

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ**

**KAS SİNİR SİNYAL İZLEYİCİLERDE  
ARIZA  
523EO0269**

**Ankara, 2012**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1.ENMG (EMG-ENG) CİHAZLARININ BLOKYAPISI.....	3
1.1.EMG-ENG Üniteleri.....	3
1.2. EMG-ENG Güç-Besleme Ünitesi ve Arızaları.....	6
1.2.1. ENMG Güç-Besleme Ünitesi .....	6
1.2.2. ENMG Güç-Besleme Ünitesi Arızaları .....	7
1.3.İzoleli Kesintisiz Güç Kaynağı (IKGK) Yapısı ve Çalışması.....	7
1.3.1. İzoleli Güç Kaynağı Yapısı .....	7
1.3.2. Çalışma Prensibi .....	9
1.4. Bağlantı Kutusu ve Arızaları.....	10
1.4.1 Bağlantı Kutusu (Headbox) .....	10
1.4.2. Bağlantı Kutusu Arızaları .....	11
UYGULAMA FAALİYETİ .....	12
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	14
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	16
2. EMG-ENG ANALİZİ, ELEKTROT VE DİĞER ARIZALAR .....	16
2.1.EMG-ENG İşaretlerinin Bilgisayar Yardımıyla Analizi.....	16
2.1.1. Önemi .....	16
2.1.2.EMG İşaretlerini İnceleme Yöntemleri .....	17
2.2. EMG Karakteristiği.....	18
2.2.1.EMG İşaretlerinin Zaman Domeninde İncelenmesi .....	22
2.2.2.EMG İşaretlerinin Frekans Domeninde İncelenmesi.....	23
2.2.3.Elektromiyogram Ölçme Düzeni .....	23
2.2.4. EMG Çeşitleri.....	24
2.3. Hastalıklarda Kullanılan Testler .....	31
2.3.1.Miyastenik Testler .....	31
2.3.2.Uyarılmış Potansiyeller .....	31
2.4.Elektrotve Olası DiğerArızalar .....	34
2.4.1.EMG-ENG(ENMG) Elektrot Yapıları .....	34
2.4.2. ENMG Elektrotlarının Bağlantı Şekilleri .....	40
2.4.3. PhoticLamb ( flaş lamba) Yapısı ve Arızaları .....	43
2.5. EMG Arızaları ve Giderme Yöntemleri.....	44
UYGULAMA FAALİYETİ .....	49
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	51
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	54
3.ENMG BAKIM VE KALİBRASYONU .....	54
3.1. ENMG Cihazı Servis El Kitabı Temizleme ve Bakım Talimatları.....	54
3.1.1. Kullanıcı Bakımı.....	54
3.2. ENMG Cihazları Periyodik Bakımı .....	55
3.2.1. ENMG Cihazının Koruyucu Bakımında Yapılması Gerekenler .....	56
3.3. ENMG Cihazı Kalibrasyonu.....	56
UYGULAMA FAALİYETİ .....	58
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	60

---

MODÜL DEĞERLENDİRME .....	62
CEVAP ANAHTARLARI.....	65
KAYNAKÇA .....	67

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>523EO0269</b>
<b>ALAN</b>	<b>Biyomedikal Cihaz Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Fizyolojik Sinyal İzleme Teşhis ve Kayıt Cihazları</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Kas-Sinir Sinyal İzleyicilerde Arıza</b>
<b>MODÜLÜN TANITIMI</b>	Fizyolojik sinyal izleme teşhis ve kayıt cihazlarından olan EMG-ENG cihazının donanım arızaları ile ilgili teorik ve uygulamalı bilgileri kullanabilme becerilerinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Biyomedikal cihazlarda alan ortak, Kalp Sinyal İzleyiciler ve Ekokardiyografi Donanımı, Kas Sinir Sinyal İzleyicilerde Kurulum modüllerini başarmış olmak
<b>YETERLİK</b>	EMG-ENG arızalarını gidermek
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> EMG-ENG cihazının donanımını tanıyacak ve EMG-ENG cihazının arızalarını standartlara uygun ve hatasız olarak giderebileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. EMG-ENG cihazı besleme-güç ünitesi arızalarını giderebileceksiniz.</li><li>2. EMG-ENG cihazı elektrot ve olası diğer arızaları giderebileceksiniz.</li><li>3. EMG-ENG cihazlarının bakım ve kalibrasyonunuyapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Fizyolojik sinyal izleme teşhis ve kayıt cihazları dal atölyesi, hastanelerin ENMG ölçüm odaları <b>Donanım:</b> ENMG servis el kitabı, EMG-ENG cihazı, EMG-ENG aparatları, uyarıcılar, el aletleri, devre şeması, ölçü aleti, arıza bilgi formu, teknik şartnameler
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.



# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Teşhiste invaziv olmayan metotlar kullanmak, teşhis ve tedavide tıbbi hataları, teşhis ve tedavi süresini, teşhis ve tedavi cihazlarının hastada oluşturabileceği yan etkileri en aza indirmek amaçlarıyla kullanılan tıbbi cihazlar nedeniyle günümüzde hastaneleryoğun teknolojik işlemler hâline gelmiştir.

Hastanelerde verimliliğin yükseltilmesinden söz edildiğinde ele alınabilecek önemli konulardan biri de tıbbi teknolojinin kullanımudur. Çünkü hastanelerdeki teknolojik verimlilik, toplam verimliliğin önemli bir bileşenidir.

İnsanların yaşamlarını sürdürebilmesi için sağlıklarına dikkat etmeleri gerekir. Sağlıklı insanlar, sağlıklı toplumları oluşturur. Sağlıklı toplumlar için sağlık-yaşam standartlarının da kaliteli, yüksek olması gerekir. Bunun için de insanlar sağlık hizmetlerinden faydalanır. Teknoloji, hızlı sanayileşmenin, ekonomik, siyasi, sosyal ve kültürel kalkınmanın en önemli unsurudur. Sağlık sektöründe kullanılan biyomedikal cihaz teknolojileri de dünyamızda hızla gelişen ve yaygınlaşan bir sektördür. Bu sektörde çalışan teknik elemanlar ve sağlık çalışanları, çalıştıkları ortamlarda bulunan fizyolojik sinyal izleme takip ve kayıt cihazlarından en yüksek seviyede faydalanmak ister.

Bu modülde, bu sektörde kullanılan, kas ve sinir sinyallerini inceleyebilmemizi sağlayan ENMG (EMG-ENG) cihazının teknik özellikleri, donanımı, bakımı, kalibrasyonu, arızaları ve arızalarının standartlara uygun takibi ve incelenmesi açıklanmaktadır.

Modül akışında zaman zaman EMG-ENG (elektromiyografi-elektro nörografi) ifadesi yerine aynı içerikteki ENMG (elektro nöromiyografi) ifadesi de kullanılacaktır. Bu modül ile ENMG cihazının donanımı ve donanım uygulamaları ile ilgili geniş bir bilgi birikimine sahip olacaksınız.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

EMG-ENG (ENMG) cihazlarının besleme-güç ünitesi arızalarını giderebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- EMG-ENG cihazı kurulumunu araştırınız.
- EMG-ENG cihazı donanım birimlerini araştırınız.
- EMG-ENG cihazı donanım birimlerinden besleme ünitesi şeması ve görevi hakkında bilgi edininiz.
- Araştırma için internet ortamından, tıbbi eğitim veren kurum kütüphanelerinden, hastanelerden, doktorlardan, hemşirelerden, teknisyenlerden, ilaç mümessillerinden ve tıbbi malzeme satan firmalardan bilgi alınız.
- Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

## 1.ENMG (EMG-ENG) CİHAZLARININ BLOKYAPISI

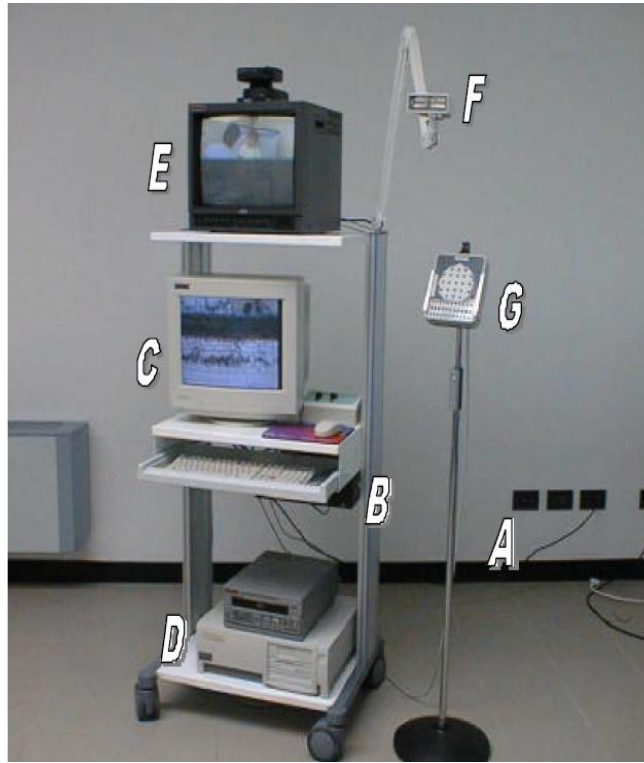
### 1.1.EMG-ENG Üniteleri

EMG ve ENG cihazları ayrı cihazlar olarak kullanılmayıp ENMG cihazı ile hem EMG hem de ENG ölçümü yapılmaktadır.EMG elektromiyografi (kasların elektriksel incelenmesi), ENG ise elektronörografi (sinirlerin elektriksel incelenmesi) sözcüklerinin kısaltılmışıdır. İskelet kası kuvvet üretmek üzere aktif hâle geldiğinde bir elektrik sinyali üretir. EMG-ENG, kas-sinir dokusu kasıldığında ortaya çıkan elektriksel aktivitenin alınması ve kayıdır.Genellikle de EMG ve ENG birlikte uygulandıkları için çoğu kullanımda her ikisine birden ENMG yada EMG denir. EMG sinyali alınır, yükseltilir, kaydedilir, analiz edilir ve yorumlanır. EMG bilgisinin yorumlanabilmesi için uygun yazılım, donanım ve anatomik bilgi gereklidir.

Aşağıdaki resimlerde EMG-ENG (ENMG) cihaz ve donanımları görülmektedir.



**Resim1.1:EMG-ENG (ENMG) cihazı**

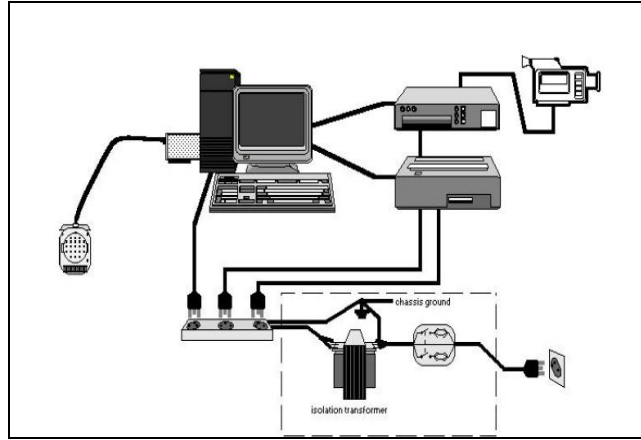


**Resim1.2:EMG-ENG (ENMG) cihazı donanımı**

- A. Güç kablosu
- B. İzolasyon transformatörü
- C. Bilgisayar monitörü
- D. Bilgisayar işlemcisi ve video kaydedici
- E. Video kaydedici monitörü
- F. Flaş lambası (Flash lambforvisualstimulation)
- G. Bağlantı-kumanda kutusu (Acquisitionheadbox-appliedpart)



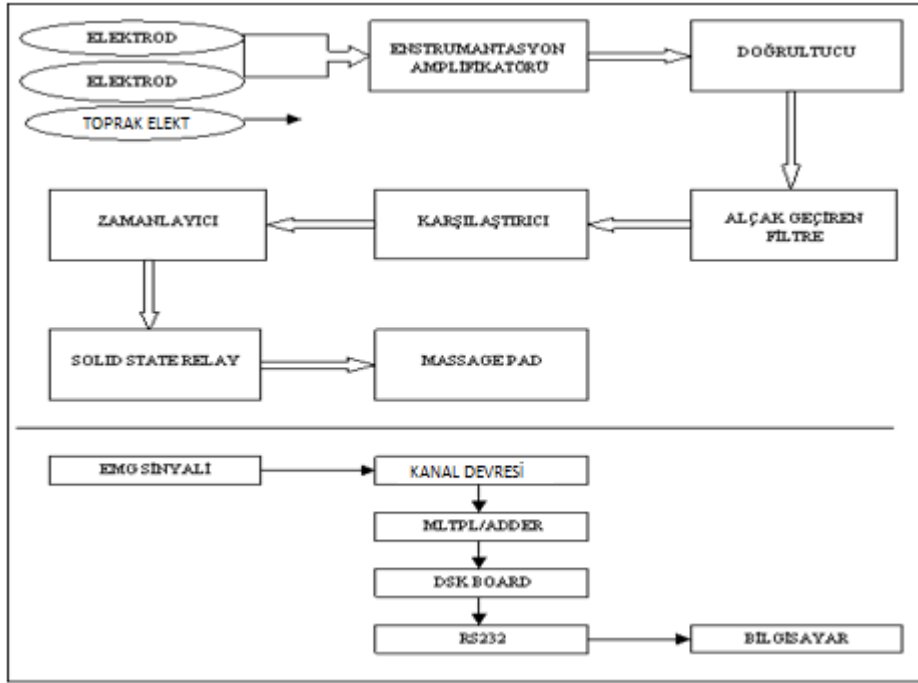
**Resim1.3: ENMG cihazı**



**Şekil1.1: Sistemin elektriksel bağlantısı**

ENMG cihazının kurulumu için gerekli işlemler aşağıda sıralanmıştır:

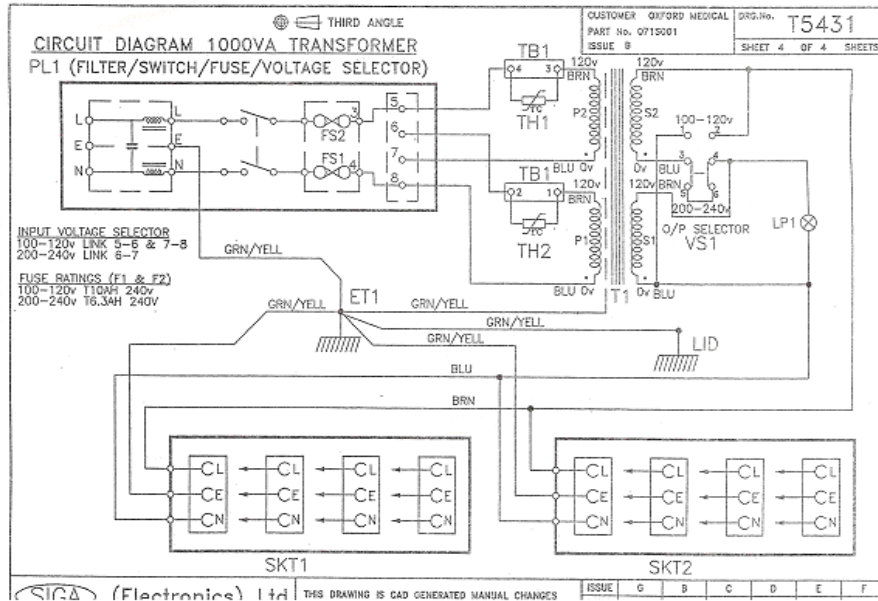
- ENMG cihazı için yerleşim planı hazırlanır. Yerleşim düzeni kullanıcı, yetkili teknik servis ve biyomedikal bölümü tarafından belirlenir.
- Cihazın kitapçığında bulunan kurulum talimatına göre cihaz yerleştirilir.
- Cihazı kullanacak personele yetkili servis tarafından eğitim verilir. Bu eğitimlere biyomedikal bölümü de katılır.
- Servis kitapçığı, firma bilgisi ve ECRI (Uluslararası kalibrasyon ve bakım standartları) bakılarak kalibrasyon ve bakım programları hazırlanır.
- Cihaz çalıştırılarak doğru çalıştığının kontrolü yapılır.



Şema1.1:EMG akış diyagramı

## 1.2. EMG-ENG Güç-Besleme Ünitesi ve Arızaları

### 1.2.1. ENMG Güç-Besleme Ünitesi



Şekil 1.2:EMGbesleme kati

Şekilde standart bir ENG-EMG cihazının standart bir besleme katı şeması görülmektedir. Yukarıdaki şekilde devre girişindeki filtre katında uygun endüktans ve kapasitanslar kullanılarak elde edilen alternatif akım daha düzgün bir hâle getirilir yani filtre edilir (AC filtre mekanizması). İğne uçlu gerilim yükselmeleri böylece ortadan kaldırılır. Takibinde anahtar ve sigorta katından sonra gerilim, transformatör katına uygulanır.

### 1.2.2. ENMG Güç-Besleme Ünitesi Arızaları

ENMG güç-besleme ünitesinde sıkça karşılaşılan arızalar ve giderilme önerileri aşağıdaki tablo olarak listelenmiştir.

Arıza Durumu	Arızayı Giderme
➤ Giriş gerilimi yok.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cihazın ön kontrolü yapılır.</li> <li>➤ Güç kablosunun iletkenliği kontrol edilir.</li> <li>➤ Açma-kapama anahtar kontrol edilir.</li> <li>➤ Kart kontrolü gözle ve ölçü aletiyle kontrol edilir.</li> </ul>
➤ Çıkış gerilimi yok.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cihazın ön kontrolü yapılır.</li> <li>➤ Cihaz açılarak besleme katı sigortasını kontrol edilir.</li> <li>➤ Baskı devre iletimini gözle ve ölçü aletiyle kontrol ediniz.</li> <li>➤ Primer gerilimlerini kontrol ediniz.</li> <li>➤ Transformatör çıkışındaki iletken uçlarındaki gerilimleri (devre şeması değerlerinden) kontrol ediniz.</li> </ul>
➤ Cihaz çalışmıyor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Besleme katı kart kontrolünü gözle ve ölçü aletiyle kontrol ediniz.</li> <li>➤ Girişçıkış gerilimlerini kontrol ediniz.</li> <li>➤ Sigortayı ve anahtarı kontrol ediniz.</li> <li>➤ Şema üzerindeki numara nokta gerilimlerini takip ederek sonuca ulaşınız (trafonun sekonderindeki 1-2 numaralı uçlardan 100-120 V alınması gibi).</li> </ul>

## 1.3. İzoleli Kesintisiz Güç Kaynağı (IKGK) Yapısı ve Çalışması

### 1.3.1. İzoleli Güç Kaynağı Yapısı

ENMG cihazları güç kaynaklarında olması gereken en önemli özelliklerden biri izole trafodur. Çünkü izolasyon trafosu olmayan bir kesintisiz güç kaynağında herhangi bir sebeple invertör katında bir kısa devre meydana geldiğinde güç kaynağının beslediği kritik yükler yüksek DC gerilim ile karşı karşıya kalır ve onarılması güç arızalar oluşabilir. Elektriksel enstrümantasyondaki herhangi bir başarısızlık (deri ile doğrudan veya doğrudan

olmayan temas durumlarında) deri içerisinde zarar verici bir akımın akmasına sebep olabilir. Düşük voltajlı (3-15V) bataryalar ile beslenen cihazlarda bu durum fazla gözlenmez. Güvenliği garanti etmek için doku, elektriksel olarak güç kaynağından izole edilmelidir.

Bu izolasyon genelde iki şekilde gerçekleştirilebilir: Birincisi optik izolatörler, ikincisi ise izolasyon dönüştürücüleridir. Her iki yaklaşım da tatmin edici sonuçlar verir fakat EMG sinyalinin bozulmaması için tasarım açısından dikkatli olunması gerekir. Böyle izolasyonların kullanılmasının diğer yararı da şebeke gürültüsünün EMG sinyaline olan etkisinin azalmasıdır.

İzolasyon trafosunun bir faydası da güç kaynağının şebeke tarafında oluşan faz-nötr hatlarındaki gerilim pikleri, elektriksel gürültü vb. sorunları çıkışa yansıtmasıdır.

Örneğin, yıldırım düşmesi sonucu oluşan ve hat boyunca ilerleyen elektriksel parazitler izolasyon trafosundan geçemeyeceği için yüke ve dolayısıyla yük sonuçlarına zarar veremeyecektir. ENMG cihazı gibi tıbbi sistemlerde de izolasyon transformatörlü güç kaynağı kullanılması, beslediği cihaz ve sistemler açısından daha güvenilir olacaktır.

- İzoleli kesintisiz güç kaynağı kullanımı ENMG cihazında aşağıdaki sorunları ortadan kaldıracaktır.
  - Elektrik kesintileri
  - Mikro kesintiler
  - Ani gerilim yükselmeleri
  - Aşırı gerilimler
  - Gerilim düşmeleri
  - Gerilim çöküntüleri
  - Harmonikler
  - Elektriksel gürültü
  - Frekans sapmaları
  - Yıldırımlar
  - Darbeler ve geçişler

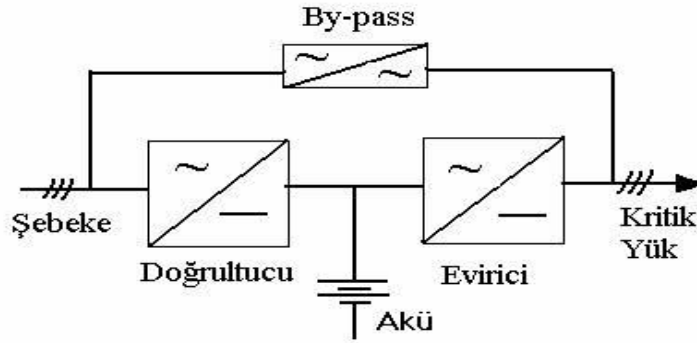
On-line( çevrim içi )IKGK'ler (interaktif kesintisiz güç kaynağı) daha üst güçlerde ve daha kritik uygulamalarda kullanılmaktadır. Tek fazlı ve üç fazlı yapıda olabilir. Günümüzde haberleşme sistemleri, tıp cihazları gibi kritik yüklerin beslenmesinde yaygın kullanım alanı bulmuştur. Line-interactive( interaktif hat )yapıdan farklı olarak kritik yük olarak nitelendirilen bilgi işleyicilerin elektrik güç gereksinimi normal çalışma sırasında şebeke yerine IKGK ünitesi üzerinden karşılanır ve IKGK, yükü şebeke geriliminde baş gösterebilecek tüm olumsuzluklardan koruyacak (gerilim/frekans değişimleri, harmonikler vb.) şekilde izole eder.

İzoleli ve kesintisiz olmasının yanısıra, kaliteli ve regüleli temiz bir elektrik gücü de sunan on-lineIKGK'ler, gelişmiş güç ve kontrol yapıları ile günümüz bilgi, işlem, tıp teknolojilerinin ihtiyaç duyduğu güç korumasını sağlamaktadır.

### 1.3.2. Çalışma Prensipleri

Çok fazla teknik detaya girmeden, hem bir fazlı hem de üç fazlı bir İKGK'de gerçekleşen güç dönüşümü kısaca aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Şebekenin alternatif gerilimi (220V/380V, 50Hz), evirici güç katının besleme ihtiyacını karşılayacak ve ayrı bir akü şarj devresinin bulunmadığı sistemlerde yer alan akülerin şarj gerilimini sağlayacak şekilde doğrultulur. Doğrultma işlemi, KGK'nin giriş kısmında yer alan bir doğrultucu tarafından gerçekleştirilir. Akü şarj ünitesinin ayrı olduğu modellerde doğrultulan gerilim ile sadece ikinci bir güç dönüştürme ünitesi olan evirici beslenir.



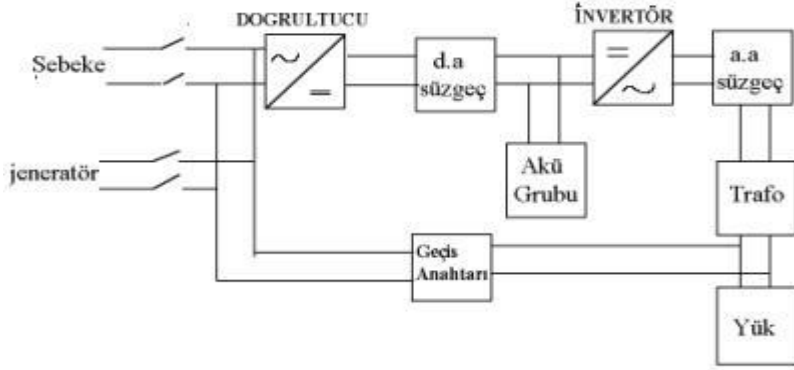
Şekil 1.3: İzoleli güç kaynağı basit diyagramı

Evirici, doğrultulmuş gerilimi tekrar ama bu defa çok daha kararlı ve regüleli bir alternatif gerilime dönüştürür. KGK'nin çıkışında oluşan bu gerilim, nominal değerinden %1 gibi çok düşük sapma gösterir. Benzer şeyler frekans için de söylenebilir. Sonuç olarak KGK çıkışında, KGK girişindeki şebeke enerjisinden, gerilim ve frekans karakteristiği bakımından çok daha kaliteli bir elektrik enerjisi elde edilir. On-line sistemlerin maliyeti, karmaşık yapısı, ağırlığı, boyutları vb. getirdiği avantajların bedelidir.

KGK'lerin çoğunda, evirici güç katında meydana gelen bir arıza durumunda kritik yüklerin beslemesiz kalmaması için konulmuş by-pas anahtarı olarak adlandırılan bir yapı da mevcuttur. Şebeke gerilimi ile KGK çıkış gerilimi, tam olarak senkronizeyken (ki bu senkronizasyon KGK tarafından sağlanır.) oluşacak bir arıza durumunda yük akımını kesintisiz olarak by-pas kaynağına transfer eder. Baypas anahtarı ile KGK ünitesine çoğu kez aynı şebeke gerilimi uygulanır.

Sistemin daha ayrıntılı olarak gösterildiği bu şekilde, normal olarak yük statik geçiş anahtarı üzerinden şebekeye bağlıdır. Şebekedeki kesilme ya da kalitedeki bozulma durumunda bu anahtar açılır. Bu durumda devrede daha önce tampon olarak bulunan akü grubu invertör için gerekli olan DC gerilimi sağlar. İnvirtör DC gerilimi sinüzoidal AC gerilime dönüştürür. Bu gerilim, harmonik bozunumu süzgeç yardımıyla makul bir seviyeye getirildikten sonra çıkışta gerekli gerilim seviyesini sağlayacak olan transformatör üzerinden yüke verilir.

Bu sistem oldukça teferruatlı olarak düşünülmüş teorik bir devre olup uygulamada çeşitli nedenlerle bazı sınırlamalara gidilmektedir. Şöyle ki kesintilerin kısa süreli olacağı kabul edilerek jeneratör genellikle kullanılmaz ya da şebekenin sürekli sorun çıkardığı durumlarda statik geçiş anahtarları bulunmayabilir.



Şekil 1.4: İzoleli güç kaynağı ayrıntılı diyagramı

Böylece olay, şebeke gerilimini doğrultup süzerek bir DC gerilim ve bunu kullanarak harmonik bozunumu az olan bir AC gerilim üretmek olarak iki kısma indirgenebilir.

## 1.4. Bağlantı Kutusu ve Arızaları

Bağlantı kutusu (junctionbox) arızaları kas sinir sinyal izleyicilerde sık karşılaşılan arıza türlerindedir.

### 1.4.1 Bağlantı Kutusu (Headbox)

Bağlantı kutusu(junctionbox), çoğu kaynaklarda elektrot bağlantı-birleşim kutusu olarak geçmektedir. İlgili bölgelerden elektrotlar yardımıyla alınan kas-sinir sinyalleri, yine elektrotlar yoluyla bu birleşim kutusuna uygulanır ve kas-sinir sinyalleri buradan amplifikatöre aktarılarak sinyalin yükseltilmesi sağlanır. Komplike uygulamalarda ilgili kas-sinir sinyallerinin kontrolü bağlantı kutusu sayesinde oldukça kolaylaşmıştır. Aşağıdaki fotoğraflarda bağlantı kutusu gösterim ve uygulamaları görülmektedir.



Resim 1.4: Bağlantı kutusu gösterimleri





**Resim1.5: Bağlantı kutusu uygulaması**

#### **1.4.2. Bağlantı Kutusu Arızaları**

Bağlantı kutusu arızaları genellikle amplifikatör katında, propjack girişlerinde ya daproplarda oluşmaktadır. Amplifikatör katındaki arızalara genellikle yetkili teknik servis boyutunda müdahale edilir. Proplardakive jack girişlerindeki görülebilen arızalara, arızanın içeriğine ve niteliğine (aşınma, kopma vb.) bağlı olarak müdahale edilir. Unutulmamalıdır ki cihazın garanti süresince müdahale sadece yetkili teknik servis tarafından yapılmalıdır. Elektronöromiyografi cihazı ve donanımlarının arızalarını modül sonundaki “Arızalar ve Arızaların Giderilmeleri” başlığında görülebilir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

ENMG (EMG-ENG) cihazı besleme ünitesi devre şeması üzerindeki gerilim ölçme noktalarından gerilimleri ölçünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ EMG(ENG) cihazının servis el kitabını inceleyiniz.</li><li>➤ EMG(ENG) cihazı servis el kitabındaki besleme ünitesi arızalarını giderme talimatlarına uygulayınız.</li><li>➤ Eldivenlerinizi takınız ve iş önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ Antistatik bilezik takınız.</li><li>➤ Cihaz ön kontrolünü yapınız.</li><li>➤ Besleme giriş gerilimini ölçünüz.</li><li>➤ Besleme çıkış gerilimini ölçünüz.</li><li>➤ Ölçtüğünüz bu gerilimleri kaydederek servis el kitabındaki ideal değerler ile karşılaştırınız.</li><li>➤ Güç kablosunun iletkenliğini kontrol ediniz.</li><li>➤ Açma kapama anahtarını kontrol ediniz.</li><li>➤ Cihazı açarak besleme katı sigortasını kontrol ediniz.</li><li>➤ Varsa kullandığınız parçaları stoktan düşününüz.</li><li>➤ Arıza formunun ilgili yerlerini doldurunuz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ İş önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırlayınız.</li><li>➤ Cihazın servis el kitabındaki güç-besleme ünitesi arızaları kısmındaki arıza bilgilerini gözden geçirin.</li><li>➤ Cihazın güç-besleme katı tespitini yapınız.</li><li>➤ Sizin ve cihazın elektriksel güvenliğini kontrol ediniz.</li><li>➤ İşleyişte karşılaşılan arızalı devre elemanlarını yenisiyle değiştiriniz.</li><li>➤ Besleme ünitesinin çalıştığını görünüz.</li><li>➤ Formu envanter kayıtlarına işleyerek arşivleyiniz.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Cihazın ön kontrollerini yaptınız mı?		
2.	Besleme giriş ve çıkış gerilimlerini doğru olarak ölçtünüz mü?		
3.	Güç kablosunun iletkenliğini kontrol ettiniz mi?		
4.	Açmakapama anahtarını kontrol ettiniz mi?		
5.	Besleme katı sigortasını kontrol ettiniz mi?		
6.	Arızalı devre elemanlarını değiştirdiniz mi?		
7.	Enerji uygulayıp besleme katının çalıştığını gördünüz mü?		
8.	Arıza bakım formunu doldurdunuz mu?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Kasların ve sinirlerin elektriksel incelemesini yapan cihaza ne ad verilir?  
A) VCG  
B) EKG  
C) ENMG  
D) EEG
2. Aşağıdakilerden hangisi besleme katı aktif devre elemanlarından değildir?  
A) Trafo  
B) Sigorta  
C) Led  
D) Anahtar
3. İzoleli kesintisiz güç kaynağı kullanımı aşağıdakilerden hangi olumsuzlukları engellemez?  
A) Aşırı gerilimler  
B) Gerilim düşümleri  
C) Mikro kesintiler  
D) Güç koruması
4. Aşağıdakilerden hangisi EMG cihazı katlarından değildir?  
A) Doğrultucu  
B) Kapasitör  
C) Karşılaştırıcı  
D) Zamanlayıcı
5. Aşağıdakilerden hangisi besleme katı, arıza giderme uygulamalarından değildir?  
A) Sigorta kontrolü  
B) Kat girişçıkış voltaj ölçümü  
C) Primer-sekonder ölçümleri  
D) Bağlantı kutusu kontrolü

Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. ENMG cihazı güç kaynaklarında olması gereken en önemli özelliklerden biri ..... trafosudur.
7. Güç kaynaklarında izolasyon, iki yöntemle yapılmaktadır. Birincisi ....., ikincisi de ..... dır.
8. IKGK, yükü şebeke geriliminde oluşabilecek tüm olumsuzluklardan koruyacak şekilde ..... eder.

- 
9. .... , çoğu kaynaklarda elektrot bağlantı, birleşim kutusu olarak geçmektedir.
10. Bağlantı kutusunda genellikle ..... katında, prop-jack girişlerinde ya da proplarda arıza oluşmaktadır.

## **DEğERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

EMG-ENG cihazlarının elektrot ve olası diğer arızalarını giderebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- EMG-ENG işaretlerini inceleme yöntemlerini araştırınız.
- EMG-ENG elektrot çeşitlerini ve yapılarını araştırınız.
- EMG-ENG işaretlerini uygulama yöntemlerini araştırınız.
- EMG-ENG çeşitlerini ve özelliklerini araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

## 2. EMG-ENG ANALİZİ, ELEKTROT VE DİĞER ARIZALAR

ENMG cihazlarının arızalarının tespiti ve giderilmesinde ilk aşama, kullanıcı kaynaklı hataların tespiti ve giderilmesi ile doğru ölçüm için en uygun teknik şartların yerine getirilmesidir. ENMG cihazlarında çok sayıda elektrot, kablo bağlantısı ve bağlantı noktasının bulunması kullanım ve ölçümler sırasında beklenmeyen sonuçların ortaya çıkmasına ve hatalı ölçümlere neden olabilmektedir. Bu nedenle arıza bildiriminde öncelikli olarak bağlantı noktalarının kontrolü, kullanıcı sağlık personeli ile birlikte yapılmalıdır. Ortaya çıkan birçok sorunlar basit müdahaleler ile çözülebilmektedir.

### 2.1.EMG-ENG İşaretlerinin Bilgisayar Yardımıyla Analizi

#### 2.1.1. Önemi

EMG, geleneksel ana ünite üzerindeki tuşlardan EMG cihazı kullanımı dışında, bilgisayar yardımıyla kullanılan programlarla daha opsiyonel, kısayol, kolay ulaşım, veri aktarımı ve paylaşımı, arşivleme, anormal değerleri tespit kolaylığı, otomatik karşılaştırma, çoklu kullanım özelliklerinden yararlanabiliriz.

Ayrıca kullanılacak programla cihazda, laboratuvar, klinik, hastane gibi yerlerde birden fazla hekimin kullanımına açık olabilecektürüm açma penceresi gelir. Her hekim kendi ismiyle giriş yaptığında raporlarından kullandığı kas-sinir gruplamalarından, yaptığı testlere kadar tamamen kişiselleştirdiği bir programı çalıştırabilir. Böylece yapılan çekimlerin, raporların teknik veri işlemlerinin kalitesi artar, verilerin güvenliği sağlanmış olur. Her hekim her seferinde yeni ayar yapmak zorunda kalmadığından zaman ve emek tasarrufu da sağlanmış olur.

## 2.1.2.EMG İşaretlerini İnceleme Yöntemleri

EMG cihazının kullanılması hekimlere psikolojik davranışlar ve bu davranışların vücutta ortaya çıkardığı kuvvetler hakkında bilgi verir.

- Ortaya çıkan bu kuvvetler, hareketlerin ve sayısız fonksiyonların ortaya çıkmasını sağlar.
- Bu hareketler ile canlının çevreyle bağlantı kurması sağlanır.

EMG sinyali, aktif motor nöronların istemli istemsiz olarak **innerve** (ileti alması veya ileti göndermesi) ettikleri ayrı kas liflerinin elektriksel aktivitesi ya da depolarizasyonu sonucu meydana gelir. Ham EMG kullanılabilir bilgi içermez.

Denekler arasındaki ham EMG sinyalleri nicel olarak karşılaştırılmaz.Elektrotlar hareket ettiği takdirde, ham EMG sinyalleri aynı denek için nicel olarak karşılaştırılmaz.

- EMG sinyali alınır, yükseltilir, kaydedilir, analiz edilir ve yorumlanır.
- EMG sinyalinin yorumlanabilmesi için uygun yazılım, uygun donanım ve yeterli anatomik bilgi gerekir.

EMG sinyali önce doğrultulup sonra belli aralıklar üzerinden entegrali alınır ve entegral değerlerinin zaman serileri elde edilir. RMS değeri hesaplanır.Bu bize EMG sinyalinin gücü ile ilgili fiziksel bilgi verir.

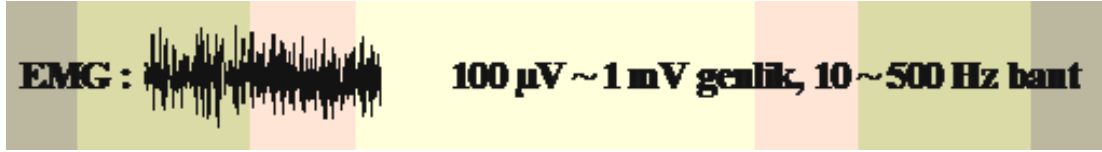
Motor ünite (MU), tek bir sinir lifi (nöron) ve innerve ettiği kas liflerinden oluşan bir motornöronudur.

Nöronalaksiyon potansiyeli (NAP), motor üniteye ait kas lifine ulaştığında meydana gelen depolarizasyon mekanik bir kasılma üreterek tüm membrana yayılır.

Motor ünite aksiyon potansiyeli (MUAP), bir MU'ya ait tüm kas liflerinin toplam elektriksel aktivitesi olarak kabul edilir.

“EMG'si kaydedilen kasın kasılma şiddetiistemli olarak artırıldıkça MUP'da artar. Bir MUP'un sıklığı, dalga şekli, frekans spektrumu ve genliği klinik açıdan tanı koydurucu faktörlerdir.”

EMG sinyali genlik olarak rastgele bir yapıya sahiptir ve yaklaşık olarak gauss dağılım fonksiyonu ile temsil edilebilir. Sinyal genliği (tepeden tepeye) 0-10 mV arasında değişim göstermektedir. Sinyalin kullanılabilir enerjisi 0-500 Hz frekans bandı arasında sınırlıdır ve bu aralıktaki baskın enerji 50-150 Hz frekans bandı bölgesindedir. Elektriksel gürültü sinyalinin sahip olduğu enerjinin üstünde bir enerjiye sahip olan sinyaller kullanılabilir. EMG sinyalinin frekans spektrumunun bir örneği aşağıdaki resimde görülmektedir.

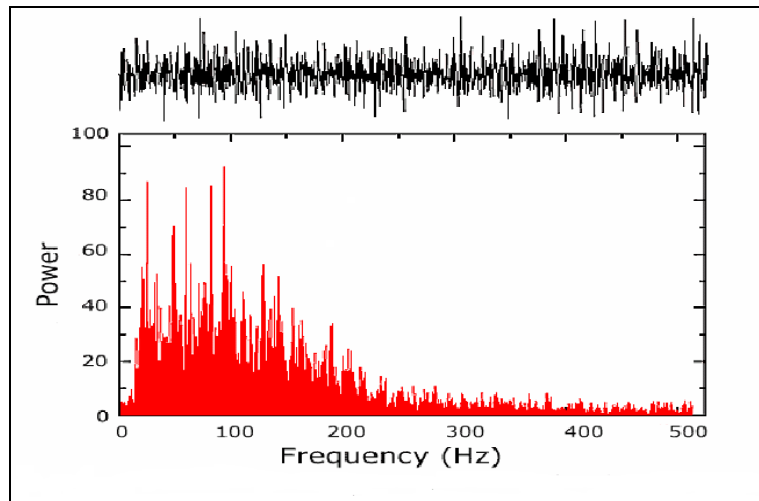


**Resim 2.1: EMG sinyali frekans spektrumu**

Ham EMG sinyali polifazik AC sinyaldir. Çünkü bipolar elektrotlar arasındaki voltaj farkını algılar. Motor ünitelerin aktivasyonu asenkron durdur. Depolarizasyon dalgası nöromusküler kavşaktan başlayarak kas lifleri boyunca yayılır. Her kas lifinin elektroda olan uzaklığı farklıdır, bundan dolayı sinyallerin elektroda ulaşma süreleri de farklı zamanlar alır.

- ENMG sinyal işleme tipleri:
  - Raw (ham-işlenmemiş sinyal)
  - Half-wave rectified (yarım dalga doğrultulmuş)
  - Full -wave rectified (tam dalga doğrultulmuş)
  - Filtering (filtreleme)
  - Averaging (ortalama)
  - Smoothing (yumuşatma)
  - Integration (integral alma)
  - Root-mean Square (ortalama alma)
  - Frequency spectrum (frekans spektrumu)
  - Fatigue analysis (yorulma analizi)
  - Number of zero-crossings (sıfır geçiş sayısı)
  - Amplitude probability density function (kazanç, olasılık, yoğunluk fonksiyonu)
  - Wavelet (dalgacık)

## 2.2. EMG Karakteristiği



**Şekil 2.1: Sabit güç durumunda kastan alınan EMG sinyalinin frekans spektrumu**



Daha önce belirtildiği gibi EMG işaretinin genliği rastgele ve gauss dağılımı olarak ifade edilebilir.

İşaretin genliği (pp) 0-10mv arasında RMS olarak ise 0-1,5mv arasında değişir.

Kullanılabilir enerji aralığı 0-500 Hz aralığındadır fakat baskın olarak 50-150Hz arasında yoğunlaşmıştır.

Bu değerlerden sapma, işarete gürültünün binmesiyle olur.

EMG vücuttan özel elektrotlar yardımıyla algılanır.

Bu işaretlerin kuvvetlendirilmesinde fark (differansial) kuvvetlendiriciler kullanılır.

Zaman ve frekans domeninde ( düzleminde) değerlendirmeler yapılır.

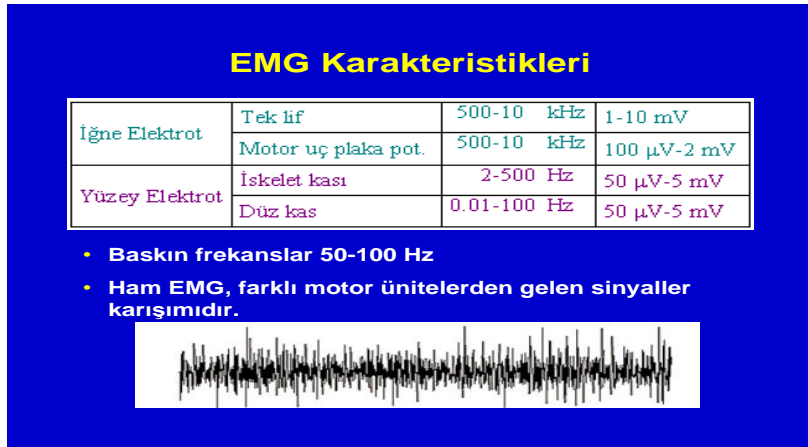
### ➤ EMG sinyalinin uygulamaları

Günümüzde EMG sinyalinin üç yaygın uygulaması vardır. Bunlar:

- Kasın aktivasyon süresini belirleme yani kasın uyandırılmasının (uyarılması) başladığı ve bittiği süre zarfının belirlenmesi
- Kas tarafından üretilen gücün belirlenmesi
- Kas yorulmasının karşı geldiği frekans bant aralığının saptanması

Kas tarafından üretilen güç ile EMG sinyalinin genliği arasındaki ilişki ileri derecede bir tanımlama gerektirmektedir. Günümüze kadar yapılan çalışmalara bakıldığında bazı raporlara göre doğrusal bir ilişki, bazı raporlara göre ise doğrusal olmayan bir ilişki olduğu, EMG sinyalinin genliğindeki artışın, kas gücünün artışından daha büyük olduğu ortaya konmuştur.

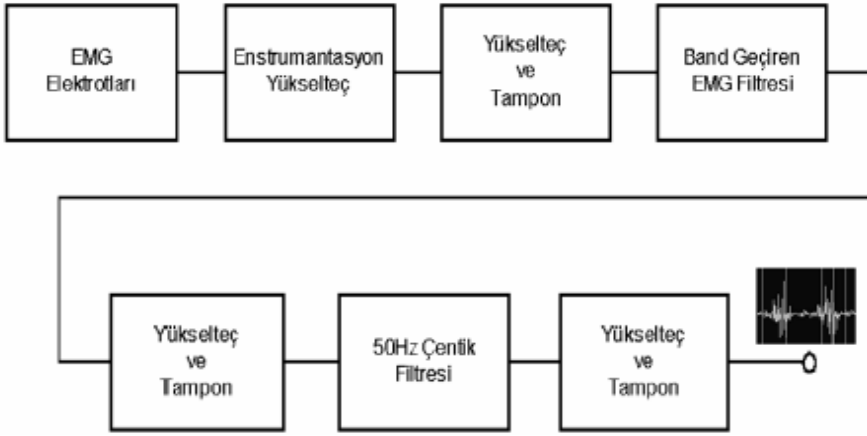
Farklı yapıdaki kaslar için her iki durum da gözlenmektedir (Küçük kaslarda doğrusal, büyük kaslarda doğrusal olmayan ilişkinin olduğu gözlenmiştir.).



Resim 2.2: EMG karakteristikleri

EMG işaretleri yüzey tip Ag/AgCl elektrotlaravücut üzerinden algılanmış ve ortak işaret bastırma oranı (CMRR) 105dB ve gerilim kazancı 54dB olanenstrümantasyon yükselteç devresi ile elektrot üzerindeki biyoelektriksel işaretler kuvvetlendirilmiştir. EKGölçüm cihazında olduğu gibi 50Hz'lik çentik filtre ve alt kesim frekansı 20Hz, üst kesim frekansı 500Hz olan 4.dereceden bant geçiren filtre kullanılmıştır.

Filtredevrelerinde toplam 50dB kazanç oluşmuştur. Devrelerarasında kullanılan yükselteç ve tampon devrelerininher birinde ortalama 32dB kazanç sağlanmıştır. GerçekleştirilenEMG ölçüm cihazı ile toplam 100dB kazançelde edilmiştir.



Şekil2.2: EMG ölçüm cihazı

Aşağıdaki şekillerde EMG işaretlerinin monopolar ve bipolarmodda algılama yöntemleri gösterilmiştir. Ortak moddaki işareti düşük tutmak mümkün olduğundan bipolarmod daha fazla kullanılmaktadır.

Referanslı tek elektrot

MonopolarMod Kuvvetlendirilmiş İşaret=Kazanç\*(m+n)

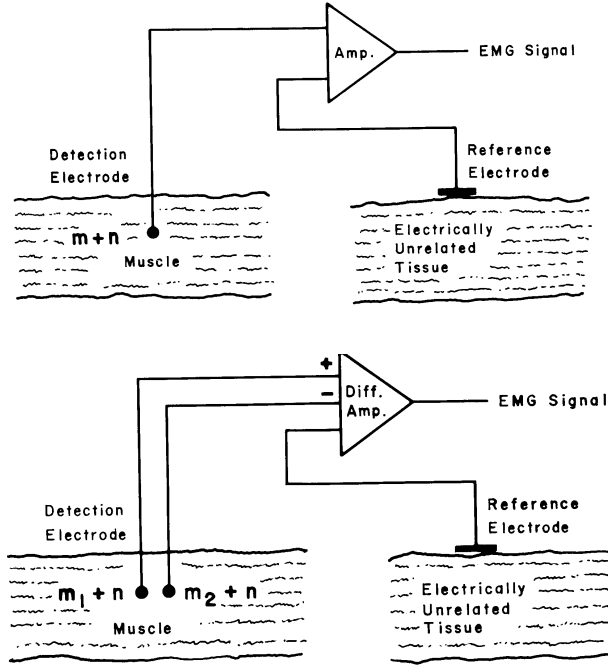
( m = emg sinyali ) (n=gürültü)

- Tek elektrottaki aksiyon potansiyelini ölçer.
- Referansa göre farkını alır ve yükseltir.

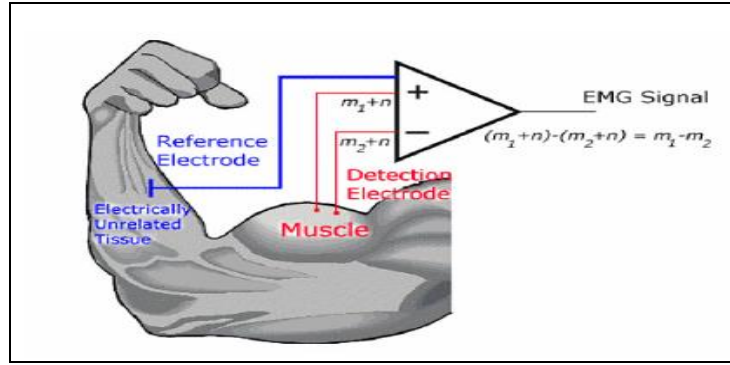
Referanslı çift elektrot

BipolarMod (Önerilen) Kuvvetlendirilmiş İşaret=Kazanç\*(m1+m2)

- Her iki elektrottaki aksiyon potansiyelini ölçer.
- Fark yükselteci kullanılır.
- Kaynaktaki sinyallerin farkını alır ve yükseltir.



Şekil2.3:EMG işaretlerinin monopolar ve bipolar dedeksiyonu



Şekil2.4: Fark yükseltecinin şematik gösterimi

(EMG sinyali 'm' ile gürültü sinyali ise 'n' ile temsil edilmiştir.)

Şebekeden kaynaklanan gürültüyü yok etmek için işareti algılamada diferansiyel yükselteçler (fark yükselteçleri) kullanılmaktadır. Algılama iki ayrı noktadan yapılmakta, elektronik devre algılanan bu iki sinyali birbirinden çıkartmakta ve elde edilen fark sinyalini yükseltmektedir. Böylece her iki tarafta da aynen var olan ortak sinyal (gürültü) sıfırlanmakta ve iki farklı noktadan elde edilen farklı genlikli EMG sinyalleri birbirinden çıkartılarak aradaki fark yükseltilmektedir. Algılama bölgesinden uzakta bir yerde üretilen sinyal gürültü sinyalidir ve her iki algılama elektroduna özdeş olarak gelir.

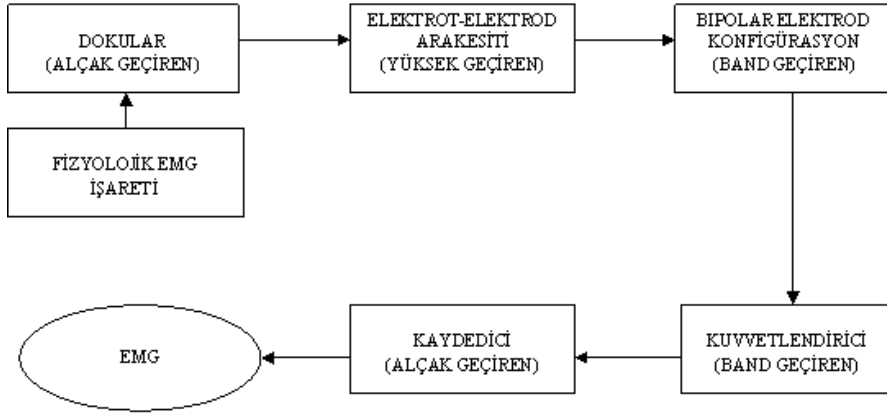
Bunun yanında yakın bölgedeki sinyaller birbirinden farklıdır ve aradaki bu fark yükseltilir. Böylece algılama bölgesine uzaktan gelen şebeke gürültüsü atılmış ve EMG

sinyali yükseltilmiş olacaktır. Bu durumun gerçekleşebilmesi için doğruluğu çok yüksek olan bir çıkarıcıya ihtiyaç vardır. Pratikte bu günün elektronik devreleri ile bile bu sinyal çıkartma işlemini mükemmel bir şekilde yapmak çok zordur.

Fark yükselteçlerinin çıkartma doğruluğu CMRR(ortak mod reddetme oranı) tarafından belirlenmektedir. Mükemmel bir çıkartıcının CMRR'si sonsuzdur. 90dB'likCMRR'ye sahip olan bir çıkartıcı ile elektriksel gürültüler yeterli derecede bastırılabilir. Günümüz teknolojisi 120dB'likCMRR'ye izin vermektedir. Ancak,

- Böyle cihazlar çok pahalıdır.
- Böyle cihazları elektriksel olarak kararlı tutmak çok zordur.
- Yabancı gürültü sinyalleri iki algılama noktasına aynı fazda gelmeyebilir.Sonuç olarak bunlar ortak (aynı) sinyal olmaktan çıkar.

Aşağıdaki şekilde ise EMG işaretlerinin oluşumu ve görüntülenmesi sürecinde çeşitli dokuların işaret üzerindeki filtreleme işlemleri gösterilmiştir. Kuvvetlendiricinin bandı yüzey elektrotlarının kullanılması durumunda 20-500 Hz, iğne ve tel elektrot kullanılırken 20-1000 Hz olmalıdır.



Şekil 2.5: EMG işaretlerinin elektrotlara ulaşmaya kadar karşılaştığı işlemler

### 2.2.1.EMG İşaretlerinin Zaman Domeninde İncelenmesi

EMG işaretlerinin zaman domeninde incelenmesi beş farklı yöntem yardımıyla yapılmaktadır. Bunlar, doğrultma, alçak geçiren filtreleme, ortalama alma, entegrasyon, RMS değerinin ölçülmesidir.

- **Doğrultma (Rectification):** EMG işaretleri doğrultulur. Doğrultma genellikle, enerjinin tümünü kullanabilmek için tam dalga doğrultma şeklinde yapılır. Böylece doğrultulan işaret, orijinal işaretin mutlak değerini gösterir. Doğrultmadan sonraki aşamada üç farklı yol takip edilmektedir.

- **Alçak geçiren filtreleme:** Doğrultulmuş işaretteki random flüktuansları yok etmek için doğrultulmuş işaret, analog veya sayısal bir alçak geçiren filtreden geçirilir. Yani işaret üzerinde yumuşatma (smoothing) yapılır.
- **Ortalama alma (Averaging):** Ortalama alma yumuşatma işinin sayısal yapılışıdır. Bu işaretin random olarak değişen değerlerinin ortalaması alınarak büyük flüktüasyonlar yok edilebilir. Tamamlanmış bir olayı karakterize eden bir kaydın zamanla değişen ortalamasını elde etmek için penceresinin kayıt boyunca hareket ettirilmesi gereklidir. Bu işlem hareket **eden ortalama** (moving average, MA) olarak isimlendirilir.
- **Entegrasyon:** Data azaltmakta en çok kullanılan yöntem doğrultulmuş EMG işaretlerinin integralinin alınmasıdır. İntegral alma işlemi, alçak frekansları filtreleme işleminin özel bir şekli olması nedeniyle bir önceki işlemin benzeridir.
- **RMS değerinin ölçülmesi:** Sinüs, kare darbe gibi dalga şekli olan deterministik işaretlerin genlikleriyle RMS değerleri arasındaki bağıntı bilinmektedir. Bu nedenle bu özelliği sahip işaretlerle ilgili güç hesaplarında, bu işaretlerin genlikleri kullanılabilir. EMG'nin rastgele özelliğe sahip bir işaret olması nedeniyle genliği ile RMS değeri arasında bir bağıntı yoktur. Bu nedenle bu tip işaretlerin kapsadığı gücün belirlenebilmesi için RMS değerinin hesaplanması gereklidir.
- **Sıfır geçiş ve dönüşlerin sayılması (zero crossing & turns counting)**  
Bu yöntemde işaret genliğinin bir T anındaki değeri, işaretin sıfır değerinden geçiş sayısı veya genliklerin (pozitif veya negatif) sayısının ölçülmesiyle belirlenir. Düşük düzeylerdeki kasılmalarda sıfır geçiş sayısı ile motor ünitesi aksiyon potansiyeli dönüşleri (MUAPT) arasında lineer bir bağıntı vardır.

## 2.2.2.EMG İşaretlerinin Frekans Domeninde İncelenmesi

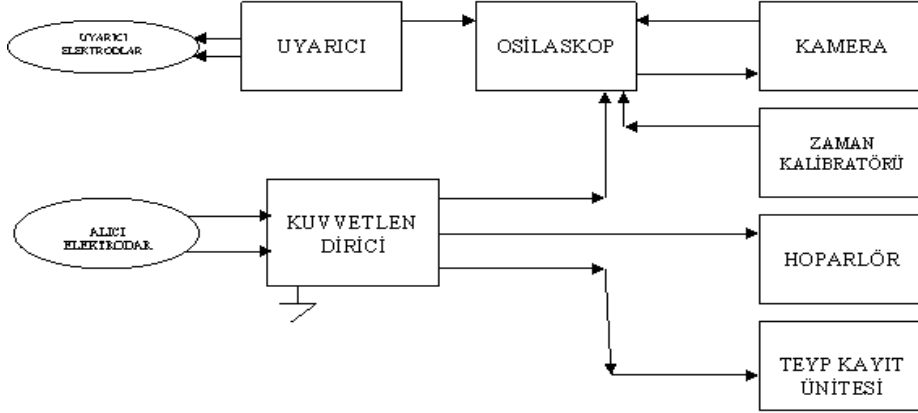
EMG işaretlerinin frekans domenindeki analizi bu işaretlerin frekans spektrumundaki özelliklerini belirleyen parametrelerinin ölçülmesi ve hesaplanmasıyla yapılır. Bu işaretlerin güç spektrum yoğunluklarının belirlenmesinde genellikle hızlı fourier dönüşümleri kullanılır.

## 2.2.3.Elektromiyogram Ölçme Düzeni

Kliniklerde kullanılan EMG ölçüm düzenleri, genel olarak EMG işaretlerini algılamaya yarayan elektrotlar, uyarıcı, kuvvetlendirici, osilaskop, manyetik kaydedici ve hoparlörden oluşur.

Aşağıdaki şekilde araştırmaya yönelik çalışmalar için bunlara ek olarak çeşitli işaret işleme blokları, spektrum analizörleri ve bilgisayar da kullanılabilir. Uyarıcı ile incelenecek kasın motor siniri uyarılarak kas liflerindeki elektromiyogram işaretleri, alıcı elektrot yardımıyla biyopotansiyel kuvvetlendiriciye ve oradan da ilgili görüntüleme ünitesine aktarılır.

EMG düzenleri pratikte ayrı ayrı bloklar hâlinde değildir. Uygulamada ve taşımada kolaylık açısından tek bir kompakt ünite olarak ve bazende kas işaretleri dışındaki biyopotansiyelleri de ölçebilecek nitelikte genel amaçlı olarak gerçekleştirilir.



Şekil2.6: Klinik EMG düzeni basitleştirilmiş blok diyagramı

## 2.2.4. EMG Çeşitleri

**Yüzey EMG (SEMG):** Elektrotlar deri yüzeyine uygulanmıştır. Deri yüzeyi yakınlarında yayılan geniş kaslardaki elektrik sinyallerini ölçmek için kullanılır.

**İğne EMG:** Elektrotlar kasın içerisine yerleştirilmiştir. SEMG ile tam olarak görüntülenemeyen küçük ve derin kaslardaki elektrik sinyallerini ölçmek için kullanılır.

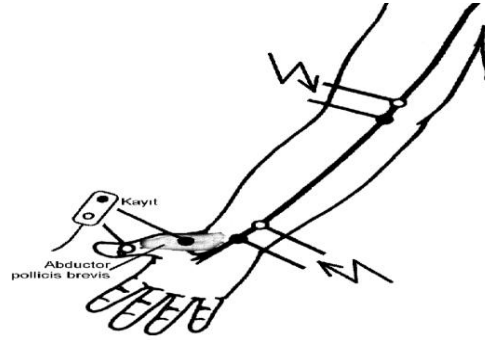
Sinir sisteminin elektriksel faaliyetinin doğrudan ölçümü nadiren yapılır. Fakat sinir sisteminin diğer sistemler üzerindeki etkisi birçok fizyolojik ölçümleri etkiler. Çoğu durumlarda duyarlı nöronları özel bir uyarı ile uyarmak ve çeşitli sinirlerdeki cevapları hatta bazı durumlarda çevrede ve merkezdeki bireysel nöronlardaki cevapları ölçmek mümkündür. Ayrıca bireysel sinirleri veya nöronları elektriksel olarak uyarmak ve bu uyarı sonucunda sistemin başka bir yerinde meydana gelen sinirsel darbeleri veya bir kas hareketini ölçmek mümkündür. Yalnız elektriksel uyarı kullanılırken sadece arzu edilen nöronun uyarılmasına dikkat etmek gerekir. Uyarı sonucu komşu nöronların uyarılması karar verecek sağlık personeli için yanılığa sebep olabilir.

Aşağıdaki Şekil2.7’de ele alınan bir sinirdeki ileti hızının nasıl ölçüldüğü örnek olarak gösterilmektedir. Sinir, P1 noktasından bir elektriksel darbe ile uyarılmakta ve P2 ve P3 noktalarından ise ölçüm elektrotları yardımıyla deri üzerinden uyarana olan cevaplar algılanmaktadır. Uyarı ve ölçüm elektrotları arasındaki uzaklık belliyken uyarı ve algılama darbeleri arasındaki sürelerde ölçülerek aşağıdaki eşitlik yardımıyla sinir ileti hızı ölçülebilmektedir.

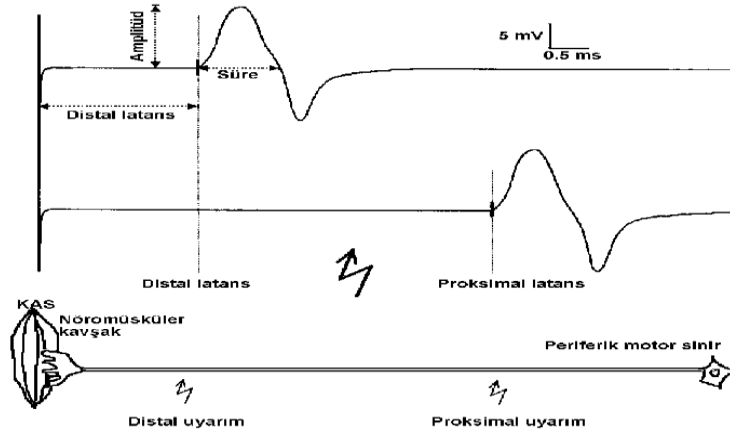


### 2.2.4.1. Motor Sinir İleti İncelemeleri

Amaç, incelenecek motor veya mikst (duysal-motor) sinirin en hızlı ileten motor liflerinin ileti hızını ölçmek ve hedef kasa giden motor liflerin ne kadarının fonksiyon gördüğünü yaklaşık olarak belirlemektir. Bu amaçla, kas üzerine kayıt elektrotu yerleştirilip kası innerve eden motor sinir yeterli şiddette elektriklerle uyarıldığında (Şekil 2.9) kastan bir aksiyon potansiyeli kaydedilir (Şekil 2.10). Bu potansiyele “birleşik kas aksiyon potansiyeli” (BKAP) adı verilir.



Şekil 2.9: Motor sinir ileti incelemesi (Bilek ve dirsekteki noktalar burada uyarım yerlerini göstermektedir.)



Şekil 2.10: Motor sinir ileti incelemesi

BKAP'ın çeşitli elektro fizyolojik özellikleri ölçülür. Elektrik uyarım verildiği andan potansiyelin başlangıcına kadar geçen süre distallatans (milisaniye olarak) adını alır. Distallatans, söz konusu sinir içindeki en hızlı ileten sinir liflerinin iletim süresini gösterir ve bu latans içinde sinirin iletim süresi, nöromusküler ileti zamanı ve kas membranında elektrik ileti zamanı yer alır. BKAP'ın diğer parametreleri süre ve genliktir.

Motor sinir ileti hızı ölçümü için kayıt koşullarını değiştirmeksizin aynı sinirin daha proksimal bir noktasından sinir tekrar elektriklerle uyarılıp yine kastan bir BKAP elde edilir. Proksimal uyarımla kayıtlanan BKAP latansından distallatans çıkartıldığında proksimal ve distal uyarım noktaları arasındaki mesafede ilgili motor sinirin iletim süresi hesaplanmış



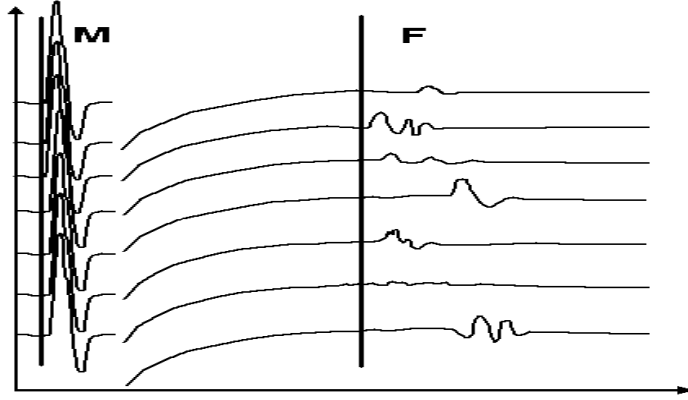
olur. Bu mesafenin milimetre cinsinden değeri distal ile proksimallatans farkına bölündüğünde ilgili sinirin en hızlı ileten motor liflerinin ileti hızı metre/saniye cinsinden bulunmuş olur.

Örneğin, medyan siniri bilekte (distal) uyarımla 3 milisaniyelik distallatans elde edilmiş olsun. Aynı sinirin dirsekte (proksimal) uyarımıyla 7 milisaniyelik proksimallatans bulunsun. Proksimal ile distallatansların farkı  $7\text{ms} - 3\text{ms} = 4\text{ms}$ 'dir. Dirsek ile bilekte uyarım noktaları arasındaki mesafe 240mm olsun. Medyan sinirin (en hızlı ileten liflerinin) motor ileti hızı  $240 / 4 = 60$  milimetre/milisaniye veya başka bir deyişle 60 metre/saniye olarak hesaplanır. Ayrıca distal uyarımla elde edilen BKAP'ın dalga şekli ve genliği (mili volt, mV cinsinden), proksimal uyarımla elde edilen BKAP'ınki ile karşılaştırılır. Normalde her iki BKAP dalga şeklinin çok benzemesi ve genliğinin değişmemesi beklenir.

Bu değişimler ilgili sağlık personeli tarafından değerlendirilerek teşhis ve tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Örneğin, motor sinirin veya aksonunun herhangi bir yerde (ön boynuz hücresi, ön kök, pleksus, periferik sinir) dejenerasyonuna yol açan bir patoloji BKAP genliğinde düşmeye yol açarken motor sinir ileti hızı normal veya normale yakın kalır. Bununla birlikte BKAP genliği, motor sinir dışındaki nedenlerle de düşük bulunabilir. Normal ileti hızına karşılık düşük BKAP genliği, ön boynuz hastalığı, radikülopati, motor aksonalnöropati, nöromüsküler kavşak hastalıklarıvb. göstergesi olarak sağlık personeline değerlendirilebilir.

Proksimal uyarımla elde edilen BKAP genliği fazla düşme göstermese bile süresi sıklıkla uzundur (dispersiyon). Bununla birlikte, demiyelinizasyon motor, sinirin belirli bir bölgesinde ise ve motor sinir iletimine olanak vermeyecek boyuttaysa demiyelinizan bölgenin distalinden sinirin uyarımıyla normal ileti hızlı ve genlikli BKAP elde edilirkendemyelinizan bölgenin proksimalinden uyarımla BKAP, patolojinin ağırlığına göre küçük genlikliolabileceği gibi hiç elde edilemeyebilir. Bu duruma elektro fizyolojik olarak ileti bloğu adı verilir.

Motor sinir ileti incelemesinde özellikle motor sinirin proksimal bölümünün iletkenliği hakkında fikir veren bir inceleme yöntemi, F (foot) yanıtı incelemesidir. F yanıtı, bir motor sinirin elektrik uyarımı sonucu kastan kaydedilen BKAP yanıtını takiben ortaya çıkan çok daha küçük genlikli potansiyellerdir (Şekil 2.11). Radiküler patolojilerde elektrik uyarımı takiben F yanıtı ortaya çıkma sıklığı azalacağı gibi bu yanıtın latansı da uzayabilir.

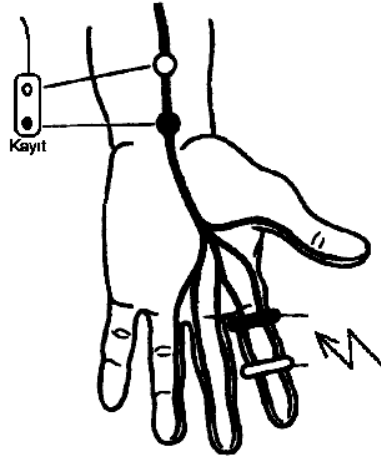


Şekil 2.11: F (foot) yanıtı

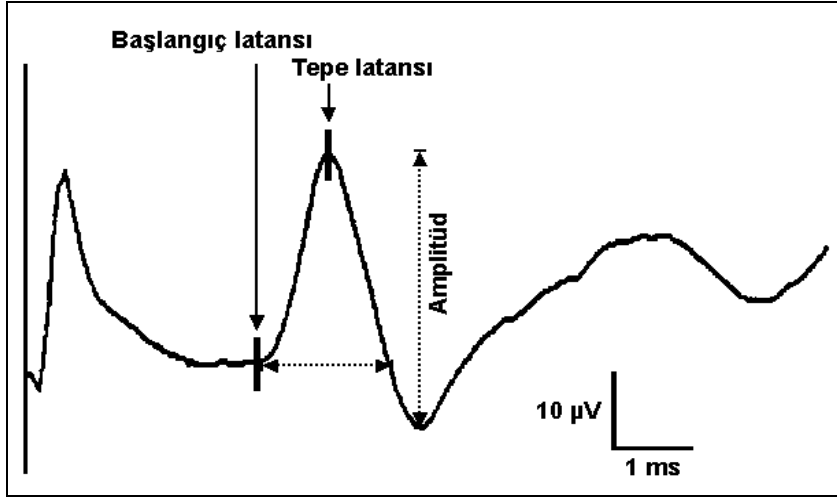
#### 2.2.4.2. Duysal Sinir İleti İncelemeleri

Amaç, incelenecek duysal veya mikst (duysal-motor) sinirin en hızlı ileten duysal liflerinin iletme hızını ölçmek ve hedef deri bölgesine giden duysal liflerin bütünlüğünün tamamen veya kısmen korunup korunmadığını anlamaktır. Duysal sinir, aksiyon potansiyeli (DSAP) duysal sinir liflerinden kalın miyelinli hızlı iletenlerin aksiyon potansiyellerinin toplamını yansıtır.

Ortodromik (distalden -duysal reseptörlerden- uyarıp proksimalden kaydetmek) veya antidromik (proksimalden uyarıp duysal reseptörlerden kaydetmek) olarak kayıtlama yapılabilir (Şekil 2.12). DSAP'nin parametreleri genlik, süre, iletme hızı ve distallatanstır (Şekil 2.13).



Şekil 2.12: Duysal sinir iletme incelemesi (Bilekteki noktalar burada uyarım veya kayıt yerini göstermektedir.)



**Şekil 2.13: Duysal sinir aksiyon potansiyeli**

İleti hızı, motor sinirlerin ileti hızından farklı olarak doğrudan doğruya uyarım noktasıyla kayıt yeri (katod) arasındaki mesafeye dayanarak ölçülür.

$$[\text{mesafe (milimetre)} / \text{latans (milisaniye)} = \text{ileti hızı (metre/saniye)}]$$

Motor sinir ileti hızı ölçümü için sinir trasesi üzerinde en az iki farklı uyarım yeri gerekirken duysal sinir ileti hızı ölçümü tek bir yerden uyarımla yapılabilir. Motor sinir incelemesinde kayıtlanan BKAP'den farklı olarak genlik çok daha küçüktür, ileti hızı daha fazladır ve BKAP, motor liflerin çoğunluğunu yansıtırken DSAP küçük bir kısmını yansıtır. Duysal ileti çalışması, ılımlı patolojiyi göstermede motor incelemeden daha duyarlıdır.

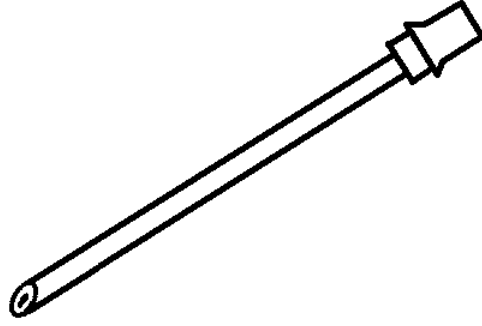
Yine sağlık personelinin yapılan bu ölçümler sonucunda gözlemlediği DSAP verileri, örnek olarak arka kök ganglion hücresi veya aksonunun dejenerasyonuna dair bir işaret içerebilir.

### 2.2.4.3.İğne Elektromiyografisi

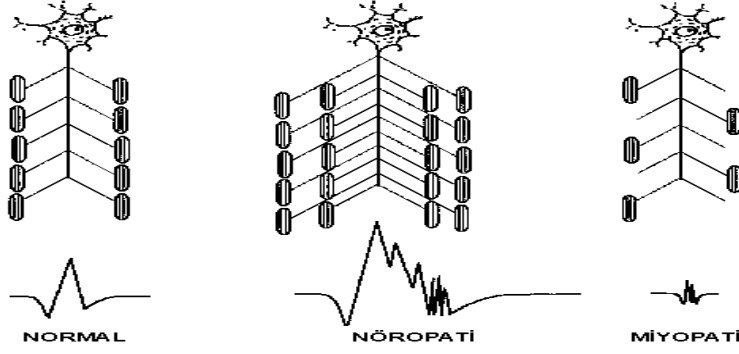
“İğne elektromiyografisi” kaslardan iğne elektrot yoluyla kayıtlamaya dayanan bir inceleme yöntemidir. Konsantrik (Şekil 2.14) veya monopolar iğne elektrotlar kullanılır. Bu elektrotlar yardımıyla denerve kaslarda istirahatte bile ortaya çıkan anormal potansiyeller ve aktivasyon sırasında ortaya çıkan motor ünite potansiyelleri incelenir. Bir alfa motor nöron ve ona bağlı kas liflerinin tamamına “motor ünite” adı verilir (Şekil 2.15).

Bir alfa motor nöronun aktivasyonu sonucu ona bağlı kas liflerinin tümünün oluşturduğu toplam potansiyele ise motor ünite potansiyeli (MÜP) adı verilir (Şekil 2.16). Nöropatilerde ve miyopatilerde bu durumlara özgü MÜP değişiklikleri olur. İğne elektromiyografisinde bu MÜP değişiklikleri saptanarak patolojik durum sağlık personeli tarafından tanınmaya çalışılır. Bir kasın maksimum güçte kasılması sırasında ortaya çıkan

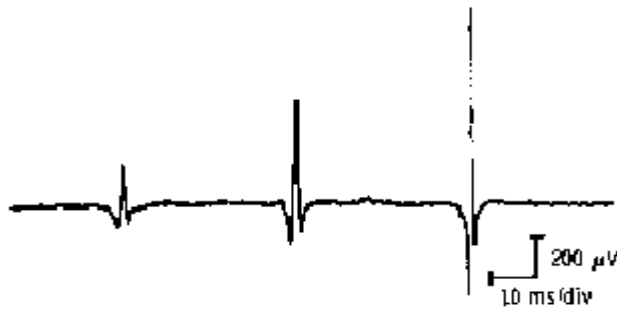
MÜP dizilerinin görünümüne “interferanspaterni” adı verilir (Şekil 2.17). Nöropati ve miyopatilerdeinterferanspaterninde bu durumlara özgü değişiklikler olur.



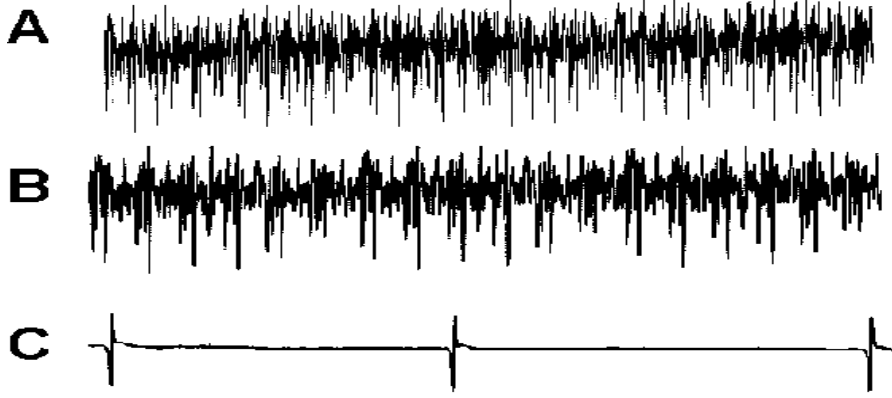
Şekil2.14:Konsantrik iğneeletrot



Şekil 2.15: Üsttekiler motor üniteleri, alttakiler motor ünite potansiyelleri



Şekil 2.16: Normal motor ünite potansiyelleri



**Şekil 2.17: İnterferanspaterni(A)erken interferans,(B)normal interferans,(C)seyrelme**

Motor sinir ileti incelemeleri, duysal sinir ileti incelemeleri, iğne elektromiyografisine dair ölçümlerinteshiş ve tedavi amaçlı kullanılmasının yanında en belirgin olarak miyopati, aksonal tutulumla giden nöropati, ön boynuz hastalığı, demiyelinizannöropati, nöromüsküler kavşak hastalıkları gibi hastalıkların teşhisinde de hastalığa dair ilgili parametrelerin EMG ile ölçümü gerçekleştirilir.

## **2.3. Hastalıklarda Kullanılan Testler**

EMG inceleme yöntemlerinin kullanım durumlarındaki uygulamalar kesinlikle bir sağlık personelinin kontrolünde yapılmakta olup teknik servis personeli tarafından cihazların ilgili testlerinin kontrolüde yine bu sağlık elemanlarının yardımıyla gerçekleştirilebilir.

### **2.3.1.Miyastenik Testler**

Kasların çabuk yorulmasıyla kendini gösteren bir hastalık olan miyastenigravis hastalığının teşhisinde kullanılan testlerdir. Omuz ya da kol üzerinden elektrik akımı art arda verilip kasların buna tepkisi ölçülerek yapılır.

### **2.3.2.Uyarılmış Potansiyeller**

İnsanın beş duyusu olan görme, duyma, koklama, dokunma ve tatma yaşamın gösterimi ve yaşamın zorunluluğudur. Bu nedenle ENMG cihazları ile yapılan testler son derece önemlidir. Çoğu cihaz üzerindeki programlarda kayıtlı bu testlerin en bilinenlerinden kısaca bahsedilecektir.

#### **2.3.2.1.Uyarılmış Potansiyel Kayıtlar: EPR**

Bu beş duyunun en önemlileri olarak kabul edilen görme, duyma ve dokunma duyularını test etmek üzere tasarlanmıştır. Bu üçü birlikte, beyne gelen bilgilerin pek çoğundan sorumludur. Ayrıca bunlar en kolay gözlenenlerdir.Koklama ve tatma duyularını test etmek için EPR sistemleri üzerinde birtakım araştırmalar yapılıyor olsa da henüz etkili ve güvenilir bir metot üretilmemiştir.

### 2.3.2.2.Uyarılmış Potansiyel Test: EPT

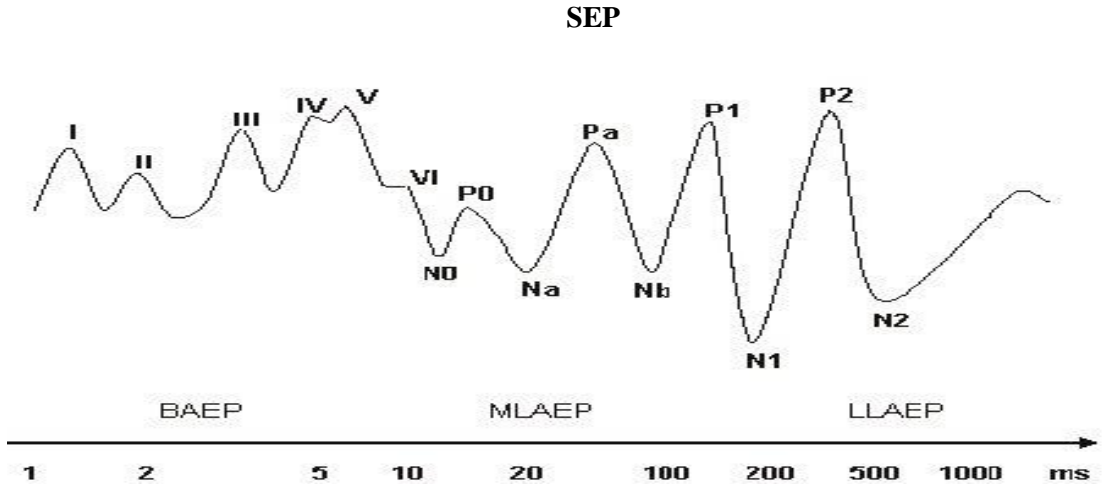
Ortada bir sorun olup olmadığını, eğer sorun varsa göz, kulaklar ve ince duylarda durumlara göre yayılımını test etme kapasitesindedir. Araştırmalar görme duyusunun beyin tarafından algılanan büyük ve farklı hacimlerde bilginin %70'inden sorumlu olduğunu göstermiştir. Diğer %15'inden duyma, %10'undan ise dokunma duyusu sorumludur. Gözlerin ve kulakların motor fonksiyonlarındaki ya da dokunma duyusundaki sorunların erken tespiti, tedavi ve müdahalede hayati öneme sahiptir.

### 2.3.2.3.Uyarılmış Potansiyel Ölçümü(EPM)

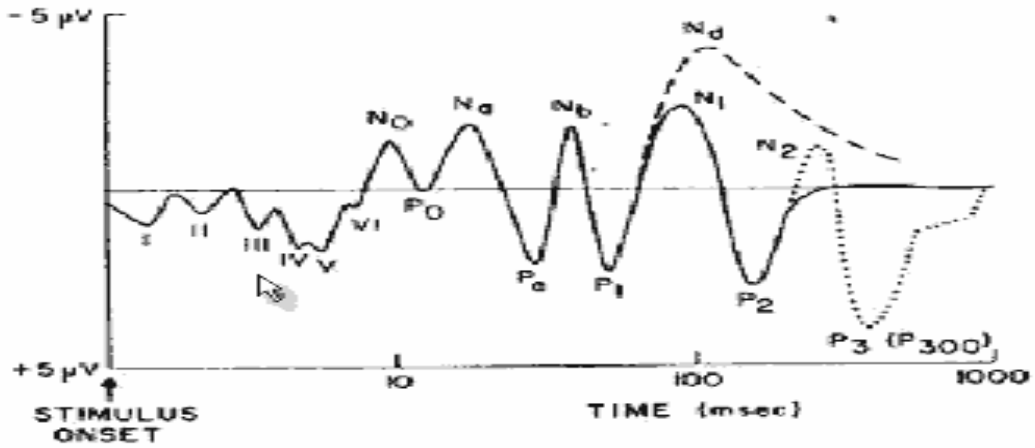
Sinir sisteminin fonksiyonlarının test edilmesinde objektif ve istilacı olmayan bir metottur. İç kanama, tümörler, çoklu sikloroz ve diğer benzer zayıflatıcı sinirsel bozuklukların erken tespitinde çok önemli bir görevi vardır.

EPT boyunca, dış stimülasyona tepkiler hastanın başına ya da derisinin yüzeyine yerleştirilmiş birtakım elektrotlarla kaydedilir. Bu metot, canlandırılmış tepki olarak bilinir. Birtakım çoklu alçak genlikli okuma üretir. Beynin elektrikselstimüleyle tepkilerini kaydeder. Anormal tepkiler, gecikmiş okumalar ve dalgaların genişliğindeki farklılıklarla kendini gösterir. Motor fonksiyonlarındaki en küçük bozukluğu açıkça ortaya çıkarır.

Sağlık personeli için teşhiste değerlendirilen kullanım yerleri: Beyinsapı gelişiminin değerlendirilmesi, beyin sapı bozuklukları yer tespiti, optik motor sinir sistemi bozuklukları, periferik sinir bozuklukları, celebralkorteks bozuklukları, görsel yol bozuklukları, duyuşal sinir fonksiyonları bozuklukları, omurga bozuklukları, beyin sap bozuklukları, beyin sap tümörleri, cochlea fonksiyonu ve beyinölümü



**AEP  
ABR**



Şekil 2.18: Beyin ölçüm grafiği

#### 2.3.2.4. VEP (Vizüel Uyarılmış Potansiyel) İncelemesi

Görme yollarının (gözden beyne kadar) sağlam olup olmadığını araştırır. Televizyon ekranında birtakım şekillere hasta baktırılır ve beyin dalgaları kayıtlanır. Bu analiz sonucunda kişinin görüp görmediği ya da kendisinin farkında olmadığı bir görme yolu anormalliğinin olup olmadığı anlaşılabilir. Multiplskleroz denen hastalık, tipik olarak görme yolları hastalarının hemen hepsinde vardır fakat hastalar bunun birçok kez farkında olmaz. Bu test, hastalığın teşhisi için çok yardımcı bir testtir.

#### 2.3.2.5. SEP (Somatosensoryel Uyarılmış Potansiyel) İncelemesi

His yollarının deriden beyne kadar sağlam olup olmadığını araştırır. Yine cilde çok düşük elektrik akımı verilip saçlı kafa derisi üzerinden elektrotlar yoluyla beyin dalgaları kayıtlanır. Böylece sinir kökü, omurilik ya da beyin yapılarında his sinirlerinin iyi fonksiyon görüp görmedikleri anlaşılabilir.

#### 2.3.2.6. BERA (veya BAEP, Beyin Sapı İşitsel Uyarılmış Potansiyel) İncelemesi

İşitme yollarının (kulaktan beyne kadar) sağlam olup olmadığını araştırır. Kişinin her iki kulağını örten bir kulaklık takılır ve bu kulaklıklardan birtakım sesler verilip beyin dalgaları kaydedilir. Böylece bebek, çocuk ya da erişkin kişilerin duyup duymadıkları, eğer bir kusur varsa bunun kulaktan mı, beynin alt bölümünden mi, beyinden mi kaynaklandığı söylenebilir. Bulbokavernözrefleks, pudendalsep, genital deri yanıtlarının değerlendirildiği nörolojik testler mevcuttur.

Yine otonomik sistem hastalığı olup olmadığını araştıran otonomik testlerden de bahsedilebilir. Sağlık personeli tarafından göğüs bölgesine elektrotlar yapıştırılır ve kalp elektrosu kaydedilir. Kalp ritmindeki değişkenlik derecesine göre kalbi kontrol eden otonomik sinirlerin kusurlu olup olmadığını araştırılır. Örneğin, şeker hastalığında kalbin otonomik rahatsızlığı yoksa ölüm riski düşüken bu rahatsızlığı olması durumunda ölüm riski çok yüksektir. Ciddi bir tedavi için uyarı ilgili sağlık personeli tarafından yapılır.

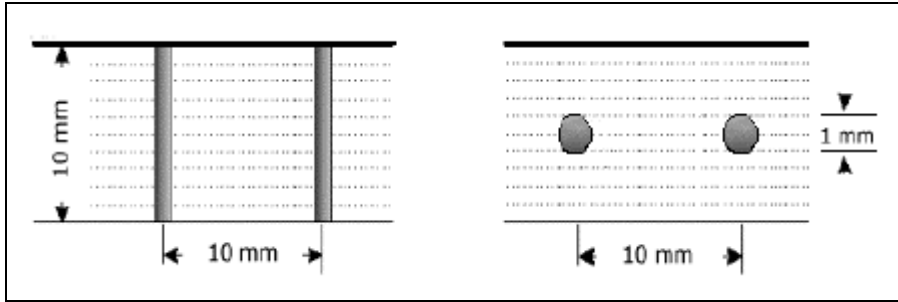
## 2.4.Elektrot ve Olası Diğer Arızalar

### 2.4.1.EMG-ENG(ENMG) Elektrot Yapıları

Elektrotlar ile ilgili ön bilgi için öncelikle alan ortak modülleri içerisinde “Elektrotlar” modülüne bakınız.

Biyoelektrik potansiyelleri ölçebilmek için iyonik potansiyel ve akımları elektrik potansiyel veya akımlarına dönüştüren dönüştürücülere ihtiyaç vardır. Elektrik kökenli biyolojik işaretleri algılamakta kullanılan böyle bir dönüştürücü ikielektrottan meydana gelir ve elektrotların uygulandıkları noktalar arasındaki iyonik potansiyel farkını ölçer. Her bir hücrenin ürettiği bireysel aksiyon potansiyellerini ölçmek imkânsız değilse de bazı özel uygulamalar dışında çok zordur. Çünkü hücre içine hassas olarak elektrot yerleştirilmesi gerekmektedir.

Genel amaçlı bir elektrot tasarımında algılama yüzeyleri ve iç algılama yüzey mesafeleri dikkate alınmalıdır. Tecrübeler doğrultusunda 1cm uzunlukta, 1mm genişlikte ve birbirinden 1cm uzaklıkta paralel elektrot kullanımı ortaya çıkmıştır. Bu elektrotlar Şekil 2.19’da gösterilmektedir.

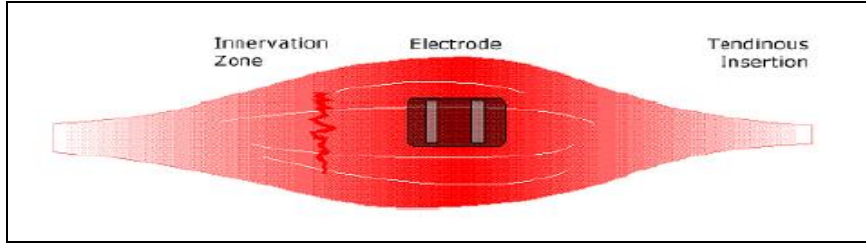


Şekil 2.19: Yuvarlak olarak düzenlenmiş elektrotların şematik gösterimi

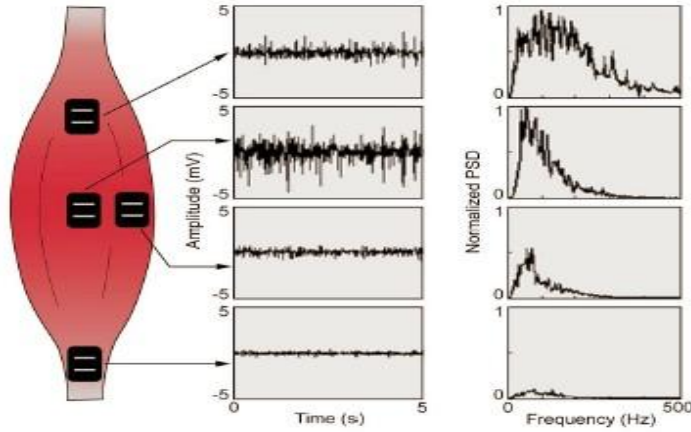
Yukarıdaki gerekliliklerin çoğunu karşılamasının yanında bu elektrot dizaynı, bazı pratik avantajlar da sağlamaktadır. Boyut olarak yeterince küçüktür ve dokuya batırıldığında hissedilmez. Algılama yüzeyleri arasındaki 1cm olması, deride terleme gerçekleştiğinde elektriksel kısa devre olmasını engelleyecek kadar büyük bir mesafedir.

Elektrot, motor nokta ile tendon eklemi arasında veya iki motor nokta arasında ve kasın boylamsal olarak orta hattı boyunca yerleştirilmelidir. Elektrodun boylamsal eksenini (her iki algılama yüzeyi arasından geçen) kas tellerinin uzunluğuna paralel olarak aynı hizaya getirilmelidir (Sıraya konmalıdır.). Şekilde tercih edilen elektrot yerleşimi gösterilmektedir.





Şekil 2.20: Tercih edilen elektrot konumu



Şekil 2.21: Elektrot yerleşimi ve yerleşimsel sinyal algıları

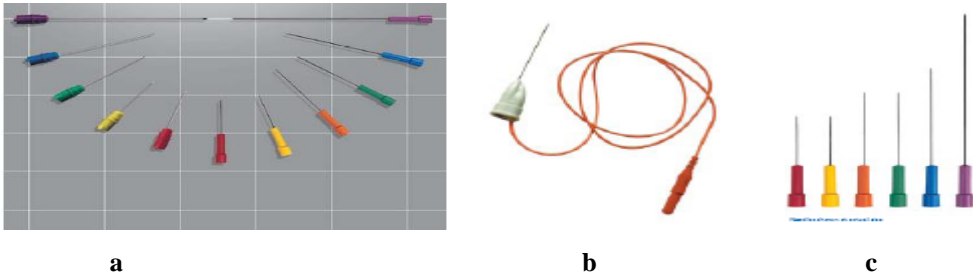
- **Kas tendonunun yanına veya üzerine:** Kas telleri tendon tellerine yaklaştıkça sayı olarak azalmakta ve incelmektedir ve EMG sinyalinin genliği azalmaktadır. Ayrıca bu bölgede kasın fiziksel boyutu oldukça küçülmekte ve elektrodun uygun şekilde konumlandırılması zorlaşmaktadır. Cross-talk etkilenmesi artmaktadır. Çünkü teller arası yakınlık artmaktadır.
- **Motor nokta üzerine:** Motor nokta, en küçük akımın yüzeysel kas tellerinde algılanabilir seğirmelere yol açtığı kas üzerindeki noktadır. Bu nokta genellikle (Her zaman değil.) en yüksek sinirsel yoğunluğun olduğu kas içerisindeki innervation zonea karşı gelmektedir. Tahminî olarak motor noktaları sınır işaretleri olarak kullanılmaktadır. Çünkü tanımlanabilir ve sabit (değişmeyen) anatomik sınır işareti sağlar. Fakat sinyal kararlılığı açısından bakıldığında motor nokta, EMG sinyal algılama noktası için en kötü konumdur. Motor nokta bölgesinde aksiyon potansiyellerinin pozitif ve negatif fazları (fark yükseltici ile yapılan algılamada) çok küçük faz farkları ile eklenip çıkartılacaktır ve EMG sinyali daha yüksek frekans bileşenlerine sahip olacaktır. Zaman domeninde sinyal daha sivri ve keskin piklere sahip olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kararlılık kaybı, küçük yer değiştirmelerin (0,1 mm) EMG sinyalinin frekans karakteristiğinde tahmin edilemeyen tarzda bir etkiye sebep olmasından kaynaklanmaktadır.

Kasların büyük çoğunluğu kas boyunca birçok innervationzonea ( zonea;bölge ) sahiptir. Bunlar kas yüzeyi üzerinden deriye elektriksel uyarımlar uygulanarak veya daha karmaşık haritalama teknikleri ile tanımlanabilir (teşhis edilebilir).

- **Kasın dış kenarlarında:** Bu bölgede elektrot komşu (bitişikteki) kaslardan gelen sinyalleri de ölçmeye meyillidir. Bu durumdan kaçınmak gerekir.
- **Kas tellerine bağlı olarak elektrot yerleştirilmesi:** Elektrodun boylamsal eksenini (her iki algılama yüzeyinden geçen) kas tellerinin uzunluğuna paralel olacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu düzenleme yapıldığında her iki algılama yüzeyi benzer kas tellerinin birçoğunu kesecektir. Böylece EMG sinyalinin spektral karakteristikleri, elektrodun bulunduğu bölgede var olan değişmeyen (sabit) kas telleri gurubunun özelliklerini yansıtacaktır. Ayrıca EMG sinyalinin frekans spektrumu, hatalı iletim hızı tahminlerine sebep olabilen trigonometrik faktörlerden bağımsız olacaktır. İletim hızının ortaya çıkan değeri, EMG sinyalinin zaman domenindeki özelliklerini (şeklini) değiştirir ve dolayısıyla frekans spektrumu da değişmiş olur.
- **Referans elektrot yerleşimi:**Referans elektrot, önyükseltecin fark girişine ortak frekans sağlanabilmesi için gereklidir. Bu amaç için referans elektrot mümkün olduğuncazağa, elektriksel açıdan nötr olan bir yere yerleştirilmelidir (Kemiksi bir çıkıntı üzerine olabilir.). Bu düzenleme genelde uygun değildir.Çünkü algılama elektrodu ile referans elektrodu ayırmak elektrotlar ve yükselteç arasında iki kablo ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır.

Referans elektrodun deri ile olan bağlantısının elektriksel açıdan çok iyi olması zorunludur. Bu sebepten elektrot büyük olmalıdır (2cm×2cm). Eğer küçükse malzeme iletkenliği oldukça yüksek ve güçlü bir yapışkan özelliğe sahip olmalı ki deri üzerine konulduğu noktada sabit bir şekilde durabilsin. Elektriksel olarak iletken jeller bu amaç için oldukça uygundur. Referans elektrodun akıllıca yerleştirilmesi ile güç hattından kaynaklanan şebeke gürültüsü yok edilebilmektedir.

Tüm hasta bağlantıları sağlık personeli tarafından yapılırken teknik servis elemanı açısından da elektrot ve cihaz arıza tespit aşamalarında olası kullanıcı hatalarının öncelikle tespit edilmesiönemlidir.



**Resim2.3:(a)Tek kullanımlık konsantrik iğneler (b)Terapi ve sinir tıkanıklığı iğneleri (c) Tek kutuplu iğneler**



**Resim2.4: EMG elektrot çeşitleri**

Biyopotansiyelleri en genel ölçme yöntemi, vücut yüzeyinden yapılan ölçümlerdir. Bu durumda alttaki birçok hücrenin aksiyon potansiyellerinin yüzeye gelen toplamı alınmaktadır. Bazı ölçümler, bir kasa, sinire veya beyinin belirli bölgelerine batırılan iğne elektrotlar yardımıyla yapılır.

Biyopotansiyellerin vücut yüzeyine nasıl ulaştıkları kesin olarak bilinmemektedir. Ortaya birçok teoriler atılmıştır. Kalbin elektriksel potansiyellerinin izahı için ortaya atılan ve nispeten gerçekçi görünen teoriye göre yüzeyden ölçülen potansiyel alttaki bireysel aksiyon potansiyellerinin kendilerinin değil fakat birincitürevlerinin toplamıdır. Daha ayrıntılı ölçme yöntemleri için “Biyopotansiyel Yükselteçler” modülüne bakınız.

Ölçme metodu ne olursa olsun biyoelektrik potansiyellerin oldukça iyi bilinen dalga şekilleri mevcuttur. Yüzey elektrotları, biyolojik işaretlerin deri üzerinden algılanmasında kullanılır.

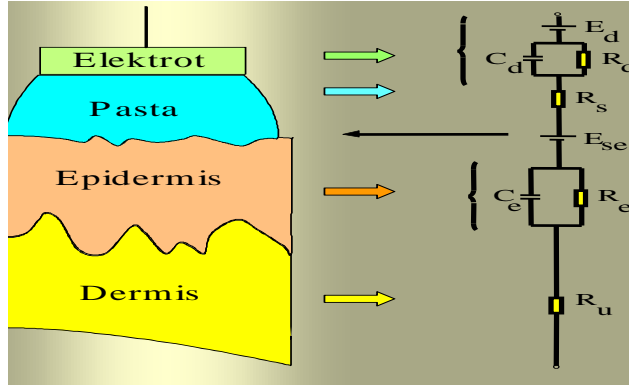
EMG (elektromiyogram), ölçüm sisteminde ölçülen, kaslardan alınan elektriksel işaretlerdir. Kaslar, uyarıcı elektrotlar yardımıyla küçük elektrik şoklarıyla uyarılır. Bu uyarılma esnasında uyarılan kasın tepkileri de başka elektrotlar yardımı ile kaydedilir.

Biyoelektrik gözlemler için ilk basamağı elektrotlar oluşturur. Metal veya sıvı yapıda olan elektrotlar, biyoelektrik olayların dedeksiyonundan başka dokulara elektrik akımı uygulamada da kullanılır. Ayrıntılı bilgi için “Elektrotlar” modülüne bakınız.

ENMG uygulamalarında elektrotlar temelde iki çeşittir. İğne elektrotlar ve yüzeysel elektrotlardır. İğne elektrotların içinde çevre ile izole edilmiş ince bir tel vardır. Bu telin sadece uç kısmı açıktır. Aktif elektrot olarak çalışan kısım sadece bu açıktaki uç kısımdır ve alanı  $1 \text{ mm}^2$ 'yi geçmez. Bazılarının içinde iki tel bulunabilir. Yüzey elektrotlarından, metal plaka elektrotlar ve emici düzenli elektrotlar kullanılmaktadır. Yüzeysel elektrotlar ise çoğunlukla  $70 \text{ mm}^2$ 'nin altında bir çift kalay levhadır.

Yüzey elektrotları biyolojik işaretlerin deri üzerinden algılanmasında kullanılır.

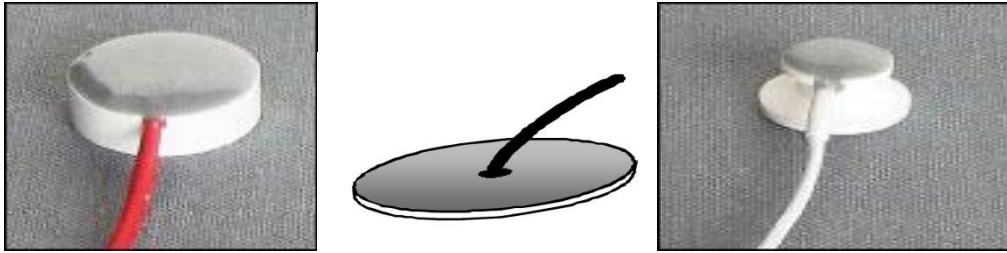
Aşağıdaki şekilde yüzey elektrodun yapısı ve elektrodun eşdeğer devresi görülmektedir.



**Şekil 2.22: Yüzey elektrot yapısına eşdeğer devresi**

Aşağıdaki resimde gösterilen metal plaka elektrotlar ENMG işaretlerini algılamakta kullanılır. Deri ile temas eden metalik bir yüzeyi bulunur. Gerçekte deri ile temas, bir elektrolit pasta aracılığı ile olur. Metal plaka düz veya uygulanacak yüzeyin şeklini alacak şekilde bir silindirik yüzey parçası biçimindedir. Genellikle nikel-gümüş alaşımından yapılır. Bu sınıfa giren elektrotların yüzeyleri büyük olduğundan empedansları küçüktür (2-10 K $\Omega$ ). Kol ve bacağına takılanlar lastik bir kayışla göğüs için olanlar ise özel bir bantla tutturularak kullanılmaktadır.

Göğüs elektrotlarının bazılarında yapışkan bir yüzey bulunur ki bunlar bir kere kullanıldıktan sonra genellikle atılır. EMG işaretlerinin frekans spektrumu, vücut hareketlerinin oluşturduğu bozucu etkilerin frekanslarının frekans ekseninden oldukça ötede olduğundan bozucu işaretler filtreler yardımıyla kolayca esas işaretten uzaklaştırılabilir.



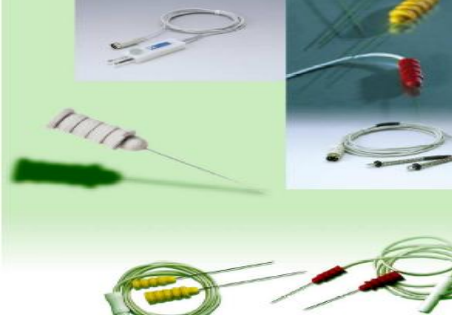
**Resim 2.5: Metal plaka elektrotlar**

Emici düzenli elektrotlar, metal plaka elektrotların gelişmiş bir şeklidir. Herhangi bir şekilde yapışkan veya bağlama bandı gerektirmez. “Elektrotlar” modülüne bakınız.

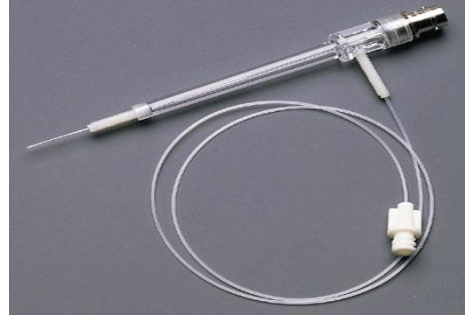
Emici elektrotlar, Resim 2.5’te olduğu gibi iğne elektrot şeklinde de kullanılır. Bu elektrotlar, bir dokuya batırılarak hem uyarı amaçlı hem de dokudan elde edilen sinyali kayıt amaçlı olarak kullanılır. Vücut yüzeyindeki yağ veya hava nedeniyle diğer elektrotlarla ulaşılamayan zor bölgelerdeki elektriksel sinyaller, bu tip elektrotlar yardımıyla daha kolay algılanabilir. Bağırsaklar, sinirler, kaslar ve gözde kullanılır.

Dâhilî elektrotlar, biyopotansiyel işaretleri vücut içinden algılamakta kullanılır. Deri altına batırılan iğne şeklinde olanları (Resim 2.4) bulunduğu gibiyumüyle vücut içine

gömülüp haricî kuvvetlendiriciye telemetri verici düzeni ile bağlı olanları da (Resim 2.5) vardır.İğne elektrotlar ENMG uygulamalarının vazgeçilmez elektrotlarıdır.



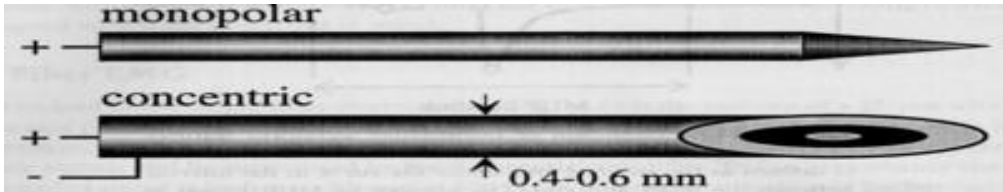
**Resim 2.6: İğne elektrotlar**



**Resim 2.7: Emici elektrotlar**

➤ **İğne elektrotlar**

- **Konsantrik iğne elektrotlar:** Klinik EMG’de en çok kullanılan elektrotlardır. Elektrodun ortasında uzanan bir tel ile bunu saran bir izolatör içerir ve içteki telin ucu çıplaktır.
- **Bipolar iğne elektrotlar:** Temelde konsantrik iğne elektrot gibi bir yapıdadır. En önemli farkı, iğne elektrodun merkezinde bir yerine iki iletken tel bulunmasıdır.
- **Monopolar iğne elektrotlar:** Bunlar tek bir hipodermik iğne elektrot ve deriye yerleştirilmiş bir referans elektrot şeklindedir.

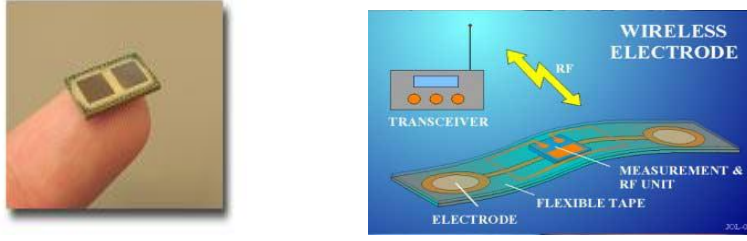


**Resim 2.8: Monopolar ve konsantrik iğne elektrotlar**

Bu tür elektrotlar hakkında ayrıntılı bilgi için“ Elektrotlar” modülüne bakınız.



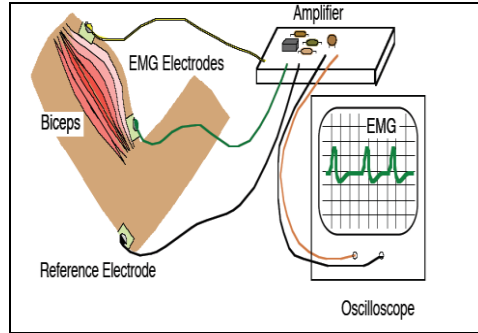
**Resim 2.9: İğne elektro**



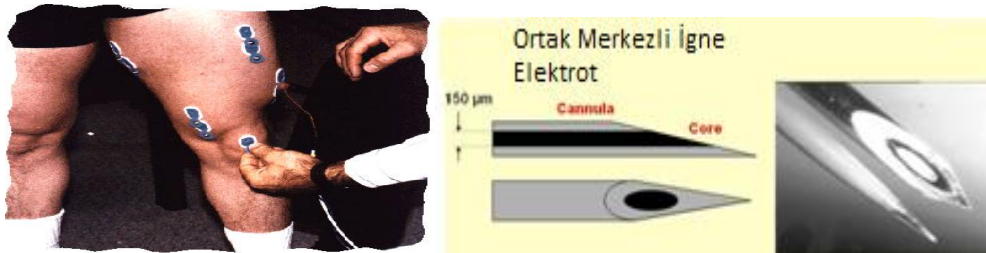
**Resim 2.10: Vücut içine gömülen ve kablosuz sistemle veri gönderen (implant-deri altı) elektrot**

### 2.4.2. ENMG Elektrotlarının Bağlantı Şekilleri

Daha önce belirtildiği gibi ENMG’de temelde iki tip elektrot kullanılır. Bunların uygulamaları yapılırken teşhise yönelik elektrot uygulaması gerçekleştirilir. İğne elektrotlar ölçüm yapılması istenen kasa batırılarak uygulanır. Bir kablo aracılığıyla EMGbiofeedback(biyosinyal geri besleme) aleti ile bağlantılıdır. Yüzey elektrotları ise kas üzerine yapıştırılmak suretiyle uygulanır (Şekil 2.21). Deri, alkol-eter karışımıyla temizlendikten sonra yüzeysel elektrotlar, elektrolitik bir macun aracılığı ile deriye yapıştırılır. Yüzeysel elektrotlar geniş bir alanın potansiyellerini toplayıp kabaca ve daha genel bir bilgi verir.



**Şekil 2.23: Yüzey elektrot uygulaması**



**Resim2.11: EMG iğne elektrodu vegenel ölçüm düzeni**

Örneğin,Resim 2.12’dekolve 2.13’deboyun kaslarında EMG ölçüm düzeneklerinin yapıllşları görölüyor. Vücuttaki her kas üzerinde bu ölçümler yapılabilir.

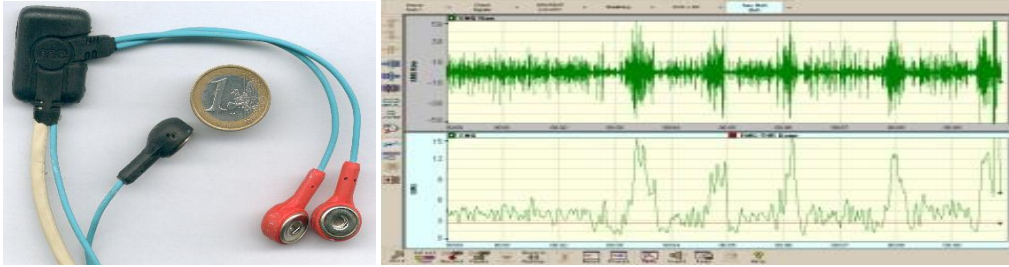




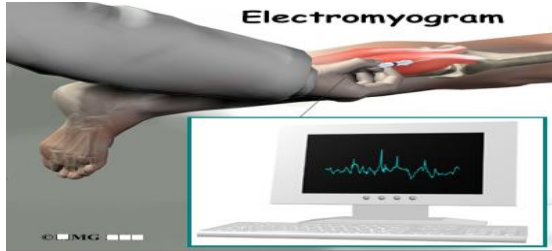
**Resim 2.12: Kol kasları EMG ölçümü**



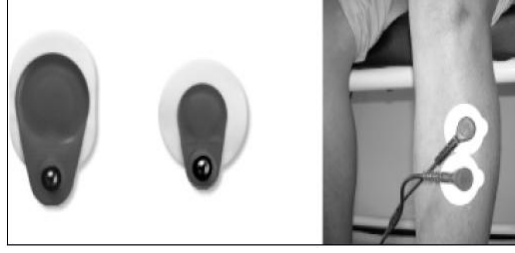
**Resim 2.13: Boyun kasları EMG ölçümü**



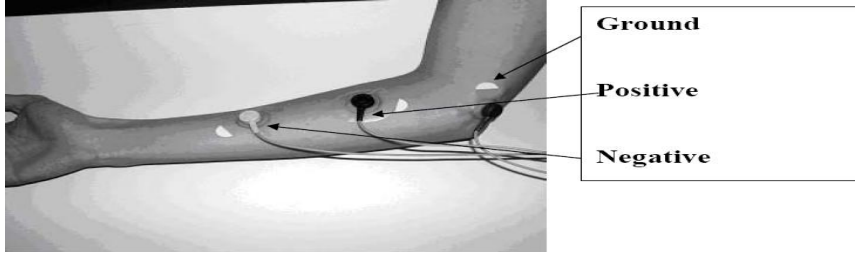
**Resim 2.14: Bir EMG elektrodu ve EMG sinyali**



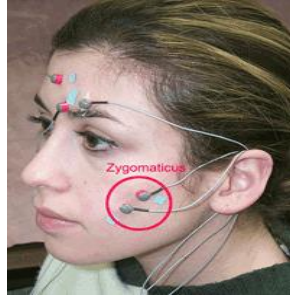
**Resim 2.15: Sembolik gösterim**



**Resim 2.16: Bacak kasları ölçüm düzeneği**



**Resim 2.17: Kol kasları ölçüm düzeneği ve elektrotların yerleşimi**



**Resim 2.18: Yüz-alın kas ölçümü**

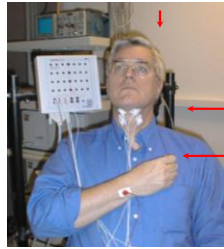


**Resim 2.19: Bacak kasları ölçümü**





Resim2.20: Bilek kasları ölçümü



Resim2.21: Boğaz kasları ENMG elektrot yerleşimi ölçüm düzeni

### 2.4.3. PhoticLamb ( flaş lamba) Yapısı ve Arızaları

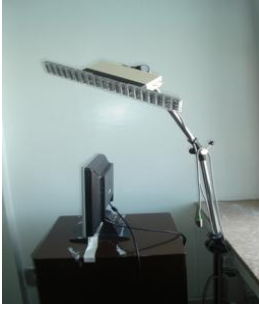
ENMG cihazında kullanılan donanımlardan biri de photiclamb (flashlamb)tır. Elektronörografik uygulamalarda belirli periyotlarla hastaya flash ışık uygulaması yapılır ve hastanın bu ışığa duyarlılığı-tepkisi elektrotlar aracılığıyla algılanır ve işlenir. Bu ışık hüzmelerinin yoğunluğu uygulama süresi ve uygulama aralığı tamamen teşhisi yapan doktora bağlıdır.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

**Resim 2.22 (a, b, c, d, e): Flash lambtürleri**

## 2.5. EMG Arızaları ve Giderme Yöntemleri

EMG cihazlarında sıkça karşılaşılan arızalar ve bu arızaları giderme önerileri aşağıda bir tablo hâlinde listelenmiştir.

Arıza	Arızanın Giderilmesi
➤ Sistemin çalışma belirtileri yok, güç ledi yanmıyor.	➤ Şebeke güç kontrolü yapılmalıdır. ➤ Şebeke sigortası atmıştır. ➤ Güç kablosu arızalıdır. ➤ Şebeke ile cihazın besleme katı arası kontrol edilmelidir. ➤ İzolasyon trafosu giriş ve çıkışı kontrol edilmelidir. ➤ Besleme-güç katı sigortası kontrol edilmelidir.
➤ PC kasasında çalışma belirtisi yok (Kasanın açma-kapama düğme gösterge ledi yanmıyor ve fan çalışmıyor.).	➤ Kasa güç kablosu ve bağlantıları kontrol edilmelidir. Kasa kartları kontrol edilmelidir (yanmış, kopmuş devre elemanı ya da bağlantılarını). Akım yollarının kontrolleri yapılmalıdır.
➤ Trasedartefakt ( dış etken sinyalleri )	➤ CMMR ayarlarının bozuk olmasıdır. ➤ Dış bozucu etki mevcut olması(telefon, telsiz vb.) ➤ Güç katı filtre devreleri arızalı ➤ Odada Faraday kafesinin olmaması
➤ Kalibrasyon dalgalarının kısa veya uzun olması	➤ Giriş amplifikatörlerinin kalibrasyonlarının bozuk olması
➤ EMG sinyalinin sesinin duyulmaması	➤ Ses ayar düğmesi kapalıdır. ➤ Ses ayar düğmesi açılır ve doğru kanal ayarlanır.
➤ EMG prosesör (işlemci) kısmının kilitlenmesi, komut almaması	➤ Mikroişlemci kartındaki bellek entegre devrelerinin gümüş pası olması dolayısıyla entegre devreleri değiştirilir ya da temizlenir.

➤ EMG yazıcısının çalışmaması	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yazıcının besleme geriliminin düşük olması</li> <li>➤ Güç devresinde gerilim kontrolü yapılmalıdır.</li> <li>➤ Kontak noktalarında oksitlenme</li> <li>➤ Besleme hatlarında standartlara uygun çapta kablo kullanıldığından emin olunmalıdır.</li> </ul>
➤ EMG'nin çalışmaması	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Güç kablosu kontrol edilir.</li> <li>➤ Giriş sigortası kontrol edilir, gerekirse değiştirilir.</li> </ul>
➤ EMG'nin ortamdaki (atölye-klinik vb.) V otomatı attırması	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ EMG besleme katında kısa devre</li> <li>➤ Tesisat güç dağılımı dengeli yapılmalıdır.</li> </ul>
➤ Göstergeler çalışmıyor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bağlantı terminali kontrol edilmelidir.</li> <li>➤ PC monitör çıkışı,ekran kartı arızalanmıştır.</li> <li>➤ PC ana kart arızası</li> <li>➤ İç kabloların bağlantıları kopmuştur.</li> <li>➤ PC anakart üstündeki IDE arayüz arızası</li> <li>➤ Anakart üstündeki BIOS kurulumunun değişmesi</li> </ul>
➤ İşletim sisteminin açılışyüklenmemiş olması	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İşletim sisteminin bozulması</li> <li>➤ Hafıza kartı arızası</li> <li>➤ PC anakart üstündeki IDE arayüz arızası</li> <li>➤ Anakart üstündeki BIOS kurulumunun değişmesi</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Açılış boyunca sürekli hata mesajı göstermesi</li> <li>➤</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sistem donanım ve yazılım bilgileri kontrol edilmelidir (İşletim sistemi bilgileri onaylatılmalıdır veya on-line yardımı tercih edilmelidir.).</li> <li>➤ Yazılım uygulamaları bozulmuştur.</li> </ul>
➤ Yazılım uygulamaları açılışa yüklenmemiştir.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uygulamalar “başlama” program grubundan çıkarılmıştır.</li> <li>➤ Yazılım uygulamaları bozulmuştur.</li> </ul>
➤ Pointing düzeneği (kontrol panelindeki) aktif değil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Düzenek bağlantılarının kopması</li> <li>➤ Düzenek arızalıdır.</li> <li>➤ Açılışta işletim sistemi düzeneği tanımaz.</li> <li>➤ Düzenek için olan işletim sistemi yazılım sürücüsü arızalanmıştır.</li> <li>➤ PC'ye yeni bir mause(fare) takmak denenmelidir.</li> <li>➤ PC anakart üzerindeki arayüz arızalıdır.</li> </ul>
➤ Klavye aktif değildir.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Klavye bağlantısı kopmuştur.</li> <li>➤ Klavye arızalıdır,değiştirmeyi denenmelidir.</li> <li>➤ Klavye işletim sistemi yazılımı bozulmuştur.</li> <li>➤ PC anakart üstündeki arayüz arızalıdır.</li> </ul>
➤ Amplifikatör (yükselteç) aktif değildir.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İşletim sistemi USB üzerinden amplifikatörü görmez.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yazılım uygulamaları bozulmuştur.</li> <li>➤ Sistem veya amplifikatör bağlantıları kopmuştur.</li> <li>➤ Amplifikatör arızalıdır.</li> <li>➤ PC üstündeki USB girişi arızalıdır.</li> </ul>
➤ Kontrol paneli çalışmıyor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İşletim sistemi USB üzerinden kontrol panelini görmez.</li> <li>➤ Yazılım uygulamaları bozulmuştur.</li> <li>➤ Kaide veya kontrol paneli bağlantıları kopmuştur.</li> <li>➤ Kaide veya kontrol paneli arızalıdır.</li> <li>➤ PC üstündeki USB soketi arızalıdır, bir başka soketi kullanılmalıdır.</li> </ul>
➤ Hasta (arıza) sinyali gösterilmez.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yazılım uygulamaları bozulmuştur.</li> <li>➤ Amplifikatör girişi veya bağlantıları arızalıdır(amp cal sinyali ile deneyiniz).</li> <li>➤ USB problemlerine doğru kaide (kontrol paneli çalışmıyor mu?)</li> </ul>
➤ Hiç Amp Cal sinyali gösterilmez.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yazılım uygulamaları bozuktur.</li> <li>➤ Cal devreleri arızalıdır (Arızalı sinyalleri denenmelidir.).</li> <li>➤ Amplifikatör arızaya yol açabilir.</li> <li>➤ USB iletişimi arızalıdır.</li> </ul>
➤ Sinyal tetiklemesi mümkün değil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uygulama yazılımı bozuktur.</li> <li>➤ Kontrol paneli üstündeki kontrol ve düğmelerin arızası</li> <li>➤ Gürültü kaynaklı arıza</li> <li>➤ Zıt kutup üzerinden tetiklemeye çalışılır.</li> </ul>
➤ Hoparlörlerden hiçbir işitsel sinyalin olmaması	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yazılım uygulamalarının bozukluğu</li> <li>➤ Hoparlörlerin bağlantısı kopmuş veya hoparlörler bozulmuş olabilir(dışarıdan takılan hoparlördenenmelidir.).</li> <li>➤ Kaide arızalıdır.</li> </ul>
➤ EMG uyarı çıktısının olmaması	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İşletim sistemi USB kaidesi kontrol panelini veya uyarıcı panelini tanımaması</li> <li>➤ Yazılım uygulamaların bozukluğu</li> <li>➤ Kontrol paneli içindeki EMG uyarıcı donanımının veya uyarıcı mil bozukluğu (eğer kullanılmıyorsa)</li> <li>➤ Kaide montaj arızası</li> </ul>
➤ Baskı yapılamaması(yazdırılmama)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yazıcı datası(bilgileri)arızaya yol açabilir veya bağlantısı kopmuştur.</li> <li>➤ Yazıcı kapalı, bağlı değil ya da kâğıt yok.</li> <li>➤ Yazılım uygulamaları bozukluğu</li> <li>➤ PC anakart BIOS parametreleri bozulmuştur.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yazıcı arızası</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Optik disk veya CD-romun okunamaması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Disk sürümünün doğru yapılmaması</li> <li>➤ Diskin hasar gömesi</li> <li>➤ İşletim sisteminin açılışta CD-rom sürücüsünü tanımaması</li> <li>➤ Sürücü için güç kablosunun bağlantısının kopması</li> <li>➤ Sürücü için veri kablosunun kopması</li> <li>➤ Anakart arızası</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Audio ( ses) çıkışının seviyesinin yanlış olması veya EP kaideden hiç audio çıkışının olmaması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İşletim sisteminin EP uyarıcı kart aracılığıyla kaide üzerindeki USB arayüzü tanımaması</li> <li>➤ Yazılım uygulamalarının bozukluğu</li> <li>➤ Cihaz içindeki EP uyarıcı kartın arızası</li> <li>➤ EP uyarıcı kartın üzerindeki yüklü kalibre parametrelerinin bozulması</li> <li>➤ İç kabloların bağlantıları kopuk veya arızalıdır.</li> <li>➤ Kulaklık arızası veya bağlantı ünitesi aracılığıyla olan bağlantıların arızası</li> <li>➤ PC USB arayüz arızası</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cihaz içindeki EP uyarıcıdan görsel çıkışları olmaması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İşletim sisteminin EP uyarıcı kart aracılığıyla cihaz üzerindeki USB arayüzü tanımaması</li> <li>➤ Yazılım uygulamalarının bozulması</li> <li>➤ Cihaz içindeki EP uyarıcı kartının arızası</li> <li>➤ Bağlantı ünitesi aracılığıyla WEP monitör bağlantılarının arızası</li> <li>➤ WEP monitör arızası</li> <li>➤ PC içindeki USB arayüz arızası</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hata 504-kayıp boş kutu düzeneği</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Amplifikatör bağlantılarını kontrol edilmelidir.</li> <li>➤ Amplifikatör bağlantılarını tararken ya da çıkartırken sistemin kapatıldığından emin olunmalıdır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hata 114-tahsis edilmiş amplifikatör kanalı arızalanmıştır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Seçilmiş testin mümkün olandan daha fazla kanal için kullanılması</li> </ul>

## UYGULAMA FAALİYETİ

ENMG (EMG-ENG) cihazına ait elektrotların sağlamlık kontrollerini aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Servis el kitabındaki “Bakım ve Kontroller” başlığını okuyunuz, okuduklarınızı uygulayınız.</li><li>➤ Eldivenlerinizi takınız ve iş önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ Antistatik bilezik takınız.</li><li>➤ Elektrotların ön kontrolünü yapınız.</li><li>➤ Ölçü aletiyle elektrotların sağlamlık kontrollerini tek tek yapınız.</li><li>➤ Gözle, elle ve ölçü aletiyle kontrollerini gerçekleştirdiğiniz elektrotların yeniden kullanılabilirlik durumunu değerlendiriniz.</li><li>➤ Çalışmalarınızı raporlayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma ortamını hazırlayınız.</li><li>➤ İş önlüğünüzü giyerek çalışma ortamını düzenleyiniz.</li><li>➤ İş güvenliği tedbirlerini alınız.</li><li>➤ Hijyen kurallarını uygulayınız.</li><li>➤ Doğru ölçüm yaptığınızdan emin olunuz.</li><li>➤ Elektrotların ön kontrolüne dair ayrıntılar için “Elektrotlar”modülüUygulama Faaliyeti-2”ye bakınız.</li></ul>

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Elektrotların ön kontrollerini yaptınız mı?		
2. Ölçü aletiyle elektrotların sağlamlık kontrollerini yaptınız mı?		
3. Elektrotların tüm kontrollerini yaptınız mı?		
4. Kontrollerini yaptığınız elektrotlar kullanıma hazır mı?		
5. Çalışmalarınızı raporladınız mı?		

## UYGULAMA FAALİYETİ

ENMG (EMG-ENG) cihazına ait elektrotların sağlamlık kontrollerini aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Cihaza ait ön kontrolleri yapınız.	➤ Doğru ölçümler için cihaza ait servis el kitabını temin ediniz.
➤ Kullanıcı ile görüşerek arıza hakkında bilgi toplayınız. Topladığınız bilgileri not ediniz.	➤ Cihaz dışı arızalar modülünden faydalanabilirsiniz.
➤ Servis el kitabından arıza yönergelerini takip ederek arızayı analiz ediniz.	➤ “Sistemlerde Arıza Analizi” modülünden faydalanabilirsiniz. ➤ Cihaza ait geçmiş arıza bilgileri varsa ediniz.
➤ Önerilen ölçüm noktalarından test ölçümleri yaparak sonuçları istenen ölçüm değerleriyle karşılaştırınız.	➤ İş önlüğünüzü giyerek çalışma ortamını düzenleyiniz. ➤ İş güvenliği tedbirlerini alınız. ➤ Hijyen kurallarını uygulayınız. ➤ Kart testlerinde mutlaka antistatik bilezik takınız.
➤ Arızanın giderilmesi sırasında gerekli görülen parça değişimlerini yapınız.	➤ Parçaların stok kayıtlarını değişim sonrası güncelleyiniz.
➤ Arızanın çözülemediği durumlarda bir üst yetki sahibi ile iletişime geçiniz.	➤ Cihazın yetkili teknik servisi ile iletişime geçiniz.
➤ Arıza bilgi formu oluşturarak gerçekleştirdiğiniz işlemleri yazınız.	➤ Çalışmanızı raporlayarak arşivleyiniz.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Cihaza ait ön kontrolleri yaptınız mı?		
2.	Kullanıcı ile görüşerek arıza hakkında bilgi toplayarak not ettiniz mi?		
3.	Servis el kitabından arıza yönergelerini takip ederek arızayı analiz ettiniz mi?		
4.	Önerilen ölçüm noktalarından test ölçümleri yaparak sonuçları istenen ölçüm değerleriyle karşılaştırdınız mı?		
5.	Arızanın giderilmesi sırasında gerekli görülen parça değişimlerini yaptınız mı?		
6.	Arıza bilgi formu oluşturarak gerçekleştirdiğiniz işlemleri yazdınız mı?		
7.	Bilgi formunu arşivlediniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. EMG sinyali; alınır, yükseltilir, ..... , analiz edilir ve yorumlanır.
2. EMG bilgisinin yorumlanabilmesi için uygun yazılım, ....., anatomik bilgigereklidir.
3. EMG, yüzey EMG ve ..... olmak üzere iki tiptir.
4. EMG genliğini belirleyici etkenler, biyolojik ve ..... etkenler olmak üzere iki çeşittir.
5. .... elektrotlar, elektrotlar arasındaki voltaj farkını algılar.
6. Her kas lifinin elektroda olan uzaklığı farklıdır, bundan dolayı sinyallerin ..... ulaşma süreleri de farklı zamanlar alır.
7. .... motor nokta ile tendon eklemi arasına veya iki motor nokta arasına ve kasın boylamsal olarak orta hattı boyunca yerleştirilmelidir.
8. ...., önyükseltecin fark girişine ortak frekans sağlanabilmesi için gereklidir.
9. .... uygulamalarında elektrotlar temelde iki çeşittir. İğne elektrotlar ve yüzeysel elektrotlar.
10. Klinik EMG’de en çok kullanılan elektrotlar, ..... elektrotlardır.
11. .... elektrotlar paslanmaz çelikten yapılmış olup EMG işaretlerinin algılanmasında kullanılır.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

12. Aşağıdakilerden hangisi EMG genliğini belirleyici biyolojik etkenlerden değildir?  
A) Kas kasılma kuvveti  
B) Kas hacmi  
C) Derialtı yağ dokusunun kalınlığı  
D) Derinin kayda hazırlanması
13. Aşağıdakilerden hangisi EMG genliğini belirleyici teknik etkenlerden değildir?  
A) Kasın pozisyonu  
B) Elektrotların yönelişi  
C) Elektrotların kasa göre pozisyonu

- D) Elektrotlar arası mesafe
14. Aşağıdakilerden hangisi bir MUP'un klinik açıdan tanı koydurucu faktörlerinden değildir?
- A) Dalga şekli  
B) Elektrot çeşidi  
C) Frekans spektrumu  
D) Genliği
15. Aşağıdakilerden hangisi EMG sinyal işleme tiplerinden değildir?
- A) Raw  
B) Alternance  
C) Filtering  
D) Genlik
16. Aşağıdakilerden hangisi iğne elektrot çeşitlerinden değildir?
- A) Konstantrik  
B) Monopolar  
C) Bipolar  
D) Depolar
17. ENMG'de en uygun elektrot yerleşim yeri aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Motor nokta ile tendon eklemi arasına  
B) Kasın dış tarafına  
C) Kasın iç tarafına  
D) Motor nokta üzerine
18. Photoclamp uygulaması hastanın hangi bölgesine yapılır?
- A) Göz  
B) Kol  
C) Sırt  
D) Boyun
19. Biyolojik işaretlerin deri üzerinden algılanmasında hangi elektrotlar kullanılır?
- A) İğne  
B) Yüzey  
C) Emici  
D) İmplant
20. Aşağıdakilerden hangisi iğne elektrotları için söylenemez?
- A) Pasta (jel) kullanılır.  
B) Çapları 0.1-1mm arasındadır.  
C) Paslanmaz çelikten yapılmıştır.  
D) Yüzey elektrotlara göre daha kararlı işaret verir.

## **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

ENMG cihazlarının bakım ve kalibrasyonunu yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- ENMG cihazı servis el kitabı temin ederek cihazın temizleme ve bakım talimatlarını inceleyiniz.
- ENMG cihazı kalibrasyonunun nasıl yapıldığını araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

## 3.ENMG BAKIM VE KALİBRASYONU

ENMG bakım ve kalibrasyonu aşağıda anlatılmıştır. Bu konu ile ilgili “Biyomedikal Cihaz Birimlerine Bakım” modülü incelenebilir.

### 3.1. ENMG Cihazı Servis El Kitabı Temizleme ve Bakım Talimatları

#### 3.1.1. Kullanıcı Bakımı

Çoğunlukla ve öncelikle kullanıcılar tarafından gerçekleştirilen bu bakım gerekli görülen ve ihtiyaç duyulan durumlarda teknik servis elemanı tarafından da yapılabilir. Bu işlem sırasında dikkat edilmesi gerekenler ise şu şekilde özetlenir:

- Gerekli öğeler
  - Yumuşak bez
  - Hafif temizlik deterjanı
  - Dezenfektan
- ENMG cihazını temizlemek için
  - ENMG cihazının dış yüzeylerini temizlemeden önce cihaz kapatılmalı ve elektrik fişi prizden çekilmelidir.
  - Hafif deterjanla ıslatılmış yumuşak bir bezle, dokunmatik ekran ve elektrik kordonu dâhil olmak üzere ENMG cihazının ve donanımlarının dış yüzeyleri silinir.
  - Dezenfektanla ıslatılmış yumuşak bir bezle, amplifikatör modülünün dışı ve kordonunun yanı sıra dokunmatik ekranı da silinerek dezenfekte edilir.

Kontaminasyonu(bulaşma) önlemek için her kullanımdan sonra temizleme prosedürleri uygulanır.

ENMG veya parçalarına asla otoklav işlemi uygulanmaz.Aksi takdirdeünite veya parçalar hasara uğrayacak ve garantileri geçersiz kılacaktır.

Elektriksel şok tehlikesini önlemek için cihaz temizlenmeden önce daimakapatılmalı ve fişi prizden çekilmelidir.

Dâhilî elektronik parçalara ve devrelere hasar vermemek için ENMG'ninkasasına veya havalandırma deliklerine sıvı girmesine olanak tanınmamalıdır.

### 3.2. ENMG Cihazları Periyodik Bakımı

- ENMG cihazının bakım sıklığını etkileyen önemli faktörler
  - Klinik uygulama
  - Bakım talepleri
  - Üretici firma önerileri
  - Geçmişte oluşan sorunlar
  - Cihazın çalışmamasından kaynaklanan gelir kaybı
  - Onarıma ödenmek zorunda kalınan yüksek bedeller olarak sıralanabilir.

Bütün bu faktörler ne düzeyde, hangi aralıklarla ve ne tip bir bakımın yapılacağına karar vermekte oldukça önem taşımaktadır.

- EMG cihazı gibi tüm tıbbi cihazlarda, gerek bakımın yapılma sıklığı gerekse yapılacak bakımın niteliğini belirlemede üç önemli unsur rol oynamaktadır. Bunlar:
  - Cihazın işlevi
  - Cihazın risk grubu
  - Yapılacak bakımın düzeyi
- Yapılacak bakımın düzeyi üç kategoride değerlendirilmeli, bunun için de aşağıdaki rakamsal değerler CB (cihaz bakım) değerini belirlemede esas alınmalıdır:
  - Basit düzeyde yapılan bakım (gözle yapılan kontroller )
  - Orta düzeyde yapılan bakım (emniyet testleri, verimlilik testi vb.)
  - En geniş anlamda yapılan bakım (rutin olarak yapılan ayarlar, kalibrasyon, yedek parça değişimi)

Örnek bir EMG cihaz bakım(CB) değeri hesaplanırsa(Bu hesaplama bütün tıbbi cihazlar için uygulanabilir.);

$$\begin{aligned} \text{CB} &= \text{İşlev} + \text{Risk} + \text{Bakım düzeyi} \\ \text{CB} &= 6+3+4 = 13 \end{aligned}$$

CB değeri 12 ve 12'den büyük olan cihazlar, cihaz devamlı kontrol programına dâhil edilmek zorundadır. Görüldüğü gibi ENMG Cihazları devamlı kontrol programına dâhil edilmelidir.

ENMG cihaz bakım hizmetleri üç temel kategoride değerlendirilebilir. Bunlar:

- **Koruyucu bakım:**Tıbbi cihazların sürekli ve verimli çalışabilmesi ve arızalı kalma sürelerinin en aza indirilebilmesi için periyodik bakım prosedürlerinin uygulanması gerekmektedir. Bu prosedürler:
  - Temizleme
  - Yağlama
  - Ayarlama
  - Belirli parçaları değiştirme olarak sıralanabilir.
- **İşlev (fonksiyon) testi, verimlilik ve kalibrasyon:** ENMG cihazın tam olarak ve önceden belirlenen sınır değerleri içinde çalıştığını kontrol etmek için yapılan test ve ayarlardır.
- **Emniyete yönelik kontrol:** ENMG cihazlarında sızıntı akımı ve toprak bağlantısının test edilmesi gerekmektedir.

ENMG cihazlarının emniyetli kullanımı, verilerinin doğruluk ve güvenilirliği ile cihazın uzun ömürlülüğü; uygun, düzenli ve sürekli bir bakımın sonucudur. Bunun dışında her bir cihaz çeşidi için özel bakım prosedürünün geliştirilmesi gerekmektedir. Bu prosedürler sonucu bakım süresince tüm kritik, zorunlu ve gerekli testler de yapılmalıdır. Bakım ve kontrol ile ilgili kayıtların cihaza yönelik olarak ileride doğabilecek teknik ve hukuksal sorunlara esas teşkil etmek üzere saklanması oldukça önem kazanmaktadır.

### 3.2.1. ENMG Cihazının Koruyucu Bakımında Yapılması Gerekenler

- Cihazın dışı kir, toz, pas, kan, diğer tortu ve lekelerden temizlenir.
- Cihazın içi temizlenir. Elektronik devreler ancak vakumla veya basınçlı hava ile temizlenir.
- Cihazın dışında olan kontrol ayar düğmeleri ve anahtarları ayarlanır ve sıkılır.
- Cihazda ve modüllerdeki gevşek olan bağlantılar, cıvata vb. sıkılır.
- Yanmış veya bozulmuş sigortalar, aşınmış ve iş görmez durumdaki motor fırçaları değiştirilir.
- Yanmış lambalar değiştirilir.
- Piller kontrol edilir ve bozulmuşsa değiştirilir.
- Aşınma veya bakımsızlıktan ayarları bozulan elektronik ve mekanik aksamaların ayarları yapılır.
- ENMG cihazının bakım ve kullanım kitabında değiştirilmesi belirtilen parçalar değiştirilir ve gerekli ayarlar yapılır.
- Genellikle, temizleyiciler yanıcı ve hatta zehirleyici olabilir. Temizlemenin yapıldığı yerde havalandırmanın iyi olması gerekir.

### 3.3. ENMG Cihazı Kalibrasyonu

Kalibrasyon, belirlenmiş koşullar altında, doğruluğu bilinen bir ölçüm standardını veya sistemini kullanarak diğer test ya da ölçü aletinin doğruluğunun ölçülmesi, sapmalarının belirlenmesi ve doküman hâline getirilmesi için kullanılan ölçümler dizisidir(“Biyomedikal Cihazlarda Kalibrasyon”modülüne bakınız.).

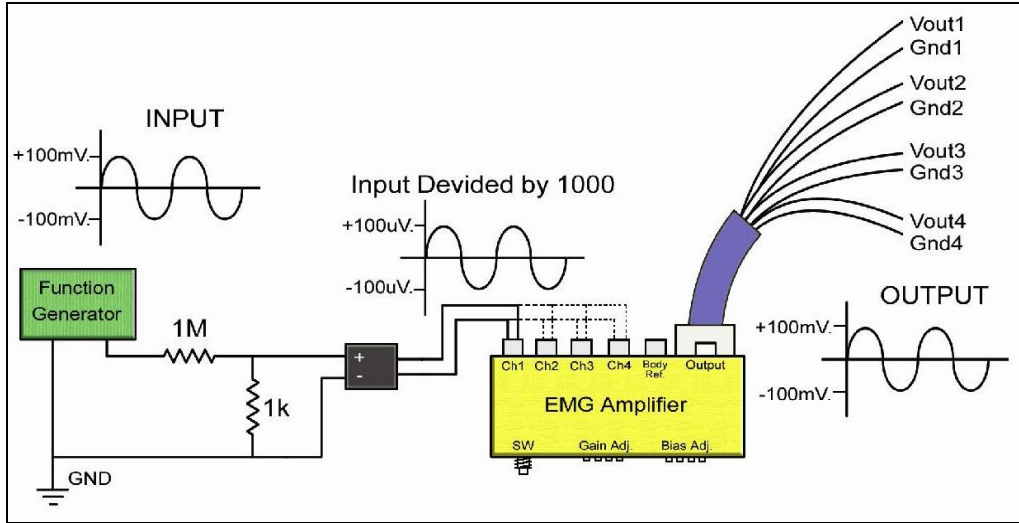
Diğer elektronik ölçüm cihazlarında olduğu gibi ENMG ölçüm amplifikatörünün de doğru ölçüm için kalibre edilmeye ihtiyacı vardır.

Aşağıdaki şekilde EMG amplifikatörünün kalibrasyon prosedürü görülmektedir. ENMG amplifikatörleri çok kanallı olduklarından ve her kanal ayrı ayrı çalıştığından her kanalın ayrı kalibrasyon işlemine tabi tutulması gerekmektedir.

Kalibrasyon için şekilde görüldüğü gibi öncelikle bir fonksiyon jeneratörüne ihtiyacımız olacak. Bu jeneratör ENMG amplifikatörüne uygulanacak olan giriş sinyallerini üretecek. Görüldüğü gibi 50 hertz frekansında 100 mv'luk sinüs sinyali kalibrasyon sinyali olarak kullanılır. Bu giriş 100 mv'luk çıkış sinyali sağlamak için 1000 defa voltaj yoluyla daraltılır, küçültülür. Bu zayıflatma sürecinin sonunda EMG amplifikatörü 1000 çıkış verecek şekilde ayarlanmıştır. ENMG amplifikatörü çıkışındaki sinyal ile kalibrasyon sinyalinin eşit olduğu görülmelidir. Elde edilen sonuçlar oluşturulan kalibrasyon formuna işlenir (Ayrıntılı bilgi için "Teknik Organizasyon ve Kayıt" modülüne bakınız.).

Kalibrasyon işleminden önce cihaz üzerindeki değerlerin ayarlaması yapılır. Çıkış ta da buna göre kontroller yapılır. Eğer seçmeli bir çıkış elde edilmesi gerekiyorsa gereken çıkışın 100 mv ile çarpılmasına eşit olmalıdır. Örneğin çıkışın 2 olması istenirse dalga genliği çıkışı, girişin 2 ile çarpılmasının sonucu olan 200 mv'a eşit olmalıdır.

Konunun başında da ifade edildiği gibi her kanal bu şekilde ayrı ayrı kalibrasyona tabi tutulmalıdır çünkü her kanalın kendi giriş ayarlaması ve kayma ayarlaması mevcuttur. Bu nedenle kalibrasyon her kanal için farklı ve her kanala girildiğinde o zaman için ayarlanmalıdır. Hatasız bir ölçüm için her kanal aynı çıkış seviyesinde olmalıdır.



Şekil3.1: ENMG cihazı kalibrasyonu

## UYGULAMA FAALİYETİ

Elinizde bulunan bir ENMG (EMG-ENG) cihazının koruyucu bakımını aşağıdaki işlem basamaklarına göre gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Servis el kitabındaki periyodik bakım yönergelerini okuyunuz ve notlarınızı alınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma ortamını hazırlayınız.</li><li>➤ İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyerek çalışma ortamını düzenleyiniz.</li><li>➤ İş güvenliği tedbirlerini alınız. Gerekli durumlarda antistatik bilezik takınız.</li><li>➤ Hijyen kurallarını uygulayınız.</li><li>➤ Koruyucu bakım için gerekli malzeme ve ürünleri sağladığınızdan emin olunuz.</li><li>➤ Hasta üzerinde kullanılan ENMG cihazının bakımı ve kalibrasyonu yalnızca yetkili teknik servis ve yetkili teknisyenler tarafından yapılmalıdır.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ ENMG cihazının dış ve iç temizliğini talimatlara uygun olarak gerçekleştiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sadece önerilen temizlik maddesi kullanınız.</li><li>➤ Çalışırken yüze, göze temastan kaçınınız.</li><li>➤ Elektronik devreler ancak vakumla veya basınçlı hava ile temizlenir.</li><li>➤ Sadece hafif temizlik deterjanları kullanınız, diğer temizleme maddeleri ENMG'nin dışına hasar verebilir.</li><li>➤ Temizleme maddelerini etiketlerindeki talimatlara göre seyreltiniz.</li><li>➤ Temizlemenin yapıldığı yerde vantilasyonun olması şarttır.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Cihazın dışında olan ayar düğmeleri ve anahtarları kontrol ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Cihazın mekanik aksamaları, düğme ve cıvataları için gerekli önlemleri alınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Modüllerdeki gevşek olan yerleri sıkılaştırarak periyodik değiştirilmesi gereken parçaları değiştiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Periyodik bakım yönergelerini inceleyiniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yanmış veya yok olmuş sigortaları, motorların fırçalarını değiştiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Mümkün olduğunca değişen parçalar için orijinal ürün kullanınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yanmış lambaları değiştiriniz.</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Pilleri kontrol ediniz ve gerekli ise değiştiriniz.</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Elektronik ve mekanik ayarlamaları, aşınma veya bakımsızlıktan ayarları bozulan elektronik ve mekanik aksamaların ayarlarını yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ “Biyomedikal Cihaz Birimlerine Bakım” modülünden faydalanabilirsiniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Bakım formu oluşturarak gerçekleştirdiğiniz işlemleri yazarak raporlayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ “Teknik Organizasyon ve Kayıt” modülüne bakınız.</li><li>➤ Bilgi formunu arşivleyiniz.</li></ul>



## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Servis el kitabındaki periyodik bakım yönergelerini okuyup notlarınızı aldınız mı?		
2.	ENMG cihazının dış ve iç temizliğini talimatlara uygun olarak gerçekleştirdiniz mi?		
3.	Cihazın dışında olan ayar düğmeleri ve anahtarları kontrol ettiniz mi?		
4.	Modüllerdeki gevşek olan yerleri sıkılaştırarak periyodik değiştirilmesi gereken parçaları değiştirdiniz mi?		
5.	Yanmış veya yok olmuş sigortaları, motorların fırçalarını değiştirdiniz mi?		
6.	Yanmış lambaları değiştirdiniz mi?		
7.	Pilleri kontrol edip gerekli ise değiştirdiniz mi?		
8.	Elektronik ve mekanik ayarlamaları, aşınma veya bakımsızlıktan ayarları bozulan elektronik ve mekanik aksamaların ayarlarını yaptınız mı?		
9.	Bakım formu oluşturarak gerçekleştirdiğiniz işlemleri yazarak raporladınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. ENMG cihazlarında kontaminasyonu önlemek için her kullanımdan sonra .....prosedürlerini uygulayınız.
2. Temizlik için .....temizlik deterjanları kullanınız.
3. ENMG ve parçalarına otoklav işlemi .....
4. ENMG kasasına veya havalandırma deliklerine sıvı girmesine olanak .....
5. Genellikle temizleyiciler yanıcı ve hatta zehirleyici olabilir. Temizleme işleminin yapıldığı yerde .....olması şarttır.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi ENMG cihazı temizliğini yapmak için gerekli öğelerden değildir?  
A) Yumuşak bez  
B) Temizlik deterjanı  
C) Çamaşır suyu  
D) Dezenfektan
7. Aşağıdakilerden hangisi ENMG cihazı bakım sıklığını etkileyen faktörlerden değildir?  
A) Klinik uygulama  
B) Bakım talepleri  
C) Üretici firma önerileri  
D) Gelir kazancı
8. Aşağıdakilerden hangisi ENMG cihazı bakım hizmetleri temel kategorileri içerisinde yer almaz?  
A) Koruyucu bakım  
B) İşlev testi, verimlilik ve kalibrasyon  
C) Temizlik  
D) Emniyete yönelik kontrol

**Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.**

9. ( ) ENMG amplifikatörleri çok kanallı olduklarından ve her kanal ayrı ayrı çalıştığından her kanalın ayrı ayrı kalibrasyon işlemine tabi tutulması gerekmektedir.
10. ( ) “ jeneratörü ENMG amplifikatörüne uygulanacak olan giriş sinyallerini üretir.

### **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi besleme katı aktif devre elemanlarından değildir?  
A)Trafo  
B)Sigorta  
C)Led  
D)Anahtar
2. İzoleli kesintisiz güç kaynağı kullanımı aşağıdakilerden hangi olumsuzlukları engellemez?  
A)Aşırı gerilimler  
B)Gerilim düşümleri  
C)Mikro kesintiler  
D)Güç koruması
3. Aşağıdakilerden hangisi EMG cihazı katlarından değildir?  
A)Doğrultucu  
B) Zamanlayıcı  
C)Karşılaştırıcı  
D)Kapasitör
4. Aşağıdakilerden hangisi besleme katı arıza giderme uygulamalarından değildir?  
A)Sigorta kontrolü  
B)Kat giriş-çıkış voltaj ölçümü  
C)Primer-sekonderölçümleri  
D)Bağlantı kutusu kontrolü
5. Aşağıdakilerden hangisi EMG genliğini belirleyici biyolojik etkenlerden değildir?  
A) Kas kasılma kuvveti  
B) Kas hacmi  
C) Derialtı yağ dokusunun kalınlığı  
D) Derinin kayda hazırlanması
6. Aşağıdakilerden hangisi EMG genliğini belirleyici teknik etkenlerden değildir?  
A) Kasın pozisyonu  
B) Elektrotların yönelişi  
C) Elektrotların kasa göre pozisyonu  
D) Elektrotlar arası mesafe
7. Aşağıdakilerden hangisi bir MUP'nin klinik açıdan tanı koydurucu faktörlerinden değildir?  
A) Dalga şekli  
B) Elektrot çeşidi  
C) Frekans spectrumu  
D) Genliği

8. Aşağıdakilerden hangisi EMG sinyal işleme tiplerinden değildir?
- A) Raw
  - B) Alternance
  - C) Filtering
  - D) Genlik
9. Aşağıdakilerden hangisi iğne elektrot çeşitlerinden değildir?
- A) Konsantrik
  - B) Monopolar
  - C) Bipolar
  - D) Depolar
10. ENMG’de en uygun elektrot yerleşim yeri aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Motor nokta ile tendon eklemi arasına
  - B) Kasın dış tarafına
  - C) Kasın iç tarafına
  - D) Motor nokta üzerine
11. Photoclambuygulasması hastanın hangi bölgesine yapılır?
- A) Göz
  - B) Kol
  - C) Sırt
  - D) Boyun
12. Biyolojik işaretlerin deri üzerinden algılanmasında hangi elektrotlar kullanılır?
- A) İğne
  - B) Yüzey
  - C) Emici
  - D) İmplant
13. Aşağıdakilerden hangisi iğne elektrotları için söylenemez?
- A) Pasta (jel) kullanılır.
  - B) Çapları 0,1-1mm arasındır.
  - C) Paslanmaz çelikten yapılmışlardır.
  - D) Yüzey elektrotlara göre daha kararlı işaret verirler.
14. Aşağıdakilerden hangisi ENMG cihazı bakım sıklığını etkileyen faktörlerden değildir?
- A) Klinik uygulama
  - B) Bakım talepleri
  - C) Üretici firma önerileri
  - D) Gelir kazancı

15. Aşağıdakilerden hangisi ENMG cihazı bakım hizmetleri temel kategorileri içerisinde yer almaz?
- A) Koruyucu bakım
  - B) İşlev testi, verimlilik ve kalibrasyon
  - C) Temizlik
  - D) Emniyete yönelik kontrol

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları [ilgili faaliyete geri dönerek](#) tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için [öğretmeninize](#) başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	C
3	D
4	B
5	D
6	İzolasyon
7	optik izolatör-izolasyon dönüştürücü
8	İzole
9	bağlantı kutusu
10	Amplifikatör

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	kaydedilir
2	donanım
3	iğneemg
4	teknik etkenler
5	bipolar
6	elektrot
7	elektrotlar
8	referans elektrot
9	enmg
10	konsantrik iğne
11	iğne
12	D
13	A
14	B
15	B
16	D
17	A
18	A
19	B
20	A

### ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	temizlik
2	hafif
3	uygulanmaz
4	sağlanmaz
5	havalandırmanın iyi olması
6	C
7	D
8	C
9	Doğru
10	Doğru

### MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	D
4	D
5	D
6	A
7	B
8	B
9	D
10	A
11	A
12	B
13	A
14	D
15	C



## KAYNAKÇA

- YAZGAN Ertuğrul, Mehmet KORÜREK, **Tıp Elektronikü**, İstanbul, 1996.
- EROĞUL Osman, **Biyomut Biyomedikal Mühendislięi Ulusal Toplantısı Bildiriler Kitabı**, Ankara, 2004.