DOKULAR

YRD. DOÇ. DR. HASAN KOÇ

Hayvansal dokular

- Çok hücreli canlılarda yapı ve işlev bakımından birbirine benzeyen hücreler ile bunların arasını dolduran hücrelerarası maddeden oluşan yapıya doku denir.
- Bu tanıma göre tek hücrelilerde doku söz konusu değildir.
- Hatta alg ve sünger gibi basit çok hücrelilerde de doku ya yoktur veya çok az farklılaşmıştır.
- Bütün doku ve organlar, üç embriyonal tabakadan (endoderm, mesoderm ve ektoderm ve gelişirler.
- Her bir doku türünün embriyonal tabakalardan gelişim ve farklılaşmasına histogenez adı verilir.

Hayvansal dokular

- Dokuyu oluşturan hücreler gene bu hücreler tarafından salgılanan cansız bir ara madde ile çevrilidir. Bu hücrelerarası maddenin bileşimi doku türlerine göre farklılık gösterir.
  - Katı, yarı katı, jelimsi veya tamamen sıvı olabilir.
  - Örneğin kemik dokuda tamamen katı olan ara madde kan dokusunda sıvı haldedir.
- Miktar bakımından da farklılık gösterebilir.
  - Örneğin bağ dokuda çok fazla olmasına rağmen epitel dokuda ara madde neredeyse hiç yoktur.

Epitel dokusu

Epitel dokusunun fonksiyonları

- Emme (absorbsiyon)
- Salgılama (sekresyon)
- Taşıma (transport)
- Boşaltım
- Koruma
- Kasılma
- duyu alımı

Hayvansal dokuların sınıflandırılması

- Epitel dokusu
- Destek dokuları
- Kas dokusu
- Sinir dokusu

- Epitel dokusu
- Bağ dokusu
- Kan dokusu
- Kıkırdak dokusu
- Kemik dokusu
- Kas dokusu
- Sinir dokusu

Hayvansal dokuların sınıflandırılması

1. Epitel dokusu
2. Destek dokuları
   - 2a. Bağ dokusu
   - 2b. Kan dokusu
   - 2c. Kıkırdak dokusu
   - 2d. Kemik dokusu
3. Kas dokusu
4. Sinir dokusu

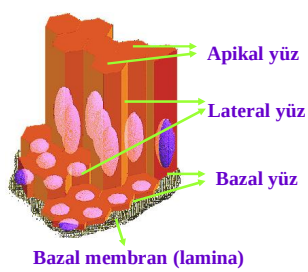
veya

1. Epitel dokusu
2. Bağ dokusu
3. Kan dokusu
4. Kıkırdak dokusu
5. Kemik dokusu
6. Kas dokusu
7. Sinir dokusu

Epitel dokusunun karakteristik özellikleri

- Epitel hücreleri tek sıra halinde olabildikleri gibi, çok sıralı, katlı ve tabakalı da olabilmektedir.
- Epitel hücreleri kutuplaşma gösterir (apikal – bazal yüzey)
- Epitel dokuda kan ve lenf damarları bulunmaz
- Hücre yenilenmesi (Ölen hücrelerle yenilerin yer değiştirmesi)
- Bazı epitel hücrelerinin yüzeylerinde mikrovillus, sil ve kamçı gibi hücre yüzeyi farklılaşmaları görülür.
- Özel bağlantı yapıları ve haberleşme için özel geçit bölgelerine sahip olmaları
- Hücrelerin bazal membran (bazal laminaya) oturmaları

Epitel dokusu



Epitel dokusunun sınıflandırılması

- İşlevine göre
  - Örtü epiteli
  - Salgı epiteli
  - Duyu epiteli
  - Kassal epitel

Örtü epitelinin isimlendirilmesi ve sınıflandırılması

- Temelde koruyuculuk görevi olan bu epitel vücut üzerinde bulunduğu yere göre özel olarak adlandırılır.
  - Vücudun dış yüzeyinde epidermis,
  - Sindirim, solunum ve ürogenital sistemlerin iç yüzeyinde mukoza,
  - Vücut boşlukları ve bu boşluklardaki organların dış yüzeyinde mezotel,
  - Kan ve lenf damarlarının iç yüzeyinde endotel adını alır.
- Örtü epiteli ayrıca hücrelerin şekline ve bu hücrelerin oluşturdukları tabaka sayısına göre de isimlendirilir ve sınıflandırılır.

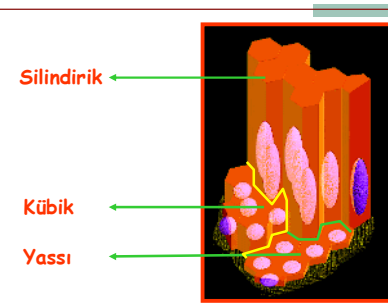
Örtü epitelinin isimlendirilmesi ve sınıflandırılması

- Hücre şekillerine göre
  - Yassı
  - Kübik
  - Prizmatik (silindirik)
- Tabaka sayısına göre
  - Tek tabakalı epitel
  - Çok tabakalı epitel
  - Yalancı çok katlı epitel

Örtü epitelinin isimlendirilmesi ve sınıflandırılması

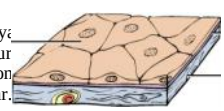
Hücre Şekli	Tabaka Sayısı
YASSI	TEK KATLI
KÜBİK	ÇOK KATLI
SİLİNDİRİK	YALANCI ÇOK KATLI

Tek taklı örtü epiteli



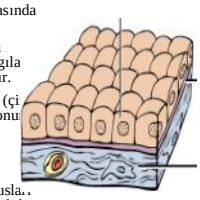
Tek katlı yassı örtü epiteli

- Yassı, ince, plaka şeklindeki hücrelerin tek tabaka oluşturacak şekilde düzenlenmesiyle oluşur.
- Kompartmanlar arasında ya geçirgen bir bariyer oluştur Yani difüzyon ve filtrasyon olaylarına yardımcı olurlar.
- Mekanik travmalara en dayanıksız epitel tipidir, bu nedenle korunmuş iç yüzeylerde bulunur.
- Kan ve lenf damarları, bir çok salgı bezinin küçük boşaltıcı



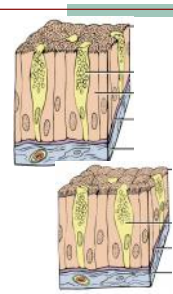
Tek tabakalı kübik örtü epiteli

- Küp biçimli hücrelerin tek tabaka oluşturacak şekilde düzenlenmesiyle oluşur.
- Çekirdekleri büyük ve hücrenin ortasında yer alır.
- Koruyucu fonksiyonunun (ovaryum epiteli) yanısıra, absorbsiyon ve salgıla fonksiyonu (tiroid follikülleri) vardır.
- Bazı özel tükrük bezi duktuslarında (çi kanallarda), iyon ve su konsantrasyonu düzenler.
- Salgı ve boşaltım ürünlerini taşıyan kanalların duvarında bulunur.
- Böbrek tubulleri, birçok bezin duktusla.. gibi. Ayrıca; ovaryumun yüzey epiteli bu tiptir.



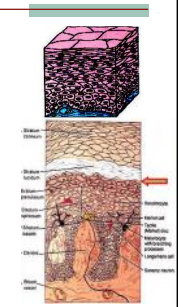
Tek prizmatik örtü epiteli

- Silindir biçimli hücrelerin tek tabaka oluşturacak şekilde düzenlenmesiyle oluşur.
- Hücrelerin çekirdekleri ovaldir.
- Örtücü/koruyucu fonksiyonuna ek olarak, sekresyon ve absorbsiyon yapmak
- Eğer silliyse yüzeyindeki mukusu hareket ettirme fonksiyonlarına sahiptir.
- Özellikle mideden itibaren tüm gastrointestinal kanalda bulunur.



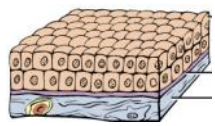
Çok katlı yassı örtü epiteli

- En yüzeydeki birkaç sıra hücre yassı, bunun altındakiler poligonal, en alttaki bir sıra hücre ise kübik/silindirik biçimlidir.
- Mekanik travmalara en dayanıklı epitel tipidir, aşınmaya en çok maruz kalan yerlerde bulunur.
- Keratinli ve keratinsiz olmak üzere iki tipi vardır.
- Epidermis, vajina, özofagus ve dilde bulunur.



Çok katlı kübik örtü epiteli

- Birkaç küp şekilli hücre sırasından meydana gelir.
- Şayet katlılık fazla ise hücrelerin şekli bazal membrana doğru genişler.
- Salgılama ve koruma görevi vardır.
- Ter ve yağ bezlerinin kanalları ile ovaryum ve testislerde bulunur.



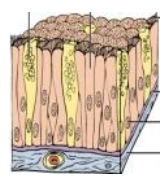
Çok katlı prizmatik örtü epiteli

- En üstte ince, yassı, prizmatik hücreler bulunur.
- Bazal membrana yakın olan hücreler çok yüzlüdür.
- Salgılama, koruma ve nemli yüzeylerde madde taşınımına yardımcı olur.
- Larinks ve farinks gibi nemli yüzeylerde ve tükrük bezleri ile meme bezlerinde bulunur.



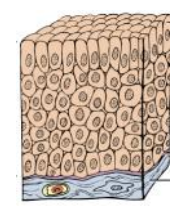
Yalancı katlı prizmatik örtü epiteli

- Esas olarak tek kalıdır. Hücre seviyelerinin farklılığından bu isim verilmiştir.
- Erkek üreme kanallarında, burun gibi üst solunum yollarında bulunur.
- Sonuncusunun hücreleri sillidir.



Çok katlı değişken örtü epiteli

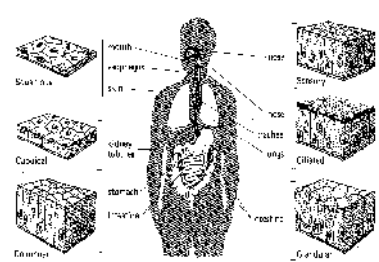
- Bulunduğu organın boş ve dolu oluşuna göre şekil değişikliği gösteren çok katlı bir epitel tipidir. Örneğin mesane
  - boş iken kübik,
  - dolu iken yassı
- Üreterler, üretra ve mesanede bulunur.



Örtü epiteli tipleri, işlevi ve bulunduğu yerler

Epitel Türü	İşlevi	Bulunduğu yer
1. Tek katlı yassı epitel	Difüzyon, filtrasyon, ozmoz	Akciğerlerin hava keseleri, kapilar damarların duvarı, kan ve lenf damarlarının iç örtüsü
2. Tek katlı kübik epitel	Salgılama ve emilim	Yumurtalığın yüzeyi, böbrek tubulerlerin örtüsü, çeşitli bezlere ait kanalların örtüsü
3. Tek katlı prizmatik epitel	Koruma, salgılama ve emilim	Uterus ve sindirim kanalının örtüsü
4. Yalancı çok katlı prizmatik epitel	Koruma, salgılama, emilim mukus ve hücre hareketi	Solunum kanallarının ve üreme sisteminin çeşitli tüplerinin örtüsü
5. Çok katlı prizmatik epitel	Koruma	Farinks ve epiglottis ile erkek üretrasının bazı kısımları
6. Çok katlı kübik epitel	Koruma	Bazı ter ve tükrük bezlerinin boşaltım kanallarının örtüsü
7. Çok tabakalı yassı epitel	Koruma	Derinin dış örtüsü, ağız boşluğu, boğaz, vagina ve anal kanalın örtüsü
8. Değişken epitel	Yayılabilirlik, koruma	İdrar kesesi ve idrar kanallarının iç örtüsü

Örtü epiteli tipleri, işlevi ve bulunduğu yerler



Salgı epiteli

- Salgı işlevi için özelleşmiş epitel dokusudur.
- Salgılama işi için özelleşmiş hücre ve hücre gruplarına **salgı bezi** denir.
- Bunlar sentezledikleri salgılarını çeşitli şekillerde dışarı verirler (sekresyon).
- Salgının dışarı veriliş şekline göre bezler;
  - Ekzokrin Bezler (Dış salgı bezleri)
  - Endokrin Bezler (İç salgı bezleri)
  - Parakrin Bezler (Paranöronlar)

Salgı bezlerinin sınıflandırılması

- **Ekzokrin bezler (dış salgı bezleri):** Salgı yapan hücreler, ortalarında bir boşluk oluşturacak şekilde gruplaşır. Salgı bu boşlukta toplanır, oradan da gerekli yerlere gönderilir. Ürünlerini iç ya da dış yüzeye açılan kanallara boşaltan bu tip bezlere ekzokrin bezler denir. Tükürük bezleri ekzokrin bezlerden birisidir.
- **Endokrin bezler (iç salgı bezleri):** Salgılarını vücudun diğer bölgelerindeki hedef hücrelere ulaştırabilmek için kana veya lenfe veren bezlere endokrin bezler denir. Hipofız, tiroit, paratiroit, epifız ve adrenal endokrin bezlere örnektir.
- **Parakrin Bezler (paranöronlar):** salgılamada, aracı moleküller sadece kendilerini salgılayan hücrelerin yakın çevrelerinde bulunan hücreler üzerine etkili olur. Bu bölgesel salgılamaya parakrin salgılama denir.

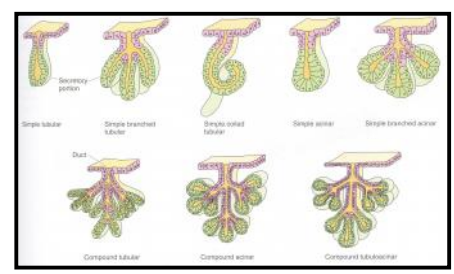
Çok hücreli ekzokrin bezlerin sınıflandırılması

- Hücre sayısına göre
  - *Ünisellüler (tek hücreli)*
  - *Multisellüler (çok hücreli)*

Çok Hücreli Bezler

- Bezi oluşturan birimlerin sayısına göre
  - Basit
  - Bileşik
- Salgı ürünlerinin fiziksel ve kimyasal özelliğine göre
  - Müköz
  - Seröz
  - Serö - Müköz
- Epitel dokusu ile ilişkisine göre
  1. Endoepitelyal bezler
  2. Ekzoepitelyal bezler
- Bezin şekline göre
  - Tubüler
  - Alveolar
  - Tubüloalveolar
- Salgılama şekillerine göre
  - Merokrin
  - Apokrin
  - Holokrin

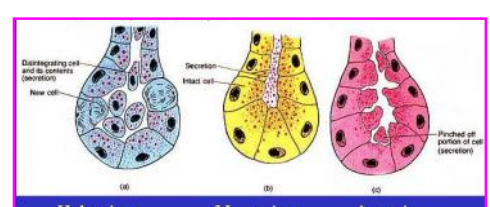
Çok hücreli ekzokrin bezlerin sınıflandırılması



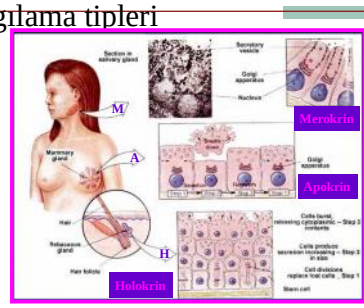
Çok hücreli ekzokrin bezlerin salgılama tipleri

- Merokrin: Salgı ürünü sitoplazma ve membran kaybı olmaksızın ekzositoz ile dışarı atılır. Atılan salgı hücrenin bir ürünüdür, hücrenin bir bölümü değildir.
- Apokrin: Salgı ürünü hücrenin apeksinde biriktirilir ve hücrenin "apikal" bölümü, salgı granülleriyle birlikte dışarıya verilir. Bir miktar sitoplazma ve membran kaybı söz konusudur.
- Holokrin: Sitoplazmada fazla miktarda salgı ürünü biriktirilmesini takiben hücre lizisi olur ve bu hücreler salgılanır. Yani; dışarıya atılan salgı, hücrenin kendisidir.

Çok hücreli ekzokrin bezlerin salgılama tipleri



Çok hücreli ekzokrin bezlerin salgılama tipleri



Nöroepitel (duyu epiteli)

- Örtü epiteli içerisinde yer alan ve çeşitli duyuların alınmasında görev yapan epitel dokusu tipidir.
- Nöroepitel hücreleri de denilen bu özelleşmiş hücreler *(reseptör hücreler veya alıcı hücreler)* çevrelerindeki değişiklikleri algılayıp sinir sistemine bilgi verir.
- Dış ortamdan gelen fiziksel, kimyasal ve mekaniksel uyarılar bu hücreler tarafından alınıp sinir uyarısı haline çevrilir.
- Bu epitel, koku, tat, sıcaklık, basınç, ağrı vb. duyuların alınmasını sağlayan özelleşmiş sinir sonlanmalarını ya da yapılarını içeren bir epitel tipidir.
- Sıcaklık, temas, basınç, acı ve ağrı gibi duyuların alınmasında epidermis, ve/veya dermişte bulunan sinir sonlanmaları işlev görür.

Miyoepitel (kassel epitel)

- Kasılabilme özelliği olan epitel dokusudur.
- Süt ve ter bezleri gibi yapılarda bez epitel hücrelerinin bazal yüzeylerinde yer alır
- Bu epitel dokusu tipi bezin salgısının bulunduğu lümeni sıkıştırarak salgının dışarı akıtılmasını sağlar

Bağ dokusu

Bağ dokusunun fonksiyonları

- dokuları birbirine bağlar,
- onları besler,
- korur,
- dokular arası alanları doldurur,
- yağ depolar,
- kan hücrelerini üretir,
- enfeksiyonlara karşı dokuları korur
- dokuların onarımına yardım eder.

Bağ dokusu

- Bağ dokusu;
  - Temel madde
  - Hücreler
  - Fibriller



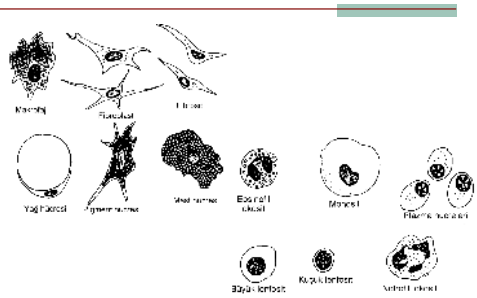
Bağ dokusu hücreleri

- Sabit hücreler
  - **Fibroblast (fibrosit)**
  - **Mezenkim hücreleri**
  - Retiküler hücreler
  - **Yağ hücreleri**
  - **Mast hücreleri**
- Dolaşan hücreler
  - Lenfositler
  - **Makrofajlar**
  - **Plazma hücreleri**
  - Kandan göç eden hücreler
  - **Melanositler**

Bağ dokusu hücreleri

- Fibroblast veya fibrosit:
  - Bağ dokusunun temel ve en bol bulunan hücre tipidir. Hücre dışı zemin maddesinin bileşenlerini ve fibrilleri sentezler.
- Mezenkim hücreleri:
  - Bağ ve destek dokuları adı altında ele alınan tüm dokularda bulunan kök hücreleridir. Yüksek oranda bölünüp farklılaşma özelliğine sahiptirler
- Yağ hücreleri:
  - Adipositler veya lipositler olarak da adlandırılan bu hücreler yağ sentezler ve depolar.
- Mast hücreleri:
  - Kan damarlarının etrafında bol bulunan bu hücreler histamin ve heparin üretirler.

Bağ dokusu hücreleri

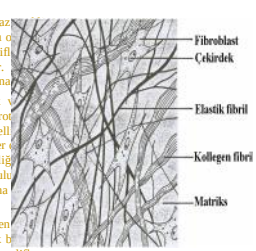


Bağ dokusu hücreleri

- Makrofajlar:
  - Bağ dokusu matriksinde yer alan büyük ve fagositik yeteneği olan amoboid hücrelerdir. Vücut savunmasında önemli rolleri vardır.
- Plazma hücreleri:
  - Herhangi bir infeksiyon veya doku hasarı oluştuğunda B lenfositler aktifleşerek plazma hücrelerine dönüşür ve antikor üretirler.
- Melanositler:
  - Melanini sentezleyen ve depo eden hücrelerdir. En çok derinin dermis tabakasında ve gözün iris yapısında bulunur. Güneşin zararlı U.V. Işınlarına etkilerine karşı koruyuculuk görevi vardır.

Bağ dokusu lifleri

- **Kollajen lifler:** Uzun, düz ve beyaz liflerdir. Çekme ve gerilmelere karşı o dayanıklı ve sağlam olan kollagen lifl isimdeki proteinden oluşmuşlardır. üzerine sarılmış üç zincirden meydana
- **Elastik lifler:** İnce, uzun, elastik renkli liflerdir. Elastin adı verilen pro oluşan bu fibriller elastik özell Özellikle deri, kan damarı ve akciğer gibi esneme ve genişleme özelliği dokularda bol olarak bulunur. Bulu yapının yaklaşık 1,5 kat uzamasına verir.
- **Retiküler lifler:** Kollajen liflerden olarak daha inceditler ve dallanarak b yapı oluştururken kollagen liflere bağlanırlar. Yumuşak kan ve lenf oluşturan organlarda, örneğin dalak ve lenfte bol olarak bulunurlar.



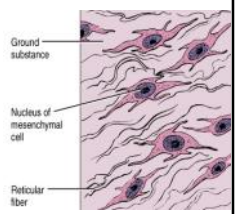
Bağ Dokusunun Sınıflandırılması

- **EMBRİYONİK BAĞ DOKUSU**
  - Mezensimal Bağ Dokusu
  - Müköz Bağ Dokusu
- **ERİŞKİN BAĞ DOKUSU**
  - Genel Bağ Dokusu
    - Gevsek (areolar) bağ dokusu
    - Sıkı bağ dokusu
      - *Düzenli sıkı bağ dokusu
      - *Düzensiz sıkı bağ dokusu
  - Özel Bağ Dokusu
    - Elastik bağ dokusu
    - Retiküler bağ dokusu
    - Pigment dokusu
    - Yağ *(adipoz)* dokusu

- **Bağ Dokusu Bileşenleri**
  - **Hücreler**
  - **Zemin Maddesi**
  - **Fibriller**
- Bağ dokusunun bileşenleri vücutta bir bölgeden diğerine değişiklik gösterir, az ya da çok olabilir.
- Ara formlar yoluyla çeşitli tipler birbirlerine dönüşebildiği gibi, koşulların değişmesiyle bir bağ dokusu tipi, diğer bir bağ dokusu tipine dönüşebilir.

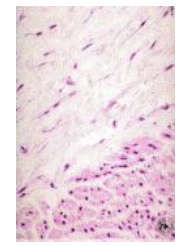
Mezenkim bağ dokusu

- Gelişmekte olan embriyoda görülen ilk bağ dokusudur. Embriyonik bağ dokusu da denir.
- Birbirlerine benzeyen küçük, mekik ya da yıldız şeklinde mezenşimal hücrelerden oluşur.
- Hücreler, çok ince ve seyrek yerleşmiş kollajen fibril (retiküler fibril) içeren yapışkan zemin maddesi içinde bulunur.
- Mezenşimal hücreler hızlı bölünme ve güçlü farklılaşma potansiyeline sahiptir.
- Erişkinlerde bulunmaz.



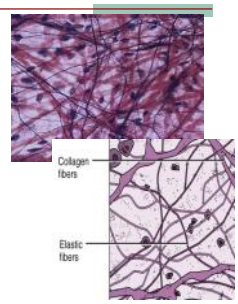
Mükoz bağ dokusu

- Mezensimal bağ dokusuna çok benzer.
- Müköz bağ dokusu, embriyoda ve göbek kordonunda bulunur.
- Hücrelerden çok zemin maddesi vardır.
- Geniş yer kaplayan hücrelerarası alanda çok ince kollajen fibriller bulunur.
- Esas hücreleri



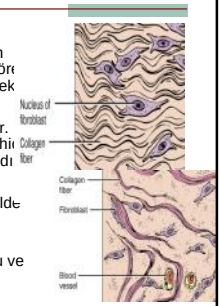
Gevşek bağ dokusu

- Gevşek bağ dokusu, embriyonun diğer dokuları oluştuktan sonra kalan mezenşimden meydana gelir.
- Mezensimal hücreler fibroblastlara dönüşür.
- Fibroblast, bu dokuda en çok görülen hücredir. Bundan başka makrofajlar, mast hücreleri, yağ hücreleri ve plazma hücreleridir.
- Hücrelerarası maddede kollajen, elastik ve retiküler fibriller vardır. Ancak, ilk iki fibril oldukça boldur.
- Başta kas dokusu olmak üzere deri, müköz membranlar ve kan damarları gibi yapılarda yer alarak boşluk doldurucu, şekillendirici ve destekleyici bir fonksiyonu vardır.



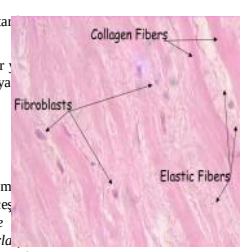
Sıkı bağ dokusu

- Sıkı bağ dokusu, içerdiği fibrillerin hücrelere ve zemin maddesine gör çok fazla olması dolayısıyla gevşek bağ dokusundan ayrılır.
- En çok bulunan hücre fibroblasttır. Serbest bağ dokusu hücreleri ya hi yoktur ya da bazı yerlerde çok azdı
- Eğer fibriller düzenli ve birbirine paralel demetler oluşturacak şekilde dağılım gösterirse bu tip dokuya **düzenli sıkı bağ dokusu,**
- Fibril dağılımı farklı yönlere doğru ve dağınık yerleşim gösterirse **düzensiz sıkı bağ dokusu** adı verilir.



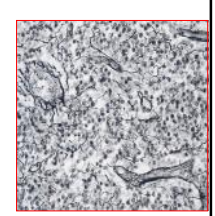
Elastik bağ dokusu

- Elastik bağ dokusunda, bol miktar elastik fibril demetleri bulunur.
- Bu fibriller ya paralel düzenlenir birbirleriyle ilişkili ağ şeklinde ya oluşturur.
- Fibriller arasındaki alanlarda fibroblastlar ve yer yer kollajen fibbriller bulunur.
- Elastik bağ dokusu, omurgada om kemikleri arasındaki bağlarda, çeş içi boş organların *(mesane, mide bağırsak kanalı ve büyük damarla* duvarlarında, kalbin bazı bölgelerinde ve solunum yollarının bazı kısımlarında bulunur



Retiküler bağ dokusu

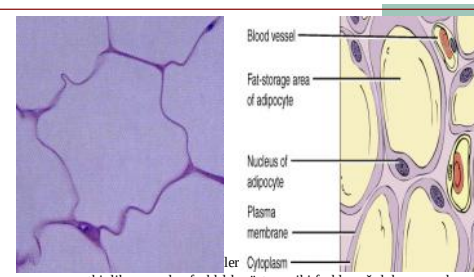
- Karaciğer sinuzoitlerinin etrafında, timus, lenf ve hemopoietik organların stromasında ve dalakta bulunan fibrillerin çoğu retiküler fibrillerden oluşur.
- Retiküler bağ dokusunun bulunduğu yukarıdaki örneklerde yer alan retiküler fibriller arasında bunları sentezleyen retikuler hücreler ve çok ince kollajen fibril ağları bulunur.



Adipöz doku

- Isı kaybına karsı koruyucu bir tabaka oluşturan ve vücudun bazı bölgelerinde mekanik destek sağlayan bir dokudur.
- Hayvanların çoğu ara ara beslenir; ancak sürekli enerji tüketir. Enerji verecek bir madde depolaması gerekir. Yağ, karbonhidrat ve proteinden çok daha hafif ve bunlardan çok daha fazla enerji verir.
- Yağ dokusu vücudun en verimli enerji deposunu oluşturur.
- Normal ağırlıkta bir insanın toplam vücut ağırlığının yaklaşık % 10-15'i yağ olup, bu 40 günlük bir enerji stoğunu oluşturur. Aşırı şişmanlarda yağ oranı artar.
- Yağ dokusu, kan damarlarıyla sıkı ilişkili yağ depolayan hücrelerden *(adiposit)* oluşur.
- Bu doku yağın trigiliserit şeklinde depolandığı özel bir bağ dokusudur.
- Yoğun besin alımı sırasında yağı biriktirme ve açlık sırasında yağ asitlerini bırakma işlevleriyle yağ dokusu, enerji için sürekli yakıt temin etmede çok önemli rol oynar.
- Hareket yeteneği olmayan yağ hücreleri aktif bir şekilde karbohidratlar-dan yağ sentezler, hormonlara ve sinirsel uyarılara iyi yanıt verir.

Adipöz doku



ler tabolik etkinlik açısından farklılık gösteren iki farklı yağ dokusu vardır

Kıkırdak dokusu

Kıkırdak dokusunun fonksiyonları

- Yumuşak dokuları korumak ve desteklemek;
- Düzgün yüzeyli ve basınçlara dayanıklı moleküler yapısı ile eklem yüzeylerini kaygan yüzeyler oluşturacak şekilde kaplayıp kemik hareketlerini kolaylaştırmak;
- Embriyonda kemiklerin ve iskelet sisteminin gelişmesine; ayrıca büyüme çağında özellikle uzun kemiklerin büyümesine yardımcı olmak;
- Burun, gırtlak, trakea, bronş ve kulak kepçesi gibi organların yapısında yer alarak destekleyici görev yapmak.

Kıkırdak dokusu

- Kıkırdak dokusu esas olarak,
  - Kondrosit denen hücreler,
  - Yarı katı bir zemin maddesi (matriks) ve
  - Fibrillerden meydana gelmiştir.
- Kemik doku hariç diğer destek dokularından daha sert bir doku olmasına rağmen belirli bir bükülebilme ve esneme özelliği vardır.
- Sinir, kan ve lenf damarı içermezler.
- Beslenmeleri kıkırdak dokusunun etrafındaki çevre bağ (kıkırdak zarı: perikondriyum) dokusundan sağlanır.
- Embriyonal dönemde tüm iskelet kıkırdak dokusundan yapılmıştır. Daha sonra kıkırdağın büyük bir kısmının yerini kemik doku alır.
- Eklem yüzü, toraks duvarı, trake, bronş, kafatası tabanı gibi yerlerde kıkırdak kalır.

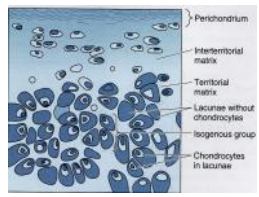
Kıkırdak dokusu tipleri

- Matriks miktarına ve burada gömülü bulunan kollajen ve elastik fibrillerin bolluk derecelerine göre kıkırdak dokusu
  - **hiyalin,**
  - **elastik** ve
  - **fibröz kıkırdak**

olmak üzere üçe ayrılır.

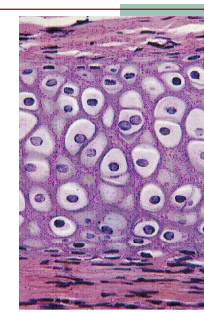
Hiyalin kıkırdak

- Organizmada en bol bulunan kıkırdak tipidir.
- Matriksindeki kollojenin çoğunluğu tip II kollojen'dir.
- Mavimsi beyaz renkli veya buzlu cam görünümündedir (Hiyalos: Cam).
- Kondrositleri yuvarlak veya oval olup lakünler içinde tek veya birkaç tanesi birlikte yer alır.
- Çok az bükülebilir ozellikte olan hiyalin kıkırdak, içerdiği kollajen fibriller nedeniyle basınca karşı çok dirençlidir.



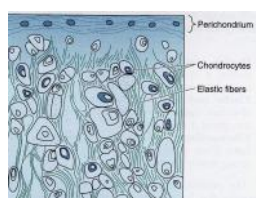
Hiyalin kıkırdağın bulunduğu yerler

- Embriyoda tüm iskelet hiyalin tiptedir.
- Erişkinlerde kaburgaların göğüs kemiğine tutunma yerindeki kıkırdaklar
- Sinoviyal eklemlerdeki kemik yüzeylerinde bulunan kıkırdak
- Burun kıkırdağı,
- Trake
- Büyük bronşlarda bulunan kıkırdaklar



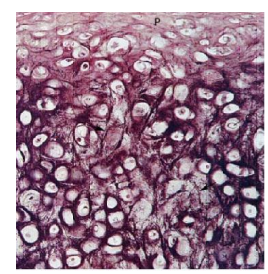
Elastik kıkırdak

- Hiyalin kıkırdaktan daha saydam olan kıkırdaktır ve sarımsı renkte, bükülebilme özelliğindedir.
- Kondrositler yuvarlak veya hafif köşelidir, tek ya da ikili ve üçlü izogen gruplar halindedir.
- Matrikste maskelenmiş Tip II kollagen fibrillerden başka maskelenmemiş çok fazla miktarda ağlar oluşturan elastik fibriller bulunur.
- Bulunduğu bütün bu yerlerde perikondriyum ile kaplıdır.
- Elastik kıkırdak, hiyalin kıkırdak gibi kemikleşmez.



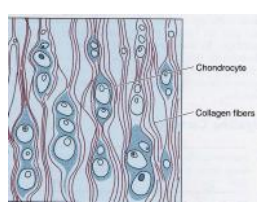
Elastik kıkırdağın bulunduğu yerler

- Memelilerde dış kulakta,
- İşitme kanalları duvarında,
- Östaki borusunda,
- Epiglottiste,
- Küçük bronşiollerde,
- Burunun kanatlarında



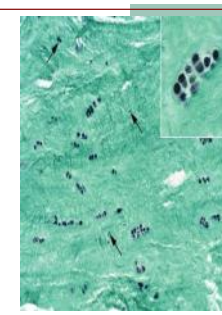
Fibröz kıkırdak

- Çıplak gözle grimsi-beyaz renkte görülür.
- Fibröz kıkırdak, sıkı bağ dokusu ile hiyalin kıkırdağın karışımıdır. Daima kompakt bağ dokusu ile birliktedir.
- Kondrositler, tek tek ya da izogen grup dizileri oluşturarak art arda yerleşirler.
- Tip I kollojen fibriller bir hasır örtüsü şeklinde dokuda yerleşim gösterir.
- Bu özelliğinden dolayı bu kıkırdak, vücutta basınca en dayanıklı bölgelerde bulunur.
- Fibröz kıkırdak hiyalin ve elastik kıkırdaktaki gibi bir perikondriyum ile çevrili değildir.



Fibröz kıkırdağın bulunduğu yerler

- Fibröz kıkırdak, vücutta birkaç belirli bölgede bulunur.
  - Omurlararası disklerde diz eklemi içindeki yataklarda (menisküsler),
  - Kalça kemiklerinin birleşim yerinde (Symphsis pubis),
  - Tendonların kemiklere bağlantı bölgelerinde



Kıkırdak dokusu tipleri

Tipi	Hücre Özelliği	Liflerin Özelliği	Matriks Özelliği
Hyalin	Aktif haldeki hücreler (kondroblastlar) yassı şekilli ve yuvarlak nukleusludur. Sitoplazmada lipid bulunur, temel madde ve lif yapımında rol alırlar. Kondrositler matür hücrelerdir, oval şekilli ve lakünada yerleşik olup vakuollüdürler. Glikojen ve pigment granülleri içerirler. İzogen gruplar adı verilen gruplaşmalar yaparlar.	Tip II kollajenlerdir. Rutin yöntemlerle zor görülürler. Polarizasyon mikroskobuyla belirle-nebilirler.	Temel madde çok miktardadır. Glikozamino- glikanlardan yapılmışlır ve jel kıvamındadır. Taze halde hormojen görünür. Boyalı preparatlarda lakûna çevresi yoğun olup teritoriyal alanı adını alır. PAS ile pozitif reaksiyon verir. Damarsız olan dokuda beslenme ve oksijenlenme difüzyonla olmaktadır. Yaşlanmayla birlikte dokuda kalsifikasyon görülebilir.
Elastik	Oval şekilli ve az sayıda hücre içerir. Hücrelerde az miktarda lipid ve glikojen bulunabilir.	Elastik tür liflerdir; Kalınlıkları ve Miktarları bölgeye göre değişir. Verhoeff' un elastik boyasıyla siyaha boyanırlar.	Matriks jel kıvamındadır. Dokuya taze haldeyken bakıldığında sarımsı renkte görülür.
Fibröz	Oval şekilli hücreler ikili veya küçük gruplar halinde ve liflerin arasında düzgün sıra-lanmalar yaparak yerleşirler.	Kollajen lifler çok yoğundur. Dalgalı paralel demetler yapacak şekilde tertiplenmişlerdir.	Matriks yapısı diğer kıkırdaklara oranla daha sıvı özelliktedir.

Kemik dokusu

Kemik dokusunun fonksiyonları

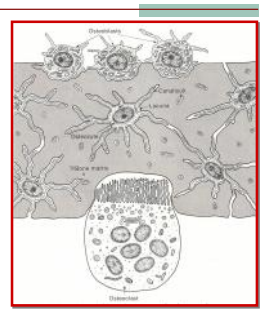
- Destek dokular arasında gerçek anlamda destekleme görevi yapan dokudur.
- Kıkırdaklı balıklar dışında diğer bütün omurgalılarda iç iskeleti meydana getiren dokudur.
- Vücudun iç organlarının, baş ve göğüs boşluğundaki organların ve kemik iliğindeki kan hücrelerinin korunmasından sorumludur.
- Vücudumuzdaki en küçük kemikleri oluşturan çekiç, örs ve üzengi kemikleri ise ses iletiminden sorumludur.
- Bu mekanik işlevlerine ilave olarak, organizmanın kalsiyum ve fosfor depoları olarak görev yaparak metabolik olarak ta önemli rol oynarlar.

Kemik dokusunun özellikleri

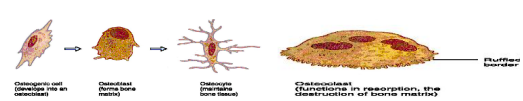
- Basınç, çekilme, eğilme ve bükülmelere karşı yüksek derecede dayanıklı olan kemik, aynı zamanda oldukça hafif bir materyalden oluşmuştur.
- Kemik, kaba şeklinden mikroskobik yapısına kadar tüm organizasyon seviyelerinde minimum ağırlık ve maksimum ekonomik materyalle çok büyük bir dayanıklılığa sahiptir.
- Dayanıklılığı ve sertliğine karşılık bireyin ömrü boyunca yıkılıp yeniden yapılan, canlı ve dinamik bir dokudur.
- Bütün bu özelliklere sahip olan bu kemik, cerrahi müdahalelerle şekli değiştirilebilen tek dokudur.

Kemik dokusu

- HÜCRELER
  - Osteoprojenitör hücre
  - Osteoblast
  - Osteosit
  - Osteoklast
- LİFLER
  - Kollajen tip I
- AMORF ARA MADDE
  - Organik komponent
  - İnorganik komponent



Kemik dokusu hücreleri



Osteoprojenitör hücreler

- Olgun (ikincil) kemiklerin zarlarında (periosteum ve endosteum), bu kemiklerin içerdikleri Havers ve Volkmann kanallarının örtüsünde ve büyüyen kemiklerin metafizindeki kıkırdak matriksinin trabeküllerinde bulunurlar.
- Osteoprogenitor hücreler kemiklerin normal büyümesi sırasında aktiftir.
- Erişkinlerde de yukarıdaki söz konusu bölgelerde hareketsiz dururken; kemikte yaralanma ve kırıkların iyileşme bölgelerinde ve kemiğin içten yeniden düzenlenmesi sırasında aktive edilerek mitozla bölünüp çoğalırlar.
- Çoğalan bu hücrelerin bir bölümü kemiği oluşturan osteoblastlara dönüşür.
- Osteogenez (kemik yapımı) durduğunda osteoblastlara da osteoprogenitor hücrelere dönüşebilir.

Osteoblastlar

- Osteoblastlar kemik oluşumundan sorumlu hücrelerdir. Kemikleşme bölgelerinde, gelişmekte olan kemiklerin periosteumunun kemiğe temas eden derin bölgelerinde diziler halinde bulunurlar.
- Osteoblastlar yüksek metabolik aktiviteye sahip hücrelerdir.
  - Çekirdekleri ökromatin özellikte ve büyük olup, genellikle hücrenin kemik yüzeyinden uzak olan kısmında yer alır. Sitoplazmaları granüllü endoplazmik retikulumca zengindir. Çok iyi gelişmiş Golgi kompleksi, çekirdek ile hücrenin tabanı arasında yer alır. Mitokondrileri uzun ve oldukça fazla sayıdadır
- Osteoblastlar yüksek seviyede alkalen fosfataz aktivitesi gösterirler. Bu da kemik matriksinde kalsiyum depolanmasını osteoblastların düzenlediğini gösterir.
- Bu hücreler kemik matriksinin organik kısmını yani kollajen fibrilleri, proteoglikanları, glikozaminoglikan ve glikoproteinleri salgılar. Henüz kireçleşmemiş olan bu tür organik maddeye osteoit denir.

Osteositler

- Kalsiyum tuzlarının birikmesiyle kireçleşmiş kemik matriksi içinde hapsolan osteoblastlara osteosit denir. Dolayısıyla osteositler, tamamen olgunlaşmış kemik hücrelerdir.
- Yassı şekilde bir yapıya sahip olan bu hücreler ince sitoplazmik uzantılara sahiptir. Bu uzantılar kanaliküli denilen küçük kemik kanalcıkları içinden geçerek komşu osteositlerinkiyle ilişki kurar.
- Osteositlerin kemiğin diğer hücre tiplerine dönüşebilme özelliği vardır.
- Öyleki kemik yıkımı sırasında içinde bulundukları lakünlerden dışarı çıkınca hemen dinlenme halindeki osteoprogenitor hücrelere, bunlar da osteoblastlara dönüşebilir.
- Osteoliz olayı aktif fizyolojik bir olay olup, osteosit etrafındaki kemik matriksinin değişime uğratılması ve kemik tuzlarının geri emilmesidir

Osteoklastlar

- Kemiğin yeniden biçimlenme süresince çözünüp çevre dokularca emilmesinden sorumlu çok çekirdekli hücreler olan **osteoklastlar,** bir çok monositin birleşmesiyle meydana gelir.
- Kökeni ve işlevi göz önüne alındığında makrofajlara çok benzerler.
- Özellikle kemik yıkımının olduğu bölgelere yakın bulunan, 20-100 m çapında ve 50'ye yakın çekirdeği olabilen dev hücrelerdir.
- Kalsiyumun kemik dokusundan kana salınmasında aktif rol oynayarak, vücut sıvılarında kalsiyum derişiminin homeostatik düzenlemesinde çok önemli rol oynar .
- Osteoklastlann yer aldığı kemik yüzeyindeki sığ çukurla-ra **Howship çukurları** adı verilir.

Osteoklastlar

- Kemik yıkımından aktif olarak sorumlu olan osteoklastlarda çok belirgin bir kutuplaşma göze çarpar.
- Çekirdekler daha çok hücrenin dış yüzeyine yani düzgün hatlı kısmına yakın yer alırken, kemiğin yıkımından sorumlu olan tarafta hücre zarı girintili ve çıkıntılı bir hal alır.
- Buraya **dantel kenar** adı verilir. Hücre zarının içeri yaptığı derin girinti ve dışarıya yaptığı uzun çıkıntılarla osteoklastın tipik görüntüsü ortaya çıkar.
- Osteoklastların dantel kenarının işlevi kemik yıkımı ile ilişkilidir.

Kemik maddesinin matriksi

- Kemik matriksi iki esas öğeden oluşmuştur. Bunlardan birisi organik matriks, diğeri ise inorganik matrikstir.
- Kemiğin % 67'sini inorganik bileşenler (kalsiyum, potasyum, sodyum, magnezyum, karbonat ve fosfat), % 33 ünü ise organik bileşenler oluşturur.
- Erişkin memelilerde, organik bileşenlerin % 95'i kollajendir.
- Kemik matriksinin zemin maddesi glikozaminoglikanlar (kondroitin sülfat, keratan sülfat ve hiyaluronik asit), osteokalsin, osteonektin ve osteopontin gibi küçük glikoproteinler ve birkaç sialoproteinden oluşur.

Organik Komponent

- Kuru ağırlığının % 35'ini oluşturur.
- Kollajen tip I %90-95'i
- Glikozaminoglikanlar
  - Kondroitin sülfat
  - Keratan sülfat
  - Hiyaluronik asit
- Proteoglikanlar ve agregatları
- Glikoproteinler
  - Osteonektin
  - Osteokalsin
  - Osteopontin
  - Kemik sialoproteini

İnorganik Komponent

- Kuru ağırlığının % 65'ini oluşturur.
- Kalsiyum fosfat (%85)
- Kalsiyum karbonat (%10),
- Kalsiyum florid, magnezyum florid, hidroksit ve sulfat bileşikleri ile sodyum ve potasyum oluşturur.
- Kalsiyum ve fosfor **hidroksiapatit** kristallerini oluştururlar.

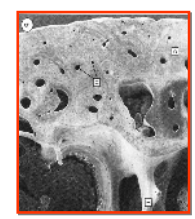
Süngerimsi kemik

- Kısa ve uzun kemiklerin epifiz ve metafizi ile yassı kemiklerin iç kısımlarında yer alan süngerimsi kemik, bulunduğu yerlerde sert kemikten oluşmuş ince bir tabakayla örtülüdür.
- Süngerimsi kemik birbirleriyle ağızlaşan kemik trabeküllerinden oluşur. Bu görünümü ile süngere benzer.
- Trabeküllerde bulunan kemik lamelleri birbirine paralel seyreder.
- Trabeküllerin aralarında birbiriyle ilişkili labirent gibi düzensiz boşluklar vardır. İçleri kemik iliğiyle doludur.
- Bunlar gerekli olan maddeleri kemik iliğindeki damarlardan kanaliküller vasıtasıyla sitoplazmik uzantıları ile alırlar.

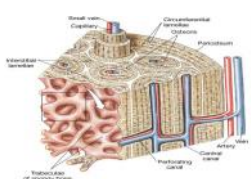


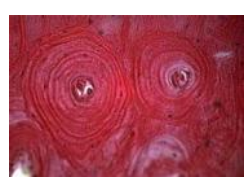
Sert kemik

- Uzun kemiklerin gövde kısmı olan diyafiz ile tüm kemiklerin dış yüzeyleri sert kemikten oluşur.
- Çıplak gözle homojen ve dolgun yapıda olan sert kemiğin, mikroskopta düzenli yerleşim gösteren lamel ve kanal sistemleri içerdiği görülür.
- Kemik hücreleri lameller üzerinde bulunur. Bu hücreler, ince kanalcıklar aracılığıyla hem birbirleriyle hem de damar içeren kanallarla ilişki kurar.
- Kollajen lifler 3-7 µm kalınlığında birbirine paralel ya da bir vasküler kanal etrafında dairesel olarak dizilmiş lameller halinde düzenlenmiştir.
- Kan damarlarını içeren bir kanalı saran, konsantrik dairesel lamellerin oluşturduğu yapıya **osteon (Havers sistemi)** denir. Bu kanallar da **Havers Kanalı** adını alır.
- Osteositler lameller arasında sıkışmış lakün içinde yer alır.
- Kompakt kemikte bulunan bir başka kanal ise **Volkmann Kanalı**dır.

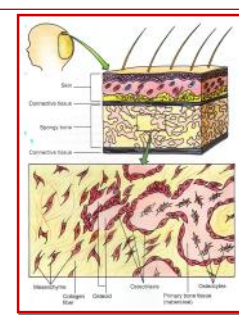


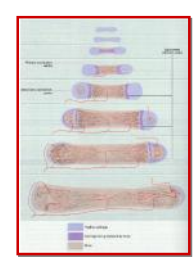
Sert kemik





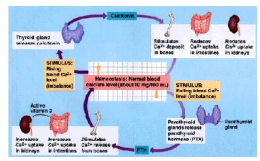
Kemik kemikleşme(ossifikasyon)





Kemik yapımına hormonların etkisi

- Paratiroid hormonu
- Kalsitonin
- Gonadal hormonlar
- Büyüme hormonu



Kemik yapımına vitamin ve mineral maddelerin etkisi

- Vitaminler
  - A vitamini
  - C vitamini
  - D vitamini
- Mineral maddeler
  - Mg
  - Ca
  - Flor