

11.SINIF 1.TEMA

Hareket Sistemi

Maarif

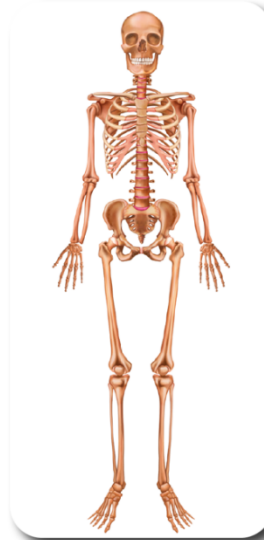


YouTube
Konu Anlatımlı

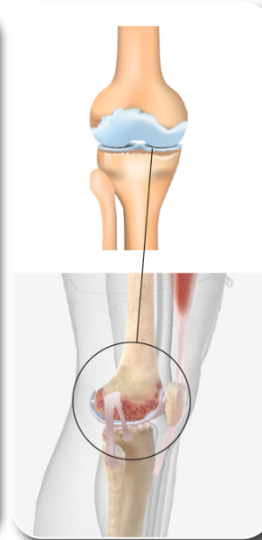


HAREKETE DAYALI TEPKİ

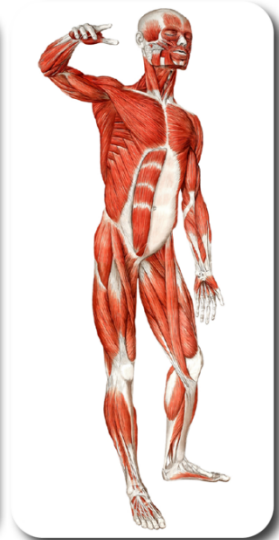
- Bu sistem; hareketi sağlamanın yanında organizmaya destek olur, vücuda şekil verir, kan hücresi üretir, iç organlara ve kaslara bağlanma yüzeyi oluşturur, mineralleri depolar ve iç organları korur.
- İnsanda destek hareket sisteminde **kemik doku, kıkırdak doku, kas doku ve eklemler** bulunur.



Kemikler



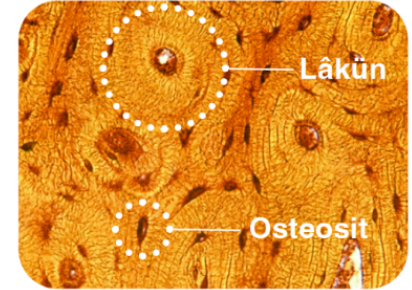
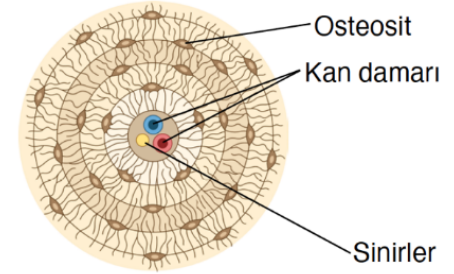
Eklemler



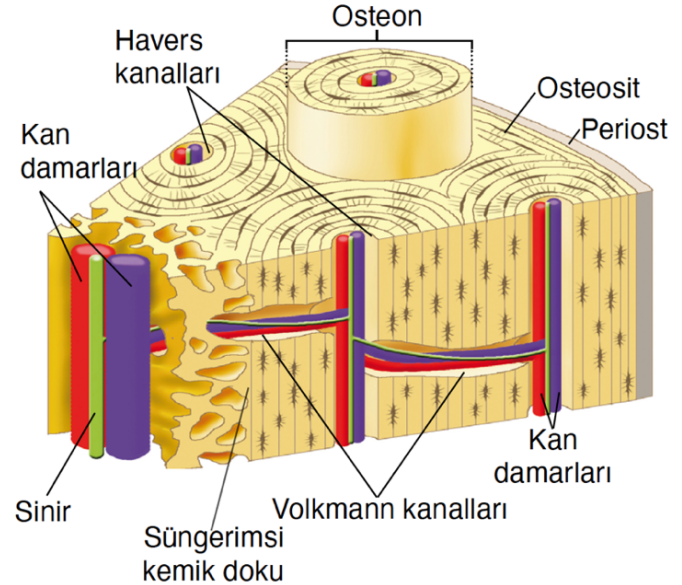
Kaslar

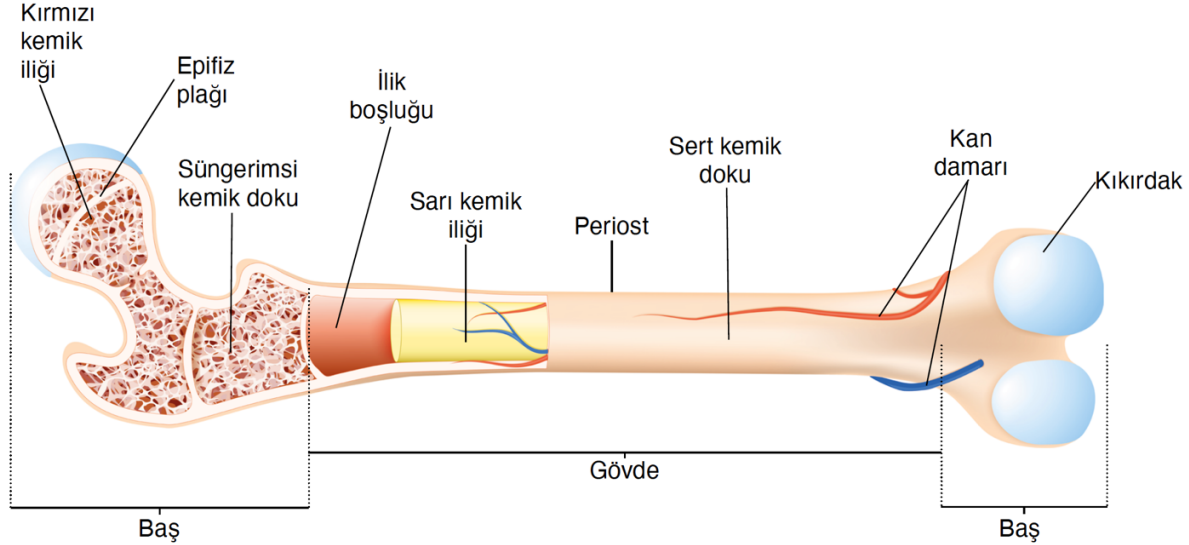
a. Kemik Doku

- İskelet sistemi **kemikten**, kemik doku, **kemik hücreleri ve kemik ara maddesinden** oluşur.
- Kemik dokunun ara maddesine **osein** denir. Ara madde **organik ve inorganik** bileşenleri içerir. Oseinin **organik kısmında kollajen lifler ve çeşitli proteinler** vardır. Oseinin **inorganik kısmında ise kalsiyum, fosfat, kalsiyum florür, kalsiyum karbonat, potasyum ve magnezyum** bulunur.
- Kemik dokuyu oluşturan hücelere **osteosit** denir. Osteositler yıldız şeklinde görünür ve osein içindeki **lâkûn** adı verilen boşluklarda yer alır.
- Osteosit hücreleri sitoplazmik kanalcıklarla birbirlerine bağlıdır. Kemik doku, yapısına göre **sert (sıkı) kemik doku ve süngerimsi kemik doku** olarak iki kısımda incelenir.



- **Sert (sıkı) kemik**, kemiklerin dış kısmında bulunan **sert tabakadır** ve bu doku **osteon** adı verilen silindirik yapıların bir araya gelmesinden oluşur.
- Osteonlar iç içe geçmiş daireler şeklinde lamelli bir görünüme sahiptir. Lamelli görünümün ortasında **havers kanalı** yer alır. Havers kanalının içinden sinirler ve kan damarları geçer. **Bu sayede osteositler besin ve oksijen alır, atıklarını yine kan damarlarına verir.**
- Havers kanalları birbirlerine kısa ve yan kanallar olan **volkmann (volkman)** kanalları ile bağlanır.
- Süngerimsi kemik doku genel olarak sert kemik dokunun altında bulunan dokudur ve gözenekli bir yapıya sahiptir. Gözenekli yapıda **kırmızı kemik iliği** bulunur.
- **Kırmızı kemik iliği kan hücrelerini üretir ve yapısında havers ile volkmann kanalı bulunmaz.**





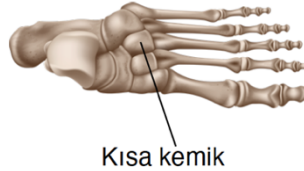
- Kemiklerin dış kısmında **periost** adı verilen zar bulunur. Bu zar **bağ doku** yapısındadır. Periost sinir ve kan damarı içerir. **Yeni kemik hücrelerinin üretimi, kemiğin kalınlaşması, yenilenmesi ve onarılması periostun görevlerindendir.**
- İskelette bulunan kemikler şekillerine göre **uzun, kısa, yassı ve düzensiz** olarak dört kısımda incelenir.

Uzun kemikler, boyu eninden fazla olan kemiklerdir.

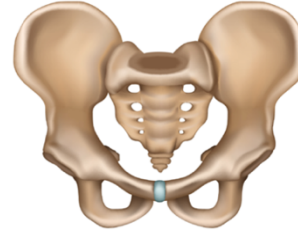
- Uzun kemiklerin orta kısmındaki **ilik boşluğunda sarı ve kırmızı kemik iliği** bulunur.

- Kemiğin uç kısmı ile gövde kısmı arasında kıkırdak dokudan yapılmış büyüme bölgeleri yer alır. Büyüme bölgelerine **epifiz plağı** denir.

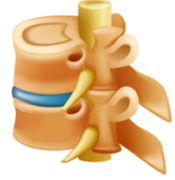
- Epifiz plağı, gelişimini tamamlayan bireylerde zamanla kemikleşir ve kemiğin boyca uzaması durur.
- Pazu, ön kol ve dirsek kemikleri ile el ve ayaklardaki parmak kemikleri, kol ve bacaklardaki uyluk, kaval, baldır uzun kemiklere örnektir.
- **Kısa kemikler** boyu ve genişliği yaklaşık olarak eşit kemiklerdir. Bu kemiklerin en dış yüzeyini **periost** sarar. **Kısa kemiklerin iç kısmında süngerimsi kemik doku, dış kısmında sert kemik doku** bulunur.
- El ve ayak bilek kemikleri kısa kemiklere örnektir.



Ayak Kemiği



Kalça Kemiği

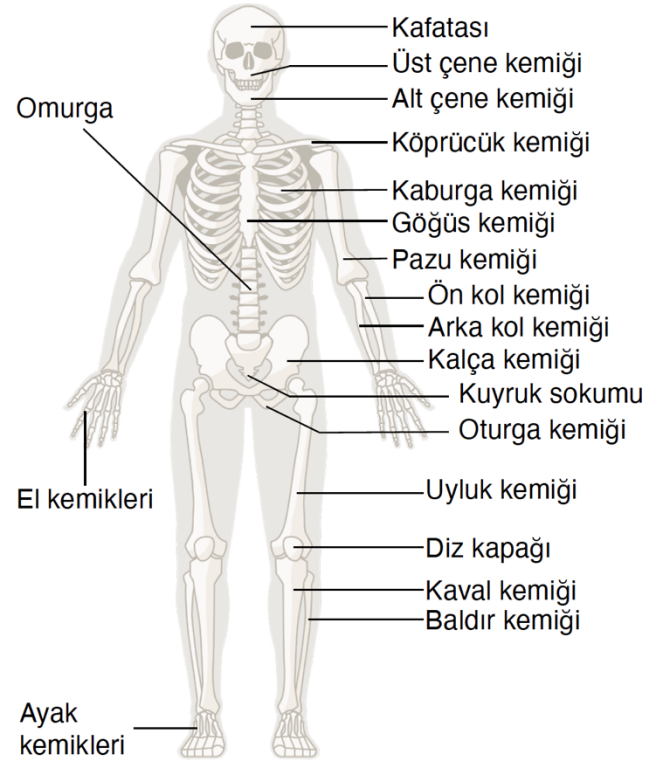


Omurga Kemikleri

Yassı kemiklerin görünümleri levhaya benzer.

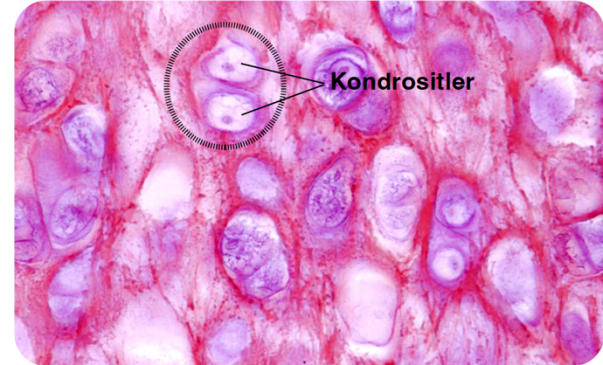
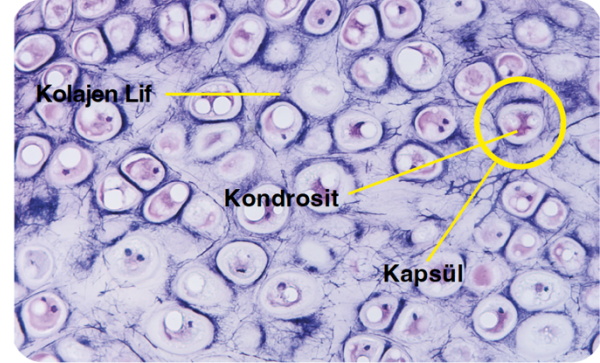
- Bu kemiklerin yapısında dıştan içe doğru **periost, sert kemik doku ve süngerimsi kemik doku** yer alır.
- Süngerimsi kemik doku içinde sadece kırmızı kemik iliği bulunur.
- Kürek, kalça ve kafatası kemikleri yassı kemiklere örnek oluşturur.
- Düzensiz kemiklerin yapısında kısa ve yassı kemikler gibi periost, sert kemik doku ve süngerimsi kemik doku bulunur.
- Omurlar ve bazı yüz kemikleri bunlara örnektir.

- İnsanda iskelet sistemi **baş, gövde, kollar ve bacaklar** olmak üzere dört kısımda incelenir.
- Yetişkin bir insanda toplam **206-213** adet kemik bulunur.
- Kemikler vücuda şekil verip destek sağlar, **kaslarla birlikte vücut hareketlerini** gerçekleştirir.
- Kafatası ve göğüs kafesi gibi bazı iskelet yapıları, hayati organları korur.
- Kemikler aynı zamanda **kalsiyum, fosfat, magnezyum gibi mineralleri depolar** ve homeostazinin sürdürülmesi için gerekli durumlarda bu mineralleri kontrollü olarak kana verir.



b. Kıkırdak Doku

- Kıkırdak doku, **kıkırdak hücreleri** ve **hücreler arası maddelerden** oluşur.
- Kıkırdak dokunun hücrelerine **kondrosit**, bu hücrelerin salgıladığı ara maddeye ise **kondrin** denir.
- Kıkırdak hücreleri **kapsül** yapısı içinde yer alır.
- Kıkırdak doku, **sinir ve kan damarı içermez**. Besin ve oksijeni bağ dokudan difüzyon ile alır. Atıklar da difüzyonla bağ dokuya verilir.
- Embriyonik dönemde iskelet tamamen kıkırdak dokudan oluşup zamanla kemikleşir. Ancak vücutta bazı kısımlar kıkırdak olarak kalır.
- Kıkırdak doku ara maddesinde bulundurduğu liflerin yapısına göre **elastik, fibröz ve hiyalin kıkırdak** olmak üzere üç kısımda incelenir.



Elastik kıkırdak, bol miktarda elastik lif içerir, bu nedenle esnek ve bükülebilir özelliktedir.

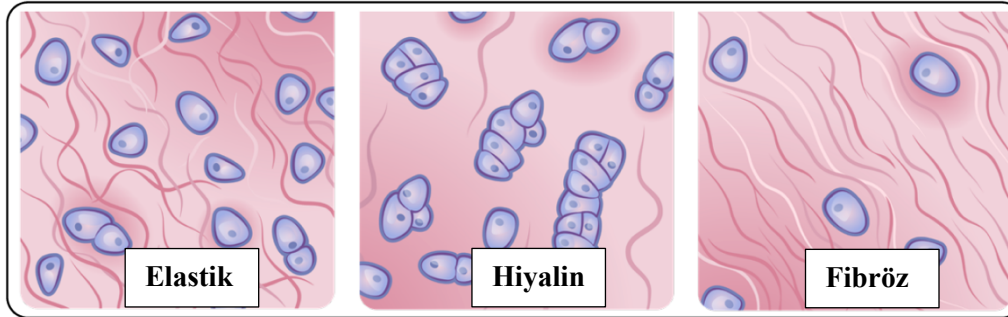
- Kulak kepçesi, östaki borusu, kulak yolu ve epiglottis (gırtlak kapağı) yapılarında bulunur.

Fibröz kıkırdak, yoğun miktarda kollajen lifler içerirken az miktarda kondrosit içerir.

- Omurlar arası disklerde ve köprücük kemiği eklemlerinde bulunur ve en dayanıklı olanıdır.

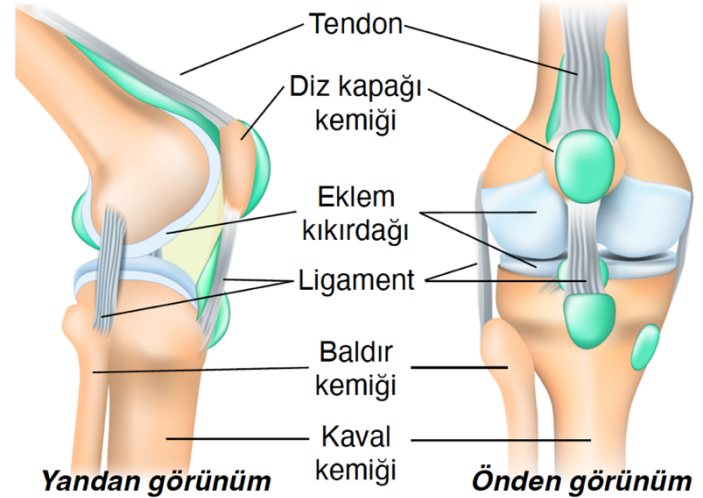
Hiyalin kıkırdak, kollajen lif ve diğer kıkırdak çeşitlerine göre daha fazla kıkırdak hücresi içerir.

- Basınca dayanıklıdır ve mikroskop altında **saydam ve camsı** görünür.
- Embriyonik dönemdeki iskelet hiyalin kıkırdaktan oluşmaktadır. Kemiklerin eklem yapan baş kısmında, kaburga uçlarında, burunda ve soluk borusunda hiyalin kıkırdak bulunur.



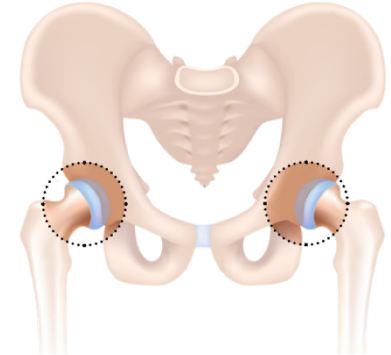
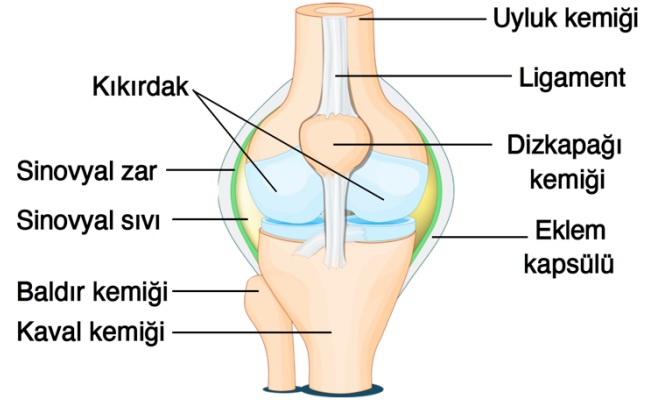
c. Eklemler

- Kemiklerin birbirine bağlandıkları noktalara eklem denir. Eklemde birleşen kemikler birbirlerine fibröz bağ doku lifleri olan ligamentler ile bağlanır.
- Eklem bölgelerinde kaslar da kemikle bağlantı kurar. Burada kasların kemikle bağlantı kurmasını sağlayan yapılara tendon denir.
- Kasın kemiğe bağlantı kurduğu yere başlangıç noktası, eklem ile bağlantı kurduğu yere sonlanış noktası denir.
- Eklemler, hareket yeteneklerine göre, oynar eklemler, yarı oynar eklemler ve oynamaz eklemler.



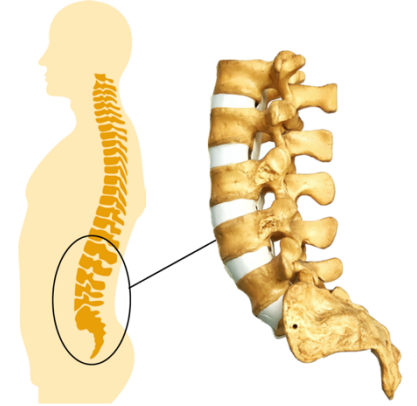
Oynar eklemler, geniş hareket yeteneğine sahip eklemlerdir.

- Kol ve bacak eklemleri bu gruba girer. Bu eklemlerde eklemi oluşturan kemik yüzeyleri, aşınmayı önlemek amacıyla **kıkırdak ile kaplıdır**. Ayrıca eklem etrafını saran **eklem kapsülü adı verilen bağ dokudan oluşmuş** bir yapı bulunur.
- Eklem kapsülünün iç yüzeyi **sinovyal zar** ile kaplıdır. Sinovyal zar, eklem boşluğuna **sinovyal sıvı (eklem sıvısı)** salgılar. Bu sıvı, kemik uçlarının birbirine sürtünmesini engelleyerek aşınmayı önler ve eklem rahat hareket etmesini sağlar.
- Oynar eklemlerde **kemikleri birbirine bağlayan bağlar (ligamentler)** bulunur. Ligamentler, eklemlere sağlamlık kazandırır ve hareketin belli sınırlar içinde gerçekleşmesini sağlar.
- Diz, dirsek, omuz ve kalça eklemleri oynar eklemlerdir.



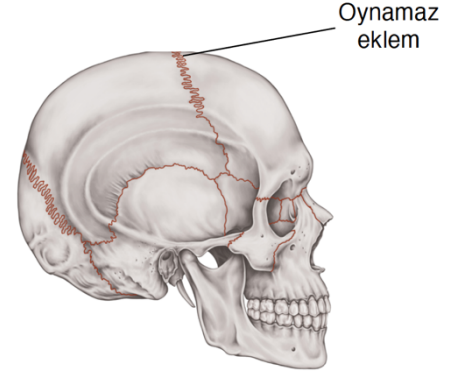
Yarı oynar eklemler, sınırlı hareket yeteneğine sahip eklemlerdir.

- Bu eklemlerde **eklem kapsülü ya da sinovyal sıvı** bulunmaz.
- İki kemiğin arasında sürtünmeyi azaltan ve darbelere karşı yastık görevi gören **kıkırdak yapılı disk** bulunur. Bu disk hem kemikleri birbirine bağlar hem de kısmi hareket imkânı sağlar.
- Omurgayı oluşturan omurlar arasındaki eklemler yarı oynar eklemlere örnektir.



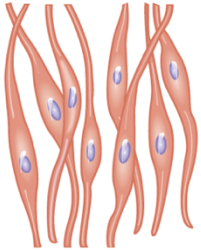
Oynamaz eklemler, hareket yeteneği olmayan eklemlerdir. Bu eklemleri oluşturan kemikler birbirine sıkı sıkıya bağlanmıştır.

- Dolayısıyla **eklem kapsülü ve sinovyal sıvı** bulunmaz.
- **Bu eklemler, hareket yerine koruma ve dayanıklılık sağlar.**
- Kafatası ve yüz kemikleri arasında bulunan eklemler oynamaz eklemlere örnektir.

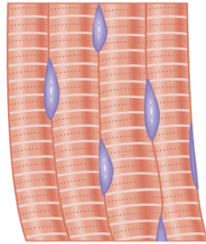


d. Kaslar

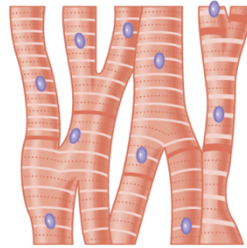
- Kas doku kasılıp gevşeme yeteneğine sahip kas hücrelerinden (liflerden) oluşur.
- Kas hücrelerinin **hücre zarına sarkolemma**, sitoplazmasına ise **sarkoplazma** denir.
- Bu dokuda **ara madde** bulunmaz.
- Kasılmayı sağlayan telciklere **miyofibril** denir.
- Yapı ve çalışmalarına göre kaslar; **iskelet kası, düz kas ve kalp kası** olarak üçe ayrılır.



Düz Kas



Çizgili Kas

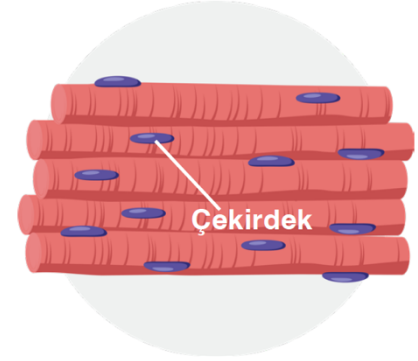


Kalp Kası



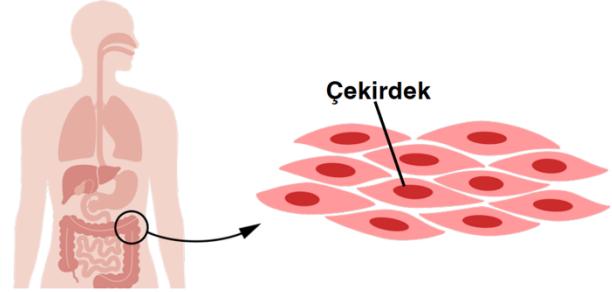
İskelet Kası (Çizgili Kas): İskelet kasları, vücudun en büyük kas grubunu oluşturur.

- Bir kas lifi çok sayıda hücrenin kaynaşması sonucu olduğundan içeriğinde çok sayıda çekirdek bulunur.
- Çekirdekler hücre zarının yüzeyine yakındır.
- Kas lifleri **kırmızı** renkte görülür. Bunun nedeni, demir içeren **miyoglobin pigmenti** bulundurmasıdır.
- İskelet kaslarının hareketi, merkezî sinir sisteminin kontrolünde düzenlenir.
- İskelet kasları **istemli çalışırlar, hızlı kasılır ve çabuk yorulurlar**. Kol, bacak, sırt, karın, yüz gibi vücudun büyük bölümünde iskelet kasları bulunur.
- İskelet kasları mikroskop altında incelendiğinde kaslarda koyu ve açık bölgelerden oluşan **bantlaşmalar görülür**. Bu görünüm aktin ve miyozin filamentlerinin dizilişinden kaynaklanır. **İnce olan aktin, ışığı az kırdığı için açık renk** kalın olan **miyozin ise ışığı çok kırdığı için koyu** renk görülür. Bu sebepten bu kasa çizgili kas denir.



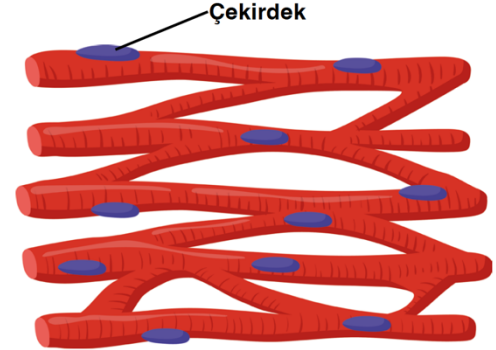
Düz Kas: Düz kaslar, görünüm olarak mekik şeklindedir.

- Tek çekirdeklidir, çekirdek hücrenin ortasındadır.
- İstemsiz olarak, yavaş kasılıp gevşeyerek ve uzun süreli çalışırlar.
- Düz kaslar sindirim sistemlerini oluşturan organların, kan damarlarının yapısında ve diğer iç organların duvarlarında bulunur.
- Bu kasların yapısında **bantlaşma görülmez**.



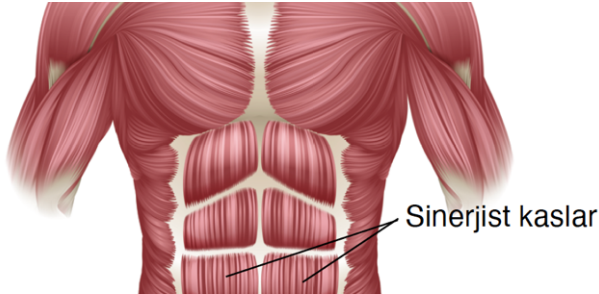
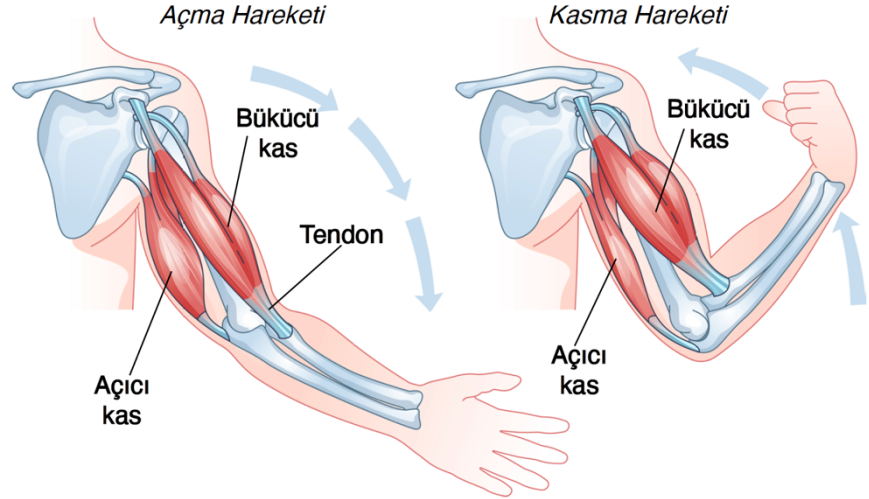
Kalp Kası: Kalp kası görünümü olarak çizgili kasa benzer.

- Düzensiz dallanmalar görülür. Genellikle bir veya iki çekirdeklidir, merkezdedir. İstemsiz olarak çalıştığı için çalışma prensibi düz kaslara benzer.
- **Hızlı, düzenli ve uzun süreli çalışır. Sadece kalpte görülen bir kas çeşididir ve bantlaşma görülür.**



Kemik ve Kasların Birlikte Çalışması

- İnsan vücudunda hareketlerin gerçekleşmesi **kaslar, kemikler ve eklemlerin** eş güdümlü çalışması sayesinde mümkündür.
- Eşzamanlı olarak kasılıp gevşeyen kaslara **sinerjist**, zıt yönlü kasılıp gevşeyen kaslara da antagonist **kas** denir.



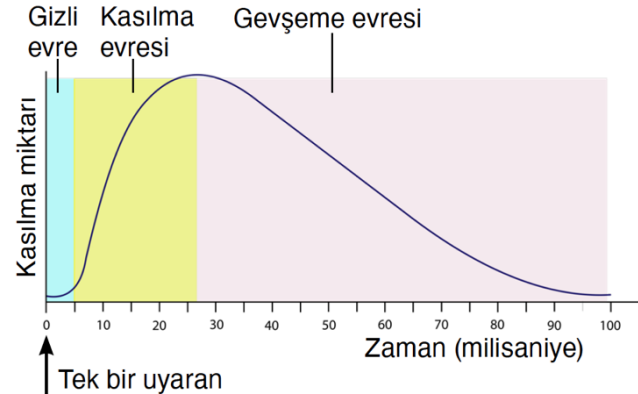
İSKELET KASLARININ KASILMA MEKANİZMASI

- İskelet kaslarının çalışabilmesi için merkezî sinir sisteminden gelen **uyartılarla uyarılması** gerekir.
- Bir kas telinin kasılabilmesi için gereken **en küçük uyartı şiddetine eşik şiddeti (eşik değeri)** denir.
- Kas telleri eşik şiddetinin altındaki uyartılara tepki oluşturmaz, eşik şiddetinin üzerindeki uyartılara ise hep aynı şiddette tepki oluşturur. Bu durum sinir hücrelerinde olduğu gibi **“ya hep ya hiç prensibi”** olarak adlandırılır ve tek bir kas teli için geçerlidir.
- Kasılmış bir kasın eski hâline dönmesi durumuna **kas sarsı (kasıl sarsılma)** denir. Kas sarsısı **gizli evre, kasılma evresi, gevşeme evresinden** oluşur.

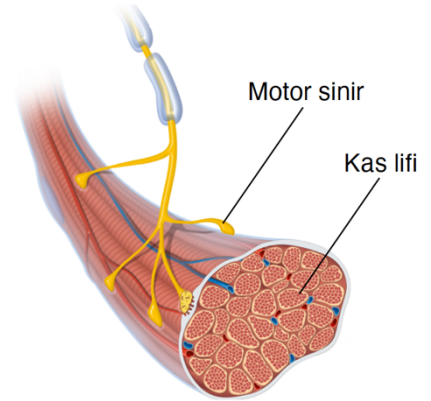
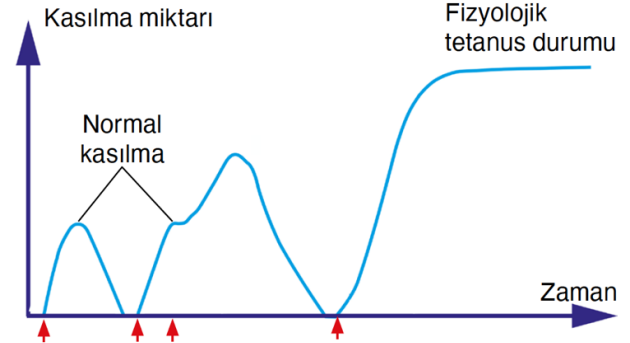
Gizli evre, kasın uyarıldığı an ile kasılmaya başladığı an arasındaki süredir.

Kasılma evresi, kasılmanın başladığı an ile gevşeme başlangıcına kadar geçen süredir.

Gevşeme evresi, kasın gevşediği an ile tekrar eski hâline dönmesine kadar geçen süredir.



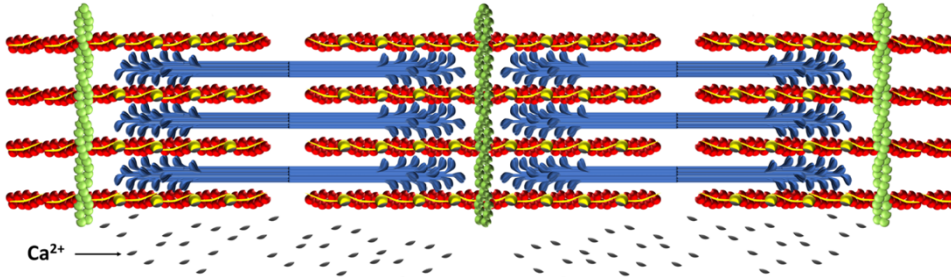
- Bir kas lifi bir defa kasıldıktan sonra ikinci kasılmanın tam olarak gerçekleşmesi için gevşemesi gerekir.
- Ancak kas sık sık uyarılırsa gevşeme sürecini tam geçirmez, bir süre kasılı durumda kalır. Buna **fizyolojik tetanus** denir.
- **Bir kişinin bilinci açıkken iskelet kasları hafif kasılı durumdadır. Buna kas tonusu denir.**
- Kas tonusu durumu kasların her zaman çalışmaya hazır olmasını sağlar. **Kişi bayılırsa kas tonusu ortadan kalkar**, kaslar hafif kasılı durumunu kaybeder.
- Çizgili kaslar, **kas lifi** adı verilen uzun ve silindirik hücrelerden oluşur. Kas lifleri, **çok çekirdekli yapıya sahiptir.**
- Kas liflerinin içinde kasılmayı sağlayan özel yapılara **miyofibril** denir. **Bir kas lifi, çok sayıda miyofibrilin bir araya gelmesiyle oluşur.**
- Miyofibriller **aktin ve miyozin** ipliklerinden meydana gelir.



- Aktin iplikleri incedir ve ışığı az kırar. Bu nedenle bu kısımlar **açık renkli** görünür ve **I bandı** olarak adlandırılır. Miyozin iplikleri ise kalın yapılıdır. Aktin ve miyozinin bulunduğu bölgeler ışığı çok kırar ve **koyu renkli** görünür, bu bölgeye **A bandı** denir.
- A bandının ortasında yalnızca miyozin ipliklerinin bulunduğu kısım **H bandı** olarak adlandırılır.
- I bandının ortasında zikzak biçiminde görülen kısım **Z çizgisidir**. İki Z çizgisi arasındaki bölüm **sarkomer** olarak adlandırılır ve kasların en küçük kasılma birimidir. Bir kas lifinde aktin ipliklerinin miyozin iplikleri üzerinde enerji harcanarak kaymasına **kasılma** denir.

BioNot

Kas kasıldığında kasın hacmi ve kütlesinde değişiklik olmaz.



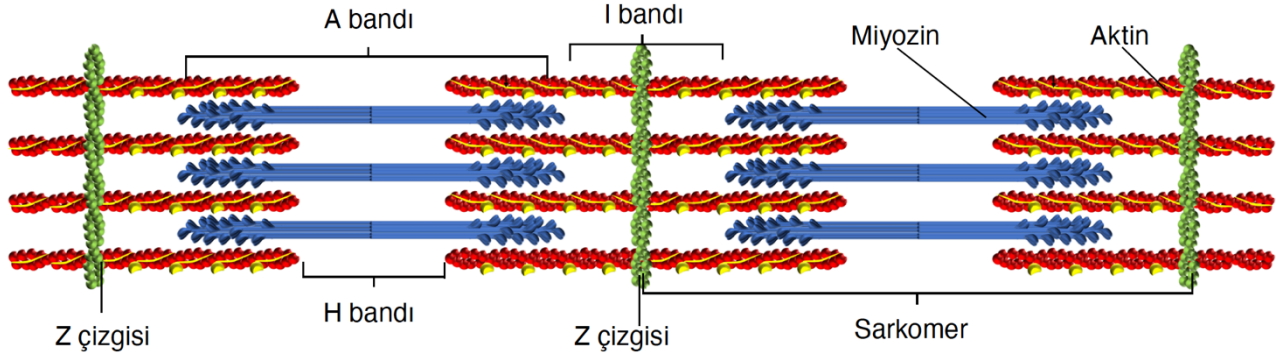
Kasılmış Sarkomer

Kayan İplikler
Hipotezi



Çizgili kasların kasılması Huxley'in (Haksliy) kayan iplikler modeli ile açıklanır.

- Kas kasılması sırasında ipliklerin birbirine yaklaşması ile iki **Z çizgisi birbirine yaklaşmış** olur. Böylece kasın boyu kısalır. **A bandının boyu değişmez. H ve I bandı daralır.**
- Kas kasılması sırasında ipliklerin birbirine yaklaşması ile iki **Z çizgisi birbirine yaklaşmış** olur. Böylece kasın boyu kısalır. **A bandının boyu değişmez. H ve I bandı daralır.**
- Kasın gevşemesi sırasında ise iki Z çizgisi birbirinden uzaklaşır, böylece kasın boyu uzar. **A bandının boyu değişmez. I bandı genişlerken H bandı görünür** hâle gelir.



Gevşemiş Sarkomer

Kasılma ve Gevşeme Fizyolojisi (Sırasıyla)

1. Kasılmanın başlaması için önce motor sinirden kas hücresine bir uyarı gelir. Bu uyarı kas hücresinin zarında elektriksel bir değişim oluşturur. Bunun sonucunda kas hücresinin **granülsüz sarkoplazmik retikulumunda depolanmış Ca^{2+} (kalsiyum) iyonları** serbest kalarak **difüzyonla** sitoplazmaya geçer.
2. Serbest kalan Ca^{2+} iyonları aktin ve miyozin iplikleri arasına girerek onların birbirine bağlanmasını sağlar. Böylece iplikler kayar, kas kısalır ve kasılma gerçekleşir.
3. Kasılmanın tamamlanmasından sonra **Ca^{2+} iyonları aktif taşıma ile** kas hücresinin granülsüz sarkoplazmik retikulumuna geçer ve kas gevşer.

BioNot: Kas hücreleri enerjilerini **oksijenli solunum ya da laktik asit fermantasyonu ile karşılar.**

Kasılıp Gevşemede Enerji Eldesi

- Yoğun egzersiz sırasında kasın enerji ihtiyacı artar ve **oksijen yetersiz kalır**. Bu durumda artan enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla glikoz, **laktik asit fermantasyonu** yoluyla parçalanır.
- Oluşan laktik asit, iyonize olarak **laktata** dönüşür ve kas hücrelerinden kana, oradan karaciğer ve böbreklere taşınarak yeniden **glikoza çevrilir**. Böylece glikoz yeniden kullanılabilir.
- Glikoz fazlası karaciğer ve kaslarda **glikojene dönüştürülerek depolanır**.
- Kas faaliyetinin süresi uzadığında enerji gereksinimi daha dengeli hâle gelir ve kullanılan enerjinin büyük bölümü **oksijenli solunumla** sağlanır.
- Egzersiz sırasında bazı reaksiyonlar nedeniyle H^+ iyonlarının artması, **kaslarda asitliğin yükselmesine ve geçici yorgunluğun oluşmasına neden olur**. Glikozun parçalanması sırasında ATP ile ısı enerjisi de açığa çıkar ve bu ısı, **vücut sıcaklığının belirli sınırlar içinde korunmasına katkı sağlayarak homeostaziyi** destekler.

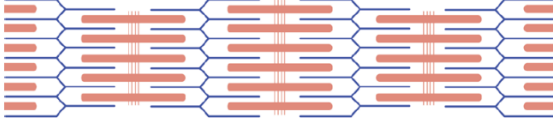
Etkinlik 1: Aşağıda kas doku çeşitleri ile ilgili verilen tabloyu uygun biçimde doldurunuz.

Özellikler	DÜZ KAS	ÇİZGİLİ KAS	KALP KASI
Miyoglobin bulundurma			
Hücre çekirdeği sayısı			
Ara madde			
Hücre şekli			
Bantlaşma durumu			
İstemli çalışma			
İstemsiz çalışma			
Bulunduğu Yer			

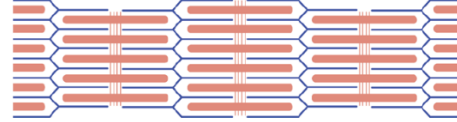
Cevaplarınızı
föyden kontrol
ediniz.

Etkinlik 2: Sarkomerin kasılma ve gevşeme durumuna ait görsellerden yararlanarak tabloyu doldurunuz.

1. Durum



2. Durum



	1. Durum	2. Durum
Kasın durumu		
Sarkomerin boyu		
Kas kütlesi		
Kas hacmi		
I bandı		
H bandı		
Z çizgileri		
A bandı		
Aktin boyu		
Miyozin boyu		

Cevaplarınızı
föyden kontrol
ediniz.

KAYNAKÇA

Millî Eğitim Bakanlığı Ders Kitapları

Genel Ağ

EYLÜL 2026

