

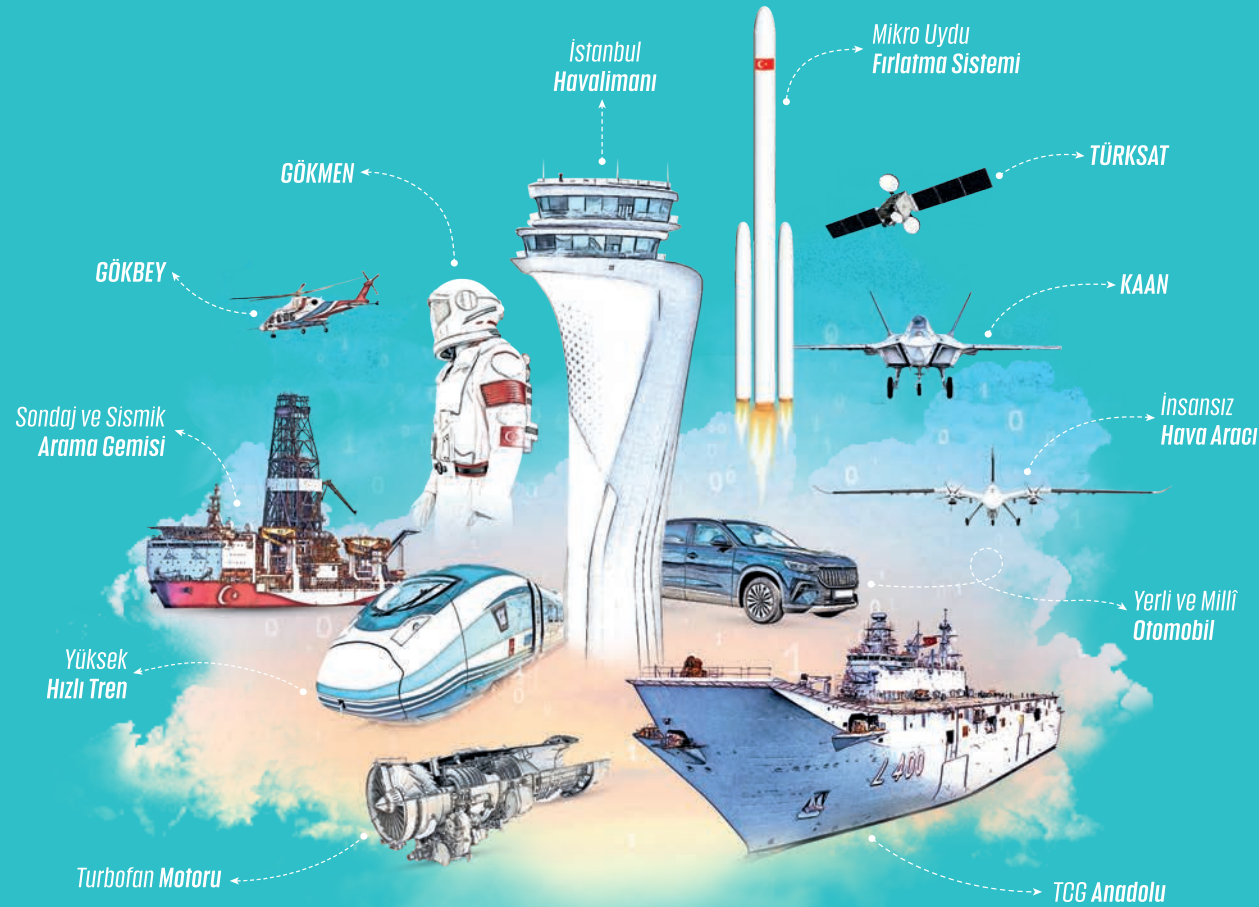
Bu kitaba sığmayan
daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr



Karekodu okut, bu kitapla
ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.**

ISBN: 978-975-11-6623-4

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin
İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ ALANI



**ELEKTROFİZYOLOJİ
CİHAZLARI**

11

DERS MATERYALİ



BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ ALANI ELEKTROFİZYOLOJİ CİHAZLARI 11 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ ALANI

ELEKTROFİZYOLOJİ CİHAZLARI

11

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Selen ERKAN
Yüstra Melis TUNÇER



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI : 8534
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ : 2426

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı

Büşra YILDIRIM

Program Geliştirme Uzmanı

DR. Eda ÖZ

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı

DR. Elif SEYLİM

Rehberlik Uzmanı

Elif YAZICI

Görsel ve Grafik Tasarım Uzmanı

Hasan AYDEMİR

ISBN: 978-975-11-6623-4

Millî Eğitim Bakanlığınının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarım, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlahî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlahî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

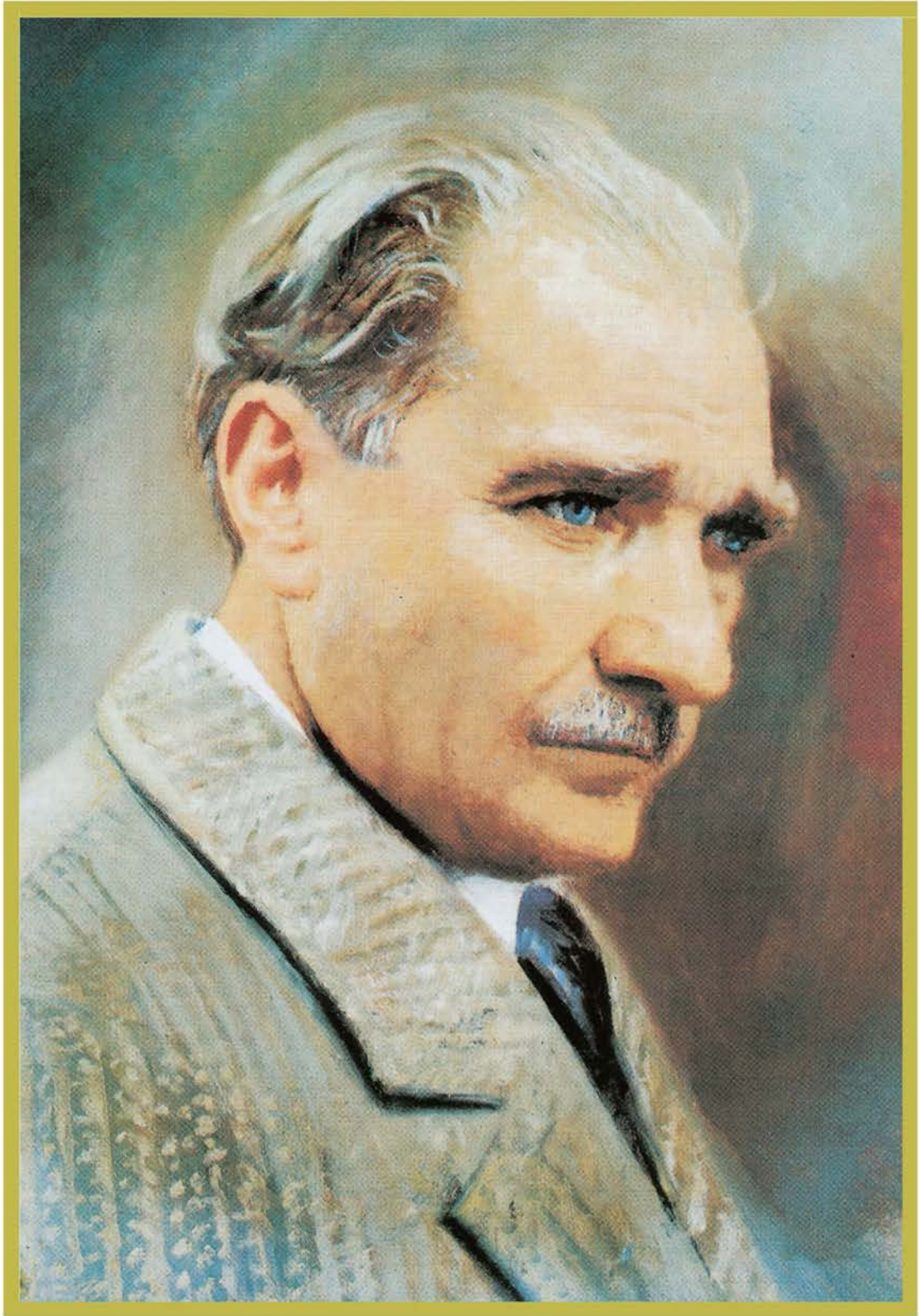
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaît bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

1.Öğrenme Birimi



1. ÖĞRENME BİRİMİ: EEG CİHAZININ KURULUMU	16
1.1. BEYİN SİNYAL İZLEYİCİLERİNİN ÖLÇME SİSTEMLERİ	18
1.1.1. İnsan Beyni ve Fonksiyonları	18
1.1.2. İnsan Beyninin Yapısı.....	19
1.1.3. İnsan Beyninin Çalışma Fonksiyonları	20
1.1.4. İnsan Beyninin Elektriksel Aktivitesi.....	21
1.1.5. Elektroensefalografi (EEG) Cihazı	22
1.1.6. Elektroensefalografi (EEG) İşaretlerinin Oluşumu ve Ölçülmesi	23
1.2. EEG’NİN YERLEŞİM VE MONTAJI	25
1.2.1. Genel Yapı ve Konfigürasyon.....	25
1.2.2. Sinyal İşleme	27
1.2.3. Hata Yönetimi, Test, Analizler ve Raporlama	28
1.2.4. Görüntüleme ve İzleme	28
1.2.5. EEG Cihazının Kullanımı için Teknik Bilgiler	28
1.2.6. EEG Cihazının Teknik Özellikleri.....	29
1.2.7. Elektrot Yerleşim Planı	30
1.2.8. EEG Cihazlarının Genel Çalışma Fonksiyonları	30
1.3. EEG CİHAZININ BAĞLANTI AYARLARI VE SİSTEM KONTROLLERİ.....	31
1.3.1. EEG Cihazının Bilgisayar Bağlantıları	32
1.3.2. EEG Cihazının Elektrot Bağlantısı	33
1.3.3. EEG Cihazının Fonksiyon Testi	34
1.3.4. EEG Cihazı Stimülatörü/Amplifikatörü ve Özellikleri	34
1.3.5. EEG Cihazı Sistem Kalibrasyonu	35
1.3.6. EEG Cihazı Kaçak Akım Testi	35
1. EŞLEŞTİRME ETKİNLİĞİ	37
1. ETKİNLİK	38
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	40

2.Öğrenme Birimi



2. ÖĞRENME BİRİMİ: EMG-ENG KURULUMU	42
2.1. KAS-SİNİR (EMG-ENG) SİNYAL İZLEYİCİLERİ VE ÖLÇME SİSTEMLERİ	44
2.1.1. Kasların Yapısı	45
2.1.2. Kas Kasılması	45
2.1.3. EMG İşaretlerinin Ölçülmesi	46
2.1.4. ENG İşaretlerinin Ölçülmesi	50
2.2. EMG-ENG'NİN YERLEŞİM VE MONTAJI	53
2.2.1. ENG-EMG(ENMG) Cihazı Kullanım Alanları	54
2.2.2. EMG-ENG Kurulumu ve Montajı	55
2.3. EMG-ENG BAĞLANTI, AYAR VE SİSTEM BÜTÜNLÜĞÜNÜN KONTROLÜ	57
2.3.1. Haricî Cihaz Bağlantısı	57
2.3.2. Fiziksel-Elektriksel Uyarıcı Elektrotların Bağlantısı	60
2.3.3. Yazılım Programı	61
2.3.4. EMG-ENG Cihazı Fonksiyon Testi	62
2. EŞLEŞTİRME ETKİNLİĞİ	63
2. ETKİNLİK	64
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	66

3.Öğrenme Birimi



3. ÖĞRENME BİRİMİ: UYKU BOZUKLUKLARI TEŞHİS CİHAZLARININ BAKIMI	68
3.1. UYKU BOZUKLUKLARI TEŞHİS CİHAZININ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ	70
3.1.1. Uyku Bozuklukları Teşhis Cihazının Genel Özellikleri ve Cihaz Aparatları	71
3.1.2. Polisomnografi Cihazının Temel Çalışma Prensipleri	72
3.1.3. Polisomnografi Cihazı İle Ölçülen Parametreler	73
3.1.4. Uyku Testinin Uygulama Yöntemi ve Özellikleri	73
3.1.5. PSG Cihazı Sistem Yazılımı	74
3.2. UYKU BOZUKLUKLARI TEŞHİS CİHAZININ BAKIM VE KALİBRASYON FAALİYETLERİ	75
3.2.1. PSG Cihazının Periyodik Bakım Faaliyetleri	75
3.2.2. PSG Cihazının Kalibrasyon Faaliyetleri	75
3. EŞLEŞTİRME ETKİNLİĞİ	77
3. ETKİNLİK	78
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	80

4.Öğrenme Birimi



4. ÖĞRENME BİRİMİ: NÖROLOJİK-PSİKOLOJİK BOZUKLUKLARI TEŞHİS CİHAZLARIN BAKIMI	82
4.1. NÖROLOJİK PSİKOLOJİK BOZUKLUKLARI TEŞHİS EDİCİ CİHAZLA ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ	84
4.1.1. Elektrokonvülsif Tedavi (EKT)	84
4.1.2. EKT Cihazının Bağlantı Ayarları ve Sistem Kontrolleri.....	85
4.1.3. EKT Cihazının Elektrot Bağlantısı	86
4.1.4. EKT Cihazının Fonksiyon Testi	87
4.2. NÖROLOJİK-PSİKOLOJİK BOZUKLUKLARI TEŞHİS EDİCİ CİHAZLARIN BAKIMI VE KALİBRASYONU	87
4.2.1. EKT Cihazının Bakımı	87
4.2.2. EKT Cihazı Sistem Kalibrasyonu.....	87
4.2.3. EKT Cihazı Kaçak Akım Testi	88
4. EŞLEŞTİRME ETKİNLİĞİ	89
4. ETKİNLİK	90
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	92
KAYNAKÇA	94
CEVAP ANAHTARI	95

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminde öğretilecek temel kavramları gösterir.

Öğrenme biriminin hangi kazanımları içerdiğini gösterir.



EEG CİHAZININ KURULUMU

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Beyin sinyal izleyicilerinin ölçme sistemleri
- EEG'nin arıza ve montajı
- EEG bağlantı, ayar ve sistem bütünlüğünün kontrolü

ANAHTAR KELİMELER

Elektroensefalografi, insan beyni, nöron, EEG, sinirbilim, uyarılmış potansiyeller, iletken elektrot, kanal, filtre, artefakt, stimülatör, LED, amplifikatör, konektör, topraklama, bakım, onanım, kalibrasyon.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. İnsan hafızasının ortalama kaç GB'lık bilgiyi depolama yeteneği olabileceğini araştırınız. Bulduğunuz sonuçları arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Sizde biyomedikal cihazlarının kurulum işlemleri sırasında meydana gelebilecek olası iş güvenliği riskleri nelerdir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. ÖĞRENME BİRİMİ



Öğrenme biriminin karekodunu gösterir.

Öğrenme birimiyle ilgili merak uyandırıcı soruları gösterir.

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Karekod, görsel kaynakçasını gösterir.

Eşleştirme etkinlik alanını gösterir.

KAYNAKÇA

- Bilimsel Medikal Ürünler Ltd. Şti. (2022). MİcroMed Brain Quick System, EEG-PKG Sistemleri Teknik Servis Kitaplığı.
- Bilimsel Medikal Ürünler Ltd. Şti. (2022). MİcroMed Brain MP4000 Sistemi, EEG-ENG Sistemleri Teknik Servis Kitaplığı.
- Kılıçkavran, B. (2022). Brain Center İstanbul, İnsan Beyni Nasıl Çalışır & Uyarı Düzene Nasıl Düzenli İşlevime. Serbest, K., Edilgin, O. (2024). Sinek Kalkarının Yapısı Ve Biyomekaniği. Academic Platform Journal of Engineering and Science.
- TOK, (2012). İnsan Kulağına. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- TOK, (2012). Türkiye Sözlük. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- TRTÜK, T.C. Sağlık Bakanlığı (2013). Tıbbi Cihazların Test, Kontrol ve Kalibrasyonu Yönetmeliği. Ankara: Resmî Gazete (25.06.2013)

*Bu kılavuz kitapçığı, AHB kaynakçalarının yitirilmesini göz önünde tutulmuştur.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

- <https://ingm.saglik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 25.06.2022, Erişim Saati: 09:00)
- <https://www.ttkk.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 02.04.2022, Erişim Saati: 17:00)
- <https://www.bilimselmedikal.com.tr/> (Erişim Tarihi: 29.09.2022, Erişim Saati: 07:00)
- <https://www.turkceonline.org.tr/> (Erişim Tarihi: 22.04.2022, Erişim Saati: 21:00)
- <http://www.fatihahabibulbul.com.tr/> (Erişim Tarihi: 22.06.2022, Erişim Saati: 13:00)
- <http://www.emsa.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 28.02.2022, Erişim Saati: 08:00)
- <https://www.biraycevre.com.tr/> (Erişim Tarihi: 05.06.2022, Erişim Saati: 12:00)
- <https://ingm.gov.tr/medya/medya-saglik-guven/156602/ingm-medikal-istatistikleri-ve-uyarilar-uzaktan-saglik-afis/> (Erişim Tarihi: 25.02.2022, Erişim Saati: 06:00)
- https://www.emsa.gov.tr/icerik/104279627976_ek_001/ (Erişim Tarihi: 27.04.2022, Erişim Saati: 02:00)

GÖRSEL KAYNAKÇASI



Görsel kaynakçaya sayfa başına için yukarıdaki kodu tarayın ya da aşağıdaki linke erişin sayfa başına için.

<http://kitaip.ata.gov.tr/haberler/kaynak.php?KOD=2347>

1. EŞLEŞTİRME ETKİNLİĞİ

EEG sistemleri ilgili bazı bilgiler aşağıdaki tablodaki numaralandırılarak vermiştir. Bu bilgileri örnekleri gibi doğru birleştirebilirsiniz.

No.	Özellikler
1	Harşiteye uygulanan sinyalın ve sinyalinin sağlanması için uygulanması için gerekli olan birimdir.
2	Yapılan analiz ve raporları kâğıda dökümü için yetkililerdir.
3	Kombine EEG cihazının gerekli beslemelerini sağlamak, kombine depu yakacak veya diğer gereksinimleri sağlamak için birimdir.
4	Muayene esnasında hasta girişlerinin alınması için birimdir.
5	Hastaların alınması için veya gereçlerin yerlerini belirlemek için kullanılan birimdir.
6	Sistemlerin sağlanması için sisteme harşiteye bağlanabilir yapılarak farklı sistemlerle birleştirilebilir.
7	Sistemlerin fiziksel olarak çalıştırıldığı birimdir.
8	Harşiteye uygulanan sinyalinin sağlanması için gerekli olan birimdir, analiz ve raporlama için gereklidir.

KOMBİNE EEG BİRLERİ

Kontrolör güç kaynağı	
Video kamera	
1 Amplifikatör	
Medikal yazıcı	
Harşit modülleri	
Besleme kaynağı	
Programlı bilgisayar	
Monitör	

1. ETKİNLİK

KOMBİNE EEG SİSTEMLERİNİN TASARIMI VE BİRLERİNİ İÇEREN AFİŞ HAZIRLAMA

Elektrik kapılarında "kombine EEG sistemlerinin tasarımı ve birleştirmesi için afiş" hazırlanmıştır. Afiş hazırlarken aşağıdaki konulara dikkat edilerek hazırlanmalıdır. Elektrik çalışmaları "kombine EEG Sistemlerinin Tasarımı ve Birleştirmesi Etkinliği Değerlendirme" çalışmada bilgilendirilmiştir.

No.	BASAMAKLAR
1	Afişlerde EEG sistemlerinin tasarımı ve birleştirmesi için tüm hususların belirtilmesi yer verilmelidir.
2	Afişler netlik, fotoğraf, tablo, grafik, resim, şekil, yazı vb. en az üç farklı materyalle desteklenmelidir.
3	Afişlerde Türkçenin doğru kullanılması, yazım ve noktalama kurallarına dikkat edilmelidir.
4	Afişlerde A3 boyutunda bir kâğıt üzerinde hazırlanmalıdır.
5	Afişlerde EEG sistemlerinin tasarımı ve birleştirmesi için gerekli olan birimleri ilgili taraflara bilgileri yer verilmelidir.
6	Afişlerde ilgili birimlerin hazırlanması.
7	Afişlerde tarihinde teslim edilmelidir.
8	Afişler son teslim tarihinden önceki iki ders öncesinde arkadaşlarımızın görüşüne göre gerekli değişiklikler için yazma esnasında değiştirilmelidir.

Elektrik çalışmaları: yan sayfa için alan değerlendirme (aşağıdaki) kriterleri karşılanarak değerlendirilmelidir.

DEĞERLENDİRME

KOMBİNE EEG SİSTEMLERİNİN TASARIMI VE BİRLERİNİ İÇEREN AFİŞ HAZIRLAMA ETKİNLİĞİ DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Yönerge: "kombine EEG sistemlerinin tasarımı ve birleştirmesi için afiş hazırlama" etkinliği tasarım beceriyle sağlanan bilgilere göre en kalite basıncı sağlanmıştır. Gözetim için:

1. Başlangıç düzeyinde 2. Gelişmişlik 3. Kabul edilebilir 4. İyi 5. Çok iyi

değerlendirme göz önünde bulundurularak değerlendirilecek (X) işaretleriyle puanlanacaktır.

Ölçütler	1	2	3	4	5
A) UYGULAMAYA HAZIRLIK					
1. Afişler ilgili EEG sistemlerinin tasarımı ve birleştirmesi için tüm hususların belirtilmesi sağlanmalıdır.					
2. Afişlerde ilgili birim materyalleri desteklenmelidir.					
3. Afişlerde A3 boyutunda bir kâğıda hazırlanmalıdır.					
B) UYGULAMA					
4. Afişler ilgili birimlerde hazırlanmalıdır.					
5. Afişlerde Türkçenin doğru kullanılması, yazım ve noktalama kurallarına dikkat edilmelidir.					
6. Afişlerde EEG sistemlerinin tasarımı ve birleştirmesi için gerekli olan birimleri ilgili taraflara bilgileri yer verilmelidir.					
7. Afişlerde ilgili birimlerin hazırlanması.					
C) UYGULAMAYI SONLANDIRILMASI					
8. Afişler son teslim tarihinden önceki iki ders öncesinde arkadaşlarımızın görüşüne göre gerekli değişiklikler için yazma esnasında değiştirilmelidir.					
9. Afişlerde ilgili birimlerin hazırlanması ve birleştirmesi için yazma esnasında değiştirilmelidir.					
10. Afişler verilen süre içerisinde teslim edilmelidir.					
SUTULAMAYI TOPLAMLARI					
ÖLÇEK PUANI					
Toplam puanın 100'üne oranında değerlendirilmelidir.					
DEĞERLENDİRME					
Eğer bu ölçekte 100 üzerinden 70 puan alırsanız bu ölçekte başarılı sayılır. Eğer 70 puanın altına düşerseniz bu ölçekte başarılı sayılmazsınız. Eğer 70 puanın altına düşerseniz bu ölçekte başarılı sayılmazsınız. Eğer 70 puanın altına düşerseniz bu ölçekte başarılı sayılmazsınız.					

Faaliyet ile İlgili Notlar:

Etkinlik çalışma alanını gösterir.



EEG CİHAZININ KURULUMU



NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Beyin sinyal izleyicilerinin ölçme sistemleri
- EEG'nin yerleşim ve montajı
- EEG bağlantı, ayar ve sistem bütünlüğünün kontrolü

ANAHTAR KELİMELER

Elektroensefalografi, insan beyni, nöron, EEG, sinirbilim, uyarılmış potansiyeller, iletken elektrot, kanal, filtre, artefakt, stimülatör, LED, amplifikatör, konektör, topraklama, bakım, onarım, kalibrasyon.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. İnsan hafızasının ortalama kaç GB'lık bilgiyi depolama yeteneği olabileceğini araştırınız. Bulduğunuz sonuçları arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Sizce biyomedikal cihazlarının kurulum işlemleri sırasında meydana gelebilecek olası iş güvenliği riskleri nelerdir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. ÖĞRENME BİRİMİ



1. EEG CİHAZININ KURULUMU

1.1. BEYİN SİNYAL İZLEYİCİLERİNİN ÖLÇME SİSTEMLERİ

İnsan beyni, evrende bilinen en karmaşık nesnedir. Yaklaşık 3,5 milyar yıl öncesine uzanan yaşam tarihi düşünülürse insan beyninin pek çok gelişim aşamasından geçtiği görülür. 60 milyon yıl önce primat beyinler ortaya çıkmış ve sadece 2,5 milyon yıl sonra insanlar alet yapmaya başlamışlardır. O zamanki insan beyninin şimdikininki yalnızca üçte biri büyüklüğünde olduğu tahmin edilmektedir.

Binlerce yıl insan beyninin ne işe yaradığı anlaşılamamıştır. Son 200 yıl içinde, acaba kanı soğutmaya mı yarıyor gibi bir teori ile beyin incelenmeye başlanmıştır. 50 sene öncesine kadar bile insan beyninin statik bir organ olduğu düşünülüyordu. Doğuştan sahip olunan bir miktar nöron hücresi var ve hepsi bu sanılıyordu. Oysa son 50 yıldaki tüm nörobilim araştırmaları göstermektedir ki beyin sürekli değişen ve şekillendirilebilen bir organdır. Ne kadar çok dış uyaranla karşılaşırsa nöronlar birbirleriyle o kadar çok ağ bağlantısı yapar. Dış uyaran eksikliği olan durumlarda ise nöronlar arasındaki bağlantılar azalır ve zayıflar.

Nöronların bilgi aktarımı, insan beyni nasıl çalışır sorusuna yanıt oluşturmaktadır. İnsan vücudunun diğer fonksiyonlarından bağımsız olarak beyinden, her an ulaşan uyanları ertelemeyen, anında çözmesi beklenir. Bu bağlamda beyin sinyallerini takip etmek ve potansiyellerin hareketlerini açıklamak üzere beyin sinyal izleyici cihazlar üretilmiştir. Beyin sinyal izleyici cihazlarının ölçme yöntemleri, beyne gelen sinyalleri algılayarak bilgi şeklinde aktarım yapar.

1.1.1. İnsan Beyni ve Fonksiyonları

Beyin ve sinir sisteminin bilimsel çalışmasına **sinirbilim** veya **nörobilim** denir. Nörobilim araştırmaları, insan beyni nasıl çalışır sorusuna odaklanmıştır. (Görsel 1.1).

İnsan beyninde yaklaşık 100 trilyon sinaps bulunur. Sinapslar, sinir hücrelerinde kimyasal geçişin gerçekleştiği yerlerdir. Vücuttaki herhangi bir hücre, sinapslar yoluyla, 1000 ayrı beyin hücresiyle bağlantı kurabilmektedir. Tek bir bit'lik bilgi, bir anda tam 100000 nörona ulaşabilmektedir. Bu özelliğiyle beyin, bilinen en hızlı bilgisayardan yüz binlerce kat daha hızlıdır.

Beyin, yaklaşık olarak %80 su, %10 yağ ve %8 proteinden meydana gelir. Geri kalan bölümünü ise, karbonhidrat, tuz ve diğer mineraller oluşturur. Beyindeki her sinir, elektrokimyasal sinyaller olarak işler.

Alışılmadık durumlarla karşılaşılması, örneğin ilk defa bakılan bir portre, hücrelerin kendi aralarında farklı düzenlemelere girmelerine neden olur. İlgili sinirler aniden bağlantılarını güçlendirir ve karşılaşılan durumu tanımlamaya çalışır. Kaydedilen veriler, ikinci deneyimde işlemin daha hızlı gerçekleşmesini sağlar.



Görsel 1.1: İnsan beyni

Dolayısıyla aynı portreye ikinci defa bakıldığında portre artık tanıdık gelecektir. Yaşam boyu tekrarlanan işlemler, genel bir görüntü olarak beyinde saklanır. Beyinde hafızaya kaydedilen her an, 100 milyar sinirin saatte 400 km hızla yaptığı 1000 ile 500000 arasındaki bağlantı sayesinde gerçekleşmektedir.

Böylesine büyük bir kapasiteye sahip olan beyin, sadece loş bir lambayı aydınlatabilecek kadar enerji kullanmaktadır. Vücut ağırlığının sadece ellide biri olan beyin, vücudun tüm oksijen ve glikoz ihtiyacının beşte birini tüketmektedir. Beyin öylesine önemlidir ki, kalpten çıkan ilk kan ona gönderilir, herhangi bir sebeple bedende kalan az miktarda kan ise öncelikle onu hayatta tutmaya çalışır.

Beynin fiziksel yapısının elektriksel aktivitesini daha iyi kavramak için beyin yapısını ve her bölümün motor kontrol, görsel işleme, işitsel işleme, duyum, öğrenme, hafıza ve duygular dahil olmak üzere günlük işlevleri nasıl kontrol ettiğini anlamak gerekir.

1.1.2. İnsan Beyninin Yapısı

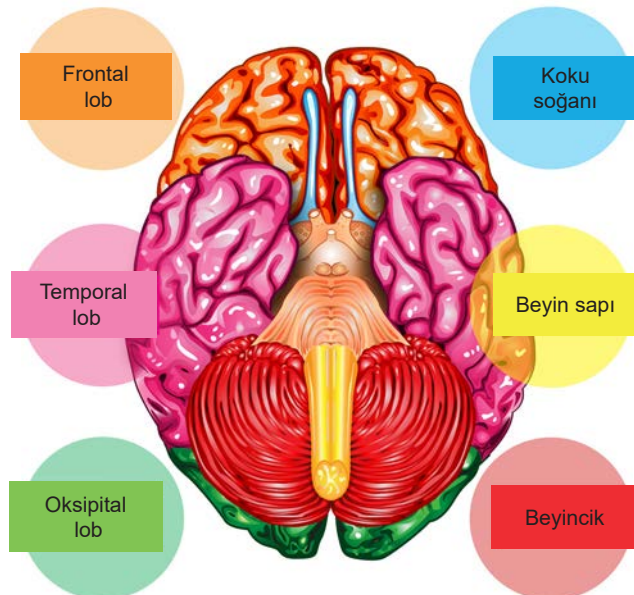
Beyin dokusu tıpkı bir kas kitlesi gibidir. Kas dokusu ne kadar çok kullanılırsa o kadar büyür. Eğer kullanılmazsa o kas zayıflar, güçsüzleşir. Bu nedenle örneğin çocukların zekâ düzeyleri yıllar içinde değişim gösterir. Uygun sayıda dış uyaran ile temas eden beyinlerin zekâ puanları zaman içinde gelişir. Görsel 1.2'de insan beyнинin inferior (alt, alt tarafta olan) açıdan anatomik yapısı ve temel bölümleri ayrı renklerle gösterilmiştir.

Beyin, insan vücudunun en karmaşık kısmıdır. Beyin, zekanın yeri, duyuvarın yorumlayıcısı, vücut hareketini başlatan ve davranışın denetleyicisidir. İnsan beynini üç beyin bölgesine ayırmak mümkündür:

1. Sürüngen beyin bölgesi
2. Paleo-memeli beyin bölgesi
3. Neo-memeli beyin bölgesi

Sürüngen beyin bölgesi olarak adlandırılan bölüm, en eski ve ilkel güdüleri yönetir ve özellikle tehlikelerden kaçınma görevinden sorumludur. Beyin sapı ve serebellum, sürüngen beyin bölgesini oluşturur. Sürüngen beyin bölgesi şu fonksiyonları yönetir:

- Solunum kontrolü
- Kalp atış hızı düzenlemesi
- Duyusal geri bildirimlerin toplanması
- Diğer otonom işlevlerin yönetilmesi



Görsel 1.2: İnsan beynin inferior anatomisi ve bölümleri

1. EEG CİHAZININ KURULUMU

Memeli beyni olarak tanımlanan bölge ikiye ayrılmaktadır. Limbik sistem denilen paleo memeli beyin bölgesi, sosyal davranış ve ödülleri temelidir. Neo memeli beyin bölgesi ise beyin korteksini tanımlamaktadır. Beyin korteksi, düşünebileceğiniz soyut düşünme, dil ve diğer özellikleri yönetmektedir. Beynin kendisi yaklaşık üç kilo ağırlığındadır fakat toplam vücut kan akışının ancak yüzde 25'ini tüketir. Bu nedenle enerji kullanımı açısından önemli bir organdır.

İnsan beyni belirli temel kısımlardan oluşur. Bu kısımlar aşağıda açıklanmıştır:

Prefrontal korteks: İnsan beynindeki yürütme işlevlerinin bulunduğu yerdir. Pek çok yönden, insanı diğer canlılardan ayıran yetenekler burada kodlanmıştır. Davranışların kontrolü, kişilik yapısının şekillenmesi, duyguların yönetilmesi, düşünme ve planlama yetenekleri bu beyin bölgesinde işlenir ve yönetilir.

Serebrum: Beynin en büyük kısmıdır. Serebrumun en dış tabakası, beyin "gri maddesi" olan serebral kortekstir. Beyindeki derin kıvrımlar ve kırışıklıklar gri maddenin yüzey alanını artırır, böylece daha fazla bilgi işlenebilir.

Beyincik: Beynin geri kalanının altında ve arkasında buruşuk bir doku topudur. Hareketi koordine etmeye yardımcı olmak için gözlerden, kulaklardan ve kaslardan gelen duyu bilgileri birleştirmek için çalışır.

Beyin sapı: Beyni omuriliğe bağlar. Kalp atış hızı, kan basıncı ve nefes alma gibi yaşam için hayati önem taşıyan birçok işlevi kontrol eder. Bu bölge uyku için de önemlidir.

1.1.3. İnsan Beyninin Çalışma Fonksiyonları

Beyin yarı kürelerinin görevleri anlaşıldığında, insan beyni nasıl çalışır sorusunun cevapları netleşir. Kafatasına çok fazla doku sığdırmak için beyin kırışık yüzeyi vardır. Tümsekler olan gri bölgeler ve dipler olan sulkus denen girintilerden oluşur. Bu, kafatasında çok fazla beyin dokusunun bulunmasına imkân sağlar. Beyinde ayrıca köprülerle birbirine bağlanmış sol ve sağ olmak üzere iki yarım küre vardır. Tipik olarak beyin yarım küreleri arasındaki fark düşünüldüğünde sol yarım kürenin daha analitik, sağ yarım kürenin daha yaratıcı olduğu görülür. Neredeyse bu yarım küreler bağımsızmış gibi kodlanır ve insan beyni nasıl çalışır sorusu cevaplanır. Beynin farklı alanlarında uzmanlaşmalarına rağmen yarım küreler çok yakın bir şekilde birlikte çalışır.

Beyin; düşünce, duygu, davranış, hareket ve hissi koordine eden kalıplarda düzenlenmiş milyarlarca sinir hücresi içerir. Karmaşık bir otoyol sinir sistemi beyni vücudun geri kalanına bağlar, böylece iletişim saniyeler içinde gerçekleşebilir. Elini sobadan çok büyük bir hızla çeken biri buna örnek olarak verilebilir. Beynin tüm bölümleri birlikte çalışırken, her bölüm belirli bir işlevden sorumludur. Beyin, insanın kalp atış hızından ruh hâline kadar her şeyi kontrol eder.

Beyin, dış dünya ile etkileşim sağlamaya yarayan organdır. Beş duyu için özel duyu organları aracılığıyla dış uyarıları alır ve dış dünyaya motor sistemi aracılığıyla yanıt verir. İstemli hareketler, beyinden çıkan bir motor nöron iletimi hedef kas kitlesine ulaştığında gerçekleşir. Tüm bu analiz, yorum ve yanıtlar milisaniyeler içinde gerçekleşir.

Duyusal sinir sisteminin birkaç bileşeni vardır. Esas olarak ortamdaki değişiklikleri aktif hâle gelerek algılayan reseptörler vardır. Algılanan duyumun büyüklüğü, o duyumun aktive ettiği reseptörlerin sayısı ile ilgilidir. Yani uyaran ne kadar büyükse daha fazla reseptör aktif hâle gelir ve etki o kadar uzun olur. Reseptörlerin aktifleşmesi, insan beyni nasıl çalışır sorusuna yanıt oluşturmaktadır.

1.1.4. İnsan Beyninin Elektriksel Aktivitesi

Biyolojik işaretler, yani biyopotansiyelleri insan vücudundan algılanabilen iki farklı türü vardır. İlki elektrik kökenli olan biyolojik potansiyeller diğeri ise elektrik kökenli olmayanlardır. Bu her iki türde olan biyopotansiyeller insan vücudundaki sinir sistemi, kalp, beyin, kas vb. organların biyolojik işleyişleri esnasında meydana gelir. Biyolojik işaretlerin kökeni, hücrelerdeki bir takım elektrokimyasal olayların sonucunda oluşur. Bu oluşan duruma da **aksiyon potansiyeli** denir. Bu işaretler, elektrotlar yardımıyla algılanıp işaret işleme sistemlerinden geçirildikten sonra çeşitli hastalıkların teşhisinde kullanılmaktadır. Bunun için elektrotlar yardımıyla algılanan bu işaretlerin sinyalleri işlenerek kaydedilmesi gerekmektedir.

Aksiyon potansiyelinin algılanabilmesi için uyarılmış hücrelerin sinyalleri çok önemli bir rol oynar. Uyarılmış potansiyellere kısaca **UP (EP)** denir. Uyarılmayan hücrelerde ve uyarılabilen hücrelerin temel durumlarında, zar potansiyeli neredeyse stabildir ve bu duruma **dingin (sabit) potansiyel** denir. Sinir hücrelerinin dingin potansiyeli genellikle -60 mV ile -90 mV (milivolt) bandındadır ve iç tarafındaki negatif ana voltajı sıfır voltajın onda birinden de daha küçük bir değerdedir. Uyarılabilen hücrelerde, çok büyük kutupların (depolarizasyon) ters dönmesine neden olan, zar potansiyelini çok hızlı ve peş peşe değiştirebilen aksiyon potansiyeline neden olabilir. Aksiyon potansiyeli voltaja duyarlı iyon kanallarının aktifleşmesi sayesinde üretilir. Görsel 1.3'te sinir hücresi olan nöronun yapısı verilmiştir.

Nöronlarda zar potansiyeline etki eden faktörler ise değişkendir. Oldukça fazla sayıda iyon kanalı bulundurlar ve bunlardan bazıları kimyasala, bazıları voltaja duyarlıdır. Voltaja duyarlı iyon kanalları membran potansiyeli tarafından kontrol edildiği için membran potansiyelinin kendisi de bu kanallardan etkilendiğinde, geri besleme döngüsü aksiyon potansiyeli gibi titreşen ve yeniden üretilebilir kompleks temporal dinamiklerin artışına sebep olur.



Görsel 1.3: Nöronların anatomisi

Nöronlar ve gliyal hücreleri arasındaki temel fark, nöronların uyarılabilir hücreler olmasıdır. Nöronlar, aksiyon potansiyelleri adı verilen **elektriksel olayları** üretir. Böylece bilgi bir nöronun diğerine iletilir. Sinir uyarıları beyin temel bilgi iletim sistemidir. Bir nöron, diğer nöronlara ulaşmadan önce, sinaps boyunca küçük bir mesafe kat eden bir kimyasal nörotransmitter madde salgılar. Ne zaman bir nöron aniden uyarılırsa, yüzlerce sinapsından nörotransmitterler salınır.

1. EEG CİHAZININ KURULUMU

Görsel 1.4'te sinir hücrelerinin sinaps uçları arasından aktarılan nörotransmitterin illüstrasyon görseline yer verilmiştir. Bunun sonucu olarak o nöron yüzlerce başka nöronla iletişim kurarak kendisine gelen bilgiyi iletir. Özetle insan beyninin birim biyolojik dokusu olan ve ortalama 100 trilyon civarı sinir hücre-sinin arasında gerçekleşen elektriksel aktivite sayesinde, tüm beynin elektriksel aktivitesi ortaya çıkar.

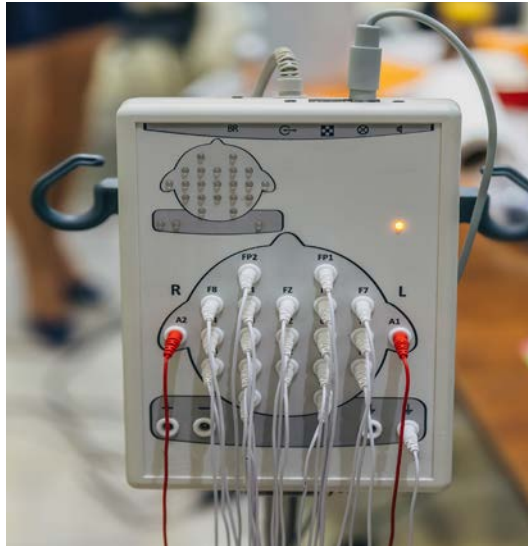


Görsel 1.4: Sinapslar arası aktarım

1.1.5. Elektroensefalografi (EEG) Cihazı

EEG yani elektroensefalografi, ensefalon (beyin) tarafından üretilen bütün elektriksel aktiviteyi kafa derisi yüzeyine yerleştirilen iletken elektrotlar aracılığıyla işleyerek kaydeden bir tetkittir. EEG, milyonlarca nöronun birbirleriyle iletişim kurmak için oluşturduğu elektriksel aktiviteyi kafa yüzeyine yerleştirilen elektrotlar ile algılar. Bu ölçümleme esnasında zamansal çözünürlüğe sahip olduğu için belirli bir zamanda beynin hangi alanlarının aktif olduğunun analizini gerçekleştirir. Özetle EEG, beyindeki elektriksel aktiviteyi değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir (Görsel 1.5).

EEG cihazının genel çalışma prensibi; kafa derisi üzerine yerleştirilmiş elektrotlar aracılığıyla beyindeki voltaj dalgalanmalarını ölçerek onları kaydeder. Ardından ölçülen bu voltaj dalgalanmaları çok küçük olduğu için kaydedilen veriler sayısallaştırılır. Sayısallaşan bu sinyaller bir amplifikatöre gönderilir. Devredeki amplifikatör de amplifiye edilmiş verileri alarak bir voltaj değerleri dizisi olan genlik ve frekanslar hâline getirir. Bu sayede beyin içi elektriksel aktivite cihaz ile dışardan okunabilir, analiz edilebilir, raporlanabilir ve arşivlenebilir verilere dönüştürülmüş olur.



Görsel 1.5: EEG cihazının kanal girişi birimi

Sağlık tesislerinde kullanılan EEG çözümlerinin birçok farklı çeşidi vardır. Bunlardan en sık karşılaşılan cihazlar aşağıda verilmiştir:

- Rutin EEG sistemi
- Yoğun bakım ünitelerine entegre edilmiş video EEG izleme sistemi
- Taşınabilir kablosuz PSG/EEG kaydedici
- Anestezi derinlik izleme EEG sistemi
- TMS/EEG çözümleri
- Video (infrared kamera) EEG sistemi
- Serebral fonksiyon monitörizasyonu
- Hepsi bir arada (all in one) EEG/PSG uyku laboratuvarı
- Biyo geribesleme tedavileri için EEG çözümleri

EEG cihazları genel olarak her türlü duygusal ve nörolojik durumlar için kullanılabilir ancak en yaygın kullanıldığı vakalar aşağıda listelenmiştir:

- Epilepsi
- Uyku düzensizliği
- Beyin iltihabı
- Migren
- Alkol ve uyuşturucu bağımlılıkları
- Tümör oluşumları
- Anksiyete bozuklukları
- Depresyon
- Kronik sinir ağrıları

1.1.6. Elektroensefalografi (EEG) İşaretlerinin Oluşumu ve Ölçülmesi

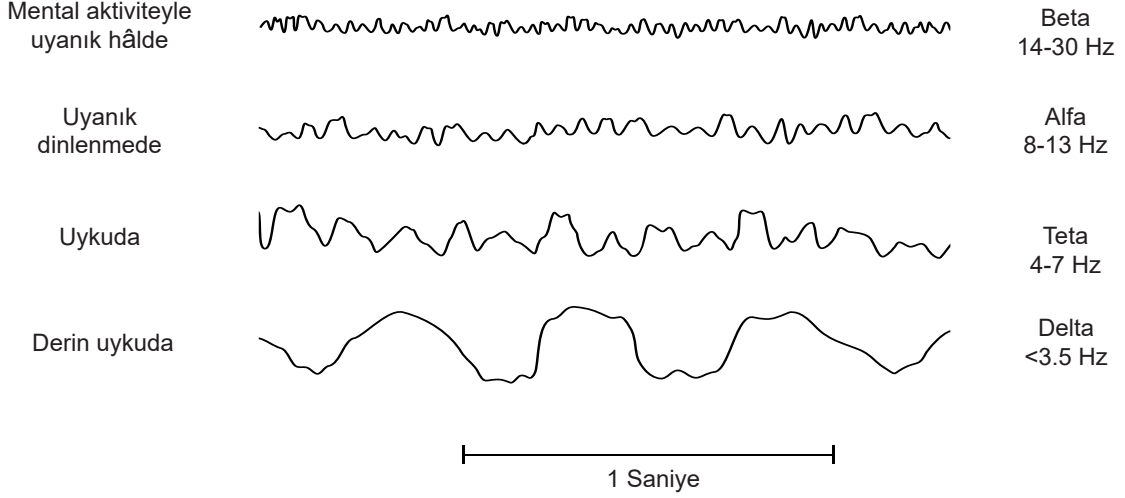
İnsan vücudundaki beyin, kalp, sinir sistemi, kas, duyu organları vb. çeşitli dokuların kendilerine özgü görevlerini gerçekleştirirken birtakım biyolojik işaretler oluşur. Bu oluşum hücre bazda bir aktiviteyi temsil eder. Hücre zarında oluşan elektro kimyasal olayların iyon dengesi kurulurken eksi ve artı yüklü iyonların hareketleri elektriksel bir potansiyel farka sebep olur. Bu farka **aksiyon potansiyeli** de denir. Böylece elektriksel aktivite dışarıdan vücut yüzeyinden metal iletken elektrotlar aracılığıyla algılanır hâle gelir. Empedansı en düşük olan metal cinsleri tercih edilerek seçilen bu elektrotlarla alınan sinyaller EEG amplifikatörüne aktarılır ve burada amplifiye edilen bu işaretler sinyal işleme faaliyetinden geçerek belirli filtrelerle optimize edilir. Dijitalleşen sistemler sayesinde işlenen işaretler, özel yazılım programı alt yapısıyla donatılmış bilgisayarlar aracılığıyla sayısallaştırılır. Bu sayede sayısallaşan veriler okunabilir hâle gelir ve beyin hakkında bilgi aktarımı sağlanmış olur.

Vücutta uyarılmış potansiyel (UP) oluşturmak için görsel, dokunsal, işitsel veya elektriksel uyarıcılardan faydalanabilir. Örnek olarak EEG çekimi yapılacak bir bireye kısa süreli uyarıcı bir ses dinletilirse EEG kaydında o sese karşı gelişen bir cevap yani uyarılmış potansiyel yaratılmış olur.

1. EEG CİHAZININ KURULUMU

Görsel 1.6'da insan beynin uyku hâli, uyanıklık hâli ve farklı durumlarda EEG ile ölçümlenen frekans aralıklarına yer verilmiştir. Uyarılmış potansiyel ölçüm sistemi üç farklı şekilde uyarılmış olabilir:

1. Somatik duysal uyarılmış potansiyeller
2. Duyusal uyarılmış potansiyeller
3. Görsel uyarılmış potansiyeller



Görsel 1.6: EEG cihazının farklı hâllerdeki beyin frekans aralıkları

EEG testleri insan beynindeki elektriksel aktivitenin ölçülmesiyle beyin fonksiyonları hakkında bilgi sağlar. EEG çekimi için elektrotlar, elektrot pastası (EEG macunu, jeli vb.) olarak bilinen özel bir yapıştırıcı maddeyle saçlı kafa derisi üzerine yapıştırılarak yerleştirilir. Elektrotlar canlı beynine elektrik akımı vermez, sadece beyindeki elektriksel aktivitenin oluşturduğu sinyalleri algılar. İlgili sağlık çalışanının talebi doğrultusunda uyku sırasında veya hasta uyanık iken çekilebilir (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: EEG cihazıyla çekim esnasında elektrotların takılma şekli

1.2. EEG’İN YERLEŞİM VE MONTAJI

Ülkemizde uygulanan sağlık sistemlerinde, biyomedikal taşınırılar iki grupta sınıflandırılmaktadır. İlk grup biyomedikal dayanıklı taşınır yani demirbaş niteliğindeki malzemelerdir. İkinci grup ise biyomedikal tüketim malzemeleridir. EEG grubu cihazları da pek çok biyomedikal donanımda olduğu gibi cihazın hastaya uygulanması için cihazın demirbaş olan birimlerinin (amplifikatör, bilgisayar, medikal yazıcı vb.) yanında ayrıca sınıflandırmada ikinci grup olan tüketim malzemelerde kullanılır. Böylece tam bir sistem oluşur ve cihaz uygulamaları sağlıklı bir şekilde uygulanabilir hâle gelir.

Günümüzde dijital olan EEG cihazları yaygın olarak kullanılmaktadır. Son teknolojiye göre üretilmiş EEG cihazları poligrafik kayıt tutma, hasta izleme ve hasta izleme bilgilerini arşivleme işlemlerinin yapılabilirdiği hafıza kartıyla donatılmış özelliklere sahiptir. Bu sayede ortalama 32 kanal olan cihazlar 256 kanala kadar artırılabilir sistem olanakları sağlar. Günümüz EEG cihazları çalışma fonksiyon özelliklerine göre aşağıdaki şekilde gruplandırılarak incelenebilir.

- Genel yapı ve konfigürasyon
- Sinyal işleme
- Hasta yönetimi ve hastaya uygulanan testler
- Analizler ve raporlar
- Görüntüleme ve inceleme
- Ayrıca gelişmiş diğer opsiyonel özellikler

EEG cihazları donatıldıkları yeni özellikler sayesinde gerek klinik uygulamalarda gerekse araştırma prosedürlerinde rahatlıkla kullanılabilir (Görsel 1.8).

EEG cihazlarının uygulamalarında kullanılan genel tüketim malzemeleri aşağıda sıralanmıştır.

- EEG iletken disk elektrotları
- EEG pastası
- EEG iletken kabloları
- Giyilebilir EEG elektrot yerleşim şapkası vb.



Görsel 1.8: EEG cihazı ve aksesuarları

1.2.1. Genel Yapı ve Konfigürasyon

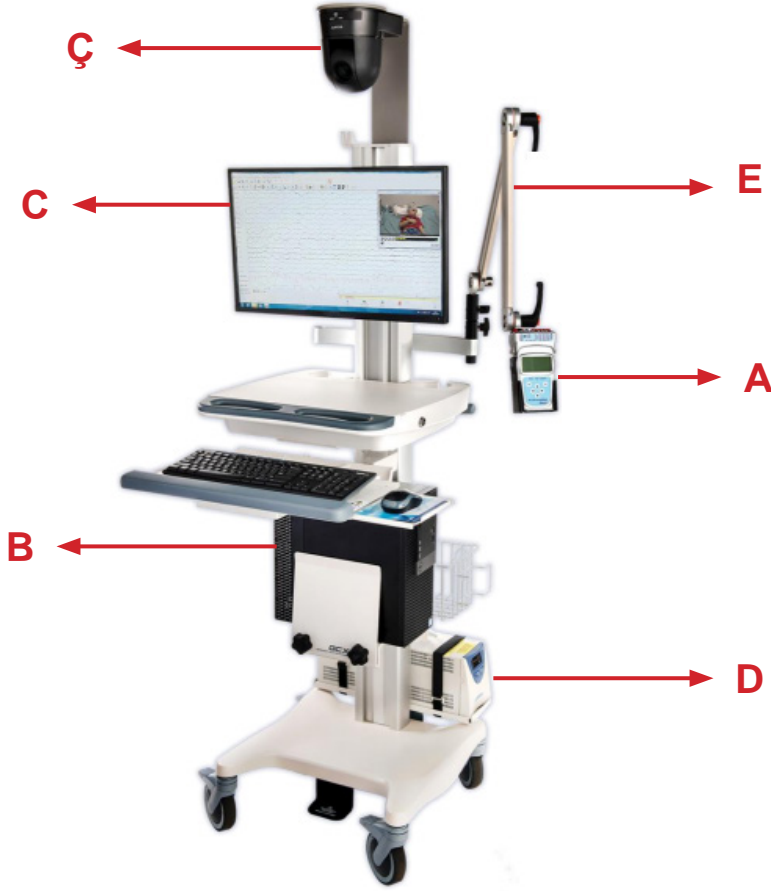
EEG cihazları bilgisayar destekli kullanılan türleriyle klinik uygulamalarda daha fazla fonksiyonu içinde bulunduran yapıdadır. Bu sebeple cihazın dışında kullanılan donanımlar cihaz grubuna dahildir. Bu grup cihazlar kombine özellikte olan biyomedikal cihazlardır. Üzerinde birden fazla sistem ve

1. EEG CİHAZININ KURULUMU

cihaz olan tıbbi donanımlar yazılım gerektiren bilgisayar veri tabanlarıyla yönetilir. Ünlversal özelliklerde seçilen bu ek donanımlarla cihaz kullanıcıları için uzun kullanım ömrü ve teknik desteğin donanımsal açıdan sağlanması kolaylaştırılmıştır. EEG cihazlarının dijital kombine türleri için seçilen bilgisayarların monitörleri LCD ekran özelliklidir. Görşel 1.9'da kombine EEG cihazının birimleri verilmiştir.

A	EEG amplifikatörü
B	Programlı bilgisayar
C	Yazılım (monitör, software)

Ç	EEG kaydı için video kamera
D	İzole transformler (trafo) UPS (kesintisiz güç kaynağı)
E	Amplifikatör için hareketli kol ve tutucu stant



Görşel 1.9: EEG cihazı ve montaj birimleri

Dijital EEG cihazlarının genel konfigürasyonuna ve yapısına göre genellikle aşağıda sıralanan cihaza ait ekipman ve aksesuarlar bulunur.

- Monitör (bilgisayar alt yapısında bulunan modele göre değişen tek veya çift)
- Çok kanal girişli bir amplifikatör (Görşel 1.10)
- İşletim sistemi (Hızlı ve güvenlik alt yapısı olan)
- Wireless özelliği ile online kablosuz bağlantı
- Kullanıcı ara yüz desteği

- Programlı bilgisayar yazılımları, fare, ikon, menü, keypad (kiyped) klavye ve özellikli tuşlar
- Cihaz üzerinde bulunan bilgisayar sistemi içinde CPU [central processing unit (sentril prosesing unit)] merkezî işlemci ünitesi, spesifik depolama çözümleri, USB portlar, arşivleme üniteleri
- Kombine cihaz grubunun bir araya gelmesini sağlayan ve aksesuarlarında üzerinde bulunmasına olanak sağlayan amacına uygun ergonomik ve kompakt taşıyıcı masa vb.



Görsel 1.10: EEG cihazı amplifikatörü ve kanal girişleri

1.2.2. Sinyal İşleme

EEG cihazları kendi türünde benzer fonksiyonları olan diğer tıbbi cihazlar gibi sinyal işleme sistemi üzerine kurulmuş bir çalışma prensibiyle tasarlanmıştır. Elektroensefalogram, kafatası yüzeyi üzerinde farklı noktalar arasındaki elektriksel potansiyel farklarının oluşturduğu sinyallerin kaydedildiği sistemdir. Bu çalışma prensibiyle iletim esnasında potansiyel farkın oluşturduğu sinyallerin kafatası derine yakın bir yerde gerçekleşmesi, beyin uzmanları tarafından, kafatasının seçili olan beyin uzmanları tarafından belirlenmiş noktalarından alınan beyin yüzeyinde yahut derin serebral maddede karmaşık potansiyel analizleri, yalnızca çok özel koşullar altında yapılabilir. Böylece kaydedilen elektriksel değişimler, yüzey elektrodlarının yakınındaki elektriksel olayların toplamını yansıtır. Dolayısıyla kullanılan elektronik cihazın karmaşıklığına rağmen, yapılan analiz temel olarak kabatasıdır.

Aşağıda bir EEG cihazının sahip olduğu fonksiyonel özellikler verilmiştir.

- Amplifikatör (boyutları küçültülmüş) kullanılır.
- Dijital filtreler bulunur.
- Analog sinyali dijital sinyale hızlı dönüştürme özelliğine sahiptir.
- Ortalama 50 kanala kadar kullanıcılar tarafından konfigüre edilebilir kanalları vardır.
- Sinyal işleme kullanılan amplifikatörler üzerinden empedans kontrolü özelliği bulunur.
- Sinyallerin en verimli şekilde işlenebilmesi için gürültü oranının optimize edilmesini sağlar.
- Otomatik yazılımsal kalibrasyon özelliği bulunur.
- USB bağlantısı vardır.
- HD özellikte video kaydı yapabilir.
- Fotik stimülatörü vardır.

1. EEG CİHAZININ KURULUMU

1.2.3. Hata Yönetimi, Test, Analizler ve Raporlama

EEG cihazları tanı-teşhis yapabilen cihaz türleriyle biyomedikal envanterine kayıtlı olan grupta yer alır. Bunun sebebi, elektroensefalogramların beyin sinyallerinin ölçülmesiyle beyinden alınan sinyal datalarını doğru bir şekilde aktarıp raporlama yapan çalışma prensibiyle tasarlanmış olmasıdır. Böylece hastanın durumu hakkında detaylı bilgiye ulaşılabilir.

EEG testleri sayesinde çeşitli fizyolojik hastalıklara tanı konulabilmektedir. Tedavi etme amacıyla tasarlanmamışlardır. Çalışma prensipleri EEG çeşitleri için benzerdir. Cihaz boyutu, kullanım alanı vs. değişiklik gösterir. Fakat EEG'nin tüm çeşitlerinde farklı marka modellerin kullanımına rağmen çözümler ortaktır. Teşhis edilebilmede en önemli unsurlardan biri olarak EEG cihazlarıyla yapılan test, ölçümleme, analiz ve raporları uygulamak EEG çözümlerinin ortak uygulamalarıdır. Ayrıca bu faaliyetleri kayda almak ve arşivlemesini yapmak da ortak özellikler arasındadır. Özetle EEG çözümleri üzerinde yapılan çalışmaların en önemli noktası da arşivleme işleminin prosese olan katkısı ve kalitesidir.

EEG cihazları, hasta veri (dataların) bilgilerinin, EEG traselerinin ve video EEG datalarının haricî belleklere, depolama alanı yüksek disklere, taşınabilir hafıza birimlerine vb. veri depolama ünitelerine aynı yazılım programıyla arşivlenmesini sağlayan sistemlerle tasarlanmıştır. Böylece test uygulanmış hastaların kimlik bilgilerinin otomatik olarak tanınması, teşhis sonrası konsültant notlarının arşivlenmesi ve seçilebilen filtrelerle gelişmiş taraması yapılabilir hâle gelmiştir.

1.2.4. Görüntüleme ve İzleme

EEG cihazları çekim işlemi sırasında izleme ve kayıt parametreleri tanımlanabilir. Ayrıca izleme ve kayıt parametreleri tanımlanabilir, görüntülenebilir ve düzenlenebilir. Cihaz, uyku EEG çekimi için kayıt esnasında inceleme yapma, video kaydının düzenlenmesi gibi özellikleri içinde barındırır. EEG cihazlarında görüntülemenin aktarıldığı monitörlerin kalitesi önemli bir unsurdur. Görüntü kalitesi yüksek iyi bir monitörizasyon için gelişmiş seçenekler sunan günümüz EEG cihazlarında cihaz kullanıcısının işlerini kolaylaştırır.

1.2.5. EEG Cihazının Kullanımı için Teknik Bilgiler

EEG çözümleri günümüz teknolojisi sayesinde her geçen gün daha ergonomik ve pratik tasarımlarla karşımıza çıkmaktadır. Kullanımı komplike olmasına rağmen cihaz kullanıcılarının aldıkları eğitimler ve pratik uygulamalarla öğrenimi kolaylaştırılmıştır.

EEG cihazlarında cihaz kullanıcıları tarafından en çok karıştırılan konular; kanal ve montaj kavramlarıdır. Rutin bir EEG kaydı sırasında 19+2 elektrot kullanılır. Burada bahsedilen 19 rakamı açık olan yani sinyal girişi alınan noktadır. Bir diğer deyişle bağlı olan elektrot sayısıdır. 2 olarak adlandırılan ise kanalların çalışması için gerekli olan toprak ve referans girişleridir. Cihaz kullanıcıları olan elektronörofizyoloji teknikerlerinin (ENF mezunu olmuş) ve yetkili tüm EEG kullanıcılarının bu kavramları çok iyi bilmesi mesleki zorunluluktur.

Tek tip cihazlarla çalışmış EEG kullanıcılarının sık karıştırdığı bir başka durum ise bazı cihazlarda Z girişi olarak tabir edilen ve alın bölgesine yapıştırılan elektrot aslında toprak girişidir ve birçok cihaz kullanıcısı bunu bilmemektedir. Yine benzer biçimde A1 veya A2 girişlerinin referans girişi olarak kullanıldığını bilmeleri gerekmektedir.

Kısaca, rutin kayıtlarda 19 aktif elektrot kullanılır ve bu elektrotlara yani kanal girişlerine göre montajlar (çekimler) yazılır. Erişkin bir hastada 19+2 elektrot kullanılırken pediatrik hastalarda 12+2 elektrot kullanılabilir. Yine benzer biçimde yeni doğan kayıtlarında 8+2 elektrot yeterli olabilir. Bu kanal sayılarına göre yazılacak montaj haritaları duruma göre değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle kanal ve montaj kavramlarının iyi ayırt ediliyor olması gerekir.

1.2.6. EEG Cihazının Teknik Özellikleri

Tıbbi cihazlarda cihaza ait teknik özellikler “Teknik Şartname” belgelerinde yazılı olarak detaylı bir şekilde belirtilmiştir. Bu sayede her cihazın marka/modeline ait özelliklerine ulaşılabilir. EEG cihazlarında da genel konfigürasyonlarının sahip olduğu özellikler donanımsal ve teknik açıdan altı grupta incelenebilir.

1. Amplifikatör hakkında genel bilgiler
2. Amplifikatör ile bilgisayar bağlantısı kontrol işlemi
3. Kayıt başlama ve bitirme işlemleri
4. Empedans kontrolü
5. Hasta kaydı
6. Filtre değerleri değişimi

EEG çözümleri için kanal sayıları cihazdan cihaza farklılık göstermektedir. Kanal sayısı üretilen cihazın marka/model, kullanım alanı, sağlık tesisinin ihtiyaçları vb. doğrultusunda değişmektedir. Kanal sayısının artması ölçümler açısından genellikle pozitif bir özelliktir.

Bu teknik özelliklerin sayısal değerleri cihazdan cihaza değişiklik gösterebilir. Ortak özellik olarak EEG sistemlerine entegre edilmiş yazılım programıyla cihaza uyumu sağlanmış bilgisayarlar için yapılan EEG çekim verileri başka bilgisayarlara aktarılabilir özelliktedir. Hassasiyet, filtre değeri, kanalların montaj kodlarının değiştirilebilir olması, sisteme bütünleşmiş yazıcılardan analizlerin dokümantasyonunun yapılabilir olması teknik açıdan avantajdır.

Empedans kontrolünün yapılabilir olması ortak özelliktir. Cihaz amplifikatörünün giriş voltajı, giriş gürültüsü, frekans bant aralığı (DC), örnekleme hızı, analog/dijital çevirim hızı teknik açıdan bilinmelidir. Ayrıca cihaz filtrelerinin detaylı frekans bant genişlikleri ayarlanabilir özellikte olmalıdır. Bu filtreler, yüksek frekans filtresi, alçak frekans filtresi, buna bağlı hassasiyet değeri ve çentik filtresi olarak sıralanabilir.

Bazı EEG çekimleri için hastanın göz açıp kapama hareketlerine olan biyolojik tepkilerini ölçmek amacıyla sistem üzerine entegre edilmiş fotik stimülatörler yerleştirilmiştir (Görsel 1.11). Foto stimülatörü olarak da tanımlanan birimin üzerinde günümüzde teknoloji ampullere geçilmiştir. LED’lerden önce xenon ve halojen ampullerle çalışan fotik stimülatörler yerini LED’e bırakmıştır. Yakın gelecekte LED ampullerin yerini yeni teknoloji tasarımlarının alması beklenmektedir. Beyinde oluşan elektriksel aktivitenin insan beyninde neler olup bittiğine dair bilinmezliği sinyallerin EEG cihazı sayesinde okunabilir kılmasıyla her geçen gün cihaz üzerinde yapılan inovasyonlarla gelişimine devam etmektedir. Günümüzde giyilebilir teknoloji çalışmalarında yer alan EEG cihazı üzerinde daha ergonomik ve minimalist tasarımların fikirleri ve çalışmaları mevcuttur.



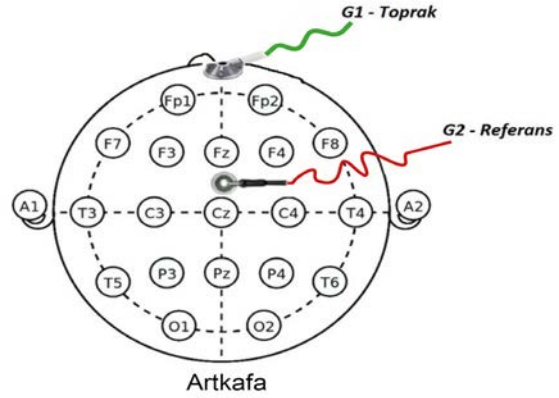
Görsel 1.11: Fotik stimülatör ve elçek kolu

1. EEG CİHAZININ KURULUMU

Biyomedikal cihazların en çok elektriksel hattına girip cihazdan ve hastadan alınan sinyallere parazit elektriksel sinyaller karışmaktadır. Bu durum sağlıklı sonuçlara engel teşkil eder. Bu sebeple parazit dalgalanmaların optimize edilerek en aza indirgenmesi gerekmektedir. Parazit sorununun en çok görüldüğü biyomedikal donanımlar; EKG, EMG, EEG, ENG, ERG vb. cihazlardır. Parazit olan elektriksel dalgalanmalara tıpta **artefakt** denir. EEG çekimlerinde sistemin karşılaşılabileceği artefakta karşı azaltıcı özellikte parazit dalgalarını devre dışı bırakan korumalı devreler tercih edilir. Bu sayede çekim analizleri daha sağlıklı sonuçlar verir hâle getirilmiştir.

1.2.7. Elektrot Yerleşim Planı

İster erişkin ister yeni doğan isterse pediatri için EEG kaydı yapılacak olsun, kullanılan elektrot sayısından ve açık olan kanallardan ziyade en önemli iki adet elektrot vardır. Bunlar, toprak ve referans elektrotlarıdır. G1 olarak belirtilen elektrot toprak girişidir. Kafa üzerinde sinyal yönünden zayıf bir noktaya takılır. Tercihen alın seçilebilir. G2 olarak belirtilen elektrot referans girişidir. Tercihen tüm elektrotlara eşit mesafede olan bir nokta seçilir. Cz ve Fz arası rutin uygulamalar için verimli bir bölgedir. Kulak arkası gibi ölü bir alan da seçilebilir (Görsel 1.12).



Görsel 1.12: EEG cihazının elektrotlarının kafatası yerleşim planı

1.2.8. EEG Cihazlarının Genel Çalışma Fonksiyonları

Dijital yeni nesil EEG cihazlarının farklı vaka ve durumlara çözüm oluşturabilmesini sağlayan fonksiyonları, genel olarak şu şekilde sıralanabilir:

- Cihaz kullanıcısı tarafından hasta kaydı oluşturma
- Cihaz çalışır durumda iken çekim esnasında kaydı durdurma ve yeniden başlatma
- EEG çekimi devam ederken çekimin önceki anına geri gitme ve eski verileri inceleme, hasta çekimine başlamak için hiperventilasyon (HPV), fotik ve notlama aktivasyonları ile kaydı başlatma ve bitirme
- EEG çekimine başlamadan önce empedans durumunu kontrol etmek için empedans kontrol butonu fonksiyonu ile hasta kafatasına bağlı her bir elektrot kanalının (normal kanallar, bipolar kanallar, negatif kanallar ve referans elektrodunda dahil olmak üzere) empedans değerlerini ayrı ayrı görüntüleme imkânı sağlama
- EEG çekimi esnasında fotik stimülasyonunu otomatik olarak gerçekleştirme ve fotik program çalıştırılırken fotik stimülasyon şiddetlerinin Hertz (Hz) frekans değerlerini anlık gösterme ve otomatik işaretleme yapma
- EEG çekimi esnasında HPV (hiperventilasyon) başlatma ve işaretleme (marker) yapma
- EEG çekimi esnasında montaj ve filtre değişikliği yapabilme ile filtre referans aralığı seçimi, genlik (amplitude) aralığı seçimi gibi fonksiyonları kullanabilme
- Teknik olarak en önemli fonksiyon olan yeni bir montajın yazılması işlemini gerçekleştirme ve EEG çekim ekranında (monitörde) HPV (hiperventilasyon), fotik ve notlarla ilgili ayarlama yapabilme (tools set up tuşuyla) ayrıca kısayol tuşu atayabilme ve kayda not ekleme

- EEG çekiminin herhangi bir anını kesilmek istenildiğinde EEG trasesini (anda seçili bir süreç) kısaltma işlemi yapabilmek
- EEG çekim analiz raporunu hastaya verilmek üzere CD veya bir belleğe hazırlama
- Farklı hastalar ve farklı durumları için gerekli sayıda EEG çekimine kanal ekleme ve kanal çıkarma imkânı sağlama
- EEG traselerini almak için medikal yazıcıdan çıktı alma
- Hastalara rapor verebilmek için çeşitli şablonlar oluşturabilme ayrıca her bir hasta için önceden oluşturulmuş standart bir şablonu tekrar tekrar kullanabilme imkânı sağlama
- Kullanıcı analiz ekranını oluşturabilme, hekim raporlamasını kolaylaştırma ve EEG cihazlarının amplifikatörlerinin üzerinde bulunan kanalların kullanım amacına göre seçilebilir olması
- Arıza hâlinde EEG cihaz birimlerinin bilgisayarla bağlantısı sayesinde kontrollerinin anlık olarak yapılabilir özellikte tasarlanması

Bilgi Kutusu

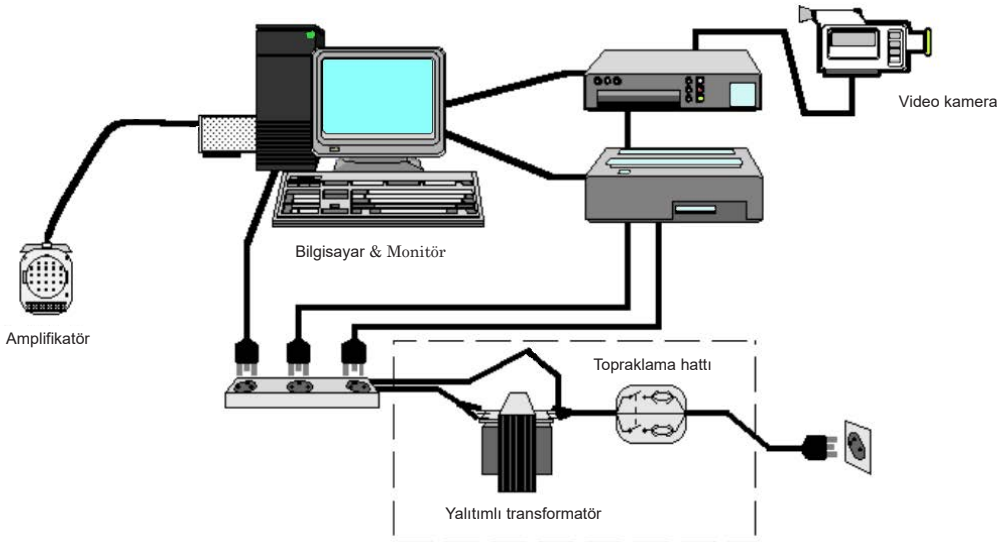


AMPLİFİKATÖR KAVRAMINI HATIRLAYALIM!

Amplifikatör elektriksel bir sinyali, şiddetini artırarak yeniden oluşturan araçtır. Elektromotor kuvveti artırarak daha yüksek bir empedansa uygulayan cinsine **voltaj amplifikatörü**, görece yüksekçe bir akım şiddeti oluşturarak düşük bir empedansa uygulayan cinsine de **güç amplifikatörü** denir.

1.3. EEG CİHAZININ BAĞLANTI AYARLARI VE SİSTEM KONTROLLERİ

Nörofizyolojik bulguların tıbbi açıdan incelenebilmesi için geliştirilen elektroensefalogram biyomedikal donanım sistemleri, kombine cihaz grubuna dahildir. Bunun sebebi EEG'lerin toplama sistemlerinin ve inceleme istasyonlarının başlıca temel kombinasyonlarının bir araya getirilerek tasarlanmış olmalarındandır. EEG toplama sistemleri modülerdir ve çeşitli mevcut konfigürasyonlara sahiptir. Görsel 1.13'te genel bir EEG sistemi bileşenlerinin bağlantı hatları şemasına yer verilmiştir.



Görsel 1.13: EEG sistemi bileşenlerinin doğru bağlantı hatları

1. EEG CİHAZININ KURULUMU

EEG sistemleri genel olarak yedi temel aksamdan meydana gelir. Bu aksamlar arası koordinasyon bağlantıları yoluyla sağlanır. Bağlantı ayarlarının doğru şekilde gerçekleştirilmesi sayesinde EEG sistem kontrolleri sağlanmış olur. Temel EEG çözümlerinin biraraya getirildiği üniteler aşağıda sıralanmıştır.

- 1. Amplifikatör:** Hastaya amplifikasyonun ve sinyalizasyonun sağlanabilmesi için uygulanan en temel cihaz ünitesidir.
- 2. Bilgisayar:** Hastaya uygulanan sinyalizasyonun dijitalleştirilmesinin sağlanması, bunun yanında analiz ve raporlamasının yapılması için gerekli ünite.
- 3. Monitör:** Yazılımsal sürecin anlık veya geçmiş verilerinin takibi için kullanılan ünite.
- 4. Besleme Kaynağı:** Sistemin ihtiyacı olan gücün sağlandığı ünite. EEG çözümleri için şehir şebekesine bağlı hatların dışında anlık kesintiler için bu cihaz grubunun, bir UPS (kesintisiz güç kaynağı) sistemiyle bağlanarak kullanılması önerilir.
- 5. Medikal Yazıcı:** Yapılan analiz ve raporların kâğıda dökümü için yerleştirilen ünite.
- 6. Haricî Modüller:** Stimülasyonun sağlanması için sisteme hariçten bağlantı yapılarak takılan flaş stimülatörü vb. aksamlardır.
- 7. Video Kamera:** Muayene esnasında hasta görüntülerinin alınması için takılan ünite.
- 8. Kesintisiz Güç Kaynağı:** Kombine EEG cihazının şebeke beslemesinin kesilmesini, tolerans dışı yüksek veya düşük gelmesini önleyen birimdir.

Bu ünitelerin düzenek mantıklarının daha anlaşılabilir olması için ayrıca işlevlerine göre altı temel gruba ayırmak gerekir.

1. Cihazın teması için kullanıcı arayüzü (haricî tuş takımı, klavye, yazıcı, fare vb.).
2. Verileri toplama ve okuyabilmek için verilerin sayısallaştırılmasını sağlayan amplifikatör.
3. Veriler arası iletişim için arayüz aparatları vb.
4. Dijital sinyallerin işlenmesi ve depolanması için bileşenler (Bilgisayar ana kasası: CPU, sabit diskler, CD/DVD okuyucu vb.).
5. Sistem izolasyonun sağlanması için bileşenler (izole edilmiş transformatörler vb.).
6. Devreleri beslemek için uygun güç kaynağı.

1.3.1. EEG Cihazının Bilgisayar Bağlantıları

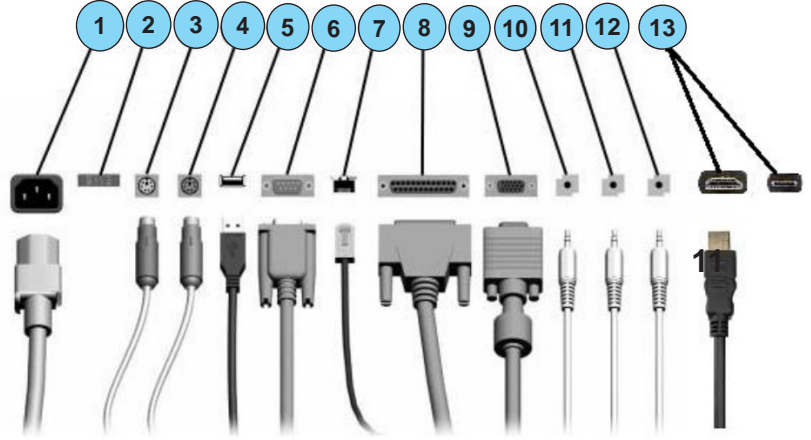
EEG çözümlerinde amplifikatörün opsiyonel olarak seçilen bir bilgisayara bağlantı kablolarının doğru yerleşimini takip etmek gerekmektedir. Görsel 1.14'te EEG sistemlerinde kullanılan klasik bilgisayarların arka yüzey konektör bağlantı noktaları verilmiştir.

Bilgi Kutusu



Amplifikatöre giden kablo, yanlış bir bağlantıyı önlemek için anahtarla muhafaza edilmiştir. Küçültülmüş boyutları nedeniyle yerleşim sırasına çok dikkat edilmelidir. Yerleştirme talimatları dikkatlice izlenmeli ve konektörleri yerlerine yerleştirirken zorlamadan kaçınılmalıdır.

1	Güç kablosu konektörü
2	Voltaj ayarı anahtarı
3	Fare konektörü
4	Klavye konektörü
5	USB çıkışı
6	Seri konektör
7	Ağ konektörü
8	Paralel bağlayıcı
9	Monitör konektörü
10	Ses giriş/çıkış bağlantısı
11	Ses giriş/çıkış bağlantısı
12	Ses giriş/çıkış bağlantısı
13	HDMI konektörleri



Görsel 1.14: PC konektör noktaları görselleri ve bağlantı adları

1.3.2. EEG Cihazının Elektrot Bağlantısı

EEG sisteminin stimülatörü, ticari olarak temin edilebilen elektrotlar aracılığıyla hastaya bağlanır. Yani EEG çözümleri için hastayla cihaz arasındaki bağlantı elektrotlar aracılığıyla sağlanmış olur. Elektrotlar için belirli bir marka veya model önerilmemektedir. Ancak seçilen elektrotların “In Vitro Tıbbi Cihaz Yönetmeliği’ne” uygun ve bağlantı çıkış konektörlerine uyumlu olması göz önünde bulundurulmalıdır. Görsel 1.15’te EEG elektrot örneğine yer verilmiştir.



Görsel 1.15: EEG cihazının kafasına yerleştirilen elektrot kabloları

EEG cihazının gerekli sayıda seçilen kanal sayısı ile amplifikatörün üzerinde bulunan elektrot çıkış yuvalarına elektrotlar bağlanır. Bu elektrotlar cihaz çalışmaz durumdayken içinde steril saf su bulunan bir kaptaki bekletilir. Elektrotların bu şekilde bekletilmesinin temel nedeni kafa tasına yerleştirilen elektrot başlıklarının iyi iletkenlikte olan gümüş metalinden yapılmış olmasıdır. Gümüş metalinin işlem sonrası havayla sürekli teması hâlinde oksitlenme yani kimyasal değişim meydana gelebilir. Bu da gümüş elektrot başlığının iletkenliğinin yitirilmesine ve sağlığa zarar vermesine sebep olabilir.

Bilgi Kutusu



EEG sistemleri için seçilen elektrodun kalitesi çekimin kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Seçilen elektrotlar biyo-uyumluluk gereksinimlerini karşılamalı ve zor polarize olabilen malzemeden yapılmalıdır. Bu malzemeler çelik, gümüş, altın gibi farklı metallerden tercih edilmelidir. Ayrıca CE sertifikalı belirli standartlara uygun donanımlı kalitede olması gereklidir.

Amplifikatör üzerinde bulunan elektrot çıkış yuvasıyla konektör noktaları arasındaki bağlantı standart jaklarla sağlanır. Jaklar nazik bir şekilde yuvasına yerleştirilmeli ve zorlanmamalıdır.

1. EEG CİHAZININ KURULUMU

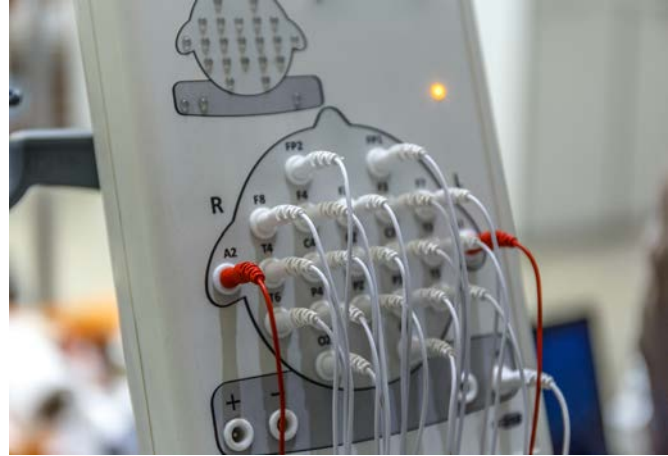
1.3.3. EEG Cihazının Fonksiyon Testi

EEG cihazlarının çalışma fonksiyon testi uygulaması için öncelikle cihaz çalıştırılmalıdır. Amplifikatörün çalıştırılması ve kapatılması normal PC açma/kapama işleminden farklı olarak ayrıca gerçekleştirilir. EEG sistem fonksiyonlarının çalışma testi için cihaz aşağıdaki basamaklar takip edilerek başlatılmalıdır.

1. Öncelikle güç kaynağı amplifikatöre bağlanmalıdır. Besleme gerilimi aldığı kontrol edilmeli, UPS kesintisiz güç kaynağının ana gövdeyi beslediğinden emin olunmalıdır. EEG sistemleri için gücün UPS ile desteklenmesi önerilir.
2. EEG sistemi için seçilen EEG sistemi yazılımı yüklü PC standartlarına uygun olarak çalıştırılır. Ardından genellikle masaüstünde bulunan EEG yazılım program simgesine tıklanarak program başlatılır.
3. Cihazı açmak için açma/kapama düğmesinin en az 2 saniye basılı tutulması gerekir. Amplifikatör kullanıma hazır olduğunda durum LED'i yeşil ışık gösterir.
4. Durum LED'i yeşil olduğunda cihaz kullanıma hazırdır.
5. EEG çekimi alanında yetkili sağlık personeli (elektronörofizyoloji teknikeri, doktor vb.) tarafından elektrotlar, elektrot pastası kullanılarak takılır. Ardından amplifikatöre elektrot kablolarının kanallara doğru yerleştirildiğinden emin olunmalıdır. Çekimin başlaması için yazılım programında bulunan EEG menüsünden "Kayıt" tuşuna basılmalıdır. Çekim doğru polarizasyonda ise istenilen sürede tamamlanır. Sisteme bağlı medikal yazıcıdan çekime ait hasta bilgilerini de içeren rapor ve analizler çıktı olarak temin edilebilir.
6. İşlemler tamamlandığında güç açma/kapama düğmesinin en az 3 saniye basılı tutulması gerekir. Ardından güç anahtarı bırakılmalıdır. Durum LED'inde herhangi bir ışık belirmese amplifikatör kapatılmış demektir.

1.3.4. EEG Cihazı Stimülatörü/Amplifikatörü ve Özellikleri

EEG sisteminde stimülatör olarak da geçen amplifikatörler belirli sayıda kanallardan oluşur (Görsel 1.16). Genellikle 16, 32, 64 ve 128 kanala kadar artırılabilir özellikle tasarlanmışlardır. Elektrot girişi modülleri 100 M Ω 'dan (mega ohm) fazla giriş empedansına sahiptir. Gürültü oranı yeni nesil cihazlarda oldukça düşürülmüştür. Alçak frekans filtreleri kullanıcı seçimine de bağlı olarak 0.1 ile 20 Hz aralığında iken yüksek frekans filtreleri genellikle 15 ile 500 Hz aralığında tutulmuştur.



Görsel 1.16: EEG amplifikatörü elektrot giriş yüzü



Bilgi Kutusu

Rutin amaçlı kullanılan EEG sistemleri tasarım ve üretim farklılıkları sebebiyle kanal sayısı cihaz marka/modellerine göre farklılıklar gösterebilir.

1.3.5. EEG Cihazı Sistem Kalibrasyonu

EEG sisteminin bağlı olduğu bilgisayar veri tabanına yüklü EEG program yazılımı [software (softveir)] sistem kalibrasyonunu programlamıştır. Sistem kalibrasyon seçeneğiyle periyodik olarak veya gerekli görülen durumlarda gerçekleştirilebilir.

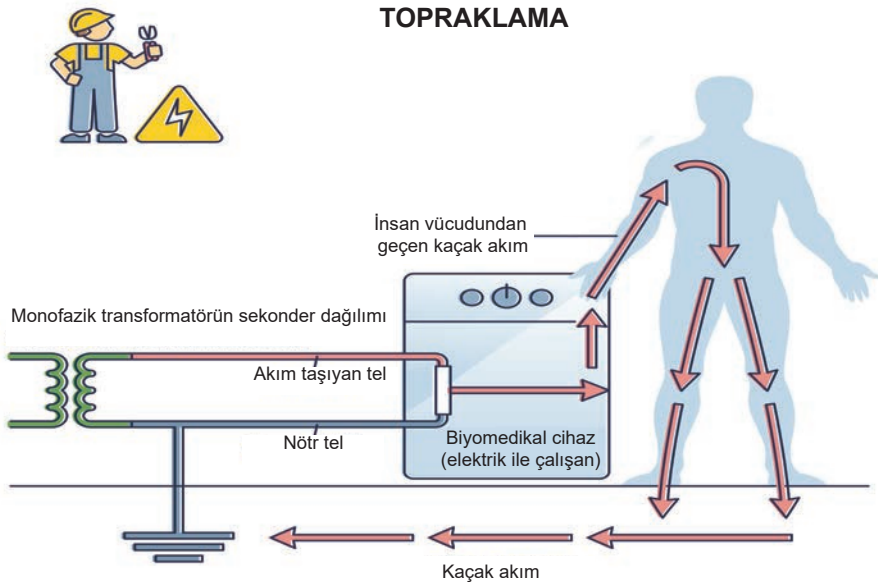
Bilgisayara yüklü EEG program menüsünden “kalibrasyon” butonundan seçeneklere geçilir ve doğru dalga formu seçilir. Bu dalga biçimi için kare dalga formu veya sinüs dalga eğrisi seçilmesi önerilir. Her tip dalga formu için μV (mikro volt) cinsinden kalibrasyon voltajı Hz cinsinden frekansı ayarlanmalıdır. Frekans ve gerilim değerleri girilirken mevcut değerlerin sınırlanması önerilir.

1.3.6. EEG Cihazı Kaçak Akım Testi

Elektrik enerjisiyle beslenen biyomedikal cihazların tümünde olduğu gibi EEG cihazlarına da yılda en az bir kez EGT (elektriksel güvenlik testi) uygulamak zorunludur. Cihazın akıma maruz kalan tüm üniteleri için kaçak akım testi uygulandığında güvenilirliği sağlanmış olur. Testleri uyguladıktan sonra raporlama ve etiketleme işlemleri sürecin izlenebilirliği için zorunlu tutulan bir prosedürdür. EEG sistemlerinin kurulu olduğu kliniklerde topraklama hattının tek cihaz bazlı olması gerekmektedir. Elektriksel güvenlik için kontrol edilmesi gereken genel EEG sistem bileşenleri şunlardır:

- Amplifikatör/stimülatör
- Başlık kutusu [headbox (hidbaks)]
- Tıbbi cihaz uyumlu güç kaynağı
- Yazılım (software)
- Tıbbi cihaz uyumlu izole LAN kablosu
- Elektrotlar
- Bağlantı kabloları

Kaçak akım, tıbbi cihazlarda cihazın temel şasesinde ve cihazın enerji içeren elektriksel kısmından doğal olarak sızan düşük değerli elektriksel akımdır. Kaçak akım bir arıza sonucu oluşmaz, elektriksel donanımdan kaynaklanır. Yalıtım hataları, kabloların zarar görmesi, sıvı maddeyle temas, kapasitörlerin bozulması, kablo yüzeylerinin aşınması vb. durumlardan kaynaklanan elektrik kaçakları tespit edilebilir (Görsel 1.17).



Görsel 1.17: Kaçak akım topraklama şeması

1. EEG CİHAZININ KURULUMU

EEG sistemlerinde herhangi bir elektrik kaçağı tehlikesine karşı cihaz gövde biriminin bir iletkenle toprağa gömülü vaziyetteki topraklama sistemine bağlanması yöntemine **topraklama** denir. Böylece Elektrik kaçağı varsa dokunulduğunda elektrik akımının insanla temas hâlinde değil, direnci daha az olan toprak hattı üzerinden geçmesi yani topraklama sayesinde çarpılma riski ortadan kalkar.

Tıbbi topraklama da önemli bir konu olarak sağlık tesisi organizasyonlarında ilk sıralarda planlanır. Sağlık tesislerinin topraklama sistemleri de buna göre oluşturulmaktadır. Tesisatta kullanılacak topraklama sisteminin tipi, besleme kaynağının karakteristik özellikleriyle ilgili olarak değişkenlik gösterir. Elektriksel güvenlik testi için uygulanan işlem basamakları şu şekilde sıralanabilir:

- Teste başlamadan önce cihazın temel bakımı olan dezenfeksiyon ve temizliği, uygun malzemelerle gerçekleştirilmelidir.
- İkinci adım olarak fiziksel hasar kontrolü sistemin her bir bileşeni için yapılmalıdır.
- EEG elektrot ve kabloları kontrol edilmeli ve hasarlı olanları yenileriyle değiştirilmelidir.
- Dahili bataryaların/pillerin cihaza uygun marka/modele göre değiştirilmesi gerekir.
- Standardına uygun mevcut versiyonuna göre cihaza elektriksel güvenlik testi uygulanmalı, olası kaçak akım vb. durumlar tespit edilmelidir.
- Test raporunun dokümantasyon işlemi yapılmalı, analiz ve rapor içeriği belirlenen standartlar çerçevesinde düzenlenmelidir.
- Bir sonraki periyodik EGT testi için cihazın durumu hakkında uygulanan test, tarih, cihaz künye bilgisi vb. içerikler etiketlenerek cihaz üzerinde bulundurulmalıdır.



SİRA SİZDE

1. Beyin sinyal izleyicilerinin ölçme sistemlerini afiş/poster olarak hazırlayınız. Çalışmalarınızı sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Sınıf mevcudunuza göre dörder veya beşer kişilik gruplara ayrılınız. Sağlık tesislerinde kullanılan EEG cihaz çeşitlerini araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı görsellerle destekleyerek sunu hazırlayınız. Çalışmalarınızı arkadaşlarınıza aktarınız.

1. EŞLEŞTİRME ETKİNLİĞİ

EEG birimleriyle ilgili bazı bilgiler aşağıdaki tabloda numaralandırılarak verilmiştir. Bu bilgileri örnekteki gibi doğru birimle eşleştiriniz.

No.	ÖZELLİKLER
1	Hastaya amplifikasyonun ve sinyalizasyonun sağlanabilmesi için uygulama yapılan en temel cihaz ünitesidir.
2	Yapılan analiz ve raporların kâğıda dökümü için yerleştirilen ünedir.
3	Kombine EEG cihazının şebeke beslemesinin kesilmesini, tolerans dışı yüksek veya düşük gelmesini önleyen birimdir.
4	Muayene esnasında hasta görüntülerinin alınması için takılan ünedir.
5	Yazılımsal sürecin anlık veya geçmiş verilerinin takibi için kullanılan ünedir.
6	Stimülasyonun sağlanması için sisteme hariçten bağlantı yapılarak takılan flaş stimülatörü vb. aksamlardır.
7	Sistemin ihtiyacı olan gücün sağlandığı ünedir.
8	Hastaya uygulanan sinyalizasyonun dijitalleştirilmesini sağlayan, analiz ve raporlamasının yapılması için gerekli ünedir.
KOMBİNE EEG BİRİMLERİ	
	Kesintisiz güç kaynağı
	Video kamera
1	Amplifikatör
	Medikal yazıcı
	Hariçî modüller
	Besleme kaynağı
	Programlı bilgisayar
	Monitör

1. ETKİNLİK

KOMBİNE EEG SİSTEMLERİNİN TASARIM VE BİRİMLERİNİ İÇEREN AFİŞ HAZIRLAMA

Etkinlik kapsamında “kombine EEG sistemlerinin tasarım ve birimlerini içeren afiş” hazırlayınız. Afişi hazırlarken aşağıdaki basamakları göz önünde bulundurunuz. Etkinlik çalışmanız “Kombine EEG Sistemlerinin Tasarımı ve Birimleri Etkinliği Değerlendirme” ölçeğindeki kriterlere göre değerlendirilecektir.

No.	BASAMAKLAR
1	Afişinizde EEG sistemlerinin tasarım ve birimleriyle ilgili tüm hususların tamamına yer veriniz.
2	Afişinizi resim, fotoğraf, tablo, grafik, resim, şekil, yazı vb. en az üç farklı materyalle destekleyiniz.
3	Afişinizde Türkçenin doğru kullanımına, yazım ve noktalama kurallarına dikkat ediniz.
4	Afişinizi A3 boyutunda bir kâğıt üzerinde hazırlayınız.
5	Afişinizde EEG sistemlerinin tasarım ve birimlerin de dikkat edilmesi gerekenlerle ilgili özet bilgilere yer veriniz.
6	Afişinizi özgün bir şekilde hazırlayınız.
7	Afişinizi/...../..... tarihinde teslim ediniz.
8	Afişinizi son teslim tarihinden sonraki ilk ders öncesinde arkadaşlarınızın görebileceği şekilde sınıfın uygun bir yerine asarak sergileyiniz.

DEĞERLENDİRME

Etkinlik çalışmanızı yan sayfada yer alan değerlendirme ölçeğindeki kriterleri yanıtlayarak değerlendiriniz.

KOMBİNE EEG SİSTEMLERİNİN TASARIMINI VE BİRLERİNİ İÇEREN AFİŞ HAZIRLAMA ETKİNLİĞİ DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Yönerge: “Kombine EEG sistemlerinin tasarımını ve birimlerini içeren afiş hazırlama” etkinliği tamamlandığında aşağıda listelenen ölçütlere göre ne kadar başarıya ulaştığınızı görmek için

1: Başlangıç düzeyinde 2: Geliştirilmeli 3: Kabul edilebilir 4: İyi 5: Çok iyi

derecelerini göz önünde bulundurarak ölçütleri (X) işaretiyle puanlayınız.

Öğrencinin Adı–Soyadı :	Öğretmenin Adı–Soyadı :
Sınıf–Numara :	Genel Değerlendirme Puanı :
Tarih :	İmza :

ÖLÇÜTLER	DÜZEY				
A) UYGULAMAYA HAZIRLIK	1	2	3	4	5
1. Afişteki bilgiler EEG sistemlerinin tasarımı ve birimleriyle ilgili tüm hususların tamamını kapsadı.					
2. Afişteki bilgileri farklı materyallerle destekledi.					
3. Afişi A3 boyutundaki kâğıda hazırladı.					
B) UYGULAMA					
4. Afişi özgün bir şekilde hazırladı.					
5. Afişte Türkçeyi doğru kullandı, yazım ve noktalama kurallarına dikkat etti.					
6. Afişte EEG sistemlerinin tasarım ve birimlerin de dikkat edilmesi gerekenlere dair özet bilgilere yer verdi.					
7. Afişteki görseller ve açıklamalar birbirini destekledi.					
C) UYGULAMANIN SONLANDIRILMASI					
8. Afişi tamamlayarak sınıfın uygun bir yerinde sergiledi.					
9. Afişte kombine EEG sistemlerinin tasarımına ve birimlerine yer verdi.					
10. Afişi verilen süre içerisinde teslim etti.					
SÜTUNLARIN TOPLAMLARI					
ÖLÇEK PUANI					

Toplam puanın 100'lük sisteme dönüşümü: puandır.

DEĞERLENDİRME

Eğer bu ölçekten 100 üzerinden 70 puan aldıysanız bu öğrenme için başarınız yeterli düzeyde demektir. 69 veya altında puan almışsanız ilgili önceki öğrenmeleri tekrar ediniz.

Faaliyet ile İlgili Notlar:

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda verilen cümlelerin başındaki parantez içerisine doğru ise “ D”, yanlış ise “ Y” yazınız.

1. (...) Aksiyon potansiyelinin algılanabilmesi için uyarılmış hücrelerin sinyalleri olan uyarılmış potansiyeller üzerinde bir etkisi yoktur.
2. (...) EEG cihazının genel çalışma prensibi, kafa derisi üzerine yerleştirilmiş elektrotlar aracılığıyla beyindeki voltaj dalgalanmalarını ölçerek onları kaydetmektir.
3. (...) EEG elektrotlarından alınan işaretler işlenerek, güncel teknolojide bilgisayarlara ihtiyaç duyulmadan sayısallaştırılır.
4. (...) EEG cihazlarında hassasiyet, filtre değeri, kanalların montaj kodlarının değiştirilebilir olması, sisteme bütünleşmiş yazıcılardan analizlerin dokümantasyonunun yapılabilir olması teknik açıdan dezavantajdır.
5. (...) EEG çekimlerinde sistemin karşılaşılabileceği artefakta karşı azaltıcı özellikte parazit dalgaları devre dışı bırakan korumalı devreler tercih edilir.
6. (...) EEG cihazlarında kanal giriş empedans kontrollerinin yapılmasına gerek yoktur.

B) Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun olan ifadeyi yazınız.

7. Serebrum, insan beyninin en büyük kısmını oluşturur ve en dış tabakası, beyin gri maddesi olan kortektir.
8. EEG çekimi için algılayan elektrotlar aracılığıyla beyindeki elektriksel aktivitenin oluşturduğu sinyalleri algılar.
9. EEG çekimi için elektrotlar olarak bilinen özel bir yapıştırıcı madde yardımıyla saçlı kafa derisi üzerine yapıştırılarak elektrotlar belirli açılarla yerleştirilir.
10. Bazı EEG çekimleri için kullanılan fotik stimülatör üzerinde tercihenampul kullanılır ve hastanın duyuşal olarak göz hareketleri yapması sağlayan uyarıcı bir birimdir.

C) Aşağıdaki soruların doğru olan seçeneğini işaretleyiniz.

11. Aşağıdakilerden hangisi EEG cihazı birimlerinden biri değildir?

- A) Amplifikatör
- B) Fantom simülatör
- C) Video kamera
- D) Fotik stimülatör
- E) Programlı bilgisayar

12. Aşağıdakilerden hangisi elektrik kesintisi hâlinde EEG cihazı fonksiyonlarının aksamadan çalışması için kullanılan birimdir?

- A) ADSL
- B) CPU
- C) LAN
- D) UPS
- E) WLAN

13. Örnek bir EEG kaydı için X+Y sembolü elektrot sayıları için kullanılır. X rakamı açık olan sinyal giriş noktası iken Y olarak adlandırılan kanallar aşağıdakilerden hangileridir?

- A) Montaj ve filtre
- B) Aktif ve pasif
- C) Genlik ve frekans
- D) Toprak ve referans
- E) Yüksek frekans ve alçak frekans

14. EEG çekimi esnasında aşağıdaki özelliklerden hangisi yapılamaz?

- A) Besleme kontrol ünitesi değişimi
- B) Montaj değişikliği
- C) Filtre referans aralığı seçimi
- D) Filtre değişikliği
- E) Genlik aralığı seçimi

- I. Amplifikatör ve başlık kutusu
- II. Güç kaynağı
- III. LAN kablosu

15. Yukarıda verilen EEG bileşenlerinden hangisi veya hangileri kaçak akım testi için kontrol edilmelidir?

- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) I ve III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

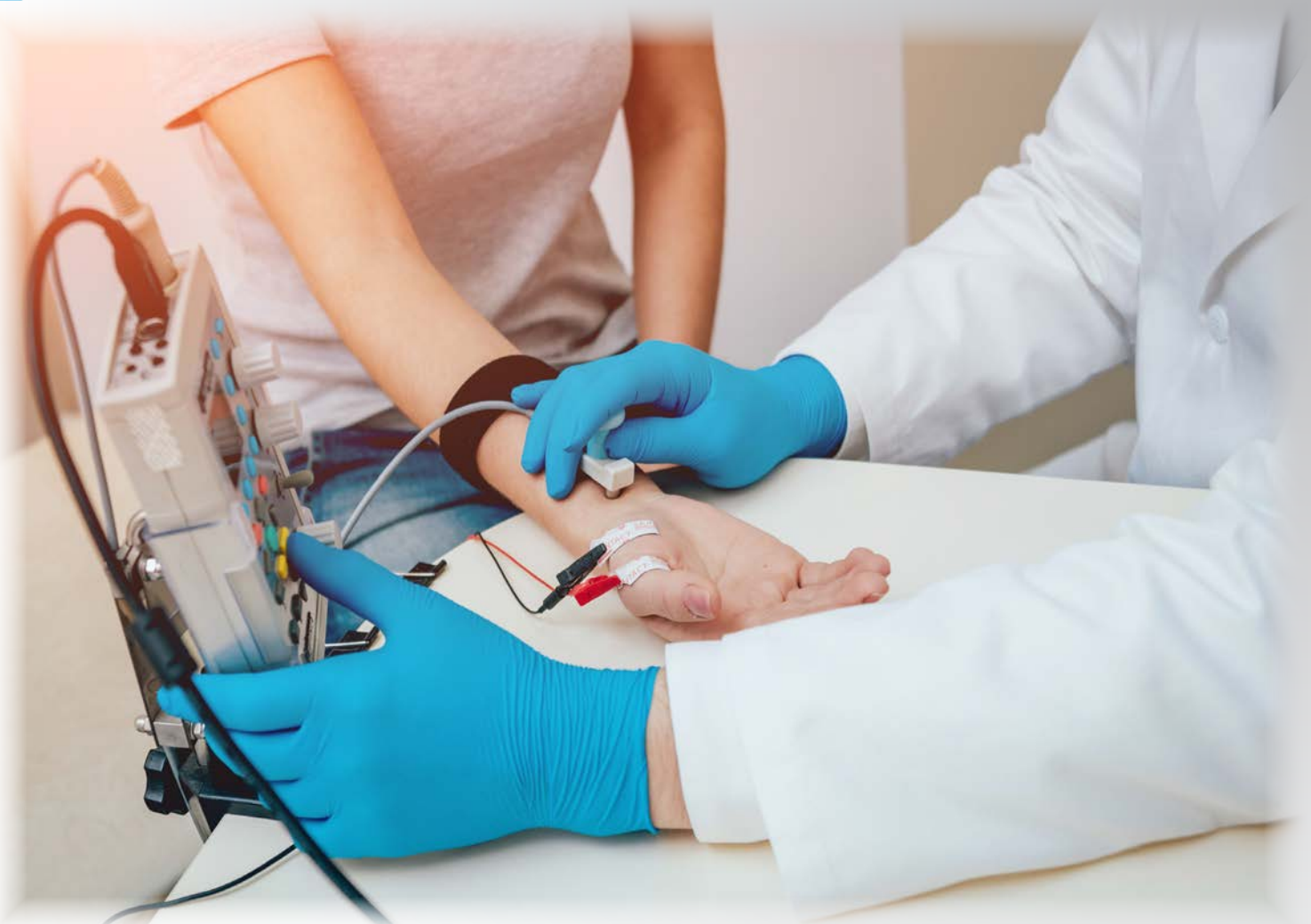
Ç) Aşağıda verilen açık uçlu sorunun cevabını boş bırakılan bölüme yazınız.

16. EEG cihazlarının çalışma fonksiyon testi uygulamasını maddeler hâlinde yazınız.





EMG-ENG KURULUMU



NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Kas-sinir (EMG-ENG) sinyal izleyicileri ve ölçme sistemleri
- EMG-ENG'nin yerleşim ve montajı
- EMG-ENG bağlantı, ayar ve sistem bütünlüğünün kontrolü

ANAHTAR KELİMELER

Elektromiyografi, Elektronöromyografi, kas, aksiyon potansiyeli, EMG, ENG, hareket

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. İnsanlarda sadece baş ve boyun bölgesine uygulanan fizyolojik sinyal izleyicileri araştırınız. Bulduğunuz içerikleri sınıf ortamında arkadaşlarınız ile paylaşınız.
2. Ameliyathane ortamında kullanılan fizyolojik sinyal izleyicileri ve uygulama yöntemlerini sınıf içerisinde tartışınız.

2. ÖĞRENME BİRİMİ



2.EMG-ENG KURULUMU

2.1. KAS-SİNİR (EMG-ENG) SİNYAL İZLEYİCİLERİ VE ÖLÇME SİSTEMLERİ

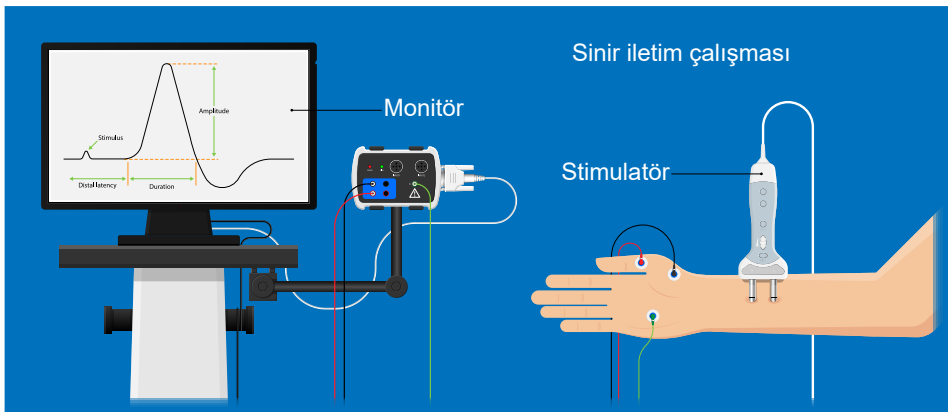
EMG, elektromiyografi teriminin kısaltmasıdır. EMG, kasların kasılmasına neden olan elektriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı bir kas muayenesidir. Sinirler yoluyla beyinden iletilen uyarıcı potansiyellerden kaslarda oluşan “motor ünite aksiyon potansiyelleri” (MUAP) adı verilen potansiyeller nedeniyle kas kasılmaları meydana gelir. MUAP sayısı ve sıklığı arttıkça kasılma miktarı da artar. MUAP’lerin kas kasılmaları veya kasılma olmadığında şekillerinin frekanslarının normal aralıkta olup olmadığına veya normalde karşılaşılmayan elektriksel aktivitenin kontrol edilmesi, kas problemlerini belirlemek için kontrol edilecek değişkenlerdir. Kaslardaki sorunların tanısı için EMG incelemesinde iğne elektrotları kullanılmaktadır. Görsel 2.1’de EMG uygulaması görülmektedir.



Görsel 2.1: EMG cihazı

Elektronörografi, sinirlerin elektriksel incelenmesidir. ENG incelemesinde, baş, kollar, bacaklar ve beden üzerindeki çevresel sinirlerin olağan fonksiyon görüp görmedikleri araştırılır. Bu yöntemde “his” ve “hareket” fonksiyonunu yerine getiren sinirler ayrı ayrı incelenir. Duyusal sinirler çevreden gelen temasları hissetmeyi sağlar. Hareket sinirleri (motor sinirler) ise beyinden ya da omurilikten gelen hareket emirlerini kaslara iletir ve kasların kasılmasını sağlayarak hareketini test eder.

Duyusal sinirlere yönelik incelemelerde sinirin bir ucundan hastayı fazla rahatsız etmeyecek şiddette doğrusal elektrik akımı verilir, diğer ucundan ise bu potansiyel, kompüterize (işlemcili) aygıtlar yardımıyla kayıt altına alınıp ekranda görülerek analiz edilir. Motor sinir incelemelerinde ise sinirin farklı yerlerinden elektrik verilip o sinirin son bulunduğu kasta ya da kaslardan kayıt yapılır (Görsel 2.2). Bu incelemeler sayesinde sinirin iyileşip iyileşemeyeceği ya da ne kadar zaman içinde iyileşebilmesi için ameliyat gerekip gerekmeyeceği anlaşılabilir.

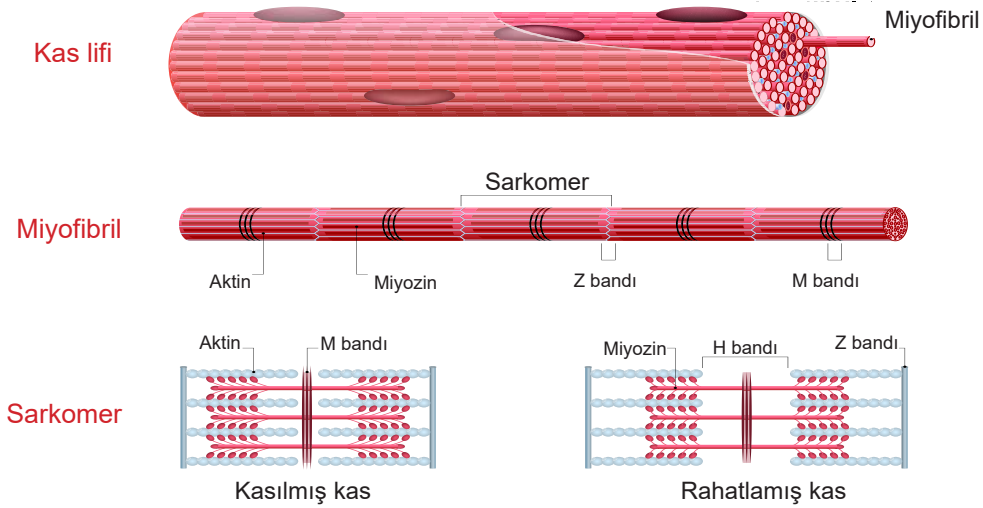


Görsel 2.2: EMG cihazının şematik gösterimi

2.1.1. Kasların Yapısı

Vücutun sağ ve sol taraflarında çiftler halinde 430'dan fazla iskelet kası bulunmaktadır. Kaslar sağlıklı sağlar ve iskeleti yıkıcı darbelerden koruyarak sarsıntıyı engeller. Kemiklerin eklemlerle birlikte hareketini sağlarlar ve yüklerle karşı vücut duruşunun korunmasına yardımcı olurlar. Bu özellikler tek bir kastan ziyade grup şeklinde çalışan kaslar sayesinde ortaya konur (Görsel 2.3).

İskelet kaslarının lif yapısı, yüzlerce uzun silindirik hücre çekirdeğinden oluşmaktadır. Kas lifleri 10–100 µm kalınlığında ve yaklaşık 1–30 cm uzunluğundadır. Her kas lifi, miyofibril denilen hassas tellerden meydana gelir. Bir kas lifi çok sayıda miyofibrilden meydana gelmektedir. Miyofibriller ise plazma zar tarafından sarıllı sarkolemma içindedir.



Görsel 2.3: İstimli hareket kaslarının yapısı

2.1.2. Kas Kasılması

Kas lifi demetlerinden meydana gelen çizgili kaslarda iki çeşit lif yapısı bulunmaktadır. Sinirler vasıtasıyla kaslara bir uyarı geldiğinde bu lifler üst üste gelerek birbirlerine kilitlebilir ve bu sayede kasılma olayı gerçekleşmiş olur.

Kasılma işleminin gerçekleşmesi için kasa gelen uyarı, motor siniriyle taşınır. İki çeşit kas kasılması vardır. Eğer kas boyu sabit kalıp sadece şişerek kasılıyorsa buna **statik (izometrik) kasılma**, hem boyu kısalıp hem de şişerek kasılıyorsa buna da **dinamik (izotonik) kasılma** denir. Kasa bir uyarı işareti geldikten sonra bir zaman gecikmesiyle önce kasılma, ardından bir gevşeme gerçekleşir.

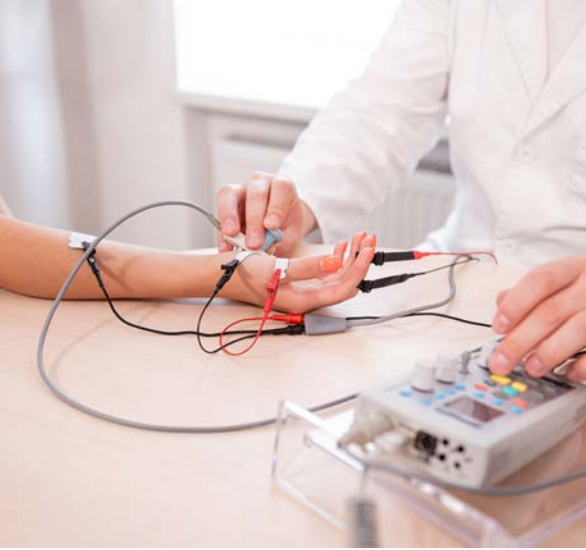
Kasın kasılması olayı kimyasal olarak şu şekilde gerçekleşmektedir: Kas aktif hâle gelince glikojen depoları boşaltılır, oksijen kullanımıyla glikozen parçalanırken karbondioksit açığa çıkar. Glikojen parçalanarak pirüvik aside dönüşürken yüksek enerjili ATP (adenozin trifosfat) moleküllerinde depolanmış olan enerji meydana çıkar. Pirüvik asidin tekrar oksitlenmesi sonucunda sitrit asit çevriminde karbondioksit (CO₂) ve suyla (H₂O) yeni ATP molekülleri oluşur. Oksijen (O₂) yetersizliği durumunda ise pirüvik asitten oksijensiz (anaerobik) reaksiyonla laktik asit üretilerek yeni enerji açığa çıkar. Kasların çalışmasıyla doğru orantılı olarak solunum ve oksijen alımı artar. Artan bu oksijen alımı, enerji üretimi sırasında harcanan oksijen açığını kapatır. Laktik asidin yaklaşık beşte biri oksitlenerek CO₂ ve H₂O ile birlikte enerji açığa çıkarır ve bu enerji ile laktik asidin geri kalan kısmı tekrar glikojene dönüştürülür. Kasın aktif olarak kullanılması sırasında üretilen enerjinin bir kısmı mekanik enerjiye (iskelet hareketleri) bir kısmı da ısı enerjisine dönüşür. Kasların verimi en fazla %25'tir.

2. EMG-ENG KURULUMU

Motor sinirlerin kas lifine ulaştığı noktaya **motor uç plakaları** adı verilir. Motor sinirinden motor uç plakalarına bilgi geldiği esnada asetilkolin (acetylcholine) salgılanarak kas uyarılır. Bazı düz kaslarda ise kimyasal haber ileticisi olarak noradrenaline kullanılır. Vücudun farklı yerlerindeki kaslar için motor ünitelerinin sayıları da farklıdır. Genel olarak kaslar ne kadar büyükse motor üniteleri de o denli çoktur. Bunun yanı sıra farklı kaslar için motor üniteleri de birbirinden farklıdır. İnsan vücudunda bir motor ünitesinde 25 ile 2000 arasında kas lifi bulunabilir.

2.1.3. Emg İşaretlerinin Ölçülmesi

Elektromiyogram, kasların dinlenme ve kasılma durumlarında üzerlerinde oluşan elektriksel aktivite olarak tanımlanır. Bu aktiviteyi kaydeden sisteme elektromiyograf ve bu işleme de **elektromiyografi (EMG)** adı verilir. EMG işaretlerinin alınmasında çeşitli elektrotlar kullanılmakla beraber (Görsel 2.4, 5), en geniş ve en genel anlamda EMG işaretleri test edilecek kas üzerindeki deriye yüzey elektrotları yerleştirilerek kullanılır. Yüzey elektrotları vasıtasıyla kasın elektriksel aktivitesi olan dinlenme ve kasılma hâlinde oluşan biyopotansiyel işaretler kaydedilir.



Görsel 2.4: EMG ölçümü sembolik gösterimi



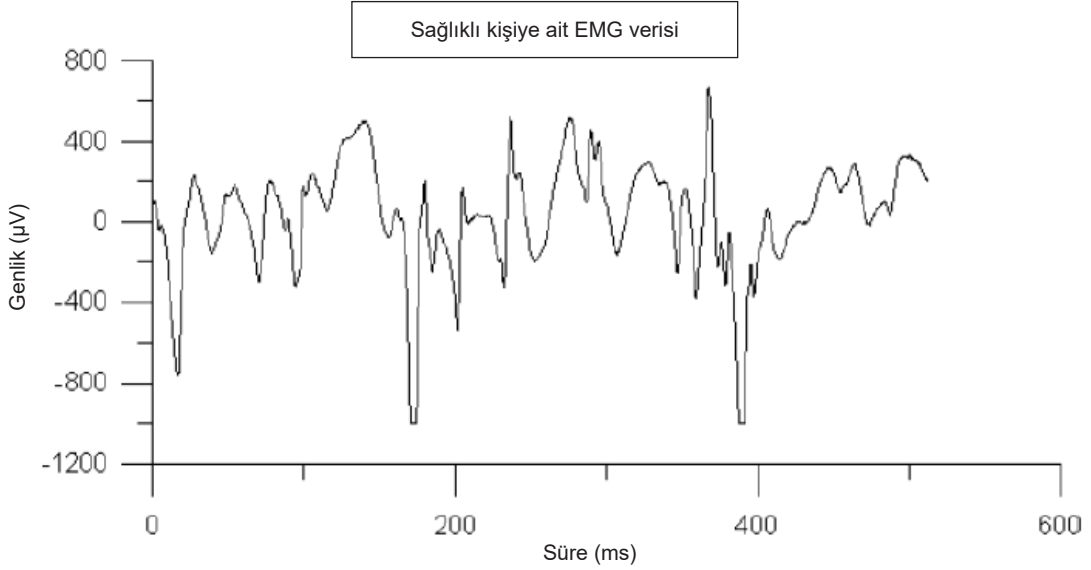
Görsel 2.5: Ayaktan EMG ölçümü sembolik gösterimi

İstemli kas hareketleri, beyinde oluşturulan elektriksel uyarıların sinirler aracılığıyla kaslara iletilmesi sonucunda meydana gelir. Sinirlerden gelen elektriksel uyarılar kas liflerinin kasılmalarına sebep olduğu gibi kasların kasılması ve yine elektriksel bir işaretin ortaya çıkmasına sebep olur. Ortaya çıkan bu işaret elektromiyogram cihazına bağlı elektrotlar vasıtasıyla ölçülür.

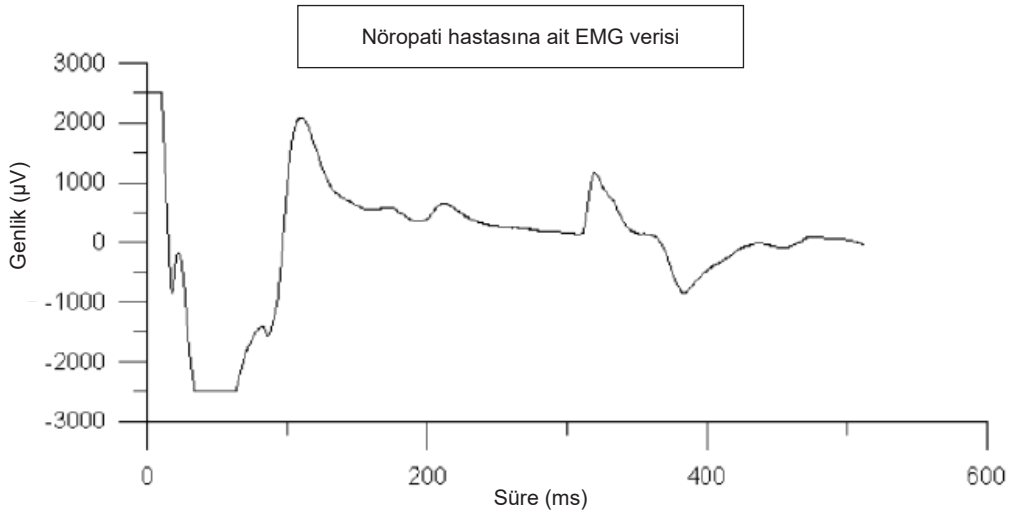
EMG cihazının algıladığı sinyaller görsel ya da işitsel yansıma olarak kullanılmaktadır. EMG tarafından elektriksel olarak üretilen aşağıda sıralandığı gibi dört tip işitsel ve görsel sinyal vardır.

- Rastgele kas aktivitesi
- Her elektriksel stimulusa eşlik eden pulsli cevap (örneğin makine gürültüsü)
- Cerrahi manipülasyon ile senkronize fazik cevap = "burst" cevap: Kısa senkronize ve tek bir cevap oluşur.
- Traksiyon, basınç veya kalorik irritasyona bağlı asenkronize (EMG) tonik cevap.

EMG işaretlerinin ölçülmesinde yüzey elektrotları ve iğne elektrotlar olmak üzere iki tip elektrot kullanılır. Yüzey elektrotları sayesinde geniş bir alandaki elektriksel aktiviteyle ilgili bilgi sahibi olunmaktadır (Şekil 2.1, 2). Bir motor ünitesinin veya üniteler grubunun incelenmesinde, elektrotların bilgi topladıkları yüzey alanı çok geniş olabilir. Ayrıca yüzeydeki kasların faaliyetinin alttaki kaslardan gelen bilgiyi maskeleymesi sebebiyle yüzey elektrotlarını yalnız yüzeydeki kasların incelenmesinde kullanmak gerekmektedir. Bir kas grubunun faaliyetinin diğer bir kas grubu faaliyetini maskeleymesi olayı, çok miktarda motor birim aksiyon potansiyellerinin karışmasıyla olur ve bu olay "girişim olayı" olarak bilinir. Kasılma şiddeti sonucu aktif motor birim sayısı artar. Aynı anda birçok kas lifinin etkinleşmesi, her bir kas lifinin ürettiği işaret bir diğerini yok edebilir ya da kuvvetlendirebilir.



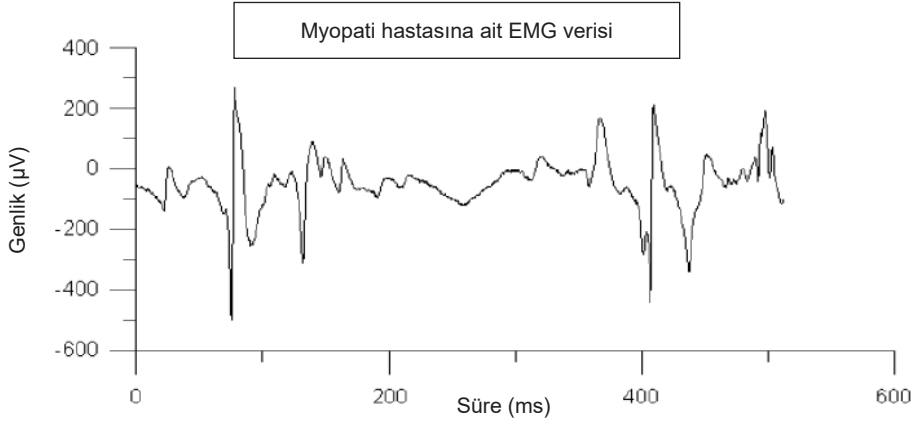
Şekil 2.1: Sağlıklı kişiye ait EMG işareti



Şekil 2.2: Nöropati hastası kişiye ait EMG işareti

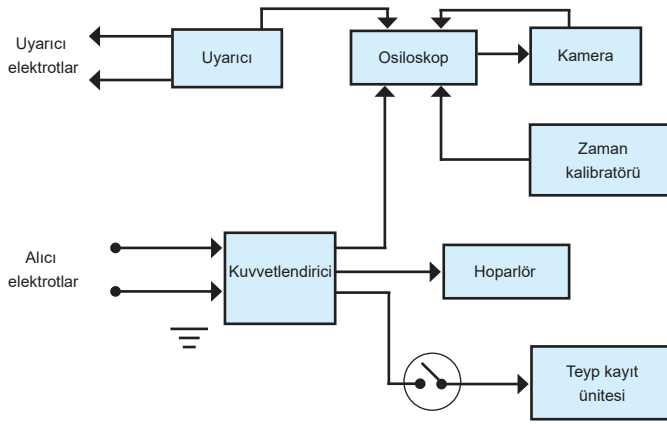
2.EMG-ENG KURULUMU

Sağlıklı kişinin EMG verileri ve Nöropati hastasına ait EMG verileri Myopati'ye (kas hastalıkları) sahip insanların EMG verileri farklılık göstermektedir. Myopati hastasının EMG işareti Şekil 2.3' de görülmektedir.



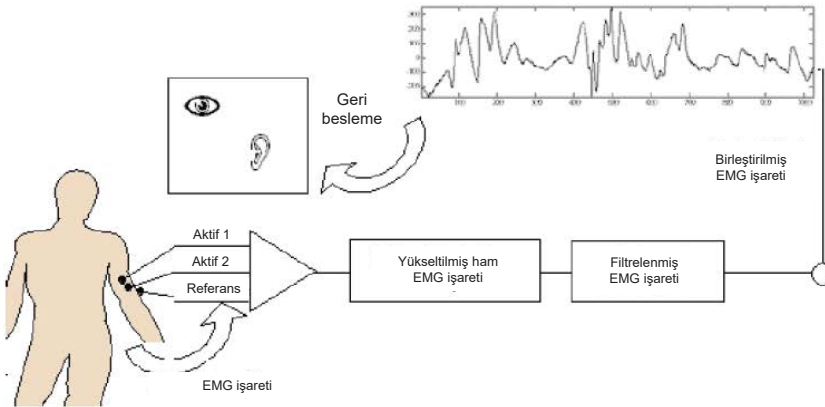
Şekil 2.3: Myopati (kas hastalıkları) hastası kişiye ait EMG işareti

Aşağıda Şema 2.1'de klinik EMG düzeni basitleştirilmiş blok diyagramı görülmektedir. Bu diyagram bir EMG sisteminin hangi bloklardan oluştuğu ve birbirleriyle etkileşimi konusunda bilgi vermektedir.



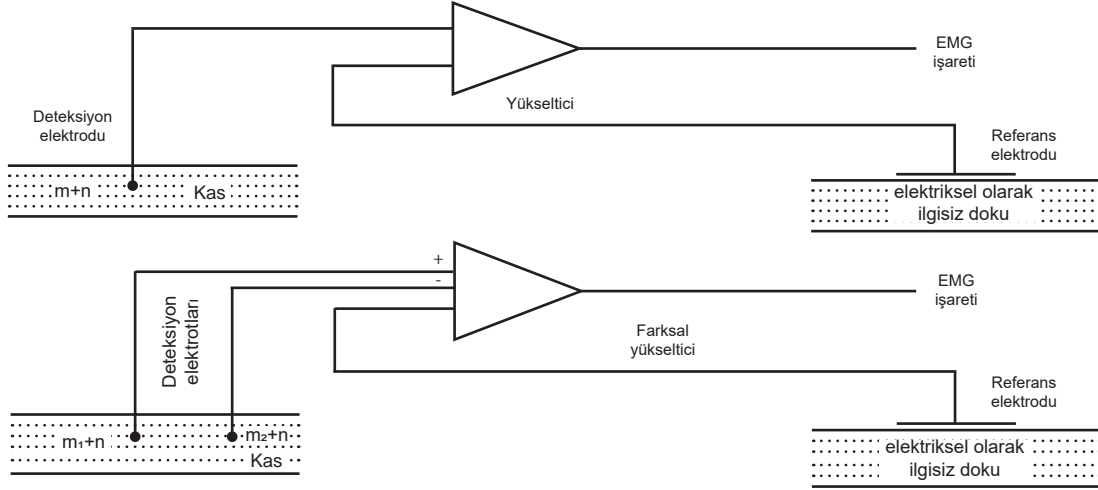
Şema 2.1: EMG düzeni basitleştirilmiş blok diyagramı

ENG ve EMG teknikleri beraber uygulandığında omurilik, çevresel sinir ve kas hastalıkları hakkında hem doğru teşhis hem de hastalığın seyri hakkında bilgi verir (Şema 2.2).



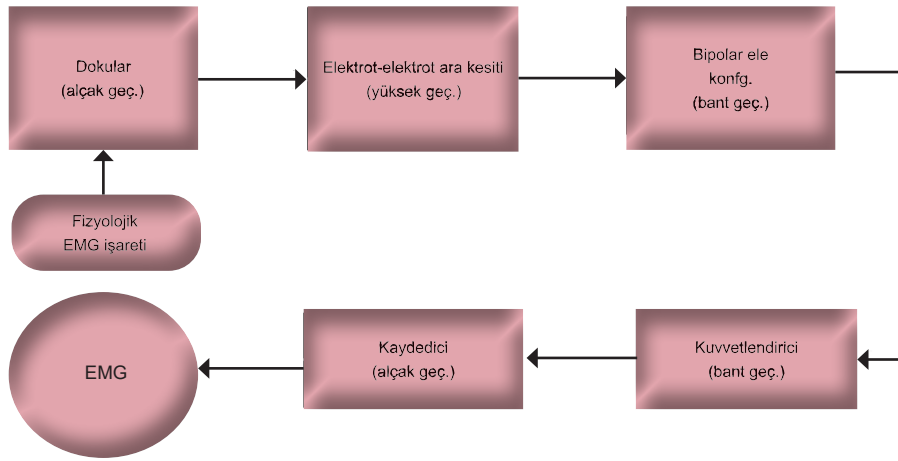
Şema 2.2: EMG düzenine uygulaması

EMG işaretleri tek kutuplu (monopolar) ve çift kutuplu (bipolar) olarak alınabilir. Daha iyi sonuç verdiği için bipolar mod daha sık tercih edilmektedir. Şema 2.3' te EMG işaretlerinin monopolar ve bipolar modda algılama yöntemleri verilmiştir.



Şema 2.3: EMG işaretlerinin (a) monopolar ve (b) bipolar deteksiyonu

EMG işaretlerinin vücuttan alınıp görüntülenebilir hâle kadar geçen süreçte çeşitli filtreler kullanılmaktadır. Şema 2.4'te EMG işaretleri oluştuktan sonra görüntülenme aşamasına kadar işaret üzerindeki filtreleme işlemleri gösterilmiştir. Kuvvetlendiricinin bandı, yüzey elektrodu kullanılması hâlinde 20-500 Hz seçilmelidir. İğne ve tel elektrot kullanılması hâlinde ise kuvvetlendirici bandı 20-10000 Hz seçilmelidir. EMG işaretleri zaman ve frekans uzaylarında incelenebilir.



Şema 2.4: EMG işaretinin elektrotlara ulaşınca kadar karşılaştığı işlemler

EMG işaretlerinin frekans uzayında incelenmesinde genel olarak hızlı fourier dönüşümü kullanılmaktadır. Bunun haricinde modern spektrum analiz yöntemleri de vardır.

Bir EMG işaretini zaman uzayında incelemek için ise genel olarak aşağıdaki işlemler yapılır.

Doğrultma: EMG işareti ilk işlem olarak doğrultulmalıdır. Üretilen enerjinin tamamının kullanılabilmesi için tam dalga doğrultma işlemi yapılır. Bu durumda doğrultulan işaret, orijinal işaretin mutlak değerini göstermektedir.

2. EMG-ENG KURULUMU

Alçak Geçiren Filtreden Geçirme: Doğrultulmuş işaretle var olan rastgele değişimlerin giderilmesi amacıyla işaret analog veya sayısal bir alçak geçiren filtreden geçirilir. Başka bir deyişle işaretle smoothing (yumuşatma) işlemi uygulanmış olur.

Ortalama Alma: Ortalama alma işlemi iki farklı şekilde yapılabilir. Bunlardan birisi matematiksel ortalama olarak bilinen, değerlerin toplamının değer sayısına bölünmesidir. Bir diğeri ise ortalama şekli ise hareketli ortalama [moving average (moving everej)] olarak tanımlanan ve zamanla değişen ortalama dır. Hareketli ortalama yumuşatma işleminin sayısal olarak yapılması olarak da tanımlanabilir. İşaretin rastgele değişen değerlerinin ortalamasını almak yoluyla, işaretledeki büyük değişimleri yok etmek mümkündür.

İntegral Alma: Alçak frekansları filtrelemenin özel bir yolu olması sebebiyle alçak geçiren filtrelemeye benzeyen integral alma işlemi EMG işaretlerinde veri azaltmak için kullanılan yöntemler arasında en çok tercih edilendir.

Etkin Değerin Ölçülmesi: Kare dalga veya sinüs dalgası gibi düzenli bir şekli olan işaretlerin genlikleri kullanılarak etkin değerleri kolaylıkla hesaplanabilmektedir. Ancak EMG işaretleri gibi rastgele değişen işaretlerde, işaretin genliği ile etkin değeri arasında bir bağıntı oluşturulamaz. Bu yüzden, EMG işaretlerinin gücünün belirlenebilmesi için etkin değerinin hesap yoluyla bulunması gerekir.

Sıfır Geçişlerinin Sayılması: Bu yöntemde, işaretin sıfır noktasından geçiş sayısı bulunur ve bu değer işaret hakkında bir bilgi verir. Sıfır noktası geçiş sayısı pozitif veya negatif alternansların sayılmasıyla da belirlenebilir. Düşük seviyeli kas kasılmalarında, sıfır geçiş sayısı ile motor ünitesi aksiyon potansiyeli dönüşleri arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.

2.1.4. Eng İşaretlerinin Ölçülmesi

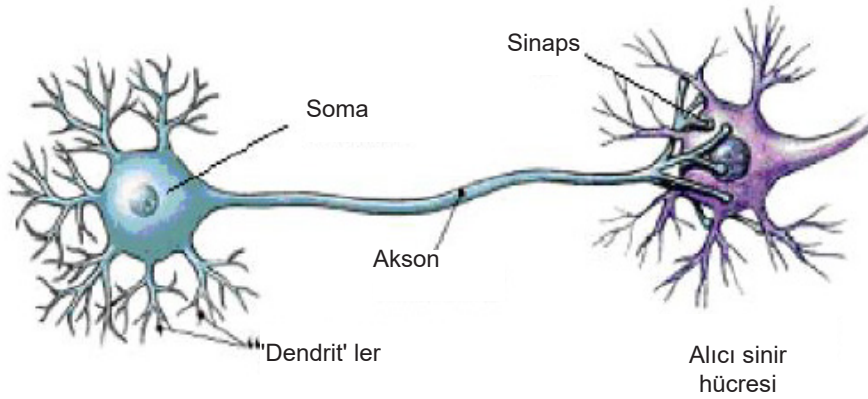
Sinir liflerinden algılanan aksiyon potansiyeli değişim işaretlerine **elektronörogram (ENG)** adı verilir. Elektrotların sinir lifine yerleşimlerine bağlı olarak ENG işaretleri monofazik, bifazik ve trifazik olarak üç farklı şekilde algılanabilir (Şema 2.5).

İnsan beyni duyu organlarından gelen uyarıları değerlendirme, öğrenme faaliyeti ve hafıza olgusu sağlama, acıkma, susama, uyku ve uyanıklık faaliyetlerini düzenleme, kan basıncı ve vücut sıcaklığını düzenleme, hormonların salgılanma zamanını belirleme gibi özelliklere sahip karmaşık bir organdır.



Şema 2.5: Biyolojik sinir sisteminin blok gösterimi

İnsan beynini oluşturan temel birim nörondur. Temel biyolojik sinir hücresi sinaps, soma, akson ve dendrit adı verilen bölümlerden oluşmaktadır (Görsel 2.6). Nöron, dendritleri kullanarak sinyalleri alır ve aldığı bu sinyalleri birleştirir. Eğer bileşke sinyal yeterli ölçüde güçlü ise nöron iletimi gerçekleşir. Akson diğer nöronların dendritleri ile bağlantılıdır ve bu durumda sinyal, akson boyunca yol alır. Bu bağlantılara **sinaps** adı verilir ve bunlar fiziksel bağlar değil, elektriksel işaretin geçmesini sağlayan boşluklardır. Bu boşluklar elektriksel yükü değişken hızlarda ileten sıvıyla dolu çok küçük boşluklardır. Sinaptik bağlantının empedans veya kondüktans değerinin ayarlanması, bellek oluşumu ve öğrenmeyi sağladığından büyük öneme sahiptir.



Görsel 2.6: Gerçek sinir hücresinin (nöron) yapısı ve nöronların birbirlerine bağlanması

Nöron: Sinir hücresidir. Nöronlar, diğer vücut hücreleri gibi yenilenmez.

Soma: Hücre gövdesidir.

Dendrit: Hücre gövdesine doğru giriş yapan liflerdir. Bazı sinirlerde kısa, bazılarında uzundur.

Akson: Uzun ve taşıyıcı lifdir. Akson uçları dallara ayrılmıştır.

Akson Hillock: Aksonun hücre gövdesine yakın olan ve aksiyon potansiyelinin oluşturulduğu kısımdır.

Kolateraller: Ana aksondan ayrılan dallardır.

Miyelin Kılıf: Bazı nöronlarda akson ve dendritleri kaplayan yağlı tabakadır.

Ranvier Düğümüleri: Bazı hücrelerde miyelin kılıf belli aralıklarla kesilmiş olup bu kısımlara ranvier düğümleri adı verilir. Ranvier düğümleri bilgi iletim hızını artırır.

İnsan vücudundaki ikinci kontrol mekanizması sinirlerden meydana gelir. Beyin ve omurilik, merkezî sinir sistemini (MSS) oluşturur.

Merkezî sinir sistemi ikiye ayrılır:

- Motor sinirler
- Duyu sinirleri

MSS dışında miyelin kılıf, nörolemma denilen başka bir yalıtkan kılıfla kaplanmıştır. Bu tabaka ince Schwann hücrelerinden oluşmuştur ve ranvier düğümlerinde de devam eder.

Sinapslar hücre gövdesi civarında olur. Sinapslarda bilgi geçişi kimyasallarla olur ve ilk sinirin aksonundan salgılanan kimyasal madde, ikinci sinirin dendritine ulaşır ve bu şekilde bilgi geçişi yapılmış olur. Sinapslarda bilgi geçişi tek yönlüdür.

2. EMG-ENG KURULUMU

Motor sinirler, beyin ve omurilikten kodlanmış komutlar taşır. Duyu sinirleri de vücudun çevresiyle olan etkileşimlerini algıladıktan sonra tekrar kodlayarak beyne gönderir. Motor sinirdeki aktivite devam ettiği sürece o sinirin uyardığı kas da kasılmaya devam eder. İstemi hareket yapan kaslar tek bir motor sinirle kontrol edilir.

Merkezî sinir sistemi dışında kalan sinirlere **periferik sinirler** denir. Periferik sinirler omurilikten çıkan 31 çift sinir ile beyinden gelen 12 çift sinirden meydana gelir. Her çift sinir, vücudun iki yarısına genelde simetrik olarak dağılır. Ancak sinirlerin yerleşim ve kontrolü bazen asimetrik de olabilir.

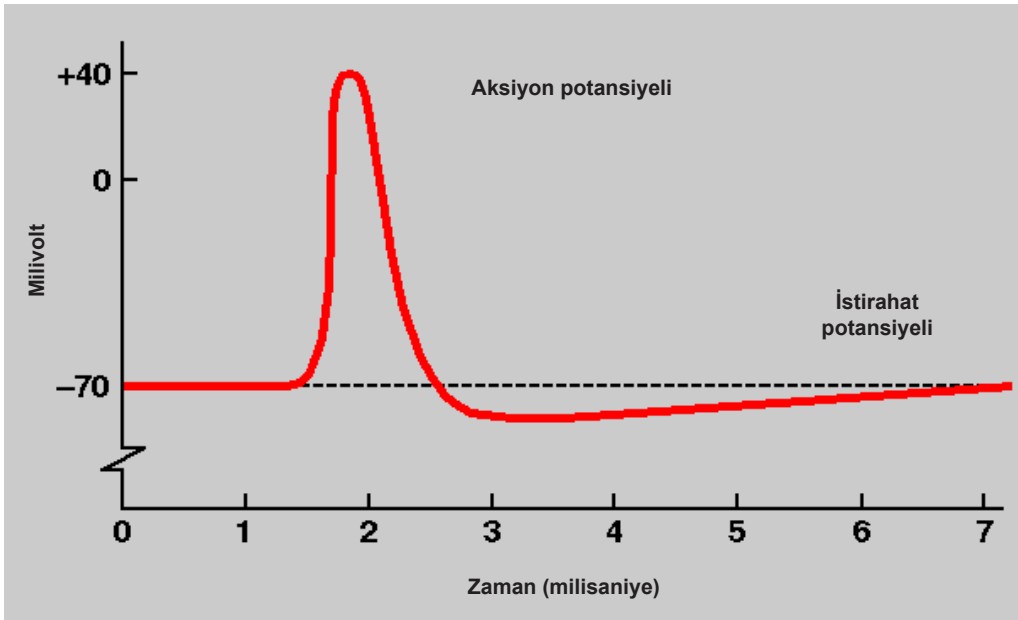
Periferik sinir sistemi, derideki alıcılardan beyne bilgi taşıyan somatik sinir sistemi, görme sinir sistemi gibi birçok alt sistemden meydana gelir. Vücutumuzdaki düz kasları kontrol eden otonom sinir sistemi de periferik sinir sisteminin bir parçasıdır. Sempatik ve parasempatik olmak üzere iki çeşittir. Sempatik sinir sistemi vücudun enerji harcamasını artırır, kan basıncını yükseltir, sindirimi yavaşlatır. Parasempatik sinirler ise vücut aktivitesini azaltmaya yönelik olup sempatik sinir sisteminin tersi bir etkiye sahiptir.

Sinirlerde Aksiyon Potansiyelinin İletilmesi

Eşik uyarının üzerinde, uyarın şiddeti ne olursa olsun, zaman ve büyüklük olarak aynı seyri gösteren potansiyel değişikliğine "aksiyon potansiyeli" adı verilir. Aksiyon potansiyeli normal koşullarda, sinir hücresinin bütün bölümleri uyarılıncaya kadar yayılmaya devam eder.

Yayıma, belirli bir hücre zarı bölgesinde oluşan aksiyon potansiyelinin kendisine komşu bölümleri uyarılmasıyla gerçekleşir. Myelinsiz sinirlerde aksiyon potansiyeli bu yolla yayılır ve bu tür uyarı iletiminin hızı aksonun kalınlığı ile doğru orantılıdır.

Şekil 2.4'te aksiyon potansiyelinin istirahat seviyesinin üzerindeki seyrini tamamlamasından sonraki birkaç milisaniyelik dönemde, membran potansiyelinin istirahat seviyesinin altına düştüğü görülmektedir. Bu değişikliğin nedeni, aksiyon potansiyeli sırasında artmış olan potasyum iletkenliği nedeniyle membran potansiyelinin potasyum denge potansiyeline daha fazla yaklaşmış olmasıdır.



Şekil 2.4: Aksiyon potansiyeli

2.EMG-ENG KURULUMU

Nakil sırasında ortam güvenliği, cihaz güvenliği, hasta ve hasta yakını güvenliği gibi konulara dikkat edilmelidir (Görsel 2.7).

A	Toplama cihazı (uygulanan kısım)
B	İzolasyon trafosu
C	Bilgisayar monitörü
Ç	Bilgisayar
D	Yazıcı
E	Stimülatör cihazı



Görsel 2.7: EMG-ENG cihazı

Toplama cihazı: Hastaya sinyali-zasyonun sağlanabilmesi için uygulama yapan en temel cihaz ünitesidir.

İzolasyon trafosu: EMG cihazının şebeke beslemesinde, yük ve şebekenin birbirinden yalıtılmasını sağlamak amacıyla kullanılan ünite-dir.

Bilgisayar monitörü: Yazılımsal sürecin anlık veya geçmiş verilerinin takibi için kullanılan ünite-dir.

Bilgisayar: Hastaya uygulanan sinyalizasyonun dijitalleştirilmesini sağlayan, analiz ve raporlamasının yapılması için gerekli ünite-dir.

Yazıcı: Yapılan analiz ve raporların kâğıda dökümü için yerleştirilen ünite-dir.

Stimülatör cihazı: Metal elektrot bağlantı aparatlarıyla sinirlerden ve kaslardan alınan elektriksel potansiyellerin ölçülerek amplifiye edildiği birimdir.

2.2.1.ENG-EMG Cihazı Kullanım Alanları

ENG ve EMG cihazları birlikte uygulandığında periferik sinir sistemi hastalıkları ve kas hastalıklarının tanı konulmasında ve hastalığın seyri hakkında bilgi verir. Ayrıca çocuk felci, polinöropati, boyun ve bel fıtığı, yüz felci, karpal tünel sendromu gibi periferik sinir rahatsızlıkları ve kas hastalıklarında tanı koymak ve hastalığın seyri hakkında bilgi edinmek için EMG kullanılır.

Miyastenik Testler

Kasların çabuk yorulmasıyla kendini gösteren bir hastalık olan Myastenia Gravis hastalığının teşhisinde kullanılan testlerdir. Omuz ya da kol üzerinden art arda elektrik akımı verilerek kasların buna tepkisi ölçülür.

Uyarılmış Potansiyeller (UP)

UP incelemeleri, beyinde veya omurilikte elektriksel sinyalleri ileten sinir hücrelerinin sağlık durumlarını değerlendiren tanı yöntemleridir. Bu incelemelerde görme, işitme ve dokunma duyuları beyin ve omurilikte uygun yöntemlerle uyarılır. Ardından bu uyarılara cevap olarak ortaya çıkan elektriksel değişiklikler deriye yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla kaydedilir ve yorumlanır.

Görme duyusu uyarılarak gerçekleştirilen UP incelemesine **VEP** (vizüel uyarılmış potansiyel), işitme duyusu ile elde edilene **BAEP** (beyin sapı işitsel uyarılmış potansiyel), dokunma duyusu ile elde edilene ise **SEP** (somatosensoryel uyarılmış potansiyel) denir. VEP, SEP ve BAEP incelemelerinde kayıt elektrotları, kafa derisine veya omurilik üzerinde deri altına batırılarak yerleştirilen toplu iğneden daha küçük 2-6 adet arasında steril iğne elektrotlardır. Bu elektrotların yerleştirilmesi sırasında geçici bir ağrı hissi oluşur. Bu ağrı "kan alma" veya "kas içine enjeksiyon" sırasında duyulan ağrıya benzer ancak ağrı şiddeti daha azdır.

- a) **VEP İncelemesi:** Hasta televizyon benzeri bir ekran karşısına oturtulur. 15'er dakikalık iki seans, yaklaşık yarım saat boyunca ekranda kendisine gösterilen desenleri gözlerini hareket ettirmeden izlemesi sağlanır. Bu işlem ağrısızdır.
- b) **BAEP İncelemesi:** Hastaya ikili kulaklık takılır ve kulaklıktan verilen sesler yaklaşık yarım saat boyunca dinletilir. Bu işlem ağrısızdır.
- c) **SEP İncelemesi:** Hastanın ayak bileğine veya el bileğine takılan bir elektrot aracılığıyla elektriksel uyarı verilir. Bu uyarı hoşça gitmeyen fakat genellikle ağrı olarak algılanmayan bir his oluşturur. İşlem saniyede iki defa tekrarlanan uyarılarla yaklaşık yarım saat sürer.
- ç) **MEP İncelemesi:** Diğer incelemelere göre daha farklıdır. Bu incelemede beyinde yer alan ve hareket etmeyi sağlayan sinir hücreleri uyarılır. Bu uyarı ile harekete geçen kasın elektriksel aktivitesi kas üzerindeki deriye yapıştırılan elektrotlar aracılığıyla kaydedilir ve yorumlanır. Beynin uyarımı için çok kısa süreli fakat çok güçlü bir manyetik alan oluşturan bir aparat kullanılır.

2.2.2. EMG-ENG Kurulumu ve Montajı

EMG-ENG cihazları diğer tıbbi cihazlar gibi yüksek yoğunluklu RF elektromanyetik etkiden ve her türlü gürültü etkisinden olumsuz şekilde etkilenmektedir. Cihazın bulunduğu ortamlarda mümkün olduğu kadar elektronikmanyetik cihaz yoğunluğu azaltılmalıdır.

EMG-ENG cihazı çalışma ve depolama ortamları özellikleri dikkate alınarak işlemler yapılmalıdır. Cihazın güvenli bir şekilde nakli sırasında tüm özelliklerinin değişmemesine, aparatlarının titiz bir şekilde taşınmasına özen gösterilmelidir. Bu doğrultuda yeni yerine tekrar kurulup tüm elektriksel bağlantıları yapıldıktan sonra cihaz test edilmelidir. Test sonucunda bir sorunla karşılaşılmazsa EMG-ENG çekimleri gerçekleştirilebilir.

2.EMG-ENG KURULUMU

Cihaz aşağıdaki çevresel koşullarda çalışabilecek şekilde dizayn edilmiştir.

Sıcaklık ---> -10 C ile +40 C arası

Nem oranı ---> %30 ile %75 arası

Atmosfer basıncı ---> 700 mB ile 1060 mB arası

Depolama anında tolerans edilebilecek koşullar aşağıda verilmiştir.

Sıcaklık ---> -20 C ile +50 C arası

Nem oranı ---> %10 ile %90 arası

Atmosfer basıncı ---> 500 mB ile 1060 mB arası

Ulaşım veya depolama sürecindeki koşullara bağlı olarak cihazın işlevi ya da güvenliği zarar görmüş olabilir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında istenmeyen kullanımları önlemek için cihaz işlevsiz ve korumalı hâlde getirilmelidir.

Donanımlar kutulardan çıkartıldıktan sonra istenen tüm donanımların teslim alınıp alınmadığı listeye bakılarak kontrol edilmelidir.

Aksesuarlar için montaj açıklamaları el kitabıyla birlikte saklanmalıdır.

Ulaşım ve depolama sürecinde oluşabilecek elverişsiz koşullardan dolayı meydana gelebilecek hasarlar göz önünde bulundurulmalıdır. Herhangi bir hasar görülürse makine kullanılmaz. En kısa sürede tedarikçiyle irtibata geçilmelidir.

Montaj ve kullanım sırasında, havalandırma delikleri kesinlikle kapatılmamalıdır. Havanın rahatlıkla havalandırma deliklerinden çıkabileceği şekilde cihaz yerleştirilmelidir.

EMG-ENG Cihazlarının Elektriksel Güvenliği ve Topraklama

Cihazın elektriksel güvenliği, kendi içerisinde bulunan regüle devreleriyle sağlanmaktadır. Cihazın kendi içerisinde bulunan güvenlik tedbirlerine karşın cihazla yapılan ölçümlerin hatasız olması için cihazın girişine UPS cihazının bağlanması gerekmektedir.

Normal şartlar altında cihazın elektriksel güvenliği tam olmalıdır. Zaman zaman gerekli elektriksel güvenlik kontrolleri yetkili teknik servis tarafından yapılmalıdır. Cihazın sistem bağlantı şekli aşağıdaki gibi olmalıdır.

- Voltaj seçimi (100 V-120 V ya da 200 V-240 V), cihazın arkasındaki şalterlerden yapılır.
- Doğru seçimin yapıldığından emin olunmalıdır.
- İki ayar-değer; kasanın güç girişi için ve ekranla yazıcıya giden güç girişi için aynı olmalıdır.
- Şalterlerin pozisyon ayarlarının değişmesi gerekiyorsa şalterlerin üstündeki koruma kaldırılmalı, değişiklikler yapılmalı ve koruma tekrar yerleştirilmelidir.
- Koruma, şalterleri istenmeyen kullanımlardan koruyacak şekilde yerleştirilmelidir.

EMG-ENG Cihazı Kaçak Akım Kontrolü

ENG-EMG cihazının kaçak akım kontrolü yapılırken iki kısımda kaçak akım kontrolleri yapılarak istenilen sonuca ulaşılır. İlk önce cihazın üzerinde bulunan elektrik girişinin nötr-toprak arasında kaçak akım olup olmadığı ohmmetre ile kontrol edilmelidir.

Aynı iş ve işlemler cihazın bağlı bulunduğu şebeke üzerinde de yapılır. ENG-EMG cihazı üzerinde yapılan kaçak akım kontrolleri sonucunda olumsuz bir durumla karşılaşılmazsa cihaz, ENG-EMG ölçümü için çalıştırılmaya uygundur kanısına varılır ve ENG-EMG ölçümü yapılır. Kaçak olan aletler ve makineler elektriksel güvenlikleri sağlanmadan kesinlikle kullanılmamalıdır.

2.3. EMG-ENG BAĞLANTI, AYAR VE SİSTEM BÜTÜNLÜĞÜNÜN KONTROLÜ

EMG-ENG bağlantı, ayar ve sistem bütünlüğünün kontrolü; haricî cihaz bağlantısı ile fiziksel-elektriksel uyarıcı elektrotların bağlantısı yapılarak bunun yanında, yazılım programı yüklenerek ve EMG-ENG cihazı fonksiyon testi yapılarak tamamlanır.

2.3.1 Haricî Cihaz Bağlantısı

ENG-EMG cihazında kendi aparatlarının dışında haricî cihaz bağlantısı bulunmaz. Gelişen teknolojilere paralel olarak yenilenen ENG-EMG cihazlarında bağlanacak olan haricî cihazlar, cihazın kendi bünyesine dâhil edilmiştir. Ayrıca ENG-EMG cihazına uygulanan şebeke geriliminin düzenli olması için cihazın girişine UPS bağlanmasında fayda vardır.

- Bağlantı pozisyonları için cihazın arkasına yerleştirilmiş olan bilgi kâğıdına bakılmalıdır.
- Çalıştırılmadan önce preamplifikatörü ve diğer donanımları bağlanmalıdır. Bu bağlantılar aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

2 kanallı preamplifikatör bağlantısı:

- Preamplifikatör kablosu bulunmalıdır.
- Küçük prizle preamplifikatöre, büyük olana bağlanmalıdır.

Preamplifikatörün küçük fişinin takılması:

- Preamplifikatörde, fişli küçük yuva bulunmalıdır.
- Kablo kıskacının yanındaki yuva tutturulmalı (silindir olandaki değil) ve yuvasına itilmelidir.

Preamplifikatörün büyük fişinin takılması:

- Bu birimde yuvalı büyük fiş bulunmalıdır.
- Kablo kıskacının yanındaki yuvayı tutturulmalı (silindir olandaki değil) ve yuvasına itilmelidir.

Preamplifikatörden çıkarılması:

- Kabloya bağlı konnektör uzak tarafından tutulup yavaşça çıkarılmalıdır.
- Yukarıdaki işlemin aynısı tekrarlanmalıdır.

Kanallı preamplifikatör bağlantısı:

- 4 kanallı preamplifikatörün çıkarılmayan ayrılmaz bütün bir kablosu vardır.
- Preamplifikatörün kablosu bulunmalıdır.
- Büyük fiş bu birime bağlanmalıdır.

Preamplifikatörün fişinin takılması:

- Birimde yuvalı büyük fiş bulunmalıdır.
- Kablo kıskacının yanındaki yuvaya tutturulmalı (silindir olandaki değil) ve itilmelidir. Yuvaya tam oturduğunda klik sesi çıkacaktır.

Sistemden konnektörün çıkarılması:

- Kabloya bağlı konnektör uzak tarafından tutulup yavaşça çıkarılmalıdır.

2.EMG-ENG KURULUMU

Ayak anahtarının takılıp çıkarılması:

- Ayak kontrolünün iki şalteri ve iki tane 4 mm fişi vardır: aç/kapa şalteri kullanılmalıdır.
- Kabloların üstündeki açıklamalar kabloları ayırt etmek için kullanılmalı ve arka panelde doğru yerlere yerleştirilmelidir.
- Çıkarmak için tüm fişler tek tek dikkatlice ayrılmalıdır.

Kulaklığın takılıp çıkarılması:

- BF tipi izole edilmiş kulaklıklarla uyumlu olarak kullanılmalıdır.
- Yuvalı fiş doğru şekilde seçilmeli ve bu birimdeki yuvasına oturtulmalıdır.

Çıkarmak için

- Çıkarmak için fiş tutulup dikkatlice çıkarılmalıdır.

Yazıcının takılması:

- Cihazın kendi marka modeline uygun güç kablosu kullanılmalıdır.
- Yazıcıyla gelen kasa güç kablosu şimdilik kullanılmamalıdır.
- Arayüz bağlantısının klipsler ve vidalar gibi güvenlik mekanizmaları vardır.
- Bağlantıları yavaşça yuvalarına itilmeli ve vidalanmalıdır.

Arayüz bağlantısının çıkarılması:

- Güvenlik mekanizması kaldırılmalı ve bağlantılar çekilip ayrılmalıdır.
- Kesinlikle paralel portlar kullanılmalıdır.
- Daha fazla bilgi için yazıcıyla gelen kitapçığa bakılmalıdır.
- Yazıcı rafı paketin içinden çıkmaktadır.

Display [dispiley] monitörün bağlanması:

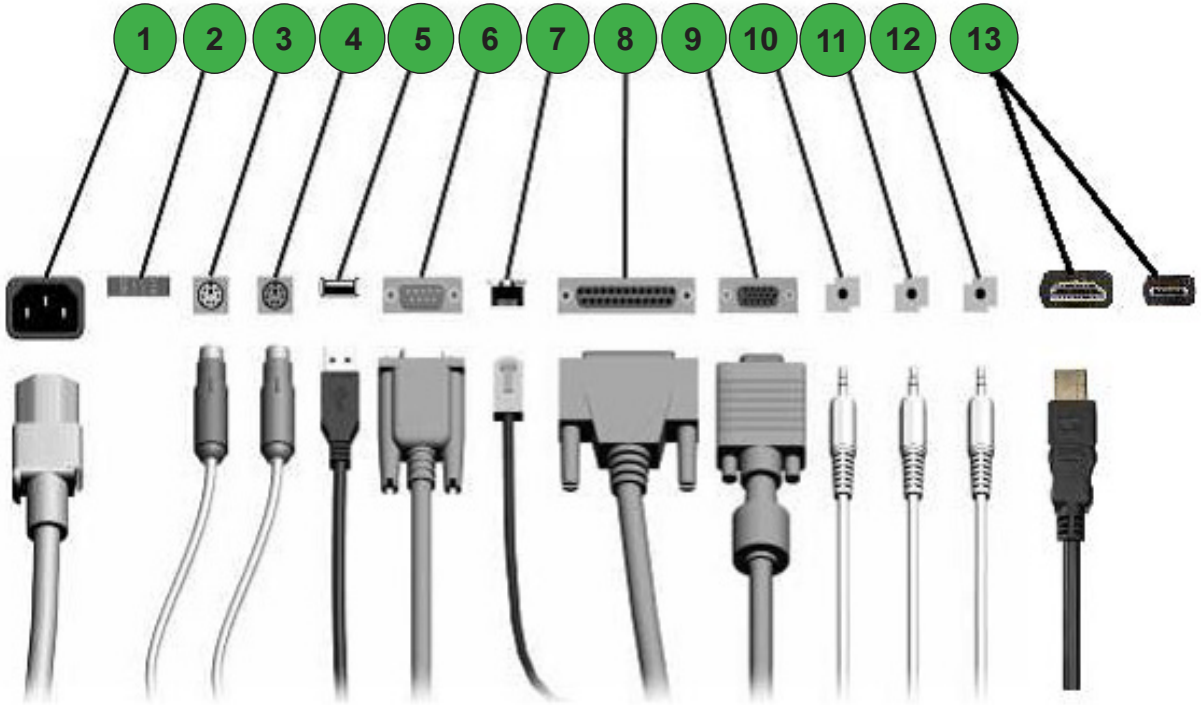
- Cihaza gelen güç kablosu kullanılmalıdır.
- Monitörle yollanan kasa kablosu kullanılmalıdır.
- Arayüz bağlantısının klipsler ve vidalar gibi güvenlik mekanizmaları vardır.
- Renkli monitör girişine takılmalı (bağımlı monitör girişine değil) ve vidalanmalıdır.
- Monitör "bağımlı monitör girişi"ne bağlanırsa hep EMG ekranı ve izler gösterilir.

Depolama sepetinin asılması:

- Gönderilen depolama sepeti, cihazın yan panelindeki deliklere asılmalıdır.
- Bilgisayar klavyesi "F" tuşları olmalıdır.
- EMG modundayken bilgisayar klavyesi "F" tuşları "F1-F5" kullanılabilir. Bu tuşların fonksiyonları kontrol panelinin "F" tuşları "F1-F5" ile aynıdır.
- Bilgisayar klavyesinin "F" tuşlarından "F8"etiket listesi "F9" (tam-yarım ekran) ve "F10" (sonuçlar) EMG modundayken kullanılabilen diğer tuşlardır.
- Programla birlikte yollanan kit, "F" tuşlarının fonksiyonlarının tanıtılması için kullanılır.

Kabloların bağlantısı:

- Cihaz, kablolar sıkışmayacak ve çıkmayacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Kablolar her zaman doğru şekilde çıkarılmalı, kablodan tutulup çekilmemelidir.
- Kablo yırtılırsa veya yanlış çıkarılırsa içindeki teller zarar görebilir. Bu zarar güç kaynağında veya verilerde hataya sebep olabilir. Bu nedenle dikkatli olunmalıdır.
- Kabloların ve bağlantıların hasarlara karşı her gün gözlemlenmesi ve kontrol edilmesi (kırılma ve yırtıklara karşı) gerekmektedir. Bir hasar durumunda kablo kullanılmayıp servise gönderilmelidir (Görsel 2.8).



Görsel 2.8: Bağlantı kablosu çeşitleri

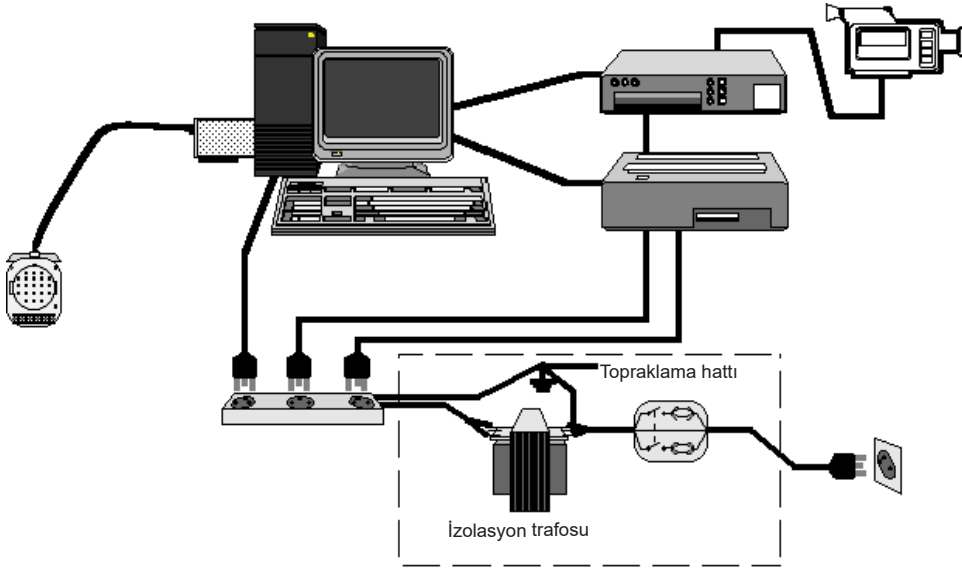
1. Güç kablosu konektörü
2. Voltaj seçme anahtarı (PC modeline bağlı olarak)
3. PS/2 fare konektörü
4. PS/2 klavye konektörü
5. Evrensel seri veri yolu (USB)
6. Seri konektör
7. RJ-45 Ağ konektörü
8. Paralel bağlayıcı
9. Monitör konektörü
10. 11. 12. Ses giriş ve çıkış konektörleri
13. HDMI konektörleri

2.EMG-ENG KURULUMU

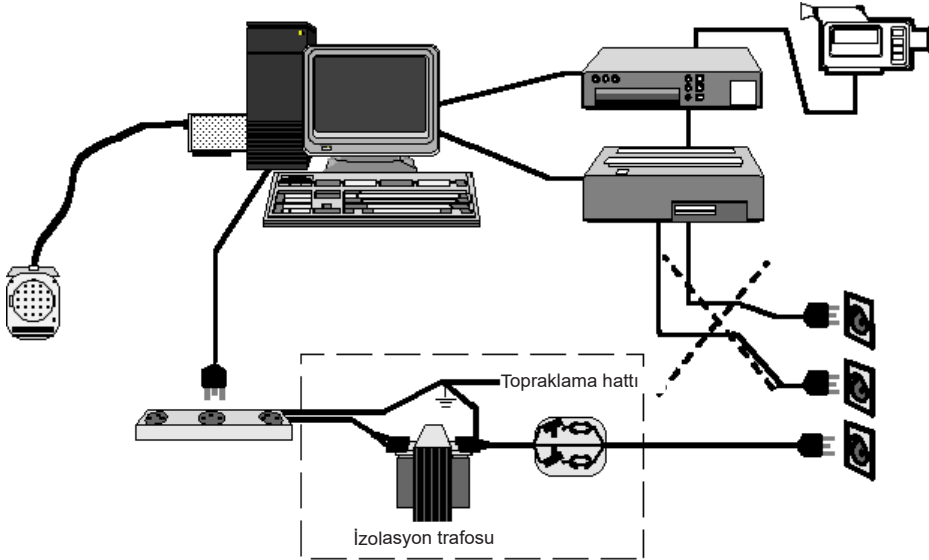
2.3.2. Fiziksel-Elektriksel Uyarıcı Elektrotların Bağlantısı

Cihazın üzerinde bulunan elektrot çıkışlarının elektrot bağlantı kutusuna bağlantıları yapılır (Görsel 2.9 ve Görsel 2.10).

- Elektrik uyarıcılar sadece tıp eğitimi almış ve gerekli bilgi donanımına sahip eğitimli personel tarafından kullanılmalıdır.
- Elektrotlar asla yanlış yerleştirilmemelidir, öyle ki elektrik akımı kalbin karşısından akar. Örneğin, asla pozitif elektrot bir uzva, negatif olan da başka bir uzva uygulanmamalıdır.
- Elektrotların yüzeyi, deri yüzeyiyle iyice temas etmelidir.



Görsel 2.9: Sistemin elektriksel bağlantısı



Görsel 2.10: Birden fazla elemanın yanlış bağlanması

İzolasyon trafosu öncesinde bazı elemanların şebekeye doğrudan bağlanması verimi geçersiz kılar.

Elektriksel Uyarım

- Maksimum yoğunluk --> 300 V sürekli akım veya 100 mA sürekli akım
- Üst sınır --> 0-300 V veya 0-100 mA
- Alt sınır --> 00-75 V veya 0-25 mA
- Maksimum süre --> 1 ms (nabız başına)
- Maksimum yineleme --> 1 ms 'nin altında 100 nabız

Uyarıcılar:

- A ve B uyarıcılarının çıkışları premiere konsolunun arkasında yer alır.

A Uyarıcısı:

- A uyarıcısı bağlantı kutusuna 1,5 mm'lik "touchproof" fişlerle bağlanır.
- Bağlantı kutusunun bu birime tam uyan uzun yuvalı fişi vardır.
- Bağlantı kutusu preamplifikatör için destek kolunun dirseğine veya kontrol panelinin alt tarafına veya yatak gibi elverişli yapılara yerleştirilebilir.

Bağlantı kutusuna bağlanması:

- Birimlere uygun yuvalı fiş bulunmalıdır.
- Kablo kıskacının yanındaki yuvaya tutturulur ve halka saat yönünün tersine çevrilebildiği kadar çevrilir.
- Fiş yuvaya itilir ve halka saat yönünde çevrilir.

Çıkarması:

- Halka saat yönünün tersine çevrilmelidir.
- Kabloya tutulu konektör en uzak tarafından tutulur ve dikkatlice ayrılır.

B Uyarıcısı:

Bağlantı kutusuna bağlanmak için;

- Bu birime uygun yuvalı fiş bulunmalıdır.
- Kablo kıskacının yanındaki yuvaya tutturulur ve halka saat yönünün tersine çevrilebildiği kadar çevrilir.
- Fiş yuvaya itilir ve halka saat yönünde çevrilir.

Çıkarması:

- Halka saat yönünün tersine çevrilir.
- Kabloya tutulu konektör en uzak tarafından tutulur ve dikkatlice ayrılır.

2.3.3. Yazılım Programı

Özellikle PC kontrollü cihazlarda eğer cihaza özel bir yazılım yoksa standart bir işletim sistemi üzerinden yazılım programını yüklemek gerekebilir. Bu durumda servis el kitabı ve bilgisayar kurulumu sırasında karşılaşılan direktiflere harfiyen uymak cihazın doğru ve güvenilir çalışması için oldukça önemlidir.

2.EMG-ENG KURULUMU

2.3.4. EMG-ENG Cihazı Fonksiyon Testi

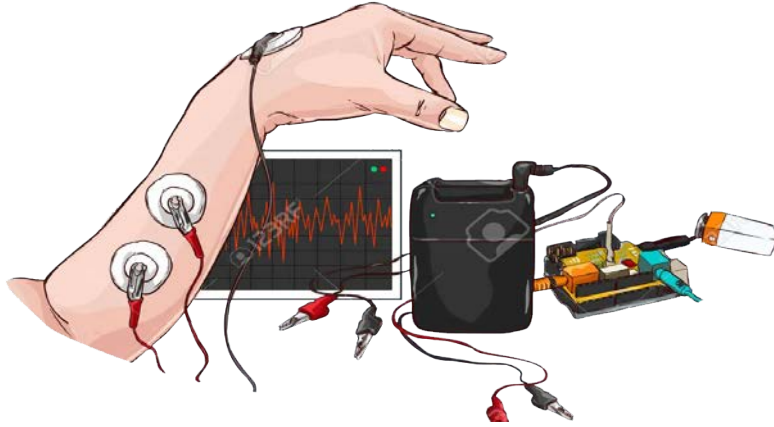
EMG-ENG fonksiyon testleri cihazın tüm sisteminin bir bütünlük içerisinde çalıştığını gözlemlemek için yapılmaktadır. Bu testler cihazın kendi kendine (self testing) yapacağı testler olabildiği gibi bir simülatör yardımıyla da yapılabilen testlerdir.

EMG-ENG cihazı açık iken simülatörün kalibrasyon tuşuna basılır. Bu kalibrasyon işlemi, sertifika belgeli kalibrasyon işleminden farklı bir işlemdir. Cihazı ilk açılış konumuna getirmeyi amaçlayan bir self fonksiyon testi niteliğindedir. Kalibrasyon tuşuna basıldığında, EMG-ENG cihazı otomatik olarak sinyaller verir. Kalibrasyon tuşunun üzerindeki değerde çıkış sinyalleri alınıyorsa cihaz EMG-ENG çekimine hazırdır. Farklı çıkış sinyalleri alınıyorsa cihaz arızalıdır, bakım ve onarımının yapılması gerekir (Görsel 2.11).

Cihazın Bakımı

Cihaz tamamıyla güvenlidir, bakıma ve parçaların değiştirilmesine gerek duyulmayan birçok transistörlü elektronik bileşenler içerir. Genel bakım periyodu yeterlidir. Cihazın bakımı için bazı fiziksel temizleme işlemleri uygulanır.

- Kasa, paneller ve ekran su ve deterjanla nemlendirilmiş bezle temizlenmelidir.
- Cihazın kutusuna su kaçmamasına dikkat edilmelidir.
- Cihaz ayrıca düşük basınçlı temizleyici aletle veya uygun aksesuarlı süpürge kullanılarak temizlenebilir.
- Cihazın hiçbir parçası temizlenirken kesinlikle aseton kullanılmamalıdır.
- Cihaz sıvı malzemelerle temizlenirken kapatılmalı ve fişten çekilmelidir.



Görsel 2.11: EMG-ENG Cihazı



SIRA SİZDE

Sizce EMG cihazıyla ölçüm yapılması risk içerir mi? Eğer içerirse ne gibi riskler içerebileceğini beynin fırtınası tekniği kullanarak üretiniz. Düşüncelerinizi sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. EŞLEŞTİRME ETKİNLİĞİ

EMG birimleri ilgili bazı bilgiler aşağıdaki tabloda numaralandırılarak verilmiştir. Bu bilgileri örnekteki gibi doğru birimle eşleştiriniz.

No.	ÖZELLİKLER
1	Hastaya sinyalizasyonun sağlanabilmesi için uygulama yapan en temel cihaz ünitesidir.
2	Yapılan analiz ve raporların kâğıda dökümü için yerleştirilen ünedir.
3	EMG cihazının şebeke beslemesinde, yük ve şebekenin birbirinden yalıtılmasını sağlamak amacıyla kullanılan ünedir.
4	Yazılımsal sürecin anlık veya geçmiş verilerinin takibi için kullanılan ünedir.
5	Uygulamaların sağlanması için sisteme hariçten bağlantı yapılarak takılan pedal vb. aksamlardır.
6	Sistemin ihtiyacı olan gücün sağlandığı ünedir.
7	Sistemin ihtiyacı olan gücün sağlandığı ünedir.
EMG BİRİMLERİ	
	İzolasyon trafosu
1	Toplama cihazı
	Yazıcı
	Haricî modüller
	Besleme kaynağı
	Programlı bilgisayar
	Bilgisayar monitörü

2. ETKİNLİK

KOMBİNE EMG SİSTEMLERİNİN TASARIM VE BİRİMLERİNİ İÇEREN AFİŞ HAZIRLAMA

Etkinlik kapsamında "kombine EMG sistemlerinin tasarım ve birimlerini içeren afiş" hazırlayınız. Afiş hazırlarken aşağıdaki basamakları göz önünde bulundurunuz. Etkinlik çalışmanız Kombine EMG Sistemlerinin Tasarımı ve Birimleri Etkinliği Değerlendirme Ölçeği'ndeki kriterlere göre değerlendirilecektir.

No.	BASAMAKLAR
1	Afişinizde EMG cihazının tasarımı ve birimleriyle ilgili hususlara yer veriniz.
2	Afişinizi resim, fotoğraf, tablo, grafik, resim, şekil, yazı vb. en az üç farklı materyalle destekleyiniz.
3	Afişinizde Türkçenin doğru kullanımına, yazım ve noktalama kurallarına dikkat ediniz.
4	Afişinizi A3 boyutunda bir kâğıt üzerinde hazırlayınız.
5	Afişinizde EMG ünitelerinin bölümleri ve bu bölümlerin kurulumunda dikkat edilmesi gerekenlerle ilgili özet bilgilere yer veriniz.
6	Afişinizi özgün bir şekilde hazırlayınız.
7	Afişinizi/...../..... tarihinde teslim ediniz.
8	Afişinizi son teslim tarihinden sonraki ilk ders öncesinde arkadaşlarınızın görebileceği şekilde sınıfın uygun bir yerine asarak sergileyiniz.

DEĞERLENDİRME

Etkinlik çalışmanızı yan sayfada yer alan değerlendirme ölçeğindeki kriterleri yanıtlayarak değerlendiriniz.

KOMBİNE EMG SİSTEMLERİNİN TASARIMINI VE BİRİMLERİNİ İÇEREN AFİŞ HAZIRLAMA ETKİNLİĞİ DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Yönerge: "Kombine EMG sistemlerinin tasarımını ve birimlerini içeren afiş hazırlama" etkinliği tamamlandığında aşağıda listelenen ölçütlere göre ne kadar başarıya ulaştığınızı görmek için

1: Başlangıç düzeyinde 2: Geliştirilmeli 3: Kabul edilebilir 4: İyi 5: Çok iyi

derecelerini göz önünde bulundurarak ölçütleri (X) işaretiyle puanlayınız.

Öğrencinin Adı–Soyadı :	Öğretmenin Adı–Soyadı :
Sınıf–Numara :	Genel Değerlendirme Puanı :
Tarih :	İmza :

ÖLÇÜTLER	DÜZEY				
A) UYGULAMAYA HAZIRLIK	1	2	3	4	5
1. Afişteki bilgiler EMG cihaz ünitelerinin tasarımı ilgili tüm hususların tamamını kapsadı.					
2. Afişteki bilgileri farklı materyallerle destekledi.					
3. Afişi A3 boyutundaki kâğıda hazırladı.					
B) UYGULAMA					
4. Afişi özgün bir şekilde hazırladı.					
5. Afişte Türkçeyi doğru kullandı, yazım ve noktalama kurallarına dikkat etti.					
6. Afişte EMG cihazının bölümlerinde ve tasarımında dikkat edilmesi gerekenlere dair özet bilgilere yer verdi.					
7. Afişteki görseller ve açıklamalar birbirini destekledi.					
C) UYGULAMANIN SONLANDIRILMASI					
8. Afişi tamamlayarak sınıfın uygun bir yerinde sergiledi.					
9. Afişte EMG cihazı tasarım ve birimlerine yer verdi.					
10. Afişi verilen süre içerisinde teslim etti.					
SÜTUNLARIN TOPLAMLARI					
ÖLÇEK PUANI					

Toplam puanın 100'lük sisteme dönüşümü: puandır.

DEĞERLENDİRME

Eğer bu ölçekten 100 üzerinden 70 puan aldıysanız bu öğrenme için başarınız yeterli düzeyde demektir. 69 veya altında puan almışsanız ilgili önceki öğrenmeleri tekrar ediniz.

Faaliyet ile İlgili Notlar:

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda verilen cümlelerin başındaki parantez içerisine doğru ise “ D”, yanlış ise “ Y” yazınız.

1. (...) EMG cihazı preamplifikatörleri tek kanallıdır.
2. (...) EMG-ENG stimülatörleri ergonomik tasarımlı ve çok amaçlıdır, stimülatör tamamen kişiselleştirilebilir.
3. (...) MUAP'lar sinirler aracılığıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyeller tarafından oluşturulur. MUAP'ların sayısı ve sıklığı azaldıkça kasılma miktarı artar.
4. (...) EMG aparatlarından olan Nor BNC Sinyal yönlendirme birimidir.
5. (...) EMG cihazı güç gereksinimleri 100 V – 120 V veya 200 V – 240 V, 50/60 Hz.dir.

B) Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun olan ifadeyi yazınız.

6. Sinapslarda bilgi geçişi yönlüdür.
7. EMG aparatlarından olan EMG sistem performansını test etmek için hassas sinyaller üretir.
8. EMG cihazının basit kaçak akım kontrolü ile yapılabilir.
9. Kan damarları vasıtasıyla beslenen kaslar elektriksel uyarıları..... vasıtasıyla alır.
10. Kasların kasılması sinirler aracılığıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyellerin kaslarda oluşturduğu bilinen elektriksel potansiyeller..... sayesinde olur.

C) Aşağıdaki soruların doğru olan seçeneğini işaretleyiniz.

11. EMG cihazı güç gereksinimleri aşağıdakilerden hangisidir.

- A) 100 V – 120 V veya 200 V – 240 V, 50/60 Hz.
- B) 50 V – 100 V veya 200 V – 240 V, 50/60 Hz.
- C) 100 V – 120 V veya 400 V – 240 V, 50/60 Hz.
- D) 40 V – 120 V veya 200 V – 240 V, 50/60 Hz.
- E) 100 V – 120 V veya 30V – 240 V, 50/60 Hz.

12. Aşağıdakilerden hangisi haricî EMG cihazının bağlantılarından değildir?

- A) Kulaklık
- B) Yazıcı
- C) Display monitör
- D) Depolama sepeti
- E) Bilgisayar

13. EMG işaretlerinin incelenmesi ile ilgili olarak son yıllarda yapılan çalışmalarda çoğunlukla hangi yöntem kullanılmıştır?

- A) Dalgacık (wavelet) analizi yöntemi
- B) Klasik yöntem
- C) Ritimsel yöntem
- D) Durgun yöntem
- E) Motor yöntem

14. İskelet kasları ince uzun hücrelerden meydana gelir ve bu hücelere lif (fiber) hücrelerin uzunlukları ve çapları nedir?

- A) 1-20 mm uzunluğunda ve çapları 10-100 μm
- B) 1-50 mm uzunluğunda ve çapları 5-100 μm
- C) 1-50 mm uzunluğunda ve çapları 10-100 μm
- D) 10-50 mm uzunluğunda ve çapları 10-100 μm
- E) 1-50 mm uzunluğunda ve çapları 40-100 μm

15. EMG cihazının çalışma ortamı sıcaklık aralığı -10 ile +40 derece arasındır.

- A) -10 ile +40
- B) -20 ile +40
- C) -10 ile +50
- D) -30 ile +40
- E) -10 ile +70

Ç) Aşağıda verilen açık uçlu sorunun cevabını boş bırakılan bölüme yazınız.

16. EMG incelemesi nedir, EMG sırasında hangi işlemler yapılmaktadır açıklayınız.

17. Kaç tip kas çeşidi vardır? İsimlerini yazarak buldukları yerleri açıklayınız.





**UYKU
BOZUKLUKLARI
TEŞHİS
CİHAZLARININ BAKIMI**



NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Uyku bozuklukları ölçüm yöntemleri
- Uyku bozuklukları teşhis cihazlarının bakımı ve kalibrasyonu

ANAHTAR KELİMELER

Polisomnografi, sirkadiyen ritim, biyopotansiyel, PSG, frekans, genlik, ambulator, elektronörofizyoloji, fizyolojik sinyal, gürültü, klinik mühendislik birimi, metroloji faaliyetleri.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. İnsan vücudunda sirkadiyen ritim nedir? Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Tıbbi cihazlarda periyodik bakım faaliyetlerinin planlanan süre içinde gerçekleştirilememesi ne gibi durumlar oluşturabilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

3. ÖĞRENME BİRİMİ



3.UYKU BOZUKLUKLARI TEŞHİS CİHAZLARININ BAKIMI

3.1. UYKU BOZUKLUKLARI TEŞHİS CİHAZININ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Sağlıklı bir insanın ortalama gününün üçte birini uykuda geçirdiği bilinir; ancak yeterli uyku süresi kişiden kişiye değişir. Değişmeyen ise düzenli, kaliteli uykunun hem fiziksel hem de zihinsel sağlık için çok önemli olduğudur. Kaliteli uyku uyumak insanların yoluna çıkan zorluklarla daha iyi başa çıkmasına yardımcı olur. Ayrıca bağışıklık sisteminin güçlenmesi için verimli bir uyku periyodu geçirilmesi gerektiği söylenmektedir. Hatta diyabet, kalp hastalığı ve yüksek tansiyon gibi sağlık sorunları riskini verimli bir uyku azaltabilir.

Uyku, yeterli ve düzenli olmadığında ise birçok sağlık sorunu ortaya çıkabilmektedir. Kişide uyku bozukluklarının obezite, hipertansiyon, diyabet, kalp krizi veya inme gibi çeşitli ciddi sağlık sorunlarını beraberinde getirdiği görülmüştür. Uyku testi yani polisomnografi (Görsel 3.1), uyku sırasında kişinin farkında olmadan horlaması, nefesinin durması, periyodik bacak hareketleri yapması, yeme bozukluğunun oluşması, epilepsi nöbetleri geçirmesi, diş sıkması gibi birçok sorunun belirlenmesinde önemli rol oynar. Ayrıca ev ortamında da uygulanabilen polisomnografi (uyku testi) sonuçlarına bakılarak hastalıklara daha net teşhislerin konulduğunu bilinmektedir. Tıp literatüründe elektroensefalogramın EEG olarak kısaltılması gibi polisomnografi de kısaca PSG olarak kullanılmaktadır.

Özetle EEG çözümleri içinden PSG cihazıyla uyku bozuklukları teşhisi yapılmaktadır. Benzer ölçüm yöntemleriyle tasarlanan PSG cihazları günümüzde çeşitli uyku hastalıklarının tedavisi için hızlı ve güvenli bir sistem oluşturmaktadır. Genellikle EEG cihazlarının amplifikatörleri hem kablolu hem de ambulator olarak kullanılmaktadır. Yani hemen hemen her EEG cihazı aynı zamanda bir PSG cihazıdır denilebilir. Ancak özellikle PSG ambulatuvarı olarak cihaz yazılım programıyla EEG'den opsiyonel farklılıklarla ayrılmış olan modellerde mevcuttur. Günümüzde polisomnografi cihazları yapılan inovatif tasarımlarla gelişimine devam etmektedir.



Görsel 3.1: PSG ambulatuvarı

3. UYKU BOZUKLUKLARI TEŞHİS CİHAZLARININ BAKIMI

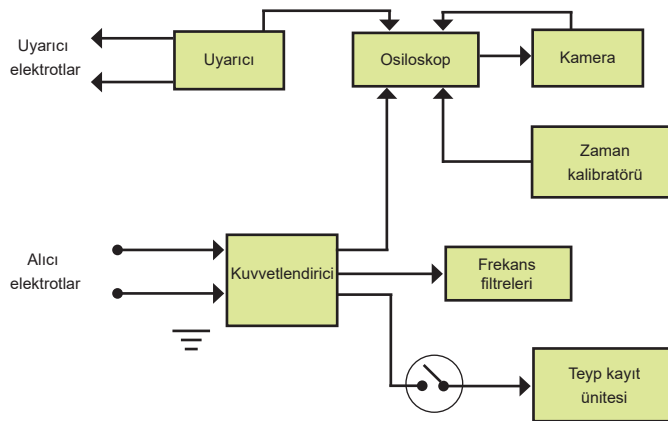
- Ambulatuvar/Kaydedici:** Ultra kompakt tasarımıyla PSG cihazı için temel ölçümlemeyi yapan ana bileşendir. Çoklu kanal sistemi ile elektrot girişlerinin cihaz üzerine konumlandırılması sayesinde PSG'nin yanı sıra EEG ve LTM testleri içinde kullanılabilir özelliktedir. Hasta konforu düşünülerek hafif ve kolaylıkla taşınabilir özelliktedirler. Dolu bataryayla ortalama 72 saate kadar veri kaydı yapabilir. Kablolü ve kablosuz seçenekleri mevcut iken bazı modeller ayaktan hasta kaydı da yapabilir. Ambulatuvar üzerinde empedans değerleri, hasta bilgileri, ayarları, giriş sinyallerinin görüntülenebilmesi için küçük bir LCD ekran bulunur. Ayrıca veri girişlerini sağlamak, ayarlara girmek gibi komutları gerçekleştirmek için ambulatuvar üzerinde bir tuş takımı [keypad (kiyfet)] bulunur.
- Elektrotlar:** Hastaya uygulanan sinyalizasyonun iletimini sağlayan haricî problardır.
- Video Kamera:** Full HD video kızılötesi [infrared (infraret)] kaydedici ayarlarıyla sekronize olabilen haricî görüntüleme ünitesidir.
- Taşıma Çantası veya Cihaz Kılıfı:** Cihazı ve cihaz bileşenlerini güvenli taşınabilir [portable (portabl)] özellikte olmasını sağlayan aksesuarlardır.

3.1.2. Polisomnografi Cihazının Temel Çalışma Prensibi

PSG, kafa derisi üzerine yerleştirilmiş elektrotlar aracılığıyla beyindeki voltaj dalgalanmalarını ölçer. Ölçülen voltaj dalgalanmaları çok küçük olduğu için kaydedilen veriler sayısallaştırılır ve bir amplifikatöre gönderilir. Amplifiye edilmiş veriler daha sonra bir voltaj değerleri dizisi (genlik ve frekans) olarak gösterilebilir. PSG cihazlarında empedans kontrolü yapılabilir. Giriş empedansı genellikle 100 MΩ (mega ohm) değerinden büyüktür. Giriş voltajı ± 300 mV (mili volt) değerinde ölçülmelidir.

Tüm biyomedikal cihazlarında olduğu gibi gürültü minimum düzeyde tutulmalıdır. Ambulatuvarın gürültü seviyesi 0,5 μ V (mikro volt) küçük bir değerde ölçülmesi günümüz tasarımları için idealdir. Frekans bandı için filtreler belirli aralıkta tutulmuştur. Yüksek frekans filtresi 15 ile 500 Hz arasında, alçak frekans filtresi ise 0,1 ile 20 Hz aralığında olmalıdır. Devreye çentik filtre eklenerek onun da 50 ± 5 Hz, 50 ± 10 Hz ve 60 ± 5 Hz, 60 ± 10 Hz frekans aralıklarında ayarlanabilmesi gerekmektedir. Ayrıca cihazlarda hassasiyet ölçümleri 0,1-70000 μ V/mm değerlerine yakın tutulması önerilmektedir.

EEG/PSG dönüşümlü olan kablolu modellerin 5 V (volt) değerinde tıbbi cihazlara uygun standartta üretilmiş güç kaynaklarıyla kullanılması gerekir. Bunun için maksimum ve minimum güç aralığı 0 W ile 12 W arasında bir güçle çalıştırılmalıdır. Şema 3.1'de PSG cihazını blok diyagramı verilmiştir.



Şema 3.1: PSG düzeni basitleştirilmiş blok diyagramı

Bilgi Kutusu



Voltaj değerlerinin dönüşüm tablosu şu şekildedir:

Nanovolt (nV) : 1 000 000

Mikrovolt (μ V) : 1 000

Milivolt (mV) : 1

Volt (V) : 10⁻³

Kilovolt (kV) : 10⁻⁶

Megavolt (MV): 10⁻¹⁰

Gigavolt (GV) : 10⁻¹³

3.1.3. Polisomnografi Cihazıyla Ölçülen Parametreler

Uyku testleri genellikle standart bir uygulama olmakla birlikte, hastanın şikâyetleri doğrultusunda planlanması ve değerlendirilmesi gereken bir tetkik yöntemidir. Bu sebeple testi hastaya uygulamadan önce hekimin hastanın rahatsızlık duyduğu nedenlerini ve hasta öyküsünü bilmesi gerekir. Kısaca, uyku testi, hasta için basit ancak testi yapan ve değerlendiren sağlık personeli için daha kompleksdir. Aşağıda PSG sistemiyle hastadan ölçülen parametrelere yer verilmiştir:

- Beyin dalgaları
- Solunum yolundaki hava akışı
- Uykuda solunum durması ve oranı
- Kan oksijen düzeyleri oranları
- Göz hareketleri
- EKG
- Vücut pozisyonu
- Kasların elektriksel aktivitesi

3.1.4. Uyku Testinin Uygulama Yöntemi ve Özellikleri

Uyku süresi boyunca, kayıt edilerek izleniyor olmanın ve kabloların etkisiyle, hastalarda sıklıkla uyanma meydana geldiği görülmüştür. Hatta çoğu hasta uykusunu alamadığını bildirmiştir. Ancak tüm olumsuz gibi görünen sonuçlarda bile hastanın uykusu hakkında yeterli bilgi verecek kadar veri toplanmış olur. Uyku testi izleme odası teşhis yöntemleri, gelen hastalardan yalnızca dörtte birine uygulanması öngörülmektedir.

Artırılabilir hafıza kartı vb. teknolojiler kullanılarak birkaç gün boyunca sürekli olarak ambulatuar, senkron video kaydı yapabilir. Böylece anlık pil değişimi yapılarak süreler uzun tutulur hâle getirilir. Kaydedilen sinyallerin kalitesi doğrudan yerleştirilen elektrotların kalitesine bağlıdır.

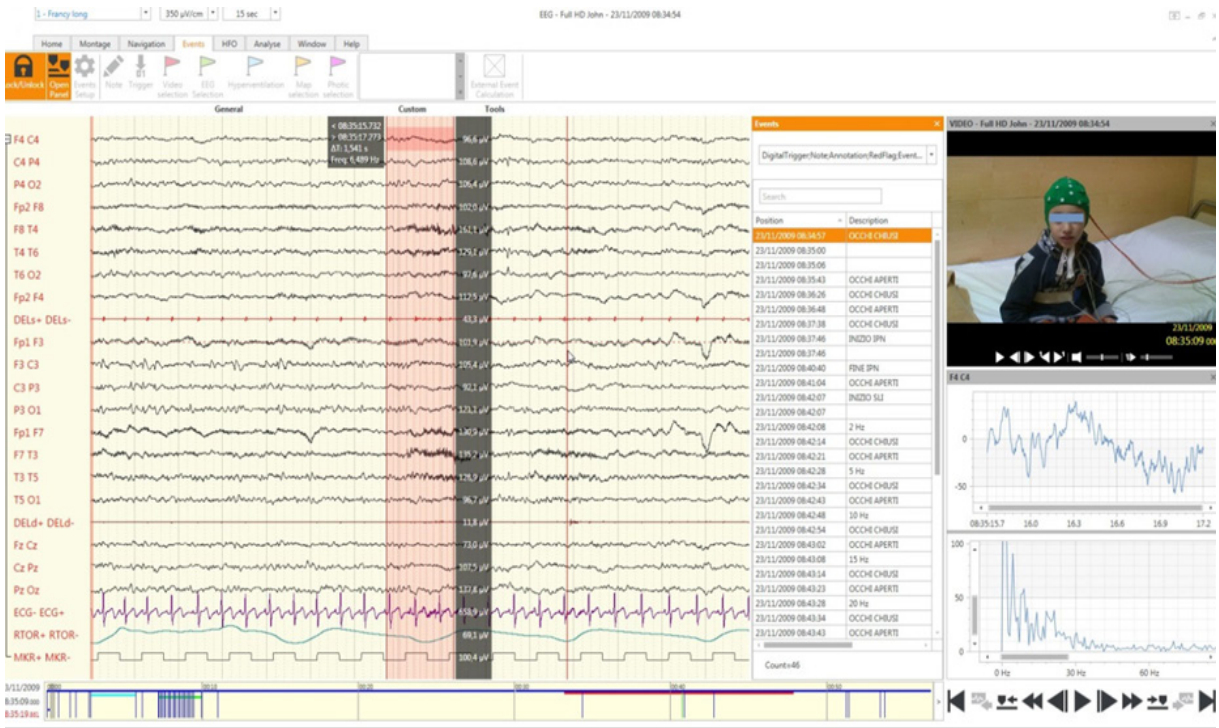
3.UYKU BOZUKLUKLARI TEŞHİS CİHAZLARININ BAKIMI

PSG kullanarak empedansı çekimden önce ve doğrudan çekim esnasında ölçmek mümkündür. Her elektrotun empedansı kaydedilir. Böylece kaydedilen veriler incelenebilir ve analiz edilebilir. Her kanal için ayrı ayrı sinyal kalitesinin bu duruma bakılabilir. Bu durum uzun süreli video PSG izleme sırasında özellikle önemlidir. Kaydedilen veriler bulut hesabına aktarırsa elde edilen veriler doğrudan çekim esnasında analiz edebilir. İncelemeden sonra tüm veriler bulut veri hesabında arşivlenir. Böylece hasta takibi programına aktarılabilir. Aşağıda PSG uygulama yöntem ve özellikleri sıralanmıştır:

- Uyku testi izleme odasında uygulanan test
- Evde uyku testi, Polisomnografi uygulamaları
- Video ile PSG izleme
- PSG çekimi sırasında elektrot yerleşiminin ve empedanslarının kontrolü
- Çekim esnasında PSG incelemesi, analiz ve raporlaması

3.1.5. PSG Cihazı Sistem Yazılımı

Polisomnografi cihazlarının yazılım programları, sisteme uyum sağlamak için kullanıcı tercihlerini özelleştirme, hızlı veri analizi yapabilme ve gelişmiş arşivleme gibi donatılar ile geliştirilmiş çözümler sunar. Yapılandırılabilir otomatik veri arşivleme özelliği sayesinde kayıtlar güvenli bir şekilde saklanır. Bu yazılım platformu güçlü sunucu veri tabanı ile donatılmış ayrıca entegrasyonu standartlara uyumlu olacak şekilde kodlanmıştır. Diğer biyomedikal donanımlarla uyumu hâle getirilebilir özellik de sisteme manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ve bilgisayarlı tomografi (CT) görüntüleri yüklenebilmesidir. Uyku çekimleri için hem yetişkin PSG hem de pediatrik PSG yazılımı sayesinde seçilen gruba göre uyku evrelemesi yapabilir özelliğindedir. Görsel 3.3'te PSG cihazının sistem yazılımının bilgisayara aktarılmış çekim esnasına ait ekran görüntüsüne yer verilmiştir.



Görsel 3.3: PSG program ekranı

3.2. UYKU BOZUKLUKLARI TEŞHİS CİHAZININ BAKIM VE KALİBRASYON FAALİYETLERİ

“Tıbbi Cihazların Test, Kontrol ve Kalibrasyonu Hakkında Yönetmelik” 25.06.2015 tarihli ve 29397 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanmıştır. Bu yönetmelikler gerekli durumlarda belirlenen tarihlerde, ihtiyaçlar dahilinde revize edilmektedir. Elektrofizyoloji grubu biyomedikal donanımlarını bünyesinde bulunduran sağlık tesislerinde bu cihaz sınıfına yetki grubu ataması “Fizyolojik Sinyal İzleme” olarak belirlenmiştir. Bu yönetmelik doğrultusunda sağlık tesislerinde aktif olarak kullanılan tıbbi cihazların bakım, onarım, metroloji ve kalibrasyon faaliyetlerinin doğru şekilde yürütülmesi cihazların güvenilirliği, verimliliği, teşhis/ tedavi hızı vb. gibi faktörleri etkiler. Fizyolojik sinyal izleme yetki grubuna dahil olan EEG sistemlerinin bakım ve kalibrasyon faaliyetleri sağlık tesislerindeki “Klinik Mühendislik Birimi” yetkili personeli veya ilgili firmaların yetkili teknik servis personelleri tarafından uygulanması gerekmektedir.

3.2.1. PSG Cihazının Periyodik Bakım Faaliyetleri

PSG cihazının periyodik bakım talimatları teknik servis hizmetleri; koruyucu bakım, arıza onarımını da kapsar. Cihazın fiziki kontrolü, cihazın iç ve dış temizliği, cihazların elektrik devre bağlantılarının kontrolü, cihazın A.C. (alternatif akım) güç girişi ve toprak hattı kontrolü, parazit (artifact “artefak”) ve gürültü (noise “noy”) testlerinin yapılması, elektrot ve bağlantı soketlerinin kontrolünün yapılması, bilgisayara bağlı olması halinde görüntü ve fonksiyon testlerinin gerçekleştirilmesi, cihazların görüntü hesaplama ve ölçüm periyotlarının testlerinin yapılması, cihazın tüm kontrol panelinde bulunan tuş takımı, kontrol buton ve düğmelerinin uygun temizlik ürünleri ile temizlenmesi, cihaza ait elektrotlarının yüzeyinin ve kablosunun temizlenmesi ile bakım faaliyetlerinin temel talimatları gerçekleştirilmesi önerilir.

Elektrotları dışında PSG cihazları genellikle enfeksiyon bulaş oranı düşük riskte olan gruptadır. PSG/ EEG elektrotları enfekte olmuş veya riskli görülen bir bireyde kullanımı sonrası %70-%90 oranında etil alkol, isopropil alkol veya aşındırıcı olmayan dezenfektan sıvı ile yüzey temizliğinin gerçekleştirilmesi önerilir. Bazı durumlarda PSG cihazının yüzeyi kan, irin, salgı vb. ile teması halinde hidroklorit solüsyon ile dezenfeksiyonunun sağlanması gerekmektedir.

3.2.2. PSG Cihazının Kalibrasyon Faaliyetleri

Kalibrasyon; doğruluğunun kesinleştirilmiş ve izlenebilirliği sağlanmış referans ölçüm cihazları (kalibratör vb.) ile doğruluğundan emin olunamayan bir ölçüm cihazını, ölçüm sonuçlarını kıyaslayarak analiz raporlama faaliyetlerinin bütününe denir. EEG sistemlerine dahil olan olan kablosuz ambuvar formu bir uyku bozuklukları teşhis etmekte kullanılan PSG cihazlarının kalibrasyonu genel olarak EEG sistemlerinin amplifikatörüne uygulanan elektrik kaçağı testi ve kalibratör ile uygulanan test, deney ve muayene vb. işlemler ile benzerdir. Polisonografiyi EEG amplifikatöründen ayıran teknik birkaç fark olsa da çalışma prensibi yönünden aynıdır. Klinik uygulamalarda kullanılan EEG çözümlerinin amplifikatörü ve ambuvarına uygulanan testler ve kontroller PSG cihazına uygulanması önerilen genel testler ile benzerlik gösterir. Aşağıda genel işlem basamaklarına yer verilmiştir:

- EEG sistemlerinin kalibrasyon faaliyeti, elektrot giriş paneline (amplifikatör, ambuvar vb.) bağlanan arayüz bir dış jeneratör veya cihazın iç aksamına yerleştirilebilen iç sinyal jeneratörü ile sağlanır.
- Sinyal jeneratörü frekans ve voltajı yetkili personel tarafından (biyomedikal cihaz teknikeri/teknisyeni, biyomedikal mühendisi...) tarafından seçilen sinüs veya kare dalga formu seçilerek sinyal oluşturulmalıdır. Seçilen değer cihaz aktivitesi aralığı içinde bir değere sahip olması gerekmektedir. Genellikle bu değer 0 Hz – 80 Hz (hertz) aralığında seçilmesi önerilir.

3. UYKU BOZUKLUKLARI TEŞHİS CİHAZLARININ BAKIMI

- EEG potansiyellerinin gerilim (voltaj) değerini kalibratör ile ölçerek referans gerilim (voltaj) değeri ile karşılaştırılmalıdır.
- Amplifikatör üzerindeki tüm kanalların tek tek (çoklu kanal sayısı kadar) aynı sinyali aynı empedans aralığı ile yükseltebildiğini ve filtrelediğini test edilmelidir.
- Tüm amplifikatör giriş yuvalarının eş zamanlı standart gerilim sinyallerinin iletiminin anlık ölçümü yapılmalıdır.
- EEG sistemleri için geçerli olan yazılım programını bir benzeri Polisomnografi cihazını çalıştıran kullanıcının her bir dalga formunu gerilimini sağlamak için verilen bir sinyal olmalıdır. Bu sinyal sistemin yazılımsal kalibrasyonunun referans değerlere uygun gerçekleştiğinin analizini sağlar.
- Hastadan elektrotlar bağlı iken alınan biyo-potansiyel sinyallerinin kalibratöre ait sinyaller gibi algılanarak referans standart değer aralıklarına uygunluğu kıyaslanması da özel durumlar için önerilir.



SİRA SİZDE

1. Uyku bozukluğu tedavi cihazlarının aparatlarını araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı görsellerle desteklediğiniz bir sunum hazırlayınız.
2. İnsan beyni uyku hâlindeyken uyanık olduğu saatlere kıyasla nasıl bir beyinsel aktivite sergiler araştırınız. Bulduğunuz sonuçları arkadaşlarınızla paylaşınız.

3. EŞLEŞTİRME ETKİNLİĞİ

PSG cihazının donanımları ilgili bazı özellikler aşağıdaki tabloda numaralandırılarak verilmiştir. Bu bilgileri örnekteki gibi PSG cihazının donanımlarıyla eşleştiriniz.

No.	ÖZELLİKLER
1	Cihazı ve cihaz bileşenlerini güvenli taşınabilir özellikte olmasına sağlayan aksesuarlardır.
2	Full HD video kaydedici ayarları ile sekronize olabilen haricî görüntüleme ünitesidir.
3	Hastaya uygulanan sinyalizasyonun iletimini sağlayan haricî proplardır.
4	PSG cihazı için temel ölçümlmeyi yapan ana bileşendir. Çoklu kanal sistemi ile elektrot girişlerinin cihaz üzerine konumlandırılması ile PSG'nin yanı sıra EEG ve LTM testleri içinde kullanılabilir özelliktedir.
PSG CİHAZ DONANIMLARI	
	Kaydedici (ambulatuar)
	Video kamera
1	Taşıma çantası, cihaz kılıfı ve aksesuarlar
	Metal plaka elektrot ve kablosu

3. ETKİNLİK

PSG CİHAZININ BAKIM FAALİYETLERİNİ İÇEREN AFİŞ HAZIRLAMA

Etkinlik kapsamında “PSG cihazının bakım faaliyetlerini içeren afiş” hazırlayınız. Afişi hazırlarken aşağıdaki basamakları göz önünde bulundurunuz. Etkinlik çalışmanız “PSG Cihazının Bakımı Etkinliği Değerlendirme” ölçeğindeki kriterlere göre değerlendirilecektir.

No.	BASAMAKLAR
1	Afişinizde PSG cihazının bakımıyla ilgili tüm hususların tamamına yer veriniz.
2	Afişinizi resim, fotoğraf, tablo, grafik, resim, şekil, yazı vb. en az üç farklı materyalle destekleyiniz.
3	Afişinizde Türkçenin doğru kullanımına, yazım ve noktalama kurallarına dikkat ediniz.
4	Afişinizi A3 boyutunda bir kâğıt üzerinde hazırlayınız.
5	Afişinizde PSG cihazının bakımında dikkat edilmesi gerekenlerle ilgili özet bilgilere yer veriniz.
6	Afişinizi özgün bir şekilde hazırlayınız.
7	Afişinizi/...../..... tarihinde teslim ediniz.
8	Afişinizi son teslim tarihinden sonraki ilk ders öncesinde arkadaşlarınızın görebileceği şekilde sınıfın uygun bir yerine asarak sergileyiniz.

DEĞERLENDİRME

Etkinlik çalışmanızı yan sayfada yer alan değerlendirme ölçeğindeki kriterleri yanıtlayarak değerlendiriniz.

PSG CİHAZININ BAKIMI ETKİNLİĞİ DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Yönerge: "PSG cihazının bakımını içeren afiş hazırlama" etkinliği tamamlandığında aşağıda listelenen ölçütlere göre ne kadar başarıya ulaştığınızı görmek için

1: Başlangıç düzeyinde 2: Geliştirilmeli 3: Kabul edilebilir 4: İyi 5: Çok iyi

derecelerini göz önünde bulundurarak ölçütleri (X) işaretiyle puanlayınız.

Öğrencinin Adı–Soyadı :	Öğretmenin Adı–Soyadı :
Sınıf–Numara :	Genel Değerlendirme Puanı :
Tarih :	İmza :

ÖLÇÜTLER	DÜZEY				
A) UYGULAMAYA HAZIRLIK	1	2	3	4	5
1. Afişteki bilgiler PSG cihazının bakımıyla ilgili tüm hususların tamamını kapsadı.					
2. Afişteki bilgileri farklı materyallerle destekledi.					
3. Afişi A3 boyutundaki kâğıda hazırladı.					
B) UYGULAMA					
4. Afişi özgün bir şekilde hazırladı.					
5. Afişte Türkçeyi doğru kullandı, yazım ve noktalama kurallarına dikkat etti.					
6. Afişte PSG cihazının bakımında dikkat edilmesi gerekenlere dair özet bilgilere yer verdi.					
7. Afişteki görseller ve açıklamalar birbirini destekledi.					
C) UYGULAMANIN SONLANDIRILMASI					
8. Afişi tamamlayarak sınıfın uygun bir yerinde sergiledi.					
9. Afişte PSG cihazının bakım faaliyetlerine yer verdi.					
10. Afişi verilen süre içerisinde teslim etti.					
SÜTUNLARIN TOPLAMLARI					
ÖLÇEK PUANI					

Toplam puanın 100'lük sisteme dönüşümü: puandır.

DEĞERLENDİRME

Eğer bu ölçekten 100 üzerinden 70 puan aldıysanız bu öğrenme için başarınız yeterli düzeyde demektir. 69 veya altında puan almışsanız ilgili önceki öğrenmeleri tekrar ediniz.

Faaliyet ile İlgili Notlar:

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda verilen cümlelerin başındaki parantez içerisine doğru ise “ D”, yanlış ise “ Y” yazınız.

1. (...) Taşınabilir kablosuz PSG kaydedici cihazının ünitesinin gerekli durumlarda bir EEG cihazı gibi çalışması mümkün değildir.
2. (...) PSG cihazı ambulatuvarları tek kanalıdır.
3. (...) PSG cihazları empedans kontrolü yapılabilir özelliktedir.
4. (...) EEG/PSG cihazlarının tıbbi cihaz sınıflandırmasındaki yetki grubu “Manyetik Rezonans Görüntüleme Sistemleri ve Bileşenleri” olarak belirlenmiştir.
5. (...) PSG çalışma prensibine göre alınan biyopotansiyel sinyallerin gürültüsü maksimum düzeyde filtresiz olarak algılanır.
6. (...) PSG’de ölçülen voltaj dalgalanmaları çok büyük değerlerde olduğundan kaydedilen veriler sayısallaştırılır ve ambulatuara gönderilir.
7. (...) PSG cihazlarında video kamera, elektrotlar ve bağlantı kabloları haricî cihaz bağlantılarıdır.

B) Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun olan ifadeyi yazınız.

8. Polisomnografi çekimi uyku odasında gerçekleşecek durumlar için cihaza haricî eklenen video kameralar.....özelliginde tercih edilir.
9. PSG/EEG cihazlarında en temel arıza sorunu empedans değerlerinde çıkan parazit sinyallerin oluşturduğu sinyallere tıp terminolojisinde.....sinyaller denir.
10. PSG cihazları portatif özellikte olduğu için hasta üzerinde kayıt esnasında gücü cihazınbiriminden alır.
11. PSG cihazları ile yapılacak testler için seçilen elektrotlar metal plaka elektrot olup yüzeyleri.....empedansları ise..... değerlerde olan metallerden tercih edilir.

C) Aşağıdaki soruların doğru olan seçeneğini işaretleyiniz.

12. Aşağıdakilerden hangisi PSG cihazı birim veya donanımlarından değildir?

- A) Kaşıklar
- B) Elektrot kablosu
- C) Kamera sistemi
- D) Kaydedici
- E) Portatif çanta ve cihaz kılıfı

13. Aşağıdakilerden hangisi PSG cihazı bakım faaliyetlerinden biri değildir?

- A) Cihazın periyodik kalibrasyon testleri
- B) Cihazın A.C. güç girişi, toprak hattı ve artefakt kontrolü
- C) Kaçak akım testi
- D) Gürültü testi
- E) Cihazın fiziki kontrolü ve iç dış temizliği

14. PSG cihazı bakım faaliyetlerinden hasta ile temas eden elektrotların dezenfeksiyonu için aşağıdaki maddelerden hangisi kullanılamaz?

- A) Etil alkol
- B) İsopropil alkol
- C) Saf su
- D) Aşındırıcı olamayan dezenfektan madde
- E) Hidroklorik asit

- I. Beyin dalgaları
- II. Uykuda solunum durması ve oranı
- III. Vücut pozisyonu


15. Yukarıda verilen parametrelerden hangisi veya hangileri PSG cihazı ve donanımları tam bağlanmış bir hastadan ölçülebilir?

- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) I ve III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

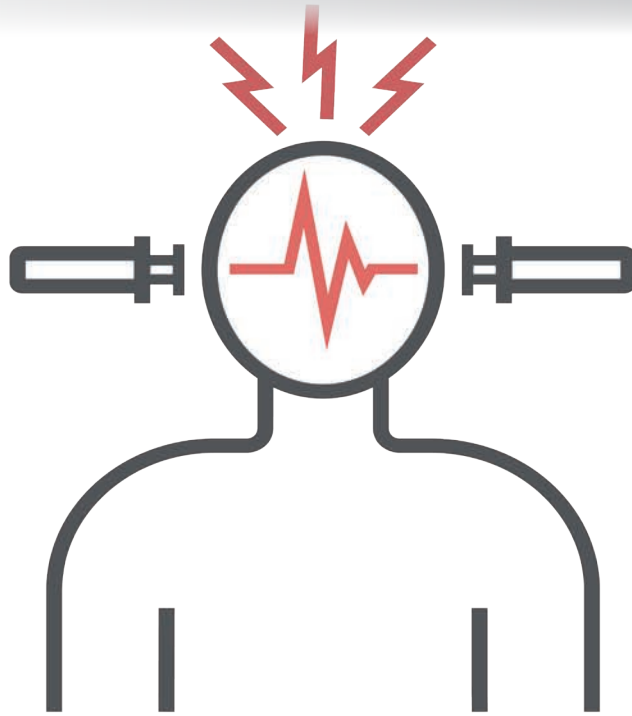
Ç) Aşağıda verilen açık uçlu sorunun cevabını boş bırakılan bölüme yazınız.

16. PSG cihazının genel çalışma prensibini anlatınız.





**NÖROLOJİK
PSİKOLOJİK
BOZUKLUKLARI TEŞHİS
CİHAZLARININ BAKIMI**



**ELEKTROKONVÜLSİF
TERAPİ**

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Nörolojik-psikolojik bozuklukları teşhis edici cihazla ölçüm yöntemleri
- Nörolojik-psikolojik bozuklukları teşhis edici cihazların bakımı ve kalibrasyonu

ANAHTAR KELİMELER

Elektrokonvülsif tedavi, elektroşok, direnç, konvülsif, EKT, kaçak akım, yazılım, anestezi, sinüs dalga, jak, pin, tıbbî sarf malzeme, kognitif, bilişsel bozukluk.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. İnsanlarda sadece baş ve boyun bölgesine uygulanan fizyolojik sinyal izleyicileri araştırınız. Bulduğunuz içerikleri sınıf ortamında arkadaşlarınız ile paylaşınız.
2. Ameliyathane ortamında kullanılan fizyolojik sinyal izleyicileri ve uygulama yöntemlerini sınıf içerisinde tartışınız.

4. ÖĞRENME BİRİMİ



4. NÖROLOJİK-PSİKOLOJİK BOZUKLUKLARI TEŞHİS CİHAZLARININ BAKIMI

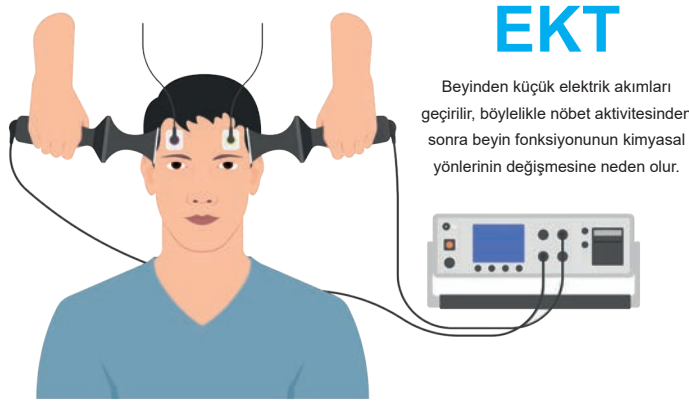
4.1. NÖROLOJİK PSİKOLOJİK BOZUKLUKLARI TEŞHİS EDİCİ CİHAZLA ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Psikiyatrik ve nörolojik rahatsızlıklar için güvenli ve etkili tıbbi tedavi yöntemleri için geliştirilmiş, teşhis amaçlı tasarlanmış elektrofizyoloji grubu cihazları aşağıda sıralanmıştır:

- EEG (rutin amaçlı EEG sistemleri vb.)
- EKT
- EOG
- ERG

4.1.1. Elektrokonvülsif Tedavi (EKT)

Elektrokonvülsif tedavi (EKT) belli psikiyatrik rahatsızlıklar için güvenli ve etkili bir tıbbi tedavidir. EKT tedavisi aynı zamanda “beyne elektrik uyarımı” “elektroşok tedavisi” veya “şok tedavisi” olarak da bilinmektedir. EKT 1938’den itibaren birçok psikiyatrik bozukluğun tedavisi için kullanılmaktadır. EKT kullanılmaya başlandığından beri, etkinliğini artırmak ve yan etkilerini azaltmak üzerine geliştirilmiştir. EKT uygulanacak hastanın öncelikle birtakım kan tahlilleri yapılır, kalp grafisi, beyin elektrosu ve MR’ı çekilir. Hastanın anestezi almasında ve EKT uygulanmasında sakınca olup olmadığı dahiliye, anestezi ve nöroloji uzmanları tarafından değerlendirilir (Görsel 4.1).



Görsel 4.1: EKT uygulaması

EKT'nin Etki Düzeneği, Teknik Özellikleri ve Uygulama Biçimi

Çeşitli ruhsal hastalıklar üzerine EKT'nin olumlu etkisi gözlenmekle birlikte iyileşmeyi nasıl sağladığı tam olarak açıklanamamış, EKT'nin etki düzeneğini açıklamak amacıyla çeşitli varsayımlar ortaya atılmıştır. Bunlardan bazıları aşağıda başlıklar hâlinde verilmiştir.

Amnezi Kuramı: EKT uygulamalarının ilk kez kullanıma başlandığı yıllarda ruhsal bozuklukların bilinç-dışı çatışmalardan kaynaklandığını ve EKT'nin bu çatışmaları bilinçdışının ulaşamayacak derinliklerine iterek iyileşme sağladığı ileri sürülüyordu. Ancak teknolojik gelişmeler ile EKT'nin amnestik etkisi çok az görülür olunca, bu kuram eski önemini yitirmiştir.

Otonom Sinir Sistemi Kuramı: EKT'de kolinerjik etkinliğin artırılması, sempatik ve parasempatik sinir sistemleri arasındaki dengeyi bozar; sağaltım sürecinde beyin omurilik sıvısında asetil kolin ve kolin esteraz düzeyleri yükselir. Öte yandan antikolinerjik ilaçlarla EKT'nin duygu durumları ve fizyolojik işlevler üzerindeki etkileri tersine çevrilebilmektedir. Bu görüş bugün hâlâ geçerliliğini korumaktadır.

Antikonvülsan kuramı: Uygulanan EKT sayısı arttıkça nöbet eşiği de yükselir ki bu durum bazı yazarlara göre EKT'nin antidepresan etkinliğinin temeline bağlanmaktadır; oysa GABA (beyindeki başlıca baskılayıcı nöro-iletici) düzeylerini araştıran çalışmalar bu görüşü doğrulamamıştır.

Nörohumoral kuram: Antidepresanların dopamin, noradrenalin ve serotonin üzerinden etki etmelerinden yola çıkılarak yapılan insan ve hayvan çalışmaları bu kuramı geçersiz kılmıştır.

Nöroendokrin kuram: Beyin, endokrin işlevleri tüm yaşamsal süreçleri denetlemektedir. Bazı araştırmacılara göre EKT'nin etkisi, konvülsiyonların beyin sapı yapılarındaki hormonal dengeleri değiştirmesine bağlanmıştır. Beyin omurilik sıvısı bol miktarda hipotalamus ve hipofiz kaynaklı peptid içermektedir. Nöronal konvülsiyon bir yandan hipotalamus ve hipofizden beyin omurilik sıvısına peptid salınmasına yol açarken öbür yandan hücreleri peptid üretmeleri için uyarır. Peptid yetersizliği giderilince hastalık da düzelir. Duygu durumları, düşünce, bellek ve motor işlevlerdeki bozuklukların peptid düzeylerindeki bozukluklarla ilişkili olduğu düşünülmektedir ancak bu peptidler henüz keşfedilememiştir.

4.1.2. EKT Cihazının Bağlantı Ayarları ve Sistem Kontrolleri

Nörofizyolojik bulguların tıbbi açıdan incelenebilmesi için geliştirilen elektroensefalogram biyomedikal donanım sistemleri kombine cihaz grubuna dahildir. Bunun sebebi EKT'lerin toplama sistemlerinin ve inceleme istasyonlarının başlıca temel kombinasyonların bir araya getirilerek tasarlanmış olmalarındandır. EKT toplama sistemleri modülerdir ve çeşitli mevcut konfigürasyonlara sahiptirler (Görsel 4.2).



Görsel 4.2: EKT cihazı

EKT sistemleri genel olarak yedi temel aksamdan meydana gelir. Bu aksamlar arası koordinasyon bağlantılarıyla sağlanır. Bağlantı ayarları doğru şekilde gerçekleştirildiğinde EKT sistem kontrolleri sağlanmış olur. Bağlantı ayarlarının doğru algılanabilmesi için önce temel EKT çözümlerinin bir araya getirildiği üniteler bilinmelidir. Bu üniteler sistematik olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. **Amplifikatör:** Hastaya amplifikasyonun ve sinyalizasyonun sağlanabilmesi için uygulanan en temel cihaz ünitesidir.
2. **Besleme Kaynağı:** Sistemin ihtiyacı olan gücün sağlandığı ünitedir.
3. **Harcî Modüller:** Stimülasyonun sağlanması için sisteme hariçten bağlantı yapılarak takılan flaş stimülatörü vb. aksamlardır.

Günümüzde elektrokonvülsatörler 110 ya da 220 voltluk şehir elektriğine bağlanabilen, 70-130 volt alternatif akım verebilen ve zaman ayarı olan cihazlardır. EKT'de kullanılan elektriğin niteliği "Ohm Kanunu" ile tanımlanır.

$$\text{Volt (V)} = \text{Akım (I)} \times \text{Direnç (R)}$$

EKT'deki elektriğin dozu veya yoğunluğu, şarj (miliamper-saniye) ya da enerji (watt-saniye veya joule) cinsinden ölçülebilmektedir. En önemli direnç (rezistans) noktaları elektrodun bedene temas ettiği yerler ve beden noktalarının yapısıdır. Kafatası yüksek bir dirence sahipken beyin düşük bir direnç gösterir. Bu farka bağlı olarak hastaya verilen akımın voltajı yanında süresi ve dolayısıyla yoğunluğu da ayarlanabilmektedir. Çünkü verilen akımın voltajı, süresi ya da ikisi beraber dozu oluşturmaktadır. Akım süresi 0,1-1 saniye arasında değişmekte ve bu süre cihazda bulunan bir kumanda düğmesiyle denetlenebilmektedir.

4. NÖROLOJİK-PSİKOLOJİK BOZUKLUKLARI TEŞHİS CİHAZLARININ BAKIMI

EKT cihazları akım şiddetini, voltajı ya da enerjiyi sabit tutabilir. Hastaya uygun konvülsif nöbet oluşturacak dozda ve süre zarfında elektrik akımı uygulanmalıdır. Bu doz ve süre genellikle 80 volt ve 0,2 saniyedir. Cihazla elektrik akımı sürekli veya aralıklı olarak ayarlanabilmektedir.

Elektrik akımıyla ilgili çalışmalar gelişmeleri de etkilemiş ve artırmıştır. Akım (uyaran), dalga biçimi belirli bir EKT cihazının oluşturduğu elektriksel akım tipidir. Akım sinüs dalga (sinüzoidal, sine wave) ya da vurumlu (pulse) dalga şekillerinde olabilir. Vurumlu akım ise kısa vurumlu (brief pulse), ultra kısa vurumlu (ultra brief pulse) olarak ikiye ayrılır. Kısa vurumluda akım süresi 1-2 milisaniye, ultra kısa vurumlu da ise 0,5 milisaniyeden daha kısadır.

Daha önceleri sabit voltaj, sinüs dalgası ve yüksek enerji akımı kullanılan cihazlara karşı, son teknoloji EKT cihazları sabit voltaj, kısa vurumlu ve düşük enerjili akım verir. Yani bu son teknoloji cihazlar bir büyük konvülsiyon oluşturmak için gereken enerjinin sadece 1/3'üne gereksinim duyarlar. Ayrıca bilişsel (kognitif) bozuklukların altında yatan önemli bir etmen olan akım yoğunluğunun azalmasına katkıda bulunur. Böylelikle kısa vurumlu EKT kullanımı, geleneksel sinüs dalga uygulamasına göre konvülsiyon sonrası bellek bozukluğunu azaltabilir.

Kısa vurumlu akım, sinüs dalga akımına göre az yan etkili ancak biraz daha düşük etkinliktedir. Özellikle tek yanlı kullanıldığında bir sabit voltaj cihazıyla, nöbet eşliğini orta derecede geçen kısa vurumlu akım verildiğinde en verimli sonuç elde edilir. Bu tipik olarak 5-40 joule enerji verilmesiyle sonuçlanır. Kardiyak defibrilasyon veya kardiyoversiyon için verilen elektrik miktarının 200-400 joule olduğu düşünüldüğünde aradaki fark görülmektedir. Ultra kısa vurumlu akımın konvülsiyon oluşturabilmesi için çok yüksek pik akım düzeylerine ihtiyaç duyulur. Ancak klinik uygulamada ultra kısa vurumlu akımın hem sağaltıcı etkinliği hem de bilişsel yönden üstünlüğü tartışmalıdır.

4.1.3. EKT Cihazının Elektrot Bağlantısı

EKT sisteminin stimülatörü, ticari olarak temin edilebilen elektrotlar aracılığıyla hastaya bağlanır. Yani EKT çözümleri için hasta ile cihaz arasındaki bağlantı elektrotlar aracılığıyla sağlanmış olur. Elektrotlar için belirli bir marka veya model önerilmemektedir. Elektrotlar iki yanlı (bilateral, bitemporal) veya tek yanlı (unilateral, temporal ve mastoid üzerine) yerleştirilerek uygulanır. Gerek iki yanlı EKT cihazı gerekse tek yanlı EKT anestezi ile veya yalın olarak uygulanabilir (Görsel 4.3). Elektrotların iki yanlı yerleştirilmesi ile tek yanlı yerleştirilmesi karşılaştırıldığında, her iki yöntemin etki ve yanıt oranı arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Hastanın çok ağır veya hızla kötüleşen durumlarında öyküsünde tek yanlı uygulamanın yetersiz kalması hâlinde hastaya iki yanlı uygulama başlanması önerilmektedir. Tek yanlı uygulama, iki yanlı ile aynı zaman diliminde aynı etkiyi yapıyorken kısa dönemde daha az bilişsel bozulmaya sebep olmaktadır. EKT cihazının gerekli sayıda seçilen kanal sayısı ile amplifikatörün üzerinde bulunan elektrot çıkış yuvalarına elektrotlar bağlanır. Bu elektrotlar cihaz çalışmaz durumdayken içinde steril saf su bulunan bir kaptaki bekletilir.



Görsel 4.3: EKT cihazı bağlantı noktaları



Bilgi Kutusu

EKT sistemleri için seçilen elektrodun kalitesi, çekimin kalitesini etkileyen önemli bir faktör. Bu nedenle elektrotların çelik, gümüş, altın gibi farklı metallerden yapılmış olanları tercih edilmelidir.

Amplifikatör üzerinde bulunan elektrot çıkış yuvası ile konektör noktaları arasındaki bağlantı standart jaklarla sağlanır. Jaklar nazik bir şekilde yuvasına yerleştirilmeli ve zorlanmamalıdır.

4.1.4. EKT Cihazının Fonksiyon Testi

EKT cihazlarının çalışma fonksiyon testi uygulaması için öncelikle cihaz çalıştırılmalıdır. EKT sistem fonksiyonlarının çalışma testi için öncelikle cihaz aşağıdaki basamaklar takip edilerek başlatılmalıdır.

1. Öncelikle güç kaynağı amplifikatöre bağlanmalı ve besleme gerilimi aldığı kontrol edilmelidir. UPS kesintisiz güç kaynağının ana gövdeyi beslediğinden emin olunmalıdır. EKT sistemleri için gücün UPS ile desteklenmesi önerilir.
2. Cihazı açmak için açma/kapama düğmesinin en az 2 saniye basılı tutulması gerekir. Ardından amplifikatör kullanıma hazır olduğunda durum LED'i yeşil ışık gösterir.
3. Durum LED'i yeşil olduğunda cihaz kullanıma hazırdır.
4. EKT çekimi alanında yetkili sağlık personelinin (elektronörofizyoloji teknikeri, doktor vb.) elektrotlar pasta kullanılarak ve gerekli sarf tıbbi malzemelerle hastaya doğru koordinasyonlarda takılır. Ardından amplifikatöre elektrot kablolarının kanallara doğru yerleştirildiğinden emin olunmalıdır. Çekimin başlaması için yazılım programında bulunana EKT menüsünden "Kayıt" tuşuna basılmalıdır. Çekim doğru polarizasyonda ise istenilen sürede tamamlanır. Sisteme bağlı medikal yazıcıdan çekime ait hasta bilgilerini de içeren rapor ve analizler çıktı olarak temin edilebilir.
5. İşlemler tamamlandığında güç açma/kapama düğmesinin en az 3 saniye basılı tutulması gerekir. Daha sonra güç anahtarı bırakılmalıdır. Ardından durum LED'inde herhangi bir ışık belmezse amplifikatör kapatılmış demektir.

4.2. NÖROLOJİK-PSİKOLOJİK BOZUKLUKLARI TEŞHİS EDİCİ CİHAZLARIN BAKIMI VE KALİBRASYONU

Nörolojik-psikolojik bozuklukları teşhis edici cihazların doğru ve güvenilir çalışabilmesi için düzenli olarak bakımı, kalibrasyonu ve EKT cihazı kaçak akım testi yapılmalıdır.

4.2.1. EKT Cihazın Bakımı

EKT cihazı, kullanıldıktan sonra %70-%90 etil alkol ya da isopropil alkolle veya aşındırıcı olmayan başka bir dezenfektanla silinmelidir. EKT donanımlarını kontrol eden yazılımı, uygulama esnasında kontrol edilmeli, orijinal yüklü program çalışmasıyla da bir sonraki çalışma devamlı kontrol edilmelidir. Programda uygulama dışı bir problem görüldüğünde servis el kitabına bakılmalı ve üretici firmayla temasa geçilmelidir. Bağlantı kutusunun fiziki durumuna bakılmalı; özel, aşındırmayan temizleme maddeleriyle temizlenmesine özen gösterilmelidir. Elektrot ve kabloların temizliği servis el kitabındaki talimatlarına uygun şekilde yapılmalıdır.

4.2.2. EKT Cihazı Sistem Kalibrasyonu

EKT sisteminin bağlı olduğu bilgisayar veri tabanına yüklü EKT program yazılımı sistem kalibrasyonuna programlanmıştır. Sistem kalibrasyon seçeneği ile periyodik olarak veya gerekli görülen durumlarda gerçekleştirilebilir. Bilgisayara yüklü EKT program menüsünden "Kalibrasyon" butonundan seçeneklere geçilir ve doğru dalga formu seçilir. Bu dalga biçimi için kare dalga formu veya sinüs dalga eğrisi seçilmesi önerilir. Her tip dalga formu için μV (mikro volt) cinsinden kalibrasyon voltajı Hz cinsinden frekansı ayarlanmalıdır.

4. NÖROLOJİK-PSİKOLOJİK BOZUKLUKLARI TEŞHİS CİHAZLARININ BAKIMI

4.2.3. EKT Cihazı Kaçak Akım Testi

Elektrik enerjisiyle beslenen biyomedikal cihazların tümünde olduğu gibi EKT cihazlarına da yılda en az bir kez EGT (elektriksel güvenlik testi) uygulamak zorunludur. Bu sayede akıma maruz kalan tüm üniteleri için kaçak akım testi uygulanarak güvenilirliği sağlanmış olur. Testleri uyguladıktan sonra raporlama ve etiketleme işlemleri sürecin izlenebilirliği için zorunlu tutulan bir prosedürdür. Elektriksel olarak karşımıza çıkar. Elektriksel güvenlik için kontrol edilmesi gereken genel EKT sistem bileşenleri şunlardır:

- Amplifikatör/Stimülatör
- Tıbbi cihaz uyumlu güç kaynağı
- Yazılım (software)
- Elektrotlar (iletkenlik özelliğiyle)
- Bağlantı kabloları

Elektriksel güvenlik testi için uygulanan işlem basamakları şu şekildedir:

- Teste başlamadan önce cihazın temel bakımı olan dezenfeksiyon ve temizliği uygun malzemelerle gerçekleştirilmelidir.
- İkinci adım olarak fiziksel hasar kontrolü sistemin her bir bileşeni için yapılmalıdır.
- EKT elektrot ve kabloları kontrol edilmeli ve hasarlı olanları yenileriyle değiştirilmelidir.
- Dâhilî bataryalar/piller cihaza uygun marka/modele göre değiştirilmesi önerilir.
- Standardına uygun mevcut versiyonuna göre cihaza elektriksel güvenlik testi uygulanmalı olası kaçak akım vb. durumlar tespit edilmelidir.
- Test raporunun dokümantasyon işlemi yapılmalı, analiz ve rapor içeriği belirlenen standartlar çerçevesinde düzenlenmelidir.
- Bir sonraki periyodik EGT testi için cihazın durumu hakkında uygulanan test tarih, cihaz künye bilgisi vb. içerikler etiketlenerek cihaz üzerinde bulundurulmalıdır.



Bilgi Kutusu

EKT sistemleri tasarım ve üretim farklılıklarından dolayı kanal sayısı cihaz marka/modellerine göre farklılıklar gösterebilir.



SİRA SİZDE

Elektrokonvülsif tedavi gerektiren bir rahatsızlıkta beyne verilen elektrik akımının oranlarını araştırınız. EKT cihazıyla hastaya uygulanan akımın frekans aralığının hangi değerlerde risk oluşturabileceğini araştırınız. Bulduğunuz sonuçları arkadaşlarınızla paylaşınız.

4. EŞLEŞTİRME ETKİNLİĞİ

EKT cihaz birimleriyle ilgili bazı bilgiler aşağıdaki tabloda numaralandırılarak verilmiştir. Bu bilgileri örnekteki gibi doğru birimle eşleştiriniz.

No.	ÖZELLİKLER
1	Hastaya uygulama yapılan en temel cihaz ünitesidir.
2	EKT ile yapılan analizleri programlayan birimdir.
3	EKT cihaz aparatları arasında konnektör görevi gören materyallerdir.
4	Sistemin ihtiyacı olan gücün sağlandığı ünedir.
5	Biyolojik işaretlerin algılanabilmesi için vücutla EKT cihazı ölçme düzeni arasındaki iletişimi sağlayan iletken materyallerdir.
EKT BİRİMLERİ	
	Elektrotlar
1	Amplifikatör
	Yazılım
	Bağlantı kabloları
	Bağlantı kabloları

4. ETKİNLİK

EKT CİHAZININ GENEL FONKSİYON TESTLERİNİ VE BAKIMINI İÇEREN AFİŞ HAZIRLAMA

Etkinlik kapsamında “ EKT cihazının genel fonksiyon testleri ve bakımı” konulu bir afiş tasarlayınız. Afişi hazırlarken aşağıdaki basamakları göz önünde bulundurunuz. Etkinlik çalışmanız EKT Cihazlarının Genel Fonksiyon Testlerini ve Bakımını İçeren Afiş Hazırlama Etkinliği Değerlendirme Ölçeği’ndeki kriterlere göre değerlendirilecektir.

No.	BASAMAKLAR
1	Afişinizde EKT cihazlarının genel fonksiyon testleriyle ve bakımıyla ilgili hususlara yer veriniz.
2	Afişinizi resim, fotoğraf, tablo, grafik, resim, şekil, yazı vb. en az üç farklı materyalle destekleyiniz.
3	Afişinizde Türkçenin doğru kullanımına, yazım ve noktalama kurallarına dikkat ediniz.
4	Afişinizi A3 boyutunda bir kâğıt üzerinde hazırlayınız.
5	Afişinizde EKT cihazlarının genel fonksiyon testlerinde ve bakımında dikkat edilmesi gerekenlerle ilgili özet bilgilere yer veriniz.
6	Afişinizi özgün bir şekilde hazırlayınız.
7	Afişinizi/...../..... tarihinde teslim ediniz.
8	Afişinizi son teslim tarihinden sonraki ilk ders öncesinde arkadaşlarınızın görebileceği şekilde sınıfın uygun bir yerine asarak sergileyiniz.

DEĞERLENDİRME

Etkinlik çalışmanızı yan sayfada yer alan değerlendirme ölçeğindeki kriterleri yanıtlayarak değerlendiriniz.

EKT CİHAZININ GENEL FONKSİYON TESTLERİNİ VE BAKIMINI İÇEREN AFİŞ HAZIRLAMA ETKİNLİĞİ DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Yönerge: “EKT cihazının genel fonksiyon testlerini ve bakımını içeren afiş hazırlama” etkinliği tamamlandığında aşağıda listelenen ölçütlere göre ne kadar başarıya ulaştığınızı görmek için

1: Başlangıç düzeyinde 2: Geliştirilmeli 3: Kabul edilebilir 4: İyi 5: Çok iyi

derecelerini göz önünde bulundurarak ölçütleri (X) işaretiyle puanlayınız.

Öğrencinin Adı–Soyadı :	Öğretmenin Adı–Soyadı :
Sınıf–Numara :	Genel Değerlendirme Puanı :
Tarih :	İmza :

ÖLÇÜTLER	DÜZEY				
A) UYGULAMAYA HAZIRLIK	1	2	3	4	5
1. Afişteki bilgiler EKT'nin genel fonksiyon testleriyle ve bakım faaliyetleriyle ilgili tüm hususların tamamını kapsadı.					
2. Afişteki bilgileri farklı materyallerle destekledi.					
3. Afişi A3 boyutundaki kâğıda hazırladı.					
B) UYGULAMA					
4. Afişi özgün bir şekilde hazırladı.					
5. Afişte Türkçeyi doğru kullandı, yazım ve noktalama kurallarına dikkat etti.					
6. Afişte EKT cihazının çalışma fonksiyon testlerinde ve bakım faaliyetlerinde dikkat edilmesi gerekenlere dair özet bilgilere yer verdi.					
7. Afişteki görseller ve açıklamalar birbirini destekledi.					
C) UYGULAMANIN SONLANDIRILMASI					
8. Afişi tamamlayarak sınıfın uygun bir yerinde sergiledi.					
9. Afişte EKT cihazının fonksiyon testlerine ve bakım faaliyetlerine yer verdi.					
10. Afişi verilen süre içerisinde teslim etti.					
SÜTUNLARIN TOPLAMLARI					
ÖLÇEK PUANI					

Toplam puanın 100'lük sisteme dönüşümü: puandır.

DEĞERLENDİRME

Eğer bu ölçekten 100 üzerinden 70 puan aldıysanız bu öğrenme için başarınız yeterli düzeyde demektir. 69 veya altında puan almışsanız ilgili önceki öğrenmeleri tekrar ediniz.

Faaliyet ile İlgili Notlar:

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda verilen cümlelerin başındaki parantez içerisine doğru ise “ D”, yanlış ise “ Y” yazınız.

1. (...) Elektrokonvülsif Tedavi (EKT) belli psikiyatrik rahatsızlıklar için güvenli ve etkili bir tıbbi tedavidir.
2. (...) Elektroensefalogram biyomedikal donanım sistemleri kombine cihaz grubuna dâhil değildir.
3. (...) EKT cihazlarına yılda en az üç kez EGT (elektriksel güvenlik testi) uygulamak zorunludur.
4. (...) EKT tedavisi aynı zamanda “beyne elektrik uyarımı” “elektroşok tedavisi” veya “şok tedavisi” olarak da bilinmektedir.
5. (...) Antikonvülsan kuramında uygulanan EKT sayısı arttıkça nöbet eşiği azalır.
6. (...) Nöroendokrin kuramında beyin, endokrin işlevleri tüm yaşamsal süreçleri denetlemez.

B) Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun olan ifadeyi yazınız.

7. EKT’de kullanılan elektriğin niteliği ile tanımlanır.
8. Sistemin ihtiyacı olan gücün sağlayan ünitesidir.
9. Stimülasyonun sağlanması için sisteme hariçten bağlantı yapılarak takılan flaş stimülatörü vb. akşamlara denir.
10. Elektrokonvülsatörler 110 ya da 220 voltluk şehir elektriğine bağlanabilen, alternatif akım verebilen ve zaman ayarı olan cihazlardır.

C) Aşağıdaki soruların doğru olan seçeneğini işaretleyiniz.

11. Hastaya amplifikasyonun ve sinyalizasyonun sağlanabilmesi için uygulanan en temel cihaz ünitesi hangisidir?

- A) Amplifikatör
- B) Besleme kaynağı
- C) Haricî modüller
- D) Elektrot
- E) Stimülatör

12. Amplifikatör üzerinde bulunan elektrot çıkış yuvası ile konektör noktaları arasındaki bağlantı hangi aparat ile sağlanır?

- A) LED
- B) Elektrot
- C) Amplifikatör
- D) Jaklar
- E) Bağlantı tuşları

13. Aşağıdaki teşhis amaçlı tasarlanmış elektrofizyoloji grubu cihazı değildir?

- A) EEG
- B) EKT
- C) EOG
- D) ERG
- E) MR

Ç) Aşağıda verilen açık uçlu sorunun cevabını boş bırakılan bölüme yazınız.

14. Elektrokonvülsif tedavi (EKT)'nin kullanım alanı nerelerdir açıklayınız.

15. Elektrokonvülsif tedavi (EKT)'nin ünitelerini ve bu ünitelerin işlevleri açıklayınız.

16. Elektriksel güvenlik için kontrol edilmesi gereken genel EKT sistem bileşenlerini açıklayınız.

17. EKT'deki elektriğin dozu veya yoğunluğu ölçümünü açıklayınız.



KAYNAKÇA

- Bilkosis Medikal Ürünler Ltd. Şti. (2022). Micromed Brain Quick Systems, EEG-PSG Sistemleri Teknik Servis Manueli.
 - Bilkosis Medikal Ürünler Ltd. Şti. (2022). Micromed Brain MYQuick Systems, EMG-ENG Sistemleri Teknik Servis Manueli.
 - Küçükyazıcı, B. (2022). Brain Center İstanbul, İnsan Beyni Nasıl Çalışır & Uyku Düzeni Nasıl Düzeltilir. İnceleme.
 - Serbest, K., Eldoğan, O. (2014). İskelet Kaslarının Yapısı Ve Biyomekaniği. Academic Platform Journal of Engineering and Science.
 - TDK, (2012). Yazım Kılavuzu. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
 - TDK, (2011). Türkçe Sözlük. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
 - TİTCK, T.C. Sağlık Bakanlığı, (2015). Tıbbi Cihazların Test, Kontrol ve Kalibrasyonu Yönetmeliği. Ankara: Resmî Gazete (25.06.2015)
- * Bu kitapta kaynakça, APA6 kaynak gösterme yöntemine göre oluşturulmuştur.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

- <https://khgm.saglik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 25.05.2022, Erişim Saati: 09:00)
- <https://www.titck.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 02.04.2022, Erişim Saati: 17:00)
- <https://www.bilkosis.com.tr/> (Erişim Tarihi: 29.03.2022, Erişim Saati: 07:00)
- <https://www.noroloji.org.tr/> (Erişim Tarihi: 22.04.2022, Erişim Saati: 21:00)
- <http://www.frankshospitalworkshop.com/> (Erişim Tarihi: 22.06.2022, Erişim Saati: 11:00)
- <https://www.emo.org.tr/> (Erişim Tarihi: 19.01.2022, Erişim Saati: 08:00)
- <https://www.braincenter.com.tr/> (Erişim Tarihi: 05.06.2022, Erişim Saati: 12:00)
- <https://khgmstokyonetimdb.saglik.gov.tr/Eklenti/24380/0/biyomedikal-adlandirma-ve-siniflandirma-kilavuzupdf.pdf> (Erişim Tarihi: 25.02.2022, Erişim Saati: 06:00)
- https://www.emo.org.tr/ekler/ccb827f6b725976_ek.pdf (Erişim Tarihi: 27.04.2022, Erişim Saati: 01:00)

GÖRSEL KAYNAKÇASI



Görsel kaynakça sayfasına ulaşmak için yukarıdaki kodu tarayın ya da aşağıdaki linke erişim sağlayın.

<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2347>

CEVAP ANAHTARI

1.ÖĞRENME BİRİMİ

EŞLEŞTİRME ETKİNLİĞİ	
3	Kesintisiz güç kaynağı
4	Video kamera
1	Amplifikatör
2	Medikal yazıcı
6	Haricî modüller
7	Besleme kaynağı
8	Programlı bilgisayar
5	Monitör

DOĞRU-YANLIŞ	
1	YANLIŞ
2	DOĞRU
3	YANLIŞ
4	YANLIŞ
5	DOĞRU
6	YANLIŞ

BOŞLUK DOLDURMA	
7	serebral
8	potansiyel farkı
9	elektrot pastası
10	LED

ÇOKTAN SEÇMELİ	
11	B
12	D
13	D
14	A
15	E

2.ÖĞRENME BİRİMİ

EŞLEŞTİRME ETKİNLİĞİ	
3	İzolasyon trafosu
1	Toplama cihazı
2	Yazıcı
5	Haricî modüller
6	Besleme kaynağı
7	Programlı bilgisayar
4	Bilgisayar monitörü

DOĞRU-YANLIŞ	
1	DOĞRU
2	DOĞRU
3	YANLIŞ
4	DOĞRU
5	DOĞRU

BOŞLUK DOLDURMA	
6	Tek
7	multi tester
8	Faz kalemi
9	Sinirler
10	Motor ünite aksiyon potansiyelleri (MÜAP) olarak

ÇOKTAN SEÇMELİ	
11	A
12	E
13	A
14	C
15	A

3.ÖĞRENME BİRİMİ

EŞLEŞTİRME ETKİNLİĞİ	
4	Kaydedici (ambulator)
2	Video kamera
1	Taşıma çantası, cihaz kılıfı ve aksesuarlar
3	Metal plaka elektrot ve kablosu

DOĞRU-YANLIŞ	
1	YANLIŞ
2	YANLIŞ
3	DOĞRU
4	YANLIŞ
5	YANLIŞ
6	YANLIŞ
7	DOĞRU

BOŞLUK DOLDURMA	
8	kızılötesi (infrared)
9	artefakt
10	batarya (pil)
11	büyük, küçük (minimum)

ÇOKTAN SEÇMELİ	
12	A
13	A
14	E
15	E

4.ÖĞRENME BİRİMİ

EŞLEŞTİRME ETKİNLİĞİ	
5	Elektrotlar
1	Amplifikatör
2	Yazılım
3	Bağlantı kabloları
4	Güç kaynağı

DOĞRU-YANLIŞ	
1	DOĞRU
2	YANLIŞ
3	YANLIŞ
4	DOĞRU
5	YANLIŞ
6	YANLIŞ

BOŞLUK DOLDURMA	
7	Ohm Kanunu
8	Besleme kaynağı
9	Haricî modüller
10	70-130 volt

ÇOKTAN SEÇMELİ	
11	A
12	E
13	E

Notlar



A series of horizontal dotted lines for writing notes, spanning the width of the page.

Notlar



A series of 25 horizontal dotted lines for writing notes, arranged in a large rounded rectangular frame.