

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**



**MEGEP**

**(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN  
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)**

**BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ**

**EKG ELEKTROTLARI**

**ANKARA 2008**

**Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;**

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ -1 .....	3
1. EKG LCD EKRANI VE SOKETLERİ.....	3
1.1. EKG LCD Ekranı.....	3
1.1.1. LCD Ekranların Yapısı.....	5
1.1.2. LCD Ekranların Çalışma Prensibi .....	8
1.1.3. LCD' nin Katmanları.....	9
1.1.4. LCD Monitör Çeşitleri.....	10
1.1.5. LCD Ekranında Renk Oluşumu .....	11
1.1.6. LCD Ekran Kullanımında Dikkat Edilmesi Gerekenler .....	12
1.2. Hasta Kabloları .....	16
UYGULAMA FAALİYETİ .....	26
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	32
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	33
2. EKG ELEKTROTLARI VE EKG CİHAZ ARIZALARI.....	33
2.1. EKG Elektrotları .....	33
2.2. EKG Elektrot Elektriksel Devre Modeli .....	35
2.3. EKG Elektrot Tipleri.....	36
2.3.1. Tek Kullanımlık Ekg Elektrotlar .....	36
2.3.2. Esnek Ekg Elektrotlar .....	37
2.3.3. Vakum (Suction) Ekg Elektrot .....	37
2.4. EKG Elektrot Tutucuları.....	38
2.5. EKG Elektrot Jelleri.....	40
2.6. EKG Cihaz Bakımı Ve Arızaları .....	41
2.6.1. EKG Cihaz Bakımı .....	41
2.6.2. EKG Cihaz Arızaları.....	42
UYGULAMA FAALİYETİ .....	46
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	50
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	52
CEVAP ANAHTARLARI .....	54
ÖNERİLEN KAYNAKLAR.....	55
KAYNAKÇA .....	56

# AÇIKLAMALAR

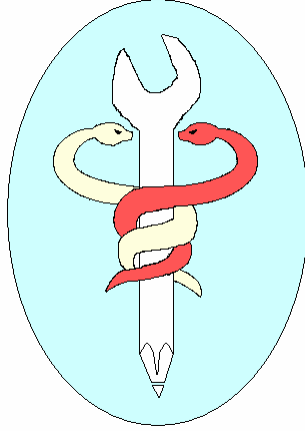
<b>KOD</b>	<b>523EO0286</b>
<b>ALAN</b>	<b>Biyomedikal Cihaz Teknolojileri</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Fizyolojik Sinyal İzleme Teşhis ve Kayıt Cihazları</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>EKG Elektrotları</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	EKG cihazları elektrot çeşitleri ve yapılarının, LCD ekran yapılarının, soketlerinin ve arızalarının anlatıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	(Alan ortak modüllerden başarılı olmak)
<b>YETERLİK</b>	EKG LCD ekran, elektrot ve soket arızalarını gidermek
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<p><b>Genel Amaç:</b> Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında EKG cihazı LCD ekran, elektrot ve soket arızalarını standartlara uygun ve hatasız olarak giderebileceksiniz.</p> <p><b>Amaçlar:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. EKG cihazı LCD ekran yapılarını, lead ve soketlerini tanıyacak, muhtemel arızalarını tespit edip giderebileceksiniz.</li><li>2. EKG cihazlarında kullanılan elektrot yapılarını kavrayacak, elektrot arızalarını tespit edip giderebileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<p><b>Ortam:</b> Fizyolojik sinyal izleme, teşhis ve kayıt cihazları atölyesi, sistem analizi atölyesi, biyo ölçme elektronik ve simülasyon atölyesi</p> <p><b>Donanım:</b> Biyomedikal eğitim Seti, EKG elektrotları, AVO metre, hasta simülatörleri, EKG cihazı veya seti</p>
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	<p>Her faaliyet sonrasında o faaliyetle ilgili değerlendirme soruları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz.</p> <p>Öğretmen modül sonunda size ölçme aracı (uygulama, soru-cevap, test, çoktan seçmeli, doğru yanlış vb)uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.</p>

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Elektrokardiyografi cihazları, kullanım kolaylıkları, ölçüm hassasiyetleri ve güvenilirlik gibi unsurlar esas alınarak zaman içerisinde sürekli geliştirilmektedir. Daha önceden EKG işaret dökümü sadece printer çıktısı olarak kâğıt üzerine alınırken şu anda LCD ekran üzerinde de EKG işaretlerini görme imkânı vardır. Eski tip EKG elektrotları da işlevsellik ve doğrusallık açısından yerlerini yenilerine bırakmıştır.

Siz bu modülü başarı ile tamamladığınızda EKG cihazlarının en önemli ekipmanlarından olan elektrotların yapı ve özelliklerini öğrenecek, LCD ekran yapılarını kavrayacak ve genel EKG cihaz arızaları ile ilgili detaylı bilgiye sahip olacaksınız.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti sonunda, EKG cihazı LCD ekran yapılarını, lead ve soketlerini tanıyacak, muhtemel arızalarını tespit edip giderebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

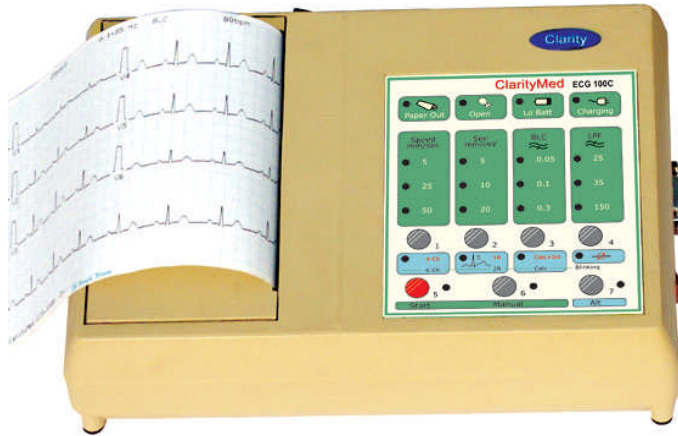
Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken araştırmalar şunlardır:

- İnternet ortamında EKG cihazlarının elektrotlarını, LCD ekran yapılarını ve teknik özelliklerini araştırınız. (Arama motorlarından “EKG elektrot” veya “ECG electrode” ve “LCD ekran” veya “LCD screen” şeklinde yazarak arama yapabilirsiniz.)
- Bulduğunuz ildeki üniversite hastaneleri veya devlet hastanelerine giderek teknik servis elemanı ve sağlık personelinde EKG cihazlarına ait elektrotlar ile ilgili teknik bilgi edininiz. Farklı EKG elektrotlarının birbirlerine göre üstünlüklerini öğreniniz.

## 1. EKG LCD EKRANI VE SOKETLERİ

### 1.1. EKG LCD Ekranı

Günümüzde kullanılan EKG’ler LCD ekranlara sahip cihazlardır. LCD ekran kullanılmaya başlanmadan önce bu cihazlar sadece kâğıt üzerine çıktı veren teşhis ve kayıt cihazlarıydı. Şu an kullanılan cihazların çoğunda kâğıt çıktısının yanında LCD displaylerden takip imkânı da vardır.



Resim 1.1: LCD ekranı olmayan, sadece kâğıt çıktısı veren bir EKG cihazı

Resim 1.1’de LCD ekranı olmayan bir EKG cihazı görülüyor. Bu cihaz EKG işaretlerini kâğıt çıktı üzerine aktarır. Dolayısıyla yazıcı hızı dikkate alınır, EKG işaretleri eş zamanlı değildir.



**Resim 1.2: LCD ekranı olan ve sadece kâğıt çıktısı veren EKG cihazları**

Resim 1.2’de LCD ekranı olan EKG cihaz örnekleri görülüyor. Ancak bu LCD ekranlar, ekran yoğunluğu az olan ve grafik özelliği olmayan türdendir. Bu LCD ekranlar üzerinde EKG işaretleri değil, sadece yapılan ölçüm ayar bilgileri, tuş fonksiyonu bilgileri, işlem yönergeleri gibi bilgiler bulunabilir.

Resim 1.3’ te ise daha gelişmiş bir EKG cihazı görülüyor. Bu cihazın grafik özelliğine sahip LCD ekranı bulunmaktadır. EKG ölçüm sonuçları kâğıt üzerine 12 kanal olarak aktarılırken aynı anda eş zamanlı olarak LCD ekrandan da bu işaretler takip edilebilmektedir.

Buradan anlaşılıyor ki, LCD ekranlar EKG cihazlarının kullanım fonksiyonlarını daha iyi hale getirmek için önemli bir konuma sahiptir. Bu cihazı kullanan kişi daha hızlı ve doğru kararlar verebilmektedir. Ekrandaki gösterge ve yönergeler kullanıcının olası bir hata yapmasını önlediği gibi kullanım kolaylığı da sağlamaktadır.

LCD ekranların yapılarını ve özelliklerini bilmek bu çıktı ünitesi üzerinde oluşabilecek hasarları önleme ve giderme açısından faydalı olacaktır.



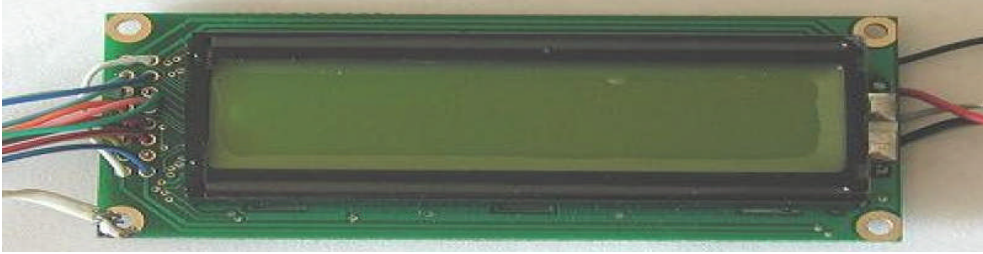


**Resim 1.3: Hem kâğıt hem de LCD ekran çıktısı veren EKG cihazı**

### **1.1.1. LCD Ekranların Yapısı**

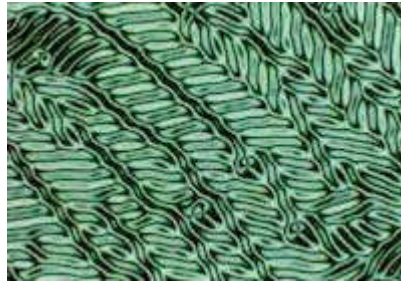
Kayıtlara göre; likit kristal dünyada ilk olarak Avusturyalı bir botanik bilimci olan Fredreich Rheinizer tarafından 1888 yılında keşfedildi. İnsanlığın, bu keşfin teknoloji için nedenli yeni ufuklar açabileceğinden habersiz olması nedeni ile uzun yıllar sürüncemede kalmasına rağmen teknolojinin diğer alanlarına nispetle oldukça ağır gelişim göstermiştir. Likit kristal, çok basit olarak; sabun köpüğü gibi ne tam katı ne de tam sıvı halde bulunan, kendine özgü bir yapı olarak tarif edilebilir.

Keşfinden yaklaşık 80 yıl sonra, 1960'lı yılların ortalarına doğru, bilim adamları, elektriksel bir yük uygulaması altında, likit kristalin içerisinde geçirmekte olan ışığın özelliklerini değişime uğrattığını gösterince, birden bu özel solüsyonun yıldızı parlamıştı. 1960'lı yılların sonlarına gelindiğinde, artık likit kristal teknoloji ile görüntü oluşturma denemelerinin ilk prototipleri ile insanlık tanışmıştı. Ancak; bu ürünler, likit kristalin elektrikle kontrolündeki henüz mevcut bilinmezler nedeni ile sabit ve kesin sonuçlar vermiyorlardı. Tahmin edileceği gibi; bilinmezlere uzun süreli tahammül gücü bulunmayan insanoğlu, bu engeli İngiliz bir araştırmacının çalışmaları sonucunda kısa sürede aştı.



**Resim 1.4: Basit yapılı bir LCD ekran**

LCD, "Liquid Crystal Display" kelimelerinin baş harflerinin yan yana getirilmesinden türetilmiş kısaltmalardır. İki cam levhanın arasında doldurularak sıkıştırılmış likit kristalden oluşur. LCD panellerde kullanılan sıvı kristalleri (liquid crystals) sıcaklık değişimlerine çok duyarlıdır ve çok çeşitli oldukları gibi farklı sıcaklık değerlerinde kendi maddesel özelliklerine göre farklı fazlarda bulunabilir.



**Şekil 1.1: Likit kristal (liquid crystal)**

Bu kristallerin en güzel özelliği de elektrik akımından etkilenmeleridir. Genel olarak LCD panellerin çalışma prensibi 4 temel özellik üzerine kuruludur.

- Işık polarize edilebilir.
- Sıvı kristaller polarize edilmiş ışığı geçirebilme özelliğine sahiptir.
- Sıvı kristallerin molekül dizilimleri elektrik akımı ile değiştirilebilir.
- Elektrik akımını ileticek şeffaf maddeler mevcuttur.

Modern ekran teknolojileri katot ışın tüplü (CRT-cathode-ray tube) veya düz panel ekranlar olmak üzere sınıflandırılır. Tüplü cihazlar büyüktür ve oldukça fazla yer kaplar. Düz paneller yani tüpsüz olanlar ise adından da anlaşıldığı gibi düzdür ve çok yer kaplamaz. Düz panel ekran kategorisi kendi içinde LCD (likit kristal), plazma ve ışık yayar diyot (LED-light emitting diode) gibi teknolojilere sahiptir. Işık yayanlar ve arka plan ışığını üzerinden geçirenler olarak da ayırt edilmeleri mümkündür.

LCD ekranlar çeşitli satır ve karakter boyutlarında olabilir, örneğin; 1x8, 2x8, 1x16, 1x20, 2x20, 2x10, 1x40, 2x40 gibi. İlk sayı satır sayısını, ikinci sayı bir satırdaki karakter sayısını belirtir. Örneğin resim 1.5' teki 4x20'lik bir LCD paneldir.



**Resim 1.5: Bir karakter LCD panel**

Bu tip LCD ekranlarda sadece yazı ve basit şekiller oluşturulabilir. EKG sinyalleri gibi daha detaylı ve grafiksel şekiller oluşturabilmek için ekranın piksel yoğunluğunun fazla olması gerekir. Aşağıdaki LCD'ler grafik özelliğe sahip daha yoğun pikseli LCD lerdir. Piksel, görüntünün en küçük bileşeni olan ve görüntüyü oluşturan noktacık olarak tarif edilebilir.



(128x64, STN Y/G Grafik LCM)



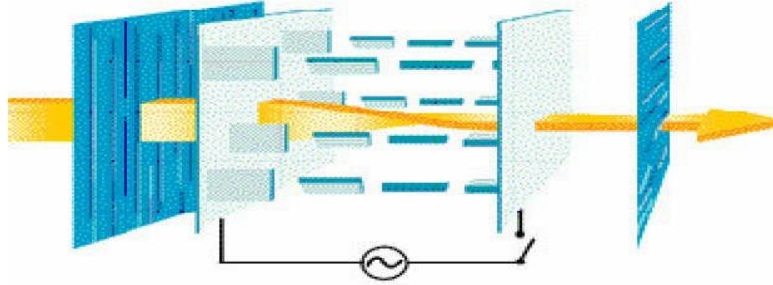
(320x240, STN Grey Grafik LCM)

**Resim 1.6: Grafik LCD ekranlar**

TFT-LCD olarak adlandırılan cihazlar arkadan aydınlatmalı ekranlar sınıfındadır. LCD'ler LED ve gaz teknolojisinden daha az enerji harcar. Bunun sebebi LCD'lerin çalışma prensiplerinin ışığı engellemek yerine, absorbe etmek üzerine kurulmuş olmasıdır.

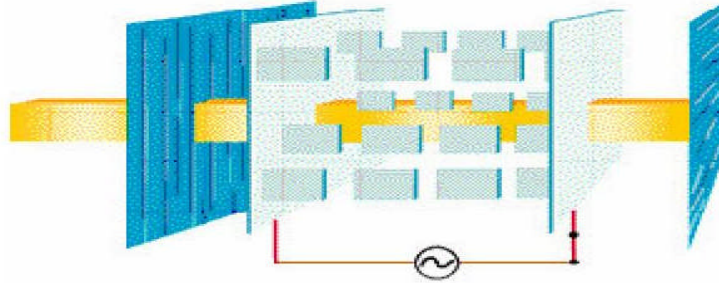
### 1.1.2. LCD Ekranların Çalışma Prensibi

LCD panellerde sıvı kristaller voltaj verilmediğinde Twisted Nematics (TN) denilen 90 derece kıvrık olacak şekilde sıralanmışlardır. Şekil 1.2’de görüldüğü gibi voltaj verilmediğinde ince çubuk şeklindeki sıvı kristallerin en üst tabakası en alt tabaka ile 90 derece yapacak şekilde dizilmiştir. Işık sıvı kristallerden geçtikçe salınımı bu kristallerin açılarına göre yön değiştirir ve dış panelden dışarı çıkar.



Şekil 1.2: LCD’ nin gerilim verilmemiş hali

Voltaj verilir bir elektrik alanı yaratıldığında sıvı kristaller dikey olarak hizalanacak şekilde kıvrılır. Yönlendirilmiş ışık ikinci kutup tarafından emilir. Bu durumda ışık TFT ekranın (sağdaki panelin) dışına çıkamaz, böylece ekranın o kısmı karanlık görülür. (Tabi ekranın arkasına ışığı yansıtacak ayna konulduğunu da ekleyelim.)

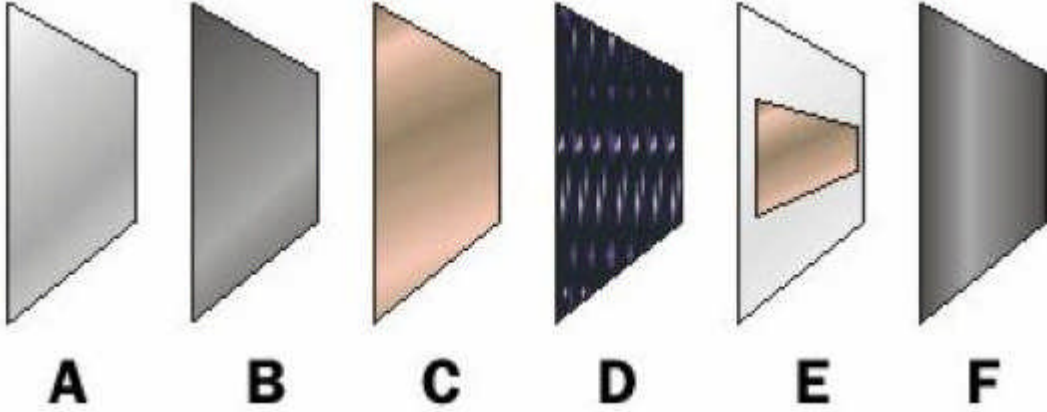


Şekil 1.3: LCD’ nin gerilim uygulanmış hali

Diğer görüntü birimlerinden bilinen; görüntünün en küçük bileşeni olan ve görüntüyü oluşturan noktacı olarak tarif edilebilecek "**piksel**" kavramı LCD monitörler için de geçerlidir. TFT LCD ekranda, her bir pikselin oluşumundan sorumlu bir TFT (transistör yapı) hücresi bulunur. Bu hücreler TFT cam katmanında dizilmişlerdir. Aynı şekilde; piksellere rengi veren bir renk filtresi yapısı da cam filtre üzerinde oluşturulmuş durumdadır. Bu iki tabaka arasında sıkıştırılmış likit kristaller, TFT cam ile renk filtre camı arasında oluşturulan gerilim farkına bağlı olarak yer değiştirir. Zemine uygulanan ışık hüzmelerinin büyüklüğü ise likit kristallerin yer değişimlerine göre belirlenir. Böylece istenen renk yapısına ulaşılmış olur.

### 1.1.3. LCD' nin Katmanları

LCD' nin katmanları şekildeki gibi sıralanır.



Şekil 1.4: LCD katmanları

- (A) Gelen ışığın geri yansımaları için ayna
- (B) Alt yüzeyinde polarize film tabakası olan cam yüzey
- (C) Elektrot yüzey
- (D) Sıvı kristallerin bulunduğu tabaka
- (E) Ortasında elektrot yüzey bulunduran cam tabaka
- (F) Öncekiyle 90 derece yapacak şekilde elektrot yüzey

LCD ekran pile bağlı olmadığında yüzeyine gelen ışık aynaya çarparak geri yansır. Fakat pile bağlandığında akım sayesinde sıvı kristalleri birbirine paralel olacak şekilde dizilir ve gelen ışığın salınım yönünü değiştirmez, ışık da elektrot yüzeyi aşp aynaya ulaşamaz, böylece o alan siyah görülür.

LCD monitör, plastik bir tabaka içindeki sıvı kristalin ışığı yansıtması ilkesine dayalı olarak çalıştığından ışısız bir ortamda bir şey görünmez. Fazla ışıklı ortamda ise ekranda ışık yansımaları olacağından görüntü yine sağlıklı olarak algılanamayacaktır.

Hareketli görüntüler ise çok bulanıktır. Sıvı kristal akışının yavaşlığı görüntü izinin hemen silinmemesine neden olur. Bu dezavantajların yanı sıra, harcadığı gücün düşük olması, çok küçük hacimleri ile taşınabilir bilgisayarlar için vazgeçilmezdir. LCD monitörlerin taşıdığı olumsuzluklar son yıllarda üreticileri yeni arayışlara itmiştir. Bazı LCD modellerinde, "arkadan aydınlatma" yöntemi kullanılarak monitörün bulunduğu ortamdaki ışık dengelenir. Böylece ekrandaki istenmeyen yansımalar bir ölçüde önlenir.

### 1.1.4. LCD Monitör Çeşitleri

#### ➤ Pasif matriks monitör

Bu LCD'lerde her bir piksele akım sağlayabilmek için iletkenlerden oluşan ızgaralar vardır. Izgaranın her köşesi bir pikseli oluşturur. Akım iki iletken üzerinden gönderilerek pikselin ışığı ayarlanır.

Temel olarak iki şeffaf levhanın arasına yerleştirilmiş tabakalardan meydana gelir. Bu tabakalardan biri sütunları, diğeri sıraları oluşturan şeffaf, iletken maddeden (indium-tin oxide) oluşmuşlardır. Bu sıra ve sütunlar elektriksel yükleri kontrol edebilecek entegre devrelere bağlıdır. Belirli bir pikseli aktive edebilmek için o yük gönderilen sütuna karşılık gelecek sıranın topraklanmasıyla iletim tamamlanmış olur. Bu da o pikseldeki sıvı kristallerin bükümünün açılmasını sağlar.

Kısaca pasif matriks çok basit temel ilkelere dayanan bir teknolojidir. Fakat görüntünün yavaş belirmesi (fare ekranda hızlı bir şekilde kaydırılırsa bu etki fark edilebilir) ve kesin olmayan voltaj kontrolüne dayalı olması (belli bir pikseldeki sıvı kristalleri etkileyen elektrik akımı pikselin etrafındaki sıvı kristalleri de az da olsa etkileyeceğinden) gibi sakıncaları da vardır. Yani ekran tazeleme hızı çok yavaşlayarak görüntü kalitesinin düşmesine neden olur.

#### ➤ Dual scan monitör

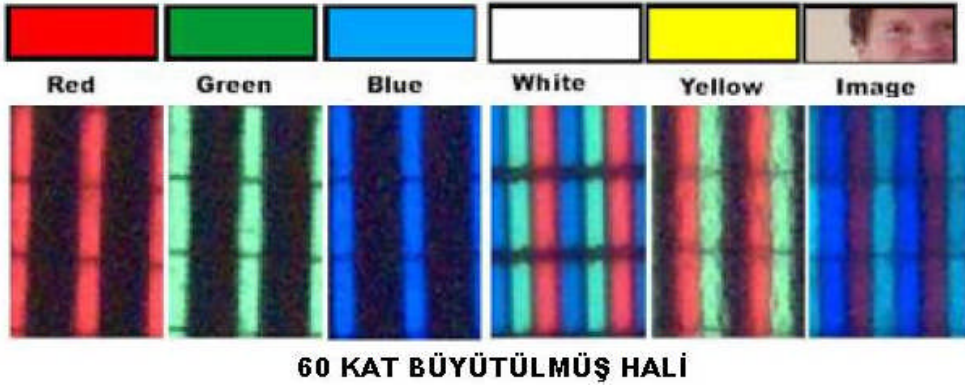
Bu monitörler genel olarak pasif matriks monitör gibi çalışır. Temel farklılık, ekranın ikiye bölünmüş olmasıdır. Ekranın her bir bölümü ayrı ayrı taranarak ekran yenileme hızının iki katına çıkması sağlanır. Bu farklılık görüntü kalitesinde bir iyileşme sağlamaktadır.

#### ➤ Aktif matriks monitör:

Pasif matriks monitörlerin tersine aktif matriksler TFT (thin film transistor) teknolojisine göre çalışır, yani her bir pikseli kontrol eden ayrı ayrı transistörler vardır. Transistörlerin kullanımı sayesinde piksel parlaklığı için daha az akım gerekir, dolayısıyla active matrix LCD 'lerde akımı durdurup, tekrar yollamak daha kolaydır. Bu da tekrar süresinin (refresh rate) daha hızlı olmasına olanak sunar. Mesela fare imleci, ekranınızda daha yumuşak hareket eder. Bu transistörler, piksellerin henüz parlaklığını yitirmeden yenilenmesini sağlar. Kapasitörler de yüklerin bir süre tutulmasını sağlayacağından voltaj kontrolü sayesinde ışığın belli bir kısmının geri yansıtılması sağlanarak ton ayarı yapılabilir. Böylece sadece siyah ve beyazın haricinde gri tonlar da elde etmek mümkün olur.

### 1.1.5. LCD Ekranda Renk Oluşumu

Renkli LCD'lere her bir piksel üç ana renk filtresinden kırmızı, yeşil ve mavi (RGB- Red, Green, Blue) oluşmuşlardır. Bu her üç alt pikselde kontrollü voltaj ayarı yapılarak her birinden 256 ayrı ton elde edilebilir. Üçünün bir araya gelmesiyle de 16,8 milyon ayrı renk elde edilir.



Şekil 1.5: LCD'lerde renk oluşumu

Tahmin edilebileceği gibi bu kadar rengi göstermek için çok fazla sayıda transistör kullanılmıştır. Örneğin çözünürlüğü 1024x768 olan bir laptobun 1024 sütununu 768 sıra ile ve 3 alt pikselle çarparsak  $(1024 \times 768 \times 3) = 2.359.296$  tane transistörün kullanıldığını buluruz. Eğer bu transistörlerde bir arıza olursa bilgisayar ekranında o pikselin bulunduğu yerde görüntü bozulması meydana gelir.



Resim 1.7: Bir LCD ekran ve kontrol devresi

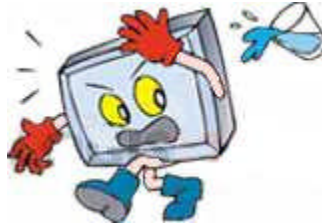
LCD ekran teknolojisi her geçen gün ilerlemektedir. Günümüzde çok çeşitli sıvı kristal teknolojileri vardır (Super Twisted Nematics (STN), Dual Scan Twisted Nematics (DSTN), Ferroelectric Liquid Crystal (FLC) ve Surface Stabilized Ferroelectric Liquid Crystal (SSFLC) gibi). LCD üretiminde görüntü boyutlarını artırabilmek için üreticiler daha fazla piksel ve çok sayıda transistör eklemektedir. Transistör sayısının artmasıyla LCD ekranda bozuk piksel olma olasılığı da artmaktadır. Hatta montaj fabrikasından çıkan ekranların %40'ı kalite kontrolünde piksel bozuklukları yüzünden geri gönderilmektedir, bu da LCD ekran fiyatlarının fazla olmasına neden olur. Daha büyük ekranların piyasa fiyatlarının karşılanabilir olması sadece üretim teknolojilerinin ilerlemesiyle mümkündür. Yeni teknolojilerde, “0 piksel garantili” olarak üretilen LCD ekranların üzerinde, pasif olan hiçbir nokta bulunmamaktadır. Diğer bir ifadeyle ekran üzerinde çalışmayan bir piksel yoktur.

### 1.1.6. LCD Ekran Kullanımında Dikkat Edilmesi Gerekenler

İster LCD TV’lerde, ister LCD ekranlı bilgisayarlarda, isterse LCD ekranı olan her türlü tıbbi ve elektronik cihazda LCD kullanımında dikkat edilmesi gereken ortak hususlar vardır. Bunlar genel olarak şöyle sıralanabilir.



LCD monitörde görüntünün üretilmesini sağlayan tümleşik devre, gerek dizüstü bilgisayarlarda gerekse masaüstü LCD modellerinde olsun, ekranla bütünleşik olarak arka yüzeyde yer alır. Bu nedenle, monitörünüzün arka yüzeyine kesinlikle el ile baskı uygulamayınız. Böyle bir davranış, monitörünüzü çalışamaz duruma sokabileceği gibi, en iyimser tahminle; muhtemel tahribatlar sonucu doğru çalışmasını engelleyecek arızalara neden olabilir.

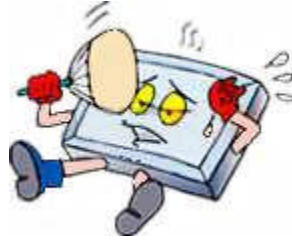


Herhangi bir nedenle monitörün üzerine bir sıvı madde dökülmesi halinde öncelikle görüntü oluşumunda önemli bileşenlerden olan yükleyici levhada renk kaybı oluşacaktır. Eğer derhal müdahale edilerek sıvı temizlenmezse, cihaz devreleri üzerine sızabilecek sıvı, monitörün devre dışı kalmasına ve kalıcı tahribata neden olabilir.

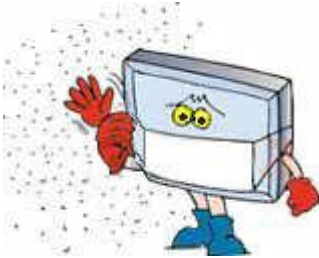




10°C ya da daha altında sıcaklıklarda, monitörün reaksiyon süresi ve parlaklık normalizasyon değerleri etkileneceğinden dolayı, görüntü kalitesinde düşüşe neden olabilir.



Yüksek sıcaklık ve nem oranı LCD monitörün kullanım ömrünü önemli oranda kısaltabilir. Toz, monitör için tam bir düşmandır. Cihazın içine nüfuz edecek toz zerrecikleri devreler üzerinde kısa devreye neden olarak cihazın hasar görmesine neden olabilir.



Çalışılan ortamdaki dış etkenler nedeni ile oluşacak soğuktan sığağa ya da sıcaktan soğuğa ani ısı değişimleri cihazı doğrudan olumsuz yönde etkileyebilir. Özellikle soğuktan sığağa ani ısı değişimi, monitör üzerinde bir buğu tabakası oluşturacağından cihazın çalışmasını ve içeriğindeki yük levhalarının durumunu etkileyebilir.



LCD monitörde görüntünün üretilmesini sağlayan tümleşik devre, gerek dizüstü bilgisayarlarda gerekse masaüstü LCD modellerinde olsun, ekranla bütünleşik olarak arka yüzeyde yer alır ya da EKG türü bir cihazın tamir bakım için sökülmüş LCD ekranının veya monitörünün ön ya da arka yüzeyine kesinlikle el ile baskı uygulanmamalıdır. Böyle bir davranış, monitörü çalışamaz duruma sokabileceği gibi, en iyimser tahminle; muhtemel tahribatlar sonucu doğru çalışmasını engelleyecek arızalara neden olabilir.

Sonuç olarak EKG cihazları LCD ünite içerdiğinden bu cihazların bulundurulduğu ve çalıştırıldığı ortamlara dikkat edilmelidir. Bu ortamlar çok soğuk ya da aşırı sıcak olmamalıdır. Ortamda toz ve nem bulunmamalı, cihaz basınç ve darbelerden korunmalıdır. Sıvılar bu cihazlardan uzakta tutulmalıdır.

## **Ekg Lead Ve Soketleri**



EKG kabloları, tamamı ekranlı özel dizayn kablo ile elektriksel ve manyetik alanlardan etkileşimi minimize edecek, yüksek sinyal iletimi sağlayacak şekilde dizayn edilmelidir. EKG kabloları, lead ve soketleri MDD 93/42/EEC standardına göre üretilmeli ve CE işareti taşımalıdır.



**Resim 1.8: Altı pinli EKG hasta kablo dişi ve erkek jakları**

Hasta kabloları ile cihazların bağlantısı soketler yardımı ile olur. Farklı tip EKG cihazlarına ait olsalar bile soketler genellikle birbirleriyle uyumludur. Ancak bu durum her zaman geçerli olmaz. Çünkü çok farklı tipte EKG cihazları da mevcuttur. Dolayısı ile sadece bu cihaz tipinde olanlarda benzer soketler kullanılabilir. Örneğin Resim 1.8’de görülen EKG cihazı hasta kablosu soketi ile Resim 1.9’da görülen hasta kablo soketi yapı olarak birbirinden farklıdır. Bu farklılıkların başında hasta kablosunun elektrot sayısı gelir. Bu sayı 3,5,7,10 gibi farklılıklar gösterebilir. Elektrot sayısına göre de soketlerin pin sayıları değişir. Resim 1.8 de 6 pinli bir soket görülürken Resim 1.9’da 10 pinli soket tipi görölmektedir.



**Resim 1.9: Beş leadli EKG hasta kablosu**

EKG soketleri biçimsel olarak da deęiřik tipte dizayn edilebilir.

## 1.2. Hasta Kabloları

Bir bakıma hasta kabloları sistemin en önemli parçalarıdır, çünkü cihaz düzgün çalışmadığında arızanın kaynağı çoğunlukla kablolardır. EKG kaydında birkaç farklı hasta kablo şekli kullanılmaktadır. Bazıları birbirine geçen iki parça halinde olurken bazıları tek parça yapıdadır. İki parçadan oluşan tipler genellikle başlangıçta daha pahalı olmasına rağmen uzun vadede daha ucuza gelmektedir, çünkü kırılma genellikle kablunun elektrodun bağlandığı uç kısmında meydana gelmektedir. Bu kısım tek parça kablunun komple değişiminden daha ucuza değiştirilebilmektedir. Buna ek olarak iki parçalı kablolar istenildiğinde farklı elektrotların takılıp çıkartılmasına imkân sağlamaktadır.



**Resim 1.10: EKG trunk kablo**

Resim 1.10 da iki parçadan oluşan EKG hasta kablosunun Trunk denilen lead siz ana gövde bölümü görülüyor. Bu kablunun yuvarlak ucu EKG cihazına irtibatlandırılırken diğer soket kısmına da kol bacak lead lerine ait jak bağlantısı yapılır. Bu Trunk kablo ucuna resim 1.9 da ki lead biçiminde ve uyumlu olan leadler takılabilir.



**Resim 1.11: Beş lead uyumlu trunk kablo ve EKG leadleri**

Resim 1.11'deki trunk kabloda leadler ayrı ayrı irtibatlandırılmaktadır. Bir ana kablo gövdesi yanında hasta tarafında farklı 3 tip elektrot konektör tipi mevcuttur ve bunlar çeşitli konfigürasyonlarda bulunur. Bazıları sadece tek bir üreticiye ait elektrotlara uygundur. Bir iğne uçlu kablo geçici veya kısa vadeli elektrotların mesela plaka veya vakumlu tip elektrotların bağlanmasında kullanılır. Bunlar standart banana fişli uca veya büyükçe bir telefon fişine benzer yapıdadır. Bu tip bir konektörle çalışabilen vakumlu elektrotlar Resim 1.12'de görülüyor.



**Resim 1.12: Banana fişli konektörle uyumlu vakum elektrotlar**



**Resim 1.13: Üç leadli tek parça ve çitçitli (klips) hasta kablosu**

Bir başka kablo tipi de Resim 1.13'teki özel bir klips veya çitçit şeklinde bir tutturucu kullanılarak standart izleme elektroduna bağlantı sağlanan bir kablodur.

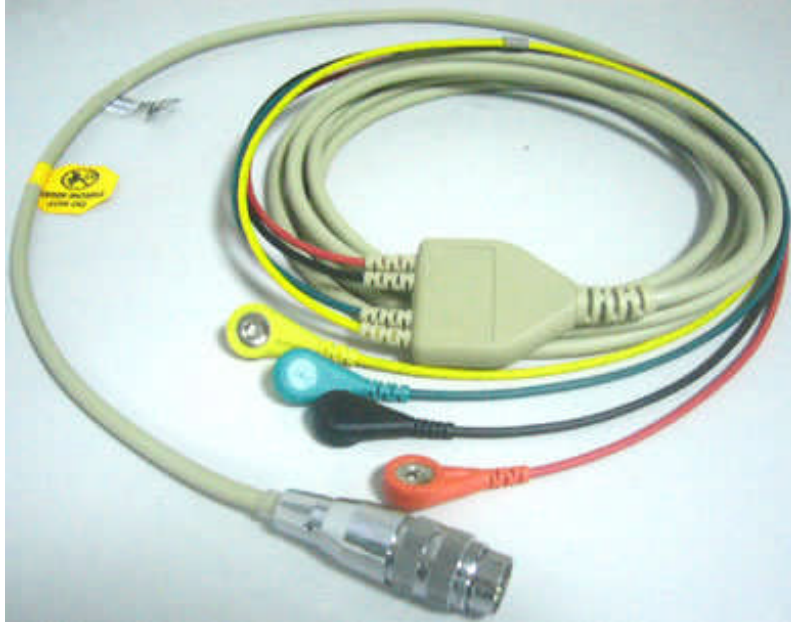


**Resim 1.14: Üç leadli tek parça ve klipsli hasta kablosu**



**Resim 1.15: Beş leadli tek parça hasta kablosu**

Resim 1.15'teki kabloda 5 hasta elektrotu ucu bulunduğuna ve Resim 1.14 te ise sadece 3 uç bulunduğuna dikkat ediniz. Teşhis amaçlı bir makinede bütün 12 eksenin kaydedilebilmesi için 5 elektrodun her birinden gelen sinyallere ihtiyaç vardır. Öte yandan izleme esnasında EKG sinyali ile bazı genel aritmi durumlarının takip edilmesi yeterlidir ve bunun için 3 elektrottan herhangi birisinden gelen sinyal değerlendirilebilir. Hemşire veya doktor uygun elektrot yerleşimi ile herhangi bir bağlantı türünü izleme imkânına sahip olsa da genellikle I bağlantısı izlenecek şekilde elektrotlar ayarlanır.



**Resim 1.16: Dört leadli tek parça EKG hasta kablosu**

Çoğu EKG kablosu ekranlanmış teller kullanılarak imal edilir (Resim 1.16). Böylece her bir elektrot bağlantısı ile ana fiş üzerindeki uygun bağlantı noktası arasında bağlanacak bir ohmmetre kısa devre gösterecektir. Fakat bazı kablolar defibrilatör koruması sağlayan 1 ile 10 kiloohm arasında değeri değişen seri bir dirence sahiptir. Bu dirençler genellikle enjeksiyon plastik konnektör kabini içerisinde yer alır.



**Resim 1.17: 12 pinli trunk kablo konnektörü**

Standart EKG cihaz konnektörleri mevcut değildir ve aynı üretici tarafından üretilen farklı modeldeki makineler farklı konnektör tipleri kullanabilir.





**Resim 1.18: Farklı yapıda trunk kablo konnektörü**

Resim 1.19’da fişin bağlantı şeması verilmekte ve elektrot uçlarını ayırt etmek için kullanılan renk kodlaması görülmektedir. Ayrıca hangi, leadin nereye bağlanacağına ilişkin bilgiler mevcuttur.

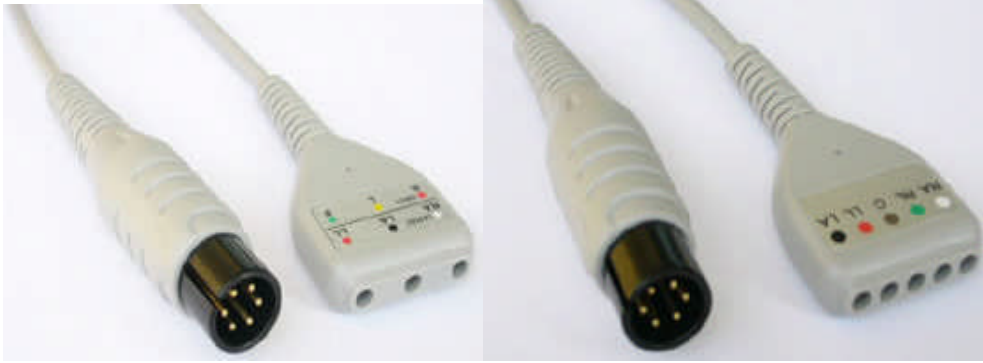
RA (Right Arm-Sağ Kol),  
LA (Left Arm-Sol Kol),  
RL (Right Leg-Sağ Bacak),  
LL (Left Leg-Sol Bacak)



**Resim 1.19: Renk kodlu trunk kablo soketi**



**Resim 1.20: İki farklı tip trunk hasta kablosu**



**Resim 1.21: Dayanıklı ve esnek trunk EKG hasta kablo tipleri**

Resim 1.22’ de görülen EKG trunk kablosu ve leadler tek parça olarak imal edilmiştir. EKG elektrot kablolarında genellikle lead tarafında aşırı hareketlilikten doğan arızalar görülür. Eğer leadler tamir edilme yoluna gidilirse çalışmaları tekrar mümkün olabilir. Ancak kalp fonksiyonları ile ilgili hayati öneme sahip bilgiler vereceği düşünülerek bu kablo veya leadlerin tamamen değiştirilmesi önerilir. Bu nedenle iki parçalı EKG hasta kablosu kullanıp eskien ya da arızalanan parça değiştirilmek suretiyle daha ucuza yeniden çalışır duruma getirilmiş olur.



**Resim 1.22: Beş ve üç leadli EKG hasta kabloları**



**Resim 1.23: EKG hasta monitör konektörü**

EKG kabloları sadece EKG cihazlarında değil, defibrilatör ve hastabaşı monitörlerde de kullanılmaktadır. Bu nedenle hasta kablosu bazen bu cihazlara özel imal edilmiş olabilmektedir. Resim 1.23'teki konektör bir hastabaşı monitöre göre imal edilmiştir. Bu tip kablo jak veya konektörler diğer cihazlarla uyumlu çalışmayabilir.



**Resim 1.24: Elektrot adaptörü**

Bazen de Resim 1.24' teki gibi elektrot jak veya pinlerinin uyumsuzluk durumlarını ortadan kaldırmak için elektrot adaptörleri kullanılır. Bu sayede normalde konektör veya jak yuvasına uymayan elektrotlar ya da leadler uyumlu hale getirilir.



**Resim 1.25: Beş ve dört lead li iki farklı EKG hasta kablosu**

Elektrotların sayılarına göre konnektörlerindeki pin sayıları da eğişmektedir. Bu cihazlar kullanılırken özellikle konnektörler takılıp sökülürken konnektörlerin yuvasına tam oturup oturmadığına dikkat edilmelidir. Aksi halde pinlerdeki bir kırılma hasta kablosunu kullanılmaz hale getirebilir.



**Resim 1.26: 12 lead ölçebilen 10 banana jaklı EKG hasta kablosu**



**Resim 1.27: PC tabanlı çalışan 12 lead ölçebilen 10 banana jaklı EKG hasta kablosu**

## UYGULAMA FAALİYETİ

1. Aşağıdaki uygulama faaliyeti ile elektrotları karşılaştırınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Farklı EKG cihazlarına ait en az 4 çeşit lead grubunu karşılaştırınız.</li><li>➤ Aralarındaki fiziksel farkları tespit ediniz.</li><li>➤ Birbirine uyumlu ve uyumlu olmayan EKG trunk kablo ve elektrotları karşılaştırınız.</li><li>➤ Uyumsuzluk nedenlerini tespit ediniz.</li><li>➤ Sonuçlarınızı raporlayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ EKG leadlerinin tek ve iki parçalı olan tiplerini de inceleyiniz.</li><li>➤ Birbirine uyumlu olmayan konnektörleri zorlamayınız.</li><li>➤ Zorlamalar halinde hasar görebilir. Dikkat ediniz.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Farklı EKG cihazlarına ait en az 4 çeşit lead grubunu karşılaştırdınız mı?		
2	Aralarındaki fiziksel farkları tespit ettiniz mi?		
3	Birbirine uyumlu ve uyumlu olmayan EKG trunk kablo ve elektrotları karşılaştırdınız mı?		
4	Uyumsuzluk nedenlerini tespit ettiniz mi?		
5	Sonuçlarınızı raporladınız mı?		

### DEĞERLENDİRME

Uygulama faaliyetinde yapmış olduğunuz çalışmayı kontrol listesine göre değerlendiriniz.

Yapmış olduğunuz değerlendirme sonunda eksiğiniz varsa, faaliyete dönerek ilgili konuyu tekrarlayınız.

2. Aşağıdaki uygulama faaliyetine göre LCD ekranları karşılaştırınız.

<b>İşlem Basamakları</b>	<b>Öneriler</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Farklı EKG cihazlarına ait LCD ekran yapılarını inceleyiniz.</li><li>➤ En az iki farklı EKG cihazı ekranının özelliklerini karşılaştırarak aralarındaki fiziksel ve fonksiyonel farklılıkları tespit ediniz.</li><li>➤ Bunları maddeler halinde hazırlayarak rapor ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Farklı LCD ekranı olan EKG cihazlarını tercih ediniz.</li><li>➤ LCD ekran çözünürlük ve grafik özelliklerine dikkat ediniz.</li></ul>



## KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1	Farklı EKG cihazlarına ait LCD ekran yapılarını incelediniz mi?		
2	Aralarındaki fiziksel ve fonksiyonel farklılıkları tespit ettiniz mi?		
3	Bunları maddeler halinde hazırlayarak raporladınız mı?		

### DEĞERLENDİRME

Uygulama faaliyetinde yapmış olduğunuz çalışmayı kontrol listesine göre değerlendiriniz.

Yapmış olduğunuz değerlendirme sonunda eksikliğiniz varsa, faaliyete dönerek ilgili konuyu tekrarlayınız.

3. LCD ekran ve soket arızalarını gidermek için aşağıdaki uygulamayı gerçekleştiriniz.

<b>İşlem Basamakları</b>	<b>Öneriler</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ EKG cihazı servis el kitabını inceleyiniz.</li><li>➤ EKG cihazı servis el kitabındaki LCD ekran arızalarını tespit etme talimatlarını okuyunuz.</li><li>➤ Antistatik bilezik takınız.</li><li>➤ LCD ekranın ön kontrolünü yapınız.</li><li>➤ Ekranın fiziksel kontrolünü yapınız.</li><li>➤ LCD ekran fonksiyonlarını test ediniz.</li><li>➤ LCD ekran besleme gerilimlerini kontrol ediniz.</li><li>➤ LCD ekran kablo ve soketlerini kontrol ediniz.</li><li>➤ LCD ekran sürücü devresini kontrol ediniz.</li><li>➤ Arızalı modülleri tespit ediniz.</li><li>➤ Arızalı modüllerin soketlerini kontrol ediniz.</li><li>➤ Soket pinlerinin sağlamlığını kontrol ediniz.</li><li>➤ Soketlerin elektriksel iletimlerini kontrol ediniz.</li><li>➤ Soketleri temizleyici sprey ile temizleyiniz.</li><li>➤ Deforme olmuş soketi değiştiriniz.</li><li>➤ Arızanın devamında arıza arama işlemlerini tekrarlayınız.</li><li>➤ Arıza bilgi formunu doldurunuz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Farklı LCD ekranı olan EKG cihazlarını tercih ediniz.</li><li>➤ LCD ekran çözünürlük ve grafik özelliklerine dikkat ediniz.</li><li>➤ Eldiven ve iş önlüğü giyiniz.</li><li>➤ Kullanılan malzemeleri stoktan düşününüz.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	EKG cihazı servis el kitabını incelediniz mi?		
2	EKG cihazı servis el kitabındaki LCD ekran arızalarını tespit etme talimatlarını okudunuz mu?		
3	Antistatik bilezik taktınız mı?		
4	LCD ekranın ön kontrolünü yaptınız mı?		
5	Ekranın fiziksel kontrolünü yaptınız mı?		
6	LCD ekran fonksiyonlarını test ettiniz mi?		
7	LCD ekran besleme gerilimlerini kontrol ettiniz mi?		
8	LCD ekran kablo ve soketlerini kontrol ettiniz mi?		
9	LCD ekran sürücü devresini kontrol ettiniz mi?		
10	Arızalı modülü tespit ettiniz mi?		
11	Arızalı modüllerin soketlerini kontrol ettiniz mi?		
12	Soket pinlerinin sağlamlığını kontrol ettiniz mi?		
13	Soketlerin elektriksel iletimlerini kontrol ettiniz mi?		
14	Soketleri temizleyici sprey ile temizlediniz mi?		
15	Deforme olmuş soketi değiştirdiniz mi?		
16	Arızanın devamında arıza arama işlemlerini tekrarladınız mı?		
17	Arıza bilgi formunu doldurdunuz mu?		

## DEĞERLENDİRME

Uygulama faaliyetinde yapmış olduğunuz çalışmayı kontrol listesine göre değerlendiriniz.

Yapmış olduğunuz değerlendirme sonunda eksikler varsa, faaliyete dönerek ilgili konuyu tekrarlayınız.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### OBJEKTİF TEST (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki cümleleri doğru (D) veya yanlış (Y) olarak işaretleyiniz.

1. (...)LCD ekranı olmayan ve EKG işaretlerini kâğıt çıktıya aktaran cihazın işaretleri eş zamanlı değildir.
2. (...)LCD ekran çıktısı veren EKG cihazlarını kullanan kişi daha hızlı ve doğru kararlar verebilmektedir.
3. (...)Sıvı kristaller polarize edilmiş ışığı geçirebilme özelliğine sahiptir.
4. (...)Düz paneller yani tüpsüz olan ekranlar çok yer kaplar.
5. (...)LCD'ler LED ve gaz teknolojisinden daha az enerji harcar.
6. (...)Ortamdaki ışık artarsa LCD ekranlarda o derece görüntü kalitesi de artar.
7. (...)LCD ekranlarda sıvı kristal akışının yavaşlığı görüntü izinin hemen silinmemesine neden olur.
8. (...)LCD'ler sıvı dökülmesinden etkilenmez.
9. (...)EKG kablo ve leadleri arıza aramada en son bakılacak parçalardır.
10. (...)EKG elektrot uçlarını ayırt etmek için renk kodlaması kullanılır.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konularla ilgili öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

EKG cihazlarında kullanılan elektrot yapılarını kavrayacak, elektrot arızalarını tespit edip giderebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken araştırmalar şunlardır:

- İnternet ortamında EKG cihazlarının elektrot yapılarını ve teknik özelliklerini araştırınız. (Arama motorlarından “EKG elektrot” veya “ECG electrode” şeklinde yazarak arama yapabilirsiniz.)
- Yine İnternet ortamından ya da bulunduğunuz ildeki üniversite hastaneleri veya devlet hastanelerine giderek teknik servis elemanı ve sağlık personelinden EKG cihazlarında görülen muhtemel arızalar ve giderilmesi yöntemleri ile ilgili teknik bilgi edininiz.

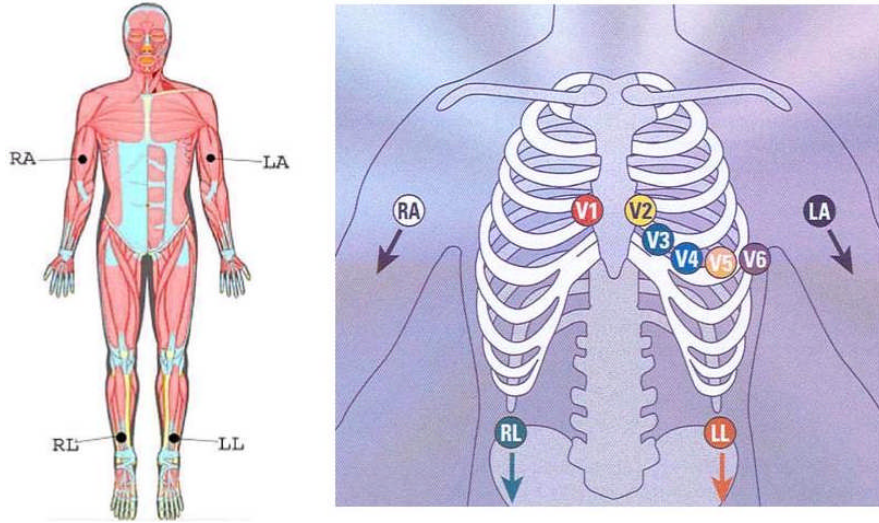
## 2. EKG ELEKTROTLARI VE EKG CİHAZ ARIZALARI

### 2.1. EKG Elektrotları

Elektrotlar genel anlamda canlı organizmadaki elektriksel kökenli biyolojik işaretlerin algılanması için kullanılır. Bu elektriksel işaretlerden kalp için olanı EKG ölçümleri ile elde edilir. EKG ölçümleri belki de sinyal izleme alanında en çok yapılan ölçümlerin başında gelir. Sinyal izleme cihazlarının ortak özelliği elde edilen sinyalin elektrotlar vasıtası ile elde edilmesidir. Bu anlamda da EKG elektrotlarının en çok kullanılan elektrot olduğu kolayca söylenebilir.

EKG elektrotları, kalbin oluşturduğu elektriksel aktiviteleri algılamak ve bu sayede elde edilen işaretlerden kalp hakkında bilgi sahibi olmak amacı ile geliştirilmiş transdüserlerdir. Elektrotlar insan vücuduna çeşitli ölçüm noktaları esas alınarak bağlanır. Bu noktalardan en yaygın olarak tercih edileni Şekil 2.1’de görüldüğü gibi kollar, bacaklar ve göğüs kafesi üzerinde bulunan belirli noktalardır. İhtiyaca göre hekimler vücut üzerindeki farklı bazı noktalardan da EKG işaretleri alabilmektedir. EKG elektrotlarında bulunması gereken başlıca özellikler şunlardır:

<b>Güvenirlilik</b>	:	Kararlılık
<b>Deriye güzel yapıştırma</b>	:	Uzun süreli kullanım (tek kullanımlık olanlar hariç)
<b>Sızdırmazlık</b>	:	Cildi tahriş etmeme
<b>Minimal gürültü</b>	:	Uzun raf ömrü
<b>Düşük maliyet</b>	:	CE belgeli olma

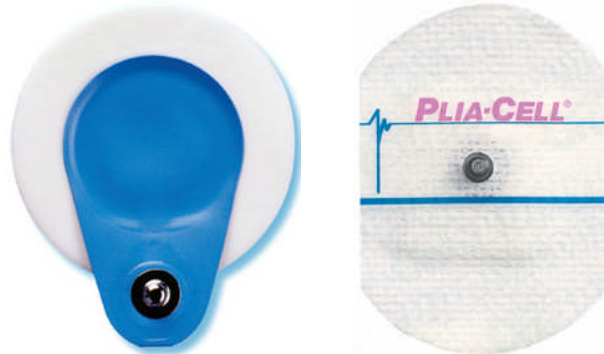


**Şekil 2.1: EKG elektrotlarının en yaygın olarak bağlanan noktaları**

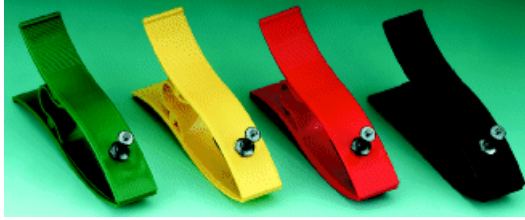
EKG elektrotları genellikle Ag/AgCl elektrotlar şeklinde imal edilir. Ag/AgCl'ün tercih nedenleri başında insan vücuduna zararlı etkilerinin bulunmaması, kararlı davranması, ölçüm sonuçlarının güvenilir olması gibi etkenler vardır. Bu elektrotlar yüzey elektrotları sınıfındadır. Çünkü elde edilen işaretler deri yüzeyinden algılanmaktadır.

İhtiyaca göre kimi zaman jel emdirilmiş olarak kimi zaman da kuru olarak imal edilir. Yetişkinler için farklı çocuklar veya bebekler için farklı tip ve boyutlarda üretilen tipleri vardır. Bir kere kullanılıp atılan ve defalarca kullanılan özellikte olanları da vardır. İhtiyaca göre, ortamın veya hastanın durumuna göre hekim uygun olan elektrot tipini tercih eder. Bir yetişkin için imal edilmiş EKG elektrodu bir bebek için kullanılamaz.

Eğer kullanılan EKG elektroduna imalat sırasında jel emdirilmemişse bu elektroda dry elektrot (kuru elektrot) denir. Kullanım sırasında iletkenliği artırmak, deri ile elektrot arasındaki empedansı azaltmak amacıyla jel ya da pasta sürülür. EKG elektrotları EKG cihazları ile leadler vasıtasıyla irtibatlandırılır. Leadlerle elektrotlar birbirine uyumlu olmalıdır. Jak bağlantısı klipsli, banana jaklı, vidalı, çitçitli veya farklı şekillerde olanları vardır.



**Resim 2.1: Çitçit bağlantılı EKG elektrotları**



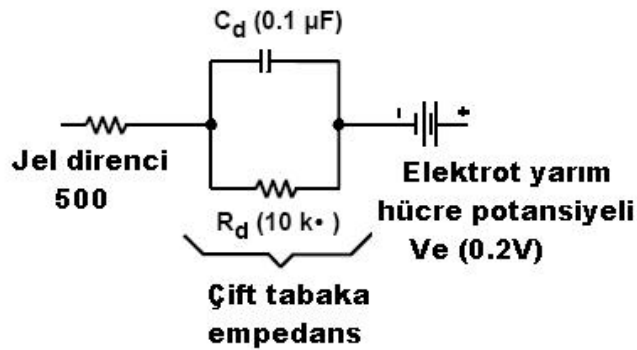
Resim 2.2: Klempli ve vakumlu EKG elektrotları



Resim 2.3: Çocuk ve giysi tipi EKG elektrotları

## 2.2. EKG Elektrot Elektriksel Devre Modeli

### ELEKTROT ELEKTRİKSEL DEVRE MODELİ



Şekil 2.2: EKG elektrodu elektriksel devre modeli

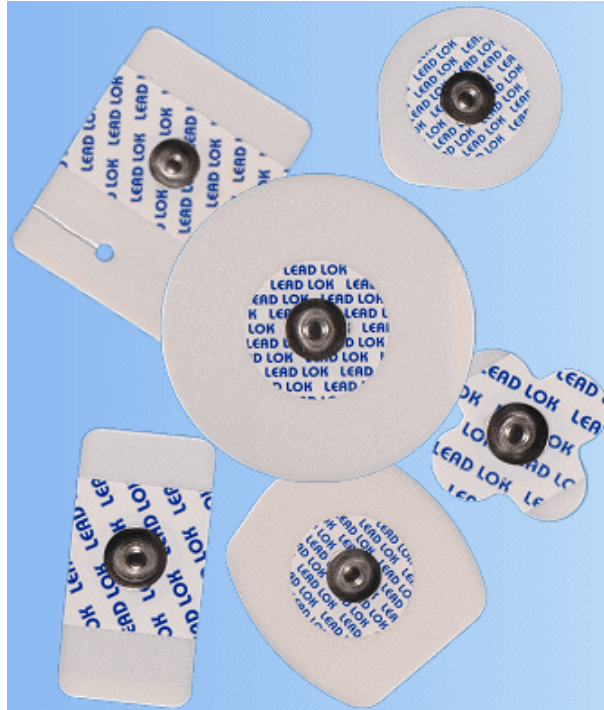
EKG elektrodunun elektriksel devre modeli Şekil 2.2’te gösterildiği gibidir. Bu modelde, CD elektrot-elektrolit arayüzündeki yük birikiminin neden olduğu kapasiteyi, RD ise bu kapasitenin kaçak direncini temsil etmektedir. Eş değer devredeki batarya, elektrodun

yarı hücre potansiyeline karşılık olan gerilim kaynağıdır. Girişteki direnç elektrolitin direncine karşılık gelir. Kullanılan elektrot, Ag/AgCl elektrot ise CD kapasitesi oldukça küçüktür ve bu yüzden kapasitif etki oldukça azdır.

## 2.3. EKG Elektrot Tipleri

### 2.3.1. Tek Kullanımlık Ekg Elektrotlar

Bu elektrotlar, EKG ölçümlerinde çok kullanılan ve bir kere kullanıldıktan sonra atılan (“disposable”) elektrotlardır. Resim 2.4’te bu tip elektrotlar gösterilmiştir. Elektrolit, Ag-AgCl elektrot tabanının hemen altında, elektroda yapışık durumda jel, emdirilmiş sünger olarak gerçekleştirilir.



Resim 2.4: Tek kullanımlık (disposable) EKG elektrotları

Disposable elektrotların kullanımı pratiktir. Alt yüzeye yapışık bulunan koruyucu kılıf çıkarılarak daha önceden temizlenmiş deri yüzeyine yapıştırılır. Genellikle çitçit bağlantılı ya da klipsli olarak imal edilir. Deriye temas eden ve iletkenliği sağlayan kısım kuru jel ya da ultrason jelli süngerlidir.

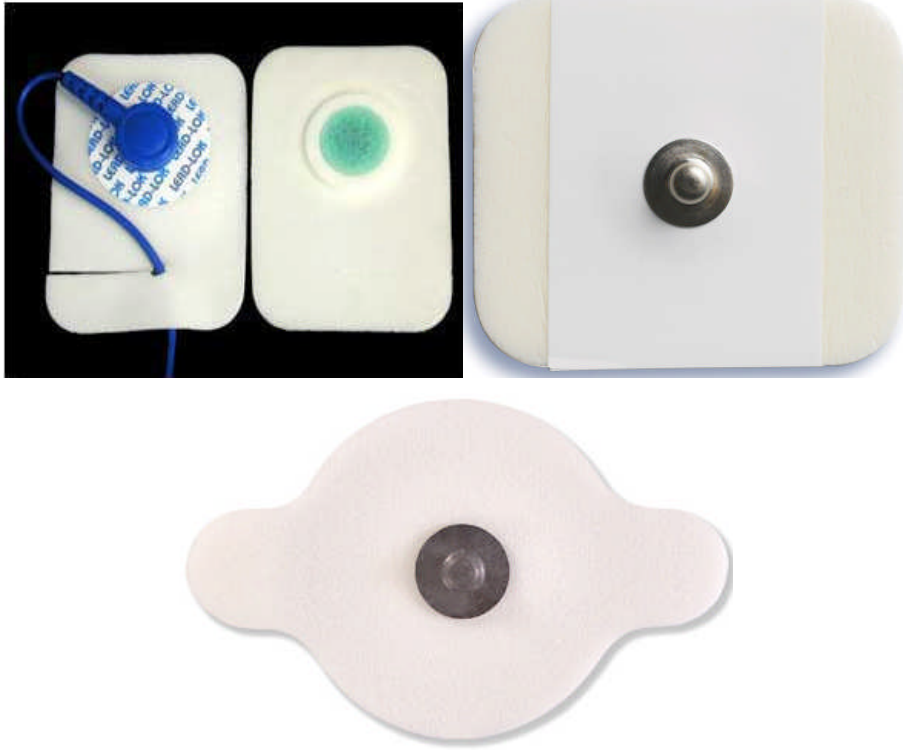
Bu elektrotların en büyük avantajı, kullandıktan sonra atıldığı için temizlik ihtiyacının olmaması ve bir kişiden bir başka kişiye hijyenik açıdan mikrobik bulaşımın söz konusu olmamasıdır. Dezavantajı ise miatlı olmasıdır.



### 2.3.2. Esnek Ekg Elektrotlar

Bu türden bir EKG elektrot, düz olmayan vücut yüzeyinin şeklini alacak biçimde bükülüp esneyebilmektedir. Çok kullanılan tipi, bir yüzü kısmen gümüş (Ag) teller ile örülmüş, yapışabilir özelliğe sahip olan bir bant şeklindedir.

Hastanın günlük hareketlerini etkilemeyecek ve kısıtlamayacak esneklikte olanları vardır. Bu elektrotların, elbise altında kullanılan tipleri olduğu gibi elbiseye iliştilererek kullanılan tipleri de vardır. Bunlar da tek kullanımlıdır.



Resim 2.5: Esnek (flexible) EKG elektrotları

### 2.3.3. Vakum (Suction) Ekg Elektrot

Metal plaka elektrodun geliştirilmiş bir şekli olup herhangi bir şekilde yapışkan ve bağlama kayışı gerektirmez ve genelde göğüs üzerinden EKG işaretlerinin algılanmasında kullanılır. Bu elektrot türünde, metal elektrot bir boru şeklindedir.

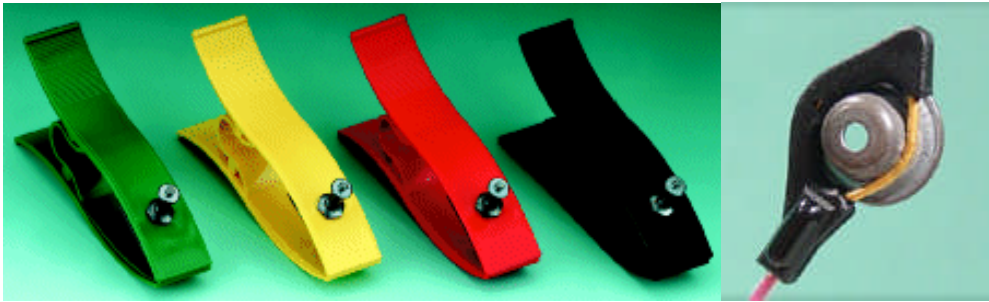
Bu borunun halka şeklindeki yüzlerinden biri deriye temas ederken diğer yüzü, deriye elektrodun tutturulmasını sağlayan ve vakum pompası görevi gören elastik bir hazne içinde kalır. Bu tür bir elektrodun deri ile temas eden yüzeyi halka (çember) şeklinde olduğundan, elektrot oldukça büyük hacimli olsa bile, empedansı büyüktür ve bu yüzden, küçük giriş empedanslı kuvvetlendiricilerle kullanılması elverişli olmaz.



**Resim 2.6: Vakum (suction) EKG elektrotlar**

Bu elektrotlar genellikle banana jaklıdır. Leadlerle bağlantısı bu jaklarla yapılır. Uzun süre kullanım sonucu lastik pompalarında delinme oluşur. Yeterince hijyenik değildir.

## 2.4. EKG Elektrot Tutucuları



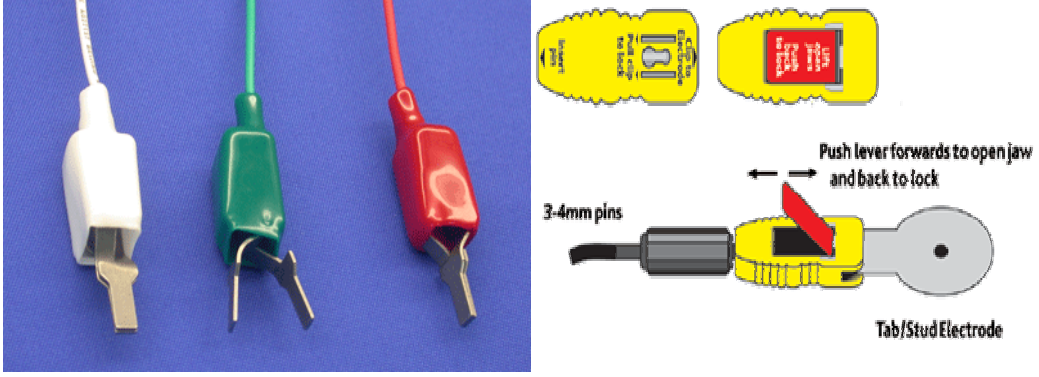
**Resim 2.7: EKG elektrot klemp tutucular**

Solda halka şeklinde elektrotu kavrayan sağda ise el ayak bileklerine takılan tip klempler görülüyor.

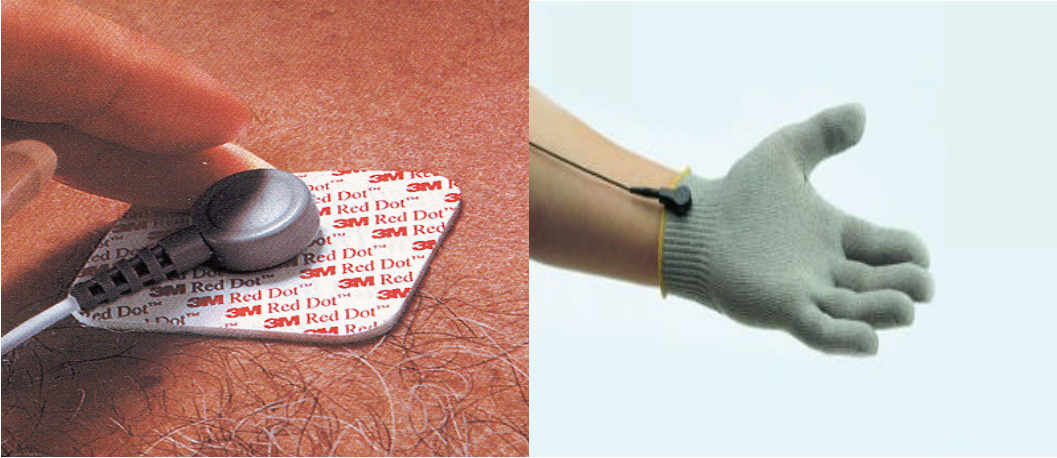


**Resim 2.8: EKG elektrot klips tutucu örnekleri**

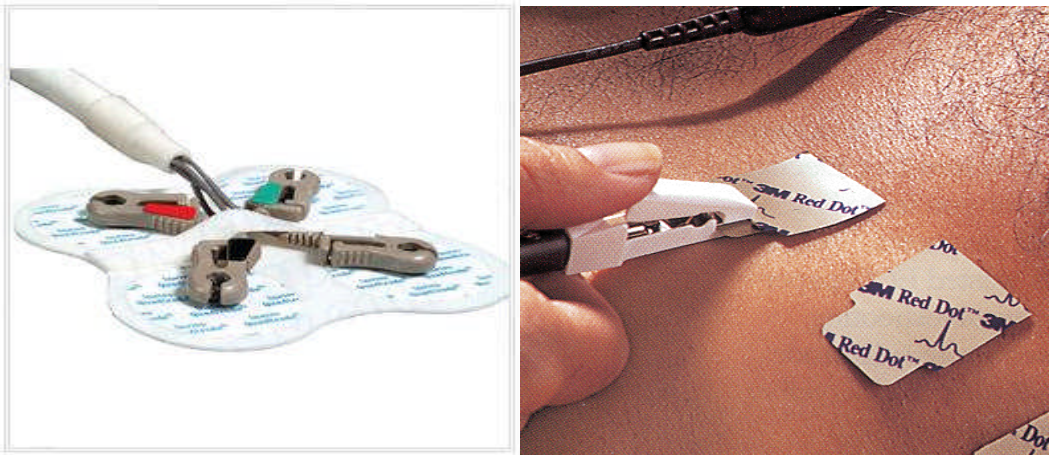
Resim 2.28'de elektrotları metal tepe uçlarından sıkıca kavrayan lead klipleri görülüyor.



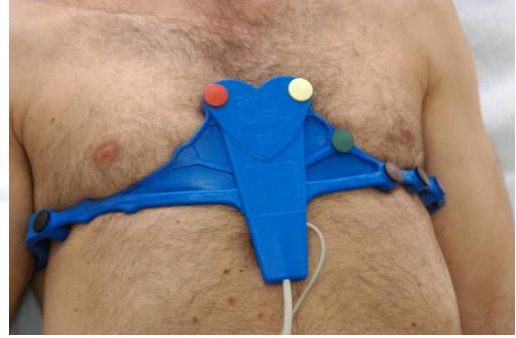
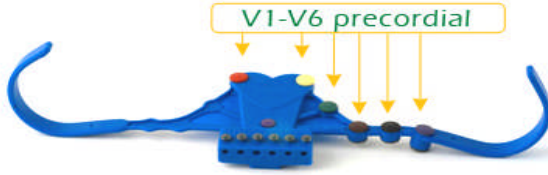
Resim 2.9: İki farklı tip EKG elektrot klipsi



Resim 2.10: Göğüs ve bileğe takılmış iki EKG elektrot ve lead bağlantı şekilleri



Resim 2.11: Farklı tipte göğüs elektroduna klips takılışı ve dördütlü elektrotla klipleri



Resim 2.12: Özel belt elektrot yapısı ve göğse bağlanması

## 2.5. EKG Elektrot Jelleri

### ECG Electrode electrolyte (gel)



Elektrolit (Jel)

- **AMAÇ:** Metal yüzey ile deri arasındaki direnci azaltmak
- **YOĞUNLUK:** Akışkan, köpük, pasta, jel
- **BİLEŞENLER:** Sodyum klorid (NaCl) Potasyum klorid (KCl), diğer iyonik maddeler, Gliserin, Koruyucular, bakteri önleyiciler

EKG ölçümleri sırasında çeşitli gürültüler oluşur. Bu gürültüler kalpten asıl alınması gereken elektriksel işaretlerin verimli ve net olarak alınmasını önler. Bu elektriksel işaret gürültüleri çok farklı nedenlere bağlı olabilir. Bunlardan biri vücuda bağlanan elektrodun vücuda temas ettiği noktada oluşturduğu değişken empedanstır. Temas noktasındaki bu empedansı azaltmak ve daha iyi bir elektriksel işaret iletimi sağlamak için deri yüzeyi ile elektrot arasına jel (pasta) sürmek gerekir.



Jeller farklı marka ve tipte üretilseler de ortak amaçları ve ortak özellikleri vardır. Bunları sıralayacak olursak:

- Hipoalerjeniktir, cildi tahriş etmez.
- Suda çözülür ve kolay temizlenir.
- Yağ ve yağlı madde içermez.
- Formaldehit içermez.
- Toksik tesiri yoktur.
- Tamamen zararsız maddelerden üretilmiştir.
- Koku içermez.
- Vakum altında üretilirler.
- Elektrotlara zarar vermez.
- Hava kabarcığı içermez.
- pH seviyesi 7 -+1

## 2.6. EKG Cihaz Bakımı Ve Arızaları

### 2.6.1. EKG Cihaz Bakımı

Tipik hastane EKG cihazı oldukça dayanıklı yapıda ve her türlü ağır koşul altında güvenle servis verebilecek bir cihazdır. Çoğu hastanede cihazların bakımına gereken önem verilmemektedir ve artık hastaneler periyodik aralıklarla bu cihazları inceleyecek gerektiğinde basit bazı tamiratları yapabilecek bir EKG teknisyeni veya tıbbi cihaz bakım teknisyeni bulundurmaktadır. Mantıklı bir günlük veya haftalık kontrolde aşağıdaki işlemler yerine getirilmelidir.

- Cihaz açılır ve birkaç dakika beklenir.
- Fonksiyon anahtarı çalıştırma konumuna alınır ve bağlantı seçme anahtarı standart konumuna getirilir. Bir eğri oluşup oluşmadığına bakılır.
- 1 mV kalibrasyon düğmesine birkaç kez basılır. Şu durumlar not edilir.
  - Darbenin dikey kenarları görülebiliyor mu?
  - Hassasiyet ayarı 10 mm'lik bir alan içerisinde saptırma sağlayabiliyor mu?

- Darbenin şekli yeterince kare mi?
- Pozisyon ayarını bütün ayar alanı boyunca çevirilir ve yazıcı kalemin alt veya üst sınıra gelip durduğunu görülür.
- Kablonun hasta tarafındaki ucu kısa devre edilir ve sonra bağlantı seçme anahtarını bütün 12 konumda dolaştırılır. Anahtarın her bir konumunda kâğıt üzerinde sessiz kararlı bir arka plan görülmelidir. Bu test kabloda bir kopukluk olup olmadığını gösterir. Bağlantılar sessiz değilse, bu bağlantılara ortak bağlantısı olan elektrot kablosunda bir kopukluk var demektir.
- 1 mV kalibrasyon düğmesi basılıyken ve bağlantı seçme düğmesi standart konumdayken hassasiyet ayarı 10 mm sapma yapacak şekilde ayarlanır.
- 1 mV kalibrasyon düğmesine basılır ve basılı tutulur. Yazıcı kalemi 10 mm sapacak ve yavaşça tekrar eski yerine dönecektir. Düşme hızı 16 büyük bölüm dâhilinde 7 mm'den daha yavaş olmalıdır (3.2 s).

EKG cihaz üreticileri yıllık veya 6 aylık kontrollerde daha karmaşık bir prosedür önerebilirlerse de anlatılan prosedürün gerçekleştirilmesi makine başına yalnızca birkaç dakika alır ve en genel arızaların belirlenmesi için yeterlidir. Şehir şebekesinden hastaya aktarılan elektriki kaçağın kontrolü ile ilgili emniyet kontrollerinin de yapılması gerekir.

## 2.6.2. EKG Cihaz Arızaları

Dahili elektrik ve mekanik arızalar EKG cihazlarında çok seyrek karşımıza çıkar. Fakat yine de problemlerle o kadar sık karşılaşılır ki, operatörler cihazın her an arıza vermeye hazır olduğu hissine kapılırlar. Genellikle arızanın kaynağı operatör hatası veya basit bir ayarlama ile düzeltilebilecek bir ayarsızlıktır. Aşağıda örneklenen arıza tipleri çoğu büyük hastanede günlük karşılaşılan oldukça genel arızaları içermektedir.

- Belirtiler: Cihaz çalışıyor, fakat termal yazıcı iğne yazmıyor veya çok az yazıyor.
- Muhtemel arıza kaynakları:
  - İğne ucunda çok az sıcaklık var.
  - İğne kâğıda yeterince baskı yapmıyor.

Arıza araştırması: (cihaz çalışırken)

- Yalıtılmış bir çubuk mesela düz bir tornavidanın ucunu kullanarak iğneye nazikçe baskı uygulayınız.
- Eğer siyah bir çizgi oluşursa, problem baskı eksikliğidir, fakat hiçbir çizgi yoksa problem sıcaklığın az olmasıdır.

**Not:** Bazı insanlar ucun yeterince sıcak olup olmadığını anlamak için iğnenin ucuna hemen parmaklarını dokundururlar. Eğer iğne yazı yazacak kadar sıcaksa bu kolayca ikinci derece yanıklara neden olabilir. Bu nedenle bu işlemi yapmaktan kaçınmak gerekir.

Eğer problem sıcaklığın düşük olması ise iğne üzerindeki gerilimi kontrol ediniz. Eğer ısıtıcı iğne gerilimi normalse iğneyi değiştiriniz. Eğer gerilimde bir anormallik varsa cihazın servis kitapçığına başvurarak ne yapılması gerektiğini öğreniniz. İğne basıncını ayarlayınız.

Doğru basıncı tahmin etmeye çalışmayınız. Bazı modeller 2 ile 20 gram arasındaki kuvvetlere ihtiyaç duyarlar. İğne basıncını ölçen bir aletle ayarlamayı yapınız ve doğru değer için mutlaka üreticinin servis kitapçığına müracaat ediniz. Bazı modellerde basınç ayarlamasının belli bir ısıtıcı gerilimi altında yapılması gerekmektedir.

- Belirtiler: Kesik çizgiler
- Muhtemel arıza kaynakları: Yıpranmış iğne veya hatalı yapılmış kâğıt yüklemesi.
- Arıza araştırması: Kâğıt yükleme bölgesini kontrol ediniz ve eğer bir hata yoksa iğnenin yıpranıp yıpranmadığına bakınız. Doğru olmayan kâğıt yüklemesi yaygın problemlerden birisidir ve çoğu durumda problem kâğıt freninin veya germe çubuklarının atlanmasından kaynaklanır.
- Belirtiler: Zayıf kayıt, ECG kaydındaki düzensizlikler
- Muhtemel arıza kaynakları: Elektronik veya mekanik problemler, kötü bağlantı seçme düğmesi, kötü hasta kablosu, veya hastaya yapılan bağlantının kötü olması
- Arıza araştırması:
  - Bağlantı seçme düğmesini standart konumuna alınız, bütün elektrotları kısa devre ediniz ve 1mV kalibrasyon düğmesine basınız.
  - Eğer normal kalibrasyon darbelerini görebiliyorsanız problem hastaya olan bağlantıdadır.
  - Eğer problem düzelmezse 1.basamağı sağlam olduğunu bildiğiniz bir kabloyla veya bir kör uçlu kabloyla (bütün uçları kısa devre edilmiş test amacıyla hazırlanmış EKG kablosu) tekrarlayınız. Eğer problem düzelse kötü hasta kablosunu değiştiriniz. Eğer düzelme olmazsa problem cihazın içindedir. Cihazın servis kitapçığına başvurarak problemi çözmeyi deneyiniz.

Yaklaşık 1mV'luk EKG biyopotansiyeli karmaşık bir ortamda kaydedilmelidir. Kas potansiyelleri ve diğer biyoelektrik problemlerin yanı sıra 50 Hz gürültüsü de mevcut olmalıdır. EKG kaydında görülen en genel 4 problem vardır. Doğal olarak 50 Hz gürültü sinyalleri ortak bir kaynaktan çıkmakta ve bütün kablo ve elektrotları eşit miktarda etkilemektedir. Bu sinyaller fazla bir girişim meydana getirmez. Çünkü EKG önyükselteç katları genellikle farksal girişe sahiptir. Elektrot bozuklukları, açık devre olmuş hasta kabloları veya hastaya olan temasın zayıf olması ön yükselteç katlarında dengenin bozulmasına ve sonuçta ortak modlu 50 Hz gürültü sinyalinin farksal bir giriş gibi gözükmesine neden olur.

Bu tip girişim genellikle elektrot jelinin yetersiz olmasından veya hastaya olan temasın zayıflığından kaynaklanır. Bu problem özellikle yağlı veya terli bir cilde sahip olan hastalar üzerinde belirgindir. 50 Hz gürültüsünün bir diğer sebebi de EKG cihazının veya hastaya bağlanan diğer aletlerin toprak bağlantısının zayıf veya kopuk olmasıdır. Bütün bunlara ek olarak bazı DC güç kaynağı problemleri ( Açık devre olmuş filtre kondansatörü veya kısa devre edilmiş gerilim regülatörü gibi) 120 Hz'lik doğrultulmuş gerilimden kaynaklanan dalgacık (ripple) girişimine neden olur.

Bu problem hasta kablosunun bütün elektrot uçları kısa devre edilerek ve bağlantı seçim düğmesinin bütün konumları tek tek araştırılarak belirlenebilir.

- Eğer girişim sona ererse problemin kaynağı kötü bir elektrot, elektrolitik jelin eksikliği veya cildin yeterince hazırlanmamış olmasıdır.
- Eğer girişim, eksen seçme düğmesinin bütün konumlarında mevcutsa problemin kaynağı cihazın içindedir.
- Eğer problem sadece bağlantı seçim düğmesinin belirli konumlarında ortaya çıkıyorsa, hasta kablosundaki açık devre olmuş bir telden şüphelenmelidir. Bir ohmmetre veya iletkenlik ölçen bir alet kullanılarak hangi elektroda ait kablonun kopuk olduğu tespit edilebilir.

50 Hz'lik gürültüden farkı kas biyoelektrik potansiyellerinden kaynaklanan hem genlik hem de frekans bileşenlerindeki düzensizliklerdir. Bazı durumlarda belirtiler hastayı sabit tutmak suretiyle giderilebilir fakat eğer hasta bir seğirme hali içindeyse veya uzun vadeli bir izleme gerekiyorsa elektronik filtreleme kullanılmalıdır. Çoğu başucu monitörü somatik bozukluklarının etkilerini ortadan kaldırmak için sadece 30'dan 50 Hz'e kadar bir frekans cevabıyla sınırlandırılmıştır.

Düzensiz arka plan problemi, yüzeyde kuruyan jel veya hasta cildindeki metal tozlarından dolayı kirlenmiş bir elektrottan kaynaklanır. İlk durumda elektrotların temizlenmesi ikincisinde ise hasta cildinin temizlenmesi problemi ortadan kaldırır. Arka planın dalgalanması hemen her zaman elektrot kontağının cilt yüzeyine göre hareket etmesinden kaynaklanır. Teoride bu probleme elektronik devreler de neden olabilir fakat bu çok seyrek karşılaşılan bir durumdur. Çoğu durumda dalgalanan arka plan problemi elektrot empedansındaki değişimler dolayısıyla değişkenlik arz eden elektrot ofset potansiyelidir. Dalgalanan arka plan probleminin 3 farklı mekanizması vardır.

- Gevşek veya gelişigüzel takılmış elektrotlar (Aynı zamanda 50 Hz gürültüsüne de neden olur.)
- Yere doğru salınan kablonun elektrot üzerinde bir gerilme baskısı oluşturması
- Hastanın solunumuyla beraber hareket eden elektrot veya kablonun hareket etmesi

Elektrotların sıkıca yapıştırılması ilk durumda problemi ortadan kaldırır, diğer iki durumda ise kablonun uygun bir şekilde tespit edilmesi sorunu çözer.

- Belirtiler: EKG parazitli çekiyor.
- Muhtemel arıza kaynakları
  - 1-Kablolarda hastaya iyi temas etmiyordur; su, alkol veya jel kullanılmıyorsa iyi bir temas sağlanamaz, parlar veya kol, bacak metalleri kirli olabilir.
  - 2-Elektrot kullanılıyorsa elektrotlar zaman aşımına uğramış ya da kalitesizdir.
  - 3-Kablolardan biri/birkaçı bozulmak üzeredir.
  - 4-Cihazın topraklaması iyi değildir / hiç yoktur.



- 5-Çevrede parazit yayan başka bir elektronik cihaz olabilir.
- Belirtiler: EKG traseleri (baseline çizgileri) aşağı ve/veya yukarı bükülüyor.
- Muhtemel arıza kaynakları
  - Hasta, EKG çekilirken kıvıldamamalıdır.
  - Bütün uçların EKG çekimi bitene kadar hastaya temas ettiğinden emin olunmalıdır.
  - Hasta sakin olmalıdır. Hastanın üzerindeki saat, bilezik, kolye gibi metaller çıkarılmalıdır.

Belirtiler: Bazı derivasyonlar düz çizgi çıkıyor.

Muhtemel arıza kaynakları

Genellikle V1....V6 derivasyonlarında olan bu problem ilgili derivasyonun kablosunun temas etmediğinden ya da ilgili kablonun bozuk olmasından kaynaklanır.

Belirtiler: EKG tamamen düz çizgi olarak çıkıyor

Muhtemel Arıza Kaynakları

Kol veya bacak kablolarının birden fazlası temas etmiyor ya da bozuktur veya kablonun gövde kısmında büyük bir hasar vardır, kablo cihaza tam takılı değildir.

### 2.6.2.1. EKG Elektrot Ölçüm Problemleri

EKG ölçümleri sırasında ölçüm kusurları her zaman cihaz kusurlarından kaynaklanmaz. Bazen de insan ve çevre kusurlarından dolayı istenen ölçümler elde edilemez. İnsan ve çevre kusurlarından dolayı oluşan ölçüm hataları şunlardır:

- Hareketten kaynaklanan bozulmalar
- Kas hareketlerinden kaynaklanan bozulmalar
- Güç kaynağı gürültü faktörü
- DC offset polarizasyon voltajı
- Statik elektrik
- Elektrodun kendi elektriksel gürültüsü
- İnsan faktörü
- Derinin yeterince hazırlanmamış olması
- Leadlerin kötü yerleştirilmiş olması
- Elektrotların kötü yerleştirilmiş olması
- Cihazın kalibrasyon edilmemiş olması
- Hatalı ayarlanmış yazıcı kâğıt hızı

## UYGULAMA FAALİYETİ

1. Aşağıdaki uygulama faaliyeti ile EKG ölçümlerinin jel ile yapıldığındaki farklılıkları gözlemleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ EKG deney seti ya da cihazı ile bir arkadaşınızın normal EKG ölçümlerini elektrotlara yeterince jel sürerek yapınız.</li><li>➤ Aynı arkadaşınızın EKG ölçümlerini bu sefer jel kullanmadan yapınız.</li><li>➤ İki ölçüm arasındaki farkları karşılaştırınız.</li><li>➤ EKG simülatörü ile elektrot testi yapınız.</li><li>➤ Sonuçları raporlayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ EKG ölçümünü yapmadan önce elektriksel güvenlik tedbirlerini alınız.</li><li>➤ İlk ölçümde jeli yeterince kullanınız. İkincisinde ise hiç kullanmayınız.</li><li>➤ İki ölçüm sonucu arasındaki farkın nedenlerini açıklayınız.</li><li>➤ Raporunuzda jeller ile ilgili bilgilere yer veriniz.</li><li>➤ EKG simülatörü kullanımı için “Elektrokardiyografi Donanımları” modülünü inceleyiniz.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	EKG deney seti ya da cihazı ile bir arkadaşınızın normal EKG ölçümlerini elektrotlara yeterince jel sürerek yaptınız mı?		
2	Aynı arkadaşınızın EKG ölçümlerini bu sefer jel kullanmadan yaptınız mı?		
3	İki ölçüm arasındaki farkları karşılaştırdınız mı?		
4	EKG simülatörü ile elektrot testi yaptınız mı?		
5	Sonuçları raporladınız mı?		

### DEĞERLENDİRME

Uygulama faaliyetinde yapmış olduğunuz çalışmayı kontrol listesine göre değerlendiriniz.

Yapmış olduğunuz değerlendirme sonunda eksikler varsa, faaliyete dönerek ilgili konuyu tekrarlayınız.

2. Aşağıdaki uygulama faaliyeti ile, EKG elektrot arızalarını tespit edip gideriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kullanıcıdan kaynaklanan hataları tespit ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ EKG cihazı servis ve kullanıcı el kitabını inceleyerek orijinal elektrotları belirleyiniz.</li><li>➤ Gerekirse ilgili sağlık personelinden yardım alınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Elektrot kablo ve bağlantıları kontrol ediniz.</li><li>➤ Elektrotlarda kurumuş jel olup olmadığını kontrol ediniz.</li><li>➤ Emme elektrotları iletkenliklerini ve emme lastiklerini kontrol ediniz.</li><li>➤ Klips elektrotların iletkenliklerini ve klipslerini kontrol ediniz.</li><li>➤ Simülatör cihazı ile elektrodu test ediniz.</li><li>➤ Arızalı olanları değiştiriniz.</li><li>➤ Arıza bilgi formlarını doldurunuz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Mikrobiyolojik risk ile ilgili tedbirleri alınız.</li><li>➤ Simülatör kullanımı için “Elektrokardiyografi Donanımı” modülünden faydalanabilirsiniz.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Elektrot kablo ve bağlantıları kontrol ettiniz mi?		
2	Elektrotlarda kurumuş jel olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
3	Emme elektrotları iletkenliklerini ve emme lastiklerini kontrol ettiniz mi?		
4	Klips elektrotların iletkenliklerini ve klipslerini kontrol ettiniz mi?		
5	Simülatör cihazı ile elektrodu test ettiniz mi?		
6	Arızalı olanları değiştirdiniz mi?		
7	Arıza bilgi formlarını doldurdunuz mu?		

## DEĞERLENDİRME

Uygulama faaliyetinde yapmış olduğunuz çalışmayı kontrol listesine göre değerlendiriniz.

Yapmış olduğunuz değerlendirme sonunda eksiğiniz varsa, faaliyete dönerek ilgili konuyu tekrarlayınız.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### OBJEKTİF TEST (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki cümleleri doğru (D) veya yanlış (Y) olarak işaretleyiniz.

1. (...)Elektrotlar canlı organizmadaki elektriksel kökenli biyolojik işaretlerin algılanması için kullanılır.
2. (...)Güvenilirlik, kararlılık, gürültü azlığı elektrotların istenmeyen özellikleri arasındadır.
3. (...)Elektrot imalinde Ag/AgCl'ün tercih edilme nedenleri başında insan vücuduna zararlı etkilerinin bulunmaması, kararlı davranması, ölçüm sonuçlarının güvenilir olması gibi etkenler vardır.
4. (...)EKG elektroduna imalat sırasında jel emdirilmişse bu elektroda dry elektrot (kuru elektrot) denir.
5. (...)EKG ölçümü sırasında iletkenliği artırmak, deri ile elektrot arasındaki empedansı azaltmak amacıyla jel ya da pasta kullanılır.
6. (...)Tek kullanımlık elektrotlar, EKG ölçümlerinde çok kullanılan ve bir kere kullanıldıktan sonra atılan ("disposable") elektrotlardır.
7. (...)Disposable elektrotlar hijyenik açıdan daha güvenilir elektrotlardır.
8. (...)Temas noktasındaki empedansı azaltmak ve daha iyi bir elektriksel işaret iletimi sağlamak için deri yüzeyi ile elektrot arasına jel (pasta) sürmek gerekir.
9. (...)EKG jelleri suda çözülmez ve kolay temizlenmez.
10. (...)Gevşek veya gelişigüzel takılmış elektrotlar 50 Hz gürültüsüne neden olur.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konularla ilgili öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız.

## PERFORMANS TESTİ (YETERLİK ÖLÇME)

<b>Amaç</b>	Öğrenci bu modül ile gerekli ortam sağlandığında EKG cihazı LCD ekran, elektrot ve soket arızalarını standartlara uygun ve hatasız olarak giderebilecektir.			
<b>Öğrencinin</b>				
<b>Adı</b>	<b>Soyadı</b>	<b>No</b>		
<b>Açıklama:</b> Aşağıda listelenen davranışları öğrencide gözlemleyemediyse (0), zayıf nitelikli gözlemlediyseniz (1), orta düzeyde gözlemlediyseniz (2), yüksek düzeyde gözlemlediyseniz (3) rakamının altındaki kutucuğa "X" işareti koyunuz.				
<b>Gözlenecek Davranışlar</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
EKG cihazı LCD ekran yapılarını, lead ve soketlerini ayırt etmek				
EKG cihazı LCD ekran yapılarını, lead ve soket arızalarını tespit edip gidermek				
EKG cihazlarında kullanılan elektrotları ayırt etmek				
Elektrot arızalarını tespit edip gidermek				

### DEĞERLENDİRME

Modül çalışmaları ve araştırmalar sonucunda kazandığınız bilgi ve becerilerin ölçülmesi için öğretmeniniz size ölçme araçları uygulayacaktır.

Ölçme sonuçlarına göre sizin modül ile ilgili durumunuz öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

Bu değerlendirme için öğretmeninize başvurunuz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri doğru (D) veya yanlış (Y) olarak değerlendiriniz.

1. (...)EKG ölçüm öncesi deri yüzeyinin ön hazırlığı gerekli değildir.
2. (...)EKG cihazının kalibrasyonunun yapılmaması ölçüm hatalarına neden olur.
3. (...)EKG ölçümü yapılırken hastanın hareket etmesi ölçüm sonucunu etkilemez.
4. (...)EKG ölçümü yapılacak hastanın üzerindeki saat, bilezik, kolye gibi metaller çıkarılmalıdır.
5. (...)EKG ölçümü yapılan ortamda cep telefonu telsiz gibi cihazlar kullanılmamalıdır.
6. (...)EKG cihazı topraklama yapmayı gerektirmez.
7. (...)Yere doğru salınan kablunun elektrot üzerinde bir gerilme baskısı oluşturması ölçüm hatasına neden olur.
8. (...)Elektrot üzerindeki kurumuş jeller ölçüm hatasına neden olmaz.
9. (...)EKG jelleri sodyum klorid, potasyum klorid, gliserin gibi maddeler içerir.
10. (...)Jel emdirilmiş EKG elektrotlarına hariçten jel sürmek gerekmez.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konularla ilgili öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız.



Modül ile kazandığınız yeterliği aşağıdaki kriterlere göre değerlendiriniz.

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1. Farklı EKG cihazlarına ait LCD ekran yapılarını inceleyerek bilgi sahibi oldunuz mu?		
2. En az iki farklı EKG cihazı ekranının özelliklerini karşılaştırarak aralarındaki fiziksel ve fonksiyonel farklılıkları tespit ettiniz mi?		
3. EKG cihazlarına ait en az 4 çeşit lead grubunu karşılaştırarak aralarındaki fiziksel farkları tespit ettiniz mi?		
4. Birbirine uyumlu ve uyumlu olmayan EKG trunk kablo ve elektrotları karşılaştırarak uyumsuzluk nedenlerini tespit ettiniz mi?		
5. EKG deney seti ya da cihazı ile bir arkadaşınızın normal EKG ölçümlerini elektrotlara yeterince jel sürerek yaptınız mı?		
6. Aynı arkadaşınızın EKG ölçümlerini bu sefer jel kullanmadan yaptınız mı?		
7. İki ölçüm arasındaki farkları karşılaştırdınız mı?		
8. EKG simülatörü ile elektrot testi yaptınız mı?		

## **DEĞERLENDİRME**

Teorik bilgilerle ilgili soruları doğru olarak cevapladıktan sonra, yeterlik testi sonucunda, tüm sorulara evet cevabı verdiğinizden sonra, yeterli testi geçtiniz. Eğer bazı sorulara “hayır” şeklinde cevap verdiğinizden sonra, eksiklerinizle ilgili bölümleri tekrar ederek yeterlik testini yeniden yapınız.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ - 1 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	D
4	Y
5	D
6	Y
7	D
8	Y
9	Y
10	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ - 2 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	D
4	Y
5	D
6	D
7	D
8	D
9	Y
10	D

## MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	D
3	Y
4	D
5	D
6	Y
7	D
8	Y
9	D
10	D

## ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Elektrokardiyografi cihazı katalogları
- EKG cihazları ile ilgili iş yapan firmaların internet siteleri.
- Kalp ile ilgili kitaplar ve EKG cihazları firma el kitapçıkları
- [http://nobelprize.org/educational\\_games/medicine/ecg/](http://nobelprize.org/educational_games/medicine/ecg/)

## KAYNAKÇA

- **GUYTON**, Arthur. C, John E. Hall, Medical Physiology , Philadelphia 2001.
- **KORÜREK**, Mehmet. Tıp Elektronikinde Tasarım İlkeleri, İstanbul 1996.
- **YAZGAN**, Ertuğrul. Mehmet KORÜREK, Tıp Elektronik, İstanbul 1996.
- [www.1pointcommerce.com](http://www.1pointcommerce.com)
- [www.allheart.com/3m2360.html](http://www.allheart.com/3m2360.html)
- [www.anesmed.com.tr/urunler.asp?kategoriid=15](http://www.anesmed.com.tr/urunler.asp?kategoriid=15) (mutlaka incele)
- [www.cakmantibbi.com/jel\\_oz.htm](http://www.cakmantibbi.com/jel_oz.htm)
- [www.chemomedica.at/product.php?id=128](http://www.chemomedica.at/product.php?id=128)
- [www.die-familienpraxis.de/web/gold/leistungen.htm](http://www.die-familienpraxis.de/web/gold/leistungen.htm)
- [www.dremed.com/catalog/index.php/cPath/205\\_208](http://www.dremed.com/catalog/index.php/cPath/205_208)
- [www.eecs.harvard.edu/~mdw/proj/codeblue/](http://www.eecs.harvard.edu/~mdw/proj/codeblue/)
- [www.ema.com.tr/frequentlyasked.htm](http://www.ema.com.tr/frequentlyasked.htm)
- [www.gentiae.com/support.html](http://www.gentiae.com/support.html)
- [www.hospitalmanagement.net/contractor\\_images/clarity/4-2Ch.jpg](http://www.hospitalmanagement.net/contractor_images/clarity/4-2Ch.jpg)
- [www.lifepak-pacemaker-defibrillator.com/LifePak9P.asp](http://www.lifepak-pacemaker-defibrillator.com/LifePak9P.asp)
- [www.logisturk.com](http://www.logisturk.com)
- [www.medikalborsa.com](http://www.medikalborsa.com)
- [www.mercateo.com/p/396-5734400/EKG\\_Stecker\\_C\\_V\\_5fach.html](http://www.mercateo.com/p/396-5734400/EKG_Stecker_C_V_5fach.html)
- [www.miami-med.com/cardiofaxQ\\_ECG-9130K.htm](http://www.miami-med.com/cardiofaxQ_ECG-9130K.htm)
- [www.nihonkohden.com/product](http://www.nihonkohden.com/product)
- [www.nikomedusa.com/ecg\\_monitoring\\_technical\\_tips.htm](http://www.nikomedusa.com/ecg_monitoring_technical_tips.htm)
- [www.numed-direct.co.uk/images/PView.jpg](http://www.numed-direct.co.uk/images/PView.jpg)
- [www.pemed.com/physof/physof.htm](http://www.pemed.com/physof/physof.htm)

- [www.satismedikal.com.tr](http://www.satismedikal.com.tr)
- [www.shopping.com](http://www.shopping.com)
- [www.stormcable.com/pages.asp?ID=4](http://www.stormcable.com/pages.asp?ID=4)
- [www.tapuz.com/](http://www.tapuz.com/)
- [www.tmia-med.org.tw/manager/product](http://www.tmia-med.org.tw/manager/product)
- [www.venturemedical.com/ekg/cardioline](http://www.venturemedical.com/ekg/cardioline)
- [www.vinaromedical.com/oscommerce/catalog/catalog/images](http://www.vinaromedical.com/oscommerce/catalog/catalog/images)
- [www.vmedtech.com](http://www.vmedtech.com)
- [www.zoemedical.com/PPM2%20Photos%20and%20Features.htm](http://www.zoemedical.com/PPM2%20Photos%20and%20Features.htm)