



# **GDM 406 Et Teknolojisi**

**Bahar Y.Y.**

**Prof. Dr. Ayla Soyer**





## **Et Bilimi**

- **Et kaynakları,**
- **Kas yapısı ve kompozisyonu**
- **Kasta kasılma ve gevşeme mekanizması**
- **kasın ete dönüşümü,**
- **Taze etin özellikleri (renk, STK, pH),**
- **Et mikrobiyolojisi ve bozulma**



# Yararlanılan kaynaklar

- **Aberle, E.D., Forrest, J.C., Gerrard, D.E., Mills, E.W. 2001. Principles of Meat Science. 4th ed., Kendall Hunt Publ. Company, Iowa, USA, p. 354.**
- **Kerry, J., Kerry, J., Ledward, D., 2000. Meat Processing. CRC Pres, New York, p. 464.**
- **Lawrie, R.A. 1998. *Meat Science*. Woodhead Publishing Ltd., 6th ed., England, p. 352.**
- **Varris, P.D. 2000. Meat Science. An Introductory Text, CABI Publishing, p. 310.**

# Et kaynakları ve kasaplık hayvanların tanımlanması

Kasaplık etler; büyükbaş hayvan etleri, küçükbaş hayvan etleri ve kanatlı etleri olmak üzere üç grupta incelenmektedir.

1. Büyükbaş hayvanlar; sığır, manda, deve, geyik, bufalo, lama,
2. Küçükbaş hayvanlar; domuz, koyun, keçi, tavşan
3. Kanatlı etleri; tavuk, hindi, kaz, ördek

Son yıllarda antilop, Amerikan bizonu ve devekuşu etleri de ilgi çekmektedir.

- Bunlar dışında 4. grubu su ürünleri etleri ; balık, kabuklu ve yumuşakçalar oluşturmaktadır.



Et üretimi için en çok kullanılan hayvan türleri;

- sığır,
- domuz,
- koyun,
- tavuk ve hindi.

Bunlar içerisinde sığır domuz ve koyundan elde edilen etler **kırmızı etler**, kanatlılardan elde edilen etler ise **beyaz etler** olarak sınıflandırılırlar.



# Kasaplık sığır

- TSE tarafından 1988 yılında yayınlanan standarda göre kasaplık sığır **bovinea** alt familyasının **bos** cinsinden evcil sığırın (***Bos taurus***) 12 aylıktan büyük kesime sevk edilebilecek olan erkek ve dişilerin bu standartlara göre çeşitli yaş gruplarına ilişkin tanımlamaları 5 grupta yapılmıştır.



Angus



Simmental



Holstein

# Kasaplık sığır

- Kasaplık dana:1-12 aylık erkek veya dişi (1-6aylık olanlar süt danası olarak isimlendirilir).
- Kasaplık düve:1-2,5 yaşındaki doğurmamış dişi sığır.
- Kasaplık inek: 2,5 yaşın üzerindeki doğum yapmış dişi sığır.
- Kasaplık tosun:1-1,5 yaşındaki enenmemiş erkek sığır.
- Kasaplık boğa:1,5 yaşın üzerindeki enenmemiş erkek sığır.
- Kasaplık öküz:1 yaşın üzerindeki enenmiş erkek sığır.



## Kasaplık sığırlar yaş durumuna göre:

- Genç sığır (3 yaşına kadar),
- Ergin sığır (3-6 yaş arası),
- Yaşlı sığır (6 yaşın üzeri) olarak da sınıflandırılabilirler.



# Sığır ırkları

## Türkiye Yerli Irkları

Türkiye sığır popülasyonunun % 26'sını oluşturur.

- Yerli Kara
- Doğu Anadolu Kırmızısı
- Güney Anadolu Sarı-Kırmızı Sığırları
- Güney Anadolu kırmızısı (Kilis)
- Yerli Güney Sarısı boz Irk

## Kültür Irkı Sığırlar

Sütçü ve kombine verimli Irklar

- Siyah-Alaca (Holstein Friesian)
- Jersey (İngiltere)
- Esmer Irk (Brown Swiss, İsviçre)
- Sarı-Alaca (Simmental)

Etçi Irklar

- – Hereford (A.B.D.)
- – Aberdeen-Angus (İskoçya)
- – Galloway (İngiltere)
- – Charolais (Şerole, Fransa)

# Kasaplık koyun:

- Kasaplık koyun **ovinea** alt familyasının **ovis** cinsinden evcil koyunun (**Ovis aries**) 6 aylıktan büyük kesime sevk edilebilecek erkek ve dişi koyunlardır.

## Koyunların Sınıflandırılması

- Kasaplık Toklu :1-2 yaş arasındaki erkek ve dişi koyunlar
- Kasaplık Marya :2 yaşının üzerindeki dişi koyunlar
- Kasaplık Högeç:2 yaşın üzerindeki enenmiş erkek koyunlar
- Kasaplık Koç :2 yaşın üzerindeki enenmemiş erkek Koyunlar

Kasaplık kuzu :1 yaşına kadar olan koyunlar süt kuzusu

- 2-5 aylık olanlar bahar kuzusu
- 6-12 aylık olanlar ot kuzusu olarak isimlendirilir.

# Kasaplık kıl keçisi:

- **Caprinea** alt familyasının **capra** türüne giren 6 aylıktan büyük yaş ve cinsiyetine göre kategoriye ayrılan kesime sevk edilebilecek erkek ve dişi kıl keçileridir.

## Keçilerin Sınıflandırılması

- Kasaplık oğlak: 6 aılığa kadar keçiler
- Kasaplık çepiç: 6-14 aylık keçiler
- Kasaplık seyis: 15-24 aylık erkek keçiler
- Kasaplık gezdan: 15-24 aylık dişi keçiler
- Kasaplık anaç: 2 yaşından yukarı doğurgan keçiler
- Kasaplık kısır keçi: 2 yaşından yukarı doğurmamış keçiler
- Kasaplık erkeç: 2 yaşından yukarı enenmiş erkek keçi
- Kasaplık teke: 2 yaşından yukarı enenmemiş erkek keçi

# Su ürünleri (deniz ve tatlı su hayvanları)

**Tatlı su balıkları:** Alabalık, Tatlı Su Somonu, Sazan, Yayın, Tatlı Su Kefali, Tatlı Su Levreği vb.

## **Deniz balıkları:**

- **Yağlı balıklar:** Lüfer , Çinekop, Torik, Palamut, Uskumru, İstavrit, Sardalya, Hamsi, Tirsi, Zargana, vb.
- **Yağsız balıklar:** Kefal, Levrek, Kırlangiç, Kalkan, Dil, Pisi, Mezgıt, Karagöz, Çupra, Mercan, Barbunya, Deniz somonu vb.
- **Kabuklu deniz hayvanları:** İstakoz, karides, kerevit, yengeç.

# Gıda olarak Et

- Kırmızı etler ve kanatlı etleri iyi kalitede protein kaynağıdır.
- İçerdikleri proteinlerin biyolojik değeri yüksektir.
- Etlerde bulunan proteinlerin kompozisyonu, insanlarda bulunan proteinlerin kompozisyonuna benzerdir.
- Et, insan sağlığı için gerek duyulan elzem amino asitleri içerirler.



# Gıda olarak Et

- Vitaminlerin önemli bir kaynağıdır.
- B vitaminleri ve özellikle;
- B1 (tiyamin),
  - niasin (nikotinik asit),
  - B2 (riboflavin),
  - B6,
  - B12 (siyanokobalamin)
- A vitamininin önemli bir kaynağıdır.

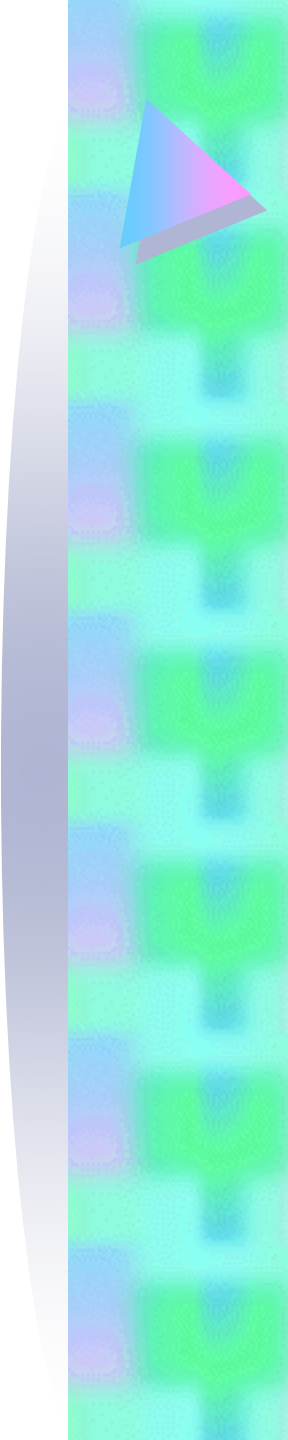
# Gıda olarak Et

**Et Bileşimi**  
%75 su  
%20 protein  
%4 yağ  
%1 mineral madde

- Minerallerce zengindir.
- Demir, bakır, çinko ve selenyumun başlıca kaynağıdır.
- Etteki demirin biyoyararlanılabilirliği çok yüksektir.
- Başlıca demir kaynağı, heme proteini miyoglobindir.
- Demir eksikliği dünyada en yaygın besin eksikliğidir.
- Heme demir bağırsaklarda heme olmayan demirden (örneğin bitkisel kaynaklarda bulunan demirden) daha kolay absorbe olmaktadır.

# Et ve sağlık

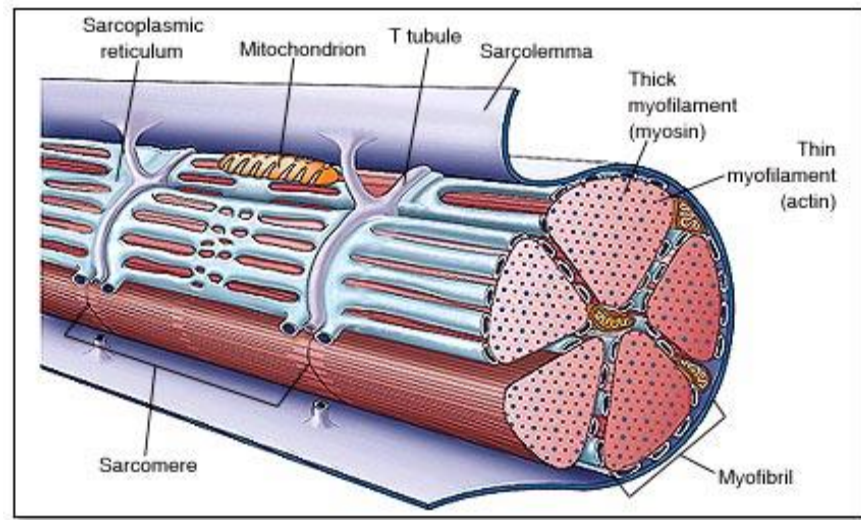
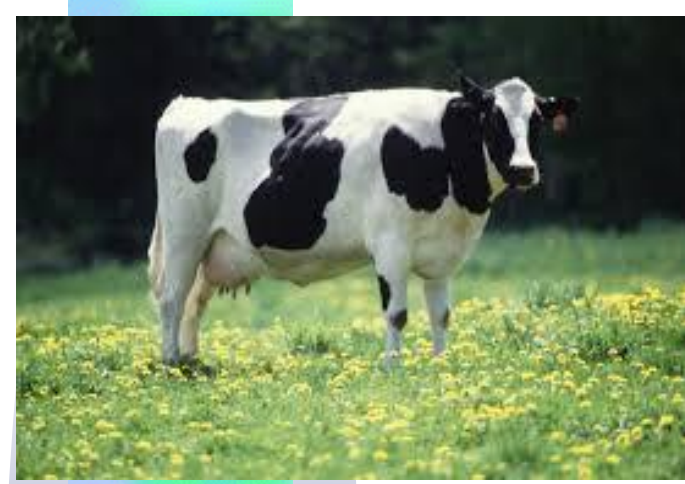
- Tüketici tarafından satın alınan bütün etler önemli düzeyde yağ içerirler.
- Örneğin biftek, but gibi büyük parça etler %15-30 düzeylerinde ayrılabilir yağ dokusu içerirler.
- Görünür yağları tamamen uzaklaştırılan etlerde bile %1-2 yağ bulunur.
- Kanatlılarda beyaz göğüs etleri %1-2, kırmızı but etleri %3-4 yağ içerir.
- Eđer derisi üzerinde ise kanatlılarda yağ miktarı daha yüksektir. Kanatlı derisi %33 yağ içerir.

- 
- Yağ yüksek enerji kaynağıdır.
  - Eskiden yağlı et yemek, enerji vermesi nedeniyle tercih edilirken, günümüzde sağlık nedenleri ile yağsız et tüketme eğilimi artmaktadır. Bu nedenle günümüz beslenme şeklinde yüksek yağlı diyetler yerine düşük yağlı diyetler tercih edilmektedir.
  - Burada yağ miktarından çok alınan yağın niteliği önemlidir.

# Et ve sağlık

- Diyetle alınan yağ miktarı ÷lkeden ÷lkeye değişmektedir.
- Gelişmekte olan ÷lkelerde enerjinin %80'i karbonhidratlardan alınırken, gelişmiş ÷lkelerde bu oran %55'dir.
- Buna göre gelişmekte olan ÷lkelerdeki diyetlerin enerji yoğunlukları düşüktür.
- Enerjice yoğun diyetler kronik hastalıklarla (kalp damar hastalıkları, damar sertliği, çeşitli kanserler) ilişkilendirilmekte.
- Burada en önemli faktör doymuş yağ içeriđi yüksek diyetlerle beslenmedir.





## Hayvansal dokuların yapısı ve kompozisyonu

- ❖ Kas doku
- ❖ Epitel doku
- ❖ Sinir doku
- ❖ Konnektif doku
- ❖ Kas organizasyonu
- ❖ Kimyasal kompozisyon



# Karkas nedir?

- Canlı hayvandan kesim işlemi ile kan akıtılarak, iç organlar, baş, deri ve diğer unsurlarının uzaklaştırılmasından sonra kalan kütleye karkas denir.

Karkas başlıca;

- kas doku,
- konnektif (bağ) doku,
- bazı epitel ve sinir dokularından oluşur.

Karkasın başlıca 3 bileşeni;

- ✓ Kas
- ✓ Kemik
- ✓ Çeşitli dokuları içeren yağ (adipoz doku)

\*\*Her bir dokunun özellikleri ve oranı etin kalitesini ortaya koyar.

# Kas doku

- Et hayvanlarının karkas ağırlıklarının %35-65'ini oluşturur.
- Şekil ve görev bakımından benzerlikleri olan hücrelerin bir araya gelerek oluşturduğu birliğe doku denir.

Organizmada dört temel doku bulunur:

1. Epitel doku
2. Destek dokular (bağ dokusu, kıkırdak dokusu, kan dokusu, kemik dokusu)
3. Kas dokusu
4. Sinir dokusu

Morfolojik ve fonksiyonel özelliklerine göre memelilerde;

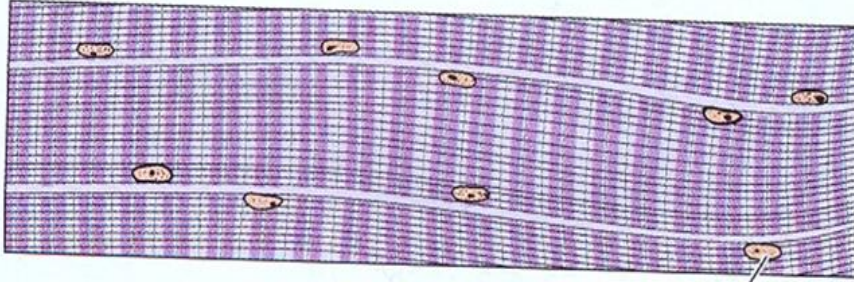
- ✓ iskelet kası
- ✓ kalp kası ve
- ✓ düz kaslar olmak üzere 3 tip kas dokusu tanımlanır.

- İskelet kası- Mikroskop altında enine çizgiler gösteren, çok çekirdekli, silindirik ve çok uzun demetlerden oluşmuştur. İskelet kasları, kuvvetli kasılma özelliği gösteren, hızlı ve çalışmaları istemli olan kaslardır.
- Kalp kası- Mikroskop altında enine çizgiler gösterir ve birbirine paralel olarak uzanan, dallanmış özel hücrelerden meydana gelir. Kalp kası istemsiz, düzenli ve ritmik olarak kasılır.
- Düz (yumuşak) kaslar- Mikroskop altında çizgili yapı göstermeyen, iğ biçiminde hücre gruplarından meydana gelen, kontraksiyonları yavaş olan ve istem dışı çalışan kaslardır. Damarları, lenf sistemlerini, sindirim ve üreme sistemlerini oluşturan kaslardır.

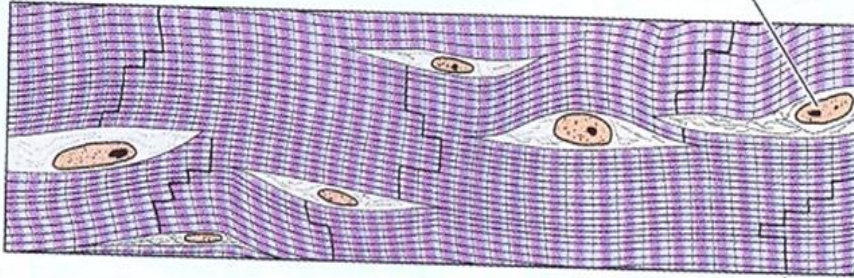


## Kas tipleri

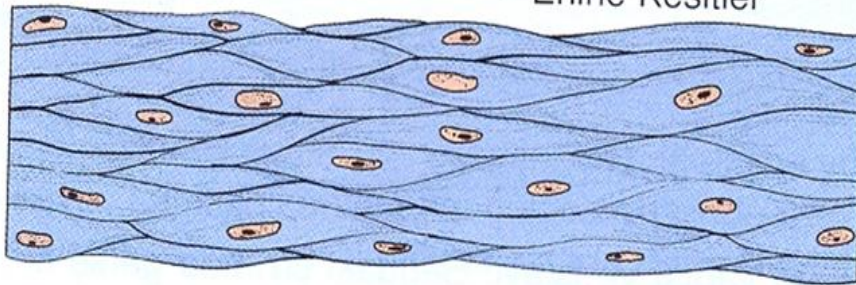
İskelet kası



Kalp kası

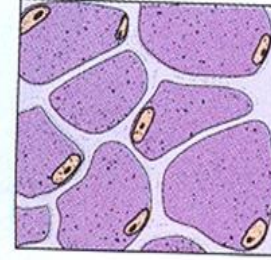


Düz kas



## İşlevi

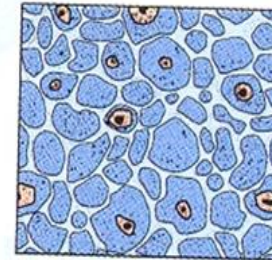
Çekirdekler



Güçlü, hızlı,  
süreksiz  
istemli  
kasılma



Güçlü, hızlı  
sürekli  
istemsiz  
kasılma



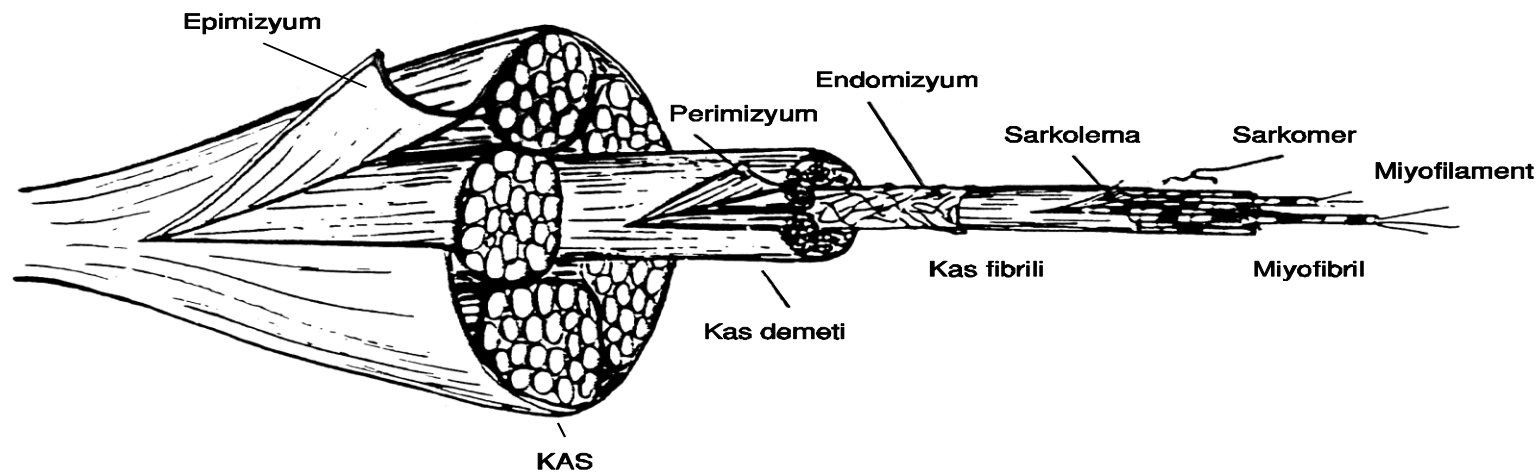
Zayıf, yavaş  
istemsiz  
kasılma



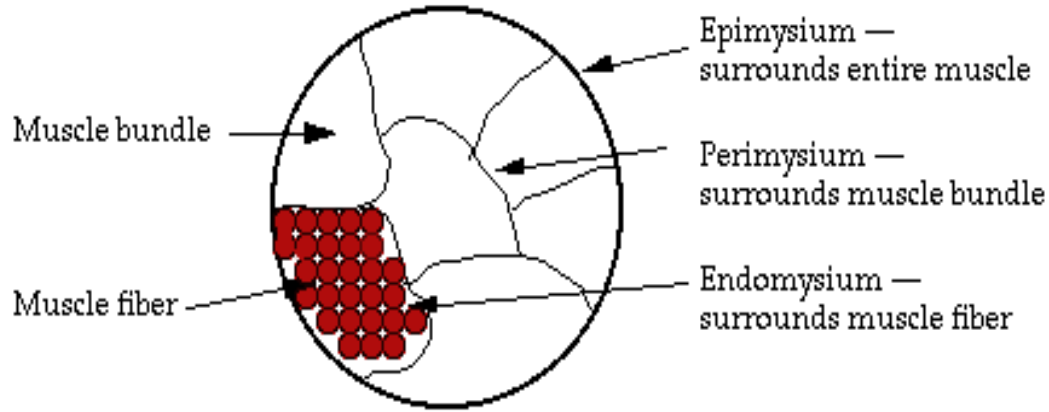
# İskelet kası

- İskelet kası – Et endüstrisinde iskelet kasından elde edilen etler kullanılmaktadır.
- Hayvan vücudunda şekli, boyutu ve işlevleri farklı 600'den fazla kas vardır.
- İskelet kasları iskelet üzerine yerleşmiş, küçük ve büyük kas demetlerinden oluşan dokulardır.
- Bu kasların çoğu kemiklere bağlanmıştır. İskelet kasları kemiklere ya doğrudan ya da bağ doku özelliğindeki tendonlar aracılığı ile bağlanmakta, tendonların bulunduğu yerde aynı zamanda kan damarları ve sinirler kasa giriş yapmaktadırlar.
- İskelet kasları mikroskop altında enine çizgiler gösteren, çok çekirdekli, silindirik ve çok uzun demetlerden oluşmuştur. İskelet kasları, kuvvetli kasılma özelliği gösteren, hızlı ve çalışmaları istemli olan kaslardır.

# İskelet kas yapısı-Kas organizasyonu ve yapısı



İskelet kası, çok sayıda kas fibrilinin (lifinin) bir araya gelmesi ile oluşan kas demetlerinden ibarettir. Kaslar kendilerini oluşturan kas demetlerinin sayısı ve büyüklüklerine bağlı olarak birbirlerinden şekil ve büyüklük bakımından oldukça farklıdırlar.



## Kas demetleri ve birlikte bulunan konnektif dokular

- Endomizyum-Kas fibrillerini saran konnektif doku
- Perimizyum- Kas demetlerini saran konnektif doku
- Epimizyum- Bütün kası saran konnektif dokudur.

## İskelet kas fibrili (hücresi)

- Kasların esas yapı birimi olan kas hücreleri, organizmanın aktif hareketlerini gerçekleştirmek üzere özelleşmiş yapılar olup kas fibrili, miyofibril veya kas hücresi olarak adlandırılırlar.
- Kas fibrilleri, toplam kas hacminin %75-92'sini oluştururlar.
- Kalanı konnektif doku, kan damarları, sinir fibrilleri ve ekstraselüler sıvıdan oluşur.
- Kaslar uzayıp kısalma zorunda olduklarından, bunları oluşturan kas hücreleri de iplik şeklindedir.
- Kas lifleri (hücreleri) dar, uzun, silindirik şeklinde ve çok çekirdekli hücrelerdir. Şekillerinden ötürü bu hücrelere kas hücresi yerine kas lifi (fibrili) adı verilir.

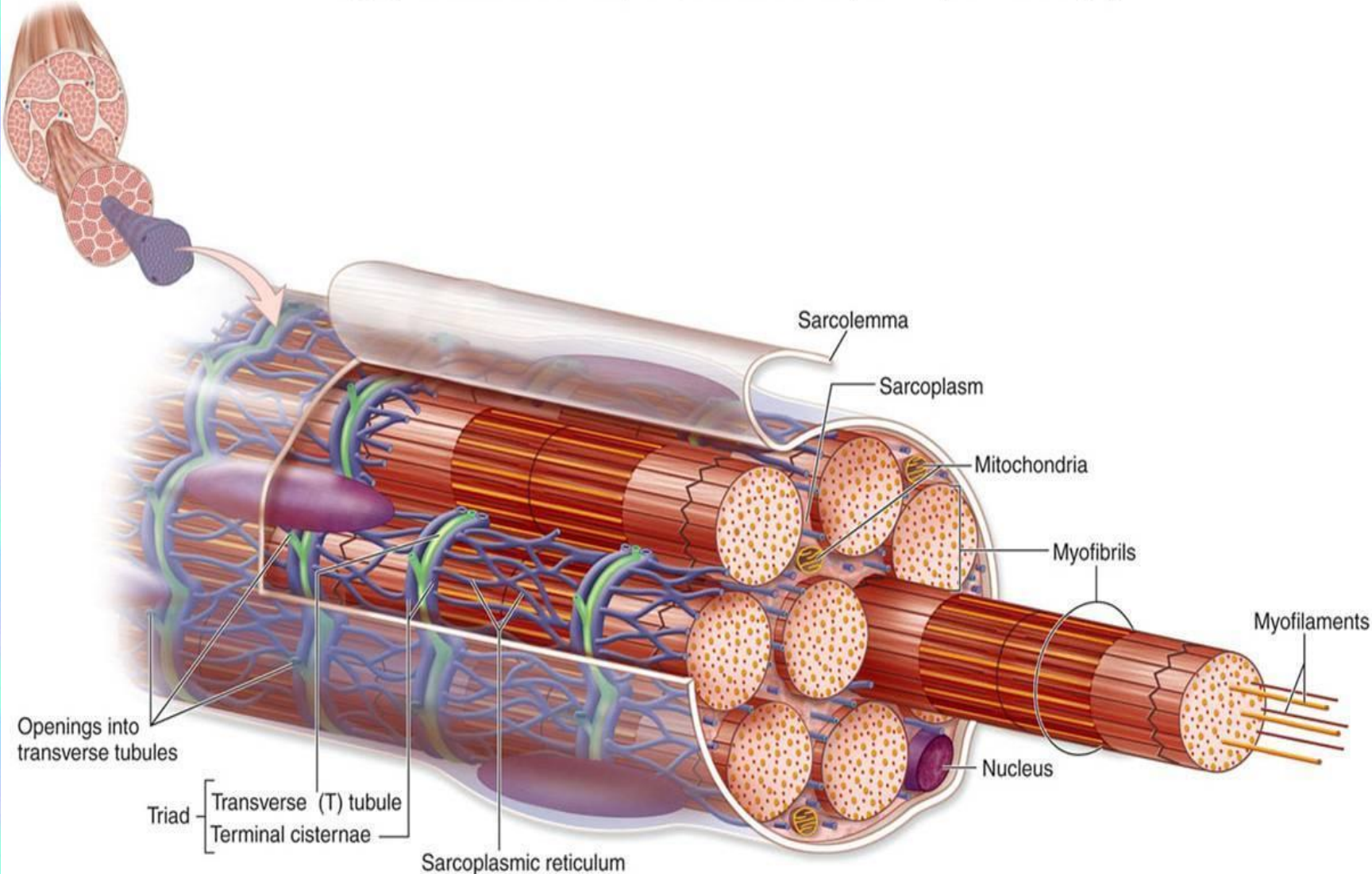
# Kas hücresi

- İskelet kaslarını oluşturan kas lifleri enine çizgileşme gösterdiklerinden “çizgili kaslar” olarak adlandırılırlar.
- Kas lifleri uzama ve kısalma yeteneğine sahip hücreler olup, bunlar yaşa, beslenmeye, harekete, kasların organizmadaki yerine ve canlı türlerine bağlı olarak çeşitli büyüklükte olabilirler.
- Kas liflerinin kalınlıkları 10-100 mikrometre, boyları ise 1-5 cm arasında değişir. Özellikle hayvanlarda 12-15 cm ye kadar ulaşabilmektedir.
- Hayvanlar büyüdükçe kas lifleri de büyüyüp gelişir, ancak sayıları artmaz.



# Sarkolema

- Kas fibrilini saran zara sarkolema denir.
- Her bir kas fibrili (hücre) kendilerini saran, protein ve lipitlerden oluşan sarkolema adı verilen bir zar ile çevrilmiştir.
- Sarkolema dört katmandan oluşmuş ve esneme yeteneğine sahip bir yapıdadır. Bu özelliği nedeniyle kas kontraksiyonu sırasında aktif rol oynar.
- Sarkolemanın üzerinde içeriye doğru giden transvers tübüller (T-tübül) adı verilen bir ağ yapı bulunur.
- Motor sinir fibrilleri sarkolemada son bulur. Motor sinir fibrillerinin son bulunduğu bölge miyonöral birleşme noktasıdır ve sarkolemaya küçük girişler yapar.
- Kas fibrili yüzeyinde yer alan ve kas içinde sonlanan genişlemiş uç kısmına motor son plak denir.



# Sarkoplazma

- Sarkolema içerisinde yer alan kas hücresinin sitoplazmasına sarkoplazma adı verilir.
- Sarkoplazma, tüm hücre organellerini içeren %75-80'i su olan kolloidal yapıdadır.
- Sarkoplazmada lipitler, proteinler, glikojen granülleri, ATP, ribozom, lizozom, mitokondri, bir çok inorganik madde gibi hayati işleve sahip organeller bulunur.
- Ayrıca sarkoplazmada yer alan hidrolitik, lipolitik ve proteolitik enzimler (glikozidaz, nükleaz ve katapsin) polisakkaritlerin, nükleik asitlerin ve proteinlerin hidrolizasyonlarını katalize ederler.
- Bu enzimler postmortem değişiklikler sırasında oluşan asidik ortamda fazla aktif olduklarından, etin olgunlaşmasına büyük katkıda bulunurlar ve etin lezzetini artırırılar.

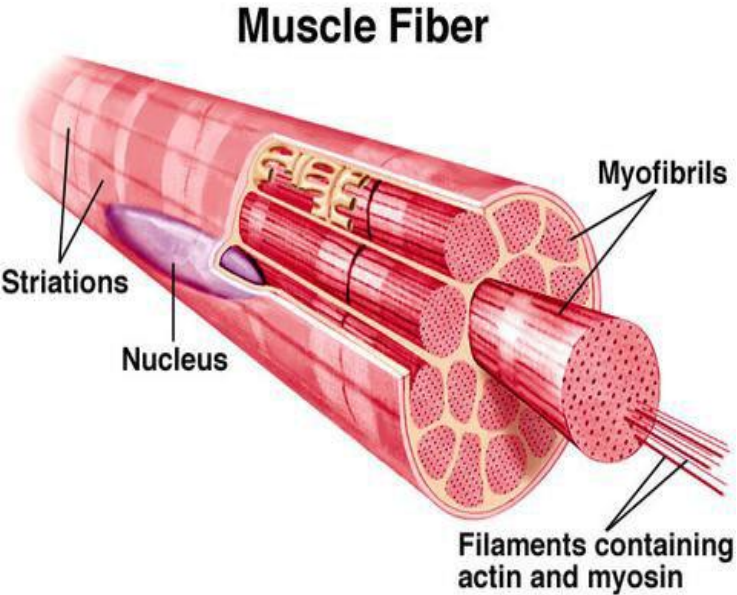


## Nükleus (çekirdek)

- İskelet kas fibrili çok çekirdeklidir.
- Kas fibril uzunluğu çok değişken olduğundan, herbir fibrildeki çekirdek sayısı da sabit değildir.
- Birkaç santim uzunluğundaki bir fibril eşit uzunlukta dağılmış birkaç yüz çekirdek içerir.
- Motor son plakın bulunduğu yerlerde çekirdek sayısı daha fazladır.
- Memeli kasında çekirdek, fibrilin hücre zarına yakın yani sarkolemanın hemen yanında bulunur.
- Balık iskelet kasında çekirdek fibrilin merkezinde yer alır.

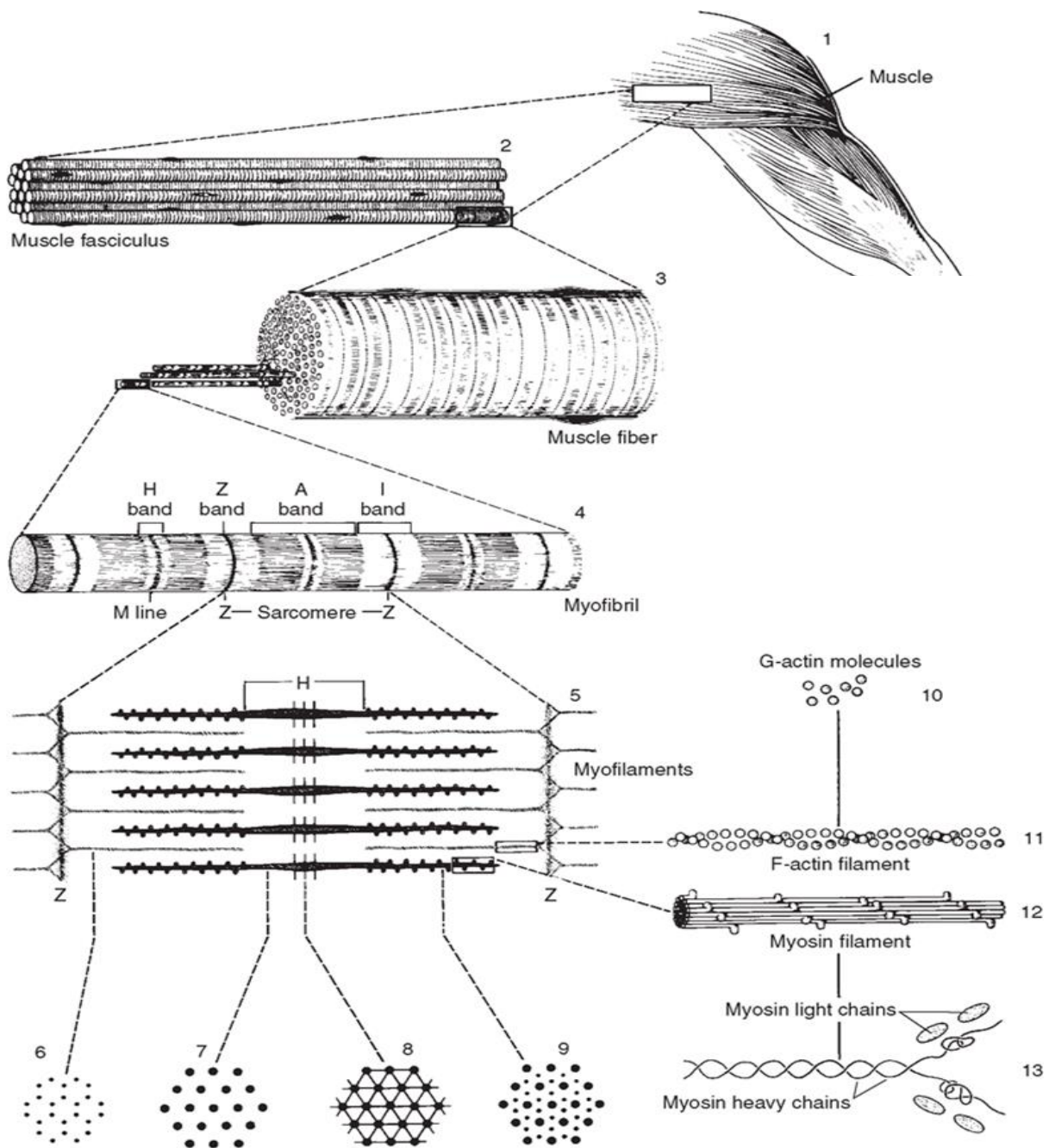


# Miyofibriller



- Sarkoplazma içerisinde kas lifi boyunca paralel uzanan organellere miyofibril (kas fibrili) adı verilir. İskelet kası fibrillerinin enine çizgili görünmelerinin nedeni miyofibrillerdir. Miyofibriller uzun, ince, silindirik tüp biçiminde ve genellikle 1-3  $\mu\text{m}$  çapında olup, birbirini izleyen açık ve koyu bölgelerden oluşmuşlardır. Bir kas lifinde bulunan bütün miyofibrillerde aynı tonda olan bölgeler aynı hizada bulunurlar. Mikroskop altında ayrıntılı görülemediğinden, kas lifinin kendisi karşıdan karşıya enine çizgili olarak görünür.
- Miyofibriller sarkoplazmada yüzer haldedir ve kas lifine paralel uzanırlar



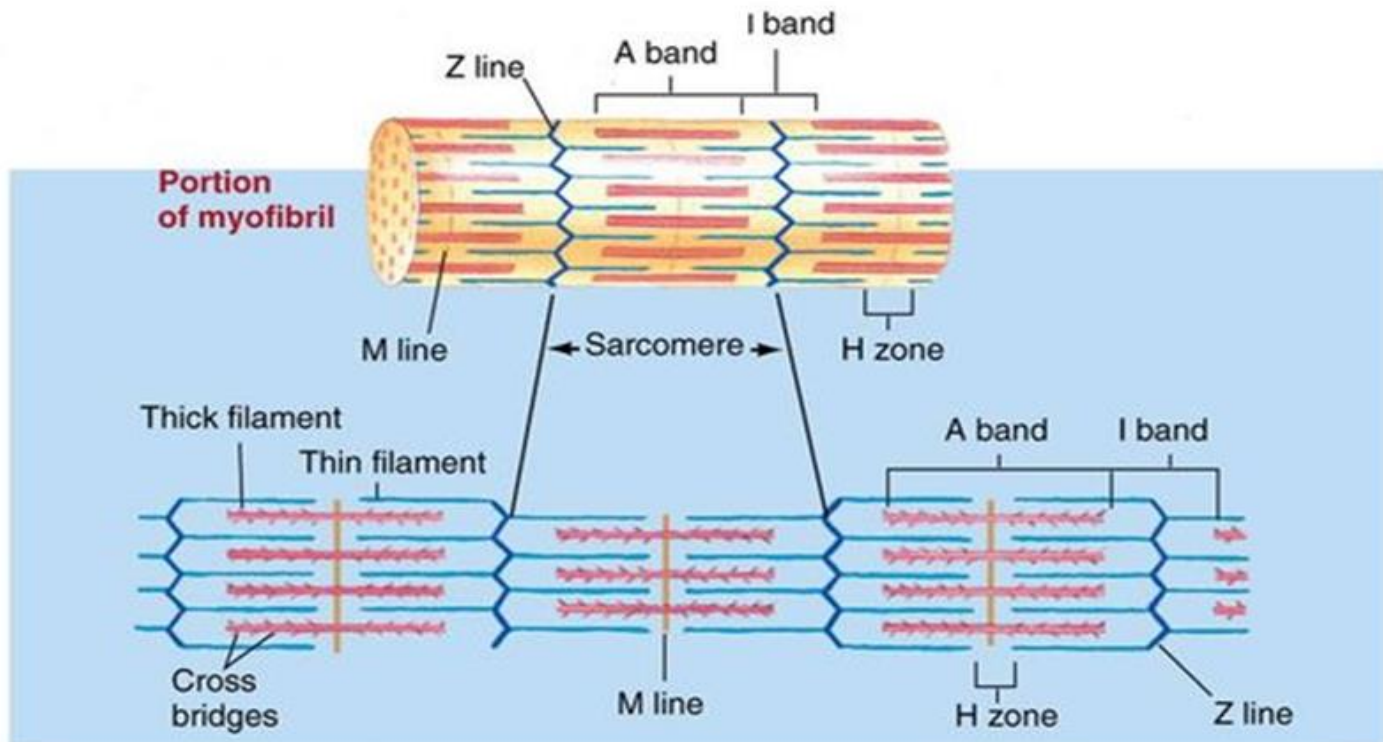
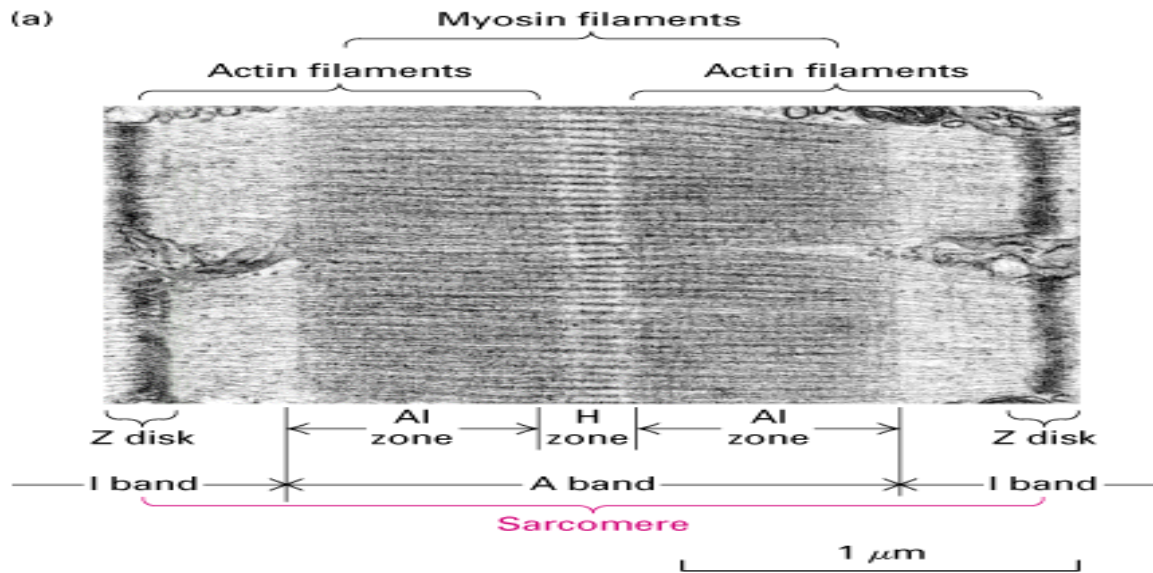


Source: Paulsen DF: *Histology & Cell Biology: Examination & Board Review*, 5th Edition: www.accessmedicine.com

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

# Miyofibriller

- Et hayvanlarında 50  $\mu\text{m}$  çapında bir kas fibrilinde en az 1000 olmak üzere 2000 veya daha fazla miyofibril bulunur.
- Mikroskop altında incelendiğinde iki belirgin boyuta sahip organize bir yapı görölmektedir. Bu yapı, bir miyofibril içerisinde iki farklı tip miyoflament olduğunu göstermektedir.
- Miyofilamentler kalın ve ince filamentler olarak adlandırılır.
- Kalın filamentler birbirlerine paralel olarak yer alırlar.
- İnce filamentler ise kalın filamentlerin altında ve üstünde, birbirlerine ve kalın filamentlere paralel yer alırlar.
- Miyofilamentlerin bu şekilde organize olması ve belirli bölgelerde birbirleri üstüne kaymaları, tipik çizgili görüntünün nedenidir.





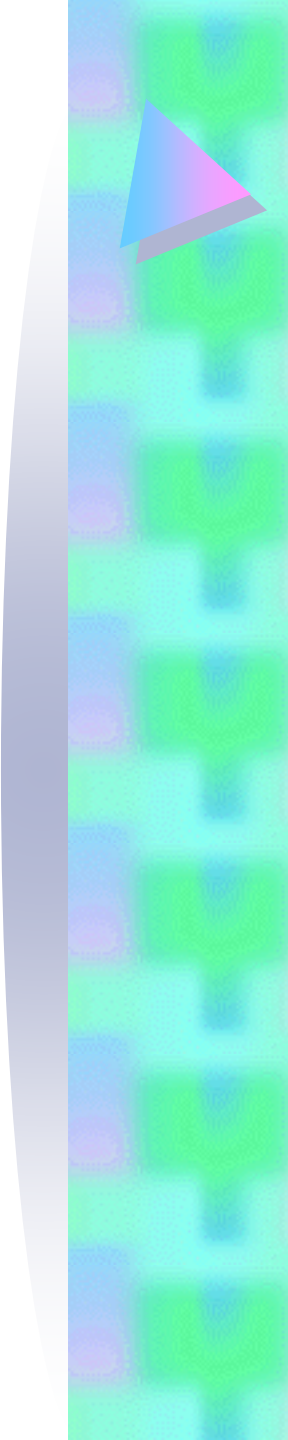
# Miyofibriller

- Miyofibrillerden enine kesit alındığında ve mikroskopta incelendiğinde, iki farklı büyüklükte ve muntazam bir dizi şekilde sıralanmış küçük ve büyük noktalı bir görüntü elde edilir. Bu görüntüleri oluşturan ince (aktin) ve kalın (miyosin) filamentlerin enine kesit yüzeyleridir.
- Mikroskop altında miyofibrilin uzunlamasına kesit yüzeyi incelendiğinde, ince miyofilamentlerin hem fibril boyunca hem de kendi aralarında paralel şekilde olduğu, fakat bunların belirli kısımlarının kalın filamentlerin aralarına düzgün bir şekilde paralel olarak yerleştikleri görülür.
- Bir kas fibrili polarize ışık altında incelendiğinde, miyofilamentlerin az olduğu alanlar ve bantlar ışığı tek kırarlar (izotropik), bu nedenle daha açık renkli görünürler. Buna karşın kalın filamentlerin yoğun olduğu bantlar ise polarize ışığı çift kırarlar (anisotropik) ve bundan dolayı bu alanlar koyu renkli görünürler.

# Miyofibriller

- Açık renk görünen alan I bandı olarak adlandırılır. Koyu renk görülen alan ise *A bandı* olarak adlandırılır.
- A bandı I bandından daha yoğundur.
- I bandı, koyu ince bir bant tarafından ikiye ayrılmaktadır ve bu bant *Z hattı* olarak adlandırılır.
- Yan yana iki Z-hattı arasındaki miyofibril birimi *sarkomer* olarak adlandırılır.
- Bir sarkomer ünitesi; bir A bandı ve A bandının her iki tarafında yer alan iki yarım I bandı içerir.



- 
- Sarkomer, miyofibrilin tekrar eden yapısal birimidir.
  - Aynı zamanda sarkomer, kas kasılmasının ve gevşemesinin gerçekleştiği temel birimdir.
  - Sarkomer uzunluğu ve boyutu sabit değildir, aynı şekilde I bandının da uzunluğu sabit değildir ve kasın kasılma durumuna bağlıdır. İstirahat halindeki memeli kasında sarkomer uzunluğu ortalama 2.5  $\mu\text{m}$ 'dir.
  - Bir sarkomer ünitesinde gözlenen diğer bölgeler ise; H zonu ve M hattı. Bu bölgelerin görünüşü kasılma sırasında değişmektedir.

# Miyofilament

- İnce ve kalın filamentler sadece boyut yönünden değil, kimyasal kompozisyon, işlev ve sarkomer içerisindeki yerleri yönlerinden de birbirlerinden farklıdırlar.
- Kalın filamentler yaklaşık 14-16 nm çapında ve 1.5  $\mu\text{m}$  uzunluğundadır. Kalın filamentler sarkomerin A bandını oluştururlar. Kalın filamentte en fazla bulunan protein miyosindir ve bu nedenle miyosin filamentleri olarak da adlandırılırlar. Miyosin filamentleri M hattında bulunan diğer proteinlerle beraberdir.
- İnce filamentler yaklaşık 6-8 nm çapında ve Z hattının her iki tarafında 1  $\mu\text{m}$  uzunluğundadır. İnce filamentler sarkomerdeki I bandını oluştururlar ve kasılma halinde A bandına doğru kayarlar. İnce filamentlerde en fazla bulunan protein aktindir ve bu nedenle ince filamentler aktin filamentleri olarak da ifade edilmektedir.

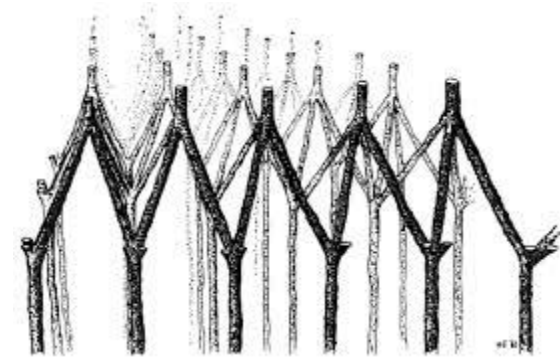
- Miyoflamentlerin kesit yüzeyi incelendiğinde, kalın ve ince filamentlerin bir düzen içerisinde olduğu görülmektedir.
- Kalın filamentler kalın nokta, ince filamentler ince nokta halinde görülmektedir. Her bir kalın filament 6 aktin filamenti ile çevrelenmiştir.

Transverse sections through part of a myofibril



## Z hattı

- Uzunlamasına görüntüde, Z hattının bir tarafındaki aktin filamenti, diğer tarafındaki iki aktin filamentini arasında yer almaktadır. Bu düzen aktin filamentinin Z hattını geçememesini sağlamaktadır.
- *Z filamenti* olarak adlandırılan çok ince filamentler Z hattını oluşturmaktadır.
- Z filamentleri hattın her iki tarafında aktin filamentleriyle birleşmektedir.
- Her bir aktin filamenti dört Z filamentine bağlanmaktadır. Dört Z filamentinin her biri ise komşu sarkomerdeki bir aktin filamentine bağlanmaktadır.





## Miyofibrillerdeki proteinler

Miyofibrillerde 20'den fazla protein yer almaktadır ve *miyofibrilar proteinler* olarak adlandırılırlar.

Bu proteinlerden 6 tanesi tüm miyofibrilar proteinlerin yaklaşık %90'ını oluşturmaktadır. Bunlar en fazladan en aza doğru; miyosin, aktin, titin, tropomiyosin, troponin ve nebulin dir. İşlevlerine göre miyofibrilar proteinler;

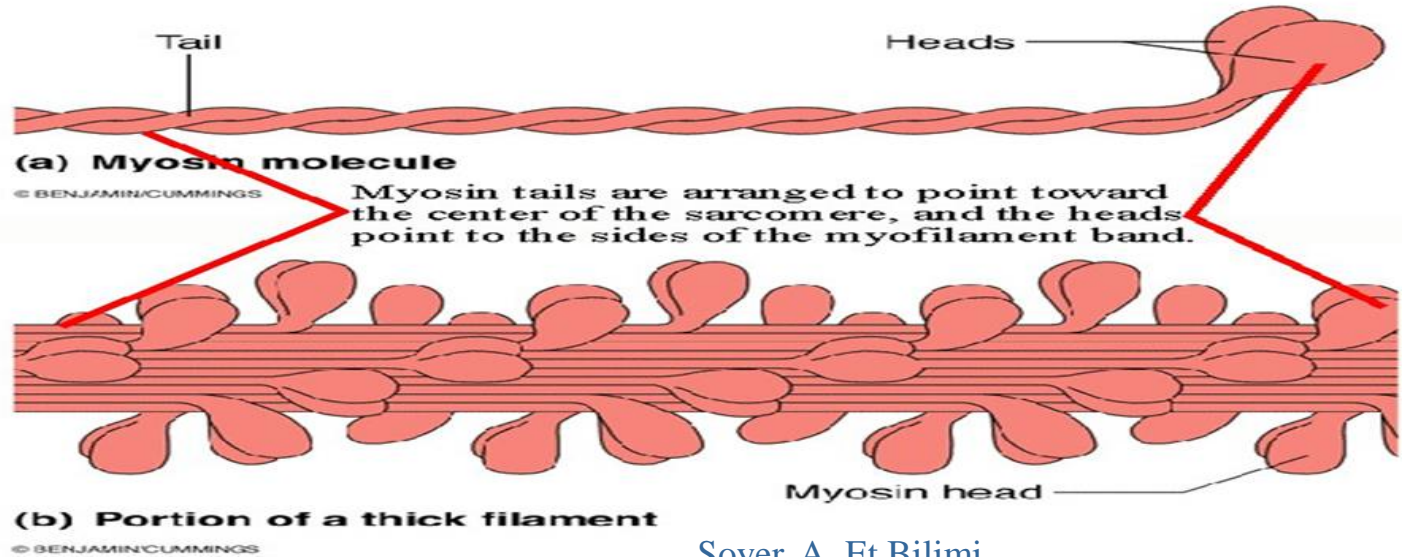
- Kontraktıl proteinler (miyosin, aktin)
- Regülatör (düzenleyici) proteinler (tropomiyosin, troponin)
- Hücre iskeletini oluşturan proteinler (titin, nebulin, c-protein vd.)



# Kontraktıl proteinler

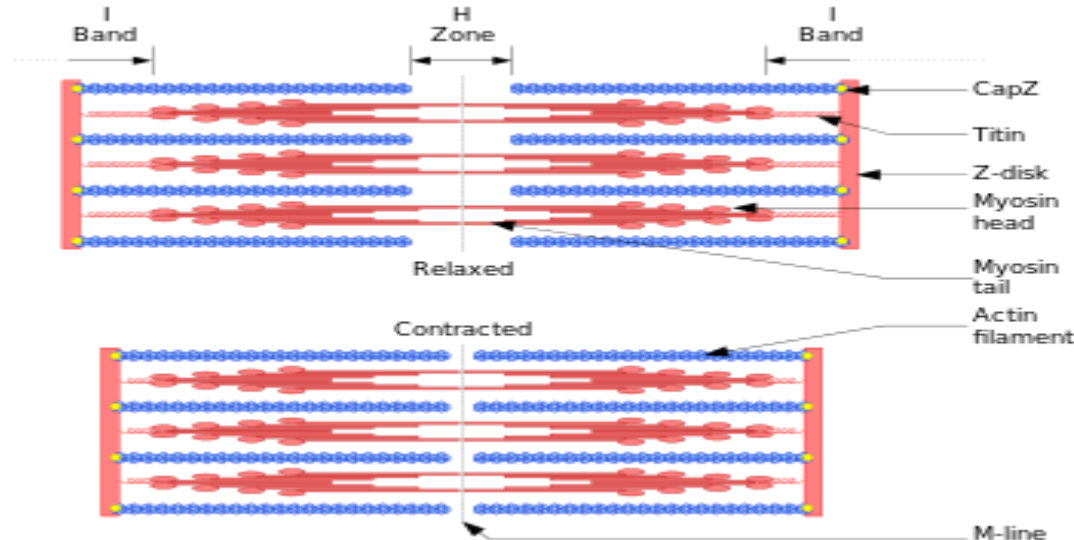
## Miyosin

- Miyofibrilar proteinlerin %45'ini oluşturan fibröz yapıda bir proteindir. Yaklaşık 15 nm çapındadır.
- Miyosin molekülü iki kısımdan oluşmaktadır. Molekülün daha ağır tarafı olan baş kısmı ve daha hafif tarafı olan kuyruk kısmı. Kuyruk ve baş kısmının birleştiği bölge boyun olarak adlandırılır. A bandının ortasında miyosin filamentlerinin içerdiği miyosin moleküllerinin kuyruk kısmı bulunmaktadır. Bu bölgeye H bölgesi ve M hattı denilmektedir.

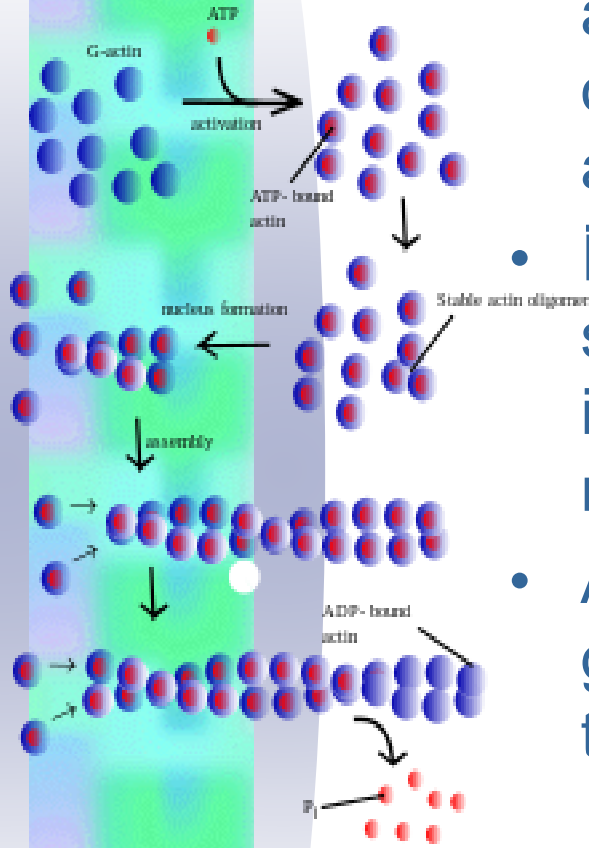


## Miyosin

- Miyosinin çıkıntılı baş bölgesi, kasın kasılması sırasında aktin filamenti ile birleşir.
- Miyosin molekülünün baş kısmı, kalın filamentlerin fonksiyonel olarak aktif kısmını içerir. Yani kas kasılması sırasında aktin filamentleri miyosinin baş kısmı ile çapraz köprüler oluşturur.



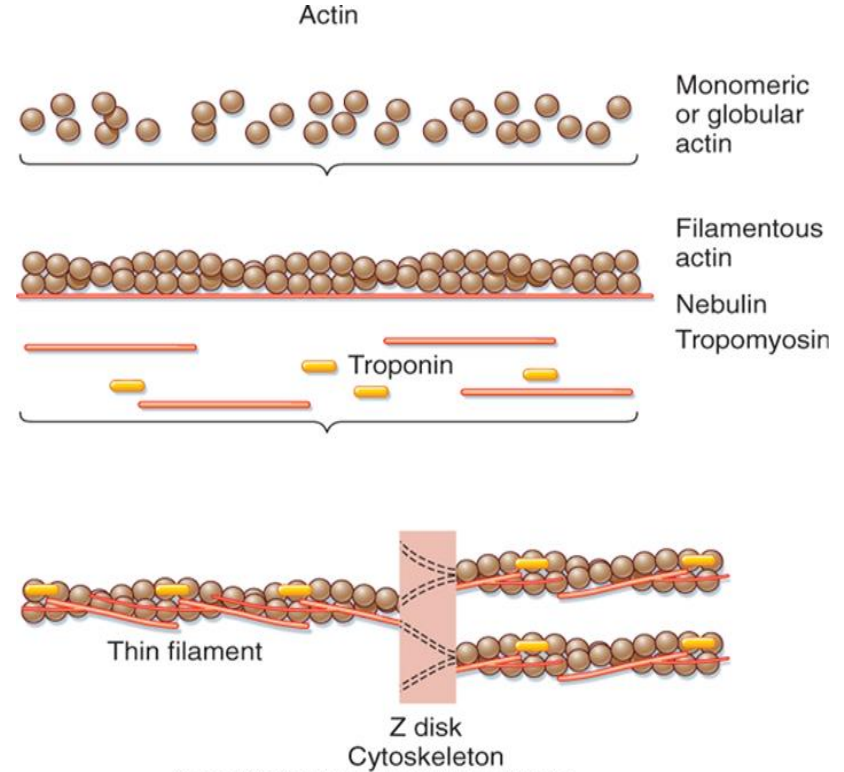
# Aktin



- Miyofibrilar proteinlerin %20'sini oluşturur. Globular (küresel) şekle sahip yaklaşık 5.5 nm çapındadır. Bu molekül G-aktin (globular aktin) olarak ifade edilir. G-aktin, F-aktin oluşturmak üzere polimerize olduğunda, aktin filamentinin fibröz yapısı ortaya çıkar.
- İki tane F-aktin teli spiral şeklinde bağlanarak sarmal oluşturur. İskelet kasındaki her bir ince filament, yaklaşık 400 aktin molekülünden oluşur.
- Aktin globular bir proteindir ve arasından geçen diğer proteinerle (troponin ve tropomiyosin) aktin filamentini oluşturur.

# Regülatör proteinler

- Tropomiyosin. Miyofibrilar proteinlerin yaklaşık %5'ini oluşturur ve aktin filamenti ile yakın temas halindedir. Tropomiyosin iplikçiği aktin sarmalını çevreler. Tek bir tropomiyosin molekülü 7 tane G-aktin molekülünün uzunluğu kadardır.
- Troponin. Miyofibrilar proteinlerin yaklaşık %5'ini oluşturur. Tropomiyosin gibi aktin filamenti boyunca yer alır. Tropomiyosin ipliklerinin üstünde yer alır. Aktin filamenti boyunca, her 7-8 G-aktin molekülünden sonra bir troponin molekülü yer alır.



Koepfen & Stanton: Berne and Levy Physiology, 6th Edition.  
Copyright © 2008 by Mosby, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.



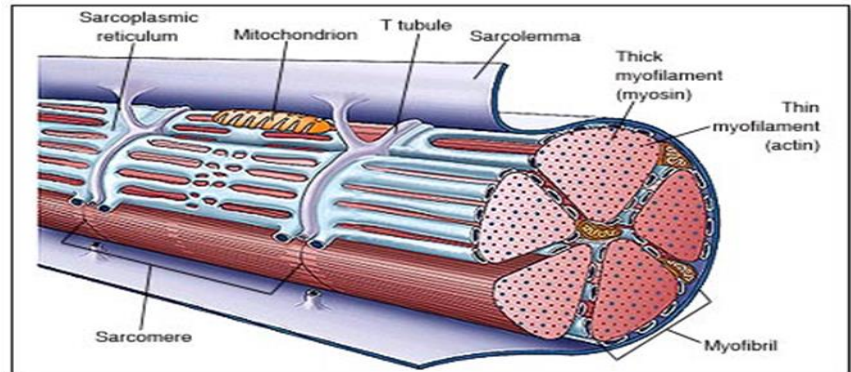
# Hücre iskeletini oluşturan proteinler

- Titin, nebulin, C protein, M protein, desmin, filamin, vinculin,  $\alpha$ -aktinin, H-protein vd.
- Titin. Miyofibrilar proteinlerin %10'unu oluşturur. Miyofibrilin üçüncü filamenti olarak M-hattından Z- hattına doğru uzanır. Titin kalın filamentin dış kısmını ve kalın filamenti stabilize eden C-proteine bağlanır.
- Nebulin. Miyofibrilar proteinlerin %4'ünü oluşturur. İnce filamente paralel ve yakın durur. A-bandından Z- bandına ince filament boyunca uzanır.
- C-protein. Miyofibrilar proteinlerin %2'sini oluşturur.



# Sarkoplazmik retikulum ve T-tübüller

- Sarkoplazmik retikulum (SR), tübüller ve sisternae (kalsiyum deposu olarak bulunan bölge) den oluşan membran sistemidir.
- Her bir miyofibrilin etrafında ağ tabaka şeklinde yer alır. SR ve T tübüller aslında iki ayrı membran yapısıdır.
- Kasa kasılma için uyarı geldiğinde SR'de depolanan  $Ca^{+2}$  iyonları T-tübüllerden serbest kalarak hücre içi iyon konsantrasyonunu artırır ve ince filamentlerin üzerindeki protein yer değiştirerek kalın filamentlerin içine kayar. Uyarı geçtiğinde  $Ca^{+2}$  iyonları tekrar T-tübüller aracılığı ile SR'a geri depolanır.



# Mitokondri

- Sarkoplazmada bulunan dikdörtgenimsi organellerdir.
- Hücrenin elektrik santralidir.
- Karbonhidrat, lipid ve protein metabolizmasından elde ettiği enerjiyi kimyasal enerjiye dönüştürerek gerekli yerlerde kullanılmasını sağlar.
- Kas hücresinde motor son plakın bulunduğu noktalarda ve çekirdeğe yakın bulunur.
- Ayrıca Z-bandı, I-bandı ve A-I bandı birleşme yerlerinde daha çok bulunur.

## Epitel doku

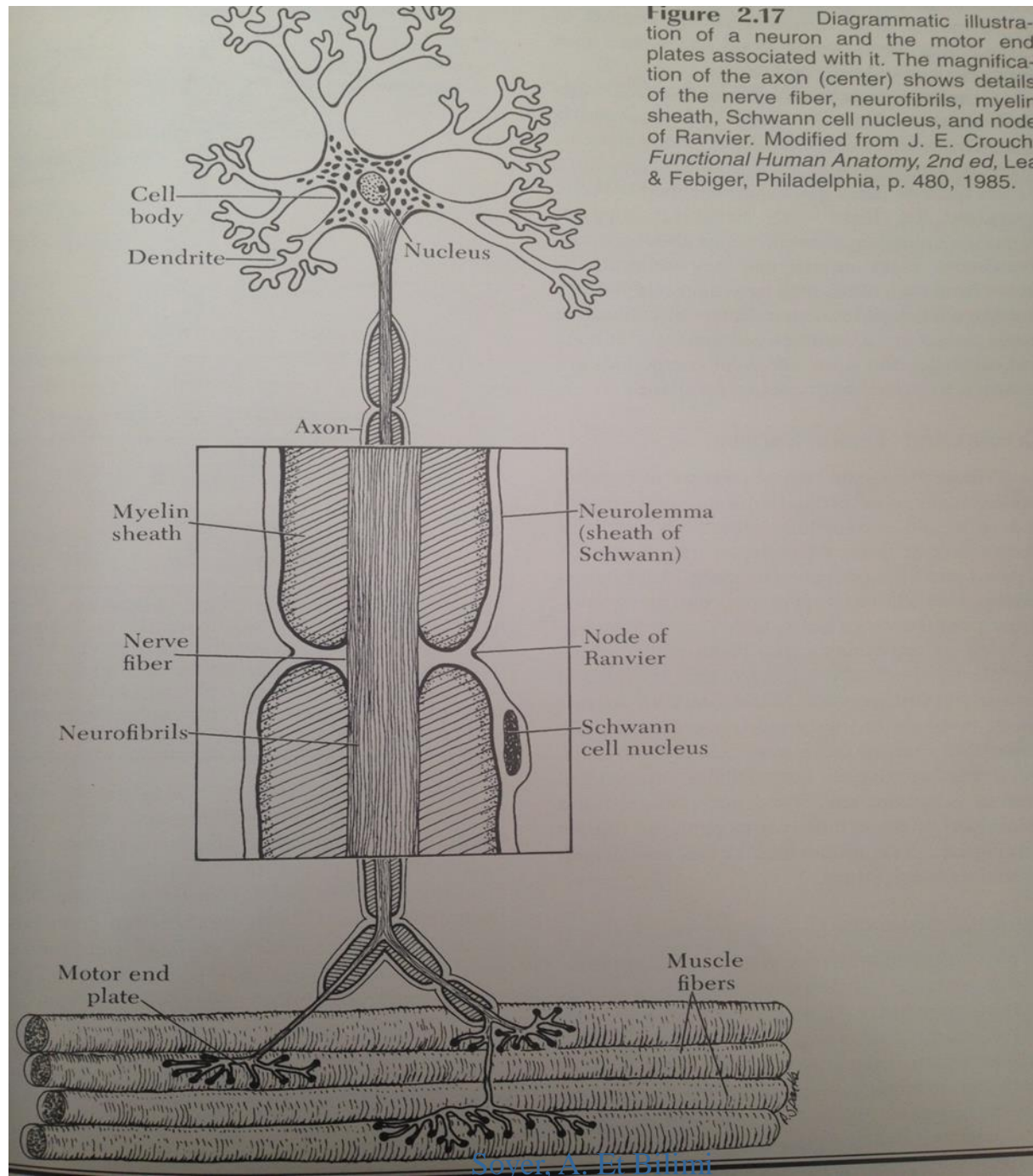
- Organizmanın iç ve dış yüzeyini koruyan, tipik formunu veren, çoğu organların dış yüzeyinde bulunan dokudur.
- Kübik ve silindirik hücre yapısına sahiptir.
- Hayvan vücudunda bulunan dört doku tipinden biri olan epitel doku ete en az katkısı olan dokudur.
- Bununla birlikte kızarmış tavukların karakteristik flavoru ve çıtırlık durumu, epitel dokunu özelliklerinden kaynaklanmaktadır.
- Epitel doku vücut ve organların yüzeyini kaplayan dokudur ve genellikle kesim ve proses sırasında uzaklaştırılmaktadır.
- Karkasta bırakılan epitel dokunun çoğunu kan ve lenf damarları oluşturmaktadır. Bu doku karaciğer, böbrek, hayvan derisi ve postunda da bulunmaktadır.

# Sinir doku

- Uzun ipliksi görünümündedir. Ette sinir doku miktarı oldukça düşük olup, genellikle %1'in altındadır. Fakat, kesim öncesi ve kesim esnasındaki süreçte işlevleri et kalitesini etkiler.
- Et ürünlerine beyin, omurilik, baş eti karıştırıldığında miktar artmaktadır.
- Sinir doku, yapısal olarak genellikle ya periferal (çevresel) veya merkezi sinir sisteminin parçası olarak kategorize edilir.
- Merkezi sinir sistemi, beyin ve omurilikten oluşur. Periferal sinir sistemi ise başlıca vücudun diğer kısımlarındaki sinir fibrillerinden oluşur. Sinir dokusunun bütününe nöronlar (sinir hücreleri) oluşturur. Nöronlar, polihedral (çok yüzlü) şekilli hücrelerden oluşur ve uzun silindirik hücreler akson olarak adlandırılır. Nöron içinde nöroplasma bulunur.
- Sinir lifleri, nöronal aksonlardan oluşur. Nöronların parmaksı çıkıntıları sinapslar olarak adlandırılır.



# Sinir fibrillerinin detayı





# Konnektif (bağ) doku

- Organizmada en yaygın olan doku türüdür. Beslenme açısından fazla önemi yoktur ve et teknolojisinde ürünlerin kalitesini olumsuz yönde etkiler.

Bağ dokusunun organizmadaki görevleri;

- Bağ dokusu, hücrelerin arasını doldurmak suretiyle dokuların şekillenmesini, dokular ile organların bir arada tutulmasını ve bağlanmasını sağlar. Böylelikle organların şekillenmesi ve sistemlerin organizasyonu şekillenir.
- -Kan damarlarından zengin olduğu için, aralarını doldurduğu doku ve organların beslenmesinde, metabolizma artıklarının uzaklaştırılması ile vücudun sıvı regülasyonunda görev alır.
- Doku yaralanmalarında çoğalmak suretiyle rejenerasyon veya tedavi edici doku oluşturur.
- Bazı hücreleri sayesinde organizmanın bağışıklığında rol oynar.
- Sinirlerin organizmada yayılmasını sağlar.

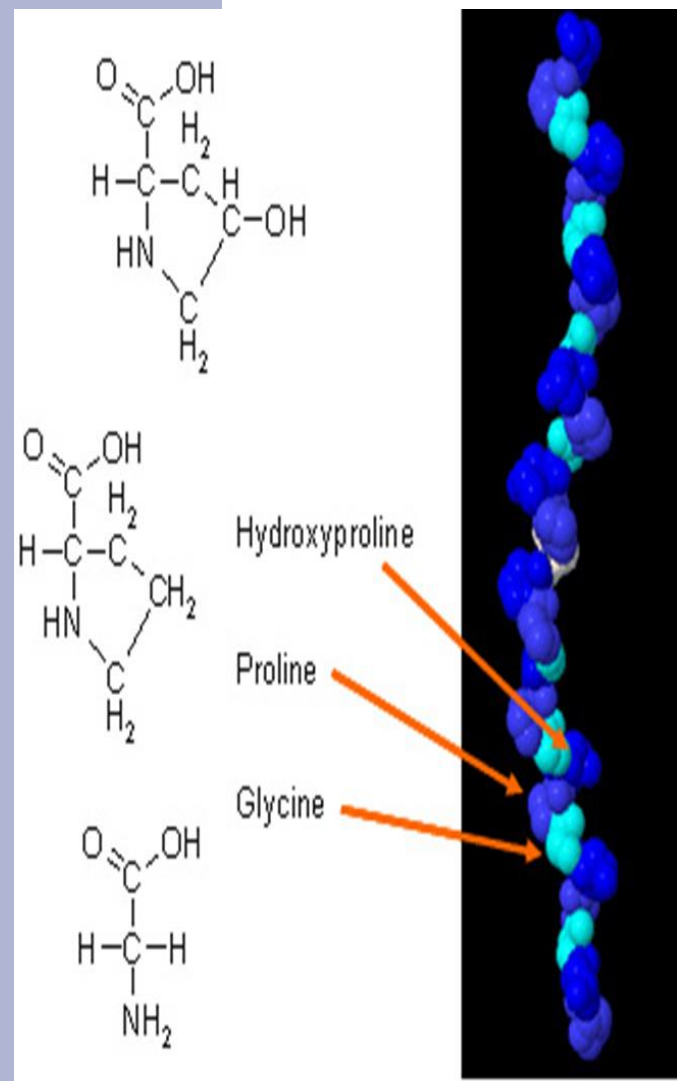
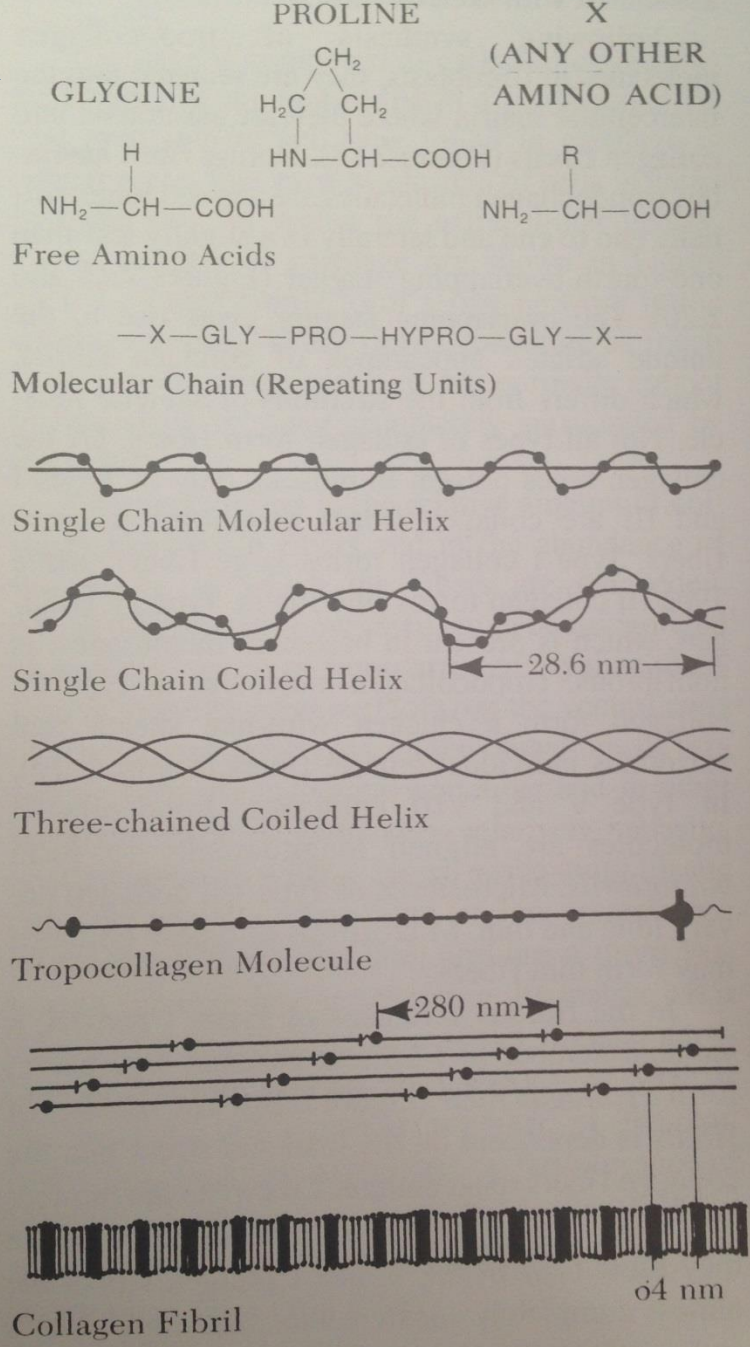
## Konnektif doku

- Vücutta bulunan çoğu bağ doku, adipoz (yağ toplayan) nitelikli olduğundan kasın özelliklerini etkiler.
- Bağ doku başlıca kollagen, elastin ve retikulin içerir.
- Kollagen vücutta en yaygın bağ doku proteini olup, tendon ve fasioların, kemik ve kırıkdağın yapıtaşısıdır.
- Elastin vücutta kollagen kadar yaygın değildir. Elastin özellikle fasioların, damarların ve kasın çatısını oluşturur. Boyun bölgesinde ve hareketli eklemlerde elastin fazladır.

## Kollagen

- Kollagen, hayvan vücudunda en fazla bulunan proteindir ve etin gevrekliğini önemli düzeyde etkiler.
- Bir çok memeli türünde toplam vücut proteininin %20-25'ini oluşturur.
- Konnektif dokunun başlıca yapısal proteindir.
- Tendonların ve ligamentlerin (kiriş) başlıca bileşenidir.
- Kemik ve kartilajda ise daha düşük düzeylerde bulunur. Kollagen fibrillerinden oluşan ağ yapı kasın da yer aldığı tüm doku ve organlarda bulunur.
- İskelet kasları arasında kollagenin dağılımı eşit değildir ve miktarı özellikle kasın fiziksel aktivitesi ile alakalıdır.
- Hareketli kaslar (kol ve bacak kasları gibi) daha fazla kollagen içerir. Dolayısıyla hareketli kaslar daha serttir.

# Kollagen fibrili





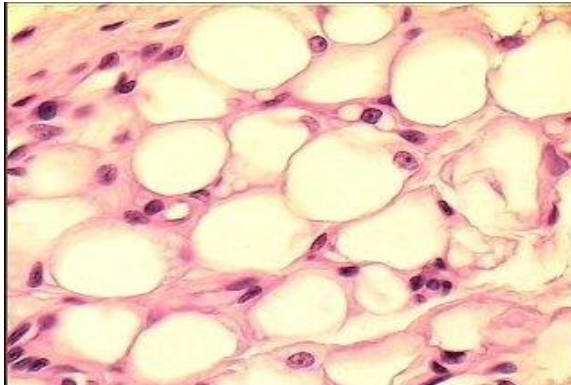
# Kollagen

- Kollagende en fazla bulunan amino asit glisindir (toplam amino asitlerin 1/3'ünü oluşturur).
- En fazla bulunan diğer iki amino asit ise hidroksiprolin ve prolindir.
- Hidroksiprolinin kollagendeki miktarı genellikle sabittir ve %13-14 düzeyindedir.
- Diğer hayvansal proteinlerde bu düzeylerde bulunmaz ve bu nedenle etteki kollagen miktarını belirlemek için hidroksiprolin analizi yapılır.
- Kollagen aynı zamanda bir glikoproteindir ve az miktarlarda galaktoz ve glukoz şekerlerini içerir.



# Adipoz doku

- Doku, yağ hücrelerini biriktirdiğinde adipoz doku (yağsı doku) oluşmaktadır. Hayvan vücudunda adipoz dokunun biriktiği bölgeler vardır ve hayvanın yağlılığı ile ilgili bilgiler bu bölgeler yoklanarak elde edilir.
- Bir çok hayvan türünde iki tip adipoz doku bulunur. Bunlar beyaz yağ ve esmer yağ. Et hayvanlarında en çok beyaz yağ bulunur. Esmer adipoz doku hücreleri, beyazlardan daha küçüktür ve rengi, mitokondride fazla miktarda bulunan sitokromdan kaynaklanmaktadır.



## Kıkırdak (kartilaj)

- Kıkırdak ve kemik özelleşmiş konnektif dokulardır ve hayvan vücudunu destekleyici elementlerdir. Embriyo gelişimi sırasında iskeletin bütünü kıkırdak olarak oluşmaktadır ve zamanla kemiğe dönüşmektedir. Bununla birlikte tüm kıkırdak doku kemiğe dönüşmez. Bazıları (eklem yüzeyleri gibi) hayvanın yaşamı boyunca aynı kalır.

## Kemik

- Kemik diğer konnektif dokular gibi hücre, fibröz elementler ve ekstraselüler matriksten oluşur.
- Diğer konnektif dokulardan farklı olarak kemikteki ekstraselüler matriks kalsifiye olmuş yani sertleşmiştir. Bu yapı kemiğe sertlik verir ve iskeletin sağlamlığını sağlar.
- Kemik kalsiyum, magnezyum, sodyum ve diğer iyonları içerir.

# Kan ve lenf sistemi

- Kan ve lenf damarları konnektif dokudan oluşmuştur. Kan doku plazma ve serum olmak üzere iki kısımdan meydana gelmiştir.
- Canlı hayvanda vücudun %7'si kandır.
- Yaşam sırasında önemli görev yapan kan kesim ile birlikte vücuttan uzaklaştırılmaktadır.
- Kanın renk maddesi hemoglobindir.
- Lenf damarları içerisinde dolaşan, kan plazması ve lenf proteinlerinden oluşan dolaşım sıvısına lenf denir.

# Hayvan vücudunun kimyasal kompozisyonu

- Hayvan vücudu yaklaşık 100 kimyasal elementin üçte birini içerir ve bunlardan 20 tanesi yaşam için elzemdir.
- Hayvan vücudunda en fazla bulunan elementler suda ve proteinler, lipitler ve karbonhidratlar gibi organik bileşiklerde bulunur.
- Organik bileşiklerin temel elementleri oksijen, karbon, hidrojen ve azot, vücuttaki toplam kimyasal kompozisyonunun %96'sını oluşturur.
- Hayvan vücudundaki yumuşak dokuların %60-90 su içeriğine sahip oldukları düşünüldüğünde oksijen ve hidrojenin buradan geldiği açıktır. Lipit ve karbonhidratlar başlıca karbon, hidrojen ve oksijenden oluşmuştur. Protein molekülleri bu elementlerin yanı sıra azot, sülfür ve fosfor da içerir.

# Su

- Su vücudun sıvı ortamını oluşturur ve hücre sel yapılarla ve kolloidal protein molekülleriyle birlikte bulunur.
- Su besinlerin, metabolitlerin, hormonların ve istenmeyen maddelerin taşınmasında önemli rol oynar.
- Vücudun sıvı ortamını oluşturur. Etin %75'i, yağın ise %22'si sudur.
- Ette bulunan su etin kalitesini belirlemekte, mikroorganizmaların faaliyetlerini sürdürmelerini, ette meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal olayların oluşmasını, ete katılan bir çok katkı maddesinin iyice karışmasını ve etkinlik kazanmasını sağlar.
- Kasın şişmesi, kasılması ve gevşemesi gibi işlevleri suyun varlığına bağlıdır.
- Genç hayvanlarda su miktarı yaşlı hayvanlardan daha fazladır.



# Proteinler

- Proteinler, vücuttaki en önemli kimyasal bileşim grubunu oluşturur.
- Bazıları kas yapısını oluşturur, bazıları ise hayati metabolik reaksiyonlarda yer alır.
- Hayvan vücudunda sudan sonra en fazla bulunan bileşendir.
- Proteinlerin çoğu, kasta ve konnektif dokuda bulunur.
- Proteinler boyut ve şekil yönünden farklılık gösterir: bazıları globular bazıları fibröz yapıdadır.
- Protein moleküllerindeki yapısal farklılıklar, fonksiyonel özelliklerini oluşturur. Örneğin fibröz proteinler kasın yapısal birimini oluştururken, globular proteinler metabolik reaksiyonları katalize eden enzimleri oluşturur.

# Lipitler

- Hayvan vücudunda birkaç tip lipit bulunmakla birlikte en fazla nötral lipitler (trigliseritler) bulunur.
- Vücuttaki lipitlerin çoğu hücre için enerji kaynağı olarak işlev görür. Diğerleri hücre membranında yer alır ve membranın çalışmasını düzenler.
- Bazı lipitler hormon (steroller gibi) ve vitamindirler (A ve D vit) ve metabolik fonksiyonlarda yer alırlar.
- Süt yağları hariç, hayvanlarda 10 C ve daha az C sayısına sahip yağ asitleri bulunmaz.

Hayvanlarda en fazla bulunan yağ asitleri;

- Palmitik asit
- stearik asit
- oleik asit (en fazla bulunan yağ asidi).
- Bunlar 16 ve 18 karbonlu yağ asitleridir. C12, C14 ve C20 yağ asitleri ise daha az düzeylerde bulunur.

# Lipitler

- Palmitik ve stearik asitler doymuş, oleik asit ise tek doymamış bağ içeren yağ asididir.

Hayvansal yağlarda fazla bulunan doymamış yağ asitleri

- palmitoleik (C16:1),
- oleik (C18:1) ve
- linoleik (C18:2)
- linolenik (C18:3) asitlerdir.

Vücutta lipitlerin çoğu, trigliserit formunda (uzun zincirli yağ asitlerinin gliserol esterleri) ve kasta yağ depoları olarak yer alır.

# Karbonhidratlar

- Hayvan vücudu karbonhidratlar yönünden fakirdir.
- Mevcut karbonhidratlar ise kasta ve karaciğerde bulunur.
- Hayvanlarda bulunan başlıca karbonhidrat glikojendir ve en fazla karaciğerde bulunur (ağırlığının % 2-8 kadarı).
- Kas yaklaşık %1 glikojen içerir.
- Hayvan vücudunda karbonhidratlar çok az düzeyde bulunmalarına karşın enerji metabolizmasında ve yapısal dokularda önemli işlevleri vardır.

Glikojen

