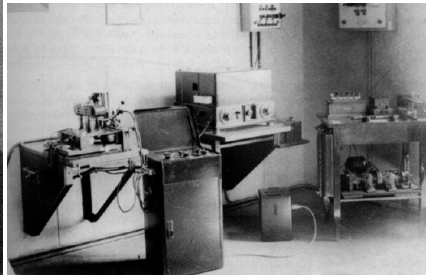
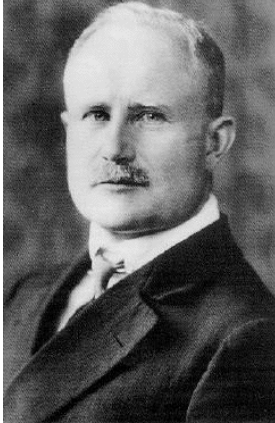


## Giriş

Bu deneyde bir gönüllüden kaydedeceğiniz Elektroensefalogram (EEG) kaydı üzerinde farklı sinyallerin etkisini izleyeceksiniz. Göz açma ve kapatma işlemleriyle birlikte zihinsel ve işitsel uyuçlarının alfa ve beta dalgaları üzerine etkilerini gözlemleyeceksiniz.

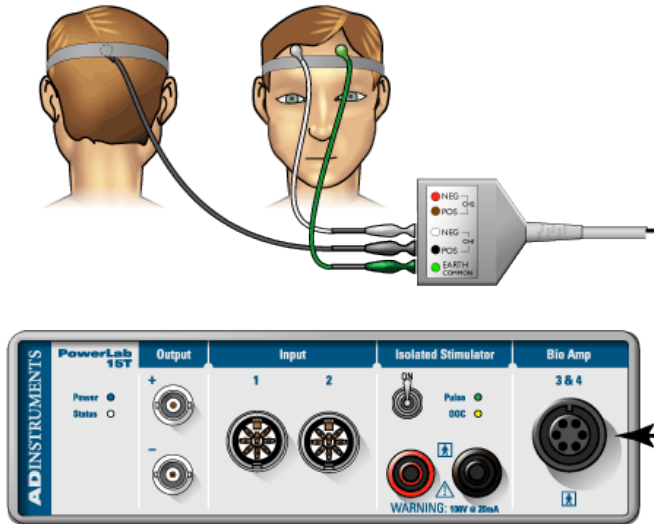


*Hans Berger. EEG kaydının öncüsü. Berger'in ilk EEG kayıt düzeneği.*

## Öğrenme Hedefleri

Bu laboratuvarın sonunda kazanılacak beceriler:

- EEG sinyallerinde yaygın olarak görülebilecek artefaktlar tanımak.
- Alfa dalgalarını tanımlayarak sayısallaştırmak.
- Alfa aktivitesinin zihinel aktivite veya işitsel uyarımlarla nasıl değişikliğe uğradığını anlamak.



## Kurulum

- BioAmp kablonuzu PowerLab'daki BioAmp soketine takınız.
- Üç adet EEG plaka elektrodunun kablolarını Toprak (Earth), kanal bir negatif (CH1 NEG) ve pozitif (POS) olarak BioAmp kablosuna bağlayınız.

## Alın elektrotları

- Alın (frontal) bölgesine (negatif-beyaz) elektrotları bağlayınız.

1. Bir tükenmez kalemle deneğinizin alnında saç bitim bölgesinin orta hattından 5 cm sağ tarafa (veya deneğiniz saçsız ise denk bir bölgeye) küçük bir artı işareti koyunuz.
2. Artı koyduğunuz yerdeki deriyi bir aşındırıcı (abrasive) bir pet veya jel yardımıyla hafifçe kazıyarak temizleyiniz.
  - Bu basamak, üst derinin elektriksel direncini azaltıp iyi bir elektriksel bağlantı sağlanabilmesi açısından önemlidir.
3. Eğer elektrot jeli kullanıyorsanız elektrodun içindeki boşluğa iki damla kadar jel damlatınız. Eğer elektrot pastası kullanıyorsanız, parmağınıza bir miktar pasta alıp, artı işareti koyduğunuz deri bölgesine koyunuz; ardından da elektrodunuzun konkav (içi boş) bölümünü sıkı bir biçimde bu pastaya bastırınız.
4. Elektrodunuzu, çizmiş olduğunuz artı işaretinin üzerine yerleştiriniz ve 5 ila 8 cm uzunluğunda bir yapışkan bant ile deriye sabitleyiniz.
5. Elektrodun kazaen çekilip çıkmasını engellemek için ilave bir kaç yapışkan bantla kabloları alın bölgesindeki uygun noktalara sabitleyiniz.
  - Toprak (yeşil-arth) elektrodunuzu yine alın bölgesine, önceki elektrot gibi fakat bu kez karşı (sol) tarafa bağlayınız.
  - Oksipital bölgeye (pozitif-siyah) elektrodu yerleştiriniz
1. Kafanın etrafına sıkı bir bandaj geçirin. Bandajın ön kısmı alnayerleştiren elektrotlarla kaş çizgisi arasından, arka kısmı ise kafatasının en geniş olduğu noktadan geçmelidir.
2. Bandajın kafanın arkasındaki bölümünü 1-2 cm kadar aşağıya çekiniz. Açığa çıkan kafa derisi bölümü üzerindeki saçları, orta hattan bir kaç santimetre yanda ve alındaki elektrotla aynı tarafta olacak şekilde ayırınız.
3. Bir tükenmez kalemle ayrılmış saçların arasındaki deriye küçük bir işaret koyunuz.
4. Aşındırıcı bir ped yardımıyla saçlı derinin işaretli bölümünü hafifçe kazıyınız.
5. Eğer elektrot jeli kullanıyorsanız elektrodun içindeki boşluğa iki damla kadar jel damlatınız. Eğer elektrot pastası kullanıyorsanız, parmağınıza bir miktar pasta alıp, artı işareti koyduğunuz deri bölgesine koyunuz.
6. Saçları ayrık durumda tutarken elektrodu işaretlediğiniz yere yerleştiriniz. İyi bir temas için elektrodu deriye doğru nazikçe bastırınız.
7. Elektrodu yerinden oynatmamaya dikkat ederek bandajı yukarıya çekiniz ve elektrodu sağlam bir biçimde yerinde tutacak şekilde yerleştiriniz.
8. Elektrodun kazaen çekilerek yerinden oynamasını engellemek için kablolarını yapışkan bir bant yardımıyla bandajın dış kısmına yapıştırınız.
9. Elektrodun işaretli deri bölgesine bastırılmış durumda olup olmadığını kontrol ediniz. Eğer gerekiyorsa bandajı biraz daha sıkılaştırınız.

### **Deneğinizin Pozisyonu**

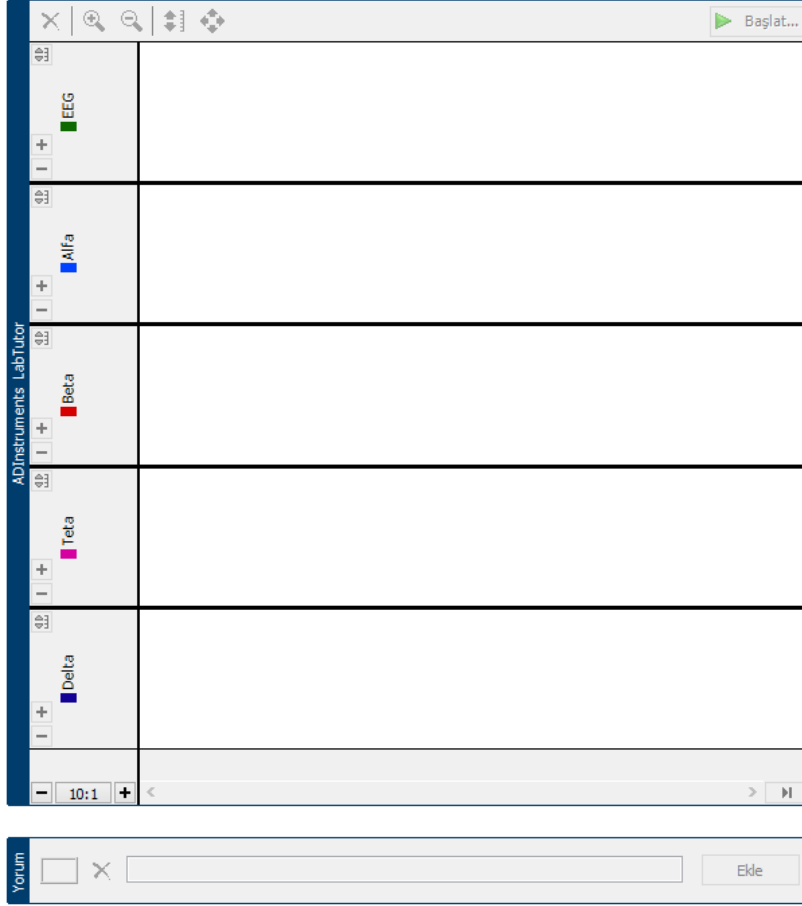
- Deneğiniz sırtüstü ve rahatlamış bir biçimde yatarken, kafasının, elektrotların herhangi bir şekilde sıkışmasını engelleyecek biçimde konumlanmış olduğundan emin olun.
- Devam etmeden önce tüm elektrotların deneğinize ve BioAmp kablosuna düzgün bir biçimde bağlandığından emin olunuz.

### **Deney 1: Artefaktları tanıma**

LabTutor panelinin en üst kanalı ham EEG verisini; alttaki dört kanal ise dijital olarak süzölmüş ham veriyi göstermektedir.

- Alfa frekansı (8 ile 13 Hz, ~30-50  $\mu V$ )
- Beta frekansı (13 ile 30 Hz, <20  $\mu V$ )
- Teta frekansı (4 ve 8 Hz, <30  $\mu V$ )
- Delta frekansı (0.5 ve 4 Hz, ~100-200  $\mu V$ ).

Deney sırasında gerektiğinde kaydırma çubuklarını, [Otomatik boyutlandırma](#) ve [Sıkıştırma](#) denetimlerini kullanarak kaydedilen veriyi en iyi şekilde izleyiniz. Gönüllü deneğinizin rahatlamış bir durumda ve aksi belirtilmediği takdirde hareketsiz halde durması gerektiğini unutmayınız.



### Göz Kırpma Artefaktları

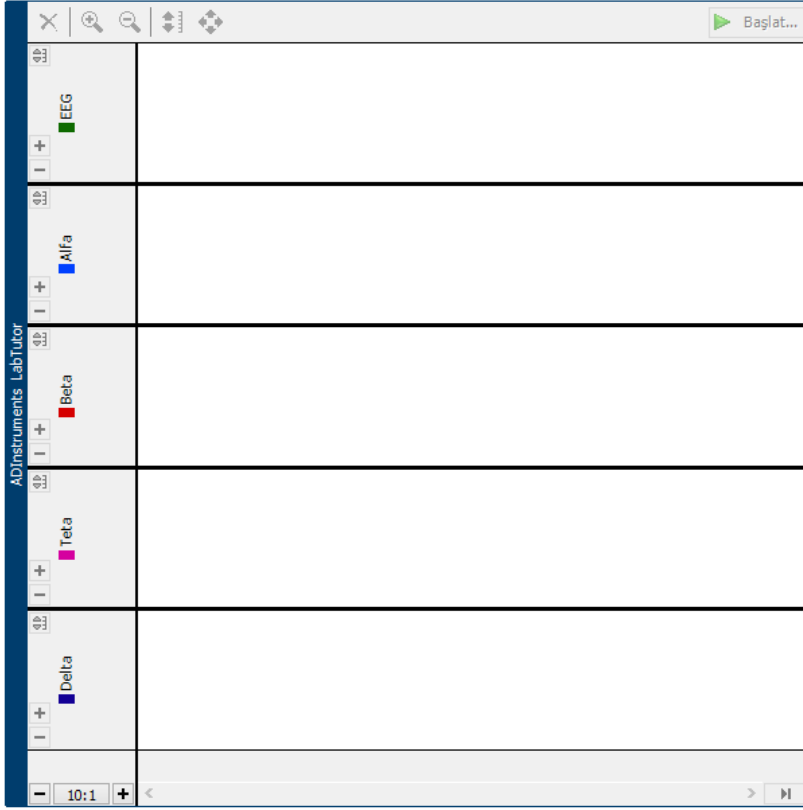
1. **Başlat**'a basınız. Deneğinizden gözünü arka arkaya kırpmasını isteyiniz.
2. Deneğinizi takip ederken, denek her göz kırptığında Enter tuşuna basarak bir [yorum](#) ekleyiniz.
3. 5 ila 10 saniye sonra **Dur** tuşuna basınız.

### Göz Hareketleri

1. **Başlat**'a basınız. Deneğinize tekrarlayan şekilde gözlerini önce sağa sonra da sola çevirmesini söyleyiniz. Deneğiniz gözlerini hareket ettirirken kafasını sabit tutmalıdır.
2. Deneğinizi izlerken, gözlerini her çevirdiğinde Enter tuşuna basarak, gözlerin her hareketi için bir kayıt [yorumu](#) ekleyiniz.
3. 5 ila 10 saniye sonra **Dur** düğmesine basınız.

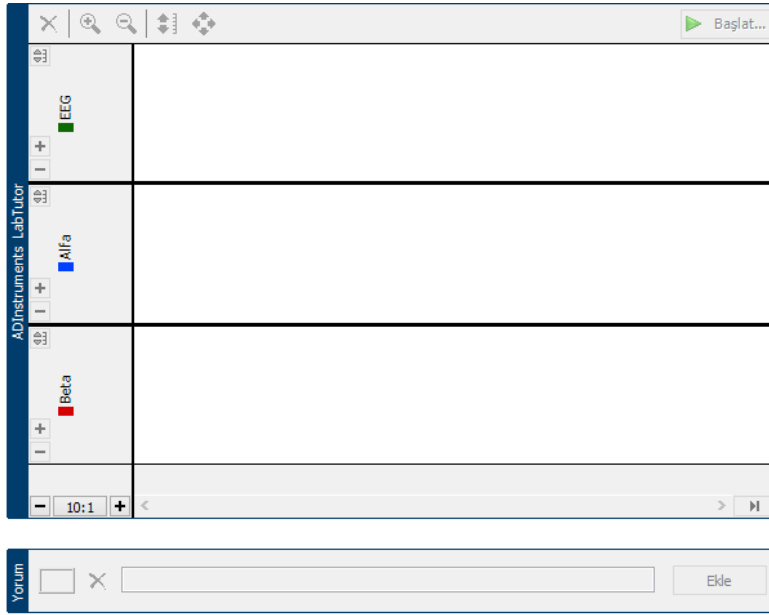
### Baş Hareketleri

1. **Başlat**'a basınız. Deneğinize tekrarlayan şekilde başını önce sağa sonra da sola çevirmesini söyleyiniz.
2. Deneğinizi izlerken, başını her çevirdiğinde Enter tuşuna basarak, başın her hareketi için bir kayıt [yorumu](#) ekleyiniz.
3. 5 ila 10 saniye sonra **Dur** düğmesine basınız.



### Analiz - EEG Artefaktları

1. LabTutor panelinin alt kısmındaki kaydırma çubuğunu ve dikey boyutlandırmayı kullanarak kayıtları inceleyiniz.
2. Esas EEG sinyalleri nadiren  $+50 \mu V$  ile  $-50 \mu V$  aralığı dışına taşarlar.  $\pm 50 \mu V$  aralığının dışına taşan göz hareketleri, göz kırpma ve baş hareketlerine ilişkin aktiviteleri bulunuz. Bu büyük sinyaller, artefaktlardır. Eğer bu tip sinyalleri görmüyorsanız, elektrot bağlantılarını kontrol ediniz; ve gerekiyorsa kaliteyi etkileyebileceğinizi düşündüğünüz tüm bağlantıları söküp yeniden takınız.  
 Kaydettiklerinize benzer artefaktların genellikle üç ortak nedeni vardır.
1. Yüz ve kafa derisindeki kaslara ait elektromiyografik (EMG) aktivite (göz kırpma, kafa hareketleri gibi).
2. Göz kürelerinin dönüşünden kaynaklanan potansiyeller (elektro-okülografik EOG sinyaller).
3. Özellikle saçlar yüzünden yerine sağlam biçimde oturmeyen oksipital elektrotlarda olduğu gibi, EEG elektrotlarının mekanik hareketleri.



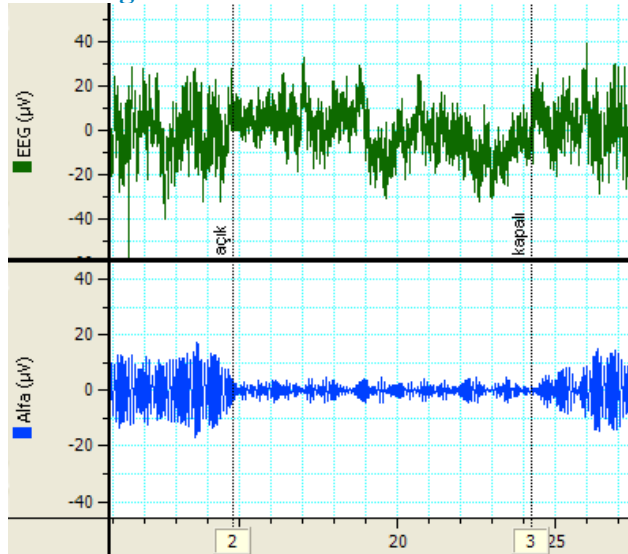
## Deney 2: Alfa ve Beta Ritimleri

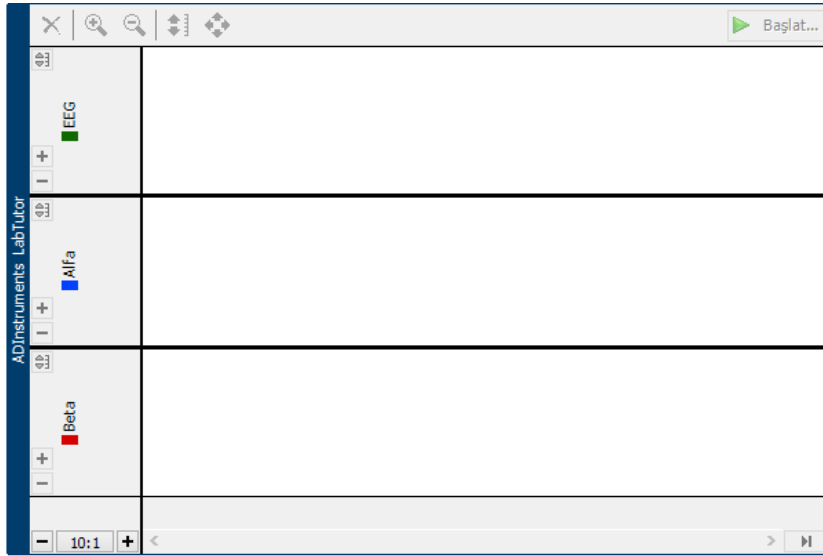
Deneyin bu bölümünde EEG'deki alfa ve beta dalgalarını (alfa veya beta ritimlerini) inceleyerek, bunların üzerine gözlerin açık yahut kapalı durumda olmasının etkilerini gözlemleyeceğiz.

### Yapılacaklar

1. Deneğinizin gevşemiş, hareketsiz ve iki gözünün de açık olduğundan emin olunuz.
  2. **Başla** tuşuna basınız
  3. **Yorum** bölümüne "kapalı" yazınız. Yaklaşık 30 saniye sonra deneğinize gözlerini kapatmasını söyleyiniz. Aynı anda Ekle komutuna basarak yorumunuzu ekleyip kayda devam ediniz.
  4. Yorum paneline bu kez "açık" yazınız. Yaklaşık 30 saniye sonra deneğinize gözlerini açmasını söyleyiniz. Aynı anda Ekle komutuna basarak yorumunuzu ekleyiniz.
  5. Bir kaç saniye daha kayda devam ettikten sonra **Dur** komutuna basınız.
  6. Aynı işlemi iki kez daha tekrar ederek üç adet sonuç kaydı elde ediniz.
- EEG verileriniz **şu şekilde** gibi görünmelidir. **Otomatik boyutlandırma** işleviyle gerektiği takdirde kaydınızı genişletebilirsiniz.

### Alfa Dalgaları





| Değer | Ort. Alfa Genliği | Değer | Ort. Alfa Frekansı | Değer | Ort. Beta Genliği | Değer | Ort. Beta Frekansı |
|-------|-------------------|-------|--------------------|-------|-------------------|-------|--------------------|
|       |                   |       |                    |       |                   |       |                    |

| Alfa Dalgaları |             |              |
|----------------|-------------|--------------|
| Durum          | Genlik (μV) | Frekans (Hz) |
| Gözler açık    |             |              |
| Gözler açık    |             |              |
| Gözler açık    |             |              |
| Ortalama       |             |              |
| SS             |             |              |
| Gözler Kapalı  |             |              |
| Gözler Kapalı  |             |              |
| Gözler Kapalı  |             |              |
| Ortalama       |             |              |
| SD             |             |              |

| Beta Dalgaları |             |              |
|----------------|-------------|--------------|
| Durum          | Genlik (μV) | Frekans (Hz) |
| Gözler açık    |             |              |
| Gözler açık    |             |              |
| Gözler açık    |             |              |
| Ortalama       |             |              |
| SS             |             |              |
| Gözler Kapalı  |             |              |
| Gözler Kapalı  |             |              |
| Gözler Kapalı  |             |              |
| Ortalama       |             |              |
| SD             |             |              |

### Analiz - Alfa ve Beta Ritimleri

**Dikey sıkıştırma düğmelerini** ve kaydırma çubuğunu kullanarak kaydınızı inceleyiniz. Gözler açık veya kapalıyken alfa dalgalarının genliklerinde bir değişiklik olup olmadığını izleyiniz. Aynı zamanda beta aktivitesinde de bir değişim olup olmadığına dikkat ediniz.

1 Alfa dalgalarını sıklıkları ve genliklerine bakarak ayırdedebilirsiniz. Genellikle (denekler arasında oldukça değişkenlik gösterse de) 50 μV'dan daha düşük genliğe sahiptirler. **Bu örnekte görüldüğü gibi** alfa dalgalarının her bir döngüsü neredeyse tam olarak 0.1 saniye sürer.

Gözler açık ve kapalıyken aldığınız kayıtlardaki alfa dalgaları arasında bir fark görmüyorsanız, deneginizin gözleri kapalıyken aldığınız kayıtlara baktığınızdan emn olunuz. Kayıtlarınız genellikle yüksek genlikli artefaktlar içeriyorsa, bir veya daha fazla sayıda elektrodu çıkartıp tekrar takmanız gerekebilir.

**⚠ Bazı deneklerde belirgin bir alfa aktivitesi kaydedilemeyebilmektedir. Eğer durum böyleyse, bir başka gönüllüden kayıt almayı denemelisiniz.**

Alfa ve beta dalgalarını tanımladıktan sonra genlik ve/veya frekanslarındaki değişimleri sayısallaştıracanız.

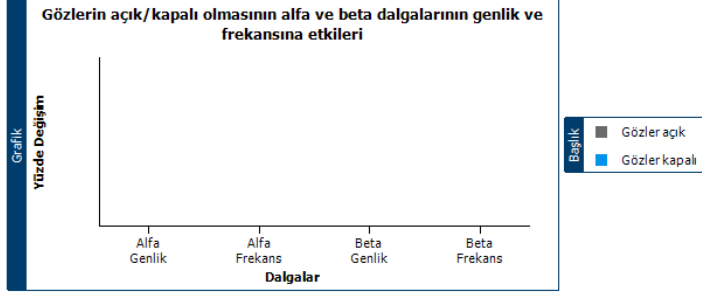
### Yapılacaklar

İlk kaydınızı dönerek, deneginizin gözlerinin açık olduğu kayıt dönemine rasgelen artefaktsız bir bölümden bir miktar **seçiniz**.

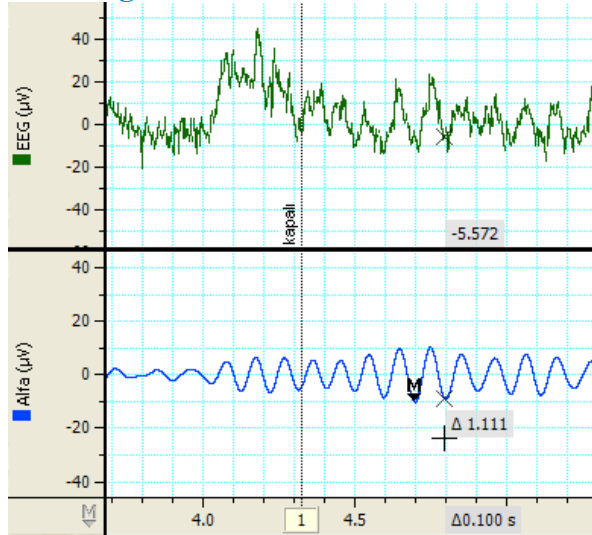
Bir seçim yaptığınızda, dört adet **Değer göstergesinde**, seçilen dönem için geçerli alfa ve beta dalgalarına ait ortalama (ort.) genlik ve frekans verilerini gözlemleyebilirsiniz. Her bir değeri aşağıdaki tabloda yer alan uygun hücrelere sürükleyiniz.

Bu adımları "gözler kapalı" dönemi ve diğer iki kayıt için de tekrarlayınız. Tablolarınız standart sapma verileriyle birlikte ortalama genlik ve frekans değerlerini gösterecektir. Analizleri tamamladığınızda tabloların alt kısmındaki gezinme düğmelerini kullanarak elde ettiğinizi değişkenleri grafik halinde görebilirsiniz.

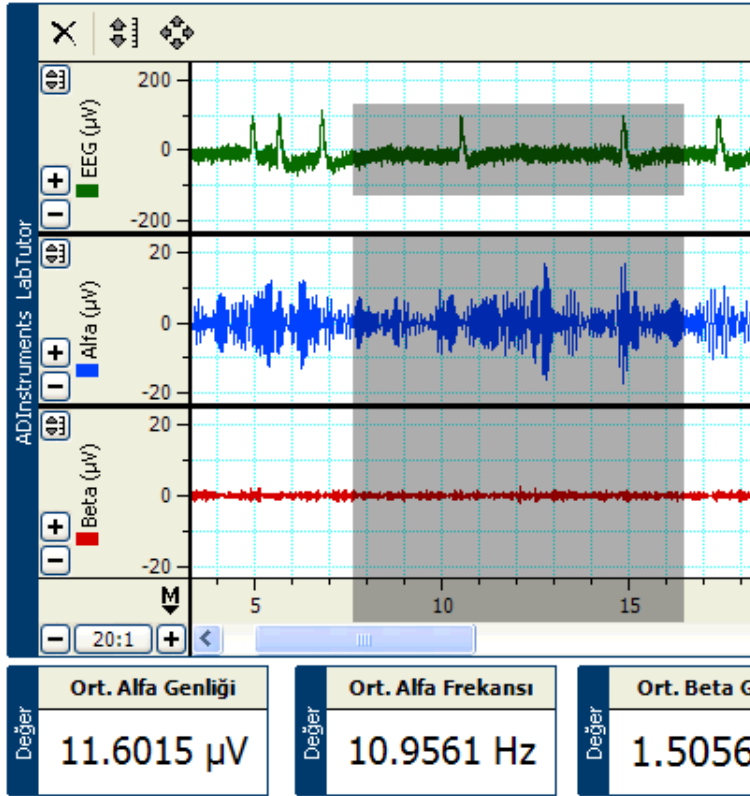
1 LabTutor yazılımı ile üretilen grafik, gözlerin açık olduğu (kontrol) döneme göre gözler kapalıyken kaydedilen aktivitenin yüzde genlik ve frekans değişikliklerini göstermektedir (Gözler kapalı = %100).



### Alfa Dalgaları



### Seçim üzerinden kanal hesaplamaları



LabTutor'da analiz, yandaki örnekteki işaretli alan gibi bir alanın veri panelinden seçilmesi ile basitçe gerçekleştirilebilir.

**Değer göstergeleri**, bir seçim üzerinde özel hesaplamaları yapacak şekilde belirlenebilir. Bu örnekte değer panelleri, alttaki iki kanalda bulunan iki farklı EEG kaydından ortalama genlik ve frekans değerlerini göstermektedir.

Bir kaydın zaman eksenine çift tıklayarak, bütün kaydın otomatik olarak analizini yapmak da mümkündür.

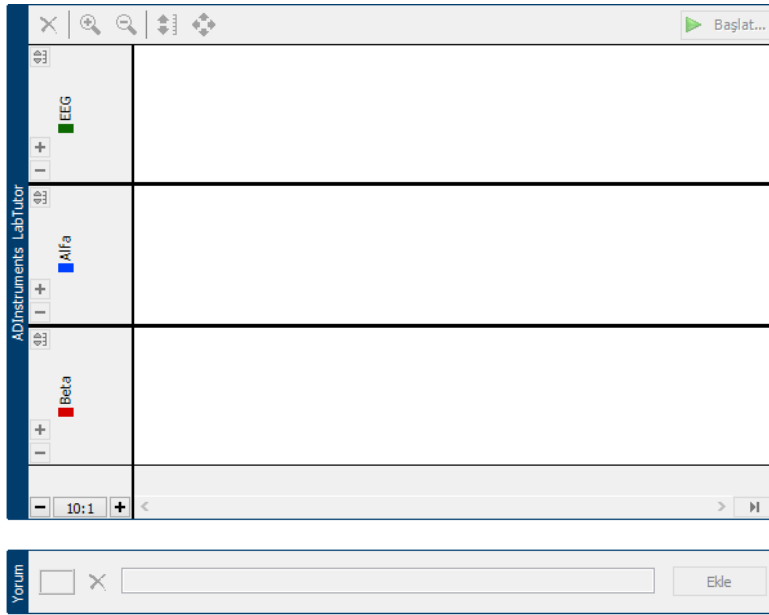
### Değer paneli



Değer panelleri sözelimi LabTutor panelindeki herhangi bir noktaya tıklanarak elde edilebilecek veri değerlerini gösterir.

Değer panellerindeki rakamlar, alındıkları kanalın rengini yansıtacak şekilde renklerle kodlanmıştır.

Değer panellerindeki değerleri tablolara sürükleyebilirsiniz.

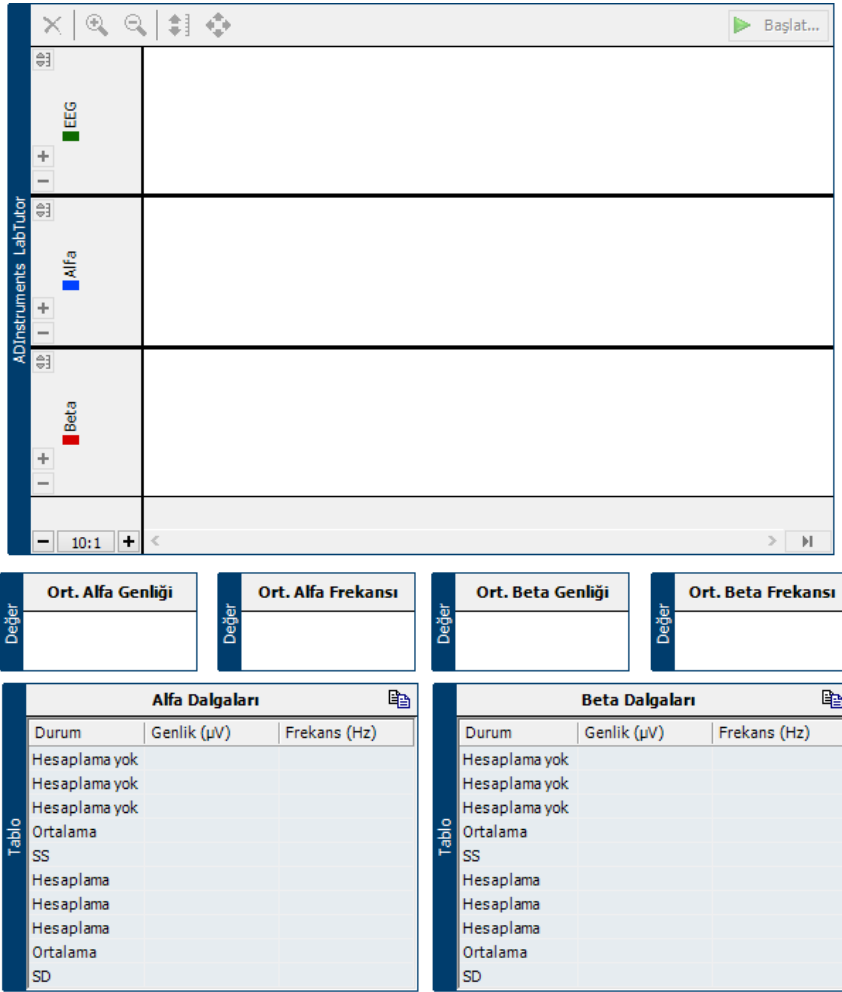


### Deney 3: Zihinsel aktivitenin etkisi

Bu bölümde gözler kapalıyken yapılan zihinsel bir matematik işleminin alfa ve beta ritimleri üzerine etkisini inceleyeceğiz.

#### Yapılacaklar

1. Deneğinizin rahatlamış, sessizce uzanmış ve her iki gözünün de kapalı durumda olduğundan emin olunuz.
2. **Başlat** komutuna tıklayarak **yorum** kısmına "kapalı" yazınız.
3. Yaklaşık 30 saniye kadar süren uzun bir alfa aktivitesinden sonra deneğe aşağıdaki talimatları veriniz:
  - Söylediğiniz zama rasgele bir başlangıç sayısından yedinin katlarını çıkartmasını söyleyiniz. (örneğin;  $100 - 7 = 93$ ,  $93 - 7 = 86$ ,  $86 - 7 = 79$ , gibi)
  - Denekten cevapları sadece düşünmesini, fakat **söylememesini** isteyiniz.
4. Zihinsel hesaplama işlemini başlatma komutunu verdiğinizde yorum bölümü aracılığıyla "mat." yorumunu ekleyiniz.
5. Yine yaklaşık otuz saniye kaydettikten sonra deneğinize zihinsel matematik işlemini kesmesini ve rahatlamasını söyleyiniz.
6. Bir kaç saniye daha kayda devam ettikten sonra **Durdur** komutunu tıklayınız.
7. Bu işlemleri üç farklı kaydınız olacak şekilde iki kez daha tekrar ediniz.
  - ❗ Her tekrarda zihinsel matematik işlemini değiştiriniz.

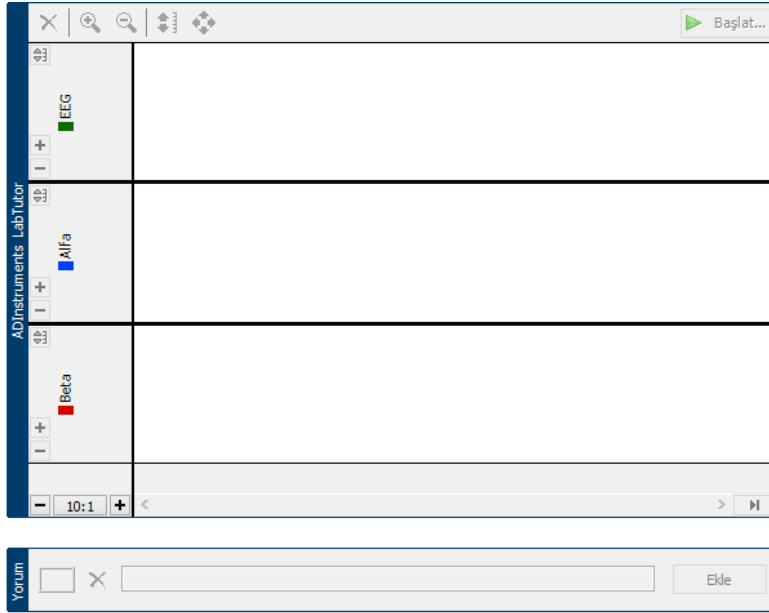


### Analiz - Zihinsel Aktivite

Gözler kapalı ve matematik işlemi yapılmazken kaydettiğiniz alfa ve beta aktiviteleri (kontrol) ile zihinsel aritmetik başladıktan sonraki aktiviteleri tanımlayınız. Ardından Alıştırma-2'deki analizi tekrarlayınız.

1. İlk kaydınızı kullanarak, deneyinizin gözlerinin kapalı olduğu fakat zihinsel matematik işlemi yapmadığı döneme ait bölgeden bir bölüm **seçiniz**.
2. **Değer göstergelerinde** hesaplanan genlik ve frekans değerlerini aşağıdaki tabloların uygun hücrelerine sürükleyiniz.
3. Bu adımları gözler kapalı, matematik işlem yapılırken ve yapılmazken olmak üzere her üç kayıt için de tekrarlayınız. Tablolarınız standart sapma verileriyle birlikte ortalama genlik ve frekans değerlerini gösterecektir.
4. Analizleri tamamladığınızda tabloların alt kısmındaki gezinme düğmelerini kullanarak elde ettiğinizi değişkenleri grafik halinde görebilirsiniz.

**1** LabTutor yazılımı ile üretilen grafik, matematik işlemi yapılmayan (kontrol) döneme göre matematik işlemi yapılırken kaydedilen aktivitenin yüzde genlik ve frekans değişikliklerini göstermektedir (Matematik işlemi yapılmazken = %100).



#### Deney 4: İşitsel uyarının etkisi

Bu bölümde gözler kapalı durumdayken verilen farklı tipte ve ses düzeyinde müzik uyarılarının alfa ve beta ritimleri üzerindeki etkilerini inceleyeceğiz.

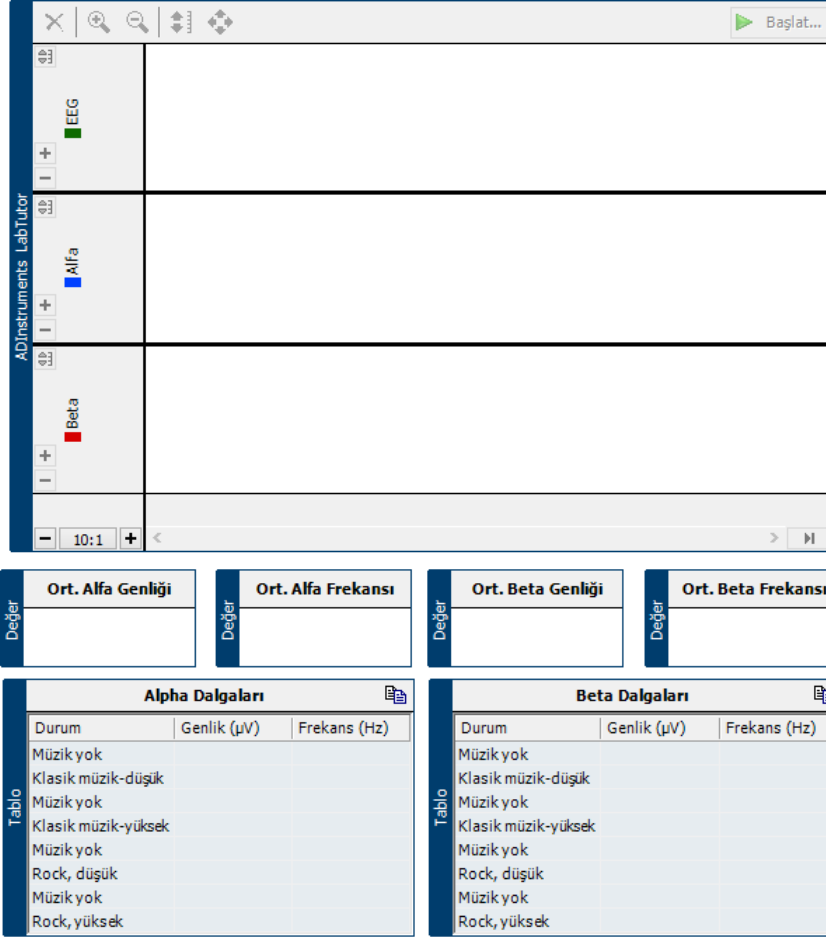
##### Yapılacaklar

1. Bu deney için **bir çift kulaklık ile deneğinize müzik uyarısı verebileceğiniz bir düzeneğe** ihtiyacınız olacak.
2. Aşağıdaki müzik tiplerine uygun müzik parçalarını tesbit ederek deneğinize sunmaya hazır hale getiriniz.
  - Düşük ses düzeyinde dinlendirici (klasik) müzik.
  - Yüksek ses düzeyinde dinlendirici (klasik) müzik.
  - Düşük ses düzeyinde yoğun (rock) müzik.
  - Yüksek ses düzeyinde yoğun (rock) müzik.
3. Deneğinizin rahatlamış bir durumda sessizce uzandığından, kulaklıklarının takılı ve gözlerinin kapalı olduğundan emin olunuz.
4. **Başlat** komutunu vererek "kapalı" **yorumunu** giriniz.
5. 30 saniye kadar alfa ritmi kaydettikten sonra belirlediğiniz ilk müzik parçasını dinletmeye başlayarak, yorum bölümüne uygun bir yorum giriniz.
6. Yaklaşık 30 saniye daha kayda devam ettikten sonra müziği durdurunuz.
7. Bir kaç saniye daha kayda devam ettikten sonra **durdurma** komutu veriniz.
8. Belirlediğiniz her müzik tipi için yukarıda bahsedilen basamakları tekrarlayınız.

##### İşitme uyarısı

Dikkatin dağılmaması için müzik kulaklıklar aracılığıyla verilmelidir.

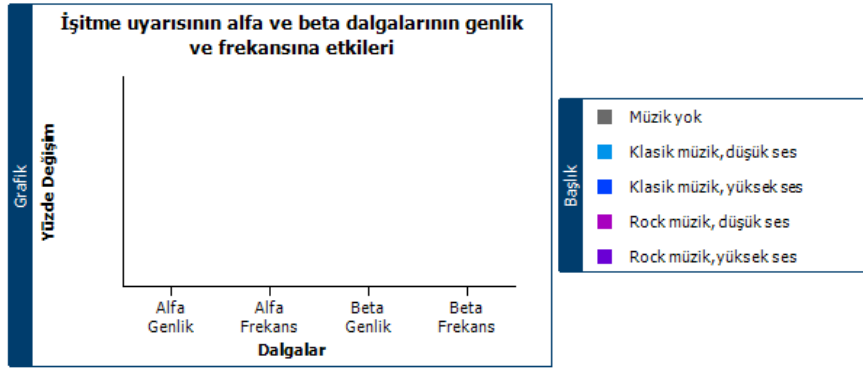
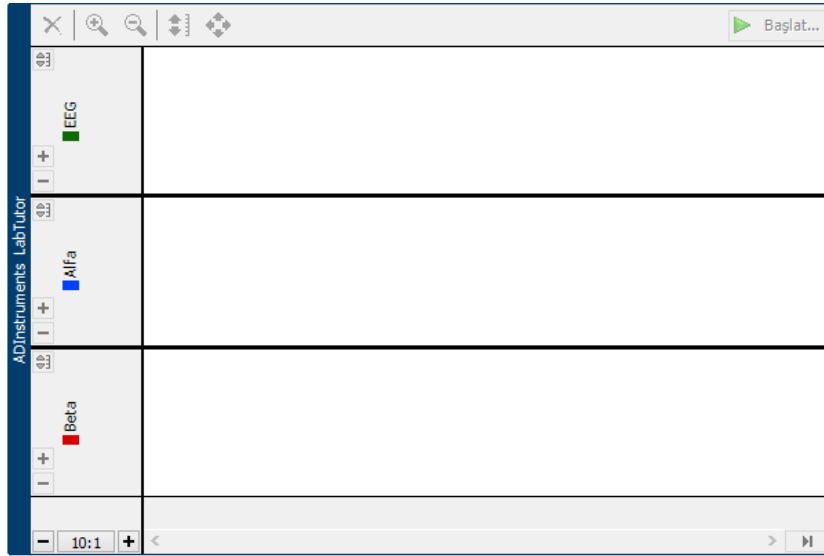
Farklı tiplerde müzik parçalarının çalmaya hazır bir şekilde hazırlandığından emin olunuz. Müziğin bilgisayar veya iPod® gibi bir dijital müzik cihazı aracılığıyla verilmesi tavsiye edilir.



Gözler kapalı ve dinlenme durumunda iken kaydedilen alfa ve beta dalgaları (kontrol) ile, belirlenen müziklerin verildiği sıradaki kayıtlardaki aktiviteyi tanımlayınız. Ardından, Alıştırma-2 ve 3'de gösterilen analizleri tekrarlayınız.

1. İlk kaydınızda, deneğinizin gözlerinin kapalı olduğu ve müzik verilmeyen döneme ait bir kayıt bölümünü **seçiniz**.
2. **Değer göstergelerinde** gösterilen ortalama (ort.) genlik ve frekans değerlerini aşağıdaki tabloda bulunan uygun hücrelere sürükleyiniz.
3. Bir önceki basamaktaki işlemi, kayıtlardaki gözler kapalı, müzikli ve müziksiz tüm blümler için tekrarlayınız. Tabloda, ortalama genlik ve frekans değerleri gösterilecektir.
4. Analiz tamamlandığında tabloların altındaki yönlendirme düğmelerini kullanarak değişkenlerinizi grafik halinde izleyebilirsiniz.

**1** LabTutor yazılımı ile üretilen bu grafik, müzik verilmeyen (ortalama) döneme göre farklı müzik tipleri sunulurken kaydedilen aktivitenin yüzde genlik ve frekans değişikliklerini göstermektedir. (Müzik yok = %100).

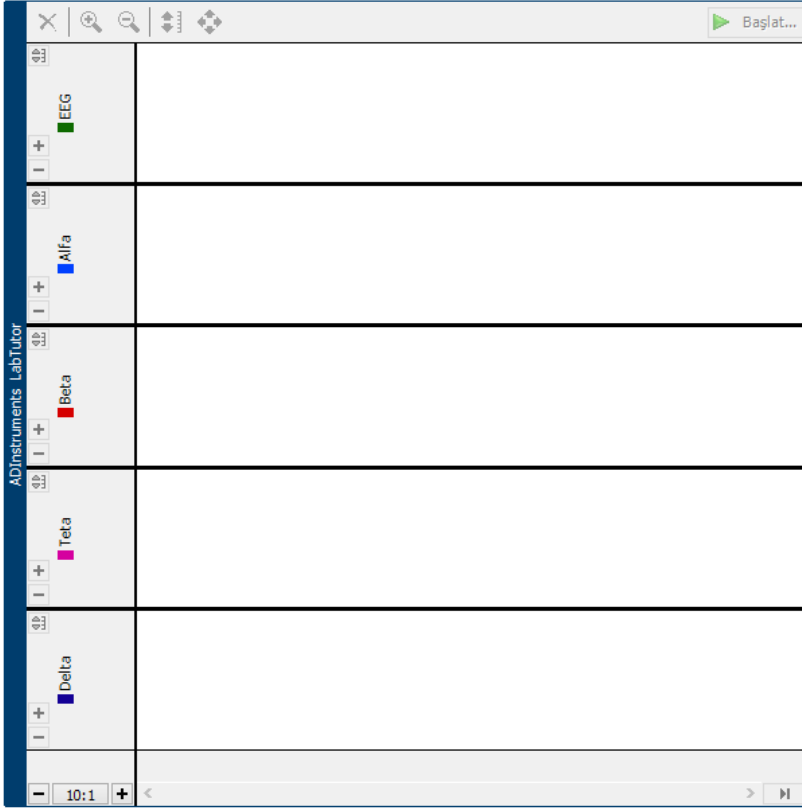


## Rapor

|           |                              |          |
|-----------|------------------------------|----------|
| Tanımlama | radon, radon (radon , radon) | Önizleme |
|-----------|------------------------------|----------|

### Alıştırma 1: Artefaktları tanıma

Yatay sıkıştırma komutlarını kullanarak, EEG kaydınızdaki bir artefakt örneğini görünür hale getiriniz.



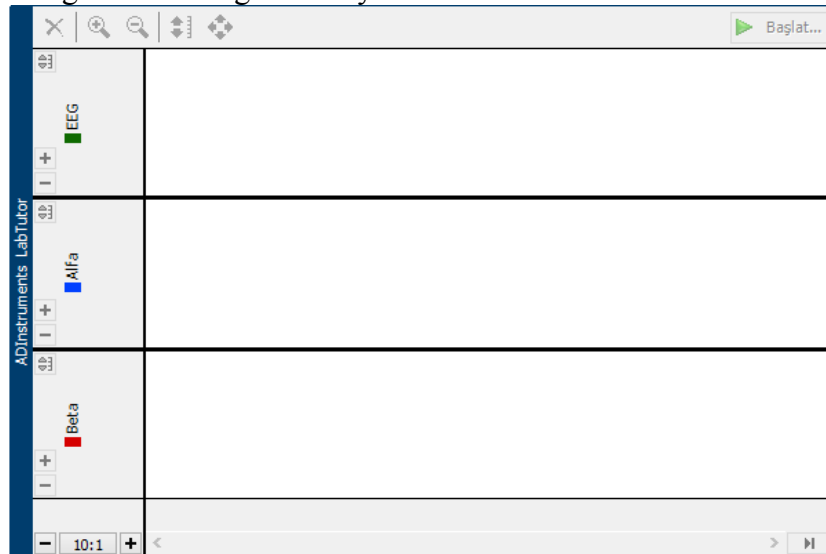
### Çalışma Soruları

1. Kayıtlarınızda gözlenen üç artefakt kaynağını ve bunların en çok hangi dalga aralıklarında baskın olduğunu açıklayınız.

Cevap

### Alıştırma 2: Alfa ve Beta Ritimleri

Dikey sıkıştırma komutlarını ve kaydırma çubuğunu kullanarak Alıştırma-2de raporunuza dahil etmek istediğiniz verileri görüntüleyiniz.



| Değer | Ort. Alfa Genliği |
|-------|-------------------|
|       |                   |

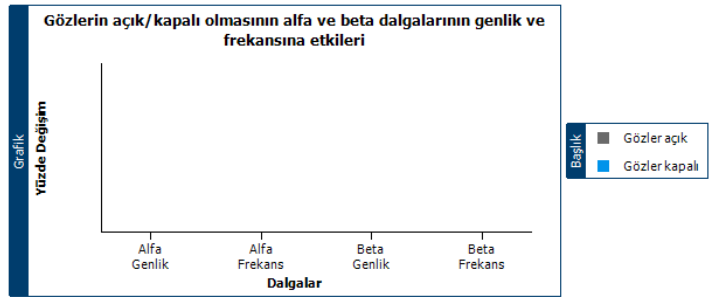
| Değer | Ort. Alfa Frekansı |
|-------|--------------------|
|       |                    |

| Değer | Ort. Beta Genliği |
|-------|-------------------|
|       |                   |

| Değer | Ort. Beta Frekansı |
|-------|--------------------|
|       |                    |

| Alfa Dalgaları |             |              |
|----------------|-------------|--------------|
| Durum          | Genlik (µV) | Frekans (Hz) |
| Gözler açık    |             |              |
| Gözler açık    |             |              |
| Gözler açık    |             |              |
| Ortalama       |             |              |
| SS             |             |              |
| Gözler Kapalı  |             |              |
| Gözler Kapalı  |             |              |
| Gözler Kapalı  |             |              |
| Ortalama       |             |              |
| SD             |             |              |

| Beta Dalgaları |             |              |
|----------------|-------------|--------------|
| Durum          | Genlik (µV) | Frekans (Hz) |
| Gözler açık    |             |              |
| Gözler açık    |             |              |
| Gözler açık    |             |              |
| Ortalama       |             |              |
| SS             |             |              |
| Gözler Kapalı  |             |              |
| Gözler Kapalı  |             |              |
| Gözler Kapalı  |             |              |
| Ortalama       |             |              |
| SD             |             |              |



### Çalışma Soruları

2. Hangi koşullar altında alfa dalgalarını daha belirgin olarak görebiliyorsunuz?

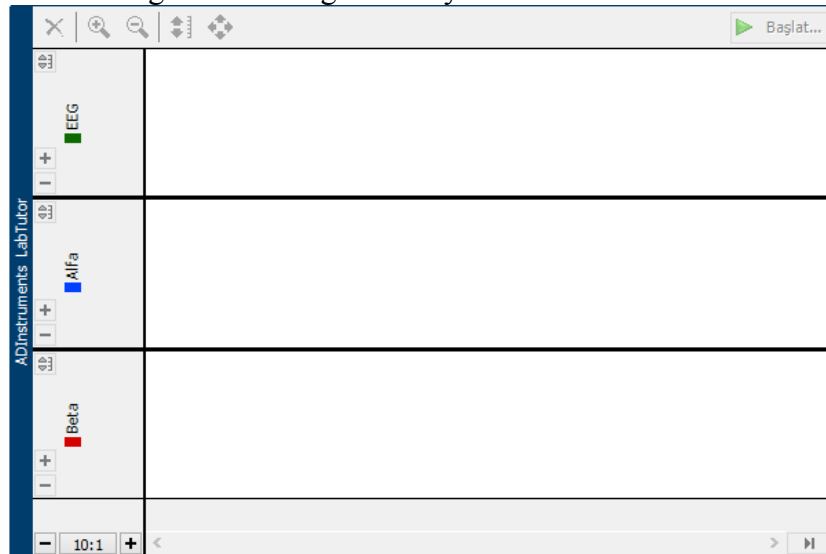
Cevap

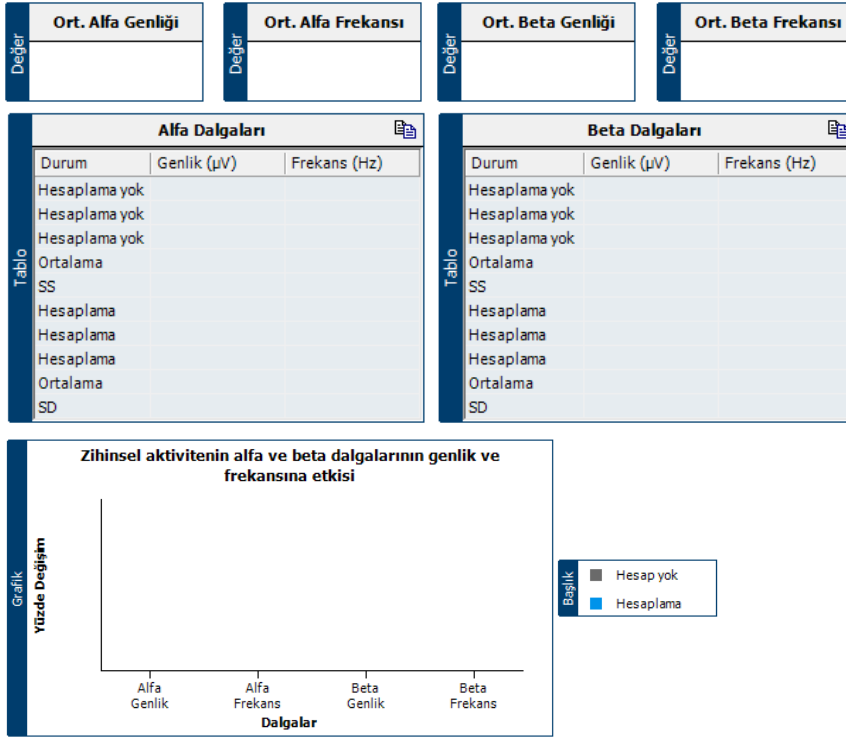
3. Alfa dalgalarının neyi gösterdiği düşünülmektedir?

Cevap

### Alıştırma 3: Zihinsel Faaliyetin Etkisi

Dikey sıkıştırma düğmelerini ve kaydırma çubuklarını kullanarak Alıştırma 3 için raporunuza dahil etmek istediğiniz verileri görüntüleyiniz





### Çalışma Soruları

4. Zihinsel matematik işleminin alfa dalgaları üzerine nasıl bir etkisi vardır?

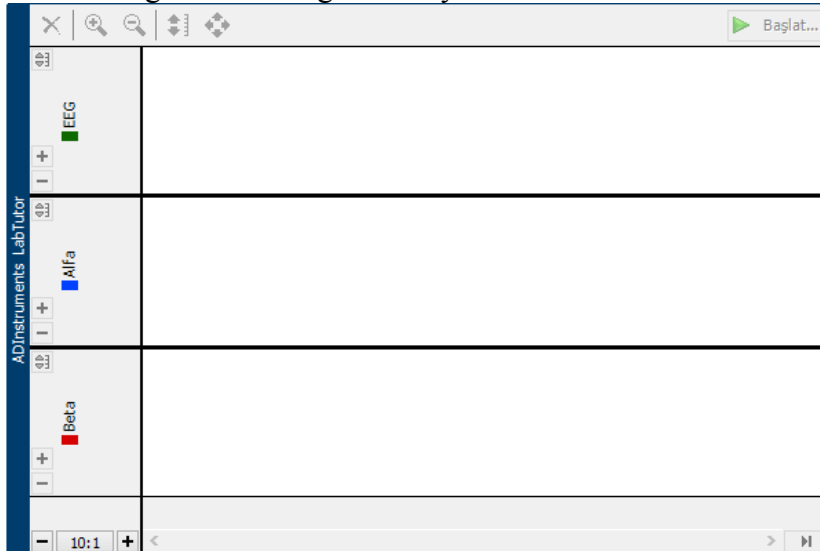
Cevap

5. Bulgularınızı nasıl açıklayabilirsiniz?

Cevap

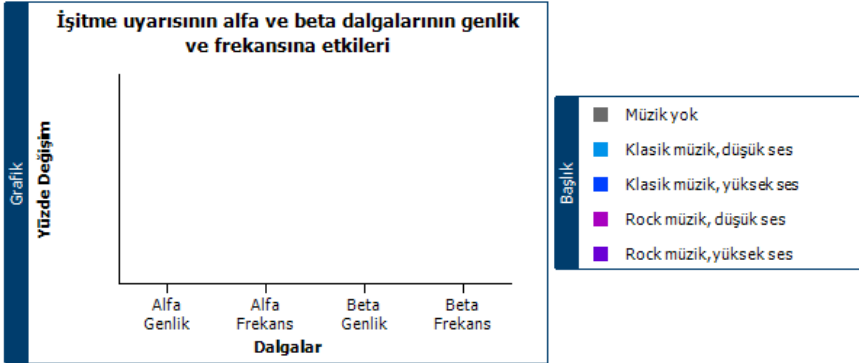
### Alıştırma 4: İşitsel Uyarının Etkisi

**Dikey sıkıştırma düğmelerini** ve kaydırma çubuklarını kullanarak Alıştırma için raporunuza dahil etmek istediğiniz verileri görüntüleyiniz



| Değer | Ort. Alfa Genliği | Değer | Ort. Alfa Frekansı | Değer | Ort. Beta Genliği | Değer | Ort. Beta Frekansı |
|-------|-------------------|-------|--------------------|-------|-------------------|-------|--------------------|
|       |                   |       |                    |       |                   |       |                    |

| Alpha Dalgaları     |             |              | Beta Dalgaları      |             |              |
|---------------------|-------------|--------------|---------------------|-------------|--------------|
| Durum               | Genlik (µV) | Frekans (Hz) | Durum               | Genlik (µV) | Frekans (Hz) |
| Müzik yok           |             |              | Müzik yok           |             |              |
| Klasik müzik-düşük  |             |              | Klasik müzik-düşük  |             |              |
| Müzik yok           |             |              | Müzik yok           |             |              |
| Klasik müzik-yüksek |             |              | Klasik müzik-yüksek |             |              |
| Müzik yok           |             |              | Müzik yok           |             |              |
| Rock, düşük         |             |              | Rock, düşük         |             |              |
| Müzik yok           |             |              | Müzik yok           |             |              |
| Rock, yüksek        |             |              | Rock, yüksek        |             |              |



### Çalışma soruları

6. Farklı müzik tipleri alfa dalgaları üzerine nasıl etki göstermektedir?

Cevap

7. Bulgularınızı nasıl açıklayabilirsiniz?

Cevap

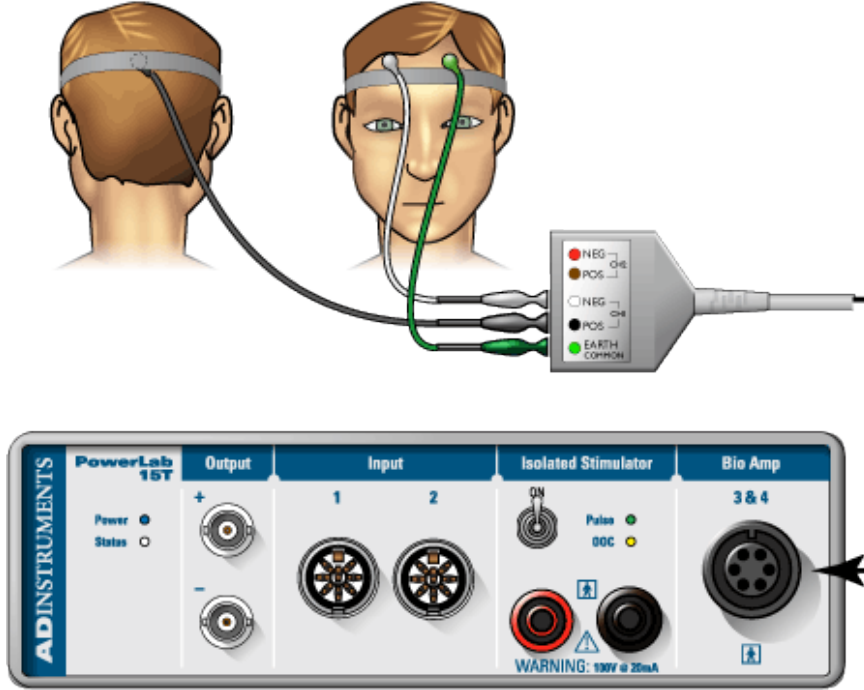
### Elektroensefalografi: Genel Bilgi

Beyin korteksi çok büyük sayılarda sinir hücreleri içerir. Bu sinir hücrelerinin faaliyetleri bir dereceye kadar düzenli ateşleme ritimleri halinde eşgüdümlü bir haldedirler ('beyin dalgaları'). Çiftler halinde kafa derisi üzerine yerleştirilen elektrotlar, altında meydana gelen bu kortikal faaliyetlerden ortaya çıkan elektriksel potansiyel değişikliklerini yakalayabilirler. EEG sinyalleri beyin korteksinin uyanıklık düzeyi tarafından belirlenir ve uykunun değişik dönemlerinde karakteristik değişiklikler gösterir. EEG sinyalleri aynı zamanda dış ortamdan gelen uyanılardan da etkilenir ve beyin dalgaları dış uyanılarla zamansal olarak kilitlenebilir. Elektroensefalograf bir çok amacın yanı sıra, epilepsinin teşhisinde ve beyin ölümünün tespitinde kullanılır.

### EEG Kaydı

EEG sinyallerinin kaydedilmesi, temelde voltaj değişimlerinin çok küçük (genellikle uçtan-uca 50 µV kadar) olmasından dolayı tekni olarak güçtür. Sinyallerin küçük olmasının nedeni kayıt elektrotlarının beyin yüzeyinden kafa derisi, kafatası kemiği ve bir beyin-omurilik sıvısı (BOS) katmanı ile ayrılmış durumda olmasıdır. PowerLab'da bulunan BioAmplifier gibi bir yükseltici (amplifikatör) kullanılması şarttır. Ayrıca elektrotların da doğru maddelerden yapılması ve doğru bir biçimde bağlanması gerekir. Bütün bu önlemlere rağmen bile, kayıtlar "artefakt"lar olarak bilinen bazı istenmeyen etkenler aracılığıyla bozulabilmektedir.

Bu çalışmada iki adet elektrot kullanarak EEG işaretlerini kaydedeceksiniz. Bu elektrotlar: Kafanın ön kısmında bir frontal elektrot ve kafanın arka kısmına yerleştirilecek bir oksipital elektrot (Şekil 1). Üçüncü bir elektrot da (toprak) elektriksel girişimi (interferensi) azaltmak amacıyla kullanılacaktır. Klinikte kaydedilen EEG'lerde genellikle kafanın üzerine belli bir sırayla yerleştirilen çok sayıda kayıt elektrodunun aktivitesi çok kanallı bir kayıt şeklinde kaydedilir.



Şekil 1. Elektrotlar ve kayıt sisteminin kurulumu.

### EEG Sinyallerinin Kaynağı

EEG dalgaları, kortekste bulunan sinir hücrelerinin zarlarında oluşan, özellikle inhibitör ve uyarıcı post-sinaptik potansiyeller (IPSP ve EPSP'ler) gibi yavaş zar potansiyeli değişikliklerinden kaynaklanır. Sinir hücrelerinin aksonları boyunca iletilen aksiyon potansiyellerinin katkısı çok küçüktür. EKG'de olduğu gibi EEG de, çok sayıda hücrelerden oluşan toplulukların elektriksel faaliyetlerinin aritmetik bir toplamını yansıtır. Dolayısıyla büyük genlikli dalgaların oluşabilmesi için, çok sayıda sinir hücresinin eş-zamanlı olarak harekete geçmesi gerekir. Bu dalgaların yansıttığı ritmik hadiseler genellikle talamus'tan kaynaklanır ki, onun aktivitesi de başta beyin sapındaki retikülerformasyon (ağsı oluşum) olmak üzere farklı girdilerin etkileriyle düzenlenir.

#### EEG Dalgalarının Yapısal Bileşenleri

EEG dalgaları farklı frekanslarda dalga bileşenleri içerirler. Bunlar kayıtlardan süzülerek farklı beyin faaliyetleri hakkında bilgi edinmekte kullanılabilirler. LabTutor yazılımı, ham EEG sinyallerinin Kanal-1'de görüneceği şekilde ayarlanmıştır. Dijital süzme işlemleri sayesinde, ilgilenilen dalga bileşenleri ayrılarak diğer kanallarda görünür hale getirilebilmektedir. Bu dalgaların (veya ritimlerin) her biri farklı beyin durumlarına dair bilgi sağlar. Bu dalgalar:

#### 1. Alfa (8 ile 13 Hz arası; ortalama genlikleri 30 ile 50 $\mu$ V arasında)

Alfa ritmi, gözler kapalı ve denek rahatlamış bir durumda olduğunda görülür. Gözlerin açılması ve hesaplama yapma yahut bir fikre odaklanma gibi zihinsel çaba gerektiren durumlarda ortadan kalkar. Dolayısıyla alfa dalgaları korteks faaliyetinin derecesi hakkında bilgi verir: Faaliyet fazlaysa alfa aktivitesi azalır. Alfa dalgaları kafanın arka kısmındaki oksipital kortekste ve aynı zamanda frontalkortkste en güçlü şekilde kaydedilir.

## 2. Beta (13 ile 30 Hz arası; <20 µV)

Uyanık ve dikkat gösteren gözleri açık deneklerin baskın ritmi beta ritmidir. Korteks hasarının olduğu bölgelerde azalmış ve tamamen kaybolmuş olabileceği gibi, benzodiazapinler ve barbitüratlar gibi uyuşturucu-hipnotik ilaçların etkisiyle de artabilir.

## 3. Teta (4 ile 8 Hz arası; <30 µV)

Teta ritminin uyanık erişkinlerde gözlenmediği söylenmekle birlikte, ergenliğe kadar olan yaştaki çocuklarda uyanıkken görülmesi normaldir. Bütün uyku dönemleri için de normal olarak görülen bir ritimdir. (Bazı araştırmacılar bu frekans aralığını, azalmış uyanıklık ve artmış uyuklama haliyle ilişkilendirilen "yavaş teta" (4 - 5.45 Hz) ve çalışma belleği kullanımı sırasında artış gösterdiği iddia edilen "hızlı teta" (6 - 7.45 Hz) olarak ikiye ayırmaktadırlar).

## 4. Delta (0.5 ile 4 Hz arası; 100 - 200 µV'a kadar çıkabilen dalgalar)

Delta ritmi uykunun üçüncü ve dördüncü safhalarındaki baskın ritimdir fakat uyanık durumdaki erişkinlerde gözlenmez. EEG'yi oluşturan dalgalar arasında en yüksek genliğe sahip olan dalgalardır. Fakat, çene veya boynun hareketlerinden kaynaklanan EEG artefaktlarının da aynı frekans aralığında dalgalara neden olabileceği unutulmamalıdır.

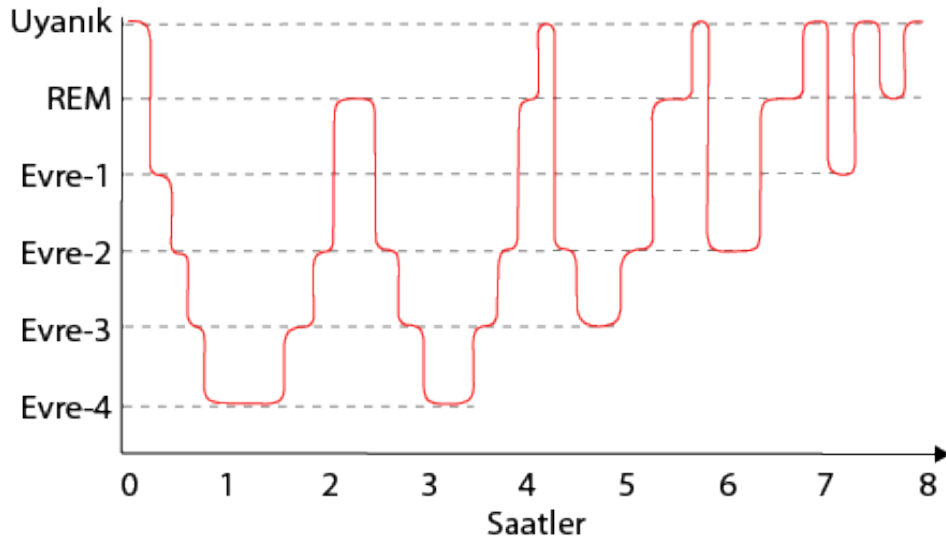
## 5. Gamma (30 ile 50 Hz arası)

Bazı araştırmacılar gamma ritminin varlığından bahsetseler de, mevcudiyeti ve önemi halen tartışılabilir bir ritimdir. Yüksek zihinsel işlevlerle ilgili olabileceği düşünülen bu aktivite, genel anestezi altındayken ortadan kalkar. İşlevine dair öne sürülen önerilerden birisi, gamma ritminin bir nesnenin (renk-hareket ve şekil gibi) farklı özelliklerini, uyumlu bir zihinsel resim oluşturmak üzere bir araya getirmeye çalışan zihinsel faaliyetlerin bir yansıması olduğu yönündedir. İlginç bir şekilde yakın zamanlarda yapılan çalışmalar, gamma aktivitesinin meditasyon yapan Budist rahiplerde arttığını ve şizofreniklerde ise görülmeyişini ortaya koymuştur.

Şu anki bilgilerimiz itibarıyla EEG dalgalarını özel bazı sinirsel aktivitelere bağlamamız mümkün değildir. Fakat genel olarak, beyin ne kadar aktifse EEG dalgalarının o kadar yüksek frekanslı ve o kadar düşük genlikli olduğunu biliyoruz. Tersine, beyin ne kadar inaktif durumdaysa, sinyallerin frekansları daha düşük ve genlikleri daha yüksek olarak karşımıza çıkmaktadır.

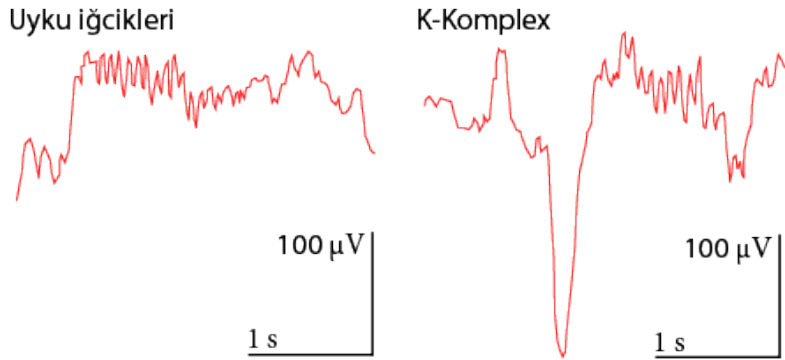
## Uykuda EEG

EEG örüntülerinin uyku dönemlerine has göstergeler taşıdığı gösterilmiştir. Uyku, REM-olmayan (non-REM) ve REM (rapid eye movements-ani göz hareketleri) olarak bilinen, birbirinden çok farklı ve dönüşümlü olarak izlenen iki ayrı safhadan oluşur. REM-olmayan uyku genellikle, ilerleyici bir duyuşal eşik artışı, EEG dalgalarının genliklerinde yükselme ve EEG dalgalarının frekanslarında azalma şeklinde kendini gösteren dört evre halinde tanımlanmaktadır. Evre-1 uyuklama ve bilinçlilikle bilinçsizlik arasında sürüklenme hali olarak tanımlanır. Bu dönemi Evre 2, 3 ve 4 takip eder. Uyuma süreci devam ederken, bu basamaklar geriye doğru tekrar izlenir fakat Evre-1'in yerine artık REM uykusu devreye girer. Tüm döngü yaklaşık olarak 90 dakika kadar sürer; dolayısıyla sekiz saatlik bir uyku boyunca bu döngü ortalama 4 ila 6 kez tekrar eder. Daha sonraki döngülerde REM uykusunun süresi uzarken, Evre-3 ve 4 kısalmaktadır.



Şekil 2. Uyku döngüleri.

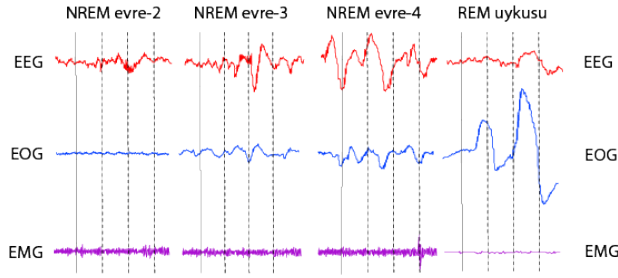
Bu evreler EEG aktivitesi ile ilişkilendirilebilirler. Evre-1'de beta aktivitesi azalır, daha az belirgin alfa aktivitesi ve teta aktivitesi görülür. Evre-2'de düzensiz teta aktivitesi ile 12-14 Hz arasında kısa süreli dalga katarları şeklinde izlenen "uyku içcikleri" görülür. Ayrıca bu dönemde dalga genliklerinde aşırı artış şeklinde izlenen "K kompleksi" adı verilen bir aktivite de ortaya çıkar.



Şekil 3. Uyku içcikleri.

Evre-1 ve 2 nispeten "hafif" uyku dönemleridir. Evre 3 ve 4'te delta aktivitesi hakim olmakla birlikte, Evre-3'ün en azından %50 kadarı delta aktivitesiyle geçer. Evre 3 ve 4, derin uykuda olduğumuz dönemlerdir. 20 ila 60 dakika arasında sürebilen REM uykusunda ise EEG dalgaları Evre-1'e benzer. REM uykusu muhtemelen rüyaların en yoğun olarak görüldüğü dönemdir. REM uykusu sırasında EEG oldukça aktif durumda olmasına rağmen, motor hareketler baskılanmış durumdadır. Bu uyku dönemleri boyunca beynin serotonin ve norepinefrin düzeyleri değişir. REM-olmayan, 1-4 arası evrelerde serotonin düzeyleri yükselirken, REM uykusunda norepinefrin, kortikosteroidler ve erkekler testosteron salgılanması gerçekleşir. REM-olmayan uyku dönemleri kan basıncı, kalp hızı ve solunum sıklığının azaldığı dönemlerdir. REM uykusunda ise kalp hızı ve kan basıncında belirgin değişiklikler izlenir ve solunum düzensizdir.

Uyku çalışmalarında genellikle EOG'lar ve EMG'ler EEG ile birlikte kaydedilir. Non-REM uykusu, yataкта dönme, koordinasyonsuz ve yavaş göz hareketleri ile pasif olarak azalmış kas gerginliği ile kendini gösterirken, REM uykusunda hızlı ve koordineli göz hareketleri ve bu dönemde kasların aktif olarak baskılanmasına işaret eden düşük düzeyde EEG aktivitesi söz konusudur.



Şekil 4. Uyku evreleri.

### EEG ve beyin metabolizması

EEG değişiklikleri sinir hücrelerinin kimyasal çevresindeki değişikliklere bağlı olarak da ortaya çıkabilir. Bunu laboratuvarında göstermenin kolay yollarından bir tanesi fazla nefes alıp-vermenin (hiperventilasyonun) etkilerini gözlemlemektir. Hiperventilasyon kandaki karbondioksit kısmi basıncını ( $PCO_2$ ) azaltır.  $CO_2$  yağda çözünmediği için kan-beyin engelini ve hücre zarlarını kolaylıkla geçebilir. Dolayısıyla hiperventilasyon beyin-omurilik sıvısı ve sinir hücreleri ile glialarda azalmış  $PCO_2$  (hipokapni) ortamının oluşmasına neden olur. Buna bağlı olarak hücre dışı ve hücre içi pH değerleri yükselir (akut solunumsal alkaloz). İlâveten, beyindeki kan damarları daralarak beyine giden kan akışını azaltırlar. Sonuçta sinirsel aktivite daha yavaş ve yüksek genlikli dalgaların ortaya çıktığı (delta ve teta aktivitesinin arttığı) ve aynı zamanda alfa aktivitesinin de bir miktar azaldığı bir değişim gösterir. Bu EEG değişikliklerinin metabolik değişikliklerden mi yoksa kan akımı farklılıklarından mı kaynaklandığı halen tartışmalıdır. Muhtemel açıklamalardan bir tanesine göre, bu değişiklikler, uyanıklıktan uykuya geçiş aşamasında gözlenen EEG değişikliklerinde olduğu gibi, hipokapninin beyin sapı retikülerformasyonu üzerine baskılayıcı etkilerinden kaynaklanıyor olabilir.

### EEG ve beyin yarımkürelerinin işlevleri

EEG kayıtlarını beyin hemisferlerinin beyin işlevlerine olan katkılarını ortaya koymak amacıyla kullanma yönünde de çalışmalar yapılmıştır. Yaygın kanıya göre sol yarımküre, akıl yürütme, problem çözme ve lisan gibi işlevleri yürüten, beyin "mantıklı" yarısı olarak değerlendirilirken, sağ yarımküre ise lisandan çok görüntüler ve mekansal çözümlemelerle ilgilenen, beyin daha hissi ve yaratıcı olan yarısı olarak nitelenir. Fakat yapılan çalışmalar dikkatle incelendiğinde ise bu tanımlamaların, beyin organizasyonunun çok fazla basitleştirilmesi anlamına geldiği görülebilir. Gerçekte, bu hipotezi destekleyebilecek çok az sayıda yayınlanmış EEG bulgusu mevcuttur.

### EEG ve kişilik

Kişilik özellikleri ile EEG motifleri arasında bağlantı kurma yönünde de bir takım çabalar gösterildiğini biliyoruz. Bunların en ünlüsü muhtemelen Eysenck'in "içe dönüklük ve dışa dönüklük hallerinin kortikal uyanıklık modeli"dir. Eysenck'e göre beyin korteksinde en uygun düzeyde (optimum) bir elektriksel aktivite düzeyi mevcut olmalıdır. Eğer kişi bu seviyenin altına düşerse sıkılma ve uykululuk durumu ortaya çıkar; bunun üzerinde ise aktiviteyle başa çıkamaz ve kaygılı bir hale gelir. Bu modelde, dışa dönük (extravert) kişiler, bu en uygun kortikal aktivite düzeyine ulaşmak için (etrafta diğer insanların varlığı veya yüksek sesli müzik gibi) ilave zihinsel uyaranlara ihtiyaç duyarlarken, içe dönük (introvert) kişiler ise zaten kortikal aktiviteleri en uygun düzeyde olduğu için ilave uyaranlardan kaçınırlar. Hangi EEG bulgularının ne dereceye kadar bu hipotezi desteklediği ciddi bir tartışma konusu olmuştur.

Ek okumalar

Kraemer et al., *Nature*, Vol. 434, Page 158 (2005).

