

SİNİRSEL KODLAMA VE BİLGİ İLETİMİ

Yrd. Doç. Dr. Aslı AYKAÇ

YDÜ Tıp Fakültesi

Biyofizik AD

Duyu Sistemi

- İç veya dış ortamlardan gelen uyarıları kabul eden reseptörlerden
- Bilgiyi reseptörlerden beyin veya omiriliğe ileten sinir yollarından
- Beynin esas olarak bilgiyi işleyen kısımlarından oluşur

- ⦿ Duyu sisteminin işlediği bilgi
 - uyarının bilinçli olarak algılanmasına yol açabileceği gibi açmaya bilir de!

Örnek: Duysal bilgi, duyu, algılama

- Sıcak bir yaz günü klimalı bir ortamdan dışarı çıktığınızda sıcaklık farkını derhal fark ederken kan basıncınız siz fark etmeden önemli derecede dalgalanma gösterir.
 - Bilginin bilince erişip erişmediğine bakılmaksızın buna *duysal bilgi* denir
 - Bilgi bilince erişmiyorsa buna *duyu* da denilebilir
 - Kişinin duyuyu farkında olmasına *algılama* denir

- ⦿ Ağrıyı hissetmek bir duyudur
- ⦿ Diş ağrısı ise bir algıdır

Duyular ve algılar ne zaman görülür?

- Duysal bilginin MSS tarafından modifiye edilmesi veya işlenmesinden sonra görülür.
- Bu işleme duysal bilgiyi şiddetlendirebilir/ frenleyebilir/ süzölmeye uğratabilir.

Duysal işlemenin başlangıç adımı

Uyarı enerjisinin dereceli potansiyellere dönüştürülmesi



Afferent nöronlarda aksiyon potansiyeline çevrilmesi

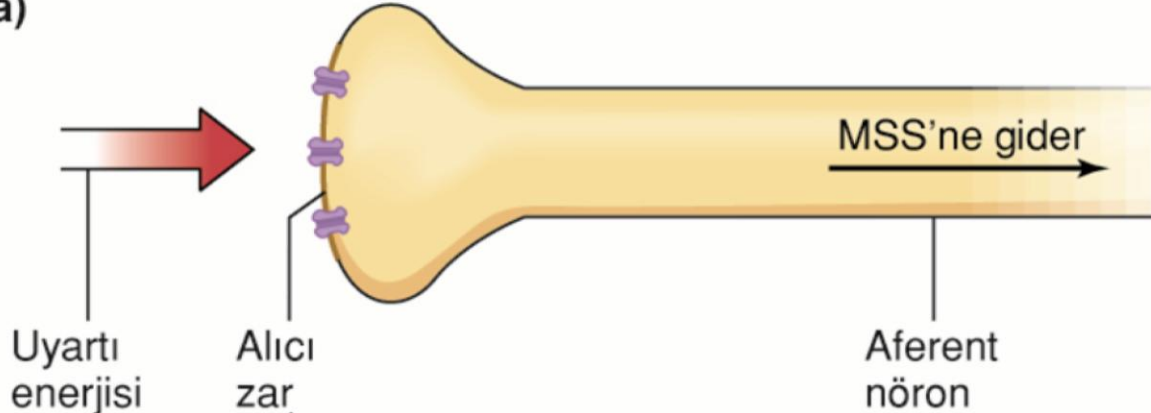
Duysal Reseptörler

Bilgi

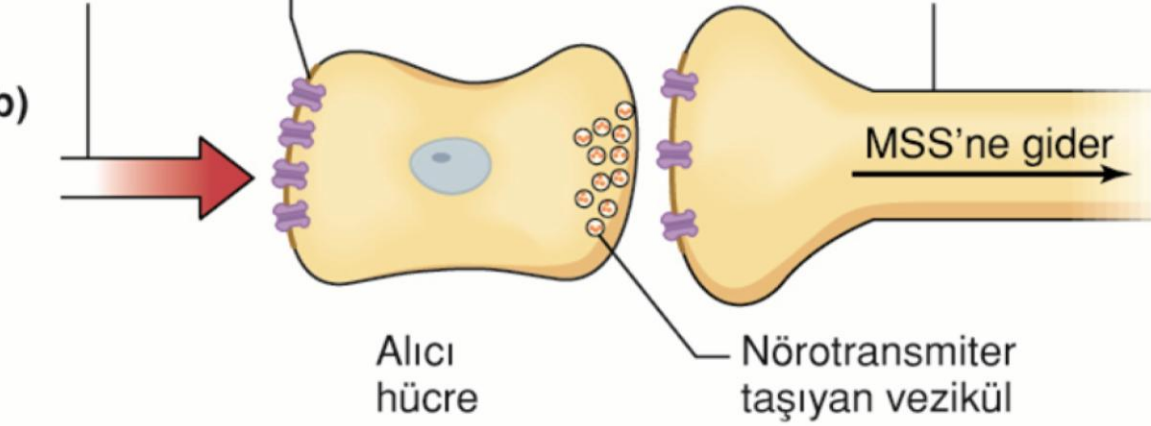
Basınç, sıcaklık, ışık, koku, kimyasal derişimler gibi farklı şekillerde bulunur.

Duyu reseptörleri (afferent nöronların periferik uçlarında bulunan) bilgiyi MSS'ne gidecek aksiyon potansiyellerini başlatabilen dereceli potansiyellere çevirir

(a)



(b)



Uyaran / Uygun uyaran

Reseptörü etkinleştiren enerjiye ya da kimyasala ***uyaran (uyartı, stimulus)*** denir

Duysal reseptörlerin her biri uyarının belli bir şekline karşı çok daha kolay yanıt vermektedir. Belli bir reseptörün yanıt verdiği uyarının tipine ***uygun uyaran*** denir

Uyaran / Uygun uyaran

Reseptörlerin çoğu kendilerine özgün uygun uyarıya karşı son derece duyarlıdır

Ör: Solunan havada bulunan birkaç koku molekülüne duyarlı olan koku reseptörleri ve tek bir fotona yanıt verebilen görme reseptörleri

- ⦿ Duysal reseptörlerin tümü, **yeterli şiddette** oldukları takdirde **farklı tipte uyarılar** ile etkinleşebilirler

Ör: Gözdeki reseptörler ışığa karşı çok duyarlılarken, şiddetli bir mekanik uyarı ile de etkinleşebilirler. Yani fotoreseptörler mekanik uyarılar ile uyarılsalar bile ışık duyusu hala alınmaktadır

Reseptörler ve Duyarlılıkları

- **Mekanoreseptörler:** Basınç/gerilme gibi mekanik uyarılara
- **Termoreseptörler:** Sıcak/soğuk duyularını fark ederler
- **Fotoreseptörler:** Işık dalga boylarının belli sınırlar içinde kalanlarını fark ederler
- **Kemoreseptörler:** Reseptör zarına belli kimyasalların bağlanmasına yanıt verirler
- **Nozireseptörler:** Doku hasarına bağlı ağrı duyusunu fark eden genel dedektörlerdir

Reseptör Potansiyeli

- Duysal reseptörü etkinleştiren işaretin dili önemli olmaksızın bilginin dereceli potansiyele veya aksiyon potansiyeline dönüştürülmesi gerekir

Duysal Transdüksiyon

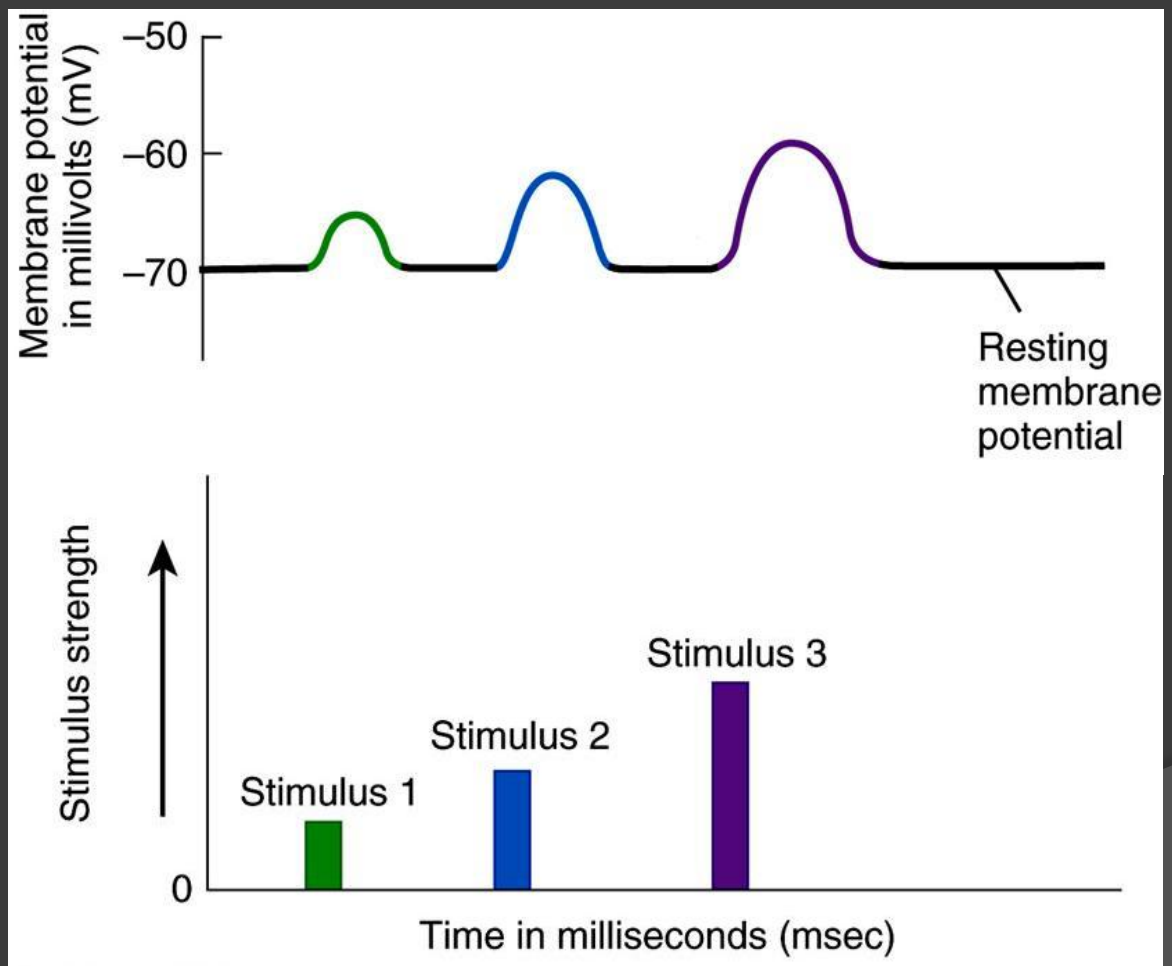
- Bir uyarının (ışık fotonu/mekanik gerilme gibi) elektriksel yanıtı dönüşürülmesinde kullanılan olay

Transdüksiyonun aşamaları

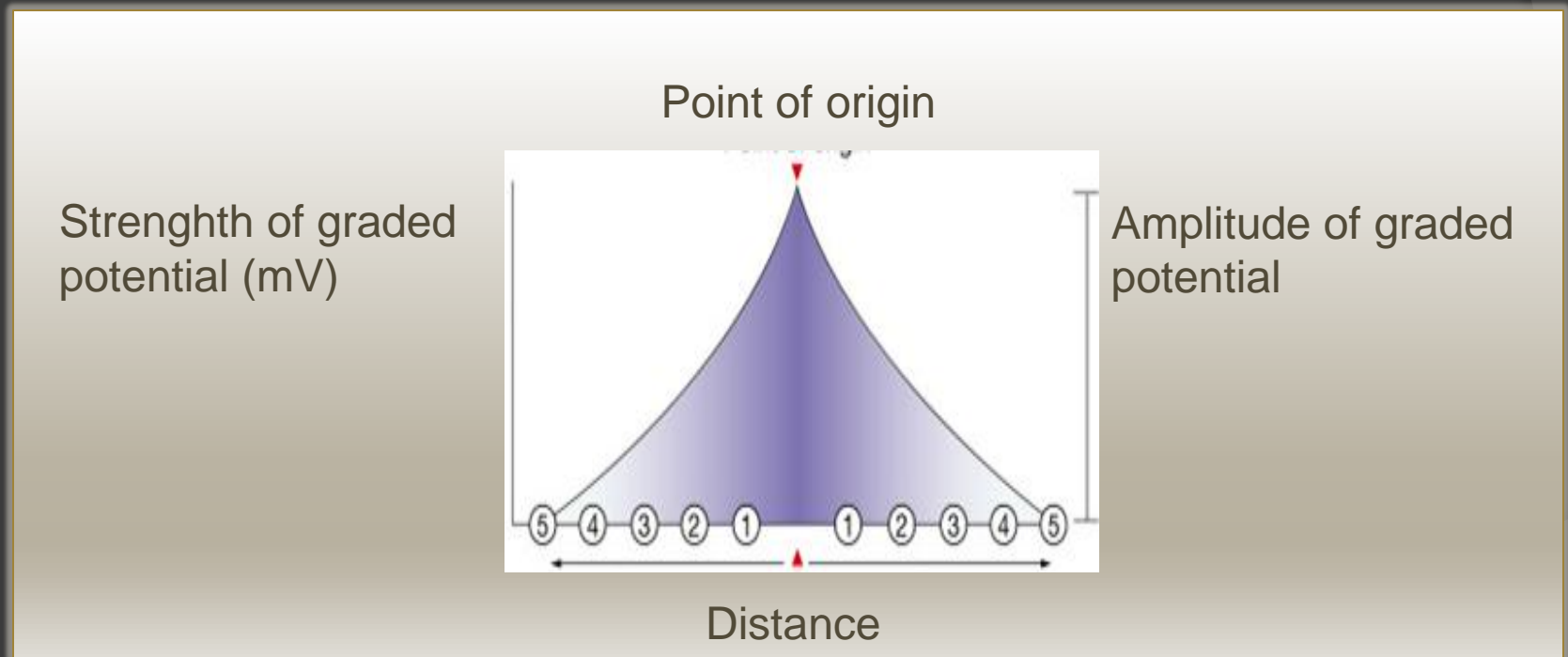
Duysal reseptörlerin tümünde transdüksiyonun başlama aşaması



- Reseptör potansiyeli farklı uyarı yoğunluklarına dereceli potansiyeller oluşturabilir



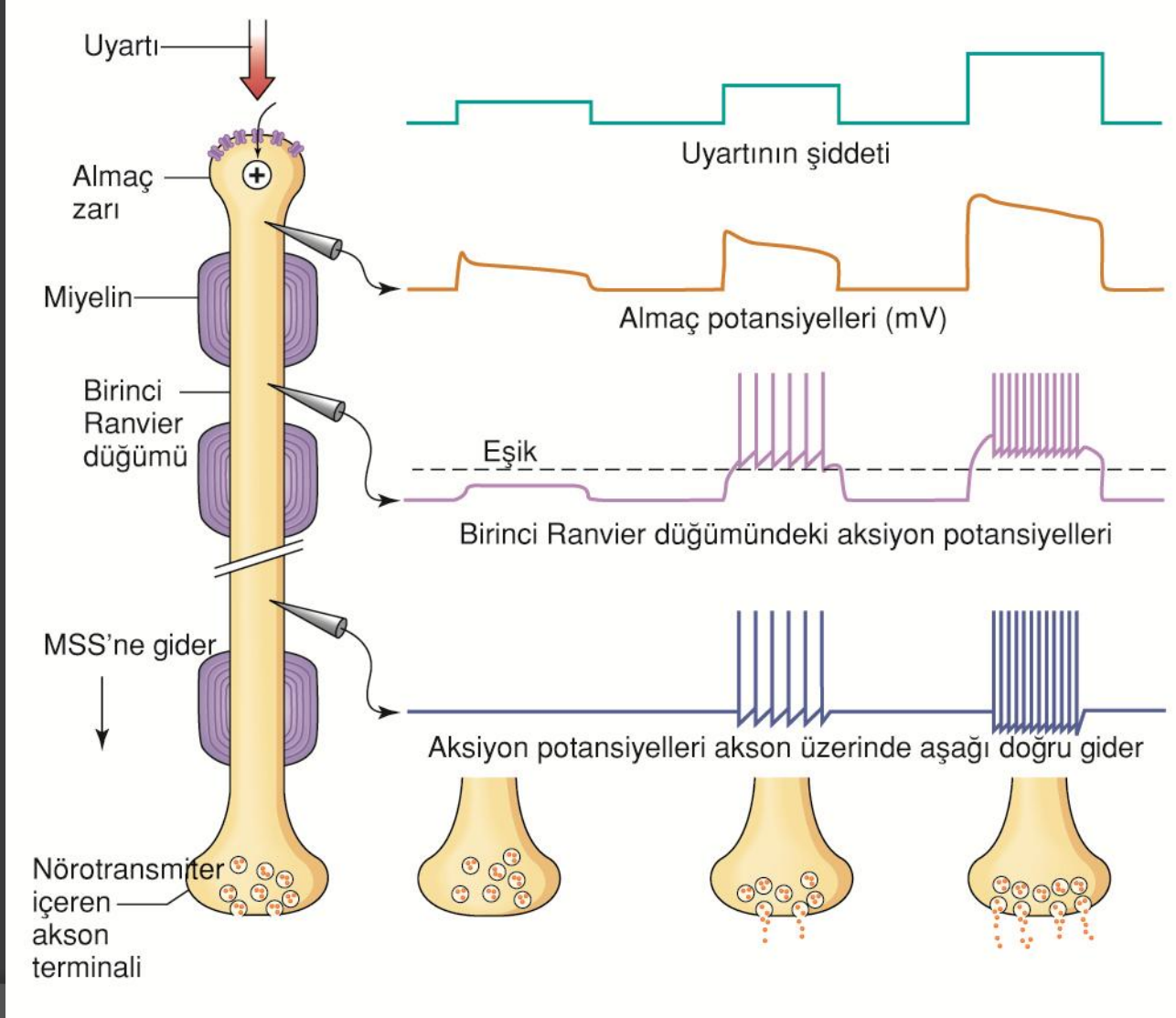
- Reseptör potansiyeli, zar boyunca ilerlerken azalır



⦿ Dereceli potansiyelin büyüklüğü

- Aksiyon potansiyelinin **frekansını** belirler
- *Aksiyon potansiyelinin büyüklüğünü belirlemez*
- *Aksiyon potansiyeli ya hep ya hiç*

Afferent nöronun bir reseptör sonlanması tarafından uyarılması

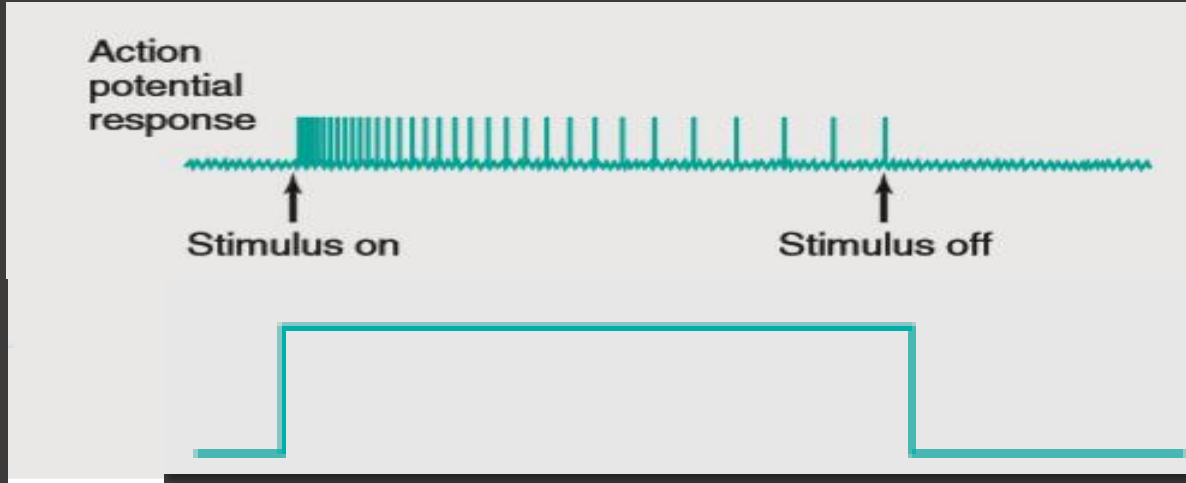


Uyarının şiddeti ve reseptör potansiyeli giderek büyürken, aksiyon potansiyelinin frekansı ve nörotransmitter salınımı artar

Reseptör potansiyelinin genliğini denetleyen etmenler

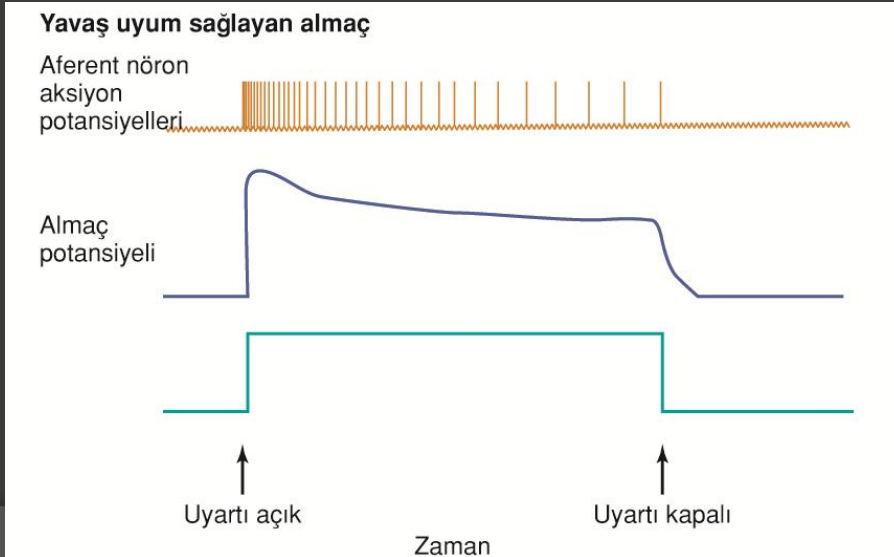
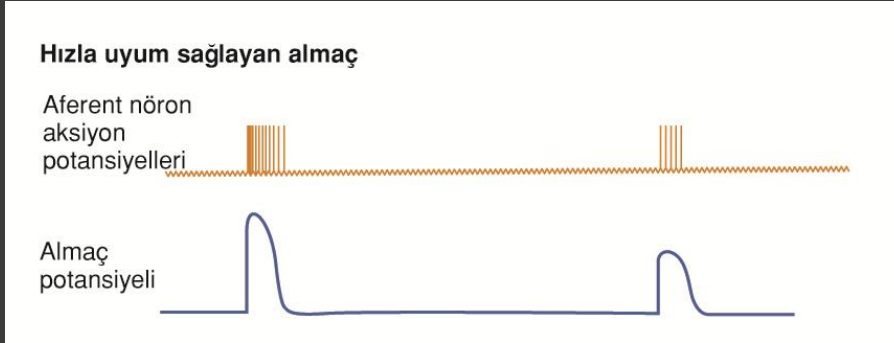
- Uyarının şiddeti
- Uyarı şiddetindeki değişim hızı
- Ardışık reseptör potansiyelleri arasındaki zamansal yığılmalar
- Adaptasyon: Reseptör duyarlılığında bir azalma olup afferent nöronda uyarının devam ediyor olmasına karşın aksiyon potansiyelinin frekansında azalma görülmesi

Adaptasyon reseptör duyarlılığında bir azalma oluşturur Uyarı sürmesine karşın nöron içinde aksiyon potansiyelinin frekansı azalır



Aksiyon potansiyelinin frekansı uyarı kesilmeden önce azamaya başlar

Uzun erimli, sabit bir uyarıya yavaş ve hızlı uyum sağlayan reseptörlerin verdiği yanıtlar



Hızlı uyum sağlayan reseptörler sabit bir uyarıya uyum sağlamadan kısa bir süre önce yanıt verirler. **Uyarı bittiği zaman, çoğu “kapanma yanıtı” gösterirler.**

Yavaş uyum sağlayan reseptörler yavaşça azalan reseptör potansiyeline sahip olup afferent nöronlarda başlayan aksiyon potansiyelleri **uyarı devam ettikçe görülmeye devam eder**

Hızlı uyum sağlayan reseptörler

- ◎ Uyum sadece tek bir aksiyon potansiyeli üretebilecek kadar hızlı olabilir
 - Bazı tipleri sadece uyarının başlangıç anında aksiyon potansiyelleri başlatır buna “**açılış yanıtı**” denir
 - Bazıları uyarının başlama anında patlama ile yanıt verip uyarı kesildiği anda tekrar yanıt verir “**kapanış yanıtı**”

Yavaş uyum sağlayan reseptörler

- Postürün kararlı bir şekilde sürdürülmesini sağlayan eklem ve kas reseptörleri gibi sürekli izlenmesi gereken göstergelere duyarlı sistemlerde sık görülür

Hızlı uyum sağlayan reseptörler

- Hareket eden veya hızla değişen duysal uyarıları izleyen (titreşim, duyusunu alan derideki duysal reseptörler gibi)
- Devamlı olmasına karşın yakından izlenmesine gerek olmayan duysal uyarılara duyarlı reseptörlerdir

Birincil Duysal Şifreleme (Kodlama)

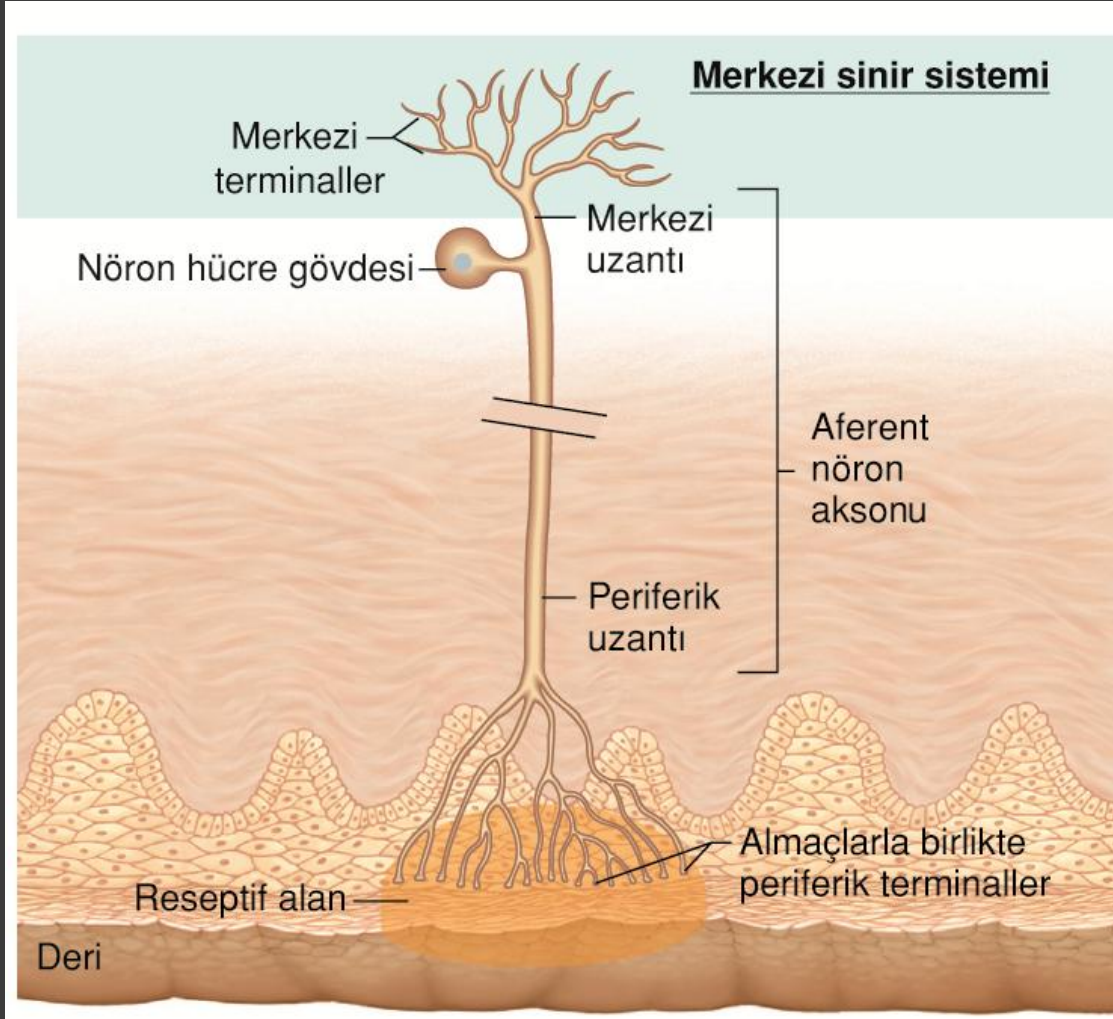
- **Kodlama** bir uyarı enerjisinin ilgili duysal bilgiyi MSS'ne iletecek bir işaret diline çevrilmesidir
- Uyarının önemli nitelikleri:
 - Uyarının tipi (modalite)
 - Şiddeti
 - Görüldüğü nokta

Kodlama periferik sinir sisteminde alıcı nöronlarda başlar

Duysal Birim ve Reseptif Alan

- ⦿ Tek bir afferent nöron kendisine ait reseptör uçlarının tümüyle birlikte bir ***duysal birim*** oluşturur
- ⦿ Uyarıldığı zaman belli bir afferent nöronun etkinleşmesine yol açan beden alanına ***reseptif (alıcı) alan*** denir

Duysal reseptörlerin yerleşimi



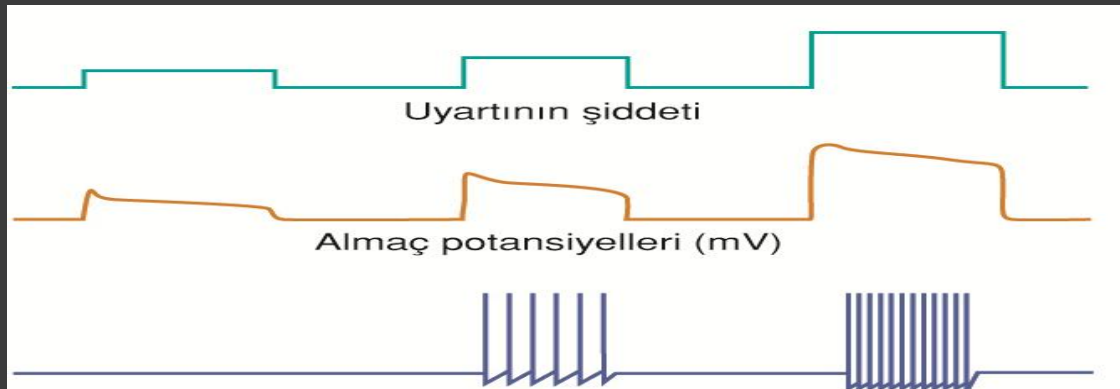
- Komşu nöronların reseptif alanları birbirleri ile örtüşme göstermektedir. Yani, tek bir noktanın uyarılması bir çok duysal birimi etkinleştirir
- Bu örtüşmenin derecesi bedenin farklı kısımlarında değişkenlik gösterir

Uyarının Tipi (Modalitesi)

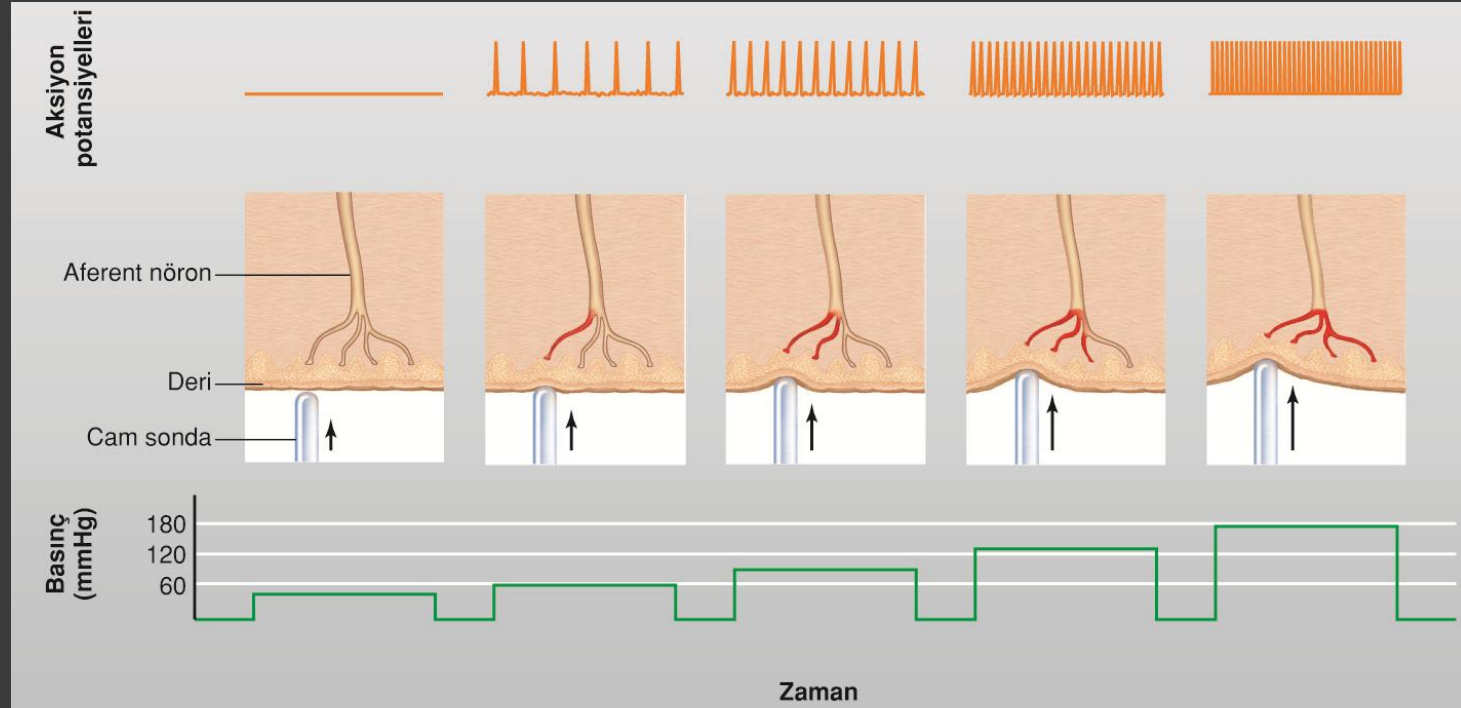
- Sıcaklığın alt modaliteleri soğuk/sıcak
- Tad duyusunun alt modaliteleri tuzlu/tatlı/ekşi/acı
- Bir uyarının etkinleştirdiği duysal reseptörün tipi, uyarının modalitesinin kodlanmasında birincil role sahiptir

Uyarının Şiddeti: Güçlü ile zayıf uyarılara ait bilgi aynı genlikte aksiyon potansiyelleri halinde taşındığına göre bu iki uyarının şiddetleri arasındaki ayrımı nasıl yaparız?

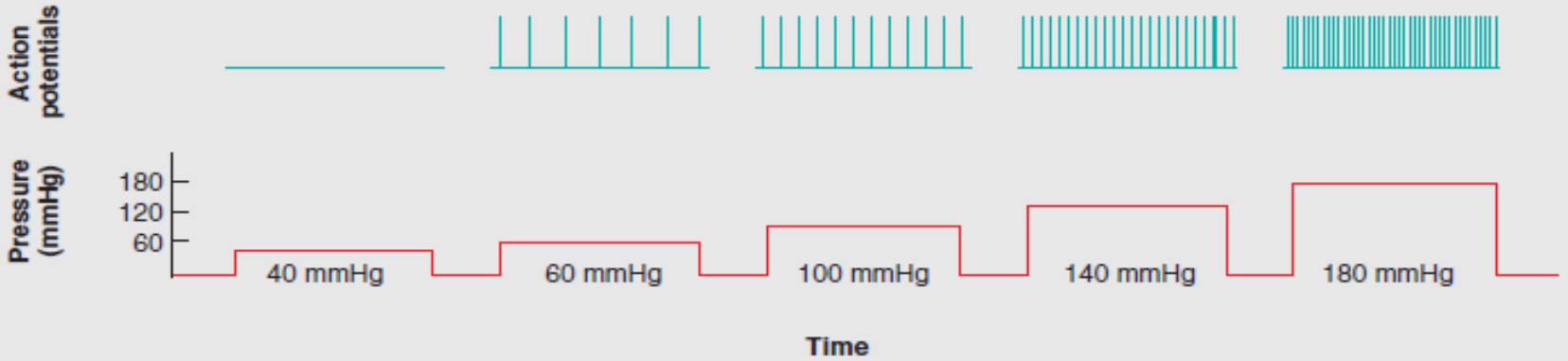
- Tek bir afferent nöron üzerinden gönderilen aksiyon potansiyellerinin sıklığı ile
 - Artmış uyarı şiddeti----daha büyük bir reseptör potansiyeli----daha sık aksiyon potansiyellerine



- Lokal bir uyarının şiddeti arttıkça, afferent nöronun birbirine komşu dalları üzerindeki reseptörleri etkinleşir. Lokal akımlar yığılmaya başlar.



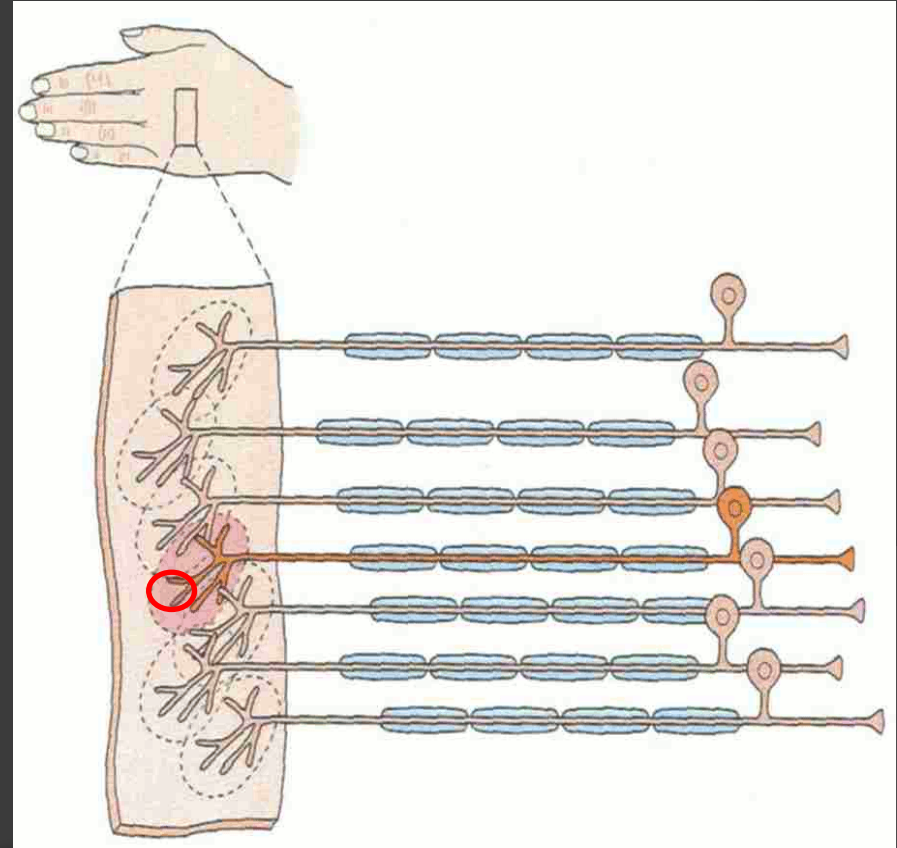
Uyarı şiddetindeki artış aksiyon potansiyelinin sıklığını artırır.



Farklı büyüklüklerde basınca maruz kalan bir duysal birimde oluşan aksiyon potansiyelleri

Güçlü uyarılar genellikle daha fazla reseptif alanı etkiler, diğer afferent nöronların sonlarında benzer reseptörleri aktive eder

- *Bir yüzeye hafifçe dokunduğumuzda: temas alanı küçük, tek reseptör aktive olur.*
- *Yüzeye daha fazla bastırarak dokunduğumuzda: uyarılmış deri alanı artmış olur, recruitment*



Uyarının Yeri

- Uyarının nereye uygulandığı
 - Görme, koku, ve duyma olaylarında uyarının yerinin gerçekte bedenin hangi noktasına uygulandığı değil bu uyarının hangi noktadan kaynaklandığı yorumunu sağlayacak bilginin aktarılmasıdır
 - Havlayan köpeğin görünüm ve sesi bu uyarıların göz ve kulağın neresine geldiği değil köpeğin nerede bulunduğu

Uyarının yerinin şifrelenmesi

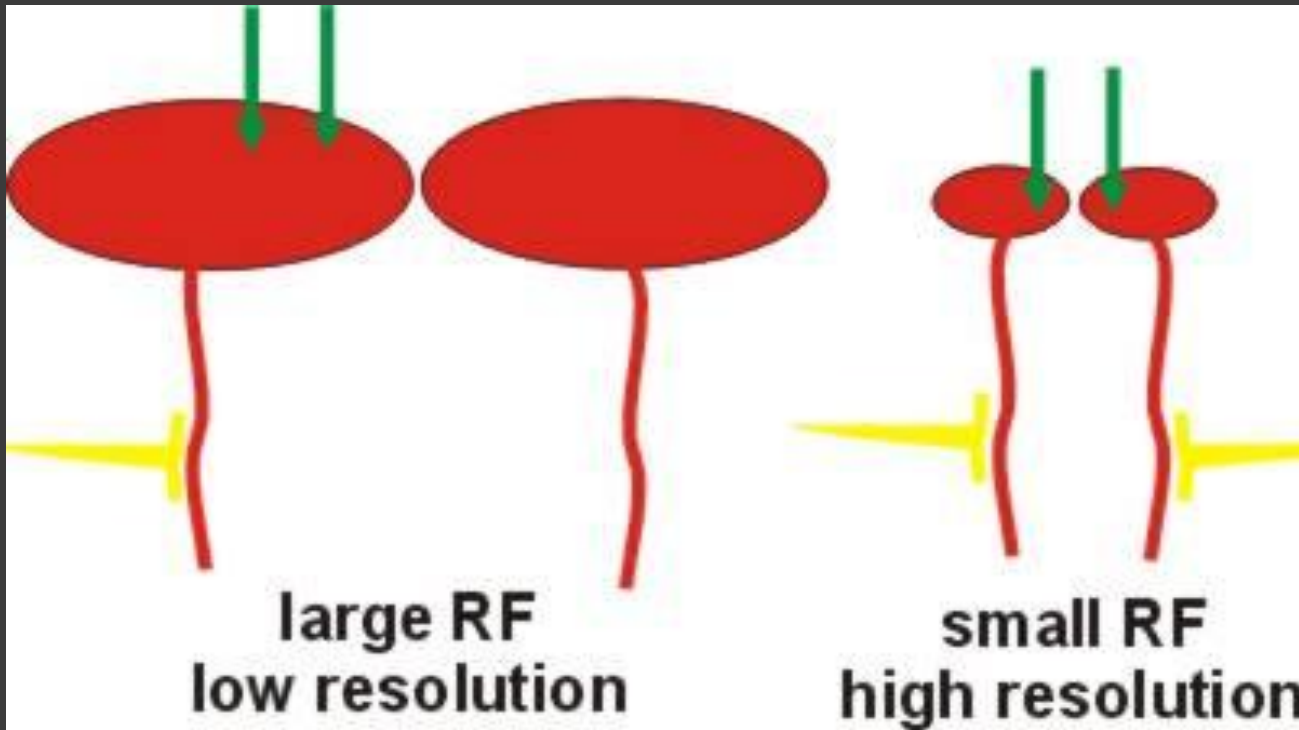
● Uyarının yeri

- uyarılan reseptörün bulunduğu nokta,
- her reseptöre ait aksiyon potansiyelleri,
- MSS'deki modalitesi
- beden bölümüne eşlik eden bir bölgeye giden özgün yollar

üzerinden aktarılıyor olması ile şifrelenir.

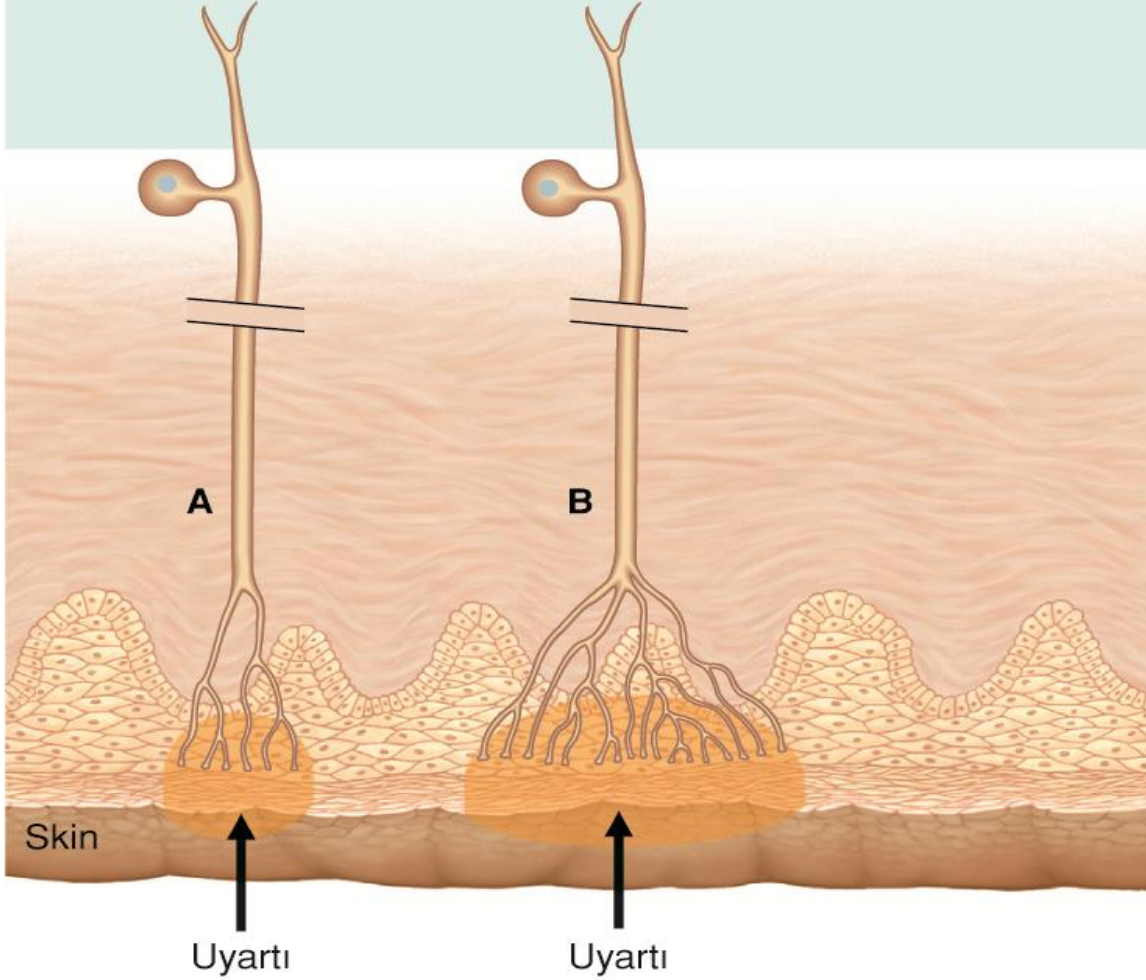
- Birbirinden ayrı anatomik yollar ile şifrelenmiş yollara **etkilenmiş (işaretlenmiş) yollar** adı verilir.
- Bir uyarının bitişik bir diğer uyarıdan ayırt edilmesi ve yerinin belirlenmesi olan **keskinlik/kesinlik** birleşim yapan nöronal girdilerin niceliğine bağlıdır.

- Birleşim/kavuşum ne kadar fazla ise keskinlik o kadar zayıftır.
- Reseptif alanın genişliği ne kadar fazla ise keskinlik o kadar zayıftır.



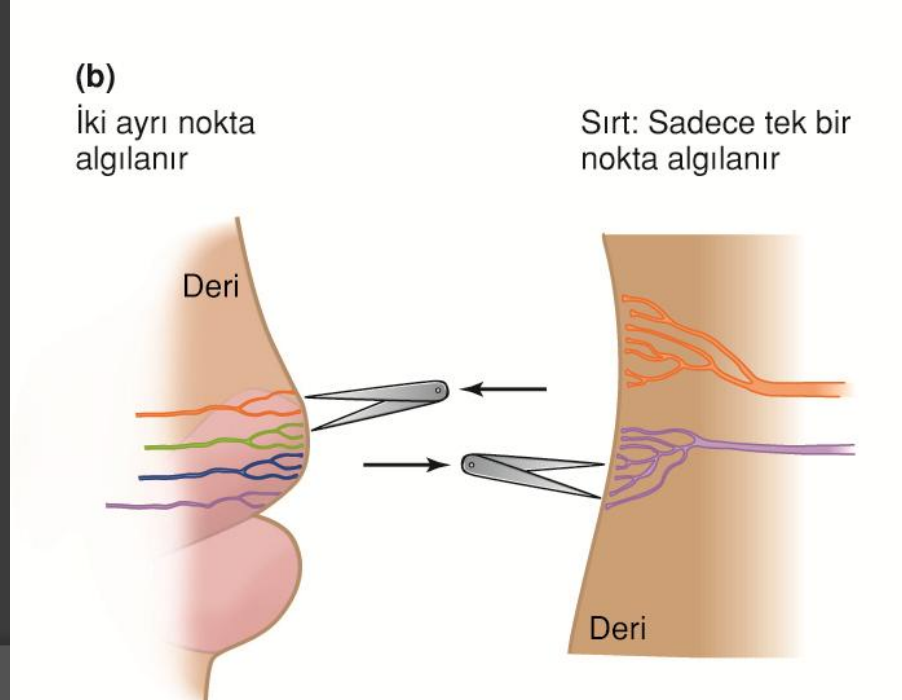
(a)

Merkezi sinir sistemi



Küçük reseptif alana sahip bir nörona uygulanan uyarı geniş reseptif alana sahip nörona uygulanan uyarının konumundan çok daha keskin şekilde belirlenir.

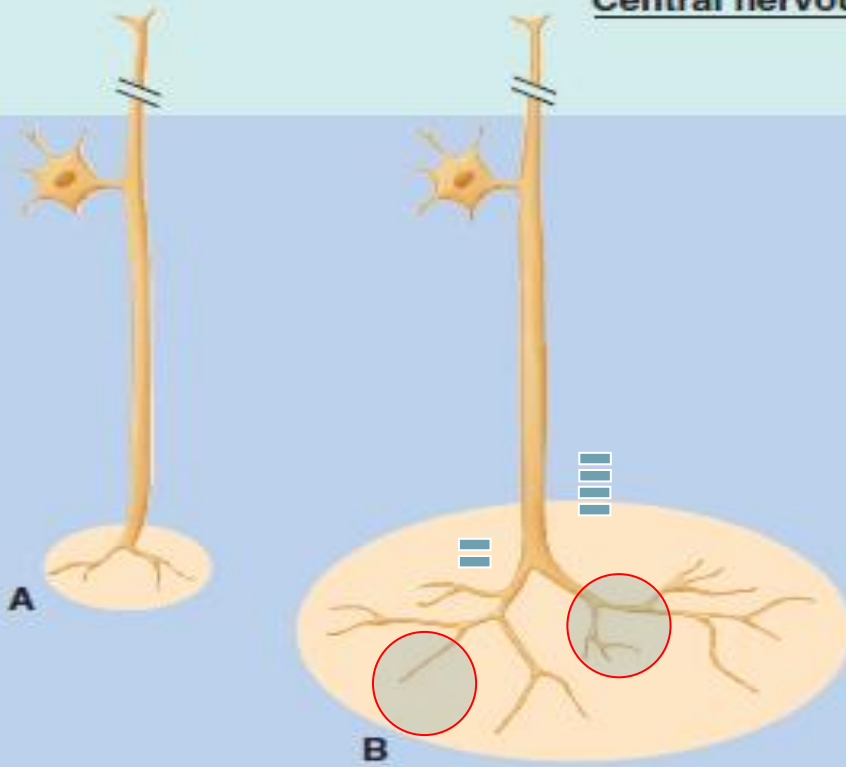
- Örneğin dudaklara uygulanan iki uyarı arasında iki nokta ayrımı kolaylıkla yapılır.
 - Neden? Duysal birimlerin küçük ve çok sayıda olması
- Örneğin sırtta
 - Birkaç duysal birimlerin büyük ve yaygın şekilde yerleşmiş olmasından ötürü iki nokta ayrımı yapmak güçtür



- Örneğin İç organlarda birkaç afferent nöron bulunması ve bunların sahip olduğu reseptif alanların geniş olmasından dolayı deriden gelen duyumların yerlerinin belirlenmesine göre çok daha az kesinlik taşır.

- ⦿ Afferent bit nöronun reseptif alanının merkezine uygulanan uyarıya karşı verdiği yanıt en şiddetli olan yanıttır
 - Burada reseptör ucu sayısının fazla olması
 - Kendisine komşu afferent nöronda çok sayıda aksiyon potansiyeli üretmesi
- ⦿ Uyarının reseptif alanın çevresine kayması ile yanıtta azalma olur

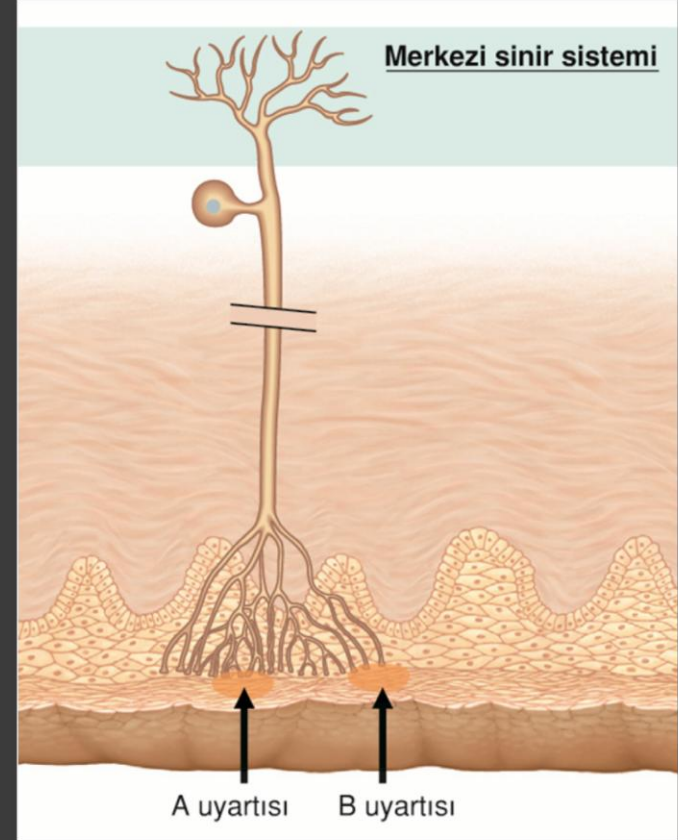
Central nervous system



Tek bir afferent lif üzerinde yüksek frekansta impulsların bulunmasının anlamı:

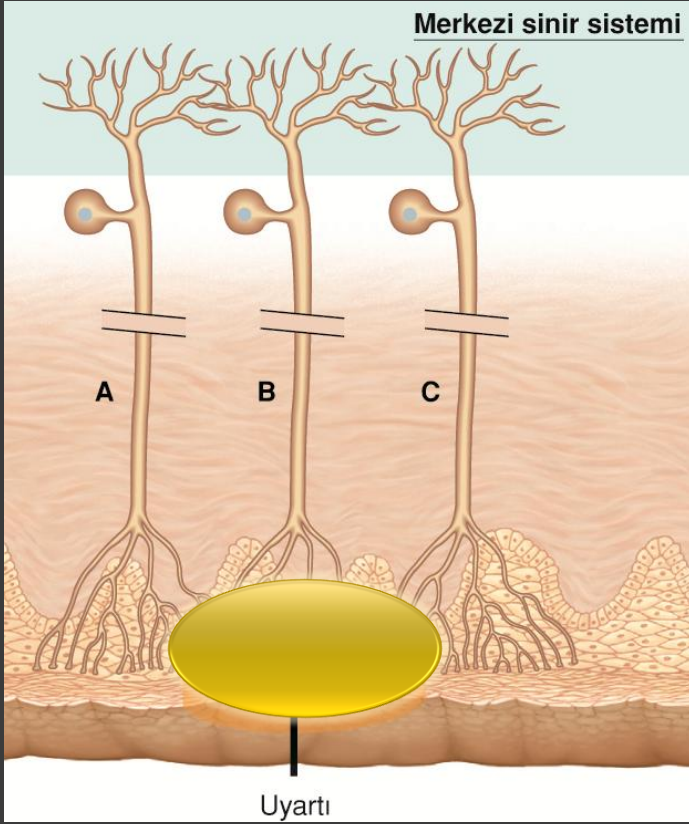
- Merkez noktaya orta şiddetli bir uyarı uygulanması
- Periferdeki bir noktaya daha şiddetli bir uyarı uygulanması
- ⦿ Yani, uyarının ne şiddeti ne de yeri tek bir afferent nöron aracılığı ile kesin şekilde saptanamaz

- A alanının çevresindeki reseptörlerin yoğunluğu daha fazla olduğundan uyarıya yanıtta oluşan aksiyon potansiyellerinin sıklığı da daha fazladır

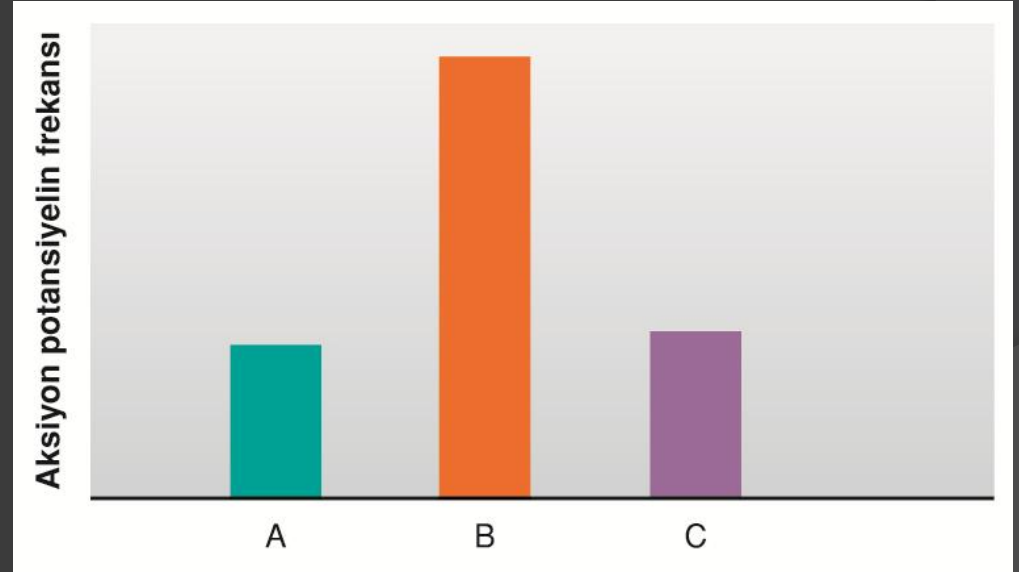


- Diğer taraftan farklı afferent nöronların reseptör uçları örtüştüğü için bir uyarı birden çok duysal birimdeki etkinliği tetikleyebilir

Bir uyarı noktası: Üç afferent nöronun birbirleri ile örtüşen reseptif alanları birbirlerinin içinde yer almakta

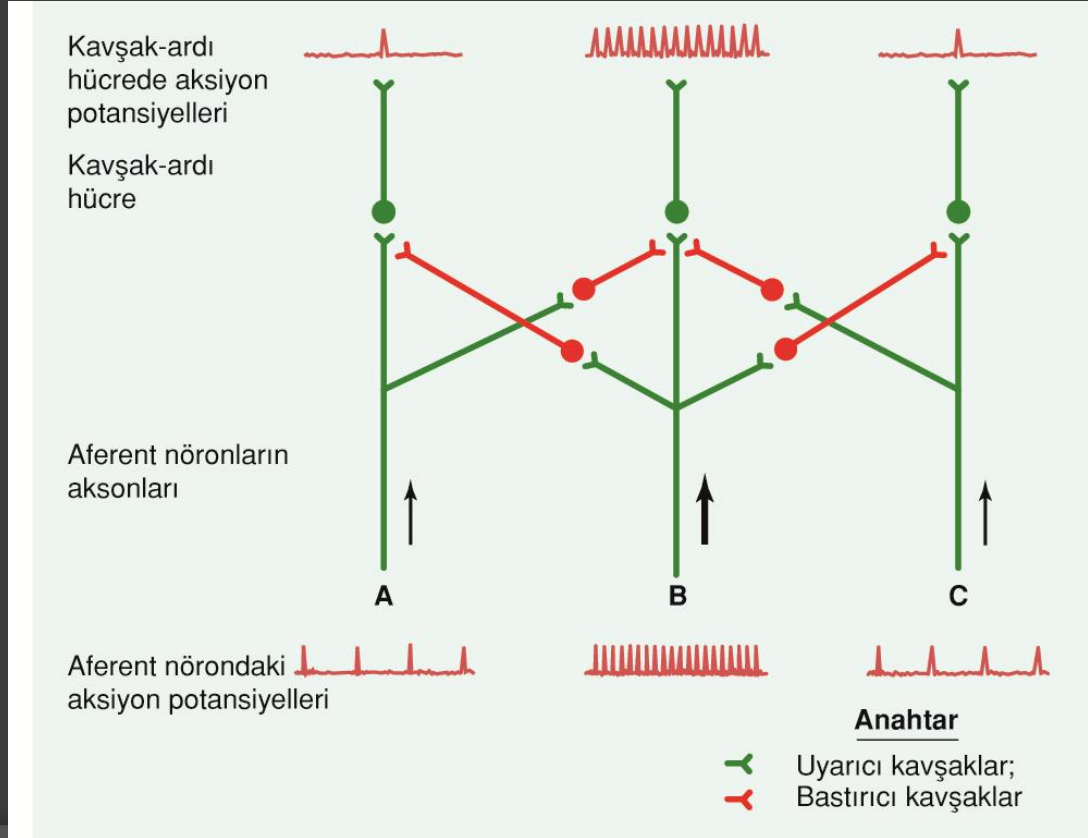


Üç noktadaki aksiyon potansiyeli farkları



Lateral İnhibisyon

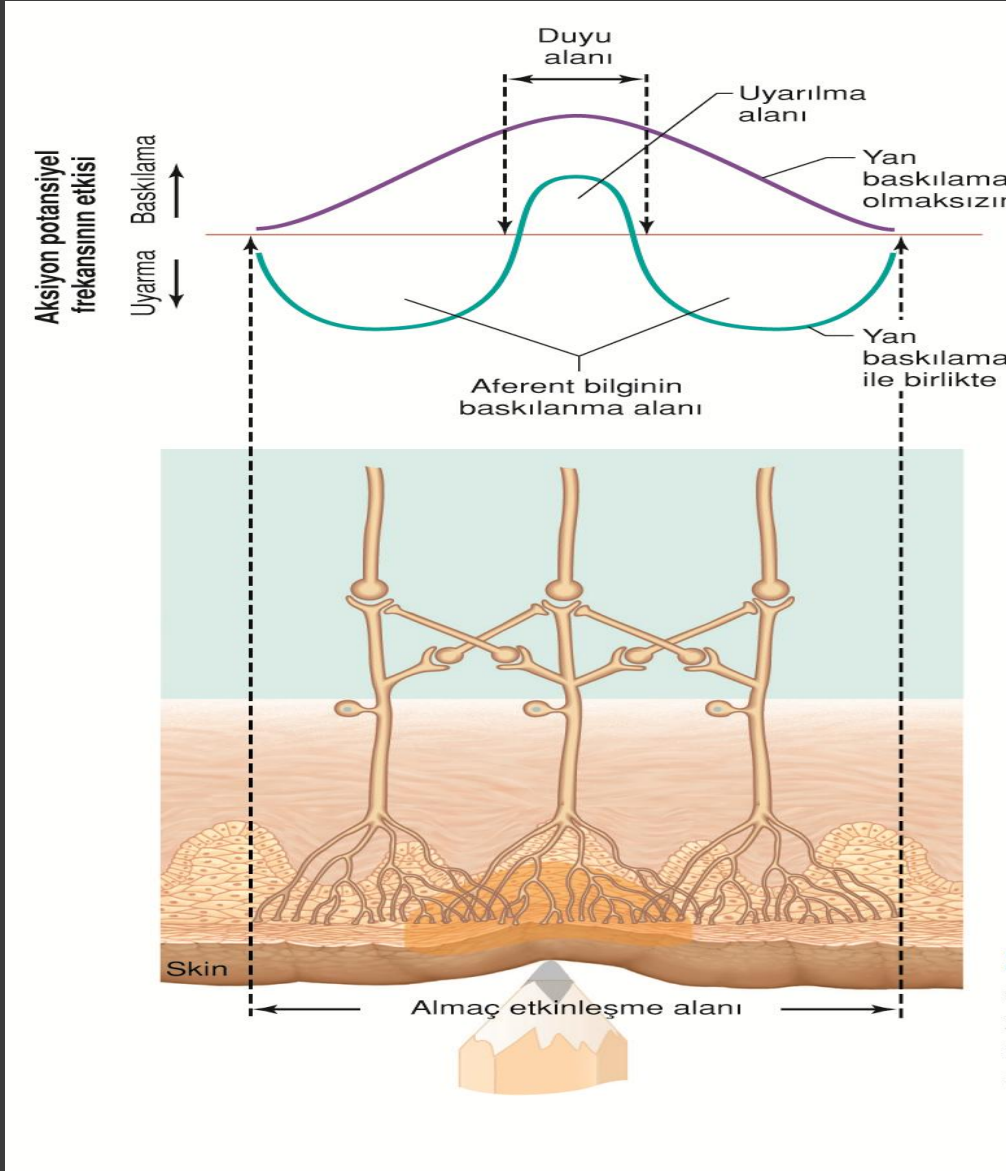
- Çevreden gelen bilgi merkezden gelen bilgiye göre şiddetle baskılanır



Lateral İnhibisyon

- ⦿ Lateral inhibisyon uyarılmış bir bölgede merkez ile çevre arasındaki kontrastı pekiştirir
- ⦿ Bu yolla beynin duysal bir girdinin yerini belirleme becerisi artar

- Gözünüz kapalıyken kalemin ucunu parmağınızda bir yere bastırıldığınızda, yerin etrafının basıncın etkisiyle çökmesine rağmen basıncın nereye lokalize olduğunu kesin şekilde ayırt edilebilir.



Central nervous

