

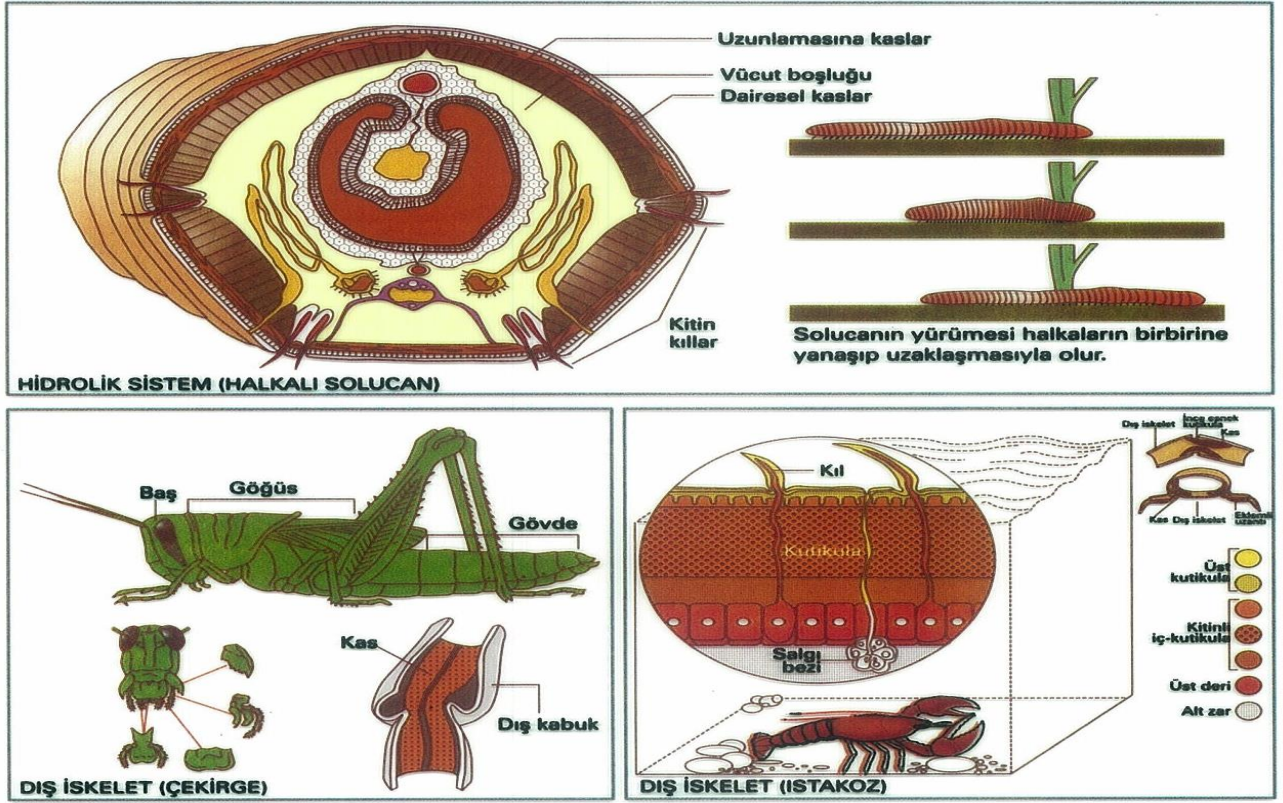
# DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ

## GÖREVİ:

- İster tek hücreli olsun ister çok hücreli olsun tüm canlılarda vücudun belirli bir şekil aldığı ve iç organların korunduğu gözlenir.
- Hayvanların besin bulma, besin parçalama gibi nedenlerden dolayı hareket etmeleri gerekir.
- Doku, organ ve sistemlerin belirli bir düzen içinde yerleşiminde ve vücudun şekil almasında iskelet önemli rol oynar.
- İskelet vücudun dik durmasını sağlamakla birlikte iç organları korur, onlara tutunma yüzeyi oluşturur
- Kaslarla birlikte vücudun hareketini sağlar.
- Bu sistemin vücut için gerekli mineralleri depolama, kemik iliğinde kan hücrelerinin üretilmesini sağlar.
- Kas hücrelerinde glikojen depolama gibi görevleri de vardır.
- İskelet ve kaslardan oluşan bu sisteme **destek ve hareket sistemi** adı verilir.
- Hayvanlar aleminde üç tip destek ve hareket sistemi görülür :
  1. Dış iskelet
  2. İç iskelet
  3. Hidrostatik iskelet

## 1. Dış iskelet:

- Omurgasızlardan eklembacaklılarda ve yumuşakçalarda bulunur.
- Bazı eklembacaklılarda(örneğin böcekler)kitinden oluşan dış iskelet, vücudun büyümesine engel olduğundan zaman zaman değiştirilir.



### Dış iskeletin başlıca özellikleri şunlardır:

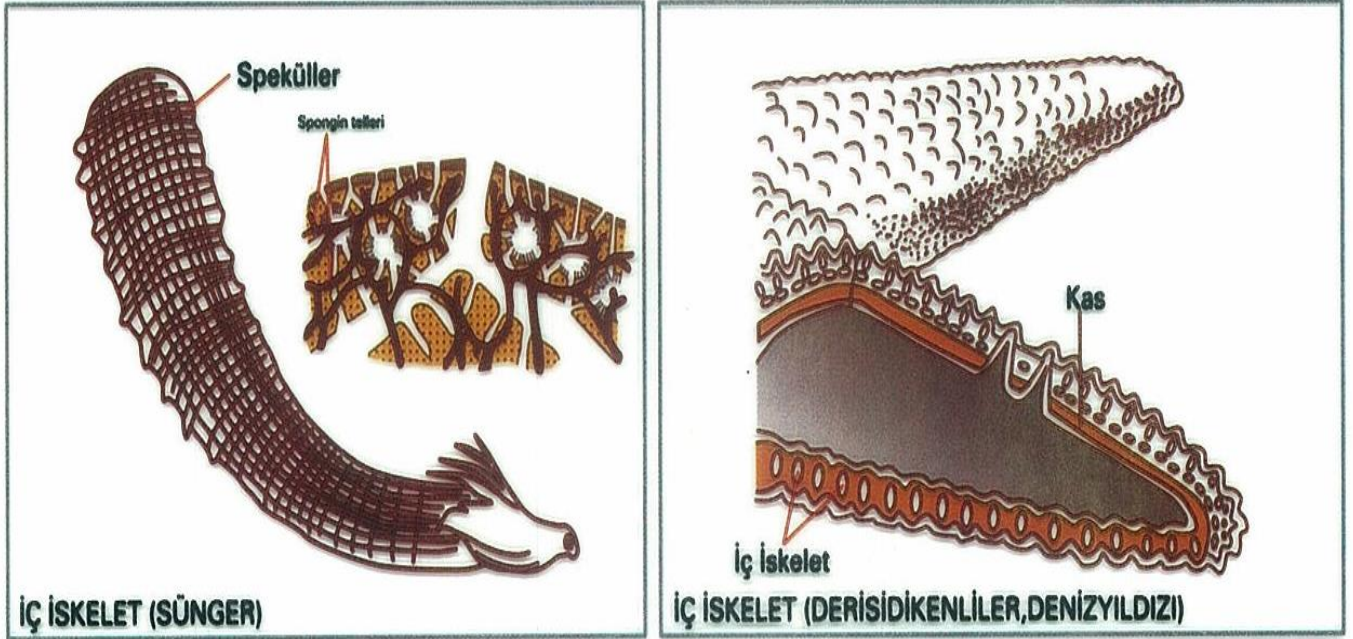
1. Üzerinde Canlı Doku Bulunmaz.
2. Embriyonun Ektoderm Tabakasından Oluşur.
3. Kaslar İskeletin İç Yüzeyine Bağlanır.
4. Vücudu dış etkilere karşı koruyup desteklik sağladığı gibi, karada yaşayan organizmalarda fazla su kaybını engellemede de rol oynar.

### 2.İç iskelet:

- Omurgasızlardan süngerlerde ve derisi dikenlerde bulunur.
- Süngerlerin hücrelerinde kalsiyum karbonat, silis gibi inorganik veya spongin gibi organik bir maddeden oluşan iskelet iğneleri vardır. Bunlar süngerlere desteklik verir.
- Dersidikenlilerde, örneğin denizkestanesinde birbirine eklemlerle bağlanan kalker plakalardan oluşan bir iç iskelet bulunur.

### İç iskeletin başlıca özellikleri şunlardır:

1. Üzerinde çeşitli vücut örtüleri bulunur.
2. Embriyonun mezoderm tabakasından oluşur.
3. Kaslar iskeletin dış yüzeyine bağlanır.



### 3. Hidrostatik İskelet:

- Yassı solucanlar, yuvarlak solucanlar ve halkalı solucanlar gibi bazı omurgasız hayvan türlerinde görülür.
- Vücut sıvısı ve bu sıvıyı hareket ettirerek basınç oluşturan kaslardan meydana gelir.
- Örneğin halkalı solucanlardan olan toprak solucanında halka şeklinde boyuna uzanmış kaslar bulunur. Bu kaslar baştan kuyruğa doğru ritmik kasılma hareketleri oluşturur. Halka şeklindeki kaslar kasılarak vücut sıvısına basınç yapar ve slucanın uzamaya başlayan ön ucu kıllar yardımıyla bir yere tutunduktan sonra boyuna kaslar kasılır. Vücudun arka kısmı öne doğru çekilerek vücut kalınlaştırılır. Böylece hareket sağlanmış olur.

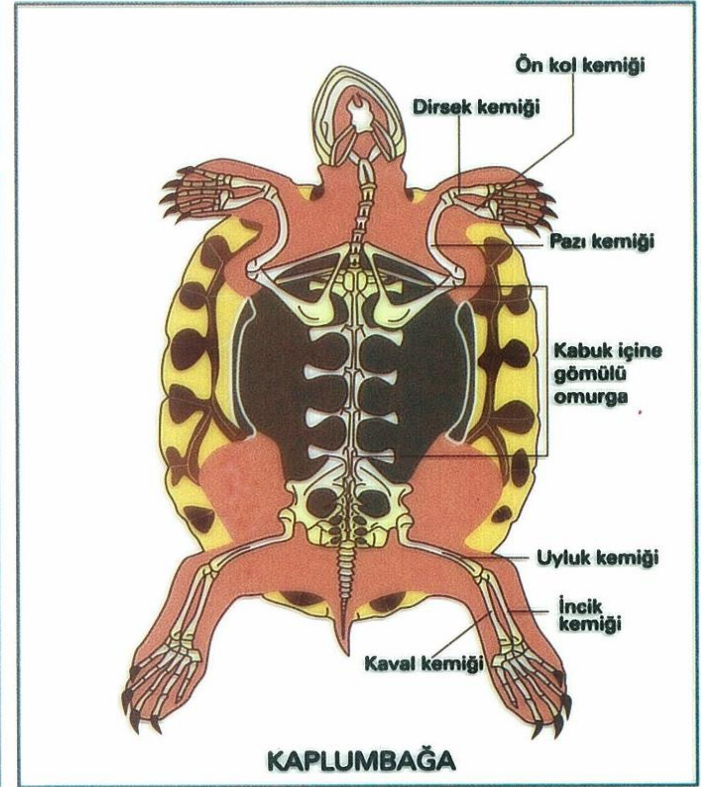
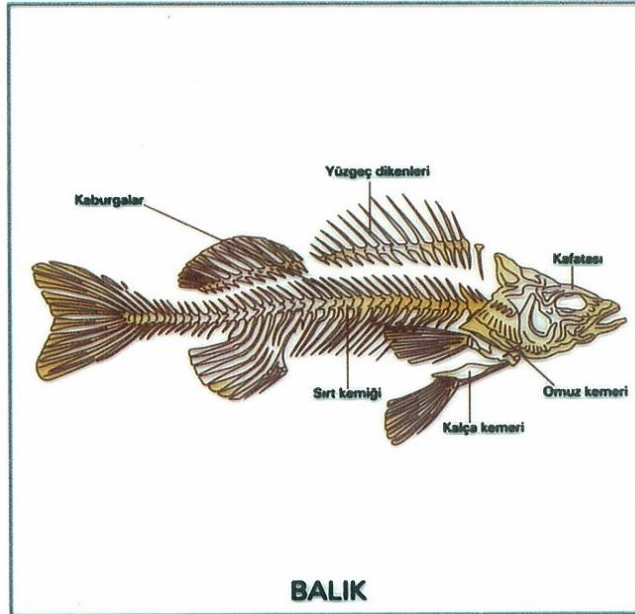
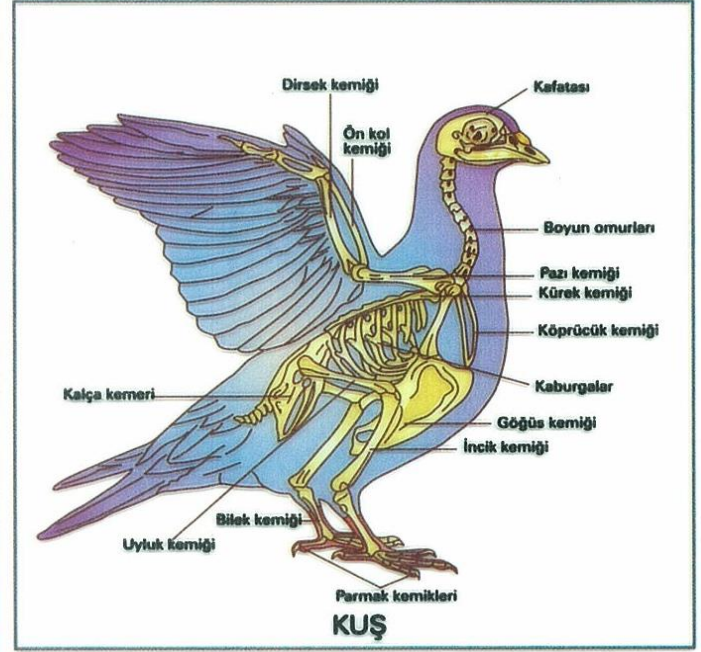
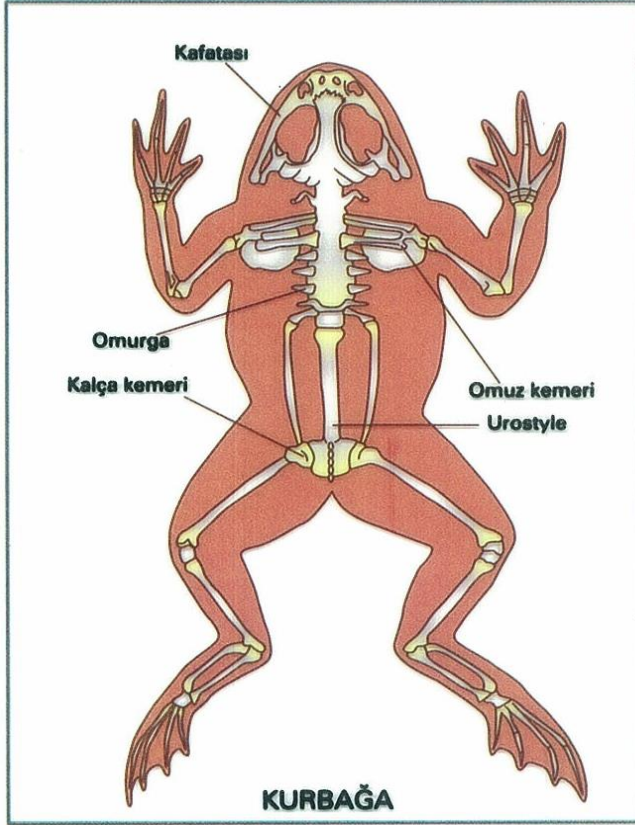
## OMURGASIZ HAYVANLARDA DESTEK VE HAREKET:

- ✓ Yassı ve halkalı solucan gibi bazı omurgasız hayvan gruplarında bir dış veya iç iskelet bulunmaz. Hidrostatik iskelete rastlanır.
- ✓ Eklembacaklılardaki dışındaki omurgasız hayvanlar, düz kas içerdikleri için yavaş hareket ederler.
- Omurgasızların çoğunda desteklik görevini dış ve iç iskelet yapar.

## OMURGALI HAYVANLARDA DESTEK VE HAREKET:

- Omurgalıların tamamında iç iskelet bulunur.
- En basit tipi ilkel kordalılardan Amphioxus'un sırt tarafında uzanır ve **notokord** adını alır.
- **Bütün omurgalılarda embriyonik dönemde iskelet kıkırdak dokudan yapılmıştır.**
- Embriyo geliştikçe kıkırdak dokunun yerini daha sert olan kemik doku alır.
- Ancak kıkırdak doku vücudun birçok yerinde, örneğin burunda, kulak kepçesinde, kaburga uçlarında ve eklem yerlerinde varlığını sürdürür.
- **Köpek balığı gibi bazı omurgalılarda iskelet yaşam boyunca kıkırdak olarak kalır.**





**-Omurgalılarda iskelet sistemi-**

# İNSANDA DESTEK VE HAREKET

İnsanlarda destek ve hareket sistemi, dik durmayı ve aktif hareket etmeyi sağlar. Hareket, kas ve kemiğin birlikte çalışmasıyla gerçekleşir.

## İNSANDA İSKELET:

İnsanlarda destek ve hareket;

- Vücudun Çatısını Oluşturma,
- Hareketi Sağlama,
- Bazı İç Organları Koruma,
- Kas Ve İç Organlara Bağlanma Yüzeyi Oluşturma,
- Kalsiyum Gibi Bazı Temel Mineralleri Depolama
- Kan Hücrelerini Üretme Şeklindeki Fonksiyonları Gerçekleştirir.

## KEMİK DOKU:

- Köpek balıkları hariç yalnız omurgalı hayvanlarda bulunur. Kemik doku ya kıkırdak dokudan veya embriyodaki mezenşim hücrelerinden meydana gelerek embriyonal bağ dokusu içinde oluşur.
- Kemik doku hücrelerine osteosit, ara maddesine ise osein adı verilir.
- Ara maddesi organik ve inorganik maddelerden oluşur. Ara maddenin organik kısmı kemik hücreleri tarafından salgılanan protein ve kollojen liflerden, inorganik kısmı ise  $CaCO_3$ , kalsiyum fosfat ve tuzlardan oluşur.
- Kalsiyum tuzları kemiğin sertleşmesini sağlarken, kollojen lifler esneklik sağlar ve kırılmasını önler. Kemik dokusunda yaşlandıkça inorganik madde miktarı artar. Bu nedenle yaşlılarda kemikler çabuk kırılır. Ve geç iyileşir.
- İnorganik maddelerin yetersizliğinde ise kemik yumuşak kalır, iskelet eğilir. Buna raşitizm denir.
- Kemiğin en dış kısmında periost denilen sert bir zar bulunur. periost(kemik zarı) kollojen ve elastik liflerden yapılmıştır. Lifler arasında sinirler ve kan damarları bulunur. Dokunun beslenmesinde, onarımında ve enine büyümesinde görev alır.

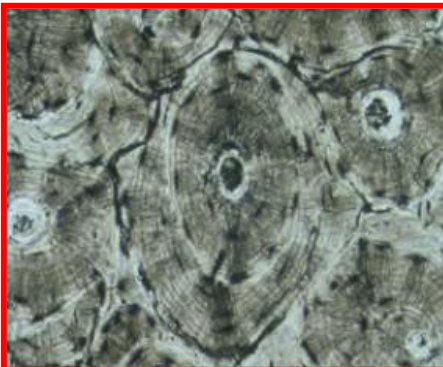
Kemik doku yapısına göre süngerimsi ve sert (sıkı) kemik olmak üzere iki çeşittir.

### SÜNGERİMSİ KEMİK DOKU:

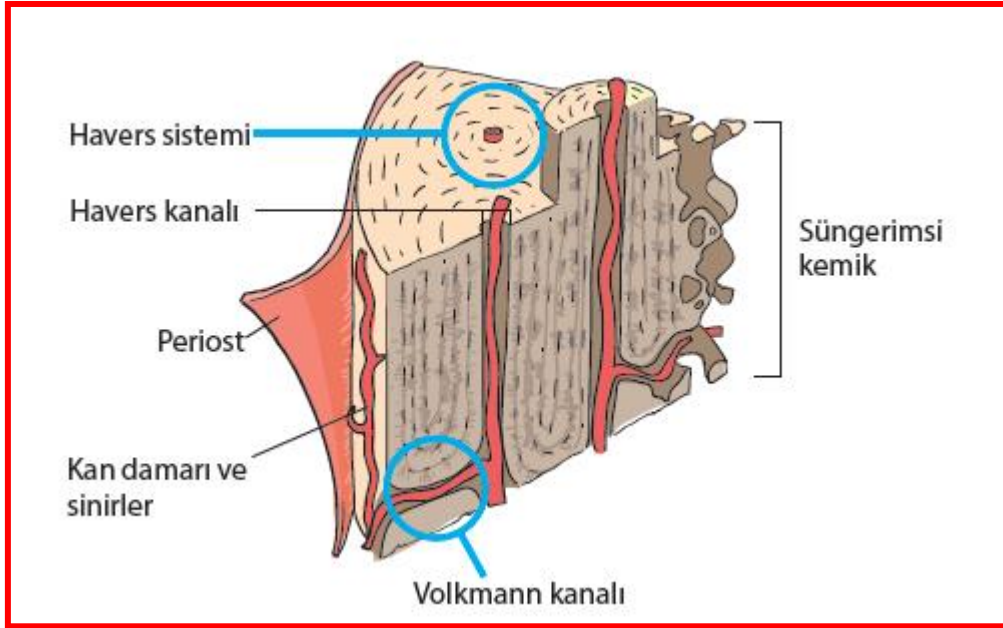
- Bu tip kemik dokusu uzun kemiklerin epifiz denilen baş kısımlarında, kısa ve yassı kemiklerin içyapısında bulunur.
- Bu dokuda havers sistemi yoktur.
- Gözenekli bir yapısı vardır.
- Gözeneklerin içi kırmızı kemik iliği ile doludur.
- Kırmızı ilikte alyuvar ve akyuvar hücreleri üretilir.
- Süngerimsi kemikte ilik kanalı ve sarı ilik yoktur.
- İlik kanalı ve sarı ilik sadece uzun kemiklerin yapısında bulunur.
- Sarı ilikte yağ depo edilir. Bazı kan hücrelerinin üretiminde görev alır.

### SERT(SIKI)KEMİK DOKU:

- Uzun kemiklerin gövdesinde, kısa ve yassı kemiklerin dış kısımlarında kemik zarı altında bulunur.
- Sert kemiği oluşturan hücreler sitoplâzma uzantıları ile birbirine bağlanarak iç içe halkalar halinde dizilir.
- Halkaların ortasında bulunan dikine uzanan kanallara havers kanalı denir.
- Havers kanallarını birbirine bağlayan yan kanallara da volkmann kanalı denir.
- Bu kanallarda kan damarları ve sinirler bulunur.
- Kemik hücreleri kan damarından oksijen ile besin sağlarken artık ürünleri de aynı yolla kana verir.



Sıkı kemik hücreleri iç içe halkalar oluşturacak şekilde dizilmişlerdir.



Havers ve Volkmann kanallarında kan damarları ve sinirler yer alır

### **KEMİK DOKUNUN GÖREVLERİ:**

1. Kas ve eklemlerle birlikte hareketi sağlar.
2. Önemli organları korur.
3. Kaslara ve organlara tutunma yüzeyi oluşturur.
4. Vücudun mineral deposudur.
5. Kemik dokuda kan yapımı olur.

Kemiğin enine büyümesi **periost** tarafından, boyuna büyümesi ise kıkırdak hücrelerinin çoğalması ve artan kıkırdak maddesinin kemikleşmesi ile sağlanır.

### **Kemik doku oluşumunda ve gelişiminde etkili olan bazı faktörler şunlardır:**

1. Alınan besin çeşidi
2. Vitaminler(A,C,Vitaminleri)
3. Hormonlar
4. Güneş ışığı
5. Genetik faktörler

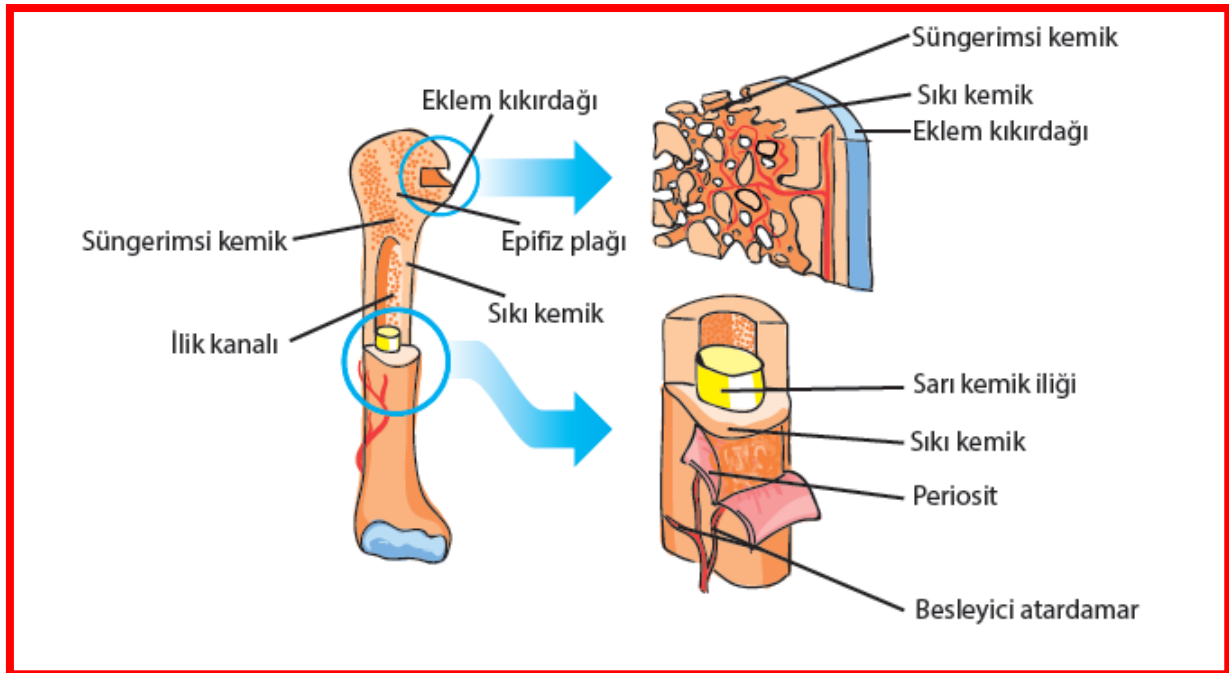


## KEMİK YAPISI VE ÇEŞİTLERİ:

insan iskeletini oluşturan kemikler şekillerine göre dörde ayrılır.

### 1.UZUN KEMİKLER:

- Kol ve bacaklarda bulunan kemiklerdir.
- İki uçtaki şişkin kısma **kemik ucu**, silindirik şeklindeki kısımda **kemik gövdesi** denir.
- Kemik gövdesi sert kemik dokudan yapılmıştır.
- Ortasında kanal şeklinde bir boşluk yer alır. Bu kanalın içini **sarı kemik iliği** doldurur.
- Kemik uçlar **süngerimsi kemik** dokudan meydana gelmiştir.
- Bu yapının boşluklarını **kırmızı kemik iliği** doldurur.
- Uzun kemiğin en dışında enine büyüme ve onarımı sağlayan **kemik zarı(periost)** bulunur.
- Uzun kemiğin baş kısmı ile gövdesi arasında, kemiğin boyuna uzamasını sağlayan kıkırdak dokusu yapısında yapılmış büyüme bölgesi bulunur. **Epifiz plağı** olarak adlandırılan bu kıkırdak yapı 19-23 yaşından sonra kemikleşir ve kemiğin boyuna uzaması durur. İnsanlarda boydaki uzamanın sınırlı olmasının nedeni budur.



## 2.KISA KEMİKLER:

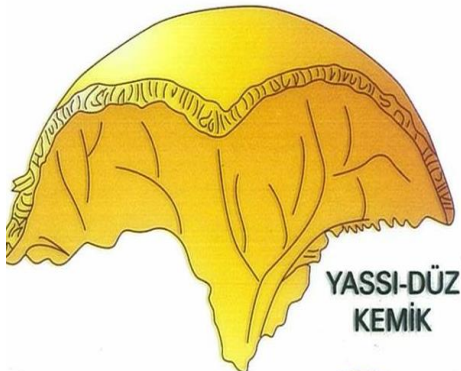


- Ayak bileği ve el bileğinde bulunan kemiklerdir.
- Bu kemiklerin uzunluk ve genişliklerini hemen hemen birbirine eşittir.
- Kısa kemikler dıştan periost ile sarılmıştır.
- Periostun altında sert kemik dokusu, ortada ise süngerimsi kemik dokusu bulunur.
- Süngerimsi kemik dokunun içinde kırmızı kemik iliği bulunur.



El ve parmak kemikleri uzun kemiklere, bilek kemikleri kısa kemiklere örnektir.

## 3.YASSI KEMİKLER:



- Kafatası kemikleri, kürek kemikleri, kalça kemikleri, kaburgalar ve göğüs kemiği yassı kemiklere örnek olarak verilebilir.
- Kalınlığı uzunluğundan ve genişliğinden çok daha az olan kemiklerdir.
- Yapı bakımından kısa kemiklere benzerler.

### 3.DÜZENSİZ ŞEKİLLİ KEMİKLER:



- Vücudun değişik kısımlarında yer alan belirli bir şekilleri olmayan kemiklerdir.
- Omurlar ve yüz kemiklerinin bazıları bu kemiklere örnek olarak verilebilir.
- Yapısal olarak yassı ve kısa kemiklere benzerler.

Bunun yanı sıra oval olarak adlandırılan kemiklerde vardır. Ör: diz kapağı , oval kemiklere örnektir.

*Uzun kemik dışında kalan kemiklerde sarı kemik iliği yoktur.*

İnsanda iskelet yaklaşık 207 kemikten meydana gelmiş olup baş, gövde, üyeler(kol ve bacaklar) olmak üzere üç kısımda incelenir.

#### BAS(22)

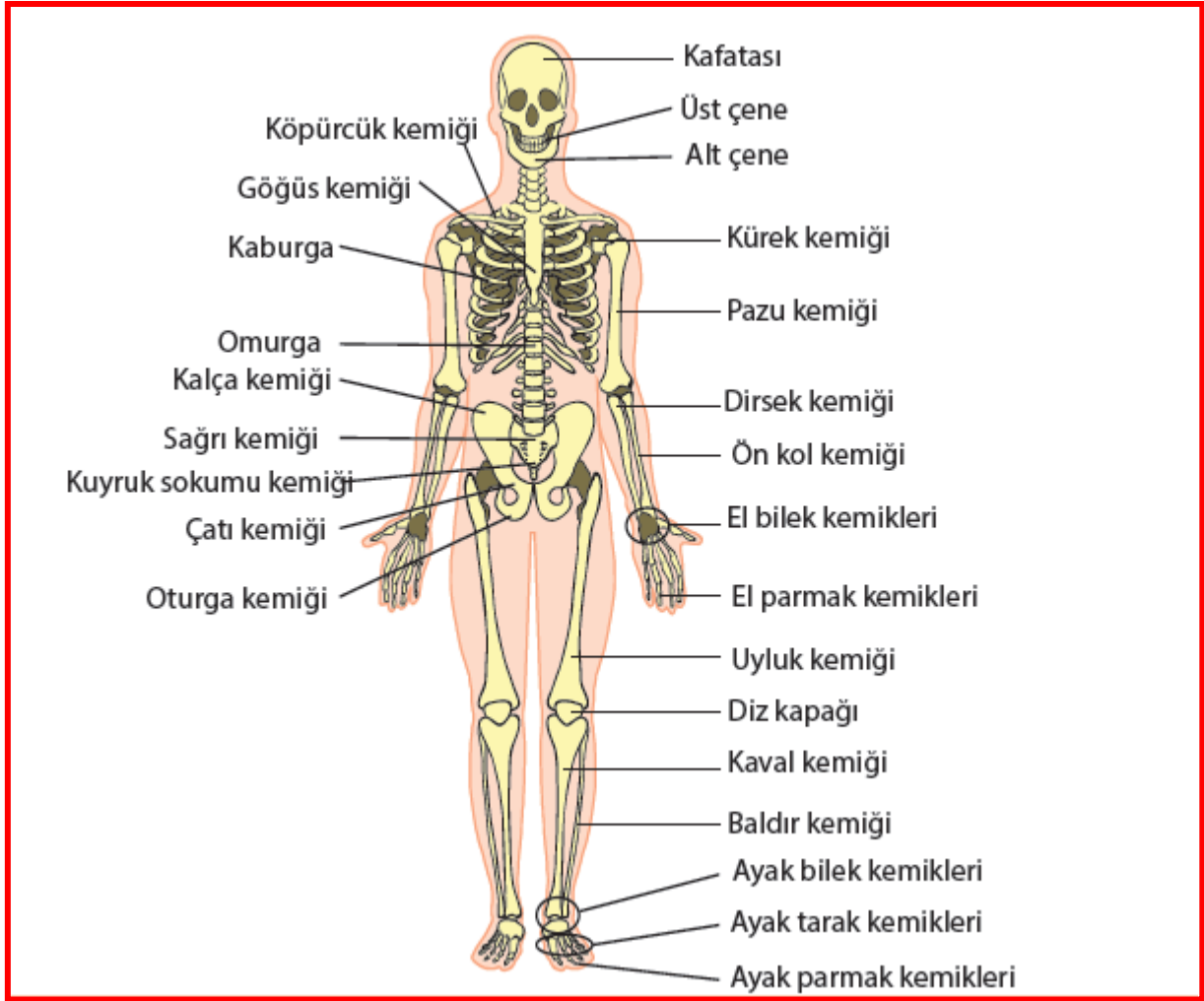
Kafatası (8)  
Yüz (14)

#### GÖVDE(65)

Omurga (33)  
Göğüs kemiği (1)  
Kaburga (24)  
Omuz kemeri (4)  
Kalça kemeri (3)

#### ÜYELER(120)

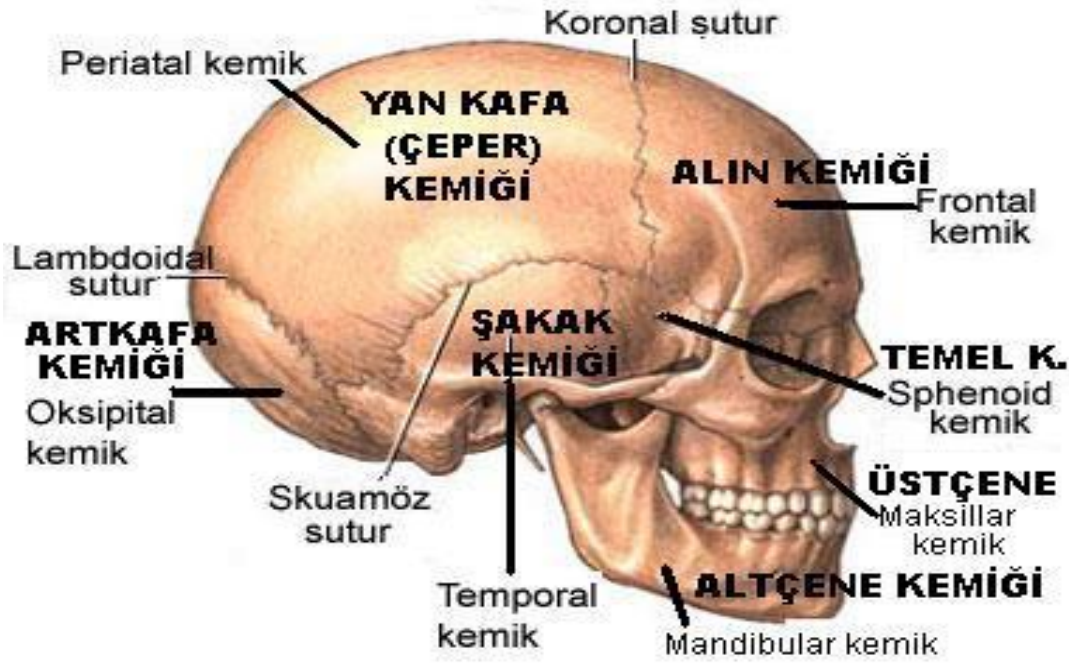
Kollar (60)  
Bacaklar (60)



### **BAŞ İSKELETİ:**

- Baş, kafatası ve yüz iskeletinden meydana gelmiştir.
- Kafatasının yassı kemikleri birbirine sıkıca bağlı olup, sadece omurilik ve sinirlerin çıkmasını sağlayan çeşitli delikleri bulundurur.
- Alt çene kemiği şakak kemiğine oynar eklemlerle bağlıdır.
- Diğer kemikler birbirine bağlı ve hareketsizdir.





#### Kafatası Kemikleri

- Alın Kemiği (1)
- Yan Kafa Kemiği (2)
- Şakak Kemiği (2)
- Art Kafa Kemiği (1)
- Temel Kemiği (1)
- Kalbur Kemiği (1)

#### Yüz Kemikleri

- Tırnakçık Kemiği(2)
- Elmacık Kemiği(2)
- Burun Kemiği(2)
- Sapan Kemiği(1)
- Boynuzcuk Kemiği(2)
- Üst Çene Kemiği(2)
- Damak Kemiği(2)
- Alt Çene Kemiği(1)

#### GÖVDE İSKELETİ:

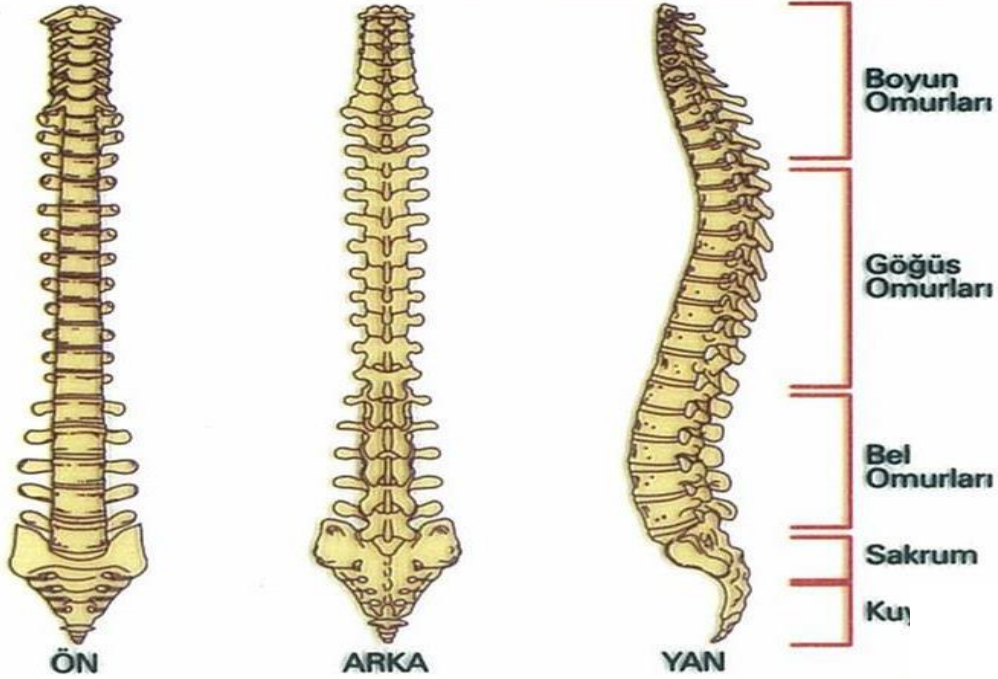
Gövde iskeleti; omurga, göğüs kemiği, kaburgalar omuz kemeri ve kalça kemeri olmak üzere beş kısımda incelenir.

#### Omurga:

Omurganın görevleri şunlardır.

- Omuriliği korumak
- Dik durmayı sağlamak
- Kaburga ve organlara bağlanma yeri oluşturmak...

Omurga boyun, sırt, bel, sağrı ve kuyruk sokumu olmak üzere beş kısımdan oluşur



**Boyun bölgesi;** yedi omurdan oluşur. Birincisine atlas, ikincisine ekser kafatası kemiğine bağlıdır. Eksendeki çıkıntı atlas içine girmiştir buda başın kolay hareket etmesini sağlar.

**Sırt bölgesi;** oniki omurdan meydana gelmiştir.

**Bel bölgesi;** beş omurdan oluşmuştur ve kolay hareket eder. Bunun nedeni bel omurlarının vücudun herhangi bir bölgesiyle bağlantılı olmamasıdır.

**Sağrı bölgesi;** beş omurdan oluşmuştur.

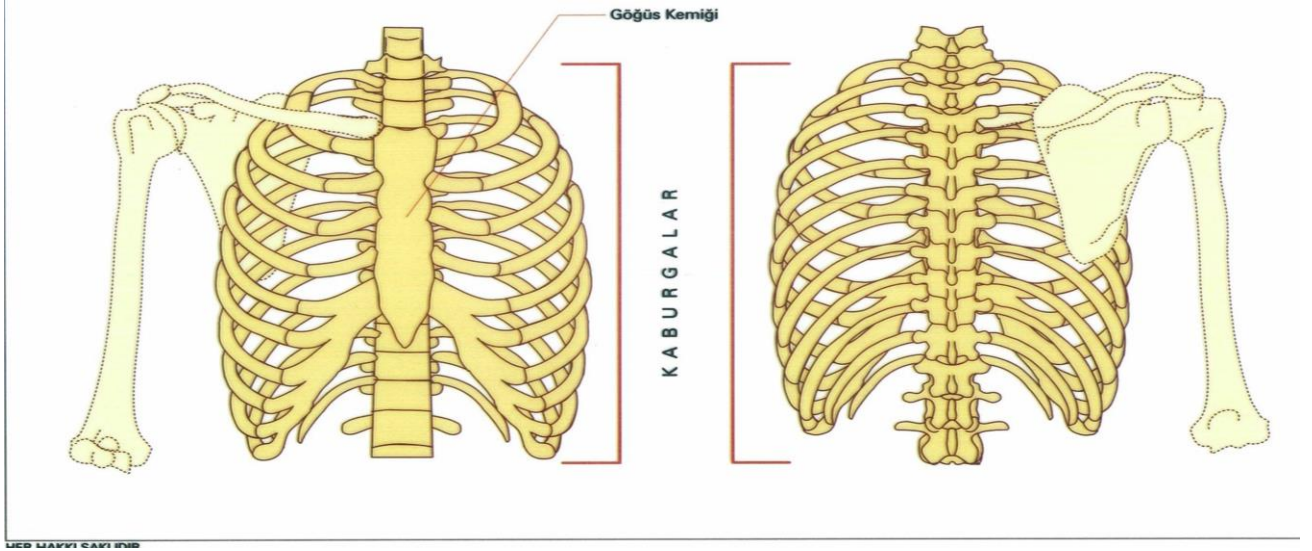
**Kuyruk sokumu bölgesi;** dört omurdan oluşmuştur. Sağrıyı oluşturan omurlar ile kuyruk sokumunu oluşturan omurlar kaynaşarak tek kemik haline gelmiştir.

#### **Göğüs kemiği:**

Yassı bir kemiktir.

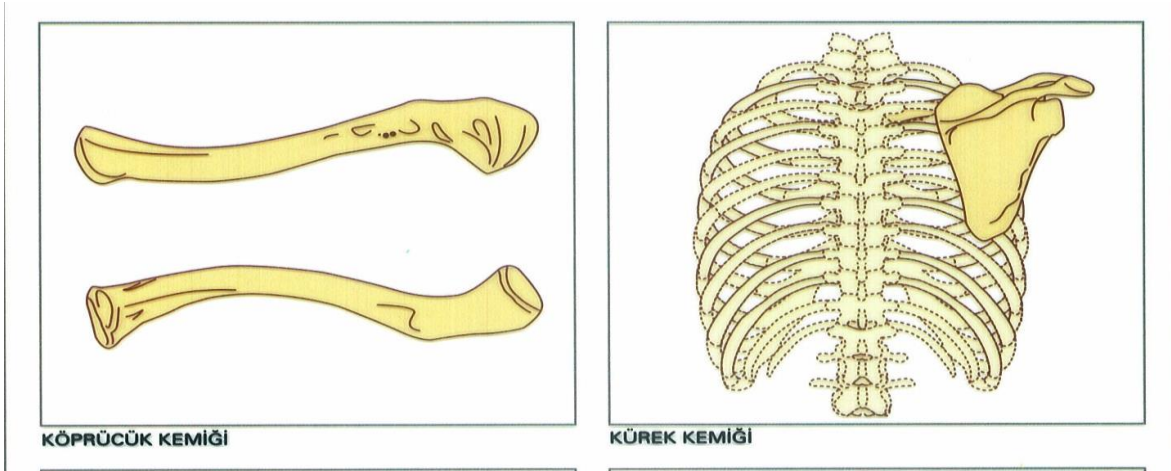
#### **Kaburğa kemiği:**

On iki çifttir. İlk yedi çifti doğrudan göğüs kemiğine bağlanır. 8,9 ve 10. çift kaburğa kemikleri birbiriyle birleşerek 7. kaburgaya bağlanır. Son iki çift kaburğa kemiklerinin ön uçları serbesttir. Bunlara **yüzücü kaburgalar** adı verilir.



### Omuz kemeri:

Önde iki tane köprücük ve arkada iki tane kürek kemiğinden meydana gelir.



### Kalça kemeri:

Oturga, kalça ve çata kemiği olmak üzere üç kemikten oluşur. Bu kemikler birbiriyle ve sağrı omurları ile birleşerek leğen şeklinde bir yapı oluşturur.

### ÜYELER İSKELETİ

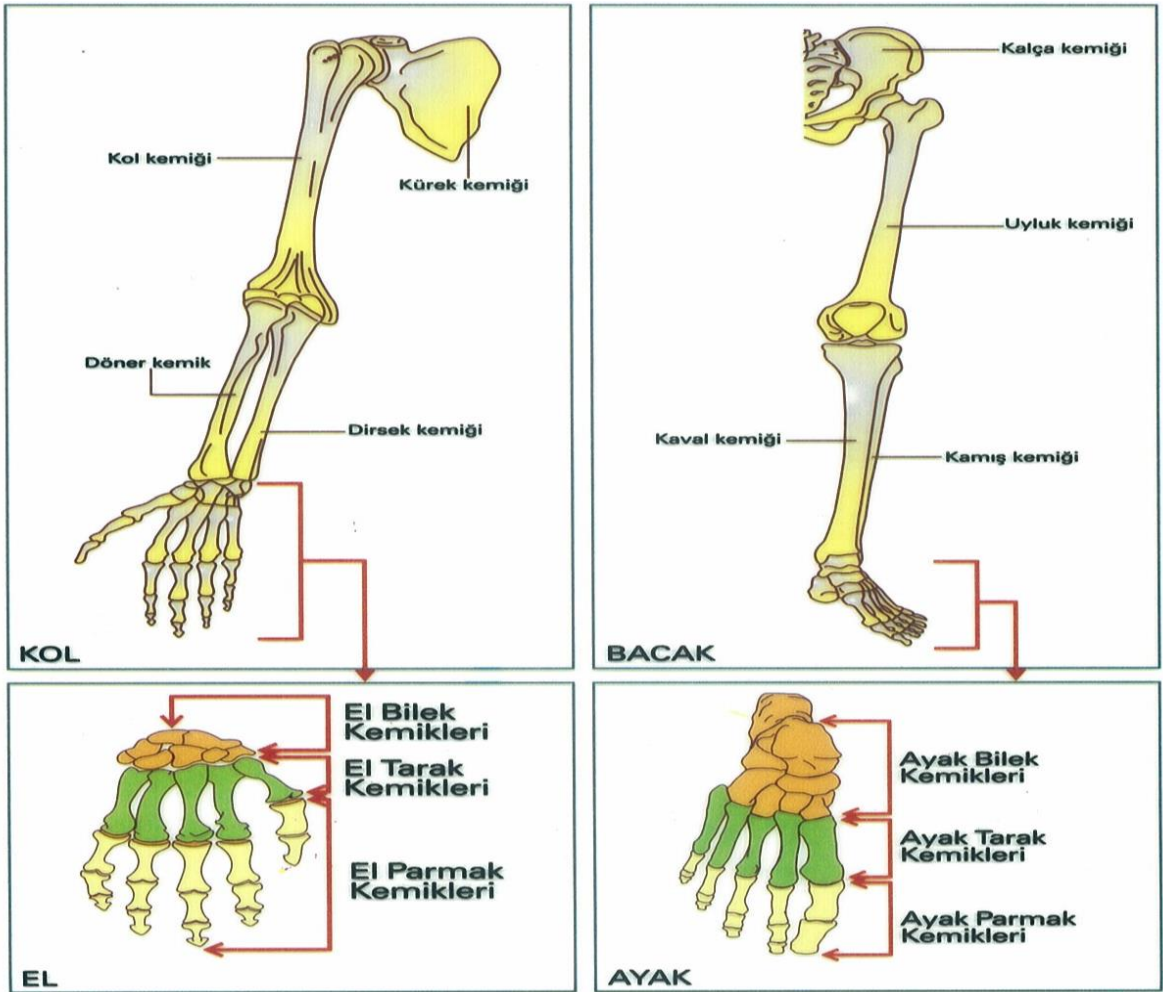
Kol ve bacakların her biri otuz kemikten meydana gelir. Bu kemikler şöyle sıralanmıştır.

Kol kemikleri	Bacak kemikleri

Pazı kemiği(1)  
Ön kol kemiği(1)  
Dirsek kemiği(1)  
Bilek kemiği(8)  
Tarak kemiği(5)  
Parmak kemikleri(14)

Uyluk kemiği(1)  
Diz kapağı kemiği(1)  
Kaval kemiği(1)  
Baldır kemiği(1)  
Bilek kemiği(7)  
Tarak kemiği(5)  
Parmak kemikleri(14)

Bacaklarda bilek kemiklerinin ikisi kaynaşarak topuk kemiğini oluşturur. Uyluk kemiği vücudun en uzun ve en sağlam kemiğidir. Bu kemik kaval kemiği ile birlikte diz eklemi oluşturur. Diz eklemi diz kapağı korur.



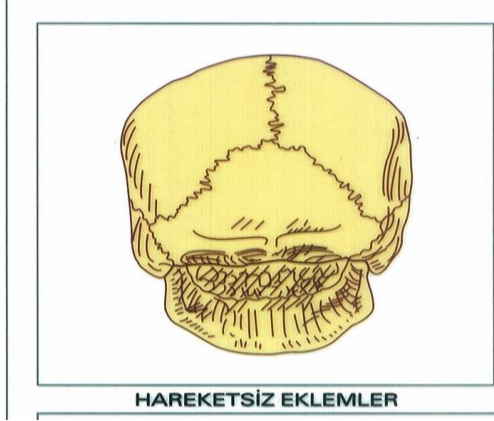


## EKLEM YAPISI VE ÇEŞİTLERİ

İki ya da daha çok kemiğin bağlantı noktasına eklem denir.

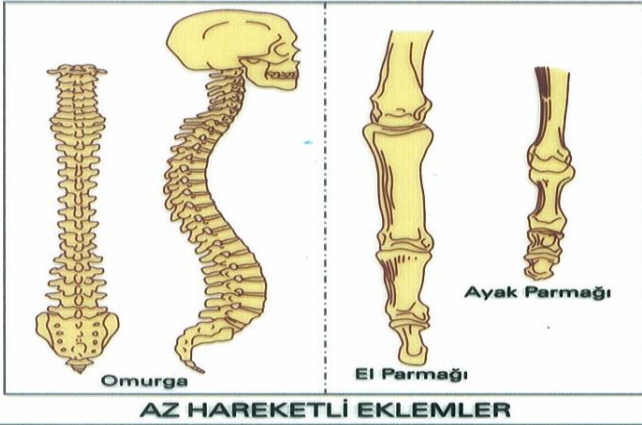
Eklemler bağlantının hareket derecesine göre üç gruba ayrılır.

### OYNAMAZ EKLEMLER:



- Hareketsiz olan bu eklemler kafatası ve yüz (alt çene hariç) kemiklerini oluştururlar.
- Arada eklem boşluğu yoktur.

### AZ OYNAR EKLEMLER:

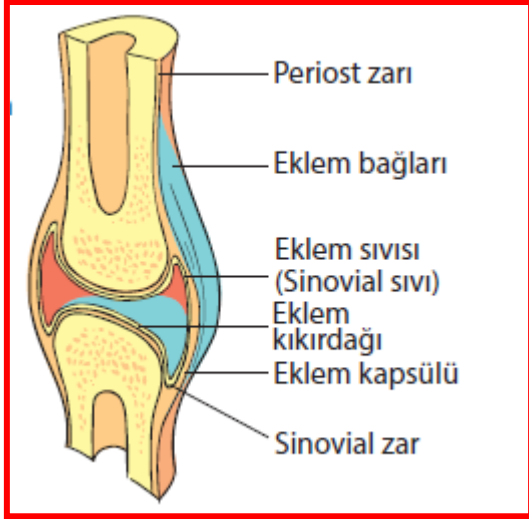


- Hareketleri sınırlı olan bu eklemlerin, eklem yüzleri kıkırdakla örtülüdür.
- Omurlar arasında bulunur.
- Omur kemikleri birbirine kıkırdaktan oluşan diskler ile bağlanmıştır.

- Az oynar ekleme bir diğer örnek kaburgaların göğüs kemiğiyle yaptığı eklemdir.
- Az oynar eklemlerde de eklem boşluğu bulunmaz.

### OYNAR EKLEMLER:

- Dirsek, diz, omuz kalça, el ve ayak bilekleri gibi iki kemiğin serbestçe hareket etmeye ihtiyaç gösterdikleri yerlerde bulunurlar.
- Eklem yapan kemik uçları bağ dokudan oluşan eklem kapsülüyle çevrilmiştir.



- Bu kapsülün iç yüzeyi **sinovial zar** denilen ince bir zarla örtülmüştür.
- Bu zarın salgıladığı eklem sıvısı, eklem uçlarının kayganlığını sağlar.
- Kemiklerin ucunu örten eklem kıkırdağı hem onlara düzgünlük verir hem de esneklik kazandırır.

## KIKIRDAK DOKU

- Bütün omurgalılarda embriyonik dönemde iskelet kıkırdak dokudan yapılmıştır.
- Embriyo geliştikçe kıkırdak dokunun yerini daha sert olan kemik doku alır.
- Ancak kıkırdak doku vücudun birçok yerinde, örneğin burunda, kulak kepçesinde, kaburga uçlarında ve eklem yerlerinde varlığını sürdürür.
- Köpek balığı gibi bazı omurgalılarda iskelet yaşam boyunca kıkırdak olarak kalır.

### Bu dokunun genel özellikleri şöyledir:

- Kıkırdak doku, esneme özelliğine sahip olup kıkırdak hücreleri ve ana maddeden oluşur.
- Hücrelerine **kondrosit**, ara maddesine **kondrin** denir.
- Hücreleri küremsi şekilli ve büyük çekirdeklidir.
- Hücreleri bir kapsülle çevrilmiştir. Kapsül içinde birden fazla kondrosit bulunursa bu yapı **kondron** adını alır.
- Ara maddesi içinde çeşitli özellikte lifler bulunur.
- Kan damarı ve sinir içermediğinden oksijen tüketimi az olan bir dokudur. Bu özelliği bakımından epitel dokuya benzer.
- Doku hücrelerinin besin ve oksijen ihtiyacı ara madde aracılığı ile ve difüzyonla sağlanır.

Kıkırdak doku, ara maddesindeki liflerin çeşidine ve miktarına göre üç grupta incelenir.

### A)HIYALİN KIKIRDAK:

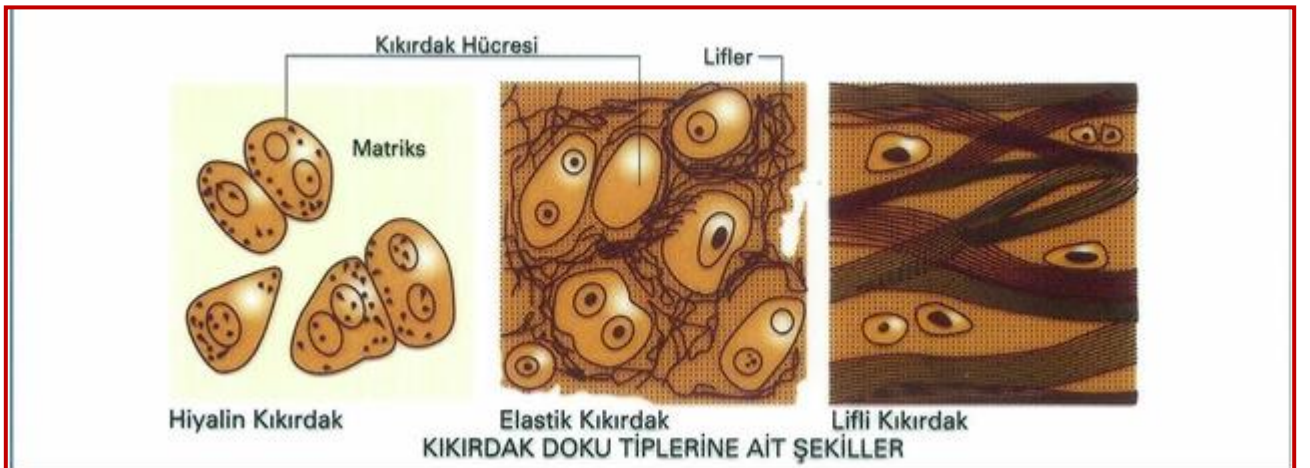
- Ara maddesi kollajen liflerce zengindir.
- Hücreler arasındaki madde homojen, saydam ve camsı bir görünümündedir.
- Ara maddesindeki kollojen liflerden dolayı basınca dayanıklıdır.
- Embriyonik dönemde omurgalılarda iskeletin yapısını oluşturur.
- Ergin memelilerde kaburga uçlarında, soluk borusunda, burunda ve eklem uçlarında bulunur.

### B)ELASTİK KIKIRDAK:

- Ara maddesinde kollojen liflerle birlikte bol miktarda elastik lif bulunur.
- Rengi sarımsı olup bükülebilme özelliğine sahiptir.
- Kulak kepçesi, kulak yolu ve östaki borusunda bulunur.

### C)LİFLİ KIKIRDAK(FİBRÖZ):

- Ara maddesinde kollojen lifler fazladır.
- Doku hücreleri azdır.
- Basınca ve çekilmeye karşı dayanıklıdır.
- Omurlar arasında, diz kapağında, eklem yerlerinde ve köprücük kemiklerinin oynak yerlerinde bulunur.



## KAS DOKU

- Bu doku sinir ve endokrin sistem denetiminde çalışır.
- Alınan uyarılara tepki gösterilmesini sağlar.
- Kasın tepkisi ya kasılma yâda gevşeme şeklinde olur.
- Kas dokuyu oluşturan hücrelerin zarlarına sarkolemma, sitoplâzmalarına sarkoplazma denir.
- Hücreleri mitokondri, endoplazmik retikulum ve sarkoplazma bakımından zengindir.
- Kas hücreleri uyarılara tepki gösterirken ATP denilen kimyasal enerjiyi hareket enerjisine dönüştürürler.
- Destek ve hareket olayında görev alırlar.
- Kas hücreleri arasında ara madde yoktur.

**Kas doku kendisini oluşturan hücrelerin yapı ve çalışmalarına göre; iskelet kası(çizgili kas),düz kas ve kalp kası olmak üzere üçe ayrılırlar.**

### A.DÜZ KAS

İstem dışı çalışan bu kaslar daha çok sindirim kanalı, solunum, idrar kesesi kan damarları gibi iç organların yapısında bulunur.

**Düz kas dokunun genel özellikleri şunlardır;**

- \*Hücreleri ince, uzun ve mekik şeklindedir.
- \*Hücrelerinde bir tane çekirdek vardır.
- \*Düz kas hücrelerinde aktin ve miyozin iplikçikleri hücre boyunca düzenli bir dağılım göstermedikleri için iskelet ve kalp kaslarındaki bantlaşma görülmez.
- \*Düz kaslar, gelişmiş sarkoplazmik retikulumlara sahip olmamalarıyla da iskelet kaslarından ayrılırlar. Bu nedenle hücrenin kasılmasını sağlayan  $Ca^{+2}$  iyonları, sitoplazmaya hücre zarı aracılığı ile girer.
- \*Otonom sinir sisteminin kontrolünde çalışırlar. Bu nedenle istemsiz kaslar olarak ta nitelendirilirler.

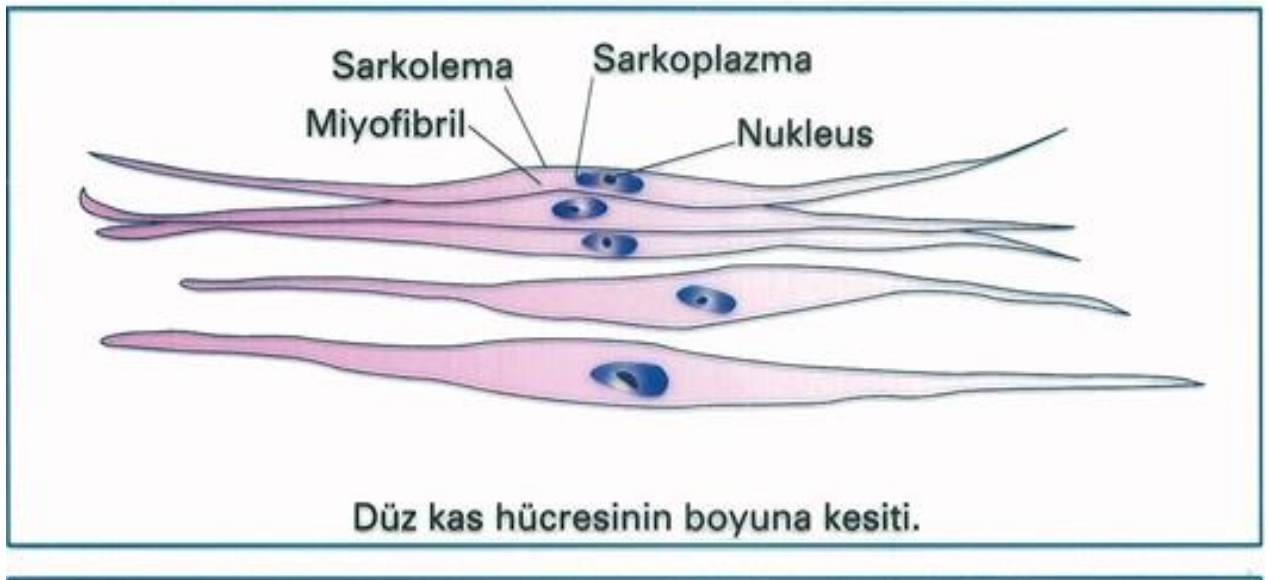


\*Kasılıp gevşemeleri yavaş ve ritmiktir.

\*Ca<sup>2+</sup> iyonlarının aktin ve miyozin iplikçikleri arasına yayılması, iskelet kaslarındaki sarkoplazmik retikulundan gerçekleşen yayılmaya göre daha yavaş gerçekleşir. Bu durum düz kasların diğer kaslara göre daha yavaş ve uzun süreli kasılmasında etkilidir.

\*Kasılıp gevşemeleri yavaş ve uzun süreli olduğu için belli bir kasılma durumunda uzun süre kalabilirler.

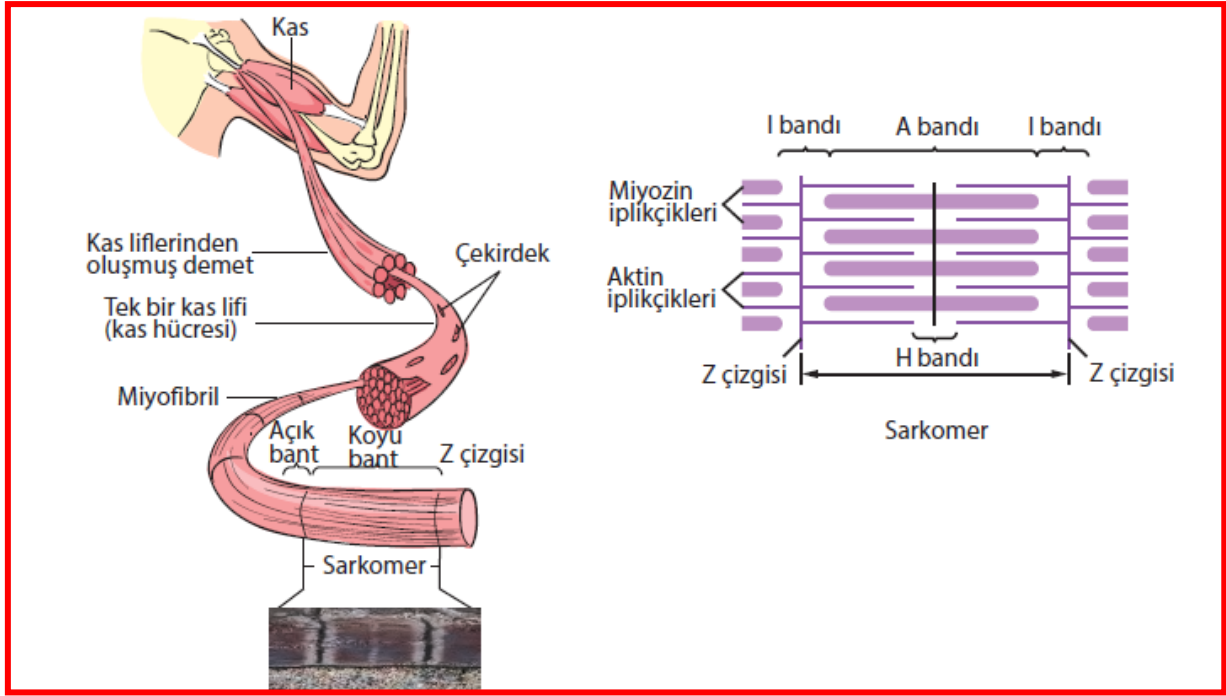
\*Düz kas dokusunun rejenerasyon yeteneği çok zayıftır. Çünkü gelişim tamamlandıktan sonra düz kas hücreleri pek bölünmez. Zedelenme durumunda genellikle bağ doku tarafından onarılırlar.



## **B.ÇİZGİLİ KAS (İSKELET KASI )**

- Omurgalı hayvanlarda iskeleti saran kaslardır. Bu nedenle iskelet kasi olarak da isimlendirilirler.
- İskelet sistemi ile birlikte organizmanın hareketini sağlamada görev alır. Çizgili kasın en küçük birimi kas teli yâda kas lifi olarak adlandırılır.
- Yapıdaki her kas lifi embriyonik dönemde hücrelerin kaynaşması sonucu oluşmuş tek bir hücredir.
- Bu lifler bağ doku ile sarılarak kas demetleri oluşturulur. Bu nedenle bir kas, birçok miyofibrillerden oluşan demetlerin bir araya gelmesi ile oluşur.

- Her bir lif yani hücre ise çok sayıda çekirdek ve uzunlamasına dizilmiş çok sayıda miyofibrilin oluşturduğu demetleri içerir.
- Bu miyofibriller de kasın kasılmasında görevli protein yapısındaki aktin ve miyozin iplikçiklerinden oluşur.



### Çizgili kasların genel özellikleri şunlardır:

\*Çizgili kas hücreleri, sitoplazmalarında demir içeren miyoglobin pigmenti taşıdığından kırmızı renkte görünür.

**\*Miyoglobin oksidatif fosforilasyon için gerekli oksijeni tutar.**

\*Hücreleri silindir şeklindedir.

\*Hücrelerinde çok sayıda çekirdek bulunur. Çekirdekleri hücre zarının hemen altında bulunur.

\*İskelet kaslarının çizgili kas olarak da isimlendirilmesinin nedeni aktin ve miyozin iplikçiklerinin düzenli dizilişi ve bunun sonucunda oluşan açık ve koyu renkli bantlaşmalardır

\*Aktin iplikçiklerinin oluşturduğu bölgeler daha ince olduğundan ışığı az kırar ve bu bölge açık renkli görünür.

\*Aktin ve miyozin iplikçiklerinin üst üste olduğu bölgeler ise ışığı daha fazla kıldığından koyu renkli görünür.

\*İskelet kası boyunca bu açık ve koyu bantlaşmalar tekrarlanarak devam eder.

\*Beynin kontrolünde yani isteğe bağlı olarak çalışırlar.

\*Çalışmaları düz kaslara göre daha hızlıdır. Kasılı kalma süreleri kısadır.

\*Çabuk yorulurlar.

\*Çizgili kasların iki tipi vardır. Bunlar, kırmızı ve beyaz kaslardır.

**Kırmızı kas** bol kan alır, çok sayıda mitokondri içerir. Bu tür kaslar belirgin bir yorgunluk göstermeden uzun süre aktivite gösterebilir.

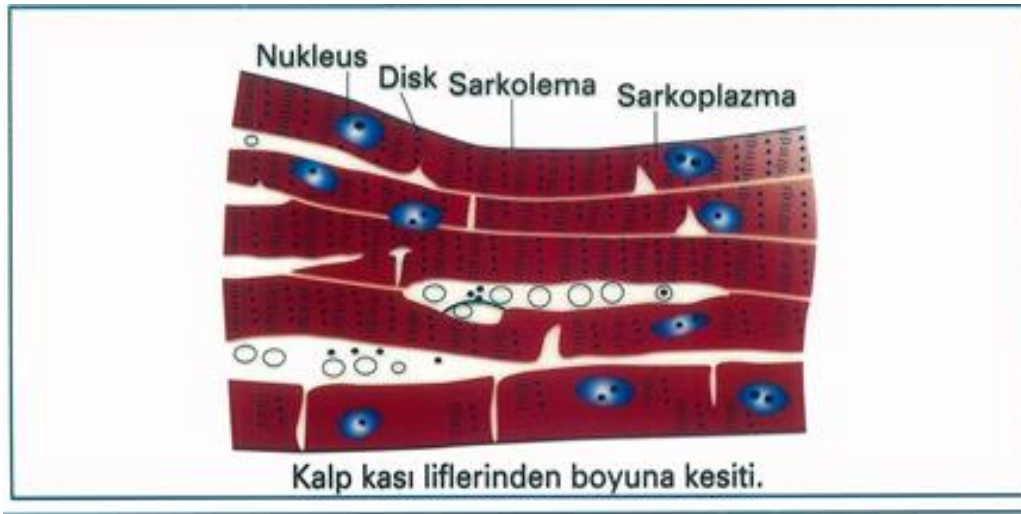
**Beyaz kaslar** ise daha az kan alır. Tavuğun beyaz ve kırmızı eti bu iki kasa örnek gösterilebilir.

\*Çizgili kas dokusunun rejenerasyon yeteneği yoktur. Zedelenme durumunda genellikle bağ doku tarafından onarılırlar.

### **C.KALP KASI**

- İskelet kaslarında gördüğümüz aktin ve miyozin iplikçiklerinin birbiri üzerinde kaymasına bağlı çalışma prensibi, kalp kası ve düz kaslar için de geçerlidir.
- Yapı bakımından çizgili, çalışma bakımından ise düz kaslara benzer.
- Kalp kası hücrelerinin yapısını incelediğimizde, bantlaşmalardan dolayı iskelet kaslarına benzediğini görürüz. Ancak iskelet kasındaki düzgün silindirik ve çok çekirdekli hücreler yerine kalp kasında, dallanmalar gerçekleştiren bir ya da iki çekirdekli hücreler gözlenir
- İstemsiz hareket eden kalp kasları, merkezi sinir sistemi uyarılarının yanında kendi uyarılarını da oluşturabilir. Bu özelliği ile diğer kas hücrelerinden ayrılır. Bu durum, kalpten izole edilerek bir kültür ortamına konan kalp kası hücrelerinin kasılma hareketlerine devam etmesi ile de kendini göstermektedir.
- Çizgili kaslara göre daha kısa olan kas tellerinin uçları çatallıdır.

- İskelet kasları gibi çok çekirdekli olmakla birlikte, onlardan farklı olarak çekirdekler kas liflerinin kenarlarında değil, ortasında yer alır.
- Kalp kasları kan ve lenf damarları bakımından diğer kas tiplerine göre daha zengindir.
- Kalp kasları, ileri derecede farklılaşmış olduğundan diğer kas çeşitleri gibi kalp kasının da yenileme özelliği yoktur.
- Ölen hücrelerin yerini bağ dokusu hücreleri alır.



	<b>Çizgili kaslar</b>	<b>Düz kaslar</b>	<b>Kalp kası</b>
<b>Bulunduğu Yer</b>	İskelet Sistemine Bağlı Olarak	İç Organlar	Kalp
<b>Çalışması</b>	İstemli	İstemsiz	İstemsiz
<b>Şekli</b>	Ucu Küt, Uzun Silindir Şeklinde	Ucu Sivri, Mekik Şeklinde	Silindir Şeklinde Yan Dallarla Birbirine Bağlı
<b>Enine Bantlaşma</b>	Var	Yok	Var
<b>Her Lifin Çekirdek Sayısı</b>	Çok	Bir	Bir ya da iki çekirdek
<b>Çekirdeğin Yeri</b>	Kenarda	Ortada	Ortada
<b>Kasılma Hızı</b>	Hızlı	Yavaş	Orta
<b>Yorgunluk Süresi</b>	Çabuk	Geç	Yorulmaz



## İNSANDA KAS ÇALIŞMASI

İnsanlarda hareket özelleşmiş kas hücrelerinin kasılmasıyla meydana gelir. Kaslar vücut şeklinin korunmasında ve desteklenmesinde de görev yaparlar.

### KAS-İSKELET İLİŞKİSİ:

- İskelet kaslarının kemiklere tutunmasını sağlayan bağ dokudan oluşmuş yapılara **kas kirişi** veya **tendon** denir.
- İskelet kasları bir taraftan az hareketli bir kemiğe bağlanır. Buraya **başlangıç noktası** denir. Diğer taraftan ise hareketli bir ekleme bağlanır. burasıda **sonlanış noktası** olarak adlandırılır.
- İskelet kasları genellikle çiftler halinde çalışır.
- Kol ve bacakların bükülme hareketleri, birbirine zıt çalışan kaslar sayesinde gerçekleşir. Bu kaslara **antagonist kaslar** denir. Örneğin kolumuzu hareket ettiren iki kastan biri **bükücü kas** adını alır. Ve kolun vücuda yaklaşmasını sağlar. Diğer de **açıcı kas** olarak adlandırılır. Ve kolun vücuttan uzaklaşmasını sağlar.
- Aynı anda kasılıp gevşeyerek çalışan kaslara ise **sinerjist kaslar** denir. Karın ve sırt kasları sinerjist kaslardır.

### KASILMA EVRELERİ

- Bir kas telinin uyarılması için gerekli minimum uyarı şiddetine **eşik değeri** denir.
- Kas teli eşik şiddetinden daha düşük uyarılara cevap vermezken, eşik şiddeti veya ondan daha yüksek değerlerdeki uyarılara da aynı şiddetle cevap verir. Bu olaya ya hep ya hiç kuralı denir.

Bir kas teli "ya hep ya hiç" kuralına uygun olarak kasılıp-gevşeme gösterir. Ancak birçok kas telinden oluşan bir kas demetinde "ya hep ya hiç kuralı" geçerli değildir. Çünkü kas demetini oluşturan her kas telinin uyarılma şiddeti aynı değildir.

- Uyarılan bir kasın bir kez kasılıp gevşeyerek eski hâlini almasına **kas sarsı** ya da **kasıl sarsılma** denir.

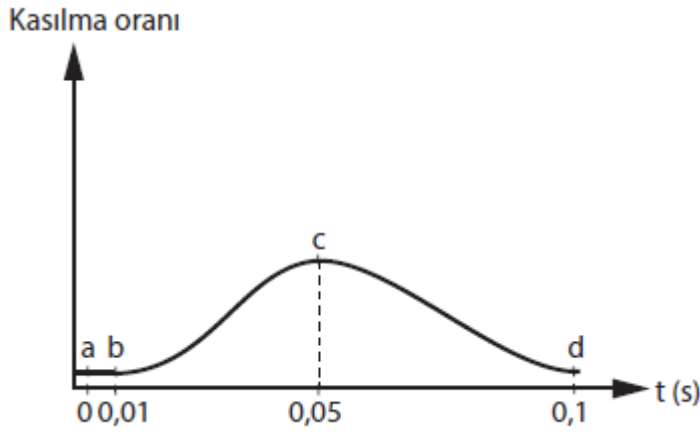
Uyarılan bir kasın kasılıp gevşemesi dört evrede gerçekleşir.

1. **Gizli Evre:** kasın uyarılması ile kasılmaya başlaması arasında geçen süredir.

2. **Kasılma Evresi:** kasılmanın başlaması ile gevşemenin başlaması arasında geçen süredir.

3. **Gevşeme Evresi:** kasın gevşeyerek tekrar başlangıçtaki durumuna geldiği evredir.

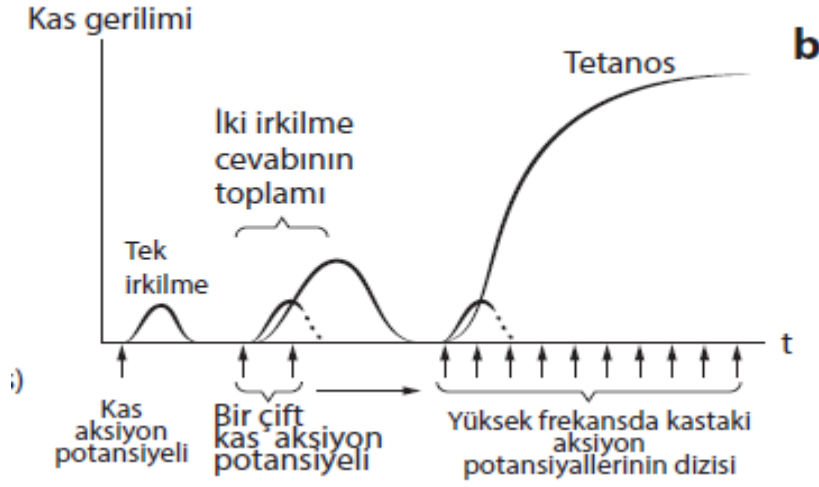
4. **Dinlenme Evresi:** kasın bir kasılma-gevşemeyi tamamladıktan sonra yeniden uyarılmasına kadar geçen evredir.



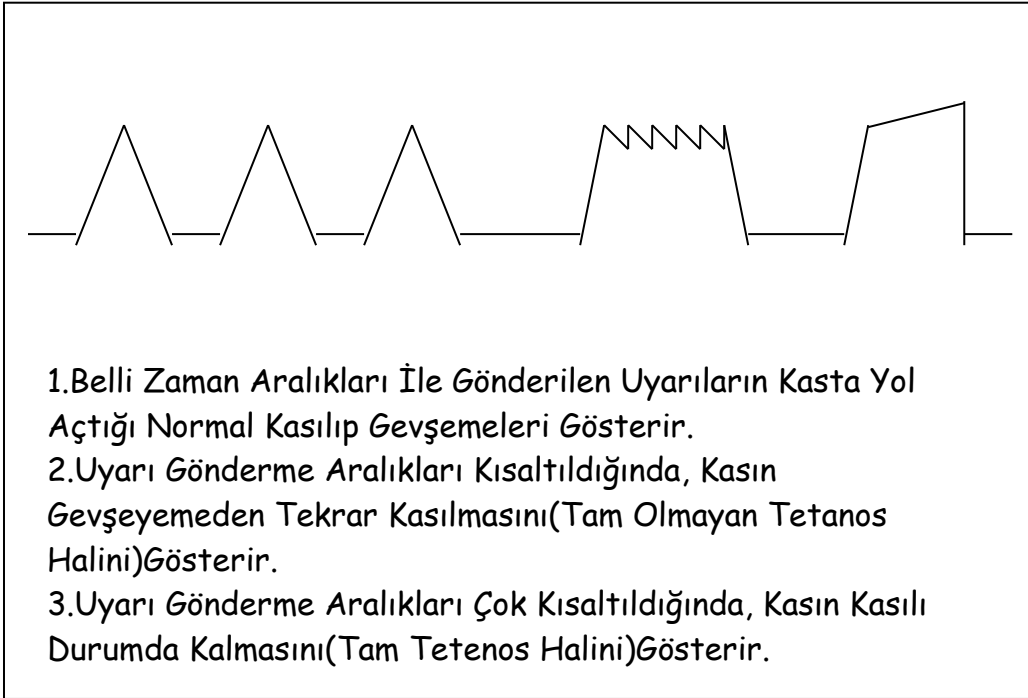
**A:** Uyarının verildiği an  
**AB:** Gizli evre  
**BC:** Kasılma evresi  
**CD:** Gevşeme evresi  
**DE:** Dinlenme evresi

- İskelet kasları kişinin bilincinin açık olduğu dinlenme durumlarında da bir miktar kasılı hâldedir. Sinirsel uyarılar, kasları her an harekete hazır fakat fazlaca gergin olmayan bir durumda tutar. Bu duruma **kas tonusu** denir.
- Bayılma anında tonus ortadan kalkar.
- Tonus, uyarılara daha çabuk cevap verilmesini sağlar.
- Kasların dereceli kasılması kasa sinir hücrelerinden gönderilen uyarı sayısındaki değişim ile açıklanmaktadır. Kasta birinci uyarıya verilen tepki henüz sonuçlanmadan ikinci bir uyarı gönderilirse kasılma her iki uyarının toplamı kadar olur. Eğer kas, arka arkaya ve birbiri üstüne binen uyarılar alırsa uyarının gücüne bağlı olarak kasılma düzeyi de artar.
- Uyarı sayısının belirli bir düzeyin üstünde olması durumunda ise ardışık kasılmalar birbirinden ayırt edilemez ve **tetanos** adı verilen tek ve sürekli bir kasılma tipi ortaya çıkar

- Kramp olarak da adlandırılan bu durumdaki kas gevşemez ve kasılı durumda kalır.



- Yani kaslara uyarılar, gevşemeye fırsat kalmadan peşpeşe verilirse, kas kasılı durumda kalır. Bu durum **fizyolojik tetanos** olarak adlandırılır.

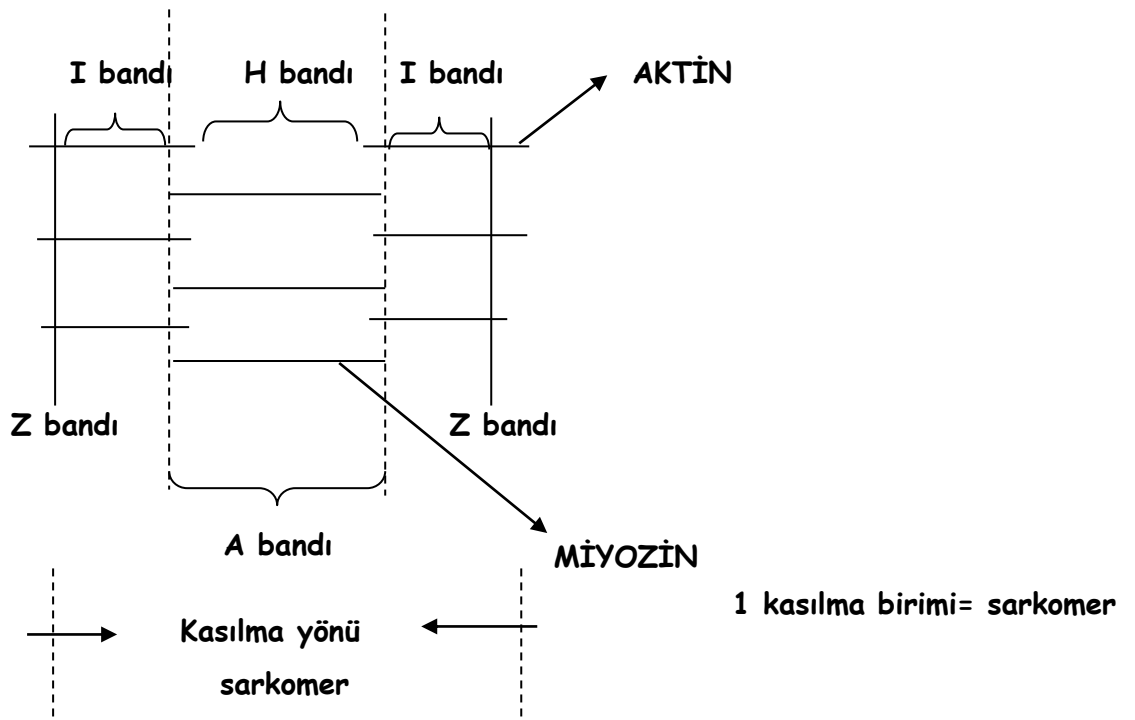


## ÇİZGİLİ KASIN KASILMA MEKANİZMASI

- Kaslarda kasılma işlemi **sarkomer** adı verilen birimlerde gerçekleşir.
- Sarkomerler birbirlerinden **Z çizgileriyle** ayrılır.
- Z çizgilerine bağlanan aktin iplikçikleri sarkomerin merkezine doğru uzanırlar.
- Miyozin iplikçikleri ise sarkomerin merkezinde yer alır.
- Dinlenme durumunda aktin ve miyozin iplikçikleri birbiri üstüne tam olarak binmez ve sarkomerde **sadece aktin iplikçiklerinin** bulunduğu açık bir bant oluşur. Bu banda **I bandı** adı verilir.
- Miyozin ipliklerinin uzunluğuna karşılık gelen ve **hem aktin hem de miyozin iplikçiklerinin** bulunduğu alana **A bandı** denir.
- A bandının ortasında sadece miyozinlerin görüldüğü alan ise **H bandı** olarak isimlendirilir.

### • KAYAN İPLİKLER HİPOTEZİ(HUXLEY):

Hipoteze göre kasılma aktin ipliklerinin miyozin içerisine kaymasıyla gerçekleşir. aktin ve miyozin iplikleri arasında gerçekleşen çekim kuvveti böyle bir kaymanın nedenidir. Böylece iki Z çizgisinin birbirine yaklaşmasıyla kasın boyu kısalır.



**Kasılma sırasında gerçekleşen olaylar:**

1. aktin ve miyozin ipliklerinin boyları değişmez.
2. A bandının boyu değişmez.
3. I bandı kısalır.
4. H bandı kaybolur.
5. sarkomerin boyu kısalır.

**Gevşeme sırasında gerçekleşen olaylar:**

1. aktin ve miyozin ipliklerinin boyları değişmez.
2. A bandının boyu değişmez.
3. I bandı genişler.
4. H bandı ortaya çıkar.
5. sarkomerin boyu uzar.

Kasılıp gevşeme olaylarında bazı kimyasal maddeler görev aldığı gibi, çok miktarda da enerji harcanır. Kaslar enerjinin en yoğun üretildiği ve harcandığı yerlerdir. Bu yüzden kaslarda **mitokondri sayısı** fazladır.

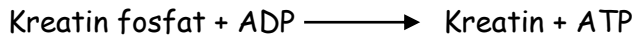
- Kas kasıldığı zaman boyu kısalır, genişliği artar.
- Kasılma ve gevşeme sırasında kasın hacmi değişmez.

### **KAS KASILMASININ KİMYASAL İŞLEYİŞİ**

- Somatik sinirler iskelet kaslarında birçok kola ayrılarak sonlanır.
- Sonlanma noktalarına motor uç plak denir.
- Motor uç plaklarda bol miktarda küçük kesecik ve bu keseciklerde de asetilkolin bulunur.
- Beyin ve omurilikten kas hücrelerine impuls gelir.
- Sinir hücrelerinin akson ucundan asetil kolin salgılanır.
- Asetilkolin kas hücresi zarını depolarize eder.
- Bu sayede Asetil kolin kas hücrelerinin endoplazmik retikulumlarında depo edilen Ca iyonlarının serbest hale geçmesini sağlar.
- Ca iyonları aktin miyozin ipliklerin içine doğru yayılır
- Miyozin üzerindeki ATPaz enzimi serbest kalır.



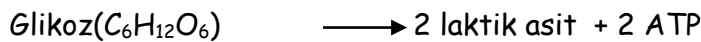
- ATPaz enzimi, ATP'yi ADP ve fosfata hidroliz ederek enerji açığa çıkmasını sağlar.
- Aktin iplikler bu yayılma ile kayarak kasılmayı başlatır.
- (Gevşemede  $Ca^{++}$  alınıp  $Mg^{++}$  iyonları salınır.) Sinir hücresinden gelen uyarıların sonlanmasının ardından kas hücresi zarında repolarizasyon sağlanır. Bu durumu takiben  $Ca^{+2}$  iyonları sarkoplazmik retikulumlarda yeniden depolanmaya başlar. Ortamda  $Ca^{+2}$  iyonlarının azalmasıyla miyozinle aktin arasındaki etkileşim durur ve kas gevşer.
- **Kas kasılması sırasında;**
- Harcanan **ATP'nin** yeniden sentezlenmesi için **öncelikle** en kısa yoldan **Kreatin fosfattan** yararlanılır. Bu molekül sadece kas hücrelerinde bulunur. Kasın sürekli ve çabuk hareketi bu enerji ile sağlanır.
- ATP elde etmenin diğer bir yolu ise kastaki **glikozlarla  $O_2$ 'li solunum** yapmaktır.
- Glikozlar ise **glikojen moleküllerinin hidroliz edilmesi** ile kaslarda oluşturulur. Glikoz ihtiyacı çizgili kaslarda depo edilen glikojen moleküllerinden karşılanır.
- Harcanan ATP'nin tekrar yerine konmasında **birinci derece enerji kaynağı kreatin fosfattır.**



**Dinlenme Anında;** İhtiyaç anında kullanılmak üzere tekrar kreatin fosfat üretilir.



**Zor Ve Uzun Süreli Hareketler Sırasında;** Kan hücreleri kasa yeteri kadar oksijen taşıyamaz. Glikoz oksijensiz solunumla laktik aside parçalanır. Bu durumda oksijenli solunuma göre daha az enerji elde edilir.



Laktik asit, sinir uçları ile kas tellerinin arasını kapayarak uyarı iletilmesini engeller. Buna **kas yorgunluğu** denir. Dinlenme sırasında kaslara yeterli oksijenin gitmesiyle;

- Laktik asidin bir kısmı oksitlenir ve ortaya çıkan enerjiyle ATP sentezlenir.
- Geri kalan laktik asit ise, karaciğerde glikoza dönüştürülür.

### **Sonuç olarak kas kasılırken;**

1. mevcut ATP'nin kullanılması
2. mevcut kreatin fosfatların kullanılması
3. mevcut glikozların kullanılması
4. glikojen depolarının kullanılması

şeklinde bir sıra izlenir.

5. Kasta depolanan glikojenlerde bittikten sonra sıra yağlara gelir ki bunun için en az 20 dakikanın geçmesi gerekir. Bu nedenle 20 dakikadan az yapılan egzersiz hareketlerinde yağ yakılması gerçekleşmez.

#### **Kas kasılması sırasında miktarı azalan maddeler:**

1. Glikojen
2. Glikoz
3. Oksijen
4. ATP
5. Kreatin Fosfat

#### **Kas kasılması sırasında miktarı artan maddeler:**

1. Karbondioksit
2. Kreatin
3. ADP
4. İnorganik Fosfat
5. Laktik Asit
6. Isı

- Dinlenme halinde çizgili kasların başlıca metabolik yakıtları serbest yağ asitleridir. Hafif şiddette kasılan kas dokusunda yağ asitlerine ilave olarak keton cisimcikleri de enerji kaynağı olarak kullanılır.

### **ÖLÜM SERTLİĞİ**

Kastaki herhangi bir metabolik bozukluk, kalsiyum iyonlarının sarkoplazmik retikulumdan çıkmasına ve bir daha geriye pompalanmamasına neden olur. Bunun sonucu kas devamlı kasılı kalır. Vücuttaki bütün kasların ölümden kısa bir süre sonra katılaşmasının nedeni budur. Uzun süre kovalanan av hayvanlarının eti bu yüzden katıdır ve laktik asit birikiminden dolayı lezzetsizdir.

## NOT:

- **Troponin**, vücutta iskelet kası ve kalp kası liflerinde bulunan bir proteindir.
- **Troponin** 3 farklı formda bulunur: TnT, TnI ve TnC. Bu üç molekül hep birlikte çalışarak kas kasılmasını sağlarlar.
- Kalsiyum kas fibrillerinden aktin üzerinde olan **troponin C** ye bağlanır. Troponin allosterik olarak tropomiyozini düzenler. **Normal olarak tropomiyozin, miyozinin aktine bağlanmasını engeller**. Kalsiyuma bağlanan troponin C, tüm troponin kompleks proteininin şeklinin değişmesine yol açar. Böylece troponin T de tropomiyozinin hareketine ve aktinin miyozine bağlanma yerinin açılmasına sebep olur.
- Kasın gevşemesi için Ca sarkoplazmik retikuluma geri depolanır. Ortamda Ca kalmadığında Troponin, Tropomiyozin ilk hallerini alır ve miyozinin aktine bağlanması engellenir.

## İSKELET KAS SİSTEMİ HASTALIKLARI

### KEMİK ERİMESİ

- Kemik dokusunun yoğunluğunun azalmasına bağlı olarak kırılmalara karşı daha dayanıksız hâle gelmesi olarak tanımlanabilir
- Yaşlanmanın da getirdiği birçok fizyolojik olayın sonucu olarak ortaya çıkmasından dolayı bir rahatsızlık değil doğal bir süreç olarak da ifade edilir.
- Yaşlanmanın yanı sıra genetik yapı ve beslenme farklılıkları gibi etmenler de kemik erimesine neden olabilir.

### RAŞİTİZM

- Organizmanın iskelet yapısında ve gelişiminde önemli rol üstlenen kalsiyum ve fosfor kullanımındaki yetersizlik olarak ortaya çıkar.
- Raşitizm en yaygın biçimde süt çocuklarının ilk yirmi aydaki gelişim süreçlerinde görülür.
- Bu süreçte yeterli oranda provitamin D ve güneş ışığı alınamazsa ciltte D vitamini üretilemez. Buna bağlı olarak kalsiyum ve fosfor verimli kullanılamadığı için kemik yapısı güçlenmez

## ROMATOİT ARTRİT

- Eklemlerde iltihaplanma şeklinde kendini gösteren romatizmal bir rahatsızlıktır.
- En sık görülen iltihabi eklem rahatsızlığı olan romatoit artrit eklemlerde ağrı, şişlik, katılık ve fonksiyon kayıplarına neden olur.

## MENİSKÜS YIRTIĞI

- Menisküsler, dizlerimizde iç ve dış olmak üzere iki adet bulunan ve eklem binen ağırlığı dağıtma görevini üstlenen kıkırdak yapılarıdır.
- Bu yapılarda meydana gelen zedelenmeler **menisküs yırtığı** olarak adlandırılır.

## KIRIK

- Kemik bütünlüğünün bozulması durumudur.
- Kırıklar, kemiklere ya da kemiklere yakın kas, eklem ve bağlara yönelik vurma, çarpma ve düşme gibi kazalar sonucunda farklı şekillerde gerçekleşebilir .

## ÇIKIK

Aşırı zorlanma ve baskı sonucunda kemiklerin eklem yerlerinden ayrılması durumudur.

## BURKULMA

Eklemdeki bağların veya çevresindeki dokuların ani ve ters bir hareket sonucunda gerilmesine ve bazen yırtılmasına **burkulma** denir. Çoğunlukla ayak ve elin bilek eklemlerinde görülür.