



**T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

HEDEF TAKİP SİSTEMİ

ERAY OĞUL

140607054

FURKAN İNCESU

140607058

BİTİRME TEZİ

Dr.Öğr.Üyesi MEHMET KÜRŞAT YALÇIN

NİĞDE, 2018

T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
BİTİRME TEZİ KABUL VE ONAY BELGESİ

Bölümümüz 140607054 numaralı öğrencisi ERAY OĞUL'un, 140607058 numaralı öğrencisi FURKAN İNCESU'nun "Hedef Takip Sistemi" başlıklı Bitirme Tezi çalışması aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Mekatronik Mühendisliği Bölümü'nde Bitirme Tezi olarak Oy Birliği/Oy Çokluğu ile kabul edilmiştir.

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi MEHMET KÜRŞAT YALÇIN

İmzası

Üye: Dr.Öğr.Üyesi . İLYAS KACAR

İmzası

Üye: Unvanı Adı Soyadı: Öğrt. Gör. Dr. M. Ali EROĞLU

İmzası

Tezin savunulduğu Tarih:

Bitirme Tezi dersi kapsamında yapılan bu çalışma, ilgili jüriler tarafından değerlendirme sonucunda Mekatronik Mühendisliği Bölümü'nde Bitirme Tezi çalışması olarak kabul edilmiştir...../...../.....:

İmza

Bölüm Başkanı

Dr.Öğr.Üyesi . İLYAS KACAR

T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
DOĞRULUK BEYANI

Bitirme tezi olarak sunduğum bu çalışmayı tüm akademik kurallara ve Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Yayın Etiği Komisyonu Yönergesi 'ne uygun olarak gerçekleştirdiğimi ve sunduğumu; bu kurallar ve ilkelere aykırı hiç bir yol ve yardıma başvurmaksızın bizzat hazırladığımı beyan ederim.

Tezimle ilgili yaptığım beyana aykırı bir durum saptanırsa ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm. ... /.../...

İmza
Eray Oğul

İmza
Furkan İncesu

TEŞEKKÜR

Öncelikle bu günlere kadar gelmemizde emeğini esirgemeyen ailemize sonsuz teşekkürlerimizi sunarız. Yarınlarımızı daha güzel yapmak için çabalayan sabırlı, samimi ve şefkatli Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği bölüm hocalarımıza ve bölüm başkanımıza sonsuz teşekkürlerimizi sunarız. Katkılarından dolayı Stroton Yapı Kimyasalları ve Yalıtım Tic. Ltd. Şti.' ne ve Kardel Mobilya Tekstil İnşaat Ve Gıda Maddeleri San. Tic. Ltd. Şti' ne teşekkürlerimizi sunarız. Mekatronik mühendisliği öğrencilerinden Halil Bahadır Akyıldız'a projemize katkılarından dolayı teşekkür ederiz. Gece gündüz demeden çalışan, gayesi bizlere bilgi aktarmak olan, yeri geldiğinde bir abi, arkadaş olan danışmanımız Dr. Öğr. Üyesi Sayın Mehmet Kürşat YALÇIN' a sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

Eray Oğul

Furkan İncesu

ÖZET

Hedef takip sistemlerinin genel çalışma prensibi sensörden gelen veriyi merkezi kontrol ünitesinde işleyerek çıktılarına göre motorları kontrol etmesidir. Bu sayede motorun hareketi ile nesneyi takip etmiş olacak.

Bizde projemizde iki adet enkoderli dc motor kullandık. Motorları pid kontrolcü ile açı kontrolü yaparak 2 eksenle hareketimizi sağladık. Raspberry Pi de kameradan gelen görüntüyü işleyerek motorların kaç derece dönmesi gerektiğini hesaplıyordu. Hesapladığı açı değerlerini kendi tasarımı olan dahili motor sürücülü arduinoya gönderiyordu arduino da aldığı açı değerlerine göre motorları hareket ettiriyordu. Görüntü işleme kütüphanesi olarak OpenCVyi kullandık. Kameraya okuttuğumuz markerların pozisyon bilgilerini de ArUco kütüphanesini kullanarak bulduk. Mekanik sistemde iki adet motor ile hareketi sağladık. Motorlardan birinin kayış kasnak sistemiyle güç aktarımı sağlandı. Böylece Pan-tilt hareket mekanizması elde edildi. Dönen eksenlerde sürtünmeyi gidermek için yataklı rulmanlar kullanıldı.

ABSTRACT

The general operating principle of the target monitoring systems is to control the motors according to their outputs by processing the data from the sensor in the central control unit. In this regard, the motor will follow the object with movement. In our project, we used two dc engines with encoders. We controlled the motors with the pid controller and we made 2 axes movements. Raspberry Pi also figured out how many angles it would have had to pass through the camera's screen, He calculated the angle values of his own design, and the arduos, which the engines controlled, sent the arduos according to the angle values of the motors. We used OpenCV as the image processing library. We used the ArUco library to find the location information of the markers we read on the camcorder. We moved with two engines in the mechanical system. One of the motors was powered by a belt pulley system. Thus, the Pan-tilt movement mechanism was obtained. Roller bearings are used to provide friction in rotating axes.

Anahtar Kelimeler: Arduino, DC Motor, Encoder, PID, Motor Driver, Raspberry Pi, OpenCV, ArUco

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ.....	xi
ÖNSÖZ.....	xii
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
1.1 Giriş.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı.....	1
1.2 Konunu Önemi.....	2
1.3 Proje İçin Planlanan İş Paketleri.....	2
BÖLÜM 2 LİTERATÜR TARAMASI.....	3
2.1 Literatür Taraması.....	3
BÖLÜM 3 PROJENİN YAPIMI.....	4
3.1 Elektronik Kart.....	4
3.1.1 Elektronik kartın tasarımı.....	4
3.1.1.1 Şematik tasarımı.....	5
3.1.1.2 PCB tasarımı.....	6
3.1.2 Elektronik Kartın Üretimi.....	7
3.2 Yazılım.....	7
3.2.1 Raspberry Pi.....	8
3.2.1.1 Opencv ve aruco kurulumu.....	8
3.2.1.2 Aruco ile tag oluşturma.....	9
3.2.1.3 Aruco kütüphanesi ile kamerayı kalibre etme.....	9

3.2.1.4 Tagleri algılama ve x y z de konum bilgisi alma	10
3.2.1.5 Açı hesabı yapma	11
3.2.2 Arduino motor kontrolü	13
3.3 Mekanik Tasarım.....	14
BÖLÜM 4 BÜTÇE	22
4.1 Bütçe Tablosu.....	22
BÖLÜM 5 SONUÇLAR.....	24
5.1 Sonuçlar.....	24
KAYNAKLAR.....	26
EKLER	27
EK1: Taglerin Algılandığı Kod – Raspberry Pi (detect_markers.cpp)	27
EK-2: Motor Kontrol Kodları – Arduino	27
ÖZGEÇMİŞ	28
1.....	28
ÖZGEÇMİŞ	29
2.....	29

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Tasarladığımız elektronik kart	4
Şekil 3.2. Elektronik Kartın Şematiği	5
Şekil 3.3. Elektronik Kartın PCB üst görünümü	6
Şekil 3.4. Elektronik Kartın PCB alt görünümü	6
Şekil 3.5. Kendi İmkanlarımız İle Üretim / Fabrikasyon Üretim	7
Şekil 3.6. Kameranın Kalibrasyon İşlemi	10
Şekil 3.7. Kameranın Tagi Tespit Etmesi	11
Şekil 3.8. Y Eksenindeki Açılı Hesabı	12
Şekil 3.11. Y Eksenindeki Kontrol Grafiği (KP:150, KI:0.2, KD:0.8).....	13
Şekil 3.12. Z Eksenindeki Kontrol Grafiği (KP:95, KI:0.2, KD:1)	13
Şekil 3.13 Solidworks'te tasarlanan hedef takip sistemi.....	14
Şekil 3.14 Mavi renkle belirtilmiş cıvatalar mekanik fren olarak kullanılmıştır.	15
Şekil 3.15 Mekanizmanın merkezinde bulunan büyük alüminyum sabit kasnak.	15
Şekil3.16 Motor miline bağlı küçük alüminyum hareketli kasnak.	16
Şekil3.17 Kayışı sıkıştırmak için kullanılan cıvata ve 608zz rulman düzeneği.....	16
Şekil 3.18 Eksenel dönmeyi sağlayan kayış kasnak mekanizması.	17
Şekil 3.19 Alt ve üst tablaları bir arada tutan çelik torna parçası. Ortasından kablo geçişi için delik açıldı.....	17
Şekil 3.20 Radyal dönüşü sağlayan motor ve rulman mekanizması.	18
Şekil 3.21 Sürtünmeyi azaltmak için kullanılan yataklı rulman.	18
Şekil 3.22 Pleksiglas malzemeden yapılan alt tabla.....	19
Şekil 3.23 Pleksilas malzemeden yapılan orta tabla.	19
Şekil 3.24 Pleksiglas malzemeden yapılan kamera tablası.	20
Şekil 3.25 Pleksiglas malzemeden yapılan tilt eksen kulakları.....	20

Şekil 3.26 3 boyutlu yazıcıda üretilen motor mili kılıfı. (rulman setskurunun motor milini kavrayabilmesi için üretilmiştir.).....	21
Şekil 3.27 Sistemde kullanılan motor ölçüleri.	21
Şekil 5.1 Sistemin Tam Montajı.....	24
Şekil 5.2 Sistemin Yukarıdan Görünüşü	24
Şekil 5.3 Tag Tespit Ederken	25
Şekil 5.4 Tag Tespit Ederken Ekran Çıktıları	25

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1 İş- zaman çizelgesi.....	2
Tablo 4.1 Bütçe Planı.....	23

ÖNSÖZ

Hazırlanılan bu projede ilk olarak çalışmanın amacından bahsedilip özetlenmiştir.

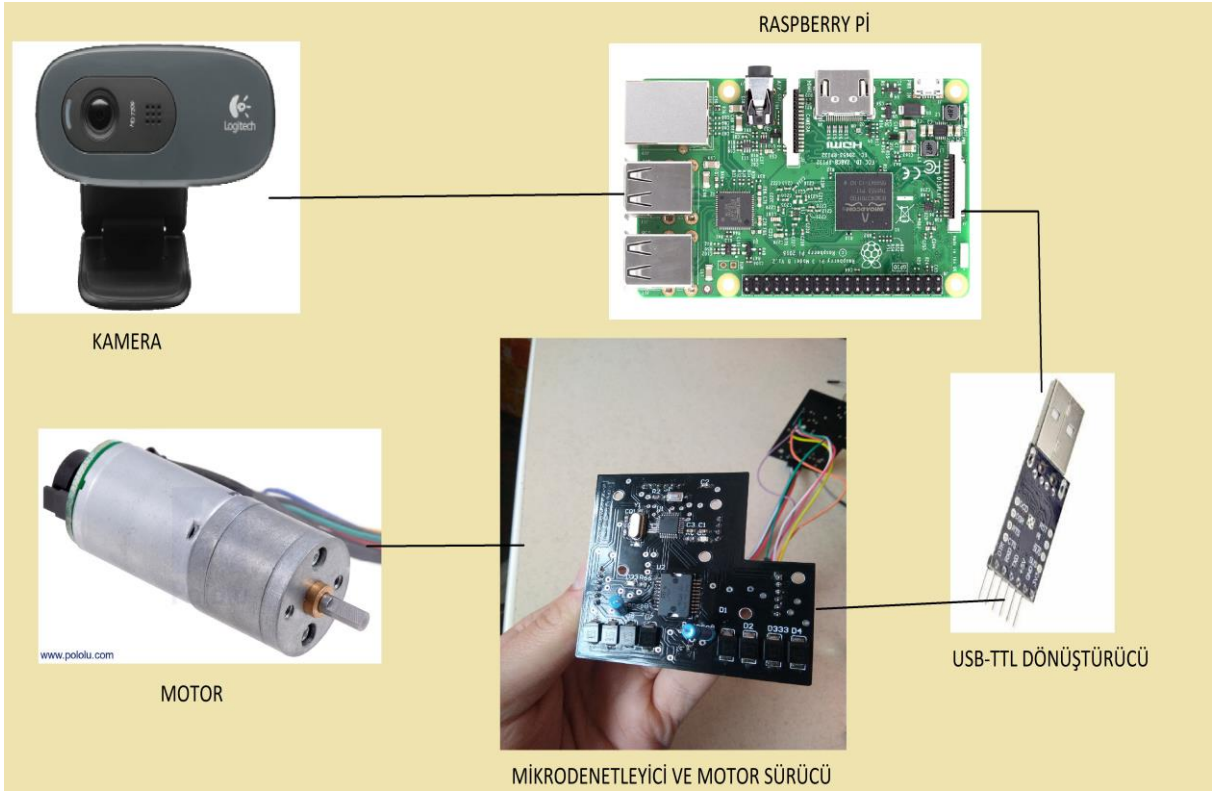
Daha sonra, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi tez yazım kuralları dikkate alınarak, giriş, literatür taraması, Sistemin yapım aşamaları, üretim ve bütçe hesabı gibi kısımlar detaylıca açıklanmıştır. Projede kullanılan tüm yazılım kodları Ek halinde bu belgenin sonuna eklenmiştir.

Daha sonra yapılacak geliştirme çalışmaları için detaylı bir açıklayıcı belge olduğu kanaatindeyiz.

BÖLÜM 1

1.1 Giriş

Günümüzde özellikle savunma sanayisinde hedeflerin tespit edilmesi ve takip edilmesi konusunda çok fazla ihtiyaç var bizde bu ihtiyacı karşılamak adına bu projeyi çalışmaya başladık.



Şekil 1.1. Sistemin şeması

Yukarıda şemada görüldüğü gibi sistem kameralardan aldığı görüntüyü Raspberry Pi de işleyerek motorların kaç derece dönmesi gerektiğini hesaplıyor. Hesaplanan açı değerleri de USB üzerinden kendi tasarımı olan kontrolcü kartına gönderiliyor. Kontrolcü kartı da gelen açı değerine göre motorları hareket ettiriyor.

1.1 Çalışmanın Amacı

Yaptığımız bu proje ile özellikle savunma sanayisindeki hedeflerin tespiti ve takibi gibi hayati önem taşıyan konulara çözüm bulmayı amaçladık. Ayrıca diğer bir açıdan bakarsak sadece askeri alanda değil hedeflerin tespit edildiği ve takip edildiği pek çok sektör var bunlara lojistik, ulaşım, güvenlik, eğlence sektörü gibi alanları dahil edebiliriz. Kullandığımız tagların em

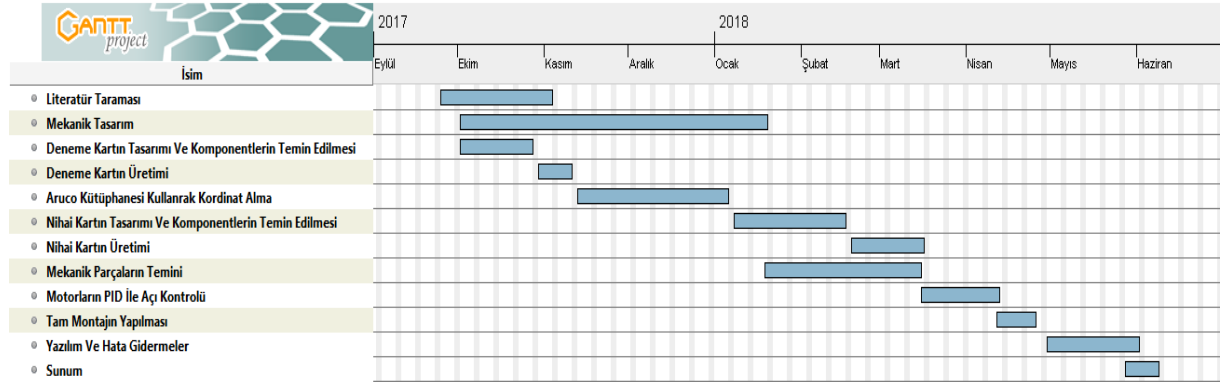
büyük avantajı tagın x, y ve z deki koordinatları vermesi ve bizde bu koordinatlardan çeşitli teoremler ile motorların kaç derece dönmesi gerektiğinin hesaplıyoruz. Bu sayede hedefi tespit edip açı değerlerinin çekmesi çok hızlı oluyor. Buda hızın gerektiği yerlerde daha çok tercih edilecek.

1.2 Konunu Önemi

Hedef takip sistemlerinin en büyük sorunu hızdır. Nesnenin konumunu kameradan aldığı verilere göre tespit etmeye çalışırken harcadığı zaman oldukça fazladır bizde bu soruna çözüm olarak ArUco kütüphanesini kullandık. Bu sayede tag in olduğu konumun x,y,z deki konum bilgisini alarak teoremler yardımıyla istenilen motor açılarını çekip hareket ettiriyoruz. Bu işlem diğer yöntemlere göre oldukça hızlıdır. Bizde bu proje de bu hız sorununa çözüm buluyoruz.

1.3 Proje İçin Planlanan İş Paketleri

Proje için planlanan iş paketleri ve zaman çizelgesi Tablo 1.1 de verilmiştir. İş paketleri planlığı şekilde gerçekleştirilmiştir.



Tablo 1.1 İş- zaman çizelgesi

BÖLÜM 2

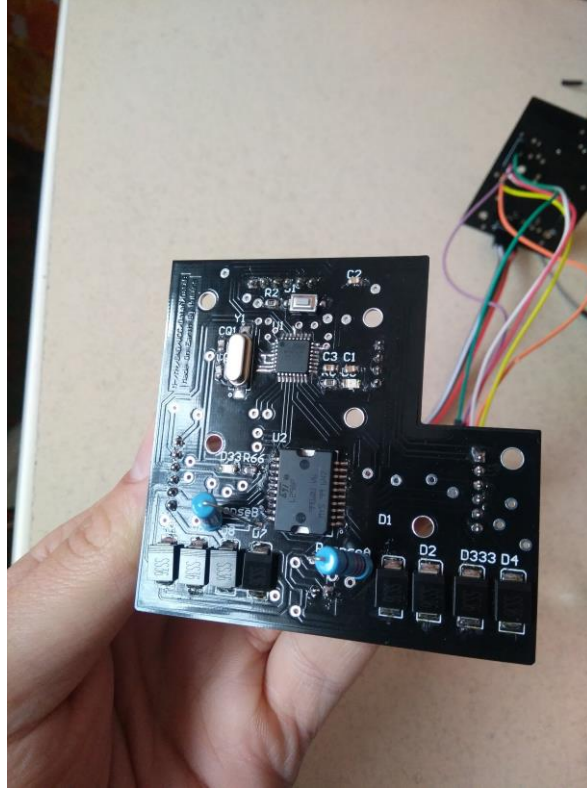
2.1 Literatür Taraması

Yosafat ve arkadaşları (2017) Pan-Tilt yüz izleme mekanizması ile hareket halindeki insan yüzlerini tanımlayıp takip ederler [1]. Basit ve arkadaşları (2015) nesnenin hareket yönüne göre kamerayı hareket ettirmişlerdir [2]. Doyle ve arkadaşları (2014) Pan/tilt hareketi yapan kamera ile hedef takip çalışması yapmıştır [3]. Abdullahi ve arkadaşları (2018) root locus ile dc motorun matematiksel denklemlerini kullanarak hareket kontrol sistemi tasarlarlar. Kontrol sisteminde PID kullanarak istedikleri hıza ve doğruluk payına ulaşırlar [4]. Jan ve arkadaşları ArUco tagleri kullanarak quadrocopter için uçuş rotası belirlediler. Bulanık mantık ile çalışan bir kontrolcü yardımıyla harici bir sensöre ihtiyaç duymadan konum bilgisinden hareket komutları elde edebiliyordu [5]. Garrido ve arkadaşları tagleri kullanarak robotların konumlarını tespit etmişlerdir. Bu konum bilgileri ile artırılmış gerçeklik uygulamaları yapmışlardır [6].

BÖLÜM 3

3.1 Elektronik Kart

Projede Raspberry Pi'nin gönderdiği açı değerlerine göre motorları hareket ettirme işini yapacak bir donanıma ihtiyacımız vardı. Bizde arduioyu ve motor sürücüyü ayrı ayrı satın alıp kablo karmaşasından kurtulmak için kendi kartımızı tasarladık.



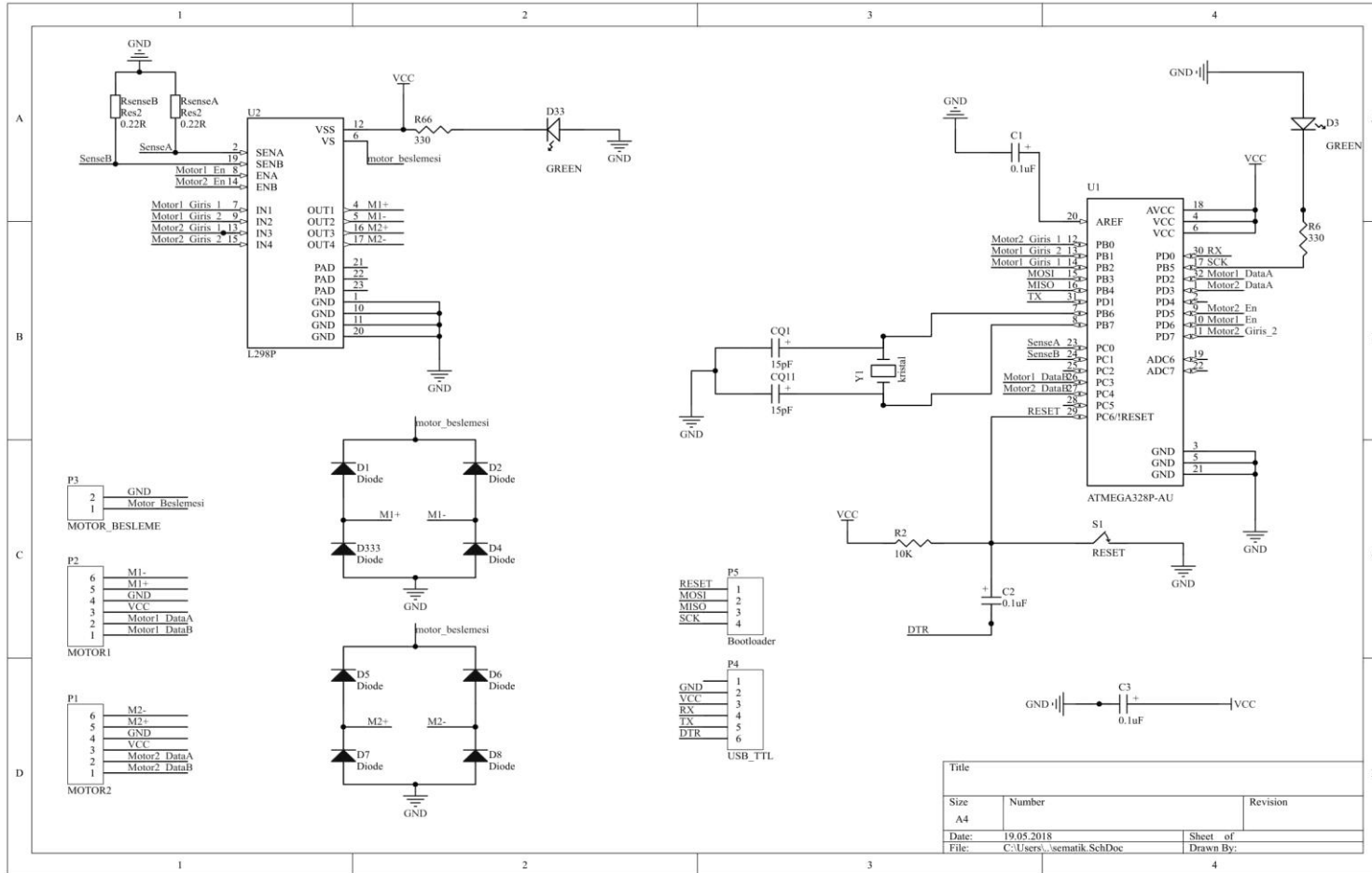
Şekil 2.1 Tasarladığımız elektronik kart

Şekil 3.1 de resmi olan elektronik kartın üzerinde arduino unonun üzerinde bulunan atmega 328p işlemci bulunmaktadır. İkinci en önemli komponentimiz de L298P motor sürücü entegremiz bu entegre ile çift motor sürebiliyoruz. Ayrıca motorların ne kadar akım çektiğini de sense pimlerine bağladığımız 0.22R lik dirençler ile okuyabiliyoruz. Kartımız çift taraflı olarak tasarlandı bu sayede atlama olmadan yekpare bir ürün ortaya çıkartmış olduk.

3.1.1 Elektronik kartın tasarımı

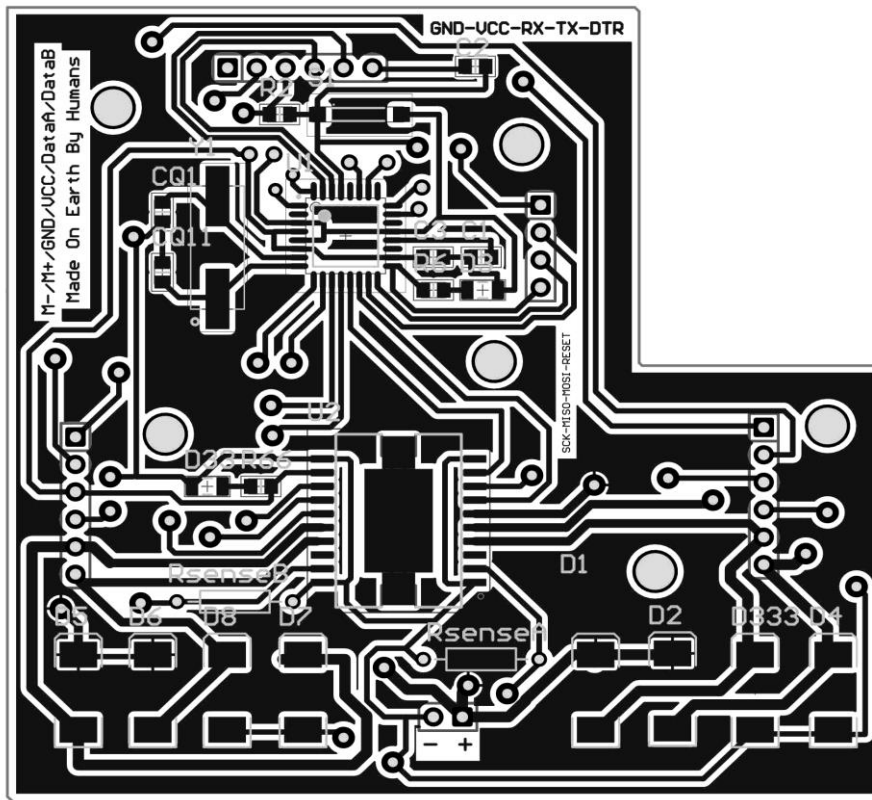
Elektronik kartımızın tasarımını Altium Designer üzerinde gerçekleştirdik. Tasarım iki aşamadan oluşuyor bunlardan ilki şematik tasarımı ikincisi pcb tasarımı.

3.1.1.1 Şematik tasarımı

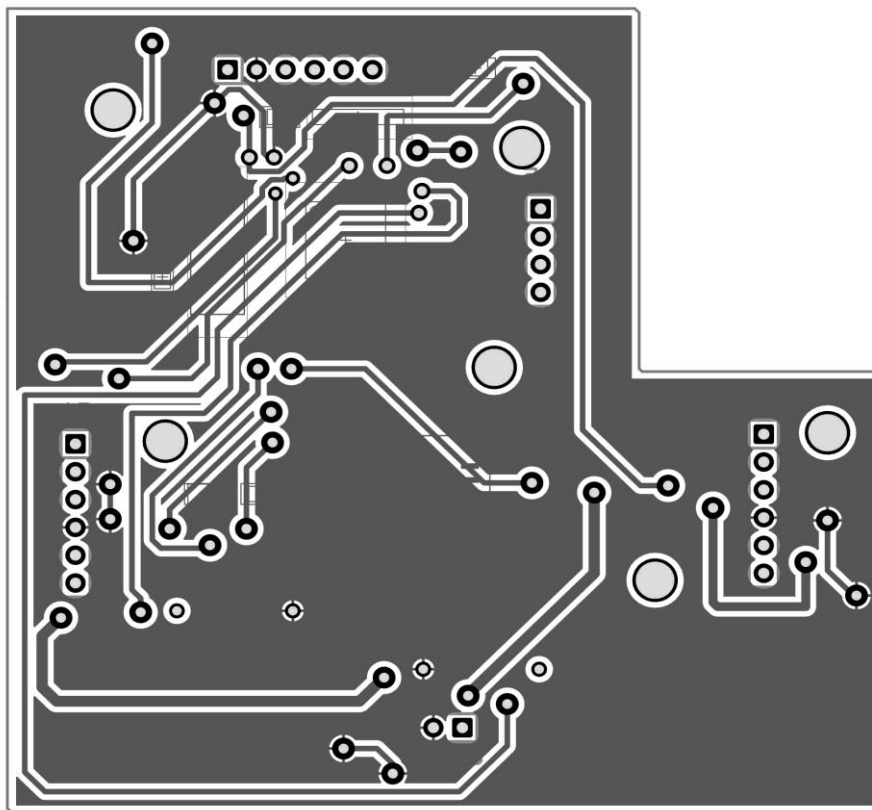


Şekil 3.2. Elektronik Kartın Şematiği

3.1.1.2 PCB tasarımı



Şekil 3.3. Elektronik Kartın PCB üst görünümü



Şekil 3.4. Elektronik Kartın PCB alt görünümü

3.2.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi üzerinde çalışma yapabilmemiz için öncelikle Raspbian işletim sistemini sd karta boot edip Raspberry ye takıp çalıştırıyoruz. Bu işlemden sonra kameralardan görüntüyü alıp işlememize yardımcı olacak olan Opencv ve Aruco kütüphanelerini yüklüyoruz.

3.2.1.1 Opencv ve aruco kurulumu

Raspberry Pi de konsolu açarak gerekli paketleri kuruyoruz.

```
- sudo apt-get install build-essential
```

```
- sudo apt-get install cmake git libgtk2.0-dev pkg-config libavcodec-dev libavformat-dev libswscale-dev
```

```
- sudo apt-get install python-dev python-numpy libtbb2 libtbb-dev libjpeg-dev libpng-dev libtiff-dev libjasper-dev libdc1394-22-dev
```

Yukarıdaki komutları sırası ile çalıştırdıktan sonra opencv için çalışma alanı oluşturuyoruz.

```
- mkdir opencv
```

Daha sonra

```
- git clone https://github.com/opencv/opencv.git  
- git clone https://github.com/opencv/opencv_contrib.git
```

komutlarını çalıştırarak opencv ve ek kütüphane dosyalarını bilgisayarımıza indirmiş oluyoruz.

```
- mkdir build  
- cd build
```

komutlarını çalıştırarak ta derleme klasörünü oluşturuyoruz ve içerisine giriyoruz.

```
- cmake -D CMAKE_BUILD_TYPE=RELEASE \  
  -D CMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local \  
  -D INSTALL_C_EXAMPLES=OFF \  
  -D INSTALL_PYTHON_EXAMPLES=ON \  
  -D OPENCV_EXTRA_MODULES_PATH=~/.opencv_contrib-3.2.0/modules \  
  -D BUILD_EXAMPLES=ON \  
  -D ENABLE_NEON=ON ..
```

```
- make -j4  
- sudo make install
```

Bu komutları da çalıştırdıktan sonra Opencv ve Aruco kütüphaneleri Raspberry ye kurulmuş olacak.

3.2.1.2 Aruco ile tag oluşturma

Öncelikle Opencv yi derlediğimiz build klasörünün içerisindeki bin klasörünü konsolda açıyoruz.

```
- sudo ./example_aruco_create_marker "eray.png" -d=5 -id=54
```

komutunu çalıştırarak eray.png adında ve id si 54 olan bir tag oluşturmuş oluyoruz. Oluşturduğumuz bu tagi bire bir ölçülerde çıktısını alıyoruz.

3.2.1.3 Aruco kütüphanesi ile kamerayı kalibre etme

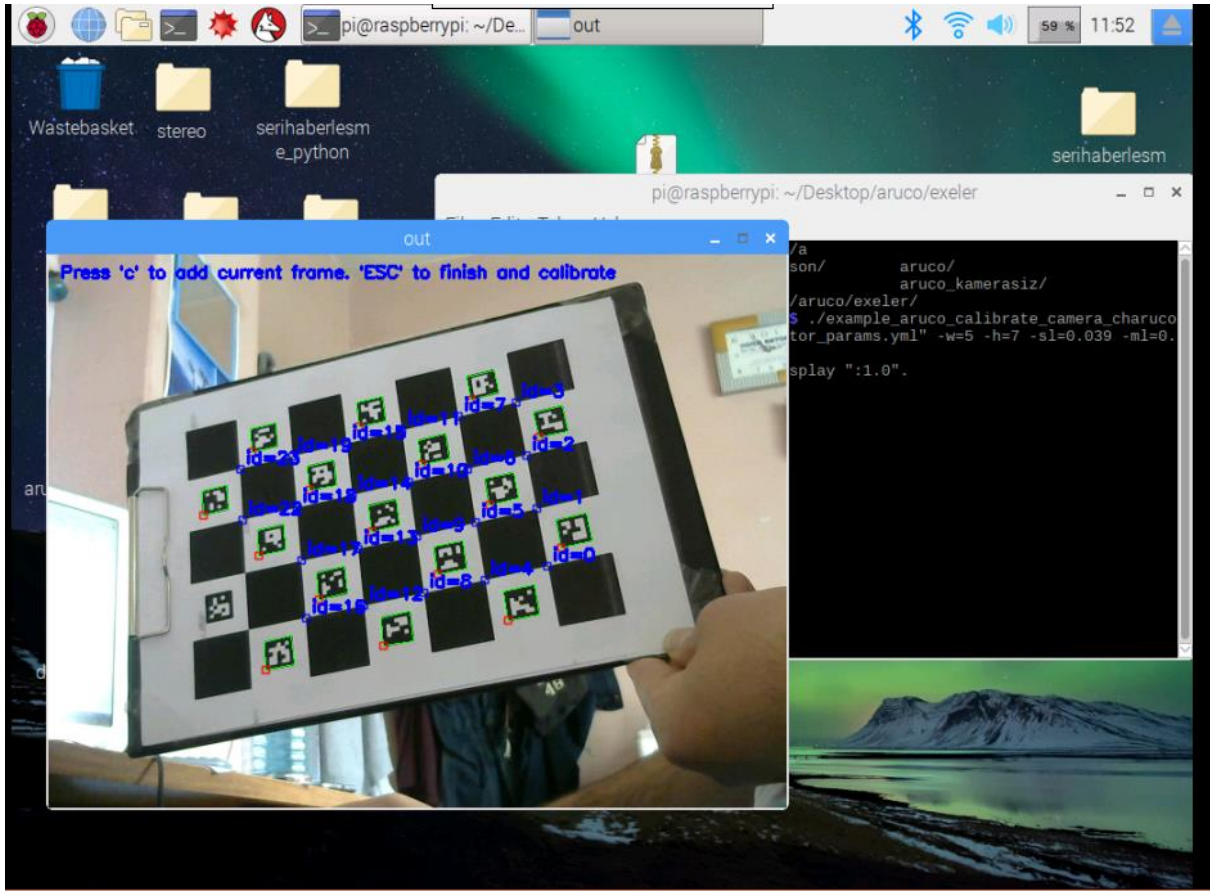
Aruco tagleri oluşturduğumuz klasörün içerisine giriyoruz. Daha sonra

```
- ./example_aruco_create_board_charuco "eraycboard.png" -w=5 -h=7 -sl=200 -  
  ml=100 -d=5
```

komutunu çalıştırarak eraycboard.png adında kalibrasyon tahtası oluşturmuş oluyoruz bu oluşturduğumuz görselin çıktısını 1 e 1 ölçüde çıktısını alıyoruz.

```
- ./example_aruco_calibrate_camera_charuco "kamera_parametreleri.yml" -  
dp="detector_params.yml" -w=5 -h=7 -sl=0.039 -ml=0.017 -d=5
```

Yukarıdaki komutu çalıştırarak da kameramızı kalibre etmeye başlıyoruz. Kalibrasyon işleminde çıktı aldığımız kalibrasyon tahtamızı farklı pozisyonlarda kameraya tutarak her pozisyonunda klavyeden c tuşuna basarak pozisyonu kaydediyoruz. En az 4 pozisyon yakaldıktan sonra esc tuşuna basarak kalibrasyon işlemini tamamlıyoruz.



Şekil 3.6. Kameranın Kalibrasyon İşlemi

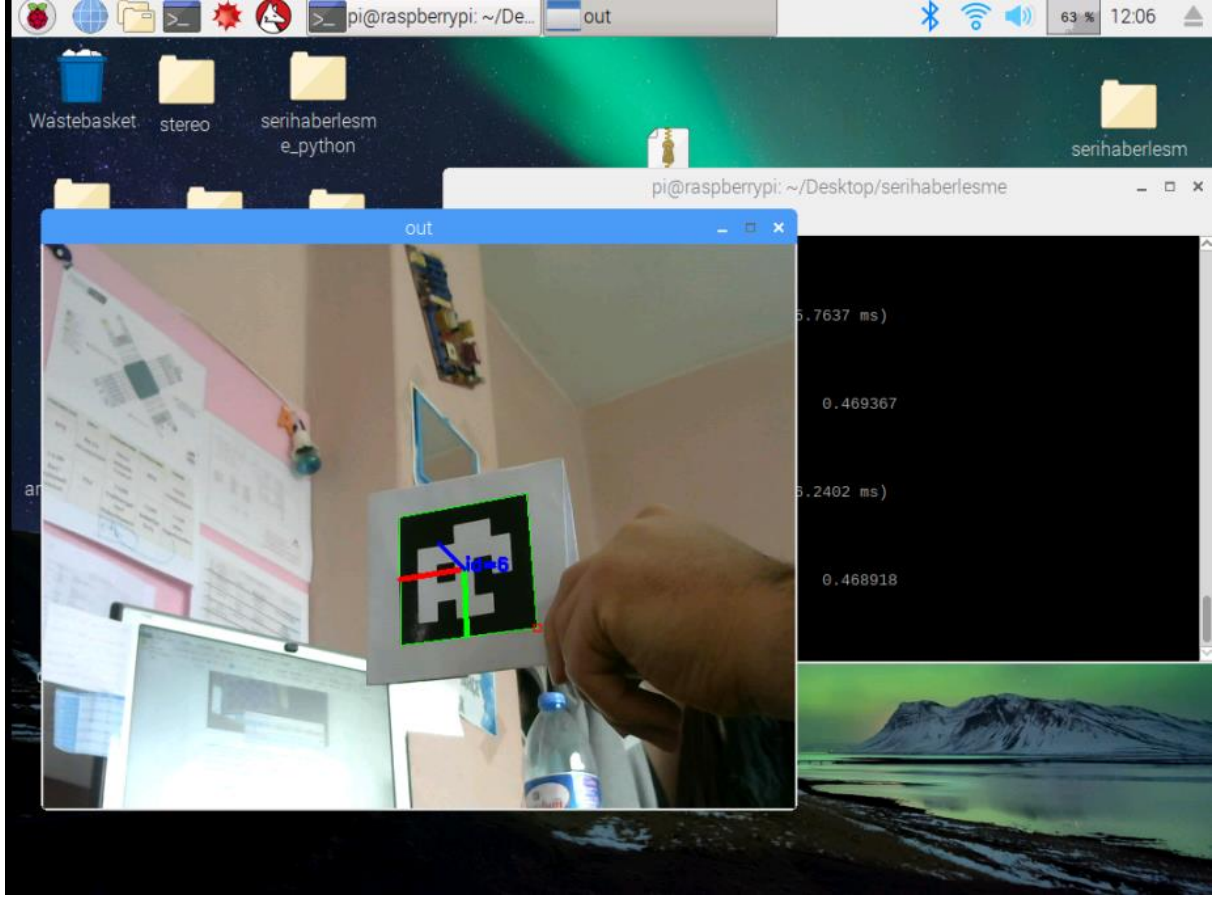
Kalibrasyon işleminden sonra program bize "kamera_parametreleri.yml" adında çıktı verecek bu çıktıda bizim kameramızın parametreleri var bu parametreleri tagleri okuttuğumuz programı çalıştırırken girdi olarak vermemiz gerekiyor.

3.2.1.4 Tagleri algılama ve x y z de konum bilgisi alma

Tagleri bulma işlemini yapmak için;

```
- ./example_aruco_detect_markers -d=5 -c="kamera_parametreleri.yml" -l=0.071
```

Komutu ile tagleri okumaya başlıyoruz. Komut içerisindeki $-l$ parametresi tagin bir kenarının metre cinsinden ifadesidir.



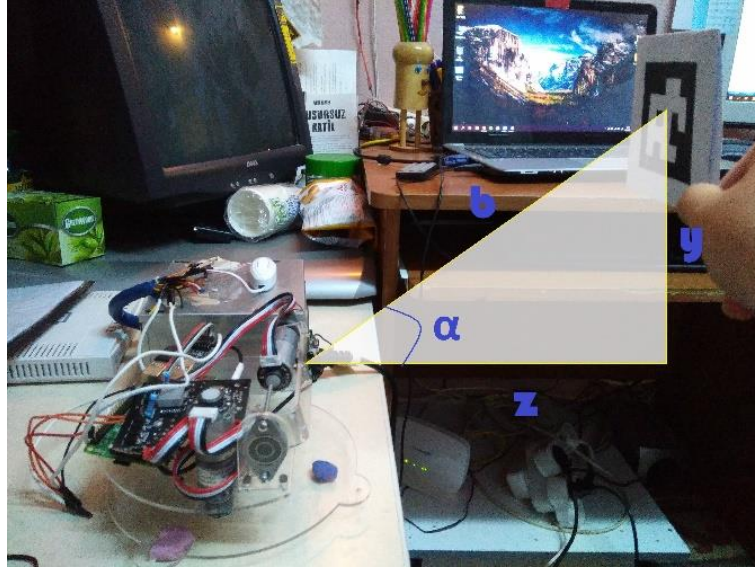
Şekil 3.7. Kameranın Tagi Tespit Etmesi

Aruco kütüphanesi tagin orta noktasının x, y, z deki konum bilgilerini kodun içerisindeki tvecs matrisinin içerisinde saklıyor. Biz “ tvecs[0][1] ” şeklindeki komutlar ile x y z deki komutları çekip ekrana yazdırıyoruz.

Gelen konum bilgisinden yararlanarak açı hesabı yapıyoruz.

3.2.1.5 Açı hesabı yapma

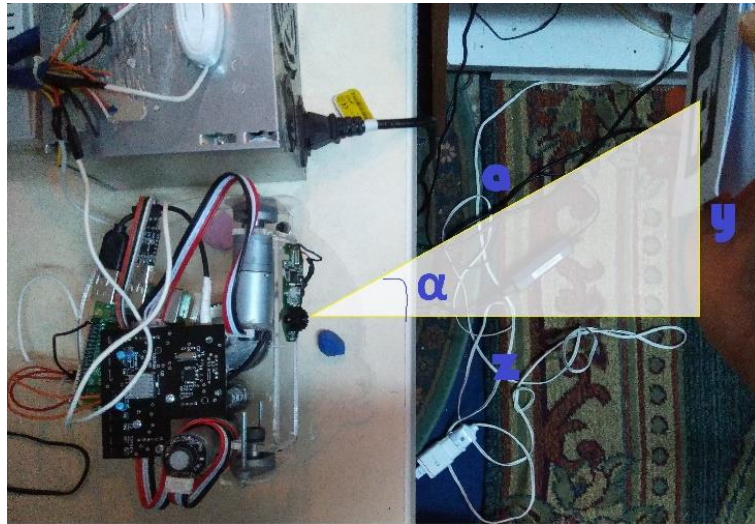
Açı hesabını için öncelikle gelen verilere göre bir üçgen oluşturuyoruz. Şekil 3.8 de gösterildiği gibi Pisagor teoreminden yararlanılarak iki açı içinde ayrı ayrı hipotenüs uzunluklarını hesaplıyoruz hesaplanan bu değişkenleri kullanarak kosinüs teoreminin yardımı ile motorlara gidecek olan açı değerlerini hesaplıyoruz.



Şekil 3.8. Y Eksenindeki Açı Hesabı

$$b = \sqrt{z^2 + y^2} \quad (3.1)$$

$$\alpha_y = \cos^{-1}\left(\frac{y^2 - (z^2 + b^2)}{2zb}\right) \quad (3.2)$$



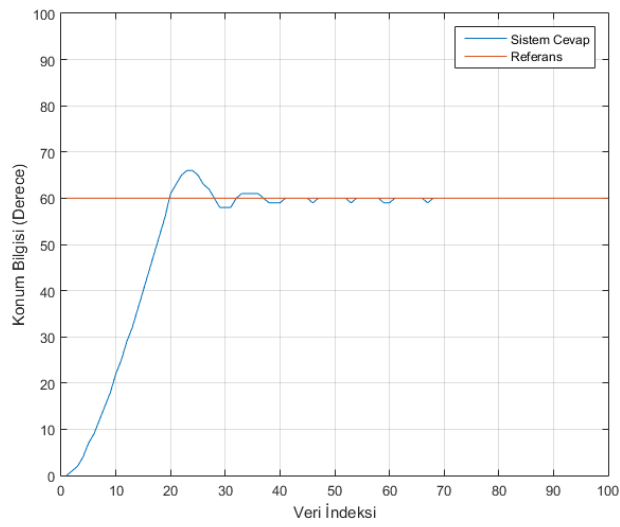
Şekil 3.10 X Eksenindeki Açı Hesabı

$$a = \sqrt{z^2 + x^2} \quad (3.2)$$

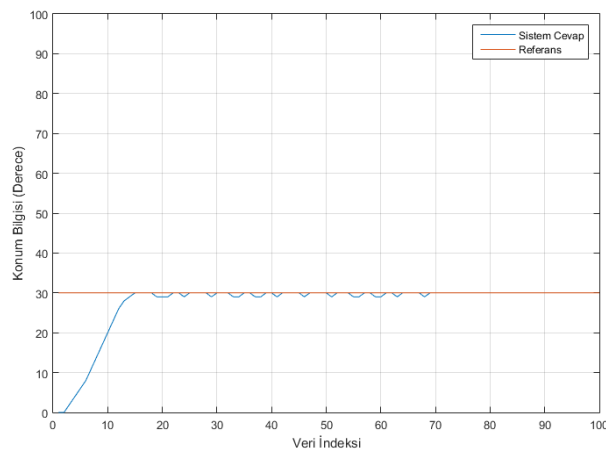
$$\alpha_x = \cos^{-1}\left(\frac{x^2 - (z^2 + a^2)}{2zx}\right) \quad (3.2)$$

3.2.2 Arduino motor kontrolü

Raspberry aldığı hesapladığı açı değerlerini arduinoya gönderir. Gönderilen değerler arduino da seri haberleşme yöntemi ile okunur ve okunan değerler bir diziye atılır. Diziye atılan ilk değer x ekseninde dönmesi gereken açı değeri, ikinci değerde y ekseninde dönmesi gereken açı değeridir. Arduino gelen açı değerlerini şuan ki mevcut pozisyonun üzerine ekleme yaparak yeni referans değerleri oluşturur. Oluşan bu referans değerleri PID kontrolcüye gönderilir. PID kontrolcü de PWM sinyalleri ile motorların kontrolünü gerçekleştirir. Kontrolcü sistemin anlık konum bilgisini enkoderlerden aldığı darbelere göre tespit eder.



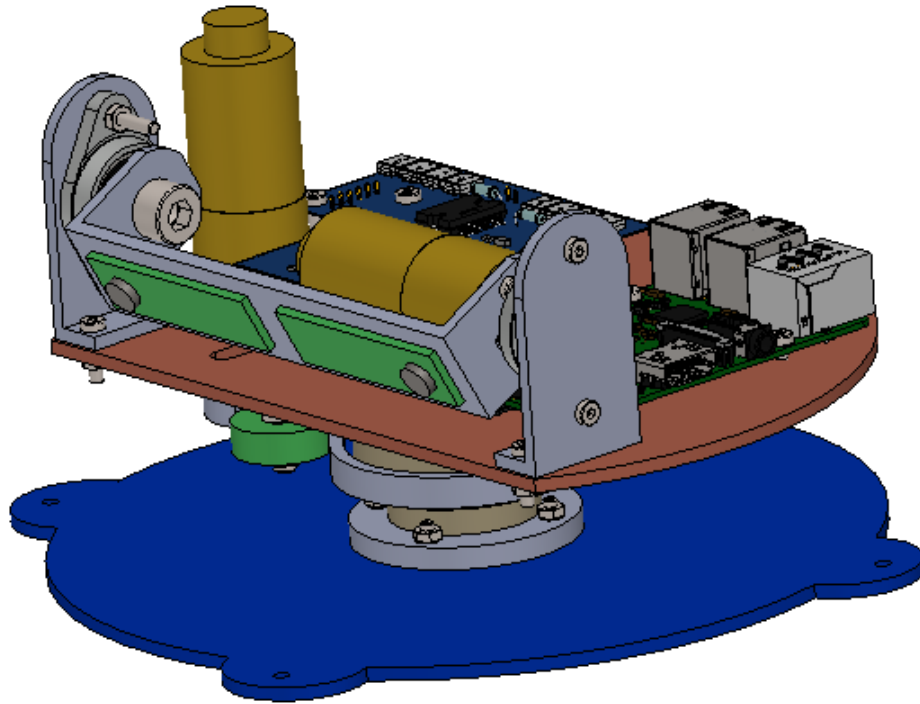
Şekil 3.11. Y Eksenindeki Kontrol Grafiği (KP:150, KI:0.2, KD:0.8)



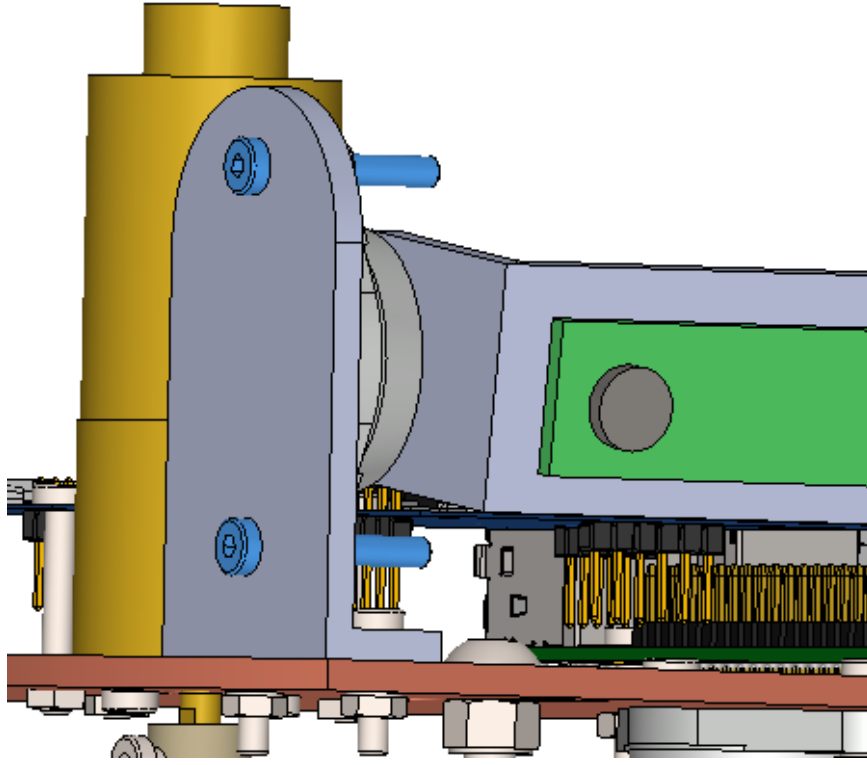
Şekil 3.12. Z Eksenindeki Kontrol Grafiği (KP:95, KI:0.2, KD:1)

3.3 Mekanik Tasarım

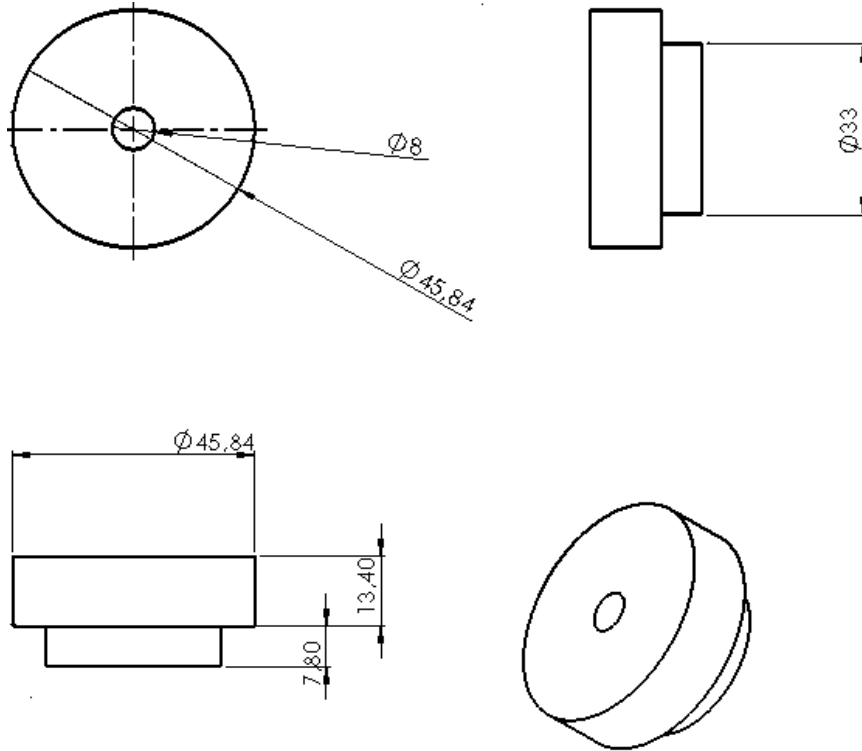
Mekanik sistem Solidworks'te tasarlanmıştır. Ana malzeme olarak pleksiglas kullanılmıştır. İşlemesi kolay ve hafif bir malzeme türü olduğu için tercih edilmiştir. Malzeme kalınlığı 3mm'dir. Montaj için genel olarak metrik 3 altıgen alyan başlı cıvata kullanılmıştır. Eksenel dönmeyi sağlamak ve yükün direk malzemeye binmesini önlemek için yataklı rulman tercih edilmiştir. Güç aktarımını merkezden 64 mm uzaklıktaki motor milinden merkeze taşımak için motor miline bağlı bir adet küçük kasnak ve merkezde sabit bir adet büyük kasnak kullanılmıştır. Kayış kasnak sistemiyle eksenel dönme sağlanmış ve ayrıca mekanizmanın merkezine eksenel dönmeyi kolaylaştırmak için yataklı rulman yerleştirilmiştir. Kayış kasnak mekanizmasında kasnağı germek için "608zz" kodlu rulman kullanılmıştır. Radyal dönme kameraların bağlı olduğu parçaya sabitlenen motor tarafından gerçekleştirilmiştir. Mekanik engeller bu eksen için kullanılmıştır. Mekanizmanın merkezinde büyük kasnağın ve merkezdeki rulmanın setskur vidayla sıkıldığı, alt ve üst tablaların birbirine bağlantısını sağlayan torna da işlenmiş yapısal çelik malzeme kullanılmıştır. Üç adet yataklı rulman temin edilmiş ve hareketli eklemlerin yataklanmasında kullanılmıştır. Radyal yani tilt ekseninin rulmanı daha sonra pasifleştirilmiştir. Rulmanların mekanik sorunlarının giderilmesinde iki bileşenli İran yapıştırıcısı kullanılmıştır.



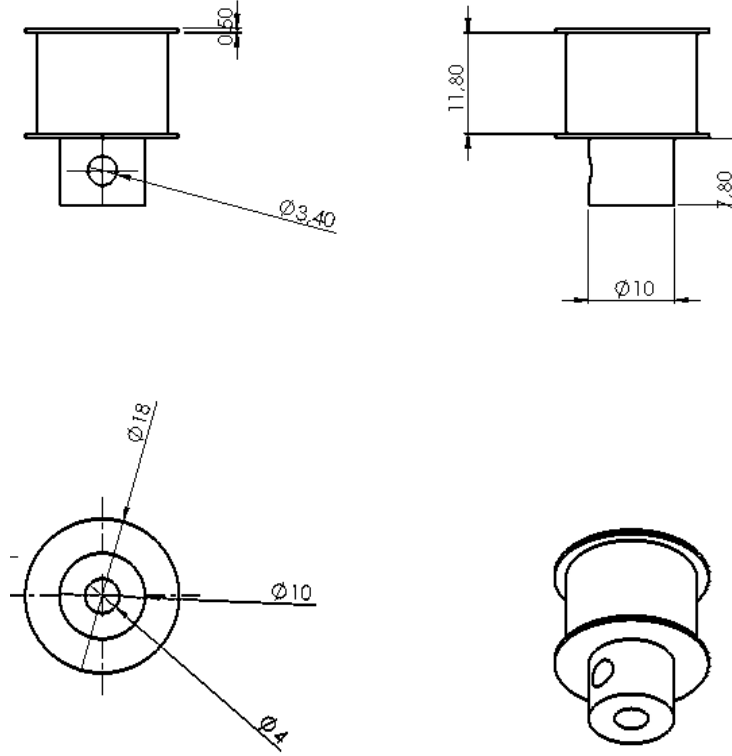
Şekil 3.13 Solidworks'te tasarlanan hedef takip sistemi.



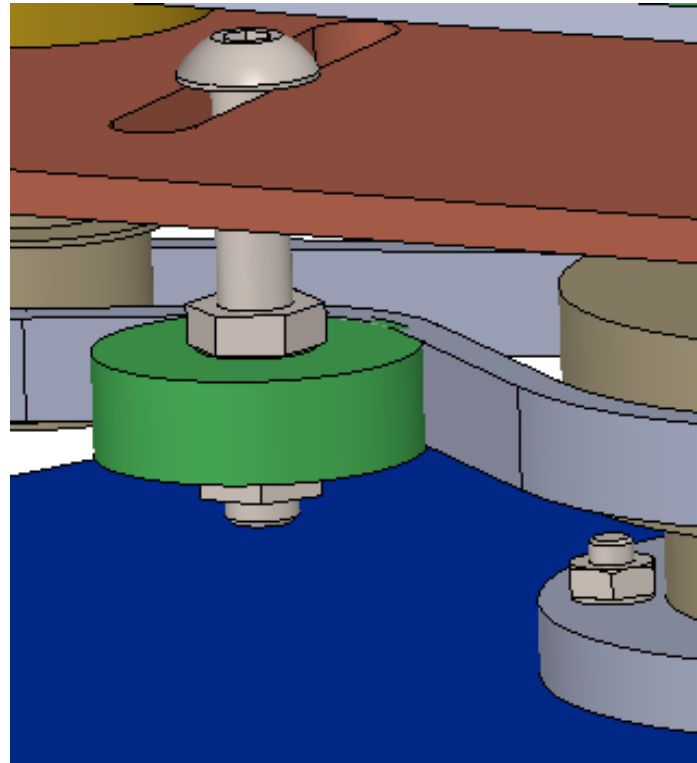
Şekil 3.14 Mavi renkle belirtilmiş cıvatalar mekanik fren olarak kullanılmıştır.



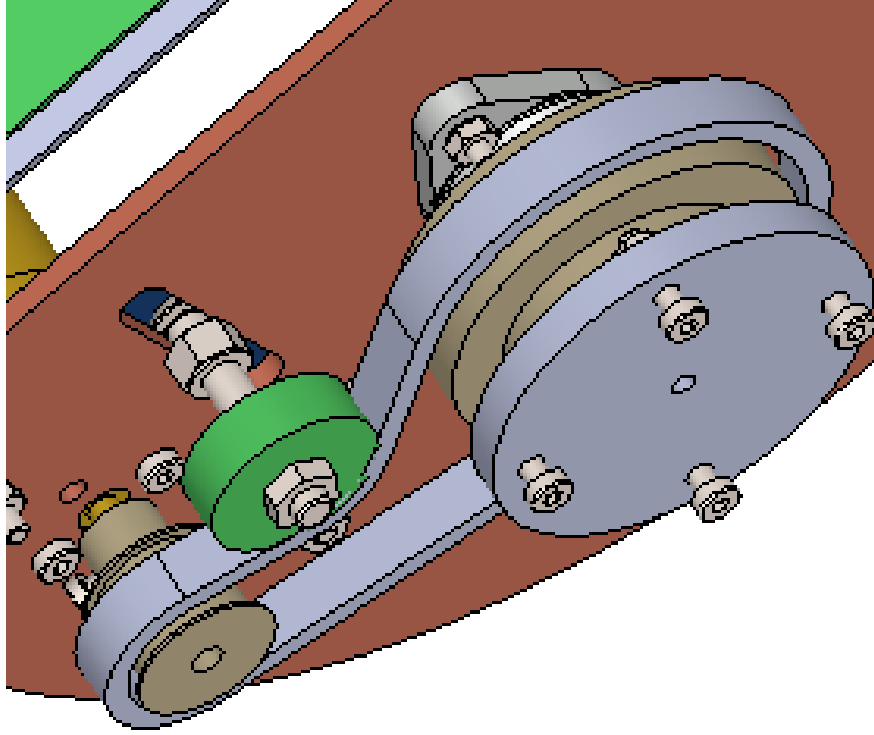
Şekil 3.15 Mekanizmanın merkezinde bulunan büyük alüminyum sabit kasnak.



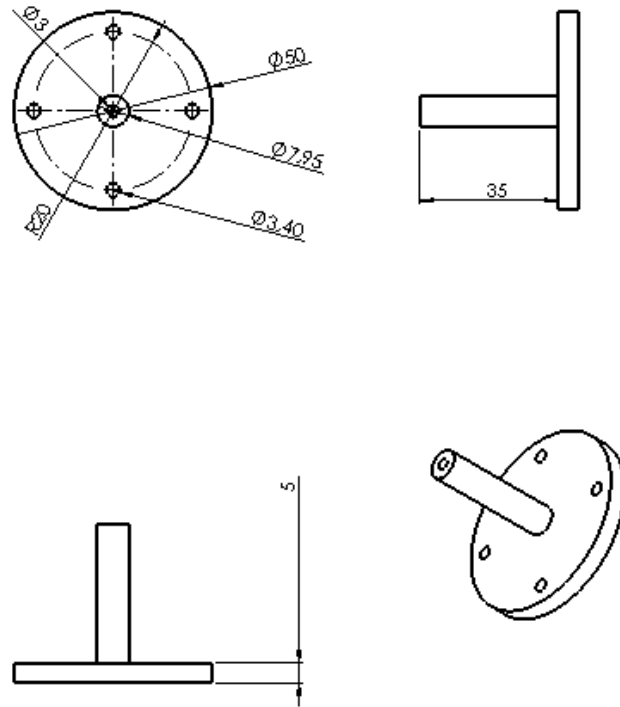
Şekil3.16 Motor miline bağlı küçük alüminyum hareketli kasnak.



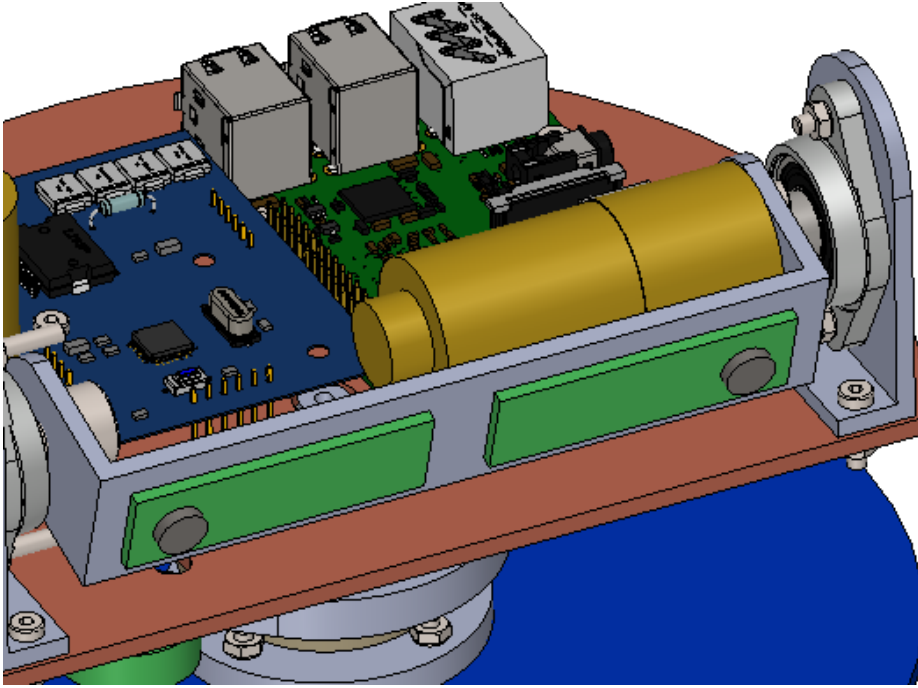
Şekil3.17 Kayışı sıkıştırmak için kullanılan cıvata ve 608zz rulman düzeneği.



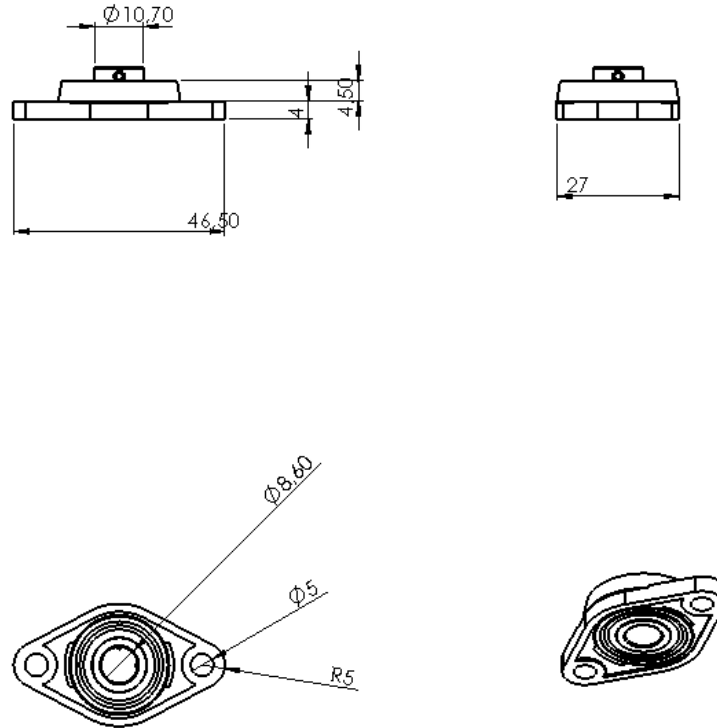
Şekil 3.18 Eksenel dönmeyi sağlayan kayış kasnak mekanizması.



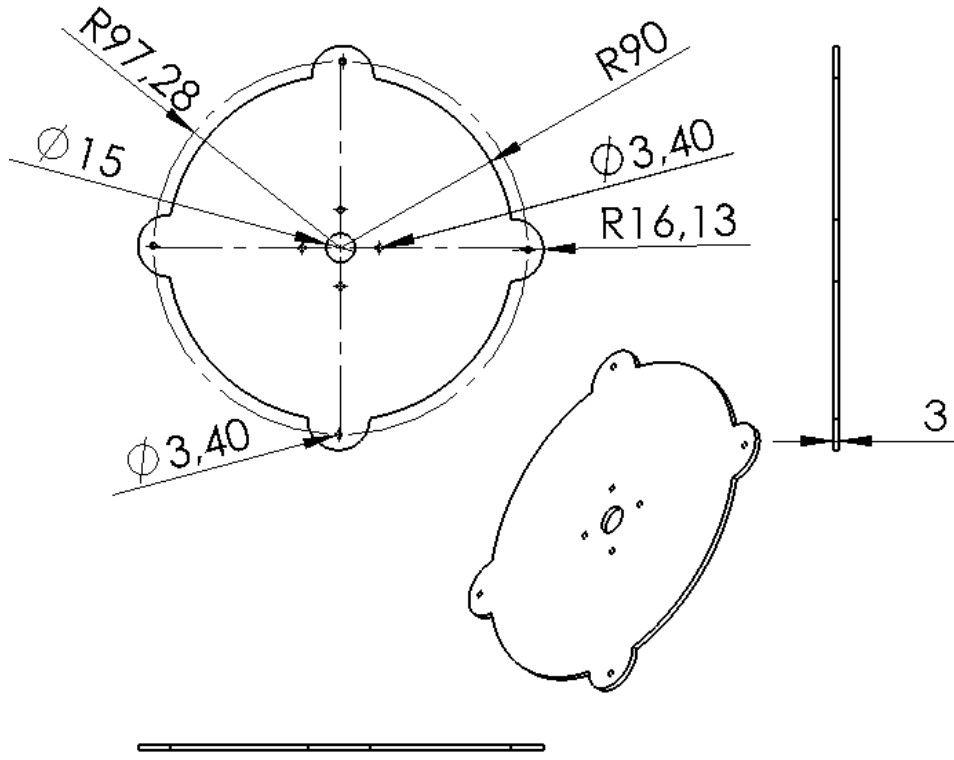
Şekil 3.19 Alt ve üst tablaları bir arada tutan çelik torna parçası. Ortasından kablo geçişi için delik açıldı.



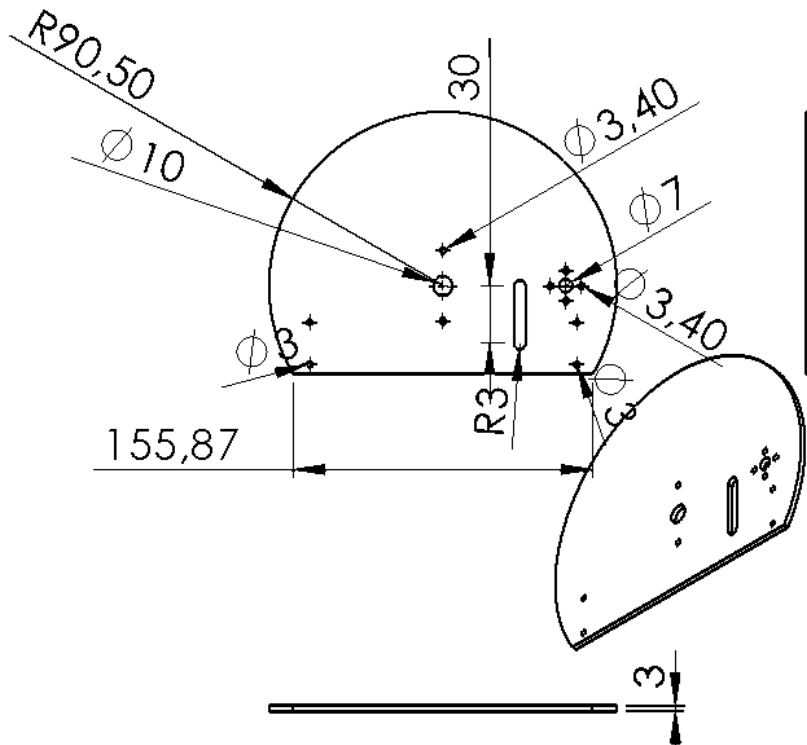
Şekil 3.20 Radyal dönüşü sağlayan motor ve rulman mekanizması.



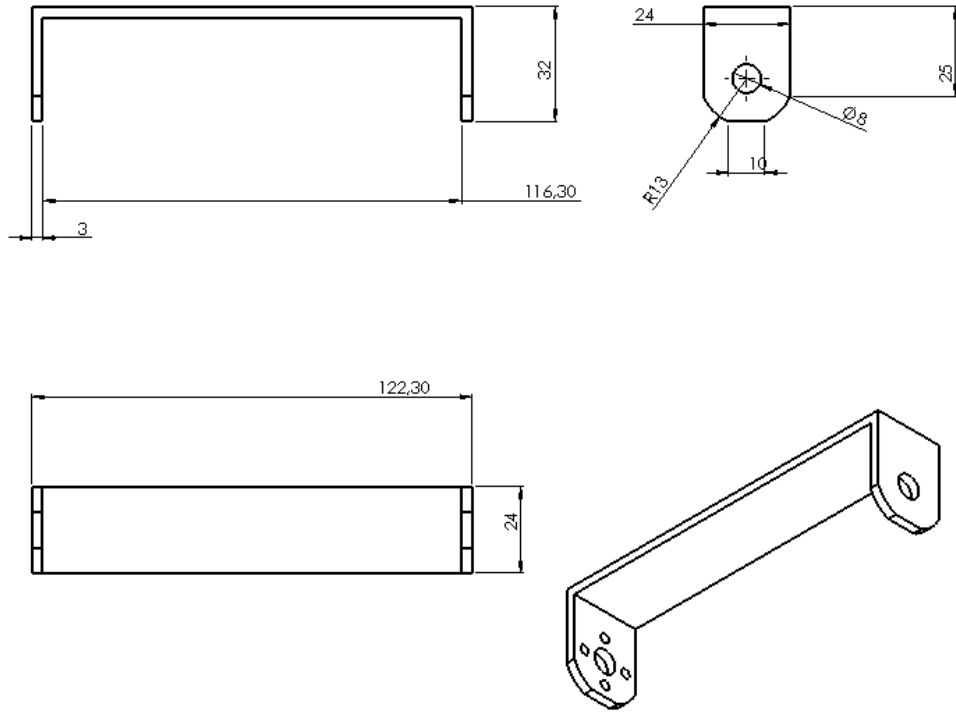
Şekil 3.21 Sürtünmeyi azaltmak için kullanılan yataklı rulman.



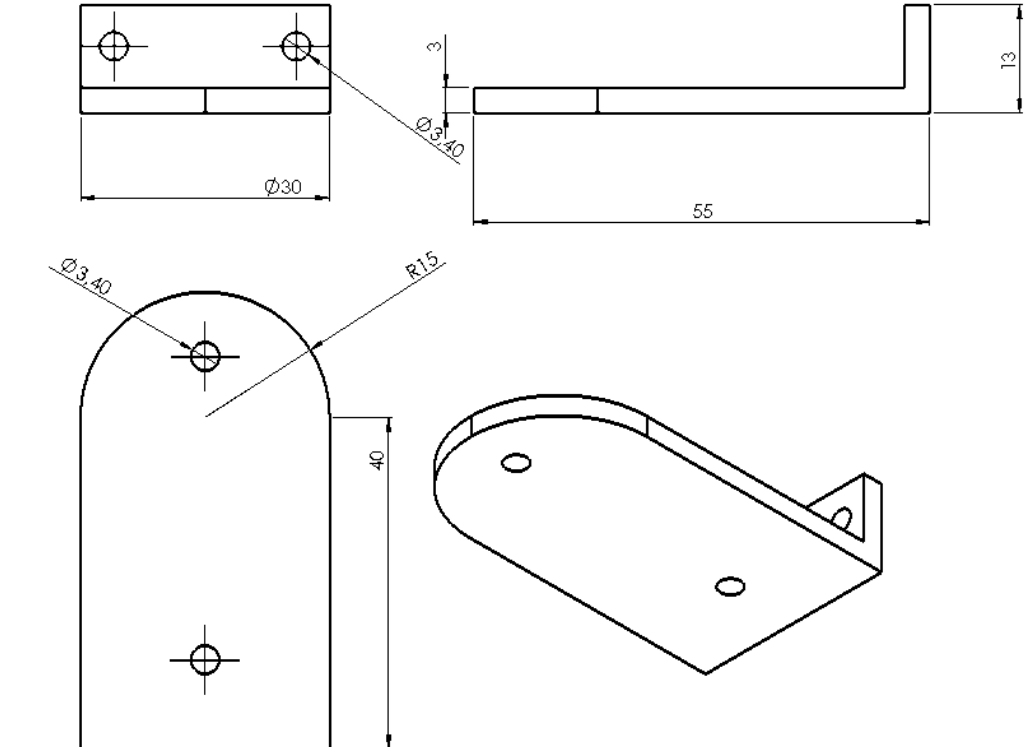
Şekil 3.22 Pleksiglas malzemedan yapılan alt tabla.



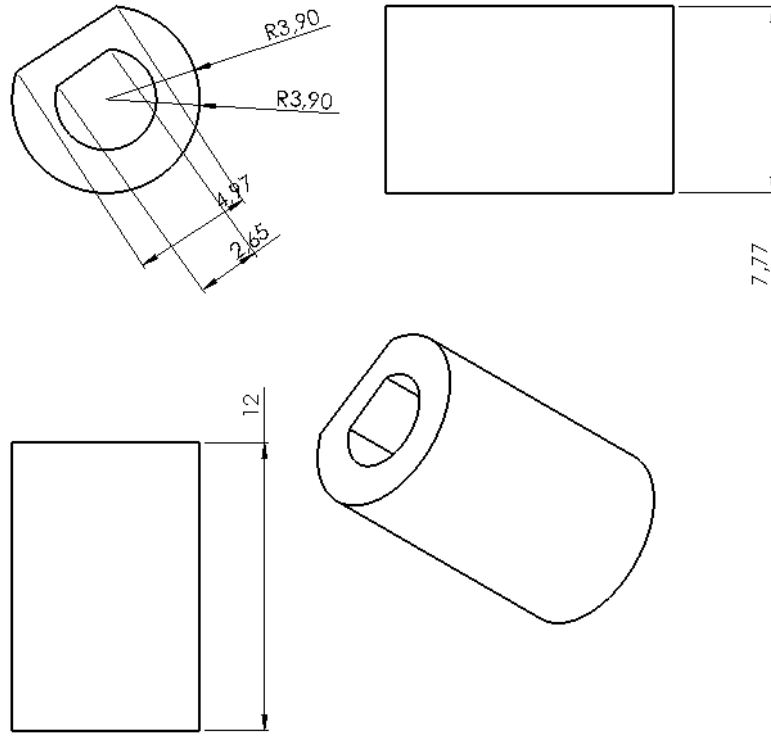
Şekil 3.23 Pleksilas malzemedan yapılan orta tabla.



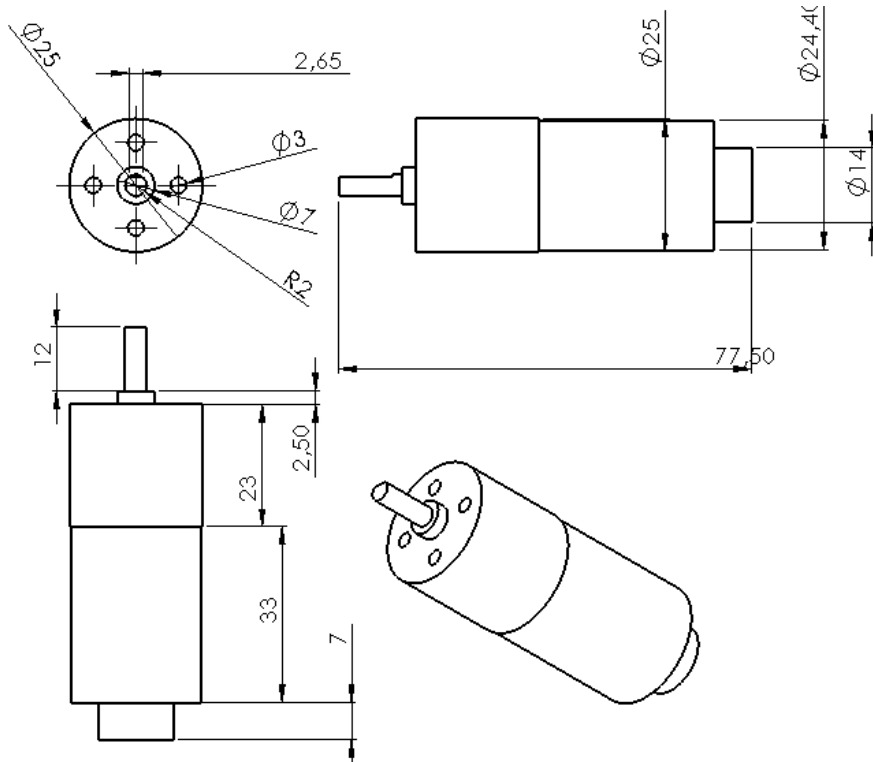
Şekil 3.24 Pleksiglas malzemedan yapılan kamera tablası.



Şekil 3.25 Pleksiglas malzemedan yapılan tilt eksen kulakları.



Şekil 3.26 3 boyutlu yazıcıda üretilen motor mili kılıfı. (rulman setskurunun motor milini kavrayabilmesi için üretilmiştir.)



Şekil 3.27 Sistemde kullanılan motor ölçüleri.

BÖLÜM 4

4.1 Bütçe Tablosu

BÜTÇE PLANI			
ÜRÜN ADI	ÜRÜN AÇIKLAMASI	ÜRÜN ADEDİ	ÜRÜN FİYATI
1x40 DİŞİ HEADER	Elektronik Komponent	3 ADET	0.46 ₺
1X40 ERKEK HEADER	Elektronik Komponent	3 ADET	0.28 ₺
ATMEGA328P –AU SMD	Elektronik Komponent	3 ADET	10.76 ₺
SMD BUTON	Elektronik Komponent	5 ADET	0.42 ₺
SMD KRİSTAL HC-49US	Elektronik Komponent	5 ADET	0.51 ₺
1206 SMD LED	Elektronik Komponent	25 ADET	0.11 ₺
15PF 805 SMD KONDANSATÖR	Elektronik Komponent	25 ADET	0.03 ₺
330R 805 SMD DİRENÇ	Elektronik Komponent	100 ADET	0.01 ₺
10K 805 SMD DİRENÇ	Elektronik Komponent	100 ADET	0.01 ₺
100NF 805 SMD KONDANSATÖR	Elektronik Komponent	100 ADET	0.02 ₺
CP2102 USB TTL ÇEVİRİCİ	Elektronik Komponent	1 ADET	9.40 ₺
15X25 BAKIR PLAKET	Elektronik Komponent	1 ADET	10.31 ₺
10X20 EPOXY ÇİFT TARAFLI PLAKET	Elektronik Komponent	1 ADET	10.54 ₺
LOGITECH C270 KAMERA	Elektronik Komponent	2 ADET	109.00₺
RASPBERRY Pİ 3	Elektronik Komponent	1 ADET	162.84 ₺
2W 0.22R DİRENÇ 20'Lİ	Elektronik Komponent	1 ADET	2.64 \$
3A 60V SMD DİYOT	Elektronik Komponent	24 ADET	0.40 ₺
L298P MOTOR SÜRÜCÜ	Elektronik Komponent	2 ADET	20.00₺
PCBWAY PCB ÜRETİMİ	Elektronik Komponent	1 ADET	10.00 \$
ENKODERLİ DC MOTOR 6V 185RPM	Elektronik Komponent	2 ADET	100.00 ₺

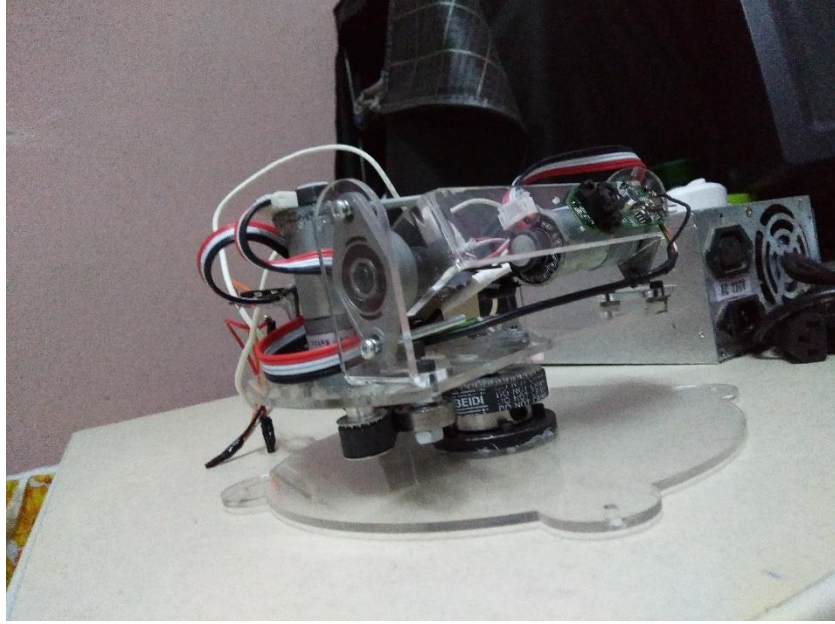
3M-09 TRİGER KASNAK 16 DİŞ	Mekanik Komponent	1 ADET	13.34 ₺
3M-09 TRİGER KASNAK 48 DİŞ	Mekanik Komponent	1 ADET	25,51 ₺
YATAKLI RULMAN	Mekanik Komponent	3 ADET	9.50 ₺
3M KAYIŞ 240 MM	Mekanik Komponent	1 ADET	15.16 ₺
3M KAYIŞ 246 MM	Mekanik Komponent	1 ADET	15.76 ₺
PLEKSİ VE KESİM	Mekanik Komponent	1 ADET	59.90 ₺
			994.358 ₺

Tablo 4.1 Bütçe Planı

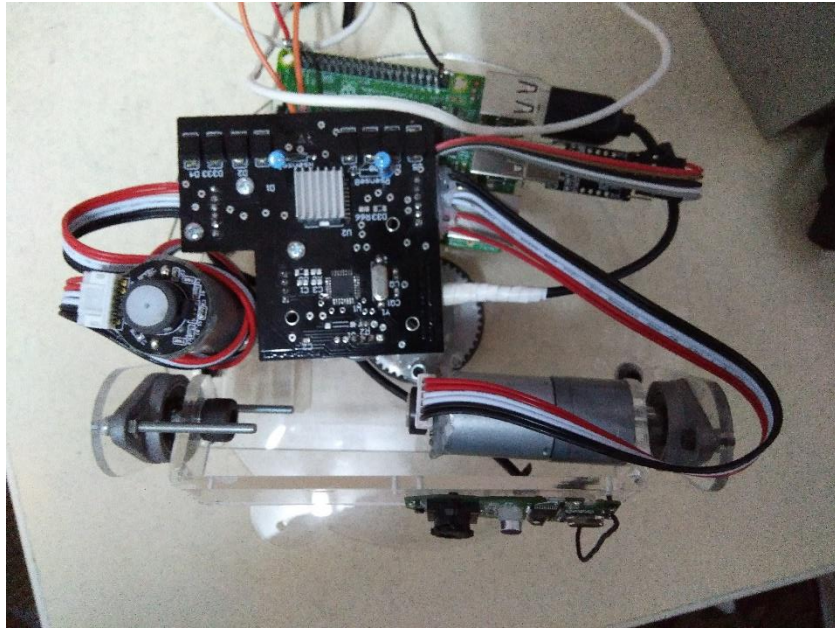
BÖLÜM 5

5.1 Sonuçlar

Hedef takip sistemimizin montajı sorunsuz bir şekilde gerçekleştirilmiş olup hedefi takip etmektedir.



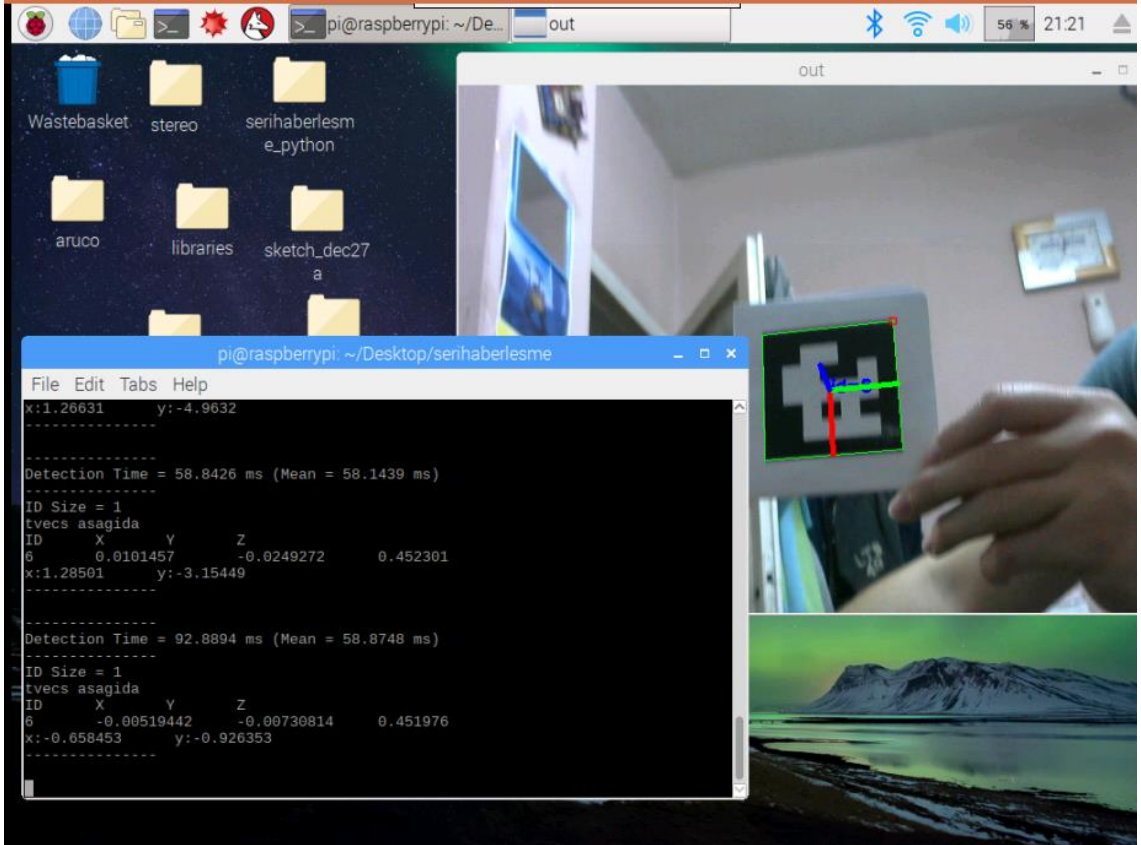
Şekil 5.1 Sistemin Tam Montajı



Şekil 5.2 Sistemin Yukarıdan Görünüşü



Şekil 5.3 Tag Tespit Ederken



Şekil 5.4 Tag Tespit Ederken Ekran Çıktıları

KAYNAKLAR

- [1]. Yosafat S.R., Machbub, C., Hidayat, E.M.I., “Design and implementation of Pan-Tilt control for face tracking “ , 2017 7th IEEE International Conference on System Engineering and Technology, ICSET 2017 – Proceedings, Article number 8123449, Pages 217-222, 2017
- [2] Basit A, Dailey M. N., Moonrinta J., Laksanacharoen P., “Joint Localization and Target Tracking with a Monocular Camera”, Accepted Manuscript, 2015 Vol: 00, pp.1-23
- [4] Doyle D. D., Jennings A. L., Black J.T., “Optical Flow Background Estimation for Real-Time Pan/Tilt Camera Object Tracking”, Measurement, 2014 Vol: 48, pp.195-207
- [4]. Abdullahi, Z.H, Danzomo, B.A, Abdullahi, Z.S, “Design and Simulation of a PID Controller for Motion Control Systems ”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 344, 2018.
- [5]. Jan Bacik, Frantisek Durovsky, Pavol Fedor, Daniela Perdukova, “Autonomous flying with quadcopter using fuzzy control and ArUco markers ”, Intelligent Service Robotics, 2017 Vol: 10, pp.185-194
- [6]. S.Garrido-Jurado, R.Muñoz-Salinas, F.J.Madrid-Cuevas, M.J.Marín-Jiménez, “Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion ”, Pattern Recognition, , 2014 Vol: 47, pp.2280-2292

EKLER

EK1: Taglerin Algılandığı Kod – Raspberry Pi (detect_markers.cpp)

https://github.com/erayoul/hedef_takip/blob/master/detect_markers.cpp

EK-2: Motor Kontrol Kodları – Arduino

https://github.com/erayoul/hedef_takip/blob/master/aci_kontrolu_cift_motor_12_05.ino

ÖZGEÇMİŞ

1

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Eray Oğul

Baba Adı: Erol

Anne Adı: Nurgül

Doğum Yeri: Sakarya

Doğum Yılı: 25.12.1996

.

İlk ve orta öğrenimini Sakarya’da tamamladıktan sonra 2014 yılında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine başladı. 2018 yılında lisans öğrenimine devam etmektedir.

Haberleşme Bilgileri

Adres: 32 Evler Mahallesi 833. Sokak No:17 Serdivan/Sakarya

Telefon: (+90) 544 898 6215

E-posta: eray5436@gmail.com



ÖZGEÇMİŞ

2

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Furkan İNCESU

Baba Adı: Murat

Anne Adı: Şerife

Doğum Yeri: Bünyan

Doğum Yılı: 31.01.1996

.

İlk ve orta öğrenimini Kayseri’de tamamladıktan sonra 2014 yılında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine başladı. 2018 yılında lisans öğrenimine devam etmektedir.

Haberleşme Bilgileri

Adres: Büyüktuzhisar Mahallesi Şehit Cengiz Sabuncu (Lale) Caddesi No:15 Bünyan/Kayseri

Telefon: (+90) 554 550 3971

E-posta: fiko1595@gmail.com

