



**T.C.  
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**

**BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**Da Vinci Robot Optimizasyonu**

**LİSANS BİTİRME TEZİ**

**ÖĞRENCİ AD-SOYAD**

Emre MALTAŞ

Mehmet Ali BACAKSIZ

**Proje Danışmanı: Öğr. Gör. Dr. Pınar Deniz TOSUN**

**HAZİRAN 2022**

**DÜZCE**

## **KABUL VE ONAY BELGESİ**

“Emre MALTAŞ ve Mehmet Ali BACAKSIZ tarafından Öğr. Gör. Dr. Pınar Deniz TOSUN yönetiminde hazırlanan Da Vinci Robot Optimizasyonu başlıklı çalışma tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Bitirme Ödevi olarak kabul edilmiştir.

### **Tez Değerlendirme Jüri Üyeleri**

Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi İkrime ORKAN UÇAR

Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Yaşar ŞEN

Bölüm Başkanı

Dr. Öğr. Üyesi Yaşar ŞEN

Biyomedikal Mühendisliği Bölümü

## ÖZET

### DA VİNCİ ROBOT OPTİMİZASYONU

Düzce Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü

Lisans Bitirme Tezi

Danışman: Öğr. Gör. Dr. Pınar Deniz TOSUN

Da Vinci Robotik Cerrahi Sistemi minimal invaziv cerrahi tekniklerin kullanıldığı bir sistem olup Intuitive Surgical firması tarafından üretilmiştir [1]. NASA tarafından uzun süre uzayda kalmak zorunda olan astronotlar için tasarlanmış olup uzaktan cerrahi işlemler yapabilmeyi sağlar [2]. Da Vinci Robot Optimizasyonu projesi kapsamında Da Vinci Robotu minimize edilmiş olup Da Vinci Robotunun sahip olduğu özelliklere ek olarak eklenen özelliklerle de cerrahi dışında farklı sektörlerde kullanımının artırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda yüz, göz bebeği tespiti, her rengin tespitinin ayarlanabildiği pencere, ayarlanan renkteki cismin merkez koordinatları ve alanı tespit edilmiştir. Proje kapsamında 1 adet 6 eksenli robot kol kullanılmış ve robot koldan ayrı olarak üstünde konumlandırılan IP kameradan görüntüler bilgisayar ortamına alınmıştır. IP kameradan gelen görüntüler üzerinde renk tespiti işlemi gerçekleştirilebilir olup, bu tespiti takiben alan ve merkez koordinat tespiti işlemleri yapılmış ve bilgisayar ekranında operatöre sunulmuştur. Aynı zamanda bilgisayar kamerasından gelen görüntüler üzerinde de yüz ve göz bebeği tespiti işlemleri yapılmıştır. Yüz ve göz bebeği tespitleri robot kolun kontrolünün sağlanabilmesi için gerekli olup tespit edilememe durumu belirli bir süreyi aştığında (10 saniye) ise robot kol kontrol mekanizması devre dışı bırakılmıştır. Projede eklenen yüz ve göz bebeği tespiti işlemi, kullanım aşamasında güvenliği sağlamak amaçlı olup sistemin kullanılabilirliğini de yetkin kişiler ile sınırlamak için sisteme şifreli giriş kontrol devresi eklenmiştir. Robot kol kontrolü için şifrenin doğru girilmesi ve yüz, göz bebeği tespit işleminin gerçekleşiyor olması gerekmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Da Vinci Robotik Cerrahi Sistemi, Renk Tespiti, Alan Tespiti, Koordinat Tespiti, Yüz Tespiti, Göz Bebeği Tespiti

## **SUMMARY**

### **Da Vinci Robot Optimization**

Department of Biomedical Engineering

Faculty of Engineering, Duzce University

B.Sc. Project

Supervisor(s): Dr. Lecturer Pınar Deniz TOSUN

The Da Vinci Robotic Surgery System is a system in which minimally invasive surgical techniques are used and was produced by Intuitive Surgical company [1]. It was designed by NASA for astronauts who have to stay in space for a long time, and it allows to perform remote surgical procedures [2]. Within the scope of the Da Vinci Robot Optimization project, the Da Vinci Robot has been minimalized and it is aimed to increase its use in different sectors other than surgery with the added features in addition to the features of the Da Vinci Robot. In this context, face, pupil detection, the window where the detection of each color can be adjusted, the center coordinates and area of the object in the adjusted color have been determined. Within the scope of the project, 1 6-axis robot arm was used and the images from the IP camera positioned above the robot arm were computerized separately. Color detection can be performed on the images coming from the IP camera, and following this detection, the area and center coordinate determination processes are made and presented to the operator on the computer screen. At the same time, face and pupil detection processes are performed on the images coming from the computer camera. Simultaneously with these processes, face and pupil detection were tried to be realized in the images coming from the computer camera. Face and pupil detections are necessary for the control of the robot arm, and when the undetected state exceeds a certain time (10 seconds), the robot arm control mechanism is disabled. The face and pupil detection process added in our project is to ensure security during use, and an encrypted access control circuit has been added to the system in order to limit the usability of the system to competent persons. For robot arm control, the password must be entered correctly and face and pupil detection process must be performed.

**KEYWORDS:** Da Vinci Robotic Surgery System, Color Detection, Area Detection, Coordinate Determination, Face Detection, Pupil Detection

**BEYAN**

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Haziran 2022

(İmza)

Emre MALTAŞ

Haziran 2022

(İmza)

Mehmet Ali BACAKSIZ

## **ÖNSÖZ**

Lisans öğrenimim ve bu tezin hazırlanmasında süresince gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocamız Öğr. Gör. Dr. Pınar Deniz TOSUN en içten dileklerimizle teşekkür ederiz.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**Ad-Soyad - Haziran 2022**

Emre MALTAŞ

**Ad-Soyad - Haziran 2022**

Mehmet Ali BACAKSIZ

# İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY BELGESİ.....	I
ÖZET.....	II
SUMMARY .....	III
BEYAN.....	IV
ÖNSÖZ.....	V
İÇİNDEKİLER .....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VIII
ÇİZELGE LİSTESİ.....	IX
1.GİRİŞ .....	11
1.1.Amaç ve Kapsam .....	11
1.2.Robot Kollar.....	11
1.3.Robotik Cerrahi Sistemi .....	12
1.4. Da Vinci Robot'u .....	13
1.5. İş Kazaları .....	14
1.6. Uyku/Narkolepsi .....	16
2.MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
2.1. C ve C++ Programlama Dilleri .....	17
2.2. Açık Kaynak Bilgisayarla Görü Kütüphanesi - OpenCv Library .....	18
2.3. Acorn Risc Machines-(ARM) Mimarisi.....	19
2.4. Atollic TrueStudio ve STMStudio .....	19
2.5. Proteus.....	20
2.6. Şifre Kontrol Devresi .....	20
2.6.1. Şifre Kontrol Ünitesinde Kullanılan Malzemeler.....	21
2.6.2. PIC16F877A Teknik Bilgi .....	23
2.6.3. Şifre Kontrol Devresinin Çalışma Prensipleri .....	24
2.7. Görüntü İşleme Yazılımları.....	26
2.7.1. IP Kamera Adresinin Girilmesi .....	26
2.7.2.Yüz ve Göz Bebeği Tespiti .....	27
2.7.3. Tespit Edilen Gözlerden Göz Bebeği Tespitinin Eldesi .....	29
2.7.4. Renk Tespiti .....	31
2.7.5. Alan Tespiti-Merkez Koordinat Tespiti .....	32
2.8. Robot Kontrol Devresinde Kullanılan Malzemeler .....	33

2.8.1. 6 Eksen Robot Kol .....	33
2.8.2. MG995 Servo Motor .....	34
2.8.3. SG90 Mini Servo Motor.....	35
2.8.4. STM32F407VG Discovery Programlama Kartı.....	35
2.9. STM32F407VG Discovery Kartı ile Robot Kol Kontrol İşlemi .....	38
2.9.1. Robot Kolun Aktif Edilmesi.....	38
2.9.2. Analog Değer Çevrimi .....	39
2.9.3. Doğrudan Bellek Erişimi ile Analog Değerlerin Alınması.....	40
2.9.4. Zamanlayıcı Çevresel Birimi ile Servo Motor Kontrolü .....	40
2.10. Tanımlanan Değişkenlerin STMStudio İle İncelenmesi.....	41
<b>3.BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>45</b>
3.1.Bulgular.....	45
3.2 Tartışma.....	45
<b>4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>47</b>
<b>5. KAYNAKLAR .....</b>	<b>49</b>
<b>6.ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>51</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Da Vinci Robotik Cerrahi Sistemi (Kaynak: Entes, 2021) .....	12
Şekil 2.1. Gömülü Sistem Üzerinde kullanılan ilk 5 dil üzerine Quasar Technologies firmasının dillerin temel özelliklerine göre karşılaştırmaları .....	18
Şekil 2.2. PICkit3 Pic programlama kartı. ....	21
Şekil 2.3. PIC16F877A mikrodenetleyicisi. ....	21
Şekil 2.4. 2x16 LCD ekran.....	21
Şekil 2.5. Keypad. ....	22
Şekil 2.6. Devrede kullanılan diğer elemanlar. ....	22
Şekil 2.7. Devrenin breadboard üzerinde kurulmuş hali.....	22
Şekil 2.8. Devrenin delikli plaket üzerine lehimlenerek sabitlenmiş hali.....	22
Şekil 2.9. Pic19F877A mikrodenetleyicisinin pin yapısına ait görsel. ....	23
Şekil 2.10. Devrenin bekleme aşamasındaki durumu. ....	24
Şekil 2.11. Şifrenin doğru girilmesi durumu.....	25
Şekil 2.12. Şifrenin yanlış girilmesi durumu. ....	25
Şekil 2.13. Şifrenin 3 kez yanlış girilmesi durumu.....	25
Şekil 2.14. IP adres girme menüsü.....	27
Şekil 2.15. Tespit edilen yüz. ....	28
Şekil 2.16. Göz arama işlemlerinin gerçekleştiği alan. ....	28
Şekil 2.17. Tespit edilen sağ ve sol göz. ....	28
Şekil 2.18. Yüz tespit edilememesi durumu.....	29
Şekil 2.19. Göz bebeği parametrelerinin ayarlandığı aşama. Sol göz kapalı olma durumu. ....	29
Şekil 2.20. Mavi 1 20 değeri için sol göz açık olması durumu.....	30
Şekil 2.21. Sol göz parametrelerin “enter” tuşuna basılarak kaydedilmesi.....	30
Şekil 2.22. Tespit edilen göz bebeklerinin yazılımsal olarak çizilerek gösterilmesi. ....	31
Şekil 2.23. Gözbebeği tespiti yapılamaması durumu.....	31
Şekil 2.24. Robot Kontrol İşlemi seçimi sonrası.....	32
Şekil 2.25. Ayarlanan renkteki cismin tespiti ve bu cismin ikili resimde görüntüsü. ....	32
Şekil 2.26. Ayarlanan renkteki cismin tespiti, alan ve koordinat bilgilerinin operatöre sunulduğu pencere.....	33
Şekil 2.27. Projede kullanılan 6 eksen robot kol.....	33
Şekil 2.28. MG995 Servo motor. ....	34
Şekil 2.29. SG90 Mini Servo Motor .....	35
Şekil 2.30. STM32F407VG Discovery Kartı.....	35
Şekil 2.31. STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici Pin Yapısı. ....	36
Şekil 2.32. STM32F407VGT6 Mikrodenetleyicisinin blok diyagramı. ....	37
Şekil 2.33. Tanımlanan değişkenlerin tuttuğu ilk değerler. ....	42
Şekil 2.34. Şifre Kontrol devresinden şifrenin doğru olduğu hakkında gelen sinyal sonrası değişkenlerin durumu. ....	42
Şekil 2.35. Bilgisayardan gelen “aktif” mesajı sonrası değişkenlerin durumu. ....	43
Şekil 2.36. Şifrenin doğru girilmesi ve yüz-göz bebeği tespitinin sağlanması takiben değişkenlerin durumu.....	43
Şekil 2.37. Yüz-Göz bebeği tespiti gerçekleşmediğinde değişkenlerin durumu. ....	44
Şekil 2.38. Da Vinci Robot Optimizasyonu Projesi’nin şematığı.....	44

## ÇİZELGE LİSTESİ

Tablo 1: İş Kazaları Vakalarının Sonucunda Ortaya Çıkan Durumlar. (2012-2020)	
[8] .....	14
Tablo 2: Meslek Hastalıkları Vakalarının Yaş Gruplarına ve Cinsiyete Göre Dağılımı (Kaynak: Baybora, 2021) .....	15
Tablo 3: PIC mikrodenetleyicisinin teknik özellikleri. ....	23
Tablo 4:STM32F407VGT6 Teknik Bilgi Tablosu .....	38

## **SİMGELER VE KISALTMALAR**

mm	Milimetre
yy	Yüzyıl
ILO	International Labour Organization
FDA	Food and Drugs administration
KVS	Kardiyovasküler Sistem
NASA	National Aeronautics and Space Administration
REM	Rapid Eye Movement
PIC	Peripheral Interface Controller
QT	Quasar Technologies
BSD	Berkeley Software Distribution
OpenCv	Open Source Computer Vision Library
ARM	Acorn Risc Machines
PWM	Pulse Width Modulation

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Amaç ve Kapsam

Da Vinci Robotu, işlem bölgesine uzaktan kontrol ile müdahale etmeyi sağlayan bir robotik cerrahi sistemidir [2]. Bu robotik sistem ile cerrahide robotların kullanıldığı yeni bir devir açılmış, küçük deliklerden vücuda girilerek çok sayıda işlem yapılabilmesine olanak sağlamıştır. Bu özelliği sayesinde daha az kanamayla daha çabuk iyileşme sağlayan ameliyatlar gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda ergonomik tasarımı sayesinde kullanan cerrahın ameliyat süresince daha rahat ve ağrısız bir ameliyat geçirmesine olanak tanımıştır. Da Vinci Robotik Cerrahi Sistemi'nin ilerlemesiyle Amerika Birleşik Devletleri'nde 2009 yılında gerçekleşen prostat ameliyatlarının yüzde 80'i Da Vinci Robotuyla yapılmıştır [3]. Bu bahsedilenlerden yola çıkarak projemizde cerrahide büyük gelişmelere yol açan Da Vinci Robotunun prototipi yapılmış, ayrıca yeni özellikler eklenmiş ve bu eklenen özelliklerin Da Vinci Robotunun cerrahi alandan kullanım katkılarına ek olarak cerrahi dışı kullanımının artırılması için bir ön çalışma olmuştur.

## 1.2. Robot Kollar

Robot kollar 20. yy da piyasaya sürülen ve kullanım açısından oldukça yarar sağlayan, işleri kolaylaştıran bir sistemdir. İnsan koluna benzer şekilde tasarlanmış olup endüstri başta olmak üzere birçok işin daha pratik, daha güvenli ve daha hızlı şekilde yapılmasına olanak sağlar. Robot kolların serüveni 1950'lere dayanmaktadır. Fakat endüstriyel olarak kullanımı 1980'lerde bile tam olarak başırlanamamıştır. Günümüzde ise robot kollar endüstrinin vazgeçilmez bir parçasıdır [4]. Endüstriyel olarak robot kollar taşıma, kesme, püskürtme, kaynak gibi işlemlerde çok sıklıkla kullanılmaktadır. Robotik kolların kullanımıyla verimlilik oldukça artırılmıştır. Az zamanda yüksek hızlı ve yüksek kaliteli ürünlerin üretimi ile karlılık artırılırken, prestij gelişimine de önemli katkıları vardır. Hareket yeteneği, sahip olduğu kol sayısı ve kullanım yerlerine göre çok sayıda ve isimde robotik kol tasarlanmıştır. Sağladığı birçok kolaylığın yanı sıra üretim maliyeti açısından, kullanımı için uzmanlık gerektirmesinden dolayı birtakım dezavantajlara sahiptir [5].

### 1.3. Robotik Cerrahi Sistemi

Üstte anlatmış olduğumuz robotik kolların biyomedikal olarak en büyük çıkış açan yeniliklerinden biri de şüphesiz robotik cerrahi sistemidir. Bu sistemin ilerlemesiyle minimal invaziv olarak adlandırılan işlemler sayesinde açık ameliyatların yapılma oranı düşmüştür. 1985 yılında PUMA 560 isimli robotun beyin biyopsisinde kullanılmasıyla robotik cerrahiye ilk adım atılmıştır. 1987 yılında ilk kez robot yardımıyla laparoskopik endoskopi ardından 1 yıl sonra prostat çıkarılma ameliyatı yapılmıştır. 1990 yılında ise Computer Motion firmasının ürettiği AESOP sistemi, ilk kez FDA tarafından endoskopik cerrahi sistem olarak onaylanmıştır [6]. Tüm bu gelişmelere ek 1980'lerin başında NASA araştırma merkezlerindeki medikal mühendisleri ve ABD Kaliforniyadaki Stanford Üniversitesi Robot Teknolojisi uzmanları tarafından Da Vinci Robotik sistemi geliştirilmiştir. Ortaya çıkma amacı askerlere uzaktan müdahaleyi sağlamaktır. İlk prototip 1997 yılında çıkarılmış ve ilk olarak safra kesesi(kolesistektomi) ameliyatında kullanılmıştır. 2000 yılında FDA onayı alınmış ve kardiyovasküler sistem ameliyatlarında kullanılmaya başlanmıştır [4]. Zamanla KVS kullanımı azalmaya başlarken diğer cerrahi branşlarda kullanımı artmaya başlamıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde 2009 yılında gerçekleşen prostat ameliyatlarının yüzde 80'i da Vinci robotuyla yapılmıştır [3].



**Şekil 1.1.** Da Vinci Robotik Cerrahi Sistemi (**Kaynak:** Entes, 2021)

Da Vinci, robotik cerrahide minimal invaziv olarak adlandırılan cerrahi bir teknik kullanılmaktadır. Bu sayede küçük bir açıklıktan çevre dokuya minimal zarar vererek ilgili bölgede işlem yapmaya olanak sağlanmıştır. Daha az kan kaybı, daha az enfeksiyon riski, minimal bir yara izi ve daha çabuk iyileşme en büyük avantajları arasındadır.

#### 1.4. Da Vinci Robot'u

Da Vinci Robotu; cerrah konsolu, hasta konsolu ve Da Vinci Robotu olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Robot bölümünde ameliyatın yapılmasını sağlayan 4 robot kol bulunmaktadır. Bu kollardan 3 tanesi ameliyatı sağlayan enstrümanları içerirler, kalan 1 kol ise görüntülemeyi sağlayan yüksek çözünürlüklü kamera bulundurur. Cerrahi işlemi sağlayan 7 açıda dönüş özelliği sayesinde insan bileğinden çok daha hareketli olup ameliyat esnasında daha dar yerlere girme, daha ince işler yapabilme gibi avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca üzerlerine eklenen cerrahi enstrümanlar sayesinde kesme, sıkma, pıhtılaştırma, diseksiyon ve dikiş gibi işlemler yapabilme kabiliyetine sahiptir. Görüntü alınmasını sağlayan 4. kol ise işlem alanından ve çevresinden yüksek kalitede görüntü alınmasını sağlar. Kollar vücut içine 0.5-1 milimetre gibi küçük deliklerden girerek işlem yapılması sağlanır [7]. Ameliyatın uzaktan kontrol edilmesini sağlayan cerrah konsolu ise cerraha ameliyat esnasında oldukça kolaylık sağlayarak ameliyatın daha kolay, daha rahat, daha konforlu geçmesine olanak sağlar.

Cerrah tüm işlemleri oturarak yapar. Cerrahın görüntüyü görmesini sağlayan kafasını yerleştirdiği bir ekran, ameliyat esnasında kollarını koyduğu bir alan ve robotik kolların kontrolünü sağlayan parmaklarını yerleştirdiği masterlar bulunur. Cerrah konsoluna gelen görüntü 3 boyutlu ve yüksek çözünürlüktedir. Birçok özelliği bulunan Da Vinci Robotik Cerrahi sistemi birçok cerrahide önemli başarılar sağlamıştır. KVS, laparoskopik cerrahi, obezite cerrahisi, genel cerrahi vb. cerrahilerde sıkça kullanılmaktadır. Birkaç avantajından örnek verecek olur isek;

- Robotik kolların ucundaki cerrahi aletler oldukça hassas özelliklere sahip olduklarından hassas işlemler yapılmasına olanak sağlarlar.
- Robot belirli orandaki el titremelerini görmezden geldiği için cerrahların daha rahat çalışmasına olanak tanır.
- Görüntüleme sisteminin yüksek hassasiyetli ve 3 boyutlu olması sebebiyle doku ve organların ayrıntılı görüntülenmesi sağlanır. Ergonomik tasarımı sayesinde cerrahın ameliyat anında daha rahat ve konforlu hareket etmesi sağlanır.
- Küçük kesilerle yapılan cerrahi girişimin daha hızlı, daha az riskli ve daha az iz bırakarak iyileşmesi sağlanır. Kan kaybı azaltılmış olur. İyileşme süresi kısalmır.

- Robotik kolların hareket yeteneği ve dönme açıları fazla olduğu için ameliyat esnasında daha zor işlemlerin daha kolay yapılması sağlanır.

### 1.5. İş Kazaları

İş kazası, çalışanın işyerinde meydana gelen ve çalışanı beden ve ruhen yaralayan durumlardır [8]. Meslek hastalığı ise çalışanın çalışma hayatı boyunca çalıştığı iş koluna bağlı ortaya çıkarak kişide ruhen veya beden sürekli hasta hale gelmesidir. Dünyada ve Türkiye'de iş kazaları ve meslek hastalıkları büyük sorun teşkil etmektedir. ILO'ya göre dünyada her gün 6300 kişi meslek hastalığı ve iş kazasından ötürü ölmektedir. Bu sayı yıllık olarak 2,3 milyondan fazla iş kazası ve meslek hastalığına bağlı ölüm demektir. Türkiye'de iş kazalarına bağlı ölümlerin fazla olduğu ülkeler arasındadır [8].

Tablo 1: İş Kazaları Vakalarının Sonucunda Ortaya Çıkan Durumlar. (2012-2020) [8]

Yıllar	İş Kazası Sayısı	Toplam Prim Tahakkuk Eden Gün Sayısı	Geçici İş Görmezlik Süresi(gün)	Sürekli İş Görmezlik Süresi(gün)	Ölüm Vaka Sayısı
2012	74.871	3.855.795.100	1.647.127	66.039	744
2013	191.389	4.069.831.784	2.357.505	52.825	1.360
2014	221.366	4.248.428.182	2.065.962	42.857	1.626
2015	241.547	4.462.091.444	2.992.070	103.833	1.252
2016	286.068	4.524.501.578	3.453.702	134.403	1.405
2017	359.653	4.524.382.875	3.996.873	252.916	1.1633
2018	430.985	5.0006.245.563	2.488.001	484.791	1.541
2019	422.463	4.907.005.930	3.627.934	123.623	1.147
2020	384.262	4.426.007.941	3.492.824	98.620	1.231

Tablo 2: Meslek Hastalıkları Vakalarının Yaş Gruplarına ve Cinsiyete Göre Dağılımı  
(Kaynak: Baybora, 2021)

YAŞ GRUPLARI	2010			2011		
	ERKEK	KADIN	TOPLAM	ERKEK	KADIN	TOPLAM
-14	2	0	2	11	0	11
15-17	0	0	0	0	0	0
18-24	22	5	27	36	2	38
25-29	55	1	56	88	3	91
30-34	87	4	91	104	4	108
35-39	104	2	106	105	1	106
40-44	87	2	89	124	0	124
45-49	78	4	82	83	0	83
50-54	27	1	28	45	0	45
55-59	20	0	20	15	0	15
60-64	12	0	12	19	0	19
+65	20	0	20	57	0	57
TOPLAM	514	19	533	687	10	697
Ağırlıklı ORT. Yaş	40	35	40	40	29	40

Yukarıda görülen tablolar ışığında iş kazalarının ve meslek hastalıkları ülkemizde oldukça fazla kişiyi etkilemektedir. Projede optimize edilen sistemin sahip olduğu uzaktan kontrol edilebilme özelliği sayesinde tehlikeli ortamlarda, çalışanın ortamla teması engellenmesiyle iş kazaları ve meslek hastalıklarının azalması ve çalışanların daha güvenli bir ortamda çalışması sağlanabilir. Daha güvenilir ortamda çalışan işçilerin iş hayatına katkıları artarak daha verimli bir performans göstereceklerdir. Aynı zamanda iş kazaları ve meslek hastalıklarının azalmasıyla bu yöndeki giderlerin azaltılması amaçlanmaktadır. Da Vinci Robotu Optimizasyonu projesine eklenen renk ayarlama, renk tespiti, alan hesaplaması ve merkez koordinat tespitiyle otonom hareketlerin yapılmasına olanak sağlayarak iş gücü ve zamandan tasarruf sağlamayı amaçlamıştır.



## 1.6. Uyku/Narkolepsi

Uyku tüm canlılar için en önemli gereksinimlerinden biridir. Vücudun dinlendiği, bakımının yapıldığı, sistemlerin düzenlendiği fiziksel ve sinirsel bir süreçtir. Uykunun REM ve NREM olarak 2 evresi bulunur [9]. Bu evreler bilinç düzeyleri gibi birtakım farklılıklardan dolayı birbirinden ayrılırlar ve her iki evre de uyku halinde sirkadiyen ritim şeklindedir. Yetişkin çocuk ve erişkinde uyku ihtiyacı ve süreleri farklılık göstermektedir [9]. Beynin dinlendiği ve planlamaların yapıldığı uyku normal süreçte ilerleyebileceği gibi çeşitli patolojilere sahip olabilir. En çok bilinen patolojik uykulardan biri olan narkolepsi kişinin uykuya aşırı eğilimli olması durumudur [10]. Özellikle gündüz uykusuna eğilim vardır. Kişi gece yeterince uyusa bile gündüz de uykuya eğilimi vardır. Bu kişiler uygun olmayan ortamlarda farkına vararak veya farkına varmadan ansızın uyuyakalırlar. Uykunun ilk evresi olan NREM uykusunun atlandığı ve direk REM uykusuna geçildiği bir süreçtir [10]. Bu tehlikeli hastalık zamanla beraberinde birtakım bozukluklara yol açar. Bu bozuklukların yanında ansızın uyuma nöbetleri sosyal ve gündelik hayatta büyük sorunlara yol açar. Tehlikeli işlerle ilgilenen insanların narkolepsi sebebiyle hayatlarını riske atmaları çok olasıdır. Tasarlanan Da Vinci Robot Optimizasyonu projesine eklenen göz bebeği tespitiyle bu sorunun üstesinden gelmek istenmiştir. Robotik kolların çalışması için yüz, göz tespitinin yanı sıra göz bebeği tespiti eklenmesi narkolepsi gibi olası sorunların açacağı sorunları önlemeye yöneliktir. Yapılan göz bebeği tespitiyle robotik kolların çalışmasına izin verilmiş ve olası bir göz bebeği tespitinin yapılamadığı durumlarda robotik kollar devre dışı bırakılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Da Vinci Robot Optimizasyonu Projesi yapımında projenin daha hızlı, daha güvenilir daha verimli çalıştırılması istenilerek, yazılım ve donanım kısımlarında bu doğrultuda seçimler yapılmaya özen gösterilmiştir.

Da Vinci Robot Optimizasyonu yüz tespiti, renk tespiti, alan tespiti, göz bebeği tespiti gibi işlemler için görüntü işleme yazılımları ve bu tespit işlemleri sonucunda mekanik kısımların servo motor ile hareket ettirilmesi(robot kol) veya hareketlerinin durdurulması işlemi için ve aynı zamanda ön güvenlik sağlaması için devrede bulunacak olan şifreli giriş kısımları için mikrodnetleyiciler kullanılmıştır. Robot kolların hareket işlemleri ise joystick modülünden alınan analog değerlerin yazılımsal olarak yorumlanması işlemi ile sağlanmıştır.

8 bitlik hafıza yapısına sahip PIC ve 32 bitlik hafıza yapısına sahip STM32 model mikrodnetleyiciler kullanılmış ve C programlama dili ile kodlanmıştır. Pic mikrodnetleyicisi PIC C Compiler, STM32F407VG Discovery Kartı ise Atollic TrueSTUDIO programlama ortamlarında kodlanması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Görüntü işleme yazılımları ise C++ programlama dili ile Visual Studio programlama ortamında kodlanması gerçekleştirilmiştir. Görüntü işleme için birçok programlama dilinin de desteklediği OpenCv kütüphanesi kullanılmıştır.

Projenin robot kontrol kısmı ve şifreli giriş kısımlarında kullanılacak olan mikrodnetleyiciler birbirinden farklı türde kullanılmış olup; robot kontrol kısmında STM32F407VG Discovery kartı üzerinde bulunan STM32F407VGT6 mikrodnetleyicisi, şifreli giriş kısmında ise PIC16f877A mikrodnetleyicisi kullanılmıştır.

### 2.1. C ve C++ Programlama Dilleri

C programlama dili Dennis Ritchie tarafından 1972-1973 yılları arasında geliştirildi. C dilinin çıkışındaki ilk amaç Unix sistemler üzerinde çalışanlar için yardımcı programlar oluşturulmak içindi [11]. Daha sonra C programlama diline Bell Laboratuvarlarında Bjarne Stroustrup tarafından nesneye yönelimli programlama

özellikleri eklemesi çalışmasına başlanmıştır. Nesneye yönelimli programlama özelliklerinin eklenmesi ile ortaya çıkan programlama diline ilk olarak Sınıflarla C denmiş ve daha sonra C++ olarak değiştirilmiş ve günümüzde hala C++ olarak kullanılmaktadır [12].

	C	C++	Java	Python / MikroPython	JavaScript/HTML5/CSS	Pas
Güçlü yönler	Gömülü, çıplak metal, IoT	Gömülü, yalın donanım, bağımsız uygulamalar, IoT	ağ, bulut	Bulut, veri bilimi	ağ	Gömülü, çıplak metal
Geliştirme kolaylığı	★★★	★★	★★★	★★★★★	★★	★★★★
İfade gücü	★	★★★★	★★	★★★★★	★★★	★★★★
Bakım kolaylığı	★★★★	★★★★	★★★★	★★★	★	★★★★
uzun ömür	★★★★★	★★★★	★★★	★★★	★	★
Çalışma zamanı verimliliği	★★★★★	★★★★★	★★★	★★	★	★★★★
Kitaplık/modül kullanılabilirliği	★★★★	★★★★	★★★	★★★★	★★★★	★★
Düşük seviyeli arayüz	★★★★★	★★★★★	★★	★★★	★	★★★★
bağlantı desteği	★★	★★★/★★★★★ <sup>1</sup>	★★★★	★★★★★	★★★★★	★★
Grafik desteği	★★★★	★★★★	★★★	★★★	★★★★	★
Geliştirici topluluğu	★★★	★★★	★/★★★★ <sup>2</sup>	★★★★	★★★★★	★★

★ en düşük sıralama iken ★★★★★ en yüksek sıralamadır.

**Şekil 2.1.**Gömülü Sistem Üzerinde kullanılan ilk 5 dil üzerine Quasar Technologies firmasının dillerin temel özelliklerine göre karşılaştırmaları.

Yukarıdaki tabloya ek olarak QT, birçok gömülü sistem için en iyi dil C ve C++ olacağını ve mikrodenetleyicilerin C ve C++ dillerinin hız ve verimliliğini talep ettiğine değinmiştir [16]. Projede de C ve C++ programlama dilleri ile kodlamalar gerçekleştirilerek bu programlama dillerinin sağladığı faydalardan yararlanmak istenmiş olup daha gerçekçi bir proje oluşturulmaya çalışılmıştır.

## 2.2. Açık Kaynak Bilgisayarla Görü Kütüphanesi - OpenCv Library

İntel tarafından C ile geliştirilmeye başlanmış ve ardından C++ ile geliştirilmeye devam edilmiş olan OpenCv(Open Source Computer Vision) kütüphanesi çoklu platformlarda çalışan ve açık kaynak kodlu bir yazılımdır. Ayrıca bu kütüphaneye BSD lisansına sahiptir [13]. BSD lisansına sahip olması OpenCv kütüphanesini herhangi bir ücret ödmeden kullanmamıza olanak sağlar. Bu kütüphane ile gerçek zamanlı görüntüler üzerinde tespit ve düzenlemeler yapılabilir. Google OpenCv

kütüphanesini kullanarak Street View projesini, Nasa Mars'a gönderilen Curiosity uzay keşif aracı ile Mars yüzeyini görüntülemek ve görüntüler üzerinden analizler yapma işlemi için ve birçok büyük çaplı görüntü işleme projelerinde OpenCv kütüphanesi kullanmıştır. Projede OpenCv kütüphanesi Visual Studio ortamında C++ programlama dili ile kodlanmıştır [13,14].

### **2.3. Acorn Risc Machines-(ARM) Mimarisi**

ARM mimarisi 1983 yılında İngiltere'de Roger Wilson ve Steve Furber'in öncülüğündeki bir ekip tarafından geliştirilmeye başlanmış ve 1985 yılında ARM1 adı ile dünyanın ilk RISC işlemcisi olarak duyurulmuştur [15]. ARM firması bir işlemci üretmiyor olup işlemci içindeki mimariyi tasarlamakta ve bu tasarımlarını da Philips, Samsung ve ST gibi firmalara lisansları satmaktadır. Firmalar aldıkları bu lisans sayesinde ARM mimarisini kullanarak mikrodenetleyici üretirler. ARM mimarisi Cortex-M serileri gömülü sistemlere göre tasarlanmış olup daha çok matematiksel işlemlere dayalı, düşük güç tüketimi gerektiren gerçek zamanlı ve yüksek işlem kapasiteli işlemlerde kullanılmaktadır. İçerisinde ADC, DAC, TIMER ve haberleşme birimleride dahil olmak üzere birçok çevresel birimlerden oluşmaktadır. Projede ARM lisansına sahip olan ST firmasının ürettiği ve üzerinde ARM Cortex-M4 serisine ait mimari yapı barındıran STM32F407VGT6 mikrodenetleyicisi, STM32F407VG Discovery kartı ile birlikte kullanılmıştır [15].

### **2.4. Atollic TrueStudio ve STMStudio**

Atollic TrueStudio ST firmasının mikrodenetleyicilerinin kodlamasının yapılabildiği ve yazılan kodun da yine bu uygulama üzerinden yüklenebilir özellikte derleyicidir. STMStudio ise kod yazım aşamasında tanımlanan değişkenlerin çalışma aşamasında aldığı değerlerin gözlenebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu sayede tanımlanan değişkenlerin alması öngörülen değerlerin kontrolleri STMStudio sayesinde gözlemlenmiştir.

## 2.5. Proteus

Proteus, uygulama üzerinden devre çizilmesine ve bu çizilen devrenin çalışabilirliğinin somut olarak kurulmasına gerek kalmaksızın simülasyon ortamında kontrol edilmesine imkan sağlar. Proteus ISIS ve ARES olarak iki bölümden oluşmaktadır. ISIS ortamı devre çizimi, çizilen devrenin çalışmasının simülasyon ortamında test edilmesi işlemlerine olanak sağlar iken ARES, çizilen devrenin baskı devre tasarımının yapılmasına imkan sağlamaktadır. ISIS simülasyon programı sayesinde mikrodnetleyici tabanlı uygulamalarda yazılan kodun “.hex” uzantılı dosyasını mikrodnetleyiciye yüklemesini yaparak kodun çalışma durumu hakkında çizilen devre üzerinden test imkanını da sağlar. Sağladığı bu faydalardan yararlanılarak devrenin somut olarak kurulmasına gerek kalmaksızın çalışma durumu gözlemlenebilir. Da Vinci Robot Optimizasyonu projesinde Proteus programı, şifreli giriş kısm devresinin tasarımı ve bu tasarımda kullanılan PIC16F877A mikrodnetleyicisine özgün PIC C Compiler uygulaması üzerinden yazılan kodun çalışabilirliğini test etmek amacı ile kullanılmıştır [16].

## 2.6. Şifre Kontrol Devresi

Şifre kontrol devresi cihazın sadece yetkinlik sahibi kişiler tarafından kullanımı amacı ile eklenmiştir ve bu aşamada kullanıcı şifreyi doğru girmedeği sürece cihazın kontrol edilebilirliği kapalıdır. Şifre doğru girilir ise sistem aktif hale getirilmektedir fakat sistemin devamlılığı bilgisayar kamerasından gelen görüntü üzerinde yüz ve gözbebeği tespiti işlemine de bağlıdır.

Şifreli kontrol devresi önce Proteus ortamında çizilmiş ardından PIC C Compiler ortamında devrede kullanılan PIC16F877A mikrodnetleyicisi kodlanmıştır. Yazılan kodun derlenmesi sonucu oluşan “.hex” uzantılı dosya Proteus ortamında mikrodnetleyiciye yüklenmiş ve simülasyon üzerinde yazılan kodun amaca uygun çalışma durumu kontrol edilmiştir. Kodun amaca uygun kodlamasının sağlanmasından sonra yazılan kod PICkit 3, PIC mikrodnetleyicisi programlama kiti yardımı ile gerekli bacak bağlantıları sağlanarak mikrodnetleyiciye, PICkit 3 uygulaması üzerinden yüklenmiştir. Ardından devre somut olarak breadboard üzerine kurulmuş ve

devrenin çalışabilirliği kontrol edilmiştir. Devrenin doğru çalıştığının gözlenmesi ile devre delikli plaket üzerine lehimleme işlemi gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 2.2.** PICkit3 Pic programlama kartı.

### **2.6.1. Şifre Kontrol Ünitesinde Kullanılan Malzemeler**

Şifreli giriş devresinde PIC16F877A mikrodenetleyicisi, 4 MHz kristal osilatör, 22pF mercimek kondansatör, 4x3 membran keypad, 1 adet kırmızı ve yeşil led, 2 adet 330 Ohm 1 adet 10K direnç, 1 adet 2x16 lcd ekran, 1 adet 10K potansiyometre kullanılmıştır.



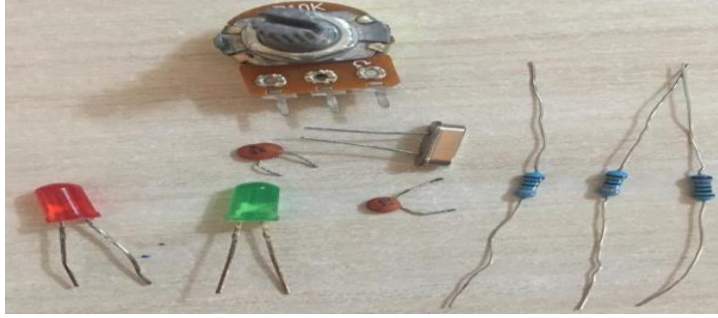
**Şekil 2.3.** PIC16F877A mikrodenetleyicisi.



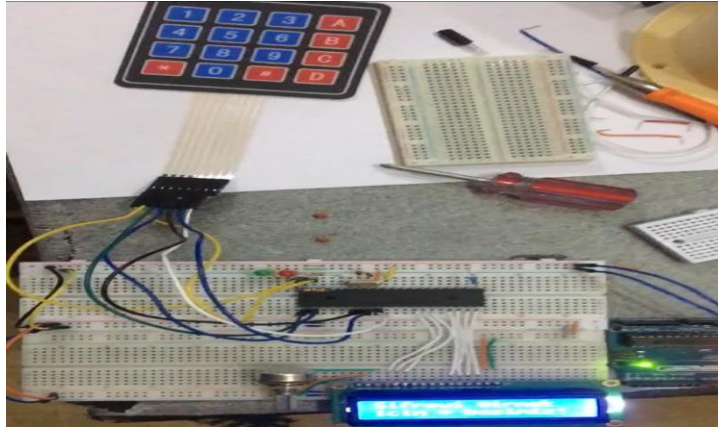
**Şekil 2.4.** 2x16 LCD ekran.



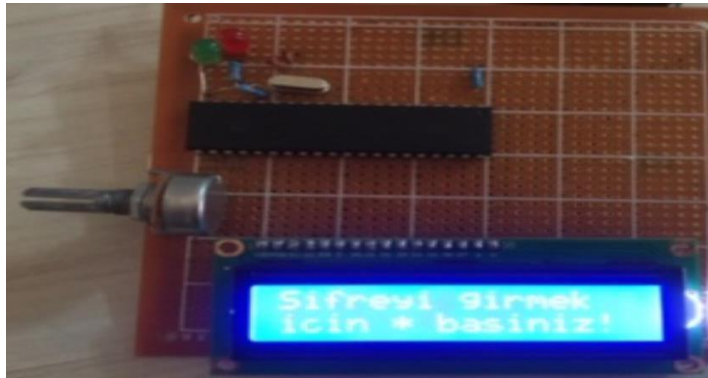
Şekil 2.5. Keypad.



Şekil 2.6. Devrede kullanılan diğer elemanlar.



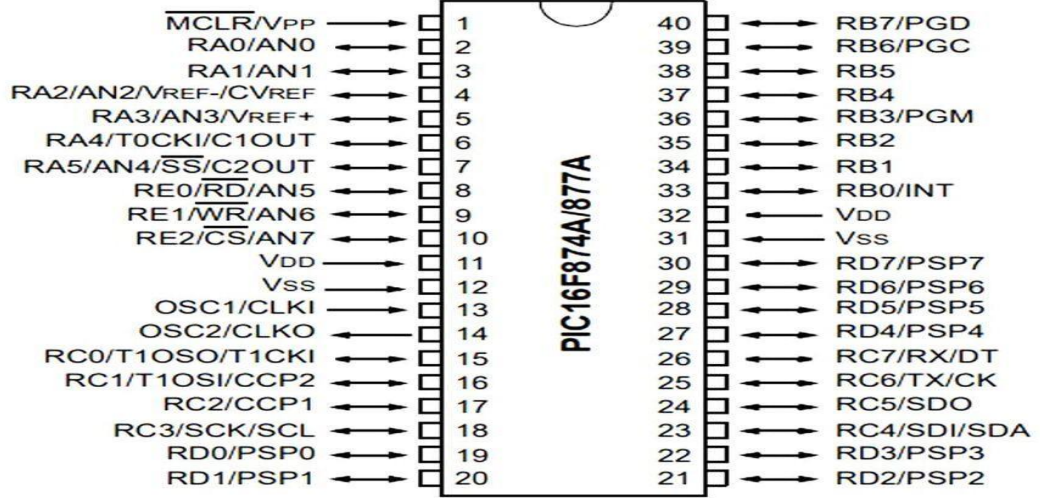
Şekil 2.7. Devrenin breadboard üzerinde kurulmuş hali.



Şekil 2.8. Devrenin delikli plaket üzerine lehimlenerek sabitlenmiş hali.



## 2.6.2. PIC16F877A Teknik Bilgi



**Şekil 2.9.** Pic19F877A mikrodnetleyicisinin pin yapısına ait görsel.

(Kaynak: <https://www.microchip.com/en-us/product/PIC16F877A>)

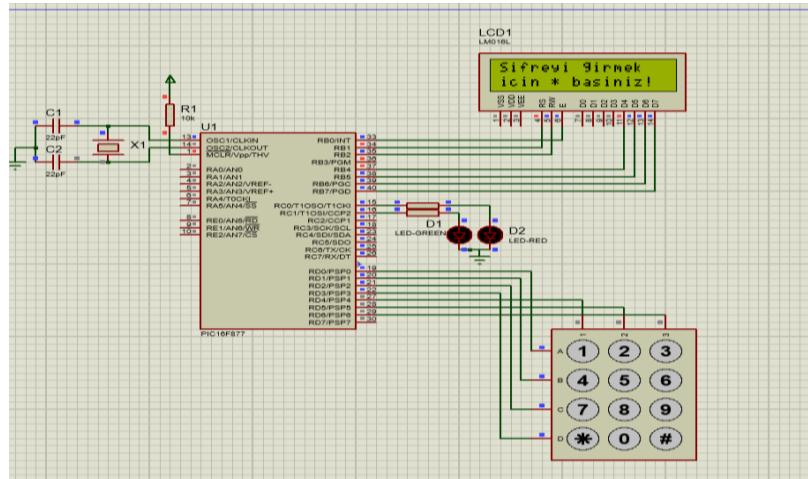
**Tablo 3.** PIC mikrodnetleyicisinin teknik özellikleri.

Üretici	Microchip
Ürün Kategorisi	Pic16 Serisi Dip
Montaj Tipi	THT
Paket / Kutu	DIP40/15.24mm
Bellek Türü	FLASH
Bit Sayısı	8-Bit
Hız	20MHz
Program Bellek Boyutu	14KB (8K x 14)
RAM Boyutu	368 Bayt
EEPROM Boyutu	256 Bayt
G / Ç Sayısı	33
Besleme Gerilimi	4V ~ 5.5V
Çalışma Sıcaklığı	-40 °C ~ +85 °C

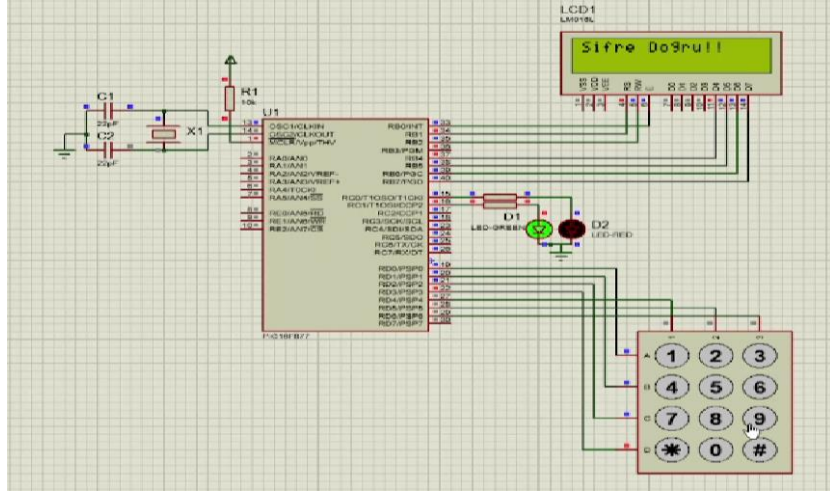


### 2.6.3. Şifre Kontrol Devresinin Çalışma Prensibi

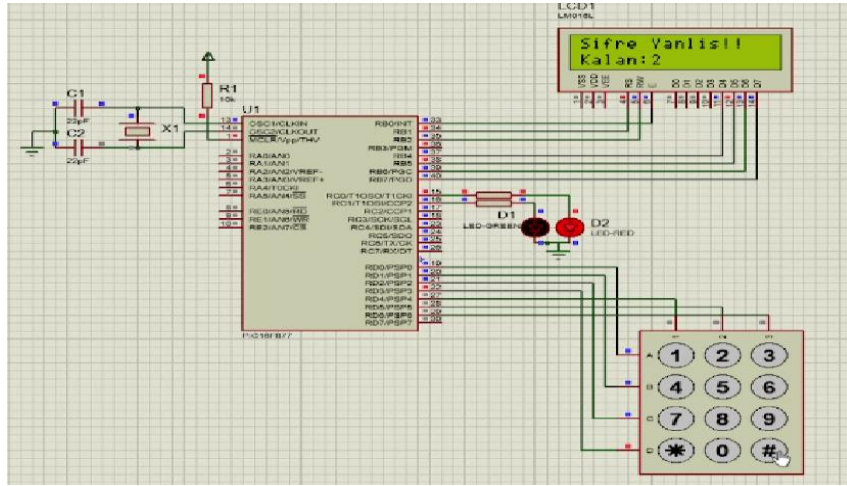
Şifre kontrol devresi boşa bekleme aşamasında kullanıcıya şifrenin girilmesi için ‘\*’ tuşuna basılması gerektiğini ekranda gösterecek şekilde ayarlanmıştır. Şifre kontrol devresinden şifre girişi yapılabilmesi için öncelikle ‘\*’ tuşuna basılmalıdır ve daha sonra girilen şifre ‘#’ tuşuna basarak onaylanmalıdır. Şifre ‘178509’ olarak ayarlanmıştır. ‘#’ tuşuna basılması ardından yazılan şifre mikrodenetleyici tarafından kontrol edilmektedir. Kullanıcının şifreyi doğru girmesi için 3 hak tanınmıştır. Şifre doğru girilir ise mikrodenetleyicinin C1 pinine bağlı yeşil led belirli bir süre yakılmakta ve ekranda şifrenin doğru olduğu bildirilmektedir. Aynı zamanda bu pin STM327407VG Discovery kartının şifrenin doğru girildiğini bildirilmesi için de kullanılmıştır. Bu bildirilme işlemi sonrası eğer yüz ve göz bebeği tespiti işlemlerinde bir problem gözlenmezse robot kol kontrol edilebilir hale gelir. Şifre yanlış girildi ise C0 pinine bağlanan kırmızı led yakılmakta ardından ekranda şifrenin yanlış olduğu ve kullanıcının şifreyi doğru girmesi için kaç hakkının kaldığı gösterilmektedir. Her yanlış girilme sonrası kalan hak sayısı azalmakta ve art arda 3 yanlış girdi sonrası devre 30 saniye boyunca şifre girişine kapalı hale gelmektedir. Bu şekilde şifrenin sürekli denenerek çözülmesinin önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Kullanıcı şifreyi 1 veya 2 kez yanlış girme sonrasında doğru girer ise yanlış girme hakkı tekrar 3 yapılmaktadır.



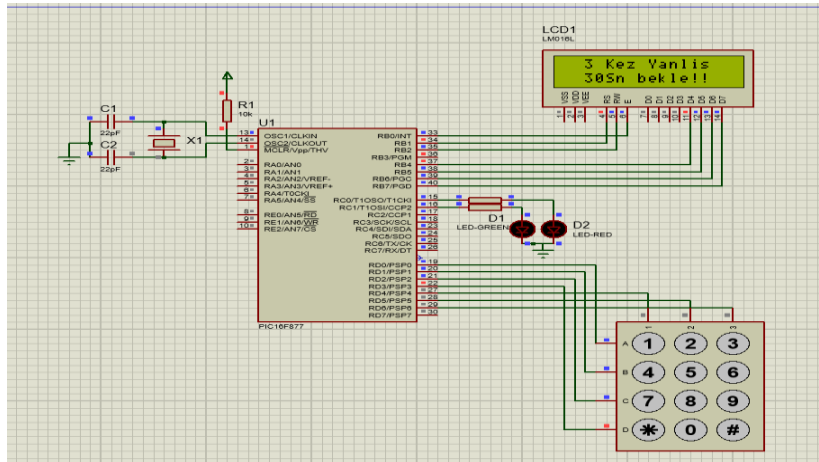
Şekil 2.10. Devrenin bekleme aşamasındaki durumu.



Şekil 2.11. Şifrenin doğru girilmesi durumu.



Şekil 2.12. Şifrenin yanlış girilmesi durumu.



Şekil 2.13. Şifrenin 3 kez yanlış girilmesi durumu.

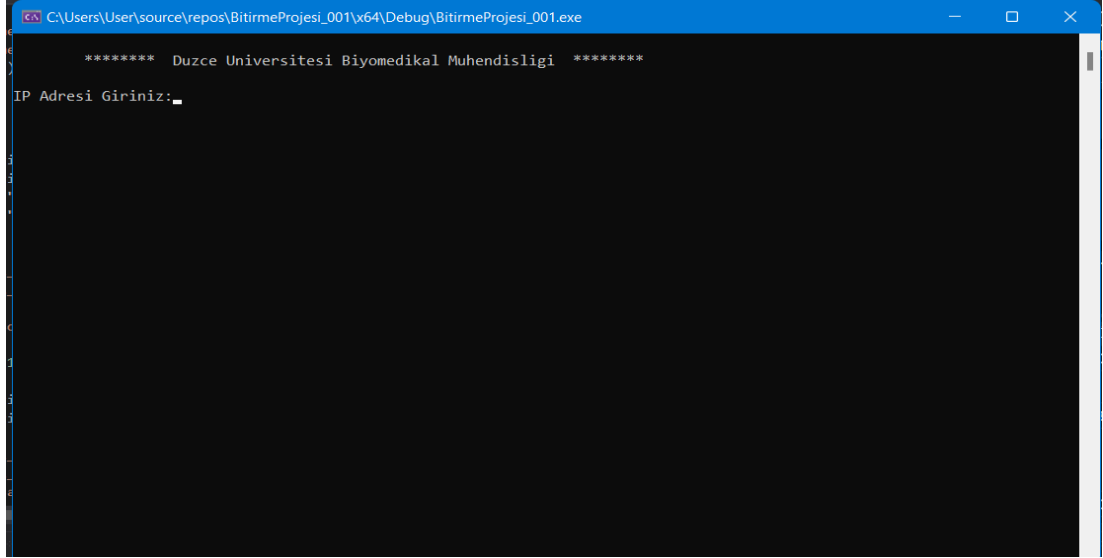
## **2.7. Görüntü İşleme Yazılımları**

Da Vinci Robot Optimizasyonu projesinde görüntü işleme yazılımları Visual Studio 2019 yazılım geliştirme ortamında C++ programlama dili ile OpenCv kütüphanesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında yüz tespiti, göz bebeği tespiti, renk tespiti, alan tespiti ve merkez koordinat tespiti işlemleri yapılmıştır. Yüz ve göz bebeği tespitleri bilgisayar kamerasından alınan görüntü üzerinden yapılmaya çalışılmış olup; ayarlanan renkte cismin tespiti ve bu cismin merkez koordinatlarının ve alanlarının bulunması işlemleri robot koldan ayrı olarak bulunan IP kameranın aktardığı görüntüler üzerinde yapılmaya çalışılmıştır. Bu kameradan gelen görüntüler bilgisayar ortamında tespit işlemlerine sokulmasının yanı sıra operatörün de işlem bölgesini görmesini ve buna göre işlem yapmasını sağlamak için bilgisayar ekranında operatöre sunulmuştur. Operatör sağlanan bu görüntü üzerinden işlem bölgesini görerek müdahale etmekte ve bu aşama ile aynı zamanlı olarak bilgisayar kamerasından alınan görüntüler üzerinden de operatörün yüz ve göz bebeği tespiti işlemleri gerçekleştirilmektedir. Eğer operatörün yüz ve göz bebeği tespit edilememe işlemleri ayarlanan değere ulaşır ise robot kolun kontrolünü sağlayan devre pasif hale getirilerek robot kolun kontrolüne sistem tarafından izin verilmemesi sağlanmıştır. Sistemin robot kol kontrolüne izin verilebilmesi için hem yüz ve göz bebeği tespiti işleminin sağlanabiliyor bilgisinin hem de şifreli giriş devresinden şifrenin doğru girildiğine dair sinyalin robot kolun kontrolünden sorumlu ilgili devreye gönderilmiş olması gerekmektedir. Göz bebeği tespiti işlemi operatörün işlem yaparken aniden uyuması durumuna karşın önlem amaçlı konulmuştur. Yüz tespiti işlemi ise operatörün işlem bölgesini bilgisayar ekranından gördüğünün ve ona göre işlemi gerçekleştiriyor olmasının istenmesi için sistemde bulunmaktadır. Bu kapsamda operatörden kaynaklı iş kazalarının gerçekleşmesi durumlarının azaltılması hedeflenmiştir.

### **2.7.1. IP Kamera Adresinin Girilmesi**

Proje kapsamında; işlem bölgesinden alınacak görüntülerin bilgisayar ortamına gönderilmesinden sorumlu IP kameranın değiştirilmesi veya ileriki durumlarda farklı adreslerden görüntülerin alınması işlemleri için görüntü işleme yazılımı başlatılmasından sonra öncelikli olarak görüntülerin alınacağı IP adresini sisteme

girmek gerekmektedir. Böylelikle adres değişikliği durumunda hızlı bir şekilde yeni adresi girerek görüntüleri o adresten alınabilir kılınmıştır ve operatör de hangi işlem bölgesinden çalışacak ise adresi değiştirerek istenilen bölgesinin kamerasından görüntü alabilmesi sağlanmıştır.



**Şekil 2.14.** IP adres girme menüsü.

### **2.7.2.Yüz ve Göz Bebeği Tespiti**

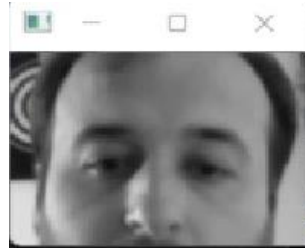
Robot kolun operatör tarafından kontrolü sırasında kullanım güvenliğini sağlama amacı ile sistemde bulunan yüz ve göz bebeği tespiti işlemleri temel “.xml” dosyaları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yüz ve göz bebeği tespiti işlemlerinin yazılımı, Video Capture sınıfından nesne oluşturulması ve bu nesnenin bilgisayar kamerasından görüntü okuması işlemine göre ayarlanmasını takiben tespiti dayanmaktadır. IP kameradan alınacak görüntülerin okunması işlemi de buna benzer yapıda olup sadece kamera okuması için IP adres girdisi ile değiştirilmektedir. Bu nesnelerin gerekli görüntü okumalarına uygun açılması durumunun kontrolleri fonksiyonlar ile yapılmıştır. Daha sonra bu görüntüler üzerinde yüz, sağ ve sol göz tespit işlemi gerçekleştirmek için 3 adet CaseCadeClassifier sınıfından nesne oluşturulmuş ve bu nesneler bir tanesi yüz tespiti işlemi için, bir tanesi sağ göz tespiti için ve sonuncusu da sol göz tespiti işlemi için kullanılmak üzere aşağıdaki “.xml” uzantılı dosyalar ile açılmıştır.

```
haarcascade_lefteye_2splits.xml      // sol göz tespiti  
haarcascade_righteye_2splits.xml     // sağ göz tespiti  
haarcascade_frontalface_default.xml  // yüz tespiti
```

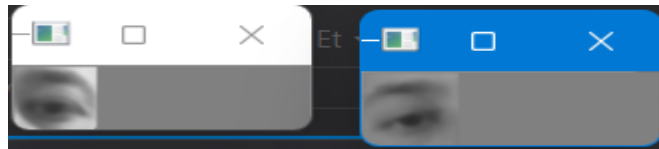
Bilgisayar kamerasından okunan 3 kanallı (mavi-yeşil-kırmızı) görüntü tek kanallı (siyah-beyaz) görüntü formatına dönüştürülerek yukarıdaki yüklemesi yapılan dosyalar tarafından tespit işlemleri yapılmıştır. Tespit edilme durumunda tespiti çevreleyen koordinatlar vektör veri türü içinde tutulmuştur. Sağ ve sol gözün tespiti işlemleri yüz var ise gözde olmalı algoritması ile tespit işlemine tutulmuş ve yüz tespiti yapılamadı ise göz tespiti araması gerçekleştirilemeyecek şekilde kodlanmıştır. Yüz tespit edilir ise sağ ve sol göz tespiti, yüz tespiti yapılmış olan koordinatlarının içinde ve yüzün üst kısmında aranacak şekilde kodlanmıştır. Bu işlemler ile göz tespiti okunan tüm resim üzerinde değil, olması gereken kısımlarda aranarak tespit işleminin doğruluğunun artırılması amaçlanmıştır.



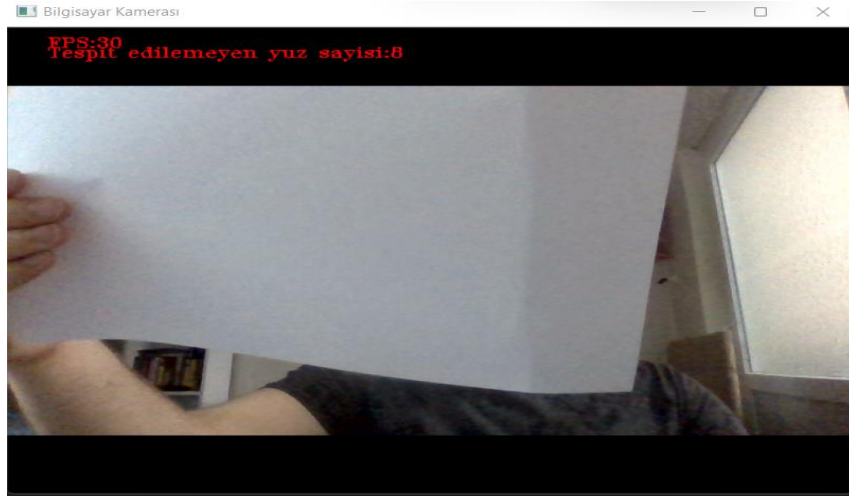
**Şekil 2.15.** Tespit edilen yüz.



**Şekil 2.16.** Göz arama işlemlerinin gerçekleştiği alan.



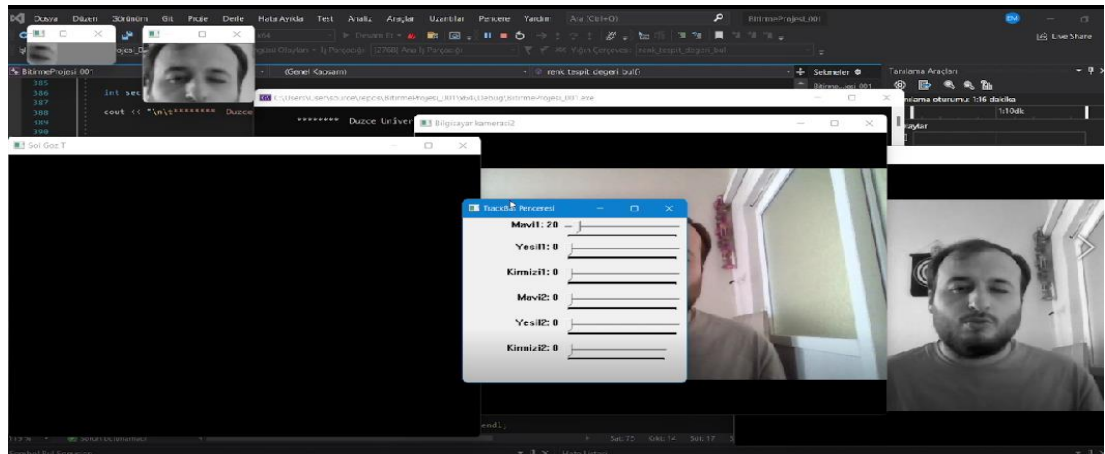
**Şekil 2.17.** Tespit edilen sağ ve sol göz.



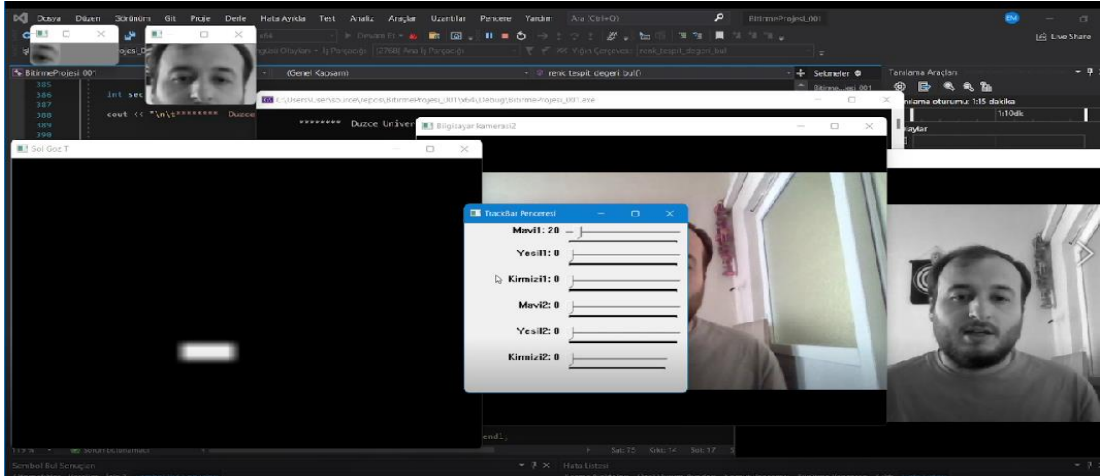
Şekil 2.18. Yüz tespit edilememesi durumu.

### 2.7.3. Tespit Edilen Gözlerden Göz Bebeği Tespitinin Eldesi

Göz bebeği tespiti, yüz ve göz tespit işleminden sonra gerçekleştirilmektedir. Projede göz bebeği tespiti işlemi Şekil 2.17’de gösterilen sağ ve sol göz resimlerinde ayrı ayrı morfolojik işlemlerin uygulanması ve ardından ikilik resme dönüştürülmesine takiben sadece göz bebekleri beyaz kalacak şekilde eşik değerlerinin kaydedilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Eşik değerlerinin ayarlaması işlemi oluşturulan TrackBar Menüsü üzerinden sağlanmıştır. Bu işlem sonucu göz bebeklerinin tespiti sağlanmış ancak bu yöntemin daha farklı yöntemler ile iyileştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Göz bebeği tespiti işlemi için gerekli olan parametrelerin ayarlanması, IP kamera adresinin girilmesi sonrası gerçekleştirilmektedir.

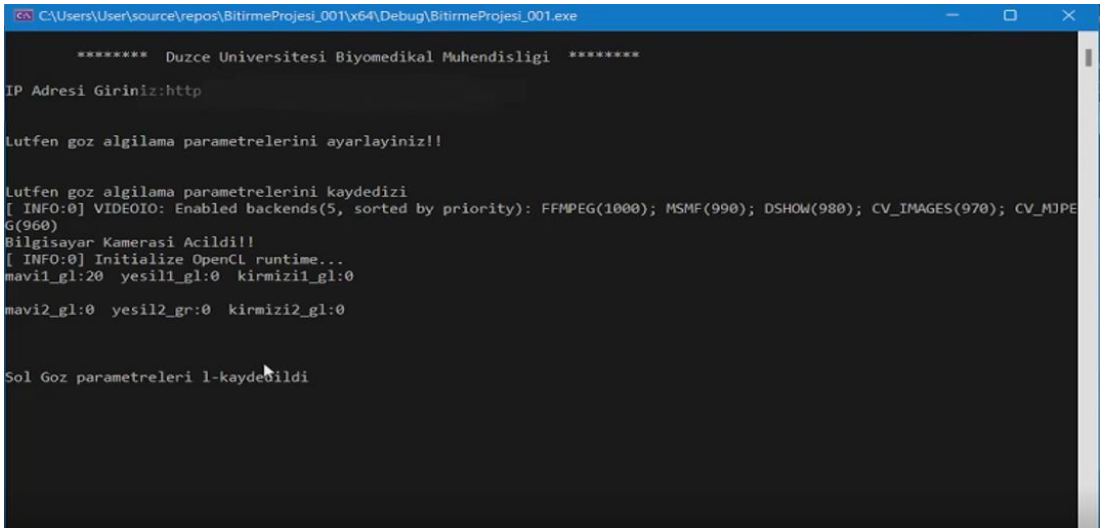


Şekil 2.19. Göz bebeği parametrelerinin ayarlandığı aşama. Sol göz kapalı olma durumu.



Şekil 2.20. Mavi1 20 değeri için sol göz açık olması durumu.

Şekil 19’de Mavi1 değeri 20 olduğunda sol göz üzerine işlem yapılırken gözün kapalı olduğunda Sol\_Goz\_T penceresinin karanlık, açık olduğunda ise Resim 20’ de Sol\_Goz\_T penceresinde beyaz bir nokta görülmektedir. Göz bebeği tespiti, gözün açık ve kapalı olması durumlarının Sol\_Goz\_T penceresine oluşan görüntü üzerinde kontur bulma işlemi ile sonuçlanmaktadır. Eğer ki Sol\_Goz\_T penceresinde yapılan kontur bulma işlemi sonucunda elde edilen kontur sayısı sıfır ise göz kapalı değilse göz açık anlamı taşımaktadır. Sol göz için uygulanan tüm bu işlemler parametrelerin kaydedilmesi ile sağ göz içinde uygulanmaktadır. Eğer sağ ve sol gözün kontur araması yapılması işlemi sonucunda ikisininde tespit edilen kontur sayısı sıfır ise tespit edilemeyen göz sayısı değeri arttırılmaktadır. Bu artma sonucu ayarlanan sayıda tespit edilememe işlemi olur ise robot kol kontrolü devre dışı bırakılmaktadır.

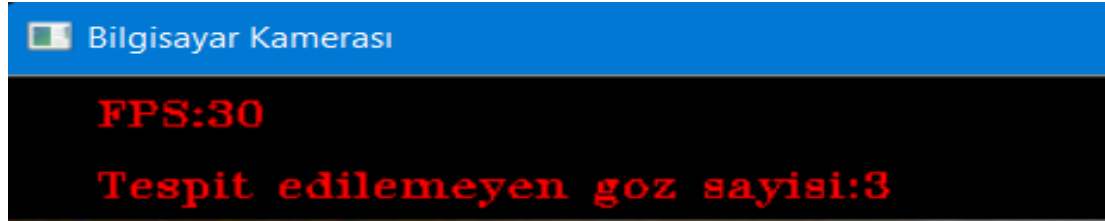


Şekil 2.21. Sol göz parametrelerin “enter” tuşuna basılarak kaydedilmesi.





**Şekil 2.22.** Tespit edilen göz bebeklerinin yazılımsal olarak çizilerek gösterilmesi.

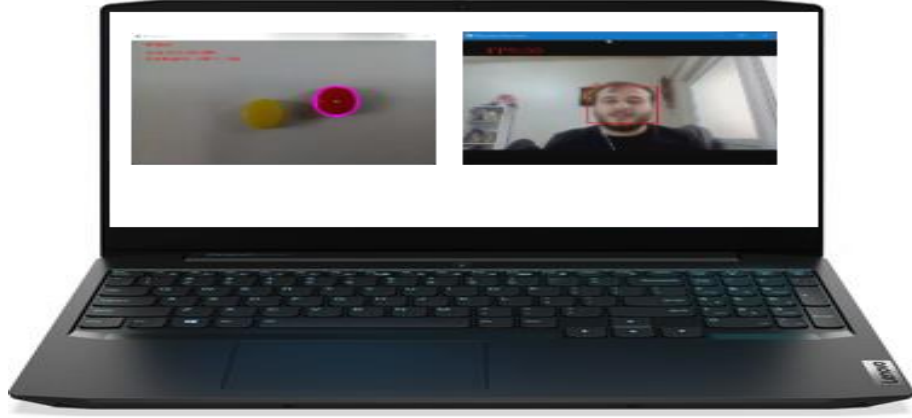


**Şekil 2.23.** Gözbebeği tespiti yapılamaması durumu.

#### **2.7.4. Renk Tespiti**

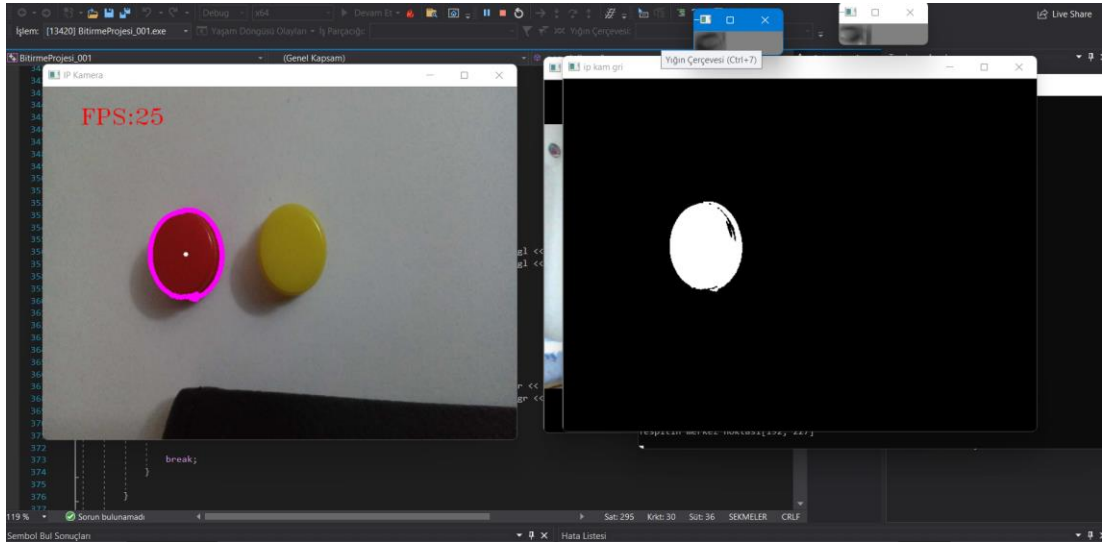
Renk tespiti işlemi Da Vinci Robot Optimizasyonu projesinde Da Vinci Cerrahi Robot'unun farklı sektörlere entegre edilebilir olduğu düşüncesi ile eklenmiştir. Projeye eklenmiş olan renk ayarlama menüsü ile istenilen her renkte cismin tespit işlemini ayarlamak mümkündür. Proje kapsamında renk tespiti işlemi robot kolun üzerinde bulunan IP kameradan gelen görüntü üzerinde gerçekleştirilmektedir. IP adresi girdisi ve hemen ardından göz bebeği tespiti işlemlerinin yapılmasından sonra “Renk Aralığı Tespiti” menüsü seçilerek IP kameradan gelen görüntü üzerinden tespit işlemleri için gerekli olan ayarlamalar yapılabilmektedir. Renk tespit işlemlerinde ortamda bulunan ışık miktarı tespit işlemine doğrudan etki etmektedir. Bundan dolayı tespit bölgesinin ışık seviyesi her zaman aynı kalması çok önemlidir. “Renk Aralığı Tespiti” menüsü seçilmesinden sonra hem IP kameradan gelen görüntü hemde bu görüntünün ikilik resme dönüştürülmüş hali kullanıcıya ayarlanan pencereler aracılığıyla gösterilmektedir. İkilik resim sadece siyah (0) ve sadece beyaz (255) değerlerinden oluşan resimdir. Açılan bir diğer pencere olan “TrackBar Penceresi” ile kullanıcı ikilik resme dönüştürülmüş görüntü üzerinde sadece tespit etmek istediği rengi beyaz yaparak “enter” tuşuna basarak parametreleri kaydetmelidir. Bu işlem sonrasında kullanıcı “Robot Kontrol” işlemini seçerek IP kameradan gelen görüntüyü ve üzerinde ayarlanan parametrede cisim var ise bu cismin konturu alınmış şekilde görebilmektedir. Ayrıca bu cismin piksellerden oluşan alan bilgisi ve merkez koordinatları da operatöre sunulan ekran üzerinde bilgi vermek amaçlı gösterilmiştir.





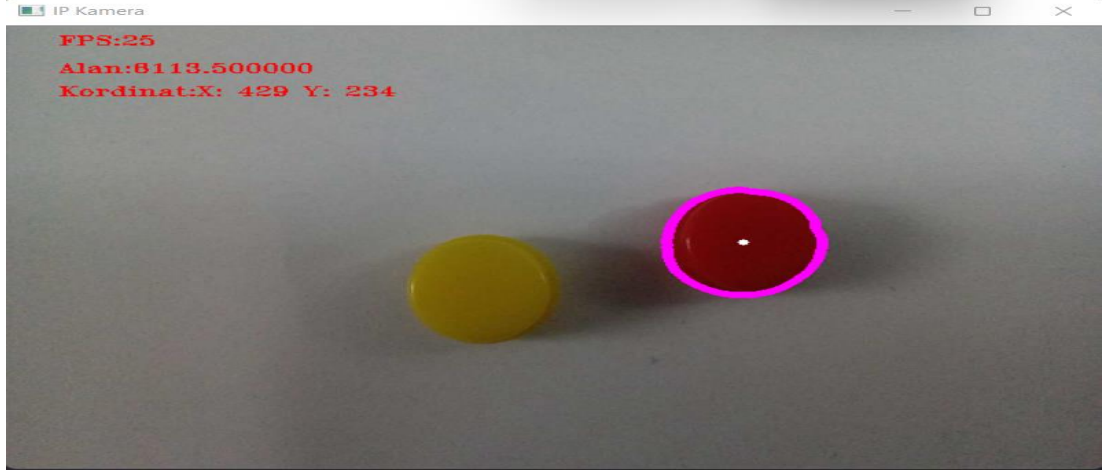
**Şekil 2.24.** Robot Kontrol İşlemi seçimi sonrası.

### 2.7.5. Alan Tespiti-Merkez Koordinat Tespiti



**Şekil 2.25.** Ayarlanan renkteki cismin tespiti ve bu cismin ikili resimde görüntüsü.

Alan tespiti işlemi; IP kameradan alınan görüntünün renk ayarlama menüsünde anlatılmış olan ve ayarlanan değerlerde ikilik resme çevrilmesi sonucu oluşan beyaz kısmın oluşturulması için kullanılan piksel sayısıdır. Alan tespitiyle ayarlanan renkte cismin tespit edilmesinin yanı sıra boyutsal ayırım yapılmasına da olanak sağlayacaktır. Bu işleme ek olarak bu beyaz alanın merkez koordinatı tespiti işlemi de gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde yapılmış olan renk tespiti, alan tespiti, merkez koordinat tespiti işlemleri robot kolun otonom olarak kontrol edilebilir hale getirilmesiyle daha çok anlam ifade edecektir.

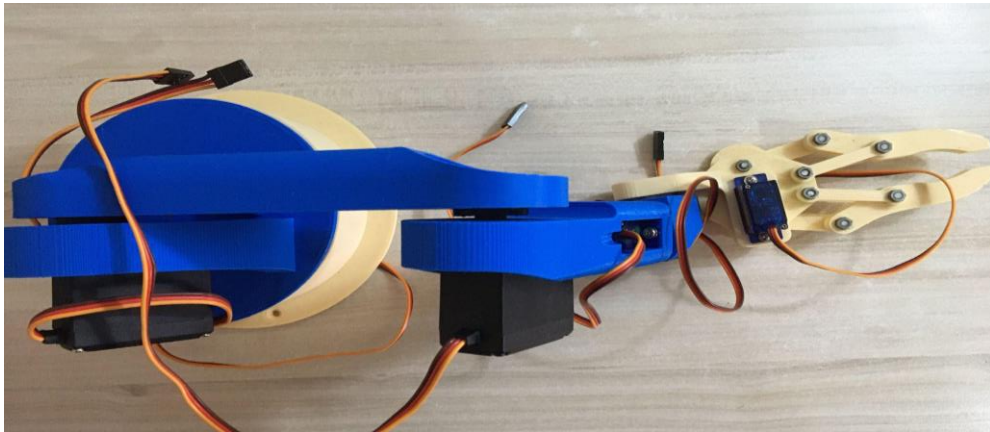


**Şekil 2.26.** Ayarlanan renkteki cismin tespiti, alan ve koordinat bilgilerinin operatöre sunulduğu pencere.

## **2.8. Robot Kontrol Devresinde Kullanılan Malzemeler**

Robot kontrol devresi, bilgisayarın ve şifreli giriş kontrol devresinin bağlandığı devre olup bu iki kısımdan gelen veriler üzerinden robot kolun kontrolünün sağlanabilir olup olmama durumunu kontrol eden devredir. Aynı zamanda bu devre kontrole izin verme işleminden sonra 6 kanaldan analog değer okuyarak bu değerler ile doğru orantılı servo motor kontrolü için çevrim süresini kontrol etmektedir. Bu devre STM32F407VG Discovery programlama kartı, 3 adet joystick, bilgisayardan verileri almak için usb-ttl dönüştürücü, üzerinde 4 adet SG90 ve 2 adet MG995 servo motor bulunan 6 eksen robot koldan oluşmaktadır.

### **2.8.1. 6 Eksen Robot Kol**



**Şekil 2.27.** Projede kullanılan 6 eksen robot kol.

Proje kapsamında kullanılan 6 eksen robot kol hazır olarak temin edilmiştir.

### 2.8.2. MG995 Servo Motor

Robot kolların hareketi için 6 adet servo motor kullanıldığı için bu motorların çalışması sırasında güç kaynağının voltajı dalgalanmaktadır. Bu dalgalanma STM32F4 Discovery'e zarar verebilir. Bu nedenle servo motorları ayrı bir güç kaynağı ile beslenmesi gerçekleştirilmiştir.

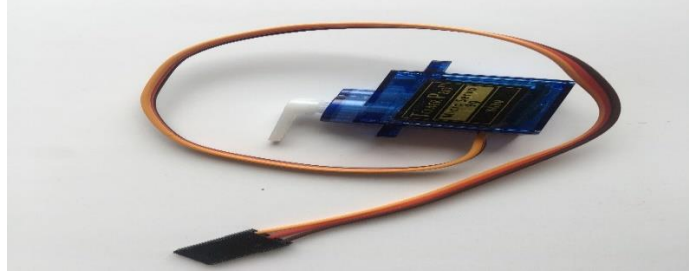


**Şekil 2.28.** MG995 Servo motor.

(Kaynak: <https://datasheetspdf.com/pdf/839879/ETC/MG995/1>)

- Modülasyon: Analog
- Tork: 4,8V: 138,9 oz-inç (10,00 kg-cm)
- Hız: 4,8V: 0,20 sn / 60 °
- Ağırlık: 1.94 oz (55.0 g)
- Boyutlar: Uzunluk: 1.60 inç (40.6 mm)
- Genişlik: 0,78 inç (19,8 mm)
- Yükseklik: 1,69 inç (42,9 mm)
- Motor Tipi: Çekirdeksiz
- Dişli Tipi: Metal
- Dönme / Destek: İkili Rulmanlar
- Ek Özellikler
- Dönme Aralığı: 180 °
- Darbe Döngüsü: 20 ms
- Darbe Genişliği: 1000-2000 µs

### 2.8.3. SG90 Mini Servo Motor



Şekil 2.29. SG90 Mini Servo Motor

- Yüklü Tork: 4,8V 1,3 Kg.cm ve 6V 1,6 Kg.cm
- Hız: Yüksüz 4,8V 0,12/60 Derece
- Voltaj Aralığı: 4,8V ve 7V aralığında çalışmaktadır.

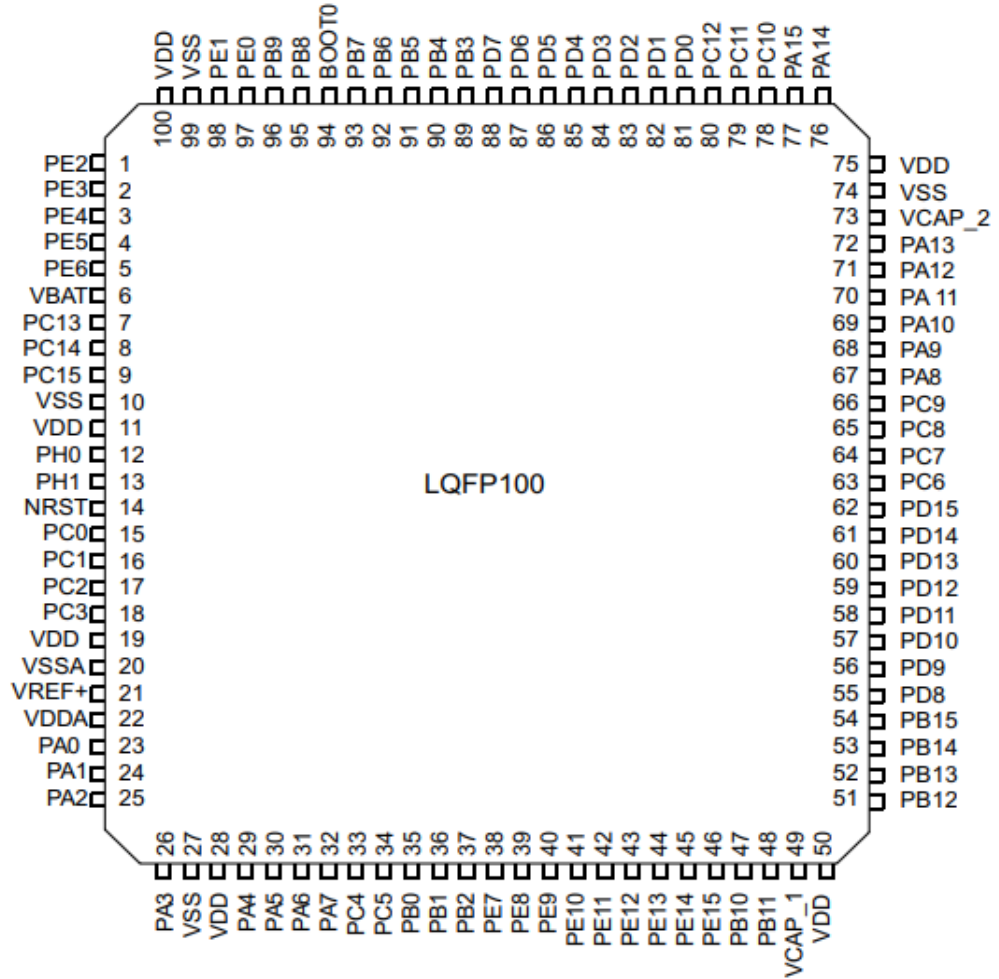
### 2.8.4. STM32F407VG Discovery Programlama Kartı

Projede STM32 mikrodenetleyicisinin programlayıcı kartı haline getirilmiş versiyonlarından bir tanesi olan STM32F407VGT6 Discovery programlama kartı kullanılmıştır. Bu programlanabilir kart üzerinde ARM mimarisi ile tasarlanmış STM32F407VGT6 32 bit FPU çekirdekli ARM Cortex -M4 mikroişlemci bulunmakta olup yazılım, Atollic TRUESTUDIO derleyicisinde register seviyesinde ve C Dili ile kodlama yapılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.30. STM32F407VG Discovery Kartı.

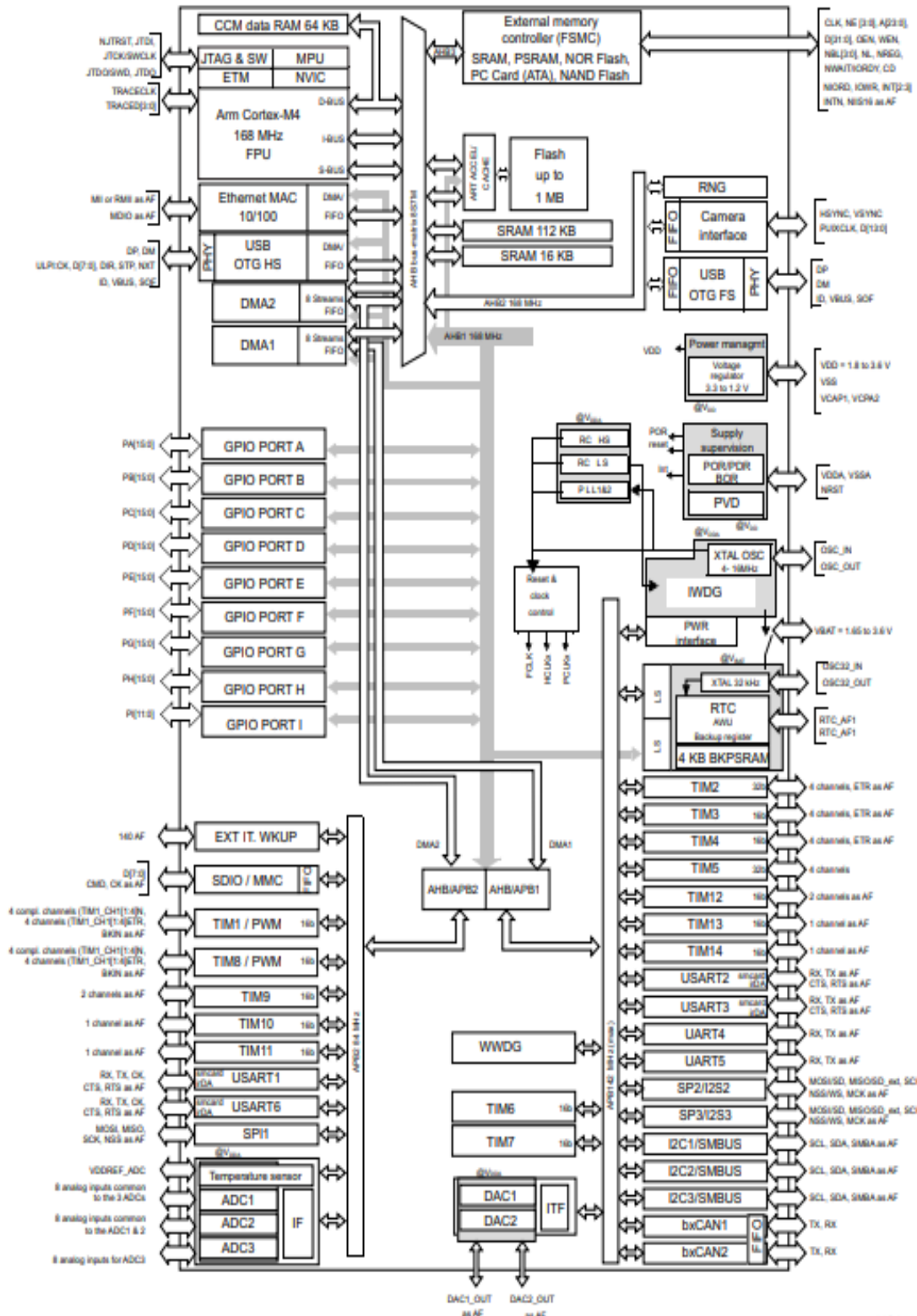
Bu programlama kartı üzerinde mikrodnetleyiciye ait toplam 100 adet pin ve bu pinler A, B, C, D, H portlarına bağılı bulunurlar. Aynı zamanda bu pinler birçok özellik için kullanıma açıktır. Bu özelliğı, devreye sonradan eklenecek bir modül için yazılımı baştan güncellemeye gerek kalmaksızın boşta olan pinlerin istenilen kullanıma çekilerek devreye alınmasına olanak sağılar. Ayrıca bu programlama kartı üzerinde yazılımı yüklemek için gerekli olan ST-LINK V2 cihazı ile aynı plaketi üzerinde bulunmaktadır. Bundan dolayı ek bir yazılım yükleme cihazı alımına gerek kalmaksızın cihaz yazılımı güncellemesi, cihazın içeri si açılmadan hızlı ve kolayca gerçekleştirilir.



Şekil 2.31. STM32F407VGT6 Mikrodnetleyici Pin Yapısı.

(Kaynak: <https://www.st.com/resource/en/datasheet>)





MS19920V4

Şekil 2.32. STM32F407VGT6 Mikrodenetleyicisinin blok diyagramı.

(Kaynak: <https://www.st.com/resource/en/datasheet>)

**Tablo 4.**STM32F407VGT6 Teknik Bilgi Tablosu

Ürün	STM32F407VGT6
Ürün Markası	STM
Paket / Kutu	LQFP100 /14x14mm
Bellek Türü	FLASH
Bit Sayısı	32-Bit
Frekansı	168Mhz
Program Bellek Miktarı	1MB (1M x 8)
RAM Boyutu	192 Kbayt
EEPROM Boyutu	Yok
G / Ç Sayısı	82
Besleme Aralığı (V)	1.8V ~ 3.6V
Çalışma Sıcaklığı	-40 ° C ~ + 85 ° C
Rohs	ROHS

## **2.9. STM32F407VG Discovery Kartı ile Robot Kol Kontrol İşlemi**

### **2.9.1. Robot Kolun Aktif Edilmesi**

Robot kol kontrol işlemi şifreli giriş devresinden ve bilgisayarda gerçekleştirilen görüntü işleme sonuçlarında gelen sinyallerin yazılımsal olarak yorumlanması ile aktif ve pasif hale gelecek şekilde ayarlanmıştır. Bu kapsamda Discovery kartı şifreli giriş devresinden gelecek sinyali alması işlemi harici kesme olarak, bilgisayardan gelecek sinyal ise UART haberleşme kesmesi kullanılarak alınması gerçekleştirilmiştir. Harici kesme işlemi için 1. harici kesme kanalı C1 pini ile kullanılmıştır. Bilgisayardan gelen bilgi UART4 çevresel biriminin C11 pininin veri alma modunda ayarlanması ile gerçekleştirilmiştir. Şifreli giriş devresinden gelen şifrenin doğru olduğuna dair C1

pinine gelen sinyal sonucu kesme tetiklenmekte ve kesme sonucunda “EXTI1\_IRQHandler()” kesme fonksiyonuna gidilerek “pic16dan\_gelen\_sonuc” değişkenine 1 değeri atanmaktadır. Bilgisayardan gelen mesaj ise her gelen karakter sonrası “UART4\_IRQHandler()” kesme fonksiyonu tetiklenerek bu işlemin ardından “UART4->DR” kaydedicisinden her karakter alınarak karakter dizisinde tutulmuş ve veri gelmesi sonlandığında ise gelen veri “string.h” kütüphanesi bulunan strcmp fonksiyonu ile yüz ve göz bebeği işlemlerinin gerçekleştiğine dair gelmesi beklenen mesaj ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaşma sonucunda gelen mesaj, aktifleşme olabilmesi için gelmesi gerekli olan mesaj ile aynı ise “pc\_gelenveri\_sonuc” değişkenine 1 değeri değilse de 0 değeri atanmıştır. Sistemin aktif olabilmesi için bilgisayardan “aktif” mesajının gelmesi gerekmektedir. Bu işlemler sonrasında “pic16dan\_gelen\_sonuc” ve “pc\_gelenveri\_sonuc” değişkenlerindeki değerler karşılaştırılmış ve her ikisi de 1 ise robot kol kontrolü için analog değer ölçme ve bu değerler ile pwm sinyali oluşturarak çıktı vermesi sağlanmıştır, farklı ise sistem aktif edilmemiştir. Sistemin aktif iken bilgisayardan “aktif” dışında gelen her mesaj ile ADC çevrim başlatılması ve DMA çevresel birimi kapatılarak bu görev çevrim süresi değişimlere kapatılmış ve o an ki durumunda sabit kalacak şekilde ayarlanmıştır.

### **2.9.2. Analog Değer Çevrimi**

6 eksen ve üzerinde 6 servo motor barındıran robot kolun kontrolünün yönetilmesi işlemi için 3 adet Joystick kullanılmıştır. Her joystick konumuna(x, y) göre 2 adet analog çıktı vermektedir. Bu analog değerler yazılımsal olarak yorumlanarak servo motor kontrolü için kullanılmış ve pinlerin görev çevrim sürelerinde değişim sağlanmıştır. Analog değerler ADC1 çevresel biriminden Discovery kartının A0, A1, A2, A3, A4, A5 pinlerinden okuma yapmak üzere ayarlanmıştır. ADC çevresel birimi DMA ile kullanılarak doğrudan okunan değerler hafızaya alınmış ve işlemci daha az meşgul edilmeye çalışılmıştır. ADC okuma işlemleri robot kolun aktif edilmesi için gerekli şartların sağlanması ile başlatılıyor olup ADC çevresel birimi sürekli çevrim ve tarama modunda kullanılarak DMA’ya sürekli veri gönderimi yapacak şekilde ayarlanmıştır. 12 bit çözünürlüğünde ADC okuma işlemi gerçekleştirilmiş ve her ADC çevrimi süresi 480 cycles ayarlanarak her kanal için adc okuması 492 cycles sürede tamamlanmış ve bu işlem 6 kanal içinde gerçekleştirilmiştir.



### 2.9.3. Doğrudan Bellek Erişimi ile Analog Değerlerin Alınması

A0, A1, A2, A3, A4, A5 pinlerinden okunan değerler DMA ile alınarak işlemcinin meşguliyetinin azaltılması ve adc okuma işleminde veri kaybının önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda DMA2 çevresel birimi Stream0 veri yolunun 0. kanalı kullanılmıştır. Okunan adc değerleri DMA ile ADC1->DR kaydedicisinden alınarak uint32\_t veri tipinde tanımlanan 6 boyutlu “adc\_degerleri\_dma” dizisine aktarılmıştır. Verinin alınacağı adres sabit bırakılmış olup verinin yerleştirileceği adres her işlem sonrası değiştirilerek dizinin indekslerine atanması ve gerekli sayıda atama sonrasında başlangıç adresine dönecek şekilde gerçekleştirilmiştir. Tüm adc değerlerinin okunup dizinin ilgili sırasına atanmasından sonra kesme işlemi gerçekleştirilmiş ve “adc\_degerleri\_dma” dizisinin her elemanı oluşturulmuş “map” fonksiyonuna gönderilerek 0-4095 arasında okunan adc değerlerinin 500-2500 değer aralığına dönüştürülmesi sağlanmış ve bu değerler de 6 boyutlu “pwm\_degerleri\_dma” dizisinde saklanmıştır.

Dönüştürme işlemi için oluşturulmuş map fonksiyonu;

```
uint32_t map(uint32_t adc_degeri){
    volatile uint32_t okunacak_max = 4095;
    volatile uint32_t cevriyecek_min = 500;
    volatile uint32_t cevriyecek_max = 2500;
    return cevriyecek_min + ((cevriyecek_max - cevriyecek_min) / (okunacak_max /
    adc_degeri));
}
```

### 2.9.4. Zamanlayıcı Çevresel Birimi ile Servo Motor Kontrolü

Da Vinci Robot Optimizasyonu Projesi kapsamında 6 adet servo motor kullanılmış ve bu servo motorların kontrol için STM32F407VGT6 mikrodenetleyicisinin Timer3 ve Timer4 çevresel birimleri kullanılmıştır. 6 adet servo motordan 4 tanesinin kontrolü için Timer4 çevresel biriminin 1, 2, 3 ve 4. kanalları, kalan 2 adet servo motorun kontrol işlemi için Timer3 çevresel biriminin 3. ve 4. kanalları kullanılmıştır. Timer4

çevresel biriminin 1, 2, 3 ve 4. kanal çıktıları için sırası ile D12, D13, D14, D15 pinleri, Timer3 çevresel biriminin çıkış kanalları ise sırası ile B0 ve B1 pinleri üzerinden alınmıştır. 8 MHz harici osilatör bağlı olan Discovery kartı PLL ayarlamaları ile sistem frekansı 168 MHz'e çıkartılmıştır. Kullanılan Timer3 ve Timer4 çevresel birimlerinin bölme oranı ilgili timer biriminin PSC kaydedicilerine 83 yazılarak, period değeri ise ARR kaydedicisine 19999 yazılarak ayarlanmıştır. Bu işlemler sonrasında pwm frekansı 50 Hz ve periodu 20 milisaniye olacak şekilde ayarlanmıştır. Ayrıca ilgili zamanlayıcı birimlerinin CCRx kaydedicilerine 500 atanmıştır. Daha sonraki aşamalarda bu değer okunan adc değerlerinin map fonksiyonu sonucunda elde edilen ve "pwm\_degerleri\_dma" dizisine atanan değerler ilgili çıkış karşılaştırma kaydedicisine atanmıştır. Her atama işlemi sonrasında servo motorun değerdeki açığa gelebilmesi için belli bir süre bekleme verilmiştir. Bu bekleme işlemi için SysTick kesmesi kullanılarak milisaniye cinsinden bekleme fonksiyonu oluşturulmuştur.

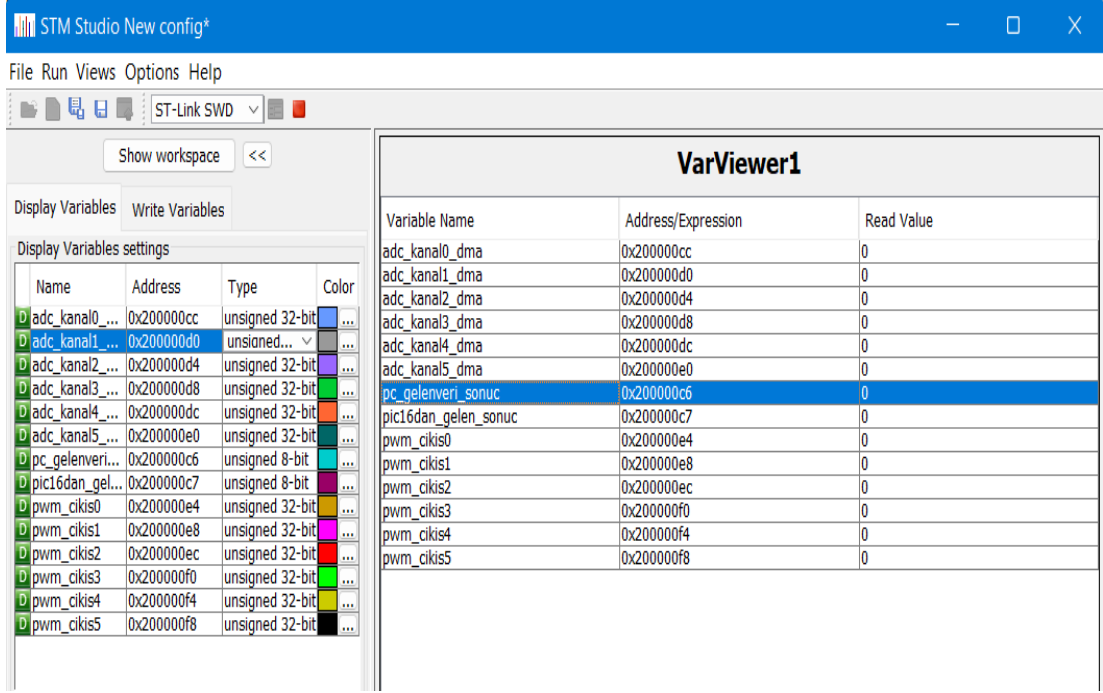
## 2.10. Tanımlanan Değişkenlerin STMStudio İle İncelenmesi

Bu başlık altında robot kolun yazılımında kullanılan değişkenlerin değerlerinin gerçekleşen duruma göre aldığı değerler STMStudio ortamında gösterilmiştir. Okunan ADC değerleri ve bu okuma sonucu tüm ADC değerlerinin 500-2500 arasında dönüştüğü değerler, şifreli giriş devresinden ve bilgisayardan gelen verilere göre değişkenlerin durumları ve olaylar birbirini takiben gösterilmiştir.

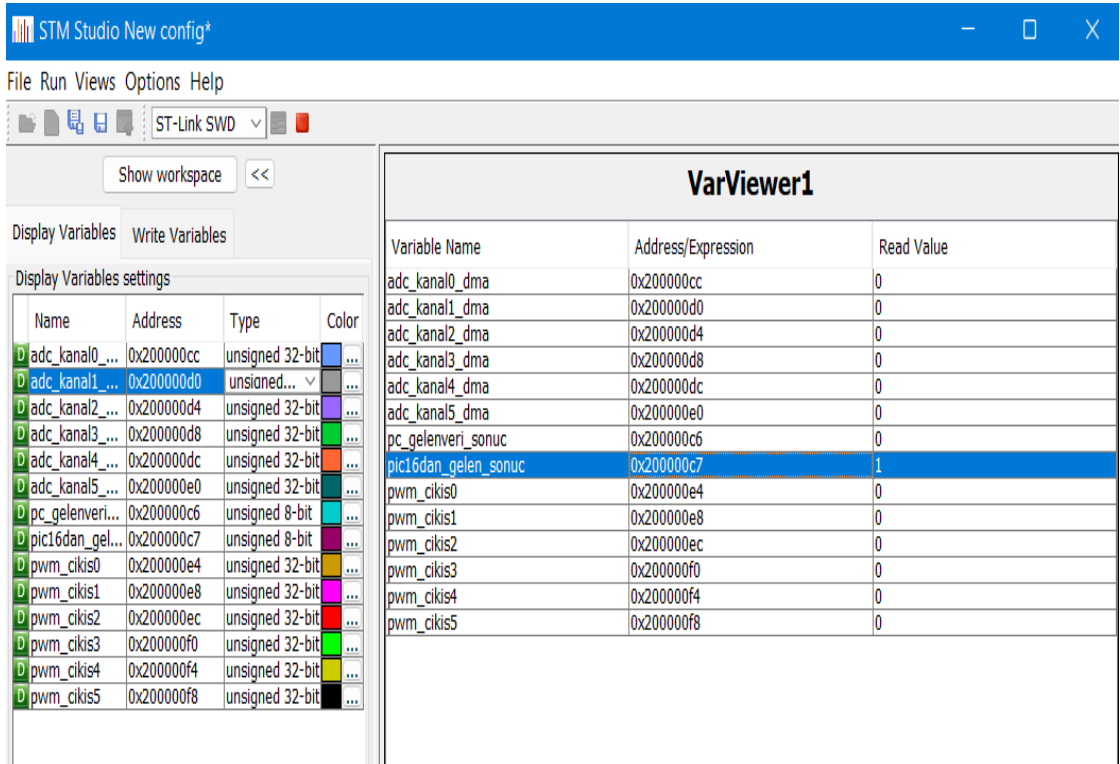
### Okunan ADC Değerleri

### ADC Değerlerin Map Fonksiyonu ile Dönüştüğü Değerler

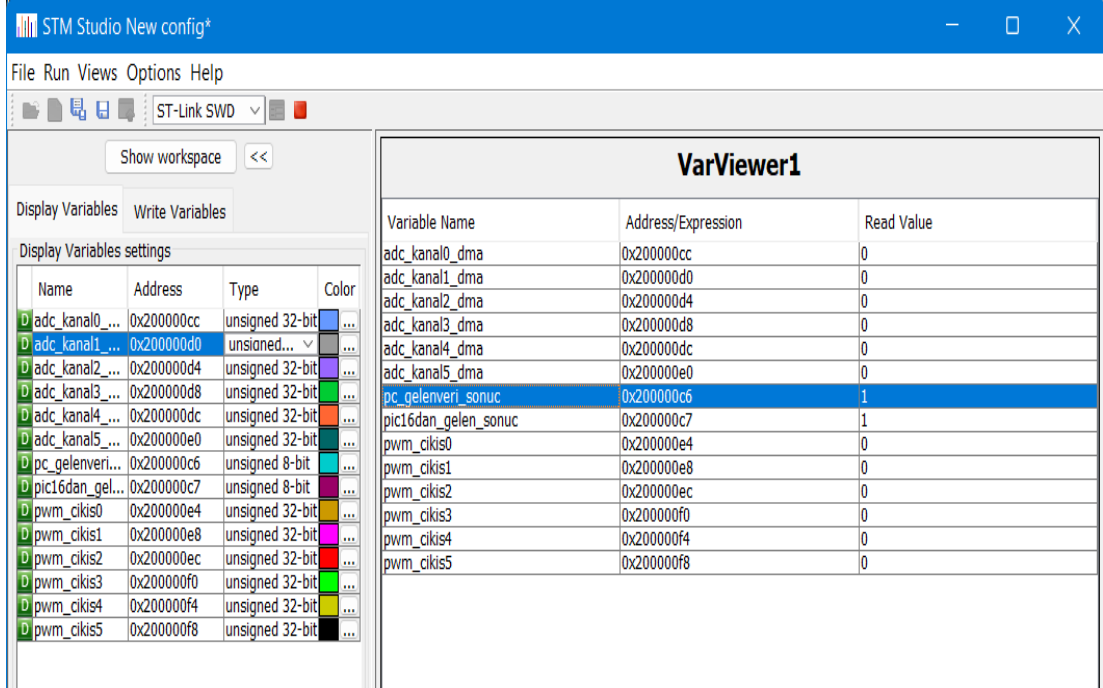
```
adc_kanal0_dma = adc_degerleri_dma[0];   pwm_cikis0 = pwm_degerleri_dma[0];
adc_kanal1_dma = adc_degerleri_dma[1];   pwm_cikis1 = pwm_degerleri_dma[1];
adc_kanal2_dma = adc_degerleri_dma[2];   pwm_cikis2 = pwm_degerleri_dma[2];
adc_kanal3_dma = adc_degerleri_dma[3];   pwm_cikis3 = pwm_degerleri_dma[3];
adc_kanal4_dma = adc_degerleri_dma[4];   pwm_cikis4 = pwm_degerleri_dma[4];
adc_kanal5_dma = adc_degerleri_dma[5];   pwm_cikis5 = pwm_degerleri_dma[5];
```



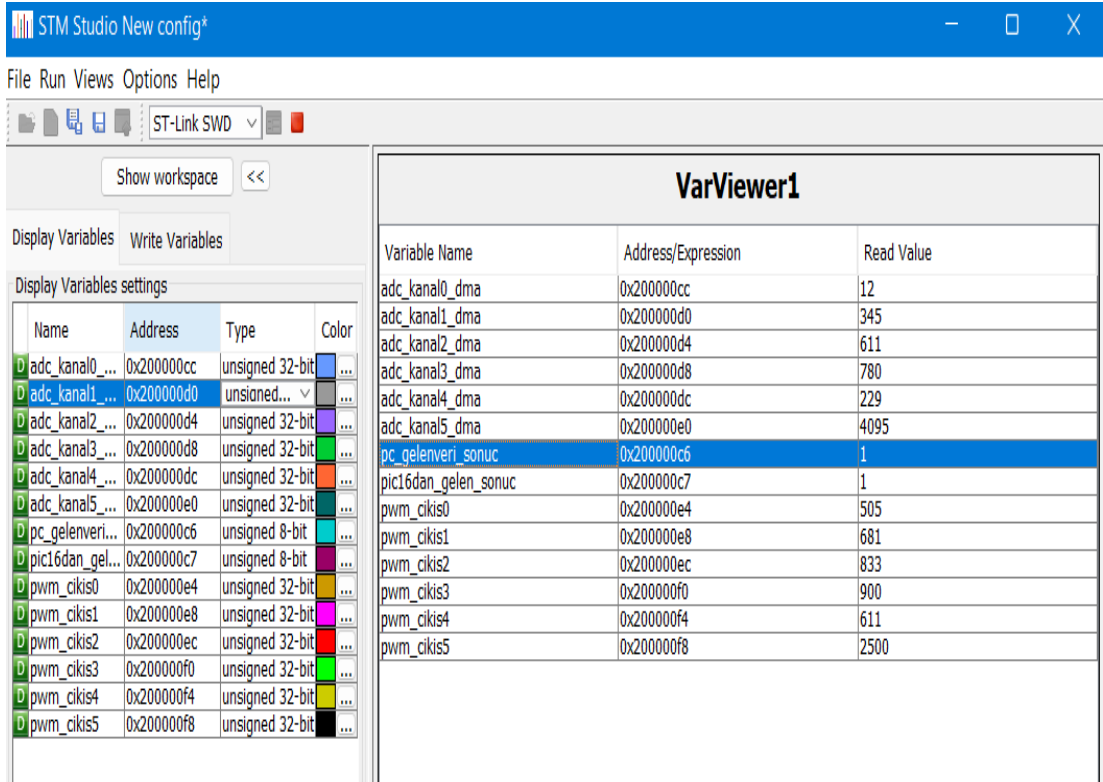
Şekil 2.33. Tanımlanan değişkenlerin tuttuğu ilk değerler.



Şekil 2.34. Şifre Kontrol devresinden şifrenin doğru olduğu hakkında gelen sinyal sonrası değişkenlerin durumu.



Şekil 2.35. Bilgisayardan gelen “aktif” mesajı sonrası değişkenlerin durumu.



Şekil 2.36. Şifrenin doğru girilmesi ve yüz-göz bebeği tespitinin sağlanması takiben değişkenlerin durumu.

STM Studio New config\*

File Run Views Options Help

ST-Link SWD

Show workspace <<

Display Variables Write Variables

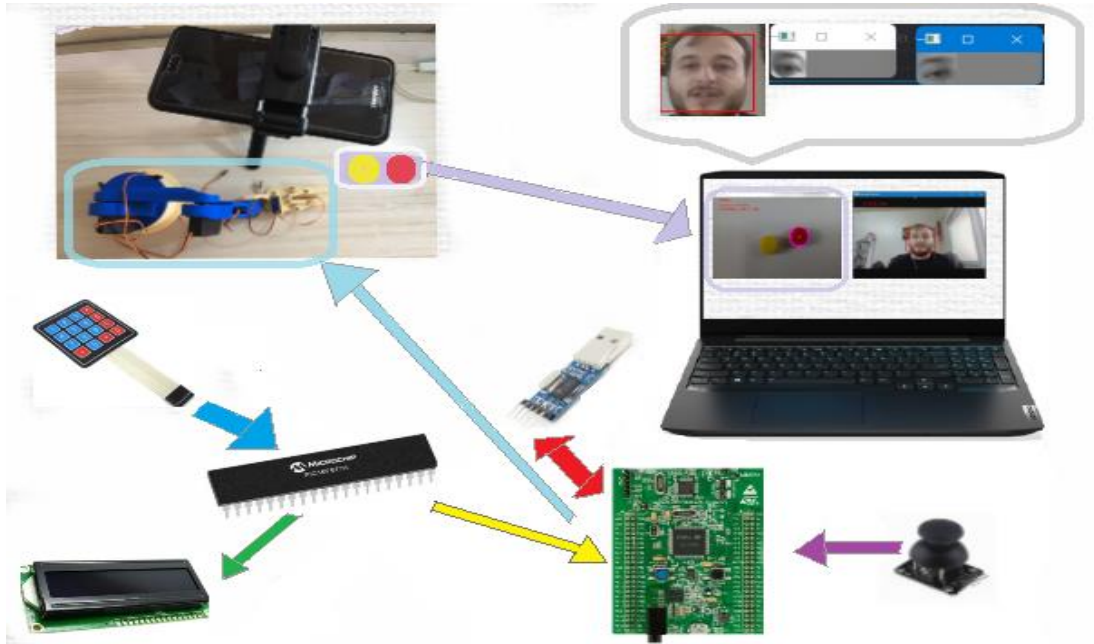
Display Variables settings

Name	Address	Type	Color
adc_kanal0_...	0x200000cc	unsigned 32-bit	...
adc_kanal1_...	0x200000d0	unsigned 32-bit	...
adc_kanal2_...	0x200000d4	unsigned 32-bit	...
adc_kanal3_...	0x200000d8	unsigned 32-bit	...
adc_kanal4_...	0x200000dc	unsigned 32-bit	...
adc_kanal5_...	0x200000e0	unsigned 32-bit	...
pc_gelenveri...	0x200000c6	unsigned 8-bit	...
pic16dan_gel...	0x200000c7	unsigned 8-bit	...
pwm_cikis0	0x200000e4	unsigned 32-bit	...
pwm_cikis1	0x200000e8	unsigned 32-bit	...
pwm_cikis2	0x200000ec	unsigned 32-bit	...
pwm_cikis3	0x200000f0	unsigned 32-bit	...
pwm_cikis4	0x200000f4	unsigned 32-bit	...
pwm_cikis5	0x200000f8	unsigned 32-bit	...

**VarViewer1**

Variable Name	Address/Expression	Read Value
adc_kanal0_dma	0x200000cc	12
adc_kanal1_dma	0x200000d0	342
adc_kanal2_dma	0x200000d4	614
adc_kanal3_dma	0x200000d8	784
adc_kanal4_dma	0x200000dc	228
adc_kanal5_dma	0x200000e0	4095
pc_gelenveri_sonuc	0x200000c6	0
pic16dan_gelen_sonuc	0x200000c7	1
pwm_cikis0	0x200000e4	505
pwm_cikis1	0x200000e8	681
pwm_cikis2	0x200000ec	833
pwm_cikis3	0x200000f0	900
pwm_cikis4	0x200000f4	617
pwm_cikis5	0x200000f8	2500

Şekil 2.37. Yüz-Göz bebeği tespiti gerçekleştirilmediğinde değişkenlerin durumu.



Şekil 2.38. Da Vinci Robot Optimizasyonu Projesi'nin şematiği

### **3.BULGULAR VE TARTIŞMA**

#### **3.1.Bulgular**

- Renk tespiti ayarlama menüsü ile tespit edilecek olan rengin ayarlanıp kaydedilmesi ile, renk, alan, merkez koordinat tespitlerinin doğru bir şekilde gerçekleştiği ancak işlem bölgesindeki ışıklandırma düzeyinin değişimi ile tespit işlemlerinde hataların ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.
- Göz bebeği tespiti işlemi için yapılan ayarlamaların sonucunda göz bebeği tespiti elde edilmiş olsa da tespit edilmedeki doğruluk oranı çok düşük olduğuna rastlanmıştır.
- Robot kontrolü için kullanılan joystick modülünün daha hassas değerlerde analog değer oluşturmamasından kaynaklı servo motorların kontrolünde hassasiyet yakalanamamıştır ayrıca joystick modülünün ayarlanan koordinatta kalmamasından dolayı robot kol kontrolünde zorluk yaşanmıştır.
- IP kameradan alınan görüntülerin bilgisayar ortamına çok fazla gecikmeli geldiği ve anlık olarak görüp hareket edilmede zorluk yaşattığı gözlemlenmiştir.
- Alan tespiti işlemlerini beyaz piksel sayısına göre yapılmış olup işlemin tam doğru olabilmesi için renk ayarlama menüsünde tespit edilecek renkli cismin tam olarak beyaz olduğu ve hiçbir siyah noktanın kalmadığı anda onaylanması gerektiği veya bu görüntüler üzerinde ayrıyeten morfolojik işlemler yapılması gerektiği gözlemlenmiştir.

#### **3.2 Tartışma**

- Da Vinci Robot Optimizasyonu projesi ile Da Vinci Robotlarında bulunmayan yorgunluk tespiti işlemi amaçlanarak eklenen göz bebeği tespitiyle; yapılacak işlem sırasında robotu kullanan operatörün işlem boyunca göz bebeği tespiti amaçlanmış bu sayede yorgunluk sebebiyle oluşabilecek iş kazalarının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Da Vinci Robotlarında olmayan bu özelliğin büyük risk taşıdığı da düşünülmektedir. Ayrıca projede var olan renk ayarlama menüsü, renk tespiti, alanın piksel olarak hesaplanması ve merkez koordinat hesaplanması sayesinde Da Vinci Robotunun endüstriyel kullanımının arttırılması amaçlanmış ilerleyen zamanlarda bu özelliklerin farklı kullanımıyla yapılacak işlemlerin otomatik hale gelmesi amaçlanabilir.

- Eklenen farklı özelliklerle birlikte Da Vinci Robotu Optimizasyonu projesi bu konu üzerinde ileride yapılacak çalışmalar için bir ön çalışma niteliğindedir. Da Vinci Robotu kullanım alanları, robot kollar ve Da Vinci Robotu nasıl çalıştığı konusunda birçok çalışma olsa da Da Vinci Robot Optimizasyonu projesi bu alanda bir ilktir.

## 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- Uygulanan görüntü işleme metodları sonucunda elde edilen göz bebeği tespiti ve bu tespitin kontrol mekanizmasına olan etkisi sonucunda çalışmaların daha güvenli yapılabileceği sonucuna (yapılan işlem sonrası sonuç) varılmıştır.
- Renk tespiti sonrası çıkarılan alan, merkez koordinat bilgileri işlemleri ile projenin endüstriyel kullanılabilir gösterilmiş olup bu kapsamda bu tespit işlemlerinin otonom hale getirilmesi, iki sektör arasında büyük bağlayıcı görevi gerçekleştirebilir.
- Renk ayarlama menüsü varlığıyla istenilen rengin ayarlanması sağlanmış bu sayede renk ayarlamak için başka bir mekanizmaya gerek kalmamıştır. Bu sayede yapılacak işlemlerin kolaylaştığı görülmüştür.
- Yüz tespiti işlemi gerçekleştirilerek cihazın operatör varlığında çalışması sağlanmıştır. Çalışmalar sonucu ilerleyen aşamalarda yüz tespitinin cihaz kullanma yetkisi olan kişiye özelleştirilerek, cihazın tek kişinin kullanımına açık hale getirilerek suistimallerin önüne geçebileceği öngörülmüştür.
- Projede robot kolun kontrolünün sağlanırken veri kaybı olduğu gözlenmiştir. Bu veri kaybının farklı yöntemlerle giderilmesi ile yapılacak işlemler sırasında işlem ortamında bulunma zorunluluğu olmadan uzaktan çalışma imkanı sağlamaya yönelik geliştirilebilir olduğu düşünülmüştür.
- Da Vinci Robotunun cerrahi dışında kullanımı yanı sıra endüstriyel kullanımı arttırılmaya çalışılmış özellikle tehlikeli ve hassas işlerde çalışanlar için kullanılarak iş kazalarının önüne geçeceği düşünülmüştür.
- Kullanılan 6 eksenli hareket yeteneğine sahip robot kol hareket yeteneği açısından geniş kullanım rahatlığı sağlamıştır. Buna ek olarak ilerleyen projelerde birden fazla robot kol kullanılarak çok daha kapsamlı ve çok daha geniş açılı işlemler yapılmasına olanak sağlayabileceği düşünülmüştür. Ayrıca robot kolun kontrolünde, rahat ve hassas kontrol sağlayabilir özellikte modül kullanılmasının buna ek olarak modülün ayarlanan noktada kalabilen özellikte olmasının daha etkili olacağı öngörülmüştür.
- Kullanılan robotik kolların uzaysal yer değişimi sağlanmasıyla yapılacak işlerde personel etkisi minimuma indirilerek oluşabilecek tehlikeli sonuçların engellenebileceği öngörülmüştür.
- Tüm bu eklenen özellikler ve Da Vinci'nin sahip olduğu üstün özelliklerle birlikte robotik cerrahi sistemi dışında endüstri başta olmak üzere birçok alanda kullanımı



artacağı düşünülmektedir. Bu sayede hızlı, güvenli, seçici işlemler yapılması ve işgücünde artış olacağı öngörülebilir. İş gücü artışının yanında, zamanda verimlilik sağlanması da en önemli avantajlarından olacağı düşünülmektedir. Kullanılan ekipmanlar açısından yüksek maliyetli olabileceği düşünülmektedir.

- Projedeki prototipin, ilerleyen projelerde küçük ve taşınabilir Da Vinci Robotu için bir ön çalışma niteliğinde olduğu düşünülmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- [1] Wikipedia.DaVinciSurgicalSystem, [https://en.wikipedia.org/wiki/Da\\_Vinci\\_Surgical\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Da_Vinci_Surgical_System), Erişim Tarihi:6 Mayıs 2022
- [2] Baca, B, “Da Vinci Robotu Nedir”, Bilgi Baca, <http://www.bilgibaca.com/da-vinci-robotu-nedir/>, Erişim Tarihi: 6 Mayıs 2022
- [3] Kırac, K. “Robottik cerrahi ve ürolojik ameliyatlar”. Mustafa Kırac. <https://www.mustafakirac.com/robotik-cerrahi-tarihcesi-akademik>. Erişim Tarihi:7 Mayıs 2022
- [4] Netinbag. ‘Robotik Kol Nedir?’, Netinbag, <https://www.netinbag.com/tr/technology/what-is-a-robotic-arm.html>, Erişim Tarihi: 8 Mayıs 2022
- [5] crearticle.com, ‘Robot Kol Nedir, Hangi Görevlerde kullanılır’, <https://www.ent.es.com.tr/endustriyel-robot-nedir-hangi-gorevlerde-kullanilir/> Entes, Erişim Tarihi: 8 Mayıs 2022
- [6] Usta, T, ‘Robotik Cerrahinin Tarihçesi’, Prof. Dr. Taner Usta, <https://www.jinekolojiderobotikcerrahi.com/robotik-cerrahinin-tarihcesi/>, Erişim Tarihi:9 Mayıs 2022
- [7] Çal, Ç, ‘Da Vinci Robotik Cerrahi Sistemi Nedir ve Ameliyatlarda Nasıl kullanılır?’, Medica, <https://www.medicana.com.tr/saglik-rehberi-detay/11846/da-vinci-robotik-cerrahi-sistemi-nedir-ve-ameliyatlarda-nasil-kullanilir>, Erişim Tarihi:10 Mayıs 2022
- [8] Baybora (2013). [http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/emekli/is\\_kazasi\\_ve\\_meslek\\_hastaligi/meslek\\_hastaligi](http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/emekli/is_kazasi_ve_meslek_hastaligi/meslek_hastaligi)
- [9] Bakırcı, Ç. M. “Uyku Nedir? Uygunun Evrimi, Günlük Uyku Süreleri ve Uyku Sırasında Düşme Hissi Üzerine...”. Evrim Ağacı. <https://evrimagaci.org/uyku-nedir-uygunun-evrimi-gunluk-uyku-sureleri-ve-uyku-sirasinda-dusme-hissi-uzerine-87>, Erişim Tarihi : 10 Mayıs 2022
- [10] Wikipedia. “Narkolepsi”. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Narkolepsi>. Erişim Tarihi: 12 Mayıs 2022
- [11] Wikipedia., “C++”. <https://tr.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>. Erişim Tarihi: 12 Mayıs 2022
- [12] Wikipedia., “C (programming language)”,

[https://en.wikipedia.org/wiki/C\\_\(programming\\_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/C_(programming_language))

[13] Wikipedia. “OpenCV” <https://tr.wikipedia.org/wiki/OpenCV>. Erişim Tarihi: 12 Mayıs 2022

[14] Pişkin, M. E. S. U. T. (2016). Opencv ile görüntü işleme.

[15] Kırbaş, İ., Yüksel, M. E., (2015)’’ ARM Tabanlı Gömülü Sistemlere Yönelik Açık Kaynak Kodlu Bulut Bilişim Uygulaması’’,Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 6(2)74-81, 76 Erişim Tarihi:12.05.2022, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/181678>

[16] Avila, R., “Embedded Software Programming Languages: Pros, Cons, and Comparisons of Popular Languages’’. EMBEDDED DEVELOPMENT TALK. <https://www.qt.io/embedded-development-talk/embedded-software-programming-languages-pros-cons-and-comparisons-of-popular-languages>. Erişim Tarihi:15 Mayıs 2022

## 6.ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : MALTAŞ Emre  
Uyruğu : TC  
Doğum tarihi ve yeri : 14.06.1998 - Aydın/Efeler  
Telefon : (538) 521 59 97  
Faks : -  
E-posta : emremaltass@gmail.com

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

**Lise:** Aydın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi - Elektrik Elektronik Bölümü Görüntü ve Ses Sistemleri Dalı (2016)

**Lisans:** Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi - Biyomedikal Mühendisliği Bölümü (2022)

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

- STAR ELEKTRONİK (Efeler/Aydın) “Elektrik-Elektronik Teknisyen” Temmuz 2016 – Ağustos 2016
- STAR ELEKTRONİK (Efeler/Aydın) “Elektrik-Elektronik Stajyer Teknisyen” Haziran 2015 – Ağustos 2015
- BALKAN ÇIRÇIR MAKİNELERİ SAN. LTD. ŞTİ (Efeler/Aydın) “Elektrik-Elektronik Stajyer Teknisyen” Temmuz 2014 – Temmuz 2014

## **Kişisel Bilgiler**

Soyadı, adı : BACAKSIZ Mehmet Ali  
Uyruğu : TC  
Doğum tarihi ve yeri : 03.09.1999 – Muğla/Bodrum  
Telefon : (539) 575 65 69  
Faks : -  
E-posta : mhmetaliii@outlook.com

## **Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)**

**Lise:** Milas Gürel Lök Anadolu ve Sağlık Meslek Lisesi Acil Tıp Teknisyenliği Bölümü (2017)

**Lisans:** Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü (2022)

## **Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:**

- Milas 75. Yıl Devlet Hastanesi “Acil Tıp Teknisyeni Stajyeri” (2016)
- Acıbadem Bodrum Hastanesi “Ameliyathane Servisinde Stajyer” (2016)
- Özel Bodrum Hastanesi (Bodrum Amerikan Hastanesi) “Acil Servis Stajyeri” (2017)
- Özel Bodrum Hastanesi (Bodrum Amerikan Hastanesi) “Acil Tıp Teknisyeni” (Haziran 2017 – Kasım 2017)