

**TÜRK HAVA KURUMU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GÖZ İLE KONTROL EDİLEBİLEN TEKERLEKLİ SANDALYE**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ahmet GÜMÜŞHAN**

**Elektrik Elektronik Anabilim Dalı  
Elektrik Elektronik Mühendisliği Programı**

**TEMMUZ 2018**

**TÜRK HAVA KURUMU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GÖZ İLE KONTROL EDİLEBİLEN TEKERLEKLİ SANDALYE**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ahmet GÜMÜŞHAN  
1406030048**

**Elektrik Elektronik Anabilim Dalı**

**Elektrik Elektronik Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Doğan ÇALIKOĞLU**

**Eş Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Javad RAHEBİ**

**TEMMUZ 2018**

Türk Hava Kurumu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 1406030048 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, Ahmet GÜMÜŞHAN ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı GÖZ İLE KONTROL EDİLEBİLEN TEKERLEKLİ SANDALYE başlıklı tezini, aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** Prof. Dr. Doğan ÇALIKOĞLU  
Türk Hava Kurumu Üniversitesi

**Eş Danışman :** Dr. Öğr. Üyesi Javad RAHEBİ  
Türk Hava Kurumu Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** Prof. Dr. Erkan AFACAN  
Gazi Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Seçil KARATAY  
Kastamonu Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Esra KARAOĞLU  
Türk Hava Kurumu Üniversitesi

**Tez Savunma Tarihi:** 09.07.2018

**TÜRK HAVA KURUMU  
ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ  
ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum, GÖZ İLE KONTROL EDİLEBİLEN TEKERLEKLİ SANDALYE adlı çalışmamın, tarafımdan akademik etik ve kurallara aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım kaynakların kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

**09.07.2018**

**Ahmet GÜMÜŞHAN**



## **TEŞEKKÜR**

Yüksek Lisans tez çalışma sürecinde beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan desteğini ve yardımını esirgemeyen tez danışmanım değerli Prof. Dr. Doğan ÇALIKOĞLU'na ve Dr. Öğr. Üyesi Javad RAHEBİ' ye, okul ve ev arkadaşım Aykut ONUR'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca her zaman yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme teşekkürlerimi, sevgi ve saygılarımı sunarım.

**Temmuz, 2018**



## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
RESİM LİSTESİ .....	vi
KISALTMALAR .....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI .....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	6
3.1. İmge (görüntü) nedir? .....	6
3.2. Görüntü işleme .....	6
3.2.1. Sayısal Görüntü İşleme .....	7
3.2.1.1. Gri Düzeyli Görüntü .....	8
3.2.1.2. Renkli Görüntü.....	8
3.3. Gözün Yapısı .....	8
3.4. Göz Hareketinin Oluşması .....	9
3.5. Göz Komutları.....	10
3.5.1. Kamera.....	11
3.5.2. Göz Hareketlerini Komuta Dönüştürme .....	12
4. UYGULAMA.....	17
4.1. Prototip Robot Amacı.....	17
4.2. Kullanıcı Ara yüz Programı.....	17
4.3. Donanım .....	21
4.4. Bilgisayar .....	21
4.5. Bigisayar Çevre Bileşenleri .....	21

4.6.	Nabız ve Vücut Sıcaklık Sensörü.....	22
4.7.	GSM Terminal.....	22
4.8.	AV Alıcı Modül.....	24
4.9.	RF Gönderici/Alıcı Modül.....	25
4.10.	USB Video Yakalama Aygıtı.....	25
4.11.	USB' den TTL' e Dönüştürücü.....	26
4.12.	Robot çalışması.....	26
4.13.	Motorlar .....	27
4.14.	Video Gönderici.....	29
4.15.	Robot Üzeri Kamera .....	30
4.16.	Ultrasonik Mesafe Sensörü .....	30
4.17.	GPS modülü.....	31
4.18.	STM32F103C8T6 Mikrodenetleyicisi .....	31
5.	SONUÇLAR .....	35
6.	KAYNAKÇA .....	37
	ÖZGEÇMİŞ.....	39

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1: Piksel gösterimi[6].....	6
Şekil 3.2: Görüntü işleme adımları[15].....	7
Şekil 3.3: Görüntünün koordinat sistemi [15].....	8
Şekil 3.4: Görüntü - Komut Blok Diyagramı.....	13
Şekil 4.1: Donanım Blok Diyagramı.....	21
Şekil 4.2: Bilgisayar Bileşenleri Blok Diyagramı.....	23
Şekil 4.3: Prototip Robot Genel Yapısı.....	28
Şekil 4.4: H-Köprüsü Çalışma Prensibi [33].....	27





## RESİM LİSTESİ

Resim 3.1: Gözün yapısı [17].	9
Resim 3.2: Göz kas yapısı [16].	10
Resim 3.3: Kamera [21].	12
Resim 3.4: Orijinal Görüntü.	14
Resim 3.6: Siyah Beyaz (S/B) Görüntü.	15
Resim 4. 1: Kullanıcı Ana Sayfa Ara Yüzü.	19
Resim 4. 2: Kalibrasyon Sayfası	19
Resim 4.3: Haberleşme Sayfası.	20
Resim 4.4: Manuel Kontrol Sayfası.	20
Resim 4.5: Nabız Sensörü [26].	22
Resim 4.6: SIM900 GSM Terminal [28].	24
Resim 4.7: RC832 AV Video ve Ses Alıcı Modül [29].	25
Resim 4.8: RF Data Gönderici/Alıcı Modül [30].	25
Resim 4.9: USB' den TTL' e Seri Haberleşme Dönüştürücüsü [31].	26
Resim 4.10: DC Motor [32].	27
Resim 4.11: L298N Motor Sürücü Modülü [34].	29
Resim 4.12: AV Gönderici [35].	29
Resim 4.13: Robot Üzeri Kamerası	30
Resim 4.15: GPS Modülü [37].	31
Resim 4.16: Mikrodenetleyici Konfigürasyonu.	32
Resim 4.17: Prototip Robot.	33
Resim 4.18: Bilgisayar-Robot Haberleşme Cihaz Kutusu	33
Resim 4.19: Kameranın Göze Odaklanması	34

## **KISALTMALAR**

<b>ALS</b>	: Amyotrofik Lateral Skleroz
<b>YSA</b>	: Yapay Sinir Ağları
<b>TDK</b>	: Türk Dil Kurumu
<b>VGA</b>	: Video Graphics Array
<b>TV</b>	: Televizyon
<b>FPS</b>	: Frames Per Second
<b>USB</b>	: Universal Serial Bus
<b>IDE</b>	: Integrated Development Environment
<b>UART</b>	: Universal Asynchronous Receiver-Transmitter
<b>GSM</b>	: Global System for Mobile Communication
<b>RAM</b>	: Random Access Memory
<b>GFSK</b>	: Gaussian Frequency Shift Keying
<b>TTL</b>	: Transistor Transistor Lojik
<b>PAL</b>	: Phase Alternating Line
<b>NTSC</b>	: National Television Standarts Committee
<b>AV</b>	: Audio-Video
<b>RF</b>	: Radio Frequency
<b>ARM</b>	: Acorn RISC Machine
<b>PWM</b>	: Pulse Width Modulation
<b>SD</b>	: Standart Definition

## ÖZET

### GÖZ İLE KONTROL EDİLEBİLEN TEKERLEKLİ SANDALYE

GÜMÜŞHAN, Ahmet

Yüksek Lisans, Elektrik Elektronik Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Doğan ÇALIKOĞLU

Eş Danışman: Dr. Javad RAHEBİ

Temmuz-2018, 40 sayfa

Günümüzde görüntü işleme uygulamaları, güvenlik, sağlık, savunma sanayisi, kontrol sistemleri alanlarında kullanılan yöntemler arasına girmiş ve vazgeçilmez bir hal almıştır. Görüntü işleme ile elde edilen görüntüler kullanılarak, kişi veya nesne tanıma, nesne takibi, makine veya cihaz kontrolü gibi işlemleri yapılabilmektedir. Gelişen teknolojiye paralel olarak makine insan arası etkileşim de görüntü işleme ile cihaz kontrolünün önemini arttırmaktadır. Bu çalışmada görüntü işleme kullanılarak, göze odaklı bir kameradan alınan görüntülerden, gözün sağ-sol hareketlerine göre prototip bir robotun sağ, sol, ileri gitmesi gerçekleştirilmiştir. Kullanılan prototip robot, elektrikli tekerlekli sandalye temsili olarak hazırlanmış ve kullanıcının ellerini ve ayaklarını kullanamadığı varsayımına dayanarak tasarlanmıştır. Ayrıca tekerlekli sandalye kullanıcısının anlık nabız ve vücut sıcaklığının ölçülüp belirli değerler dışına çıktığı anda, belirlenen GSM numarasına konum bilgisini mesaj olarak göndermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Görüntü işleme, göz hareketi, makine-insan etkileşimi.

## ABSTRACT

### WHEELCHAIR CONTROLLED BY EYE

GÜMÜŞHAN, Ahmet

Master, Electrical Electronics Department

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Doğan ÇALIKOĞLU

Co-consultant: Dr. Javad RAHEBİ

July-2018, 40 page

Today, image processing applications are among the methods used in the fields of security, health, defense industry, control systems and become indispensable. By using images obtained by image processing, it is possible to perform operations such as person or object recognition, object tracking, machine or device control. In parallel with the developing technology, interaction between human beings is also important for image processing and device control. In this study, a prototype robot is made to go right, left and forward according to the right and left movements of the eye, from images taken from a camera with a focus, using image processing. The prototype robot used is designed as an electric wheelchair and is based on the assumption that the user can not use his hands and feet. In addition, the instantaneous heart rate and body temperature of the wheelchair user are measured and then they are sent out as a message to the determined GSM number.

**Keywords:** Image processing, eye movement, machine-human interaction.

## 1. GİRİŞ

Teknoloji gelişiminin hızla arttığı günümüz koşullarında, insan hayatını kolaylaştıracak yeni icatlar ortaya çıkmaktadır. İnsanlar, makinelerle iç içe yaşamaya başlamış, hatta bazı makineler insanların bir parçası haline gelmiştir. Bu gelişmeler de robot olarak adlandırılan araçların önemini ortaya çıkarmıştır.

Günümüz endüstrisinde yaygın olarak kullanılan robot kelimesi ilk defa, Çekçe’de “zorla çalıştırılan işçi” manasına gelen “robota” kelimesi olarak 1921 yılında Karel Capek’in RUR (Rossum'un Evrensel Robotları) isimli tiyatro eserinde kullanılmıştır. Farklı amaçlar için tasarlanmış birçok görevi yerine getirebilen, kendi kendine hareket edebilen, elektronik, mekanik ve yazılımdan oluşan bu yapılar; işlem yapma, işlemden sonuca varma, yargıya varma ve yeni işlemi belirleme yetilerini bulundurmaları zorundadır. Robotun çalışma hacmi bir referans koordinat sistemine göre yer değiştirmiyorsa bu robota gezgin olmayan robot, yer değiştiriyor ise bu robota “Gezgin veya Mobil Robot” denir. Yapısal olarak tekerlekli, bacaklı ve kanatlı olmak üzere üç farklı türü olan gezgin robotlar günümüzde pek çok alanda kullanılmaktadır [1].

Robot teknolojisinin gelişmesi, kontrol sistemlerinin gelişmesini ve yeni yöntemlerin meydana gelmesini kaçınılmaz hale getirmiştir. Kontrol işlemi bir buton yardımı ile yapılacağı gibi, sese duyarlı, beyinden alınan sinyaller, göz bebeği veya göz kırpma hareketleri, el veya parmak hareketleri gibi farklı yöntemlerle sağlanabilmektedir. Bu işlemlerin geneli elde edilen verilerin anlamlı bir veriye dönüşmesi ile sağlanmaktadır. Anlamlı hale getirilen veriler, kullanacağımız sisteme uygun hale getirilerek kontrol işlemlerini gerçekleştirmektedir. Bu noktada veri toplamak en önemli unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Veri toplamada birçok yöntem kullanılmasına rağmen görüntü işleme oldukça popüler ve gelişmekte olan bir yöntemdir.

Görüntü işleme, verilerin yakalanıp ölçme ve değerlendirme işleminden sonra başka bir aygıtta okunabilir bir biçimde dönüştürülmesi ya da bir elektronik ortamdan başka bir elektronik ortama aktarılmasına yönelik bir çalışma olan “sinyal işlemeden” farklı bir işlemdir. Görüntüler belli bir hedefe yönelmiş görüntü kaynağından alınan farklı içeriklerden oluşur. Bu tip görüntüler ultrason, elektro mikroskop ve bilgisayar içerikli görüntülerdir. Görüntü işleme için görüntülere uygulanan ön hazırlık evresi üzerlerindeki gürültüyü (görüntü bulanıklığı, netlik,

kötü görüntü) azaltmaktır. Bunun için görüntülere düşük, orta ve yüksek seviye içeren işlemler uygulanmaktadır. Düşük seviyedeki işlemlerde giriş ve çıkış görüntülerin gerçekliği filtreleme ile sağlanır. Orta düzey seviyedeki işlemlerde ise görüntülerdeki nesnelerin tanınması ve sınıflandırılmasında bölme ve tanıma işlemleri gerçekleştirilir. Yüksek seviye işlemler görüntülerdeki nesnelere tanıma görüntülerin analiz edilmesini içerir. Görüntülerin bilgisayar ortamında analiz edilmesiyle de, görüntülerdeki nesnelerin görüntü içeriği detaylandırılır. Bu detaylandırma aşaması ile görüntü işleme gerçekleştirilmiş olur [2].

Bu tez çalışmasında amaç, göze odaklı bir kamera yardımı ile algılanan göz hareketlerini işlemek, anlamlandırmak, komutlara dönüştürmek ve bu komutlara göre prototip olarak hazırlanmış bir robota yön vermek olmuştur. Bu amaç doğrultusunda görüntü işleme kullanılarak göz hareketleri ile kontrol yapılabilirdiğinin basit bir uygulaması gerçekleştirilmiştir. Burada tasarlanan prototip robot, kontrol imkanı olan bir çok cihaz ya da makine baz alınarak tasarlanabilecek şekildedir. Bir robot prototipi olarak kontrol edilebilir tekerlekli sandalye esas alınmıştır. Tekerlekli prototip robot; tekerlekleri olan, belirli bir hareket ve yönlendirme mekanizmasına sahip bir araçtır.

Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization - WHO) ve Dünya Bankası tarafından ortaklaşa sunulan Dünya Engellilik Raporu, dünyada 70 milyon insanın engellendiğini, ne yazık ki her gün yol kazaları nedeniyle artan engelli insanların sayısının arttığını söylüyor [3].

Bilim adamı Stephen W. Hawking tanınmış felç kurbanlarından biridir. 1962'de Hawking'e, tedavi edilemez bir Amyotrofik Lateral Skleroz (ALS) teşhisi konuldu ve daha sonra hareket etmek için tekerlekli sandalye kullanıldı. Tam ya da kısmi felç geçiren çoğu kişi genellikle gözlerini kullanabilir durumdadır ve bu da bize göz kontrollü tekerlekli sandalye inşa etme fikri vermiştir [4].

Çalışmamız toplamda beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması ile bugüne kadar yapılan çalışmalar, bu çalışmaların amaç ve katkıları üzerinde durulmuştur. İkinci bölümde ise, kullandığımız materyal ve yöntemler, görüntünün işlenmesi ve komutların elde edilmesi ile kontrol algoritmasının oluşturulması anlatılmıştır. Üçüncü bölüm, ikinci bölümde elde edilen algoritmanın prototip robot üzerinde uygulanmasını içermektedir. Dördüncü bölümde ise, kullandığımız algoritma ve uygulamaların sonuçları yer almaktadır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Görüntü işleme üzerinde birçok çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar çok farklı alanlar üzerine olmasına rağmen, görüntü işlemek ve bu işlenen görüntüden elde edilen veriler doğrultusunda karar verme aşamalarına dayanmaktadır.

Yapılan bir tez çalışmasında, Favorov'un Katman-4 için geliştirmiş olduğu hesaplamalı modelin doğrusal boyut indirgeme sonucu elde edilen 5-boyutlu Katman-3 gösterimi öznitelikleri ile öznitelik çıkarım yöntemlerinden piksel, GWT ve LBP özniteliklerinin çeşitli testler üzerindeki sınıflandırma performansları karşılaştırılmıştır. Bu tez çalışması ile desen tipi imgelerde desen sınıflandırılması problemlerinin daha iyi anlaşılması, ileride geliştirilebilecek yöntemlere ve doğal tip imgelerde desen sınıflandırılması konusunda literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır [5].

Meyveleri sınıflandırmada; görüntülerin farklı metot ve araçlarla bilgisayar ortamına aktarılması ve işlenmesinden oluşan görüntü işleme, yeni bir görüntü elde edilmesiyle veya mevcut görüntünün anlamlandırılmasıyla sonuçlanmıştır. Bu yöntemler ile geliştirilen sistemler hayatımıza katkı sağlamakta, uygulama aşamaları hız, kolaylık ve maliyet açısından en düşük düzeyde tutulmuştur [6].

Yaptığımız çalışmaya çok benzer bir çalışma olarak; kullanıcının göz hareketi, web kamerasından ele edilir, daha sonra bilgisayar da işlenir, göz bebeği dönme açısına bağlı olarak yazılıma komut gönderir. Joystick gibi tekerlekli sandalye hareketlerini kontrol etmek için bu komutların kullanıldığı bir sistem tasarlamıştır [7].

ALS (Amyotrofik Lateral Skleroz) veya felç olan hastaların konuşamadığı ve sadece göz hareketlerine bağlı olarak iletişim kurabilmesi örnek olarak, bu iletişimin hızlandırılması ve kolaylaştırmasını sağlamak amacıyla yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemle harf tahmini ile yazımı hızlandırma ve göz kırpmaya ihtiyacını ortadan kaldırarak hataları azaltmak ve konforlu yazım sağlamaya çalışmıştır [8].

Yapılan diğer bir çalışmada; insan bilgisayar etkileşimi deneyi ile katılımcıların ekranda gösterilen video izleme, soruya cevap verme gibi bir görevi yaparken göz izleme cihazından ve web kamerasından bilgi toplamış, katılımcıların birbirleri ile karşılaştırılabilmesi için, aynı görev sırasında nereye baktıklarını ve katılımcıların yüz ifadelerinin o sırada ne olduğunu kaydetmiştir. Fakat alınan

veriler, katılımcıların deney sırasında hareket etmeleri nedeni ile uzayda, göz izleme cihazı, deney bilgisayar ve kameranın saatlerindeki farkları nedeni ile karşılaştırma zor olmuştur. Çalışmalarında ses ve görüntü hizalama yöntemleri kullanılarak video izleme görevi için bu işlemi yapan bir sistem oluşturulmuş ve öncelikle sadece videonun sesinin olduğu ve katılımcının kafasını fazla hareket ettirmediği bir referans deneyi yapılmıştır. Zamanda verilerin hizalanması her katılımcının verisinin, sese göre referans göz izleme cihazı ve kamera verisi ile hizalanması ile sağlanmıştır [9].

Felçli hastalara yönelik yapılan bir çalışma olarak; kullanıcının ekran üzerinde yaptığı gözle bakış bilgisi insan bilgisayar etkileşimi, sanal gerçeklik uygulamaları, oyun endüstrisi, kullanılabilirlik testleri, fiziksel engeli olan kişilerin yaşam kalitesini artırma ve uykululuk durumu tespiti gibi birçok alanda sıklıkla kullanıldığını vurgulamış, çalışmasında görünüm temelli video okulografi yaklaşımları kullanarak bakış görüntü verileri ile etkileşimde olunan bilgisayar ekran koordinatlarını mekânsal olarak eşleştirmiş ve kullanıcının ekran üzerinde sağ, sol, alt, üst ve merkez doğrultularında yaptığı bakışlar ile gözün kapalılık durumu tespiti gerçekleştirmiştir [10].

Gerçek zamanlı olarak bir web kameradan alınan görüntü içerisinde göz tespiti yapmış, gözün iris merkezinin köşelere olan uzaklığına göre, aşağı, yukarı, sağa veya sola bakıyor şeklinde sınıflandırma yapmıştır. Ayrıca kullanıcının kameraya olan uzaklığı ve ışık faktörlerinin de görüntü işlemeye etkisi üzerinde durulmuştur [11].

Dizüstü bilgisayar kullanıcılarına ait görüntüler kullanılarak eğitilen yapay sinir ağına (YSA) kullanıcının ekranda baktığı bölgenin tahmin ettirilmesini amaçlamışlardır. Çalışmalarını iki aşamada oluşturmuşlardır. İlk olarak web cam ile alınan görüntüden göz tespiti yapmak için YSA geliştirmişler, ikinci aşamada ise bulunan göz bölgelerinden elde edilen veriler koordinat bölgesi tahmini yaptırılacak YSA'nın eğitiminde kullanmışlardır [12].

Göz durumunun, yüz ifadesi tanıma, insan makine etkileşimi ve sürücü yorgunluk tespiti gibi konulara değinmiş, özellikle insan makine etkileşiminin artmaya başlaması ile ilgili göz durum tespitinin önemini arttığını vurgulamıştır. Dairesel Hough dönüşümü ile göz tespiti yapmış ve gözün açık olup olmadığını tespit etmiştir [13].



Nöropsikiyatrik rahatsızlıkların teşhisi için, nöropsikolojik testler ve video görüntülerine dayalı göz izleme sistemi gerçekleştirmişlerdir. Video görüntülerini kullanarak, göz bebeği pozisyonu ve çapı bilgilerini çıkartmışlardır. Test işlemi seçilen kişilere kelimelerin bilgisayar ekranında gösterilmesi ile gerçekleştirilmiş, kişiler kelimeleri okurken, göz izleme sistemi ile aynı anda gözün ekranda baktığı yerin koordinatları ve kelimelere ne kadar süreyle baktıkları belirlenmiştir [14].

Genel olarak, yapılan çalışmalara dikkat edildiğinde, alanlar birbirinden bağımsız olmasına rağmen kullanılan yöntem görüntü işlemedir. Bu çalışmalar görüntü işlemenin günümüzde ne kadar önemli bir yere sahip olduğunu vurgulamaktadır.



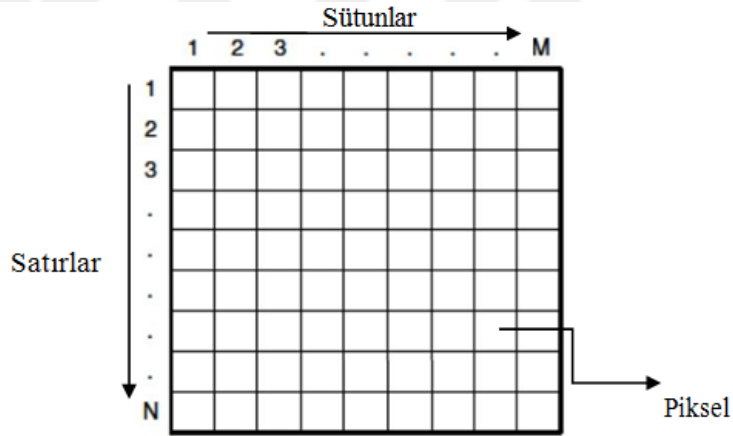
### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1.İmge (görüntü) nedir?

İmge kavramı Türk Dil Kurumu (TDK) sözlüğüne göre herhangi bir nesnenin mercek, ayna gibi araçlarla oluşturulmuş biçimi, hayal olarak tanımlanmaktadır. İmge kavramı bir nesnenin farklı bir ortamda veya insan beyninde modellenmesi ile ilgilidir [5].

Görüntü, pikseller matrisi olarak ifade edilmektedir. Dikdörtgen veya kare bir alan içerisinde veri kümesini oluşturan sahne olarak düşünülebilmektedir. Gelişen teknoloji ve araçlarla birlikte günümüzde iki boyutlu görüntüden farklı olarak üç boyutlu ve diğer görüntü seçenekleri geliştirilmiştir.

Ekran ve yansıtıcıların görüntüleme alanlarına göre kare, dikdörtgen ve diğer seçeneklerle çeşitlendirilmektedir. Bu boyut farklılıklarının en yaygın olanlardan biri 800 sütun ve 600 satırdan oluşan bir matrisin her elemanı bir pikseli ifade etmektedir. Şekil 3.1’de piksel gösterilmiştir [6].

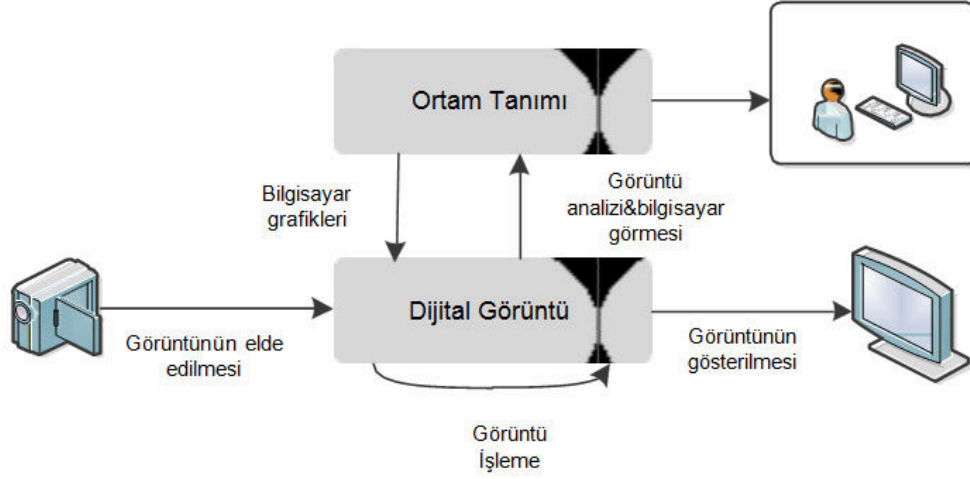


Şekil 3.1: Piksel gösterimi [6].

#### 3.2.Görüntü işleme

Görüntü işleme önceden kaydedilip dijital hale getirilmiş gerçek görüntü verilerinin bir girdi olarak işaretlenip, verilerin bilgisayar ve yazılımlar yardımı ile elektronik ortamda özelliklerinin değiştirilerek yeni bir çıktı görüntüsünün oluşturulmasıdır. Görüntüler analog ortamdan dijital ortama dönüştürüldüklerinde görüntü üzerinde bir takım bozukluklar oluşur. Çeşitli görüntü işleme teknikleri bu hataları elimine etmek için kullanılabilir.

Birçok görüntü işleme tekniği görüntüyü iki boyutlu bir sinyal gibi düşünüp, bu görüntü üzerine çeşitli sinyal işleme tekniklerinin uygulanmasını içerir [15]. Şekil 3.2’de görüntü işleme yapısı gösterilmektedir.



Şekil 3.2: Görüntü işleme adımları [15].

### 3.2.1. Sayısal Görüntü İşleme

Doğal dünyada gördüğümüz tüm nesnelere 3-boyutlu bir uzaydadır ve bu görüntülerin görüntü işleme teknikleri ile işlenebilmesi için 2-boyutlu uzaya dönüştürülmesi gerekmektedir [5].

Analog sinyallerin sayısal sinyallere dönüştürülmesinde olduğu gibi analog görüntüler de sayısal görüntülere dönüştürülebilir. Sayısal görüntü oluşturabilmek için analog görüntüden elektromanyetik olarak yayılan enerji algılanarak sayısal sinyale dönüştürülür.

Görüntü gerçek hayatta iki bağımsız değişkenin bir fonksiyonu olarak tanımlanır.  $f(x,y)$  olarak ifade edilen bir görüntüde  $x$  değişkeni yatay koordinatı,  $y$  değişkeni dikey koordinatı,  $f$  değeri ise bu koordinatlardaki parlaklığı ifade eder.

Sayısal görüntü gerçek hayatta mevcut olan 2 boyutlu  $f(x,y)$  olarak ifade edilen görüntü fonksiyonunun örnekleme tekniği kullanılarak örneklemeyle oluşturulur.  $1$  ve  $0'$  lar dan oluşan bir sayısal görüntüde  $m$  görüntünün yatay koordinatını,  $n$  görüntünün dikey koordinatını,  $f$  ise bu koordinatlardaki parlaklık değerini ifade etmek üzere  $f[m,n]$  olarak tanımlanabilir. Şekil 3.3’te bir görüntünün koordinat sistemini göstermektedir [15].

	1	2	3	...	m
1					
2		(x-1,y-1)	(x-1,y)	(x-1,y+1)	
3		(x,y-1)	(x,y)	(x,y+1)	
...		(x+1,y-1)	(x+1,y)	(x+1,y+1)	
n					

Şekil 3.3: Görüntünün koordinat sistemi [15].

### 3.2.1.1.Gri Düzeyli Görüntü

Gri düzeyli görüntülerde gri ve tonları ile görüntü oluşturulur. Tonlamalı veya gri ölçekli dijital görüntüde her pikselin değerinde tek bir örnek vardır ve parlaklık bilgisini içerir. Ayrıca siyah-beyaz olarak bilinen bu tür görüntüler güçlü beyaz için zayıf yoğunlukta siyah arasında değişen gri tonlardan oluşmaktadır. Gri düzeyli tonlamalı görüntüler, bilgisayar ortamında yalnızca siyah ve beyaz olarak ifade edilen binary olarak da adlandırılan iki bitlik tek tonlu siyah beyaz görüntülerden farklıdır.

Gri düzeyli görüntülerde sadece tek renk varlığını gösterdiğinden monokromatik (tek renkli) görüntüler de denir. Gri düzeyli görüntüler genellikle elektromanyetik spektrumun (Örneğin; kızıl ötesi, görünür ışık, mor ötesi, vb.) tek bir bantta her pikselde ışığın yoğunluk ölçümünün sonucunda oluşur [15].

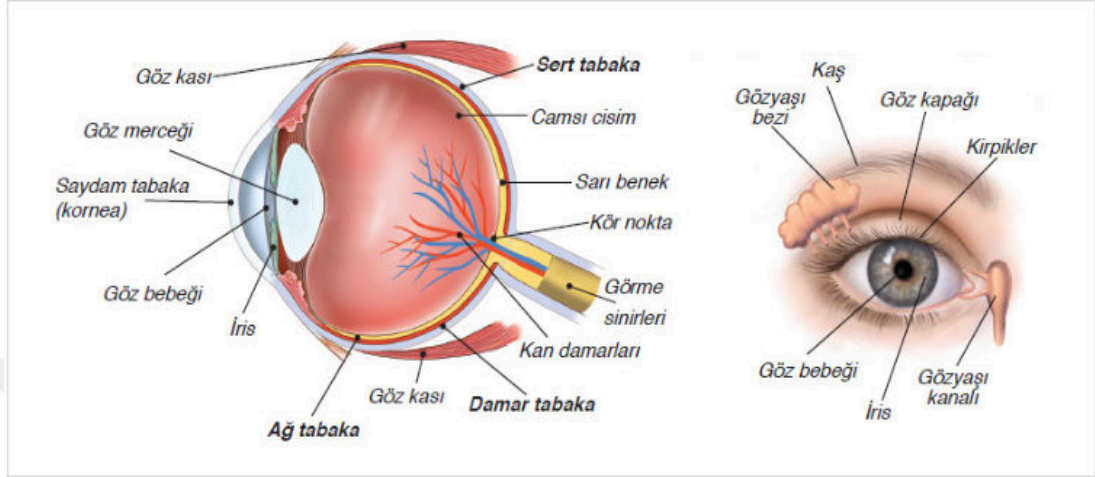
### 3.2.1.2.Renkli Görüntü

İnsan görsel sistemi binlerce farklı renk tonunu birbirinden ayırabilir ancak gri tonda bu oran 100 gri tonu civarındadır. Bu nedenle, bir görüntüde ekstra bilginin büyük bir çoğunluğu renk içinde ihtiva edilebilir ve daha sonra bu ekstra bilgi rengine göre nesne tanıma ve çıkarımı gibi görüntü işleme analizinde kullanılabilir [15].

### 3.3.Gözün Yapısı

Gözümüz, ışık sayesinde cisimlerin şeklini, rengini ve konumunu algılamamızı sağlayan duyu organımızdır. Kaşlar, göz kapakları ve kirpiklerimiz

gözümüzü koruyan yapılardır. Gözyaşı bezleri de gözyaşı kanalları sayesinde gözümüzü nemlendirerek temizlenmesini sağlar. Ayrıca gözün çevresinde göz yuvarlağını göz çukuruna bağlayan ve gözün hareket etmesini sağlayan göz kasları bulunur. Resim 3.1’de gözün yapısı görülmektedir [16].



Resim 3.1: Gözün yapısı [17].

Göz, insanın en önemli organlarından birisidir. İnsan algılamasının yaklaşık yüzde 80’i gözler tarafından sağlanmaktadır. Bir insanın nereye baktığı, bilişsel süreçte düşüncelerini gösterdiği varsayıldığı için “göz-dikkat” hipotezi temel alınarak insanın görsel bir nesne ile etkileşiminin, göz hareketlerinin nereye odaklandığı ile ilişkili olduğu söylenebilir. Bu yüzden insan-bilgisayar etkileşimini göz hareketleri ile belirleyen yeni teknolojiler yaygınlaşmaya başlamıştır. Çevre ile iletişimini motor sinirlerini kullanmadan gerçekleştiren ALS (Amiyotrofik Lateral Skleroz) veya felçli hastalar için gözlerini kullanarak ihtiyaçlarını anlatabilmesi büyük önem taşımaktadır [11].

### 3.4.Göz Hareketinin Oluşması

Göz durumu, günümüzde birçok uygulamaya giriş verisi olarak kullanılmaktadır. Yüz ifadesi tanıma sistemleri, sürücü yorgunluk tespit sistemleri ve insan-bilgisayar etkileşimi bu uygulamalara verilebilecek birkaç örnektir. Yüz ifadesi tanıma sistemlerinde, insanların gülmek, ağlamak, şaşırmaq gibi davranışları sergiledikleri esnada göz açıklıklarının tespit edilmesi ve derecelendirilmesiyle buldukları ruh hallerine ilişkin çıkarımlar yapılmaktadır. Sürücü yorgunluk tespit sistemlerinde göz kırpması sayısı, göz kırpması esnasında geçen süre ve göz kırpması sıklığı gibi bilgilerin yardımıyla sürücünün uykulu olup olmadığı tespit edilmekte ve

gerektiği zaman sürücüyü uyarmak için ikazlar gönderilmektedir. İnsan bilgisayar etkileşiminde ise bilgisayarlar, gözün bakışlarını yönlendirdiği yer ve yaptığı hareketleri analiz ederek kullanıcıların isteklerini anlamakta ve bu istekleri yerine getirmektedirler. Bu tarz uygulamaların akademik ve ticari alanlarda kullanılmasıyla göz durumu tespiti son birkaç yılda büyük bir ilgiyle karşılaşmıştır [13].

Her göz küresinin hareketi altı kas tarafından kontrol edilir. Bu kaslar göz yuvasının arkasından çıkar ve göz küresinin dış yüzeyine tutunurlar. Bu göz kaslarının kasılıp gevşemesi, hareket eden bir cisimi takip etmemize ve görüş alanımızı incelememize izin verir. Her hareket için belirli bir kas başrolü oynadığı halde, göz küresinin her hareketi, bu altı kasın uyum içinde çalışmasıyla gerçekleşir. Resim 3.2’de göz kaslarının yapısı görülmektedir.



Resim 3.2: Göz kas yapısı [16].

Gözün hareket etmesini sağlayan kaslar dört farklı gruba ayrılmıştır.

- Üst kas, göz küresini yukarı hareketini
- Alt kas, göz küresini aşağı hareketini
- Yan kas, göz küresini sağa ve sola hareketini
- Çengel kas, göz küresinin yukarı aşağı hareketini sağlamaktadır [17].

### 3.5.Göz Komutları

Bakışın gözlenebilir ve sayısal olarak kaydedilebilir olması, dikkat ve öğrenme gibi içsel süreçlerle ilişkisi ve gözün hareket karakteristiklerinin çok sayıda ölçüm parametresinin elde edilebilmesine olanak tanınması göz hareketleri (eye movement) analizlerinin ilgili araştırma alanlarındaki önemini korumaya devam edeceğine işaret etmektedir [18].

İnsan gözü diğer duyu organlarıyla kıyaslandığında oldukça yüksek bir hız ve band genişliğinde beyin ile iletişim kurmaktadır. Örneğin diğer duyu organları ile

beyin arasındaki iletişim hızı bir milyon bit/saniye iken göz ile beyin arasındaki iletişim hızı on milyon bit/saniye olarak gerçekleşmektedir. İnsan beynine ulaşan bilgilerin ise yüzde 70'i göz üzerinden beyine ulaştırılmaktadır. Bu veriler doğrultusunda göz hareketleri ile takip-kontrol son yıllarda oldukça önem kazanmıştır. Göz hareketleri takibi günümüzde uçuş simülasyonu, silah kullanımı, muharebe simülasyonu, yanıt ve reaksiyon analizi, patlayıcı kaynaklı travmatik beyin yaralanmalarının tespit ve teşhisi gibi askeri uygulamalar ile tıbbi araştırmalar ve rehabilitasyon, insan bilgisayar etkileşimi, sürücü göz hareketleri takibi, farklı mağazalardaki alışveriş alışkanlıklarının belirlenmesi, interaktif TV, bilgisayar oyunları ve engellilere yardımcı olan uygulamalar gibi pek çok alanda da yoğun olarak kullanılmaktadır [19].

Göz izleme sistemi, göz hareketini analiz ederek bakış açısını ölçer. Genellikle ticari hizmetlerde kullanılır. Göz izleme sistemi, tipik olarak, kornea yansıması ile göz bebeği algılamayı tanımlamak için göz bebeği merkezi arasındaki ilişkiyi kullanır [7].

Bu tez çalışmasında göze odaklı bir kameradan alınan görüntünün C# ortamına alınması, işlenmesi ve komut olarak anlamlandırılması ele alınmıştır.

### **3.5.1. Kamera**

Göz hareketlerinin takip edilmesi tabanlı Eye Gaze sistemler kişinin nereye baktığını bulmak için kullanılır. Böylece çalışmakta olan bir sisteme kontrol etme amacı ile kullanılabilir. Eye Gaze sistemler felçli hastalara (konuşamayan ancak başını ve gözlerini oynatabilen) ve okuma zorluğu çeken çocuklara yönelik kullanılmakta ve halen geliştirilmektedir [12]. Göz hareket takibi ise, göze odaklı kameralar tarafından yapılmaktadır.

Göz kontrolleri, sadece doğal girdinin geleceği değil, daha önemlisi engelliler için de büyük kullanımdır [20].

Bu uygulamada kullanılan kamera USB2.0, dış çapı 7mm, 0.3 Mpixel, 640x480 (VGA), 30 FPS, kendinden aydınlatmalı, 6 adet gözle görülebilen ve parlaklığı ayarlanabilen beyaz led, odak uzaklığı 6-10 cm, IP67 koruma sınıfına sahiptir. Kameranın yapı itibari ile ince ve montajı kolay olması, parlaklığının ayarlanabilir olması, kişinin kullanım esnasında görüş alanını kısıtlamaması dolayısıyla büyük avantaj sağlamaktadır. Kullanım esnasında bilgisayara bağlantı yapılması için ekstra driver kullanımına ihtiyaç duymamakta ve Windows tabanlı

bilgisayarlarda USB2.0 ile kolayca görüntü alınabilmektedir. Resim 3.3’de kullanılan kamera görülmektedir.



Resim 3.3: Kamera [21].

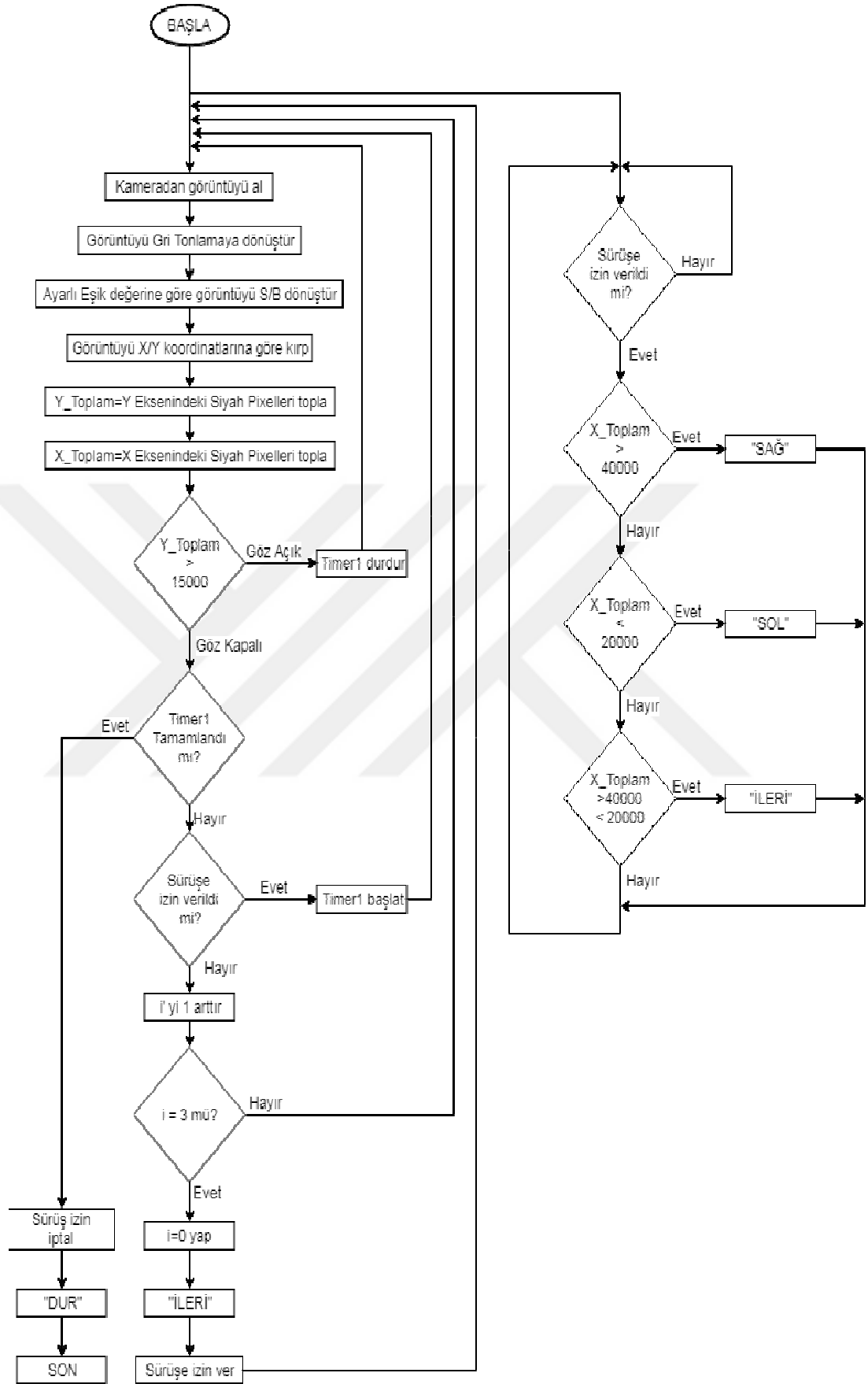
Kameradan elde edilen görüntü bilgisi Visual Studio IDE kullanılarak C# dilinde yazılmıştır. Kameradan görüntünün alınıp, bu görüntünün işlenmesi için AForge kütüphanesinden faydalanılmıştır.

### 3.5.2. Göz Hareketlerini Komuta Dönüştürme

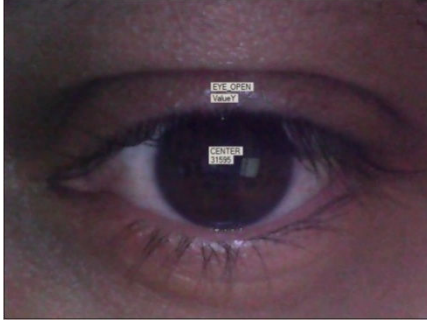
Kullanıcıların bakış bilgisi insan bilgisayar etkileşimi, görsel arama, tüketici elektroniği ve oyun sistemleri, uykuluk tespiti, pazarlama/reklam, psikoloji ve fiziksel engeli olan kişilerin yaşam kalitesini arttırmaya yönelik görsel sistemler vb. birçok alanda kullanılmaktadır [10].

Göz hareketlerinin komuta dönüştürülmesi için genel blok diyagramı Şekil 3.4’de gösterilmiştir. Sistem çalışması için start verildiği anda ilk olarak görüntü işleme yapılacak kamera ve kamera görüntüsünün kaydedileceği bileşenler AForge kütüphanesine tanımlanır. Tanımlamalar sonrasında AForge Kütüphanesi kamerayı başlatır ve her yeni görüntü karesi geldiğinde görüntü işleme çevrimi aktif olur. Kameradan elde edilen 640x480 boyutundaki görüntü orijinal haliyle alınır. Resim 3.4’de gözün kameradan alınan orijinal görüntüleri gösterilmektedir. Orijinal haliyle kameradan okunan görüntüler daha sonra gri tonlamaya çevrilir. Resim 3.5’de gri tonlamalı görüntü görülmektedir. Kullanıcıya özgü tanımlanan eşik değerine göre görüntü, Resim 3.6’da olduğu gibi siyah/beyaz (S/B) tonlamaya dönüştürülür. Elde edilen görüntü kullanıcı ara yüzüne yansıtılır. Bir defaya mahsus olmak üzere yapılan kalibrasyon kullanıcının göz bebeği merkezi belirlenir. Dolayısıyla bu belirlenen nokta merkez noktası kabul edilerek bundan sonraki işlemler bu merkez baz alınarak yapılır.





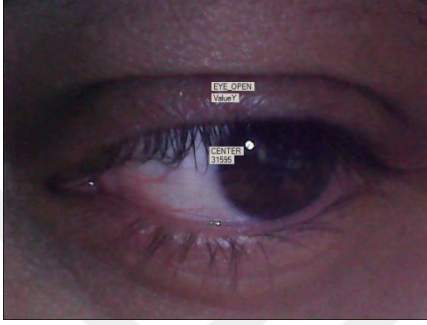
Şekil 3.4: Görüntü - Komut Blok Diyagramı.



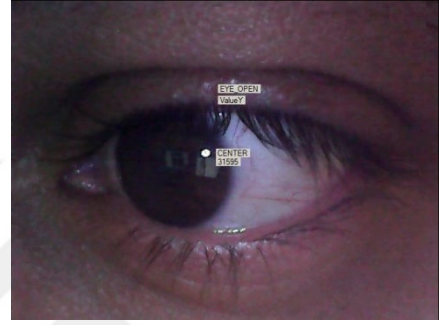
a. İleri



b. Kapalı

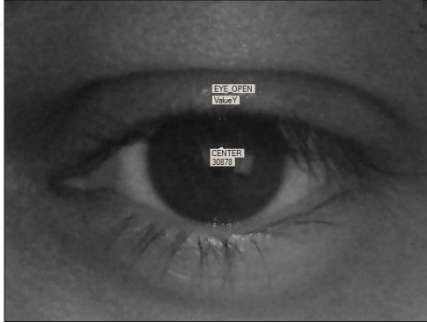


c. Sol

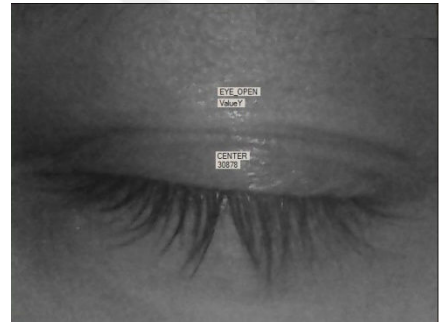


d. Sağ

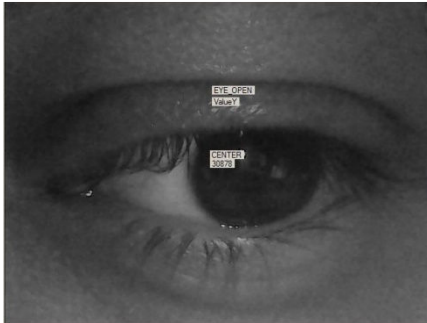
Resim 3.4: Orijinal Görüntü.



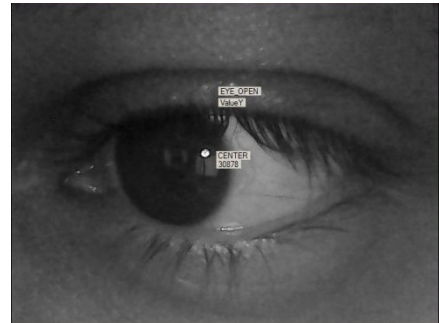
a. İleri



b. Kapalı



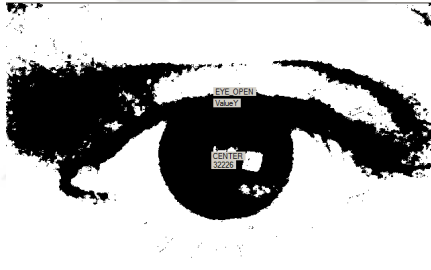
c. Sol



d. Sağ

Resim 3.5: Gri Tonlamalı Görüntü.

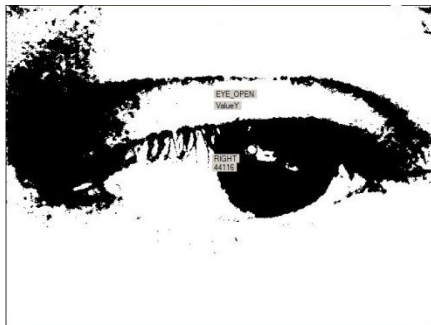
Belirlenen merkez noktasının x ekseninde sol ve sağında olmak üzere kullanıcının daha önce belirtmiş olduğu işleme aralığına göre görüntü kırılıp oluşturulan yeni görüntüye bağılı olarak işleme devam edilir. Yeni oluşturulan görüntü içerisindeki siyah noktaların bulunduğu basamak değeri toplanarak bir değışken içerisine aktarılır. Aynı işlemler y ekseninde yapıp başka bir değışken içerisine aktarılır. Bu veriler x-y koordinatlarındaki merkez nokta değeri'dir. Bu durumdan itibaren verilerin bir komut olarak anlamlandırılabilmesi için gözün açık kapalı durumları y ekseninde baz alınarak belirlenir. Y ekseninde siyah noktaların basamak değeri pratik denemeler sonucunda elde edilmiş olan 15000 değeri'nin üzerinde ise göz açık kabul edilir. Kullanıcının tanımlanan süre içerisinde belirlenen tekrar sayısınınca gözünü açıp kapatmasıyla "İLERİ" komutu olarak anlamlandırılır. X ekseninde siyah noktaların basamak değeri pratik denemeler sonucunda elde edilmiş olan 40000 değeri'nin üzerinde ise "SAĞ" komutu, 20000 değeri'nden küçükse "SOL" komutu ve bu iki değışken arasında ise yine "İLERİ" komutu olarak anlamlandırılır.



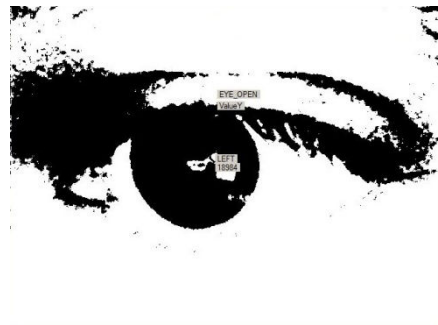
a. İleri



b. Kapalı



c. Sol



d. Sağ

Resim 3.6: Siyah Beyaz (S/B) Görüntü.

Bu işlemler sırasında göz iki saniyeden daha fazla kapalı kalırsa sistem otomatik olarak durur ve tekrar hareket ettirilmek istendiğinde ise gözü üç defa kırpmak

gerekmektedir. Gz  defa kırılınca sistem tekrar çalışmaya başlar. Sistem çalışırken önüne engel çıktığı anda robot otomatik olarak durur ve sadece sağ-sol hareketi yapılmasına izin verilir.



## 4. UYGULAMA

### 4.1. Prototip Robot Amacı

Çalışmamızda bahsi geçen prototip robot, farklı türde makinelerin yerine kullanılabilceği gibi bu çalışmada elektrikli tekerlekli sandalye olarak tasarlanmıştır.

Serbestçe hareket etme yeteneği, tüm insanlar tarafından çok değerlidir. Ancak, fiziksel engelli bir kişi için bazen zordur. Günümüzde engelli kişiler için elektrikli tekerlekli sandalye ticari olarak satılmaktadır. Genelde çalışmak için önemli bir beceri gerektirir. Dahası, bazı engelli kişiler bir elektrikli tekerlekli sandalyeyi bir joystickle bile manuel olarak süremezler çünkü hareketleri kontrol etmek için fiziksel yetenekleri yoktur. Engelli bir kişinin tekerlekli sandalyeyi güvenli ve kolay bir şekilde sürmesini sağlamak için daha yüksek bir yaşam kalitesine sahip olmaları için araştırmacılar birkaç elektrikli tekerlekli sandalye sistemi önermişlerdir. Elektrikli tekerlekli sandalyeyi kontrol etmek için sesli komutların kullanılması bir araştırma sonucudur. Bu sistemde az sayıda komut kelimesi ve yüksek performanslı ses tanıma kullanılmıştır. Elektro-okülografi (EOG) teknikleri ile elektrikli tekerlekli sandalye kontrolü de önerilmiştir. Bu durumda, tekerlekli sandalye için farklı komutlar, elektro-okülografi (EOG) göz hareketlerinin potansiyel sinyallerinden elde edilir [22, 23].

Hareketlilik özgürlüğünü kullanma yeteneği, bir bireyin haysiyet ve güven duygusunu etkiler [24]. Felçli kullanıcılar için tekerlekli sandalyelerin geliştirilmesi, geleneksel insan gücü ile çalışan tekerlekli sandalyelerle başlayıp elektrikli tekerlekli sandalyelere doğru ilerliyor. Geleneksel tekerlekli sandalye kullanımı, kullanıcıların hala kullanamayanları hariç, tutan ellerini kullanabilmesine dayalı manuel kullanımla ilgilidir. Sinir sistemini yaralayan hastalıklar veya kazalar genellikle insanların hareket ettirme yeteneklerini yitirmesine neden olur [25].

### 4.2. Kullanıcı Ara yüz Programı

Kullanıcı ara yüzü C# programlama dilinde Microsoft Visual Studio IDE aracı kullanılarak Windows 7 64-bit işletim sisteminde çalıştırılmak üzere geliştirilmiştir.

Ara yüzde iki form olmak üzere toplam dört farklı sayfa bulunmaktadır. Bunlar ana form ve kalibrasyon formudur. Kalibrasyon formunda, kamera

kalibrasyon sayfası, haberleşme portlarının ayar sayfası ve prototip robotu manuel kontrol etmek için kullanılacak sayfalar bulunmaktadır.

Ana formun ekran görüntüsü Resim 4.1’de verilmiştir. Ana sayfada prototip robot üzerindeki kamera görüntüsü, vücut sıcaklığı, nabız, prototip robotun harita üzerindeki anlık konumu, log kayıtlarının görüntülendiği metin ve bu logları kayıt butonu, başlat/durdur butonu, prototip robotun önüne ya da arkasına gelen engellerin durumu, mesafesi ve prototip robotun eğimi yer almaktadır.

Kalibrasyon sayfasında yer alan haberleşme ayarları ve kalibrasyonların yapılmasının ardından Başlat/Durdur butonuna basıldığında prototip robot üzerindeki kamera görüntüsü ekranın ortasında görüntülenir ve göz hareketlerine göre elde edilen komutlar prototip robota gönderilmeye başlar. Aynı zamanda konum bilgisi, nabız, vücut sıcaklığı bilgileri güncellenmeye başlar.

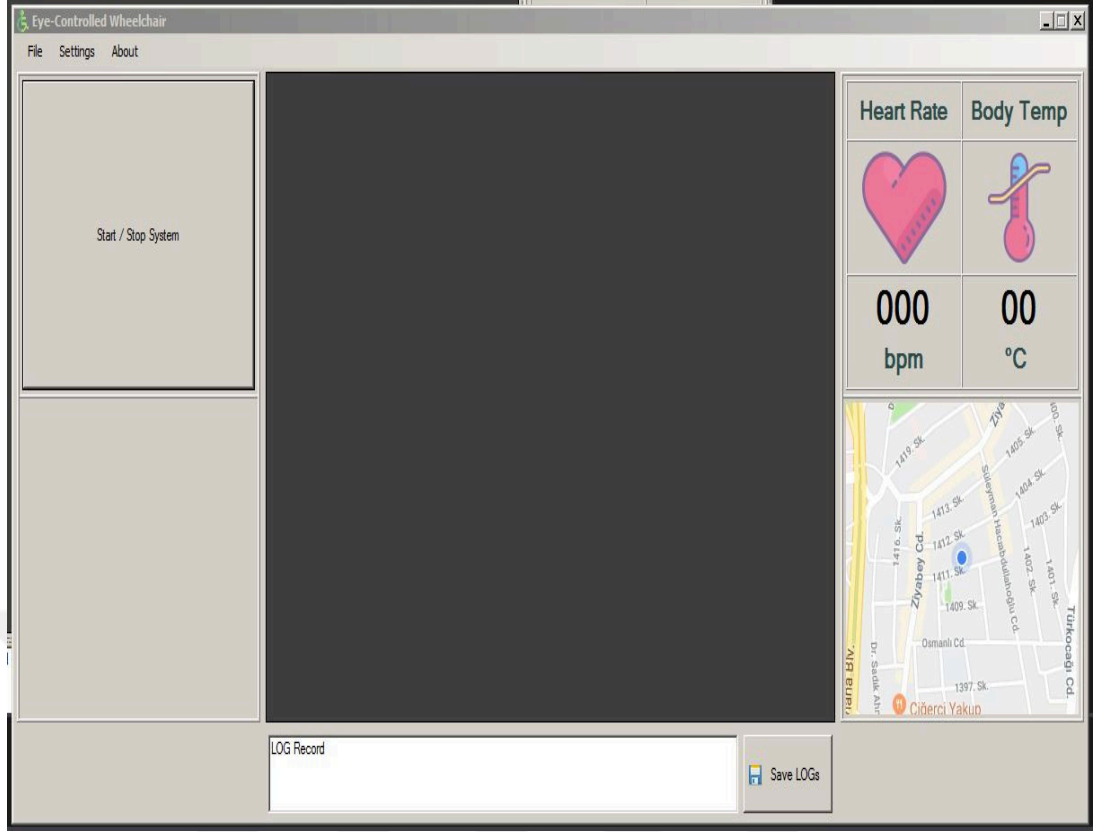
Prototip robot eğim bilgisi ve hareket halinde iken karşılaşılan engel duvar simgesi ile ekranın sol alt köşesinde belirir. Nabız ve vücut sıcaklığı değerleri önceden kalibrasyon sayfasında belirtilen set değerleri arasına iken yeşil bu set değerlerinin altında ya da üstünde iken kırmızı olarak görünür.

Durma anında ana ekranda prototip robot üzerindeki kameranın görüntülendiği alan mavi ekran görünümündedir. Vücut sıcaklığı ve nabız değerleri sıfır gösterir. Prototip robotun anlık konum bilgisinin görüntülendiği harita ise ilk başlatmada varsayılan olarak girilen konumu sonraki başlatmalarda ise en son bulunan konumu gösterir.

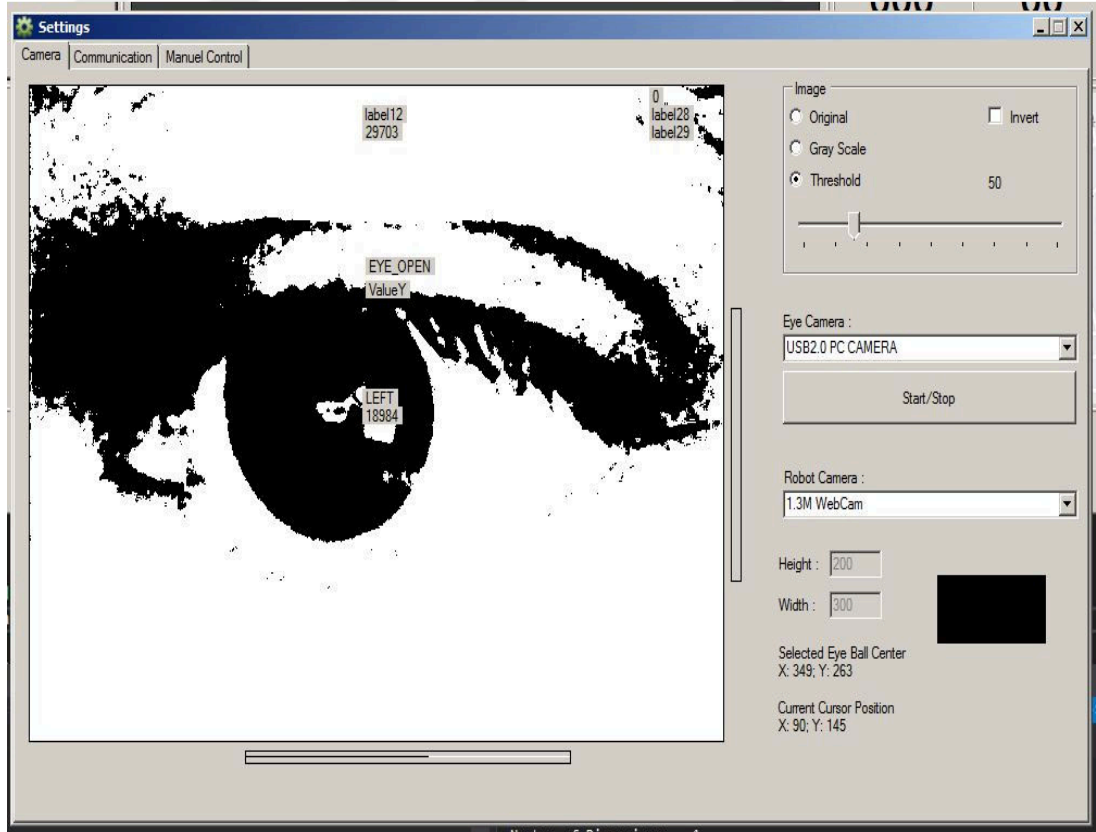
Kalibrasyon sayfası Resim 4.2’de verilmiştir. Bu sayfada görüntü işlem yapılacak olan kamera ve prototip robot üzerindeki kamera seçimi yapıldıktan sonra göz bebeği merkezi işaretlenir ve Siyah/Beyaz eşik değeri ayarlandıktan sonra başlat butonuna basılır. Görüntü işleme başlar ve göz bebeği durumuna göre kontrol komutları üretilir.

Haberleşme ayar sayfası Resim 4.3’de gösterilmiştir. Bu sayfada USB portuna takılı olan ve UART ile haberleşen prototip robot, GSM terminal, nabız ve sıcaklık sensörü ile ara yüz arasındaki hangi porta bağlanacağı, hangi hızda çalışması gerektiği gibi ayarlar yapılır.

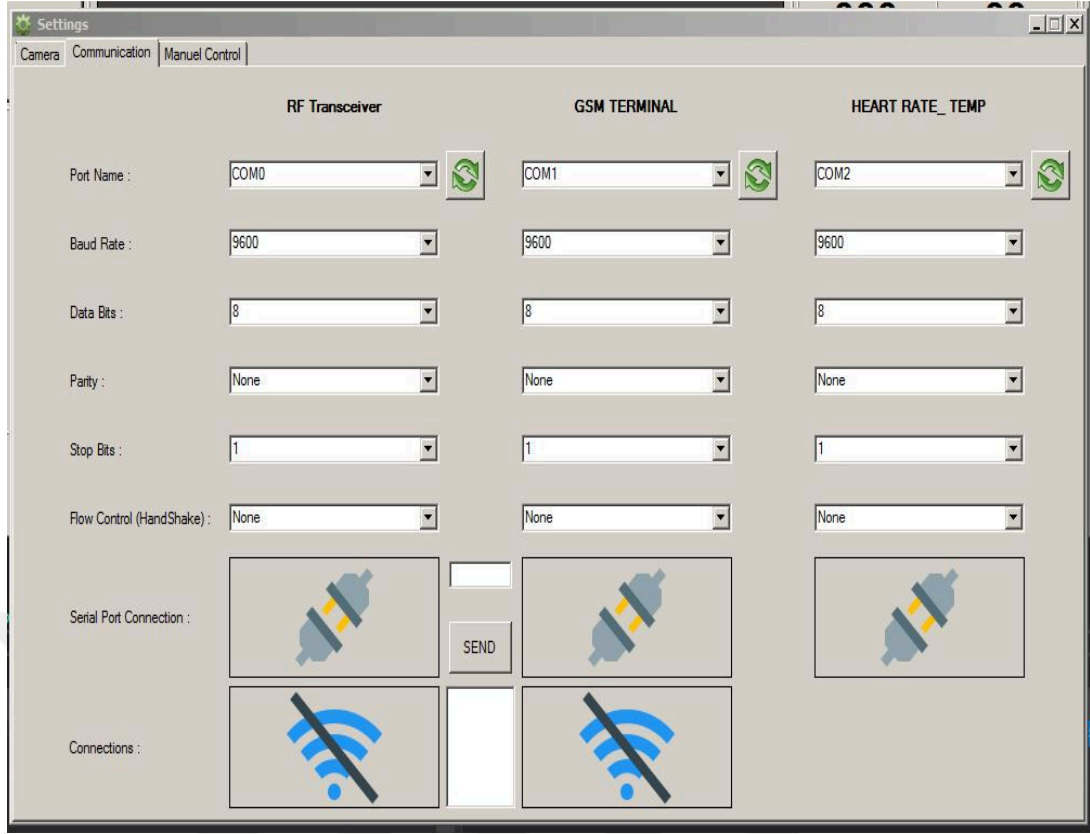
Manuel kontrol sayfası Resim 4.4’de gösterilmiştir. Bu sayfa opsiyonel olarak eklenmiş olup prototip robotu manuel olarak klavyeden ya da ara yüzdeki yön tuşları ile kontrol etmeyi sağlar.



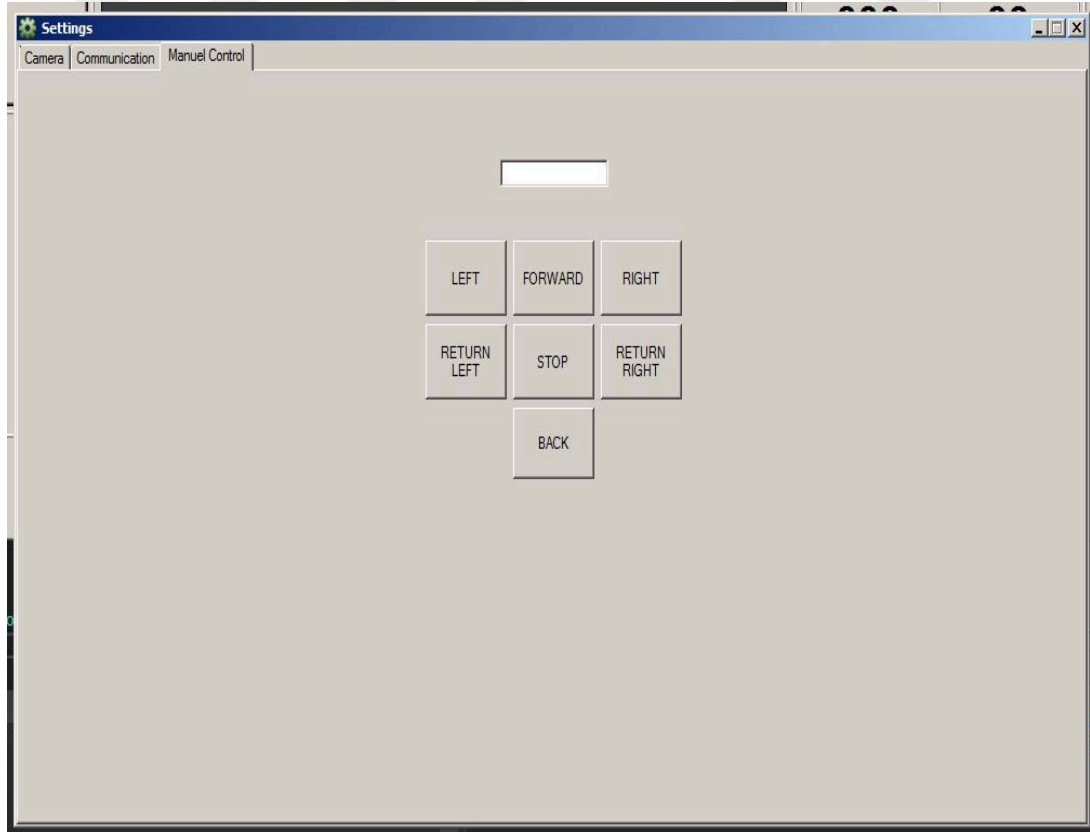
Resim 4. 1: Kullanıcı Ana Sayfa Ara Yüzü.



Resim 4. 2: Kalibrasyon Sayfası



Resim 4.3: Haberleşme Sayfası.

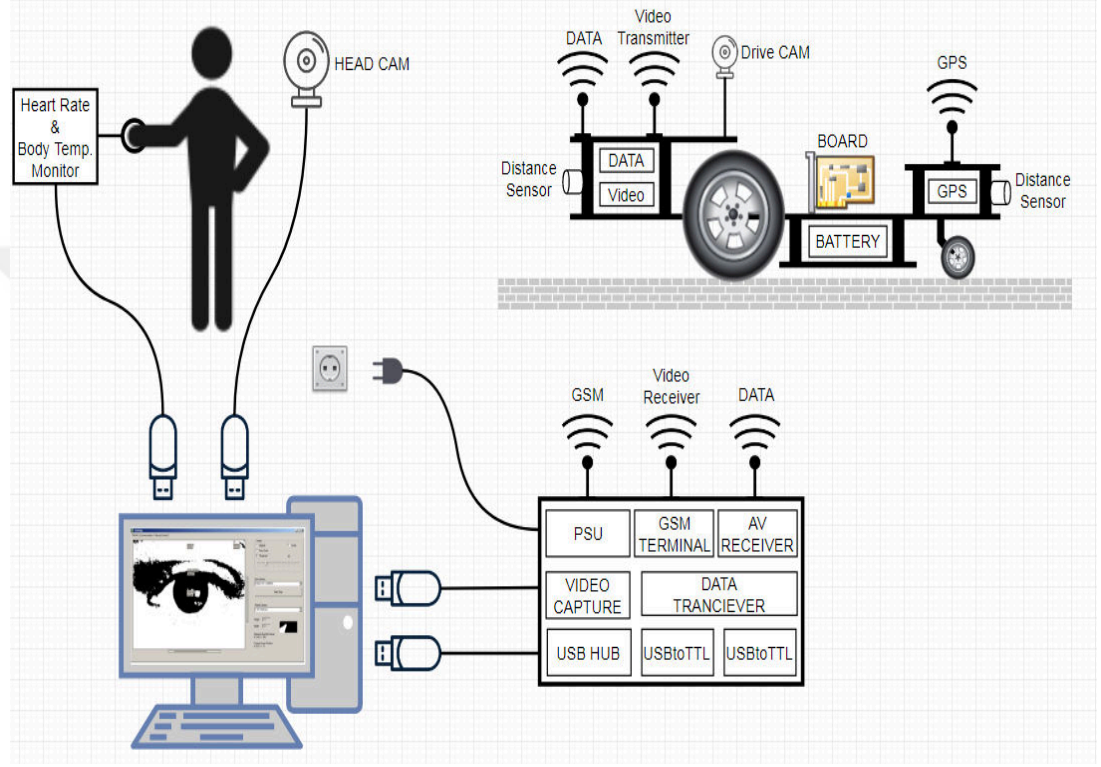


Resim 4.4: Manuel Kontrol Sayfası.



### 4.3. Donanım

Projenin ana donanım bileşenleri bilgisayar, prototip robot, bilgisayara bağlı çevre bileşenlerin bulunduğu elektronik kutu, kafaya takılan göze odaklı kamera, nabız ve sıcaklık sensöründen oluşmaktadır. Donanım blok diyagramı Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Donanım Blok Diyagramı.

### 4.4. Bilgisayar

Projede kullanılan bilgisayar; üzerinde Windows 7 64-bit işletim sistemi bulunan, Intel i5 işlemcili ve 8GB RAM ve 2GB Ekran kartına sahip, 4 adet USB2.0 portu bulunan ve 1080p monitöre sahiptir. Monitörün orta noktası kullanıcının yüzünün tam olarak karşısındadır.

### 4.5. Bilgisayar Çevre Bileşenleri

Bilgisayara USB ile bağlanmakta olan çevre bileşenleri bilgisayarın yanında yer almak üzere ve masaüstü bir kutu içerisinde toplanmaktadır. Şekil 4.2’de bilgisayar çevre bileşenlerine ait blok diyagramı görülmektedir.

#### 4.6.Nabız ve Vücut Sıcaklık Sensörü

Kullanıcının vücut sıcaklığı ve nabız bilgisini ölçmek için kullanılır. Kullanıcının vücut sıcaklığı ve nabızı belirlenen set değerlerini aşması durumunda ekranda uyarı verilir ve aynı zamanda ikinci bir kişi sms ile bilgilendirilir.

Sıcaklık ölçmek için LM35 sıcaklık sensörü ve nabız ölçmek için de APDS-9008 minyatür yüzey montajlı foto sensörü STM32F103C8T6 mikrodenetleyicisi ile ölçüldükten sonra mikrodenetleyicinin sanal com port özelliği kullanılarak USB ile bilgisayara aktarılır.

Nabız sensörü olarak kullanılan sensör aslında içerisinde bir foto diyot ve buffer bulunan entegre devredir. Bu sensörün çıkışı filtre edilip, işlemsel yükselteç ile yükseldikten sonra modül çıkışına ve aynı zamanda mikro denetleyicinin analog okuma uçlarından birine bağlanmıştır.



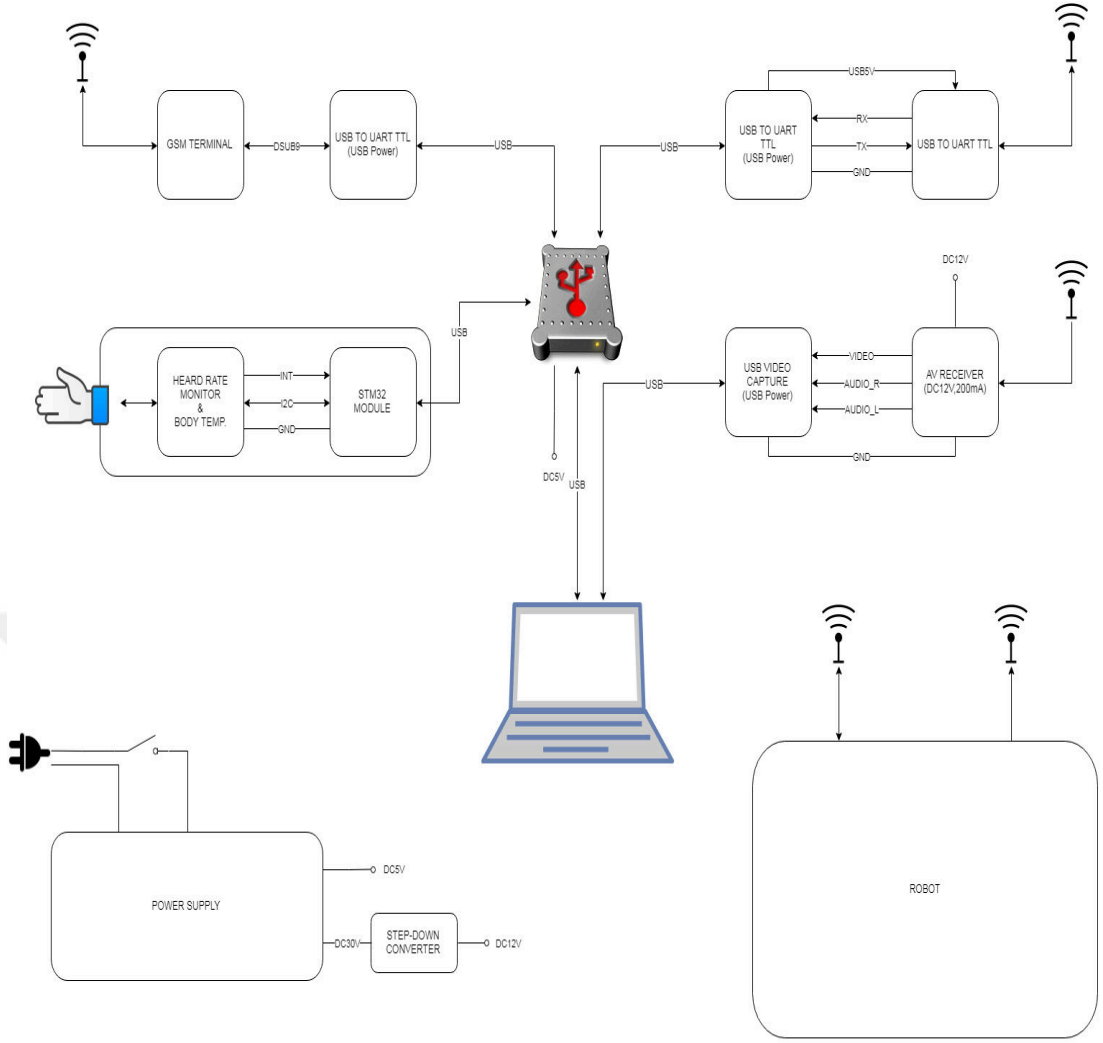
Resim 4.5: Nabız Sensörü [26].

Vücut sıcaklığını ölçen sensör ise  $0.5^{\circ}\text{C}$  hassasiyetle ölçüm yapabilen, sıcaklık bilgisini direk  $^{\circ}\text{C}$  cinsinden analog olarak üreten ve TO-92 kılıfında satılan LM35 sensörüdür. Sensör, mikrodenetleyicinin analog ucuna bağlanmıştır.

ADC1 modülünün kanal 0'ına LM35 ve kanal 1'ine nabız sensörü bağlanmıştır. O anki nabız bilgisi aynı zamanda donanım üzerinde de LED ile gösterilmekte ve set değerlerinin aşımı söz konusu olduğunda yine donanım üzerindeki ikaz LED'i ile kullanıcıya bilgi verilmektedir.

#### 4.7.GSM Terminal

GSM açılımı “Global System for Mobile Communications” olan Türkçesi, “mobil iletişim için küresel sistem” anlamına gelen cep telefonu iletişim protokolüdür. Projede kullanım amacı ise kullanıcının daha önce tanımlanmış olan problemlerle karşılaştığı durumlarda ikinci bir kişiye sms ile bilgi göndermesidir.



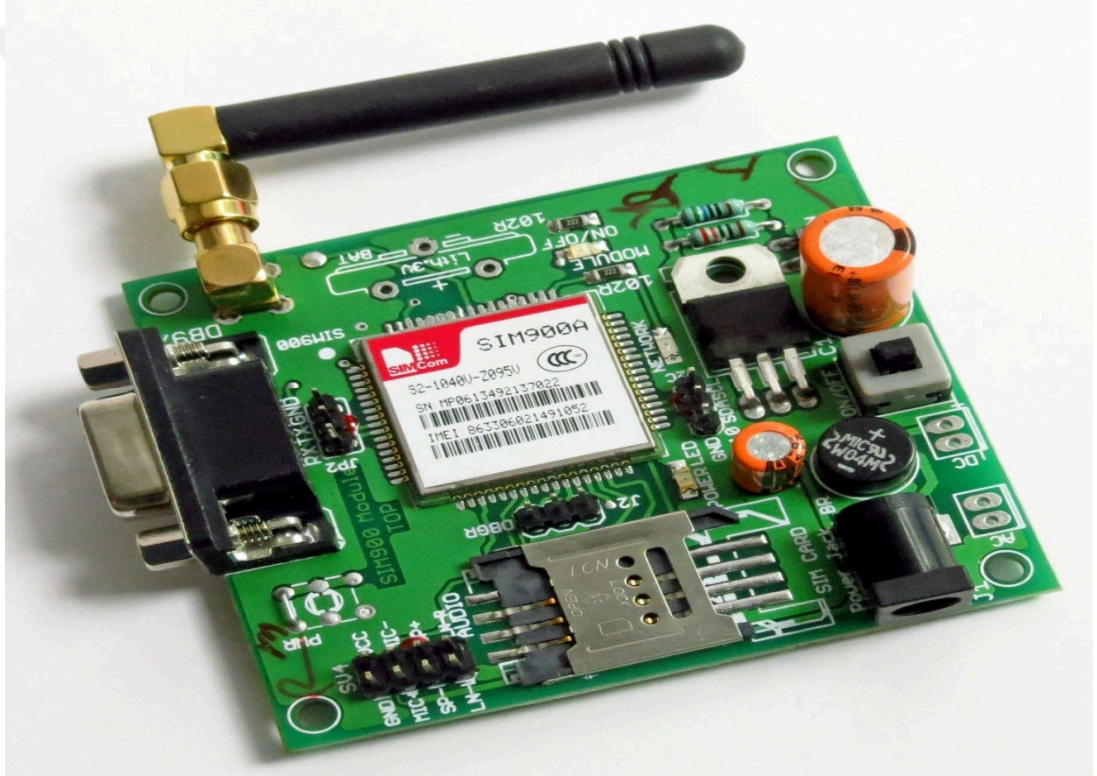
Şekil 4.2: Bilgisayar Bileşenleri Blok Diyagramı.

Nabız, vücut sıcaklığı, prototip robotun devrilmesi ve kullanıcının gözünün belirlenen süre içerisinde açılmaması durumlarında ikinci bir kişinin telefonuna SMS olarak durum bilgisi ve o anki prototip robotun konumu Google Maps formatında gönderilmektedir. Projede kullanılan GSM Terminal SIM900 GSM Modülü Resim 4.7 ile gerçekleştirilmiştir. SIM900 SIMCom firmasının ürettiği ultra kompakt ve güvenilirliği yüksek GSM modülüdür. Quad-Band 850/900/1800/1900MHz bantlarını desteklediğinden Türkiye’de sorunsuz bir şekilde çalışabilmektedir. Projede GSM Terminal ile bilgisayar arasındaki fiziksel haberleşme USBtoTTL çevirici ile ve protokol ise AT komutları ile sağlanmaktadır. Gerekli AT komutları ara yüz tarafından üretilmektedir. Örneğin; Ara yüz SIM900 modülünü kontrol

etmek için “AT” Komutunu gönderir. Eğer problem yoksa modül bilgisayar ye “OK” bilgisini ya da problem varsa “ERROR” bilgisini gönderir.



Resim 4.6: SIM900 GSM Modül [27]



Resim 4.6: SIM900 GSM Terminal [28].

#### 4.8.AV Alıcı Modül

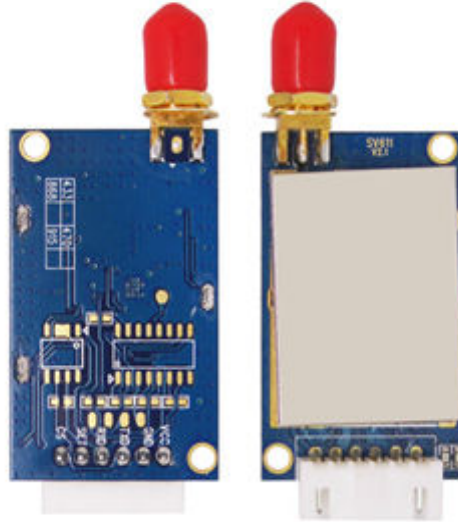
Prototip robot üzerinden TS832 modülü ile analog olarak gönderilen görüntüyü bilgisayara aktarmak için kullanılır. Resim 4.8’de gösterilen RC832 5.8GHz kanal bant genişliği, -90dBm hassasiyetinde, 32 farklı kanal frekansında çalışabilen, PAL veya NTSC formatında video alımı yapabilen, 8 MHz video bant genişliği, 6.5 MHz ses taşıyıcı frekansına sahiptir.



Resim 4.7: RC832 AV Video ve Ses Alıcı Modül [29].

#### 4.9.RF Gönderici/Alıcı Modül

Robot ile bilgisayar arasında data alışverişini sağlar. Resim 4.9’da gösterilen SV611 modülü GFSK modülasyonu ile çalışan 433 MHz frekansında, 40 kanal, -121dBm hassasiyetinde 100mW çıkış gücüne sahip, 1.2kbps’de 1400m açık alanda veri aktarımı yapabilmektedir. TTL seviyesinde seri haberleşme yapmaktadır.



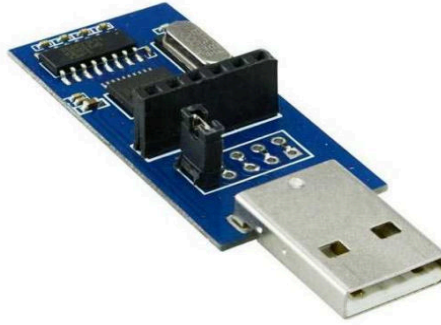
Resim 4.8: RF Data Gönderici/Alıcı Modül [30].

#### 4.10. USB Video Yakalama Aygıtı

Prototip robot üzerindeki sürüş kamerasından gönderilen ve AV Receiver tarafından alınan analog formattaki görüntüyü yakalayıp USB aracılığıyla bilgisayara aktarmak için kullanılır.

#### 4.11. USB' den TTL' e Dönüştürücü

Seri haberleşme protokolü kullanan cihazları USB port üzerinden bilgisayara bağlamak için kullanılır. SV611 RF Gönderici/Alıcı ve SIM900 GSM Terminali TTL seviyesi ile seri haberleşme gerçekleştirdikleri için seçilmiştir.



Resim 4.9: USB' den TTL' e Seri Haberleşme Dönüştürücüsü [31].

#### 4.12. Robot çalışması

Prototip robot çalışma prensibi, tekerlekli sandalye gibi farksal sürüş tekniği ile hareket edecek şekilde tasarlanmıştır. Dolayısıyla prototip robotta sağ ve sol olmak üzere iki adet tekerlek, tekerlere hareket verecek iki adet motor bulunmaktadır. Bilgisayar ara yüzünde görüntülenmek üzere bir adet sürüş kamerası mevcut olup kullanıcının prototip robotun o anda hangi ortamda olduğunu görebilmesini sağlamaktadır. Bilgisayar ile data alış-verişi RF Gönderici/Alıcı üzerinden gönderilmekte olup görüntü işleme sonucu oluşan komutları robota ve prototip robot üzerindeki bazı sensör bilgilerinin bilgisayara gönderilmesi işlemlerini gerçekleştirmektedir. Prototip robotun ileri ve geri hareketi esnasında canlılara ya da cansız nesnelere çarpmasını engellemek için mesafe sensörü yer almakta ve belirlenen set değerlerinin altına inildiğinde robot durmakta ve ara yüze bilgi göndermektedir. Prototip robotun anlık konum bilgisini tespit etmek için küresel konumlama sistemi modülü yer almaktadır. Bütün bu süreçleri ARM mimarisine sahip ST firmasının ürettiği 32-bitlik mikrodenetleyicisi yönetmektedir. Prototip robota Li-Po 3S(11V) bataryası enerji vermekte olup, bataryanın sürekli yerinden çıkartılmaması için dâhili şarj konektörü mevcuttur. Prototip robotun genel yapısı Şekil 4.3'de görülmektedir.

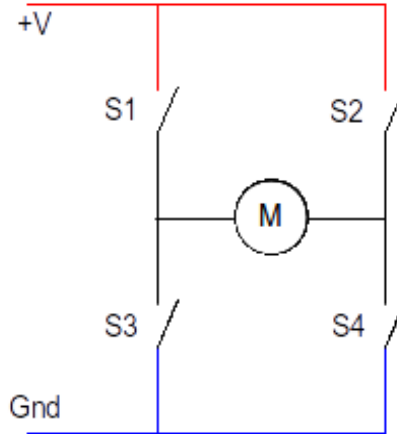
#### 4.13. Motorlar

Prototip robota hareket veren motorlar fırçalı dc özellikte olup, torku artırmak için dişli kutusuna sahiptir. Bu motorların her birinin ileri ve geri hareketinin sağlanabilmesi için, içerisinde iki adet H köprüsü bulunan L298N modülü seçilmiştir.

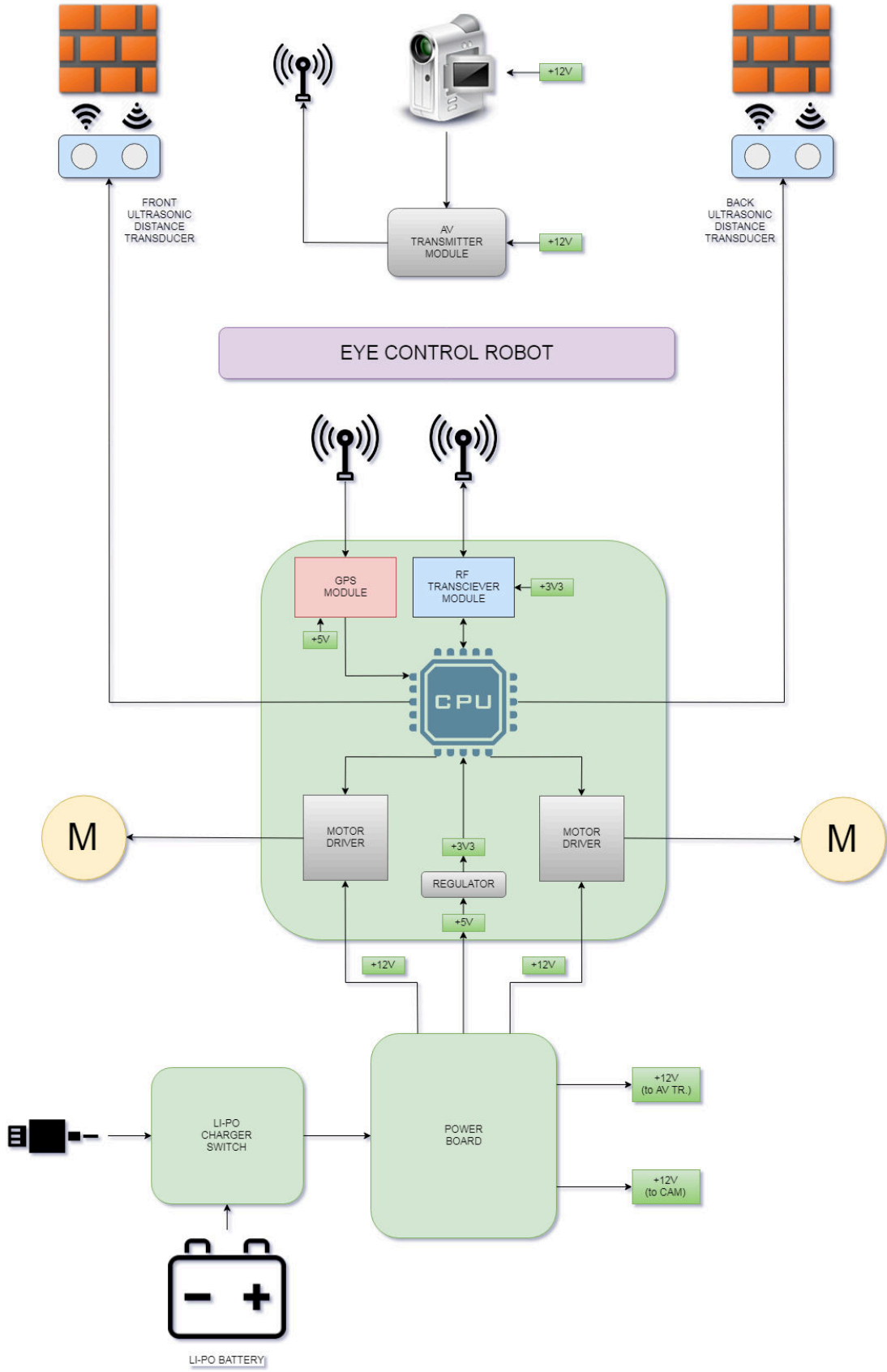


Resim 4.10: DC Motor [32].

Motorun çift yönlü hareketini sağlayabilmek için h köprüsü topolojisi tercih edilmiştir. Bu topolojide yüksek ve düşük taraf olmak üzere ikişer adet anahtarlama elemanı bulunur. Motor bir yönde hareket edeceği zaman yüksek taraftan bir eleman ve onun çaprazında düşük taraf anahtarlama elemanı aktif edilir, motor başlangıç yönünün zıt yönünde hareket ettirmek istendiği zaman yüksek tarafın diğer anahtarlama elemanı ve onun çaprazındaki düşük taraf anahtarlama elemanı birlikte aktif edilir. Motorun hızı ise bu anahtarlama elemanlarına uygulanan PWM sinyalinin duty cycle (iş süresi) zamanı ile kontrol edilir. Şekil 4.4’de olduğu gibi anahtar 1 ve anahtar 4 kapalı duruma geldiğinde motor saat yönünde dönmekte olan motor, 2 ve 3 numaralı anahtarların kapatılması ile saat yönü tersinde hareket eder.



Şekil 4.3: H-Köprüsü Çalışma Prensibi [33].



Şekil 4.4: Prototip Robot Genel Yapısı.



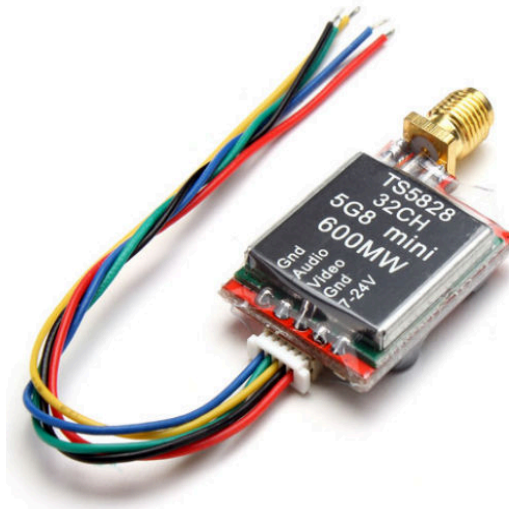
Resim 4.12’de görülen L298N modülü, yüksek voltaj ve yüksek akımlarda çalışabilen, çift tam köprü sürücü içeren ve TTL seviyesine göre giriş kabul eden yüksek güçlü entegre devredir. İki adet aktif pasif girişi bulunmakta, bu girişlerin durumuna göre motorları kontrol etmektedir. Modül içerisinde bir adet dahili 78M05 gerilim regülatörü mevcut olup, koruma diyotları içermektedir.



Resim 4.11: L298N Motor Sürücü Modülü [34].

#### 4.14. Video Gönderici

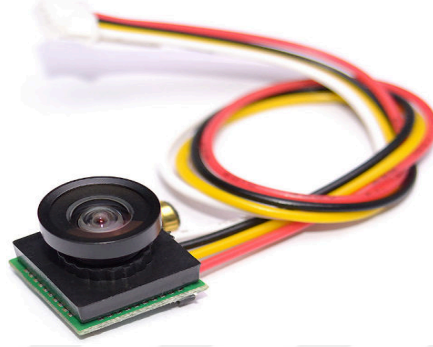
Prototip robot üzerinde bulunan sürüş kamerasından alınan analog görüntüyü bilgisayara göndermek için kullanılır. Kullanılan AV transmitter TS5828 modülü Resim 4.13’de görülmektedir. TS5828 modülü, 5.8 GHz kanal bant genişliği, 600mW çıkış gücünde, 48 farklı kanal frekansına sahip, PAL veya NTSC formatında video gönderebilen, 8 MHz video bant genişliği, 6.5 MHz ses taşıyıcı frekansına sahiptir. Prototip robot üzerinde bulunan kamera 640x480 (SD kalite) çözünürlükte ve 30 fps olduğundan videobant genişliği 8 MHz olan TS832 modülü seçilmiştir.



Resim 4.12: AV Gönderici [35].

#### 4.15. Robot Üzeri Kamera

Kullanılan prototip robot bulunduğu ortamdaki görüntüyü elde etmek için kullanılan kamera Resim 4.14’de görülmektedir. Bu kamera, 5 Mega Pixel çözünürlüğe sahip, PAL formatında 50 fps, 170° görüş açısına sahip, otomatik beyaz ışık dengeleyicili, tek kanal ses çıkışına sahiptir.



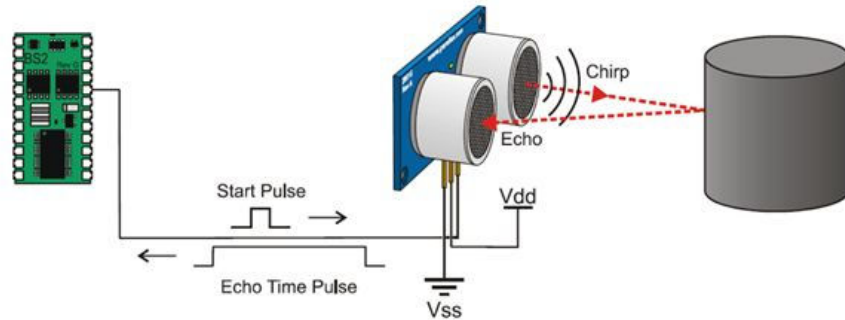
Resim 4.13: Robot Üzeri Kamerası

#### 4.16. Ultrasonik Mesafe Sensörü

Prototip robot hareket halinde iken, gidiş yönünde herhangi bir engel ile karşılaştığında çarpmasını önlemek için kullanılmıştır. Herhangi bir nesne ile karşılaştığında belirli bir mesafede durmakta ve robot sadece sağa veya sola hareket edebilmektedir. Ultrasonik mesafe ölçümü ses sinyalinin gönderilip geri dönmesi arasındaki geçen sürenin bir formül ile hesaplanması prensibine dayanır. Modülün tetikleme ucuna TTL “1” verildiği zaman modül ortama 40 KHz’lik ses sinyali yayar ve bu ses sinyalinin geri dönme süresi modülün eko ucundan gelen yüksek sinyalin uzunluğuna bağlıdır. Mesafe ölçüm işlemi 60 ms’de bir tekrarlanır.

Mesafe = Yüksek Seviye Süresi x Ses hızı ( 340 m/s ) / 2 şeklinde hesaplanır.

Ultrasonik mesafe ölçüm genel yapısı Resim 4.15’de görülmektedir.



Resim 4.14: Ultrasonik Mesafe Ölçümü [36].

#### 4.17. GPS modülü

Prototip robotun kullanıcının nabız bilgisini alamaması, robotun devrilmesi durumunda ve batarya durumunun düşük olduğu durumlarda ikinci bir kişiye konum bilgisini göndermek için Resim 4.16'da görülen GY-NEO6MV2 NEO-6 modül serisi kullanılmıştır. GY-NEO6MV2 NEO-6 modül serisi, yüksek performanslı, u-blox 6 konumlama mimarisine sahip, bağımsız GPS alıcı modülüdür. Kompakt şekilde tasarlanmış olup, güç ve hafıza seçeneklerine sahip, batarya ile enerjilendirilmiş mobil sistemler için ideal olup, düşük fiyatlı ve minimum alan kaplamaktadır.



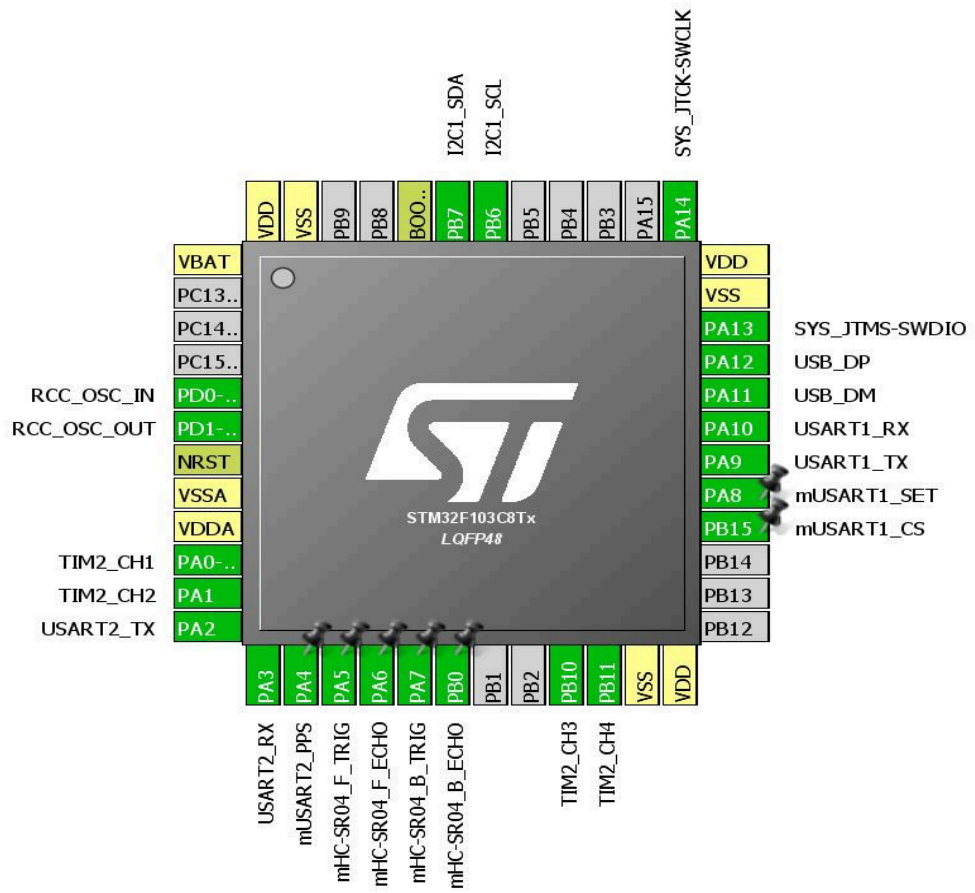
Resim 4.15: GPS Modülü [37].

#### 4.18. STM32F103C8T6 Mikrodenetleyicisi

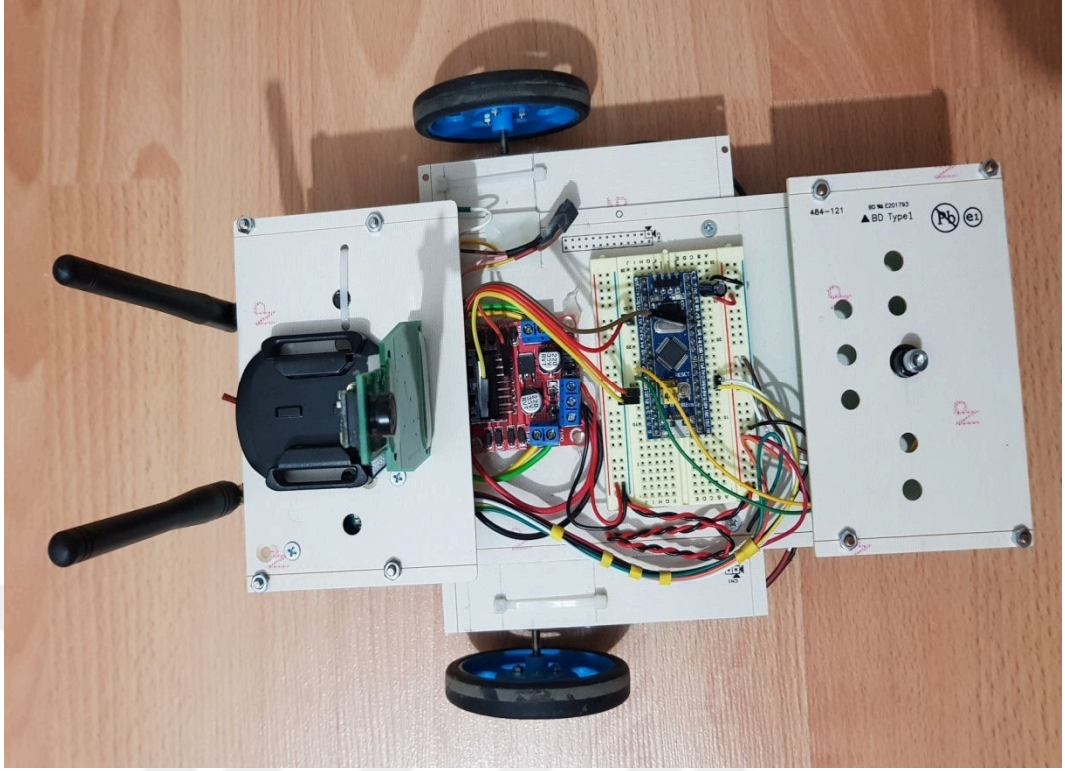
Prototip robotta kullanılan mikrodenetleyici, ST firmasının performans serisi ve orta seviye kod çözünürlüğüne sahip, yüksek performanslı ARM Cortex-M3 32-bit RISC mimarisine sahip 72 MHz frekansta çalışan, yüksek hızlı gömülü hafızaya sahip, özellikleri artırılmış pin uçlarına sahiptir.

Bu projede tercih edilmesinin sebebi birden fazla UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) modülüne gereksinim duyulması, en az dört kanal PWM sinyali üretebilmesi, programlayıcı ve mikro denetleyici modülünün ucuz olması, pin uçlarının ve mikro denetleyici iç frekanslarının görsel ara yüz ile pratik olarak konfigürasyonunun yapılması ve bu konfigürasyonun kodlarının otomatik olarak üretilmesidir.

STM32F103 mikro denetleyicisi içerisinde bulunan USART1 modülü bilgisayar ile data haberleşmesinde kullanılan SV611 modülüne tahsis edilmiştir. Bu bağlantı mikro denetleyicinin PA9 numaralı pin veri gönderme ve PA10 numaralı pin veri alma olarak ayarlanmıştır. USART2 modülü GPS modülü ile haberleşmek için tahsis edilmiştir. Bu bağlantı ise mikro denetleyicinin PA3 numaralı pin veri alma ve PA2 numaralı pin ise veri gönderme olarak ayarlanmıştır. Timer2 modülü PWM sinyali üretimi için tahsis edilmiştir. Timer2 kanal1 (PA0 numaralı pin) ve Timer2 kanal2 (PA1 numaralı pin) robotun sol motor hareketini sağlamak için tahsis edilmiştir. Timer2 kana1 3 (PB10 numaralı pin) ve Timer2 kanal4 (PB11 numaralı pin) robotun sağ motor hareketini sağlamak için tahsis edilmiştir. Robotun ön tarafında bulunan Ultrasonik mesafe sensör modülü mikro denetleyicinin PA5 ve PA6 numaralı pinine, robotun arkatarafında bulunan Ultrasonik mesafe sensör modülü mikro denetleyicinin PA7 ve PB0 numaralı pinine bağlanmıştır. Genel konfigürasyon yapısı Resim 4.17’de görülmektedir.



Resim 4.16: Mikrodenetleyici Konfigürasyonu.



Resim 4.17: Prototip Robot.



Resim 4.18: Bilgisayar-Robot Haberleşme Cihaz Kutusu



Resim 4.19: Kameranın Göze Odaklanması

Oluşturduğumuz prototip robot Resim 4.18’de, GSM terminal, AV alıcı, video yakalama aygıtı ve USB çoklayıcının bulunduğu bilgisayar-robot arası veri transferini sağlayan cihaz kutusu Resim 4.19’da gösterilmiştir. Resim 4.20’de ise göz hareketlerini algılamakta kullandığımız kameranın kullanımı gösterilmiştir. Oluşturulan ara yüz ekranından kişiye özgü ayarlamalar yapılarak kullanıma başlanabilir hale getirilmiştir.

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, göze odaklı bir kameradan alınan anlık görüntüler, görüntü işleme kullanılarak, siyah beyaz resimlere dönüştürülmüş, bu resimlerin piksel sayıları hesaplanarak göz bebeğinin konumu belirlenmiştir. Göz bebeği konumuna göre sağ, sol ve ileri komutları oluşturulmuştur. Oluşturulan komutlara göre, tekerlekli sandalye temsili hazırlanan prototip bir robotun kontrol edilmesi sağlanmıştır. Prototip robot, kontrol bilgisayarının bulunduğu noktadan ortamın kapalı alan olmasına bağlı olarak 10 m mesafeye kadar hareket ettirilmiş ve üzerinde bulunan kamera görüntüleri bilgisayara aktarılabilmektedir. Mesafenin artması için robot üzerinde bulunan alıcı-verici modüllerin frekans aralığı istenen mesafe değerine göre seçilmelidir.

Görüntü işleme son zamanlardaki gelişmeler ile birlikte birçok alanda kullanılan yöntem haline gelmiştir. Güvenlik, sağlık, savunma sanayisi gibi alanlarda kontrol, izleme, veri toplama gibi yöntemlerde çok sık kullanılır hale gelmiştir.

Tekerlekli sandalye kullanımı kazalar, savaşlar, felç gibi durumlara bağlı olarak artmakta, kişinin fiziksel olarak ayaklarını kullanamamasına rağmen hareket etmesine imkân sağlamaktadır. Tekerlekli sandalye buton ve joystick kullanılarak kontrol edilmeye başlanması insan hayatını oldukça kolaylaştırmış olsa da ellerini kullanamayan kişiler için yine çözüm olmamaktadır. Dolayısıyla bu çalışma fiziksel olarak herhangi bir güce ihtiyaç duymadığı için bu soruna çözüm olmuştur. Kişilerin fiziksel özellikleri gereği ortaya çıkan farklılıklar da göz önüne alınmış ve bunun için kullanım ara yüzünde kişiye özgü ayarlar ve kalibrasyon işlemleri tanımlanarak farklı kişiler için farklı ayarların yapılmasına olanak sağlanmıştır.

Sistemin çalışması başlama butonuna basılmasıyla başlamakta ve tüm kontroller gözün durumuna göre devam etmektedir. Kullanıcı sağa baktığı zaman sağ tarafa, sola baktığı zaman sol tarafa, ileri yöne bakma durumunda ise robot ileri doğru yönelmesi sağlanmıştır. Ayrıca gözün belirli süre kapalı olması, önüne engel çıkması, robotun devrilmesi gibi durumlarda sistem durmaktadır. Bu çalışmada, tekerlekli sandalyenin hareketi sağlanmasının yanında, kullanıcının herhangi bir kazaya maruz kalmaması, kaza olması halinde ise müdahale edilmesi için bilgilendirme sistemi oluşturulmuştur. Kaza durumunda tanımlı bir telefon numarasına bilgilendirme mesajı ve ayrıca konum bilgisi gönderilecektir. Bu sayede kişiye ulaşmak mümkün hale gelecektir.

Bu uygulamada prototip robot, tekerlekli sandalye temsili olarak kullanılmış olmasına rağmen kontrol mekanizmasına sahip diğer makinelere uygulanabilir olma özelliği vardır. Örneğin endüstriyel alanda kullanılan bir robot ya da kumanda ile kontrol edilen bir araç bu yöntemle rahatlıkla kontrol edilebilir.

Genel olarak, kameradan anlık alınan görüntüler bir bilgisayar ortamına alınmış, bu görüntüler işlenerek anlamlı komutlar haline dönüştürülmüş ve bu komutlar prototip robot üzerinde uygulanarak kullanılabilirlik açısından uygun ve kullanılabilir olduğu gözlenmiştir. Ayrıca geliştirmeye açık, kullanım alanı açısından geniş bir alana hitap etmektedir.





## 6. KAYNAKÇA

1. Sedat TURAN, T.A., "Tarımsal Ürün Bilgilerinin Bir Gezgin Robot Yardımıyla Temin Edilen Görüntülerin İşlenmesi Yoluyla Analiz Edilmesi". Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2018. **22**(2): p. 480-488.
2. Gürcan SAMTAŞ, M.G., "SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME VE FARKLI ALANLARDAKİ UYGULAMALARI". Electronic Journal of Vocational Colleges, 2011. **2**(1): p. 85-97.
3. Gautham G, K.K.C., Manjunath S D & and M.M.P. Khaleel, "Wheel Chair Movement Control Using Eye Blink Sensors and Smart Phone". Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR), 2016. **2**(7): p. 842-846.
4. Prof. Pragati Pal , A.A., Deepika Vivek Bane , Pratik Raju Jadhav., "EYE CONTROLLED WHEELCHAIR". International Journal of Current Trends in Engineering & Research (IJCTER) 2016. **2**(Issue 4): p. 12 - 19.
5. NİZAM, H., "DESEN SINIFLANDIRMA İÇİN KORTİKAL GÖSTERİMLERİN GELENEKSEL GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI". Yüksek Lisans Tezi, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Bilgisayar Mühendisliği Programı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, 2017.
6. AKINCI, İ.B., "GERÇEK ZAMANLI OLARAK MEYVELERİ GÖRÜNTÜ İŞLEME İLE SINIFLANDIRAN OTOMASYON SİSTEMİ". Yüksek Lisans Tezi, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Bilgisayar Mühendisliği Programı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük Üniversitesi,, 2017.
7. Rutuja Magar, K.P., Pooja Derle, Vishakha Sangle, "Eye Movement Detection Algorithm for Wheelchair". International Journal of Scientific Research And Education, 2016. **4**(12): p. 6108-6112.
8. Akdeniz, K. and Z. Çataltepe. "Dynamic and personalized keyboard for eye tracker typing". in 2016 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU). 2016.
9. Garaylı, L., M. Uluyağmur-Öztürk, and Z. Çataltepe. "Alignment of eye tracker and camera data for human computer interaction experiments". in 2016 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU). 2016.
10. Yılmaz, Ç.M. and C. Köse. "Eye gaze direction detection using Principal Component Analysis and appearance based methods". in 2015 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). 2015.
11. Atasoy, N.A. and A. Çavuşoğlu. "Detection of eye motion direction in real time video image". in 2014 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). 2014.

12. Turan, B., H.İ. Eskikurt, and M.S. Can. "Estimated of coordinates of user's looked point on laptop screen by ANN". in 2014 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). 2014.
13. Söylemez, Ö.F. and B. Ergen. "Circular hough transform based eye state detection in human face images". in 2013 21st Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). 2013.
14. Akinci, G., E. Polat, and O.M. Koçak. "A video based eye detection system for bipolar disorder diagnosis". in 2012 20th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). 2012.
15. ÖZTÜRK, N., "GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE BEYAZ YUMURTALAR ÜZERİNDEKİ YUMURTA KABUĞU KUSURLARININ ALGILANMASI",. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 2014.
16. <https://www.zrenimed.com/wp-content/uploads/2018/05/myshecy-glaza1.png>.
17. [http://www.ilketkinlik.com/yuklenen/blog\\_resim/goz\\_ilketkinlik.jpg](http://www.ilketkinlik.com/yuklenen/blog_resim/goz_ilketkinlik.jpg).
18. Deniz, O., M. Fal, and C. Acartürk. "Density based eye movement event detection algorithm". in 2015 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). 2015.
19. Durna, Y. and F. Arı. "Real time pupil-corneal reflection following with Labview". in 2015 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). 2015.
20. Roshani Ninama, R.N., "Review on Eye Movement Controlled Wheelchair". International Journal of Engineering Development and Research 2014. **2**(2): p. 1539-1543.
21. <http://domotix.com/wp-content/uploads/2016/06/endoscoop-camera.jpg>.
22. Abhishek, A.K., Gautam Kumar Singh, Kumar Rahul, Shilpashree P. S., "EYE MOVEMENT BASED ELECTRIC WHEEL CHAIR". INTERNATIONAL JOURNAL OF CURRENT ENGINEERING AND SCIENTIFIC RESEARCH (IJCESR), 2016. **3**(5): p. 61-67.
23. Gunda Gautam, G.S., Karthikeyan K C, Shyam Sundar, D.Venkataraman, "Eye Movement Based Electronic Wheel Chair For Physically Challenged Persons". INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH 2014. **3**(2): p. 206-212.
24. Monika Jain, S.P., Shivali Unishree, "Eyeball Motion Controlled Wheelchair Using IR Sensors". International Journal of Computer and Information Engineering 2015. **9**(4): p. 1012-1015.
25. Mardiyanto, K.A.a.R., "A Prototype of Electric Wheelchair Controlled by Eye-Only for Paralyzed User". Journal of Robotics and Mechatronics, 2011. **23**(1): p. 66-74.

26. <https://www.robotistan.com/pulse-nabiz-olcer-10506-44-O.jpg>.
27. <http://simcom.ee/images/modules/sim900.jpg>.
28. [https://elementztechblog.files.wordpress.com/2014/06/img\\_0078-copy.jpg](https://elementztechblog.files.wordpress.com/2014/06/img_0078-copy.jpg).
29. <https://img.banggood.com/images/upload/2012/chenjianwei/SKU120649.1.jpg>
30. <http://www.nicerf.com/upload/mult/201608/29/201608291348456273.jpg>.
31. <https://www.direnc.net/usb-to-ttl-converter-donusturucu-dac03-30990-63-B.jpg>.
32. [http://www.robotpark.com.tr/image/cache/data/PRO/93205/93205\\_02-700x700.jpg](http://www.robotpark.com.tr/image/cache/data/PRO/93205/93205_02-700x700.jpg).
33. <http://www.penguintutor.com/electronics/images/h-bridge-01.png>.
34. <http://www.robotpark.com.tr/image/cache/data/PRO/91629/91629-L298N-Dual-H-Bridge-Motor-Driver-1-700x700.jpg>.
35. <http://rcmodelparts.co.uk/wp-content/uploads/2016/02/ts5828-1.jpg>.
36. <https://i.pinimg.com/564x/fc/8a/9f/fc8a9fc972111d70b1d1f6b043f8d84d.jpg>.
37. <https://www.direnc.net/gy-neo6mv2-apm25-gps-modul-21847-90-B.jpg>.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : GÜMÜŞHAN, Ahmet  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 20.01.1991 Mersin  
Medeni hali : Bekâr  
Telefon : 5313035681  
e-mail : [ahmet\\_gumushan@hotmail.com](mailto:ahmet_gumushan@hotmail.com)

Eğitim Derece	Eğitim birimi	Mezuniyet Tarihi
Lise	Aksaray Teknik Lisesi	2008
Lisans	Gazi Üniversitesi / Elektronik Öğretmenliği	2013
Lisans	Gazi Üniversitesi / Elektrik-Elektronik Müh.	2018
Y.Lisans	THK Üniversitesi / Elektrik-Elektronik Müh.	-

### Yabancı Dil

İngilizce

### Hobiler

Masa Tenisi