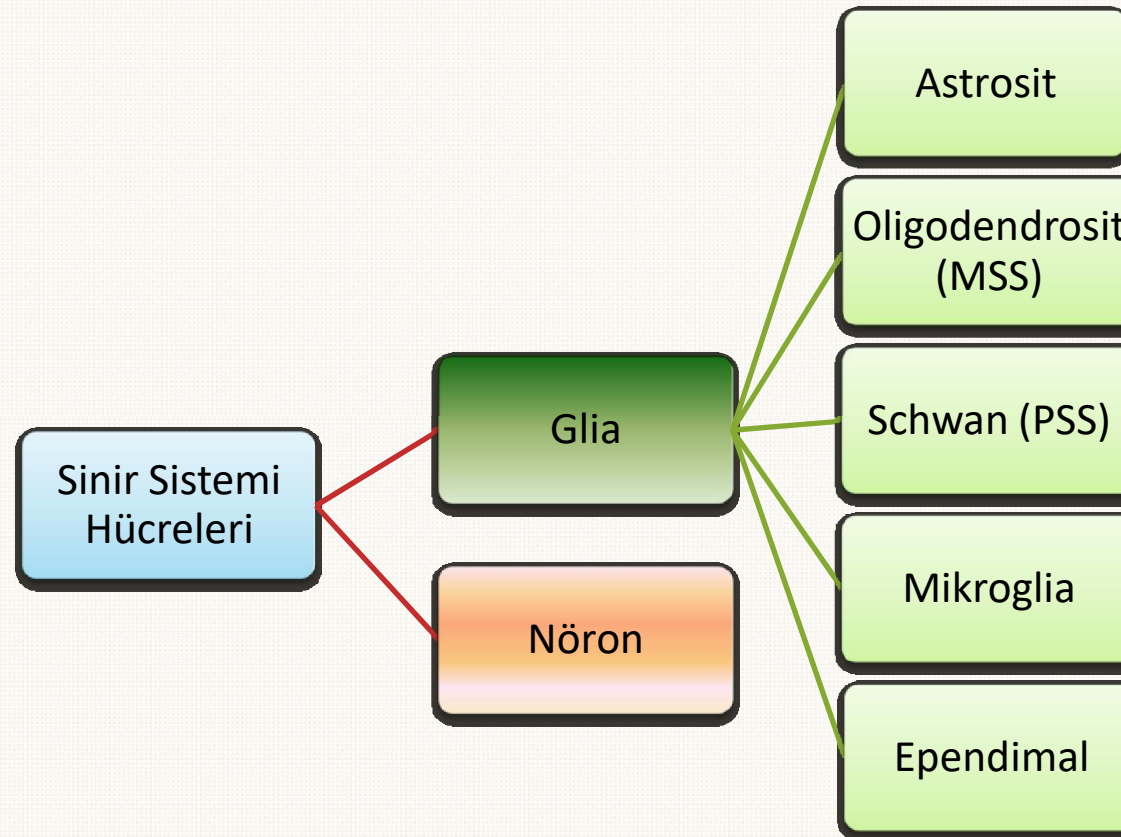


Fizyoloji

PSİ 123

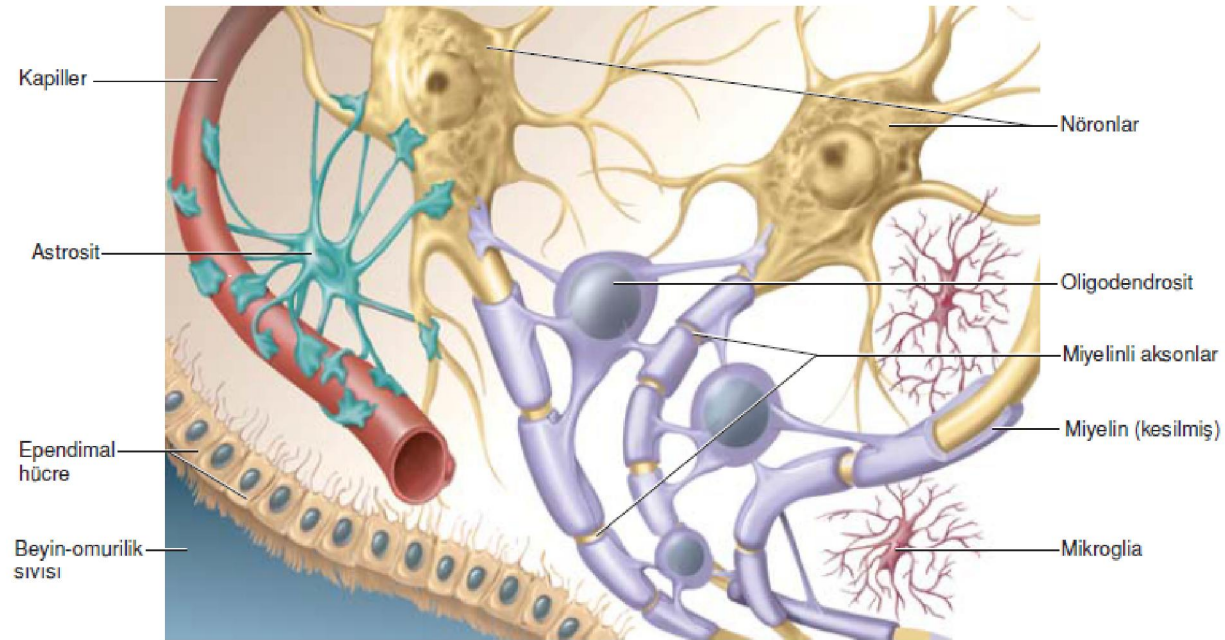
Hafta 6

Sinir Sisteminin Hücreleri



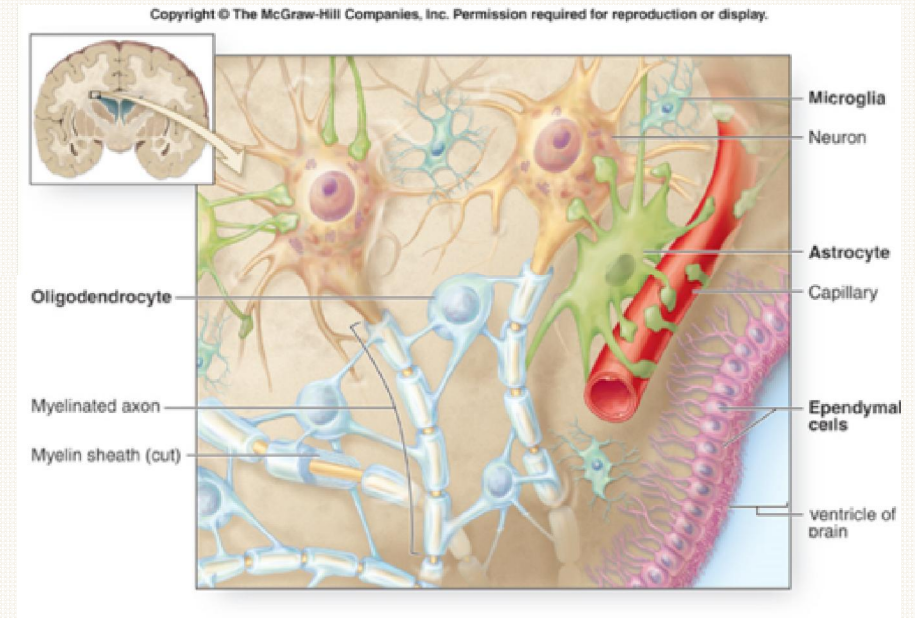
Glia

- “Tutkal”
- Bölünebilir
- Nöronlara fiziksel ve metabolik destek sağlar



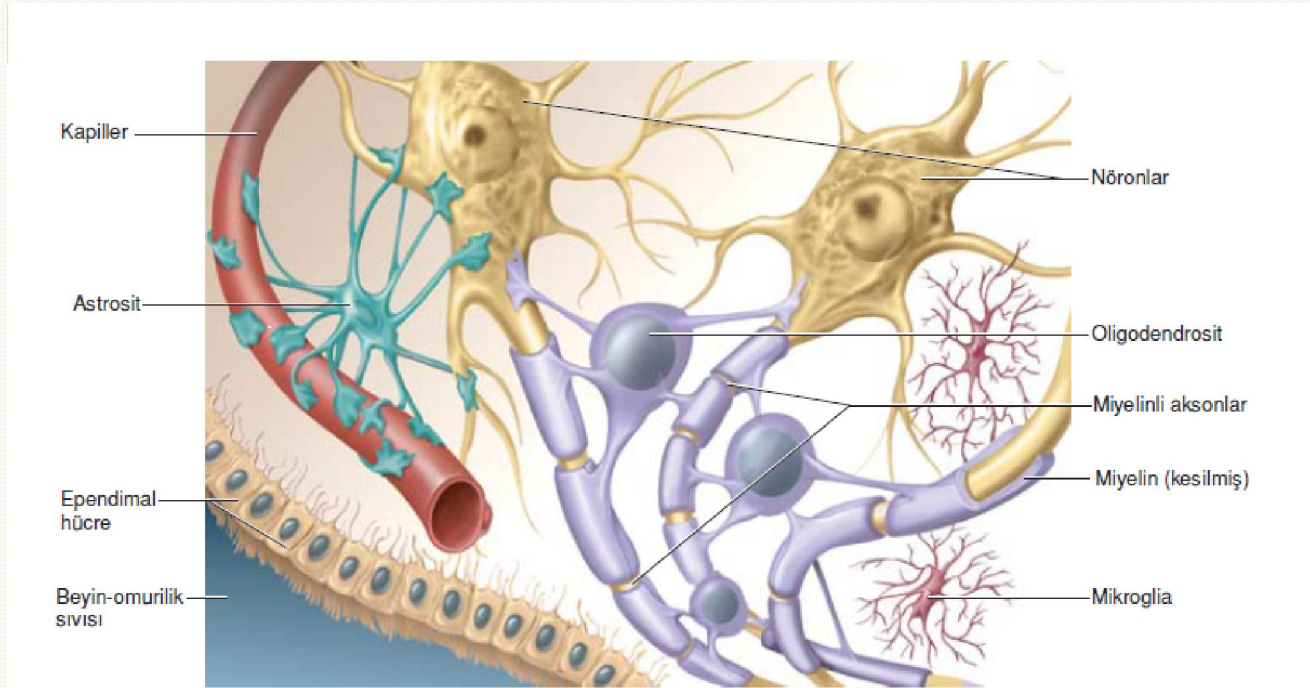
Ependimal Hücreler

- Ventriküllerin (boşlukların) ve santral kanalın çevresini düşer
- Beyin-omurilik sıvısı salgılar



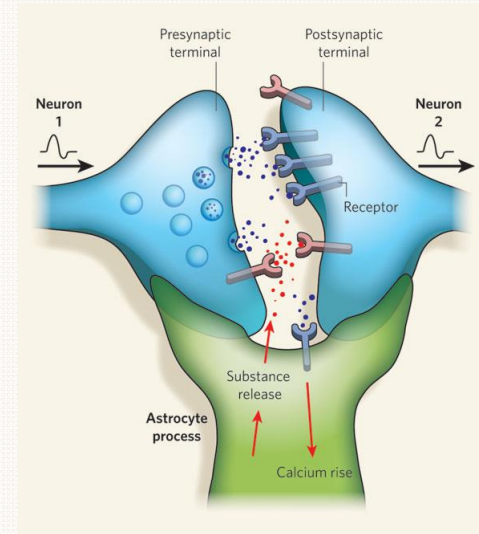
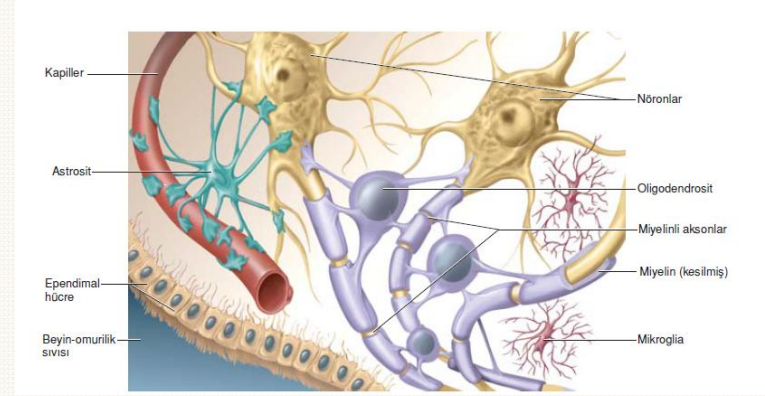
Mikroglia

- Özelleşmiş makrofajlar
- Fagositoz yapar
- Hücre ölümünden sonra atıkları temizler



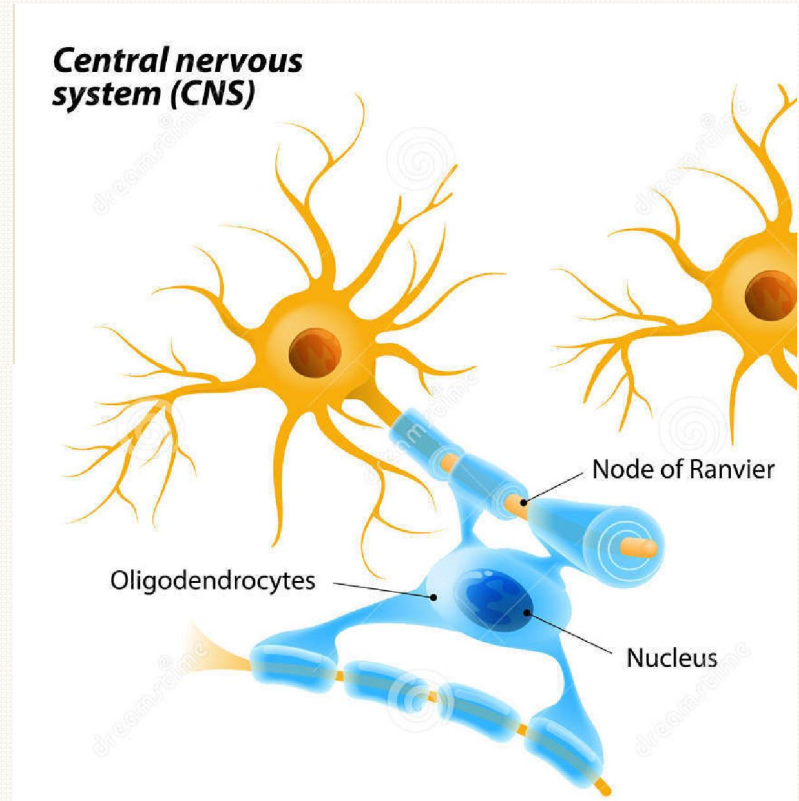
Astrosit

- Uzantı ve bağlantıları ile kan-beyin bariyerini oluşturur, toksik maddelerin kandan beyin dokusuna geçmesini engeller
- Ekstraselüler beyin sıvısının kompozisyonunu düzenler
- Beyin gelişimi sırasında göç eden hücelere rehberlik eder
- Büyüme faktörleri salgılayarak nöronların gelişmesine yardımcı olur
- Nörotransmitterleri ortamdan uzaklaştırır



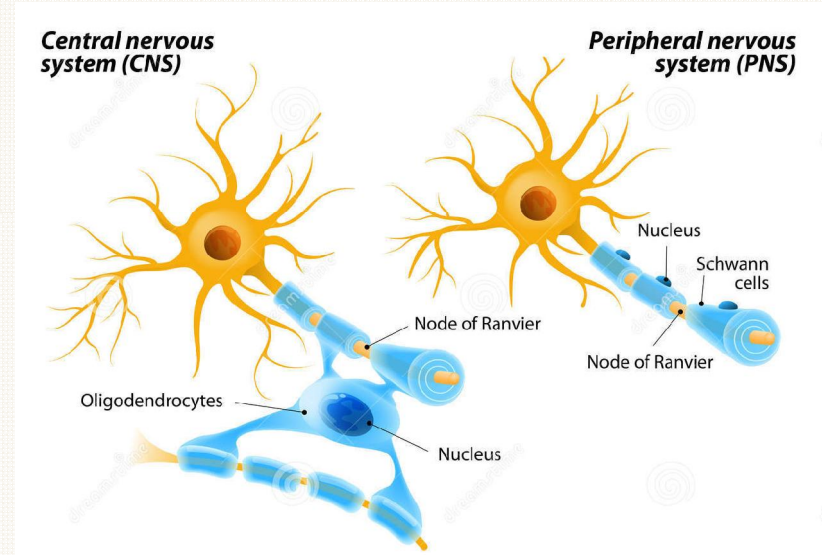
Oligodendrosit

- Elektrik sinyallerinin iletilmesini desteklemek üzere akson çevresinde miyelin kılıf oluşturur
- Merkezi sinir sisteminde (beyin, omurilik)
- Bir oligodendrosit 40 kadar aksonun çevresinde miyelin kılıf yapabilir

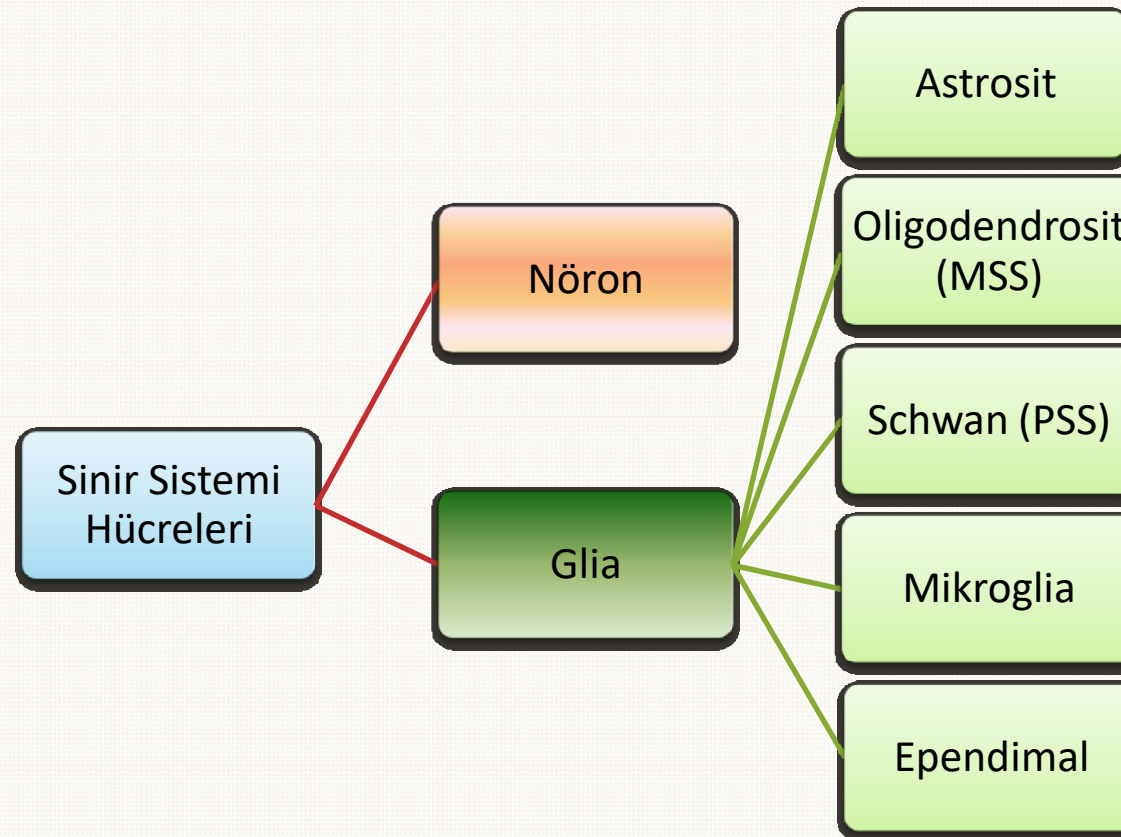


Schwann Hücreleri

- Periferik sinir sisteminde miyelin kılıfı oluşturur
- Her hücre tek bir kılıf yapar

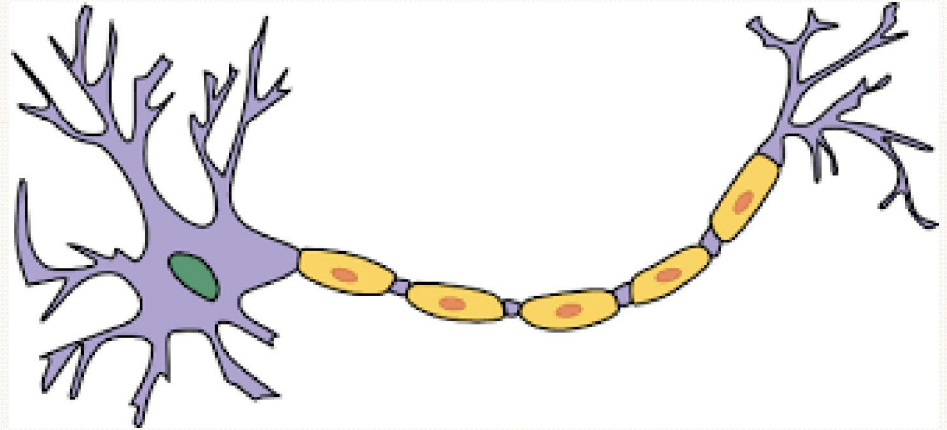


Sinir Sisteminin Hücreleri



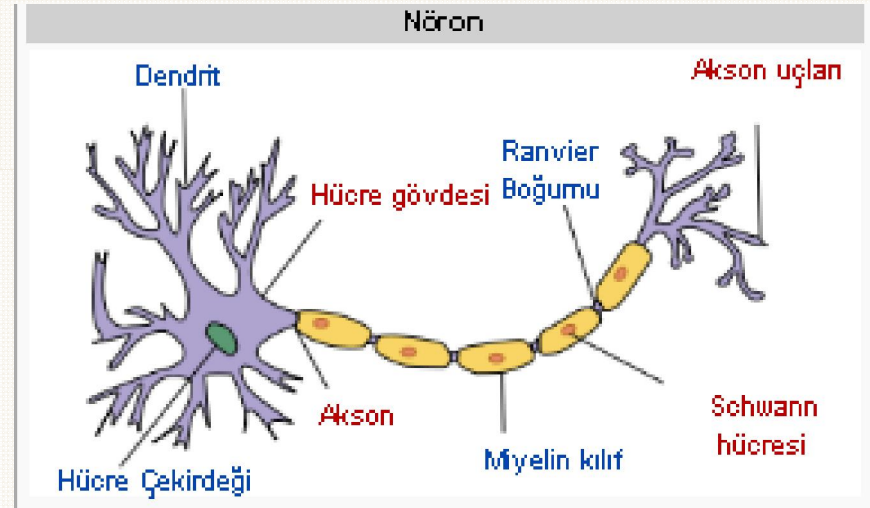
Nöron

- Uyarılma , uyarıyı değerlendirme , uyarıyı iletme ve diğer hücreleri uyarma yeteneği
- Bölünemez
- İnsanda 100 milyar kadar
- Nöronun yapısı
 - Hücre gövdesi
 - Akson
 - Dendrit



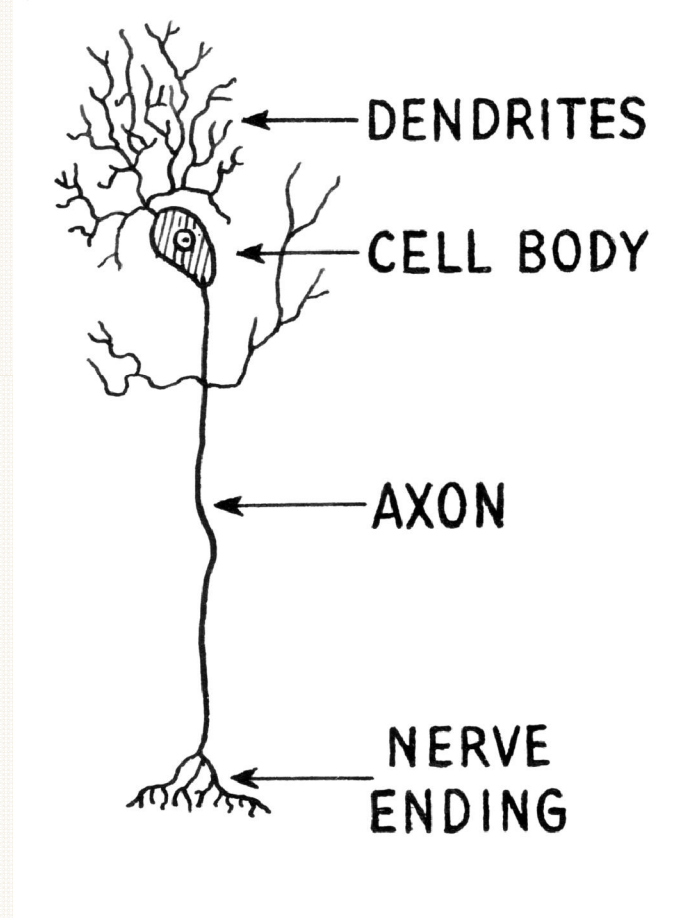
Hücre gövdesi (Soma)

- Kalıtsal materyal taşıma, protein sentezi ve tüm hücrelerde görülen yaşamsal faaliyetler
 - Bölünemediği için bir organeli taşımaz?
 - Sentrozom

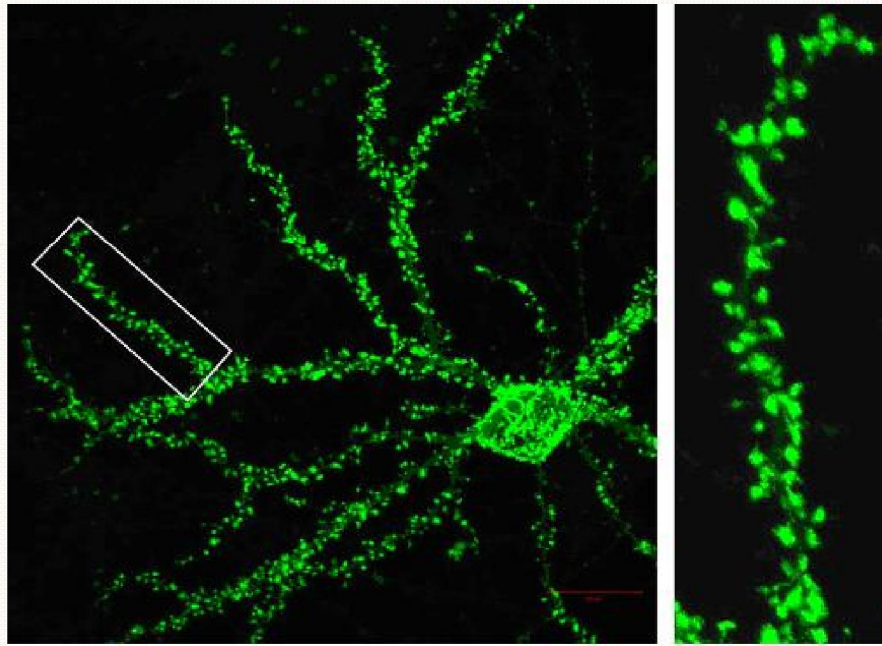


Dendrit

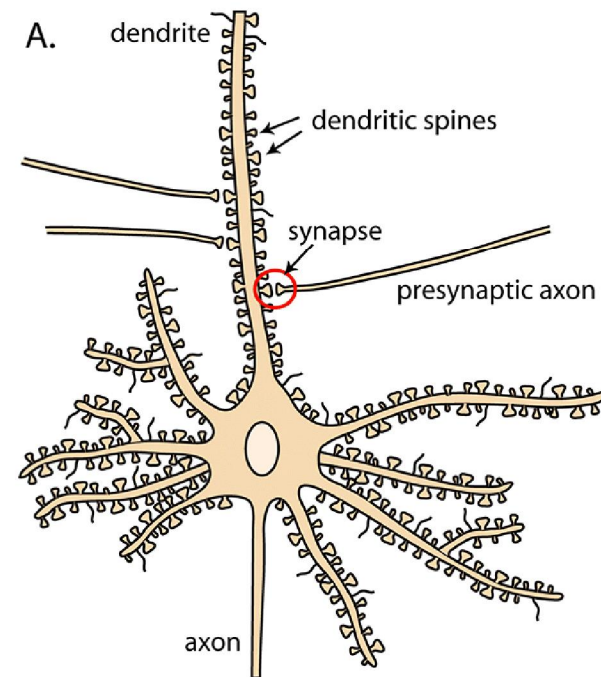
- Hücre gövdesinden çıkan ileri derecede dallanmış kısa uzantılar
- Gelen bilgiyi alır ve hücre gövdesine aktarır
- Bir nöronda 400.000'den fazla olabilir
- Dikenler: dendritlerin üstündeki çıkıntılar, bağlantı noktaları



Dendritik Dikenler



Background: Dendrites and dendritic spines

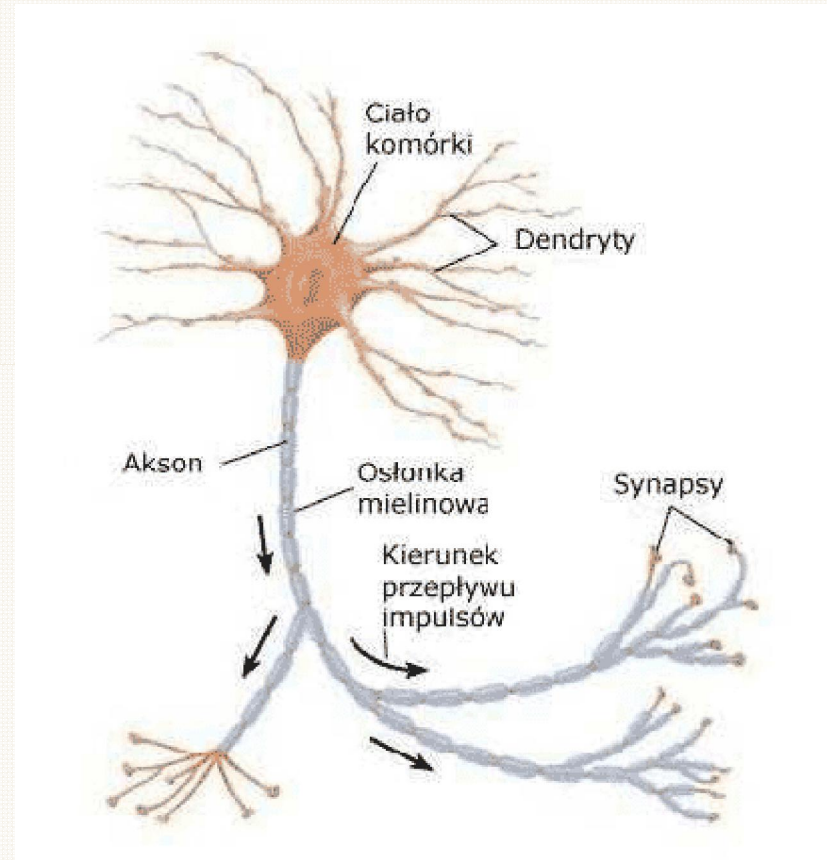


Smrt & Zhao. *Frontiers in Bi*

<http://www.frontiersin.org>

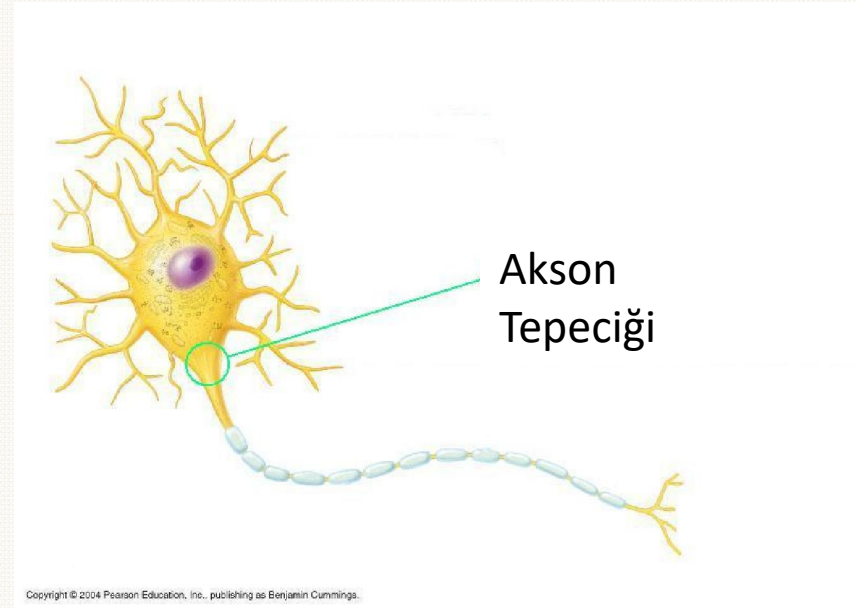
Akson

- Uzun, tek bir uzantı
- Hücre gövdesinden gönderilen uyarıları hedef hücreye taşır
- Uzunluğu birkaç mikrondan bir metreye kadar
- Kollateraller (yan dal) bulunabilir
- Hem akson hem de kollateraller uca doğru dallanır
 - Ne kadar çok dallanma var ise o kadar çok hedef hücre etkilenir



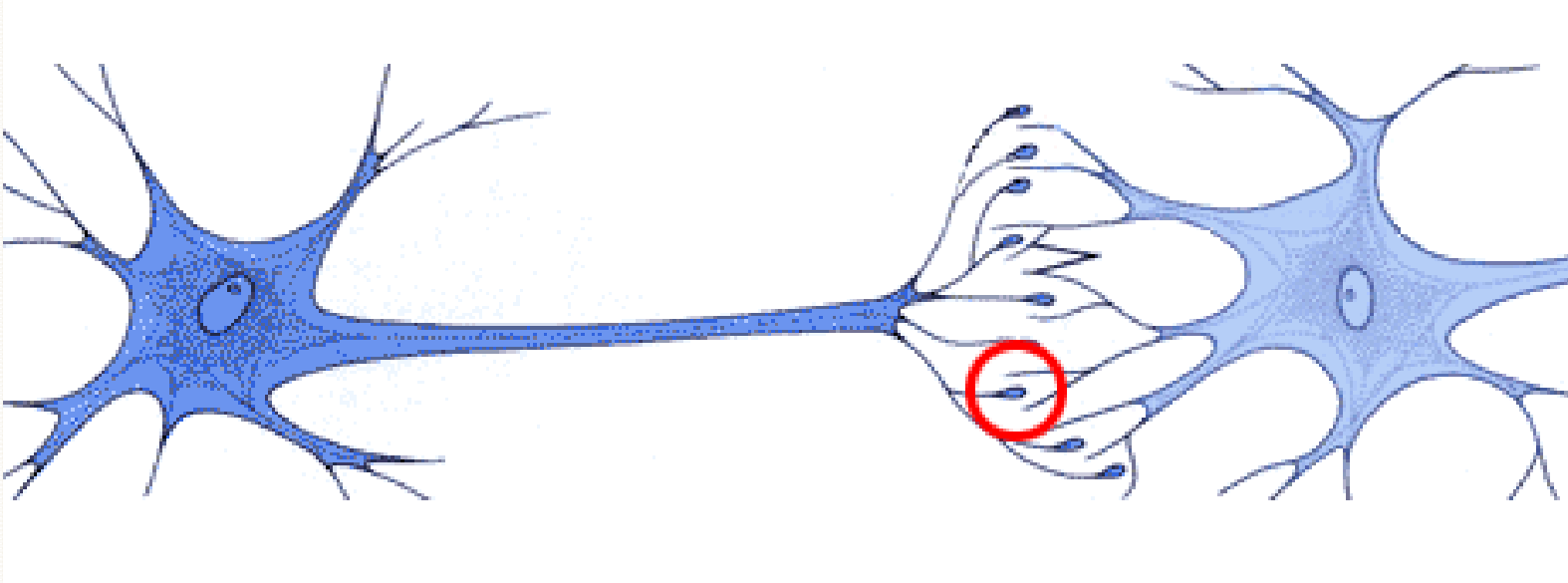
Akson Tepeciđi

- H¼cre g¼vdesinden ¼ıktıđı b¼lge akson tepeciği ya da başlangıç segmenti
 - Tetikleyici b¼lge
 - Elektriksel iřaretler burada başlar



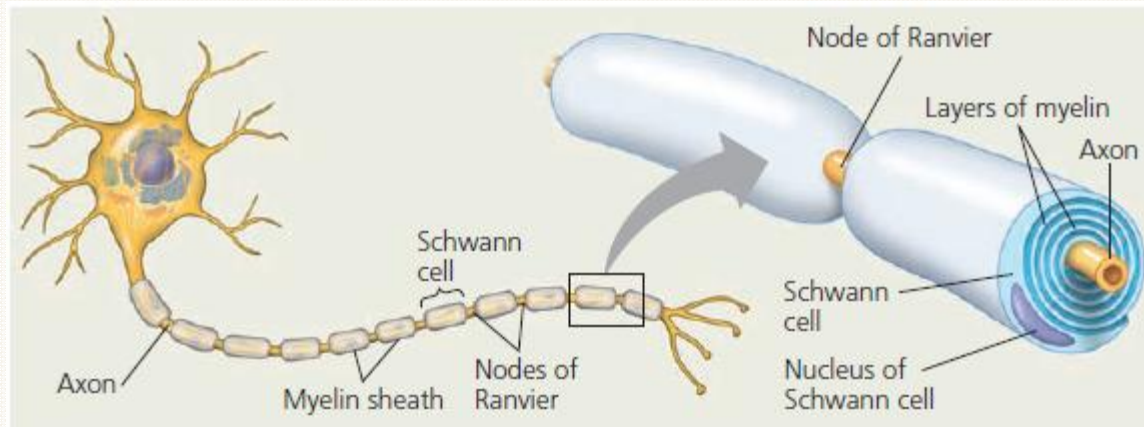
Akson Terminali

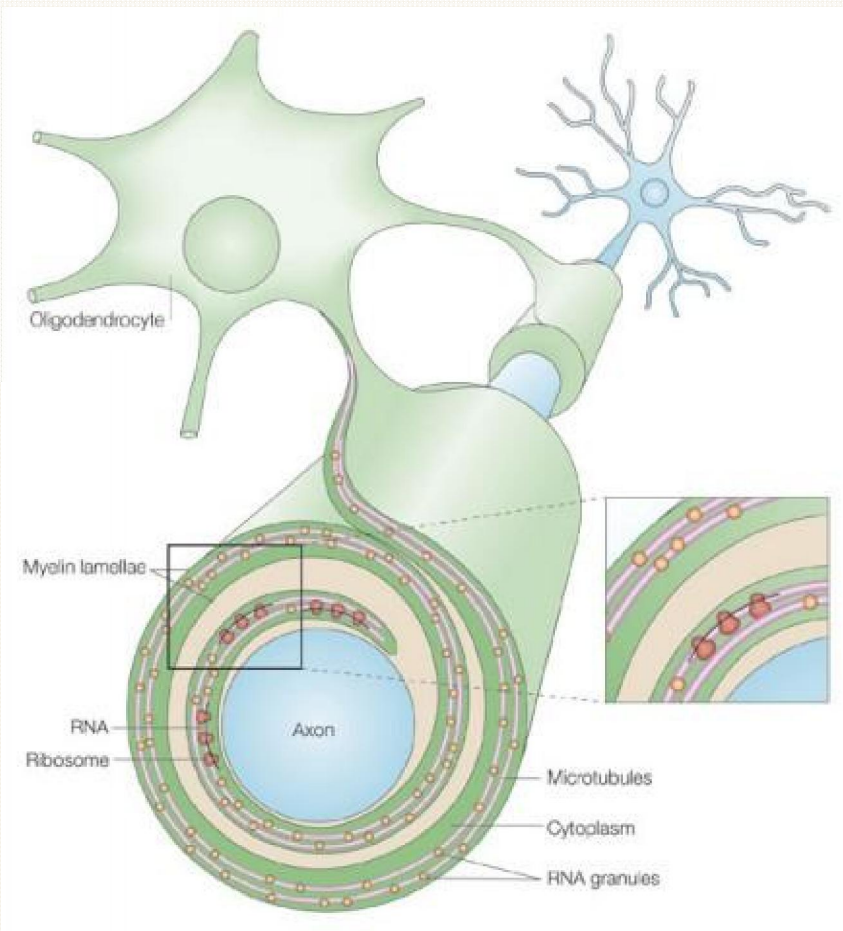
- Akson uçları
- Nörotransmitter salınımından sorumlu



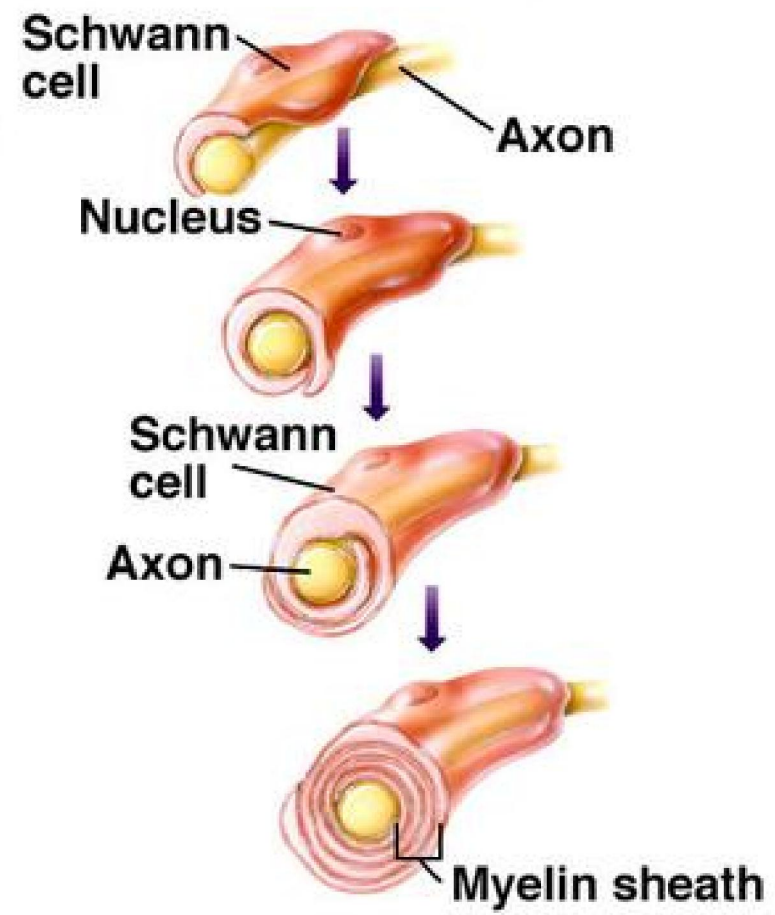
Miyelin Kılıf

- 20-200 kez sarılmış plazma zarı katmanları
- Elektriksel iletimin hızlanmasını sağlar
- Aksonun çıplak olduğu ara boşluklara *Ranvier düğümleri* denir.
 - İletinin sıçrayıcı şekilde ilerlemesini sağlar



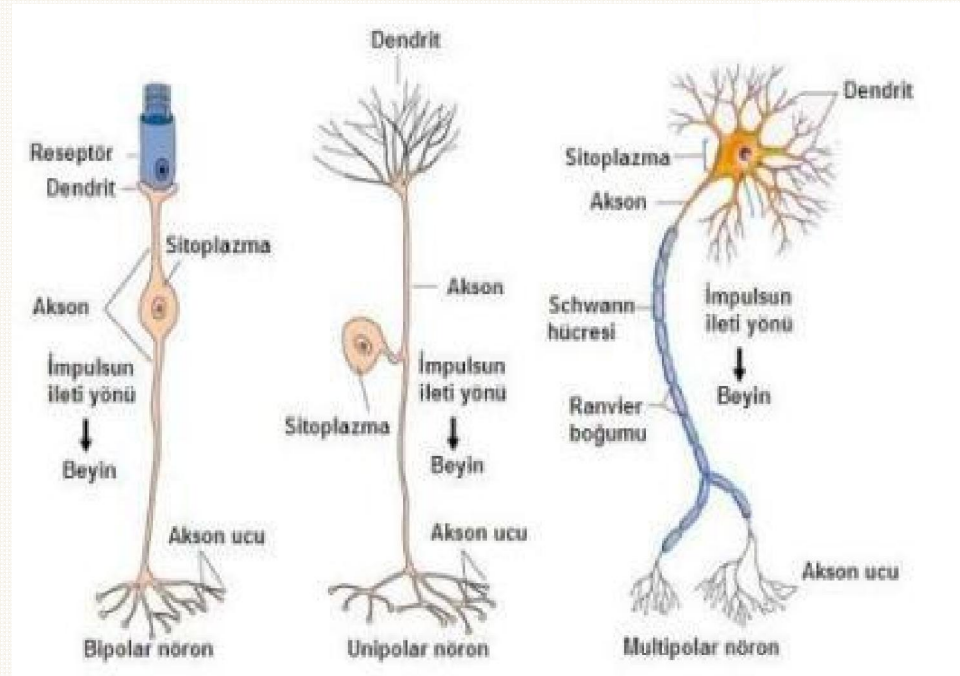


Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



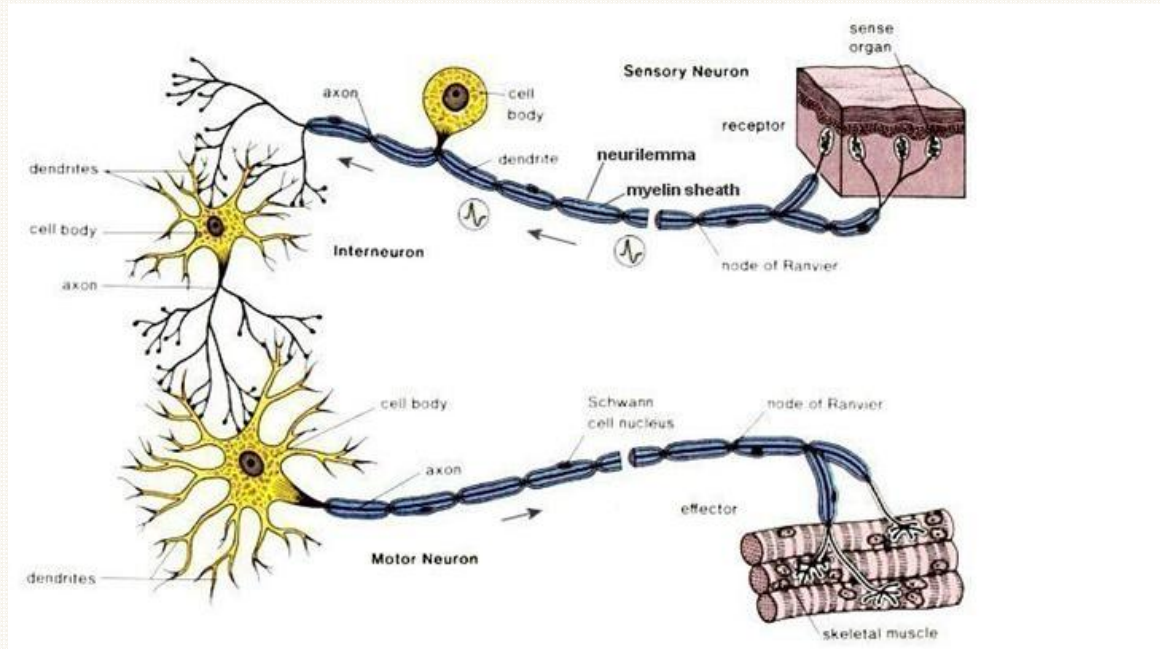
Yapılarına Göre Nöronlar

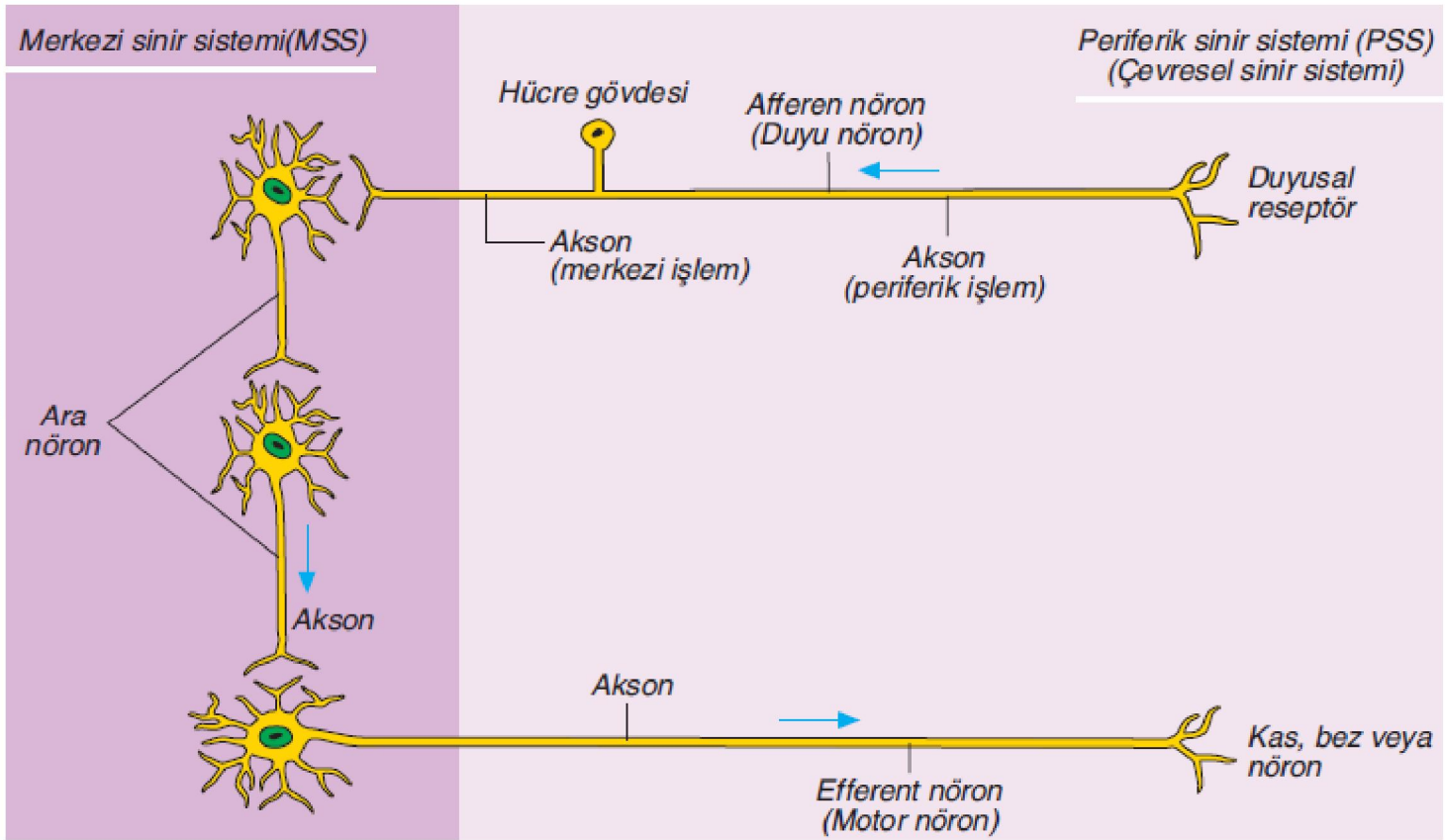
- Unipolar (tek kutuplu)
 - Omurgasızlarda, omurgalılarda embriyonik gelişiminde
- Bipolar (iki kutuplu)
 - Duyma, koku ve retina hücrelerinde
- Multi polar (çok kutuplu)
 - Sinir sisteminin çoğu
- Bipolar nöronlar sensorik (duyu nöronu) yapısında
- Multipolar nöronlar ise ara ve motor nöron yapısında



İşlevlerine Göre Nöronlar

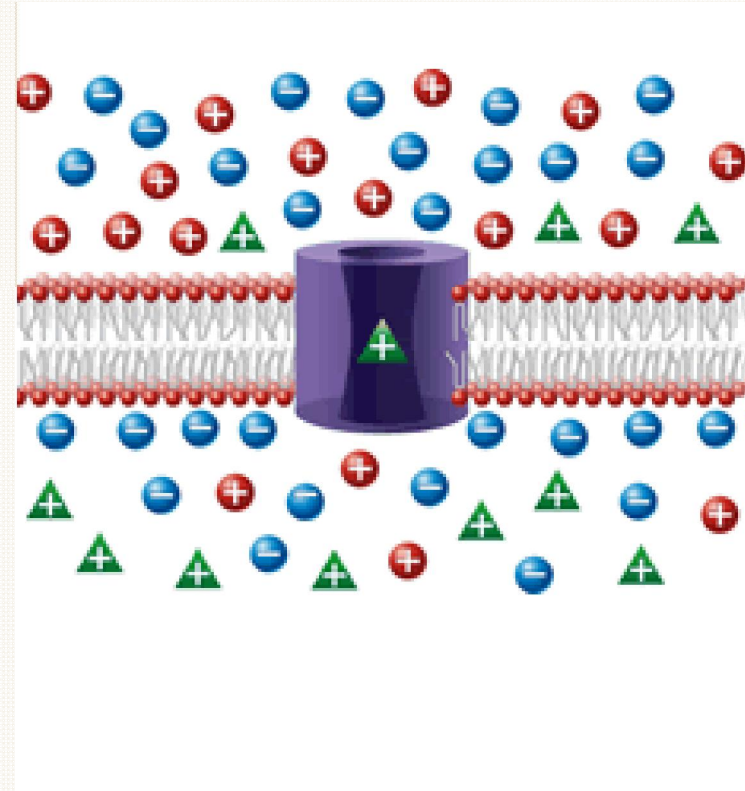
- Duysal (afferent-getirici) Nöronlar
 - Doku ve organlardan gelen bilgiyi MSS'ye iletir
- Motor (efferent-götürücü) Nöronlar
 - Bilgiyi MSS'den kas, bez ve diğer efektör hücrelere götürür
- Ara Nöronlar (internöron)
 - MSS içinde nöronları birbirine bağlar



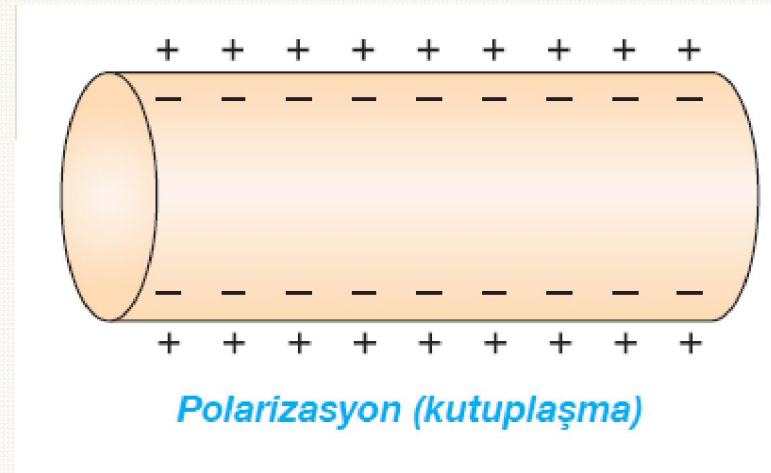


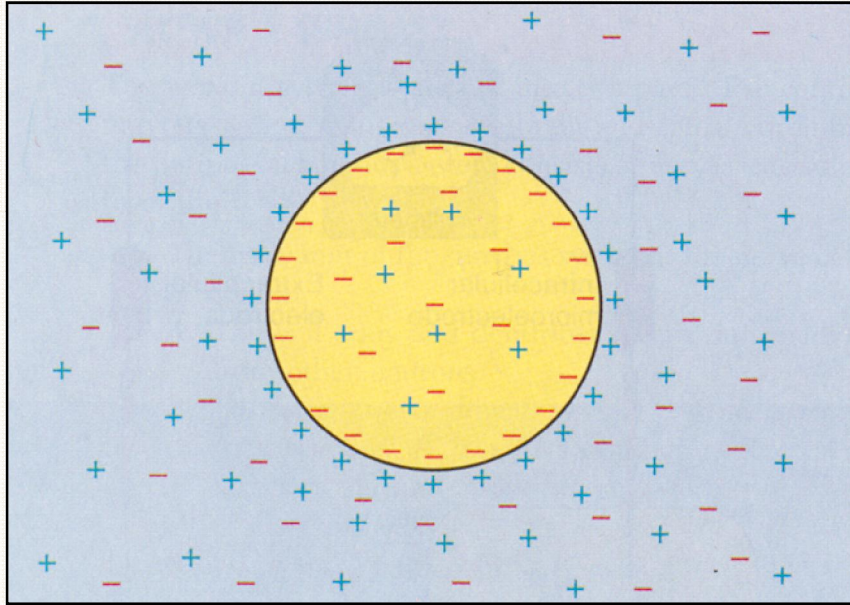
Sinir Hücrelerinde İletim

- Tüm sinir sinyalleri, sinir hücresi zarının iki yüzey arasındaki voltaj değişiklikleridir
- Voltaj değişikliği iyonların plazma zarının iki yüzeyi arasında, özgül iyon kanalları yoluyla hareketi sonucunda oluşur



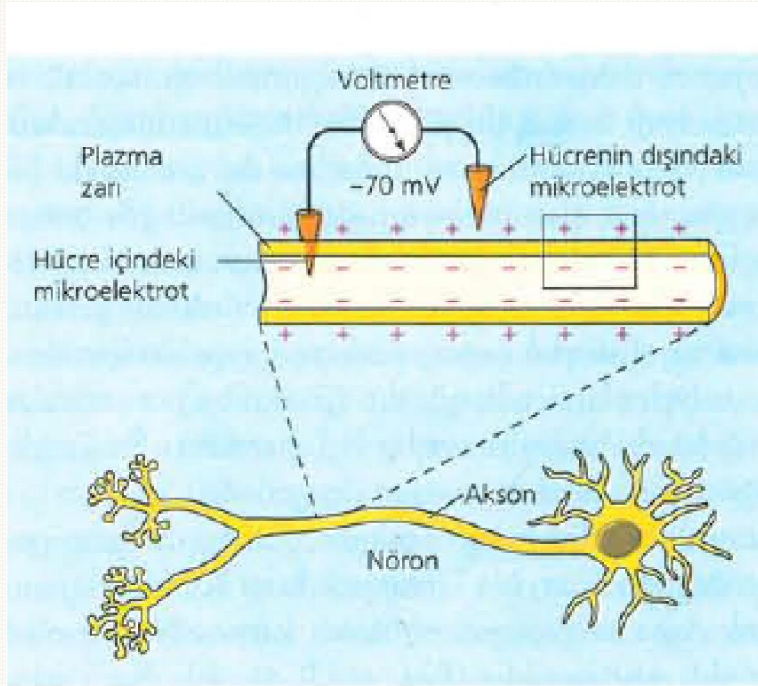
- Plazma zarı elektriksel olarak kutuplaşmıştır “polarize”
 - Zarın bir yüzü diğerine göre daha negatiftir
- Zarın iki yüzeyi arasındaki potansiyel farka “zar potansiyeli” denir





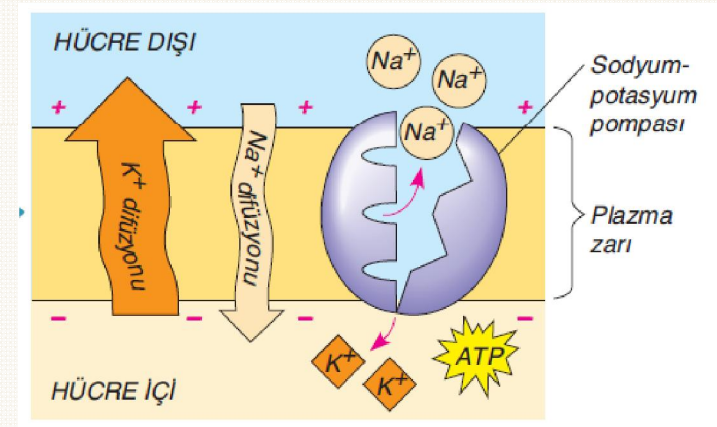
- Hücre dışındaki fazla + yük ile hücre içindeki fazla – yük hücre zarının iki yanına toplanır
- Hücrenin ya da hücre dışının total iyon sayısında ihmal edilebilecek düzeyde

Dinlenme Potansiyeli

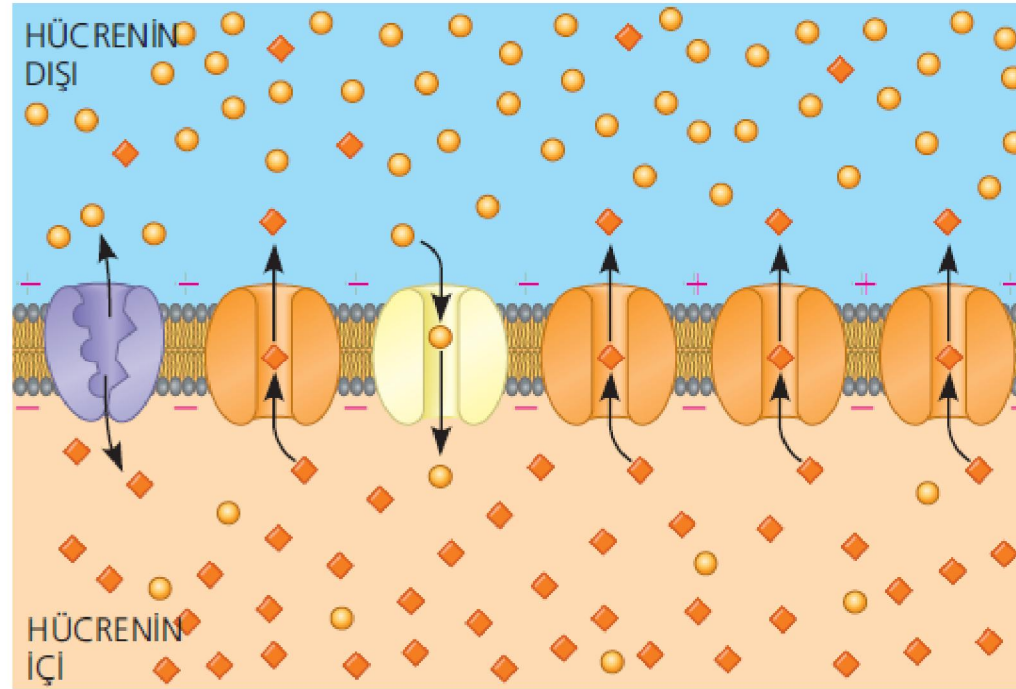


- Dinlenme durumundaki (herhangi bir sinyal iletmeyen) nöronun dinlenme potansiyeli -70mV
 - Hücrenin içi dışına göre negatif

- Na ve K iyonlarını sürekli geçiren kanallar
 - Difüzyon
- K 'a geçirgenlik Na a göre yaklaşık 50 kat daha fazla (daha fazla K kanalı var)
 - Giren Na'dan daha fazla çıkan K
 - Hücre içinde negatif yüklü, zarı geçemeyen iyon ve moleküller
- Na/K pompası ile zarın iki yüzü arasındaki fark sürekli korunur



Dinlenim Potansiyeli

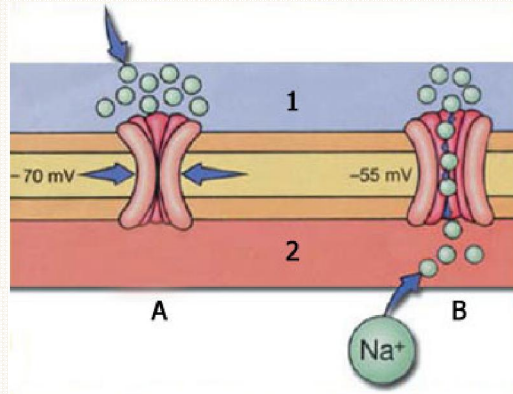


Anahtar

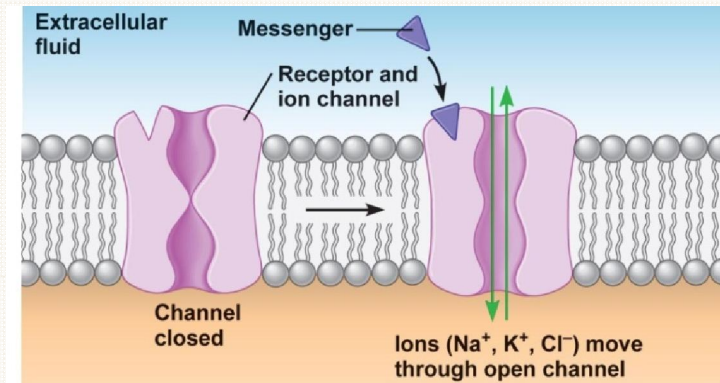


Kapılı Kanallar

Voltaj kapılı kanal



Kimyasal (ligand) kapılı kanal



- Tek bir uyarana türüne yanıt verirler

Voltaj kapılı kanallar → membrandaki potansiyel değişiklikleri örn. Membranın negatifliğinin azalması

Ligand kapılı kanallar → bir kimyasal türü. Örn. Nörotransmitterlerden biri, dopamin

- Sadece belli iyonların geçişine izin verirler

Voltaj kapılı Na kanalı

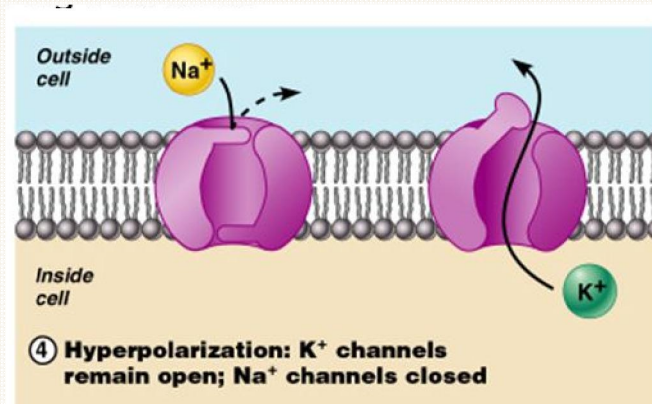
Ligand kapılı Na kanalı

Dinlenim Zar Potansiyeli Değişimleri

- Uyarıma karşı zar potansiyelinde değişiklik olabilir
- Yerel Potansiyeller:
 - Depolarizasyon: zarın iki tarafı arasındaki potansiyel farkın azalması
 - $-70 \text{ mV} \Rightarrow -50 \text{ mV}$
 - Hiperpolarizasyon: zarın iki tarafı arasındaki potansiyel farkın artması
 - $-70 \text{ mV} \Rightarrow -90 \text{ mV}$
- Aksiyon Potansiyeli:
 - Hücre zarında oluşur
 - Uzak bölgelere sönmülmmeden iletilir
 - Sinir sisteminde veri iletiminin temelini oluşturur

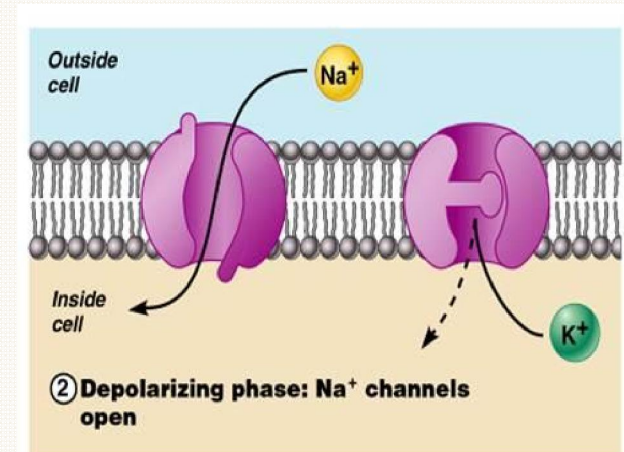
- Hiperpolarizasyon

- K kanalları açılır
- Dışarı K^+ çıkar
- Hücre içi daha negatif olur
- Cl kanalları açılır
- İçeri Cl^- girer
- Hücre içi daha negatif olur



- Depolarizasyon

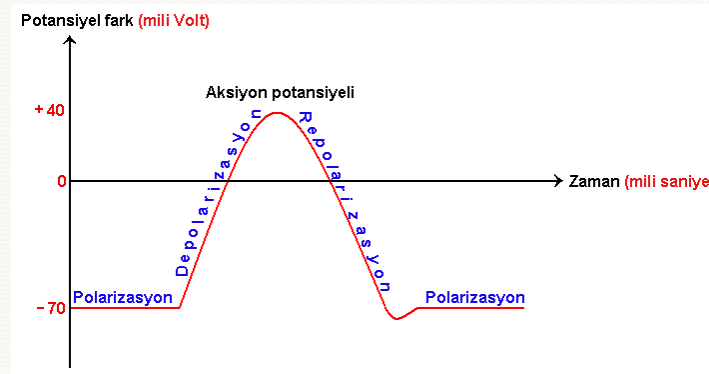
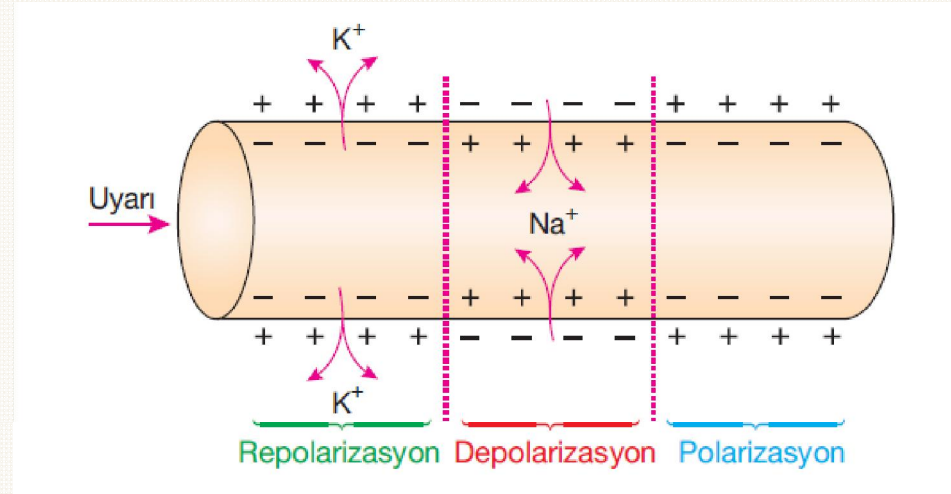
- Na^+ kanalları açılır
- İçeri Na^+ girer
- Hücre içi daha az negatif olur



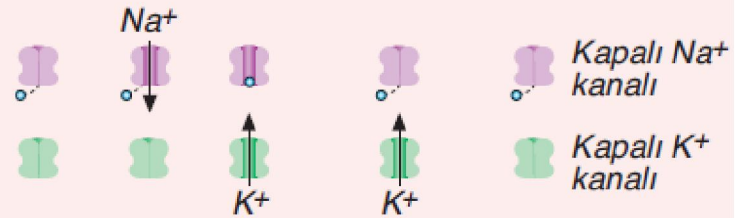
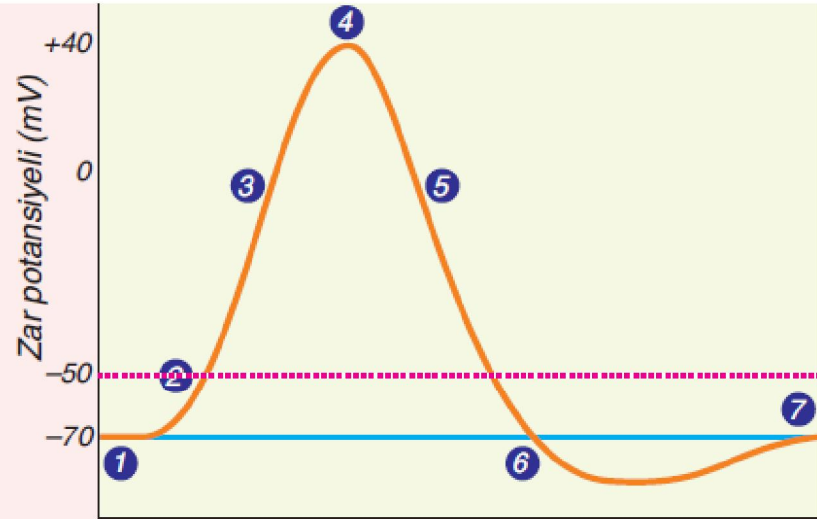
Aksiyon Potansiyeli (Sinir İmpulsu)

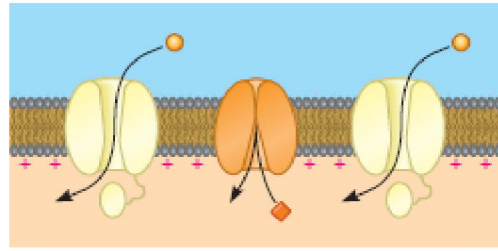
- Bir uyarının etkisi ile bir hücrenin elektriksel zar potansiyelinin kısa bir süre içinde aniden yükselmesi ve azalması
- Depolarizasyon belli bir şiddeti aşmalıdır
 - Ya hep ya hiç kuralı
- Akson tepeciğinde başlar, akson boyunca devam eder
 - Tek yönde, her zaman akson ucuna doğru

- Polarizasyon
- Depolarizasyon
- Repolarizasyon



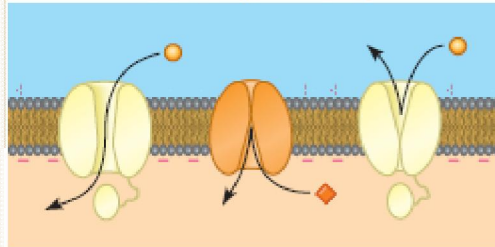
- 1 Dinlenme potansiyeli
- 2 Eşik değer potansiyeli
- 3 Aksiyon potansiyelinin depolarizasyon aşaması
- 4 Zar potansiyeli doruk değerinde
- 5 Aksiyon potansiyelinin repolarizasyon aşaması
- 6 Hiperpolarizasyon
- 7 Dinlenme potansiyeli



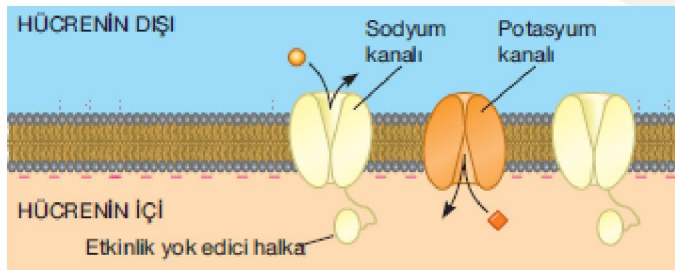


3 Aksiyon potansiyelinin yükselme aşaması

Depolarizasyon daha çok Na⁺ kanalının açılmasını (K⁺ kanalları kapalı kalır) ve içeriye daha çok Na⁺ girmesini sağlar. Na⁺ girişi, zann iç kısmını dışarıya oranla daha pozitif hale getirir.

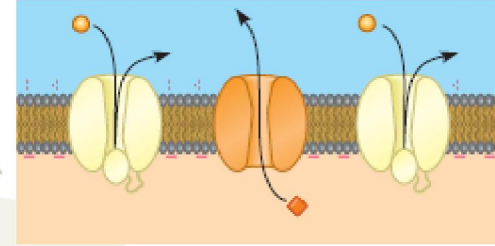


2 Depolarizasyon Na⁺un hücre içine girmeye başlaması ile zar depolarize olur.



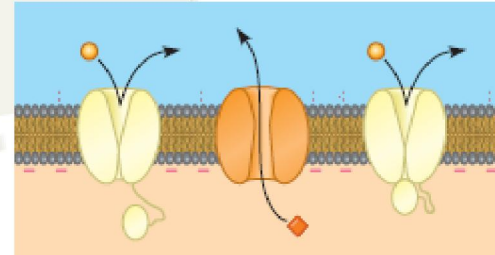
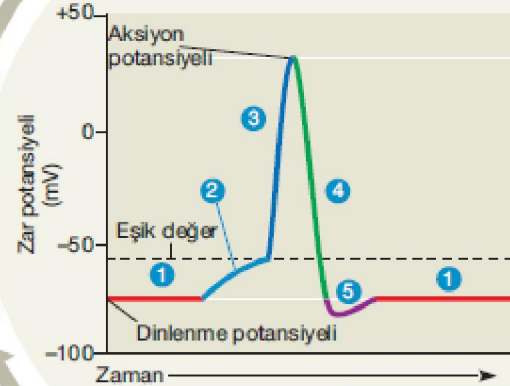
1 Dinlenme aşaması Dinlenme durumundaki nöronun içi (-) yüklüdür. Uyanılma sonucu nöron eşik değer potansiyeline ulaşır.

Anahtar
 ● Na⁺
 ◆ K⁺



4 Aksiyon potansiyelinin düşme aşaması

Na⁺ kanallarının çoğu kapanır ve Na⁺ girişini engeller. K⁺ kanallarının çoğu ise açılır. K⁺un hücre dışına çıkmaya başlamasıyla zar repolarize olur. K⁺ çıkışı, hücre içinin yeniden negatif olmasına yol açar. (Repolarizasyon)

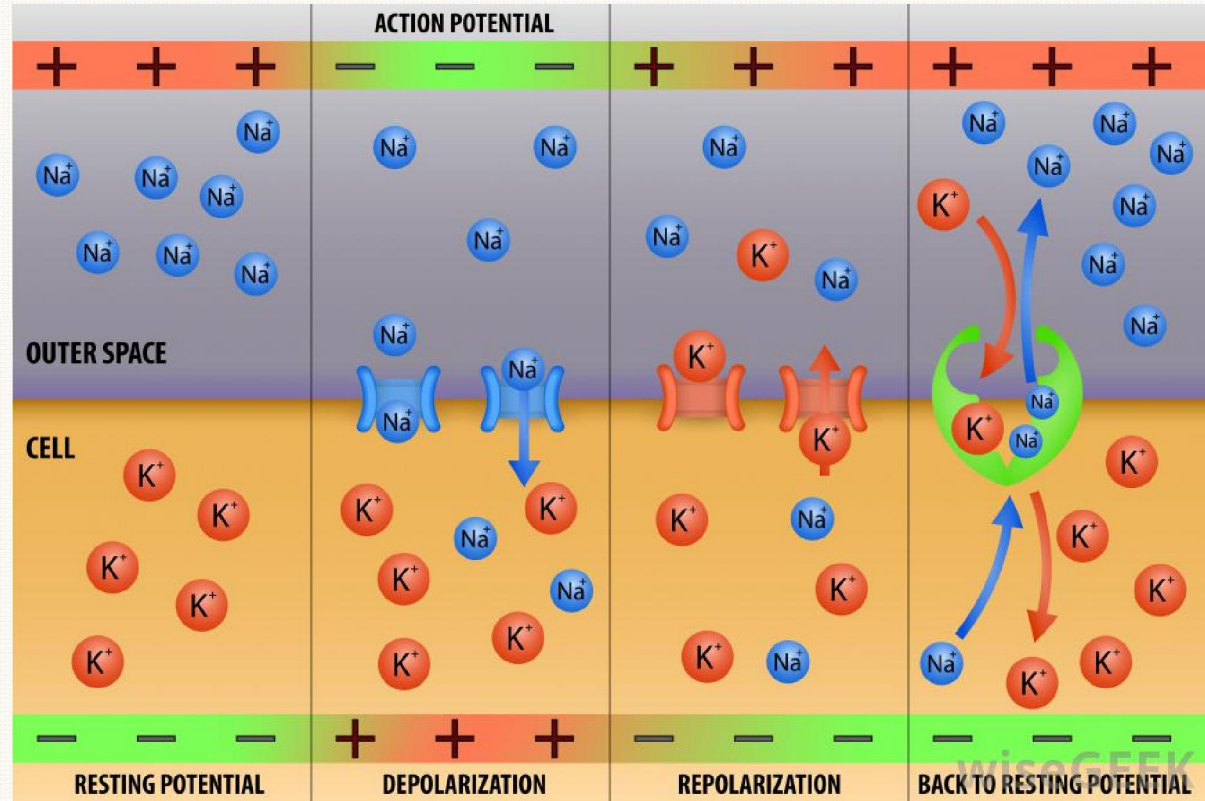


5 Hedefi aşırılmak K⁺ kanalları yavaş kapandığı için bir miktar daha K⁺ hücre dışına çıkar ve hiperpolarizasyon gerçekleşir. Na⁺ - K⁺ pompasının devreye girmesiyle nöron dinlenme durumuna geri döner.

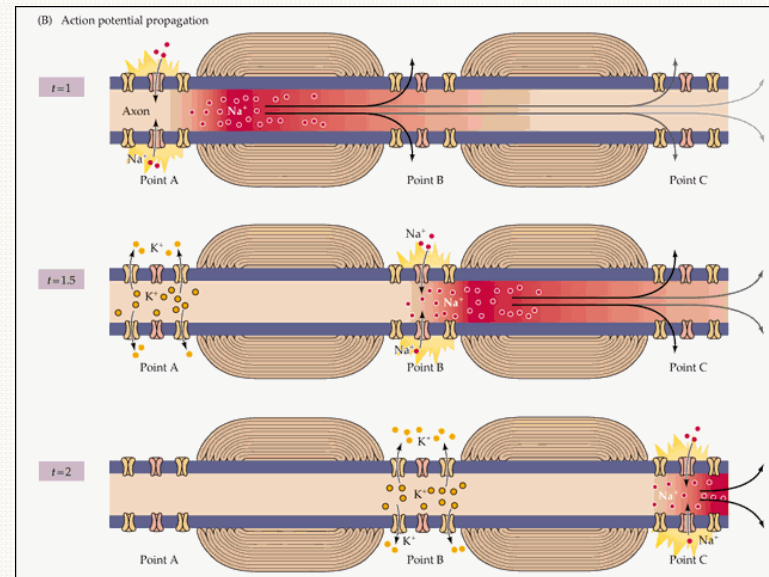
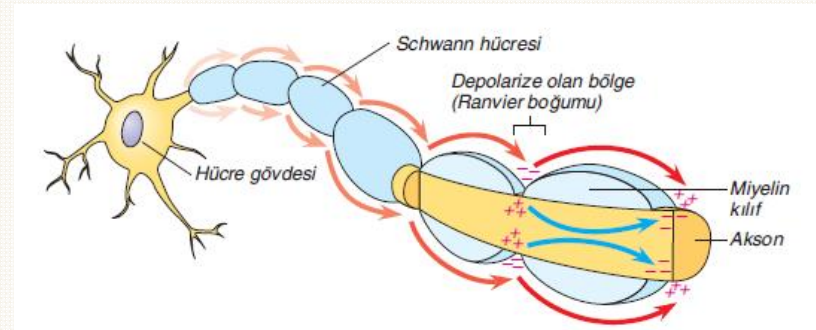
Aksiyon potansiyelinin (sinir impulsu) oluşumu



- Hücrenin yeniden uyarılabilmesi için membran potansiyelinin dinlenme potansiyelindeki iyon dağılımlarına geri dönmesi gerekir
- Na/K pompası ile hücreye giren Na⁺ iyonları dışarı, hücre dışına çıkan K⁺ iyonları içeri pompalanarak sinir hücresi tekrar impuls iletimine hazır hale getirilir.



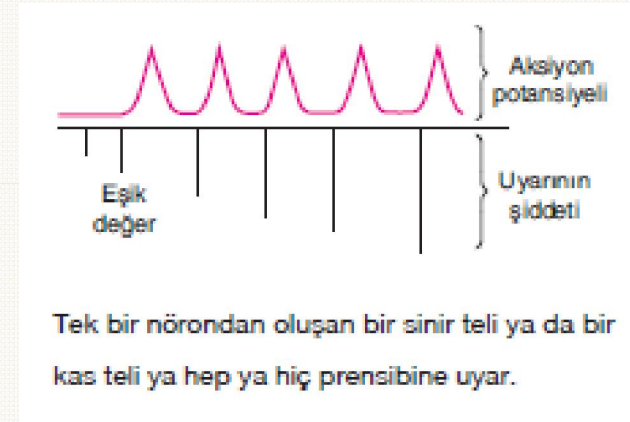
- Miyelinli sinirlerde atlamalı iletim olduğu için iletim daha hızlı olur
 - İmpuls iki Ranvier boğumu arasında bir boğumdan diğerine atlayarak iletilir.
 - Miyelinsiz nöronlarda impuls iletim hızı 2m/sn iken, miyelinli nöronlarda 100 m/sn'dir.



- İmpuls iletilimi sırasında kimyasal değişiklikler
 - Glikoz ve oksijen tüketimi
 - ATP üretimi ve tüketimi
 - CO₂ üretimi
 - Isı artışı

Ya Hep Ya Hiç Prensibi

- Bir nöron, eşik değerin altındaki uyarılara tepki vermez (impuls oluşturmaz)
 - **Eşik değeri:** Bir sinir hücresinde impuls oluşmasını sağlayan en düşük uyarı şiddetine
- **Ya hep ya hiç prensibi**
 - Nöronun eşik değeri ve eşik değerinin üzerindeki uyarılara tüm gücü ile cevap vermesi



- Tek bir sinir telinde, uyarının şiddetinin artması oluşan impulsun iletim hızını ve impulsun büyüklüğünü (şiddetini) değiştirmez.
 - Neden?
 - İmpuls iletimi için gerekli olan enerji uyarıdan değil, sinir hücresinin kendisinden sağlanır
- Uyarı şiddetinin artması ile aksiyon potansiyeli
 - Daha fazla sayıda
 - Daha sık
 - Effektör (etkilenen) hücre sayısı dolayısıyla tepki şiddeti artar

