

Sinaptik iletim Sinir Kas Kavşağı
Post Sinaptik potansiyeller ve elektriksel
eşdeğer devreler

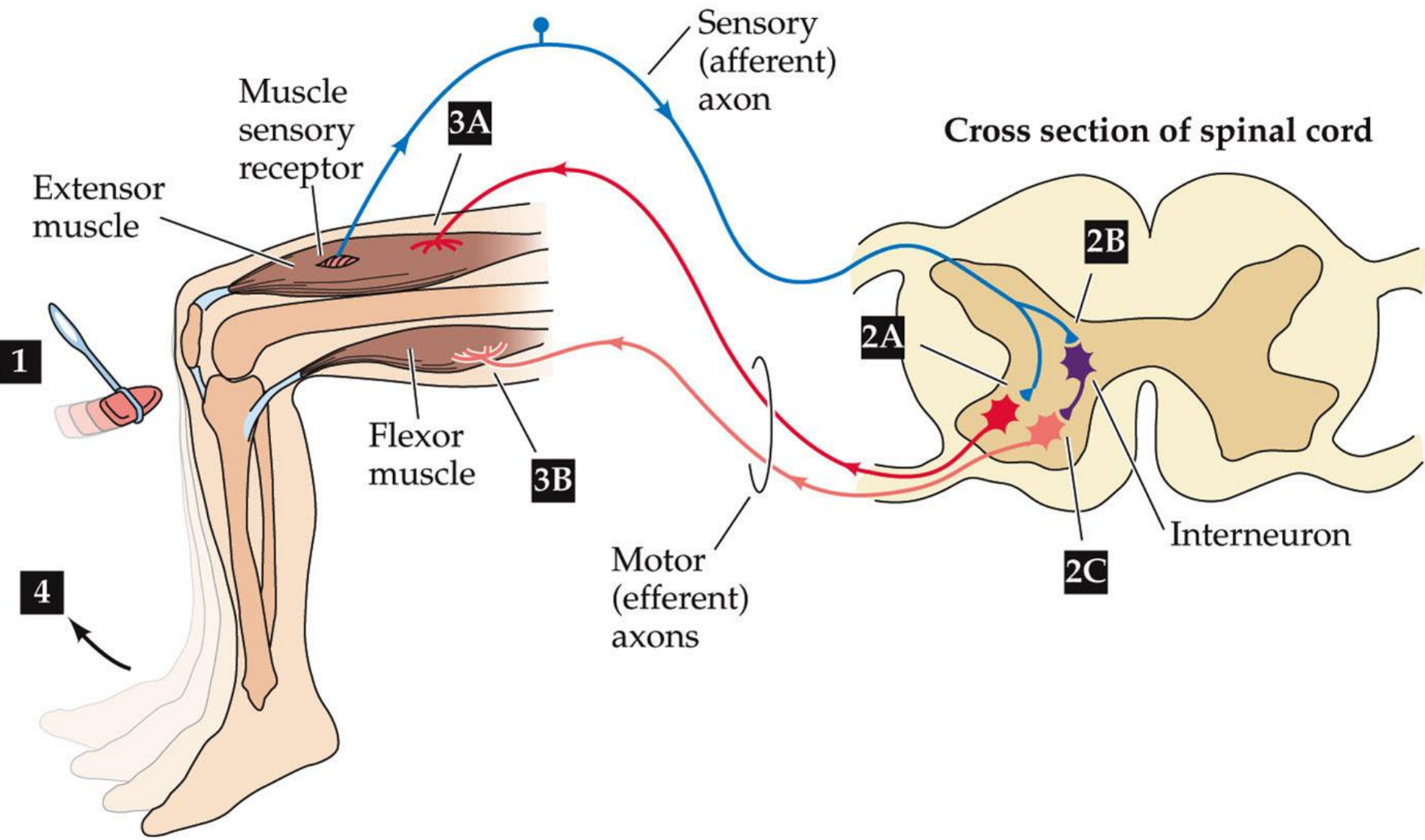
Dr. Araş .Gör. Yusuf OLGAR

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Biyofizik Anabilim Dalı

Dersin Hedefi

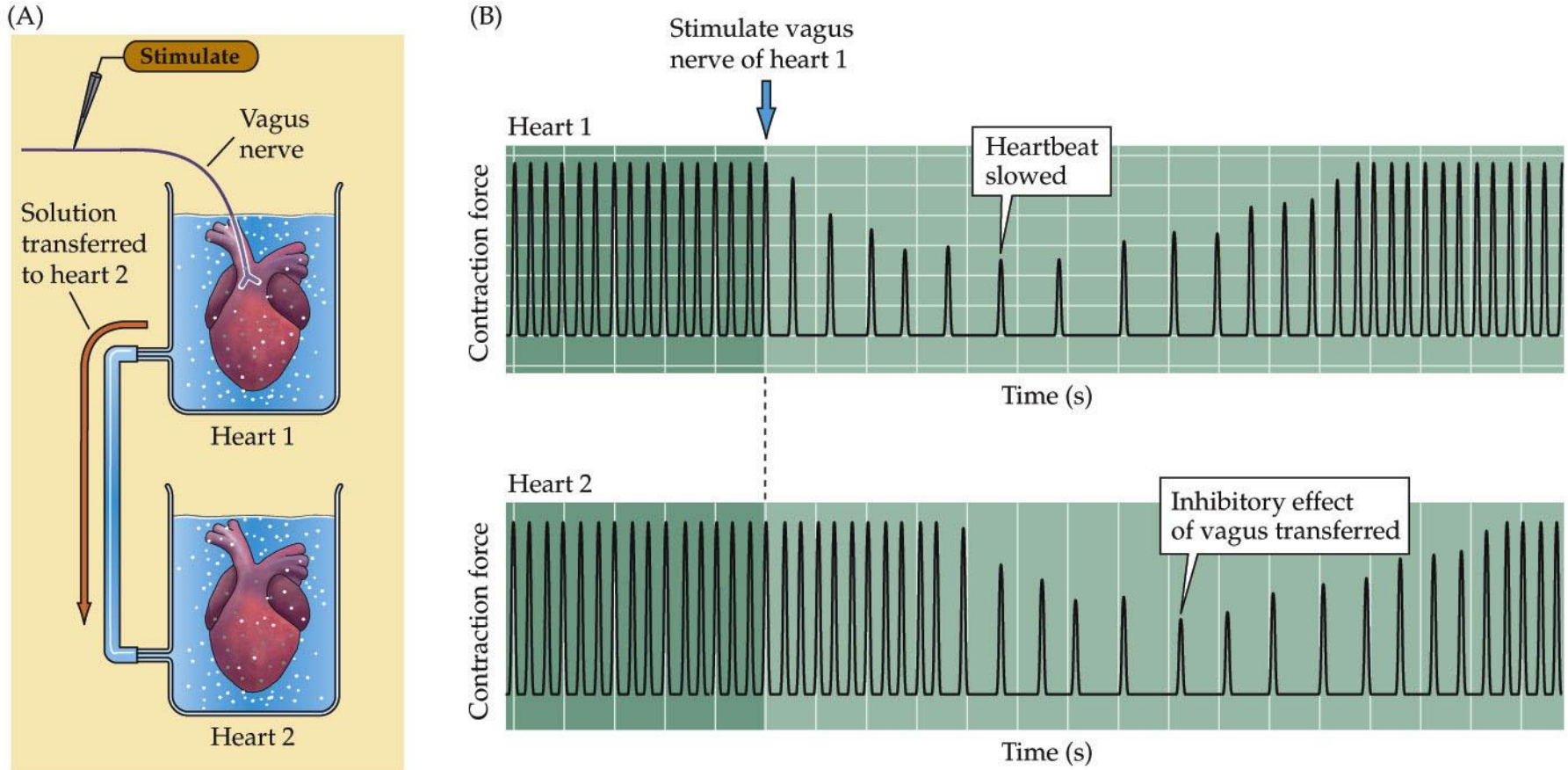
Sinaptik iletimin kavranması

Post sinaptik potansiyeller



NEUROSCIENCE, Fourth Edition, Figure 1.7 (Part 1)

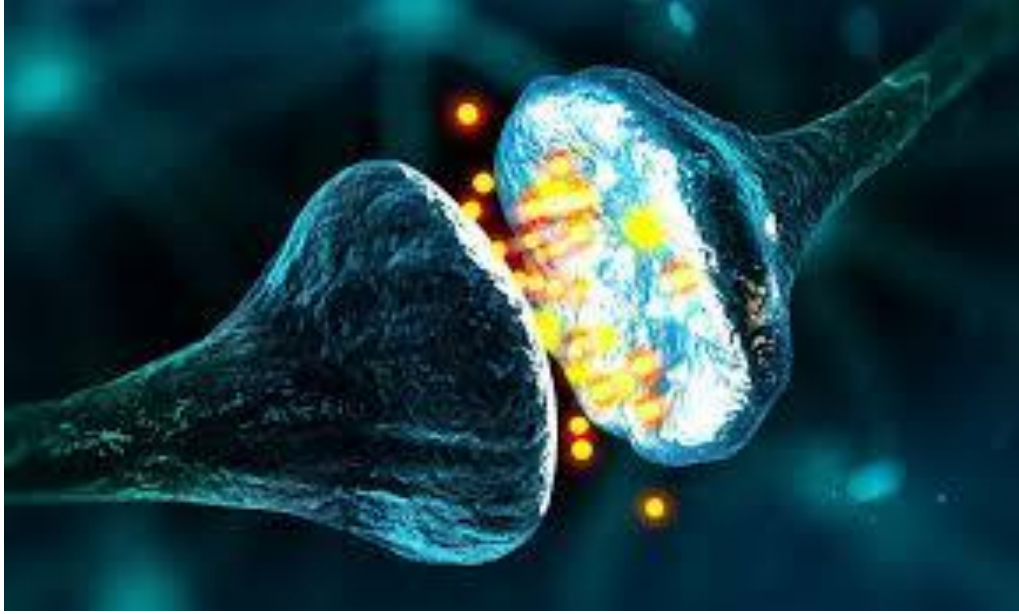
Nörotransmitter salınımı-sinaptik iletimin ilk deneyleri



Birinci kalbin uyarılmasıyla salınan nörotransmitterler alttaki deney düzeneğindeki kalbe benzer etki **yaparak Nörotransmitter varlığını** göstermiştir.

NEUROSCIENCE, Fourth Edition, Figure 5.4

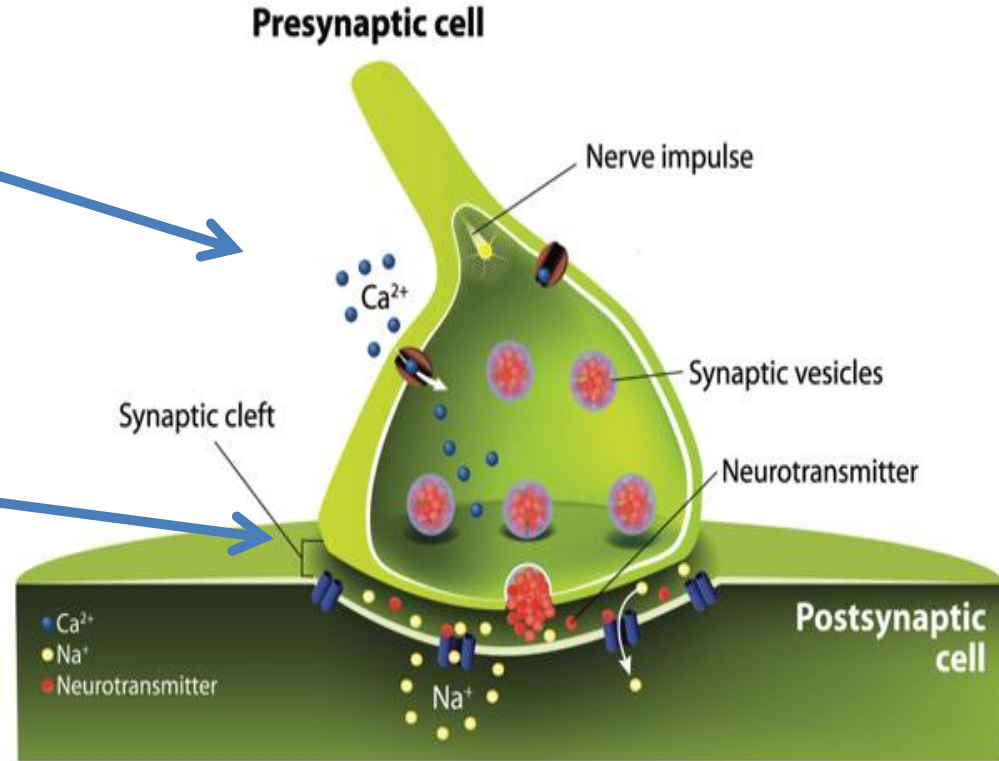
Sinaps ve sinaptik iletim nedir?



Komşu sinir hücreleri arasında ya da bir sinir hücresi ve bir kas hücresi arasındaki bilgi aktarımına **sinaptik iletim**, bu iletimin gerçekleştiği özelleşmiş bölgelere **sinaps** adı verilir.

Sinaptik iletimin temel bileşenleri

- Presinaptik hücre
- Sinaptik aralık
- Post sinaptik hücre

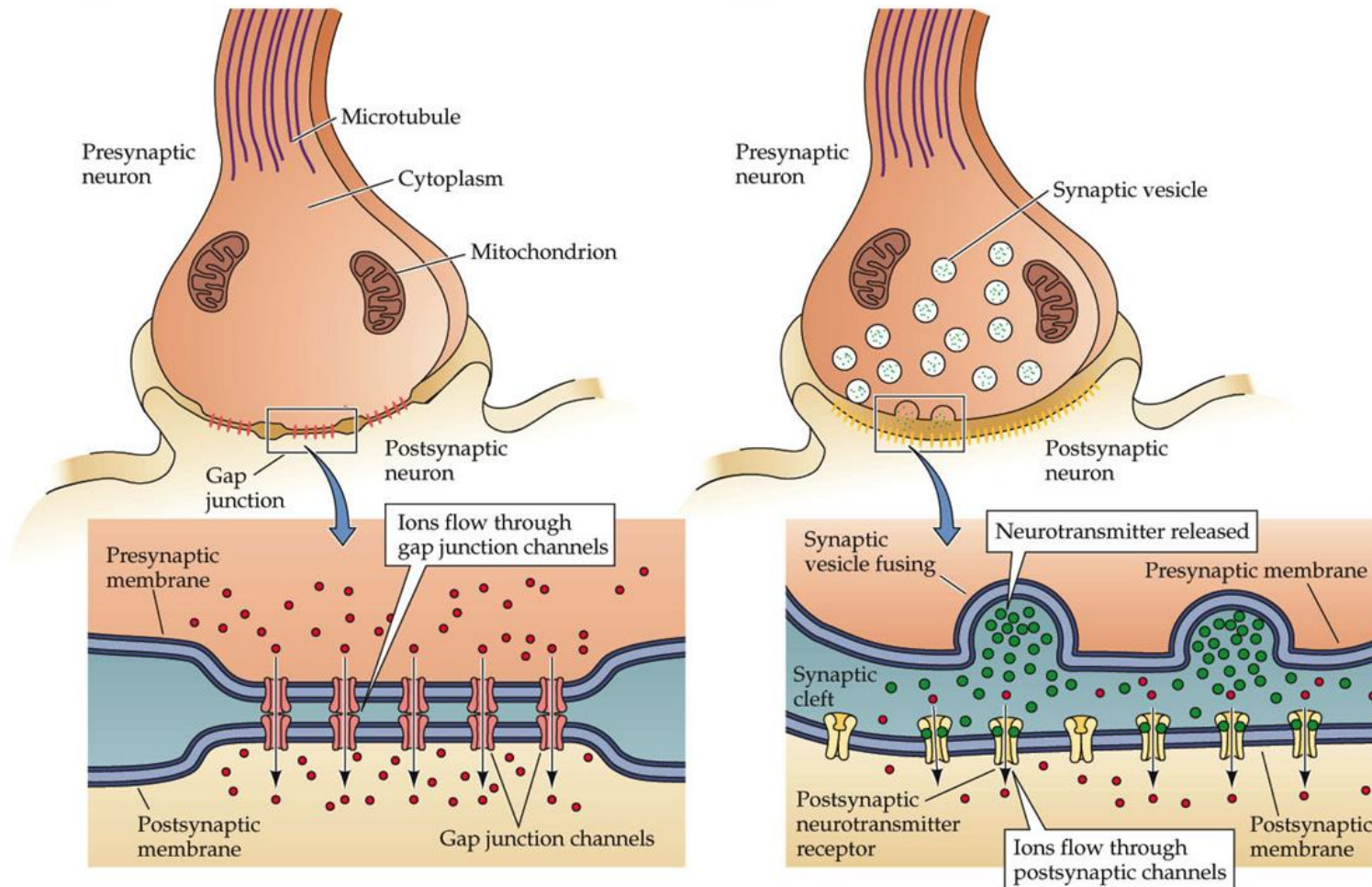


İleti yönü : Presinaptik hücre>>>> sinaptik aralık>>> postsinaptik hücreye doğrudur

Sinaptik iletim çeşitleri

(A) ELECTRICAL SYNAPSE

(B) CHEMICAL SYNAPSE



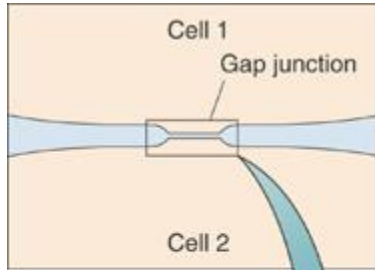
Elektriksel Sinaps= Gap junctions

Gap junction=gedik kavşak

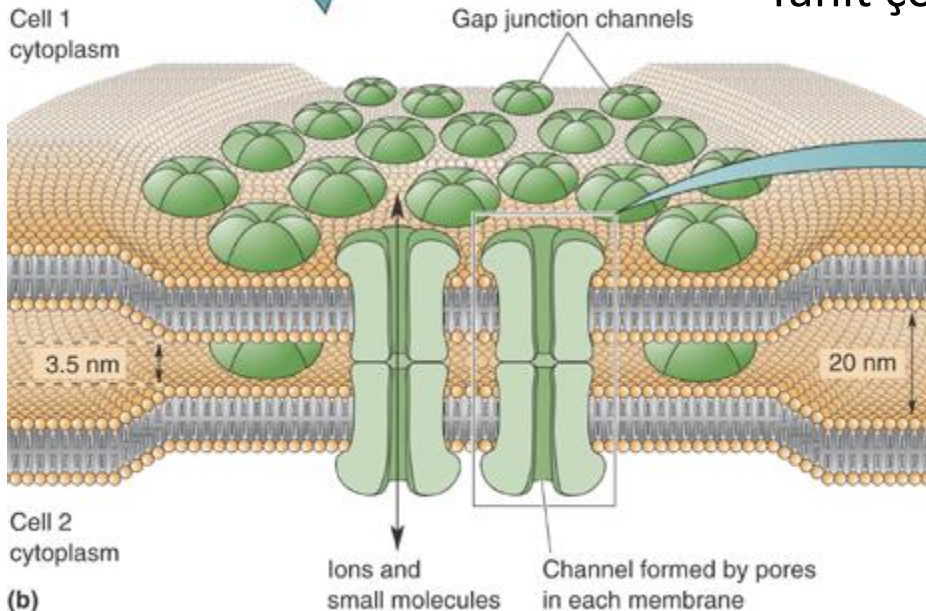
Connexin adı verilen 6'lı alt birimlerden oluşmuştur.

2 hücre arası mesafe çok az

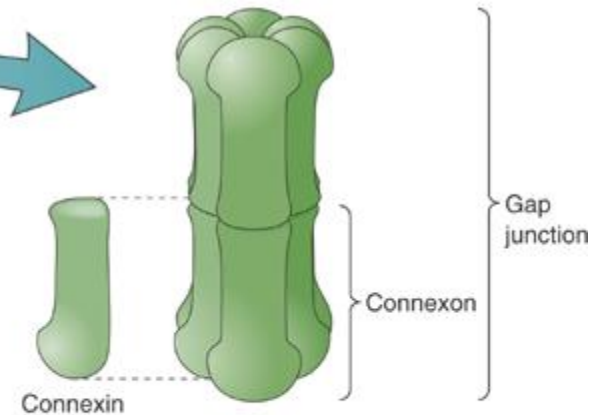
Yanıt çok hızlıdır



(a)

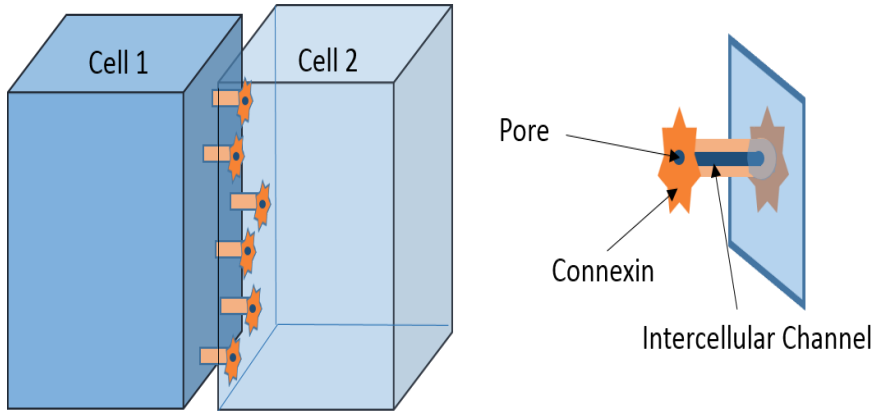


(b)

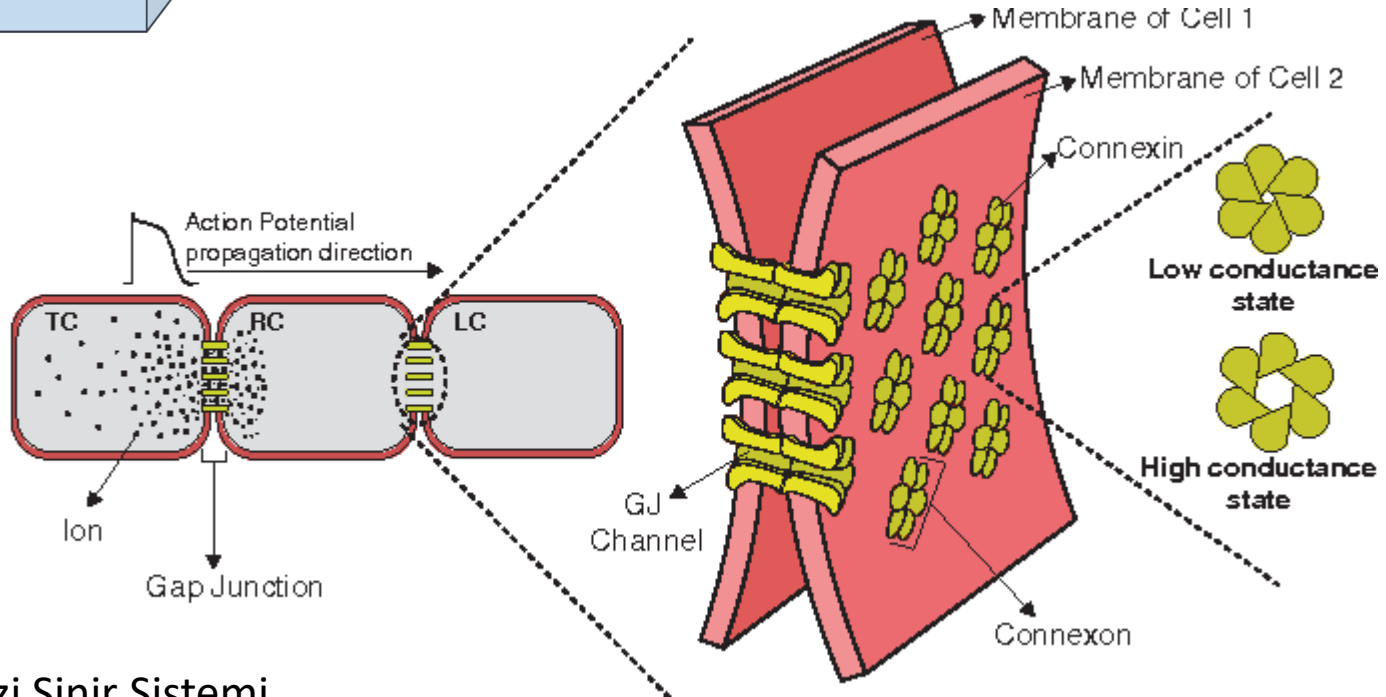


(c)

Elektriksel Sinaps= Gap junctions

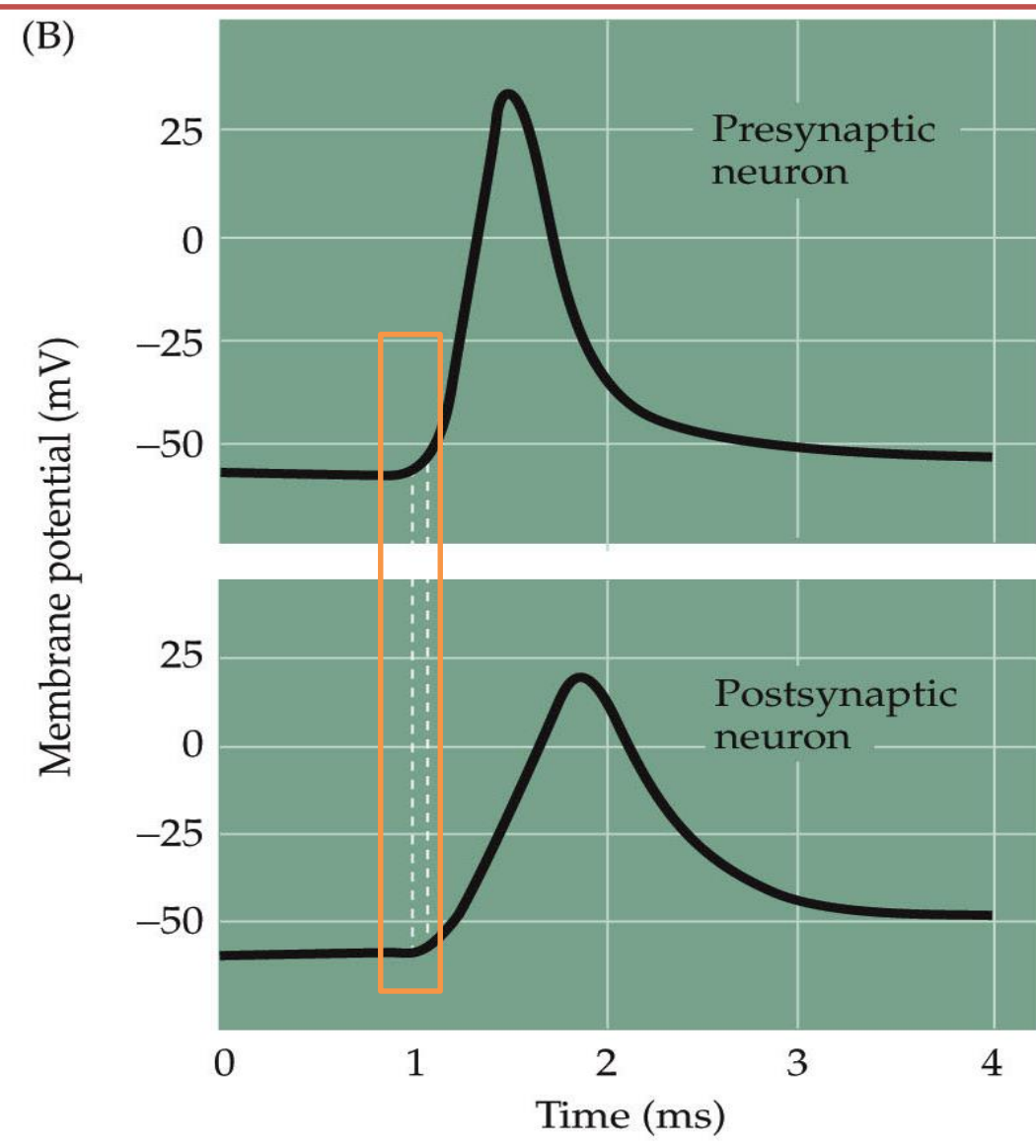


Kalpte etkin bir mekanizmadır.
*MSS'de de vardır.
Kalpteki milyonlarca hücrenin tek bir hücre gibi aynı anda kasılmasını (sinsisyum) sağlar.



*MSS=Merkezi Sinir Sistemi

Elektriksel Sinaps= Gap junctions



Presinaptik nöronda gerçekleşen *AP ikinci hücredekiyle neredeyse eş zamanlı gerçekleşir

*Aksiyon potansiyeli

Sinaptik iletim çeşitleri

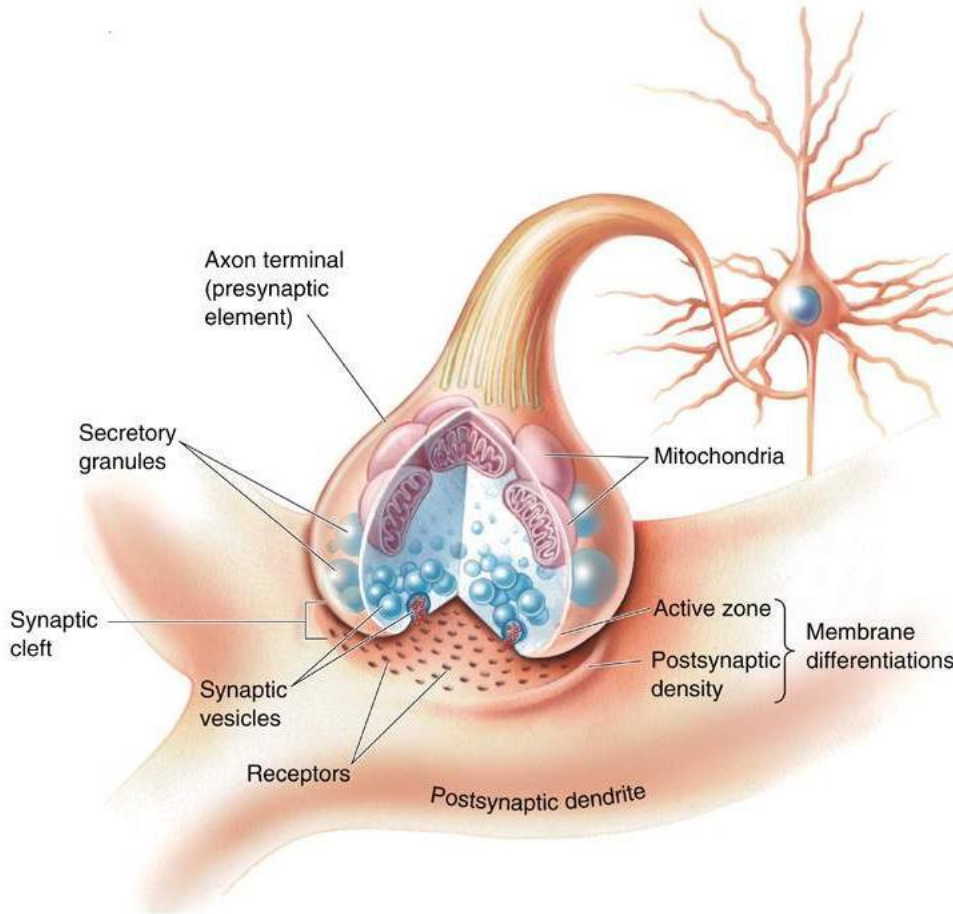
- ***Kimyasal sinaps***

- Sinyal türü kimyasal
- Hücreler arası mesafe fazla (20-30 nm)
- 2 hücre birbirinden tamamen uzaktır
- Yavaştır
- Tek yönlüdür

- ***Elektriksel Sinaps***

- Sinyal türü elektriksel
- Hücreler arası mesafe çok yakın (2 nm'den daha az)
- 2 hücrenin sitoplazmaları neredeyse ortaktır
- Çok hızlıdır
- Çift yönlüdür

Kimyasal Sinaps



Copyright © 2007 Wolters Kluwer Health | Lippincott Williams & Wilkins

Kimyasal Sinaps

2 hücre arasındaki mesafe fazladır

Sinir-Sinir ya da Sinir-Kas arasında iletim vardır.

Sinir-Kas arası iletime **Motor Son Plak** adı verilir

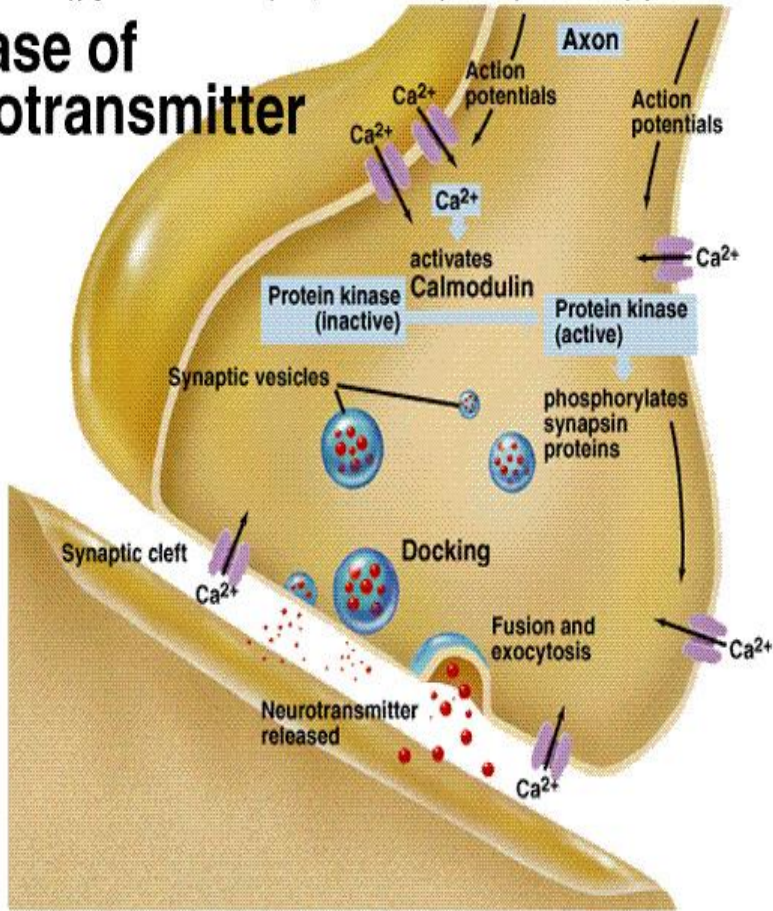
2 hücre arası bölgeye **sinaptik aralık** denir.

Nörotransmitter maddeler (asetilkolin gibi) **sinaptik aralığı** geçerek bir sonraki hücreyi uyarırlar

Nörotransmitterlerin salınımı

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

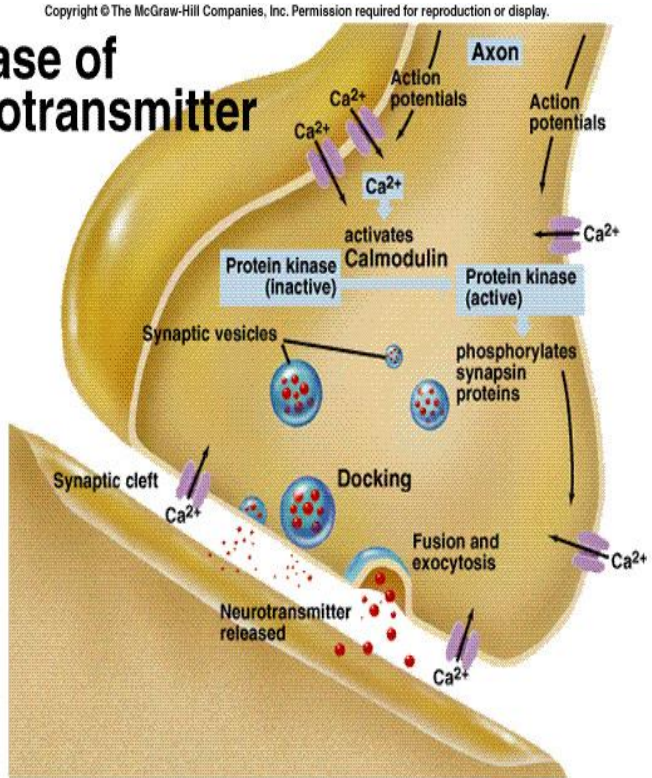
Release of Neurotransmitter



1. Depolarizasyon
2. Voltaj kapılı Ca⁺⁺ kanallarının açılması
3. Ca⁺⁺ inflakısı
4. Ca⁺⁺ -kalmodulinin protein kinazları aktifleştirmesi
5. Sinaptik veziküllerin presinaptik membranla birleşmesi
6. NT'in sinaps aralığına salınması (ekzositoz)
7. Diffüzyon
8. Post sinaptik hücrede YANIT

Nörotransmitterler

Release of Neurotransmitter



– Küçük organik moleküller

- Glutamate, Glycine, GABA
- Dopamine, **Acetylcholine**, Histamine

– Peptidler

- Dynorphin, Enkephalins

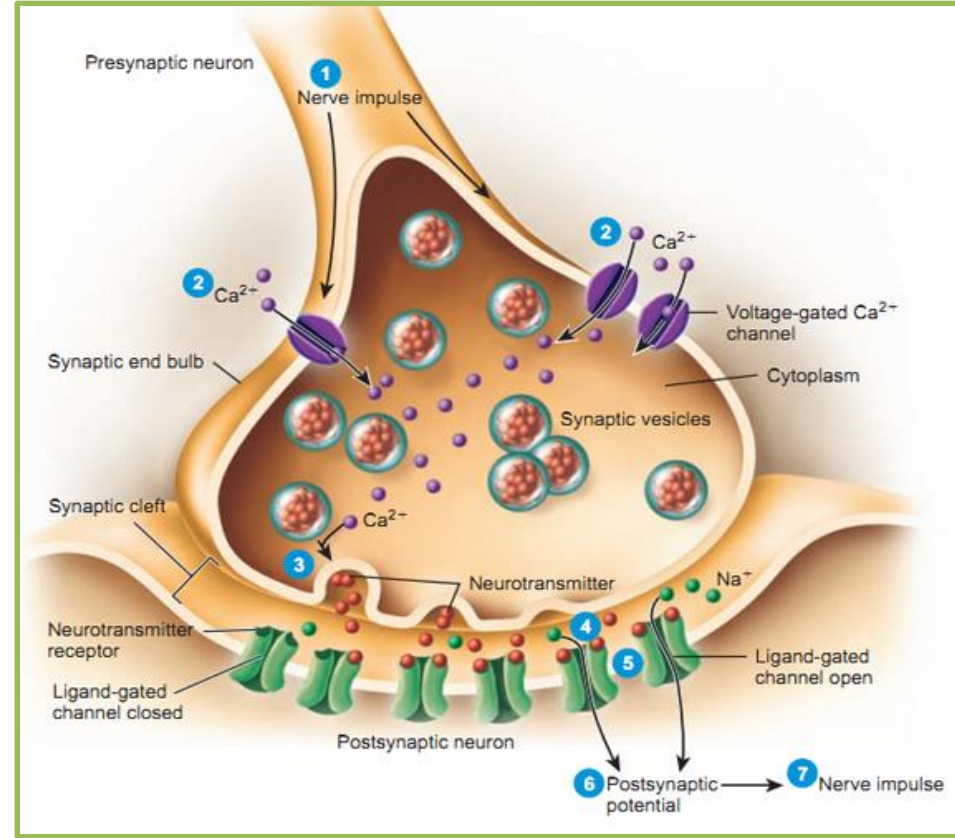
1. Presinaptik olaylar

Aksiyon potansiyeli

Ca^{2+} -kanallarının açılması

Vezikül oluşumu

Veziküllerin Sinaptik aralığa salınımı



Hücre içinde **Ca^{2+} artışı** birçok Ca^{2+} bağımlı yolağı aktive ederek nörotransmitterlerin veziküllere alınmasına ve taşınımına aracılık eder

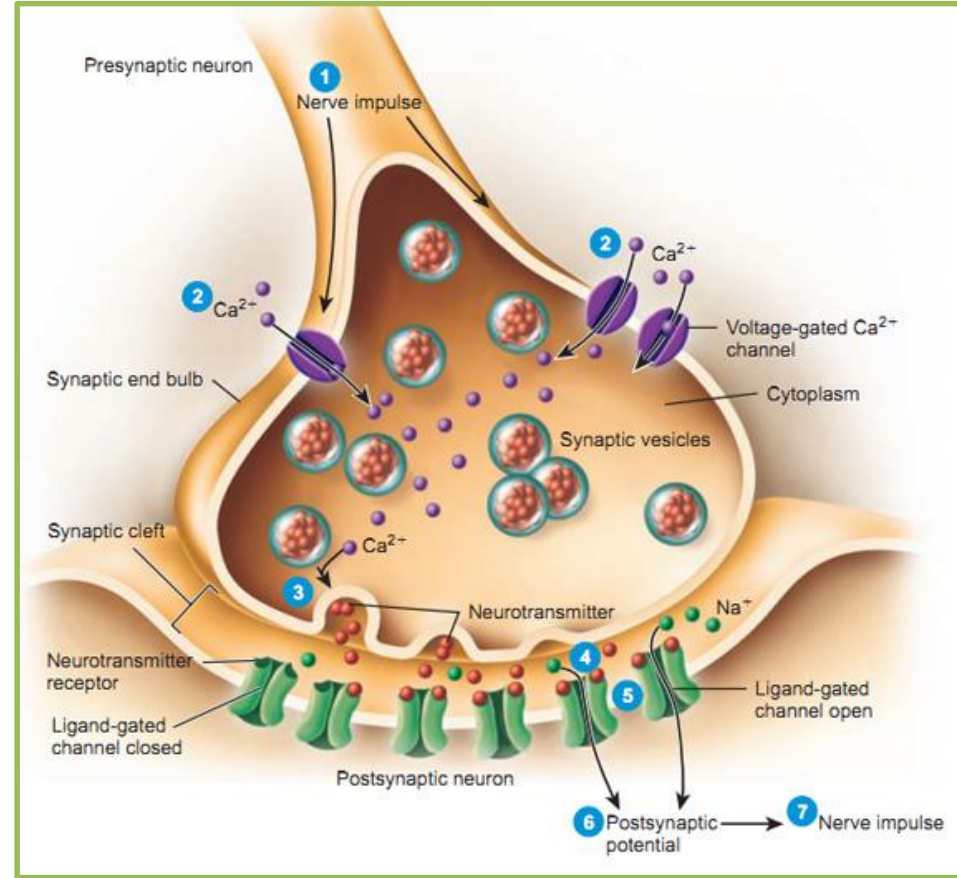
2. Sinaptik aralıkta gerçekleşen olaylar

Nörotransmitterlerin
difüzyonu

Post-Sinaptik
reseptörlere ulaşma

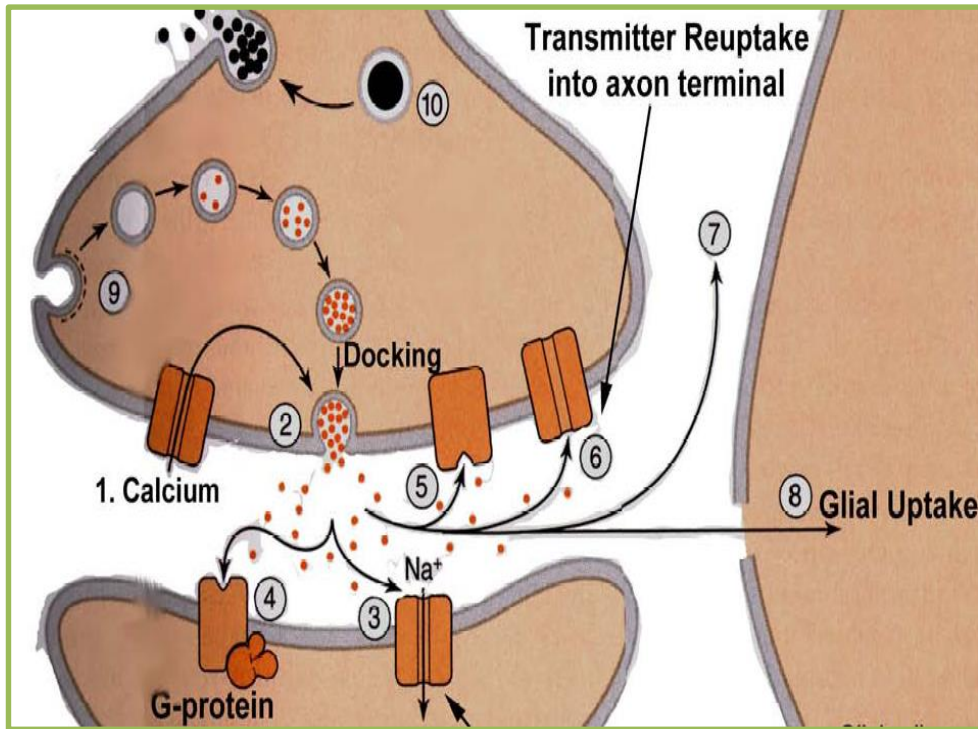
Post Sinaptik
hücrede uyarılma

Nörotransmitterlerin
geri alınımı



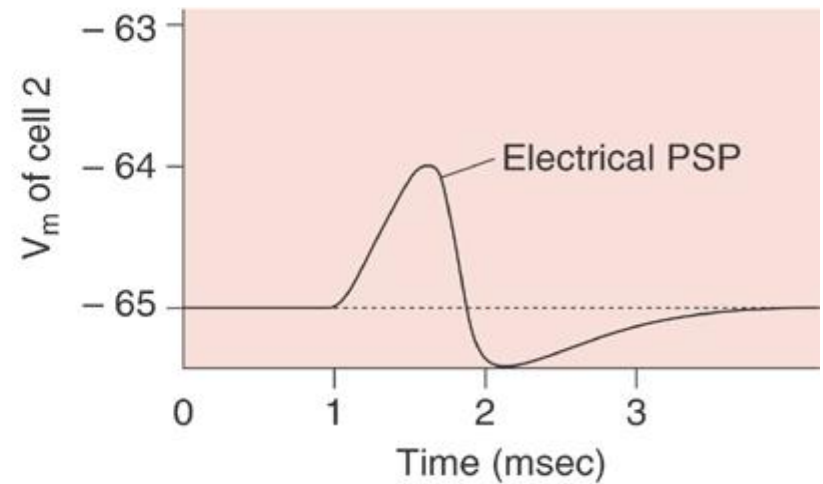
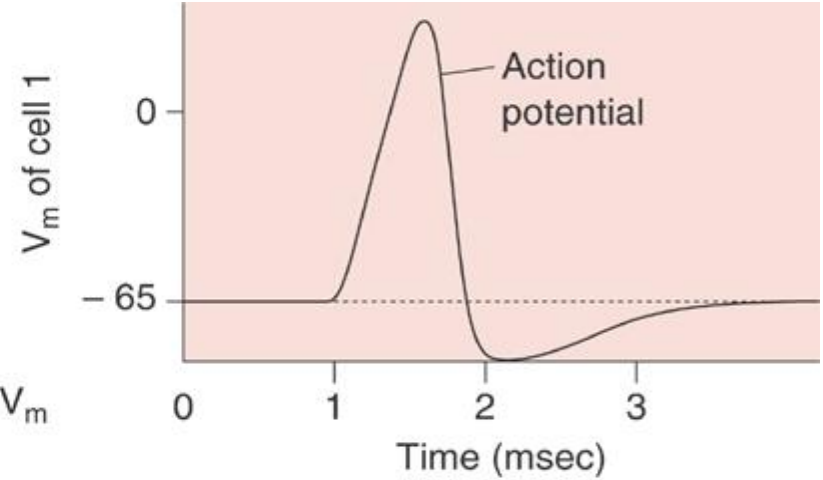
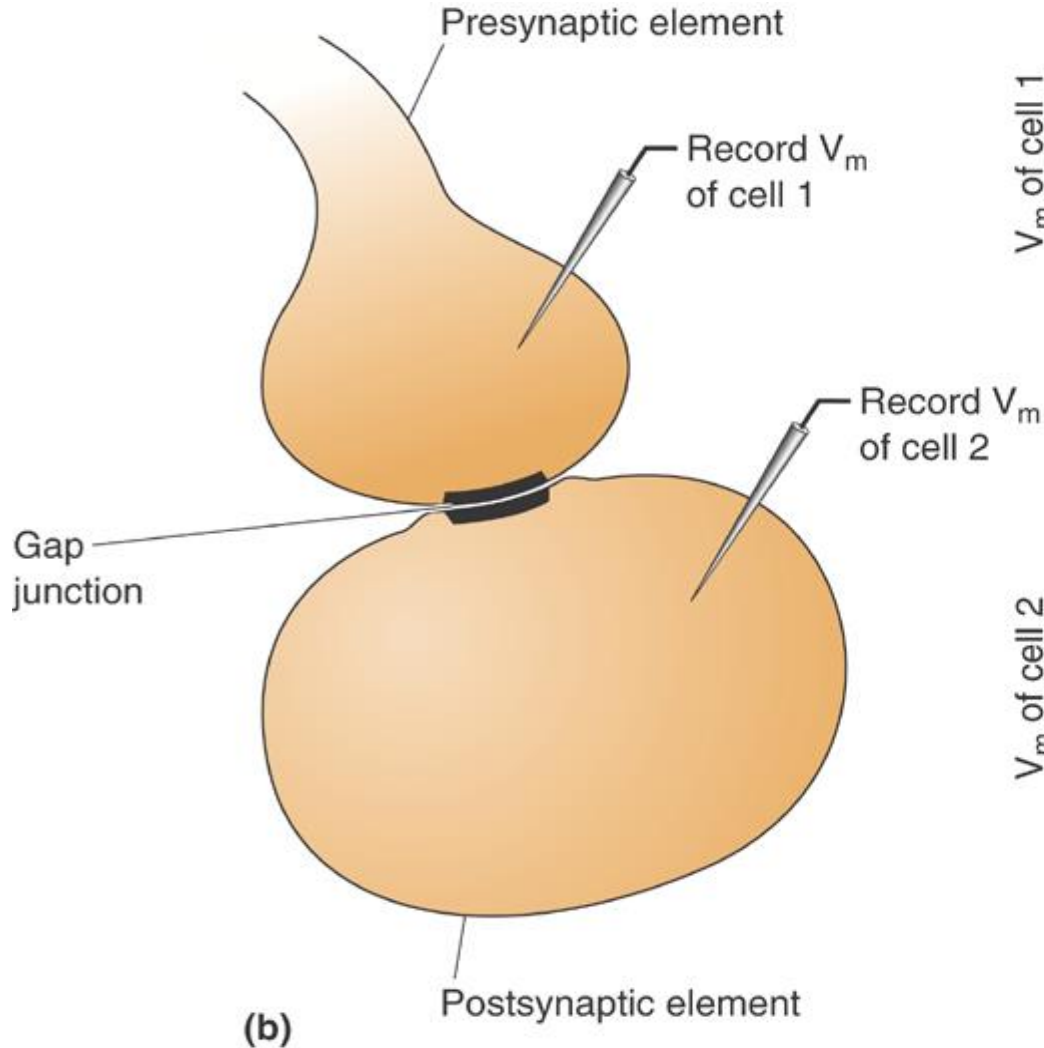
2. Sinaptik aralıkta gerçekleşen olaylar

Nörotransmitterlerin ortamdaki uzaklaştırılması

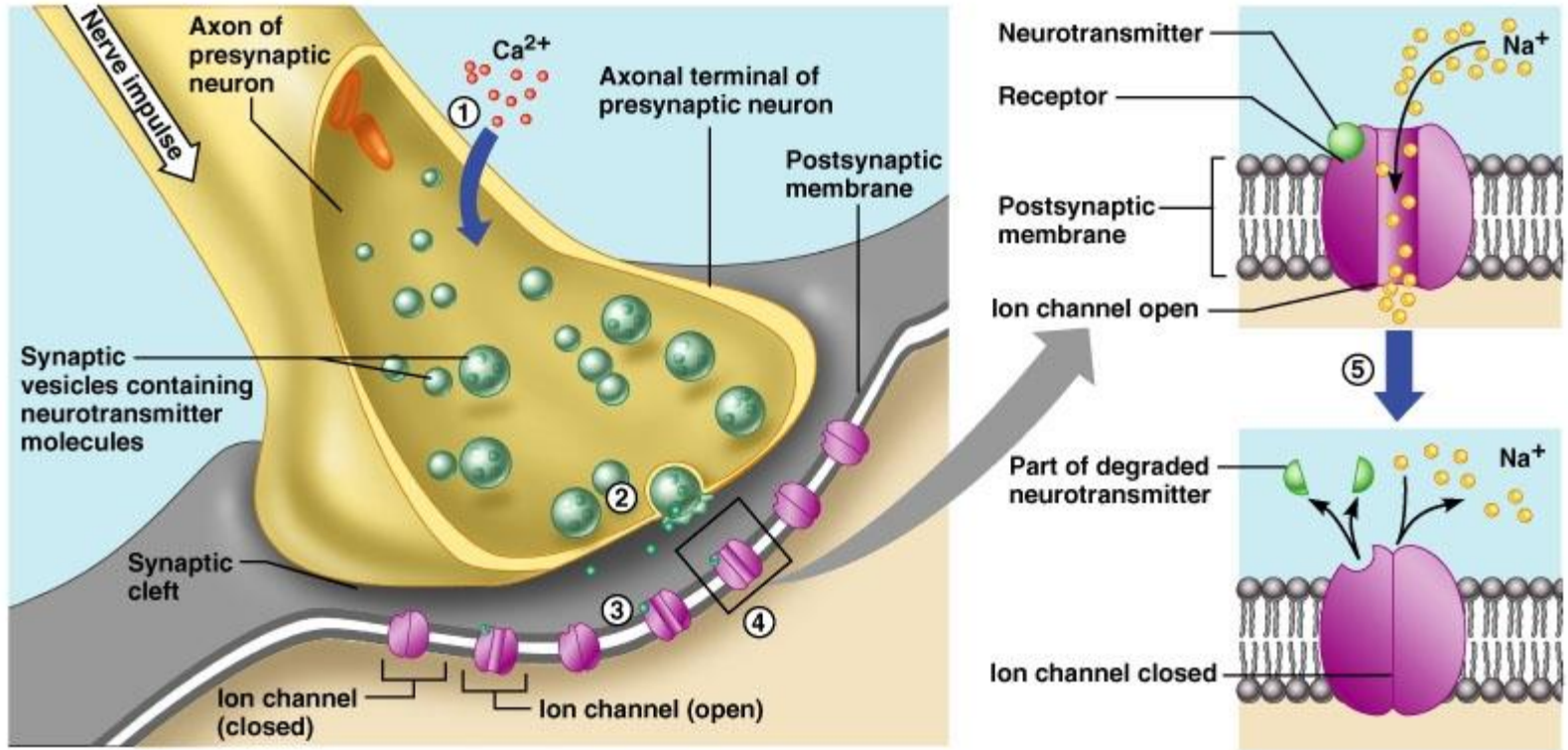


- Enzimlerle parçalanma
- Astrositlerce alınma
- Sinaptik aralığa difüzyonla dağılma
- Presinaptik uca geri alınma

3. Post Sinaptik olaylar



3. Post Sinaptik olaylar



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

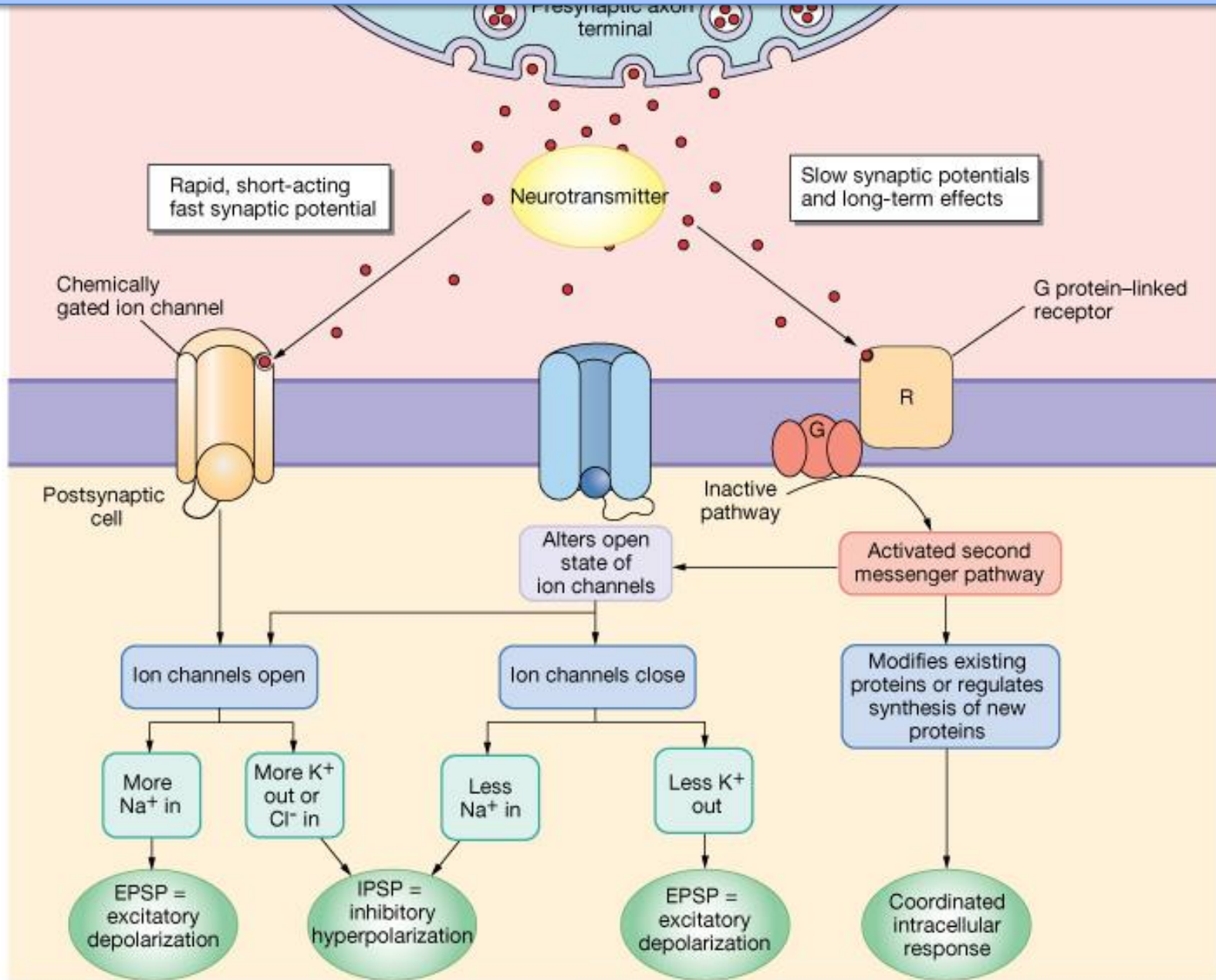
NT*reseptöre
bağlanır

İYON Girişi
(Na, K, Cl)

Post Sinaptik
Potansiyel oluşumu

*NT=Nörotransmitter

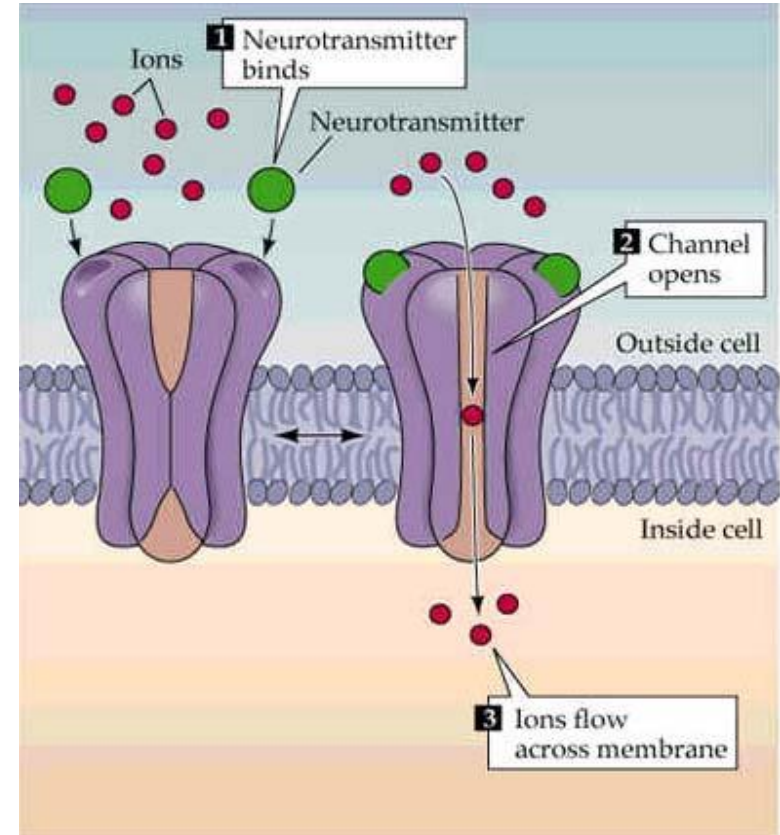
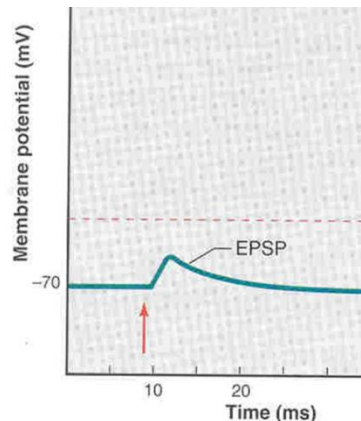
3. Post Sinaptik olaylar



3. Post Sinaptik olaylar

İyonotropik reseptöre bağlanma

- Nörotransmitter iyonotropik reseptöre bağlandığında kanal açılır
- İyon konsantrasyon gradiyenti ile hücre içine girer
- Nörotransmitter katyon kanalına bağlanırsa hücre **depolarize** olur
Ekzitatör (Uyarıcı) **Post Sinaptik Potansiyel** (EPSP)
- Hücre uyarılır.



Ekzitatör Nörotransmitter Na inflaksına ve depolarizasyona neden olur

3. Post Sinaptik olaylar

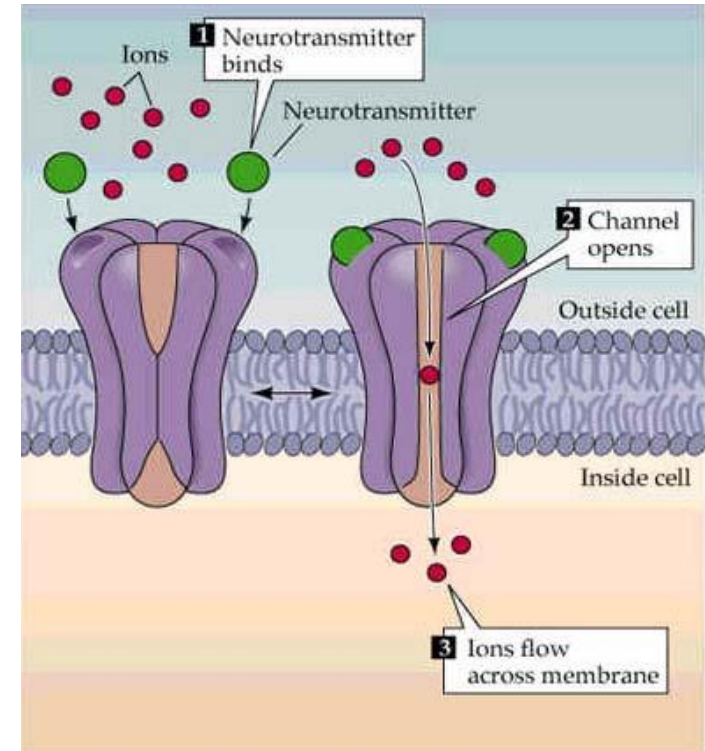
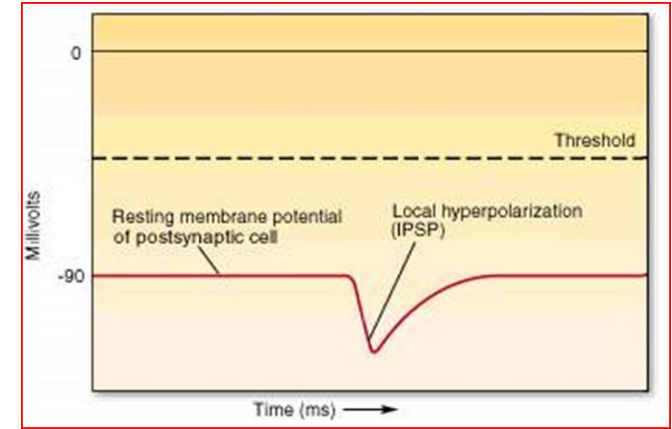
İyonotropik reseptöre bağlanma

- Nörotransmitter iyonotropik reseptöre bağlandığında kanal açılır
- İyon konsantrasyon gradiyenti ile hücre içine girer

Nörotransmitter Anyon kanalına bağlanırsa hücre **Hiperpolarize** olur **İ**nhibe edici **P**ost **S**inaptik **P**otansiyel (IPSP) oluşur

- Hücre inhibe edilir.

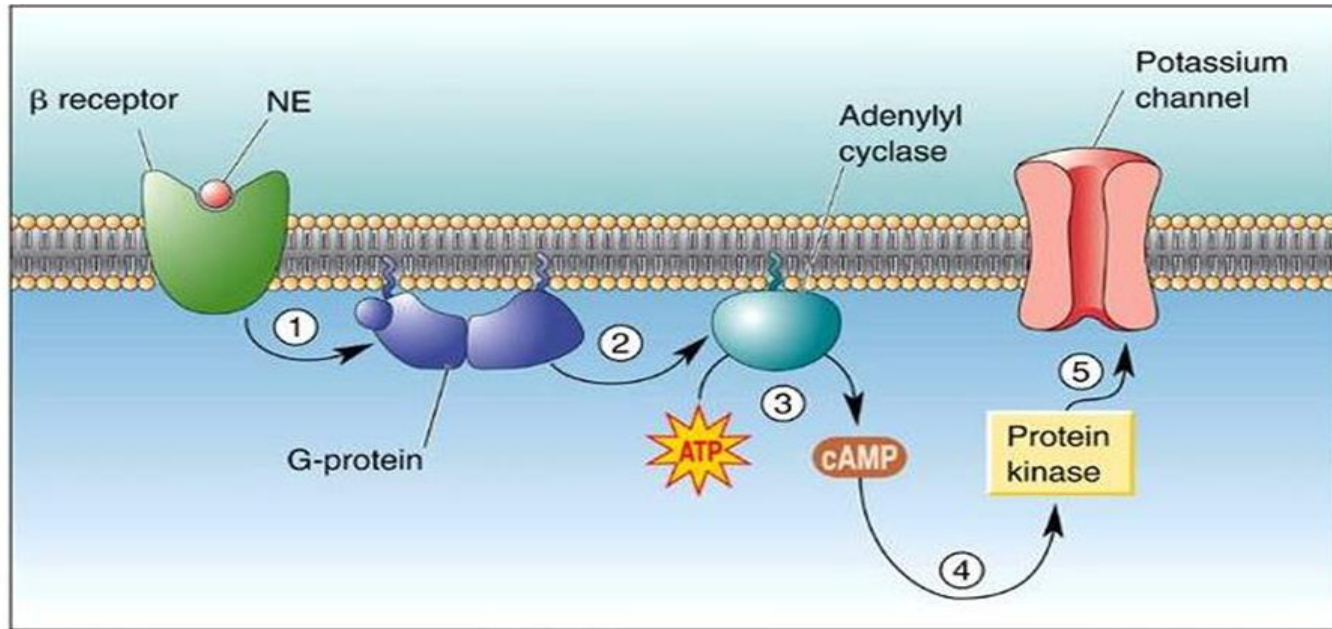
inhibitör Nörotransmitter Cl inflaksına ve Hiperpolarizasyona neden olur



3. Post Sinaptik olaylar

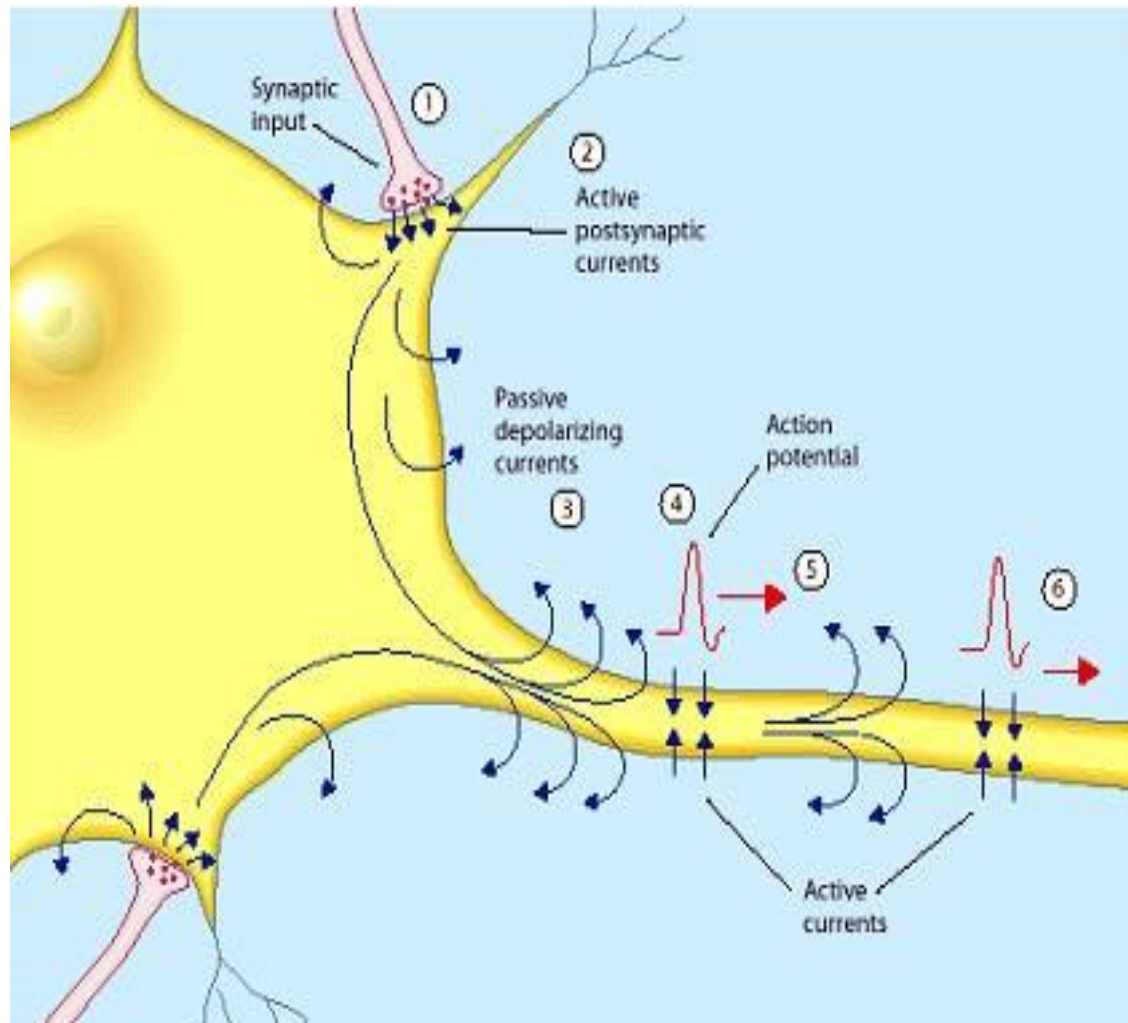
Metabotropik Reseptöre Bağlanma

- İkinci haberci sistemini harekete geçirirler
 - G proteine bağlı reseptörler
 - Hücre içi enzim sistemlerini aktive eder
 - Yavaş nörotransmisyon ve nöromodülasyon sağlarlar
 - Etkisi daha uzun sürelidir



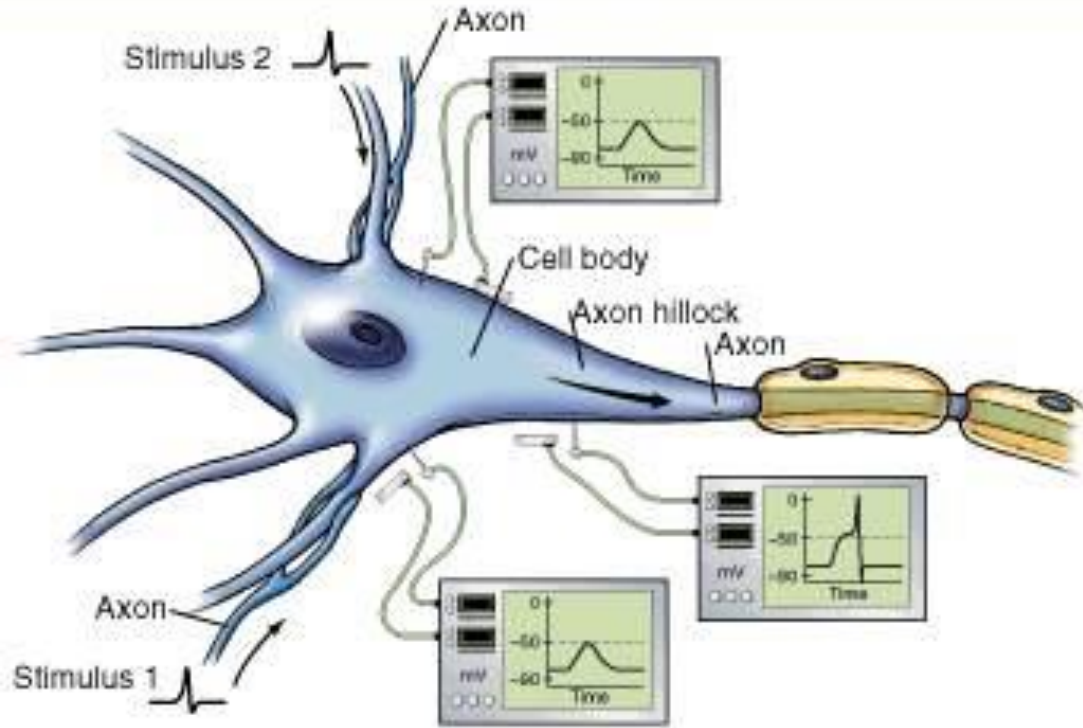
3. Post Sinaptik olaylar

Her EPSP bir aksiyon potansiyeli oluşturur mu?



Aksiyon potansiyelinin oluşması

Na kanallarının açılması için gereken eşik potansiyel **-50 mV** olsun



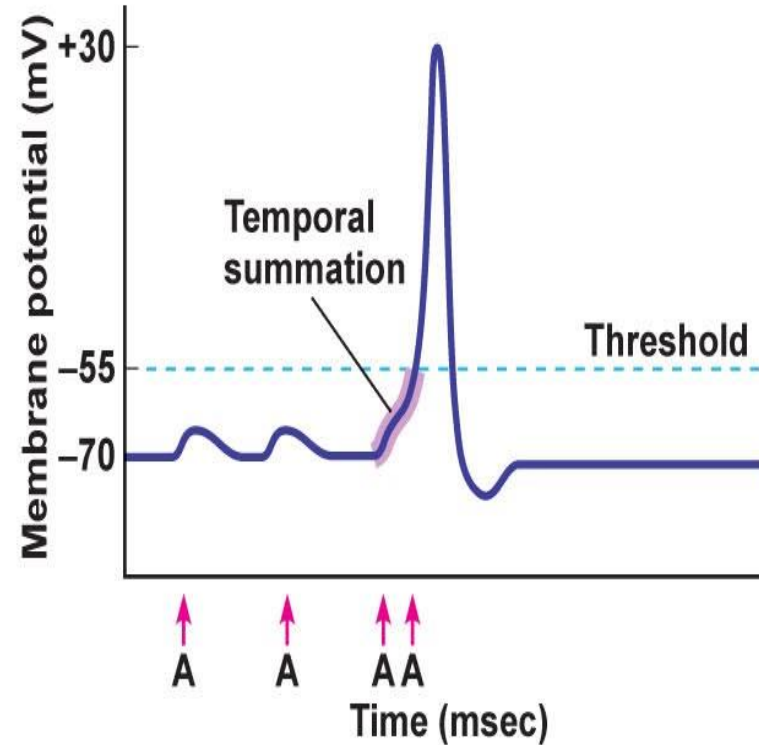
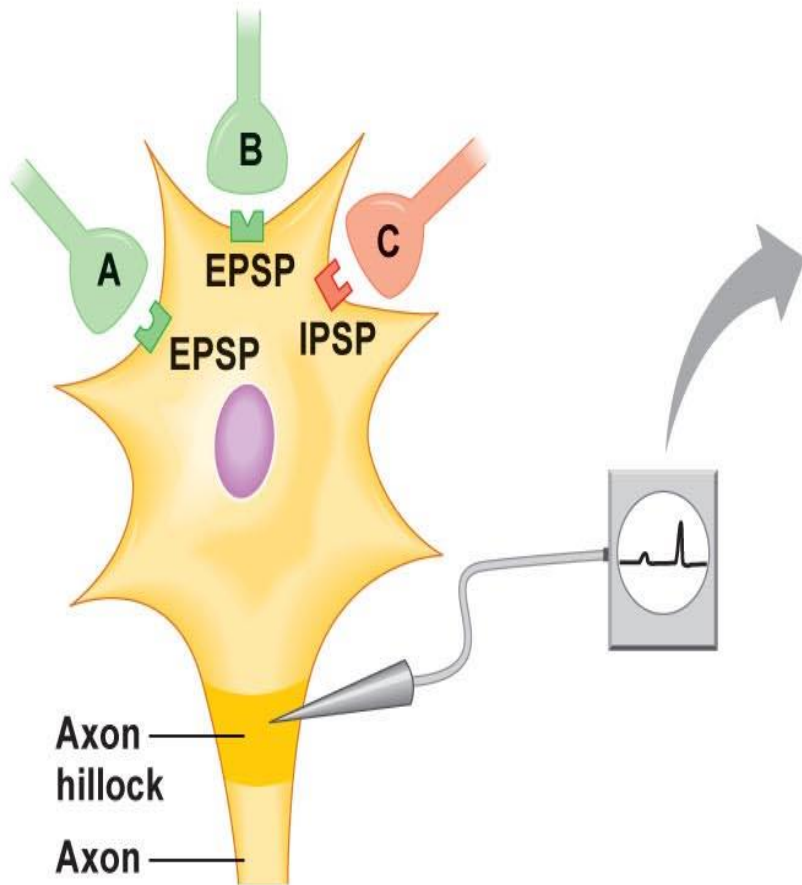
EPSP yeterli büyüklüğe ulaştığında (Na-kanallarını açabilecek kadar) AP ortaya çıkar

AP'nin başlangıç yeri akson başlangıç segmentidir

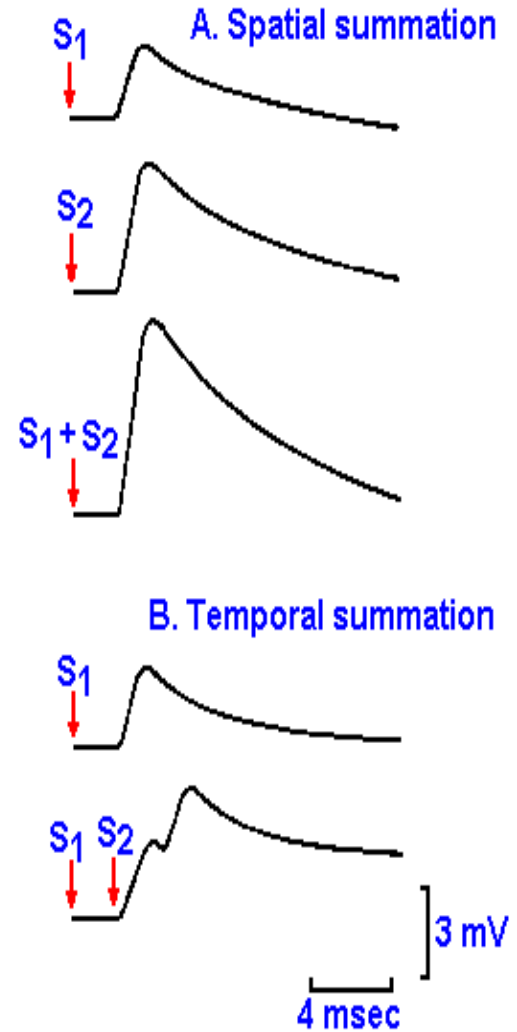
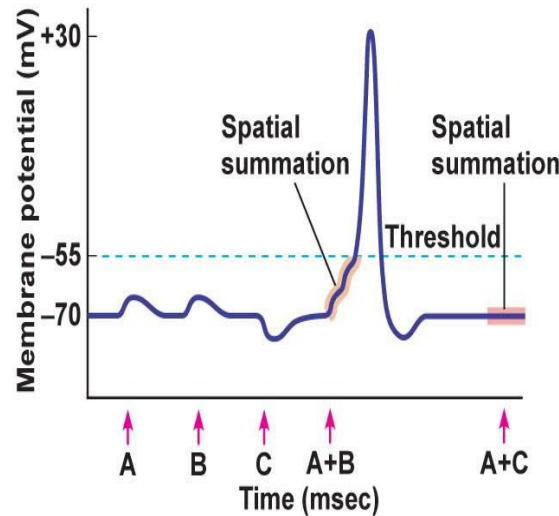
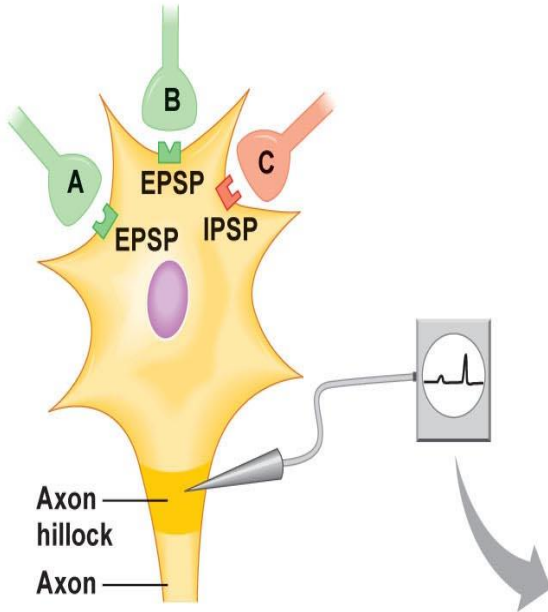
(Na-kanalları bu bölgede yoğundur)

PSP'lerin toplanması

1. EPSP – uyarıcı veya eksitator postsinaptik potansiyel



PSP'lerin toplanması

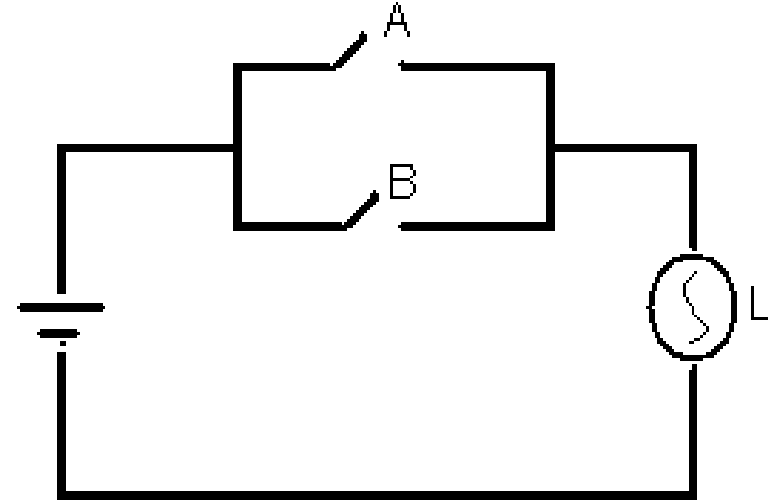
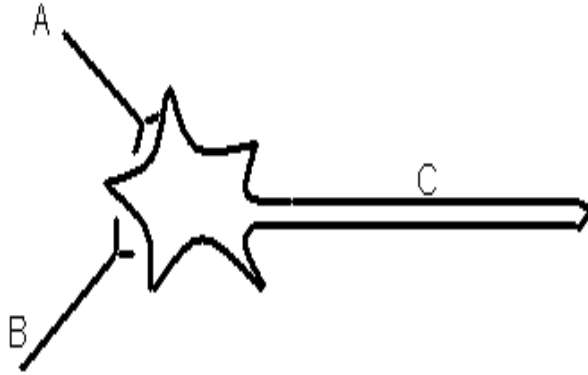


© 2011 Pearson Education, Inc.

- Aynı nöronun birbirine yakın süreler ile gelen uyarıları- zamansal toplanma (**temporal summation**)
- Bir nöronun farklı sinapslarından gelen uyarı- uzamsal toplanması (**spatial summation**)

Post sinaptik potansiyelde elektriksel eşdeğer devreler

VEYA devresi

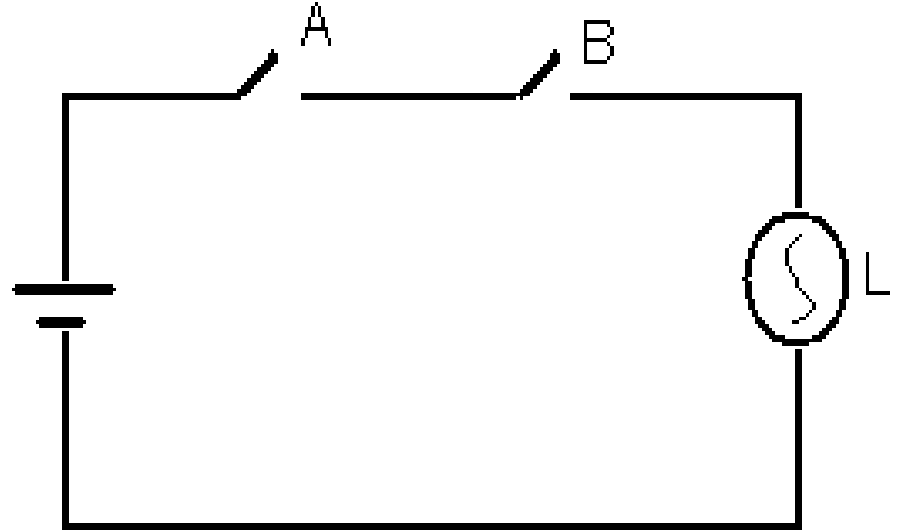
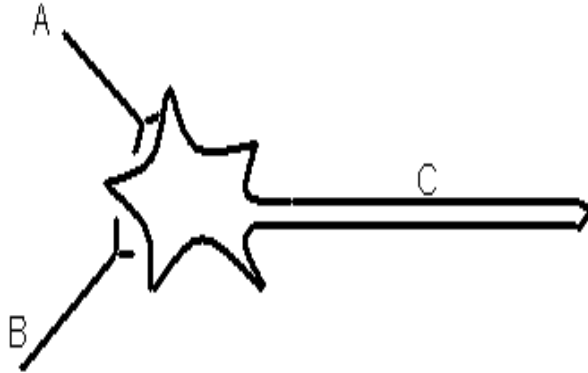


A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Sinir hücresi kendisine bağlı A ve B presinaptik hücrelerin herhangi birinden gelen uyarılarla faaliyete geçebiliyorsa burada VEYA durumu söz konusudur.

Post sinaptik potansiyelde elektriksel eşdeğer devreler

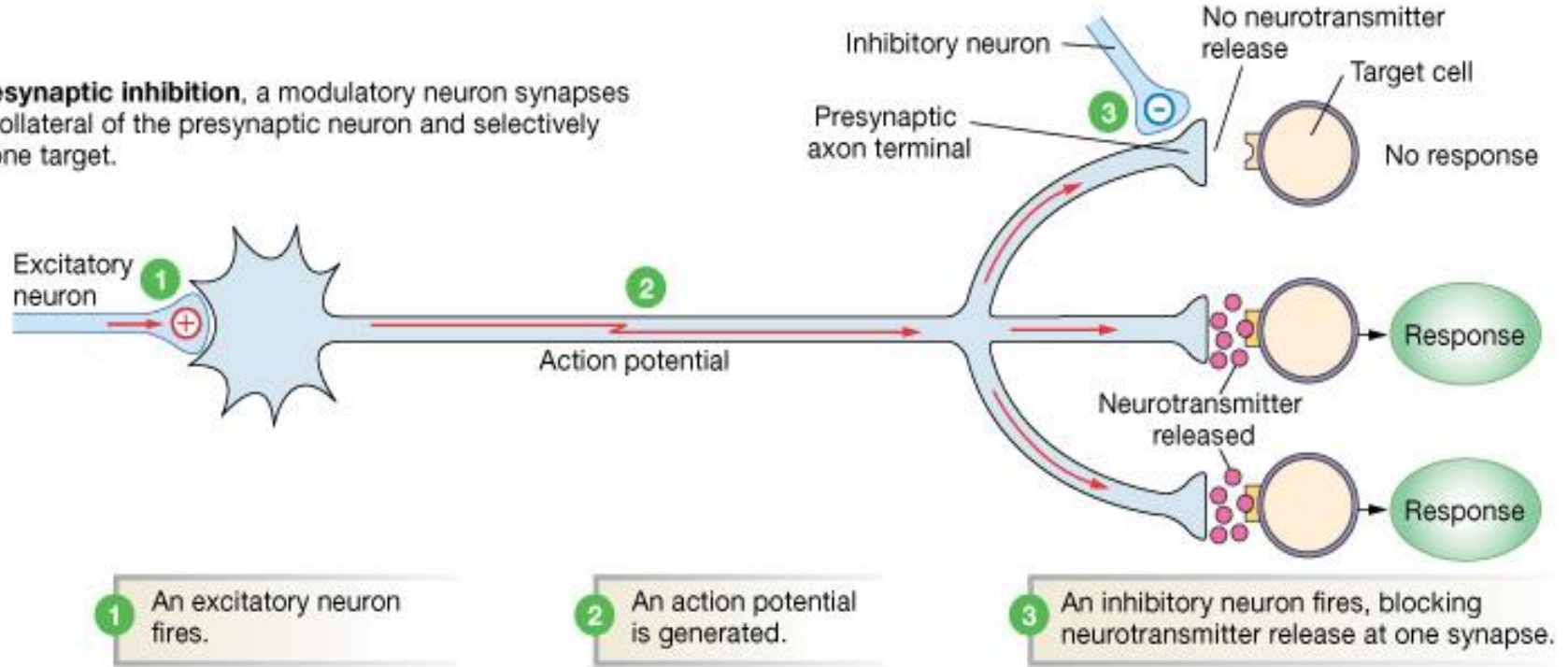
VE devresi



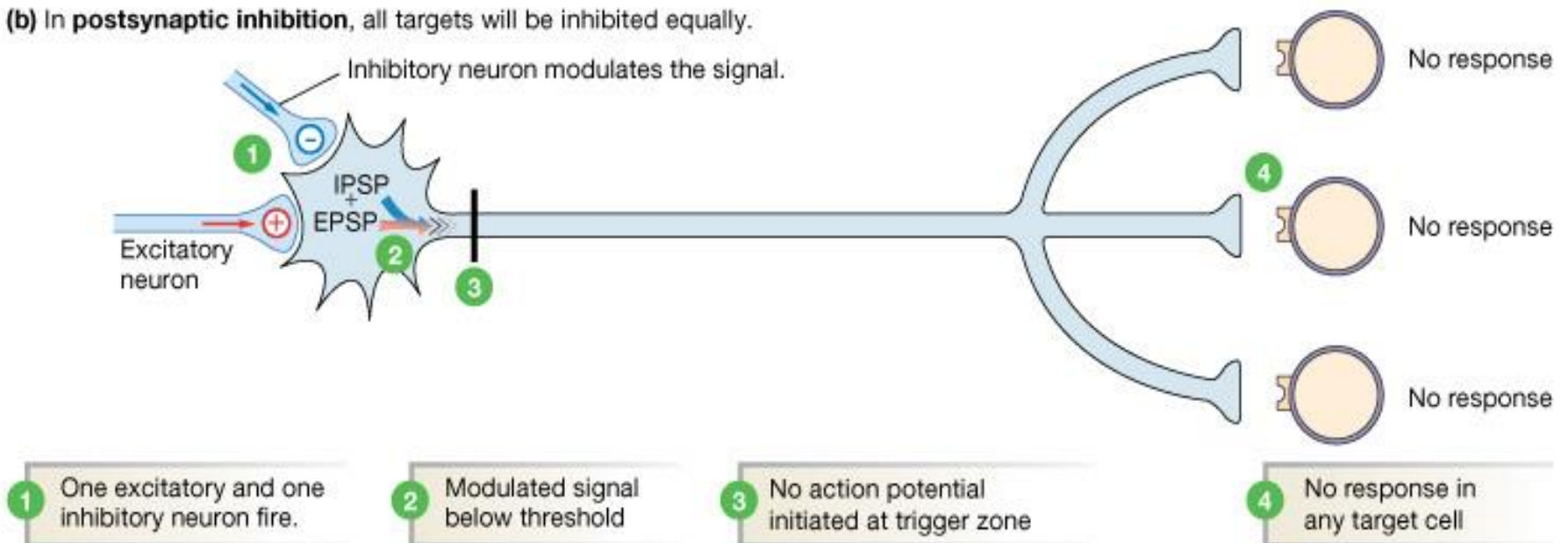
A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

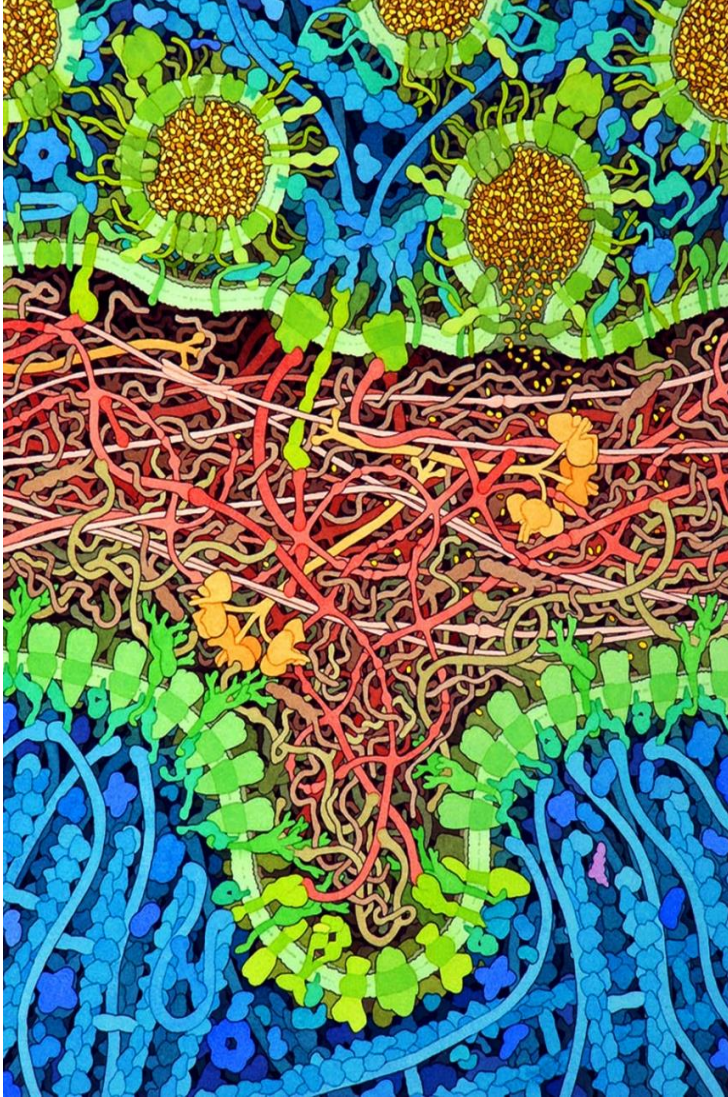
A ve B nöronlarından gelen uyarıların aynı zamanda hücreye ulaşarak üst üste gelmesi halinde eşik değeri ulaşabiliyorsa VE durumu söz konusudur.

(a) In **presynaptic inhibition**, a modulatory neuron synapses on one collateral of the presynaptic neuron and selectively inhibits one target.



(b) In **postsynaptic inhibition**, all targets will be inhibited equally.





Kaynaklar

- Pehlivan F. Biyofizik, Ankara Hacettepe-Taş, 2015
- Kandel E.R., Schwartz J.H, Jessel T.M. .(Eds). Principles of Neural Science, New York; Elsevier (2002).