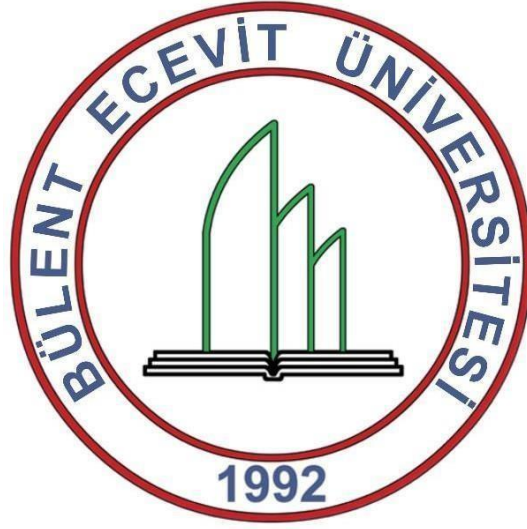


ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ



ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

EEM416 BİYOMEDİKAL SİSTEMLER DERSİ

FİNAL PROJESİ RAPORU

PROJE ADI: Mikroişlemci Tabanlı Nabız Ölçer ve EKG Cihazı

Mert İşler 190106106029

Furkan Elmalı 190106106035

Mehmet Ali Özdemir 190106106061

Harun Almalı 190106106064

Muhammet Bekir Doğan 190106106076

İlyas Emre Yalman 190106106080

Ahmet Nasser 20710610614

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER DİZİNİ	ii
1. AMAÇ	2
2. HEDEF.....	3
3. YÖNTEM.....	3
4. SONUÇ	9
5. EKLER	10
6. KAYNAKÇA	14

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Atmega328 mikrogenetleyici.....	5
Şekil 2. Arduino UNO.....	5
Şekil 3. AD8232 Kartı.....	6
Şekil 4. AD8232 Elektrotları	6
Şekil 5. HW 287 Sensörü.....	7
Şekil 6. HW 827 Sensörü Datasheet.....	7
Şekil 7. Projenin Devre Modellemesi.....	12
Şekil 8. Okunan EKG Verileri.....	13
Şekil 9. Okunan Nabız Verileri	13
Şekil 10. Projenin Devresi.....	13

1. AMAÇ

Mikroişlemci tabanlı mobil nabız ölçer ve EKG cihazı projemizin temel amacı, hastaların kalp durumlarını değerlendirmek ve teşhis koymak için Elektrokardiyografi (EKG) ve nabız verilerini kullanmaktır. Kalp hastalıkları, dünya genelinde en yaygın ve ölümcül sağlık sorunlarından biridir. Bu nedenle, EKG ve nabız verilerinin doğru ve hızlı bir şekilde analiz edilmesi, kalp hastalıklarının erken aşamalarda tespit edilmesi ve etkili tedavi yöntemlerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Projemiz, bu doğrultuda sağlık personeline hastaların durumu hakkında hızlı ve doğru bilgi sağlama konusunda önemli bir avantaj sunmayı hedeflemektedir. Projenin bir diğer önemli amacı, EKG ve nabız ölçüm sistemlerinin performansının kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesidir. Bu kapsamda, cihazlarımızın duyarlılık, doğruluk, güvenilirlik ve hassasiyet gibi performans özellikleri üzerinde titizlikle yapılan değerlendirmeler, sistemlerin etkinliğini artırmak ve güvenilir sonuçlar elde etmek adına kritik bir rol oynayacaktır.

Kullanıcı dostu bir arayüzle tasarlanan EKG ve nabız ölçer sistemi, sağlık personeline kolay kullanım imkânı sunacak şekilde geliştirilmiştir. Bu arayüz, kullanıcıların verileri hızlı ve doğru bir şekilde girmesine, analiz etmesine ve yorumlamasına olanak tanıyacaktır. Ayrıca, cihazlarımızın eğitim amaçlı kullanımı da göz önünde bulundurulmuş olup, tıp öğrencileri ve sağlık çalışanlarının eğitimlerinde etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır.

Projenin bir diğer önemli hedefi, etkili bir şekilde çalışan ve düşük maliyetli bir EKG ve nabız ölçer cihazı geliştirmektir. Günümüzde, sağlık teknolojilerine erişim birçok kişi ve kurum için maliyetler nedeniyle sınırlı olabilmektedir. Mikroişlemci tabanlı EKG ve nabız ölçer cihazı projemiz, bu soruna çözüm olarak ekonomik ve erişilebilir bir sağlık teknolojisi sunmayı amaçlamaktadır. Bu sayede, sağlık kuruluşları ve hastalar için daha geniş çapta kullanıma uygun, maliyet etkin bir çözüm sağlanacaktır. Cihazlarımızın taşınabilirliği ve mobil kullanım imkânı da özellikle kırsal ve erişimi zor bölgelerde sağlık hizmetlerinin kalitesini artıracaktır.

Sonuç olarak, mikroişlemci tabanlı mobil nabız ölçer ve EKG cihazı projemiz hem sağlık personeline hem de hastalara büyük faydalar sağlayacak, kalp hastalıklarının erken teşhisi ve etkili tedavisi konusunda önemli bir katkı sunacaktır. Proje kapsamında geliştirilen cihaz, yüksek performans, kullanıcı dostu ve ekonomik bir çözüm olarak sağlık sektöründe önemli bir yer edinmesi amaçlanmaktadır.

2. HEDEF

Mikroişlemci tabanlı mobil nabız ölçer ve EKG cihazı projemizin temel hedefi, Elektrokardiyografi (EKG) ve nabız verilerini kullanarak hastaların kalp durumlarını değerlendirmek ve doğru teşhis koymaktır. Bu çerçevede, projenin ilk önceliği, EKG ve nabız ölçüm sonuçları üzerinden kalp hastalıklarını erken aşamalarda tespit etmek ve hastalara daha etkili ve özelleştirilmiş tedavi yöntemleri sunmaktır. Ayrıca, sağlık personellerine hastaların durumlarını izleme ve erken teşhis koyma imkânı tanımaktadır. Öte yandan, projemizin odak noktalarından biri hem EKG hem de nabız verileri kullanılarak kalp hastalıklarının erken aşamalarda tespit edilmesini sağlamaktır. Bu noktada, elde edilen verilerin kullanılmasıyla erken teşhis, hastaların tedavi süreçlerine daha erken müdahalede bulunma avantajı sağlayabilir. Bu hedef, hastaların sağlık durumlarını olumlu yönde etkileme potansiyeline sahiptir. Ayrıca, projenin sağlık personellerine hastaların dinamik sağlık durumlarına hızlı ve doğru bir şekilde tepki verme yeteneği kazandırmasını hedefler. Projemizin bir diğer önemli hedefi, tedaviye verilen yanıtların değerlendirilmesidir. Elde edilen EKG ve nabız verileri sayesinde tedavi planlarının kişiselleştirilmesi ve hastaların tedavi süreçlerine daha hassas bir şekilde yanıt vermesi hedeflenmektedir. Bu yaklaşım, hastaların bireysel ihtiyaçlarına yönelik tedavi stratejilerinin geliştirilmesini ve böylece tedavi etkinliğinin artırılmasını sağlayacaktır.

Son olarak, projemiz, sektördeki en son teknolojik gelişmeleri kullanarak yenilikçi bir EKG ve nabız ölçer sistemi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu, hem sağlık hizmeti sunan personellere daha gelişmiş araçlar sunmayı hem de genel olarak kalp sağlığıyla ilgili bilgiyi artırmayı hedeflemektedir. Yenilikçi sistemimizin, sağlık sektöründe standartları yükselterek, daha geniş bir kullanıcı kitlesine hitap etmesi ve kalp sağlığının iyileştirilmesine katkıda bulunması beklenmektedir.

Bu hedefler doğrultusunda, mikroişlemci tabanlı mobil nabız ölçer ve EKG cihazı projemiz hem sağlık personeline hem de hastalara büyük faydalar sağlaması, kalp hastalıklarının erken teşhisi ve etkili tedavisi konusunda önemli bir katkı sunması hedeflenmektedir.

3. YÖNTEM

Mikroişlemci tabanlı mobil nabız ölçer ve EKG cihazı projemiz, sağlık sektöründe önemli bir yere sahip olan bir projedir. Bu projede, 1 adet Atmega328 mikrodenetleyici, 1 adet HW 827 nabız sensörü ve 1 adet AD8232 EKG sensörü kullanılarak hastadan alınan EKG ve nabız

verileri LCD ekran aracılığıyla anlık olarak kullanıcıya gösterilecektir. Projenin özgünlüğü, kullanılan donanım ve yazılım bileşenlerinin bir araya getirilerek oluşturulmasıdır. Atmega328 mikrodenetleyicisi, yüksek performanslı, düşük maliyetli ve düşük güç tüketimli olması nedeniyle tercih edilmiştir. AD8232 EKG sensörü, yüksek hassasiyeti sayesinde doğru ve güvenilir verilerin elde edilmesini sağlar. HW 827 nabız sensörü ise, nabız verilerini yüksek doğrulukla ölçerek kullanıcılara anlık bilgi sağlar [1].

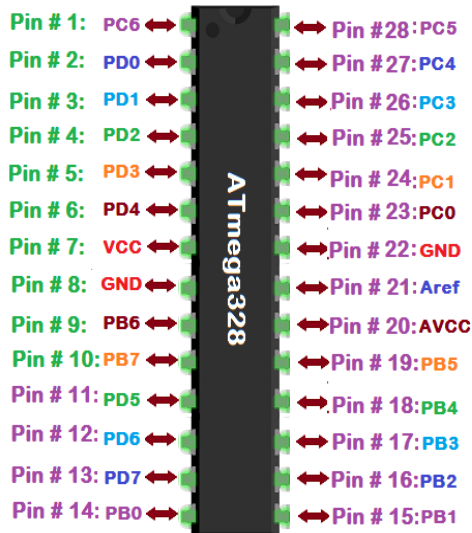
Projenin başarılı bir şekilde tamamlanması için, öncelikle donanım ve yazılım bileşenlerinin doğru bir şekilde bir araya getirilmesi gerekmektedir. Bu süreç, Atmega328 mikrodenetleyicisinin AD8232 EKG sensörü ve HW 827 nabız sensörü ile entegre edilmesini, bu bileşenlerin bir arada çalışabilmesini ve gerekli yazılımın geliştirilmesini içermektedir. Yazılım, EKG ve nabız verilerini doğru bir şekilde okuyacak, işlemeyecek ve kullanıcıya LCD ekran aracılığıyla sunacaktır. Ardından, EKG ve nabız verilerinin doğru bir şekilde ölçülmesi sağlanmalıdır. Bu aşamada, sensörlerin kalibrasyonu ve veri doğruluğunun test edilmesi önemlidir. Sensörlerden alınan ham veriler mikrodenetleyici tarafından işlenerek anlamlı bilgiler haline getirilmektedir. EKG verileri, kalp atış hızı ve ritmi gibi kritik sağlık bilgilerini ortaya koyarken, nabız sensörü kullanıcıya anlık kalp atış hızını göstermektedir. Son olarak, verilerin LCD ekrana gönderilmesi ve kullanıcıların kolayca gözlemleyebilmesi için uygun bir tasarım oluşturulmalıdır. Kullanıcı dostu bir arayüz, sağlık personelinin ve hastaların verileri kolayca okuyabilmesini ve anlamasını sağlayacaktır. Bu tasarım, aynı zamanda verilerin net ve anlaşılır bir şekilde sunulmasını sağlamalıdır. Kullanıcı arayüzü, ölçülen verilerin grafiksel gösterimini de içerebilir, bu da verilerin daha hızlı ve kolay bir şekilde anlaşılmasını sağlar. Bu projenin sağlık sektöründe kullanılması, hastaların takibinin daha kolay ve güvenilir bir şekilde yapılmasını sağlayacaktır. Ayrıca, projenin özgünlüğü ve yöntemi, benzer projelerin geliştirilmesinde de kullanılabilir. Sağlık personeli, hastaların dinamik sağlık durumlarını anlık olarak takip edebilecek ve gerekli müdahaleleri zamanında yapabilecektir.

Kısacası, mikroişlemci tabanlı EKG ve nabız ölçer cihazı projemiz, sağlık sektöründe önemli bir yere sahip olan bir projedir. Projenin özgünlüğü ve yöntemi, benzer projelerin geliştirilmesinde kullanılabilir. Projenin başarılı bir şekilde tamamlanması için, donanım ve yazılım bileşenlerinin doğru bir şekilde bir araya getirilmesi, EKG ve nabız verilerinin doğru bir şekilde ölçülmesi, verilerin LCD ekrana gönderilmesi ve uygun bir tasarım oluşturulması gerekmektedir.

Projedeki Komponentler

ATmega328:

ATmega328, Atmel firması tarafından geliştirilen ve özellikle Arduino mikrodnetleyici platformunda yaygın olarak kullanılan bir AVR serisi mikrodnetleyici çipidir. Bu entegre devre, 8-bit RISC mimarisi üzerine inşa edilmiş olup, geniş bir projeler yelpazesinde tercih edilmektedir. ATmega328, 32 KB flash hafıza (program hafızası) ve 2 KB SRAM (geçici veri depolama) ile donatılmıştır. Mikrodnetleyici, toplamda 23 adet genel amaçlı dijital I/O pini sunar ve bunlardan 6 tanesi PWM çıkışları olarak kullanılabilir. Ayrıca, 6 adet analog giriş pini bulunur, bu da çeşitli sensörler ve analog cihazlarla etkileşim imkânı sağlar. ATmega328, UART, SPI ve I2C gibi popüler iletişim protokollerini destekler, bu da çeşitli cihazlar arasında veri iletimini kolaylaştırır. Çalışma frekansı genellikle 16 MHz'dir ve bu, yüksek hızlı hesaplamalar ve hızlı veri işleme için ideal bir ortam sağlar. Ayrıca entegre bir 10-bit ADC (Analog-Dijital Dönüştürücü) içerir, bu da analog sinyalleri dijital forma çevirmek için kullanılır. Arduino Uno gibi birçok Arduino kartı, ATmega328'u temel mikrodnetleyici olarak kullanır. ATmega328'un sağladığı işlevsellik, geniş kullanıcı tabanı ve kolay programlanabilirdik, Arduino topluluğunun benzer projelerde ve hobi elektronik uygulamalarında tercih ettiği bir mikrodnetleyici çipini haline getirmişti.[2]



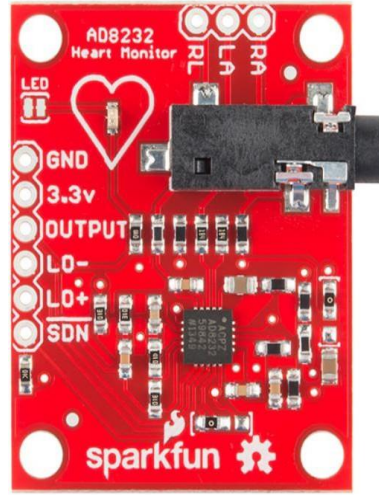
Şekil 1. Atmega328 mikrodnetleyici



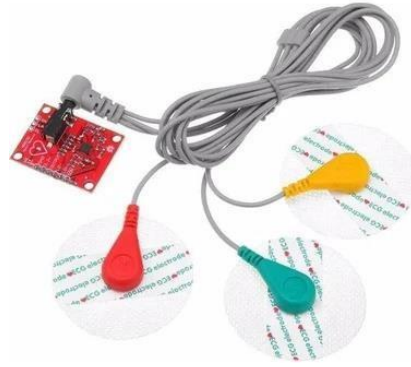
Şekil 2. Arduino UNO

AD8232 Sensörü:

AD8232, kalp atışlarının elektriksel aktivitesini ölçmek için kullanılan bir analog EKG sensörüdür. Bu sensör, küçük biyopotansiyel sinyallerini gürültü koşullarda bile çıkarmak, yükseltmek ve filtrelemek için tasarlanmıştır. İki veya üçlü EKG/EKG makinesi olarak optimize edilmiştir ve taşınabilir bir kardiyak monitör olarak kullanılabilir. Bu sensör, Arduino gibi mikrodenetleyicilerle kullanılarak kalp atış hızını ölçmek için de kullanılabilir. AD8232, kalp atışının yanı sıra diğer biyopotansiyel ölçümlerinde de kullanılabilir ve düşük maliyeti ile popüler bir seçimdir.[3]



Şekil 3. AD8232 Kartı

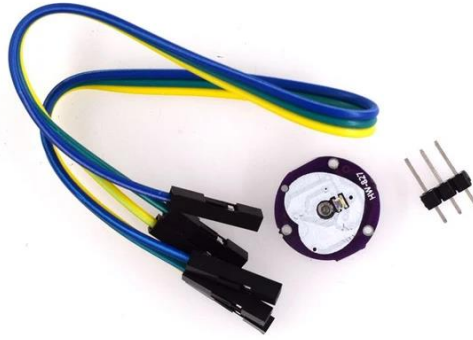


Şekil 4. AD8232 Elektrotları

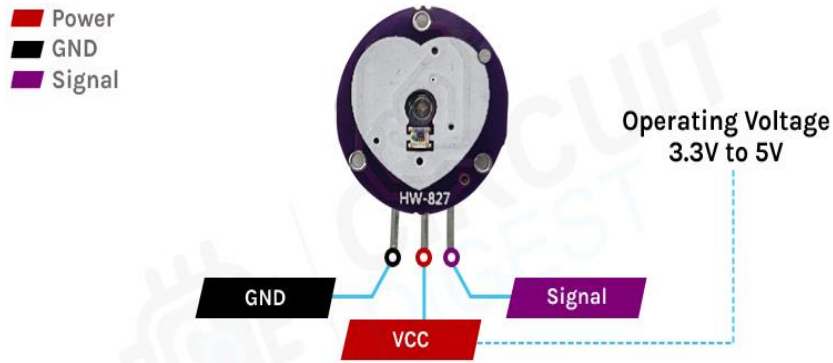
HW 827 Sensörü:

HW 827, nabız ölçümlerini gerçekleştirmek için kullanılan bir analog nabız sensörüdür. Bu

sensör, biyolojik sinyalleri doğru bir şekilde algılamak, yükseltmek ve filtrelemek için tasarlanmıştır. Özellikle nabız ölçümü için optimize edilmiş olan HW 827, taşınabilir nabız monitörleri olarak kullanılabilir. Bu sensör, Arduino gibi mikrodenetleyicilerle entegre edilerek nabız hızını ölçmek için kullanılabilir. HW 827, yüksek doğruluğu ve güvenilirliği ile nabız verilerini doğru bir şekilde elde etmeyi sağlar ve düşük maliyeti nedeniyle yaygın bir seçimdir. Bu sensör, sadece nabız ölçümleri değil, aynı zamanda diğer biyolojik sinyallerin ölçümlerinde de kullanılabilir [4].



Şekil 5. HW 287 Sensörü



Şekil 6. HW 827 Sensörü Datasheet

Proje Kısıtları:

Mikroişlemci Tabanlı Mobil Nabız Ölçer ve EKG Cihazı projesi, Atmega328 mikrodenetleyici,

AD8232 EKG sensörü ve HW 827 nabız sensörü kullanarak hastaların EKG ve nabız verilerini toplamayı, işlemeyi ve görselleştirmeyi amaçlamaktadır. Bu projede, bazı kısıtlar ve zorluklar bulunmaktadır. Aşağıda, projenin karşılaştığı kısıtların ve zorlukların bir özeti sunulmaktadır:

Donanım Kısıtları: Atmega328 mikrodenetleyici, AD8232 EKG sensörü ve HW 827 nabız sensörü, belirli bir işlem kapasitesine ve hafıza alanına sahiptir. Bu nedenle, projede kullanılan algoritmalar ve işlemler, bu donanım kaynaklarının sınırlarını göz önünde bulundurarak optimize edilmelidir. Donanım bileşenlerinin performansı ve verimliliği, projedeki veri işleme ve saklama süreçlerinin başarısı için kritik öneme sahiptir.

Yazılım Kısıtları: Proje, gerçek zamanlı EKG ve nabız veri işleme ve görselleştirme gerektirir. Bu nedenle, yazılımın performansı ve verimliliği, projenin başarısı için kritik öneme sahiptir. Yazılımın geliştirilmesi ve optimizasyonu sürecinde, işlemci ve hafıza kaynaklarının etkin kullanımı sağlanmalıdır. Gerçek zamanlı veri işleme, verilerin doğru ve zamanında kullanıcıya sunulmasını gerektirir.

Güvenlik ve Gizlilik: Hasta takip sistemi, kişisel sağlık verilerini içerir ve bu nedenle güvenlik ve gizlilik konuları büyük önem taşır. Verilerin güvenli bir şekilde işlenmesi, saklanması ve iletilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, hasta verilerinin yetkisiz erişime karşı korunması için uygun güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Kullanıcı Arayüzü ve Kullanılabilirlik: Projenin başarısı, kullanıcı arayüzünün anlaşılır ve kullanıcı dostu olmasına bağlıdır. Bu nedenle, arayüzün tasarımı ve işlevselliği, doktorlar ve sağlık çalışanlarının ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde düşünülmelidir. Kullanıcı arayüzü, verilerin hızlı ve doğru bir şekilde okunabilmesini ve yorumlanabilmesini sağlamalıdır.

EKG ve Nabız Veri Kalitesi: AD8232 EKG sensörü ve HW 827 nabız sensörünün doğru ve güvenilir veri sağlaması önemlidir. Proje, gürültü ve artefaktların azaltılması için uygun filtreleme ve işleme yöntemlerini kullanmalıdır. Veri kalitesinin yüksek olması, doğru teşhis ve tedavi için gereklidir.

Pil Ömrü ve Enerji Tüketimi: Taşınabilir sistemler için, enerji tüketimi ve pil ömrü önemli faktörlerdir. Proje, enerji verimliliğini artırmak için uygun donanım ve yazılım optimizasyonlarına odaklanmalıdır. Pil ömrünün uzun olması, cihazın kullanım süresini artırarak kullanıcı memnuniyetini sağlar.

Bu kısıtlar ve zorluklar, projenin başarısı için dikkate alınması gereken önemli faktörlerdir. Proje ekibi, bu kısıtların üstesinden gelmek ve etkili bir hasta takip sistemi geliştirmek için sürekli çalışmalıdır. Bu süreç hem donanım hem de yazılım bileşenlerinin optimize edilmesini

ve tüm sistemin kullanıcı ihtiyaçlarına uygun hale getirilmesini gerektirir.

4. SONUÇ

Mikroişlemci Tabanlı Mobil Nabız Ölçer ve EKG Cihazı projesi, sağlık sektöründe önemli bir yere sahip olan bir projedir. Bu projede, 1 adet Atmega328 mikrodenetleyici, AD8232 EKG sensörü ve HW 827 nabız sensörü kullanılarak hastadan alınan EKG ve nabız verileri depolanacak ve LCD ekran aracılığıyla kullanıcıya gönderilecektir.

Projenin sonucunda, hastaların takibi daha kolay ve güvenilir bir şekilde yapılabilir hale gelmiştir. Projenin özgünlüğü ve yöntemi, benzer projelerin geliştirilmesinde kullanılabilir. Ayrıca, projenin başarılı bir şekilde tamamlanması için, donanım ve yazılım bileşenlerinin doğru bir şekilde bir araya getirilmesi, EKG ve nabız verilerinin doğru bir şekilde ölçülmesi ve depolanması, verilerin arayüze gönderilmesi ve uygun bir arayüz oluşturulması gerekmektedir. Bu sayede, hastaların sağlık durumları daha yakından takip edilebilir ve gerekli müdahaleler daha hızlı bir şekilde yapılabilir.

Projenin geliştirilmesi sürecinde, birçok zorlukla karşılaşmış olsa da bu zorluklar başarıyla aşılmıştır. Projenin başarılı bir şekilde tamamlanması, ekip çalışmasının önemini bir kez daha göstermiştir. Ekip üyeleri, birbirleriyle uyumlu bir şekilde çalışarak, projenin her aşamasında başarılı sonuçlar elde etmişlerdir.

Sonuç olarak, mikroişlemci tabanlı EKG ve nabız ölçer cihazı projesi, sağlık sektöründe önemli bir yere sahip olan bir projedir. Projenin özgünlüğü ve yöntemi, benzer projelerin geliştirilmesinde kullanılabilir. Projenin başarılı bir şekilde tamamlanması için, donanım ve yazılım bileşenlerinin doğru bir şekilde bir araya getirilmesi, EKG ve nabız verilerinin doğru bir şekilde ölçülmesi, verilerin LCD ekrana gönderilmesi ve uygun bir arayüz oluşturulması gerekmektedir. Projenin sonucunda, hastaların takibi daha kolay ve güvenilir bir şekilde yapılabilir hale gelmiştir. Bu sayede, hastaların sağlık durumları daha yakından takip edilebilir ve gerekli müdahaleler daha hızlı bir şekilde yapılabilir.

5. EKLER

Proje Kodları

```
#include <PulseSensorPlayground.h>
#include <LCD5110_Graph.h>

LCD5110 myGLCD(8, 9, 10, 11, 12);

// Pulse Sensor bağlantı pini
const int PulseWire = A1;
// Nabız sayısını saklayacağımız değişken
int BPM;

PulseSensorPlayground pulseSensor;
extern uint8_t SmallFont[];
extern uint8_t MediumNumbers[];
extern uint8_t BigNumbers[];

const int buttonPin = 2; // Düğme pini
int buttonState = 0;     // Düğme durumu
int lastButtonState = LOW; // Son düğme durumu

bool showEKG = false;    // EKG veya BPM göstermek için değişken

void setup() {
    // LCD ekranı başla
    myGLCD.InitLCD();
    myGLCD.setContrast(65);
    Serial.begin(9600);
    myGLCD.clrScr();

    // Pulse Sensor ayarları
    pulseSensor.analogInput(PulseWire);
    pulseSensor.setThreshold(510); // Eşik değerini sensörünüzün hassasiyetine
    göre ayarlayın

    // Pulse Sensor başlat
    if (!pulseSensor.begin()) {
        Serial.println("Pulse sensor start failed!");
        while (true); // Don't proceed, loop forever
    }

    // Button pini giriş olarak ayarla
    pinMode(buttonPin, INPUT);
}

void loop() {
    // Düğme durumunu oku
```

```

buttonState = digitalRead(buttonPin);

// Düğme basımı kontrolü (debounce yapılabilir)
if (buttonState == HIGH && lastButtonState == LOW) {
    showEKG = !showEKG; // Modu değiştir
    myGLCD.clrScr(); // Ekranı temizle
    delay(50); // Debounce
}
lastButtonState = buttonState;

if (showEKG) {
    showEKGDisplay();
} else {
    showBPM();
}
}

void showBPM() {
    // Nabız sayısını al
    BPM = pulseSensor.getBeatsPerMinute();

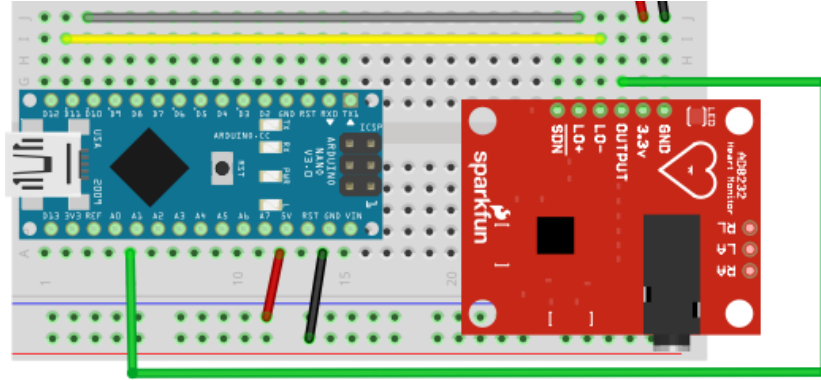
    // Yeni bir nabız atışı algılandığında true döner
    pulseSensor.outputSample();

    // Her nabız atışını algıladığında ekranda BPM'i güncelle
    if (pulseSensor.sawStartOfBeat()) {
        myGLCD.setFont(SmallFont);
        myGLCD.print("NABIZ", CENTER, 0);
        myGLCD.setFont(MediumNumbers);
        myGLCD.printNumI(BPM, CENTER, 10);
        myGLCD.update();
    }
}

void showEKGDisplay() {
    int piksel[84];
    for (int i = 1; i < 82; i++) {
        int x = analogRead(A0);
        int z = map(x, 100, 600, 1, 47);
        int y = 48 - z;
        piksel[1] = 24;
        piksel[i + 1] = y;
        myGLCD.drawLine(i, piksel[i], i + 1, piksel[i + 1]);
        myGLCD.update();
        delay(20);
    }
    myGLCD.clrScr();
}

```

Projenin Çalışması



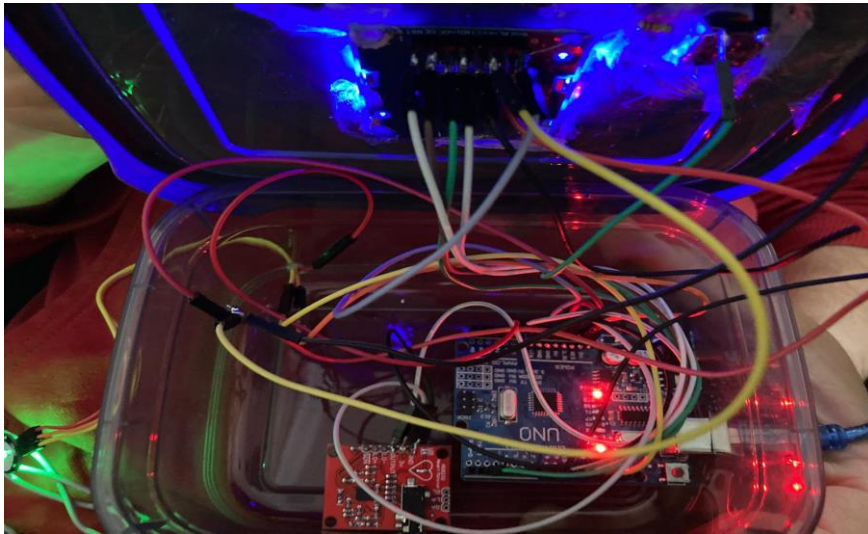
Şekil 7. Projenin Devre Modellemesi



Şekil 8 Okunan EKG Verileri



Şekil 9 Okunan Nabız Verileri



Şekil 10 Projenin Devresi

6. KAYNAKÇA

- [1] ABDİOĞLU, S., ACAR, B., & KAVSAOĞLU, A. R. (2021). Kablosuz EKG Cihazı Tasarımı ve Sinyal İşleme Teknikleri Kullanılarak Özniteliklerin Değerlendirilmesine Yönelik Web Sitesi Tasarımı. Avrupa Bilim Ve Teknoloji Dergisi(26), 144-150. <https://doi.org/10.31590/ejosat.951988>
- [2] KOÇAK, Çilem; KIRBAŞ, İsmail. ARDUİNO TABANLI PROTOTİP AKILLI EV SİSTEMİ TASARIMI.
- [3] A. S. Prasad and N. Kavanashree, "ECG Monitoring System Using AD8232 Sensor," 2019 International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES), Coimbatore, India, 2019, pp. 976-980, doi: 10.1109/ICCES45898.2019.9002540.
- [4] Öter, E., Demir, A. A., & Coşkun, Ö. (2016). MİKRODENETLEYİCİ TEMELLİ PARMAK UCUNDAN NABİZ ÖLÇER DEVRESİ TASARIMI. Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi, 4(2), 87-92. <https://doi.org/10.21923/jesd.92599>