KAS SİSTEMİ

*Kaslar, kemiklerle vücuda şekil verir.

*Kasların temel görevi, vücudun veya bulundukları organların hareketini sağlamaktır. Örneğin iskelet kaslarının kasılıp gevşemesi sayesinde konuşma, nefes alıp verme, yürüme, koşma, yüzme gibi çeşitli hareketler gerçekleşir. İstemsiz çalışan düz kaslar, iç organlarımızın hareketini sağlar.

*Kan, kalp kasının kasılmasıyla tüm vücuda ve akciğerlere pompalanır. Böylece hücrelere gerekli maddelerin ulaştırılması sağlanır.

*Kaslar, **kas doku**sundan oluşmuştur.

*Kas dokusunda yer alan **kas lifleri kas hücresi olarak** adlandırılır.

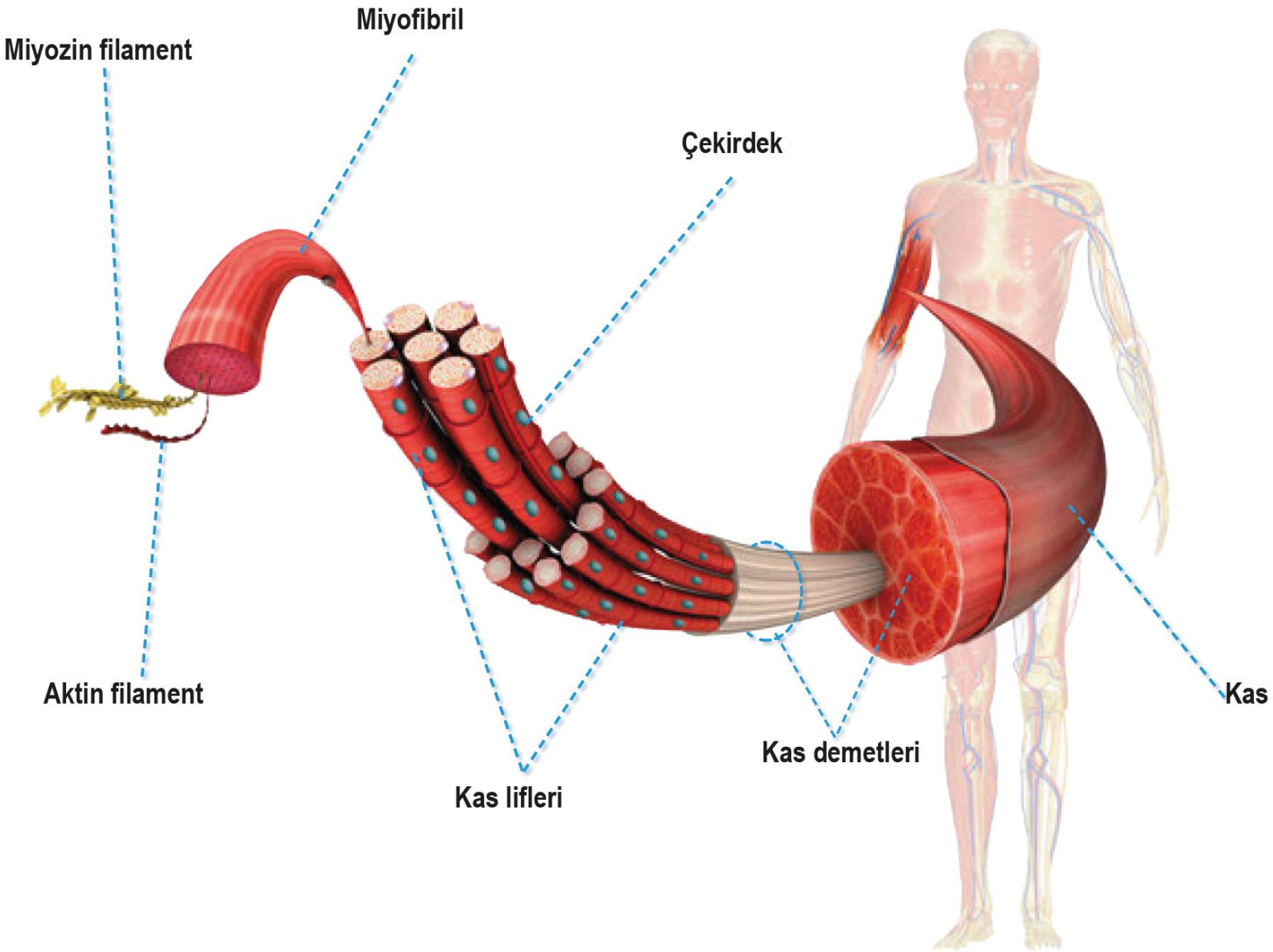
*Kas hücreleri özelleşmiş hücrelerdir.

*Kas hücrelerinin **zarına sarkolemma**, **plazmasına sarkoplazma**, **endoplazmik retikulumuna sarkoplazmik retikulum** adı verilir.

*Kas hücrelerinde kasılıp gevşemeyi sağlayan **aktin ve miyozin proteinleri**nden oluşmuş **filamentler** bulunur.

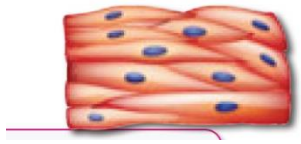
*Bu iplikçikler, bir araya gelerek **miyofibrilleri** oluşturur.

*Kas dokuda enerji ihtiyacı fazla olduğundan kas hücrelerinin **mitokondri sayısı fazla**dır.


Miyofibril
Miyozin filament
Çekirdek
Aktin filament
Kas lifleri
Kas demetleri
Kas

Kaslar; düz kas, kalp kası ve iskelet kası olmak üzere üç çeşittir

Düz kas



*İç organların yapısında bulunan düz kaslar, **mekik şeklindeki** hücrelerden oluşmuştur.

*Bu hücreler, **tek çekirdekli** olup **aktin ve miyozin filamentler**, hücre boyunca **düzenli olarak sıralanmadığı**ndan düz kaslarda **bantlaşma görülmez**. Bu nedenle bu hücrelerden oluşan kaslar, düz kas olarak adlandırılır.

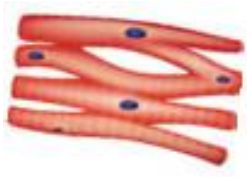
*Düz kaslar, **yavaş kasılıp yavaş gevşer**.

*Düz kasların kasılıp gevşemesi, **otonom sinir sistemi** tarafından düzenlenir ve bu kaslar **istemsiz hareket** eder.

*Düz kaslar **sinirsel, hormonal ve fiziksel** uyarılarla kasılır.

*Solunum, sindirim, dolaşım, üreme ve boşaltım sistemlerini oluşturan organların yapısında düz kaslar bulunur.

Kalp kası



*Kalbin yapısında yer alır.

*Silindirik hücreleri **dallanma** gösterir.

*Kalp kası hücreleri **genellikle tek çekirdeklidir** ve çok miktarda mitokondri içerir.

***Miyozin ve aktin filamentlerin düzenli dizilimi**nden dolayı kalp kası hücreleri mikroskop altında **çizgili görünür**.

*Bu hücreler, **çizgili olmaları nedeniyle iskelet kası hücrelerine benzer**, hızlı kasılır.

***İstemsiz çalışmaları nedeniyle düz kas hücrelerine benzer**lik gösterir.

*Çalışmaları **otonom sinir sistemi** tarafından düzenlenir.

*Kalp kası hücreleri **otonom sinir sistemi tarafından impuls almadan da** kasılıp gevşeyebilir.

İskelet kası

*Vücutta en çok bulunan kas çeşididir.

*Bu kaslar, **iskelete tutunur**.

*İskelet kaslarının işlevleri, beyin kontrolünde gerçekleştiği için **istemli olarak çalışır**.

*İskelet kasları, kas boyunca uzanan **kas liflerinden** oluşur.

*Mikroskop altında **çizgili görünür**. İskelet kasına çizgili kas da denir.

***Her bir lif, uzun silindir şeklinde tek bir hücredir**.

*İskelet kası hücreleri**, çok sayıda çekirdek içerir. Çünkü bu hücrelerin her biri embriyonik dönemde çok sayıda hücrenin kaynaşmasıyla oluşmuştur.**

*Bu hücreler, oksijen depolayabilen ve demir içeren **miyoglobin pigmenti** içerdiğinden kırmızı renkte görünür.

*İskelet kasları **hızlı kasılır ve çabuk yorulur**.

Kas Kasılması

***Kas lifi** çok sayıda **miyofibril** içerir.

***Miyofibriller, aktin ve miyozin filamentlerinden** oluşur.

*Bu **filamentlerin düzenli dizilişlerinden** dolayı mikroskopta bakıldığında iskelet kası hücrelerinde art arda tekrarlanan **açık ve koyu bantlar** görülür.

*Tekrarlanan bu bantlarda aktin ve miyozin filamentler, belirli bir düzen içinde konumlanarak kasın **sarkomer** adı verilen kasılma birimlerini oluşturur.

***Sarkomer, iki Z çizgisi arasında kalan kısımdır**.

*İnce olan aktin filamentler Z çizgisinde birbirine bağlanıp sarkomerin merkezine doğru uzanır.

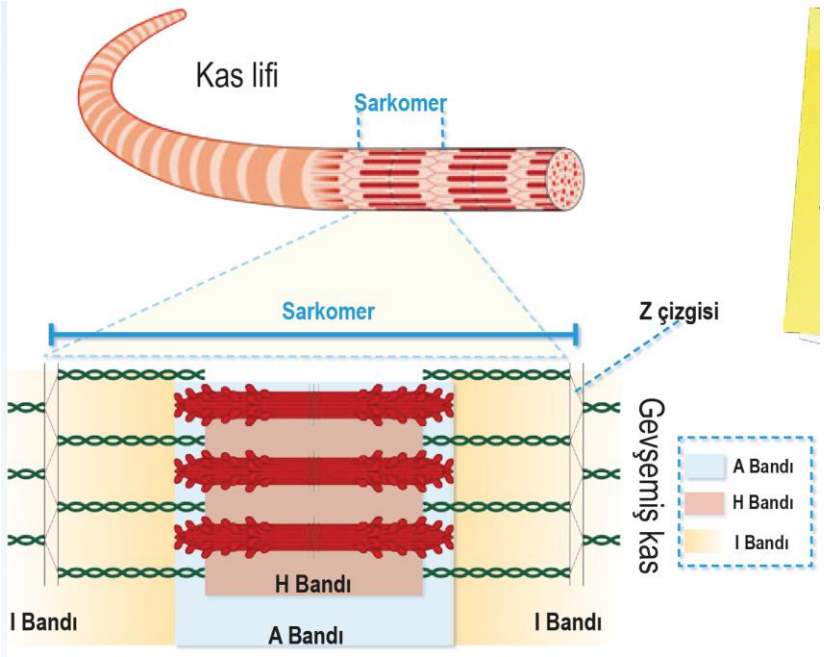
*Kalın olan miyozin filamentler ise sarkomerin merkezinde birbirine tutunur.

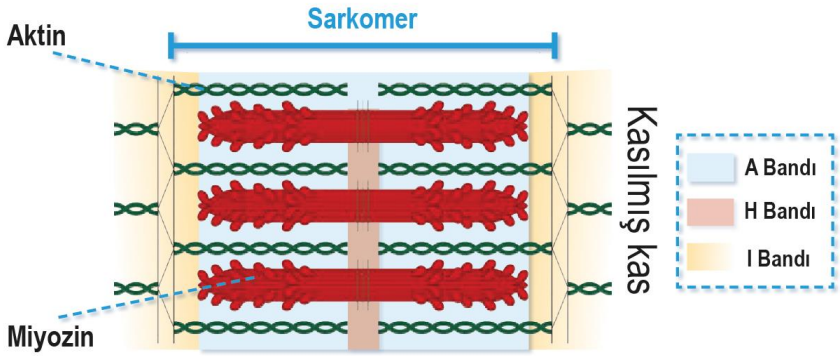
*Sarkomerdeki bantlaşma incelendiğinde **sadece aktin filamentlerden oluşan bölgeye I bandı, aktin ve miyozin filamentlerin birlikte yer aldığı bölgeye A bandı** adı verilir.

***A bandının ortasında sadece miyozin proteinlerinden oluşan, açık renk olarak görünen bölgeye H bandı adı** verilir

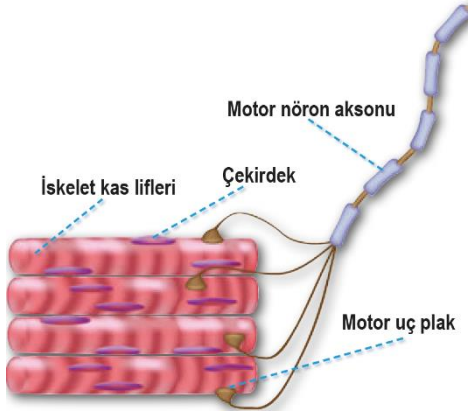
Cici Bilgi: *Düz kasta sarkomer bulunmaz.

***Kasın boyu kasılma sırasında kısalırken, kalınlığı artar fakat kütlesi ve hacmi değişmez.**





Motor uç plak



*Çizgili kaslar, **somatik sinir sistemine ait miyelinli nöronlar** tarafından uyarılır.

*Motor sinirler motor liflerini oluşturur ve motor lifler de kasların uyarılmasını sağlar.
*Motor sinir hücresiyle kas hücresi arasındaki bağlantı bölgesi **motor uç plak** olarak adlandırılır.

*Nöronla taşınan **impuls, motor uç plağa gelince nörondan nörotransmitter salgılanmasını** sağlar.

*Nörotransmitterler **sarkolemma üzerindeki Na+ kanalların açılmasını** ve hücreye çok miktarda Na+ iyonunun girmesini sağlar.

*Böylece **kas hücresi uyarılır ve impuls sarkolemma boyunca yayılır**.

*Bu **impuls, sarkoplazmik retikuluma ulaşınca sarkoplazmik retikulumda depolanan Ca+2 iyonları sitoplazmaya salınır**.
*Böylece sitoplazmada Ca+2 iyonları derişimi yükselir.

*Salınan **Ca+2 iyonları, sarkomerde aktin üzerinde konumlanmış olan özel protein kompleksini inaktif hâle getirerek** miyozinin aktine bağlanacağı kısmının açığa çıkmasını sağlar.

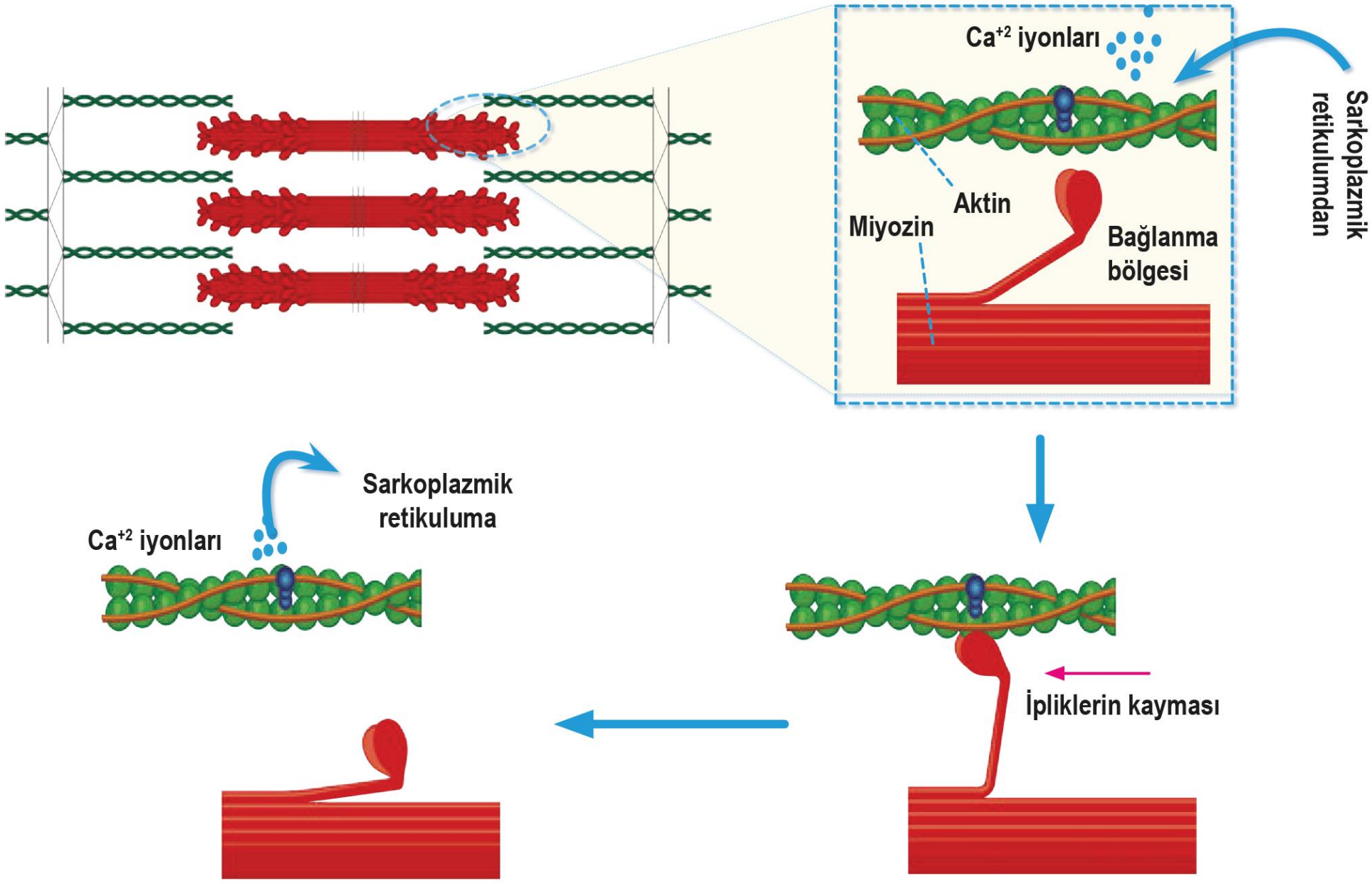
*Aktin filamentler miyozin flamentler üzerinde kayar, kas lifi kasılır.

*Kasılmış kasın gevşemesi, impuls iletimi kesildiği zaman gerçekleşir.

***Kasılma tamamlanınca Ca+2 iyonları sarkoplazmik retikuluma aktif taşımayla taşınır böylece gevşeme gerçekleşir**.
*Sarkoplazmada kalsiyum derişimi düşünce aktin üzerindeki protein kompleksi aktifleşerek miyozinin aktine bağlanma bölgesinin kapanmasına neden olur ve kasılma durur.

*Kas hücresinin kasılması ve gevşemesi ATP sayesinde gerçekleşir.

*Kasta yeterli ATP olduğu sürece kasılıp gevşeme devam eder.


Ca+2 iyonları
Sarkoplazmik retikulumdan
Aktin
Miyozin
Bağlanma bölgesi
Sarkoplazmik retikuluma
Ca+2 iyonları
İpliklerin kayması

*Kasın kasılabilmesi için gerekli minimum uyarı şiddetine **eşik değer** denir.

*Eşik değerin altındaki uyarılar, kas lifinde uyarı oluşturmaz.

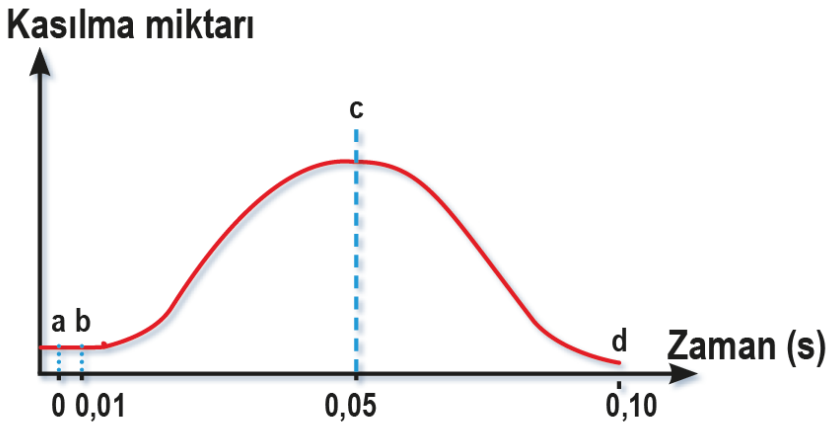
*Eşik değer ve eşik değerin üzerindeki uyarılar ise kas lifi tarafından **aynı şiddette** cevaplanır.

*Bu duruma **ya hep ya hiç kuralı** denir.

*Çizgili kasların dinlenme durumunda hafif kasılı ve gergin olma durumuna **kas tonusu** denir. Kas tonusu **bilincin açık olduğu** durumda mevcuttur.

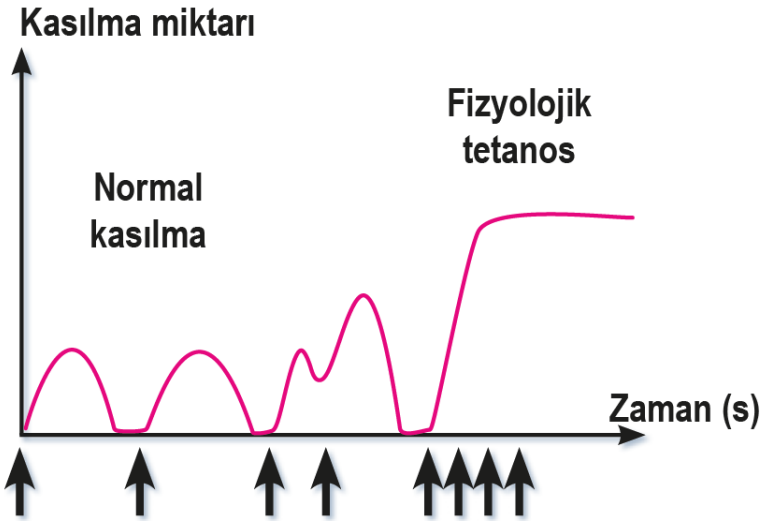
*Kasın kasılma sonrası normal durumuna geri dönmesine **gevşeme evresi** denir.

Uyarı alan kasın kasılması ve gevşemesi üç evrede gerçekleşir. Bunlar sırasıyla **gizli evre, kasılma evresi ve gevşeme evresi**dir.



a-b	Gizli evre →	Kasın uyarıldığı an ile kasılmanın başlaması arasındaki süredir.
b-c	Kasılma evresi →	Kasılmanın başladığı andan gevşemenin başladığı ana kadar geçen süredir.
c-d	Gevşeme evresi →	Kasın gevşeyerek tekrar eski hâline döndüğü süredir.

*Gevşeme anından itibaren kasın tekrar uyarılmasına kadar geçen sürede kas dinlenmektedir. Ancak kas lifi (hücresi), gevşemeye fırsat vermeden kasılması için art arda uyarılırsa kasılı durumda kalır. Bu duruma **fizyolojik tetanos (kramp)** denir.



Kas Enerjisinin Sağlanması

*İskelet kası ve kalp kası hızlı kasılıp gevşer.

*Kasların kasılmasında da gevşemesinde de ATP'ye gereksinim duyulur.

*Bu kasların hücrelerinde mitokondri sayısı fazladır.

*Gerekli enerji **öncelikli olarak kas hücrelerindeki ATP'den** sağlanır. ATPaz enzimiyle ATP parçalanır ve enerji kullanılır.

$$ATP + Su \xrightarrow{ATPaz} ADP + P_i + enerji$$

*İskelet kası hücreleri, kasılmaya başladığında hücrede çok az miktarda bulunan ATP moleküllerini kullanır.

*ATP molekülleri çok kısa sürede tükenir.

*Kas hücreleri, ATP ihtiyacını **kreatin fosfat** üzerinden sağlar.

*Kas hücrelerinde mevcut ATP'den daha fazla kreatin fosfat (CP) bulunur.

*Enerji ihtiyacı olan kas hücreleri, kreatin fosfat molekülünü parçalar.

*Açığa çıkan fosfat ile ADP, ATP'ye dönüştürülür.

*Kaslar, bu şekilde kreatin fosfatı destek enerji kaynağı olarak kullanır ve yaklaşık 15 saniye kadar ATP ihtiyacı karşılanabilir.

$$\text{Kreatin fosfat} + \text{ADP} \longrightarrow \text{Kreatin} + \text{ATP}$$

*Kas, gevşeyip dinlenmeye geçince reaksiyonun tersi gerçekleşir. Böylece kreatin fosfat yeniden sentezlenir ve depolanır.

$$\text{Kreatin} + \text{ATP} \longrightarrow \text{Kreatin fosfat} + \text{ADP}$$

*Kasta enerji ihtiyacının devam etmesi durumunda kas hücresinde **depolanan glikojen molekülü parçalanır** böylece glikoz fosfat molekülü açığa çıkar. Bu madde kana geçemez sadece kaslarda yakıt olarak kullanılır.

***Glikoz fosfat, kas hücrelerinde ya oksijenli solunumda kullanılarak (öncelikli olarak) ya da laktik asit fermantasyonunda kullanılarak ATP elde edilir.**

$$\text{Glikojen} \longrightarrow \text{Glikoz} \xrightarrow{\text{Oksijenli solunum}} CO_2 + H_2O + \text{ATP}$$

$$\text{Glikojen} \longrightarrow \text{Glikoz} \xrightarrow{\text{Laktik asit fermantasyonu}} \text{Laktik asit} + \text{ATP}$$

*Laktik asit fermantasyonu sonucunda açığa çıkan laktik asit, kana karışıp beyne ulaşınca yorgunluk hissi oluşturur.
*Laktik asit ya dinlenme anında karaciğerde pirüvik aside dönüşür ve oksijenli solunumda kullanılır ya da önce glikoza ardından glikojene dönüşüp karaciğerde depolanır.

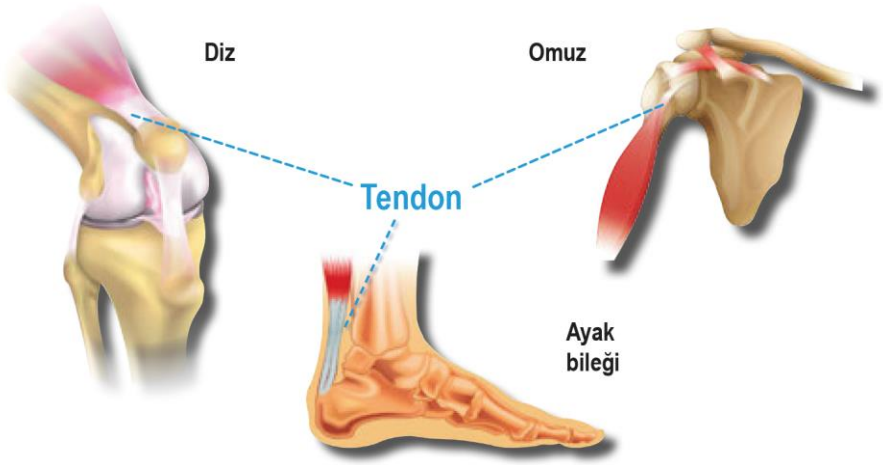
***İskelet kaslarının kasılması sırasında ATP, kreatin fosfat, glikoz, oksijen, glikojen miktarı azalır; ADP, fosfat, kreatin, karbondioksit, su, laktik asit, ısı miktarı artar.**

Tendonlar

***Kaslar kemiklere** tendonlarla bağlanır.

*Tendonlar kasları kemiklere bağlayan bağ doku liflerinden oluşmuş yapıdır.

*Tendonlar kasılmaz. Fiziksel gerilmelere karşı dayanıklıdır.



Cici Bilgi: Bazı kaslar birbirine zıt çalışır. Bu kaslara antagonist kaslar denir. Antagonist kaslardan biri ka-sılırken diğeri gevşer. Böylece iki farklı yönde dengeli ve hızlı hareket sağlanır. Kolun üst kısmında yer alan pazu kasları antagonist kaslara örnektir.