

**ELEKTROKARDİYOĞRAFI
CİHAZI**

**YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**

**EDA GELİÇ
FURKAN ÖZBEK
AHMET BURAK GÜNERİ**

**BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ
BÖLÜMÜNE SUNULAN BİTİRME PROJESİ**

LEFKOŞA, 2019

Bu belgede yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışlara uygun bir şekilde elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederiz. Ayrıca, bu akademik kuralların ve etik davranışların gerektirdiği şekilde, bu çalışmaya özgün olmayan tüm materyalleri ve sonuçları alıntı olarak almış olduğumuzu ve referans göstermiş olduğumuzu da beyan ederiz.

Adı, Soyadı:

İmza:

Tarih:

ÖZET

Elektrokardiyografi; vücut üzerine yerleştirilmiş olan elektrotlar sayesinde belirli bir süre boyunca kalpteki elektriksel aktiviteyi ölçen ve kaydeden bir cihazdır. Elektrokardiyografi cihazına kısaca ECG veya EKG denilmektedir. Elektrokardiyografi cihazı ile kalpten almış olduğumuz sinyaller, kalbin dakikadaki atım sayısı, kalbin fizyolojik hareketlerini ve bize kalbin durumunu gösterir. EKG cihazları; kalp ritmi bozukluklarının saptanmasında, kalp kapakçıkları ile ilgili sorunların saptanmasında, koroner kalp hastalığının saptanmasında, kalpteki veya etrafındaki iltihapların saptanmasında ve daha birçok hastalık durumunun saptanmasında yardımcı olduğundan dolayı önemlidirler.

Elektrokardiyografi cihazları genel olarak pahalı cihazlardır ve kolaylıkla tanışabilir yapıda değildirler. Bu yapmış olduğumuz tezin amacı; EKG cihazını daha uygun fiyat ile üretme ve cihazın daha küçük boyutta olmasını sağlayarak kolay taşınmasını sağlamak. Böylece kullanıcılar bu cihazları temin ederek hastane ortamına gitmelerine gerek kalmadan günlük işlerini hallederlerken bir yandan da gerektiği takdirde EKG çektirebileceklerdir. Kaydedilen EKG sinyalinin daha sonra doktora gösterilmesi ile kalbin günlük yaşantı anında, efor sarf edilen anlarda kalbin durumunun gözlenmesi ve sorun tespiti yapılabilir.

Anahtar Kelimeler: Elektrokardiyografi (EKG); Elektrot; Arduino; LCD; Direnç; Sensör; breadboard

İÇERİK

ÖZET	i
İÇERİK	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
KISALTMALAR	vi
BÖLÜM 1: GİRİŞ	1
1.1 Kalbin Anatomisi	2
1.1.1 Kalbin Şekli ve Boyutu	2
1.1.2 Kalbin Konumu	3
1.1.3 Kalbin Yüzeyi	3
1.1.4 Kalbin Odacıkları	4
1.1.5 Kalbin Kapakçıkları	5
1.2 Kalpte Kan Dolaşımı	6
1.3 Kalpte Elektriksel İletim Sistemi	8
BÖLÜM 2: ELEKTROKARDİYOĞRAFİ CİHAZI	10
2.1 EKG Cihaz Tipleri	11
2.2 EKG’de Kullanılan Elektrot Çeşitleri	13
2.2.1 Metal Plaka Elektrotlar	14
2.2.2 Emici Tip Elektrotlar	14
2.2.3 Esnek Tip Elektrotlar	15

2.2.4 Tek Kullanımlık Elektrotlar	15
2.3 EKG’de Derivasyon Çeşitleri	16
2.3.1 Bipolar Derivasyon	17
2.3.2 Unipolar Derivasyon	18
2.3.3 Göğüs Derivasyonları	19
2.4 EKG Sinyali	20
2.4.1 EKG Dalgaları	20
2.4.2 EKG Aralıkları	21
BÖLÜM 3: KULLANILACAK MALZEMELER, KOD VE KURULUM	22
3.1 Kullanılacak Malzemeler	22
3.1.1 Arduino Uno	22
3.1.2 AD8232 Sensör Kiti	23
3.1.3 Breadboard ve Bağlantı Kabloları	24
3.1.4 2.4 inch TFT LCD Shield	25
3.2 Arduino Kodu	25
3.3 Kurulum	33
BÖLÜM 4: BULGULAR VE SONUÇ	36
4.1 Bulgular	36
4.2 Sonuç	36
KAYNAKÇA	37

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1: İnsan kalbi	2
Şekil 1.2: Kalbin insan vücudundaki konumu	3
Şekil 1.3: Kalbin yüzeyinin katmanları	4
Şekil 1.4: Kalbin odacıkları, kapakçıkları ve damarları	5
Şekil 1.5: Vücutta kan dolaşımı	6
Şekil 1.6: Büyük ve küçük kan dolaşımı	7
Şekil 1.7: Kalbin elektriksel ileti sistemi	8
Şekil 2.1: Tipik bir EKG Cihazı	10
Şekil 2.2: Dinlenme halinde çekilen EKG	11
Şekil 2.3: Eforlu EKG	12
Şekil 2.4: Holter EKG	12
Şekil 2.5: Üç ana elektrot tipi	13
Şekil 2.6: Metal plaka elektrotlar	14
Şekil 2.7: Emici elektrotlar	14
Şekil 2.8: Esnek (bükülebilir) elektrotlar	15
Şekil 2.9: Tek kullanımlık elektrotlar	15
Şekil 2.10: Elektrotlara karşılık gelen kalp potansiyel eksenleri	16
Şekil 2.11: Bipolar Derivasyon	17
Şekil 2.12: Unipolar Derivasyon	18
Şekil 2.13: Göğüs Derivasyonu	19

Şekil 2.14: EKG’de görülen normal bir sinüs ritmi	20
Şekil 3.1: Arduino uno kartı	23
Şekil 3.2: AD8232 nabız sensör kiti	23
Şekil 3.3: Breadboard ve bağlantı kabloları	24
Şekil 3.4: 2.4 inch TFT LCD Shield	25
Şekil 3.5: Arduino Uno pinlerini breadboard üzerine aktarmak	33
Şekil 3.6: Ekranı bağladıktan sonra	34
Şekil 3.7: EKG kitini bağladıktan sonra	35

KISALTMALAR

AV:	Atriyoventriküler Düğüm
CO₂:	Karbondioksit
EEG:	Elektroensefalografi
EKG:	Elektrokardiyografi
EMG:	Elektromiyografi
LCD:	Sıvı Kristal Ekran
LED:	Işık Yayan Diyot
mV:	Milivolt
O₂:	Oksijen
SA:	Sinoatrial Düğüm
sn:	saniye
USB:	Evrensel Seri Veriyolu

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüzde elektrokardiyografi (EKG) cihazı sayesinde kalp kasının kasılma hareketlerini ve kalbin sinirsel iletim sisteminin çalışması incelenir. EKG; vücut üzerine yerleştirilen elektrotlar ile belirlenen süre boyunca kalbin hareketini ve elektriksel aktivitesini ölçülerek kaydeden bir cihazdır. Yapılan bu kayıt ile elde edilen grafiğe ise elektrokardiyogram denir. (tr.wikipedia.org)

Bu proje de yapılan taşınabilir EKG cihazı ile vücuda yerleştirmiş olduğumuz elektrotlar sayesinde kalbin ürettiği elektrik sinyallerinin algılanması sağlanır. Daha sonra EKG kiti ile yükseltile ve filtrelenen bu sinyaller Arduino ile LCD ekrana gönderilerek sürekli olarak ekranda gösterimi sağlanır.

EKG cihazının çalışmasını anlamak için öncelikle kalbin anatomisini basit olarak bilmemiz gerekir. Kalbin yapısını, kalbin sağladığı kan dolaşım sistemini, elektriksel sistemini bilmemiz gerekir.

Bölüm 2’de ise EKG cihazından bahsedeceğiz. EKG cihazlarının sinyalleri nasıl algıladığından, nasıl ölçüm yapıldığından, EKG de hangi tarz ölçümlerin yapıldığından bahsedeceğiz.

Bölüm 3’de bu uygulamayı yaparken kullanmış olduğumuz malzemelerden ve kullandığımız bu malzemelerin ne işe yaradıklarından bahsedeceğiz.

Cihazı yaparken uyguladığımız adımlardan bahsedeceğiz. Cihazın kodunu yine bu bölümde vereceğiz. En son ise yaptığımız cihazı çalıştırıp ne gibi sonuçlar elde ettiğimizden bahsedeceğiz. Bulgularımızdan bahsedeceğiz. Geldiğimiz noktadan sonra bu cihazı daha çok nasıl geliştirebileceğimizden söz edeceğiz.

1.1 Kalbin Anatomisi

Kalp, özel bir çizgili kas türü olan kalp kasından oluşan bir organdır. Kalp, genel olarak içi boş dört odacıktan oluşur. Kalp, vücutta adeta pompa görevi yapan bir organdır. Kalp kasının kendiliğinden kasılma özelliği sayesinde, kasılıp gevşeyerek kanı vücuda pompalar. (tr.wikipedia.org)

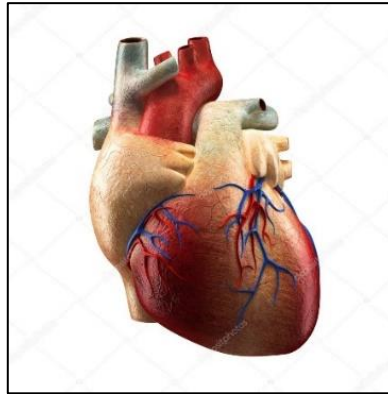
Kalbin vücut içerisinde belli başlı olarak gerçekleştirdiği görevler vardır. Bunlar:

- Vücuda temiz kanı pompalamak,
- Metabolizma sonucu oluşan atıkların vücuttan uzaklaştırılmasını sağlamak,
- Vücut ısısının düzenlenmesine yardımcı olmak,
- Asit – Baz dengesinin sağlanmasına yardımcı olmak,
- Hormonlar ve enzimlerin vücutta taşınmasına yardımcı olmaktır.

1.1.1 Kalbin Şekli ve Boyutu

Kalp, tepe noktası (apeks) aşağı, tabanı (base) yukarı bakan koni şeklinde bir yapıda bulunan çizgili kastan oluşmuş bir organdır.

Bir kalp yaklaşık olarak insanın kendi yumruğu kadar olduğu söylenir. Kalp 12 cm uzunluğunda, 8 cm genişliğinde, 6 cm kalınlığındadır. Bir kalp yetişkin bir kadında 250-300 gram ağırlığında, yetişkin bir erkek de ise 300-350 gram ağırlığındadır.



Şekil 1.1: İnsan kalbi (tr.depositphotos.com/22971848/stock-photo-real-heart-isolated-on-white.html)

1.1.2 Kalbin Konumu

İnsan kalbi, mediastinum olarak bilinen alanda, iki akciğerin arasında ortada, göğüs boşluğunun içinde bulunur. Bu mediastinum alanının içinde kalbi diğer mediastinal yapılardan ayıran, pericardium olarak bilinen sert bir zarla çevrilmiş olup pericardial boşluk denilen kendi boşluğunda konumlanmıştır.



Şekil 1.2: Kalbin insan vücudundaki konumu (i.stack.imgur.com/myYcl.jpg)

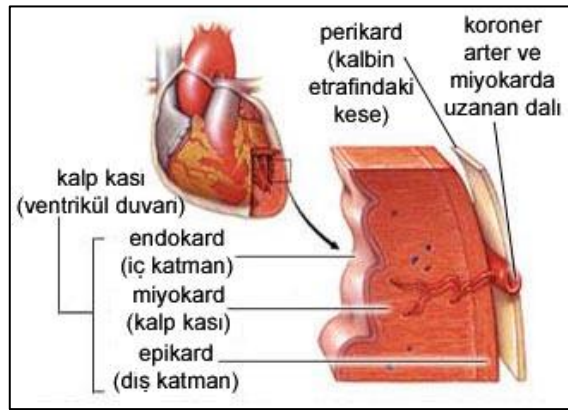
1.1.3 Kalbin Yüzeyi

Kalbin yüzeyi eşit kalınlıklarda olmayan üç katmandan oluşur. Bu katmanlar kalbin dış yüzeyinden iç yüzeyine doğru sırasıyla epikard (epicardium), miyokard (myocardium), endokard (endocardium) dır. Perikard (pericardium) ise ince bir zar olup tüm kalbi çevreleyen ve koruyan en dış yapıdır.

- **Perikard:** Doğrudan kalbi çevreleyen ve kalbin korunmasını sağlayan, perikardiyal boşluğu tanımlayan zara denir. İki ayrı katmandan oluşur. Bunlar; dış fibröz perikard ve iç seröz perikard'tır. Fibröz perikard; perikardın en yüzeysel tabakasıdır. Bu tabaka yoğun ve gevşek bağ dokudan oluşur. Ayrıca bu tabak kalbi korur ve onu çevre duvarlara bağlar.
- **Epikard:** Seröz perikardın iki katmanından biridir. Pariyetal perikard; seröz perikardın katmanlarından ilkidir. Fibröz perikarda kaynamış bir yapıdadır. İkinci katmanı ise viseral perikard veya epikard denir. Bu katman ise kalbe kaynamıştır. Ve

kalp yüzeyindeki en dış katmanı oluşturur. Bu katların her ikisi de kalp aktivitesi sırasında sürtünmeyi önlemek için kalbin yağlanması işlevini görür.

- **Miyokard:** En kalın tabakadır. Kalp kası hücrelerinden oluşmuştur. Kalpte bulunan kanın arterlere doğru pompalanmasını sağlayan bu tabakanın kasılmasıdır. Kalp kası da denir.
- **Endokard:** Kalp yüzeyinin en iç kısmıdır. İnce bir bağ doku tabakası sayesinde miyokard ile birleşir. Ayrıca bu katman kanın dolaştığı kalp odacıklarını ve kapakçıklarını sarar.



Şekil 1.3: Kalbin yüzeyinin katmanları ile birleşir. (www.kalpdoktorunuz.com/kalbi-orten-zarlar-gorevleri-nelerdir)

1.1.4 Kalp Odacıkları

Kalbin içinde olan ve kalbin odacıkları olarak adlandırılan dört adet içi boş odacık vardır. Bu odacıkların iki tanesi kalbin üst kısmında diğer iki tanesi ise kalbin alt kısmında bulunur. Kalbin üst kısmından bulunan odacıklara kulakçık, kalbin alt kısmında bulunan odacıklara ise karıncık denir.

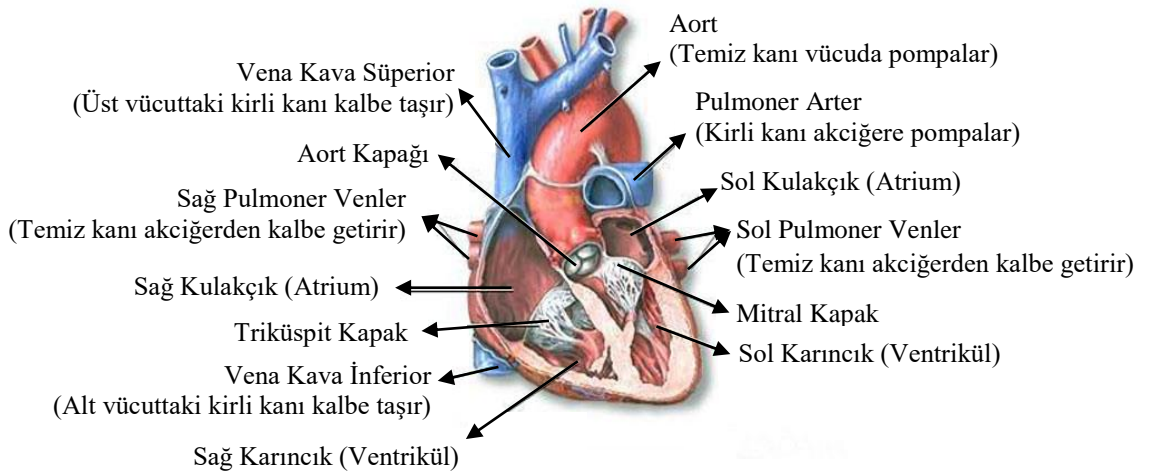
- **Sağ Kulakçık:** Vücuttan gelen kirli kanı alır.
- **Sol Kulakçık:** Akciğerlerden gelen temiz kanı alır.
- **Sağ Karıncık:** Kirli kanı akciğerlere pompalar.
- **Sol Karıncık:** Temiz kanı tüm vücuda pompalar.

1.1.5 Kalbin Kapakçıkları

Kalp kapakçıkları, kalpten vücuda giden kan damarları ile kalbin odacıkları arasında bulunur. Bu kapakçıklar lifli dokulardır. Genel olarak görevleri kalbin damarlarından gelen kanın kalbin odacıklarına girdikten sonra geriye doğru kaçmasını önlerler. Yani kanın yanlış yönde akmasını engellerler. Bu kapakçıklara valfler de denir.

Vücutta, kan damarlarının içinde bu görevi yapan birçok kapakçık vardır. Fakat kalpte bulunan kapakçıkların sayısı dört tanedir. Bunların iki tanesi odacıklar arasında bulunur. Diğer ikisi ise odacıklar ile kan damarları arasında bulunur.

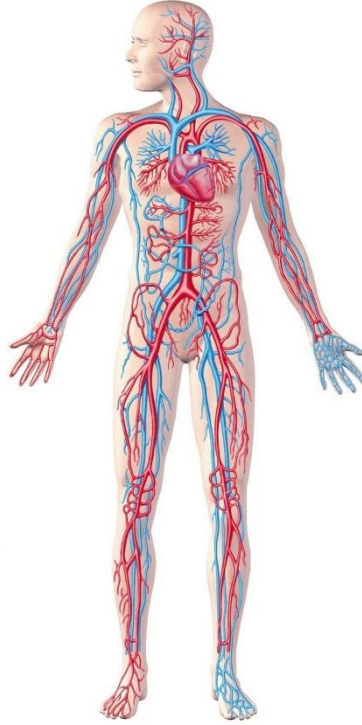
- **Triküspid Kapak:** Sağ kulakçık ile sağ karıncık arasında bulunur ve sağ kulakçıktan karıncığa doğru olan kan akışını kontrol eder.
- **Mitral Kapak:** Sol karıncık ile sol kulakçık arasında bulunur ve sol kulakçıktan karıncığa doğru olan kan akışını kontrol eder.
- **Pulmoner Kapak:** Sağ karıncık ile pulmoner arter arasında bulunur. Karıncıktan pulmoner artere giden kanın akışını kontrol eder.
- **Aort Kapağı:** Sol karıncık ile aort arasında bulunur. Karıncıktan aort'a giden kanın akışını kontrol eder.



Şekil 1.4: Kalbin odacıkları, kapakçıkları ve damarları (mirceder.org/wp-content/uploads/kalbin-on-taraftan-gorunumu-2.jpg)

1.2 Kalpte Kan Dolaşımı

Kalbin temel görevi, O_2 açısından zengin ve besinlerle dolu olan kanı tüm vücuttaki organlara ulaşmasını sağlamak, ayrıca organlarda ve vücut dokularında bulunan CO_2 ve metabolizma sonucu oluşan atıkları vücuttan uzaklaştırılmasını sağlamaktır. Hormonların ve enzimlerin vücut içinde bir yerden başka bir yere taşınmasına yardımcı olur. Bu olayların hepsi vücuttaki kan dolaşımı sayesinde gerçekleşir.



Şekil 1.5: Vücutta kan dolaşımı (cemretanugur.blogspot.com)

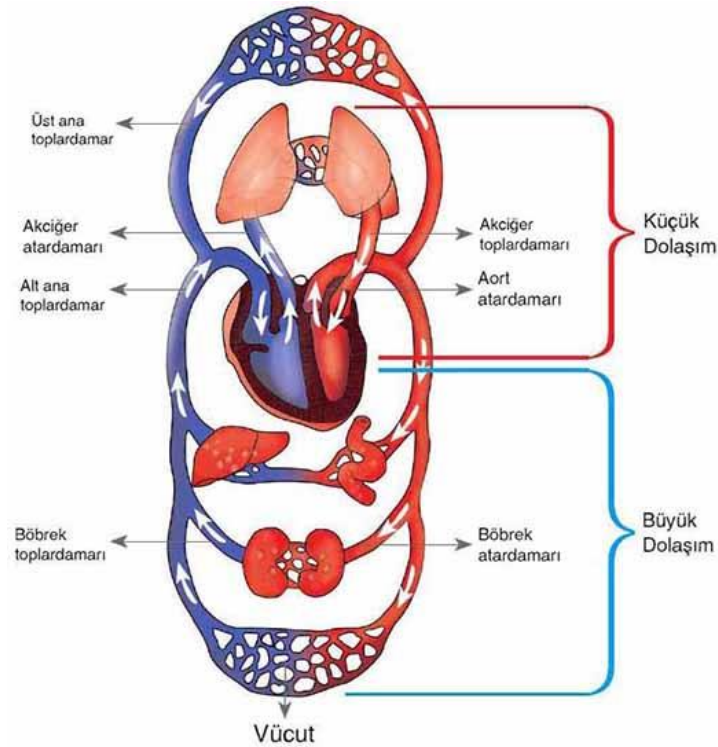
Vücutta genel olarak iki tip kan dolaşım sistemi mevcuttur. Bunlardan biri Akciğer Dolaşımı (Küçük Kan Dolaşımı), diğeri ise Sistemik Dolaşımı (Büyük Kan Dolaşımı) olarak adlandırılmışlardır.

Vücuttan dönmekte olan kirli kan (CO_2 bakımından zengin kan) kalbe superior vena kava (üst ana toplardamar) ve inferior vena kava (alt ana toplardamar) ile girer. Superior vena kava; baş, boyun ve üst ekstremitelerden gelen kirli kanı taşır. Inferior vena kava ise vücudun alt kısmında bulunan toplar damarların birleşimi ile oluşan bir damar olup alt vücuttaki kirli kanı kalbe taşır. Inferior vena kava, vücuttaki en büyük toplardamardır.

Üst ve alt ana toplardamar ile gelen kirli kan kalbin sağ kulakçığına (sağ atrium) girer. Daha sonra kalbin sağ kulakçığının kasılması ile burada bulunan kan sağ karıncığa (sağ ventrikül) geçer. Sağ karıncık kalpte pompa görevi gören odalardan biridir. Sağ karıncık kasılarak odanın içinde bulunan kanı Pulmoner Arter ile akciğerlere gönderir. Bu işlem Akciğer Dolaşımı ya da Küçük Kan Dolaşımı olarak bilinir.

Akciğerlerde kanda bulunan CO₂ (karbondioksit) kandan alınırken yerini O₂ (oksijen) alır. Böylece kirli kan temizlenir.

Akciğerlerde temizlenen kan Pulmoner Venler ile kalbin sol kulakçığına (sol atrium) döner. Yine kulakçığın kasılması ile kan sol kulakçıktan sol karıncığa (sol ventrikül) geçer. Sol karıncık ise kalpte pompa görevi gören ikinci odadır. Sol karıncık temiz kanı tüm vücuda pompalayacağı için kas çeperleri sağ karıncığa göre daha güçlüdür. Böylelikle sol karıncık kasıldığı zaman kanı büyük bir basınç ile Aort damarına ve oradan da tüm vücuda pompalar. Buna ise Sistemik Dolaşım ya da Büyük Kan Dolaşımı denir.



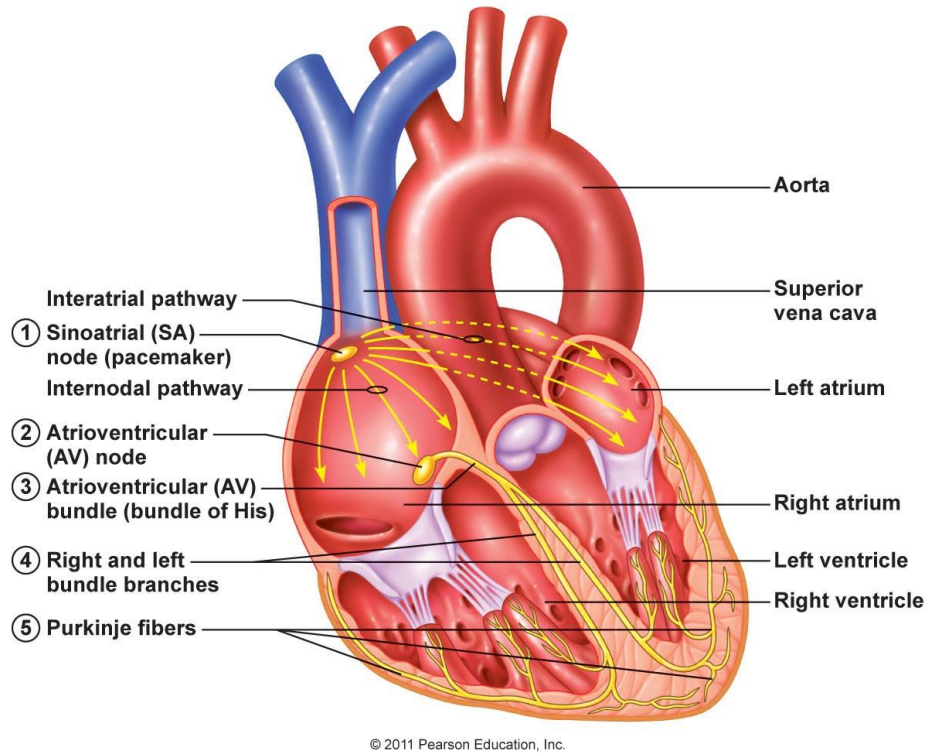
Şekil 1.6: Büyük ve küçük kan dolaşımı (thinglink.com/scene/857520882938019840)

Kalp, bu kan dolaşımını tekrarlayan bir düzende yapar. Buna kardiyak döngüsü denir. Kardiyak döngüsü, kalp kaslarının elektrik sinyalleri ile kasılmasını ve gevşemesini sağlayarak kanın kalbe dolması ve boşalmasının koordinasyonudur. Kısacası bir kalp atımı başlangıcından diğer kalp atımına kadar geçen süreye denir.

1.3 Kalpte Elektriksel İleti Sistemi

Kalbin hayati önemi vardır. Eğer bir insanda kalbin ortalama kasılma oranının dakikada 75 kasılma olduğunu sayarsak bir kalp günde yaklaşık olarak 108 bin kez kasılır, bir yılda 39 milyondan daha fazla kasılır ve yetmiş beş yıllık bir hayatta neredeyse 3 milyar kez kasılma gerçekleştirir. (courses.lumenlearning.com)

Kalbin her gün bu kadar çok kez yapmış olduğu bu kasılma işlemi, kalbin kendisine ait olan ve kalbin üretmiş olduğu elektriksel sinyaller sayesinde gerçekleşir. Kalbin üretmiş olduğu bu akımlar mili volt (mV) düzeyindedir. Bu akımlar, EKG gibi özel cihazlar sayesinde bu mV düzeyindeki akım yükseltilerek kayıt edilebilir hale getirilir.



Şekil 1.7: Kalbin elektriksel ileti sistemi (thinglink.com/scene/794660186202570753)

Kalp kendi elektrik sinyalini sinoatrial node (sinoatriyal düğüm) adı verilen yerde üretmeye başlar. Dolayısıyla sinoatrial node (SA), kalbin doğal kalp pili olduğu da söylenir. SA, sağ atrium (kulakçık) duvarının yakınında bulunur. SA düğümünden gelen elektrik akımı iki kulakçığın bir uyum içinde kasılmasını sağlar.

Daha sonra bu elektrik akımı kalpte bulunan ikinci bir düğüme gider. Bu düğüme atrioventricular (AV) node (atriyoventriküler düğüm) denir. Atriyoventriküler düğüm, sağ atrium (kulakçık) ile sağ ventrikül (karıncık) arasında bulunur. Akım AV düğümde yaklaşık olarak 0,1 saniye kadar duraklar.

AV düğümünden sonra elektriksel uyarı öncelikle Bundle of His yani His Hüzmesine, daha sonra ise sağ ve sol dallara, oradan da interventriküler septuma uzanır. En son olarak Purkenje lifleri, kalbin tepe noktasından ventrikül miyokardına kadar uyarıları iletir ve karıncık (ventrikül) kasılır. AV düğümdeki duraklama karıncıkların kanı pompalamadan önce kulakçıkların tamamen karıncığa boşalmasına izin verir.

BÖLÜM 2

ELEKTROKARDİYOĞRAFI CİHAZI

Elektrokardiyografi, kalbin elektriksel ileti sistemini analiz etmemizi sağlayan bir cihazdır. Bu cihaz sayesinde kalbin elektriksel ileti sistemi hakkında bilgi sahibi oluyoruz. Bu şekilde de kalp hakkında bilgiler elde ediyoruz. Her ne kadar basit uygulamaya sahip bir test olsa dahi bir EKG sinyali okuyabilmek iyi bir eğitim gerektirir.



Şekil 2.1: Tipik bir EKG Cihazı (urun.makinaturkiye.com/nihon-kohden-ekg-1250-12-ekg-cihaz-12-kanalli-p-121793)

EKG sayesinde edindiğimiz bilgiler ile kalpte oluşan sorunların önceden tanısı yapılabilmektedir. EKG sayesinde kalpte gözlemlenebilecek durumlar şunlardır.

- Kalbin ritim ve iletim bozukluklarının tanısında,
- Kalp damar hastalığının tanısında,
- Kalp duvarlarında kalınlaşma ve kalp boşluklarında genişleme bulgularının tanısında,

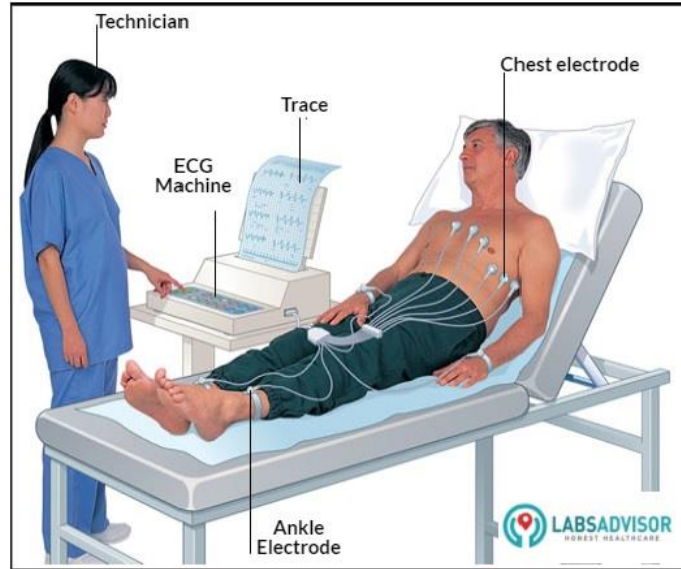
- Kalp kasının veya zarının çeşitli nedenlere bağlı iltihaplanmasının tanısında,
- Doğumsal kalp hastalıklarının tanısında,
- Kalp pilinin işlevini değerlendirmede,
- Bazı kalp ilaçlarının etkilerini gözlemlemede kullanılabilir.

2.1 EKG Cihazı Tipleri

EKG cihazı algıladığı elektriksel aktiviteyi özel bir kağıda yazan cihazdır. Günümüzde çekim şekline bağlı olarak yaygın kullanılan üç tip EKG çeşidi vardır. Bunlar;

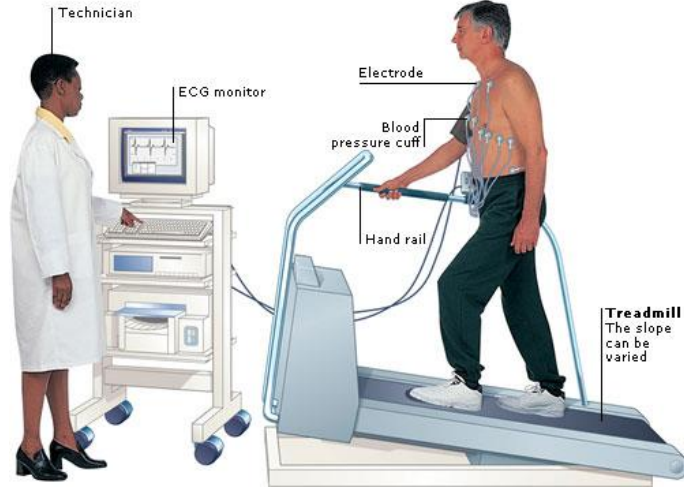
- Dinlenme halinde çekim yapılan EKG,
- Bir aktivite anında çekim yapılan Eforlu EKG,
- Gün boyunca çekim yapılmasını sağlayan taşınabilir Holter EKG'lerdir.

Dinlenme halinde çekilen EKG'ler günümüzde kliniklerde gördüğümüz yaygın EKG cihazları ile yapılır. Bir yatağa uzanılır. Vücut rahatlamış konumdadır. Elektrotlar vücut üzerinde göğüste, kollarda ve bacakta daha önceden belirlenmiş olan konumlara bağlanır. Elektrotlar 1mV dan daha küçük olan elektriksel akımları vücuttan algılar. Daha sonra cihaz içinde bu sinyaller işlenerek EKG kağıdına dökülür.



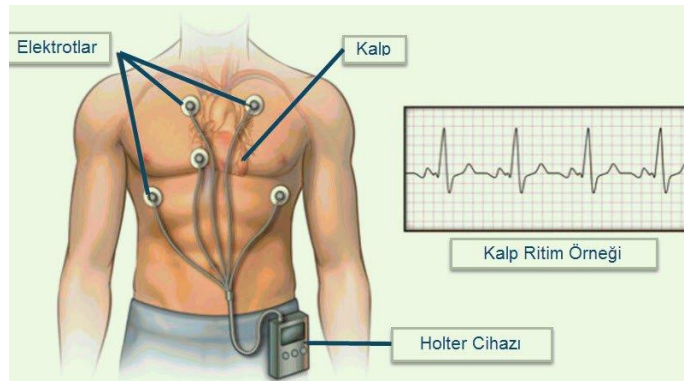
Şekil 2.2: Dinlenme halinde çekilen EKG (blog.labsadvisor.com/ecg-test-in-india-ecg-test-cost-procedure-types-risks)

Eforlu EKG de ise hasta bir koşu bandı üzerine çıkarılarak kalbini strese sokarak yapılan ölçümdür. Eforlu EKG’de de normal EKG çekiminde olduğu gibi elektrotlar vücuda bağlanır. Hasta genellikle bir koşu bandı üzerine çıkar. Kořu bandının hızı belirli aralıklar ile arttırılır. Bu işlem hasta egzersizi yapamayasıya kadar devam eder. Nabız ve kan basıncı bu teste sürekli kontrol edilir.



Şekil 2.3: Eforlu EKG (biomedilab.co.id/treadmill-test/ekg-2)

Holter ECG ise uzun süreli yapılan bir EKG çeşididir. Bu EKG çeşidinde EKG küçük bir boyutta olup hastaya 24 ila 48 saat boyunca bağlı olur. Bu süre zarfında da kalp aktivitesini ölçer. Holter EKG’nin hastaya bağlı olması hastanın günlük yaşantısı için bir engel oluşturmaz.

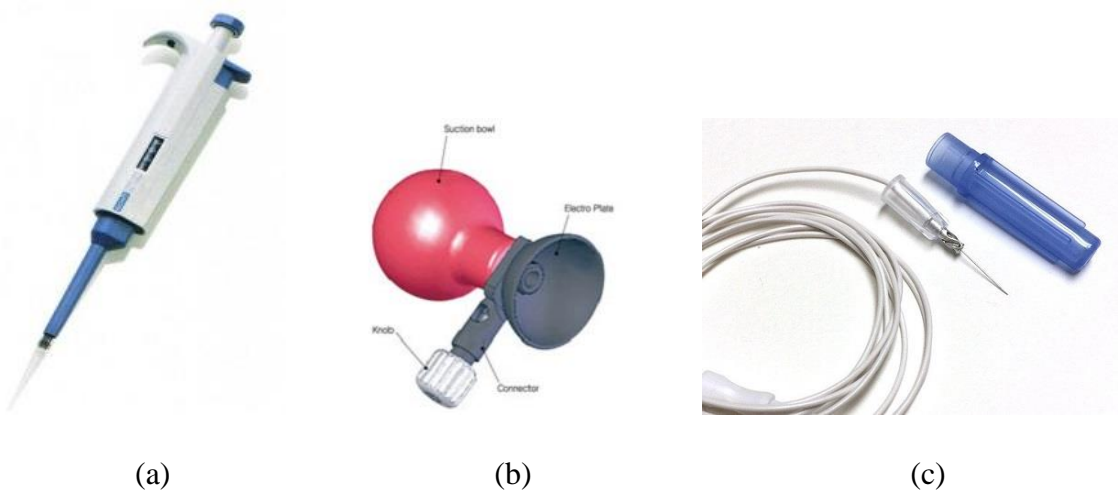


Şekil 2.4: Holter EKG (www.drcz.org/index.php/14-tani-yontemleri-aydin-kardiyoloji/23-holter-ekg-ritim-holter)

2.2 EKG’de Kullanılan Elektrot Çeşitleri

Medikal cihazlarda kullanılan elektrotlar iyonik potansiyelleri elektriksel potansiyellere çeviren cihazlardır. Bu biyo-elektrotların amacı EMG, EEG, EKG gibi sinyallerin vücuttan alınmasını sağlar. Biyo-elektrotların içinde üç ana grup elektrot çeşidi vardır. Bunlar;

- Mikroelektrotlar; hücrenin içinden sinyalleri elde etmek için tek bir hücrenin içine nüfuz edecek kadar yeterince küçük uçları sahip olan elektrot çeşididir.
- Dahili elektrotlar; vücut içerisine yerleştirilmek üzere tasarlanmış elektrotlardır. Yalıtılmış bir kateterin ucunda yer alan küçük bir metalik elektrottan meydana gelir
- Vücut yüzeyi elektrotları; vücut yüzeyinden biyo-potansiyel sinyalleri elde edebilmek için elektrotların vücut yüzeyine konulduğu elektrot çeşitidir.



Şekil 2.5: Üç ana elektrot tipi (a) Mikroelektrot, (b) Vücut yüzey elektrot (c) Dahili Elektrot (electronicsandcommunications.com/2017/06/electrodes-in-biomedical-instrumentation.html)

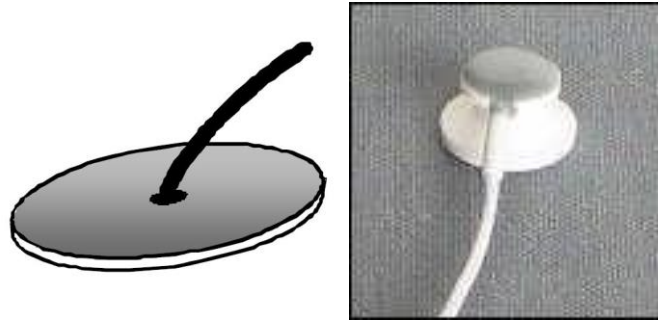
Her ne kadar bu üç ana elektrot çeşidi, çeşitli alt kategorilere sahip olsada yani farklı tipte elektrotlara çeşitlerine sahip olsa dahi EKG’de kullanılan elektrot tipi vücut yüzeyi elektrotları olduğu için sadece bu tip elektrotları ele alacağız.

Vücut yüzey elektrotlarının birçok farklı tipte ve boyutta olanları vardır. Hangi çeşit olursa olsun yüzey elektrotlarının hepsi EKG sinyalinin algılanması için kullanılabilir.

2.2.1 Metal Plaka Elektrotlar

Metal plaka elektrotları çok sık kullanıma sahip elektrot türlerinden biridir. Deri ile temas halinde bulunan bir metal yüzeye sahiptir. Bu tip elektrotların yüzeyi büyüktür. Dolayısı ile bu tip elektrotlar düşük empedansa sahip olurlar.

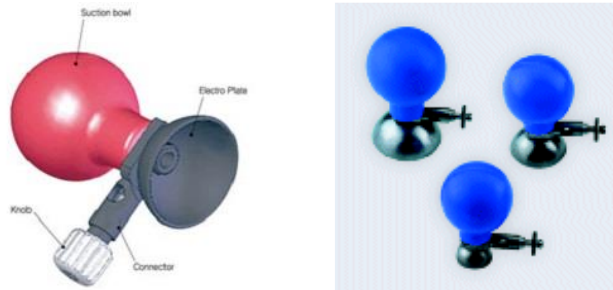
Bu tip elektrotların kullanımında deri ile metal elektrot arasında daha iyi bir iletimi sağlayacak jel kullanılır. Ayrıca bu elektrotlar tarafından algılanan sinyalde, hareket edildiği takdirde, sinyalde hareketten kaynaklanan gürültü olabilir.



Şekil 2.6: Metal plaka elektrotlar (slideplayer.biz.tr/slide/11980125/)

2.2.2 Emici Tip Elektrotlar

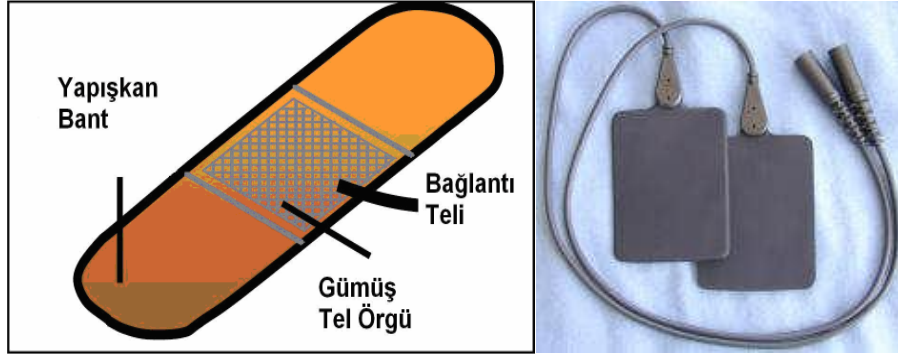
Bu tip elektrotlar vücudun düz yüzeylerinde ve alttaki dokunun yumuşak bir doku olduğu bölgelerde kullanılması çok uygun olan elektrot tipleridir. EKG cihazlarında genelde göğüs üzerinden EKG işaretini algılamak amaçlı kullanılır. Bu elektrotların vücut ile bağlantısında herhangi bir yapışkan veya bir band gerektirmez. Metal plaka elektrotların daha gelişmiş versiyonlarıdır.



Şekil 2.7: Emici elektrotlar (electronicsandcommunications.com/2017/06/electrodes-in-biomedical-instrumentation.html)

2.2.3 Esnek Tip Elektrotlar

Bükülebilir elektrotlar da denmektedir. Bu tür elektrotların özelliği düz bir şekilde olmayan vücut yüzeylerinin şeklini alacak bir şekilde esneyip bükülebilmesidir. Bu tarz elektrotlarda en çok kullanılan tipi, elektrotun bir yüzünün kısmen gümüş teller ile kaplanmış ve yapışkan özelliğine sahip olup bant şeklinde olanlardır.



Şekil 2.8: Esnek (bükülebilir) elektrotlar (slideplayer.biz.tr/slide/11980125)

2.2.4 Tek Kullanımlık Elektrotlar

Metal plaka, emici vb. tipteki elektrotlar birden çok kez kullanılabilme özellikleri vardır. Ama birden çok kullanılmaları bu tarz elektrotların her kullanımdan sonra temizlenmesini gerektirir. Tek kullanımlık elektrotlar ise bir kere kullanıldıktan sonra atılırlar. Böylece kullanımdan sonra temizleme gereksinimi kalmaz. Kullanımı oldukça kolay ve pratik olmasından günümüzde oldukça fazla tercih edilirler.

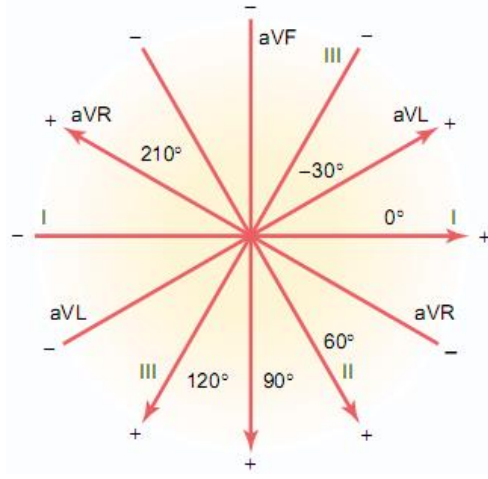


Şekil 2.9: Tek kullanımlık elektrotlar (www.cablesandsensors.com/products/disposable-adult-adhesive-button-electrode?variant=33804067592)

2.3 EKG’de Derivasyon Çeşitleri

Kalp bir elektriksel aktiviteye sahiptir ve kalbin bu elektriksel aktivitesinin takibini EKG cihazı ile yaparız. EKG cihazı kalbin elektriksel aktivitesinin değerlendirmesini yapabilmesi için EKG cihazına bağlı olan elektrotların vücudun farklı noktalarına yerleştirilmeleri gerekmektedir.

Elektrotların insan vücudu üzerinde yerleştirildikleri farklı noktaların pozisyonuna göre elde edilmiş olan çizelgeye derivasyon denir. Derivasyon, yerleştirilmiş elektrotlar arasındaki voltaj farkını gösterir.



Şekil 2.10: Elektrotlara karşılık gelen kalp potansiyel eksenleri (www.kompy.info/elektrokardiyografi-ekg.html)

Günümüzde EKG cihazına bağlı olan elektrotlardan sinyaller ölçmek için kullanılan birbirinden farklı potansiyel eksenler vardır. Bu eksenler Şekil 2.10 da gösterilmektedir.

Kardiyak vektör; insan vücudunun ön yüzüne yansıtılmış kardiyak potansiyeline denir. Yansıtılmış bu kardiyak vektörleri tarafından oluşturulmuş olan iki eksen arasında atmış derecelik açı bulunur. Kardiyak vektörünün iz düşümünün bulunması ise altmış derecelik açı yapmış olan üç eksenin üzerindeki izdüşümlerin ölçülmesi ile bulunur. Bu eksenlerin belirlemiş olduğu üçgene de Einthoven üçgeni denir. Şekil 2.11 de Einthoven üçgeni gösterilmiştir.

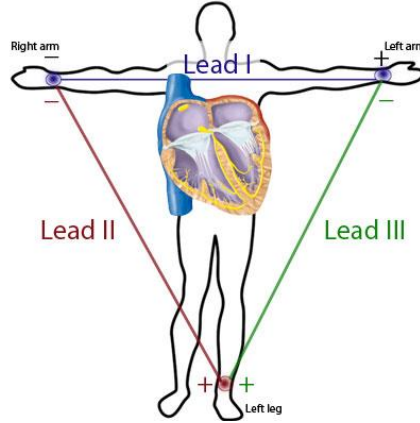
EKG cihazı ile kaydedilen derivasyonlar üç farklı gruba ayrılmıştır. Bu gruplar;

- Bipolar Derivasyon
- Unipolar Derivasyon
- Göğüs Derivasyonları

2.3.1 Bipolar Derivasyon

Bipolar derivasyon da EKG cihazı, vücut üzerinde bulunan iki elektrot üzerinden alınan sinyalinin kaydedildiği anlamına gelir. Bipolar derivasyonun üç çeşidi vardır. Bunlar; DI, DII, DIII olarak adlandırılmıştır. Burada sağ bacak her zaman toprak elektrotudur.

- **Derivasyon I:** Sağ kol ile sol kol arasında yapılan ölçümdür. EKG'nin negatif uç kısmı sağ kola bağlanırken pozitif uç kısmı ise sol kola bağlanır.
- **Derivasyon II:** Sağ kol ile sol bacak arasında yapılan ölçümdür. EKG'nin negatif uç kısmı sağ kola bağlanırken pozitif uç kısmı ise sol bacağına bağlanır.
- **Derivasyon III:** Sol kol ile sol bacak arasında yapılan ölçümdür. EKG'nin negatif uç kısmı sol kola bağlanırken pozitif uç kısmı ise sol bacağına bağlanır.



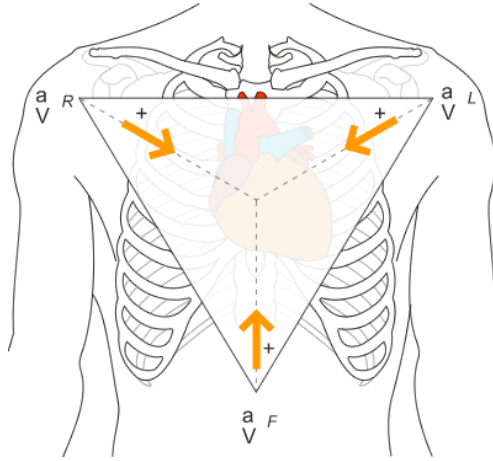
Şekil 2.11: Bipolar Derivasyon (hackaday.io/project/15575-cardiotron/log/46799-basic-operation-and-limitations)

Genel olarak mantığını şu şekilde açıklanabilir. Sağ koldaki elektrot, kalpten sağ kola doğru yayılan voltaj sinyallerini algılar ve kaydeder. Sol koldaki elektrot ise kalpten sol kola doğru yayılmakta olan voltaj sinyallerini algılar ve kaydeder. Daha sonra ise EKG cihazı tarafından

sağ koldan kaydedilmiş olan voltajlar, sol koldan kaydedilmiş olan voltajlardan çıkartılır. Aradaki oluşan fark Derivasyon I voltaj sinyalini verir. Aynı mantık diğer derivasyonlar için de geçerlidir.

2.3.2 Unipolar Derivasyon

Unipolar derivasyonlar, pozitif elektrotun bulunduğu konuma göre adlandırılmışlardır. Unipolar derivasyonların üç çeşidi vardır. Bunlar; aVR, aVL, aVF dir. Baştaki küçük a harfi İngilizcede bulunan augmented kelimesinden gelmektedir. Güçlendirilmiş anlamı vardır. V harfi voltajı simgeler. R harfi sağ kolu, L harfi sol kolu, F harfi ise bacağı simgeler.



Şekil 2.12: Unipolar Derivasyon (www.nottingham.ac.uk/nursing/practice/resources/cardiology/function/unipolar_leads.php)

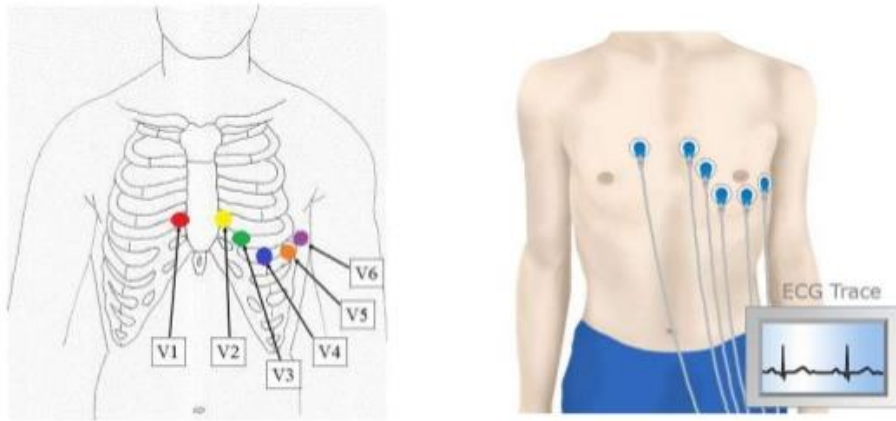
Her bir unipolar derivasyonunun kalbe belirli bir açıdan baktığı farz edilir. Şekil 2.12 de görüldüğü gibi;

- **aVR:** Pozitif elektrot sağ koldadır ve derivasyonun kalbe sağ kol üzerinden baktığı kabul edilir.
- **aVL:** Pozitif elektrot sol koldadır ve derivasyonun kalbe sol kol üzerinden baktığı kabul edilir.
- **aVF:** Pozitif elektrot sol bacaktır ve derivasyonun kalbe sol bacadan baktığı kabul edilir.

2.3.3 Göğüs Derivasyonları

Göğüs derivasyonları, göğüs duvarında bulunan belirli noktalara yerleştirilen altı adet elektrottan oluşmaktadır. Göğüs derivasyonları;

- **V1:** Şekil 2.13 de kırmızı nokta olarak gösterildiği konuma yani dördüncü interkostal aralığın, iman tahtasının (sternum) sağ kenarı ile birleştiği noktaya yerleştirilir.
- **V2:** Şekil 2.13 de sarı nokta olarak gösterildiği konuma yani dördüncü interkostal aralığın, iman tahtasının (sternum) sol kenarı ile birleştiği noktaya yerleştirilir.
- **V3:** Şekil 2.13 de yeşil nokta olarak gösterildiği konuma yani V2 bağlantı noktası ile V4 bağlantı noktasının arasına yerleştirilir.
- **V4:** Şekil 2.13 de mavi nokta olarak gösterildiği konuma yani beşinci interkostal aralığın, sol köprücük kemiğinin orta çizgisi ile birleştiği noktaya yerleştirilir.
- **V5:** Şekil 2.13 de turuncu nokta olarak gösterildiği konuma yani beşinci interkostal aralığın, sol ön koltuk altı çizgisi ile birleştiği noktaya yerleştirilir.
- **V6:** Şekil 2.13 de mor nokta olarak gösterildiği konuma yani beşinci interkostal aralığın, sol orta koltuk altı çizgisi ile birleştiği noktaya yerleştirilir.



Şekil 2.13: Göğüs Derivasyonları (image.slidesharecdn.com/monitrizasyon-140110104426-phpapp01/95/monitrizasyon-3-638.jpg?cb=1389350721)

Bu göğüs derivasyonlarında amaç kalbin horizontal düzlemde önden arkaya doğru sarılmaya çalışılmasıdır. Göğüs derivasyonlarında V1 ve V2 sağ karıncığı (ventikül) görür, V3 ve V4 ise karıncık septumunu görür, V5 ve V6 ise sol karıncığı görür.

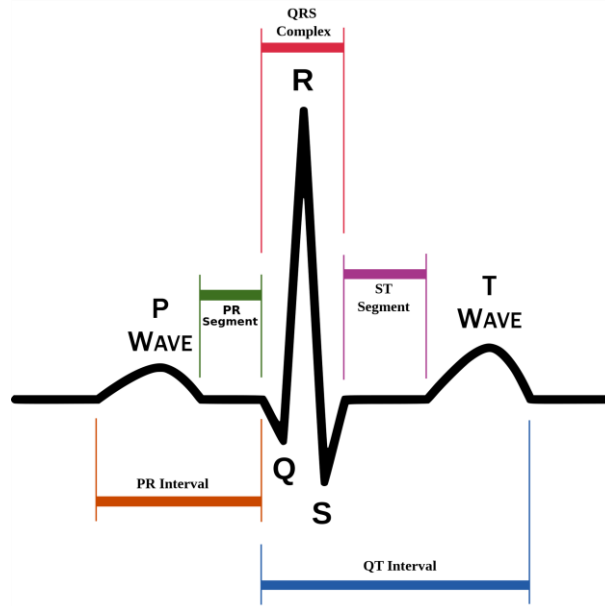
2.4 EKG Sinyali

EKG sinyali, sinyalin içerisinde iki tane temel olayı içerir. Bu iki temel olaydan biri kalpteki depolarizasyondur. Yani kalp kasında oluşan uyarının yayılmasını ifade eder. İkincisi ise repolarizasyondur. Yani kalp kasında oluşan uyarıdan sonra kalp kasının normal, dinlenme haline geri dönmesini ifade eder.

Kalp kasındaki hücrelerde bu depolarizasyon ve repolarizasyon durumları aynı zaman içerisinde gerçekleşir. Dolayısı ile bu elektriksel akımlar EKG tarafından dalgalar halinde kayıt altına alınır.

2.4.1 EKG Dalgaları

Kalpte oluşmuş olan bir elektriksel aktivitenin her fazı, bir sinyal veya kompleks oluşturur. Şekil 2.14'te de görüldüğü üzere normal bir sinüs ritmine sahip bir kalp sinyalinin, EKG cihazında tarafından görüntülenirken üç ana bileşeni olduğu görülür.



Şekil 2.14: EKG’de görülen normal bir sinüs ritmi (a-fib.com/treatments-for-atrial-fibrillation/diagnostic-tests/the-ekg-signal)

- **P Dalgası:** Atrial depolarizasyonu, yani kulakçıklarının kasılma durumunu gösterir. EKG tarafından kayıt edilen ilk sinyaldir. Bu dalga uyarımın SA düğümünden çıkmış

olduğu ve uyarımın önce sağ, daha sonra sol kulakçığa yayıldığını ve aktive ettiğini bunun sonucu olarak kasılma gerçekleştiğini gösterir. EKG cihazında gözükten normal bir sinüs dalgasındaki P dalgasının voltajı 0.3 mV, süresi de 0.12 sn. olmalıdır.

- **QRS Kompleksi:** Ventriküler depolarizasyonu, yani karıncıklardaki kasılma durumunu gösterir. Uyarım AV düğümüne gelmiştir ve hızla karıncıkları aktive eder. Kulakçıklardan farklı olarak burada karıncıkların her ikisi de aynı anda kasılır. EKG cihazında gözükten normal bir sinüs dalgasındaki QRS kompleksinin voltajı maksimum 3 mV, süresi de 0.10 sn. olmalıdır.
- **T Dalgası:** Ventriküler repolarizasyonu, yani karıncıkların normale dönme durumunu gösterir. EKG cihazında gözükten normal bir sinüs dalgasındaki T dalgası asimetrik bir görünüme sahiptir. En yüksek voltaj değeri bitişine yakındır.

2.4.2. EKG Aralıkları

- **PR İntervali:** PR intervali (aralığı), EKG cihazında gözükten normal bir sinüs dalgasındaki P dalgasından QRS kompleksin başlangıcına kadar olan bölgeyi ifade eder. Şekil 2.14'te gözükmemektedir. Karıncıkların kasılmasından önce kanla dolmasını sağlayan AV düğümdeki uyarımın fizyolojik gecikme süresini gösterir. Bu süre yetişkinlerde en fazla 0.20 sn olmalıdır.
- **PR Segmenti:** PR segmenti (bölümü), Şekil 2.14'te görüldüğü gibi EKG cihazında gözükten normal bir sinüs dalgasındaki P dalganın bitiminden QRS kompleksinin başlangıcına kadar olan izoelektrik çizgiyi gösterir.
- **ST Segmenti:** Şekil 2.14'te görüldüğü gibi ST segmenti (bölümü), EKG cihazında gözükten normal bir sinüs dalgasındaki QRS kompleksinin sonu ile T dalgasının başlangıcına kadar olan bölgeyi ifade eder. ST segmentinin şekli tanıda oldukça önemlidir.
- **QT İntervali:** QT intervali (aralığı), EKG cihazında gözükten normal bir sinüs dalgasındaki QRS kompleksinin sonundan T dalgasının sonuna kadar olan süreyi ifade eder. Ventriküllerin kasılma ve normale dönme sürelerini gösterir.

BÖLÜM 3

KULLANILACAK MALZEMELER, KOD VE KURULUM

Bu bölümde bitirme projesini yaparken kullanmış olduğumuz malzemeleri, cihazımızın çalışması için gerekli kodu ve kurulum aşamaları verilmiştir.

3.1 Kullanılacak Malzemeler

Bu projede maliyeti düşük bir şekilde EKG sinyalini algılayan ve gösteren bir cihaz tasarımı yapılmıştır. Bunun için gereken malzemeler şu şekildedir.

- Arduino Uno
- AD8232 Sensör Kiti
- Breadboard ve Bağlantı Kabloları
- 2.4 inch TFT LCD Shield

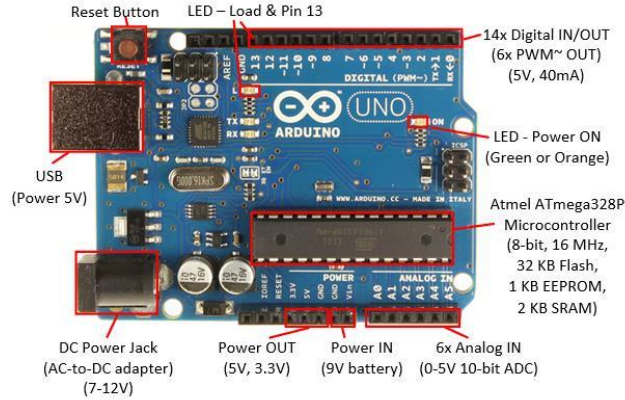
Bunların yanında Arduino Uno'yu bilgisayara bağlayabilmek için Arduino Uno'nun mega USB kablosu kullanımı gereklidir.

3.1.1 Arduino Uno

Arduino Uno, ATmega328 denetleyicisi kullanan bir elektronik prototipleme platformudur. Arduino Uno bize çeşitli sensörler üzerinden fiziksel bilgi almamıza yardımcı olurlar. Arduino Uno da 14 adet dijital çıkış pini bulunur. Ayrıca Arduino Uno da altı adet analog giriş bulunur. Bu girişler ise analog giriş sinyali alabileceğimiz sensörler için kullanılır. Arduino uno üzerinde bulunanlar:

- USB girişi
- Harici güç girişi
- ATmega328 mikrodenetleyicisi

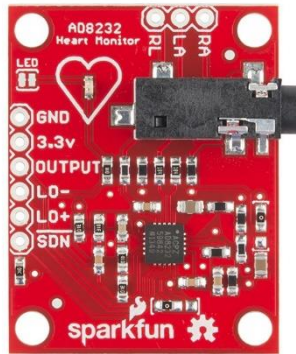
- Power pinleri (reset, 3.3V, 5V, GND, güç girişi pinleri)
- Analog giriş pinleri
- Dijital pinler
- TX/RX pinleri
- Reset butonu



Şekil 3.1: Arduino Uno Kartı (www.lelong.com.my/arduino-uno-r3-microcontroller-development-board-usb-cable-fun4u-191101266-2018-04-Sale-P.htm)

3.1.2 AD8232 Sensör Kiti

AD8232 nabız sensör kiti ile Arduino tarzı mikro-kontrolcüler birlikte kullanarak kalp atış hızının ölçümü yapılabilir. Kit ile gelen elektrotlar ile algılanan analog sinyali bilgisayar da grafik haline dönüştürerek EKG benzeri çıktılar elde edebiliriz.



Şekil 3.2: AD8232 nabız sensör kiti (www.roboweb.net/sparkfun-nabiz-monitoru-ad8232-rw-sf-12650.html)

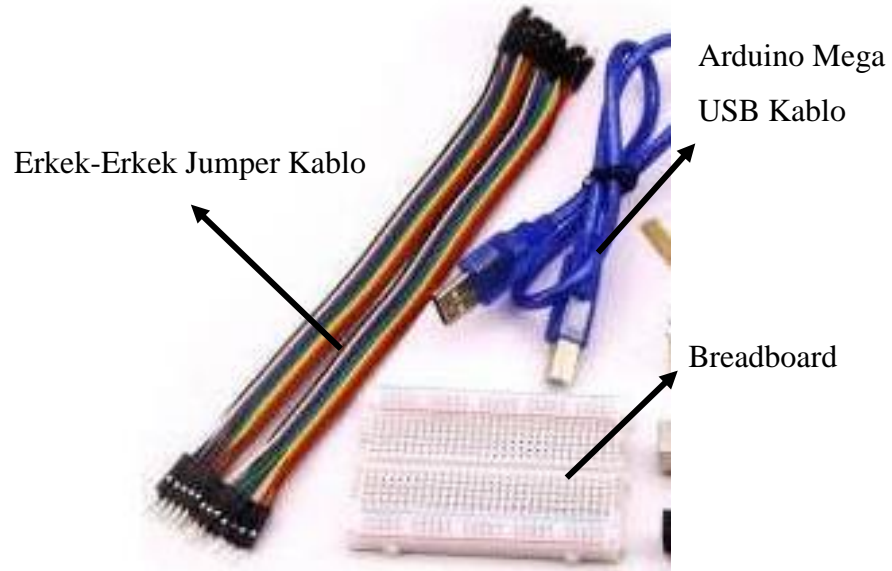
AD8232 entegresi, nabız sensör kartının temelini oluşturur. EKG gibi biyopotansiyel ölçüm uygulamaları için tasarlanmıştır. Ölçüm problemleri ve ortam kaynaklı dış gürültülere karşı stabil çalışacak şekilde geliştirilmiştir. Teknik özellikleri;

- 3.3V çalışma gerilimi,
- Analog sinyal çıkışı,
- Bağlantı algılama,
- Güç kapatma pini,
- LED kalp atış göstergesi
- 3.5 mm jack girişi

3.1.3 Breadboard ve Bağlantı Kablolar

Breadboard, geçici olarak devre yapmak ve tasarlamak için oldukça yararlıdır. Breadboardlar ile basit veya karmaşık devreler yapılabilir.

Erkek – Erkek jumper kabloları ise elektronik devresini tamamlamak için kullanılırlar. Arduino mega usb kablo ise arduino ile bilgisayar arasındaki bağlantıyı sağlar.



Şekil 3.3: Breadboard ve bağlantı kabloları (www.hepsiburada.com/arduino-uno-r3-egitim-seti-arduino-uno-baslangic-seti-arduino-uno-set-p-HBV00000GJHO0)

3.1.4 2.4 inch TFT LCD Shield

Bu ekran arduino uygulamalarında kullanabileceğimiz 2.4 inch TFT LCD Shield Dokunmatik ekranlı bir modüldür. Bu modülün özellikleri:

- 2.4 inç LCD TFT Display
- 4 beyaz ışık
- 18 bit 262,000 renk tonu
- 4- telli rezistif dokunmatik ekran
- 240 x 320 Çözünürlük
- 8 bit dijital arayüz, 4 kontrol bağlantısı
- Boyutları: 71 x 52 x 7mm
- Mikro SD Girişi



Şekil 3.4: 2.4 inch TFT LCD Shield (kontrolarge.com/2_4_inc_tft_lcd_dokunmatik_shield-lcd_ekran-1-126-64.html)

3.2 Arduino Kodu

// PROGRAM İÇİN GEREKLİ OLAN KÜTÜPHANELERİ EKLİYORUZ.

#include <Adafruit_GFX.h> // HARDWARE-SPECIFIC KÜTÜPHANESİ

#include <MCUFRIEND_kbv.h> // MCUFRIEND KÜTÜPHANESİ

```

#include <TouchScreen.h> // DOKUNMATİK EKRAN KÜTÜPHANESİ

MCUFRIEND_kbv tft;

// 2.4 TFT LCD SHIELD PINLERİNİ TANIMLIYORUZ.

#define LCD_RD A0 // LCD READ PINİ ARDUINO A0 PINİNE,
#define LCD_WR A1 // LCD WRITE PINİ ARDUINO A1 PINİNE,
#define LCD_CD A2 // LCD COMMAND/DATA PINİ ARDUINO A2 PINİNE,
#define LCD_CS A3 // LCD CHIP SELECT PINİ ARDUINO A3 PINİNE,
#define LCD_RESET A4 // LCD RESET PINİ ARDUINO A4 PINİNE BAĞLANIR.

// DOKUNMATİK EKRANIN ÇALIŞMASI İÇİN GEREKLİ OLAN TANIMLAMARI
YAPIYORUZ.

const int XP = 7, XM = A1, YP = A2, YM = 6;

const int TS_LEFT = 907, TS_RT = 136, TS_TOP = 942, TS_BOT = 139;

TouchScreen ts = TouchScreen(XP, YP, XM, YM, 300);

TSPoint tp;

// MİNİMUM VE MAKSİMUM ALGILANACAK BASINÇ DEĞERLERİNİ
TANIMLIYORUZ.

```

```
#define MINPRESSURE 200
```

```
#define MAXPRESSURE 1000
```

```
// PROGRAMDA KULLANACAĞIMIZ RENKLERE İNSANLAR TARAFINDAN
```

```
// RAHATCANA OKUNABİLECEK İSİMLER TANIMLIYORUZ.
```

```
#define SIYAH 0x0000
```

```
#define BEYAZ 0xFFFF
```

```
#define KIRMIZI 0xF800
```

```
#define SARI 0xFFE0
```

```
#define YESIL 0x07E0
```

```
#define MAVI 0x001F
```

```
#define MAGENTA 0xF81F
```

```
#define CYAN 0x07FF
```

```
Adafruit_GFX_Button on_btn, off_btn;
```

```
int pixel_x, pixel_y; //Touch_getXY() updates global vars
```

```
bool Touch_getXY(void)
```

```
{
```

```
    TSPoint p = ts.getPoint();
```

```
    pinMode(YP, OUTPUT); //restore shared pins
```

```

pinMode(XM, OUTPUT);

digitalWrite(YP, HIGH); //because TFT control pins

digitalWrite(XM, HIGH);

bool pressed = (p.z > MINPRESSURE && p.z < MAXPRESSURE);

if (pressed) {

    pixel_x = map(p.x, TS_LEFT, TS_RT, 0, tft.width()); //kbv makes sense to me

    pixel_y = map(p.y, TS_TOP, TS_BOT, 0, tft.height());

}

return pressed;

}

// PRAGRAMI ÇALIŞTIRACAK KODLARI SIRASI İLE

// VOID SETUP VE VOID LOOP KOMUTLARI

// İÇİNE YAZIYORUZ.

void setup ( )

{

// 2.4 TFT LCD SHIELD İÇİN GEREKLİ OLAN

// TEK SEFER ÇALIŞACAK SETUP KODLARINI YAZIYORUZ.

Serial.begin (9600);    // SERİ İLETİŞİMİ BAŞLAT.

```

```

tft.reset ( );          // LCD EKRENI RESETLE.

uint16_t id=tft.readID ( );

tft.begin (id);         // EKRANI BAŞLAT.

tft.setRotation (2);    // EKRANI 180 DERECE DÖNDÜRÜR. DOKUNMATİK
EKTRANIN

                        // DÜZGÜN ALGILAMASI İÇİN GEREKLİ.


tft.fillScreen (SIYAH);

tft.fillRect (0, 100, 240, 120, BEYAZ);

tft.setCursor (60, 121);

tft.setTextColor (SIYAH);

tft.setTextSize (3);

tft.println ("BITIRME");

tft.setCursor (60, 172);

tft.setTextColor (SIYAH);

tft.setTextSize (3);

tft.println ("PROJESI");

delay (5000);


tft.fillScreen (SIYAH);

tft.fillRect (0, 100, 240, 120, BEYAZ);

tft.setCursor (45, 130);

```

```
tft.setTextColor (SIYAH);

tft.setTextSize (2);

tft.println ("YUKLENIYOR...");

int i, j = 1;

for (i = 0; i < 241; i++)

{

    tft.fillRect (0, 182, j, 8, MAGENTA);

    j = j + 1;

    delay (50);

}

delay (1000);
```

```
tft.fillScreen (BEYAZ);

tft.setCursor (90, 40);

tft.setTextColor (KIRMIZI);

tft.setTextSize (4);

tft.println ("EKG");

tft.setCursor (60, 120);

tft.setTextColor (SIYAH);

tft.setTextSize (1.5);

tft.println ("Olcumu Baslatmak Icin");

tft.setCursor (25, 140);
```

```

tft.setTextColor (SIYAH);

tft.setTextSize (1.5);

tft.println ("Lutfen Baslat Butonuna Tiklayiniz");

on_btn.initButton(&tft, 120, 230, 200, 80, MAGENTA, KIRMIZI, BEYAZ, "BASLAT",
3);

on_btn.drawButton(false);

}


void loop ( )

{

bool down = Touch_getXY();

on_btn.press(down && on_btn.contains(pixel_x, pixel_y));

if (on_btn.justPressed())

{

on_btn.drawButton(true);

tft.fillScreen (SIYAH);

tft.fillRect(0, 0, 240, 30, YESIL);

tft.setCursor (55, 10);

tft.setTextColor (BEYAZ);

tft.setTextSize (2);

tft.println ("EKG SINYALI");

}

```

```

}

void setup ( )

{
  // initialize the serial communication:

  Serial.begin(9600);

  pinMode(10, INPUT); // Setup for leads off detection LO +
  pinMode(11, INPUT); // Setup for leads off detection LO -
}

void loop ( )

{
  if ((digitalRead(10) == 1)|| (digitalRead(11) == 1))
  {
    Serial.println('!');
  }
  else
  {
    // send the value of analog input 0:

    Serial.println(analogRead(A0));
  }

  //Wait for a bit to keep serial data from saturating

  delay(20);
}

```


3.3 Kurulum

Yaptığımız devrede hem ekranı hem de EKG kitini Arduino Uno'ya bağlayacağız. Fakat Arduino Uno da hem ekranı hem de EKG kitini jumper kablolarla bağlayabileceğimiz kadar yeterli pin girişi yoktu. O yüzden erkek-erkek jumper kabloları kullanarak arduino üzerindeki pinleri sırası ile breadboard üzerine aktararak, arduino üzerindeki pinleri jumper kablolar kullanarak birden fazla yere bağlama olanağı sağladık.

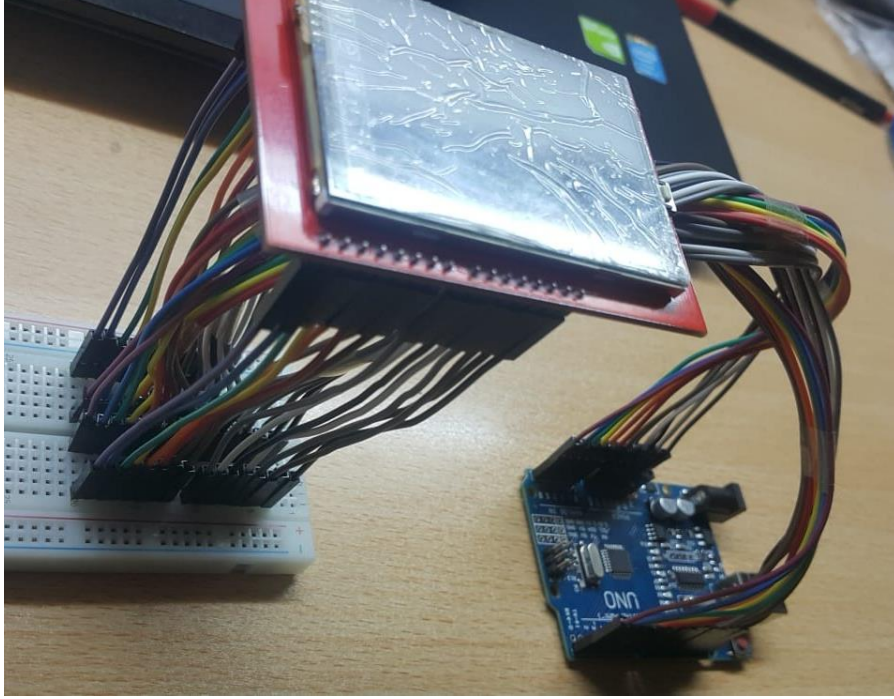


Şekil 3.5: Arduino Uno pinlerini breadboard üzerine aktarmak

Daha sonra 2.4 inch TFT LCD Shield ekranındaki tüm pinlere sırasıyla erkek-dişi jumper kablolarını taktık. Bu adımdan sonra breadboard üzerinden ekran ile arduino'yu birbirine bağlamak kaldı. Bunun için;

- LCD_RD => A0 pinine,
- LCD_WR => A1 pinine,
- LCD_CD => A2 pinine,
- LCD_CS => A3 pinine,
- LCD_RESET => A4 pinine,
- 3.3V => 3.3V pinine,
- 5V => 5V pinine,

- GND ise GND pinine,
- Ve diğer tüm pinlerde sırasıyla arduino üzerine otururmuş gibi bağlantıları yapılır.

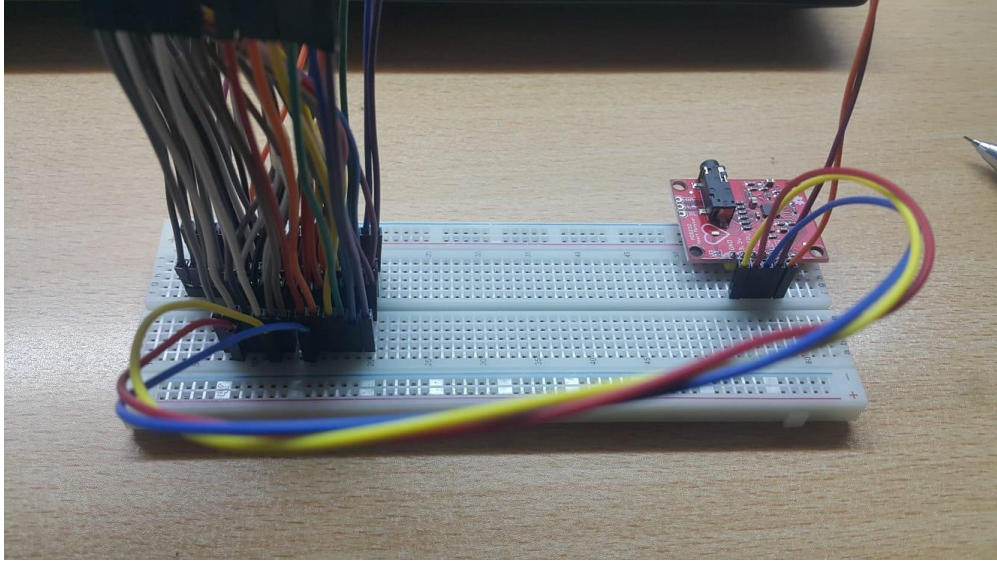


Şekil 3.6: Ekranı bağladıktan sonra

Sıradaki adımımız ise EKG kiti ile Arduino Uno'yu birbirine bağlamak. Bu bağlantıları yapabilmek için erkek-erkek jumper kabloları kullanmamız gerekiyordu. Sırasıyla şu şekilde bağladık:

- Erkek-erkek jumper kablonun bir ucu Arduino Uno'daki GND (toprak) pinine denk gelen sıraya breadboard üzerindeki noktaya, diğer ucu ise EKG kitindeki GND nin bulunduğu sıradaki breadboard üzerindeki noktaya bağlandı.
- Daha sonra EKG'nin 3.3V kısmından Arduino Uno 3.3v kısmına denk gelen sıradaki breadboard noktasına erkek-erkek jumper kablo ile bağlantı sağlandı.
- EKG'nin output bacağı Arduino Uno üzerinde A0 denk gelen breadboard noktasına erkek-erkek jumper kablo ile bağlandı.

- EKG kitinin üzerinde LO- yazan bacak yazmış olduğumuz kodda belirtmiş olduğumuz pin değeri olan Arduino üzerindeki 11 numaraya denk gelen breadboard noktasına erkek-erkek jumper kablo ile bağlandı.
- EKG kitinin üzerinde LO+ yazan bacak yazmış olduğumuz kodda belirtmiş olduğumuz pin değeri olan Arduino üzerindeki 10 numaraya denk gelen breadboard noktasına erkek-erkek jumper kablo ile bağlandı.



Şekil 3.7: EKG kitini bağladıktan sonra

Bu bağlantıları teker teker yaptıktan sonra sıra Arduino Uno'yu bilgisayara bağlamak kaldı. Arduino Uno'yu USB kablo ile bilgisayara bağladık. Daha sonra daha sonra Arduino programını çalıştırarak önümüzdeki çıkan sayfaya kodu yazdık. Kodu yazdıktan sonra araçlar kısmında kartımızı Arduino Uno'yu seçtik. Daha sonra yine araçlar kısmından Arduino Uno'yu bağlamış olduğumuz port numarasını seçtik.

Daha sonra yazmış olduğumuz kodu Arduino Uno'ya yükledik. Arduino Uno programındaki tik işaretine tıklayarak kodu kontrol ettirdik.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE SONUÇ

4.1 Bulgular

Arduino Uno da kodu yazdıktan sonra ve arduino'ya yükledikten sonra elektrotların bağlı olduğu jack ucunu EKG sensör kitinde bulunan jack girişine bağladık. Elektrotlardan birini sağ kolumuza, birini sol kolumuza, birini de bacağımıza bağladık.

Daha sonra seri çiziciyi açtık. Başlarda seri çizici de hiçbir EKG sinyali görmedik. Herhangi bir sinyal görmedik. Daha sonra bağlantılarımızı kontrol ederken EKG kitinin breadboard üzerine tam oturmadığını fark ettik. EKG kitinin pinlerini düzgün bir şekilde breadboard üzerine oturttuk. Daha sonra tekrar seri çiziciyi açtık. Artık sinyali seri çizici üzerinde görebiliyorduk.

Sırada ekranı aktarma kısmı kalmıştı. Öncelikle görsellik katması amacıyla basit olarak küçük bir UI yapmaya çalıştık. Bunun için kodları yazdık. Önce bu kodları çalıştırıp denedik. İstedığımız gibi çalışıyordu.

Bu adımdan sonra seri çizici de çıkan sinyali EKG ekranına aktarma işlemi kalmıştı. Bu adım için nasıl bir kod yazılacağını internetten araştırdık. Birkaç çeşit kod bulduk. Bunları sırası ile denedik.

4.2 Sonuç

Sonuç olarak bu adıma kadar her şeyi yapsak da bu adımda nasıl bir kod denersek deneyelim seri çizicideki sinyali ekrana aktarmayı başaramadık. İnternetten bulduğumuz ve denediğimiz bir sürü kod işe yaramadı. O yüzden sinyali bilgisayar da arduino üzerinden görebilsek de ekranda göremedik.

KAYNAKÇA

- Azkurs (2018). Elektrokardiyografi Derivasyonları,
www.azkurs.org/elektrokardiyografi-derivasyonlar.html
- Cardiosecur (2018). Electrocardiogram (ECG) – Electrocardiography
cardiosecur.com/en/magazine/specialist-articles-on-the-heart/electrocardiogram-ecg
- ECG Learning Center (2018). The Standard 12 Lead ECG, www.ecg.utah.edu/lesson/1
- Electronics and Communications (2018). Electrodes in Biomedical Instrumentation,
www.electronicsandcommunications.com/2017/06/electrodes-in-biomedical-instrumentation.html
- emedicinehealth (2018). Electrocardiogram (ECG, EKG),
www.emedicinehealth.com/electrocardiogram_ecg/article_em.htm
- Geekymedics (2018). Understanding an ECG, geekymedics.com/understanding-an-ecg
- Hastalık Tedavisi (2018). Kalp; Kalbin Görevi Nedir, Kalp Nasıl Çalışır,
www.hastaliktedavisi.net/kalp-kalbin-gorevi-nedir-kalp-nasil-calisir
- Lumen Learning (2018). Heart Anatomy,
courses.lumenlearning.com/ap2/chapter/heart-anatomy
- Lumen Learning (2018). Structure of the Heart,
courses.lumenlearning.com/wm-biology2/chapter/structure-of-the-heart
- MEGEP (2018). EKG (ELEKTROKARDİYOĞRAFI),
[megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Ekg%20\(elektrokardiyografi\).pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Ekg%20(elektrokardiyografi).pdf)
- Minimalinvaziv (2018). EKG Ne için Kullanılır,
www.minimalinvaziv.net/etiket/ekg-kullanim-alanlari
- myDr (2018). Electrocardiogram, mydr.com.au/tests/investigations/electrocardiogram-ecg
- Wikipedia (2018). Electrode, en.wikipedia.org/wiki/Electrode
- Wikipedia (2018). Elektrokardiyografi, tr.wikipedia.org/wiki/Elektrokardiyografi

Wikipedia (2018). Heart, en.wikipedia.org/wiki/Heart

Wikipedia (2018). Kalp, tr.wikipedia.org/wiki/Kalp

Wikipedia. (2018). Electrocardiography, en.wikipedia.org/wiki/Electrocardiography