

## SINAPSLARDA İMPULS İLETİMİ

-Bir sinir hücresinin diğer bir sinir hücresi veya hedef organ ile bağlantı noktalarına sinaps adı verilir.

- **Sinaps 3 yerde bulunur:**

-İki nöron arasında

-Duyu nöronu ile reseptör organ arasında

-Motor nöronu ile efektör organ arasında

**ÖRNEK: Aşağıdaki yapı çiftleri arasında sinaps görülür:**

-Reseptör-duyu nöronu denteriti arasında

-Duyu nöronu aksonu-Ara nöronun dentriti arasında

-Ara nöronun aksonu-motor nöronun dentriti arasında

-Motor nöronun aksonu-Efektör arasında

Duyu nöronu aksonu-Motor nöronun dentriti arasında

**NOT:**Merkezi sinir sisteminde bazı nöronlar arasında dentritten dentrite sinapslar gözlenir.

-**Birkaç tane de sinaps görülmeyen yapı çiftlerine örnek verelim; www.biyolojiportali.com**

-Duyu nöronu dentriti-Motor nöronun aksonu arasında

-Ara nöron aksonu-Efektör organ arasında.

-**Sinapslar iki çeşittir;**

-**a. Elektriksel sinapslar:** Elektriksel akımlar doğrudan bir nörondan diğerine geçer ve çok hızlı tepkilere yol açar. Omurgasızlarda yaygın olup, omurgalılarda da bazı organlarında ritmik kas kasılmalarını gerçekleştirir. Oldukça dardır.

-**b. Kimyasal sinapslar:** Omurgalılarda sinir sistemindeki çoğu sinaps kimyasal tiptedir. Kimyasal sinapslar elektriksel olana göre daha çeşitli ve ayrıntılı tepkiler sağlar. Elektriksel sinapslardan daha geniştir.

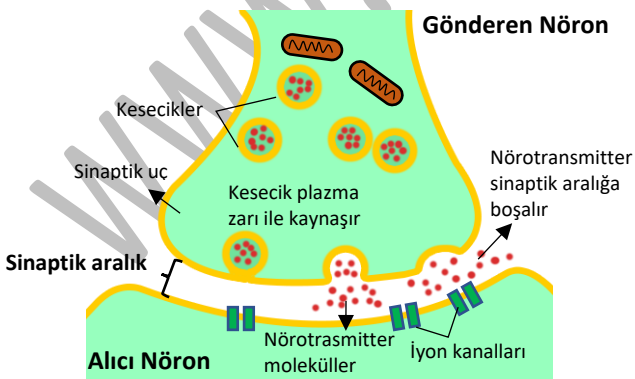
-Kimyasal sinapslarda sinaptik aralık adı verilen dar bir boşluk vardır. Bu boşluk, uyarıyı gönderen nöronun sinaptik ucunu alıcı hücreden ayırır. İmpuls uyarıyı gönderen nöronun akson ucuna ulaştığında, nörotransmitter moleküllerden oluşmuş kimyasal bir sinyale dönüşür.

-**Nörotransmitter:** Kısaca bir nörondan diğerine impuls iletilen kimyasal maddelerdir diyebiliriz.

-**Daha geniş ifade edecek olursak nörotransmitter maddeler:**

-Elektriksel uyarıyı (impulsu) kimyasal sinyale dönüştüren, uyarıyı gönderen nöronun alıcı hücrede aksiyon potansiyeli (impuls) oluşturarak impulsu bir nörondan diğer bir hücreye aktarabilen kimyasal haberci moleküllerdir. Akson ucundaki sinaptik keseciklerin içerisinde bulunurlar.

- **Dopamin, histamin, serotonin, asetilkolin, adrenalin, nöradrenalin gibi maddeler, nörotransmitter olarak görev yapar.**



**Şekil: Sinapsta impuls iletimi**

### Bir Uyarının İmpulsun Nörondan Alıcı Hücreye Geçişinde Gerçekleşen Olayların Sırası

1. İmpuls akson ucuna geldiğinde akson ucunun  $Ca^{+2}$  geçirgenliği artar ve hücre içine  $Ca^{+2}$  difüzyonu başlar.
2. Kalsiyum iyonları etkisi ile sinaptik kesecikler önce uyarıyı gönderen nöronun plazma zarıyla kaynaşır.
3. Kesecikler açılarak ekzositoz ile (ATP harcanarak) nörotransmitter maddeler sinaptik boşluğa salınır.

4. Nörotransmitterler sinaptik boşluğuna difüzyonla yayılır ve alıcı hücrenin plazma zarındaki iyon kanal proteinlerinin üzerinde yer alan uygun reseptörlere bağlanır.

5. Reseptörlere bağlanan nörotransmitter maddeler dendrit ucundaki hücre zarlarının kanallarının açılmasını sağlar. Böylece hücre içine  $Na^{+}$  girişi başlar ve hücre depolarize duruma geçer. Böylece gelen impuls aynı şiddet ve özellikle diğer nörona aktarılmış olur.

6. İletim gerçekleştikten sonra sinaptik boşluktaki nörotransmitter maddeler enzimler tarafından parçalanır veya sinir hücresi tarafından tekrar hücre içine alınır (geri alım). Böylece dendrit ucundaki  $Na^{+}$  kanalları kapanır.

**Önemli not:** Bazen de nörotransmitterler aksiyon potansiyeli (impuls) doğmasına engel olur. Böylece akson ucuna gelen tüm impulslar buradan diğer sinir hücresine geçmemiş olur. Buna **seçici direnç** denir.

-Seçici direnç sayesinde sinapslarda uyarıların tüm vücuda dağılması engellenmiş olur. İmpulsun belirli bir yolda ilerlemesi ve sadece hedef organa ulaşması sağlanır.

-İmpuls komşu hücrenin dendritine ulaştırılıp iletim devam ettirilirse **kolaylaştırıcı sinaps**, iletilmeyip engellenirse **durdurucu sinaps** adını alır.

-Kolaylaştırıcı sinapslarda akson ucundan salgılanan nörotransmitter maddeler, komşu hücreye ulaşınca burada depolarizasyona neden olur ve impuls sonraki hücreye iletilir.

-Durdurucu sinapslarda ise akson ucundan salgılanan bir nörotransmitter madde, zarın polarizasyonunu artırarak impulsun nörondan geçişini durdurur.

-Engelleme ve kolaylaştırma sadece sinapslarda görülür.

-**Kimyasal sinapslar, son derece karmaşık bilgileri işleyebilir. Her gönderici nöron farklı miktarda ve cinsten nörotransmitter salgılayabilmektedir. Bu etkenler, sinir sisteminin yüksek oranda karmaşıklığa sahip uyarıları işlemesini ve uygun tepkileri çözümlemesini sağlamaktadır.**

### ÖNEMLİ HATIRLATMALAR

-İmpulsun iletimi için gereken enerji uyarıdan değil, nöronun ATP üretiminden gelir.

- Nöronların ATP üretimi için kullandıkları enerji verici tek molekül glikozdur.

-Sinirsel aktivite ne kadar fazla ise ara nöron sayısı o kadar fazladır.

-Uyarı şiddeti ne kadar artarsa artsın, impuls hızı değişmez, impuls sayısı artar. İmpuls sayısının artması, verilen tepkinin şiddetini artırır. (Çok sıcak cisme dokunduğumuzda elimizi hızlı çekmemiz gibi.)

-Uyarının şiddeti, frekansı (sıklığı) ve süresi de impuls sayısını etkiler. [www.biyolojiportali.com](http://www.biyolojiportali.com)

- Ranvier boğum sayısına göre impuls hızı değişmez.

- Ranvier boğumlarındaki atlamalı iletim, zamandan ve enerjiden tasarruf sağlar.

-Bir nöronun depolarize olan bölge eski haline dönmeden ikinci bir uyarıya cevap vermez.

- Nöronun geçen impuls sayısı arttıkça salgılanan nörotransmitter madde miktarı da artar.

-Bir impuls sinapsı geçerse, bunu izleyen diğer impulsların sinapstan geçişi daha kolay olur.

-Bir impulsun nörondan geçişi, kimyasal sinapstan geçişinden daha hızlıdır.

-Ya hep ya hiç prensibi, sadece bir sinir hücresi (bir sinir teli) veya bir kas teli için geçerlidir. Sinir demetleri veya bir kas demeti için geçerli değildir.

İmpulslar bütün nöronlarda aynı şekilde iletilmesine rağmen farklı duyarının oluşumu, merkezi sinir sisteminde farklı merkezlerin görev yapmasından kaynaklanır.