

**BİLGİSAYAR ARAYÜZLÜ HASTABAŞI MONİTÖRÜ
TASARIMI**

**2021
DİPLOMA ÇALIŞMASI**

**MEHMET ÇATALKAYA
170106207023**

**BİLGİSAYAR ARAYÜZLÜ HASTABAŞI MONİTÖRÜ
TASARIMI**

MEHMET ÇATALKAYA

170106207017

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi

Biyomedikal Mühendisliği Bölümü

Diploma Çalışması olarak hazırlanmıştır

ZONGULDAK

Haziran 2021

KABUL:

170106207023 nolu **MEHMET ÇATALKAYA** tarafından hazırlanan “**BİLGİSAYAR ARAYÜZLÜ HASTABAŞI MONİTÖRÜ TASARIMI**” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü Diploma Çalışması olarak **oybirliğiyle (veya oyçokluğuyla)** kabul edilmiştir. .../.../2021

Başkan: : Doç. Dr. İDRİS ARSLAN (BEÜN)

.....

Üye : Doç. Dr. ERGİN YILMAZ (BEÜN)

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi M. SAMET KILIÇ (BEÜN)

.....

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. .../.../2021

Prof. Dr. R.Seda TIĞLI AYDIN
Biyomedikal Mühendisliği Bölüm Başkanı

“Bu çalışmadaki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Mehmet ÇATALKAYA
170106207023

ÖZET

Diploma Çalışması

BİLGİSAYAR ARAYÜZLÜ HASTABAŞI MONİTÖRÜ TASARIMI

MEHMET ÇATALKAYA

170106207023

**Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği
Bölümü**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Muhammet UZUNTARLA

Haziran 2021, ...sayfa

ÖZET (devam ediyor)

Hastabaşı Monitörü, hastanın yaşamsal belirtilerinin sürekli izlenmesini sağlar, tıbbi personel arasında karar vermeye yardımcı olur ve hasta bakımının iyileştirilmesine yardımcı olur. Bu sistem, vücut ısısı, nabız, kan basıncı, EKG Spo2, solunum, IBP (İnvaziv kan basıncı), NIBP (İnvaziv olmayan kan basıncı) ve sağlıkla ilgili diğer kriterler dahil olmak üzere insanın yaşamsal belirtilerini ölçen, görüntüleyen ve kaydeden cihazlardan oluşabilir. Bu projede, vücut ısısını, nabız hızını, Spo2 oranını ve EKG değerlerini izleyerek hastanın durumunu izlemek için bir sistem önermektedir. Sistem Arduino yazılımı ile Ekg, Nabız, vücut ısısı ve Spo2 ölçümü yapar; Ölçülen verileri Arduino Seri Haberleşme (Serial Commincation) aracılığıyla bilgisayara gönderir. Visual Studio ile hazırlan bir Hastabaşı Monitörü Arayüzü ile daha detaylı, anlaşılması kolay bir panel hazırlanmıştır. Böylece hasta bakımı veya tedavisinde gerekli bilgiyi herhangi bir bilgisayar yardımıyla, yüksek maliyet gerektirmeden, sağlanmak istenmiştir. Bu çalışma aynı zamanda, önerilen Hastabaşı monitörü için sensörlerin kullanılabilirliğini göstermek için seçilen sensörlerin ön deneysel sonuçlarını da göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Spo2, EKG, Arduino, Vücut ısısı, Visual Studio, Seri Haberleşme.

ABSTRACT

BSc Project

COMPUTER INTERFACED BEDSIDE MONITOR DESIGN

MEHMET ÇATALKAYA

170106207023

Zonguldak Bülent Ecevit University Faculty of Engineering

Department of Biomedical Engineering

Thesis Advisor: Associate Professor Idris Arslan

June 2021, page

ABSTRACT (continued)

The Bedside Monitor provides continuous monitoring of the patient's vital signs, aids decision making among medical staff, and helps improve patient care. This system may consist of devices that measure, display and record human vital signs, including body temperature, pulse, blood pressure, ECG Spo2, respiration, IBP (Invasive blood pressure), NIBP (Non-invasive blood pressure) and other health-related criteria. In this project, he proposes a system to monitor the patient's condition by monitoring body temperature, pulse rate, Spo2 rate and ECG values. The system measures ECG, Heart Rate, body temperature and Spo2 with Arduino software; It sends the measured data to the computer via Arduino Serial Communication. A more detailed and easy to understand panel has been prepared with a Bedside Monitor Interface prepared with Visual Studio. Thus, it is desired to provide the necessary information in patient care or treatment with the help of any computer, without requiring high cost. This study also demonstrates the preliminary experimental results of the sensors selected to demonstrate the usefulness of the sensors for the proposed bedside monitor.

Keywords: Spo2, EKG, Arduino, Body Temperature, Visual Studio, Serial Communication.

TEŐEKKÖR

Araştırmamdaki her aşamasında bana yardımcı olan değerli tez danışmanım Prof. Dr. Muhammet UZUNTARLA'ya, eğitim alanında dersleriyle bize vizyon katan çok değerli hocamız Prof.Dr.R.Seda TIğLI AYDIN'a teőekkÖrlerimi sunarım.

Prof.Dr.R.Seda TIğLI AYDIN
Zonguldak, Mayıs 2021

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1.1 Hastabaşı monitörü için temel diyagram.....	I
Şekil 2.1. Hastabaşı Monitörü	xviii
Şekil 6 Hastabaşı monitor ile kullanılan EKG plaka elektrodu.....	xxi
Şekil 7 Hastabaşı monitor ile kullanılan EKG kendiliğinden yapışan elektrot (Bir defa kullanılır.)	xxii
Şekil 8 Hastabaşı monitor ile kullanılan EKG emmeli elektrot	xxii
Şekil 9 Spo2 probu	xxii
Şekil 10 Işı probu	xxii
Şekil 11 Elektrokardiyogram	xxiii
Şekil 12 EKG cihazı	xxiv
Şekil 13 EKG elektrodu.	xxv
Şekil 14: Üç derivasyon EKG kablosu yerleşimi	xxvi
Şekil 15 Standart ve unipolar derivasyon göstergeleri	xxvi
Şekil 16 Prekardiyal derivasyon noktaları	xxvii
Şekil 17 Tansiyom Aleti.....	xxviii
Şekil 18 Tansiyon aleti bölümleri	xxix
Şekil 19 Noninvaziv kan basıncı göstergesi (NIBP)	xxx
Şekil 20 Pulse oksimetre cihazı.....	xxxi
Şekil 21 Pulse oksimetrenin ölçüm mekanizması.....	xxxi
Şekil 22, Tek kullanımlık prob.....	xxxii
Şekil 23 Silikon Prob	xxxii
Şekil 24 Çok kullanımlık prob	xxxii
Şekil 25 Işı probu	xxxiii

KISALTMALAR

Spo2 : Oksijen saturasyonu

EKG : Elektrokardiyogram

NIBP : İnvaziv olmayan kan basıncı

IBP : İnvaziv kan basıncı

RA : Sağ kol elektrodu

LA : Sol kol elektrodu

LL : Sol bacak elektrodu

AHA : Amerikan Hastanesi Derneği

IEC : Uluslararası Elektroteknik Komisyonu

Hg : Hemoglobin

PaO2 : Kısmi oksijen basıncı

IDE : Entegre geliştirme ortamı(Integreted Development Environment)

SDA : Serial data

SCL : Serial clock

ADC : Analog dijital çevirici(Analog Digital Converter)

IC : Entegre devre(Integreted Circuit)

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Kalp hızı ve ritmi, solunum hızı, kan basıncı, kan-oksijen doygunluğu ve diğer birçok parametrelerinin sürekli ölçümü yoğun bakım veya uzun süreli analiz gerektiren diğer tedavi biçimlerinde Hastabaşı monitörleri kritik rol oynuyor. Özellikle günümüzde covid-19 salgını nedeniyle yoğun bakımda yatan hastalara Hastabaşı monitörleri sayesinde periyodik olarak bakım yapılabilen ve bu sayede çok sayıda hastaya ulaşılabilir. Yarı iletken üretimindeki hızla artış ve buna ek olarak işlemcilerin fiyatlarındaki düşüş sebebiyle medikal cihazlar artık daha yaygın kullanıma erişti. Gerçekleştirilen bu projede Hastabaşı monitörlerinin maliyet olarak büyük bir kısmını kapsayan herhangi bir dahili ekrana ihtiyaç duyulmadan düşük maliyetli, düşük güç tüketimine sahip stabil bir cihaz üretmek istenmiştir. Bu sayede sadece hastaneler değil son tüketicilere de ulaşmak istenmiştir. Arayüz tasarlanırken bilgiyi takip etmek ve anlaşılmasını kolaylaştırmak adına animasyonlardan faydalanılmıştır. Hem verilebilecek maksimum bilgi veren hem de kullanıcı dostu arayüz tasarlanmak istenmiştir. Tasarlanan projede tüm kullanıcıların Windows işletim sistemli bilgisayara sahip olduğu düşünülmüştür. Projede kullanılan malzemeler: Arduino Uno, MAX3100 Spo2 ve Nabız sensörü, Ad8232 analog EKG sensörü, DS18B20 sıcaklık sensörü. Bilgisayar arayüz tasarımı için Visual Studio'dan faydalanılmıştır.



Şekil 1.1 Hastabaşı monitörü için temel diyagram

BÖLÜM 2

HASTABAŞI MONİTÖRÜ NEDİR?

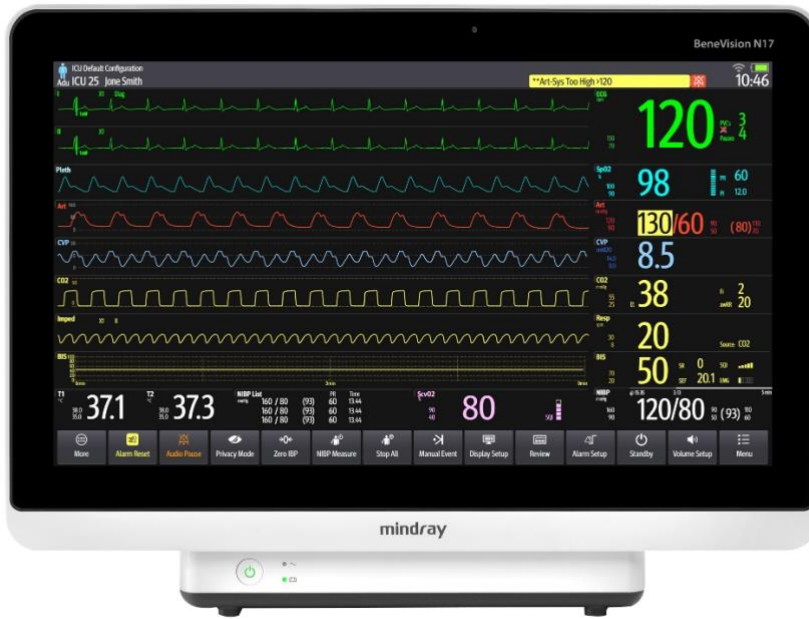
Medikal alan geliştikçe bu alan içinde önemli bir yere sahip olan hastabaşı monitörleri de bu gelişime ayak uydurmuştur. Hasta bakım ve takibinden devamlı EKG, kalp atımı, oksijen saturasyonu, basınç, ısı gibi parametreleri izlemenin önemli olduğu pek çok klinik durum vardır. Anestetik ilaçların verilmesi sırasında EKG'nin devamlı izlenmesiyle operasyon masasındaki hastanın durumu hakkında bilgi sahibi olunur. EKG ve kalp atımının miyokard enfaktüsü geçirmiş hastada sürekli izlenmesi ile başlangıç krizini izleyen günlerde yaşamı tehdit edebilecek aritmiler erken fark edilerek ölüme yol açabilecek durumların önüne geçilebilir. Doğum sırasında da fetal kalp atımlarının devamlı izlenmesi ve fetal distresinin erken dönemde fark edilmesi mümkün olur.

Monitör sistemleri, toplu medikal işlemlerinde, toplu cerrahi işlemlerinde, operasyon odalarında, yoğun bakımlarında, pediatrik toplum işlemlerinde, solunum toplu işlemlerinde, özel işlem odalarında, kalp toplu işlemlerinde, rehabilitasyon merkezlerinde, doğum merkezlerinde, atletik yükleme testlerinde kullanılmaktadır. Hastabaşı monitörleri çeşitli sistemlerle birleştirilerek bir gözetmen tarafından rahatça izlenebilmesi için merkezî monitör sistemlerine bağlanır. Eğer hastalardan birinin parametre değerleri normalin dışına çıkarsa bu sistemler alarm vererek gözetmeni uyarır. Bu sistemlerle içinde yer alan transmitter denilen insan vücudunda taşınabilen vericileri de anlatılabilir. Bunlar disposable (tek kullanımlık) elektrotlarla vücuttan algılanan işaretlerin transmitter aracılığıyla telemetrik sistemlerine iletilmektedir.

Hastabaşı monitör verileri hastane bilgi sistemine kaydedilir ve özel bir yazılım ile hepsi bir arada değerlendirilerek en doğru teşhis ve tedavi sağlanır. Hastanenin tüm bölümlerinde kullanılan hastabaşı monitörlerinin hastane bilgi sistemi ile entegre olması da Türkiye'de uygulanmaya başlanmıştır. Bu sayede hastaların ve hastanenin dünyanın herhangi bir noktasından eş zamanlı takibinin yapılması ve izlenmesi mümkün olur.

2.1 Hastabaşı monitörünün çalışma mantığı

Kalbin deri yüzeyinde oluşturduğu voltaj değerlerini ölçüp hastanın dolaşım ve solunum sistemindeki her türlü gelişmeyi grafiksel ve sayısal olarak gösteren bir cihazdır. Elektrotlar hastanın pektoralindeki belli bölgelere takılır ve hastanın EKG'sinin (elektrokardiyogram) monitöre ulaşmasını sağlar. Ayrıca cihazın içinde bulunan kompresör NIBP ucuna takılan normal tansiyon aleti ile yapılan işlemleri gerçekleştirir. NIBP ucu sayesinde hastanın tansiyonu, nabızı, kanındaki oksijen saturasyonu, solunum düzeyi ekrana yansır. Hastabaşı monitörün avantajları şunlardır: Asistol (kalbin durması) , ventriküler fibrilasyon (kalbin düzensiz çalışması), bradikardi (kalbin yavaş çalışması) ve taşikardi (kalbin hızlı çalışması) durumlarında kullanıcı uyarılabilir. Ölçülebilen tüm parametreler için alçak / yüksek basınç alarmları vardır. Sesli ve görüntülü alarmı vardır. Defibrilatör ve koterle beraber kullanılabilir. Merkezî monitör sistemleri sayesinde onlarca hastabaşı monitör bir merkezden kontrol edilebilir. Hastabaşı monitörün tek dezavantajı hastanın herhangi bir yalıtım hatası ak amacıyla metal yatakta yatırılamaz olmasıdır.



Şekil 2.1. Hastabaşı Monitörü

Hastabaşı monitörleri; operasyon odalarında, yoğun bakımlarında, pediatrik toplum işlemlerinde, solunum toplu işlemlerinde, özel işlem odalarında, kalp toplu işlemlerinde, rehabilitasyon merkezlerinde, doğum merkezlerinde, atletik yükleme testlerinde kullanılmaktadır.



Şekil 2.4 Hastabaşı monitörü yoğun bakımda kullanılması

Şekil: Hastabaşı monitörü yoğun bakımda kullanılması

2.3 Teknik Özellikleri

Renkli hastabaşı monitör aşağıdaki teknik şartları taşımaktadır:

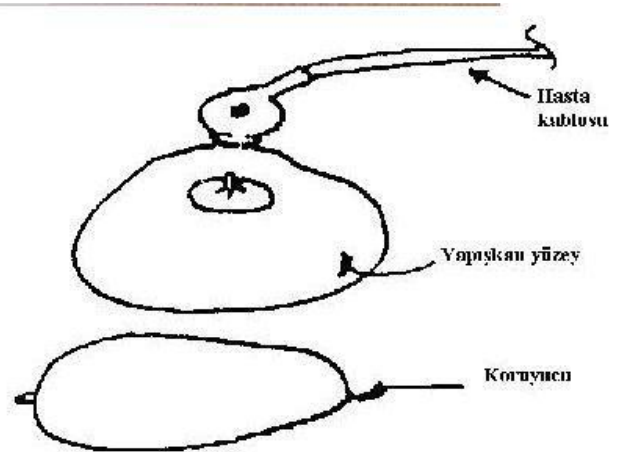
- Renkli hastabaşı monitörü, en az 640*480 çözünürlükte renkli TFT ekrandan oluşmalı ve mikro bilgisayar denetimli olmalıdır.
- Monitör aynı anda en az 6 dalga formunu ve ölçülen tüm hasta parametrelerini görüntüleyebilmelidir. Dalga formları istenen renkte seçilebilmelidir.
- Monitör 220V/50Hz şehir şebeke cırcıyanı ile çalışmalıdır. Ayrıca cihazı çalıştırabilecek dâhilî veya haricî bataryası bulunmalıdır.
- Cihazda haricî VGA çıkışı olmalıdır.
- Monitörün hem sesli hem de görsel alarmları olmalı, sesli alarmlar önemlerine göre daha yüksek veya daha alçak sesli olmalı, önemlerine göre renk kodlu olarak farklı renklerle görüntülenmelidir.
- Monitörler istenildiğinde merkezî sisteme kablosuz bağlanabilmelidir.
- Cihaz EKG/Solunum, iki kanal ısı, NIBP (Non İnvazive Kan Basıncı), oksijen saturasyonu, iki kanal IBP (İnvazive Kan Basıncı) ölçümlemlerini yapabilmelidir.

- Hastabaşında (sabit), transport (taşıma) olarak, ameliyathane ve yoğun bakıma yönelik olarak çok amaçlı kullanılabilir. Kolay taşınabilir ve hafif olmalıdır.
- Monitörün ekranı istendiğinde büyük rakamlar ve 1 (bir) dalga formu hâlinde görüntülenebilmelidir.
- Monitör uluslararası standartlara uygun üretilmiş olmalı ve belgelenmelidir.

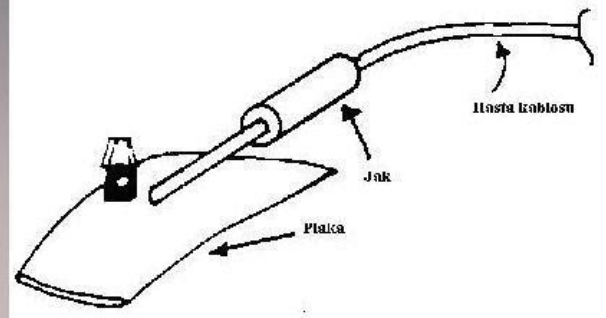
Şekil 1.1 Hastabaşı monitörü için temel diyagramxiv

2.4 Hastabaşı Monitörün Aparatları

Hastabaşı monitörde kullanılan EKG elektrotları çok çeşitlidir. Genellikle vücut yüzeyinde kullanılan metal tabaka şeklindeki elektrotlardır. Bunlara örnekler aşağıdaki şekillerde görülmektedir. Bunların bir kısmı vücuda iletkenliği artırıcı bir jel sürülerek kullanılır. Bir kısmı kendiliğinden jelli ve bir defalık kullanım içindir. Elektrotların temiz, kablolarının sağlam olması iyi kayıt yapabilmenin en önemli koşullarından biridir. Hastanelerdeki hastabaşı monitörde kullanılan EKG elektrotlarında en sık karşılaşılan sorunlar, kablolar ve elektrotlarla ilgili sorunlardır.

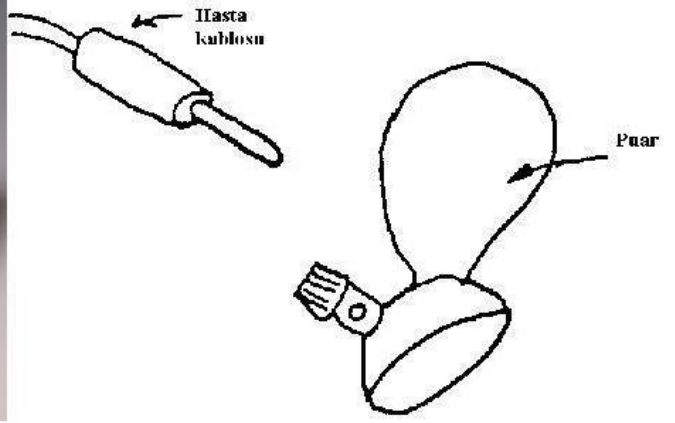


Şekil 3.1 Hastabaşı monitor ile kullanılan EKG plaka elektrodu



Şekil 3.1 Hastabaşı monitor ile kullanılan EKG kendiliğinden yapışan elektrot (Bir defa kullanılır.)

Şekil Hastabaşı monitor ile kullanılan EKG kendiliğinden yapışan elektrot (Bir defa kullanılır.)



Şekil 3.3 Hastabaşı monitor ile kullanılan EKG emmeli elektrot

Şekil 2.5: Hastabaşı monitor ile kullanılan EKG emmeli elektrot



Şekil 3.4 Spo2 probu



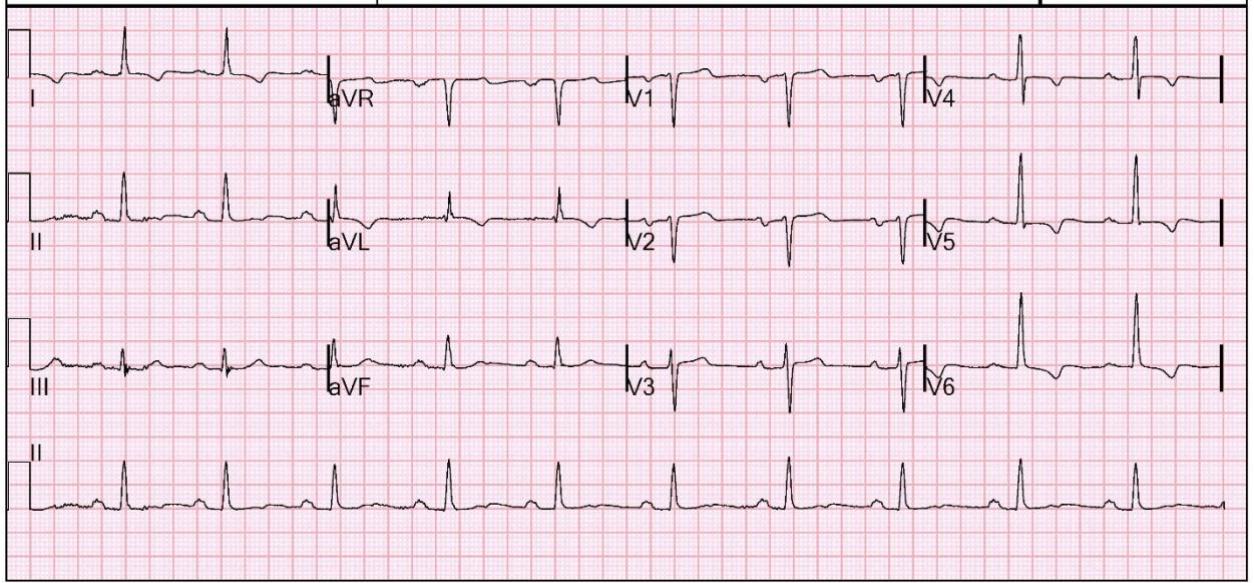
Şekil 3.5 Iısı probu

BÖLÜM 3

MONİTÖR BAĞLANTILARI

3.1 EKG Cihazı ve Monitörü

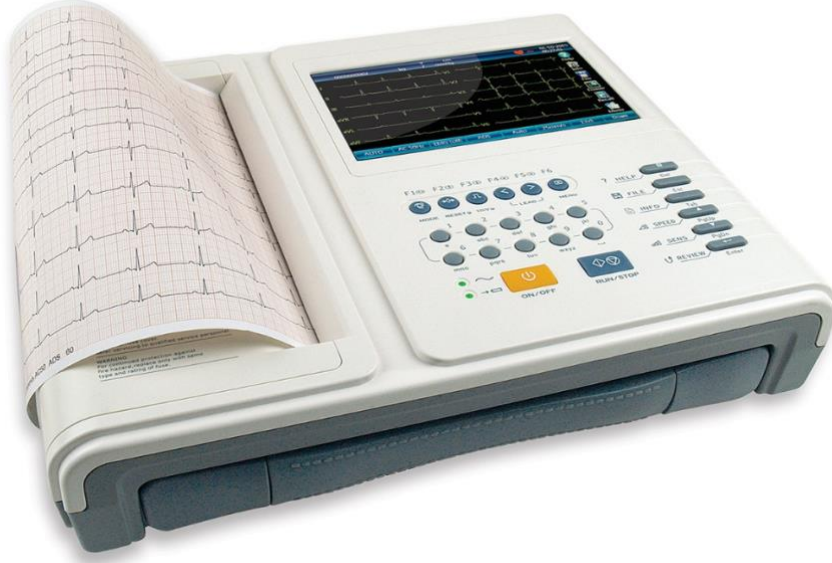
EKG, kalp kasındaki elektriksel değişiklikleri değerlendirmek için vücut yüzeyindeki elektriksel voltajın ölçülüp kardiyak kontraksiyona (kasılmaya) ilişki elektromekanik olayların kaydedilmesine elektrokardiyografi, elde edilen grafiğe elektrokardiyogram, kullanılan alete de elektrokardiyograf denir. Bir akım yükseltici (amplifikatör) tarafından yükseltilen gerilimler ısıya duyarlı kâğıt üzerine kaydedilir



Şekil 4.1 Elektrokardiyogram

Monitörde görüntülenen verilerden biri de EKG'dir. Elde edilen bilgileri anında değerlendirip rapor veren cihazlarda kullanılmaktadır. Ayrıca EKG'yi aynı anda hem kâğıda kaydetmek hem de bir ekranda görüntülemek mümkündür. EKG cihazı uzun yıllar tek bir derivasyonu tek bir şerit halinde kaydederken günümüzde programlı cihazlarda kâğıt hızı, ritim ve komplekslerin boyları gibi özellikler otomatik olarak ayarlanmaktadır. Her bir değişik bölge için çizdirilen elektrokardiyogram eğrisine **derivasyon** denir. 3 (üç) veya 12 (on iki) derivasyon aynı anda kaydedilebilir aynı anda küçük bir ekrandan da izlenebilmektedir.

EKG kâğıtları, cihaza göre dar veya uzun şerit ya da sayfa kâğıt şeklindedir. Kâğıt ne tür olursa olsun üzerindeki küçük ve büyük karelerin boyutları aynıdır. EKG kâğıdı üzerinde bulunan küçük karelerin her biri 0.04 sn, büyük karelerin her biri 0.20 sn.dir.



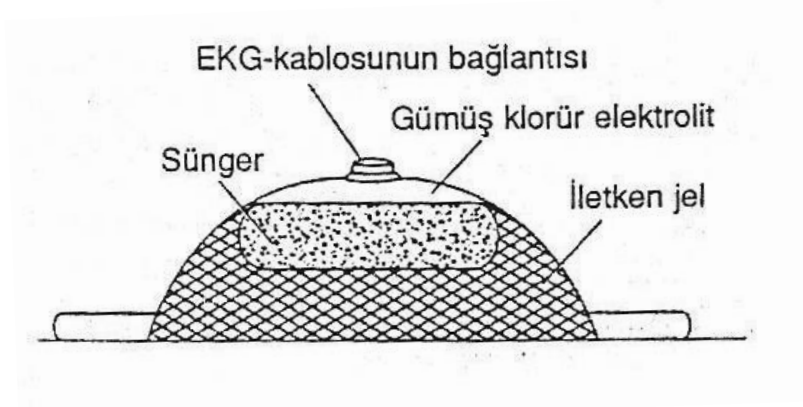
Şekil 3 EKG cihazı

Kayıt kâğıdında yatay ve düşey çizgiler vardır. Yatay çizgiler voltajı gösterir. Düşey çizgiler zamanı gösterir. İki çizgi arası 0,04 saniyedir.

Elektrokardiyoskop (ossiloskop), kalbin kontraksiyonları (kasılma) ile oluşan farklı elektrik potansiyellerini bir katot ışın tüpü üzerinde gösteren elektrokardiyografik izleme aletidir. Günümüzde yazılı kayııt yapan kombinasyonları vardır.

Elektrokardiyoskop, kısaca EKG monitörü her kalp sistolünde sesli bir işaret ve parlayan bir ışık oluşturur. Böylece kalp hızı (nabız) ve ritminin sürekli ve basit olarak izlenmesi sağlanırken diğer işlerin yapılmasına imkân verir. EKG izleminin yapılabilmesi için kullanılan önemli bağlantılar vardır. Bunlar, elektrot ve EKG derivasyon kablodur.

- **EKG Elektrodu (EKG paleti-iletken uç):** Gümüş klorürden yapılmış iletken kısım ve iletken jelin bulunduğu bölge EKG çekiminde esas rolü oynar. EKG kablusunun bağlantı yeri gümüş klorür üzerindedir. Gümüş klorürün alt kısmında ise sünger mevcuttur ve iletkenlik ile hastanın konforuna yardımcı olur (şekil 2.1). Çoğunlukla anestezi ve yoğun bakım ünitelerinde kullanılan 5 (beş) ve üç (3) derivasyonlu EKG monitörlerinde kullanılırlar



Şekil 4.3 EKG elektrodu.

12 Derivasyonlu EKG aletlerinin elektrotları puvarlıdır ve bağlantı kabloları metal kısmın yanında yer alır.

3.1.1 EKG Derivasyonları

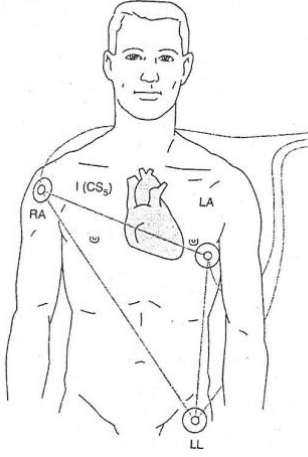
Üç tip EKG derivasyonu vardır. Bunlar:

3.1.1.1 Standart Derivasyonlar (Bipolar Olanlar)

Standart Olarak 3 (üç) derivasyonlu EKG'ler kullanılmaktadır. Elektrot Yerleşimi Şöyledir:

- RA (Sağ kol) elektrodu: sağ omuz yanına, köprücük kemiği altına,
- LA (Sol kol) elektrodu: sol omuz yanına veya kalbin alt kısmının sol ucuna denk gelen yere,
- LL (Sol bacak) elektrodu: sol hipogastrium üzerine yerleştirilir.

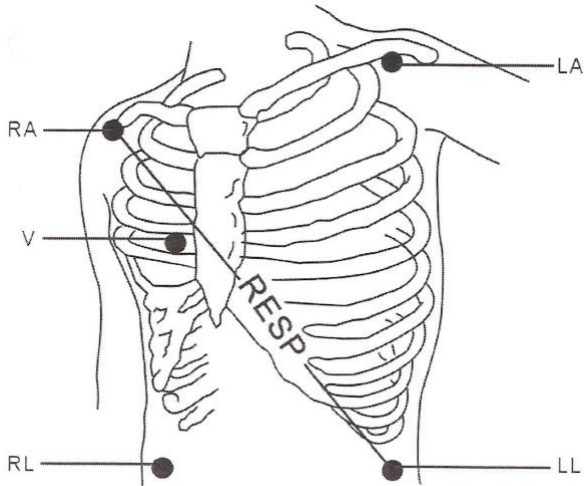
Standart ekstremitte derivasyonları (D), DI (LA-RA), DII (LL-RA) ve DIII (LL-LA) olarak bilinir. Anestezide en çok tercih edilen derivasyonlardır. Hastanenin diğer kliniklerinde prekardiyal derivasyonlar tercih edilir.



Şekil 4 Üç derivasyon EKG kablosu yerleşimi

3.1.1.2 Unipolar (Agumente) ekstremite derivasyonları: Ekstremitte elektrotları, merkezi bir elektrotta birleştirilerek ekstremiteler arasındaki potansiyel fark kaydedilir. Anestezide tercih edilen derivasyonlardan biridir. 5 (beş) derivasyonlu EKG monitörizasyonu, elde edilen bilgilerin güvenilirliğini artıracakı düşünülmektedir. Elektrot yerleşimi şöyledir:

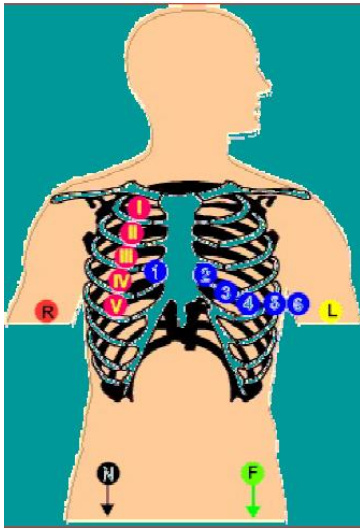
- AVR (RA) sağ kol elektrodu: Sağ omuzun yanına, köprücük kemiğinin hemen altına,
- AVL (LA) sol kol elektrodu: Sol omuzun yanına, köprücük kemiğinin hemen altına,
- AVF (LL) sol bacak elektrodu: Sol hipogastrium üzerine,
- RL sağ bacak elektrodu: Sağ hipogastrium üzerine,
- V (prekordiyal) elektrodu: Göğse yerleştirilir



Şekil 5 Standart ve unipolar derivasyon göstergeleri

3.1.1.3 Prekardiyal Derivasyonlar: Poliklinik ve hastanelerin kliniklerinde en çok tercih edilen derivasyondur. Derivasyonlara göre elektrodun yerleşimi şöyledir:

- V1. Sternum kenarında sağda 4. interkostal aralık,
- V2. Sternum kenarında solda 4. interkostal aralık,
- V3. V2 ve V4 ortası,
- V4. Ortaklavikular hatta 5. interkostal aralık,
- V5. Sol ön aksiler hatta V4 hizası,
- V6. Sol orta aksiler hatta aynı hizada



Şekil 6 Prekardiyal derivasyon noktaları

3.1.2 AHA ve IEC renk standartları

“AHA” (Amerika Renk Standardı) ve “IEC” (Avrupa Elektroteknikal Birliği)’nin yapmış olduğu standartlara göre EKG kablosu (lid teli) renkleri ve derivasyonlar kodlanmıştır.

AHA standardı renk kodları		IEC standardı renk kodları	
Etiket	Renk	Etiket	Renk
RA	Beyaz	R	Kırmızı
LA	Siyah	L	Sarı
LL	Kırmızı	F	Yeşil
RL	Yeşil	N	Siyah
V	Kahverengi	0,1°C (sıfır noktası)	Beyaz

Tablo : Renk ve Derivasyon Standartları

3.2 Arteriyel Kan Basıncı (TA –Tansiyon)

Arterlerdeki kanın damar duvarına yapmış olduğu basınca “tansiyon=kan basıncı” denir. Kan basıncı ölçümü invaziv (direkt) ve noninvaziv (endirekt) olarak yapılabilmektedir. İndirekt ölçüm yöntemlerinde,

- Oskültasyon
- Palpasyon
- Arteriyel tonometri
- Pletismografi yöntemleri
- Dopler propu
- Osilometrik yöntem

Kullanılmaktadır.

İnvaziv (direkt) ölçüm ise bir arter içine yerleştirilen kanül yardımı ile yapılmaktadır. Her iki ölçüm yöntemi ile TA monitörizasyonu yapılabilmektedir. Monitör göstergesinde noninvaziv ölçüm “NIBP”, invaziv ölçüm “IBP” olarak ifade edilmektedir.



Şekil 5.1 Tansiyon Aleti

3.2.1 Tansiyon Aleti

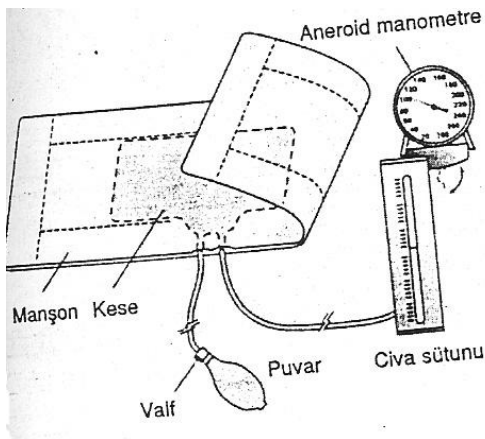
Tansiyon aleti (sfigmomanometre), arteriyel sistolik ve diyastolik kan basıncının endirekt olarak ölçülmesinde kullanılır. Sistolik ve diyastolik basınçların izlenmesi kalbin canlılığı, pompalama etkinliği ve dolaşım sistemi hakkında bilgi verir.

Ekstremitedeki arteriyel kan akımı dışarıdan uygulanan bir basınçla durdurulur. Dışarıdan uygulanan basınç azaltıldığında nabız seslerinin (korotkof sesleri) oluşmasıyla kan akımı yeniden başlar. Sesin başladığı nokta sistolik basıncı (SBP), seslerin zayıflayıp kesildiği nokta ise diyastolik basıncı (DBP) gösterir. Nabız basıncı sistolik ve diyastolik basınç arasındaki farktır. Ortalama arteriyel basınç ise, nabız atışları arasındaki basınçların zaman ağırlıklı ortalamasıdır. Kan basıncı daima mmHg (milimetre cıva) olarak belirtilir.

Kan basıncını ölçmek için çeşitli tiplerde aletler kullanılır. Cıvalı aletler en güvenilir ölçümü yapar. Manometreli (anoroid) tansiyon aletleri pratiktir. Ayrıca koldan ve bilekten ölçüm yapan tansiyon aletleri de vardır.

Tansiyon ölçümünün genel prensibi hangi tipte olursa olsun aynıdır. Tansiyon aletleri 3 (üç) bölümden oluşur.

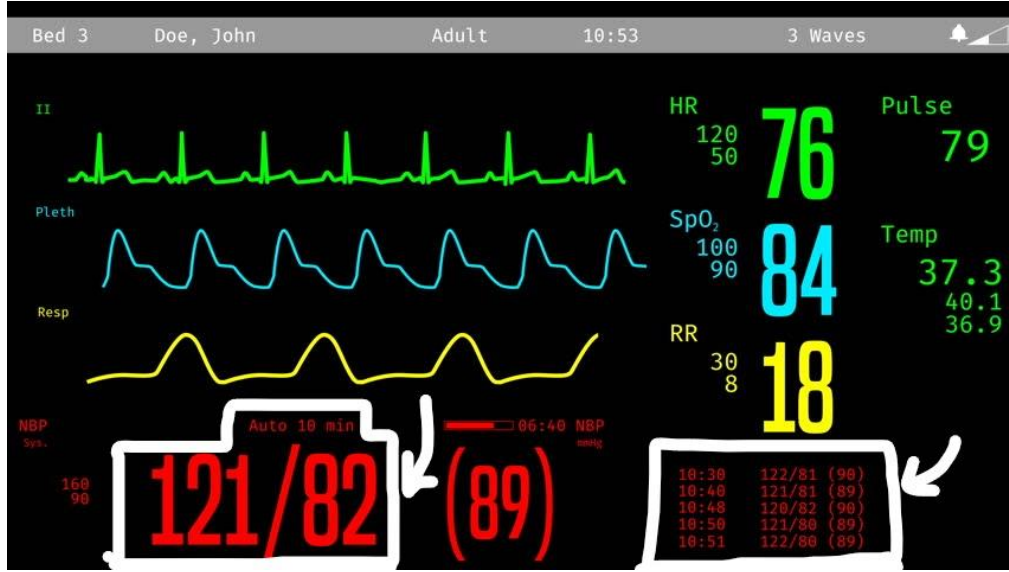
- **İçine hava pompalanan manşon ve manşon içerisinde kauçuk kesedir**



Şekil 5.2 Tansiyon aleti bölümleri

- **Hava pompalamayı sağlayan sistem;** cıvalı ve manometreli tansiyon aletlerinde bir lastik boruyla manşona bağlı olan, sıkıp bırakmakla dış ortamdaki havayı manşona gönderen lastik puvar veya monitörle manşon arasında bağlantı sağlayan lastik boru (NIBP kablosu). Manşona gönderilen havanın akışını ayarlamaya yarayan açma kapama valfi veya elektronik tansiyon aletlerinde verilen komutla harekete geçen mekanizma bulunur.
- **Kan basıncı değerini okumaya yarayan gösterge:** Cıvalı aletlerde cıva sütunu, manometreli aletlerde ortasında ibre bulunan gösterge, elektronik aletlerde sayısal gösterge bulunmaktadır.

Hasta takibinin sürekli olarak yapıldığı anestezi, yoğun bakım ve acil servisler gibi yerlerde otomatik kan basıncı monitörleri kullanılmaktadır. Otomatik kan basıncı monitörleri (dinamap sistemi); manşonu arterden kan akımını engelleyecek şekilde şişirilen, aletin içindeki bir pompa ile kullanıcı tarafından belirlenen aralıklarla şişirilen, sistolik, diyastolik, ortalama kan basınçlarını ve nabız sayısını gösteren özelliklere sahiptir. Bu özellik hastabaşı monitörlerine eklenerek diğer vital bulgu parametreleriyle birlikte kullanılmaktadır.



Şekil 5.3 Noninvaziv kan basıncı göstergesi (NIBP)

Kan basıncı ölçümlerinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Monitör izleminde osilasyon yöntemi kullanılır. Stetoskop yerine manşonda bulunan diyast adı verilen bir çeşit algılayıcı stetoskop bulunur ve bu algılayıcının ölçüm sırasında algıladığı değerler monitör ekranında görülür (Gösterge manometresi yerine ise monitörde ayarlanan basınç aralıklarını ve kan basıncını gösteren elektronik göstergesi mevcuttur.

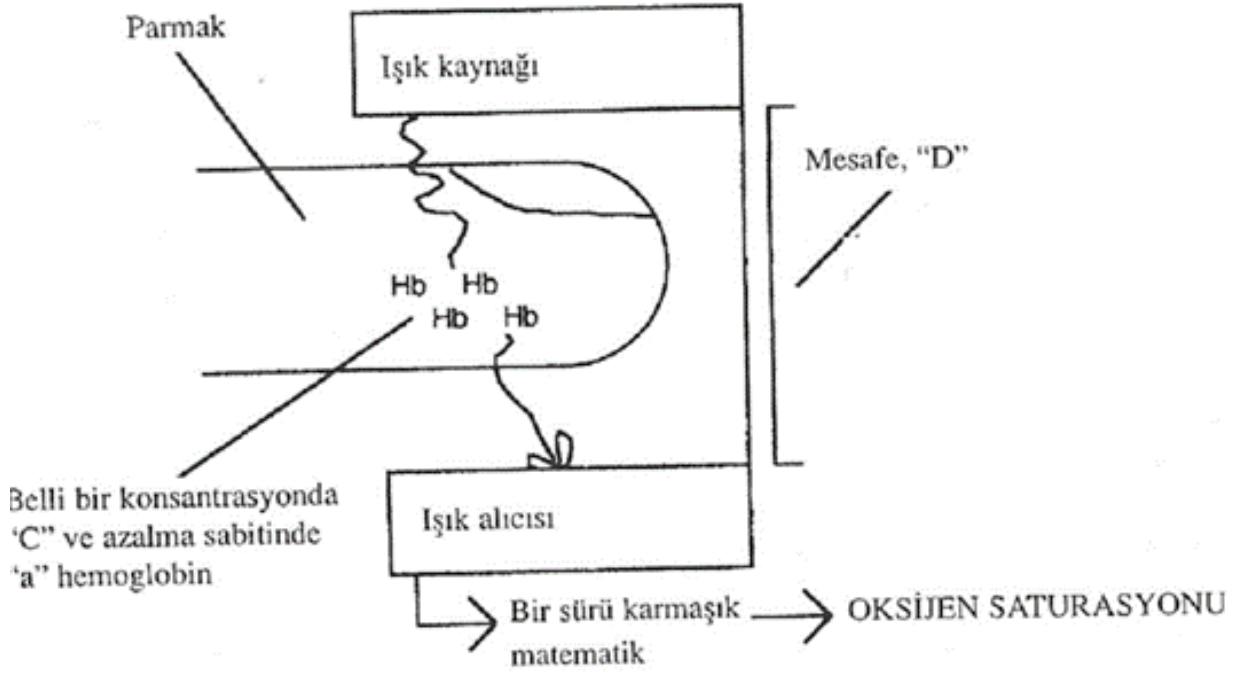
3.3 Oksijen Satürasyonu

Arteriyel kandaki oksijene doymuş hemoglobine oksijen satürasyonu denir. Pulse oksimetre ise periferik arteriyel kandaki oksijen satürasyonunu noninvaziv olarak ölçen cihaza denir. Pulse oksimetre, tek başına kullanıldığı gibi hastabaşı monitörlerinden de izlenebilmektedir.



Şekil 6.1 Pulse oksimetre cihazı

Oksihemoglobin (oksijenle birleşmiş hemoglobin), redükte (serbest) hemoglobine göre kırmızı ışığı az, kırmızı ötesi ışığı daha fazla absorbe (emer) eder. Pulse oksimetre oksihemoglobin ile redükte hemoglobinin absorbe ettikleri kırmızı ve kırmızı ötesi ışınları oranını bir algılayıcı (mikropresesör) yardımıyla analiz eder.



Şekil 6.2 Pulse oksimetrenin ölçüm mekanizması

Normal koşullarda O₂ satürasyonu %100'e yakındır. İyi gaz değişimi olan kişide O₂ satürasyonu %97 ile % 100 arasındadır. SpO₂ düzeyi %90'ın altına düştüğünde hipoksiden söz edilir. Satürasyon ve oksijen parsiyel basıncında meydana gelen düşüşler aynı paralelde olmaz. Örneğin satürasyon %95 olduğunda PaO₂ 65 mm. Hg'dan daha düşüktür.

İntraoperatif monitörizasyonda pulse oksimetre kullanılarak oksijen satürasyonunun sürekli ölçümü zorunludur.

Pulse oksimetre;

- Anestezi sonrası bakım üniteleri,
- Yoğun bakım üniteleri,
- Acil birimlerinde,

standart olarak kullanılmaktadır.

3.3.1 Pulse Oksimetre Cihazının Uygulandığı Yerler

Hastaların oksijen satürasyonunun değerlendirilmesi amacıyla iyi perfüze olan;

- El parmağı
- Ayak parmağı
- Burun bölgesi
- Alın bölgesi
- Kulak memesinde

Kullanılmaktadır.



Şekil 7.1 Çok kullanımlık prob



Şekil 7.2 Tek kullanımlık prob



Şekil 7.3 Silikon Prob

3.4 Vücut Isısının Monitörizasyonu

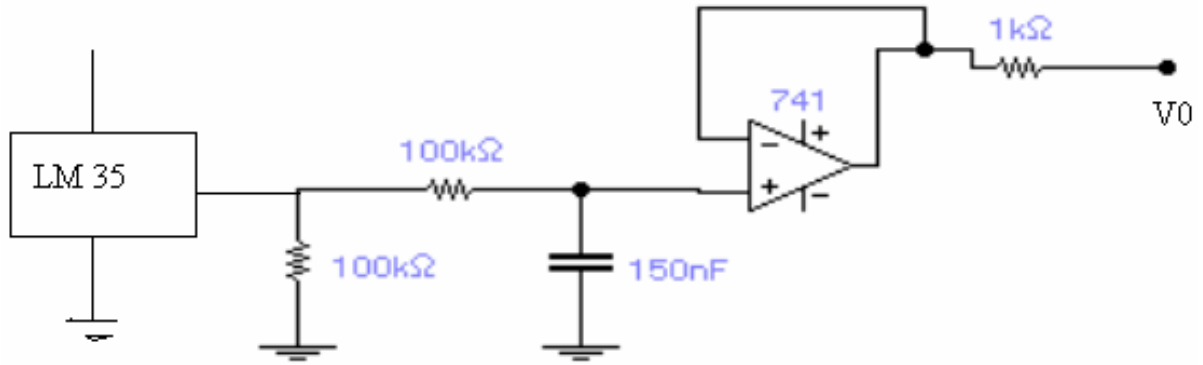
Anestezi uygulamalarında çeşitli nedenlere bağlı olarak hastaların vücut ısılarında değişiklikler görülebilmektedir. Operasyon sırasında, ameliyathane, uyanma odası ve yoğun bakımdaki hastaların ısıları kolaylıkla düşebilir ve yükselebilir. Hipotermi veya maling hiperterminin fark edilebilmesi için vücut ısısının takip edilmesi gereklidir.

Takip amacıyla hastanın vücut ısı; özefageal, rektal, nazofaringeal, timpanik, mesane, kas ve ciltten ısıölçerler ile ölçülebilmektedir. Isı propunun monitöre ilave edilmesiyle monitörden ısı takibi yapılabilmektedir.



Şekil 8.1 Isı probu

Vücut sıcaklığının ölçümünde sıcaklık algılayıcı transdüser kullanılır. Transdüser çıkışından alınan elektriksel işaret önce belli oranda yükseltilir. Çünkü çok küçük bir değerdir. Daha sonra filtrelenerek işaretin işlenmesinde istenen frekans bandı ayarlanır. Bu ana kadar analog olan sinyalin belli zaman aralıklarında örneği alınır. Bu işlem için sample/hold devreleri kullanılır. Sample/ hold işlemi analog işareti dijitale çevirmek için ilk basamaktır. Daha sonra işaret analog dijital çeviriciyle dijitale çevrilir.



Burada ise farklı bir yöntem kullanılmaktadır. Sıcaklık algılayıcı transdüser olarak LM35 kullanıldı. Bu transdüser biomedikal cihazlarda kullanılan özel bir transdüserdir. LM 35'ten alınan elektriksel değer ise T1061 op-ampının girişine verilerek bir miktar yükseltilir.

3.5 Solunum Moniörizasyonu

Günümüzde kullanılan ventilatörlü anestezi cihazları üzerinde bulunan havayolu monitörü ve hastaya verilen gazların ölçümünü yapan gaz monitörleri tek bir monitörde birleştirilmiştir.

Tüm göstergeler cihaz açılınca otomatik olarak kalibre olmaktadır. O₂, N₂O ve anestezi gaz konsantrasyonları tek bir hat ile ölçülebilmektedir. Monitörden havayolu basıncı, CO₂, ekspirasyon akışı ve anestezi ajan eğrileri izlenebilmektedir.

Cihazdan aşağıdaki parametreler gözlenebilmektedir.

- Havayolu basıncı grafiği
- Akış grafiği
- Ekspirasyon dakika volüm eğimi
- Tidal volüm
- Dakika volümü
- Zirve, ortalama, plato ve PEEP basınçlarının göstergeleri

Hava yolu monitörizasyonu bağlantısının yapılabilmesi için respiratör veya anestezi cihazına gereksinim vardır. Genellikle hastanın genel anestezi altında, kontrollü veya asiste solunuma ihtiyaç duyarak cihaza bağlanması gereklidir. Hastanın düzelme aşamasında spontan solunumun takibi de yapılabilmektedir.

Solunum sistemi monitörizasyonunda prekardiyal ve özefagial stetoskoplar da kullanılmaktadır.

BÖLÜM 4

ARDUINO

4.1 Arduino Tanımı

Arduino bir G/Ç kartı ve Processing/Wiring dilinin bir uygulamasını içeren geliştirme ortamından oluşan bir fiziksel programlama platformudur.

Arduino kartlarının donanımında bir adet Atmel AVR mikrodenetleyici (ATmega328, ATmega2560, ATmega32u4 gibi) ve programlama ve diğer devrelere bağlantı için gerekli yan elemanlar bulunur. Her Arduino kartında en azından bir 5 voltluk regüle entegresi ve bir 16MHz kristal osilator (bazılarında seramik rezonatör) vardır. Arduino kartlarında programlama için harici bir programlayıcıya ihtiyaç duyulmaz, çünkü karttaki mikrodenetleyiciye önceden bir bootloader programı yazılıdır.



Şekil 8 Arduino Logosu

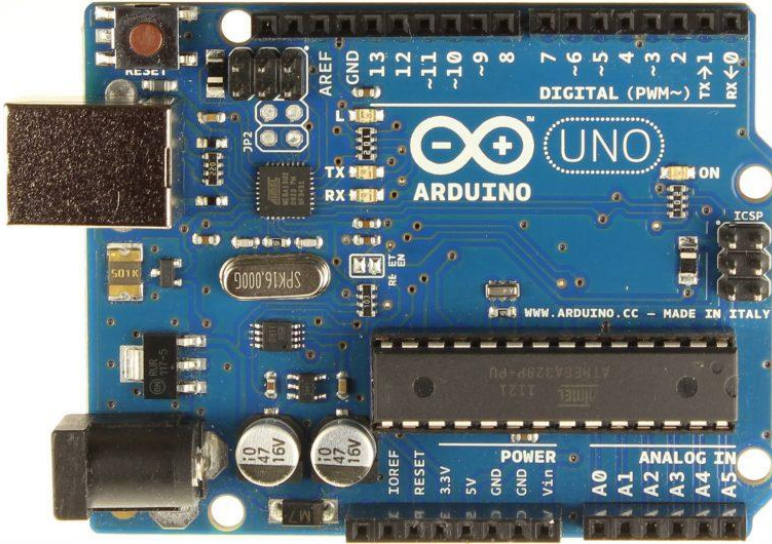
Genuino, Arduino 'nun kardeş markasıdır. Arduino 'nun eş kurucuları olan Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, ve David Mellis tarafından kurulmuştur. Birleşik Devletler dışında satılan Arduino ürünleri için kullanılan bir markadır. Genuino Uno, Genuino 101, Genuino Mega 2560, Genuino Zero ve Genuino Micro kartları bulunmaktadır. Bu kartlar ile Arduino versiyonları arasındaki tek fark marka ismindeki farklılıktır. Kartların bileşenleri ve özellikleri her birinin Arduino versiyonu ile aynıdır.

4.2 Arduino Bileşenleri

Arduino 'nun temel bileşenleri: Arduino geliştirme ortamı (IDE), Arduino bootloader (Optiboot), Arduino kütüphaneleri, AVR Dude (Arduino üzerindeki mikrodnetleyici programlayan yazılım) ve derleyiciden (AVR-GCC) oluşur.

Arduino yazılımı bir geliştirme ortamı (IDE) ve kütüphanelerden oluşur. IDE, Java dilinde yazılmıştır ve Processing adlı dilin ortamına dayanmaktadır. Kütüphaneler ise C ve C++ dillerinde yazılmıştır ve AVR-GCC ve AVR Libc. ile derlenmiştir. Arduino kaynak kodlarına buradan ulaşabilirsiniz. Optiboot bileşeni Arduino 'nun bootloader bileşenidir. Bu bileşen, Arduino kartlarının üzerindeki mikrodnetleyicinin programlanmasını sağlayan bileşendir.

Arduino 'nun bu kadar çok tercih edilmesini sağlayan en önemli bileşen ise mikrodnetleyici konusunda detaylı bilgi sahibi olmayı gerektirmeden herkesin programlama yapabilmesini sağlayan Arduino kütüphaneleridir. Arduino kütüphanelerinin bir listesine buradan ulaşabilirsiniz. Arduino kütüphaneleri, geliştirme ortamı ile birlikte gelmekte ve "libraries" klasörünün altında bulunmaktadır. Kodları inceleyerek mikrodnetleyicilerin nasıl programlandığını ve kütüphanelerin yapısını görmeniz mümkündür. Son olarak AVR Dude bileşeni ise derlenen kodları programlamak için kullanılır.



Şekil 9 ATmega328 işlemcili temel arduino

Şekil ATmega328 işlemcili temel arduino

4.3 I2C Haberleşme Protokolü

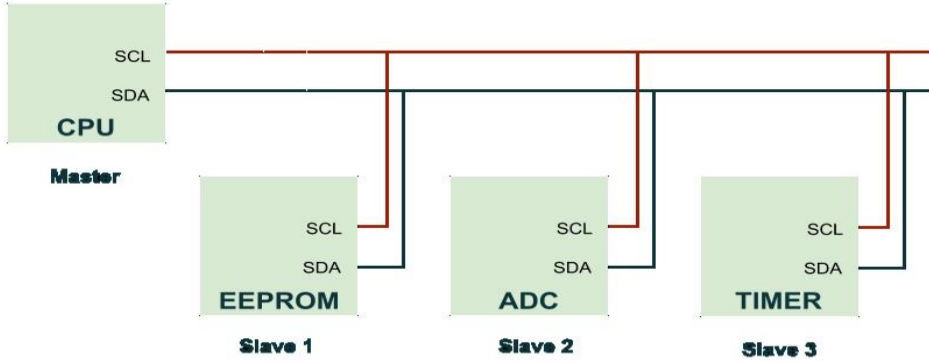
İşlemci ve mikrodnetleyiciler, aynı veri yolu (bus) üzerinden, birden çok çevre birimiyle (peripheral) haberleşebilmelidir. Çevre birimlerine örnek olarak, EEPROM, Analog Sayısal Dönüştürücü (ADC), LCD sürücü ve zamanlayıcı (Real Timer) aygıtlarını gösterebiliriz. Ayrıca başka işlemciler de çevre birimi olabilmektedir.

Aynı veri yolu birden çok birim tarafından kontrollü bir şekilde paylaşılmalı ve iletişim kurulacak çevre birimi, işlemci tarafından, herhangi bir yöntemle seçilebilmelidir. Bu seçim ayrı bir adres yolu üzerinden yapılabilir. Fakat bu durumda işlemcinin, normalde başka amaçlarla kullanabileceği bazı uçların, sadece adresleme için tahsis edilmesi zorunluluğu ortaya çıkacaktır. Ayrıca bu adres yolları sebebiyle, PCB'nin karmaşıklığı da artacaktır.

Yukarıda bahsettiğimiz dezavantajları gidermek için Philips, yakın mesafelerde düşük band genişliği ile çalışan, 2 kablolu (2 Wired), I2C protokolünü geliştirmiştir. I2C protokolü, biri clock diğeri de veri olmak üzere 2 adet iletişim kanalına sahiptir. Bu kanallar, SCL (Serial Clock) ve SDA (Serial Data) olarak isimlendirilmektedir. SDA veri iletişimi için kullanılmakta, SCL ile ise gönderen ve alan taraflar veri senkronizasyonunu sağlamaktadır.

SDA ve SCL veri yolları üzerinde birçok aygıt bulunabilir. Bu aygıtlar, düğümleri (node) oluşturmaktadır. İletişimi başlatan taraf (CPU, mikrodnetleyici) master, karşı taraf ise slave olarak isimlendirilir. SCL master'ın kontrolündedir ancak slave de, ihtiyaç halinde, SCL'deki elektriksel seviyeyi değiştirebilmektedir.

Slave aygıtlar genel olarak, bir bölümü sabit değerleri ise programlanabilen 7 bit'lik adreslere sahiptir. Örneğin, ilk 4 bit üretim aşamasında belirlenirken diğer 3 bit ise elektriksel olarak programlanabilir. Bu kullanıma ileride değineceğiz. Master, bu adres üzerinden slave aygıtı ulaşabilmektedir. Adresleme, veri transferinde olduğu gibi, SDA üzerinden seri biçimde olmaktadır. I2C, standard 100kHz, fast 400kHz ve high speed 3.4MHz olmak üzere 3 farklı hızı desteklemektedir.



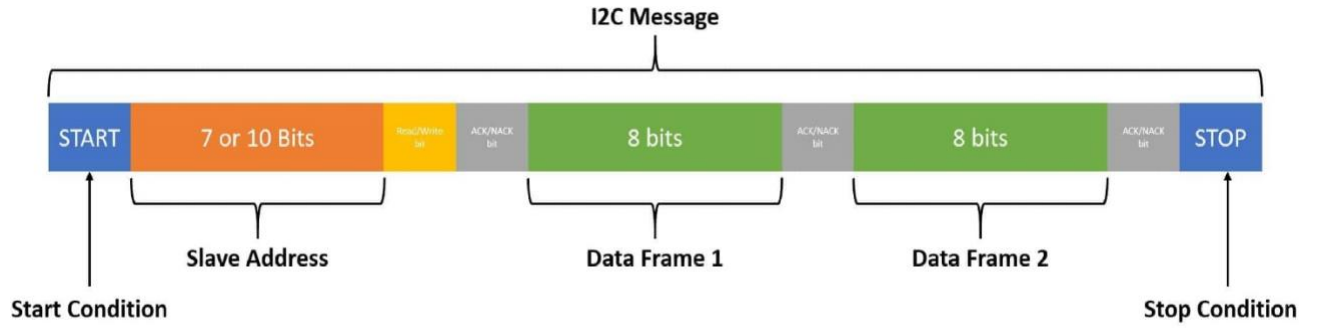
Şekil 10 Örnek bir I2C haberleşme diyagramı

Veri transferi sırasında, SDA hattındaki verinin, SCL lojik 0 iken değişmesi ve 1 iken değişmemesi gerekmektedir. SCL lojik 0'dan 1'e geçerken (yükselen kenar) veri örneklenmektedir. Bu sebeple SCL lojik 1 iken SDA'nın lojik seviyesinin değişmesi, iletişimin başlatılması ve sonlandırılması gibi, özel anlamlara gelmektedir.

IC2 üzerindeki iletişim 8 bit'lik paketler şeklindedir, sonrasında alıcı taraf 9.bit olarak bir onay biti (ACK/NACK) göndermektedir. Lojik 0 ACK, lojik 1 ise NACK anlamına gelmektedir. ACK ve NACK master ve slave için aşağıdaki anlamlara gelmektedir.

Eğer veriyi gönderen taraf master ve alıcı slave ise, slave tarafından gönderilen ACK verinin doğru bir şekilde alındığını, NACK ise bir problem olduğunu gösterir. Veriyi gönderen taraf slave ise, master yeni bir veri paketi talep ediyorsa ACK, etmiyorsa NACK gönderir ve sonrasında iletişimi sonlandırır. Buradaki NACK biti bir probleme işaret etmemektedir.

Master ve slave arasında 1 byte'lık alışveriş sırasında, SDA üzerinden, gidip gelen veri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 11 SDA üzerinden gönderilen-alınan veri

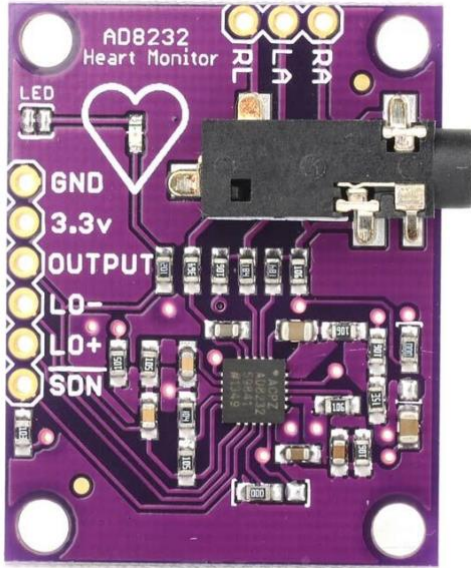
BÖLÜM 5

PROJE TASARIMI

Bu projede AD8232, LM35, MAX30100 sensörleri, Arduino Donanımı ve Visual Studio grafik ara yüzü olmak üzere 5 kısımdan oluşmuştur. Tasarım adımları, kullanılan devre elemanları ve tasarımları bu bölümde anlatılacaktır.

5.1 AD8232 Sensörü

AD8232 sensörü EKG modülünün temel bileşeni olan AD8232 analog IC kullanır. Bu çip, gürültülü koşullarda küçük biyo-potansiyel sinyalleri üzerinde ekstraksiyon, amplifikasyon ve filtreleme gibi üç fonksiyonu yerine getirir. Filtrelenen son sinyal, kalbin elektriksel aktivitesini temsil eden, kalbin Elektrokardiyogramının (EKG) görüntülenmesini sağlar.



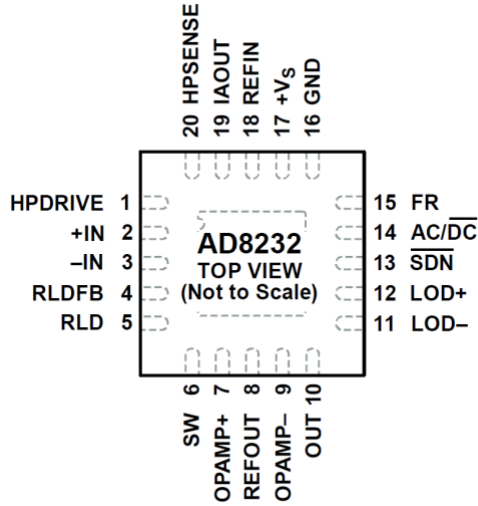
Şekil 121 ad8232 sensörü



Şekil 13 ad8232 sensörünün probları

Şekil 1 ad8232 sensörü şekil 2 ad8232 sensörünün probları

5.1.1 Pin Konfigürasyonu ve işlevleri



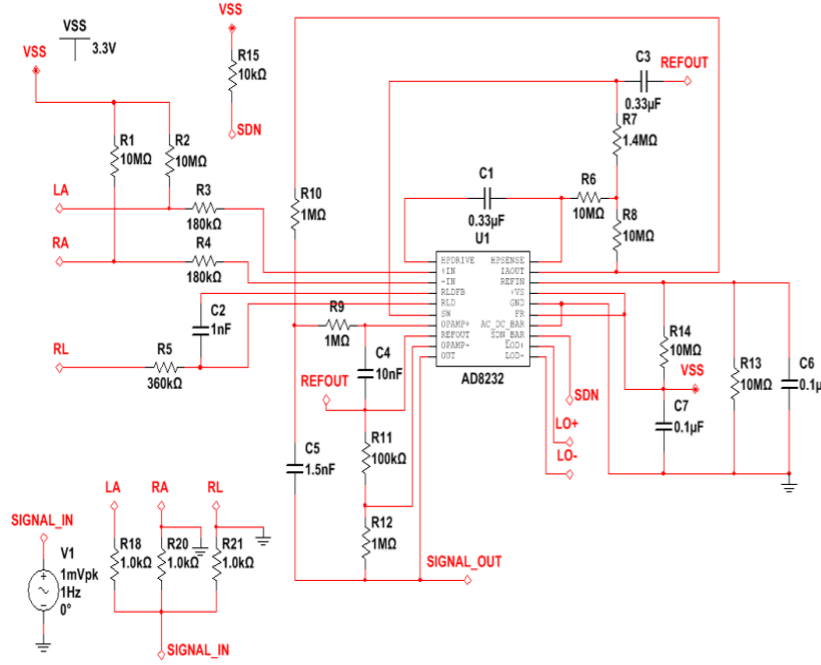
Şekil 14 ad8232'nin pin konfigürasyonu

Şekil ad8232'nin pin konfigürasyonu

PIN		TANIM
İSİM	NO	
HPDRIVE	1	Yüksek Geçişli Sürücü Çıkışı. İlk yüksek geçişli filtrede HPDrive'ı kapasitöre bağlayın. AD8232, HPSense'yi referans voltajı olarak aynı seviyede tutmak için bu pimi kullanır.
+IN	2	Wilson Referans Çıkışı veya Analog PACE Kanal Çıkışı
-IN	3	Enstrümantasyon amplifikatörü negatif giriş. - genellikle sağ kol (RA) elektrotuna bağlanır.
RLDFB	4	Sağ bacak tahrik geribildirim girişi. RLDFB, sağ bacak tahrik devresi için geri besleme terminalidir.
RLD	5	Sağ bacak tahrik çıkışı. Tahrikli elektrotu (tipik olarak, sağ bacak) RLD pimine bağlayın.
SW	6	Hızlı geri yükleme anahtarı terminali. Bu terminali, ikinci yüksek geçişli filtrenin çıkışına bağlayın.
OPAMP+	7	Operasyonel Amplifikatör Noninverting Girişi.
REFOUT	8	Referans tampon çıkışı. Enstrümantasyon amplifikatörü çıkışı bu potansiyele başvurulur. Bir sinyal referansına ihtiyaç duyan devredeki herhangi bir nokta için Refout'u sanal bir toprak olarak kullanın.
OPAMP-	9	Operasyonel amplifikatör ters giriş.
OUT	10	Operasyonel amplifikatör çıkışı. Tamamen şartlandırılmış kalp atış hızı sinyali bu çıktıda bulunur. Bir ADC'nin girişine bağlanabilir.
LOD-	11	Karşılaştırmacı çıkışından çıkar. DC'de Tespit Ayarları'nda, elektrotun bağlantısının kesildiğinde düşük olduğunda LOD- yüksektir ve bağlı olduğunda düşüktür. AC'lerde algılama modundan çıkar, LOD- her zaman düşüktür.
LOD+	12	Karşılaştırmacı çıkışından çıkar. DC'de Tespit Modu'ndaki LOD +, + elektrotun bağlantısı kesildiğinde LOD + yüksektir ve bağlı olduğunda düşüktür. AC yol açar Algılama modunda, LOD + yüksektir.
SDN	13	Kapatma kontrol girişi. Düşük güç kapatma modunu girmek için SDN'yi düşük güce alın.
AC/DC	14	Hızlı geri yükleme kontrol girişi. Hızlı Kurtarma Modunu Etkinleştirmek için FR Yüksek Sürün; Aksi takdirde, düşük moda alın.
FR	15	Hızlı Geri Yükleme Kontrol Girişi. Hızlı kurtarma modunu etkinleştirmek için FR yüksek sürücü; aksi takdirde, düşük sürücü.
GND	16	Güç Kaynağı Toprak.
+VS	17	Güç Kaynağı Terminali.
REFIN	18	Referans Tampon Girişi. Referans tamponunun seviyesini ayarlamak için yüksek empedanslı bir giriş terminali olan REFİN'İ kullanın.
IAOUT	19	Enstrümantasyon amplifikatör çıkış terminali.
HPSENSE	20	Enstrümantasyon amplifikatörü için yüksek geçişli duyu girişi. HPSENSE'İ, dc engelleme devresinin köşe frekansını ayarlayan R ve C jonksiyona bağlayın.
EP		Maruz kalan ped. Maruz kalan ped'i GND'ye bağlayın veya bağlantısız bırakın.

Şekil pin işlevleri

5.1.2 Devre Şeması



Şekil 15 AD8232 devre şeması

Şekil AD8232 devre şeması

5.1.3 Blok Diyagramı

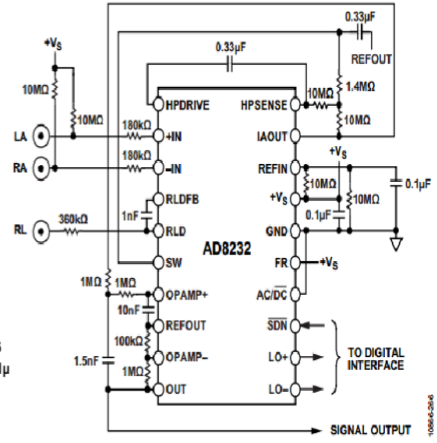
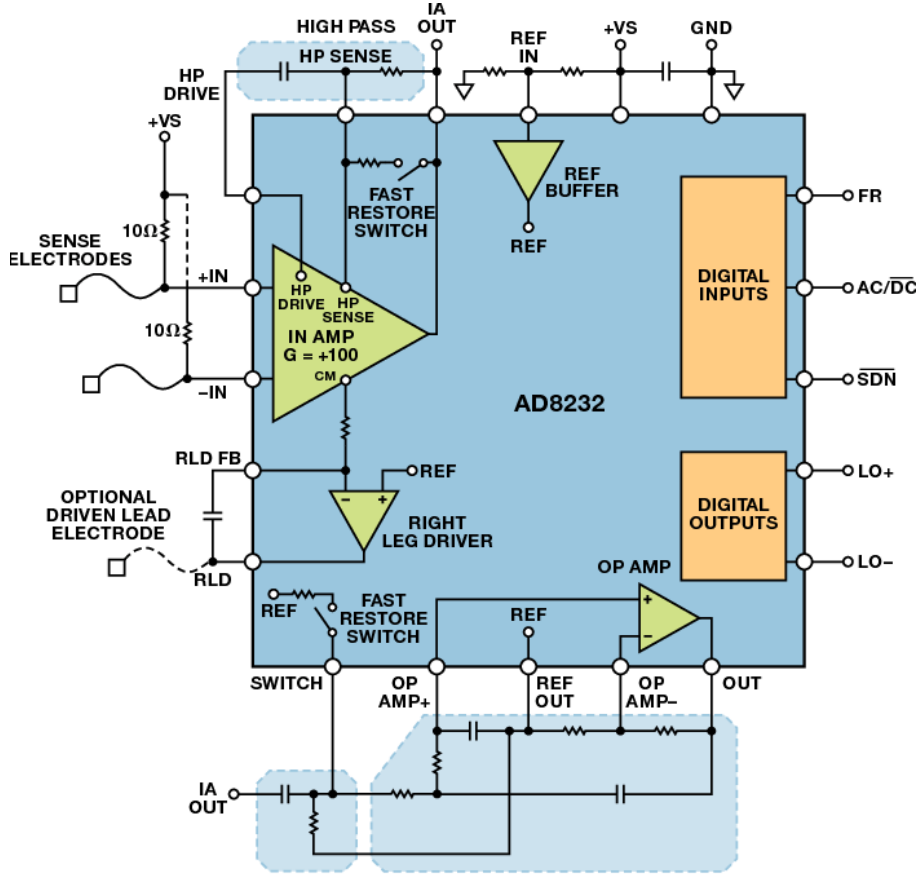


Figure 66. Circuit for ECG Waveform Monitoring



Şekil 16 ad8232 blok diyagramı

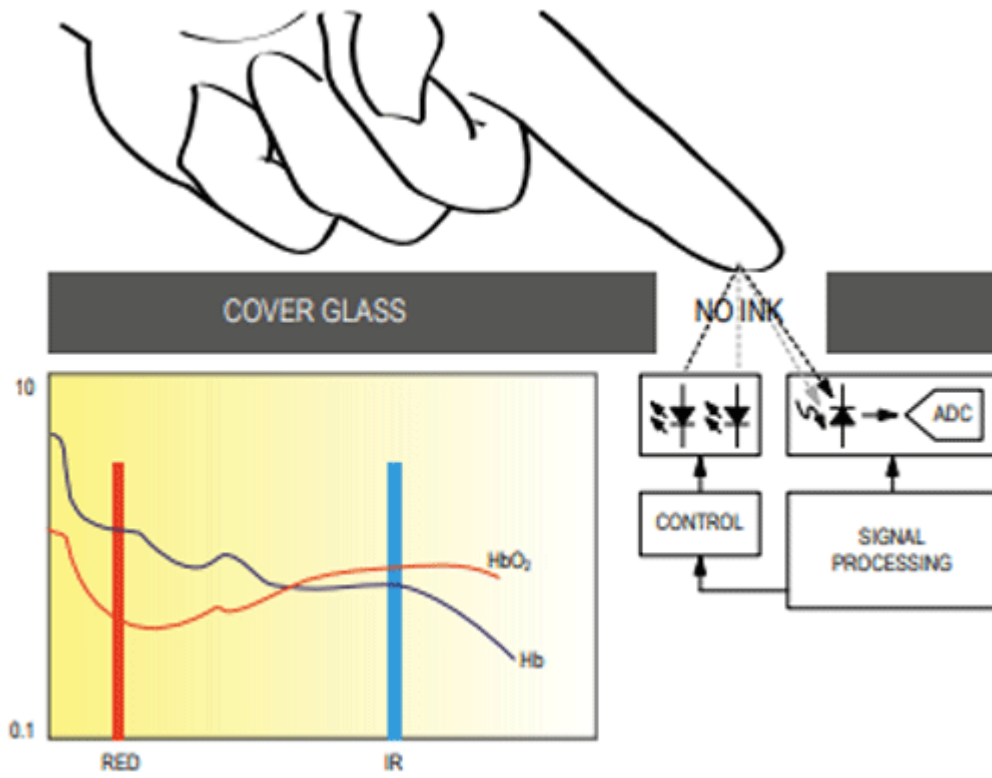
5.2 MAX30100 Sensörü

Bu ürün Maxim'in MAX30100 entegre nabız oksimetresi ve kalp atış hızı sensörü taşır. Okunan değerleri iki LED'ten (kırmızı ve kızıl ötesi) iki dalga boyundaki ışığı yayarak alan optik bir sensördür ve bir fotodetektöre karşı kan dolaşımında emilimini ölçer.

Sensör, 660 nm dalga boyunda tek renkli kırmızı ışık ve 940 nm dalga boyunda kızılötesi ışık yayan bir çift Işık yayan diyottan oluşur. Bu dalga boyları özellikle seçilmiştir, çünkü bu dalga boyunda oksijenli ve oksijeni alınmış hemoglobinin çok farklı absorpsiyon özelliklerine sahiptir. Bu spesifik dalga boylarına maruz kaldığında HbO₂(oksijenli Hb) ve Hb(deoksijenli Hb) arasında bir fark olduğu görülebilir.

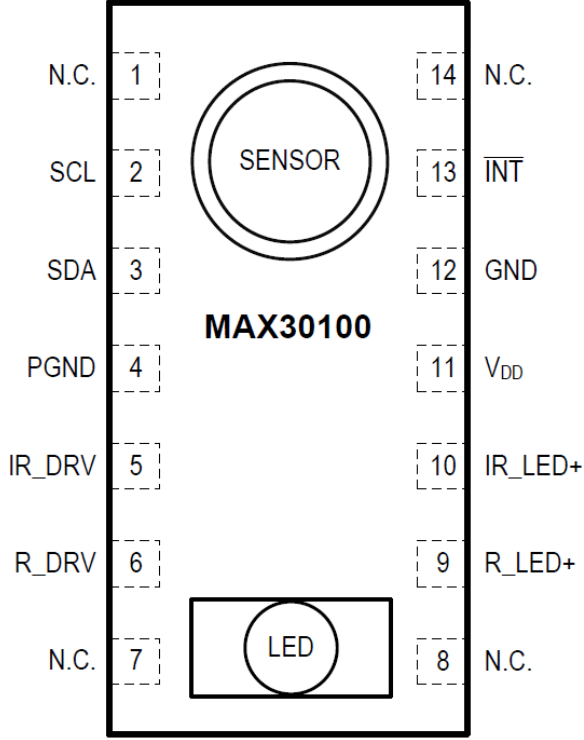


Şekil 17 MAX30100 sensörü



Şekil 18 MAX30100 çalışma mantığı

5.2.1 Pin Konfigürasyonu ve İşlevleri

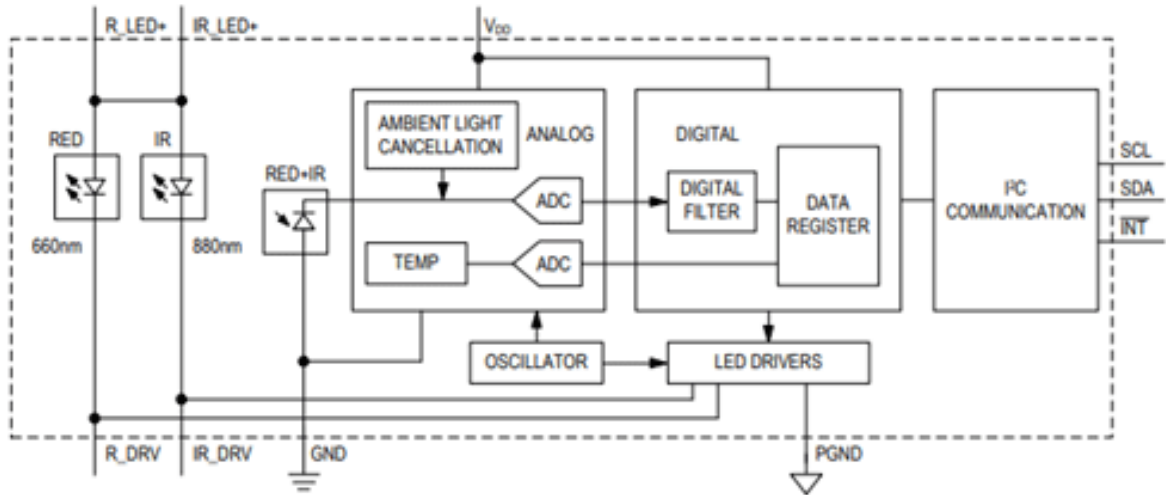


Şekil 19 MAX30100 Pin Konfigürasyonu

PİN	İSMİ	FONKSİYONU
1,7,8,14	N.C.	Bağlantı yok. Mekanik stabilite için PCB pedine bağlanın.
2	SCL	I2C Clock girişi
3	SDA	I2C Clock Verileri, İki Yönlü (Açık Drenaj)
4	PGND	LED Sürücü Bloklarının Güç Toprağı
5	IR_DRV	IR LED Katodu ve LED Sürücü Bağlantısı Noktası. Devrede bağlantısız bırakın.

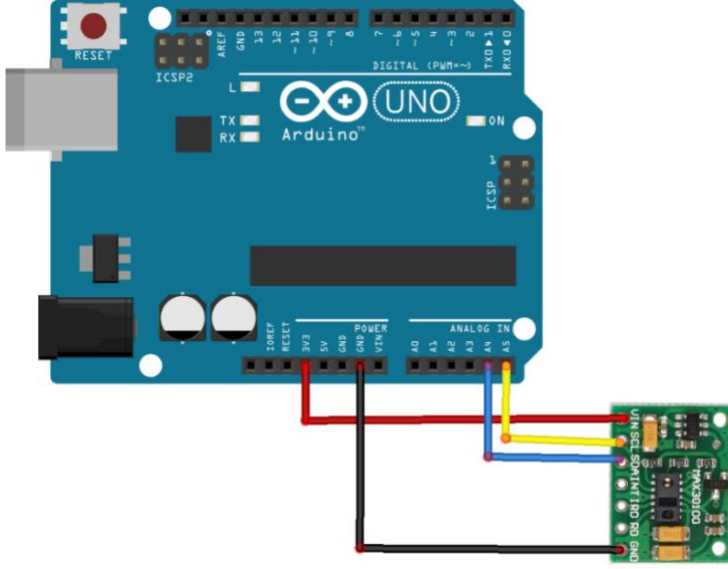
6	R_DRV	Kırmızı LED için güç kaynağı (anot bağlantısı). En iyi performans için PGND'ye atlayın. IR_LED + dahili olarak bağlı.
9	R_LED+	IR LED için güç kaynağı (anot bağlantısı). En iyi performans için PGND'ye atlayın. R_LED + için dahili olarak bağlı.
10	IR_LED+	IR LED için güç kaynağı (anot bağlantısı). En iyi performans için PGND'ye atlayın. R_LED + için dahili olarak bağlı.
11	VDD	Analog Güç Kaynağı Girişi. En iyi performans için gnd'ye geçer.
12	GND	Analog toprak.

5.2.2 MAX30100 Blok Diyagramı



Şekil 20 MAX30100 Blok Diyagramı

5.2.3 Arduino Bağlantısı



Şekil 21 MAX30100 Arduino Uno R3 bağlantısı

5.3 LM35 Sensörü

LM35 sensörü, analog olarak çıkış veren ve lineer çalışan bir sensördür. Lineer olması, her sıcaklık değerine karşılık analog voltaj üretmektedir. Ürettiği gerilim değeri 0 ile 5 V arasındadır. Sıcaklık ölçümü, LM35'in her bir santigrat dereceye karşılık 10mV değer üretmesi ile yapılmaktadır. Basit bir hesap ile analog olarak okuduğumuz değeri santigrata çevirebiliriz.

Analog pinden 0 ile 1023 arasında değer okuruz. Bu değer 0 ile 5 Volta karşılık üretilmektedir. Buradan;

$$0.00488 = 5/1024$$

0.488 mV her bir sayısal analog veriye karşılık gelmektedir.

Analog olarak okuduğumuz değeri 0.488 mV ile çarparsak sonuç olarak bize LM35'ten okuduğumuz mV değerini verecektir. Sıcaklık değeri için bir işlem daha yapılması gerek.

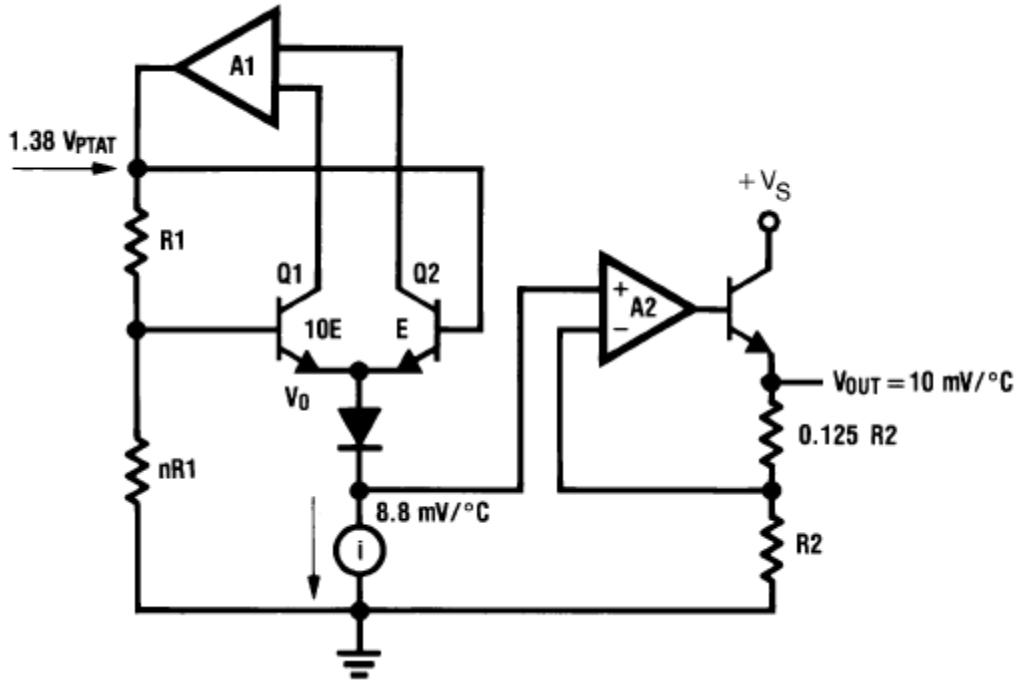
LM35, her bir santigrat için 10mV değer üretmektedir. Bunun için biz ölçtüğümüz mV değerini 10'a bölersek sonuç olarak santigrat cinsinden sıcaklık değerini bulmuş oluruz.

Şekil 22 LM35 sensörü

1	VCC	Tipik uygulamalar için giriş voltajı + 5V'dur
2	Analog Out	Her 1 ° C'nin yükselmesi için 10 mV'de artış olacak. -1V (-55 ° C) ila 6V (150 ° C) arasında değişebilir
3	Ground	Analog toprak.

Şekil pin isimleri ve anlamları

5.3.2 Blok Diyagramı



Şekil 24 LM35 Sensörünün blok diyagramı

5.3.3 Arduino Bağlantısı



BÖLÜM 6

ARAYÜZ TASARIMI VE KURULUM

6.1 Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio, Microsoft tarafından geliştirilen bir tümleşik geliştirme ortamıdır (IDE). Microsoft Windows, Windows Mobile, Windows CE, .NET Framework, .NET Compact Framework ve Microsoft Silverlight tarafından desteklenen tüm platformlar için yönetilen kod ile birlikte yerel kod ve Windows Forms uygulamaları, web siteleri, web uygulamaları ve web servisleri ile birlikte konsol ve grafiksel kullanıcı arayüzü uygulamaları geliştirmek için kullanılır.

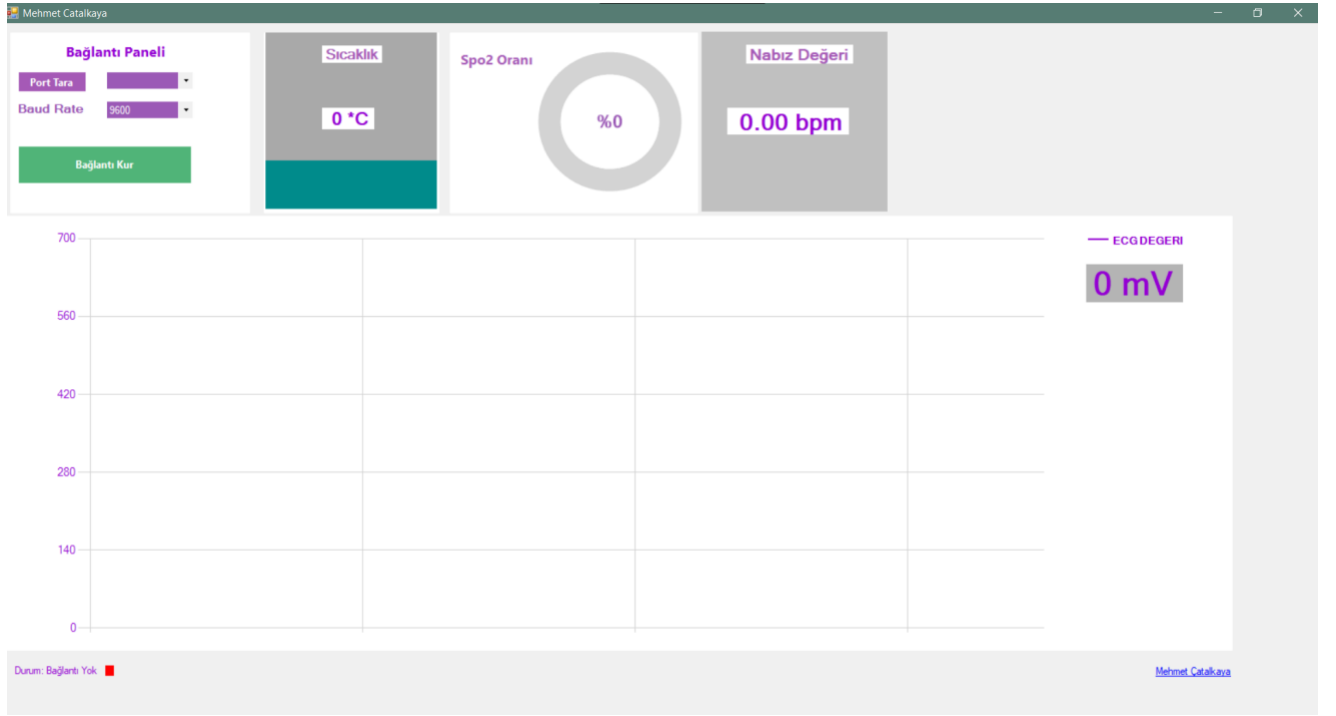
Hastabaşı Monitörü için arayüz Windows Application Form üzerinden C# dilinde tasarlandı. Serial Port üzerinden önceden atanmış tetikleyiciler ile veri gönderildi. Bu tetikleyici harfler aşağıdaki belirtilmiştir:

- S: Spo2 Oranı
- C: Sıcaklık
- E: EKG Değeri
- N: Nabız Değeri

```
Serial.print("S");  
Serial.println(pox.getSpO2());  
  
Serial.print("C");  
Serial.println(cel);  
  
Serial.print("E");  
Serial.println(ECG);  
  
Serial.print("N");  
Serial.println(pox.getHeartRate());
```

Şekil 26 Serial Porttan gönderilen veriler

6.2 Arayüz Tasarımı



Şekil 27 Visuaş Studio ile hazırlanmış arayüz tasarımı

6.3 Arduino Uno R3 Kurulum Kodu

```
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#define REPORTING_PERIOD_MS    500 // Millis() fonksiyonu için tekrarlama periyodu
```

```
int val;
```

```
int tempPin = 1;
```

```
uint32_t tsLastReport = 0;
```

```
PulseOximeter pox;
```

```
void setup(void)

{

    Serial.begin(115200);


    pinMode(10, INPUT);

    pinMode(11, INPUT);


    if (!pox.begin()) {

        // Deger okunamayınca serial port a bir şey yazmaz

        for(;;);

    }


    pox.setIRLedCurrent(MAX30100_LED_CURR_7_6MA); // MAX30100 Sensöründeki IR
    LED ohm değerini değiştir.


}


void loop(void)
```

```
{
```

```
val = analogRead(tempPin);
```

```
float mv = ( val/1024.0)*5000;
```

```
float cel = mv/10;
```

```
float farh = (cel*9)/5 + 32;
```

```
int ECG=analogRead(A0);
```

```
if((digitalRead(10) == 1)|| (digitalRead(11) == 1)){
```

```
//Eğer problardan herhangi biri takılı değilse ölçüm yapmaz
```

```
ECG=0;
```

```
}
```

```
pox.update();
```

```
if (millis() - tsLastReport > REPORTING_PERIOD_MS) { // MAX30100 sensörünün  
kütüphanesinde veri okunması için kullanılan döngü şekli.
```

```
Serial.print("S");
```

```
Serial.println(pox.getSpO2());
```



```
Serial.print("C");
```

```
Serial.println(cel);
```

```
Serial.print("E");
```

```
Serial.println(ECG);
```

```
Serial.print("N");
```

```
Serial.println(pox.getHeartRate());
```

```
tsLastReport = millis();
```

```
}
```

```
}
```

6.4 Microsoft Visual Studio Tasarım Kodu

```
Public Class Form1
```

```
Dim vpb_sy, vpb_ly As Integer
```

```
Dim Spo2L, ECGL, SicaklikL, NabizL As Integer
```

```
Dim Spo2, Sicaklik, ECGdegeri, Spo2sonuc, Sicakliksonuc, ECGsonuc, Nabiz, Nabizsonuc  
As String
```

```
Dim StrSerialIn, StrSerialInRam As String
```

```
Dim ChartLimit As Integer = 700
```

```
Private Sub Form1_Load(sender As Object, e As EventArgs) Handles MyBase.Load
```

```
Me.CenterToScreen()
```

```
ConnectionPanel.Focus()
```

```
CircularProgressBarSpeed.Value = 0
```

```
ComboBoxBaudRate.SelectedIndex = 0
```

```
For i = 0 To 1400 Step 1
```

```
ChartTemperature.Series("ECG DEGERI").Points.AddY(0)
```

```
If ChartTemperature.Series(0).Points.Count = ChartLimit Then
```

```
ChartTemperature.Series(0).Points.RemoveAt(0)
```

```
End If
```

Next

ChartTemperature.ChartAreas(0).AxisY.Maximum = 700

ChartTemperature.ChartAreas(0).AxisY.Minimum = 0

ChartTemperature.ChartAreas("ChartArea1").AxisX.LabelStyle.Enabled = False

End Sub

```
'===== Bağlantı Paneli  
====='
```

```
Private Sub ButtonScanPort_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles  
ButtonScanPort.Click
```

```
    ConnectionPanel.Focus()
```

```
    If LabelStatus.Text = "Durum : Bağlantı Kuruldu" Then
```

```
        MsgBox("Bağlantı Kuruluyor, Bağlantıyı Kes Portları Yeniden Tara",  
MsgBoxStyle.Critical, "Dikkat !!!")
```

```
        Return
```

```
    End If
```

```
    ComboBoxPort.Items.Clear()
```

Dim myPort As Array

Dim i As Integer

myPort = IO.Ports.SerialPort.GetPortNames()

ComboBoxPort.Items.AddRange(myPort)

i = ComboBoxPort.Items.Count

i = i - 1

Try

 ComboBoxPort.SelectedIndex = i

 ButtonConnect.Enabled = True

Catch ex As Exception

 MsgBox("Com portu bulunamadı", MsgBoxStyle.Critical, "Dikkat !!!")

 ComboBoxPort.Text = ""

 ComboBoxPort.Items.Clear()

 Return

End Try

ComboBoxPort.DroppedDown = True

End Sub

```
Private Sub ComboBoxPort_SelectedIndexChanged(sender As Object, e As EventArgs) Handles ComboBoxPort.SelectedIndexChanged
```

```
    ConnectionPanel.Focus()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub ComboBoxPort_DropDown(sender As Object, e As EventArgs) Handles ComboBoxPort.DropDown
```

```
    ConnectionPanel.Focus()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub LinkLabel_LinkClicked_1(sender As Object, e As LinkLabelLinkClickedEventArgs)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub ConnectionPanel_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles ConnectionPanel.Click
```

```
End Sub
```

```
Private Sub CircularProgressBarSpeed_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles  
CircularProgressBarSpeed.Click
```

```
End Sub
```

```
Private Sub BatteryVolt_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles  
BatteryVolt.Click
```

```
End Sub
```

```
Private Sub ChartTemperature_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles  
ChartTemperature.Click
```

```
End Sub
```

```
Private Sub LabelSpeed_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles  
LabelSpeed.Click
```

```
End Sub
```

```
Private Sub NabizDegeri_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles  
NabizDegeri.Click
```

```
End Sub
```

```
Private Sub PictureBoxBatteryFront_Click(sender As Object, e As EventArgs)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub BatteryPanel_Paint(sender As Object, e As PaintEventArgs) Handles  
BatteryPanel.Paint
```

```
End Sub
```

```
Private Sub ConnetionPanel_Paint(sender As Object, e As PaintEventArgs) Handles  
ConnetionPanel.Paint
```

```
End Sub
```

```
Private Sub ComboBoxPort_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles  
ComboBoxPort.Click
```

```
    If LabelStatus.Text = "Durum : Bağlantı Kuruldu" Then
```

```
        MsgBox("Bağlantı Kuruluyor, COM portunu değiştirmek için bağlantıyı kesin",  
MsgBoxStyle.Critical, "Dikkat !!!")
```

```
        Return
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub ComboBoxBaudRate_SelectedIndexChanged(sender As Object, e As  
EventArgs) Handles ComboBoxBaudRate.SelectedIndexChanged
```

```
    ConnectionPanel.Focus()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub ComboBoxBaudRate_DropDown(sender As Object, e As EventArgs) Handles  
ComboBoxBaudRate.DropDown
```

```
    ConnectionPanel.Focus()
```

```
End Sub
```



```
Private Sub ComboBoxBaudRate_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles  
ComboBoxBaudRate.Click
```

```
    If LabelStatus.Text = "Durum : Bağlantı Kuruldu" Then
```

```
        MsgBox("Bağlantı Kuruluyor, Baud Rate i değiştirmek için lütfen bağlantıyı kes",  
MsgBoxStyle.Critical, "Dikkat !!!")
```

```
    Return
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub ButtonConnect_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles  
ButtonConnect.Click
```

```
    ConnectionPanel.Focus()
```

```
    Try
```

```
        SerialPort1.BaudRate = ComboBoxBaudRate.SelectedItem
```

```
        SerialPort1.PortName = ComboBoxPort.SelectedItem
```

```
        SerialPort1.Open()
```

```
        TimerSerial.Start()
```

LabelStatus.Text = "Durum : Bağlantı Kuruldu"

ButtonConnect.SendToBack()

ButtonDisconnect.BringToFront()

PictureBoxConnectionStatus.BackColor = Color.Green

Catch ex As Exception

MsgBox("Lütfen Tekar Dene", MsgBoxStyle.Critical, "Bağlantı Hatası !!!")

End Try

End Sub

Private Sub ButtonDisconnect_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
ButtonDisconnect.Click

ConnectionPanel.Focus()

TimerSerial.Stop()

SerialPort1.Close()

ButtonDisconnect.SendToBack()

ButtonConnect.BringToFront()

LabelStatus.Text = "Durum : Bağlantı Kesildi"

PictureBoxConnectionStatus.Visible = True

```
PictureBoxConnectionStatus.BackColor = Color.Red
```

```
End Sub
```

```
Function MapBatt(ByVal X As Single, ByVal In_min As Single, ByVal In_max As Single,  
ByVal Out_min As Single, ByVal Out_max As Single) As Integer
```

```
Dim A As Single
```

```
Dim B As Single
```

```
A = X - In_min
```

```
B = Out_max - Out_min
```

```
A = A * B
```

```
B = In_max - In_min
```

```
A = A / B
```

```
MapBatt = A + Out_min
```

```
End Function
```

```
Private Sub TimerSerial_Tick(sender As Object, e As EventArgs) Handles TimerSerial.Tick
```

```
Try
```

```
StrSerialIn = SerialPort1.ReadExisting
```

Dim TB As New TextBox

TB.Multiline = True

TB.Text = StrSerialIn

If TB.Lines.Count > 0 Then

If TB.Lines(0) = "Veri okunamadı, Arduino Bağlnatısını Kontrol Et" Then

TimerSerial.Stop()

SerialPort1.Close()

LabelStatus.Text = "Durum : Bağlantı Kesildi"

ButtonDisconnect.SendToBack()

ButtonConnect.BringToFront()

PictureBoxConnectionStatus.Visible = True

PictureBoxConnectionStatus.BackColor = Color.Red

MsgBox("Veri okunamadı, Arduino Bağlnatısını Kontrol Et",
MsgBoxStyle.Critical, "Bağlantı Hatası !!!")

Return

End If

'=====Gelen	Verileri	Okuma
====='		

StrSerialInRam = TB.Lines(0).Substring(0, 1)

If StrSerialInRam = "S" Then

Spo2 = TB.Lines(0)

Spo2L = Spo2.Length

Else

Spo2 = Spo2

End If

StrSerialInRam = TB.Lines(1).Substring(0, 1)

If StrSerialInRam = "C" Then

Sicaklik = TB.Lines(1)

' BattL = Batt.Length

SicaklikL = SicaklikL

Else

'Batt = Batt

End If

StrSerialInRam = TB.Lines(2).Substring(0, 1)

If StrSerialInRam = "E" Then

ECGdegeri = TB.Lines(2)

ECGL = ECGdegeri.Length

Else

ECGdegeri = ECGdegeri

End If

StrSerialInRam = TB.Lines(3).Substring(0, 1)

If StrSerialInRam = "N" Then

Nabiz = TB.Lines(3)

NabizL = Nabiz.Length

Else

Nabiz = Nabiz

End If

Spo2sonuc = Mid(Spo2, 2, Spo2L)

Sicakliksonuc = Mid(Sicaklik, 2, 5)

ECGsonuc = Mid(ECGdegeri, 2, ECGL)

Nabizsonuc = Mid(Nabiz, 2, 5)

CircularProgressBarSpeed.Value = Spo2sonuc

CircularProgressBarSpeed.Text = "%" & CircularProgressBarSpeed.Value

ChartTemperature.Series("ECG DEGERI").Points.AddY(ECGsonuc)

If ChartTemperature.Series(0).Points.Count = ChartLimit Then

ChartTemperature.Series(0).Points.RemoveAt(0)

End If

TempBox.Text = ECGsonuc & " mV"

BatteryVolt.Text = Sicakliksonuc & " *C"

NabizDegeri.Text = Nabizsonuc & " BPM"

vpb_sy = MapBatt(Sicakliksonuc, 0, 40, 0, 100)

If vpb_sy > 100 Then 'Gelen değer istenen değer aralığında değilse bu değeri saptar

vpb_sy = 100

End If

If vpb_sy < 0 Then

vpb_sy = 0

End If

PictureBoxBatteryFront.Height = PictureBoxBatteryBack.Height * vpb_sy / 100

vpb_ly = (PictureBoxBatteryBack.Height - vpb_sy) +
PictureBoxBatteryBack.Location.Y


```
PictureBoxBatteryFront.Location = New Point(PictureBoxBatteryFront.Location.X,  
vpb_ly)
```

```
If PictureBoxConnectionStatus.Visible = True Then
```

```
    PictureBoxConnectionStatus.Visible = False
```

```
ElseIf PictureBoxConnectionStatus.Visible = False Then
```

```
    PictureBoxConnectionStatus.Visible = True
```

```
End If
```

```
End If
```

```
Catch ex As Exception
```

```
    TimerSerial.Stop()
```

```
    SerialPort1.Close()
```

```
    LabelStatus.Text = "Durum : Bağlantı Kesildi"
```

```
    ButtonDisconnect.SendToBack()
```

```
    ButtonConnect.BringToFront()
```

PictureBoxConnectionStatus.BackColor = Color.Red

MsgBox("Yazılımda Bir Sorun Var, Kontrol Et ve Tekrar Dene" & ex.Message,
MsgBoxStyle.Critical, "Bağlantı Hatası !!!")

Return

End Try

End Sub

Private Sub LinkLabel1_LinkClicked(sender As Object, e As
LinkLabelLinkClickedEventArgs) Handles LinkLabel1.LinkClicked

Process.Start("https://www.linkedin.com/in/mehmet-%C3%A7atalkaya-088916a3/")

End Sub

End Class

KAYNAKÇA

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet ÇATALKAYA 1998'de Diyarbakır'da doğdu; ilk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı; Toplu Konut Anadolu Lisesi'nden mezun olduktan sonra 2017 yılında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü'ne girdi; halen aynı bölümde öğrenimini sürdürmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Talaytepe Mahallesi/ 4007.Sokak Toplu Konut Sitesi/ 1.Etap 2.Kısım/ D3 Blok No 23/
Kayapınar DİYARBAKIR

Tel: +905419779607

E-posta: temhem.98@gmail.com