

**2242**

**ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ  
ARAŞTIRMA PROJE  
YARIŞMASI**

# **STRABİSMUS TERAPİ**

**Sağlık Teknolojileri**

**İnönü Üniversitesi  
Biyomedikal Mühendisi**

**ÜMİT ELBİR**

Malatya 2020

## İÇİNDEKİLER

<b>Şekil Listesi</b>	<b>ii</b>
<b>Tablo Listesi</b>	<b>iii</b>
<b>Kısaltmalar ve Simgeler</b>	<b>iv</b>
<b>Özet</b>	<b>v</b>
<b>1. Giriş</b>	<b>1</b>
1.1 Projenin Amacı ve Önemi	1
1.2 Projenin İçerdiği Yenilik ( Özgünlük ) Unsuru.....	1
1.3 Projenin İlgili Olduğu Teknoloji Alanları.....	1
<b>2. YÖNTEM VE TEKNİKLER</b>	<b>2</b>
2.1 Python Programlama Dili ile Şaşılık Oranının Belirlenmesi (Teşhis ).....	2
2.2 Elektrokülogram ( Tedavi ).....	2
2.3 Ön Kuvvetlendirme.....	3
2.4 Çift yükselteç ( dual amplifikatör TL072 ) ve Filtreleme katı.....	4
2.5 Gerilim Seviye Kaydırma Katı.....	5
2.6 Kart ve Lehim İşlemleri.....	5
2.7 Mikrodenetleyici.....	6
2.8 Bluetooth ile veri aktarımı.....	7
2.9 Mobil uygulama.....	7
2.10 Gent Şeması ile Proje İş Zaman Çizelgesi	8
<b>3. BULGULAR</b> .....	<b>9</b>
<b>4. SONUÇ ve TARTIŞMA</b> .....	<b>12</b>
<b>5. ÖNERİLER</b> .....	<b>13</b>
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	<b>14</b>
<b>7. EKLER</b> .....	<b>15</b>
7.1 Python Kodları.....	16
7.2 Arduino kodları.....	17
7.3 App invertor kodarı	18

## Şekiller Listesi

1. Şekil 2.1 .....	2
2. Şekil 2.2 .....	2
3. Şekil 2.3 .....	3
4. Şekil 2.4 .....	4
5. Şekil 2.5 .....	5
6. Şekil 2.6 .....	6
7. Şekil 2.8 .....	7
8. Şekil 2.9 .....	8
9. Şekil 3.1 .....	9
10. Şekil 3.2 .....	9
11. Şekil 3.3 .....	10
12. Şekil 3.4 .....	10
13. Şekil 3.5 .....	10
14. Şekil 3.6 .....	11
15. Şekil 3.7 .....	11
16. Şekil 7.1 .....	15
17. Şekil 7.2 .....	15
18. Şekil 7.3 .....	15
19. Şekil 7.4 .....	15

## Tablolar Listesi

1. Tablo 2.7 .....	6
2. Tablo 2.10 .....	10

## Kısaltmalar ve Simgeler Listesi

AC : Alternatif akım

ADC : Analog dijital dönüştürücü

Ag/AgCl : Gümüş klorür

C : Kondansatör

Cl- : Klor

cm : Santimetre

CMRR : Common mode rejection rate

dB : Desibel

DC : Doğru akım

EMG : Elektromiyogram

EOG : Elektrookülogram Hz : Hertz

$H(\omega)$  : Transfer fonksiyonu

i : Akım

K : Kazanç

K<sup>+</sup> : Potasyum

K(jw) : Devre kazanç ifadesi

mV : Milivolt

$\mu$ V : Mikrovolt

Na<sup>+</sup> : Sodyum

R : Direnç

s : Saniye

V : Voltaj

$\omega$  : Frekans değeri

$\omega_0$  : Kesim frekansı

## ÖZET

Sinirlerin oluşturmuş olduğu elektriksel sinyaller ile kontrol edilen ve sisteme bilgi akışı sağlayan insan gözü kompleks bir duyu organıdır. Bu organın açısai görüş alanları ve odaklanma mekanizmaları dört ana ve iki yan kas tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu kasların simetrik olarak aynı güçte bulunmamaları sonucunda göz kürelerinde kaymalar oluşmaktadır. Bu kaymaların ortadan kaldırılarak sağlıklı bir görüş olanağı amaçlayan projemiz teşhis ve tedavi olarak bütünleşen iki kompleks mekanizmanın birleşimi ile meydana gelmektedir.

Teşhis aşamasında şaşılık düzeyi tespit edilmeye çalışılacaktır. Gözdeki kayma miktarının belirlenmesi tedavinin şekillenmesinde büyük bir önem taşımaktadır. Teşhis için python programlama dili ile görüntü işleme algoritmaları kullanılarak kamera karşısındaki hastanın gözlerindeki şaşılık düzeyi tespit edilecektir. Şaşılık düzeyi belirlenen hasta tedavi için yetersiz kas gücü bulunan göz çevresine 5 adet elektrot bağlanacaktır. Bu elektrotlar gözün hareketini sağlayan kasların oluşturdukları mili volt düzeyindeki enerjiyi algılayıp yükselteç devrelerinden geçirerek mikrodenetleyiciye aktaracaktır. Mikrodenetleyicide işlenen sinyal gözün konumuna dair anlık bilgiler vericektir. Zayıf güçteki gözün kaslarından alınan bu bilgiler sanal ortamda geliştirilen bir oyun karakterine entegre edilecektir. Gözün anlık durumuna göre karakter hareket ettirilerek gelişimini tam olarak tamamlamamış olan kas bölgesel olarak çalıştırılacaktır. Gözün şaşılık düzeyine göre oyunun zorluk düzeyi ve yoğunlaşılacak kas lifi farklılık gösterecektir.

Belirli periyotlarla şaşılık düzeyi ölçölüp tedavi planlaması yapılacaktır. Bu şekilde güçsüz kas yapısı belirli bir tempoda çalıştırılarak yeterli olgunluğa kavuşması sağlanacaktır.

## **1. Giriş**

Projemiz gelişimini tam olarak tamamlamamış göz kaslarını , belirli bir tempoda çalıştırarak komşu gözdeki eşlenik kas lifi ile aynı seviyeye getirecektir. Projemizin hem görüntü işleme algoritmalarını kullanarak teşhis yapması hemde bölgesel olarak ilgili kas lifindeki sinyali işleyip tedaviyi eğlenceli kılması ve bu iki mekanizmayı bir araya getirip birbirine entegre etmesinden dolayı literatürde benzeri bulunmamaktadır.

### **1.1. Projenin Amacı ve Önemi**

Projenin genel olarak amacı dengesiz kuvvetlerde bulunan göz kaslarını tespit edip bölgesel çalışmalar yaparak iki gözünde kas gücü olarak simetrik düzeye gelmesidir. Ayrıca gelişen Türkiye'mizin sağlık alanındaki yerli ve milli teknolojilerine katkıda bulunarak ucuz maliyetli bir tıbbi cihaz ortaya çıkarmaktır.

Projenin seri üretime geçmesi durumunda evlerde , hastanelerde ve fizyoterapi merkezlerinde teşhis ve tedavi aşamalarında hizmet vermesi amaçlanmaktadır.

### **1.2. Projenin İçerdiği Yenilik ( Özgünlük ) Unsuru**

Projemizi benzer projelerden farklı kılan en önemli yanı iki farklı modülü bir araya getirerek benzersiz bir ürün ortaya çıkarmasıdır. Yani görüntü işleme algoritmalarından alınan şaşılık oranı ile elektronik sinyal işleme bölümünden gelen anlık bilgileri bir oyun üzerinde birleştirmesi , yazılım ve donanımın bağlantılı bir şekilde kullanılması şaşılık tedavisinde son derece yeni bir ürün ortaya çıkarmaktadır.

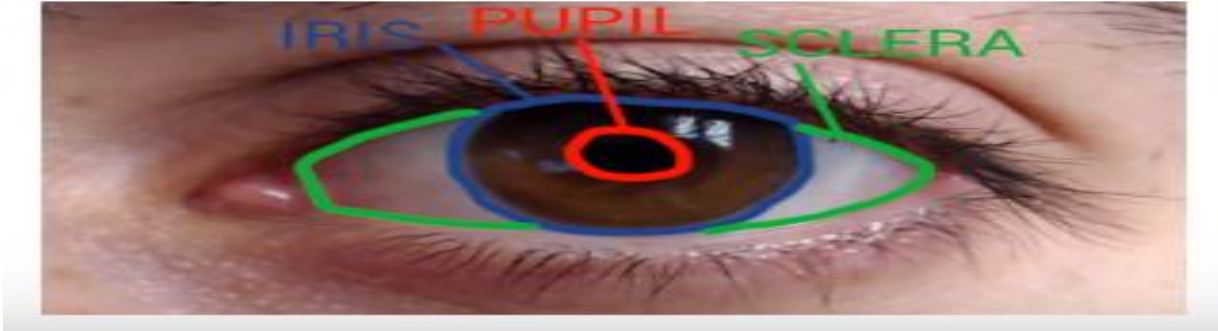
### **1.3. Projenin İlgili Olduğu Teknoloji Alanları**

Projemiz tıp dilinde strabismus olarak adlandırılıp , halk arasında şaşılık olarak bilinen göz kayması problemine çözüm bulabilmek için temel sağlık teknolojileri alanı ile ilgilidir.

## 2. YÖNTEM VE TEKNİKLER

### 2.1. Python Programlama Dili ile Şaşılık Oranının Belirlenmesi (Teşhis )

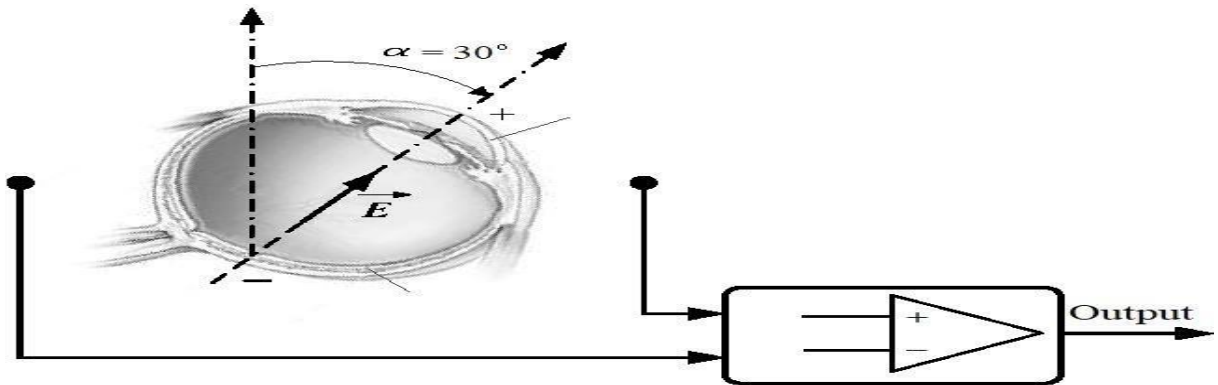
Projemin teşhis aşamasında şaşılık düzeyini kameradaki görüntü üzerinden tespit edebilmek için python programlama dilini kullandım. Bu dili tercih etmemin sebebi pythonun görüntü işleme alanında gelişmiş kütüphanelerinin bulunmasıdır.[1] Öncelikle Hear Cascade yöntemini kullanarak gözün konumunu tespit edip dikdörtgensel bir alan içerisine hapsettim. Pythonun open cv , nump , pandas , os vb. kütüphanelerini kullanarak kameradan aldığım görüntüleri ön işlemlerden geçirdim. Şekil 2.1. de görüldüğü gibi iris ve pupillanın gözün başlangıç ve bitiş noktalarına olan uzaklıklarını karşılaştırıp her iki göz arasındaki farkı yüzdesel olarak ifade ettim. Bu şekilde şaşılık düzeyini saptamaya çalıştım.



Şekil 2.1

### 2.2. Elektrookülogram ( Tedavi )

Elektrookülogram, göz hareketleri ile kornea-retina arasında oluşan hiperpolarizasyon ve depolarizasyonlardan kaynaklanan elektriksel kökenli biyolojik işarettir. Göz hareketleri, dipol kaynağı gibi davrandığından vektör momentleri olarak izlenip ölçülebilmektedir. Ham EOG sinyalinin genliği 50-3500  $\mu V$ , frekans bandı ise 0 -100 Hz arasındadır [2].



Şekil 2.2



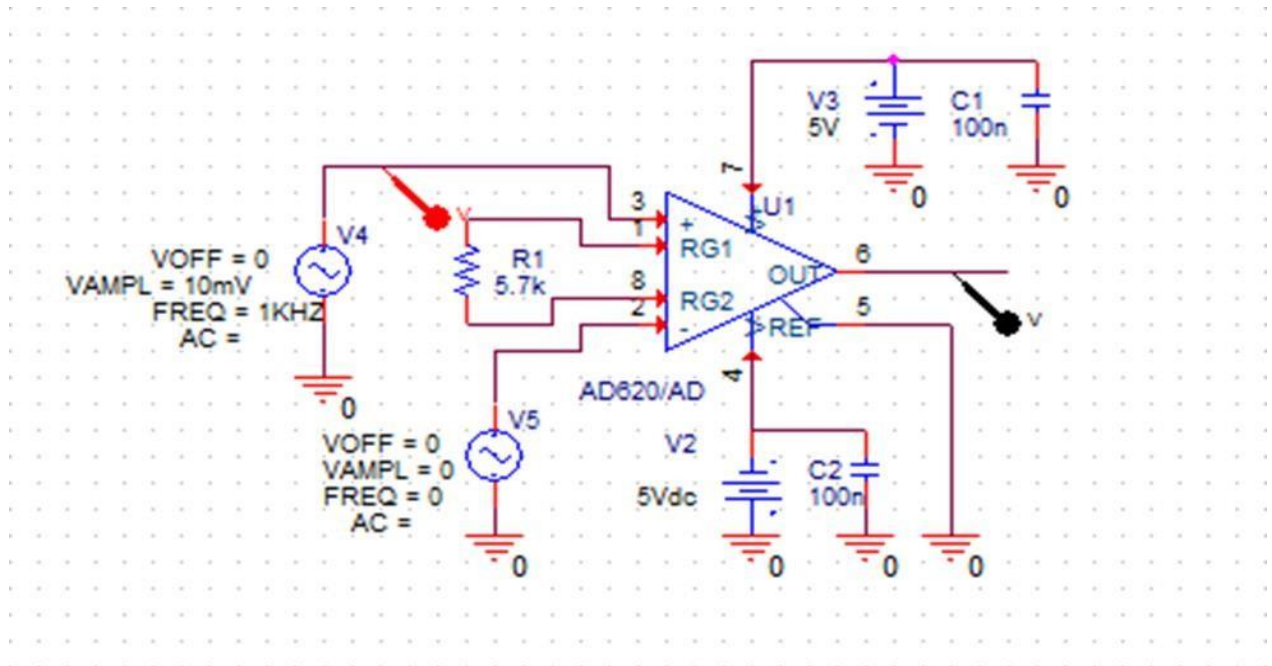
### 2.3. Ön Kuvvetlendirme

Tasarlanan devrede ön kuvvetlendirme katı bir enstrümantasyon (AD620) kuvvetlendiricisinden oluşmaktadır.

Şekil 2.3 de pspice programında devre şeması çizilen enstrümantasyon kuvvetlendiricisi toplamda üç işlevsel kuvvetlendirici barındıran gelişmiş bir fark kuvvetlendiricisidir. Giriş katı olan birinci katta bulunun iki kuvvetlendirici tampon görevi görür. İkinci katta ise geleneksel bir fark kuvvetlendirici yer alır. Enstrümantasyon kuvvetlendiricisi doğası gereği oldukça yüksek ortak mod bastırma oranı (CMMR) ve yüksek giriş empedansına sahiptir. Tasarlanan devrede AD620 (Analog Devices, Inc.) enstrümantasyon kuvvetlendiricisi kullanılacaktır.[3]

Geniş bir gerilim aralığında çalışabilen giriş voltaj gürültüsü düşük ve düşük güç tüketimli AD620'in 1-10000 arasında değer alabilen kazancı,  $kazanc = 1 + (49.4 \text{ kohm} / R_G)$  eşitliğinden, harici  $R_G$  direnci vasıtasıyla ayarlanabilmektedir.

Uygulamada 5.7 k $\Omega$  luk bir  $R_G$  direnci kullanılarak kazanç teorik bir hesap ile yaklaşık 10 kat olarak ayarlanmıştır. Düşük düşünölebilecek bu kazanç gürültünün EOG sinyaline binme doğası göz önüne alındığında oldukça uygun olmaktadır.



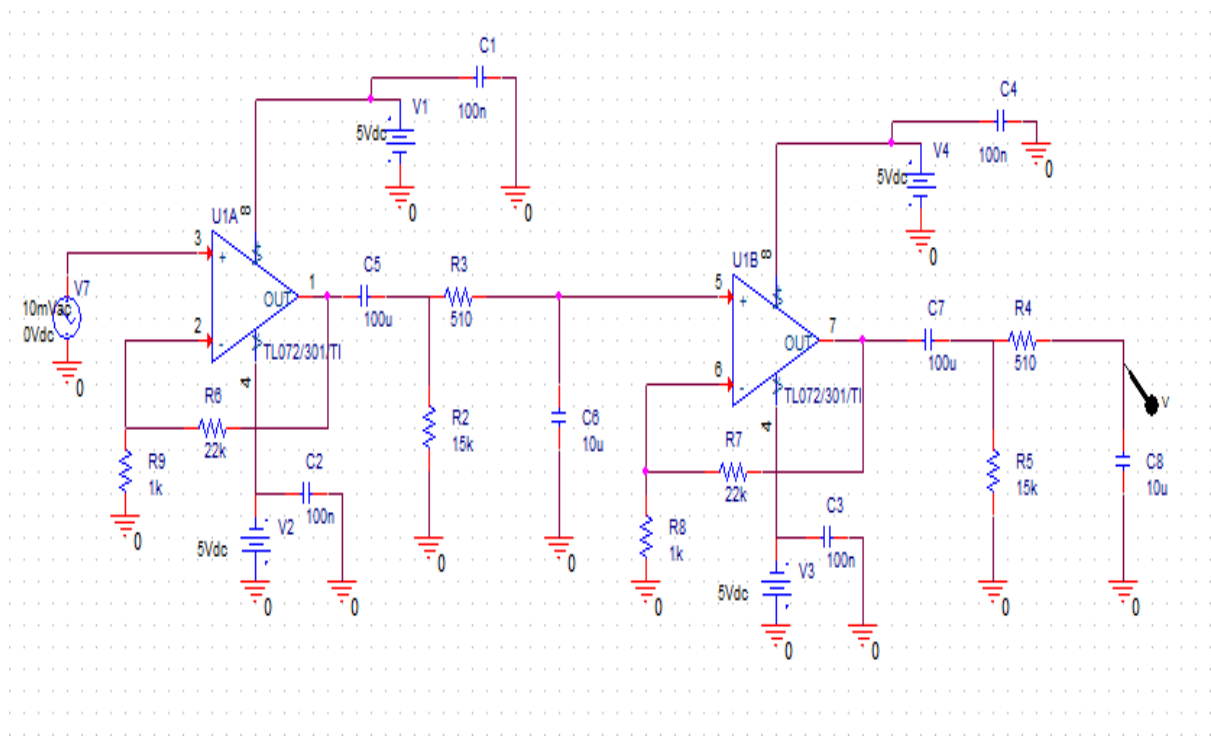
Şekil 2.3

## 2.4. Çift yükselteç ( dual amplifikatör TL072 ) ve Filtreleme katı

EOG sinyallerine elektrotlarla algılanan diğer biyosinyaller ve elektrot bağlantı kablolarına indüklenen ortam sinyalleri bozucu etkileriyle gürültü olarak binerler. Öte yandan elektrotların doğru düzgün sabitlenmemiş olmaması da EOG sinyallerinde gürültüye sebep olmaktadır. Bu sebepten filtrelenmelerine ihtiyaç duyulur.

Her bir filtreleme katı birbirine seri bağlanmış birinci dereceden 0.1 Hz kesim frekansına sahip yüksek geçiren ve 30Hz kesim frekansına sahip alçak geçiren filtrelerden oluşan bant geçiren pasif bir filtreden oluşmaktadır. Bu pasif filtreler bir direnç ve bir kapasitör barındırmaktadır (Alçak geçiren filtre için 510Ω ve 10uF; yüksek geçiren filtre için 100uF ve 15kΩ).

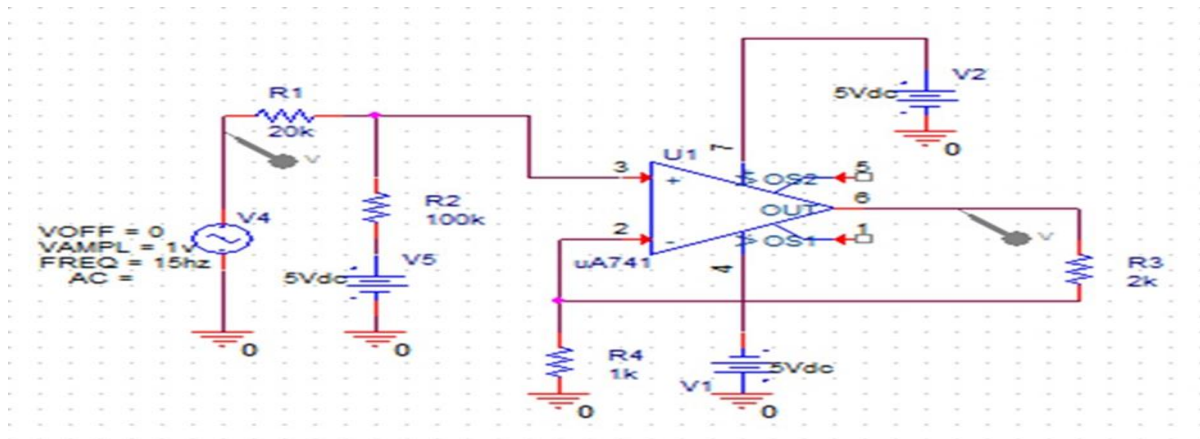
Filtreleme işlemi sırasında sinyalin genliğindeki istenmeyen düşmelerin önüne geçmek için filtre çıkışları kazancı 22kΩ ve 1kΩ dirençler vasıtasıyla +23 olarak ayarlanmış evirmeyen kuvvetlendiricilere bağlıdır. Bu kuvvetlendiricilerin gerçekleştirilmesinde şekil 2.4 de gösterilen iki ayrı işlemsel yükselticiye sahip ucuz maliyetli TL072 tümleşik devresi kullanılmıştır. Filtrelendikten sonra EOG sinyalleri gerilim seviye kaydırma katına giriş olmaktadır.



Şekil 2.4

## 2.5. Gerilim Seviye Kaydırma Katı

Tasarlanan devreyle algılanmış, kuvvetlendirilmiş ve filtrelenmiş EOG sinyalleri; gözler merkezde sabit durumdayken 2.5V civarında, gözler yatay düzlemde kısa ve hızlı bir biçimde merkez-sağ-merkez hareketini yaparken sinyal +4.5V ve gözler merkez-sol-merkez hareketi yaparken sinyal 0.5V gerilim değerlerine sahip olmaktadır. Devrede, işlenmek üzere mikrodenetleyici girişine uygulanabilmeleri için sadece pozitif değerler alıyor olmaları gerekmektedir. Bu sebepten filtrelenmiş sinyaller şekil 2.5 de gösterilen gerilim seviye kaydırma katına giriş olmaktadır. Tasarlanan seviye kaydırma katı iki direnç içeren bir gerilim bölücü devreden ve bu devrenin çıkışına bağlı bir evirmeyen kuvvetlendirme devresinden oluşmaktadır. Gerilim bölücü devrede filtrelenmiş EOG sinyali bir 20k $\Omega$  direnç üzerinden ve +5V gerilim seviyesi bir 100k $\Omega$  direnç üzerinden evirmeyen kuvvetlendiriciye girilmektedir. 741 işlemsel kuvvetlendiricisiyle gerçekleştirilmiş olan bu kuvvetlendiricinin kazancı dirençlerle +2.5 olarak ayarlanmış bulunmaktadır.



Şekil 2.5

## 2.6. Kart ve Lehim İşlemleri

Bread bord üzerine kurulan devre test sinyalleri alındıktan sonra delikli pentinax üzerine lehimlenme aşamasına geçildi. Pentinax üzerine lehimlemek devreyi temassızlık sorunlarından ve gürültü faktörlerinden arındırarak daha net çıkış sinyalleri elde etmemize olanak sağlayacaktır. Devre şablonu oluşturulduktan sonra şekil 2.6 da gösterildiği gibi devre elemanları pentinax üzerindeki uygun konumlara yerleştirildi. Sıcak havya ucu ile eritilen lehim teli ile elemanlar pentinax üzerine sabitlenip iletim yolları oluşturuldu. Ardından multimetrenin baser

mobu ile hat kontrolleri yapıldı. Pentinax üzerine lehimlenen devre ucundaki sinyal bir sonraki aşamada mikrodnetleyiciye aktarılmaktadır.



Şekil 2.6

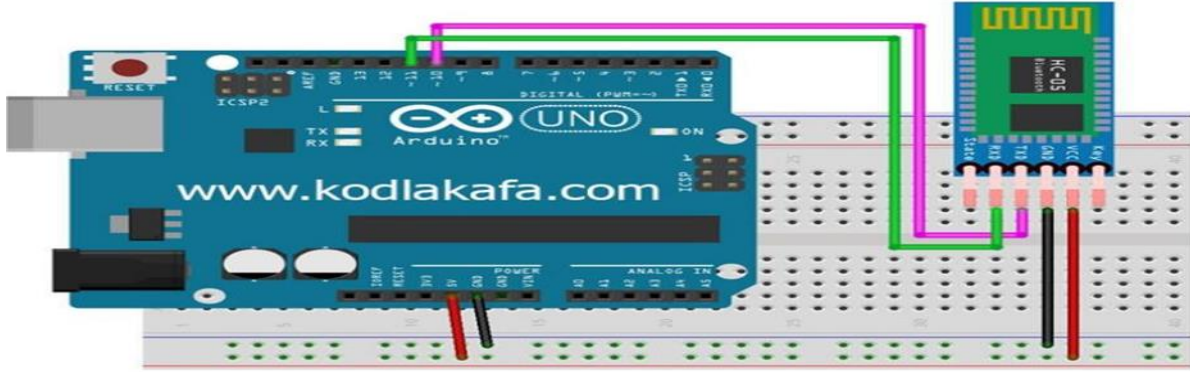
## 2.7. Mikrodnetleyici

Mikroişlemci için uygun değerlere getirilen (0-5 volt arası) sinyal yazılımsal kodlar ile işlenip gömülü bluetooth ile telefona kablosuz olarak aktarılacaktır. Bu sayede göz hareketleri saniyede yüzlerce kez kontrol edilerek anlık değerler elde edilecektir.[4] Böylece hızlı kaslar yüksek hızda takip edilip, oluşturulan elektriksel komutlar yerine getirilecektir. Analog olarak okunan değer 4 volttan büyük ise led 1 yakılacak (kırmızı) , 1 volttan küçük ise led 2 yakılacak (yeşil) , bu iki değer arasında ise her iki ledde pasif duruma getirilip led 3 (sarı) yakılacak şekilde kodlanmıştır. Board üzerine kurulan devre labaratuvar ortamında milivolt düzeyinde ac sinyaller verilerek gerilim ve frekans domenlerinde konturolleri yapılmıştır. Ugun sonuçlar alınan devre delikli pentinax üzerine gerekli şekilde lehimlenmiştir. Alınan analog değerler mikroişlemci tarafından okunup sinyaller uygun yazılımsal kodlar ile işlenerek ledlerin gözler ile yakılıp söndürülmesi gerçekleştirilmiştir.

GERİLİM	DURUM	LED
$X > 4 \text{ V}$	SAĞ	LED 1 YAK
$X < 1 \text{ V}$	SOL	LED 2 YAK
$4 > X > 1$	MERKEZ	LED 3 YAK

Tablo 2.7

## 2.8. Bluetooth ile veri aktarımı



Şekil 2.8

Şekil 2.7 de gösterilen HC-05 Bluetooth modülü, Bluetooth SSP (Serial Port Standart) kullanımı ve kablosuz seri haberleşme uygulamaları için yapılmıştır. Bu kart bluetooth 2.0'ı destekleyen, 2.4GHz frekansında haberleşme yapılmasına sağlar. Açık alanda yaklaşık 10 metre büyüklüğünde bir haberleşme mesafesine sahiptir.

HC-05 bluetooth 6 pin çıkışa sahiptir. Bu pinlerden VCC,GND,Tx ve Rx pinleri her zaman kullanılırken, STATE pini konfigürasyon ayarları yapılırken kullanılmaktadır. Arduino ile bluetooth arasındaki iletişim Tx ve Rx pinlerinden yapılmaktadır. Analog olarak okuduğumuz verileri bu pinler aracılığı ile bluetootha aktardıktan sonra mobil ortama aktırmasını gerçekleştirdik.

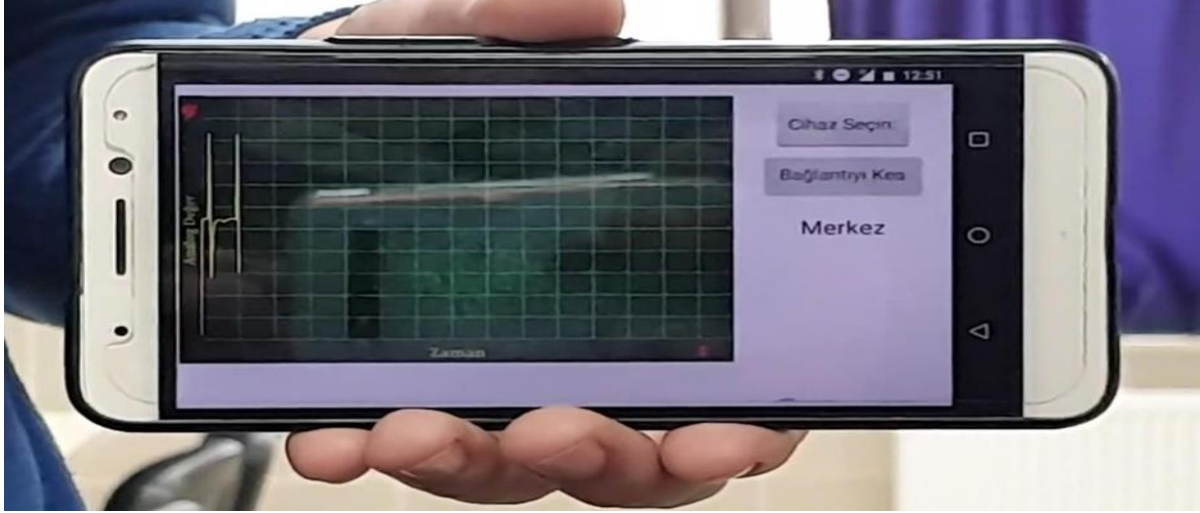
## 2.9. Mobil uygulama

Bluetooth modülü ile analog verileri mobil ortama göndermek için Bluetooth modülümüzle uyumlu olan App Inventor platformunda mobil uygulamamızı gerçekleştirdik. App inventer tamamen mobil uygulama geliştirmek için dizayn edilmiş bir online platformdur. Bu platformda kodlar bloklar halinde yan sekmelerde hazır bekletilmektedir. Yapılması gereken sadece uygun kod bloğunu seçip ekrana sürüklemektir. Ayrıca oluşturulan apk uzantılı uygulamalar play store gibi uygulama marketlerine rahatlıkla yüklene bilmektedir.

Öncelikle App inverter platformunda mobil uygulamanın dizaynı için gerekli olan, daha çok kullanıcıyı ilgilendiren(front) bölümlerini Şekil 2.9 deki gibi gerçekleştirdim.

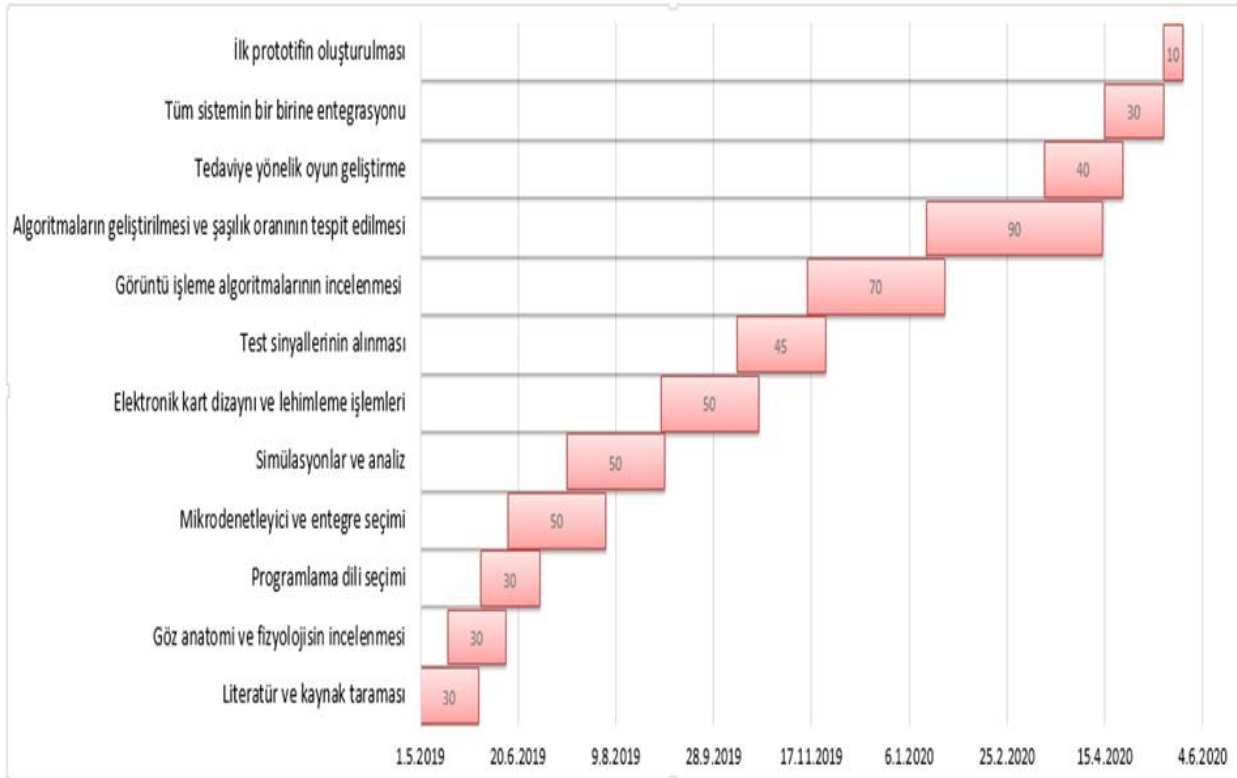
Ardından işin yazılımsal yönlerine yönelerek bluetooth bağlantısını aktif ve pasif duruma getirecek butonları aktif duruma getirdim. Eş zamanlı olarak analog değerlerin çizdirileceği bir

grafik bölümü ekleyip oluşan bu analog değerlerin belirli sınırlara ulaşınca dürtüler oluşturan text box lar ekledim. Özet olarak bu text boxlarda belli eşik sınırlar arasında sağ, sol ve merkez yazdırılması sağlandı. Bu dizayn ilerleyen aşamalarda oluşturacağım oyun platformunun temelini oluşturmaktadır.



Şekil 2.9

## 2.10. Gent Şeması ile Proje İş Zaman Çizelgesi



Tablo 2.10



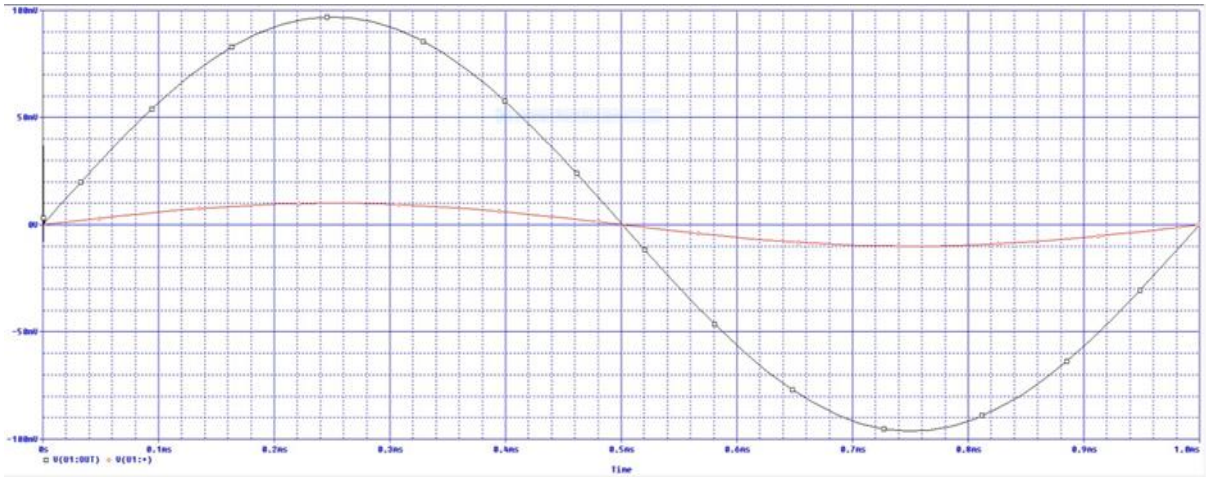
### 3. BULGULAR

Şekil 3.1 de python programlama dili ile wapcam kamerası üzerinden yüz ve göz bölümlerini dikkörtgensel kareler içinde bulunduğu konumlar tespit edilmiştir.



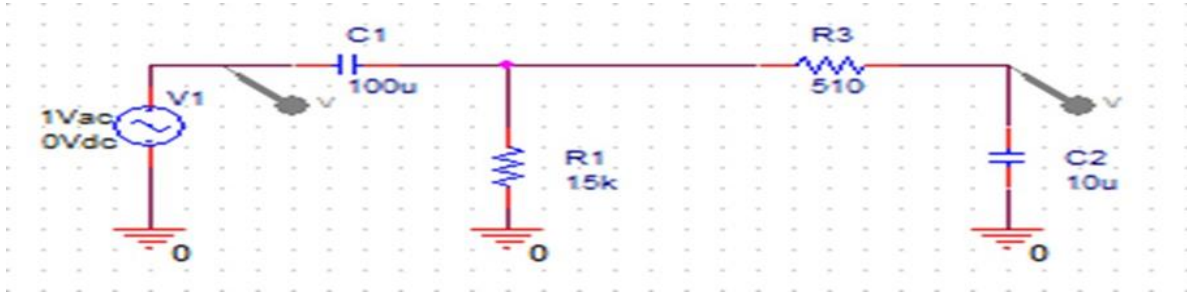
Şekil 3.1

Şekil 3.2 de pspice elektronik simülasyon programında çizilen AD620 enstrümantasyon kuvvetlendiricisinin 10 kat yükseltme yaptığına dair gerilim frekans simülasyonu verilmektedir.

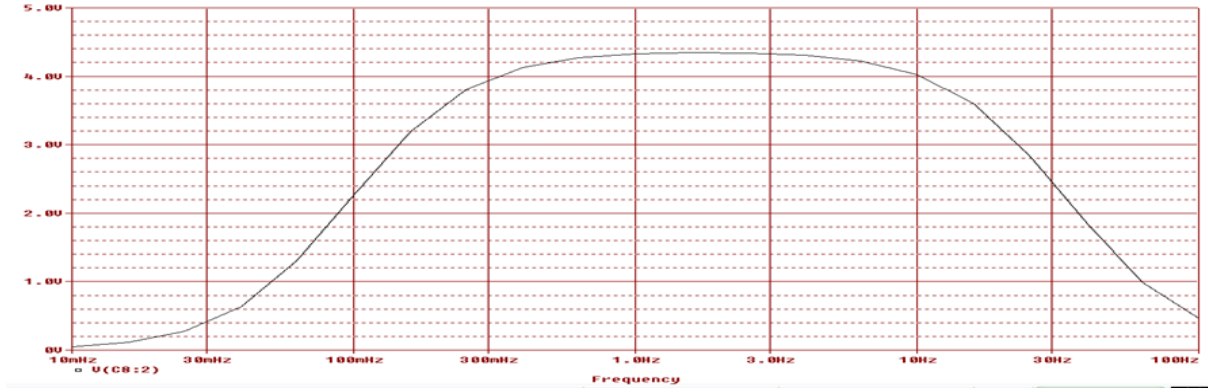


Şekil 3.2

Şekil 3.3 de bir adet yüksek geçiren filtre ile bir adet alçak geçiren pasif filtrenin birleştirilmesi ile 0-30 Hz aralığını geçiren bir band geçiren filtre tasarımı pspice programında gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.4 de ise filtre ve TL072 nin kaskad bağlantısının gerilim frekans simülasyonu verilmektedir.

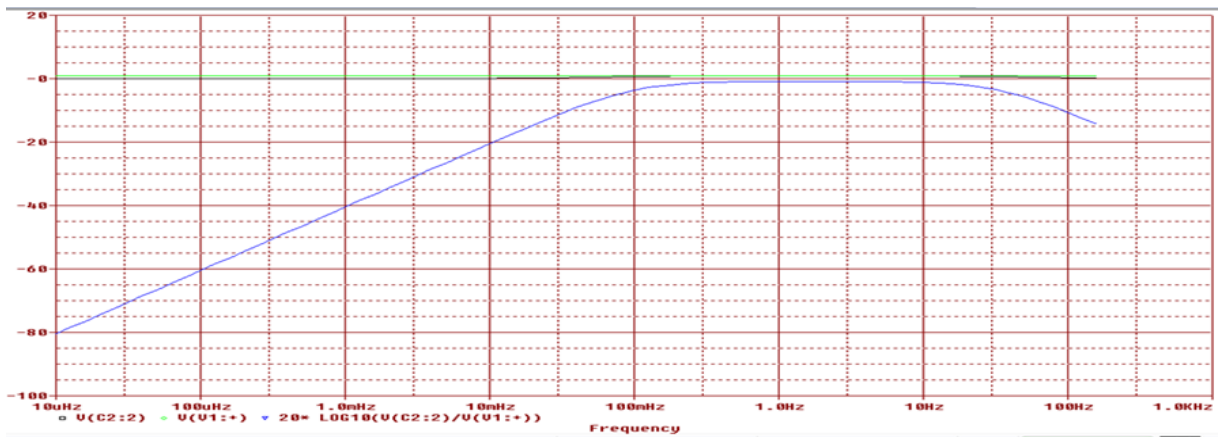


Şekil 3.3



Şekil 3.4

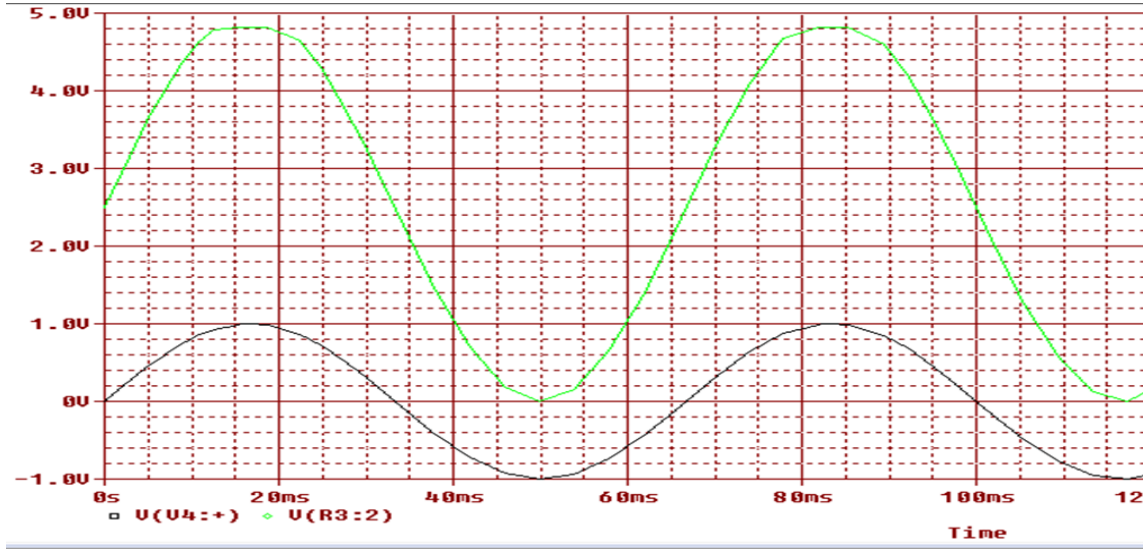
Şekil 3.5 de filtreleme sonucu 0.1 hz ve 30 hz in bulunduğu kesim frekansları desibel cinsinden simülasyonu verilmektedir. Eğride -3 dB ye karşılık gelen değerler kesim frekansını temsil etmektedir. Desibel hesabı =  $20 \cdot \text{LOG}_{10}(V_{\text{çıkış}} / V_{\text{giriş}})$



Şekil 3.5

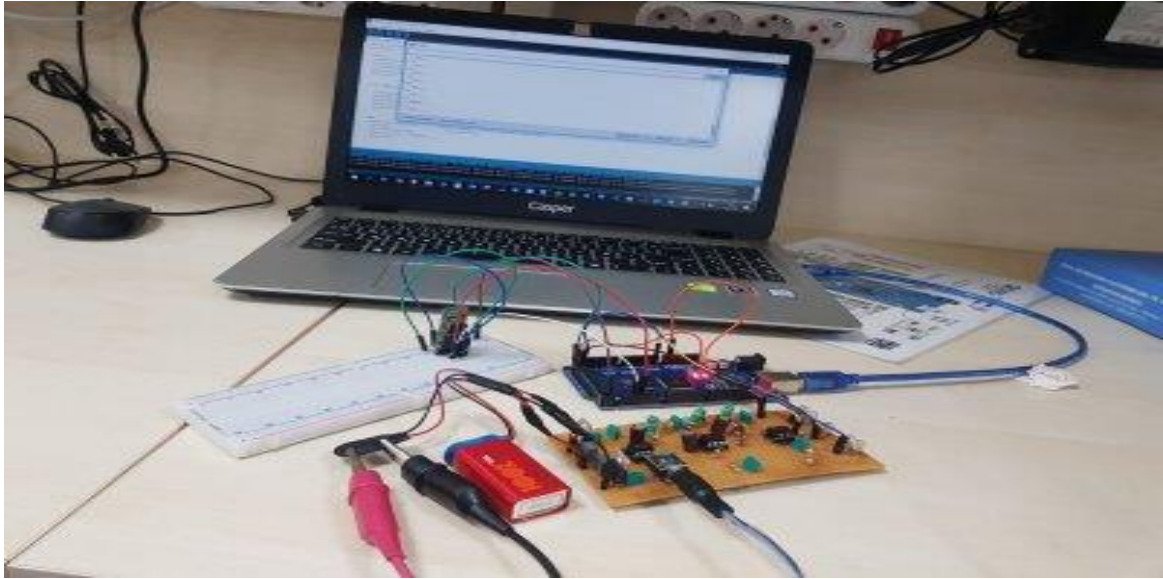
Şekil 3.6 da sinyalin gerilim kaydırma devresinden geçirildikten sonra sadece pozitif değerlerdeki sinyaller üretmesine ilişkin devrenin simülasyonu pspice programı üzerinden gerçekleştirilmiştir.





Şekil 3.6

Şekil 3.7 de elektrookülogram tabanlı devrenin mikrodnetleyici ve bluetooth modülü ile etkileşimini göstermektedir.



Şekil 3.7

#### **4. SONUÇ ve TARTIŞMA**

Genel olarak Strabismus terapi adlı projemin işleyiş adımları takılmadan gelişim göstermektedir. İki modülden oluşan projemin teşhis bölümünde göz kayması oranını wapcam üzerinden görüntü işleme algoritması kullanılarak tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu parçanın %50 lik bölümü olan göz bölgesinin görüntü üzerinden tespit edilme aşaması gerçekleştirilmiş olup şaşılık oranının tespit edilebilmesi için gerekli ön işlem adımlarının çalışmaları devam etmektedir. Bu ön işlem için gerekli alt yapı eğitiminin bulunması ilerleyen aşamaların daha sağlam adımlarla ilerliyeceği ve performansın artacağı anlamına gelmektedir.

Tedavi aşamasında ise elektrookülogram tabanlı elektronik kartın % 100 lük bölümü tamamlanmış olup test sinyalleri başarı ile alınmıştır. İlerleyen aşamalarda kart üzerinde geliştirmeler yapılması hedeflenmektedir.

Mikrodenetleyiciden bluetooth ile gönderilen eog sinyallerinin mobil uygulama kısmının ise temelleri atılmış olup ilerleyen zamanlarda kompleks terapi oyunlarının farklı düzeydeki versiyonları gerçekleştirilecektir.

Sonuç olarak eksik kısımların kısa sürde tamamlanmasının ardından tüm modüllerin birbirine entegrasyonu gerçekleştirilerek ilk prototifin tıp dünyasının hizmetine açılması hedeflenmektedir.

## 5. ÖNERİLER

Bu konuda yapılacak çalışmalara yeni başlayacak bireylerin olumlu yeni ürünler oluşturabilmeleri için yazılım , donanım , kas ve sinir sistemi hakkında yeterli bilgi birikimine sahip olmaları gerekmektedir.

Görüntü işleme alanında edindiğim bilgiler ışığında python dili ürün oluşturmak için gerek kütüphane gerek web kısmında ortaya koyduğu açık kaynak kodlar ile oldukça esnek ve kullanışlı bir dil konumundadır.

Elektronik sinyal işleme alanında ise yeni başlayan bireylerin arduinonun mega , uno gibi kartlarını kullanmaları mikrodenetleyici mantığını oturtmaları için kolaylıklar sağlayacaktır. Mikrodenetleyici kullanmadan önce bireylerin temel elektronik ve sinyal işleme derslerini almaları kesinlikle gerekmele birlikte temel elektronik konusu olan yükselteçler alanında da oldukça yoğunlaşmaları gerekmektedir.

Yazılımsal ve donanımsal olarak yeterli düzeye gelen bireylerin insan vücudu ile ilgili fikirler üretebilmeleri için temel biyofizik , anatomi ve fizyoloji derslerini almaları gerekmektedir.

Bu dersleri aldıktan sonra alana ilgili bireyleri insan güvenliğini baz alarak oluşturdukları fikirlerini alanında uzman hocalara danışarak hayata geçirmeleri sağlık teknolojilerinin gelişim göstermesine katkıda bulunacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] Refik Samet, Ghulam Sakhi Shokouh, Jianjun Li, "Pose Tolerant Face Recognition System: An Efficient Approach", CyberWorlds 2013 International Conference, 21-23 October, 2013 at Keio University, Yokohama, Japan.
- [2] Uşaklı A.B., Gürkan, S., Design of a Novel Efficient Human–Computer Interface: An Electrooculogram Based Virtual Keyboard, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 70: 2099-2108, 2010.
- [3] Öner, P.A., Gürkan, S., İstanbullu, A., Doğan, S., Digital signal processing and classification study for electrooculogram signals, 2015 Medical Technologies National Conference (TIPTEKNO), 1-4, 2015.
- [4] Tsui, C., Pei, J., Gan, Q., Huosheng, H., Kui, Y.2007. "EMG-based hands-free wheelchair control with EOG attention shift detection", IEEE Int. Conf. on Robotic and Biometrics, 15, 1266-1271.

## 7. EKLER



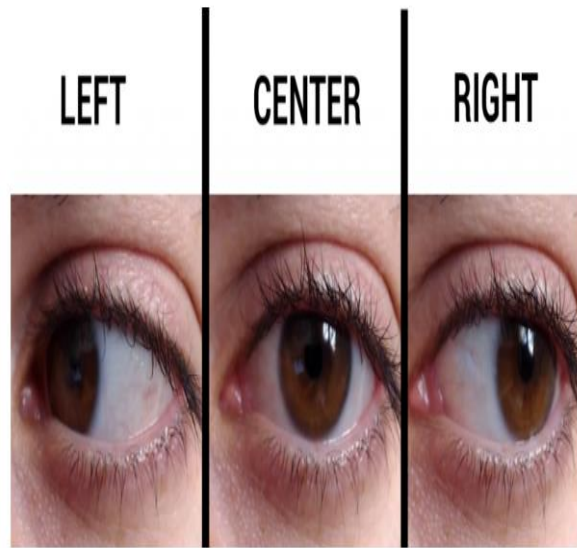
Şekil 7.1



Şekil 7.2

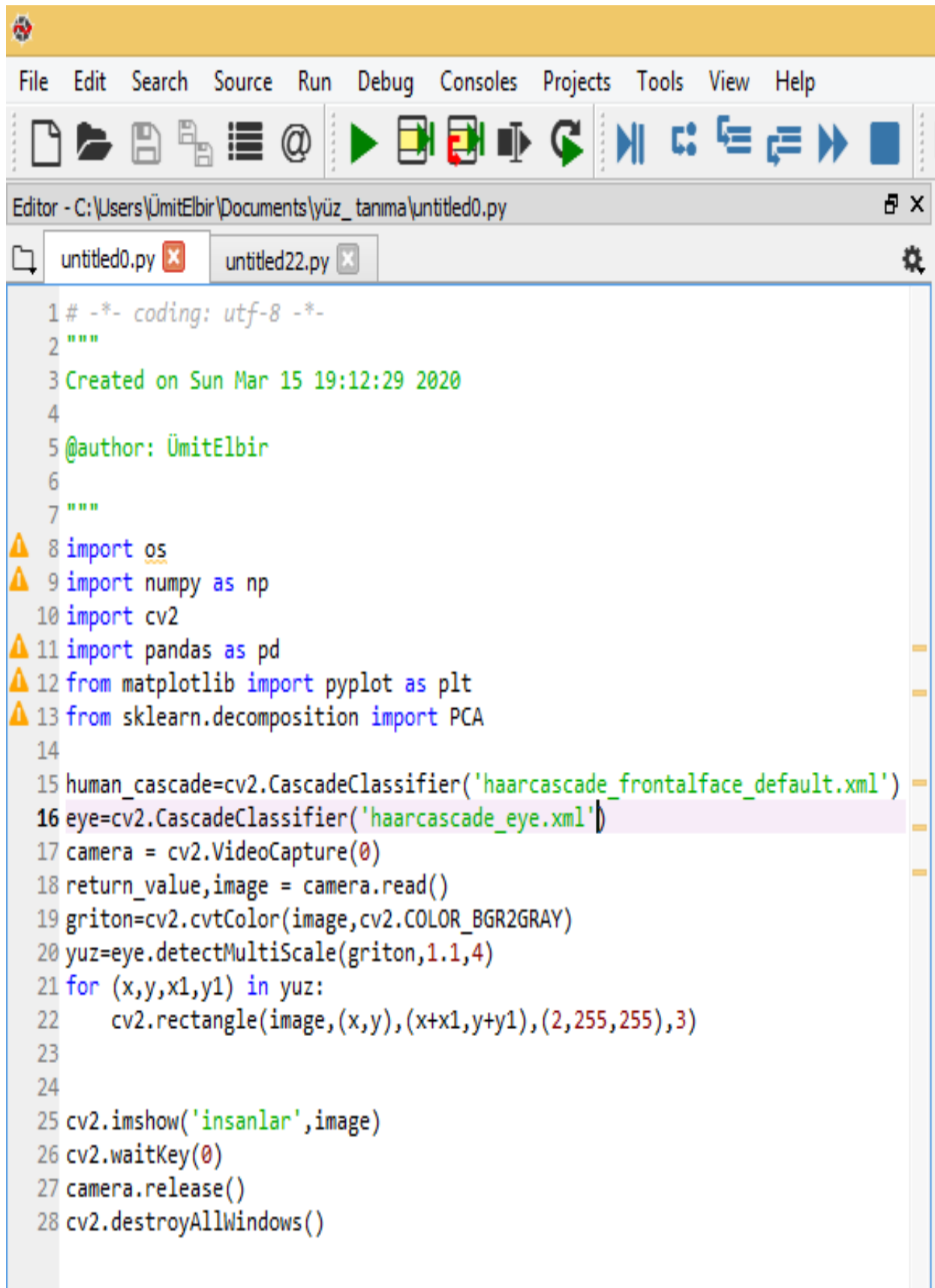


Şekil 7.3



Şekil 7.4

## 7.1. Python Kodları



The image shows a Python IDE window with a menu bar (File, Edit, Search, Source, Run, Debug, Consoles, Projects, Tools, View, Help) and a toolbar with icons for file operations, execution, and debugging. The editor displays a Python script for face detection. The script includes a docstring with metadata, imports for os, numpy, cv2, pandas, matplotlib, and sklearn, and a main loop that captures video from a camera, processes frames in grayscale, and detects faces using a Haar cascade classifier. The detected faces are highlighted with red rectangles. The script ends with releasing the camera and destroying all windows.

```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2 """
3 Created on Sun Mar 15 19:12:29 2020
4
5 @author: ÜmitElbir
6
7 """
8 import os
9 import numpy as np
10 import cv2
11 import pandas as pd
12 from matplotlib import pyplot as plt
13 from sklearn.decomposition import PCA
14
15 human_cascade=cv2.CascadeClassifier('haarcascade_frontalface_default.xml')
16 eye=cv2.CascadeClassifier('haarcascade_eye.xml')
17 camera = cv2.VideoCapture(0)
18 return_value,image = camera.read()
19 griton=cv2.cvtColor(image,cv2.COLOR_BGR2GRAY)
20 yuz=eye.detectMultiScale(griton,1.1,4)
21 for (x,y,x1,y1) in yuz:
22     cv2.rectangle(image,(x,y),(x+x1,y+y1),(2,255,255),3)
23
24
25 cv2.imshow('insanlar',image)
26 cv2.waitKey(0)
27 camera.release()
28 cv2.destroyAllWindows()
```

## 7.2. Arduino kodları

sketch\_feb01aHS §

```
int A; //değişken tanımlama
float h=2.5 ;

void setup() {
    pinMode(A0, INPUT); //girdi ve çıktılarının tanıtımı
    pinMode(53, OUTPUT);
    pinMode(52, OUTPUT);
    pinMode(51, OUTPUT);
    Serial.begin(9600); //saniyede tekraralama sıklığı
    Serial1.begin(9600);
}

void loop() {
    A=analogRead(A0); //Analog sinyalin A0 pininden okunması

    String delim = "#"; //bluetooth için gerekli ayarlamalar
    char buff[9];
    String buf = delim +(String)A+"\r\n";
    delay(50);
    buf.toCharArray(buff, 9);
    writeString(buff);
    delay(50);

    h=(A*5.0)/1023.0 ; //Analog sinyal voltajının 0-5 arasında değerlendirilmesi.
    Serial.println(h); //analog sinyalin seri ve çizgi portta takibi
    delay(500);
}
```



```

if(h>4){ //Analog sinyalin 4 volttan büyük olduğu durum
    digitalWrite(53,HIGH); //Göz merkezden ayrılmıştır.
    delay(500); //Sağ veya sol köşededir
    digitalWrite(53,LOW);
    Serial.println("__--SAĞ--__");
    delay(2500);
}

else if(h<1){

    digitalWrite(52,HIGH); //Analog sinyalin 1 volttan küçük olduğu durum
    delay(500); //Göz merkezden ayrılmıştır.
    digitalWrite(52,LOW); //Sağ veya sol köşededir
    Serial.println("__--SOL--__");
    delay(1000);
}

else{
    digitalWrite(51,HIGH); //Analog sinyalin 1.6-4 volt arasında olduğu durum
    delay(500); //Göz merkezdedir.
    digitalWrite(51,LOW);
    Serial.println("__--MERKEZ--__");
    delay(1000);
}
}

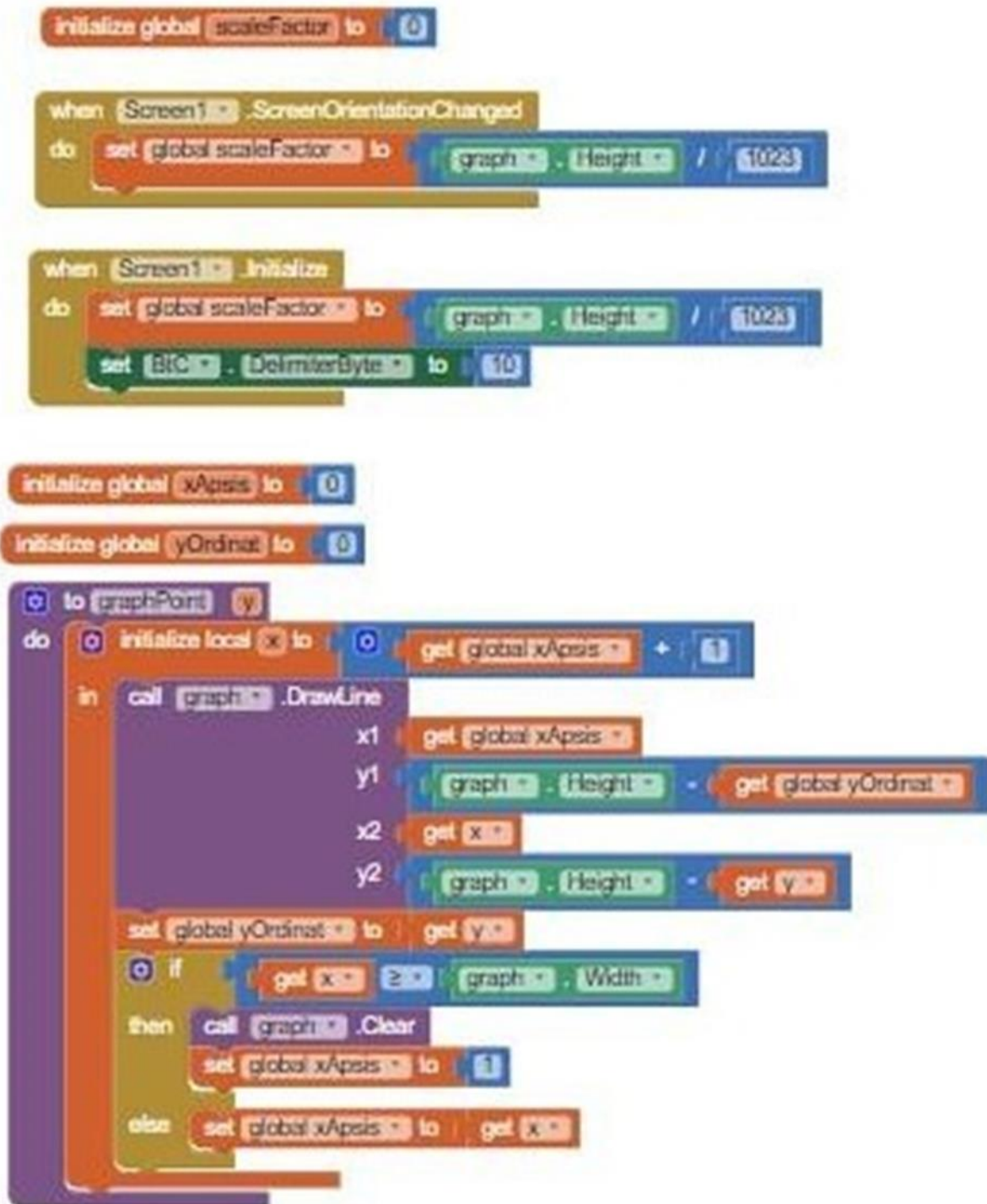
void writeString(String stringData) { // remidosol

    for (int i = 0; i < stringData.length(); i++) //karkter karekter gönderdik bluetootha
    {
        Serial1.write(stringData[i]);
    } delay(50);
}

```



### 7.3. App inventör kodarı



```

when connectbt.Click
do
  if not BitC.IsConnected
  then
    if call BitC.Connect
      address get global MAC
    then
      set clc.TimerEnabled to true
      set connectbt.Text to "Bağlantıyı Kes"
    else
      call BitC.Disconnect
      set clc.TimerEnabled to false
      set connectbt.Text to "Bağlan"
  end if
end do

```

```

when listp.BeforePicking
do
  if not BitC.Enabled
  then call Activity1.StartActivity
  end if
  set listp.Elements to BitC.AddressesAndNames
end do

```

```

when listp.AfterPicking
do
  set listp.Title to join "Bağlantı: "
    trim segment text listp.Selection
    start 18
    length length listp.Selection - 17
  set global MAC to segment text listp.Selection
    start 1
    length 17
end do

```

