

# EEG

## ELEKTROENSEFALOGRAM

Yrd. Doç. Dr. Aslı AYKAÇ  
YDÜ Tıp Fakültesi  
Biyofizik AD

- EEG canlı insan beyninin normal ve anormal fonksiyonlarının saptanmasında/araştırılmasında kullanılan yöntemlerden biridir.
  - neler olup bittiğinin araştırılması
- Beyin araştırmalarında kullanılan diğer yöntemler ile genellikle yapısal bozuklukların anlaşılmasında kullanılmaktadırlar.



# BEYİN DALGALARI

- Beyin yüzeyinden, kafanın dış yüzeyinden elde edilen elektriksel kayıtlar, beynin sürekli bir elektriksel aktiviteye sahip olduğunu göstermektedir.
- Beynin elektriksel aktivesi
  - koma
  - uyku/uyanıklık
  - epilepsi
  - bazı psikozlar
  - beyin ölümü gibi uyarılma düzeyindeki değişikliklerle etkilenmektedir



- Beyin dalgalarının kafatası yüzeyindeki
  - Genlikleri 0-200 mikrovolt
  - Frekansları 1-50 s veya üstü
- Dalgaların karakteristiği serebral korteksin ilgili bölgelerinin aktivitesine bağlıdır.
  - Koma, epilepsi, uyku durumunda dalgaların karakteristiği oldukça farklılık göstermektedir.



- EEG'de EKG gibi genel bir kalıbın tanımlanması olanaksızdır.
  - Beyin dalgaları düzensizdir
  - Duruma göre farklı dalgalar ortaya çıkar
  - Normal kişilerde EEG dalgaları;  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\theta$  ve  $\Delta$  olarak sınıflandırılır.
- Beyinde tek bir nöron ya da lifin deşarjı hiç bir zaman kafa yüzeyinden kaydedilemez.
  - Ancak binlercesi ya da milyonlarcası ateşlenmelidir. Tek tek potansiyelleri kafa yüzeyinden ölçülmeye yetecek kadar toplanmış olur



# EEG DALGALARININ SINIFLANDIRMASI

## ○ $\alpha$ dalgaları

- Ritmik dalgalar
- Genlikleri  $50\mu V$
- Saniyede 8-13 arasında frekansa sahip
- Sakin, dinlenmiş ve genç kişilerin EEG datasında
- Derin uykuda ortadan kalkar
- Görsel uyarılmalar  $\alpha$  dalgalarını ani olarak durdurur
- En iyi, beynin her iki tarafında frontal bölgelerde tespit edilir.
- Dışadönüklük (içe dönük daha az), yaratıcılık ve zihinsel çalışma ile bağlantılıdır.
- Öğrenmek ve öğretilen bilgiyi kullanmada beynin en önemli frekanslarından biridir.



## ○ $\beta$ dalgaları

- Uyanık ve dikkati başka bir şeye yöneltilmiş kişinin  $\alpha$  dalgaları ortadan kalkarak yerini  $\beta$  dalgaları alır
- Saniyede 14-80
- Yüksek frekanlı, düşük genlikli
- Senkron dalgalar değil
- Dikkat dış dünyaya yönelik olduğunda beta aktivitesi normal uyanma durumunda
- beynin her iki tarafında ön loblarda tespit edilir



## ○ $\theta$ dalgaları

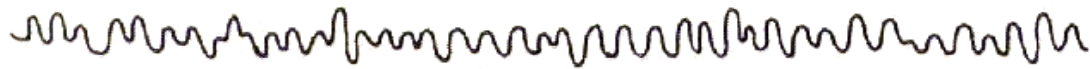
- Saniyede 4-7
- Düş kırıklığı ve duygusal stres durumunda
- Beyin dejeneratif bozukluklarında
- uyuşukluk, hayal kurmak, uyku ya da 'dolaylı' hayal/düşünce ilk aşamasını gösterebilir.
- Teta limbik sistem ve hipokampal bölgesindeki aktiviteyi yansıttığına inanılır.

## ○ $\Delta$ dalgaları

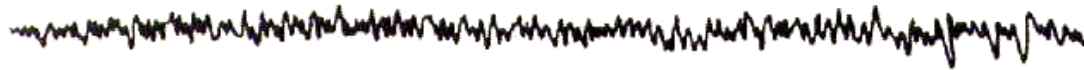
- 3,5 az olan tüm dalgaları içerir
- Genlikleri diğerlerinde 2 ya da 4 X
- Çok derin uykuda ortaya çıkar
- derin uyku veya yavaş dalga 'background' düşünme ortaya koymaktadır.
- Fiziksel dünyadaki farkındalığımızı azaltmak için delta dalgalarını arttırırız.







**Alpha Waves** 8-13 c.p.s. (Relaxed State)



**Beta Waves** 10-25 c.p.s. (Excited State)



**Theta Waves** 4-7 c.p.s. (Drowsy)



**Delta Waves** below 3½ c.p.s. (Light Sleep)



**Delta Waves** (Deep Sleep)

1 Second



- Ensefalogram olarak isimlendirilen kayıt makinesi, elektroensefalografiyi üreten beyin dalgalarını kaydeden 16 kanallı mürekkeple yazılan kayıttır.
- EEG beynin elektriksel aktivitesini doğrudan kafa derisine ya da beyne yerleştirilen elektrodlar ile alındığı kayıttır.
  - kaydedilen dalga kortikal elektriksel aktivite yansıtmaktadır.
  - Makroskobik bir fenomen



# EEG NEDEN KULLANILIR?

- (1) uyanıklık, koma ve beyin ölümü izlemek;
- (2) kafa travması, inme, tümör vb aşağıdaki hasar alanları bulmak .;
- (3) afferent yolların testinde;
- (4) alfa ritmini izlemek;
- (5) biofeedback durumları, alfa, vb üretmek .;
- (6) kontrol anestezi derinliği ("servo anestezi");
- (7) epilepsi araştırmak ve nöbet kaynağını bulmak;
- (8) epilepsi ilaç etkilerinin testi için;
- (9) epileptik odağın deneysel kortikal eksizyon yardımcı olmak;
- (10) insan ve hayvan beyin gelişimini izlemek;
- (11) vonvulsive etkiler için ilaç testlerinde;
- (12) uyku bozukluğu ve fizyolojisini incelemek.



# EEG İLK YAYINI

- Avusturyalı psikiyatrist Dr. Hans Berger, insanlardan EEG datası kaydeden ilk kişidir.
- Berger saniyede yaklaşık 10 devir düzenli dalgaları ( $\alpha$ ) buldu. 1929 yılında 73 kanallalı ilk makaleyi yayınladı.

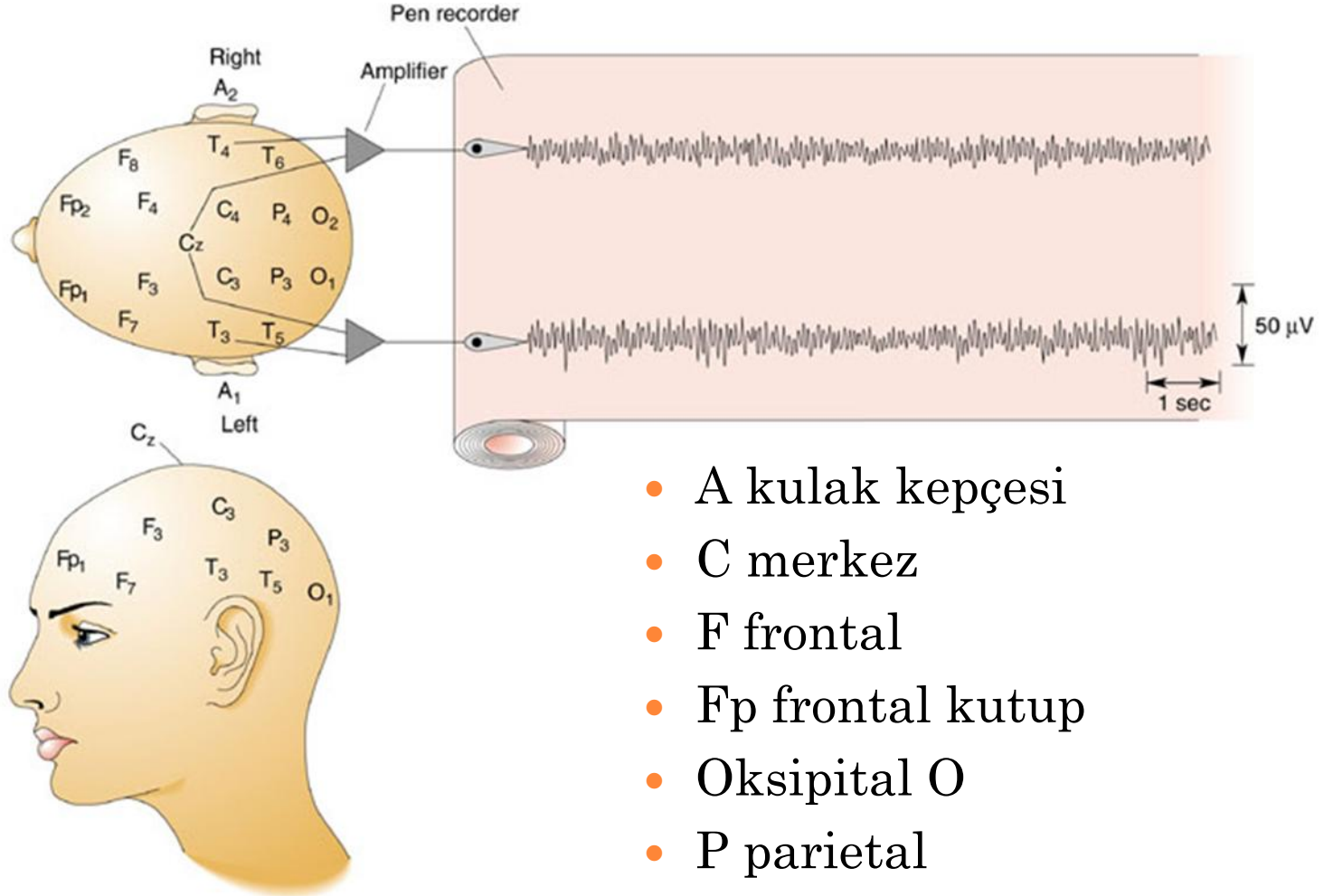


# GENELDE KULLANILAN EEG YERLEŐİMİ

- Uluslararası Federasyonu tarafından benimsenen standart pozisyonlarda 20 elektrot kafa derisi yüzeyine yerleştirilir.
- Buna 10/20 sistemi denir.



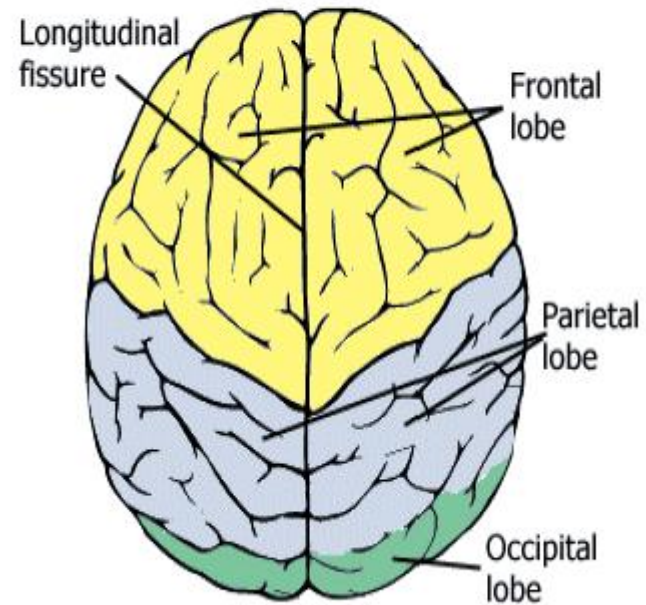
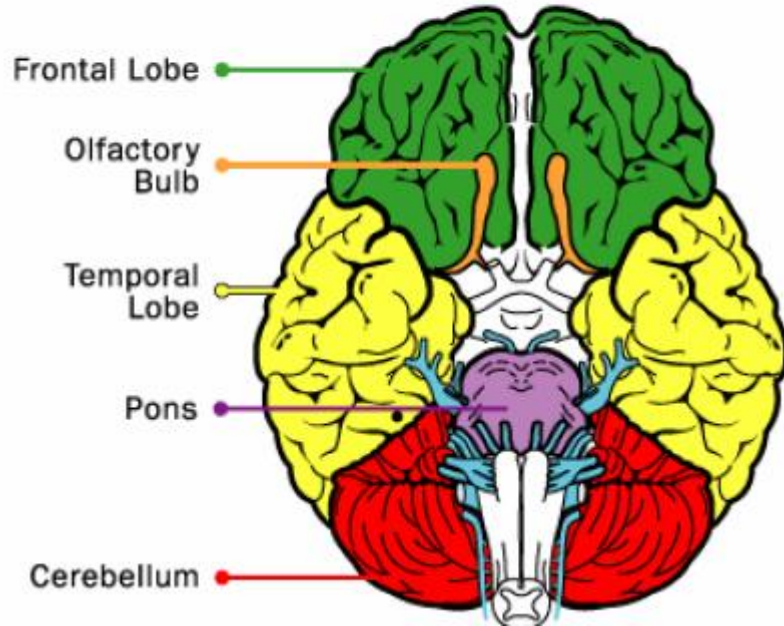
# STANDART YERLEŐİMLER



- A kulak kepçesi
- C merkez
- F frontal
- Fp frontal kutup
- Oksipital O
- P parietal
- T temporal



## Major External Parts of the Human Brain (Underside View)



- 1- Frontal lobe: contains motor area.
- 2- Parietal lobe: contains sensory area.
- 3- Temporal lobe: contains area of hearing & memory.
- 4- Occipital lobe: contains area of vision.



**EEG system covers all parts of brain by placing electrode on all part of head.**

- **There are two system of electrode placement:**
- **10-20 international system: includes 21 electrodes.**
- **10-10 international system: includes 64 electrodes.**





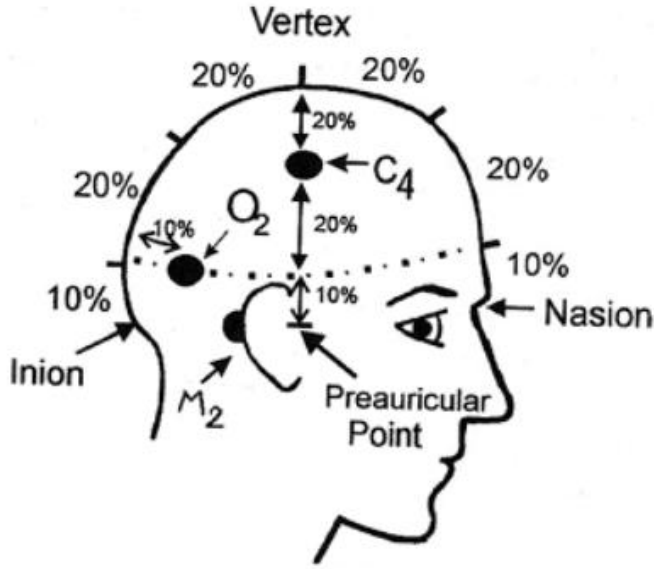
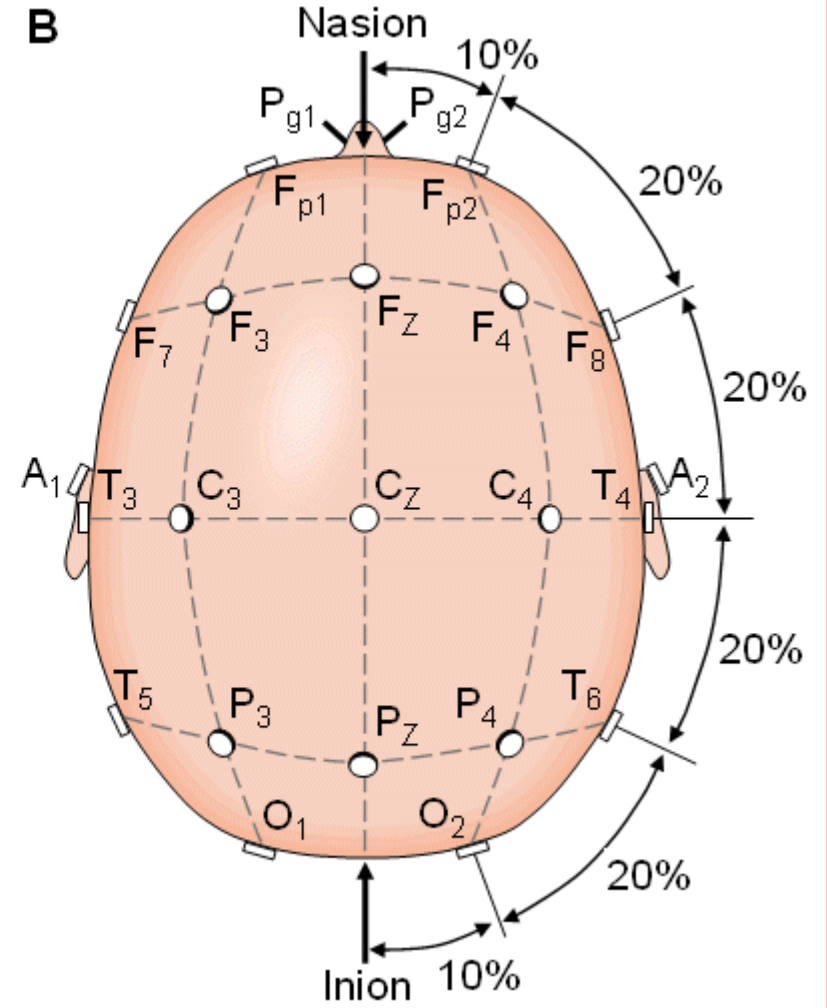
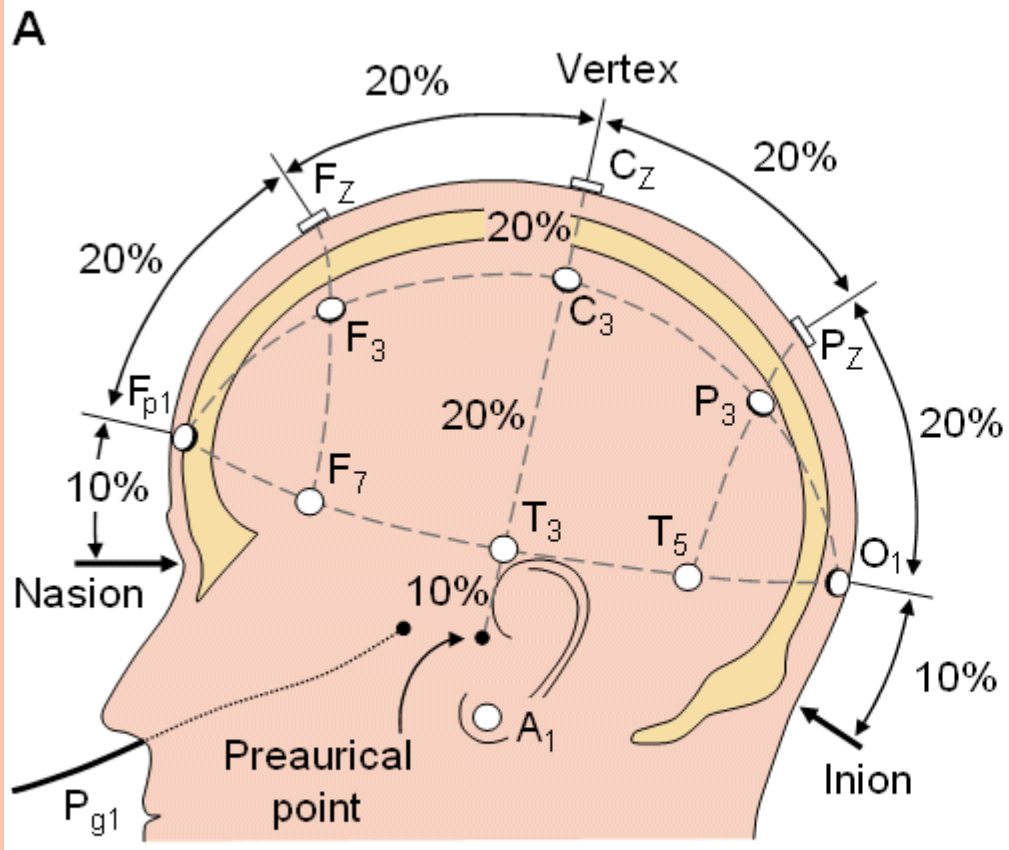


FIGURE 1.

Ağırlıklı ortalama=uzaklık

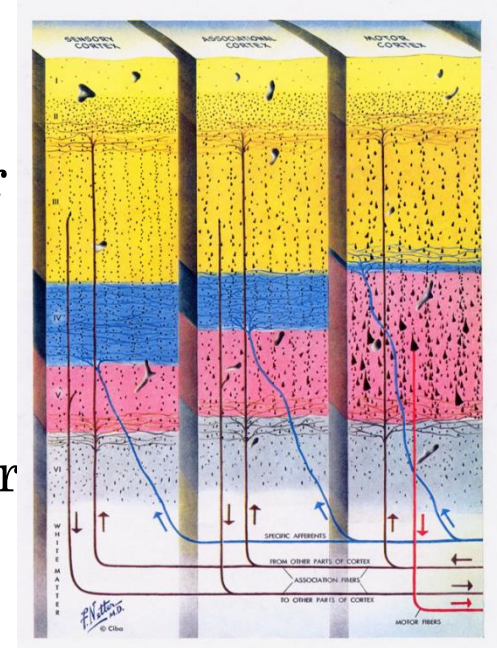
- Başlangıçta nasion-inion mesafeyi ölçülür ve orta nokta %50 Cz'den, Nasiondan %10 olan FPz'den ve iniondan %10 olan Oz'den kayıt alınır.
- Sırasıyla, sağ ve sol preauricular noktaları C4 ve C3 ve Cz %50 arasındaki nokta işaretlenir.
- Elektrotlar M1 ve M2 zigomatik kemiğin ve mandibular kondil arasında postauriküler noktaya yerleştirilir.



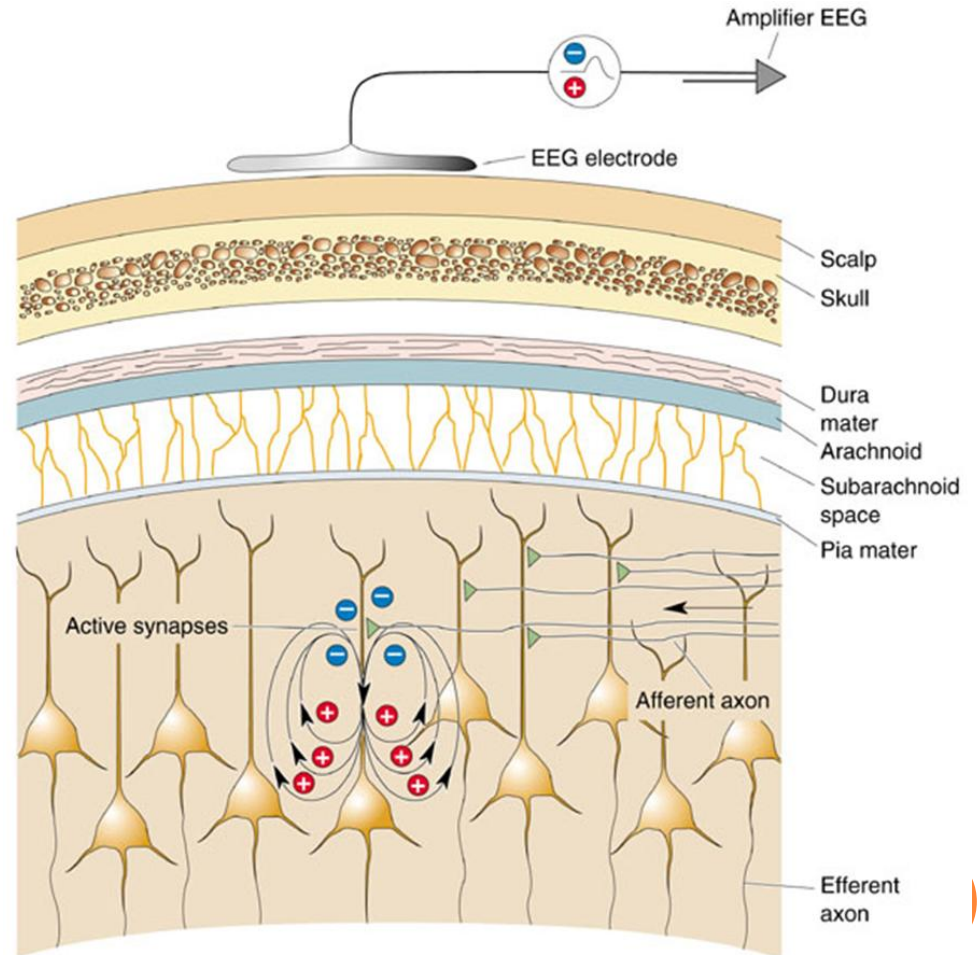


# EEG'NIN TEMELI

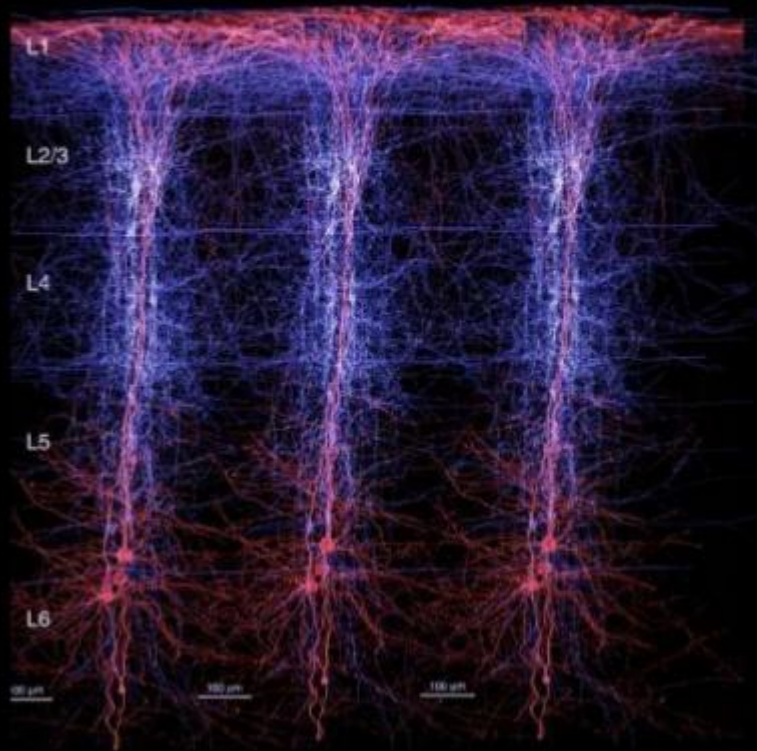
- EEG'nin kaynağı korteksdeki primidal hücrelerdir
- Korteksde piramidal hücre oryantasyonu
  - Piramidal hücreler korteksin tüm katları boyunca uzanan, dikey ve birbirine paraleldir
  - Bir afferent akson kortikal nöronların binlercesiyle temasa geçebilir
  - Tek bir piramidal hücrenin yaklaşık 30.000 eksitator girişi ve 1700 inhibitör girdisi vardır
  - Ekstracelluler boşlukta bu nöronlar tarafından üretilen akımlardan EEG sinyalleri oluşur



- EEG'de elektrik sinyalleri esas olarak kortikal sinir hücrelerinden ortaya çıkar.
- İnhibitör veya eksitatör postsinaptik potansiyel primidal hücrelerinin binlercesinin senkronizasyonu ile EEG sinyali oluşur



# Parallel configuration



Pyramidal neurons are spatially aligned perpendicular to the cortical surface.

Creates a dipole layer or dipole sheet in the cortex.

Thus, EEG represents mainly the postsynaptic potentials of pyramidal neurons close to the recording electrode.



- EEG sinyalinin genliği nöronların aktivitesini nasıl senkron olduğuna bağlıdır.

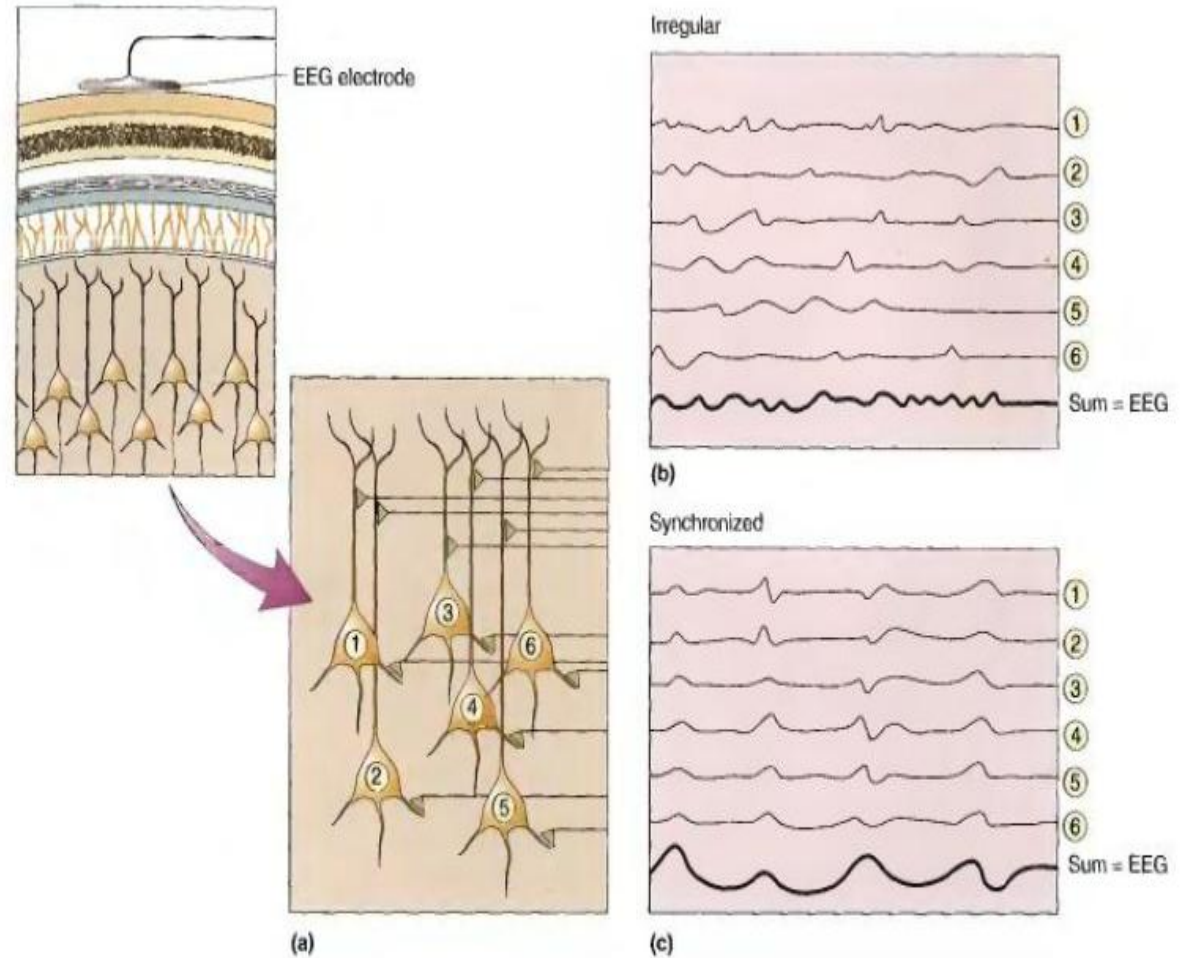
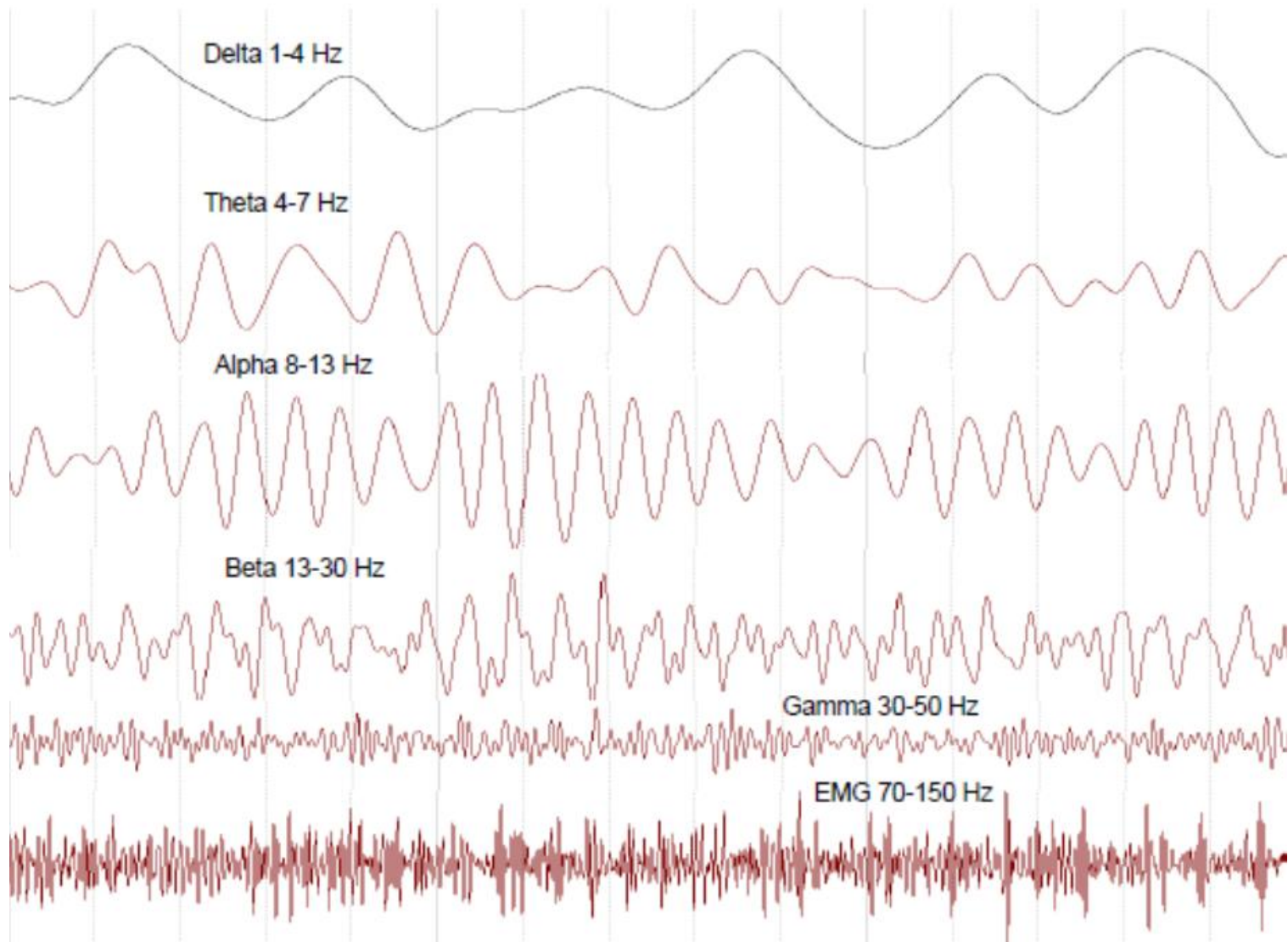
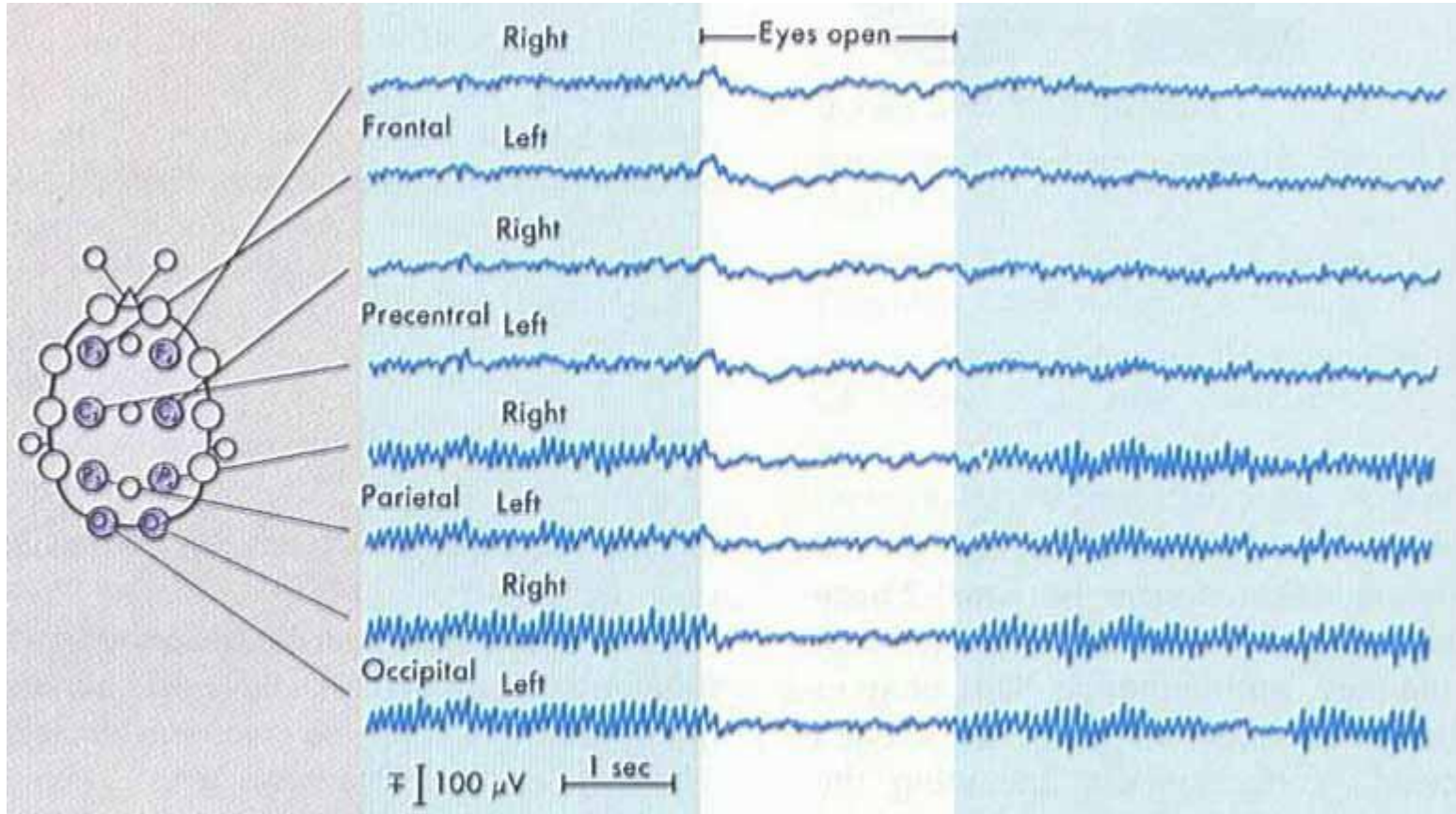


FIGURE 19.4

**The generation of large EEG signals by synchronous activity.** (a) In a population of pyramidal cells located under an EEG electrode, each neuron receives many synaptic inputs. (b) If the inputs fire at irregular intervals, the pyramidal cell responses are not synchronized, and the summed activity detected by the electrode has a small amplitude. (c) If the same number of inputs fire within a narrow time window so the pyramidal cell responses are synchronized, the resulting EEG is much larger.



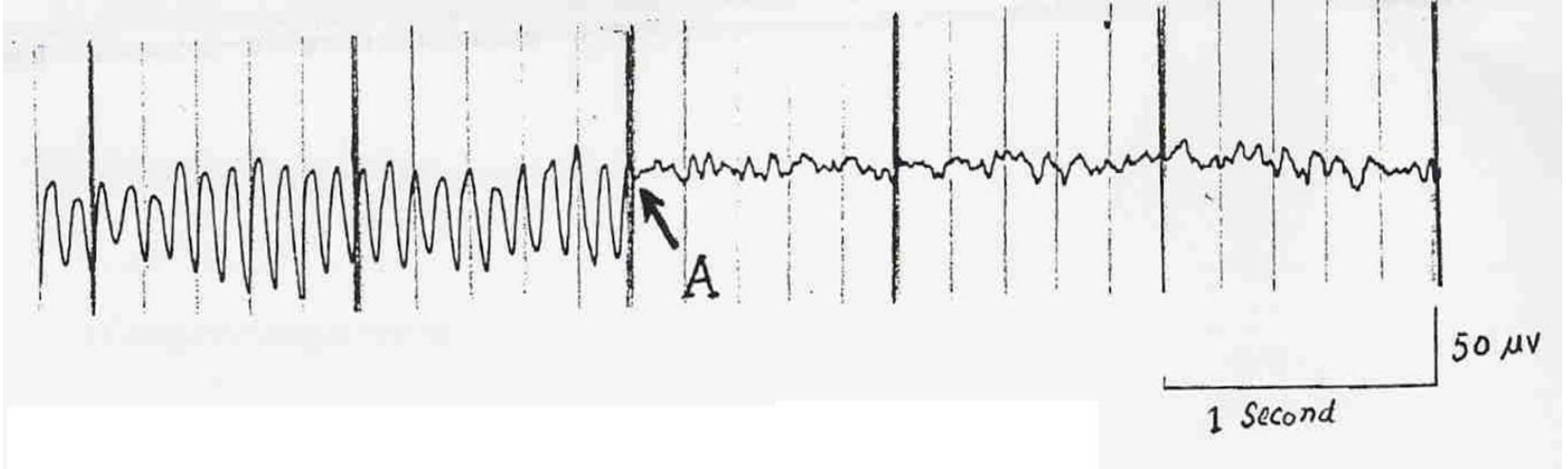


"alfa blok" ya da alfa dalgaları  
desenkronizasyonun görebilirsiniz





# alfa blok" ya da alfa dalgaları desenkronizasyonunun

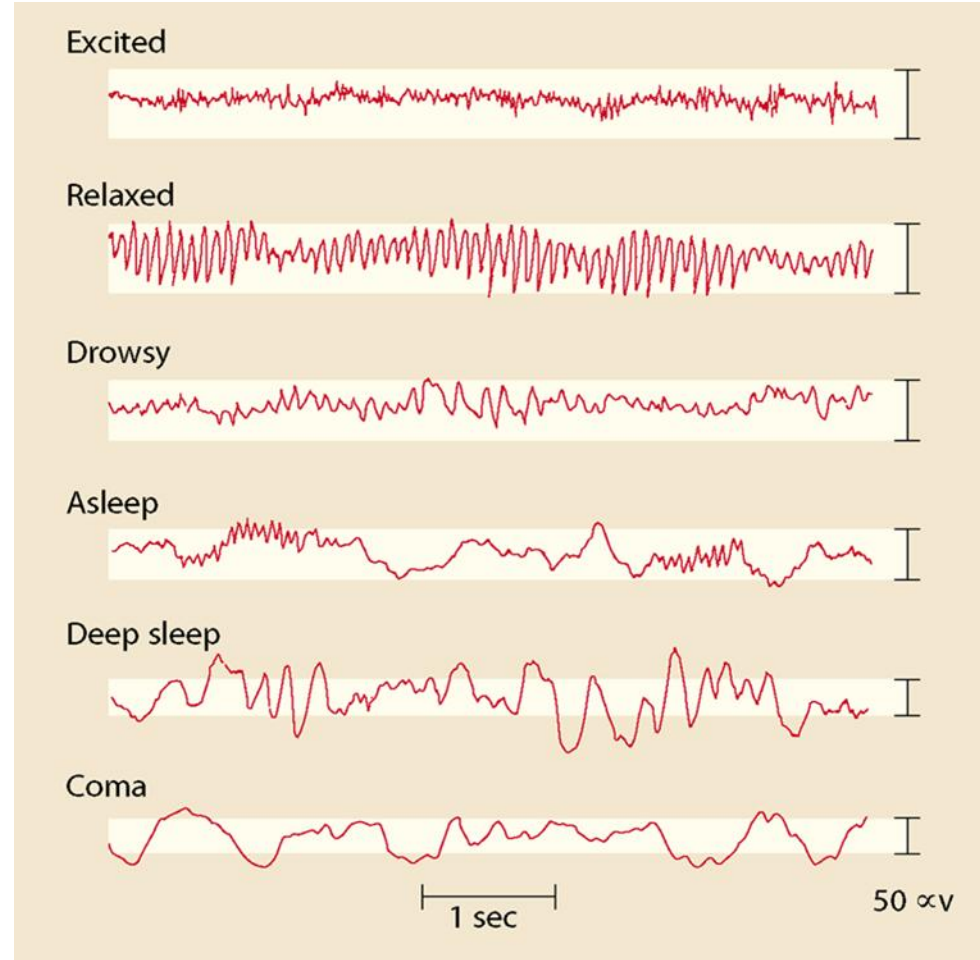


Neden:

- Gözler açılış (kapanıştan sonra)
- Konuya göre Düşünme  
(matematiksel hesaplama)
- Ses (alkışlar)



- Çeşitli durumlarda sırasında karakteristik EEG ritimleri:
- Derin uyku sırasında delta dalgaları
- Uykusu gelmiş birinin, teta dalgalarını
- Gözleri kapalı durumda rahat birinin Alfa dalgaları ama gözleri kapalı olmasıyla alert durumda
- Ve beta daha heyecanlı, ya da aktif özenli özelliğidir.



Band	Frequency (Hz)	Location	Normally	Pathologically
<u><a href="#">Delta</a></u>	up to 4	frontally in adults, posteriorly in children;  high-amplitude waves	<ul style="list-style-type: none"> <li>• adult slow wave sleep</li> <li>• in babies</li> <li>• Has been found during some continuous-attention tasks</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• subcortical lesions</li> <li>• diffuse lesions</li> <li>• metabolic encephalopathy</li> <li>• hydrocephalus</li> <li>• deep midline lesions</li> </ul>
<u><a href="#">Theta</a></u>	4 – 7	Found in locations not related to task at hand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• young children</li> <li>• drowsiness or arousal in older children and adults</li> <li>• idling</li> <li>• Associated with inhibition of elicited responses (has been found to spike in situations where a person is actively trying to repress a response or action).<sup>[39]</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• focal subcortical lesions</li> <li>• metabolic encephalopathy</li> <li>• deep midline disorders</li> <li>• some instances of hydrocephalus</li> </ul>
<u><a href="#">Alpha</a></u>	7 - 14	posterior regions of head, both sides, higher in amplitude on non-dominant side. Central sites (c3-c4) at rest	<ul style="list-style-type: none"> <li>• relaxed/reflecting</li> <li>• closing the eyes</li> <li>• Also associated with inhibition control, seemingly with the purpose of timing inhibitory activity in different locations across the brain.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• coma</li> </ul>
<u><a href="#">Beta</a></u>	15 - 30	both sides, symmetrical distribution, most evident frontally; low-amplitude waves	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alert, eyes open</li> <li>• active, busy, or anxious thinking, active concentration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• benzodiazepins</li> </ul>
<u><a href="#">Gamma</a></u>	30 – 100+	Somatosensory cortex	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Displays during cross-modal sensory processing (perception that combines two different senses, such as sound and sight)</li> <li>• Also is shown during short-term memory matching of recognized objects, sounds, or tactile sensations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A decrease in gamma-band activity may be associated with cognitive decline, especially when related to the theta band; however not proven for use as a clinical diagnostic measurement</li> </ul>

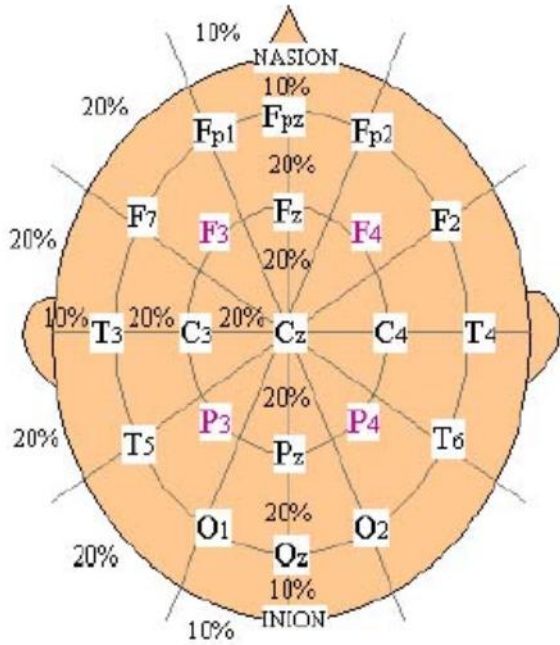
# EEG KAYDI

- Klinik uygulamalarda 19 kayıt elektrot (ap 0.4 ila 1.0 cm) kafa derisine (Uluslararası 10-20 Sistemi) zerine düzgün olarak yerleştirilir.
- Buna ek olarak, bir ya da iki referans elektrot (genellikle kulak loblar yerleştirilen) ve (genellikle buruna yerleştirilen) bir toprak elektrodu gerekmektedir.



- Bař, beynin tüm bölgelerinde yeterli aktiviteyi alabilmek için belirgin kafatası görülecek (nasion, preauriküler noktalar, inion) orantılı mesafelerde ayrılmıştır.
- Etiket 10-20 elektrotlar için puan seçilen kulak ve burun arasındaki yüzdeler oransal mesafeyi belirler.





- Elektrotların yerleşimleri, bitişik beyin alanlarını göre etiketlenir: F (frontal), C (orta), T (temporal), P (posterior) ve O (okspital).
- Harfler kafatasının sol ve sağ taraftana göre sırasıyla çift ve tek sayı ile eşleştirilir.



- Artık elektrod kepleri kullanıldığı için hepsi olması gerektiğ yerde hazır.



## ○ Elektrot

- Elektrot ile deri arasına bir jel uygulanır ki elektriksel olarak aktif dokulardan kaynaklanan akımlar vücutta iyonlar tarafından taşınır
- Metal(elektrot)-jel-deri arayüzü vücuttaki iyonik akımların ölçüm cihazı ile elektronlara dönüştürülmesini sağlar
- İyi kayıt alınabilmesi için elektrot ile deri arasındaki direncin düşük olması gerekir. Max 5000 ohm





## ○ Derivasyon

- Deri üzerine yerleştirilmiş bir çift elektrot
  - İki elektrod bir derivasyon oluşturuyor
- Derivasyon yerine kanal terimi de kullanılır

## ○ Montaj

- Bir grup derivasyon
- Ör: saçlı deriye 20 elektrod yerleştirilince 190 olası derivasyon elde edilir. Bunların seçilmiş alt kümesine montaj denir



# MONTAJ TÜRLERİ

- Bipolar montaj: Her derivasyon komşu iki elektrot arasındaki voltaj farkını kaydeder
- Referansiyal montaj: Tüm erivasyonların referans elektrodu ortaktır
- Ortalama referans montaj: Her derivasyon bir elektrottaki voltaj ile voltajların ortalamasını kaydeder
- Laplacian montaj: Her derivasyon bir elektrottaki voltajla çevrili diğer komşu elektrotların voltajlarının ağırlıklı ortalamasını kaydeder



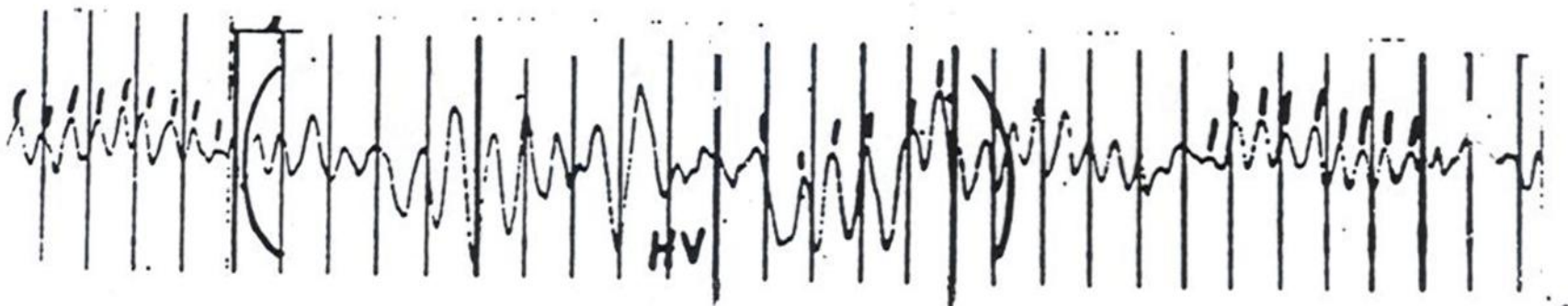
# Provokasyon testi

aralıklı fotic stimulasyon

Increase rate &  
decrease amplitude

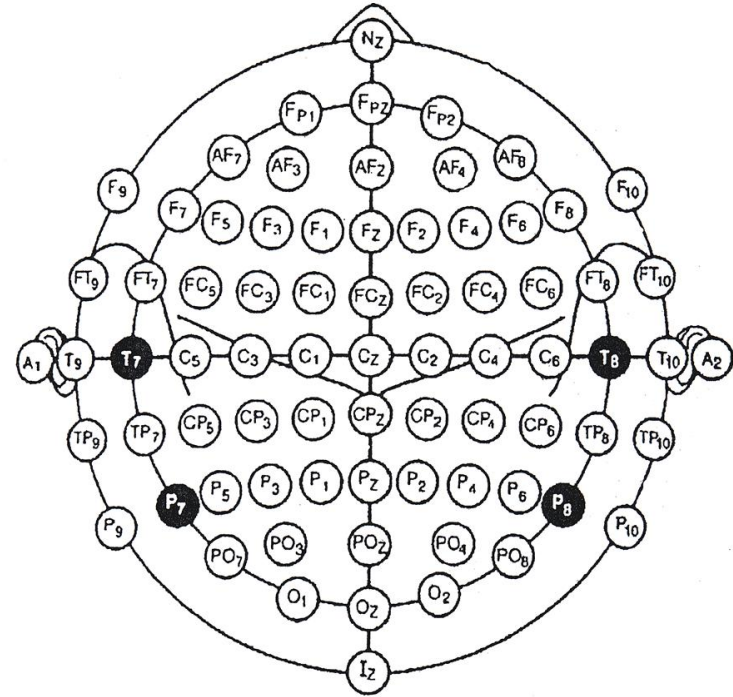
Hiperventilasyon

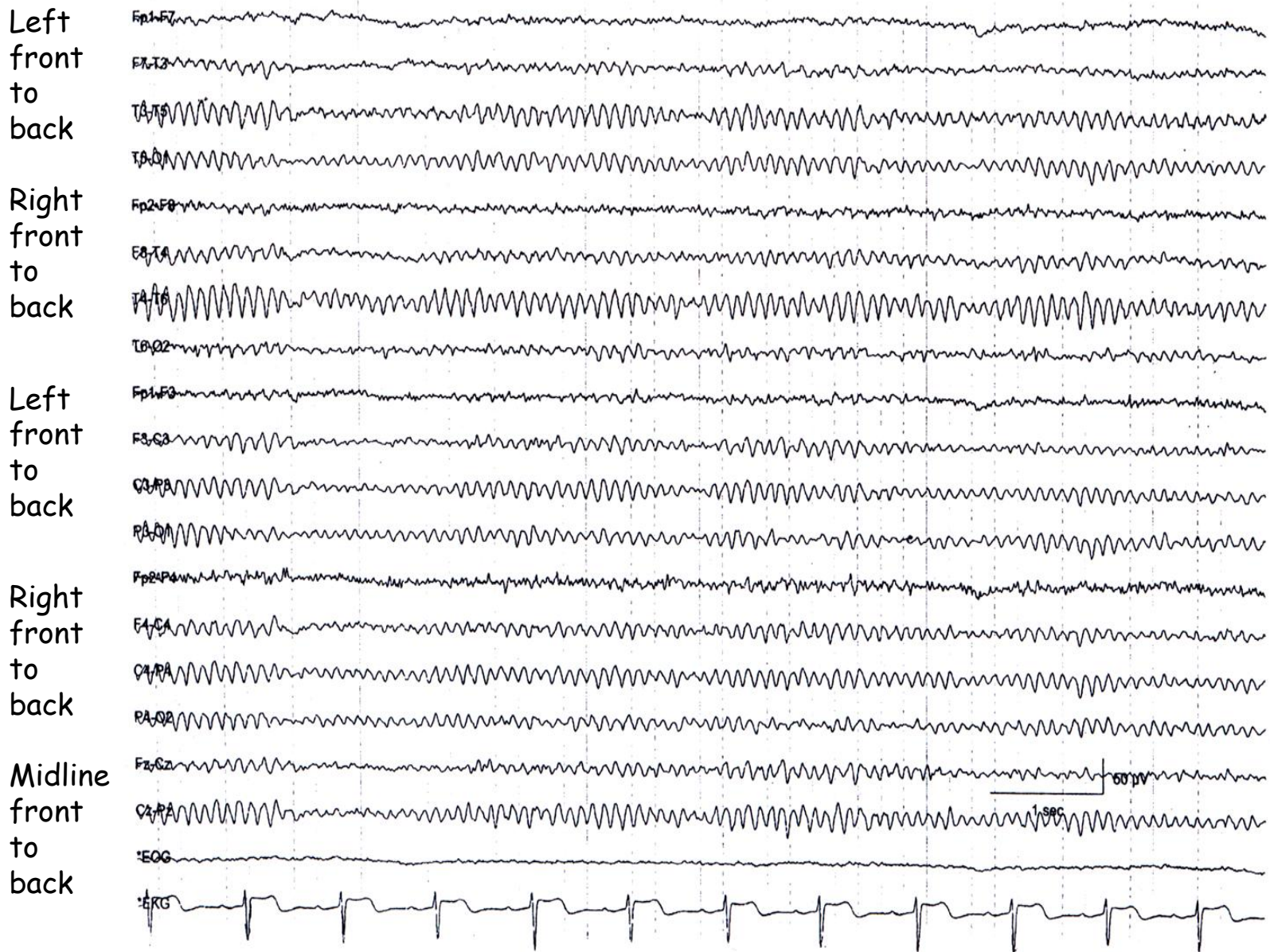
**Decrease rate &  
increase in amplitude**



Genellikle 64 -131 elektrot  
bazen arařtırmalarda daha  
fazla  
Elektrotlar çok sayıda  
kullanıldığında, her  
konumda olası tüm  
potansiyellerin ortalamasına  
göre (ortak ortalama  
referans) ölçülebilir.

"10 - 10" Electrode Location Naming Convention  
(Sharbrough et al, 1991)





**A-1** Normal adult. This is a 55-year-old man who is awake with eyes closed. There is a well-developed alpha rhythm at 10 Hz, prominent in the posterior head regions. The sinusoidal waves constitute the major and nearly only finding in this record. Little if any beta activity is present.

# EEG'yi etkileyen faktörler

Yaş

Bebeklik dönemi – teta, delta dalgaları

Çocukluk– alfa formasyonu

Yetişkin – 4 dalganın hepsi

Bilinç düzeyi (uyku)

Hipokapni (hiperventilasyon) yavaş ve yüksek genlikli dalgalar.

hipoglisemi

Hipotermi

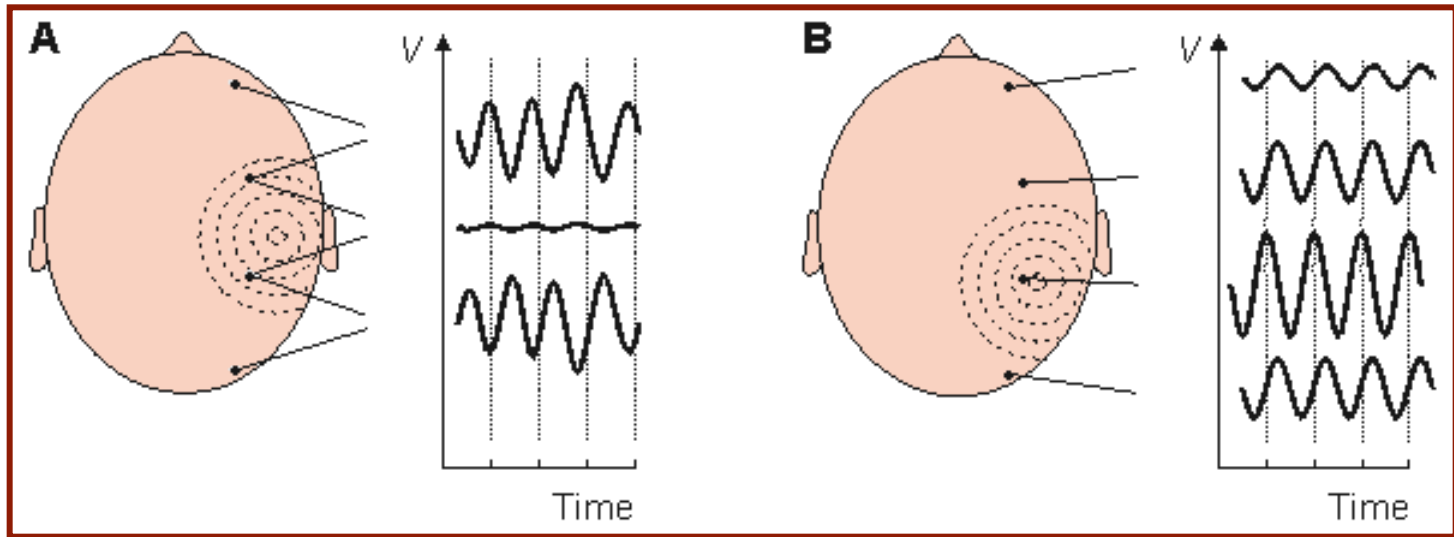
düşük glukokortikoidler

beynin uyanıklık durumu, duysal uyaranlar, beyin hastalıkları,

droglar ve vücuttaki kimyasal değişimlere bağlı olarak

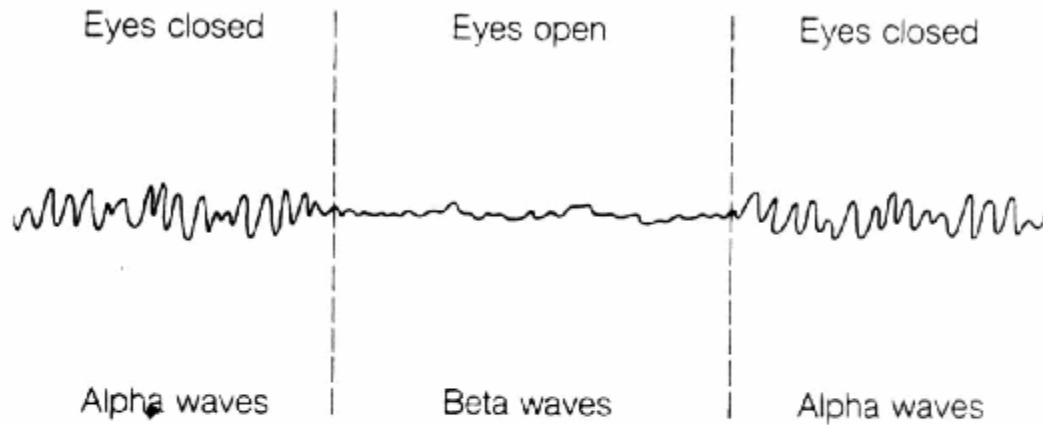
değişimler gösterir





*(A) Bipolar and (B) unipolar measurements. Note that the waveform of the EEG depends on the measurement location.*





*Replacement of Alpha rhythm on EEG with with Beta rhythm by eye`s opening.*





- Korteks yüzeyine deęen derin elektrodlarla kaydedildięinde Elektrokortikogram (EKoG) adı verilir.

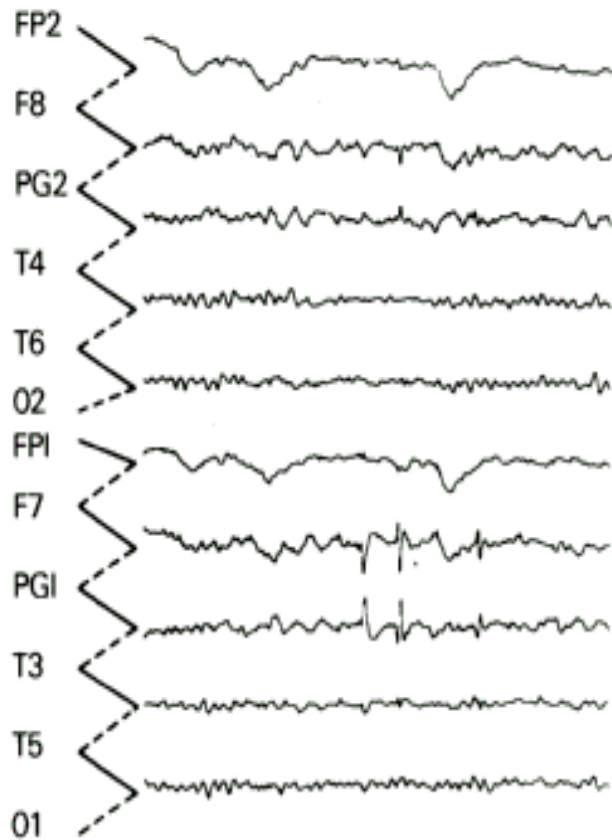


# EPILEPSI

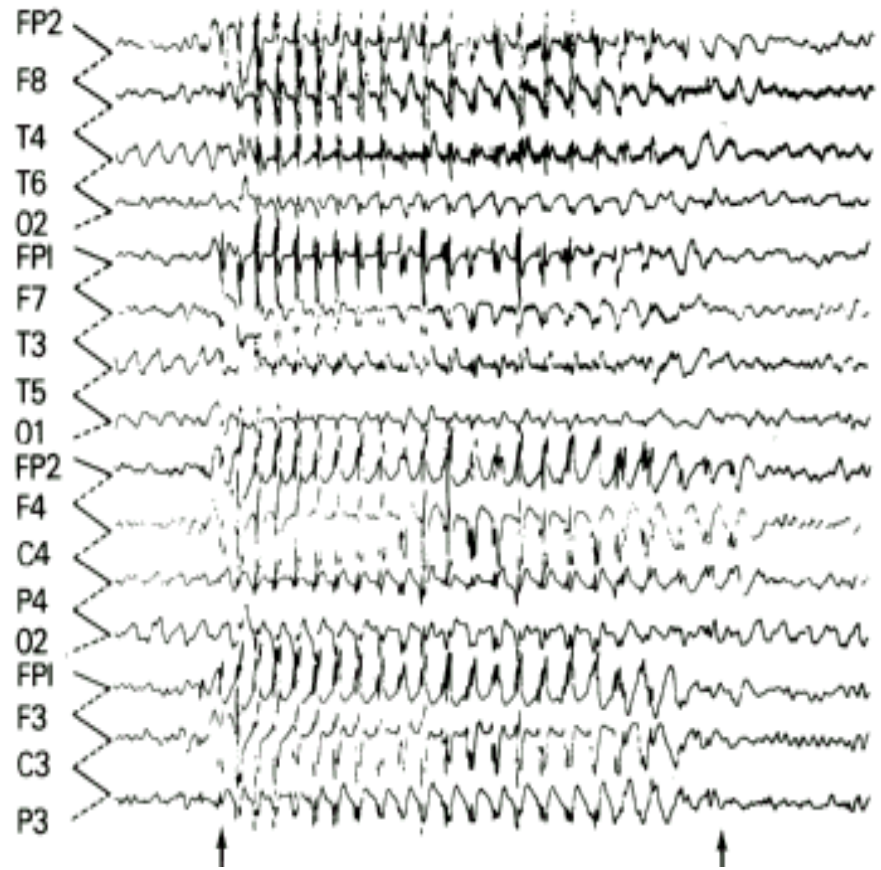
- Epilepsi, serebral korteksin gri maddesinde anormal ve aşırı nöral aktivitenin yarattığı çeşitli davranış ve algı değişimleri olarak tanımlanabilir.
- Epilepsi yaklaşık olarak popülasyonun %1'inde görülen, en sık nörolojik bozukluklardan birisidir.
- Beyin dokusunun eksitabilitesini yükselten herhangi bir durumdan kaynaklanabilir.



### A EEG spikes

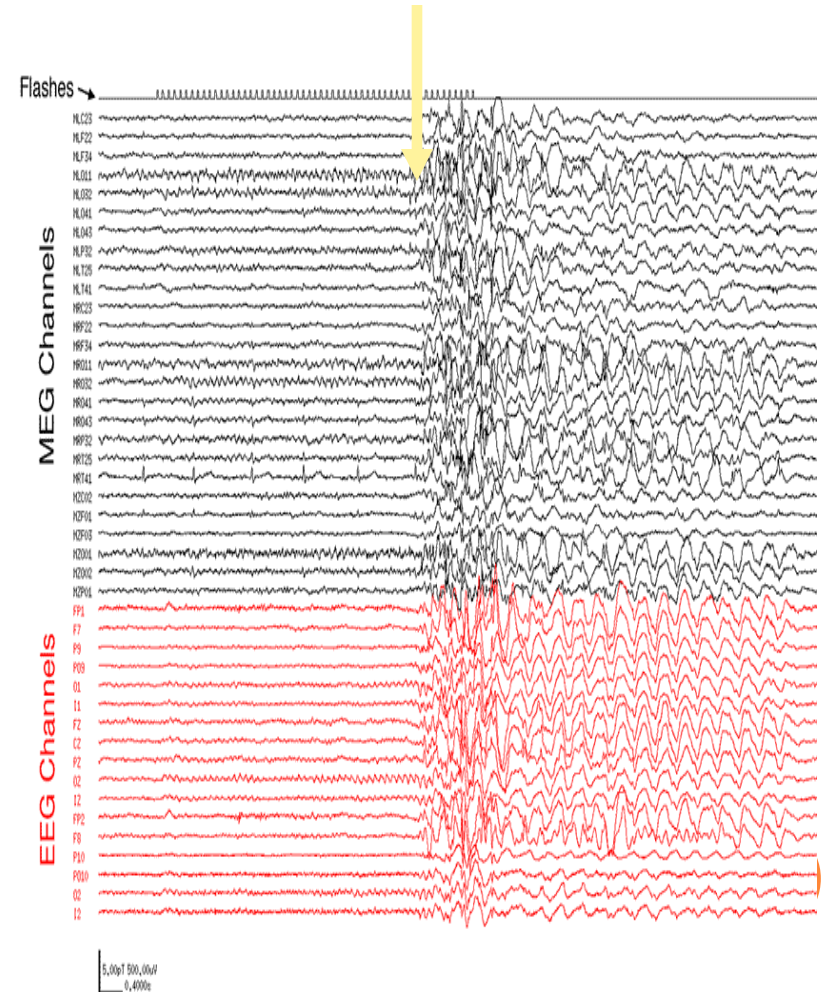
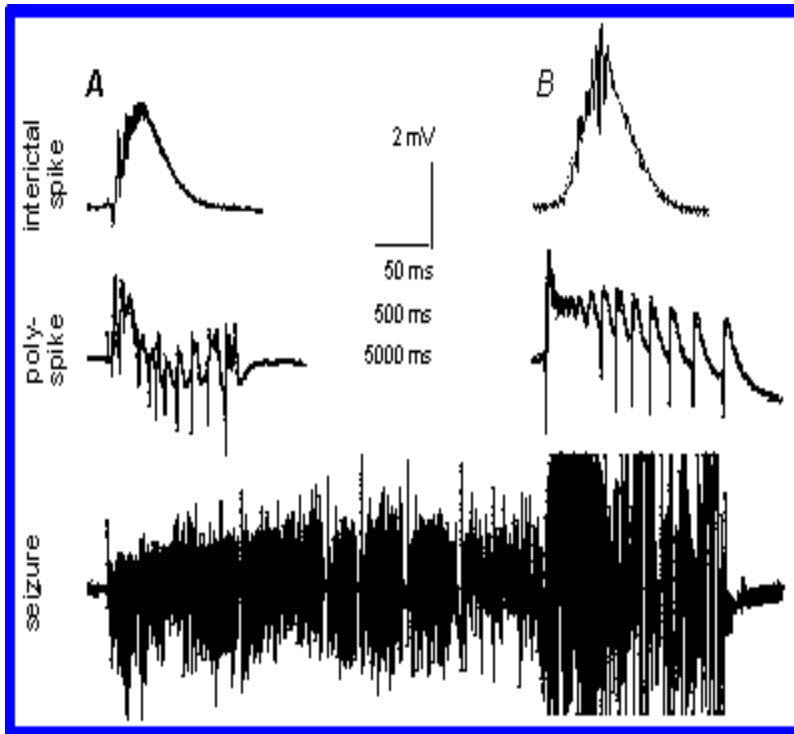


### B Generalized seizure



# EEG

- Epilepsi tanısında önemli yardım



# Beyin Tümörleri ve Diğer Yer Kaplayıcı Lezyonlar

- Büyük tümör veya yer kaplayıcı lezyonlarda, ilgili bölgede elektriksel aktivitenin bloke olması saçlı deri üzerinden ölçülen EEG nin silikleşmesine yol açar.
- Daha sık olarak, tümör çevresindeki nöronal dokuyu sıkıştırarak bu alanların anormal, yüksek voltajlı, senkron elektriksel etkinliğine yol açar. Yüksek genlikli senkron dalgaların genliklerinin maksimuma ulaştığı bölge tümör bölgesidir.



**Beyin Dolaşım Bozuklukları (Serebrovasküler Olaylar):** Beyin dolaşımının bozulması genellikle temel EEG ritminde yavaşlama ve silikleşme ile karakterizedir.

**Psikozlar :** Dikkat sırasındaki ritm reaksiyonu, alkaloz yaratan hiperventilasyondaki ritm değişimleri, alfa iğcikleri ve teta dalgaları saptanır.



# EEG AKTIVITESİNİN TIPLERİ

## Spontan EEG

### Olaya İlişkin Potansiyeller (OİP)

Belirli olayların öncesi veya sonrasında ortaya çıkan, yinelenebilir, belirli bir zaman karakteristiğine sahip potansiyel değişimleri

### Uyarılma Potansiyelleri (UP)

OİP'nin Özel Bir Durumu

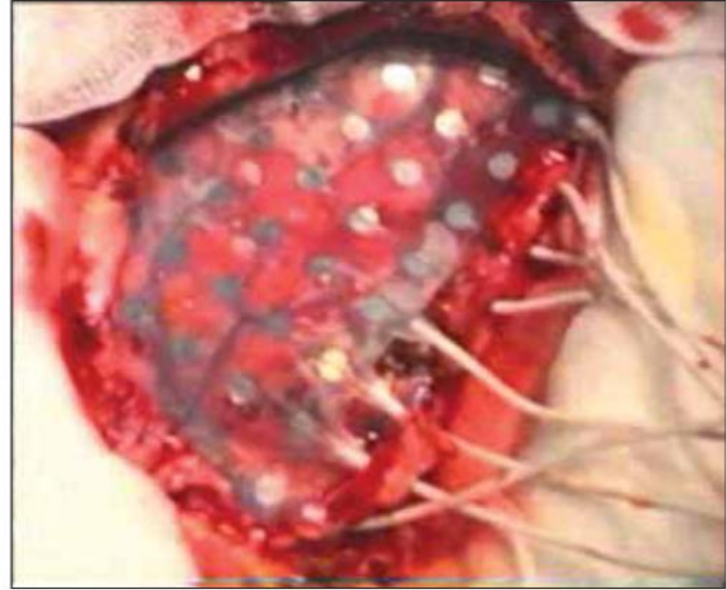
Duysal bir uyarana yanıt olarak oluşan OİP



# ECoG



**Şekil 1:** İnvaziv monitorizasyonda kullanılan grid ve strip elektrotlar.



**Şekil 2:** Serebral korteks üzerine yerleştirilmiş subdural grid elektrot.





# EN YAKIN KOMŞULAR YÖNTEMİ

- A noktasına bir elektrod koymuş olsaydık, elde edeceğimiz genlik ne olurdu?
- Bunu en yakın komşuları kullanarak tahmin etmeye çalışacağız. A noktasının genliği, komşu 4 elektrodun genliğinin ağırlıklı ortamasıdır
- Ağırlıklı ortalama için uzaklık kullanılır



- Tüm noktaların uzaklıklarını 1'e bölüp topluyoruz
- $1/0.16 + 1/0.23 + 1/0.28 + 1/0.33$
- $= 6.25 + 4.35 + 3.57 + 3.03 = 17.20$
- $6.25/17.20 = 0.36$
- $4.35/17.20 = 0.25$
- $3.57/17.20 = 0.21$
- $3.03/17.20 = 0.18$
- $0.36 + 0.25 + 0.21 + 0.18 = 1$
- En yakın noktanın katkısı %36, 2.sinin %25....

