sistemi aracılığıyla tespit sıvısı verilir.

6. Yıkama

Tespitte kullanılan kimyasalların kalıntılarının uzaklaştırılması için yapılır.

Yıkama sıvıları:

Su,

%70–80 etanol.

7. Suyunu Giderme (Dehidratasyon)

Aşamalı etanol serileri kullanılarak dokudaki su çıkarılır:

%50 → %60 → %70 → %80 → %96 → %100 alkol.

8. Saydamlaştırma

Alkol çıkarıldıktan sonra doku ışık geçirgenliği sağlayan bir madde ile işlenir.

Kullanılan maddeler:

Ksilen,

Klorofom,

Butanol,

Metil benzoat.

9. Emdirme ve Gömme

Emdirme: Doku gömme materyali (parafin, epoksi reçine, jelatin vb.) içine alınır.

Gömme (bloklama): Emdirilmiş dokular kalıplarda uygun pozisyonda katılaştırılır.

10. Kesme

Mikrotom cihazı kullanılır.

Kesit kalınlığı genellikle 6–20 μm aralığındadır.

Mikrotom türleri:

Sliding mikrotom: Bıçak hareket eder.

Rotary mikrotom: Blok hareket eder.

11. Boyama

Hazırlanan kesitlerin, hücre yapılarını ve doku mimarisini daha iyi görmek için boyanması gerekir.

Kullanılan bazı yaygın boyalar:

Hematoksilin ve eozin (H&E),

PAS (Periodic Acid-Schiff) boyası,

Gümüş boyama yöntemleri,

Trikrom boyamalar.

12. Kapatma

Boyanmış preparatlar kapatıcı maddeler (reçine, Kanada balsamı vb.) ile örtülerek korunur.

Mikroskopik incelenebilirlik ve uzun süreli saklama sağlanır.

SONUÇ

Histolojik yöntemler, doku ve hücrelerin yapısal bütünlüğünü koruyarak mikroskopik inceleme için hazırlanmasını sağlar.

Tespit, dehidratasyon, saydamlaştırma, emdirme, kesme ve boyama gibi ardışık işlemler kusursuz örnekler elde etmek için zorunludur.

Histoloji laboratuvarlarında preparat hazırlığı, doğru tanı ve bilimsel araştırmalar için temel bir basamaktır.

HİSTOKİMYA VE BOYAMA YÖNTEMLERİ

1. Histokimyasal Tekniklerin Önemi

Doku ve hücre bileşenlerini mikroskopik olarak görünür kılmak için kullanılır.

Doku organizasyonunu, hücresel yapıların özelliklerini ve işlevlerini ortaya çıkarır.

Kontrastı artırarak doku ve hücre bileşenlerinin seçici olarak boyanmasını sağlar.

2. Hazırlık Aşamaları

Aşama	Amaç
Tespit (Fiksasyon)	Hücresel yapıyı koruma.
Yıkama	Tespit maddesinin fazlasını giderme.
Suyunu Giderme (Dehidratasyon)	Dokudaki suyu çıkarma.
Saydamlaştırma	Doku ışık geçirgenliğini artırma.
Emdirme (Embedding)	Dokuya parafin ya da reçine emdirme.
Gömme (Bloklama)	Blok içine alarak sertleştirme.
Kesme	Mikrotomla ince dilimler elde etme.
Deparafinizasyon	Parafin kalıntılarını uzaklaştırma.
Boyama	Doku bileşenlerini görünür hâle getirme.
Kapatma	Preparatın korunması.

3. Deparafinizasyon

Amaç: Parafin kalıntılarını uzaklaştırarak kesitleri boyamaya hazırlamak.

Yöntem:

Etüvde 55–60°C'de **2–4 saat** bekletme,

Ksilen içinde **1–1.5 saat** bekletme (**2 kez** tekrarlanır).

4. Boyalar ve Boyama Prensipleri

Boyalar, kimyasal yapılarına göre:

İnorganik: Metal çöküntüleri, sülfidler (gümüş, altın, osmiyum boyaları).

Organik:

Doğal boyalar (hematoksilin, karmin, orsein),

Sentetik boyalar.

Boyama Özellikleri

Asidik yapılar: Bazik boyalarla boyanır (örn. DNA, RNA).

Bazik yapılar: Asidik boyalarla boyanır (örn. kollajen, lizozom).

Boya Grubu	Örnekler
Asit Boyalar	Eozin, Asit fuksin, Orange G, Pikrik asit.
Bazik Boyalar	Hematoksilin, Bazik fuksin, Metilen mavisi, Safranin.

5. Hematoksilen-Eozin (H&E) Boyama

En yaygın kullanılan genel boyama yöntemidir.

Adım	Süre
Ksilen	5–10 dk
Absolü Alkol	5–10 dk
%95'lik Alkol	5–10 dk
%75'lik Alkol	5–10 dk
Su ile Yıkama	5–10 dk
Hematoksilen	1 dk
Su ile Yıkama	1 dk
Eozin	1 dk
Su ile Yıkama	1 dk
%75'lik Alkol	5 dk
%95'lik Alkol	5 dk
Absolü Alkol	5 dk
Ksilen	5–10 dk
Kapatma: Kanada balsamı veya Entellan ile.	

6. Özel Boyama Yöntemleri

Boyama Türü	Kullanım Alanı
Glikojen Boyaları	PAS, Best Carmin, Alcian Blue-PAS.
Enzim Boyamaları	Asit fosfataz, alkalen fosfataz, kolin esteraz.
Çoklu Boyamalar	Van Gieson, Masson Trikrom, Mallory Azan.
Metal Boyaları	Gümüş, Altın, Osmiyum, Civa, Kurşun.
Yağ Boyaları	Sudan, Oil Red O, Nil mavisi.

7. Kan Yaymaları

Romanowsky boyaları (Wright, Giemsa) kullanılır.

Kan hücrelerinin farklı bileşenlerini ayırt etmeye yarar.

8. Metakromazi

Bazı bazik boyalar, belirli doku bileşenlerinde normal renklerinden farklı renk tonlarında boyanır.

Örnek: Mast hücreleri, kıkırdak dokusu, plazma hücresi.

Metakromatik Boyalar
Toluidin mavisi
Tiyonin
Metilen mavisi
Azure A

9. İmmunohistokimya (IHK)

Antijen–antikor etkileşimine dayanır.

Antikorlar, hedef antijenlere bağlanır ve işaretlenir.

İşaretler:

Enzimler (peroksidaz, alkalen fosfataz),

Florokromlar (floresan boyalar).

İmmunohistokimya Basamakları

Doku kesitleri hazırlanır,
Antijen ortaya çıkarılır,
Primer antikor uygulanır,
Sekonder antikor uygulanır,
Kromojen substrat eklenir,
Karşıt boyama yapılır,
Kapatılıp mikroskop altında incelenir.

10. İn Situ Hibridizasyon (ISH)

DNA veya RNA dizilerinin hücre içinde yerinde saptanması.

Hedef:

Gen mutasyonları,

mRNA ekspresyon düzeyleri.

İşaretli problar kullanılarak uygulanır (radyoaktif veya floresan).

SONUÇ

Histokimyasal yöntemler, hücresel ve doku düzeyinde yapısal ve işlevsel bilgi sağlar.

Boyama yöntemleri doku bileşenlerini seçici olarak görünür hâle getirir.

İmmunohistokimya ve in situ hibridizasyon gibi ileri teknikler, moleküler düzeyde özel hedeflerin incelenmesini mümkün kılar.

HÜCRENİN ÖZELLİKLERİ

1. Hücre Nedir?

Hücre, vücudun temel yapısal ve işlevsel birimidir.

Yaşamsal faaliyetleri (solunum, boşaltım, dolaşım, beslenme, sindirim) gerçekleştiren en küçük birimdir.

İlk kez 1665'te Robert Hooke tarafından "cella" (küçük oda) terimi kullanılarak tanımlanmıştır.

Hücreler, bağımsız olarak canlılık özelliklerini sürdürebilir.

2. Hücrenin Ana Bölümleri

Bölüm	Açıklama
Hücre Zarı	Hücreyi çevreden ayırır, madde alışverişini düzenler.
Sitoplazma	Hücre içi metabolizmanın gerçekleştiği yarı sıvı ortamdır.
Çekirdek	Genetik materyali içerir, hücre faaliyetlerini kontrol eder.

3. Hücre Zarının Yapısı ve Özellikleri

Üç katlı ünit membran yapısı (elektron mikroskopunda görünür).

Fosfolipid çift tabakası ve araya gömülmüş proteinler (sıvı-mozaik model).

Glikokaliks: Hücre zarında yer alan glikoprotein ve glikolipid tabakası.

Temel İşlevleri:

Difüzyon, aktif taşıma, uyarılabilirlik.

Endositoz (madde alımı) ve ekzositoz (madde atımı).

Endositoz Türleri:

Pinositoz: Sıvı ve çözünmüş madde alımı.

Fagositoz: Büyük partikül veya organizmaların alınması.

Zar Yüzey Farklılaşmaları:

Yapı	Özellik
Mikrovillus	Emilim yüzeyini artırır; hareketsizdir.
Kinosilyum	Uzun, hareketli çıkıntılar; solunum yollarında bulunur.
Stereosilyum	Uzun, hareketsiz çıkıntılar; erkek genital sistemde.
İnvajinasyonlar	Yüzey alanını artırır; özellikle yan ve bazal bölgelerde.

4. Sitoplazma ve İçeriği

Sitosol: Yarı sıvı ortam; inorganik ve organik maddeler içerir.

Organeller: Metabolik işlevleri olan yapı ve makineler.

İnklüzyonlar: Depo maddeleri ve metabolik artıklar (örn. pigmentler, lipid damlacıkları).

5. Hücrenin Kimyasal Bileşimi

Madde	Özellik
Su (%70)	Eritme ortamı ve taşıyıcı.
Proteinler (%15)	Hücresel yapıların temel bileşeni; enzimlerin yapısı.
Karbonhidratlar (%1)	Enerji kaynağı; glikojen depo formu.
Lipidler	Enerji deposu, membran yapısının parçası.
İnorganik Maddeler	Elektrolit dengesi, sinyal iletimi, kas kasılması, kemik sertliği.
Özel Moleküller	Enzimler, hormonlar, vitaminler, pigmentler.

6. Hücrelerin Büyüklük, Sayı ve Şekli

Boyutlar: 3–5 μm ile 200 μm arasında değişir.

En küçük hücreler: Santral sinir sistemi hücreleri.

En büyük hücre: Dişi gamet (oosit) ($\sim 200 \mu\text{m}$).

İnsanda yaklaşık 10^{14} hücre bulunur.

Hücre Şekilleri:

Yuvarlak, prizmatik, poligonal, fuziform, yıldız şeklinde.

Şekil, işlev ve çevresel koşullara göre belirlenir.

7. Hücresel Yaşam Olayları

Olay	Açıklama
Solunum	Mitokondride oksidasyon yoluyla enerji üretimi.
Emilim ve Sindirim	Endositoz ve lizozomlar aracılığıyla.
Hareket	Embriyonal dönemde başlar; silyalar, flagellalar.
Sentez ve Salgı	Golgi kompleksi tarafından gerçekleştirilir.
Çoğalma	Çekirdek kontrolünde mitoz bölünme.

8. Hücresel Organeller ve İşlevleri

Organel	İşlevi
Ribozomlar	Protein sentezi (serbest veya GER üzerinde).
Granüllü Endoplazmik Retikulum (GER)	Salgı proteinlerinin sentezi.
Granülsüz Endoplazmik Retikulum (SER)	Lipid ve steroid sentezi, detoksifikasyon.
Golgi Kompleksi	Proteinlerin işlenmesi ve paketlenmesi.
Lizozomlar	Hücre içi sindirim.
Mitokondriyonlar	ATP üretimi; kendine ait DNA taşır.
Peroksizomlar	Zehirli maddelerin yıkımı (örneğin H ₂ O ₂ parçalanması).

9. Hücre İskeleti Elemanları

Yapı	Özellik
Mikrotubuluslar	Hücre şekli ve iç taşıma; sentriyol ve silya iskeleti.
Mikrofilamentler	Aktin yapılı; hücre hareketi ve şekil koruma.
Ara Filamentler	Hücre stabilitesi; hücre tipine özgü proteinler içerir.

Sentriyoller: Hücre bölünmesinde iğ iplikçiklerinin organizasyonu.

Silyalar: Mikrotubuluslardan oluşan hareketli uzantılar (9+2 yapısı).

Flagella: Spermatozoa gibi hücrelerde uzun hareketli uzantılar.

Kartegener Sendromu: Mikrotubulus yapısındaki genetik bozukluk sonucu hareketsiz silyalar.

SONUÇ

Hücre, organizmanın temel yaşam birimidir.

Yapısal ve kimyasal olarak özelleşmiş organeller hücre içi işlevlerin yürütülmesini sağlar.

Hücre zarı, organeller ve iskelet elemanları hücresel yaşamın devamlılığı için hayati öneme sahiptir.

Histolojik ve moleküler bilgiler, hücre fonksiyonlarını ve hastalık süreçlerini anlamada kritik rol oynar.

ÇEKİRDEK VE HÜCRE BÖLÜNMESİ

1. Çekirdeğin Yapısı ve Bileşenleri

Çekirdek, hücredeki tüm yaşamsal faaliyetleri düzenleyen ve yöneten ana yapıdır. Dört temel bölümden oluşur:

Bölüm	Özellik
Çekirdek Zarı	Çift katlı ünit zar; madde alışverişi nükleer porlarla sağlanır. Dış zar GER ile devamlıdır.
Nükleoplazma	Çekirdek içini dolduran amorf sıvı matriks; RNA ve protein sentezi için ortam sağlar.
Çekirdekçik (Nucleolus)	Zarsızdır; ribozomal RNA (rRNA) ve protein sentezi yapılır.
Kromatin	DNA ve protein kompleksidir; interfazda dağınık hâlde bulunur, bölünmede kromozom hâline yoğunlaşır.

Kromatin Türleri

Tür	Özellik
Ökromatin	Aktif, gevşek yapıdaki kromatin; genetik bilginin aktif olarak kullanıldığı alanlar.
Heterokromatin	Yoğun, koyu boyanan inaktif kromatin bölgeleri.

2. Hücre Döngüsü (Hücre Siklusu)

Hücre yaşam döngüsü iki ana bölümden oluşur:

İnterfaz: Hücrenin büyüdüğü ve DNA'sını eşlediği dönem.

Mitoz: Çekirdek ve sitoplazmanın bölünerek iki yavru hücre oluşturduğu dönem.

İnterfaz Evreleri

Evre	Özellik
G1 Fazı	RNA ve protein sentezi artar, hücre büyür.
S Fazı	DNA replikasyonu ve sentriol çoğalması gerçekleşir.
G2 Fazı	DNA duplikasyonu sonrası protein sentezi devam eder, mitoz hazırlığı yapılır.

Sinir hücreleri, kalp kası hücreleri ve eritrositler interfazda kalır, bölünmezler.

3. Mitoz Bölünme

Mitoz, somatik hücrelerde genetik materyalin aynen iki yavru hücreye aktarılmasını sağlar.

Evre	Olaylar
Profaz	Kromatin yoğunlaşır → kromozom oluşur. Sentriyoller kutuplara gider. Çekirdek zarı kaybolur. Mitoz mekiği oluşur.
Metafaz	Kromozomlar hücrenin ortasında metafaz plağında dizilir. Sentromerler mikrotübüllere bağlanır.
Anafaz	Sentromerler bölünür, kardeş kromatidler kutuplara çekilir.
Telofaz	Kromozomlar çözülür; çekirdek zarı ve çekirdekçik yeniden oluşur. Sitokinez (sitoplazma bölünmesi) tamamlanır.

Sonuç: Genetik olarak aynı 2 diploid (2n) hücre oluşur.

4. Mayoz Bölünme

Mayoz, gamet hücrelerinde kromozom sayısını yarıya indirerek çeşitlilik sağlar.

Bölünme Türü	Özellik
Mayoz I (Redüksiyon bölünmesi)	Kromozom sayısı yarıya iner.
Mayoz II (Eşit bölünme)	Kromatidler ayrılır.

Mayoz I Evreleri

Profaz I (alt evreleri):

Leptoten: Kromozomlar belirginleşir.

Zigoten: Homolog kromozomlar sinaps yapar.

Pakiten: Crossing-over gerçekleşir (genetik değişim).

Diploten: Homolog kromozomlar ayrılmaya başlar.

Diakinez: Ayrılma tamamlanır.

Metafaz I: Homolog kromozomlar ekvatorial düzlemde dizilir.

Anafaz I: Homolog kromozomlar kutuplara çekilir (kromatidler ayrılmaz).

Telofaz I: İki hücre oluşur, kromozom sayısı yarıya inmiştir.

Mayoz II Evreleri

Profaz II, Metafaz II, Anafaz II, Telofaz II: Mitoz benzeri bir süreçtir.

Sonuç: 4 haploid (n) hücre oluşur.

5. Mayoz Sonuçları

Erkek	Kadında
1 spermatositten 4 spermatid	1 ovum + 2–3 kutup cisimciği oluşur.

Genetik çeşitlilik sağlanır (crossing-over ve homolog kromozomların rastgele ayrılması sayesinde).

SONUÇ

Çekirdek, hücrede genetik bilginin korunmasını ve yönetilmesini sağlar.

Mitoz bölünme, dokuların büyümesi ve yenilenmesi için gereklidir.

Mayoz bölünme, gamet oluşumunda kromozom sayısının yarıya indirilmesini ve genetik çeşitliliğin sağlanmasını garanti eder.

Her iki bölünme türü de canlı organizmanın büyüme, gelişme ve tür devamlılığında kritik rol oynar.

EPİTEL DOKU, HÜCRELERARASI BAĞLANTILAR VE EPİTEL TİPLERİ

1. Epitel Doku Özellikleri

Hücreler arası madde çok azdır; hücreler birbirine sıkıca bitişiktir.

Ektoderm, mezoderm ve endoderm kökenlidir.

Sürekli mitoz yeteneği taşır.

Kan damarı içermez; beslenmesi alttaki bağ dokusundan difüzyonla olur.

Bazal lamina ile bağ dokusundan ayrılır.

Yüzeylerinde glikokaliks tabakası bulunur → Hücreler arası yapışmayı artırır.

2. Epitel Dokunun İşlevleri

İşlev	Örnek
Örtü	Deri, vücut boşluklarının iç yüzeyleri.
Emilim	İnce bağırsak epiteli.
Salgılama	Salgı bezleri.
Duyusal Uyarı Alımı	Nöroepitel (tat tomurcukları, retina).
Kasılma	Miyoeptel hücreleri (bazı bezlerde).

3. Hücrelerarası Bağlantılar

3.1 Sıkı Bağlantılar (Zonula Okludens)

Hücreler arası boşluğu tamamen kapatır.

Paracellular geçişi engeller.

Özellikle örtü ve salgı epitellerinin apikalinde bulunur.

3.2 Ara Bağlantılar (Zonula Adherens)

Hücreleri çevreleyen yapışkan bantlar.

Ünit zarların dış katları kaynaşmaz.

Mukopolisakkarit materyal ile desteklenir.

3.3 Desmozomlar (Makula Adherens)

Düğme şeklinde kuvvetli bağlantılar.

Ara filamanlar bağlantı plaklarına tutunur.

Yarım desmozomlar (hemidesmozomlar) bazal yüzeyde bulunur.

3.4 Oluklu Bağlantılar (Gap Junctions)

Konneksonlar ile iki hücre arasında iyon ve küçük molekül alışverişi sağlar.

Kalp kası ve düz kas hücrelerinde bulunur.

4. Hücre Zarı Yüzey Özelleşmeleri

Yapı	Özellik
Mikrovilluslar	Emilim yüzeyini artırır (örn. bağırsak, böbrek).
Kinosilyumlar	Hareketli yapılar; mukus ve partikül taşınmasını sağlar (örn. solunum yolları).
Stereosilyumlar	Uzun, hareketsiz çıkıntılar (örn. epididimis, ductus deferens).
İnvajinasyonlar	Hücre yüzey alanını genişletir; yan ve bazal bölgelerde görülür.

5. Epitel Tipleri

5.1 Tek Katlı Epitel Tipleri

Tip	Özellik ve Yerleşim
Tek Katlı Yassı Epitel	Geniş yüzeyli, ince hücreler. Endotel (damar içi), mezotel (seröz boşluklar).
Tek Katlı Kübik Epitel	Kübik şekilli hücreler, yuvarlak çekirdek. Böbrek tubulusları, küçük kanallar.
Tek Katlı Prizmatik Epitel	Yüksek hücreler, oval çekirdekler.
Çizgili Kenarlı Prizmatik Epitel	Apikalde mikrovilluslar. İnce bağırsak, böbrek tubulusları.
Kinosilyalı Prizmatik Epitel	Apikalde kinosilyumlar. Solunum yolları, uterin tüpler.

5.2 Yalancı Çok Katlı (Psödostratifiye) Prizmatik Epitel

Tüm hücreler bazal lamina ile temas eder.

Fakat çekirdekler farklı seviyelerde yerleşmiştir.

Solunum yolları epiteli örneğidir (apikalde kinosilyumlar vardır).

5.3 Çok Katlı Epitel Tipleri

Tip	Özellik ve Yerleşim
Çok Katlı Yassı Epitel	Koruyucu epitel. Deri, ağız boşluğu, özofagus.
Boynuzlaşan Epitel (Keratinize)	Derinin üst yüzeyi; hücreler çekirdeksiz, keratin doludur.
Boynuzlaşmayan Epitel	Nemli yüzeyler (ağız, özofagus). Hücreler çekirdeklidir.
Çok Katlı Prizmatik Epitel	Bazı büyük kanal yüzeylerinde (örn. üretra).
Çok Katlı Değişici Epitel (Üroepitel)	Mesane, üreter gibi organlarda; basınca göre hücre katı değişir. Üst yüzeyde geniş, kubbeimsi hücreler (şemsiye hücreleri) bulunur.

6. Keratinizasyon Süreci (Epidermis)

Epidermiste yüzeye doğru hücrelerin değişim evreleri:

Stratum Bazale: Alt tabaka, mitoz aktif.

Stratum Spinozum: Poligonal hücreler, desmozomlar yoğun.

Stratum Granülozum: Keratohiyalin granülleri içerir.

Stratum Lusidum: Şeffaf ara katman (kalın deride).

Stratum Korneum: Keratin dolu, ölü hücreler tabakası.

Stratum Basale ve Spinozum → Stratum Germinativum (doğurucu tabaka).

SONUÇ

Epitel dokular vücudu dış etkilere korur, madde emilimi ve salgılanması gibi yaşamsal görevleri üstlenir.

Hücreler arası bağlantı sistemleri epitellerin bütünlüğünü ve fonksiyonunu destekler.

Epitel tipleri, fonksiyonlarına ve bulundukları organlara göre şekillenmiş ve özelleşmiştir.

Keratinizasyon gibi süreçler epitellerin koruyucu özelliklerini artırır.

BEZ (SALGI) EPİTELİ

1. Bez Epitelinin Tanımı

Bez: Belli bir bileşime sahip salgı materyalini üretip depolayan ve daha sonra bu salgıyı sitoplazmasından dışarı veren epitel hücresi ya da epitel hücre topluluğudur.

2. Bezlerin Sınıflandırılması

2.1. Salgının Verildiği Yere Göre

Sınıf	Özellik
Ekzokrin Bezler	Salgılarını bir boşaltım kanalı aracılığıyla vücut yüzeyine veya vücut boşluklarına verirler.
Endokrin Bezler	Salgılarını doğrudan kan damarlarına verirler (kan yoluyla hedef organa taşınır).

2.2. Yerleşim Yerine Göre Ekzokrin Bezler

Tip	Özellik
Endoepitelyal Bezler	Örtü epiteli arasında yer alan tek veya çok hücreli bezlerdir. Örnek: Goblet hücreleri.
Ekzoepitelyal Bezler	Örtü epitelinin altında bağ dokusu içerisinde bulunur.

2.3. Şekil Özelliklerine Göre Ekzokrin Bezler

Salgı Son Kısımının Şekline Göre

Şekil	Tanım
Tübüler	Salgı son kısmı tüp şeklindedir.
Alveolar	Salgı son kısmı küçük kese şeklindedir.
Asinöz	Üzüm salkımı gibi yuvarlak yapılar oluşturur.

Boşaltım Kanalının Yapısına Göre

Kanal Yapısı	Tanım
Basit Bezler	Tek bir boşaltım kanalı içerir. (Tübüler, alveolar, asinöz)
Bileşik Bezler	Birden fazla dallanan boşaltım kanalı vardır. (Tübüler, alveolar, asinöz, tübüloalveolar)

2.4. Salgı Tarzına Göre Sınıflandırma

Salgılama Türü	Özellik ve Örnek
Ekrin (Merokrin) Salgı	Yalnızca salgı materyali hücre dışına verilir. Hücrede madde kaybı <u>olmaz</u> . Örnek: Tükrük bezleri.
Apokrin Salgı	Sitoplazmanın üst kısmı salgı granülleri ile birlikte kaybedilir. Örnek: Süt bezleri, koltuk altı ter bezleri.
Holokrin Salgı	Hücre tamamen parçalanarak salgiya katılır. Örnek: Yağ bezleri.

2.5. Salgının Kimyasal Bileşimine Göre Sınıflandırma

Salgı Tipi	Özellik
Seröz Salgı	Protein içerikli, akıcı yapıdadır. Son kısımlarda lümen dar, çekirdekler yuvarlak ve orta yerleşimlidir. Salgı ekrin tarzda gerçekleşir.
Müköz Salgı	Mukoprotein içeriklidir, yapışkandır ve akıcılığı azdır. Son kısımlarda lümen geniş, çekirdekler bazal yerleşimlidir.

SONUÇ

Bez epiteli, organizmanın salgı fonksiyonlarını düzenlemek ve gerçekleştirmek için özelleşmiş epitel hücrelerinden oluşur.

Salgının yönüne, hücre yapısına, salgı mekanizmasına ve salgı ürününün kimyasal yapısına göre çeşitli şekillerde sınıflandırılırlar.

Özellikle salgı tarzına göre (ekrin, apokrin, holokrin) ve salgının yapısına göre (seröz, müköz) farklı işlevlere hizmet eden bez tipleri ortaya çıkar.

BAĞ DOKUSU

1. Bağ Dokusunun Tanımı ve Kökeni

Embriyonal dönemde mezoderm tabakasından köken alır.

Mezenşimal hücreler göç ederek bağ dokusu hücreleri ve bağ dokularını oluşturur.

2. Bağ Dokusunun Genel Özellikleri

Özellikler	Açıklama
Bol miktarda ara madde içerir.	Hücreler birbirinden ayrı ve ara madde ile çevrilidir.
Hücre çeşitliliği fazladır.	Kalıcı ve gezici hücreler bulunur.
Damar içerir.	Beslenme ve metabolik olaylarda görev alır.
Destek ve koruma sağlar.	Organları sarar, kapsüller, katmanlar ve septalar oluşturur.
Savunmada rol alır.	Bağışıklık hücreleri içerir.
Yara iyileşmesinde aktiftir.	Fibroblastlar doku tamirinde görev alır.

3. Bağ Dokusunun Sınıflandırılması

Ana Grup	Alt Türler
Gevşek Bağ Dokusu	Kolay hareketi sağlar, destekler.
Sıkı Bağ Dokusu	Düzenli ve düzensiz tipleri vardır.
Özelleşmiş Bağ Dokusu	Yağ dokusu, kan dokusu, müköz bağ dokusu.
Destek Bağ Dokusu	Kıkırdak (hiyalin, elastik, fibröz) ve kemik dokusu.

4. Bağ Dokusu Hücreleri

Kalıcı Hücreler

Hücre Tipi	Özellik
Mezenşimal Hücreler	Farklılaşmamış, yıldız/fuziform şekilli, multipotent hücreler.
Fibroblastlar	Ara madde ve lifleri sentezler. Aktif ve inaktif (fibrosit) formları vardır.
Miyofibroblastlar	Fibroblast ve kas hücresi özellikleri taşır; yara iyileşmesinde rol alır.
Yağ Hücreleri (Adipositler)	Yağ depolar; çekirdek kenara itilmiştir.
Histiyositler (Makrofajlar)	Fagositoz ve savunmada görev alır.
Plazma Hücreleri	B-lenfositlerden türetilir; immunglobulin (antikor) üretir.
Mast Hücreleri	Histamin, heparin gibi maddeleri içerir; alerjik reaksiyonlarda etkilidir.

Gezici Hücreler

Hücre Tipi	Özellik
Makrofajlar	Monositlerden türetilir; fagositoz yapar.
Lenfositler	Bağışıklık cevabında rol alır.
Nötrofiller	Akut inflamasyon hücreleri.
Eozinofiller	Parazit enfeksiyonlarında ve alerjilerde artar.
Bazofiller	Histamin ve heparin içerir.

5. Ara Madde (Ekstrasellüler Matriks)

Bileşen	Açıklama
Esas Madde	Proteoglikanlar, glikozaminoglikanlar (GAG), glikoproteinler içerir. Beslenme ortamı sağlar.
Lifler	Kollajen, elastik ve retiküler liflerden oluşur.

6. Lif Türleri

Kollajen Lifler

Gerilime dirençlidir; esnemez.

Fibroblastlar tarafından sentezlenir.

Asidofil boyanır (pembe).

21 farklı tipi tanımlanmıştır:

Tip I: Deri, kemik, tendon, organ kapsülleri.

Tip II: Hiyalin ve elastik kıkırdak.

Tip III: Retiküler liflerin yapısında.

Tip IV: Bazal lamina.

Kollajen Sentez Bozuklukları

Ehler-Danlos Sendromu: Kalıtsal kollajen bozukluğu, cilt elastikiyeti ve eklem gevşekliği.

Vitamin C Eksikliği (Skorbüt): Kollajen sentezi bozulur, diş eti kanamaları ve kemik sorunları görülür.

Retiküler Lifler

Tip III kollajen içerir.

İnce, dallanmış ağ yapısındadır.

Gümüş boyasıyla siyah görünür (arjirofilik).

Hemopoetik ve lenfopoetik dokularda bulunur.

Elastik Lifler

Kollajenden daha kısa ve dallı.

Elastin ve fibrillin içerir.

Esnek yapıdadır.

Orsein ve rezorsin-fuksin ile boyanır.

Elastik Lif Bozuklukları

Marfan Sendromu:

Fibrillin gen mutasyonu.

Aort anevrizması, iskelet deformiteleri ve lens subluksasyonu ile karakterizedir.

7. Esas Madde Özellikleri

Fibroblastlarca sentezlenir.

Sülfatlı glikozaminoglikanlar (kondroitin sülfat, heparan sülfat vb.) içerir.

İşlevi:

Beslenme sağlar,

Hücreler arası mekik ortamı oluşturur,

Dışarıdan gelen yabancı maddelerin hızla damar sistemine geçmesini önler.

SONUÇ

Bağ dokusu, organizmanın mekanik destek, koruma, savunma ve metabolik işlevlerinde hayati öneme sahiptir.

Hücre çeşitliliği, lif yapısı ve ara maddesi ile farklı bağ dokusu tipleri farklı anatomik ve fizyolojik işlevlere uyum sağlar.

Bağ dokusu hastalıkları (Ehler-Danlos, Marfan, Skorbüt) bağ dokusunun yapısal önemini açıkça gösterir.

BAĞ DOKUSU TİPLERİ

1. Embriyonal Bağ Dokusu

Mezenkimal Bağ Dokusu

Sadece embriyonda bulunur.

Mezenkimal hücreler:

Oval çekirdekli ve belirgin çekirdekçikli.

Soluk boyanan sitoplazmalı.

Her yöne uzantılar gösterir.

Ara madde: Retiküler lifler ve jel benzeri amorf esas madde içerir.

Özelliği: Farklı hücre tiplerine (fibroblast, kıkırdak hücresi, yağ hücresi vb.) farklılaşabilir.

Müköz Bağ Dokusu

Göbek bağı (Wharton peltesi) ve embriyonal deri **altı** bağ dokusunda bulunur.

İri, yıldız biçiminde genç fibroblastlar içerir.

Ara madde çok akıcıdır ve hiyaluronik asit, Tip I ve Tip III kollajen lifler barındırır.

Bazofili gösterir (bazik boyalarla boyanır).

2. Erişkin Bağ Dokusu

Gevşek (Areolar) Bağ Dokusu

İnce ve seyrek lifler içerir.

Hücre zenginliği fazladır: Fibroblastlar, makrofajlar, mast hücreleri, yağ hücreleri.

Ara madde akıcıdır.

Görevleri:

Organlar arası boşlukları doldurur,

Epitel dokusunu destekler,

Kan ve lenf damarlarını çevreler,

Beslenme, destek, savunma ve rejenerasyon sağlar.

Örnek: Periton, plevra ve perikard mezotel altında.

Sıkı Bağ Dokusu

Kalın ve sık liflerden oluşur.

Hücre sayısı azdır (**daha çok** fibroblast ve histiyosit içerir).

Ara madde azdır.

Görevi: Mekanik destek ve dayanıklılık sağlamak.

Düzensiz Sıkı Bağ Dokusu

Kollajen lif demetleri her yönde seyreder.

Elastik lifler azdır.

Bulunduğu yerler:

Deri altında (stratum retikülare),

Sklera (göz),

Perikondrium (kıkırdak zarı),

Periosteum (kemik zarı),

Organ kapsülleri.

Düzenli Sıkı Bağ Dokusu

Kollajen lifler paralel dizilim gösterir.

Tek tip hücre içerir: Fibrositler (tendonlarda tendinosit adını alır).

Bulunduğu yerler:

Tendonlar,

Ligamentler.

3. Özelleşmiş Bağ Dokuları

Retiküler Bağ Dokusu

Tip III kollajen liflerden oluşur.

Lifler ağ yapısı oluşturur.

Retikulum hücreleri uzantılarıyla ağ örgüsü kurar.

Bulunduğu yerler:

Dalak,

Karaciğer,

Lenf düğümleri,

Kırmızı kemik iliği.

Yağ Dokusu

Yağ hücrelerinden (adipositler) oluşur.

Hücreler sıkıca birbirine bitişiktir, çekirdek kenara itilmiştir.

Ara bağ dokusu içinde lob ve lobüller oluşturur.

İki tipi vardır:

Beyaz yağ dokusu (insanda baskın): Enerji deposu ve yalıtım sağlar.

Kahverengi yağ dokusu: Isı üretiminde rol oynar.

Kan Dokusu

Sıvı bağ dokusudur (plazma içinde kan hücreleri süspansiyonda bulunur).

Kıkırdak Dokusu

Destek bağ dokusudur; sağlam ama esnektir.

Kemik Dokusu

Mineralize, sert destek bağ dokusudur.

SONUÇ

Bağ dokusu tipleri, embriyonal evreden başlayarak erişkin döneme kadar çok çeşitli yapı ve işlevlere sahiptir.

Gevşek ve sıkı bağ dokuları, organizmanın mekanik destek, beslenme ve savunma işlevlerinde kritik roller üstlenir.

Özelleşmiş bağ dokuları (yağ, kan, kıkırdak, kemik) organizmanın farklı fizyolojik ihtiyaçlarına göre yapı ve işlev kazanmıştır.

KAN DOKUSU

1. Genel Özellikler

Kan, şekilli elemanlar ve plazmadan oluşur.

Görevleri:

Oksijen ve karbondioksit taşır,

Besinleri ve metabolitleri taşır,

Hormon ve sinyal moleküllerini iletir,

Atıkları boşaltım organlarına taşır,

Asit-baz dengesini ve vücut ısını düzenler,

Bağışıklık fonksiyonunda görev yapar.

2. Kanın Bileşimi

Plazma

%91–92 su,

%7–8 protein (albumin, globulin, fibrinojen),

Elektrolitler, üre, ürik asit, kreatin, glukoz, lipidler, aminoasitler, vitaminler, gazlar ve hormonlar.

Şekli Elemanlar

Hücre Tipi	Özellik
Eritrositler	Oksijen taşıma.
Lökositler	Bağışıklık savunması.
Trombositler	Kan pıhtılaşması.

3. Eritrositler (Alyuvarlar)

Şekil: Bikonkav disk.

Çap: 7.2–7.4 μm .

Sayısı:

Erkeklerde: ~**5.4 milyon**/ mm^3 ,

Kadında: ~**4.8 milyon**/ mm^3 .

Özellikleri:

Çekirdeksiz,

Hemoglobin taşır,

Esnek yapıdadır.

4. Lökositler (Akyuvarlar)

Toplam kanın **%1'ini** oluşturur.

İki ana grup:

Granülositler: Nötrofil, eozinofil, bazofil.

Agranülositler: Monosit, lenfosit.

Granülositler

Hücre Tipi	Özellik
Nötrofiller	%55–60 ; Loblu çekirdek, akut inflamasyon yanıtı.
Eozinofiller	%2–4 ; Çift loblu çekirdek, parazit ve alerji savunması.
Bazofiller	%1 ; Metakromatik granüller, alerjik yanıt, histamin ve heparin içerir.

Agranülositler

Hücre Tipi	Özellik
Lenfositler	%30 ; T-lenfosit, B-lenfosit, NK hücreleri.
Monositler	%3–7 ; Büyük hücreler, makrofajlara farklılaşır, fagositoz yapar.

5. Lökositlerin Göreceli Dağılımı

Hücre	Yüzde (%)
Nötrofil	55–60%
Lenfosit	25–33%
Monosit	3–7%
Eozinofil	1–3%
Bazofil	0–4%

6. Trombositler (Plateletler)

Küçük, çekirdeksiz sitoplazma parçalarıdır.

Çap: 2–5 μm .

Sayısı: 150.000–400.000/mm³.

Kaynağı: Kemik iliğindeki megakaryositlerden türetilirler.

Görevleri:

Kanamayı durdurmak,

Pıhtı oluşumunu başlatmak.

7. Boyama Teknikleri

Romanowsky tipi boyalar: Giemsa, Wright boyası.

Boyama özellikleri:

Bazofili: Mor–siyah boyanır.

Azürofili: Kırmızı–mavi (erguvan) tonlar.

Eosinofili: Pembe–sarı–turuncu tonlar.

Nötrofili: Pembe–eflatun.

SONUÇ

Kan dokusu, organizmanın homeostazisi için temel taşıyıcı ve savunucu sistemdir.

Eritrositler oksijen taşıyıcılığı yaparken, lökositler bağışıklık görevlerini üstlenir, trombositler ise pıhtılaşmayı sağlar.

Kanın şekilli elemanları ve plazma bileşenleri vücut sağlığının korunmasında çok yönlü roller üstlenir.

KIKIRDAK DOKUSU

1. Kıkırdak Dokusunun Genel Özellikleri

Hücreler arası maddesi sert ve elastiktir.

Yumuşak dokuları destekler ve korur.

Eklem yüzlerinde kaygan bir bölge oluşturarak kemiklerin rahat hareket etmesini sağlar.

Damar ve sinir içermez, beslenmesi çevredeki dokulardan difüzyonla olur.

Lakuna adı verilen boşluklarda kıkırdak hücreleri (kondrositler) bulunur.

2. Kıkırdak Hücreleri

Hücre Tipi	Özellik
Kondrojenik Hücreler	Mezenkimal kökenli, kondroblastlara dönüşür.
Kondroblastlar	Aktif salgı yapan genç hücreler; ara madde ve lif sentezler.
Kondrositler	Lakunalarda yerleşmiş olgun kıkırdak hücreleri; ara maddeyi ve lifleri üretirler.

3. Kıkırdak Dokusu Matriks Yapısı

Esas Madde

Glikozaminoglikanlar:

Keratan sülfat,

Kondroitin-4-sülfat,

Kondroitin-6-sülfat,

Hiyaluronik asit.

Proteoglikanlar ve yapıştırıcı glikoproteinler bulunur.

Lifler

Hiyalin Kıkırdak: Tip II kollajen lifler.

Elastik Kıkırdak: Tip II kollajen + bol elastik lif.

Fibröz Kıkırdak: Tip I kollajen lifler.

4. Kıkırdak Tipleri

4.1 Hiyalin Kıkırdak

Özellikler:

Homojen ara madde,

Tip II kollajen lif içerir,

Lakunalar içinde kondrositler bulunur,

Hücreler izogen gruplar oluşturur (birden fazla kondrosit birlikte bulunur).

Yerleşim Yerleri:

Embriyonik iskelet,

Uzun kemiklerin epifiz ve diyafiz arası (büyüme plakları),

Eklem yüzeyleri,

Solunum yolları (burun, trakea, bronşlar).

Perikondrium: Hiyalin kıkırdağın çoğunu çevreler (eklem yüzeylerinde yoktur).

Matriks Bölgeleri:

Teritoryal Matriks: Kondrositlerin çevresi; **daha fazla** glikozaminoglikan, bazofil boyanır.

İnterteritoryal Matriks: Hücreler arası bölge; kollajen yoğunluğu fazla, daha asidofil boyanır.

4.2 Elastik Kıkırdak

Özellikler:

Bol miktarda elastik lif içerir,

Tip II kollajen lifler az bulunur,

Perikondrium mevcuttur.

Yerleşim Yerleri:

Kulak kepçesi,

Dış kulak yolu duvarı,

Östaki borusu,

Epiglottis,

Larinksin bazı bölümleri.

4.3 Fibröz (Fibrokartilaj) Kıkırdak

Özellikler:

Tip I kollajen lifler içerir,

Hücreler arası madde azdır,

Lakunalarda kondrositler bulunur,

Perikondrium bulunmaz,

En dayanıklı kıkırdak türüdür.

Yerleşim Yerleri:

İntervertebral diskler,

Simfisis pubis,

Tendonların ve ligamentlerin kemiğe tutunduğu bölgeler.

SONUÇ

Kıkırdak doku, yumuşak yapıları destekleyen ve hareketi kolaylaştıran özel bir bağ dokusudur.

Hücresel bileşenleri ve lif yapısı sayesinde farklı mekanik ihtiyaçlara göre üç ana kıkırdak tipi gelişmiştir.

Hiyalin kıkırdak en yaygın tiptir; elastik kıkırdak esnekliği, fibröz kıkırdak ise dayanıklılığı ön planda tutar.

Kıkırdak dokusu damar içermez; beslenmesi difüzyonla sağlanır.

KEMİK DOKUSU

1. Kemik Dokusunun Genel Özellikleri

Organizmadaki en sert dokudur.

Ara maddesi:

Kollajen teller (Tip I kollajen),

İnorganik maddeler (hidroksiapatit kristalleri: CaCO_3 ve CaPO_4).

Kemik hücrelerine osteosit denir; uzantılı hücrelerdir ve osteoplast (lakuna) boşluklarında yer alır.

Osteositler arasında kanaliküller aracılığıyla bağlantı kurulur.

2. Kemik Dokusunun Hücreleri

Hücre	Özellik
Osteoblast	Kollajen ve amorf ara madde sentezler; aktif olduğunda osteositlere dönüşür.
Osteosit	Olgun kemik hücresidir; metabolik faaliyetleri sürdürür.
Osteoklast	Çok çekirdekli dev hücrelerdir; kemik rezorpsiyonu yapar, kemik yıkımında görev alır.

3. Kemik Dokusunun Yapısı

Yapı	İçerik
Organik Materyal	Kollajen lifler (Tip I), proteoglikanlar, glikoproteinler, hücreler.
İnorganik Materyal	CaCO_3 , CaPO_4 tuzları (hidroksiapatit kristalleri).

Organik yapı elastikiyet, inorganik yapı ise sertlik kazandırır.

4. Kemik Dokusunun İncelenmesi

Yöntem	Amaç
Masserasyon	Kurutma ve bileme ile inorganik yapının görülmesi (osteoplastlar görünür).
Dekalsifikasyon	Asit kullanılarak inorganik kısımların uzaklaştırılması, organik yapı incelenir.

5. Kemik Doku Türleri

Tip	Özellik
Kompakt (Sıkı) Kemik	Lameller düzen içinde; yoğun ve sert yapı.
Spongiyoz (Süngerimsi) Kemik	Trabeküler yapı; aralarında kemik iliği boşlukları.

Kompakt Kemik Özellikleri

Havers kanalları: Kemik boyunca paralel damar kanalları.

Volkman kanalları: Havers kanallarını enine birleştirir.

Osteonlar: Havers kanalı etrafında yerleşmiş lamel halkalarından oluşur.

Lameller:

Havers lamelleri (osteon içi),

Ara lameller,

İç lameller (medüller kanal çevresi),

Dış lameller (periost altında).

Spongiyoz Kemik Özellikleri

Havers kanalları bulunmaz.

Trabeküller arası boşluklarda kırmızı kemik iliği bulunur.

6. Kemikleşme (Ossifikasyon) Süreçleri

Kemikleşme Tipi	Tanım
Desmal (İntramembranöz) Kemikleşme	Mezenşimal dokudan doğrudan kemik oluşumu.
Kondral (Endokondral) Kemikleşme	Önce kıkırdak taslağı oluşur, sonra kemikleşir.

Desmal (İntramembranöz) Kemikleşme

Mezenşimal hücreler osteoprogenitor hücrelere,

Sonra osteoblastlara dönüşür,

Osteoblastlar osteoid (ilk kemik matriksi) üretir,

Osteoid matriks mineralize olur,

Örgüsel (pleksiform) kemik oluşturur (daha sonra lamelli kemiğe dönüşür).

Örnek: Yassı kafatası kemikleri, mandibula.

Kondral (Endokondral) Kemikleşme

Hiyalin kıkırdak taslağı kemikleşmeye öncülük eder.

Aşamalar:

Proliferasyon: Kondrositler hızla bölünür.

Hipertrofi: Kondrositler büyür.

Kalsifikasyon: Ara madde kalsifiye olur.

Dejenerasyon: Hücreler ölür, kıkırdak çözülür.

Osteoklastlar erozyon oluşturur.

Osteoblastlar osteoid üretir ve mineralizasyon başlar.

Örnek: Uzun kemikler (femur, humerus).

Perikondral Kemikleşme

Perikondriyumdaki fibroblastlar, osteoblastlara dönüşür.

Kıkırdak dış yüzeyinde trabeküller ve kompakt kemik oluşur.

Görev:

Boyuna büyüme: Enkondral kemikleşme ile,

Enine büyüme: Perikondral kemikleşme ile sağlanır.

SONUÇ

Kemik dokusu, hem yapısal destek hem de metabolik işlevler için (kalsiyum-fosfor deposu) kritik bir dokudur.

Hücresel yapısı ve ara maddesi sayesinde hem sertlik hem de hafiflik sağlar.

Kompakt ve spongiyoz kemik yapılar, vücuttaki işlevlere göre uyum gösterir.

Kemikleşme mekanizmaları, iskelet sisteminin gelişimi ve yenilenmesi için yaşamsal öneme sahiptir.

KAS DOKUSU

1. Kas Dokusunun Genel Özellikleri

Kas dokusu, kasılma yeteneği sayesinde organizmanın hareket, dolaşım, sindirim ve boşaltım gibi işlevlerinde temel rol oynar.

Mezenşimal kökenlidir.

Kas hücrelerine:

Düz kas için kas hücresi,

İskelet kası için kas lifi,

Kalp kası için kardiyomiyosit denir.

2. Kas Dokusunun Tipleri

Kas Tipi	Özellik
Düz Kas	Çizgilenme göstermez; tek çekirdekli, iğ şeklindedir; istemsiz çalışır.
İskelet Kası	Enine çizgili; çok çekirdekli; hızlı ve istemli çalışır.
Kalp Kası	Enine çizgili; dallı, tek çekirdekli; ritmik ve istemsiz çalışır.

3. Düz Kas

Mikroskopik Görünüm:

Çizgilenme yoktur.

Hücreler iğ biçiminde (fuziform) ve tek, merkezi çekirdekli.

Bulunduğu Yerler:

İçi boş organların duvarları (mide, bağırsaklar, idrar kesesi),

Kan damarları,

Deride küçük demetler hâlinde.

Özellikleri:

Yoğun cisimcikler (dense bodies) vardır.

Kaveola: Membran invajinasyonları, kasılmaya yardımcı olur.

Kalmodulin: Kalsiyum bağlayıcı protein; kasılmayı düzenler.

Otonomik innervasyon: İstemsiz kontrol.

Ekzojen Protein Sentezi:

Kollajen (Tip I, III, IV),

Elastin,

Glikozaminoglikanlar,

Proteoglikanlar,

Büyüme faktörleri.

İnce Yapı Özellikleri:

Dışta eksternal lamina ve retiküler lif ağı.

Çok sayıda pinositik vezikül (kaveola).

Zayıf gelişmiş sarkoplazmik retikulum.

4. İskelet Kası

Mikroskopik Görünüm:

Uzun, silindirik, çok çekirdekli hücreler.

Enine çizgili görünüm (ışık mikroskopunda).

Çekirdek:

Oval şekilli,

Sarkolemmanın hemen altında, periferik yerleşimli.

Özellikler:

İstemli kasılma (somatik sinirler tarafından uyarılır).

Kas lifleri (kas hücreleri) sarkolemma ile sarılıdır.

Fonksiyonel birim: Sarkomer (iki Z çizgisi arası).

Sarkolemma:

Transvers (T) tübüller içerir.

T tübüller ve sarkoplazmik retikulumun terminal sisternaları bir araya gelerek Triad yapısını oluşturur.

Miyofibriller:

İnce ve kalın miyofilamentlerden oluşur (aktin ve miyozin).

Kasın enine çizgilenmesini oluşturur.

Sarkoplazmik Retikulum:

Kalsiyum depolar.

T tübülleriyle etkileşim hâlinde çalışır.

Kas Organizasyonu:

Kas → Epimisyum (düzensiz sıkı bağ dokusu),

Fasikül → Perimisyum,

Lif → Endomisyum (eksternal lamina).

Miyogloblin:

Kas hücrelerinde oksijen bağlayan pigment.

Kasın koyu kırmızı renginden sorumludur.

5. Sarkomer Yapısı

Yapı	Özellik
A Bandı	Kalın ve ince filamentler; koyu renkli.
I Bandı	Sadece ince filamentler (aktin); açık renkli.
H Bandı	Yalnızca kalın filament (miyozin) içerir.
M Çizgisi	Kalın filamentleri düzenler; miyomezin ve C proteini içerir.
Z Çizgisi	Sarkomerlerin sınırındır; α -aktinin içerir.

6. Kalp Kası

Mikroskopik Görünüm:

Enine çizgili.

Uzun, silindirik ve dallı hücreler.

Hücreler tek çekirdekli ve çekirdek merkezi yerleşimlidir.

Özellikler:

Hücreler arası interkalar diskler bulunur.

İstemsiz, ritmik ve güçlü kasılır.

Otonomik innervasyon ile çalışır.

İnterkalar Diskler:

Hücreler arası bağlantı sağlar.

Bileşenleri:

Zonula adherens (hücrelerarası yapışma),

Desmozomlar (mekanik dayanıklılık),

Gap junctions (iyon ve küçük molekül geçişi; elektriksel iletişim).

SONUÇ

Kas dokusu, hareket ve kasılma fonksiyonlarını yerine getirir.

Düz kas, iç organlarda yavaş ve istemsiz çalışır.

İskelet kası, hızlı ve istemli çalışarak vücut hareketlerini sağlar.

Kalp kası, kendiliğinden ve ritmik kasılarak kan dolaşımını sürdürür.

Her kas tipi, yapısal ve işlevsel olarak organizmanın özel ihtiyaçlarına uyacak şekilde özelleşmiştir.