

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

SANAYİDE DİJİTAL TEKNOLOJİLER YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI

leblebiler

PROJE ADI

fezabot

BAŞVURU ID

374213

İçindekiler

1. Özet	4
2. Takım Organizasyonu	5
2.1. Takım Üyeleri	5
2.2. Organizasyon Şeması ve Görev Dağılımı	6
3. PROJE MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRMESİ	7
4. ARAÇ TASARIMI	8
4.1. Sistem Ön Tasarımı	8
4.2. Aracın Mekanik Tasarımı	8
4.2.1. Mekanik Tasarım Süreci	8
4.2.2. Malzemeler	13
4.2.3. Üretim Yöntemleri	18
4.2.4. Fiziksel Özellikler	19
4.3. Elektronik Tasarım, Algoritma ve Yazılım Tasarımı	19
4.3.1. Elektronik Tasarım Süreci	19
4.3.2. Algoritma Tasarım Süreci	20
4.3.3. Yazılım Tasarım Süreci	25
4.4. Dış Arayüzler	26
5. GÜVENLİK	26
6. TEST	27
6.1. MUKAVEMET VE STATİK DENGE TESTLERİ	27
6.2. MOTOR VE BATARYA SİSTEMLERİNİN TESTLERİ	27
6.3. SENSÖR VE ÇİZGİ TAKİBİ TESTLERİ	27
6.4. QR KOD OKUMA VE YÜK ALMA/İNDİRME İŞLEMLERİNİN TESTLERİ	27
6.5. KONTROL EKRANI (GUI) YAZILIM TESTLERİ	27
7. TECRÜBE	28
8. ZAMAN, BÜTÇE VE RİSK PLANLAMASI	29
8.1. ZAMAN PLANLAMASI	29
8.2. BÜTÇE PLANLAMASI	30
9. Özgünlük	32
9.1. Mekanik Tasarımın Özgünlüğü	32
9.2. Yazılımın Özgünlüğü	32
9.3. Elektronik Sistemin Özgünlüğü	32

10. YERLİLİK	33
11. KAYNAKÇA	33



1. Özet

Fezabot ismini verdiğimiz otonom robotumuz ile başlayan serüvende bu değişimin bir öncüsü olmayı amaçlıyoruz. Robotumuz, otonom bir şekilde çalışarak fabrika içi organizasyon işlerini gerçekleştirebilecek şekilde tasarlandı. Dikdörtgen yapıda olan robotumuz; belirlenen yolu takip etme, ortam hakkında bilgi verme, yükü otonom alabilme ve engel algılama özelliklerine sahip olacaktır. Güvenlik olarak sigortalar kullanılacak ve ani durumlar için stop butonu bulunacaktır. Her şeyden önce güvenlik ön planda tutulacaktır.

QR kodlar ile kendisine atanan görevleri yerine getirebilecek yeteneklere sahip olacaktır.

Robotun enerjisi li-on pil ile sağlanacaktır. Aracın durumunun takip edilebilen ve bilgilendirme yapılabilen bir ekranın bulunan kontrol paneli bulunmaktadır. Aracın yazılım algoritması şu şekildedir:

Mikrodenetleyici atanmış bir görev var mı diye kontrol eder, eğer atanmış bir görev varsa engel fonksiyonunu çalıştırır, üzerindeki MZ80 kızıl ötesi algılama sensörü ile engel var mı diye devamlı olarak kontrol eder. Herhangi bir engel algılaması durumunda belirlenen mesafede durur, engelin karşısında 15 saniye bekler, eğer hâla engel varsa kendisine 2. bir yol oluşturarak bu yolu takip eder. Engel 15 saniyeden önce kalkarsa robot yoluna üzerindeki QTR-8A sensörü vasıtasıyla yolda bulunan şeritleri takip ederek devam eder. Tüm bu işlemler gerçekleşirken sistem aynı zamanda Qr kod okuyucu modülü ile Qr barkodun okunup okunmadığını kontrol eder. Eğer okunduysa yük alma ve bırakma işlemlerini gerçekleştirir, eğer okunmadıysa görevin bitip bitmediğini kontrol eder ve gerekli işlemleri gerçekleştirir. Aracın detaylı tasarımına ait bilgilere ilerleyen bölümlerde yer verilmiştir. Hedefimiz yarışmayı başarıyla tamamlayarak, dijital teknolojilerin üretilmesinde ülkemize hizmet etmek, yerli ve milli projeler meydana getirmektir.



2. Takım Organizasyonu

2.1. Takım Üyeleri

Danışman Öğretmen Aydın Uz: 2006 yılında Fırat Üniversitesi Bilgisayar öğretmenliğinden mezun oldum. 2006 yılında İskilip Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'ne atandım. Öğretmen, atölye şefi ve alan şefi olarak görev yaptığım okuldan 2017 yılında tayinimin 15 Temmuz Şehitleri Fen Lisesine çıkması görevimden ayrıldım. 2018 yılında Kırıkkale Üniversitesi bilgisayar mühendisliğinden mezun oldum. Çeşitli yarışmalarda görev alarak öğrencilerimin yetişmesinde yardımcı oldum. 15 Temmuz şehitleri Fen Lisesi'nde bilgisayar öğretmeni olarak görev yapmaktayım.

Takım Kaptanı Miraç DURLU: 15 Temmuz Şehitleri Fen Lisesi 10. Sınıf öğrencisidir. Elektronik ve robotik sistemlere meraklıdır. Takım kaptanıdır. İş organizasyonu ve süreç takibi sorumlusudur aynı zamanda elektronik devre tasarım ekibinde yer almaktadır.

Zeynep KABLAN: 15 Temmuz Şehitleri Fen Lisesi 10. Sınıf öğrencisidir. Elektronik ve otonom sistemlere meraklıdır. Elektronik devre tasarım ekibinde yer almaktadır.

Mehmet GERÇEKÇİOĞLU: 15 Temmuz Şehitleri Fen Lisesi 10. Sınıf öğrencisidir. Robotik sistemlere ve programcılığa meraklıdır. Yazılım ekibinde yer almaktadır.

Ertuğrulgazi SARITAŞ: 15 Temmuz Şehitleri Fen Lisesi 10. Sınıf öğrencisidir. Programcılığa ve teknolojik gelişmelere meraklıdır. Takımımızda Yazılım ekibinde yer almaktadır.

Ebrar Yiğit CEYLAN 15 Temmuz Şehitleri Fen Lisesi 10. Sınıf öğrencisidir. Robotik sistemlerin tasarımına ve teknolojik gelişmelere meraklıdır. Takımımızda Mekanik Tasarım ekibinde yer almaktadır.

Yusuf ÖZTÜRK: 15 Temmuz Şehitleri Fen Lisesi 10. Sınıf öğrencisidir. Robotik sistemlerin tasarımına ve teknolojik gelişmelere meraklıdır. Takımımızda Mekanik Tasarım ekibinde yer almaktadır.

Arda YILDIRIM: 15 Temmuz Şehitleri Fen Lisesi 10. Sınıf öğrencisidir. Robotik ve mekanik sistemlere meraklıdır. Takımımızda Mekanik ekibinde yer almaktadır.

Beyza Nur KULA: 15 Temmuz Şehitleri Fen Lisesi 10. Sınıf öğrencisidir. Robotik ve mekanik sistemlere meraklıdır. Takımımızda Mekanik ekibinde yer almaktadır.

2.2. Organizasyon Şeması ve Görev Dağılımı

Fabrika iç lojistiğinde veya depolarda kullanılabilecek kendisine atanmış yollarda hareket edip, belirli yükleri noktadan noktaya taşıyarak iş gücü ve zamandan tasarruf sağlayan güdümlü bir robot üretmek amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda robotu üretmek için gerekli elektronik ve mekanik iş paketleri tespit edilmiş ve bunlar için ekipler oluşturulmuştur. Bu ekipler iş tanımları ile birlikte Tablo 1’de verilmiştir.

Ekip Adı	İş Tanımı
Mekanik Tasarım ekibi	Robotun mekanik tasarımı ve aksamı, sistemin tasarımı, malzemelerin seçimi ve güvenlik önlemleri üzerine çalışmak
Elektronik devre tasarım ekibi	Aracın kendisiyle ve çevresiyle en doğru şekilde haberleşmesi için gerekli elektronik bileşenlerin bir araya getirmek.
Yazılım ekibi	Sistemin algoritmasının oluşturulması, robotun görevleri doğru ve zamanında yerine getirebilmesi için gerekli olan yazılımı yazmak.
Mekanik inşa ekibi	Tasarıma uygun olarak parçaların üretimi, tedariki ve montajını yapmak.

Tablo 1

Bu iş paketleri için her ekibe birden fazla takım üyesi atanmıştır. Ekibin, proje içindeki görev paylaşımı projenin kapsamı doğrultusunda uzmanlaştıkları alanlar ve özel ilgi alanları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Şekil-1’de takım üyelerimizin çalışma organizasyonu gösterilmektedir.



Tablo 2

3. PROJE MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRMESİ

Yeni açıklanan Şartnameye göre tasarımıımızda değişime gittik. Ön tasarımııdakiine ek olarak aracımıızın engelin etrafından dolaşabilmesi için sistemize özgün bir yöntem olarak enkoder dahil ettik. Aracımıızın engelle karşılaşp engelin 15 saniye boyunca kalkmadığı durumlarda robot engelin etrafından dolaşacaktır. Bu andan itibaren enkoder motorun ne kadar döndüğünü ölçecek ve engelin yanına ulaşıldığında aynı hareketin simetriğini yaparak tekrar çizgiye ulaşacaktır.

Bir başka yaptığımız değişiklik olarak da tasarıma Rfid kart okuyucu yerine Qr barkod okuyucu modülü ekledik.

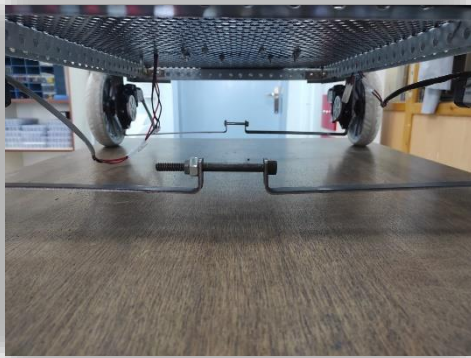
Robotumuzun bağlantısında kullanılacak parçaların 3D tasarımı yapıldı. Kontrol ve test faaliyetleri için çeşitli örnek baskılar alındı. Sorunsuz çalışan parçalar CNC tezgahıta ürettirildi.



Resim 1 Motor ve Kriko için Bağlantı Aparatı



Resim 2 Motor ve Teker Bağlantı Mili

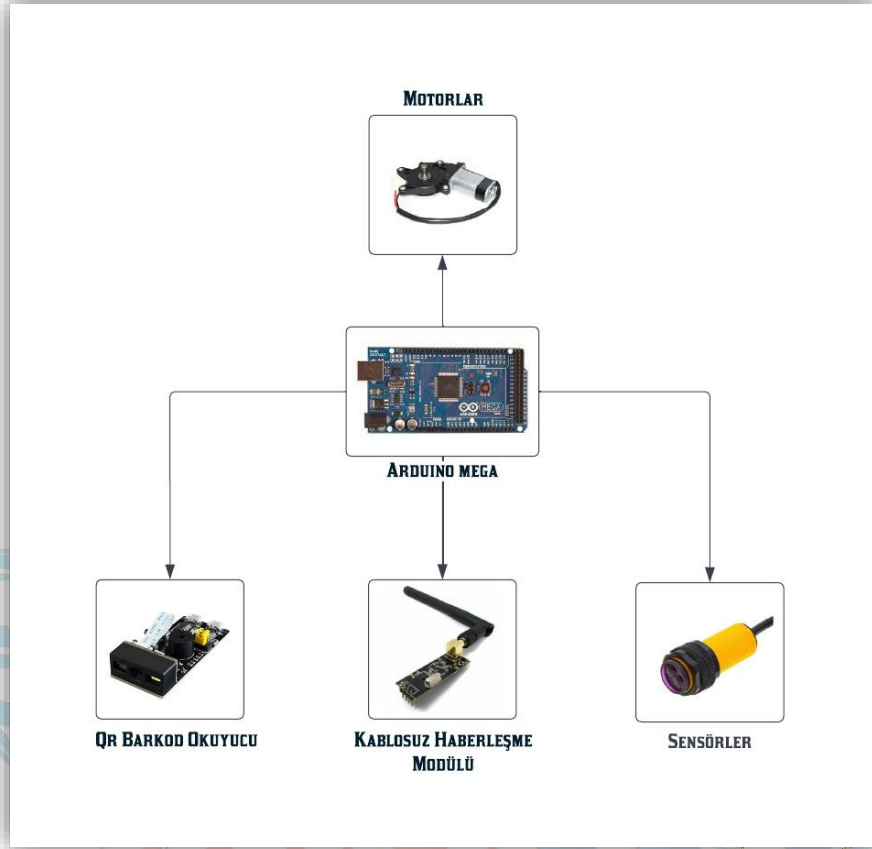


Resim 3 Destek Aparatı

4. ARAÇ TASARIMI

4.1.Sistem Ön Tasarımı

Sistemimizin ön tasarımı hakkındaki blok şema Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1

4.2.Aracın Mekanik Tasarımı

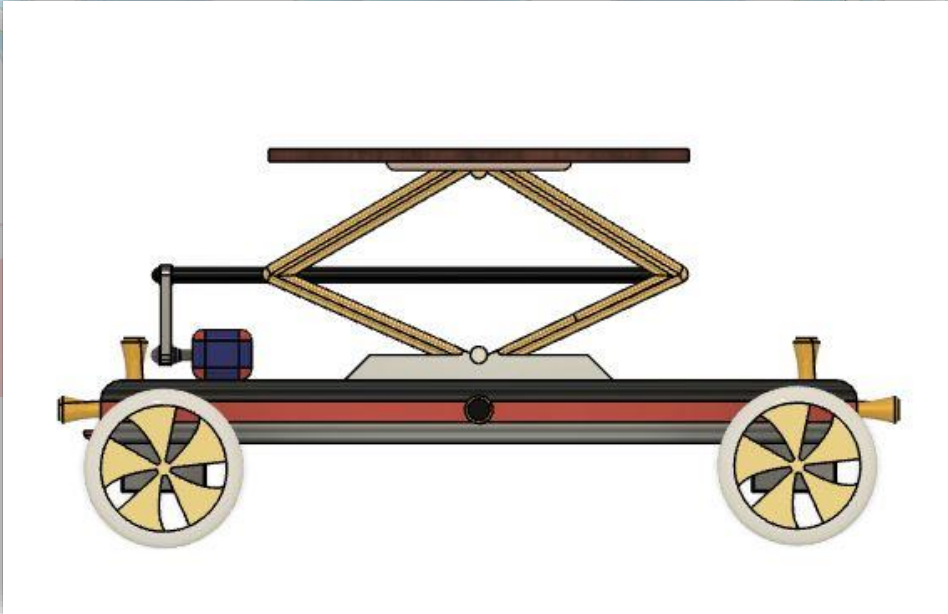
4.2.1. Mekanik Tasarım Süreci

Öncelikle fikir olarak başlayan tasarımıımız önce kağıda daha sonra ise mekanik tasarım ekibimizdeki Ebrar Yiğit CEYLAN ve Yusuf ÖZTÜRK arkadaşlarımız tarafından Fusion360 programı ile 3 boyutlu ortama aktarıldı. Robotumuzun şasisinden yük kaldırma sistemine kadar tüm mekanik parçalarımız çeşitli opsiyonel seçeneklerin karşılaştırılıp bize en uygun modelin kararlaştırılmasının ardından tasarlandı. Aracımız 850 mm (boy) x 700 mm (en) x 450mm (yükseklik) boyutlarında olacaktır. Aracın genel görünümü Şekil 1’de, yandan görünümü Şekil 2’de, üstten görünümü Şekil 3’de, alttan görünümü ise Şekil 4’te verilmiştir.

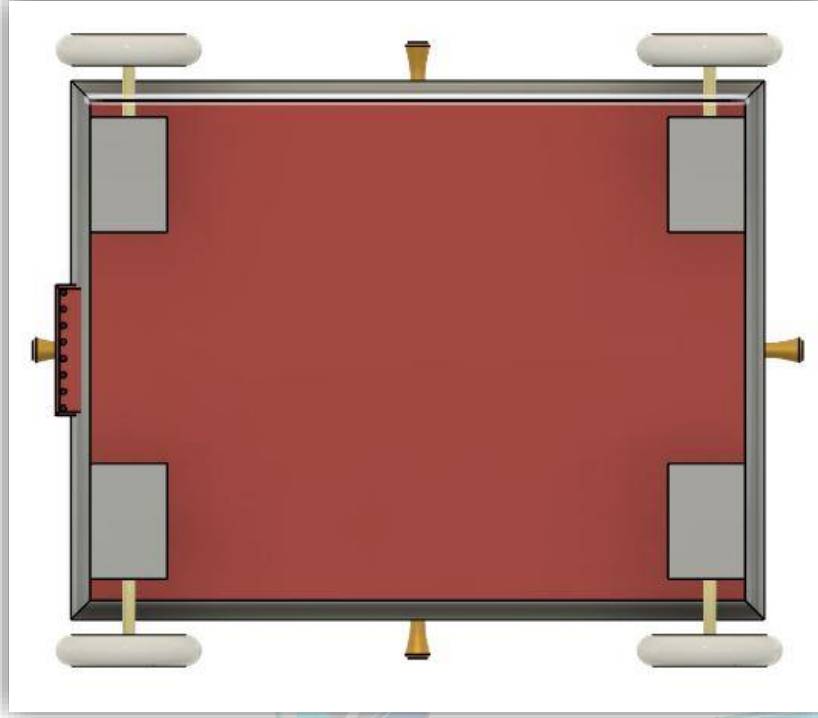
4.2.1.1.Fusion 360 3D Tasarım Görselleri



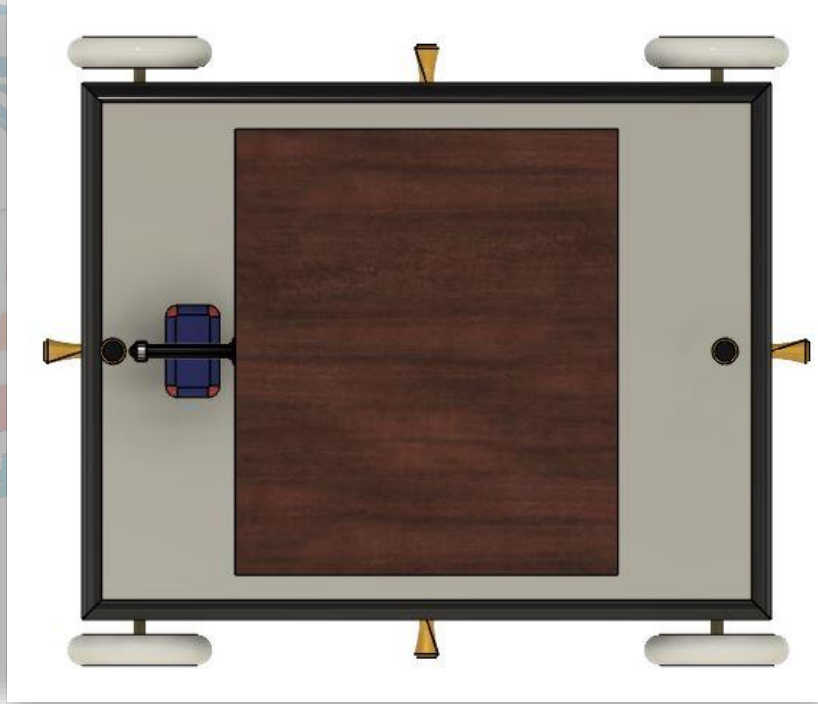
Şekil 2 Aracın Genel Görünümü



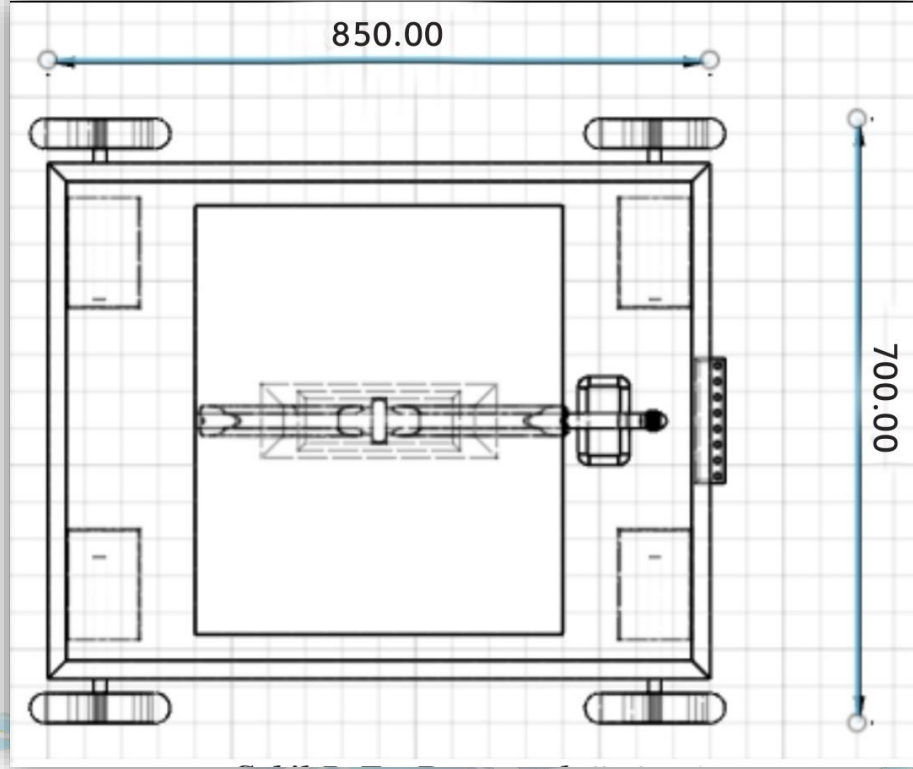
Şekil 3 Yandan Görünüm



Şekil 4 Alttan Görünüm



Şekil 5 Üstten Görünüm



Şekil 6 En-Boy uzunluğu(mm)

4.2.1.2.Yapım Aşaması ve Prototip Görselleri

Robotun sanal ortamda tasarımın tamamlanmasının ardından hız kesmeden prototip aracımızı oluşturmak için işe giriştik. Tasarladığımız bağlantı parçalarının 3D baskısının alınarak test edilmesinin ardından robotta kullanılacak gerekli motor ve aksamaları tedarik ettik.



Resim 4

Ardından şasimizin montaj işlemlerini takım arkadaşlarımızla birlikte danışman öğretmenimizin kontrolünde koordineli bir şekilde yürüttük.



Resim 5

Ana yapıyı oluşturduktan sonra aracımızın dayanıklılık, hız gibi özelliklerini teste tabi tuttuk. Geliştirmelerimize devam etmekteyiz.



Resim 6

4.2.2. Malzemeler

Aracın üretiminde kullanılacak malzeme ve tasarlanan alt bileşenlerin seçim kriterleri ve özellikleri aşağıda yer alan tablo ve açıklamalarda belirtilmiştir.

#	Malzeme Resmi	Malzeme Adı	Amacı	Adet
1		12 V 110 RPM L Redüktörlü Cam Kaldırma Motoru	Aracın hareketini ve yük kaldırmayı sağlamak	5
2		Arduino Mega	Aracın sensör ve motor sürücülerini gibi komponentlerin çalıştırma için	2
3		Sandisk 64 GB 120MB/s SD Kart	Bilgileri depolamak için	1
6		MZ80 Mesafe Sensörü	Aracın engelleri algılayabilmesi için	4
7		12 V Akü	Araca enerji vermesi için	1
8		nRF24L01 Haberleşme Modülü	Kontrol Bilgisayarı ile veri alışverişi için	2
9		BMS	Batarya Kontrol Sistemi	1
10		Motor Sürücü Devresi	Aracın motorlarına gerekli gücü sağlayabilmesi için	5
11		Tekerlek	Aracın hareket sistemi için	4
12		Voltaj Düşürücü Regülatör Kartı	Devre elemanlarına gerekli voltajı sağlamak için	2
13		Qr Barkod Okuyucu Modül	Parkurdaki Qr barkod etiketleri tanımlamak için	1

14		QTR8A Kızılötesi sensör	Şerit takibini sağlamak için	1
15		Acil Durdurma Butonu	Aracın güvenlik ihlalleri sırasında manuel bir şekilde durdurmak için	1
16		Rotary Enkoder	Mildeki harekete bağlı olarak elektriksel sinyal üretecek ve bu sinyal yardımı ile robotun konumunu tespit etmemize yarayacaktır.	4
17		U Profil 2,5 Metre	Aracın prototip tasarımını oluşturmak için	2
18		Fiberglass Levha 3mm	Aracın prototip tasarımını oluşturmak için	1

Tablo 3

4.2.2.1. Motorlar

Motorlar, aracın hareketini kolaylıkla gerçekleştirebilmesi ve yük alma/indirme işlemlerinde kullanacağımız krikoyu döndürürken ihtiyaç duyulan gerekli gücü kolaylıkla sağlayabilmesi kriterleri göz önünde bulundurularak gerekli koşullara uygun olarak seçilmiştir.

- 12Vta 110Rpme sahip L redüktörlü DC motordur.
- Redüktör sağ tarafa gelecek şekilde tasarlanmıştır.
- Arabalarda cam kaldırma motoru olarak kullanılabilir.
- Boşta çektiği akım 850 mA dir.
- Baştan sona uzunluğu 17cm dir.
- Mili 10mm kalınlığındadır.
- Yüksek güç gerektiren projeler için uygundur.
- Arazi robotları için idealdir.



Şekil 7 12V 110 RPM L Redüktörlü DC Cam Kaldırma

4.2.2.2.Yapı Bileşenleri

Araç gövdesini oluştururken U profil ve bağlantı ekipmanları (Köşe bağlantıları, bağlantı ekipmanı vb. gibi araçlar) kullanacağız. Şasimiz büyük ağırlıklara karşı yüksek

mukavemet gösterecektir.

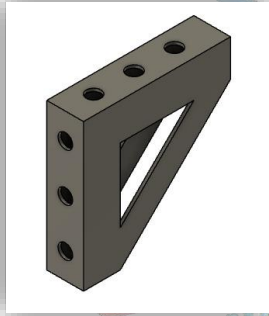
- Farklı endüstrilerde geniş kullanım alanına sahiptir.
- Müşteri gereksinimlerini karşılayacak şekilde farklı boy ve kalınlıklarda üretilir.
- Tek olarak kullanılabilecekleri gibi diğer profillerle birlikte de kullanılabilirler.
- Bağlantı elemanlarına uyumludur.
- Delikleri montaj ve kurulum kolaylığı sağlar.



Şekil 8 U Profil



**Resim 7 Mil 3D
Baskı Örneği**



**Şekil 9 L Köşe
Bağlantı Aparatı**

Motor ve tekerimizi birbirine bağlayacak mili tamamen kendimiz tasarladık. Karşılaşılabilecek olası tasarım hataları ve boşa dönme gibi olumsuzluklara karşın aldığımız 3d baskılarla malzemenin güvenilirliğini ve çalışma durumunu kontrol ettik. Daha sonra tasarımları ileterek OSB’de milimizi ürettirdik.

Şasiyi sağlamlaştırmak için U profillerini, kendi tasarladığımız L köşe bağlantı aparatları ile birbirine bağladık. Aparatların çizimleri Fusion360 uygulamasından ekibimiz üyesi Ebrar Yiğit Ceylan tarafından yapılmıştır.

Yaptığımız testler sonucunda tekerimizin hedeflediğimiz yükleri herhangi bir sorun ortaya çıkmadan taşıyabildiğini tasdik ettik.



Şekil 10 Tekerlek

- Sağlam yumuşak plastikten üretilmiş olup sürüş sırasında ses çıkarmaz.
- Tekerleğin çapı 19,5 cm Mil çapı (ortadaki delik çapı) 8 mm'dir,

4.2.2.3. Elektronik Bileşenler

Araçtaki sensör, mikrodenetleyici kart ve diğer yardımcı elektronik bileşenlerin seçimi uygun fiyatlılık, verimlilik gibi kriterler çerçevesinde yapılmıştır.



Şekil 11 Arduino Mega Atmega2560

Arduino Mega Atmega2560 tabanlı bir mikrodenetleyici kartıdır. Üzerinde 54 dijital giriş / çıkış pini bulunmaktadır ve bunlardan 15'i PWM çıkışı olarak kullanılabilir. 16 analog giriş, bir 16 MHz kristal osilatör, bir USB bağlantısı, bir güç girişi, bir ICSP bağlantısı ve bir reset butonu bulunmaktadır. Arduino Mega, UNO için tasarlanmış pek çok genişletme kartı ile uyumludur.

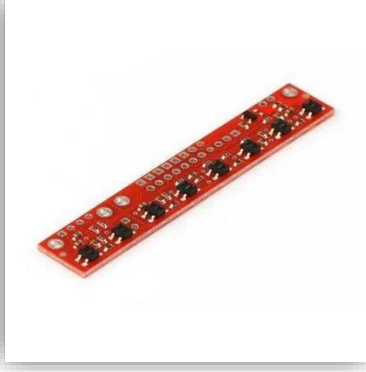
80cm Menzilli Kızılötesi Sensör birçok robot projesine uygun dijital çıkışlı, yüksek kaliteli, endüstriyel kızılötesi sensördür.

Özellikler:

- Dijital çıkışlı, yüksek kaliteli endüstriyel sensördür.
- Arkasındaki trimpot ile menzili 3-80 cm arasında ayarlanabilir.
- NPN çıkışlıdır.
- 5V ile çalışır, tepki süresi oldukça düşüktür. (2 ms)
- Montajlama aparatıyla rahatça montajlanabilir.
- Arduino ve PIC projelerinizle tam uyumludur.



Şekil 12 Kızılötesi Cisim Algılama Sensörü - MZ80



Şekil 13 QTR 8-A Kızılötesi Sensör

Özellikler:

- Boyutları: 75x 13x3 mm
- Çalışma voltajı: 3,3-5,0 V
- Çektiği Akım: 100 mA
- Çıkış formatı: 8 analog voltaj
- Çıkış voltaj aralığı: 0 V-Besleme Voltajı Değeri
- İdeal algılama mesafesi: 3 mm
- Maksimum algılama mesafesi: 6 mm
- Ağırlık: 3,09 gr.



Şekil 14 BTS7960B 20 Amper Motor Sürücü Kartı

Çizgi izleyen robotlar için tasarlanmış olan bu sensör kartı 1cm arayla yerleştirilmiş 8 IR LED/fototransistör çifti barındırmaktadır. Stabil ve sorunsuz çalıştığı için robotlarda çok fazla tercih edilmektedir.

Kart üzerindeki her sensör ayrı bir analog voltaj çıkışı sağlar. Her bir sensöre bir pull-up direnci bağlanmıştır. Zeminin ışığı yansıtması veya cisimle olan mesafesine göre voltaj çıkışı analog olarak değişir. Yansıma arttıkça çıkış voltajı da yükselir.

BTS7960B motor sürücü kartı sumo ve arazi robotlarında kullanılan, yüksek güçlü ve yüksek akım verebilen sürücü kartıdır. 28V'a kadar olan besleme gerilimi altında çalışabilen motor sürücü kartı, 20 ampere kadar akım çeken motorların kontrolünde kullanılabilir.

Arduino başta olmak üzere birçok mikrodenetleyeci platformu ile rahatlıkla kontrol edilebilmektedir. Ürün üzerindeki pasif soğutucu yeterli soğutmayı yaptığından başka soğutucuya gerek yoktur. Ölçüleri 50mm x 50mm x 43mm'dir.

NRF24L01 kablosuz modül, 2.4GHz frekansında kablosuz haberleşme yapmanıza imkan sağlayan düşük güç tüketimine sahip modüldür. Çeşitli hobi, robotik ve endüstriyel projelerde sıklıkla kullanılabilen 2MBps haberleşme hızına sahip olup, SPI arabirimini destekler.



**Şekil 15 Wireless NRF24L01
2.4 GHz Transceiver Modül**

Özellikleri:

- 2.4GHz bandında yayın yapabilir.
- 250KBps, 1MBps ve 2MBps gibi hızlarda haberleşme hızı seçilebilir.
- Gelişmiş ShockBurst™ hızlandırma protokolünü desteklemektedir.
- Ultra düşük güç tüketimi
- Çalışma Voltajı: 1.9-3.6V
- IO Portları Çalışma Voltajı: 0-3.3V/5V
- Verici Sinyal Gücü: +7 dB
- Alıcı Hassasiyeti ≤ 90 dB
- Haberleşme Mesafesi: Açık Alanda 250m
- Boyutları: 15x29mm



Şekil 16 Batarya

BB Battery HR22-12, dayanıklılık ve uzun ömür sağlamak için geliştirilmiş yüksek kaliteli sızdırmaz kurşun asitli şarj edilebilir bataryadır. Batarya 22 volt 12 amperdir. HR22-12, verimli gaz rekombinasyonu için Emici Cam Mat (AGM) teknolojisine sahiptir.

4.2.3. Üretim Yöntemleri

Aracımız aşama aşama modüler bir sistem olarak üretilen bir araçtır. Aracımızın şasisini oluşturmak için U profiller uygun boyutlarda kesilerek birbirine montajını gerçekleştireceğiz. Tedarik edeceğimiz fiberglass levhayı şasisimizin üzerine monte edeceğiz. Motor ve tekerlerimizi levha üzerine levhaya monteleyeceğiz. Tekerlerimiz şasisinin iç tarafında bulunacaktır. Sensör ve diğer devre elemanların tutacakları 3D yazıcıdan baskı alınarak üretilen bir araçtır. Motor tutacakları ve araç tekerleği bağlantı aparatları demir malzemeden imal edilecektir.

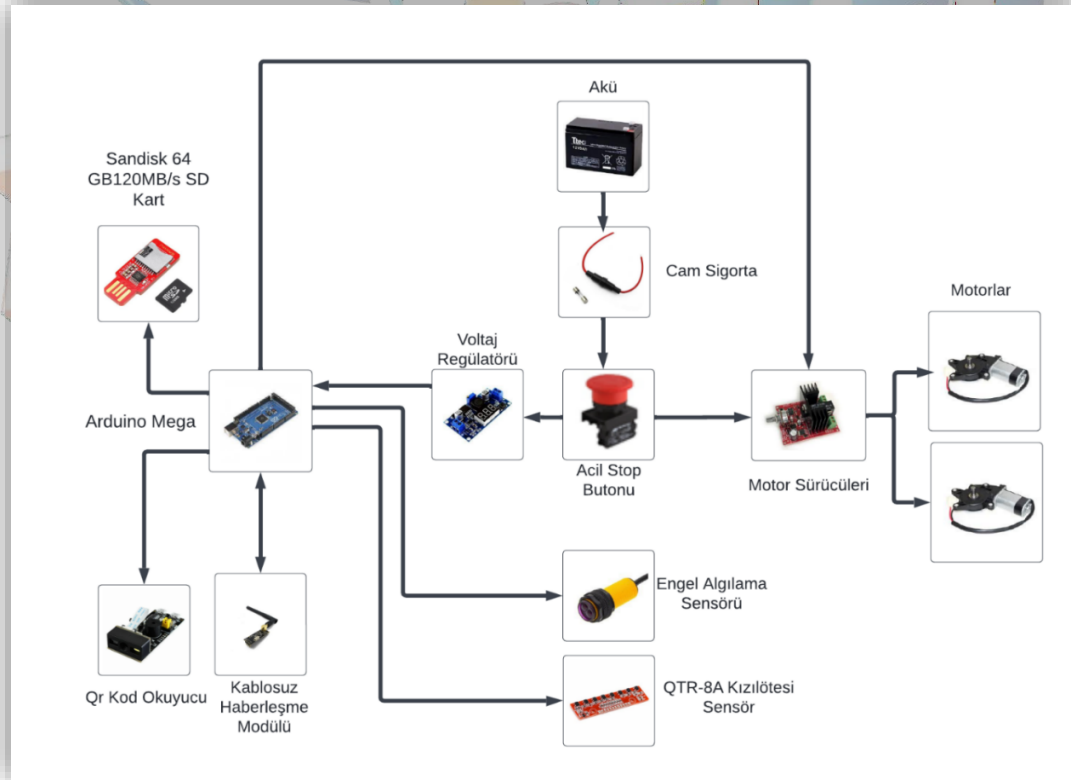
4.2.4. Fiziksel Özellikler

Özellik	Birim/Tür	Değer
Ağırlık	kg	30
Uzunluk	mm	850
Genişlik	mm	700
Yükseklik	mm	450
Şasi	Malzeme	U profil
Tekerlerin Çapı	mm	195
Motor Mil Çapı	mm	15

Tablo 4

4.3. Elektronik Tasarım, Algoritma ve Yazılım Tasarımı

4.3.1. Elektronik Tasarım Süreci



Şekil 17

12 volt 10 amper güç kaynağı kullanmayı planlamaktayız. Olası kısa devre sorunlarında cihazın kısa devre yapmaması için sigorta ile koruma sağlanacaktır. Ayrıca acil stop butonu eklenerek olası acil durumlarda robotun elektriğinin kesilmesi sağlanacaktır. 4 teker için 12 volt 110 rpm dc motor kullanılacak olup yük kaldırma işlemi için 1 adet DC motor kullanmayı planlamaktayız. Ön ve arka kısımda engel sensörü kullanarak aracın engellere çarpması engellenecektir. Yan ve üst kısımlara konulacak sensörler sayesinde yükün otonom alma ve bırakma işlemini sağlıklı bir şekilde yapması sağlanacaktır. ID kart okuma sayesinde robotun hangi konuma gideceği ve nerede olduğunu robot otonom şekilde algılayacak ve verilen görevi buna göre yapacaktır. Üzerinde bulunan kamera modülü sayesinde kontrol panelimize bilgi aktarımı sağlanacaktır. Ayrıca istendiği takdirde okunan veriler SD karta yazılabilecektir

4.3.2. Algoritma Tasarım Süreci

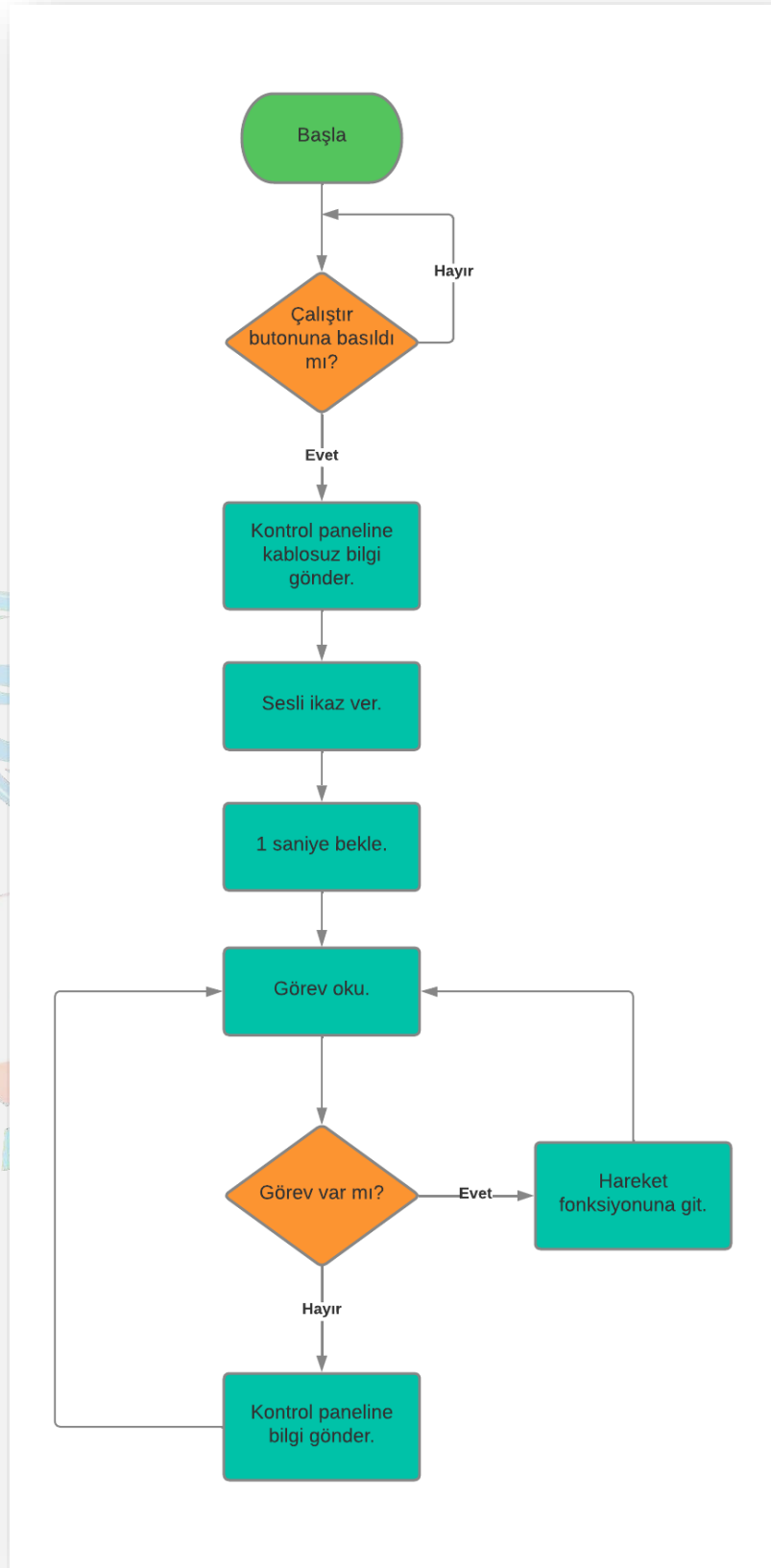
Algoritmamızı oluştururken kolaylıkla kodlanabilir modüler bir sistem olmasına dikkat ettik. Fonksiyon yapıları kullanarak algoritmamızın anlaşılır olmasını amaçladık.

Algoritma tasarımına başlamadan önce robotumuzun yerine getirmesi gereken görevlerini tanımladık ardından tanımladığımız bu görevleri stabil ve güvenli bir şekilde yerine getirecek modüler bir algoritma tasarlamaya başladık. Algoritmamızda fonksiyonlardan sıkça yararlandık.

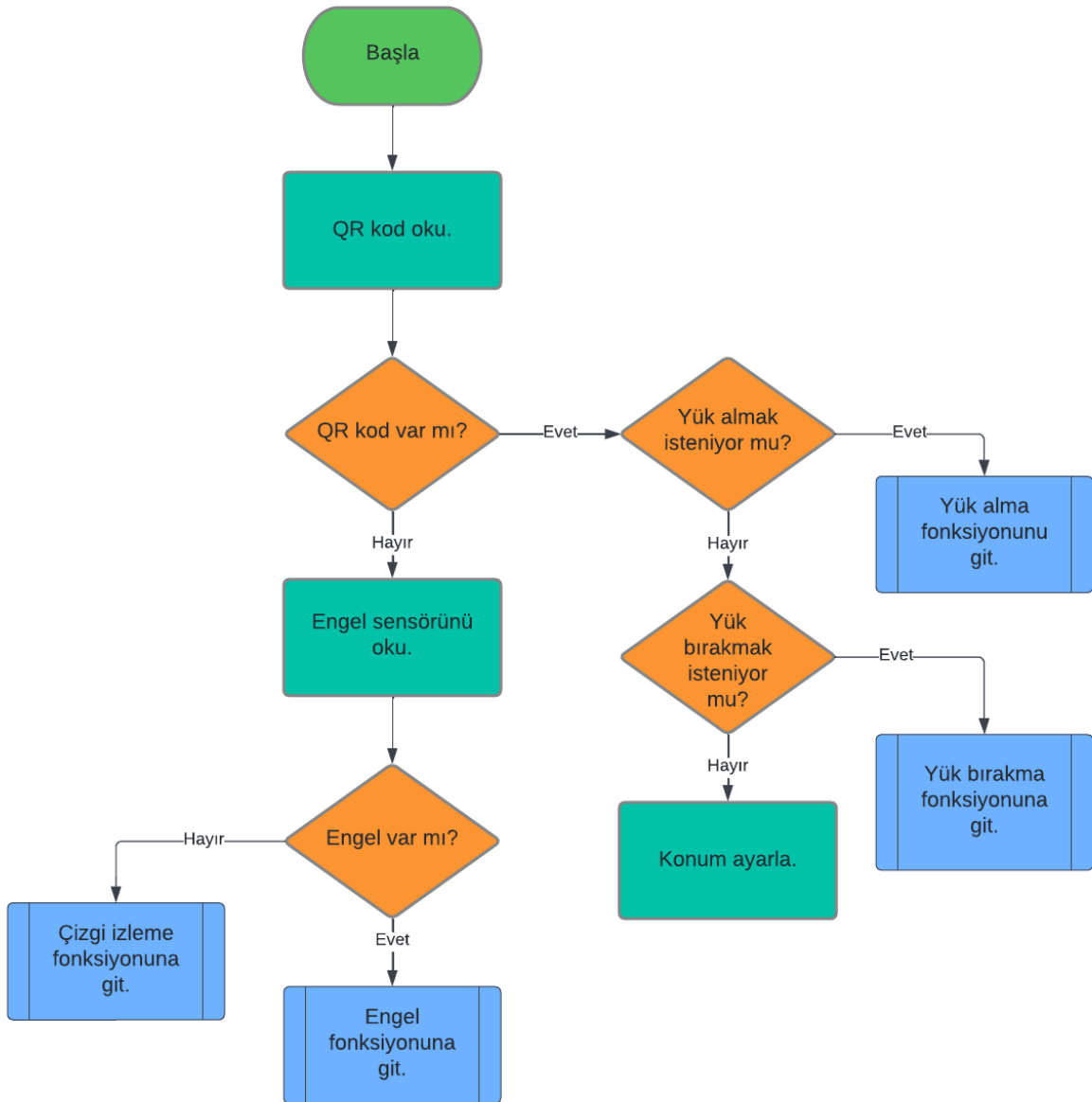
Algoritmamızın yerine getireceği görevler aşağıda sıralanmıştır.

- Aracımıza görev ataması yapıldıktan sonra herhangi bir engel ile karşılaşmadığı ve yük alma/indirme işlemlerini yapmadığı sürece üzerindeki QTR-8A kızılötesi sensörü sayesinde şerit takibine devam edecektir.
- Aracımız bir engel ile karşılaştığında engel kaçış fonksiyonumuz işleme alınacaktır. Buna göre engel algılanması durumunda robotumuz ikaz sesi çalacak ve 15 saniye boyunca engelin kalkmasını bekleyecektir. Engelin kalkması durumunda yoluna aynı yerden devam edecektir. Engelin kalkmaması durumunda ise alternatif yollardan şerit takibine devam edecektir.
- Robot üzerindeki Qr Kod okuyucunun yük istasyonlarındaki QR Kod etiketleri okuması durumunda etiketten okunan değere göre yük alma/boşaltma işlemleri gerçekleştirilecektir.

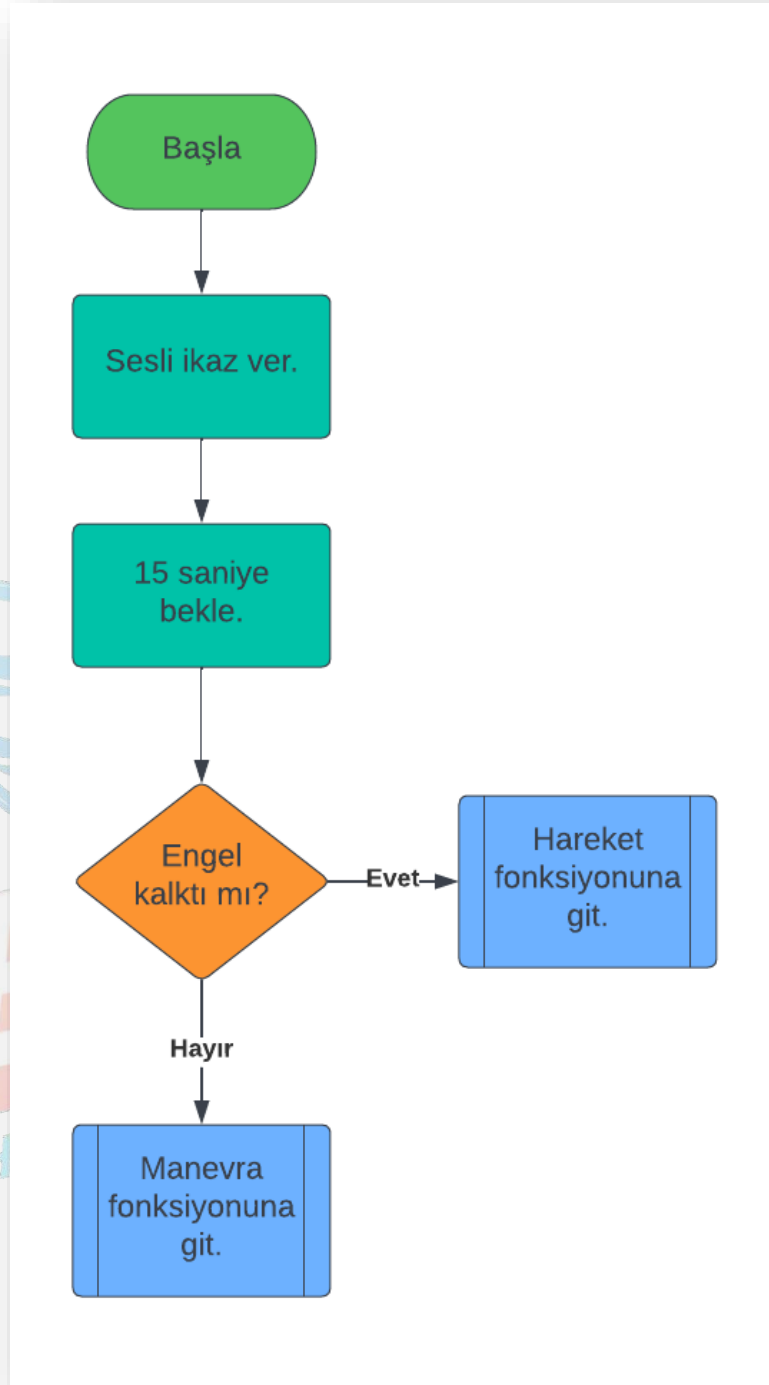
Ana Fonksiyon: Arduino IDE kodlarında loop bölümünü temsil etmektedir. Bu bölümde robotun başlangıç işlemlerinin yanı sıra tüm hareketi yöneten hareket fonksiyonu da bulunmaktadır.



Hareket Fonksiyonu: Bu bölümde QR kod okuma, engel takibi, konum ayarlama gibi bir çok işlem yapılırken aynı zamanda çizgi izleme, yük alma ve bırakma gibi fonksiyonlara yönlendirme yapılmaktadır.



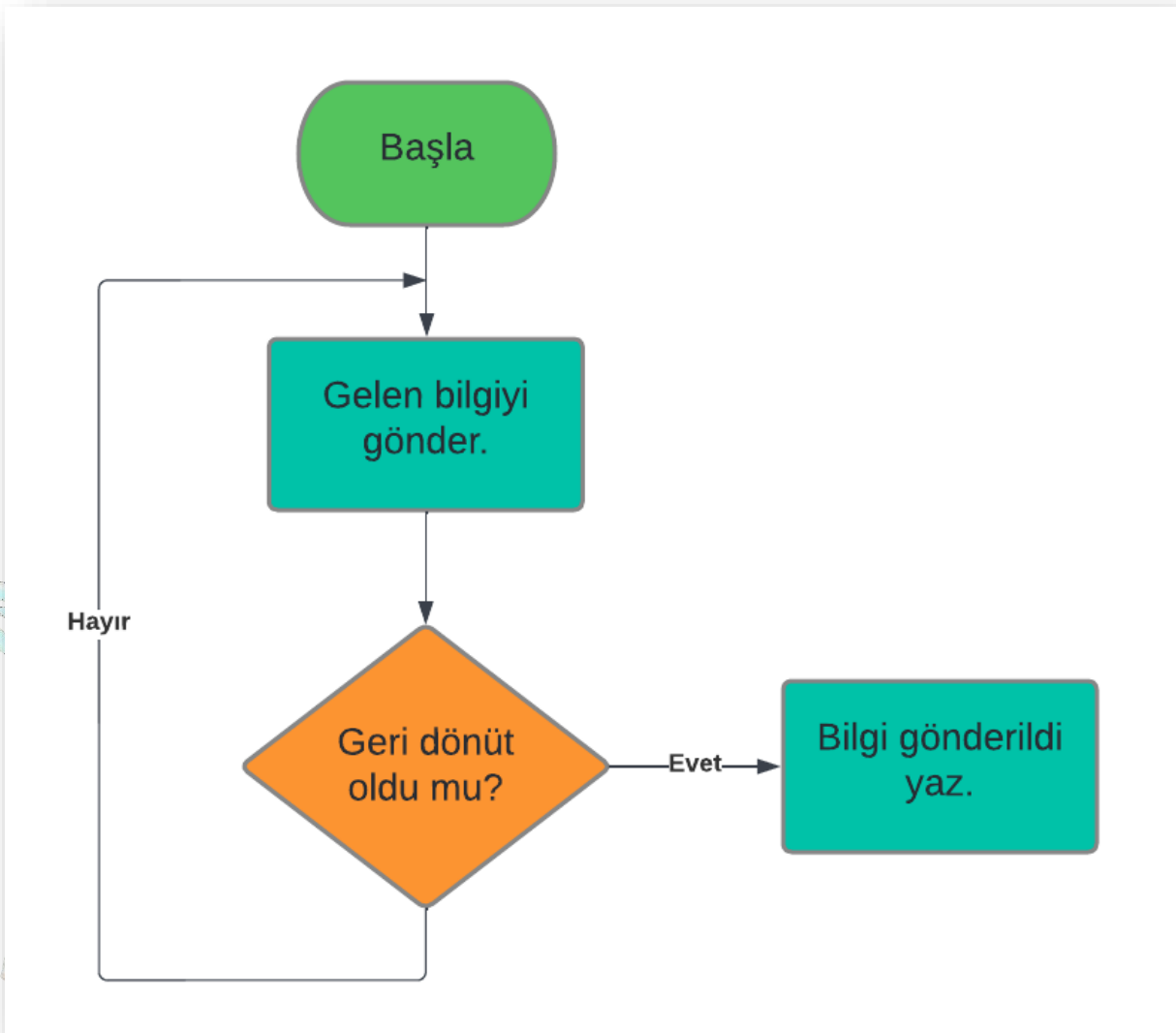
Engelden Kaçış Fonksiyonu: Robotun engelle karşılaşması durumunda çalışacak bu fonksiyon görevini bitirdikten sonra hareket fonksiyonuna yönlendirme yapmaktadır.



Araç İçinde Kablosuz Bilgi Gönderme Fonksiyonu



Kontrol Ekranında Kablosuz Bilgi Gönderme Fonksiyonu



4.3.3. Yazılım Tasarım Süreci

Mikrodenetleyici, Arduino ide aracılığıyla, C dili ile programlanacaktır. Yaygın olarak kullanılan Arduino ide, programlama aşamasında karmaşıklığın önüne geçmiş olunacaktır. Ayrıca hazır kütüphanelerden faydalanılarak gereksiz zaman kaybı önlenmiş olacaktır.

Yazılım sürecimizi belirli aşamalara böleceğiz.

1. İlk olarak aracımızın sarsılmadan düz bir şekilde hareket etmesini sağlayacağız.
2. Daha sonra aracımıza engel algılama özelliğini kazandıracağız.
3. Robotumuzun üzerindeki kızılötesi sensor vasıtasıyla şerit takibi için gerekli kodlamalar yazılım ekibimiz tarafından yapılacak.
4. Robotumuzun bu aşamaya kadar sorunsuz çalıştığına emin olduktan sonra QR Kod okuma ve okunan değere göre yük alma/boşaltma işlemleri ile ilgili kodlamaları yapacağız.

5. Son olarak kontrol panelimiz C# dili ile kodlanarak tasarlanacak ve robotumuz ile kontrol bilgisayarımız arasındaki haberleşme ve veri aktarımı sağlanacak. Gerekli testlerin gerçekleştirilmesinin ardından yazılım sürecimizi nihayete erdireceğiz.

4.4. Dış Arayüzler

Kontrol bilgisayarımızda RF modülü olarak robotumuzda da kullandığımız nRF24L01 kullanılacaktır. Araç ile kontrol bilgisayarımızdaki haberleşme modüllerinin iletişimi uart protokollerine göre yapılacaktır. Gerektiğinde dijital olarak gönderilen bilgiler ile aracın verilen görevleri yerine getirmesi sağlanacaktır. Kontrol arayüzünde batarya seviyesi, aracın yük alma/bırakma gibi kritik işlemler gösterilecektir. Arayüzümüz C# dili ile yazılacaktır.

5. GÜVENLİK

Robotumuzda güvenlik ön planda tutulacaktır.

- Kısa devreler, yangın vb. durumlarda acil stop butonuna basılarak robot durdurulabilecektir.
- Acil stop butonu robotun dış yüzeyinde kolayca ulaşılabilir bir yerde bulunacaktır.
- Sistemde oluşabilecek kısa devre ve aşırı akımlara karşı otomatik sigorta kullanacağız.
- Üretim yapılırken kişisel koruyucu donanımlar kullanarak güvenlik önlemleri alınacaktır.
- Robotunun şasisinde, tehlike arz edecek, keskin köşe ve kenarlar yuvarlanarak plastik tutucu ile kaplanacak.
- Atölyemizde her türlü aksi duruma karşı yangın tüpü, İlk Yardım Kiti gibi gerekli malzemeler bulundurulacaktır.
- Covid 19 süresince ekibimiz sosyal mesafe, maske kullanımı gibi kurallara dikkat etmiştir.
- Tüm elektronik bileşenler sabitlenecektir.
- Kabloların uçlarında plastik soketler kullanarak kabloların karışmasını engellenecektir. Bu sayede olası kısa devre gibi elektronik arızaların önüne geçilmiş olunacaktır.
- Elektrikle çalışılırken çok dikkatli olunacak ve yalıtkan aletler kullanılacaktır.

Acil Stop Butonu



Otomatik Sigorta



6. TEST

Aracımızın testleri halihazırda devam etmektedir. Araç için test senaryolarımızı oluşturduk ve gerçekleştirilecek testleri bölümlere ayırarak bir zamana yaydık. Planan testler sırasıyla şu bölümlerden oluşacaktır:

- Mukavemet ve Statik Denge Testleri
- Motor ve Batarya Sistemlerinin Testleri
- Sensör ve Çizgi Takibi Testleri
- Qr Kod Okuma ve Yük Alma/İndirme İşlemlerinin Testleri
- Kontrol Ekranı (GUI) Yazılım Testleri

6.1. MUKAVEMET VE STATİK DENGİ TESTLERİ

Şasi, teker ve malzemelerimizi aracımızın yüksek ağırlıklara dayanabilir olmasını dikkate alarak seçtik ve aparatlarla destek yapıları tasarladık. Yük alma bırakma işlemlerindeki statik dengenin korunmasını da düşünerek tasarımıımızı buna uygun olacak şekilde düzenledik.

6.2. MOTOR VE BATARYA SİSTEMLERİNİN TESTLERİ

Testimizin bu aşamasında motorumuzun yüklü ve yüksüz halde çektiği gücü hesapladık. Motorlarımızın çekeceği gücü sağlayabilecek en uygun bataryayı muadilleri arasından seçerek tedarik ettik. Aracımızın stress testi de (sistem kesintisiz maksimum ne kadar süre çalışabilme testi) önümüzdeki süreçte gerçekleştirilecektir.

6.3. SENSÖR VE ÇİZGİ TAKİBİ TESTLERİ

Engel algılama sensörü olarak kullanacağımız MZ80 sensörünün stabillliğini yapılacak testlerle kontrol edeceğiz. Çizgi sensörü olarak aracımızın sağında ve solunda ikişer tane, ortasında ise 4 tane olmak üzere toplam 6 adet sensör kullanmayı planlamaktayız. Şerit bilgileri henüz paylaşılmadığından paylaşılacak çizginin özelliklerine bağlı olarak sensör seçimimizde değişikliğe gidebiliriz.

6.4. QR KOD OKUMA VE YÜK ALMA/İNDİRME İŞLEMLERİNİN TESTLERİ

Qr kod okuma ve yük alma/indirme işlemlerinin gerçekleşmesi ve yükün belirlenen bölgelere taşınması sırasında varsa aracımızda stabil olmayan durumları tespit etmek ve gidermek amacıyla testler yapılacaktır.

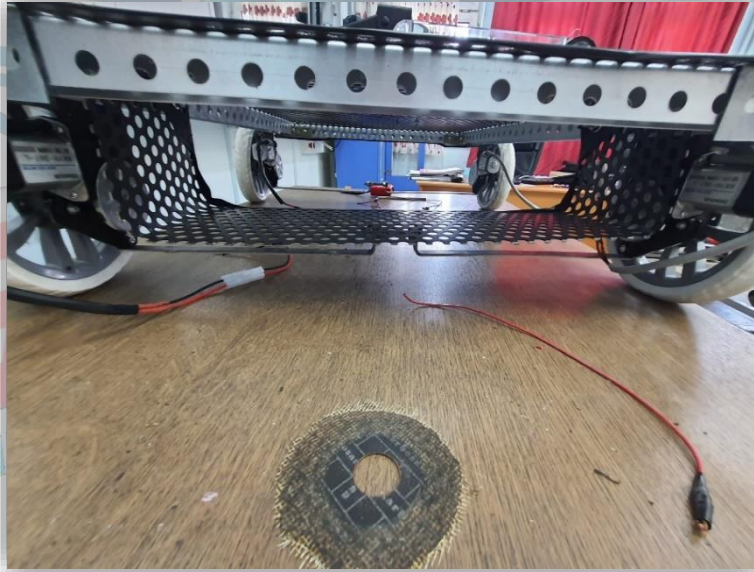
6.5. KONTROL EKRANI (GUI) YAZILIM TESTLERİ

Kontrol masasındaki bilgisayar ile aracımız arasında haberleşme testleri tatbik edilecektir. Hız, batarya durumu, toplam görev süresi gibi yarışma detaylarının gösterildiği kontrol panelimizin verileri doğru bir şekilde yansıttığından emin olunacaktır.

7. TECRÜBE

Robotta karşılaştığımız ilk problem robotun dengesinin bozulmasıydı, bu sorunu tekerlerin şasinin iç tarafındaki dizilimini dış tarafa taşıyarak çözdük. Ancak yüksüz hareketlerde sorunu çözecek de yüklü hareketlerde tekerler arası mesafenin açılıp, tekerlerin yalpalaması ile tekrar dengenin bozulması durumuyla karşılaştık. Bu problemi de aracın karşılıklı tekerlerini birbirine bağlayarak, normalde sadece gövdeye bağlı olan tekerlekleri aynı zamanda birbirlerine de bağlayacak bir çözüm ürettik. Ardından planladığımız bu sistemi 3d tasarıma aktarıp, üreterek bu sorunu çözmüş olduk. Sistemimiz sayesinde aracımız artık hem dengeliydi hem de rotasından sapmadan düz bir şekilde hareket ediyordu. Fakat yeni bir sorun çıkması fazla uzun sürmedi, aracın tüm yükü motor göbeklerine yükleniyor bu da teker ve motor arasındaki milin bozulmasına sebep oluyordu. Bu durumu da yeni vidalı göbek sistemimize geçiş yaparak çözmüş olduk.

Şu ana kadar karşılaştığımız bütün sorunları hata yapmaktan çekinmeden birçok yöntem deneyerek çözüme ulaştırdık. Bu denemelerimizde bir çok kez hatalara düştük fakat bu hatalarımızdan edindiğimiz tecrübe sayesinde hatalarımızı bizi bir üst kademeye taşıyan bir basamak gibi kullandık. Şüphesiz bu sorunlara çözüm üretme sürecimiz bizi çok geliştirdi, hata yapmaktan korkmadan karşılaştığımız sorunlara çözüm üretme yolunda ilerlemeye devam edeceğiz.



Resim 8

8. ZAMAN, BÜTÇE VE RİSK PLANLAMASI

8.1. ZAMAN PLANLAMASI

Tasarlanan robotun iş zaman bilgisi Tablo 8’de verilmiştir.

NO	İŞ PAKETİ ADI	SORUMLU	AYLAR (2021)						
			Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1	Literatür Taranması	Tüm Takım	x						
2	Robot Mekanik Tasarımı	Mekanik tasarım Ekibi ve Elektronik Ekibi		x	x				
3	Mekanik İnşa	Mekanik İnşa Ekibi		x	x	x			
4	Elektronik Devre Montajları	Takım Kaptanı-Yazılım Ekibi				x	x		
5	Sistemin Programlanması	Yazılım Ekibi				x	x	x	
6	Sistem Entegrasyonu, Test ve İyileştirmeler	Takım Kaptanı Tüm Takım Üyeleri						x	x

Tablo 5 İş zaman bilgisi

8.2. BÜTÇE PLANLAMASI

Ürünün Adı	Ürünün Tahmini Fiyatı (TL)	Ürün Adedi	Toplam Tutar (TL)
Akü	950TL	1	950TL
Tekerlekler	52,5 TL	4	210TL
Sensörler	84	5	420TL
Cam Kaldırma Motoru	570TL	5	2850TL
64 GB Micro SD Kart	80TL	1	80TL
Arduino Mega	650TL	2	1300TL
Haberleşme Modülü	75TL	2	150TL
Voltaj Düşürücü Regülatör	100TL	2	200TL
U Profil 2.5 Metre	150TL	2	300TL
Fiberglass Levha 3mm	40TL	1	40TL
Acil Durdurma Butonu	40TL	1	40TL
Qr Barkod Okuyucu	250TL	1	250TL
Motor Sürücü Devresi	175TL	3	525TL
Batarya Kontrol Sistemi	500TL	1	500TL
Toplam Fiyat 7815TL			

Tablo 6

8.3. RİSK PLANLAMASI

NO	RİSK DURUMU	RİSK YÖNETİMİ
1	Proje çalışmalarına zamana ve yoğunluğa bağlı aksaklıklar oluşması	Zaman planlamasının aksaklıklar sonucu oluşabilecek gecikmeleri göz önüne alarak yapılması.
2	Motorlarda arıza oluşması durumu.	Yedek motorlar satın alınarak olası arıza durumunda yeni motorlar ile değişim yapılarak sorun çözülecektir
3	Yarışmadan çok kısa bir süre önce yük taşıma sisteminin bozulması	Sorun analiz edilir, tamir edilebilecek seviyede ise sorun giderilerek güvenlik tedbirleri dahilinde test edilir.
4	Prototip testlerinin gerçek pist üzerinde yapılamaması	Testlerin gerçeğe yakın (küçültülmüş pist) pistte yapılması
5	Fezabotun enerjisinin bitmesi nedeniyle görevini yapamaması	Enerji takibinin bilgisayar masaüstü uygulaması ile takip edilmesi ile bu durumun önüne geçilecektir.
6	Aracın batarya seviyesinin yarışma esnasında azalması veya bitmesi.	Yanımızda bulunan yedek aküleri biten aküler ile değiştirmek. Buna ek olarak akülerimiz daha önceden tam şarj edilmiş olarak getirilecektir.
7	Aracın kontrolden çıkması.	Robotun üzerinde bulunan acil stop butonundan ve dijital ekrandan enerjiyi kesebiliyoruz
8	Aracın yarışma esnasında şeritten sapması.	Yazılımımız ve kullandığımız sistem sayesinde böyle bir şey mümkün olmasa da araçta bulunan özgün enkoder sistemimizle böyle bir sorun olması durumunda aracın çizgiyi bulması sağlanacaktır.
9	Robot yükü kaldırırken makas fazla hızlı açıldı ve yüke çarptı ne yapacağız	Mikro switchin bozulmasına karşı 2 tane mikro switch kullandık bu sayede mikro switchin biri bozulsa bile diğeri çalışacak ve yüke değdiğini anlayacağız.
10	Test sürecinde veya yarışma sırasında robotun alev alması.	Yangına hemen müdahale edebilmek için yangın söndürme tüpü taşınılacak ve gerekli tedbirler dahilinde yangına müdahale edilecektir.
11	Yarışma esnasında önemli parçaların zarar görmesi.	Yarışma alanına götürülmüş sağlam, yedek parçalar ile değiştirilecektir.

Tablo 7

9. Özgünlük

9.1. Mekanik Tasarımın Özgünlüğü

Mekanik tasarım, ekibimiz tarafından aracın verilen görevleri en doğru şekilde yerine getirebilmesine olanak sağlayacak şekilde yapılmıştır. Aracımız aşama aşama modüler bir şekilde üretilecektir.

Aracımızın şasisini üretmek için U profilleri tasarımımıza uygun boyutlarda kesip montladık.

Motor mili, sensör ve diğer devre elemanları tutacakları gibi bazı parça bileşenler aracımıza uygun şekilde tasarlanarak atölyemizdeki 3 boyutlu yazıcı ile üretilecektir.

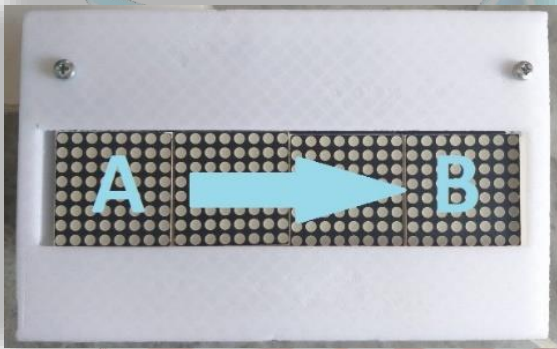
RGB Led'ler robotun fonksiyonuna göre kullanıcıyı bilgilendirmek için kullanılmaktadır.

Araç tekerleklerinin dördünde de motor bulunacaktır bu sayede hareket kabiliyeti artacak ve 90 derece dönme açısı sağlanabilecektir. Ayrıca ekonomik olması için aracımızda pazar arabası tekerleği kullandık.

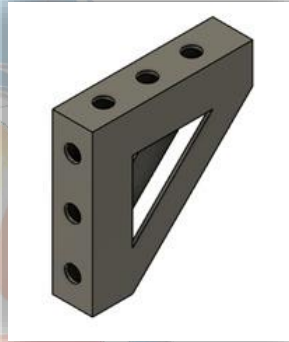
Araç engelle karşılaşması durumunda 15 saniye bekleyecek ve engelin kalkmaması durumunda sağ ve solunda bulunan encoder motorlar sayesinde bulunduğu konumu tespit edip engelin etrafından dolaşarak çizgiyi tekrardan bulabilecektir.

Robotunun şasisinde, tehlike arz edecek, keskin köşe ve kenarlar güvenlik amacıyla yuvarlanarak plastik tutucu ile kaplanacaktır.

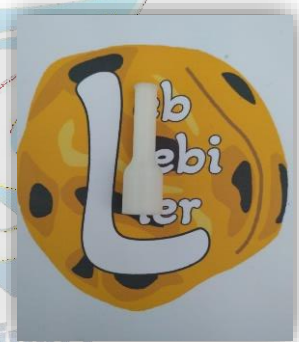
8*8 led matrix, robotun hangi istikamette olduğu, yük alma-verme durumu gibi yaptığı işlemleri ekranda göstermek için kullanılacaktır.



Resim 9 8*32 dot matrix



Şekil 18



Resim 10

9.2. Yazılımın Özgünlüğü

Yazılım bu yarışma için ekibimiz tarafından tasarlanarak yazılacaktır. Kullanılan kütüphaneler hariç diğer bütün kısımlar ekibimize aittir.

Yazılımın kolay anlaşılabilir olması için fonksiyonlardan sıkça yararlandık.

9.3. Elektronik Sistemin Özgünlüğü

Elektronik sistemde kullanılan şemalar ve devreler ekibimiz tarafından tasarlanmıştır.

Elektronik sistemde bulunan SD kart sayesinde, istendiği takdirde okunan veriler SD karta yazılabilecektir.

Aracımızda bulunan kamera sayesinde aracın çalışması esnasında etrafta olup bitenler ve aracın durumu izlenebilecektir. Ayrıca bu kameranın güvenlik amaçlı da kullanılabileceğini düşünüyoruz.

Çizgi sensörü olarak aracımızın sağında ve solunda ikişer tane, ortasında ise 4 tane olmak üzere toplam 6 adet sensör kullanmayı planlamaktayız.

Kısa devreler, yangın vb. Durumlarda robotun derhal durdurulabilmesi için robotun dış

yüzeyinde kolayca ulaşılabilen bir yerde acil stop butonu bulunacaktır. Sistemde oluşabilecek kısa devre ve aşırı akımlara karşı güvenlik amaçlı otomatik sigorta kullanacağız.

10. YERLİLİK

Aracın üretim sürecinde olabildiğince yerli malzemeler kullanmaya özen gösterdik. Yakın düzeydeki malzemelerden yerli olanları tercih ettik.

Aracımızın genel tasarımı ve 3D çizimi mekanik tasarım ekibimiz tarafından yapılmıştır.

Aracımızın şasisini U profilleri tasarımımıza uygun boyutlarda kesip montajlayarak kendimiz ürettik.

Aracımızın mil, motor tutturma yeri, alt dingiller gibi bazı parçaları sanayide yerli olarak üretilmiştir.

Motor mili, sensör ve diğer devre elemanları tutacakları gibi bazı parça bileşenleri ekibimiz tarafından tasarlanıp atölyemizdeki 3 boyutlu yazıcı ile üretilmektedir.

Ayrıca robot kumandası ekibimiz tarafından tasarlanıp üretilmektedir.

Elektronik kart tasarımı ekibimiz tarafından yapılmıştır.

Algoritma tamamen yazılım ekibimiz tarafından oluşturulmuştur.

11. KAYNAKÇA

1. Dousti M., Kutluay E., Binek Taşıtlara Yönelik Şerit Koruma Algoritmalarının Tartışılması Ve Yenilikçi Bir Algoritmanın Tanıtımı, OTEKON, Bursa, 2016
2. Sosyal Planlama Genel Müdürlüğü “Sanayide Robot Teknolojisi, Uygulaması Ve Önemi”Aralık 1991.
3. S. Dilibal, H. Şahin, İşbirlikçi Endüstriyel Robotlar Ve Dijital Endüstri, 2018
4. Ziegler, J., Werling, M., & Schroder, J. (2008). Navigating car-like robots in unstructured environments using an obstacle sensitive cost function. Paper presented at the 2008 IEEE Intelligent Vehicles Symposium.
5. Ziegler, J., Werling, M., & Schroder, J. (2008). Navigating car-like robots in unstructured environments using an obstacle sensitive cost function. Paper presented at the 2008 IEEE Intelligent Vehicles Symposium.
6. Endüstriyel Robotların Kullanımı ve Programlanması (V4), KUKA Roboter GmbH, 2014
7. MEGEP Yayınları, Robot Programlama, Milli Eğitim Bakanlığı, 2014
8. MEGEP Yayınları, Robotik, 523EO0164, Milli Eğitim Bakanlığı, 2012.
9. Sosyal Planlama Genel Müdürlüğü “Sanayide Robot Teknolojisi, Uygulaması Ve Önemi”Aralık 1991.
10. Okan Üniversitesi, «OKANOM - Okan Otonom Araç Projesi,» 2014.