T.C.
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ

ÇİZGİ İZLEYEN ROBOT

BİTİRME TEZİ

Hazırlayan
ABDULKADİR KÖSE 2014010225038

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Ahmet DEMİR

2019 KARABÜK

ÖNSÖZ

Lisans öğrenimim sırasında başta bölüm başkanımız olmak üzere, üzerimde emeği geçen bütün hocalarıma bana öğrettikleri üniversite ve hayat dersleri için, bu tez çalışmamda bana her türlü moral ve motivasyonu sağlayan sevgili ev arkadaşlarıma ve tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımlardan dolayı danışman hocam Prof. Dr. Ahmet Demir'e içten dileklerimle teşekkür ederim.

KABUL VE ONAY

Abdulkadir KÖSE tarafından hazırlanan "Çizgi İzleyen Robot" başlıklı bu tezin Lisans Bitirme Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım14./06/2019

Tez Danışmanı

Prof.Dr.Ahmet DEMİR

Bu çalışma jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalında Lisans Bitirme Tezi olarak kabul edilmiştir14./06./2019

Tez Jürisi

Başkan : Prof. Dr. Ahmet DEMİR

Üye: Dr. Öğr. Ü. Kenan Işık

Üye: Prof. Dr. Gökhan Gökoğlu

KBÜ Mühendislik Fakültesi , Mekatronik Mühendisliği Mezuniyet Komisyonu ve Bölüm Başkanlığı bu tezi Lisans Bitirme Tezi olarak onamıştır.14./06/2019

Dç. Dr. İbrahim Çayıroğlu

Mekatronik Müh. Bölüm Bşk.

KABUL VE ONAY

Abdulkadir KÖSE tarafından hazırlanan "Çizgi İzleyen Robot" başlıklı bu tezin Lisans Bitirme Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım14./06/2019

Tez Danışmanı

Prof.Dr.Ahmet DEMİR

Bu çalışma jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalında Lisans Bitirme Tezi olarak kabul edilmiştir14./06./2019

Tez Jürisi

Başkan : Prof. Dr. Ahmet DEMİR

Üye: Dr. Öğr. Ü. Kenan Işık

Üye: Prof. Dr. Gökhan Gökoğlu

KBÜ Mühendislik Fakültesi , Mekatronik Mühendisliği Mezuniyet Komisyonu ve Bölüm Başkanlığı bu tezi Lisans Bitirme Tezi olarak onamıştır.14./06/2019

Dç. Dr. İbrahim Çayıroğlu

Mekatronik Müh. Bölüm Bşk.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖNSÖZ……..1

İÇİNDEKİLER…….....2

ÖZET……3

GİRİŞ……4

BÖLÜM 1…….....5

1.1.Robot Nedir?.....5

1.2.Robotun Kısa Tarihi……..6

1.3. Robotun 3 Yasası……7

1.4.Çizgi İzleyen Robot……...8

1.4.1.Çalışma Prensibi…….....9

BÖLÜM 2…….....14

KULLANILAN MATERYELLER……14

2.1.Arduino……14

2.1.1.Arduino Temel Özellikleri……14

2.1.2.Arduino Uno……..15

2.2. QTR-8RC Kızıl Ötesi Çizgi Takip Sensörü……16

2.2.1. QTR-8RC Kızıl Ötesi Çizgi Takip Sensörü Çalışma Prensibi……..17

2.3 Redüktörlü DC Motor……....17

2.3.1.DC Motor Çeşitleri ve Kullanım Alanları……..18

2.4.Motor Sürücü Kartı……20

2.5.Lipo Batarya……21

2.6.Diğer Materyeller……..22

2.7.Çizgi İzleyen Robot Pisti……..23

BÖLÜM 3…….....24

KULLANILAN YÖNTEMLER……24

3.1.Mekanik Kısım……24

3.2.Elektronik Kısım……25

3.3.Yazılım Kısmı……26

3.3.1.Kod Kısmı……26

3.3.2.PID Kontrolör……31

3.3.2.1.DC Motorun PID Denetleyici ile Kontrolü……..31

SONUÇ……32

KAYNAKÇA……....33

EKLER……34

ÖZET

Çizgi takip eden robotlar günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte endüstriyel alanda bir süredir kullanılmaktadır. Genellikle büyük sanayi kuruluşlarında lojistik ve otomasyon bölümlerinde fazlaca gereksinim duyulan niteliksiz insan gücü yerine çizgi izleyen robotlar yer almaktadır.

Bu çalışmada; daha önce yapılan projeler incelenmiş, daha sonra temel görevi olan çizgi takip etme işlemini devam ettirebilecek bir robot tasarım üzerine çalışılmıştır. Bu noktada çizgi takip etme işleminin yazılımsal anlamda ihtiyaçları karşılayabilmesi ve yeni sistemleri destekleyebilmesi amaçlanmıştır.

Tasarım ve programlama esnasında ortam koşullarından meydana gelebilecek iş güvenliği hassasiyetleri de analiz edilmiştir.

Bu çalışmada; genel hatlarıyla birlikte bir çizgi izleyen robotun hobi olarak kullanılmasının üstüne giderek başka konularda da yazılımsal ve programsal olarak verebileceği destekler araştırılarak bu ve bunun gibi diğer hobi robotlarına olabilecek katkısı irdelenmiştir.

GİRİŞ

Günümüzde araştırma, eğitim, ticari, endüstriyel, uzay görevleri veya değişik amaçlar için gezgin robot sistemleri tasarlanmaktadır. Kara, deniz, hava ve uzay gibi değişik ortamlarda hareket etmek üzere tasarlanmış gezgin robot sistemleri vardır.

Robot tasarımı mekanik, elektronik, bilgisayar donanımı ve yazılımını içeren birden çok konuda uzmanlık gerektirir. Bu sistemler; elektronik denetleyici, iletişim sistemi, ortam algılayıcıları, hareket denetimi için ek devreler, yön bulucu ve bilgisayar programı ile operatör giriş/çıkış yazılımı ve donanımı içermektedir .

Bu çalışmada, beyaz bir platform üzerine çizilmiş olan siyah çizgiyi takip eden bir gezgin robot tasarımı yapılmış ve gerçekleşmiştir.

BÖLÜM 1

1.1.Robot Nedir?

Robot, mekanik sistemleri ve bunlarla ilişkili kontrol ve algılama sistemleri ile bilgisayar algoritmalarına bağlı olarak akıllı davranan makinelerdir.Yeniden programlanabilen; maddeleri , parçaları, aletleri, programlanmış hareketlerle yapılacak işe göre taşıyan veya işleyen çok fonksiyonlu makinelerdir. Robot, bu konuda çalışmalarıyla tanınan Maja Mataric'in yaptığı tanıma göre, ortamdan topladığı verileri dünyası hakkında sahip olduğu bilgiyle sentezleyerek, anlamlı ve amaçlarına yönelik bir şekilde hareket edebilen ve bunu güvenli bir biçimde yapabilen bir makinedir.

Bir mekanizmanın robot olarak adlandırılabilmesi için dört temel kısmı içermesi gerekir. Bu temel kısımlar; robotun çevresindeki verileri algılayabilmesi için gerekli sensörler , verilerin toplanmasını ve kontrolü sağlayan elektronik devreler, bu sensör verilerini kullanarak robotun amacına uygun matematiksel ve mantıksal işlemler ile karar verme olayının gerçekleşmesini sağlayan bir program ve verilen kararlar doğrultusunda gerekli hareketleri gerçekleştirebilecek bir mekanik düzenektir.

1.2.Robotun Kısa Tarihi

Robot sözcüğünü ilk olarak Çek oyun yazarı Karel Capek kullandı. Robot kelimesi, Çek diline göre esir anlamını taşıyordu. Capek, 1921'de yazdığı Rossum'un Evrensel Robotu adlı oyunda robotların insanlar gibi işe gideceklerini, fabrikalarda çalışacaklarını ve bir süre sonra dünyayı yöneteceklerini anlatıyordu. Daha sonra Capek'in oyununda kullandığı "robot" sözcüğü bir çok dile girdi ve bilim kurgu film yazarlarının ortak sözlüğünde yerini aldı.

1950 yılında Psikolog William Gery Walter, ilk otonom robotu üretti. Ürettiği robot kaplumbağalar, fotoelektrik göze, ilerlemesini sağlayan motora ve yükselticilere sahipti. Bu kaplumbağalar, duyumsal uyarlamayla hareket eden ilk robotlar oldu.

1968 ile 1972 yılları arasında Stanford Araştırma Enstitüsü'nde geliştirilen Shakey ismindeki robot, iki yönde hareket edebilme ve hareketlerini kendi kendine tasarlayabilme özelliğine sahipti. Shakey ile birlikte otonom robotlara doğru önemli bir adım atıldı.1980'lerin başında araştırmacı Rodney Brooks "dünyanın en iyi modeli kendisidir" düşüncesini savunarak
hiçbir planlama yapmadan sadece çevresindeki etkilere tepki gösterecek bir robotun daha başarılı olacağını savundu.

1984 yılında psikolog olan Valentino Broitenberg,"Araçlar" adında bir kitap yayınladı. Kitapta, çok basit algılayıcı ve motorlardan oluşan 14 tane değişik araçta çok karmaşık davranışların gözlemlenebileceğine dair düşünsel deneyler yer alıyordu.
Brooks bu kitap sayesinde karmaşık düşünce zincirinden kurtuldu ve bazı böceklerden esinlenerek ucuz ve başarılı robot örnekleri ortaya çıkardı. O dönemde bu yaklaşıma tepkisel mimari adı verildi
Rodney Brooks'un 1990 yılında tasarladığı Attila isimli 30 cm'lik böcek robotun üzerinde 23 motor, 10 mikro işlemci ve 150 adet algılayıcı vardı. Attila, engellerin üzerine tırmanabiliyor, dik inişler yapıyor ve tutunarak kendisini 25 cm. yüksekliğe çekebiliyordu.

Brooks'un yapay zeka anlayışında izleme, avlanma, ileri geri gitme gibi ilkel hareketler yer alıyordu.

Mars yüzeyinde araştırma yapması için üretilen Amber'in doğum tarihi 1990. Uzaya gönderilmek üzere tasarlanan Amber'in 5 santimetre boyu ve 6 bacağı vardı. Mars'ın engebeli yüzeyinde, hendeklere, çukurlara düşmemesi için devasa büyüklükte üretilen Amber, 3 boyutlu yön bulma yeteneğine de sahipti.

Rodney Brooks 1990 yılında tasarladığı Atilla ismindeki robotun daha gelişmişi olan Cog'u üretti. Cog, kafa gövde ve iki koldan oluşan insan görünümüne yakın robotlardan biriydi. İnsanlarla etkileşime girebilen Cog çok az da olsa öğrenme yeteneğine sahipti.
1998 yılında NASA'nın da desteklediği Nomad adında bir robot üretildi. Nomad'ın üretilme sebebi, Antartika'da gök taşı avına çıkmak ve aydaki buzullarla ilgili araştırmalar yapmaktı.

1.3. Robotun 3 Yasası

Rus asıllı olan ABD'li bilim adamı-yazar Isaac Asimov, bilim kurgu türündeki romanlarıyla ve halkın anlayabileceği düzeyde yazdığı bilimsel kitaplarıyla tanınmaktadır.

Robotlarla ilgili birçok araştırması olan Asimov yazdığı Liar adlı kitabında robotların 3 yasasından bahsetmektedir.

Bu yasaya göre;

1. Bir robot kesinlikle bir insana zarar vermez veya kayıtsız kalarak bir insanın zarar görmesine neden olamaz.

2.Birinci yasa ile çelişmediği sürece bir robot insanlar tarafından verilen komutlara uymak zorundadır.

3.Birinci ve ikinci yasa ile çelişmediği sürece bir robot kendi varlığını korumak zorundadır.

1.4.Çizgi İzleyen Robot

Çizgi izleyen robot belirli bir yolu otonom olarak takip edebilen robottur. Bu yol siyah zemin üzerinde beyaz renkte ya da beyaz zemin üzerinde siyah renkte olabilir.

Çizgi izleyen robotlar yarışma ve hobi amaçlı robotlar olmasına rağmen, geliştirildikleri takdirde endüstride belirli bir yol üzerinde malzeme taşımak için ya da kafeler ve dükkanlarda aynı amaçla kullanılabilir. Çizgi izleyen robot ile ilgili önemli olan konu belirli olan çizgiyi kaybetmemeyi sağlayacak düzgün kontrol ve hızdır.

Çizgi izleyen robotlar temelde hobi üzerine yapılabilecek otonom robotlardır. Aynı zamanda programlamaya giriş içinde başlangıç oluşturmaktadır. Sensörlerden gelen lojik bilgileri değerlendirerek kendi kendine karar verme yetisine sahip olur. Biraz daha gelişmiş olan çizgi izleyen robotlar bu bilgileri yorumlayarak hareket organlarına sonuç komutları iletebilir. Bu robotlar 20 cm’3 ebatlarında genelde hafif olan robotlardır.

1.4.1.**Çalışma Prensibi**

Çizgi izleyen robotların çalışması giriş üniteleri, karar verme ünitesi ve çıkış ünitesi başlıkları altında incelenebilir.

1.4.1.1 **Giriş Ünitesi**

Giriş üniteleri beyaz zemin üzerindeki siyah çizgiyi ya da siyah zemin üzerindeki beyaz çizgiyi ayırt edebilmek için kullanılan elemanlardan oluşmaktadır.

Çizgi izleyen robotlarda kullanılabilecek farklı sensör seçenekleri mevcuttur. Bunlardan ilki LDR (Light Dependent Resistor) yani ışığabağlı dirençlerdir.

LDR ‘lerin dirençleri, LDR üzerine düşen ışığın şiddeti ile ters orantılı olarak değişir. LDR ve led kullanarak yapılacak bir sensör devresi ile ışık zemine yansıtılır ve zeminden geri yansıyan ışığa göre LDR' nin değişen direnci kullanılarak siyah ve beyaz renk ayırt edilir. Ancak LDR' nin sensör olarak kullanılması için değişen direnç değerinin programda işlenmesi gerekir. LDR nin sensör olarak kullanımı gerek sensör devresinin hazırlanması gerekse kontrol açısından diğer sensör seçeneklerine göre daha teferruatlı olduğundan çok tercih edilmez. Bir diğer sensör seçeneği QRD1114 yansımalı sensörlerdir.

QRD1114 siyah bir hazne içerisine yerleştirilmiş bir infra-red yayıcı diyot ve bir adet NPN fototransistörden oluşur.

Diyotun yaydığı ışık zemin üzerinde yansıyarak fototransistörü tetikler. Beyaz zeminde yansıyan ışık siyah zeminden daha fazla olacağından renklerin ayırımı sağlanır ve analog sinyal alınır. QRD1114 algılaması iyi ve kullanımı kolay bir sensördür. Ancak hem biraz pahalı olduğundan hem de her yerde kolaylıkla temin edilemediğinden CNY70 kontrast sensörleri QRD1114 sensörlere göre daha sık kullanılır.

CNY70 kontrast sensörü içerisinde bir adet fotodiyot ve bir adet fototransistör bulunur. Fotodiyot 950 nm dalga boyunda bir ışık yayar(IR ışık).

Fototransistörün base'i bu IR ışığın zemine çarpıp geri yansımasıyla tetiklenir. Bu şekilde siyah ve beyaz zeminlerde IR ışığın geri yansıması farklı olacağından CNY70 kontrast sensörü ile siyah ve beyaz renklerin ayırt edilmesi sağlanmış olur.

1.4.1.1.1. **CNY70 Kontrast Sensörünün 74HC14 Schmitt Triger ile Kullanılması**

CNY70 kontrast sensörü analog sinyaller üretir. Analog sinyallerin mikrodenetleyicide işlenmesi için bu sinyaller 74HC14 schmitt triger çevirici kullanılarak digital sinyallere çevirilir. CNY70 kontrast sensörü siyah renk algıladığında analog sinyal değeri 0 V olmaktadır.

74HC14 schmitt triger çevirici ile bu analog sinyal lojik 0 değerine çevirilerek mikrodenetleyiciye gönderilir. CNY70 kontrast sensörü beyaz rengi algıladığında ise analog sinyal değeri 5 V olur ve 74HC14 schmitt triger çevirici bu değeri lojik 1 değerine çevirip mikrodenetleyiciye gönderir.

1.4.1.2. **Karar Verme Üniteleri**

Kullanılan mikrodenetleyici devresi, çizgi izleyen robotun karar verme ünitesidir.
74HC14 schmitt triger çeviriciden alınan sinyaller mikrodenetleyicinin giriş portlarına gönderilir. Mikrodenetleyici bu sinyalleri yazılan programa göre işler ve çizginin yerini belirleyerek motor çıkışlarına uygun sinyalleri gönderir.
Çizgi izleyen robot projeleri için PIC16F84 ya da PIC16F628 gibi 16 bacaklı bir mikrodenetleyici yeterli olacaktır.

1.4.1.2.1.**PIC16F84 Mikrodenetleyici**

PIC16F84 18 pinli bir mikrodenetleyicidir. Bu pinlerden 13 tanesi I/O (giriş/çıkış) portudur. Bunların dışında Vdd, Vss, MCLR ve osilatör girişleri bulunur.
Sahip olduğu flash bellek sayesinde clock girişlerine uygulanan sinyal kesilse de registerleri içindeki veri saklandığından clock sinyali yeniden verildiği zaman program kaldığı yerden çalışmaya devam eder. I/O portlarından girilen digital sinyalleri yüklenmiş olan programa göre işleyerek digital çıkışlar verir.

Temel Özellikleri
*Çalışma gerilimi 2 V - 5.5 V 'tur.
*4 MHz - 20 MHz arasındaki hızlarda çalışabilir.
*PIC16F84 1 Kbyte 'lık bir program belleğine sahiptir.
*Bellek hücrelerinden her birinde 14 bitlik veri saklayabilir.
*Program belleği elektriksel olarak yazılıp silinebilir (flash),programın çalıştığı sırada ise sadece okunabilir.
*PIC16F84 'ün iki banktan meydana gelen 68x8 byte'lık bir RAM belleği vardır.
*PIC CPU sunun çalışmasını kontrol eden RAM bellekteki file register'lardır. File register 'ların haricindeki bellek alanı ise normal RAM bellek olarak kullanılır.

PIC16F84 64 byte 'lık bir EEPROM veri belleğine sahiptir.
PIC16F84 mikrodenetleyicisinin 13 tane I/O protundan 5 tanesi A portu (RA0 - RA4), 8 tanesi de B portudur (RB0 - RB7).
Portların giriş ve çıkış yönlendirmeleri PIC içerisinde bulunan özel bir yönlendirme registeri olan TRIS registeri ile yapılır.

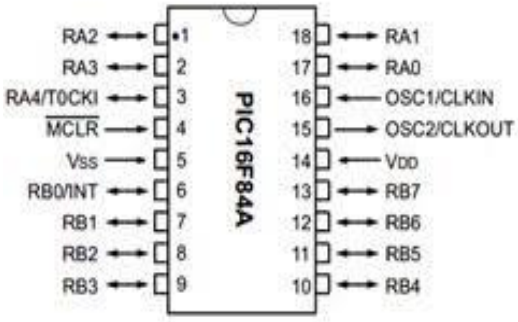
1.4.1.2.2. **PIC16F628 Mikrodenetleyici**

PIC16F628 de PIC16F84 gibi 18 bacaklı bir mikrodenetleyicidir. Ancak PIC16F84'ten farklı olarak 16 tane I/O pini vardır. Vdd ve Vss pinleri hariç tüm pinlerinin birden fazla işlevi vardır ve her biri gerektiğinde I/O pini olarak kullanılabilir.

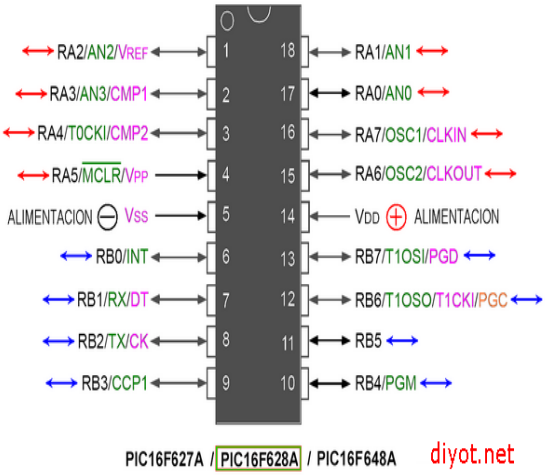
Temel Özellikleri
*Çalışma gerilimi 3.0 V - 5.5 V 'tur.
*Çalışma hızı PIC16F84 ile aynıdır, 4 MHz ile 20 MHz aralığında çalışabilir.
*Elektriksel olarak yazılıp silinebilir.
*PIC16F84 ten farklı olarak 2Kx14 word lük Flash program belleği vardır.
*Ram belleği 224x8 byte, EEPROM veri belleği ise 128 byte 'tır.
*PIC16F628 'in data belleği 4 bank 'a ayrılmıştır ve bu bank 'larda genel amaçlı registerler ve özel fonksiyon registerleri bulunur.
*PIC16F628 kendi iç RC osilatörüne sahiptir.
*16 I/O pininin 8 tanesi A portu 8 tanesi de B portudur.

1.4.1.3 **Çıkış Üniteleri**

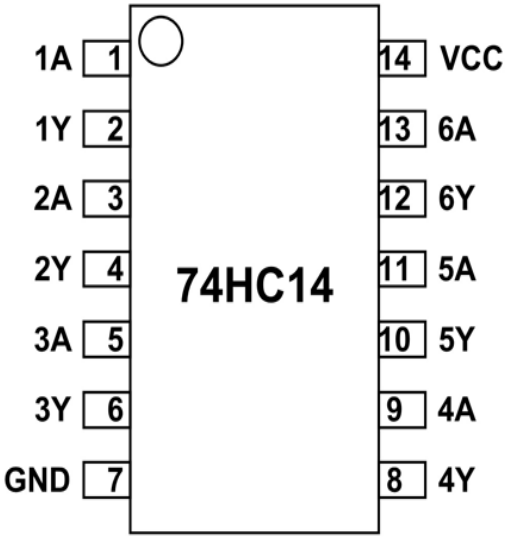
Çıkış üniteleri çizgi izleyen robotun hareket üniteleri olan motor sürücü ve motorlardır.
Çizgi izleyen robotlarda genellikle iki adet redüktörlü dc motor kullanılır.
Mikrodenetleyicilerin çıkışları direkt DC motorları sürmek için yetersiz olduğundan motorları sürmek için çıkışlarını yükseltmek gerekir.
Bunun için transistör ya da özel motor sürücü entegreler kullanılır.



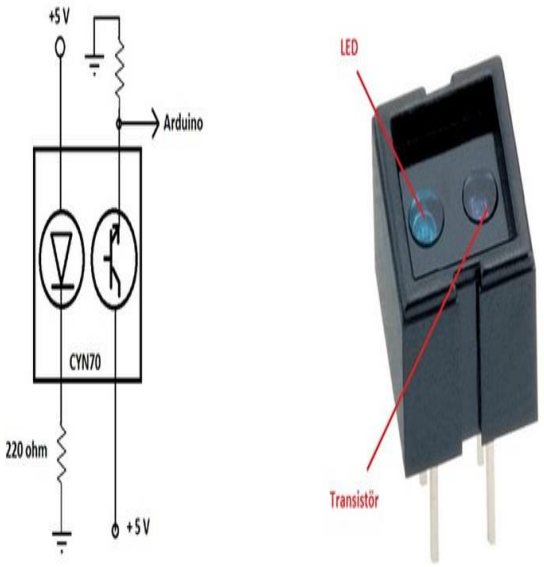
Şekil 1.1 PIC16F84 Mikrodenetleyici



Şekil 1.2 PIC16F628 Mikrodenetleyici



Şekil 1.3 74HC14 Schmitt Triger



Şekil 1.4 CNY70 Sensör

BÖLÜM 2

KULLANILAN METARYELLER

2.1. **Arduino** :

Arduino, kullanımı kolay bir donanıma ve yazılıma dayalı açık kaynak bir prototip platformdur. Programlanabilir bir devre kartı (mikrodenetleyici olarak adlandırılır) ve bilgisayar kodunu karta yazıp yüklemek için kullanılan Arduino IDE (Entegre Geliştirme Ortamı) adlı hazır bir yazılımdan oluşur.

2.1.1 **Arduino Temel Özellikler**

Arduino kartları sensörlerden gelen analog, dijital giriş sinyallerini okuyabilir veya bir motoru aktive etmek, LED'i açma / kapama, buluta bağlanma gibi bir çok eylemi yürütebilir.

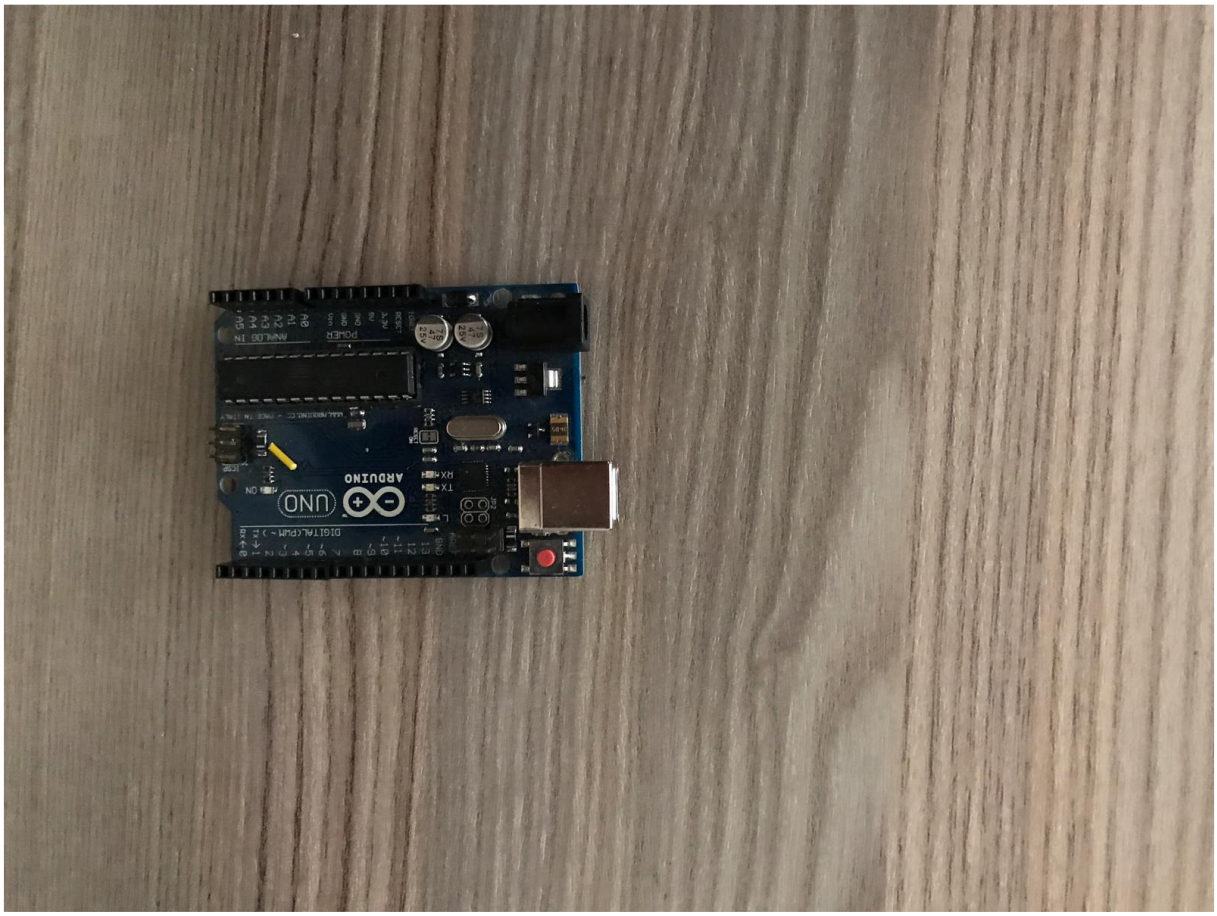
Arduino IDE (yükleme yazılımı olarak adlandırılır) aracılığıyla karttaki mikro denetleyiciye bir dizi komut göndererek kart görevlerinizi kontrol edebilirsiniz.

Önceki programlanabilir devre kartlarının çoğundan farklı olarak, Arduino'ya yeni bir kod yüklemek için ekstra bir donanım parçası (programcı denir) gerekmiyor. Sadece bir USB kablosu kullanabilirsiniz.

Ayrıca, Arduino IDE programlamayı öğrenmeyi kolaylaştıran basitleştirilmiş C ++ dili kullanıyor.
Son olarak, Arduino mikro denetleyicinin işlevlerini daha erişilebilir kılan kütüphaneler barındırır.

2.1.2 **Arduino Uno**:

Arduino'nun en yaygın kullanılan kartı olduğu söylenebilir. Arduino Uno'nun 14 tane dijital giriş / çıkış pini vardır. Bunlardan 6 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir. Ayrıca 6 adet analog girişi, bir adet 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, power jakı (2.1mm), ICSP başlığı ve reset butonu bulunmaktadır.

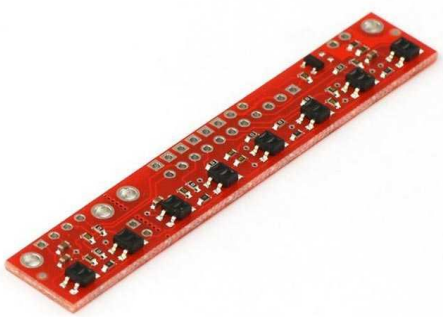


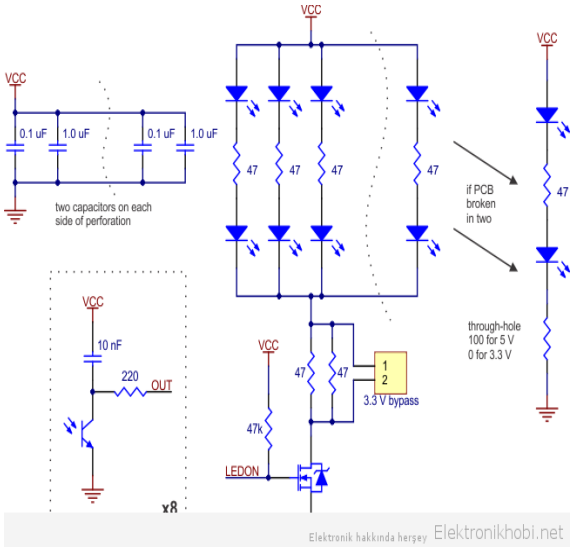
Şekil 1.5 Arduino Uno kartı

2.2 **QTR – 8RC Kızıl Ötesi Çizgi Takip Sensörü:**

Bu Reflektans - Yansıtıcı Sensör Modülü, daha çok bilinen adıyla Çizgi Takip Sensöründe, 0,375" board üzerine monte edilen 8 IR LED / fotransistör çifti bulunur. Bu durum, modülü, hat - çizgi takip eden robot için mükemmel bir çizgi takip sensörü dedektör yapar.

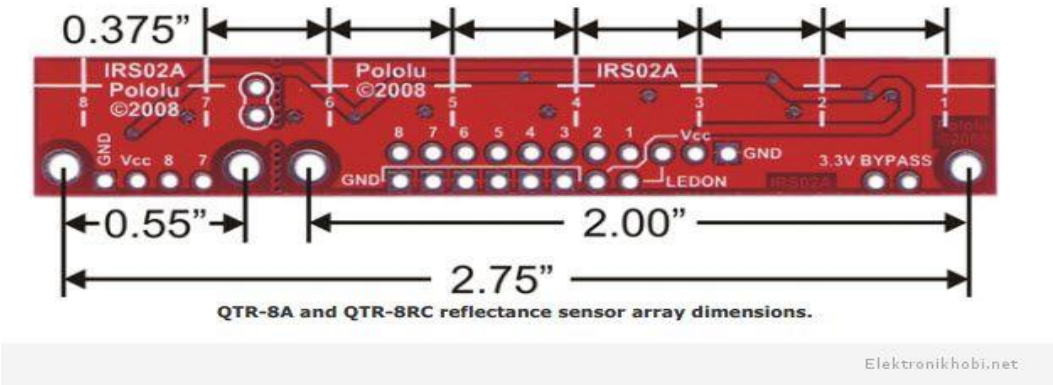
LED çiftleri, akım tüketimini yarı yarıya azaltmak için seri olarak düzenlenir. LED'lerin döndürülmesine izin verir ve ek algılama veya güç tasarrufu seçenekleri için kapanır. Her sensör, ayrı bir dijital G / Ç tarafından ölçülebilir çıktı sağlar.





Şekil 1.6 Qtr-8RC Kızıl Ötesi Çizgi Takip Sensörü

Şekil 1.7 Qtr-8RC devre şeması



Şekil 1.8 Qtr-8RC pin bağlantısı

2.2.1. **QTR – 8RC Kızıl Ötesi Çizgi Takip Sensörü Çalışma Prensibi:**

QTR-8RC yansıma sensörü genellikle bir çizgi sensörü olarak kullanılır. Ama genel amaçlı proximity(yakınlık) veya yansıma sensörü olarak da kullanılabilir. Modül üstünde 8 adet IR alıcı ve verici çifti vardır. Sensörü kullanmak için öncelikle OUT pinine uygun gerilimi uygulanır.

QTR-8RC sensöründe digital çıkışın HIGH seviyesinden LOW seviyesine geçme süresini ölçerek karşısında bir cisim olup olmadığı anlaşılabilir. QTR-8RC sensöründe 11 adet pin bağlantısı vardır. Biri GND, biri VCC, biri LED ON ve 8 tane sensör çıktısı. GND ve VCC'yi bağlayıp 3.3V veya 5V ile beslenilebilir. LED ON tasarruf için tasarlanmıştır.

Uygulamanızda sensörü kullanmadığınız anlar varsa LED ON pinini GND yapıp ledleri kapatabilirsiniz ama hiç bağlamasanız da olur. Zaten bu pin devrede kendiliğinden HIGH durumundadır. QTR-8RC Sensör çıkışlarını denetleyicinizin digital pinlerine bağlayın.

2.3. **Redüktörlü DC Motor:**

DC motor, düz akım elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinedir. Motorun içinde yer alan sargılara elektrik akımı uygulandığında, yine motorun içerisinde bulunan sabit mıknatıslara zıt yönde oluşan manyetik kuvvetin etkisi ile hareket etme prensibine dayanır. Bu akımın yönünün, sürekli olarak sabit mıknatısa ters manyetik alan oluşturacak şekilde değiştirilmesi gereklidir. Bu değişim, fırçalı motorlarda motorun sarımlarına temas eden fırçalar ile, fırçasız motorlarda ise elektronik hız kontrol devresi tarafından yapılır.

Elektrik motorları yapıları ve beslemeleri gereği belli bir hızın altında istenilen torku üretemezler. Tork ve düşük hız istendiğinde aktarma organlarına ihtiyaç duyarlar. Redüktör de bu görevi yerine getiren bir dişli sistemidir.

Şekil 1.9 12V 3000Rpm Redüktörlü DC Motor

2.3.1.**DC Motor Çeşitleri ve Kullanım Alanları**:

Temelde fırçalı DC motorlar, fırçasız DC motorlar, step motorlar ve servo motorlar olarak çeşitleyebileceğimiz DC motorların her birinin karakteristik olarak iyi yapabildikleri ve o kadar başarılı olmadıkları alanlar mevcuttur.

***Fırçalı DC Motorlar:**

En temel çeşit DC motor tipidir. Redüktör ile beraber veya redüktörsüz şekilde birçok projede kullanılırlar. Avantajları kolay bir şekilde sürülebilmeleri, dezavantajları ise fırça ya da kömür ismi verilen aşınan parçalarının periyodik olarak değiştirilmesi gerekliliğidir.

***Fırçasız DC Motorlar:**

Fırçalı DC motorların yerini almaları için tasarlanmıştır. Çalışmaları için ESC ismi verilen özel sürücü devreleri kullanılır. Avantajları, sürtünmenin en az düzeyde olması sayesinde verimliliklerinin çok yüksek olması ve fırça gibi aşınan parça olmaması sayesinde yüksek performans ihtiyaç duyulan uygulamalarda kullanılır. Dezavantajları ise sürücü ile sürülmek zorunda olmasıdır.

***Step Motorlar:**

Konumlama hassasiyeti en yüksek motor çeşididir. 2 ve 3 boyutlu yazıcılarda kullanılırlar. Çok hassas konumlama yapabilmelerine karşın fazla akım çekerler ve hareket hızları fırçalı ve fırçasız motorlara göre daha yavaştır.

***Servo Motorlar:**

0 ile 180 derece arasında istenilen konumda yapabilecek motorlardır. RC (uzaktan kumandalı) araçlarda kullanılması için tasarlanmıştır. Sürekli dönebilen tipte servo motorlar piyasada bulunsa da, asıl amaçları RC uçak, helikopter, araba gibi araçlarda kanat, direksiyon, kontrol yüzeyi gibi parçaların açısını kontrol etmektir. Avantajları, harici bir sürücü devresine ihtiyaç duymamaları; dezavantajları ise hareket ettirmek için bir mikrokontrolcü veya RC kumanda alıcısına gerek duymalarıdır.

2.4.**Motor Sürücü Kartı(L298P)**:

Arduino kartınız ile iki DC motoru, her birinin hızını ve yönünü bağımsız olarak kontrol etmenizi sağlar. Arduino Motor Shield sadece harici kaynak üzerinden beslenmelidir. Çünkü L298 entegresi 2 ayrı güç bağlantısına sahiptir, biri lojik diğeri motor beslemesi için. Gerekli olan motor akımı çoğunlukla Usb'nin vereceği maks. akımı geçecektir.

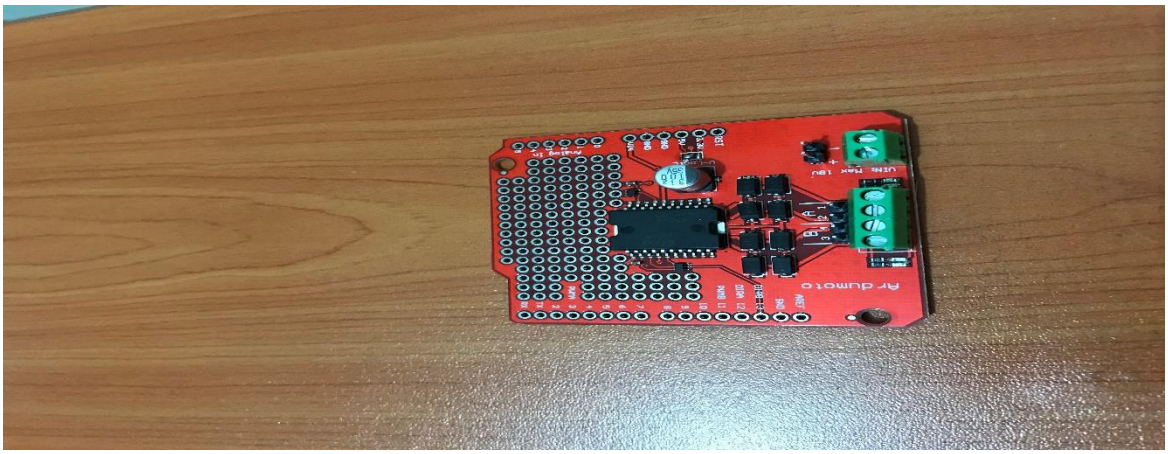
Harici besleme adaptör ile veya batarya ile verilebilir. Adaptör arduino üzerindeki 2.1mm merkez pozitif güç soketinden veya sürücü üzerindeki VMS ve GND klemenslerinden polarite dikkat edilerek bağlanabilir. Ancak her zaman gücün sürücü üzerindeki klemensten verilmesi önerilir. Çünkü arduino üzerindeki güç soketinden verildiği zaman motorların çektiği akım arduino üzerinden geçerek sürücüye ulaşacaktır.

Arduino Vin hattı üzerinden en fazla 1A akım geçicek şekilde yapıldığı için 1A'den fazla akımlarda arduino kartı zarar görebilir. Bu yüzden harici güç her zaman sürücü üzerindeki klemensten verilmelidir.

Motor shield A ve B isimli iki bağımsız kanala sahiptir. Bu kanalların her birinin kontrolü 2 arduino pini ile yapılır. Shield tarafından toplamda 4 pin kullanılmaktadır. Bu kanallar ayrı ayrı kullanılarak 2 ayrı DC motoru veya beraber kullanılarak 1 unipolar veya bipolar stepmotor sürülebilir.

Shield üzerinde 1 adet L298P motor sürücü entegresi mevcuttur. L298 H-köprüsü kullanmaktadır ve her bir kanal 2A’ya kadar desteklemektedir.

Üzerinde aktif yönü gösteren Ledler bulunmaktadır ve bütün sürücü hatları back EMF için diyot korumalıdır.Arduino boardlarına kolaylık oturtulabilir ArduMoto shield ile iki motoru bağımsız olarak sürelebilir.



Şekil 2.0 298P Motor Sürücü Kartı

2.5.**Lipo Batarya:**

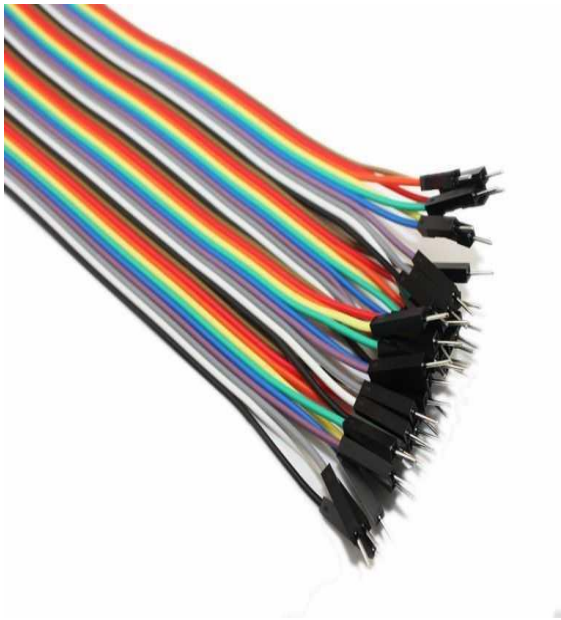
Lityum polimer bataryalar daha yaygın olarak kullanıla sıvı elektrolitin yerine bir polimer elektroliti sistemi ile çalışan ve tekrar şarj edilebilir bir lityum iyon batarya tipidir.

Lipo hücreleri, laptop'larda,Rc araçlarda, dronlarda ve birçok akıllı telefonlarda kullanılmaktadır. Lipo bataryalar iletkenliğini yüksek yarı iletken polimerlerden oluştururlar .

Şekil 2.1 Lipo Batarya

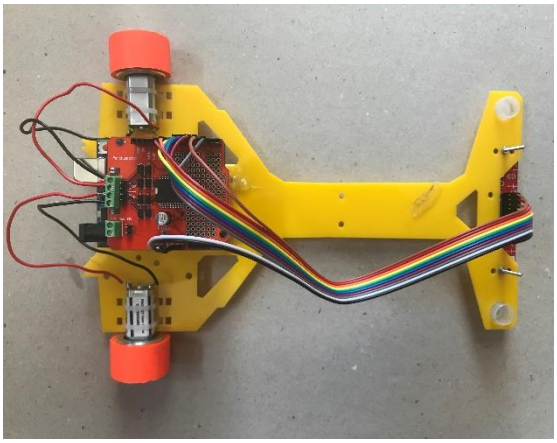
2.6.Diğer Materyeller:

Şekil 2.2 Normal teker



Şekil 2.3 jumper kablo

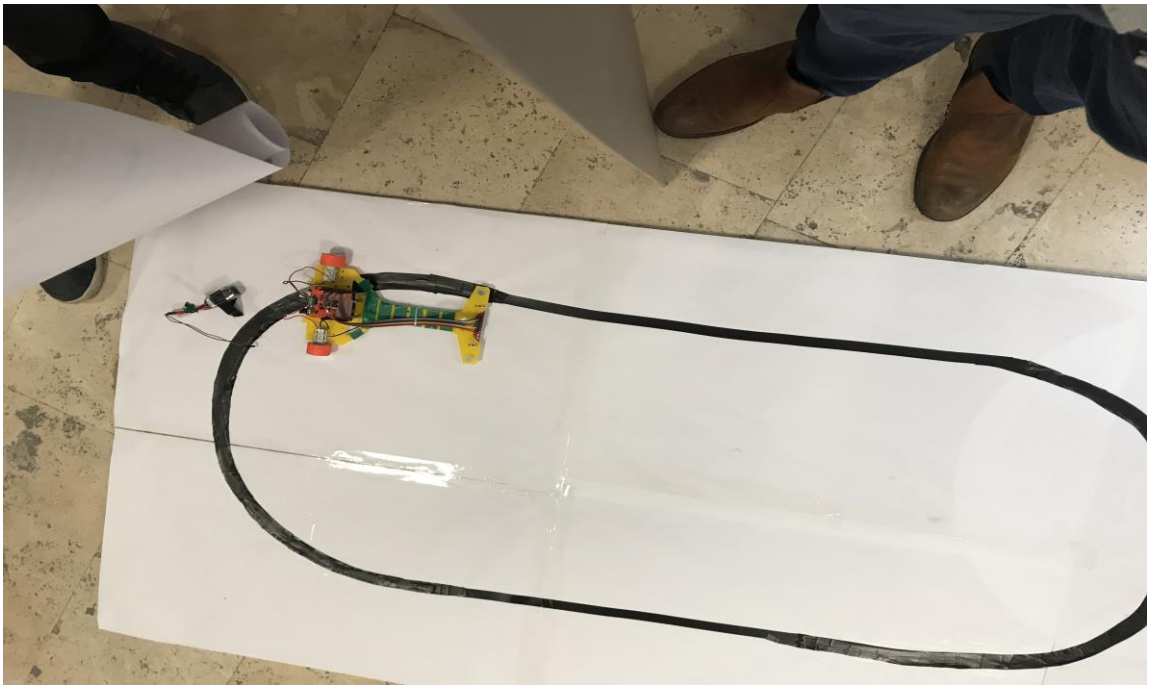
Şekil 2.4 Sarhoş teker



Şekil 2.5 3D Printer Çıktısı Şase

2.7.Çizgi İzleyen Robot Pisti :

Pistin yapım aşamasında eni 48 ve boyu 103 cm bir sunta kullanılmıştır. Bu suntanın üzeri A4 kağıtları ile tamamen kaplanmıştır. Bunun nedeni yapılan robotun beyaz zemin üzerinde siyah çizgi izlemesidir. Siyah çizgi is elektrik bantları ile yapılmıştır yapılan pist üzerinde robot başarıyla hareket etmiştir.



Şekil 2.6 Çizgi İzleyen Robot Pisti

BÖLÜM 3

KULLANILAN YÖNTEMLER

3.1.Mekanik Kısım:

Robotun yapımı için verilen ölçüler malzeme listemize göre verilmiştir. Burada belirtilen ölçümlerin esneklik payı mevcuttur ve isteğe göre belli kıstaslar içerisinde değiştirilebilir.

Ana kasa üzerinde açılan delikler diğer malzemelerde göz önüne alınarak açılmalıdır.

Çizgi izleyen robotta tüm malzemeler alınan çıktı malzemesi üzerine oturtulmalıdır. Bu yüzden çıktı malzeme üzerinde açılan delikler diğer malzemelerin büyüklüklerine bağlı olarak açılmalıdır.
Projede 18cm X 19,5cm ebatlarında 5mm kalınlığında sert gövde oluşturulmuştur.

Ön sarhoş teker için 9 mm çapında önden 3cm geride bir delik açılmıştır. Arka kısımda motorlar için 4 adet 2mm çapında delik açılmıştır.

Gövde üzerinde toplam 5 delik vardır. Bu deliklerin arasında kalan kısım ise elektronik aksamın oturtulması için bırakılmıştır. Sensör devresi gövdenin ön kısmına yerleştirilecektir.

Çizgi izleyen robotta 2 adet 4mm çapında redüktörlü DC motor kullanılmıştır. DC motorlarının hızının dakikada 40 devir veya daha hızlı olması gerekmektedir. Bu projede kullanılan motor 12V DC gerilimle çalışmaktadır. DC motorların ana şaseye bağlanması için kelepçeler, motor sürücüsüne bağlanması için ise 25 cm uzunluğunda kablolar kullanılmıştır. DC motor açılan deliklerden geçen kelepçeler sayesinde monte edilmiştir.

Tüm bu bağlantı işlemleri yapıldıktan sonra çizgi izleyen robotun siyah yolu algılamasında kullanılacak sensör takılır. Algılama devresi siyah yolu takip edeceğinden sensörleri 0.5cm mesafeye gelecek şekilde yerleştirilmelidir.

Çizgi izleyen robot yapımında iki adet 12V DC motor kullanılmıştır.(Şekil 1.9.) Bu motorlar yüksek akım çekeceğinden motorları beslemek için şarjlı pil yada harici bir besleme kaynağının kullanılması daha uygundur.

Devreye 9V DC gerilim verildiğinde motorlar üzerinde yaklaşık 6.35V DC gerilim olmaktadır. Bu motorları düşük hızda döndürmektedir. Gerilim seviyesi motorların dönme hızına bakılarak ayarlanmalıdır. Motorların hızlı dönmesi durumunda sensör hassasiyetinin çok iyi olması gerekmektedir. Bunun için sensör hassasiyet derecesi motorların dönme hızı için önemli bir kıstastır. Bu iki husus birlikte değerlendirilerek devrenin gerilim seviyesi ayarlanmalıdır.

3.2.Elektronik Kısım:

Şase çıkartıldıktan sonra elektronik elemanları birbirine bağlama evresi gerçekleştirildi. İlk önce kısa kablolar sayesinde dc motor lehimlenerek motor sürücüsüne bağlandı.

Motor sürücüsüne de headerlar lehimlendi ve arduino kartının üzerine takıldı. QTR-8RC sensörü de şaseye yerleştirildikten sonra jumperlar ile motor sürücüsüne bağlandı.

3.3.Yazılım Kısmı:

Yazılım kısmında Arduino yazılımında PID kontrolör kullanarak çizgi izleyen robotun kontrolü sağlandı. Motor sürücüsü ve sensöre uygun kod yazıldı.

3.3.1.**Kod Kısmı**:

```
#include <QTRSensors.h>

#define sagtabanhiz 100

 #define soltabanhiz 100

 #define sagmotoryon 13

 #define sagmotorpwmpin 11

#define solmotoryon 12

 #define solmotorpwmpin 3

 int sensor=10;

QTRSensorsRC qtrrc((unsigned char[]) { 2, 4, 5, 6, 7 , 8, 9, 10}
,8, 2500, QTR_NO_EMITTER_PIN);

unsigned int sensorValues[8];

void motorkontrol(int sagmotorpwm, int solmotorpwm){

if(sagmotorpwm<=0) {

 sagmotorpwm=abs(sagmotorpwm);

digitalWrite(sagmotoryon, LOW);

analogWrite(sagmotorpwmpin, sagmotorpwm);

}
```

```
else {
digitalWrite(sagmotoryon, HIGH);
analogWrite(sagmotorpwmpin, sagmotorpwm);
}
if(solmotorpwm<=0) {
 solmotorpwm=abs(solmotorpwm);
digitalWrite(solmotoryon, LOW);
analogWrite(solmotorpwmpin, solmotorpwm);
 }
 else {
digitalWrite(solmotoryon, HIGH);
analogWrite(solmotorpwmpin, solmotorpwm); }
 }
void frenle(){motorkontrol(0,0);}
 void hafifsagadon(){motorkontrol(-100,100);}
void hafifsoladon(){motorkontrol(100,-100);}
void setup() {
```

```
delay(2000);
 pinMode(sensor,INPUT);
pinMode(sagmotoryon, OUTPUT);
pinMode(sagmotorpwmpin, OUTPUT);
pinMode(solmotoryon, OUTPUT);
pinMode(solmotorpwmpin, OUTPUT); int i;
digitalWrite(13,HIGH);
for (int i = 0; i < 200; i++) {
if ( 0 <= i && i < 5 ) hafifsagadon();
if ( 5 <= i && i < 15 ) hafifsoladon();
if ( 15 <= i && i < 25 ) hafifsagadon();
 if ( 25<= i && i < 35 ) hafifsoladon();
if ( 35<= i && i < 45 ) hafifsagadon();
if ( 45<= i && i < 55 ) hafifsoladon();
 if ( 55 <= i && i <65 ) hafifsagadon();
 if ( 65 <= i && i < 75 ) hafifsoladon();
 if ( 75 <= i && i < 85 ) hafifsagadon();
if ( 85 <= i && i <90 ) hafifsoladon();
```

```
if ( i >= 90 ) {frenle();
delay(5);
}
qtrrc.calibrate();
delay(4);
 }
digitalWrite(13,LOW);
delay(2000);
Serial.begin(9600);
 }
int sonhata = 0;
float Kp = 0.09;
 float Kd = 0.8;
 int sagmotorpwm = 0;
int solmotorpwm = 0;
 int zemin=0;
```

```
void loop() {
 unsigned int sensorValues[8];
 unsigned int position = qtrrc.readLine(sensorValues,1,zemin);
int hata = position-3500;
if ( sensorValues[0]<100 && sensorValues[7]<100 ) {
zemin=0; }
if ( sensorValues[0]>500 && sensorValues[7]>500 )
{ zemin=1; }
int duzeltmehizi = Kp * hata + Kd*(hata - sonhata);
sonhata = hata;
sagmotorpwm = sagtabanhiz + duzeltmehizi ;
 solmotorpwm = soltabanhiz - duzeltmehizi ;
 sagmotorpwm = constrain(sagmotorpwm, -100, 110);
solmotorpwm = constrain(solmotorpwm, -100, 110);
motorkontrol(sagmotorpwm,solmotorpwm);
 }
```

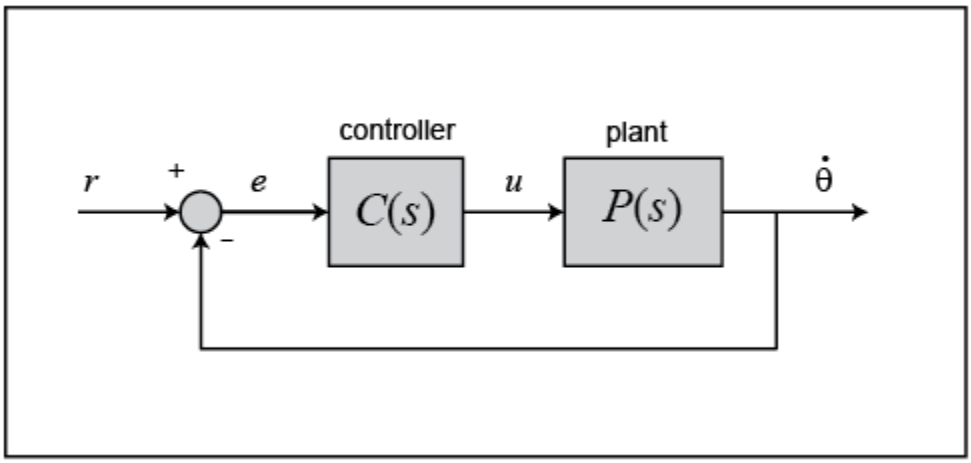
3.3.2.**PID Kontrolör**:

PID kontrolör, oransal, integral ve türevsel kontrolün etkilerinin üstünlüklerini tek bir birim içerisinde birleştirilen bir kontrolör türüdür.

PID kontrolörü oluşturan oransal, integral, türev kazançlarının her biri sistemin çalışmasına çeşitli şekillerde etki etmektedir. Kp, Kd ve Ki parametrelerinin dengeli ayarı ile uygun bir kontrolör sağlanabilir. Eğer bu katsayılar dengeli bir şekilde ayarlanmayacak olursa, PID kontrolörün sağlayacağı üstün özelliklerden yararlanılamaz.

3.3.2.1. **DC Motorun PID Denetleyici ile Kontrolü**:

Sistemimiz iki kısımdan oluşmakta birincisi DC Motorun modellemesi diğeri PID modellemesi bunlar bütün sistemimizin alt sistemlerini oluştur. Şekilde bütün sistem ve alt sistemleri verilmiştir.



PID kontrolcü kısmını sistemimize eklemek için modelimizi kullanarak PID denklemlerini yazılır;

$$C(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s = \frac{K_d s^2 + K_p s + K_i}{s}$$

SONUÇ

Sonuç olarak genelde hobi olarak yapılan ve robot yarışmalarına katılmak için kullanılan fakat yeni olarak endüstri sektöründe de kullanılan çizgi izleyen robotun çalışma prensibini benimsemiş oldum.

Arduino kartını programlamayı daha iyi benimsediğim için hata katsayısını en aza indiren PID kontrolör ile çizgi izleyenin robot kontrolünü gerçekleştirdim ve başarılı oldum.

Robotun programlanmasında açık kaynak kodlara sahip arduino işletim sisteminin kullanılması robot maliyetlerini azaltmış ve programlama işlemlerinde kolaylık sağlamıştır.

Ayrıca arduino işlemcilerin kullanılması hem parça tedarik kolaylığı hem de müdahale edilebilirlikte kolaylık sağlamıştır .

Sağlanan sistem sayesinde çizgi izleyen robottan artık otonom olarak hareket sağlandı.

KAYNAKÇA

[1] https://www.robimek.com

[2] https://www.direnç.net

[3] https://www.makerobotistan .com/

[4] https://www.robotiksistem .com/

[5] http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11655/2853/ce9d8ad3-131d-4c92-ab86-6f5d517e2f3c.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[6] http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/ 24

[7]NEWTON, C. B. , "Robotik Mekatronik ve Yapay Zeka", Bileşim Yayıncılık, 1-14, 74-89, 2005.

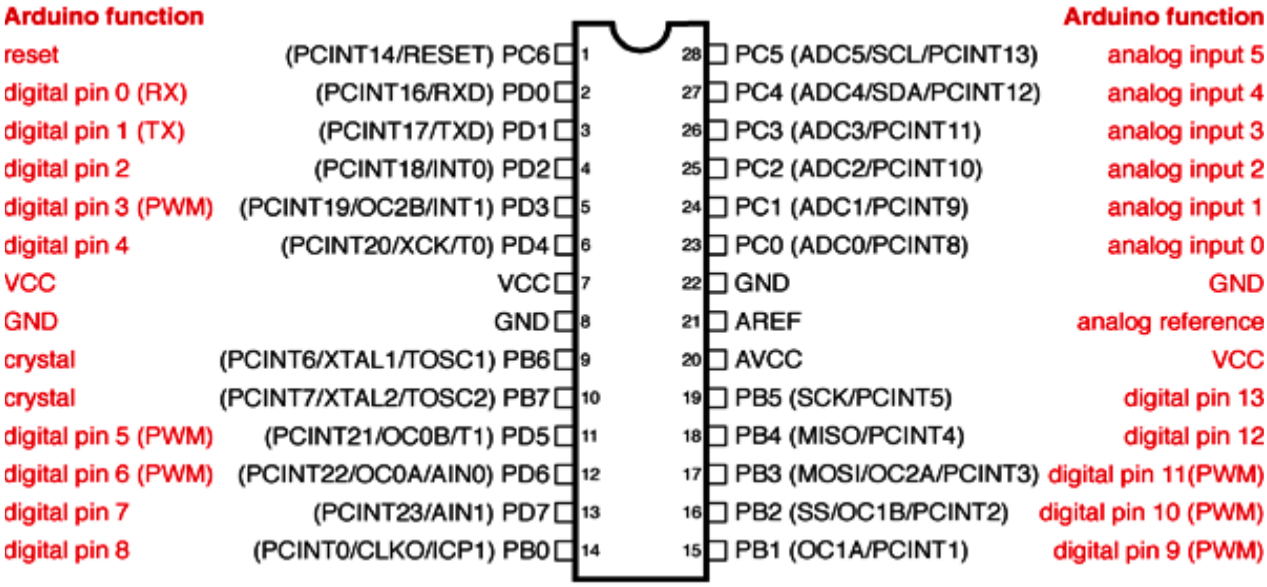
[8]Türker, T. Tekerlekli Gezgin Robotlarda Sistematik Odometri Hatalarının Belirlenmesi ve Azaltılması, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

[9]Özdemir, Y. Çizgi İzleyen Gezgin Bir Robotun İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

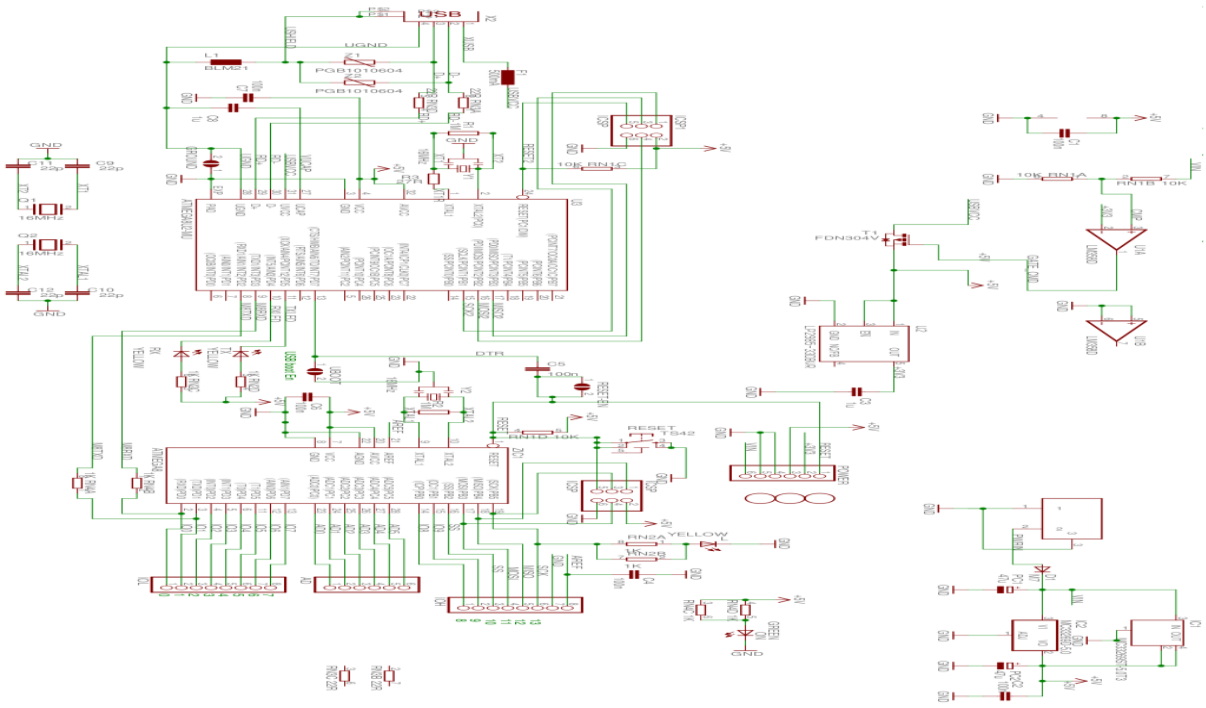
[10] Akbatı, O. Çizgi Takip Robotunun Modellenmesi ve Denetleyici Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi

EKLER

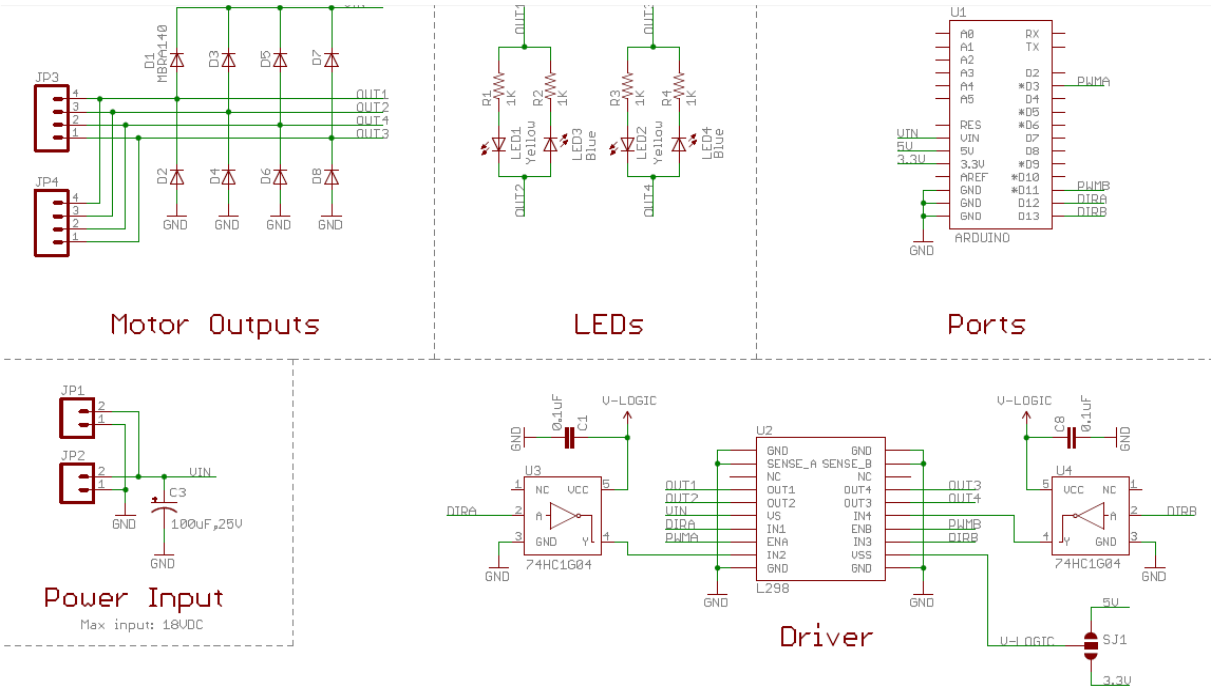
EK-1 ARDUINO UNO PİN YERLEŞKESİ:



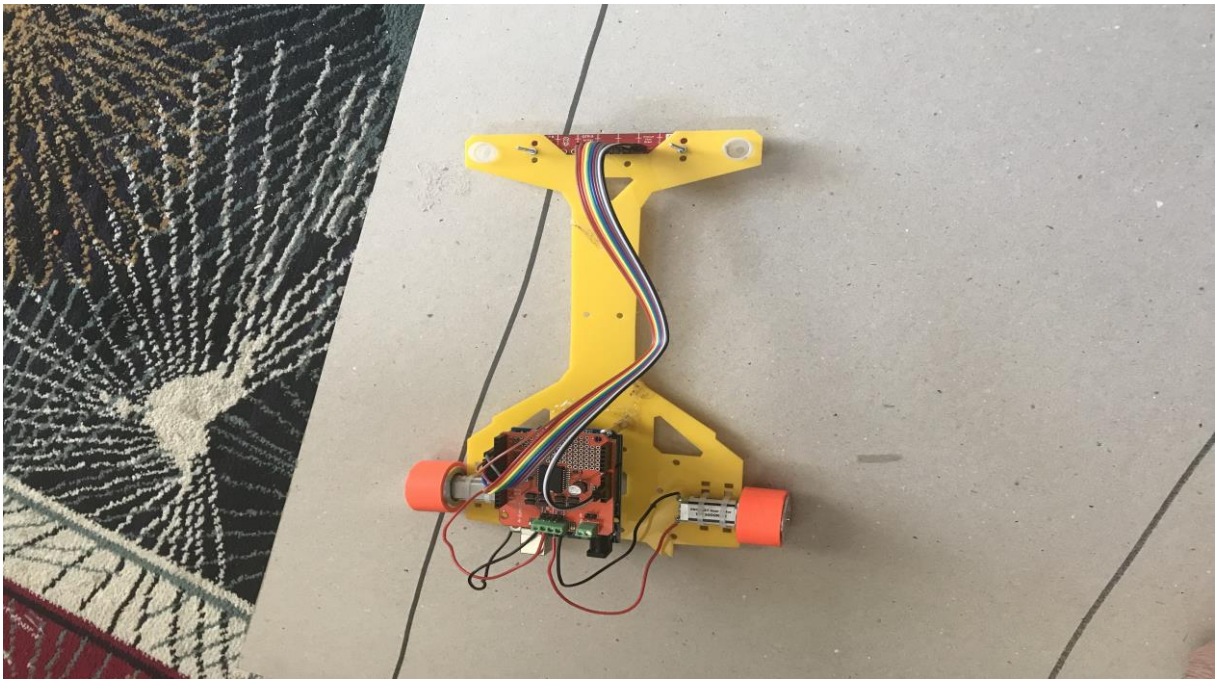
EK-2 ARDUINO UNO DEVRE ŞEMASI:

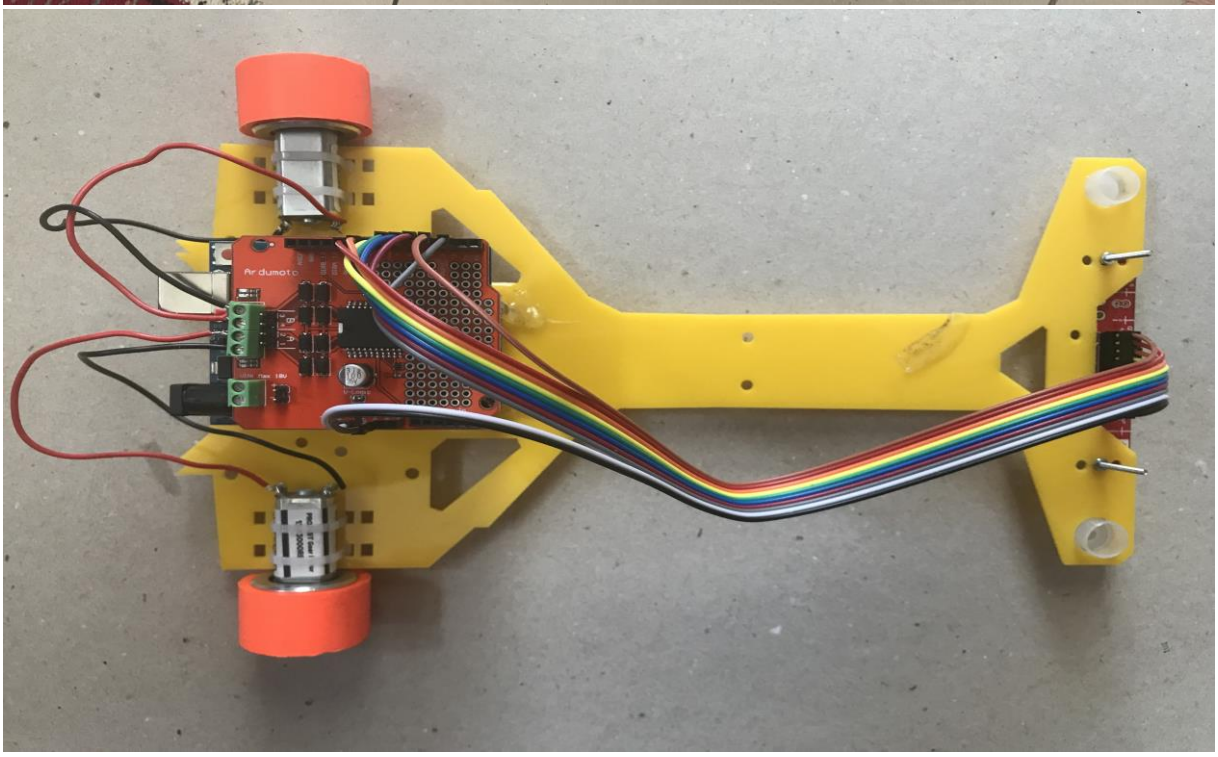
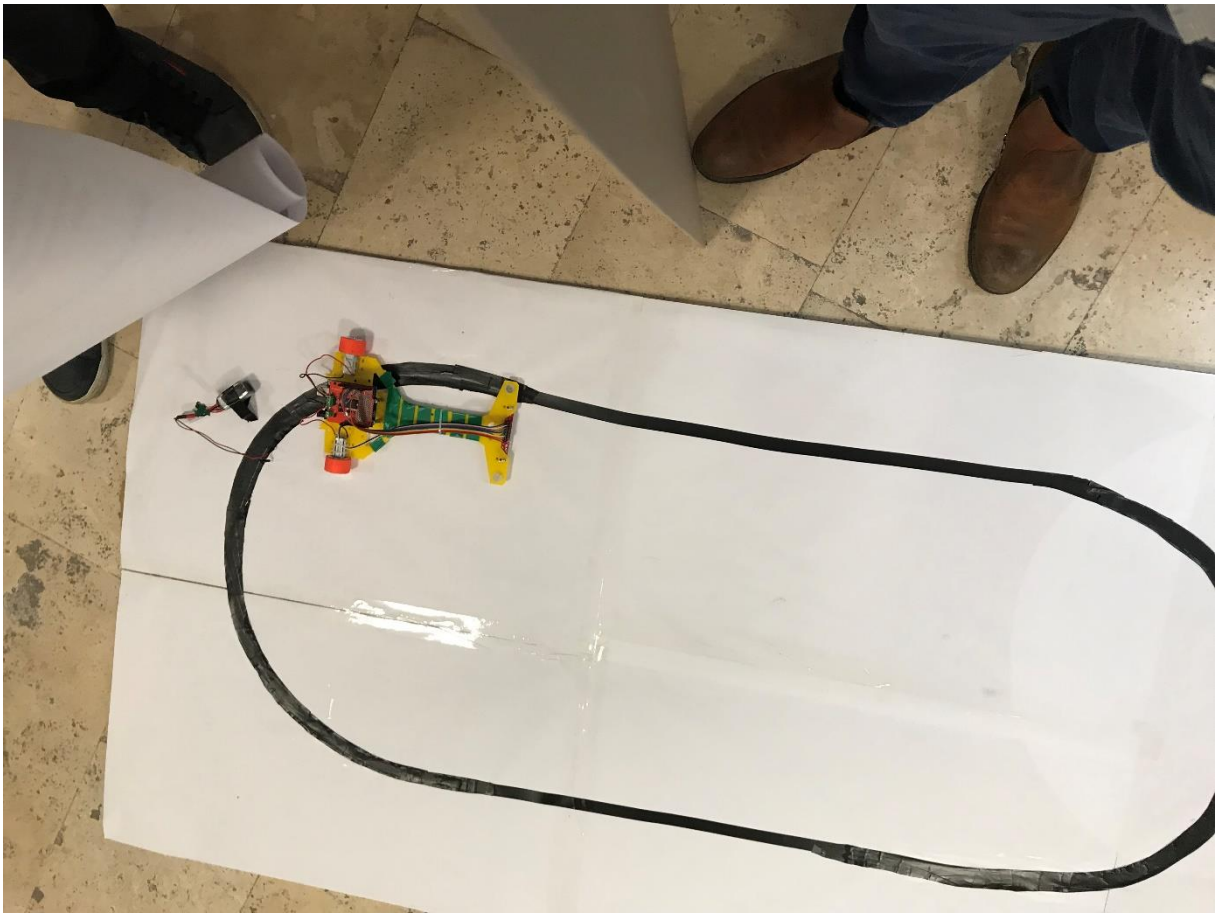
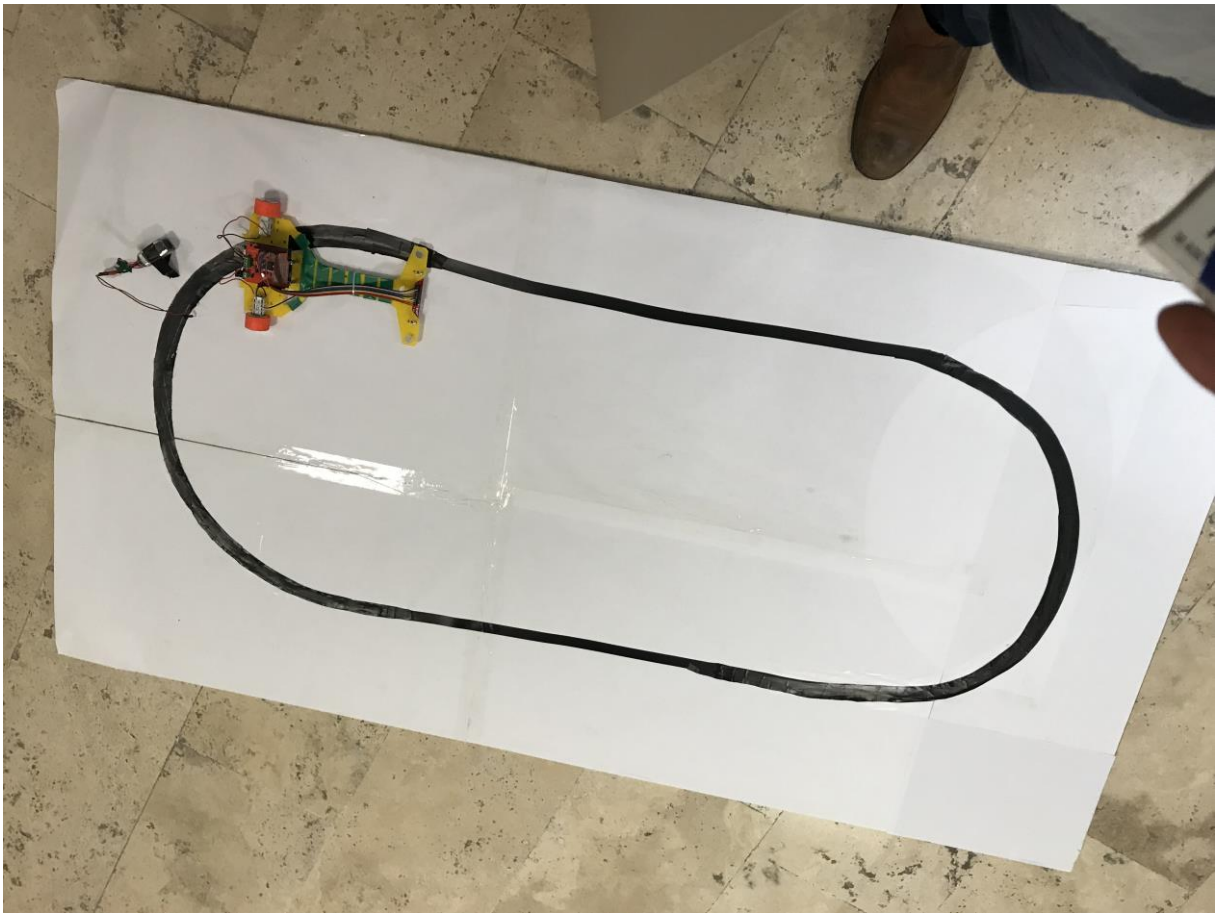


EK-3 ARDUINO MOTOR KORUMA DEVRE ŞEMASI:



EK-3 PROJE FOTOĞRAFLARI:





KARABÜK ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ARDUINO KONTROLLÜ ÇİZGİ İZLEYEN ROBOT
HAZIRLAYANLAR
ABDULKADİR KEÇİŞ
ZEKİ ÖZÜDOĞRU
PROJE DANIŞMANI
PROF.DR.AHMET DEMİR
GİRİŞ
PROJE KONSEPTİ
SONUÇ
KAYNAKÇA