

TEKNOFEST İSTANBUL

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ROBOTAKSİ – BİNEK OTONOM ARAÇ YARIŞMASI

ÖN TASARIM ve SİMÜLASYON RAPORU



ARAÇ VE TAKIM ADI: NOVA/BEEM

TAKIM KAPTANI: Fatma Nur ORTATAŞ

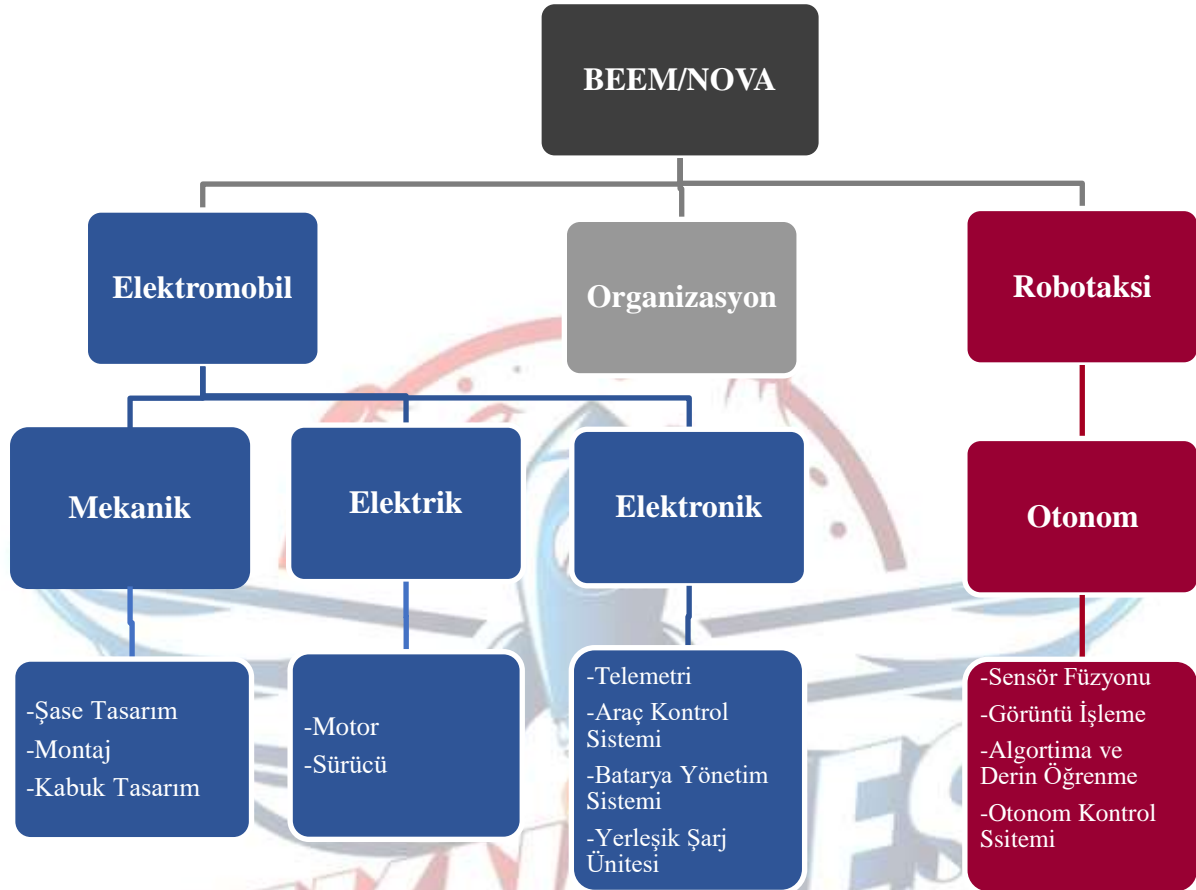
DANIŞMAN ADI: Emrah ÇETİN

İÇERİK

1. Takım Organizasyonu	2
2. Ön Tasarım Raporu Değerlendirmesi	5
3. Araç Fiziksel Özellikleri	6
4. Sensörler	8
5. Araç Kontrol Ünitesi	8
6. Otonom Sürüş Algoritmaları	13
7. Sistem Entegrasyonu	14
8. Özgün Bileşenler	17
9. Güvenlik Önlemleri	19
10. Test	21
11. Referanslar	22



1. Takım Organizasyonu



Takım Organizasyon Şeması

<u>MEKANİK GRUBU</u>		
GÖREVİ	ADI-SOYADI	İŞ TANIMI
1 ŞASE TASARIM	Mehmet Can CEZAIİR Koray ŞEKER	Ağırlık ve denge hesaplamaları ve AutoCad çizimi, şasi kaynak işleri
2 MONTAJ	Enes Behlül YILMAZ Yusuf SALBAŞ Bilal BOZKURT	Strafor yontma, Cam elyaf uygulama, Gaz, fren ve direksiyon bağlantıları.
3 KABUK TASARIM	Hüseyin OCAK	Dış kabuk 3B tasarım makyajlama.

Tablo 1 : Mekanik Grubu Görev Dağılımı

GÖREVİ	<u>ELEKTRİK GRUBU</u> ADI-SOYADI	İŞ TANIMI
1 MOTOR	Mehmet ÇELEBİ Fatih Çağrı PARLAK İsmail Hakkı KARA	Motor hesapları, bobin sarımı, lazer kesim, motor kapak tasarımları, mıknatıs yerleşimi.
2 SÜRÜCÜ	Seyit Ali SOYYIĞIT Ramazan AYDOĞAN Furkan SONGUR	BLDC motoru sürebilmek için 72V 30A gücünde ileri ve geri 3 fazda tasarlanan motor sürücü çalışması.

Tablo 2 : Elektrik Grubu Görev Dağılımı

GÖREVİ	<u>ELEKTRONİK GRUBU</u> ADI-SOYADI	İŞ TANIMI
1 TELEMETRİ	M.Muhammed KARATOKUŞ Enes SERTKAYA	Telemetri sistemi, sıcaklık bilgisi, hız bilgisi, otonom başla/dur komutu, kondüktör komutları, acil stop komutu.
2 ARAÇ KONTROL SİSTEMİ	M.Muhammed KARATOKUŞ Enes SERTKAYA	İşlemci, kullanılan sensörler, kablolu-kablosuz haberleşme, kontrol özellikleri.
3 BATARYA YÖNETİM SİSTEMİ	Aykut AYDIN Mustafa Hüseyin YILMAZ Yasin TOPÇU	Batarya tasarımı ve montajı.
4 YERLEŞİK ŞARJ ÜNİTESİ	Onurhan AYHAN	Şarj Devresi.

Tablo 3 : Elektronik Grubu Görev Dağılımı

GÖREVİ	<u>ORGANİZASYON GRUBU</u> ADI-SOYADI	İŞ TANIMI
1 REKLAM ve SOSYAL MEDYA YÖNETİMİ	Emre ERYILMAZ	Takım sosyal medya yönetimi ile ilgilenme.
2 SOSYAL ETKİNLİKLER	Sena KARSLIOĞLU	Sosyal etkinlikleri organize etme.
3 SPONSORLUK	Emre ERYILMAZ M.Muhammed KARATOKUŞ	Takım için gerekli sponsorluk bağlantılarını sağlama.

Tablo 4 : Elektronik Grubu Görev Dağılımı

GÖREVİ	OTONOM GRUBU ADI-SOYADI	İŞ TANIMI
1 SENSÖR FÜZYONU	Fatma Nur ORTATAŞ Merve KOLDAŞ	Otonom araçta kullanılacak olan sensör, LIDAR ve kamera modülünün füzyonu için gerekli algoritma ve filtre tespiti.
2 GÖRÜNTÜ İŞLEME	Fatma Nur ORTATAŞ Merve KOLDAŞ	OpenCV ve Python üzerinden gerekli işlemlerin uygulanması.
3 ALGORİTMA ve DERİN ÖĞRENME	Fatma Nur ORTATAŞ Merve KOLDAŞ	Trafik işaretlerinin tespiti için kullanılacak algoritmanın belirlenmesi ve derin öğrenme işleminin yapılması.
4 OTONOM KONTROL SİSTEMİ	Beyza AKYEL Emre ERYILMAZ	Mekanik bağlantılarının yapılması ve kontrolünün sağlanması.

Tablo 5 : Otonom Grubu Görev Dağılımı

2. Ön Tasarım Raporu Değerlendirmesi

Ön tasarım raporunda henüz o zamana kadar yapılan araştırmalardan bahsedilmiştir. Ancak bu rapordan sonra gerek her bir işin uygulama safhasında karşılaşılan güçlükler, gerekse daha iyi yöntemler bulunması nedenleriyle bu rapor zamanına kadar bazı değişikliklere gidilmiştir. Örneğin, daha önce yapılan araç kabuk tasarımının uygulamasının zor olması, kabuk tekniği olarak kullanılması düşünülen karbon-fiberin hem pahalı hem de zor bir teknik olması nedenleriyle araçta tasarım değişikliğine gidilmiştir. Aracın dış kabuğunun cam elyaftan yapılması kararlaştırılmıştır. Son durumla ilgili görseller bu rapor içerisinde ilgili konu başlıklarında mevcuttur. Tasarımın sadeleştirilirken, ilerleyen yıllarda da kullanılacağı düşünülerek sağlanmıştır. Otonom sistem için daha önce karar verilen Haarcascade algoritması veri tabanını oluşturacak levha sayısı ve kullanılacak fotoğraf açısından daha verimli sonuçlar için değiştirilerek CNN algoritması karar verilmiştir ve üzerinde çalışılmaktadır. Ayrıca otonom araç için kullanılacak kamera sayısı ön tasarım raporunda 3 olarak belirtilmiştir ancak tek şeritli bir yol üzerinde yarışma gerçekleşeceği için kullanılacak kamera sayısı 2 olarak güncellenmiş ve ona göre yazılım gerçekleştirilmektedir. Ön tasarım raporu zamanında hedeflenen aracın genel bütçesi 70 bin TL'dir. Bu hedeflenen rakam her bir alt grubun araştırmaları sonucunda toleranslı olarak belirlenmiştir. Halen bu hedeflenen rakamın yakalanacağı düşünülmektedir. Bu aşamaya kadar yapılan harcamalar, ilk başta yapılan hedeflere uygun olarak gerçekleşmektedir.

3. Araç Fiziksel Özellikleri

Şasi Ölçüleri:

Boy: 240 Cm

En: 120 Cm

Kabuk Boylari:

Boy: 260 cm

En: 140 cm

Yükseklik: 100 Cm

Rolbarlar:

ÖN ROLBAR:64 cm

ARKA ROLBAR:91 cm

-Şasi Tipi: Merdiven Tipi Şasi

-Direksiyon Tipi: Elektrikli Direksiyon

-Strafor Çeşidi: Asmolen Strafor

Aracın kalıbı için iki boyutlu CNC ile aracın şekline en yakın olacak şekilde strafor kestirilmiştir (Şekil.3.1.). Daha sonra strafor kalıp el işçiliği ile son haline şekillendirilmiştir (Şekil.3.2.). Strafor şekillendirildikten sonra strafor yüzeyine cam elyaf temas etmemesi için strafor kalıp önce kalın alçı ile daha sonra da ince alçı ile kaplanmıştır. Kaplanan alçı yüzeyine cam elyafın doğrudan yapışmaması için cila çekilmiştir. Son olarak cila yüzeyine cam elyaf katmanları uygulanacaktır. Halen cam elyaf katmanları uygulama çalışmaları devam etmektedir. Bu uygulamaların tamamı Beem takımının mekanik ekibi tarafından gerçekleştirilmiştir.

ARAÇ ÜZERİNDEKİ YÜKLER	Kilogram (kg)
Motor	10 Kg
Batarya	30 Kg
Şase	50 Kg
Kabuk	40 Kg
Diğer	30Kg
TOPLAM	160 Kg

Araç Tasarımı :**Şekil 3.1. Strafor****Şekil 3.2. Şekillendirilmiş Strafor****Şekil 3.3. Şase**

4. Sensörler

Aracımızda 1 adet Lidar, 2 adet Ultrasonik sensör ve Raspberry pi kamera modülleri, batarya sıcaklığını ölçmek için ise DS18B20 sıcaklık sensörleri kullanılmıştır. LIDAR sensör olarak 0-40m menzili olması, 1m'den büyük mesafelerde ± 2.5 cm hassasiyete sahip olması ve düşük güç tüketimi sağlaması nedeniyle LIDAR-Lite v3 modeli tercih edilmiştir. Kamera modülü ise yüksek hızlı HD video görüntüleme ve fotoğraf çekme özelliğinden dolayı Raspberry pi HD kamera modülü v2 tercih edilmiştir. Ultrasonik sensör doğrulama amaçlı kullanılacaktır. Lidar aracın ön kısmının orta bölgesinde, ultrasonik sensörler aracın sağ ve solunda yine ön kısımda mesafe ölçümü için yer alacaktır. Kamera modüllerimiz aracın tepe kısmında trafik işaretlerini ve şerit takibini yapmak üzere bulunacaktır. Bu sensörlerin verimli ve senkronize bir şekilde çalışabilmesi için sensör füzyonuna ihtiyaç vardır. Bu aşamada gelen sensör verilerini değerlendirerek optimum doğru kararı verebilmek amacıyla Kalman Filtresi algoritması kullanılması uygun görülmüştür. Kalman filtresi 7.bölüm Sistem Entegrasyonu kısmında anlatılmıştır.

5. Araç Kontrol Ünitesi

Araç kontrol ünitesi aşağıdaki birimlerden oluşmaktadır.

- İşlemci
- Kullanılan sensörler
- Araç içi ekran
- Kablolü haberleşme
- Kablosuz haberleşme modülleri
- Yer birimi arayüz programı
- Kontrol özellikleri

5.1.İşlemci

Araç kontrol ünitesinde kullanılmak üzere kolay kullanım ve maliyet açısından avantajlı Arduino Mega 2560 geliştirme kartı kullanılmıştır. İki adet işlemci kullanılacak olup birincisi sensör ölçümleri ve kablosuz haberleşme için kullanılacaktır. İkincisi ise araç içinde bulunan ve sensör bilgilerinin yazdırılacağı ekranı kontrol edecektir. Araç içindeki bu iki Arduino arasında bilgiler kablolu olarak aktarılacaktır.

Kart Özellikleri

Arduino mega 2560 işlemci kartının üzerinde ise Mega 2560 işlemci entegresine sahiptir. 54 dijital giriş ve çıkış pinine sahiptir. Bunlar aynı zamanda pwm sinyali üreten çıkışlardır. 16 analog giriş ve 4 uart donanım seriyortuna sahiptir. 16 MHz Kristal osilatöre sahiptir. Usb bağlantısı ve bir güç girişi mevcuttur. Kolay kullanımı ve kütüphane zenginliği açısından tercih edilmiştir.



Şekil 5.1. Arduino Mega 2560

ÖZET

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

5.2. Kullanılan Sensörler

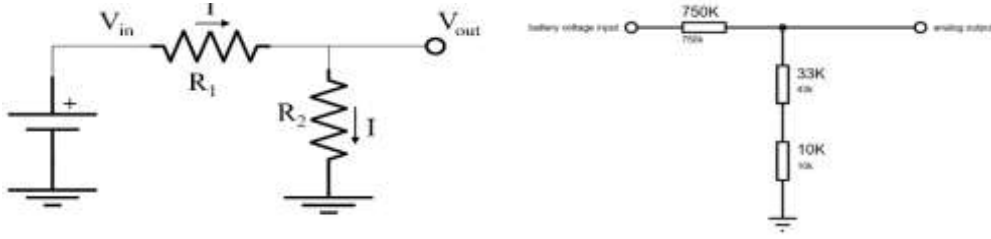
Araç kullanımında iken bazı veriler sensör yardımıyla ölçülür araç kontrol sistemimizde 4 adet sensör bilgisi işlenmektedir.

- Batarya gerilimi
- Anlık akım değeri
- Batarya kutusu sıcaklığı
- Araç hız bilgisi

Batarya Gerilimi

Araçtaki bataryanın geriliminin anlık olarak ölçülmesi gerekmektedir. Bu ölçüm için maliyet açısından uygun olan Voltage Divider metodu kullanılmıştır yani gerilim bölücü metodu kullanılmıştır.

Giriş voltajı direnç kombinleri ile mikrodenetleyicinin okuyabileceği gerilim seviyesine bölünür. Bu gerilim mikrodenetleyici kısmında analog değer olarak ölçülür ve çeşitli algoritma ve işlemler sayesinde ana gerilim ölçülmüş olur. Ölçülen sonuç araç içi ekrana yazılır. Maksimum giriş voltajı 90 volt olduğunda çıkıştaki gerilim 5 Volt olmaktadır ve direnç kombinasyonu buna göre seçilmiştir.



Şekil 5.2.1. Gerilim Bölücü Devresi

Gerilim bölücü formülü:

$$I = V_{in}/R_{eş} = V_{out}/R_2$$

$$V_{out} = V_{in} (R_2 / (R_1 + R_2))$$

Anlık Akım Değeri

Akımı ölçmek için batarya çıkışlarına seri olarak bağlanan acs-758-100b akım sensörü kullanılmıştır. Özel yükseltici ve filtre tasarım teknikleriyle donatılmış ve düşük gürültüde (parazitte) çalışan bir sensördür. Akımın geçtiği yol ölçülen tarafta tamamen izole edilmiştir. Yüksek gerilim uygulamalarında ofset sapmasını önleyici bir yapısı vardır. Küçük ve modüler yapısı ile beraber devrede çok az kaplayan bu sensör hallefact mantığıyla çalışmaktadır. Hallefact mantığı ise sensörün kollarından geçen akım ölçülen tarafta bir manyetik alan oluşturur ve bu manyetik alan sensörün içerisindeki yapı sayesinde 0-5v aralığına dönüştürülür.

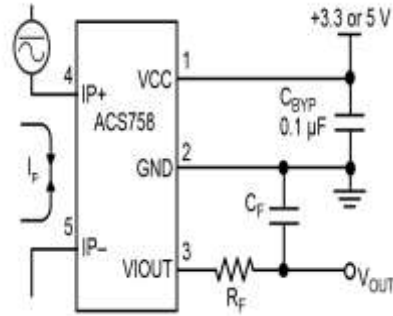
Sensör Özellikleri



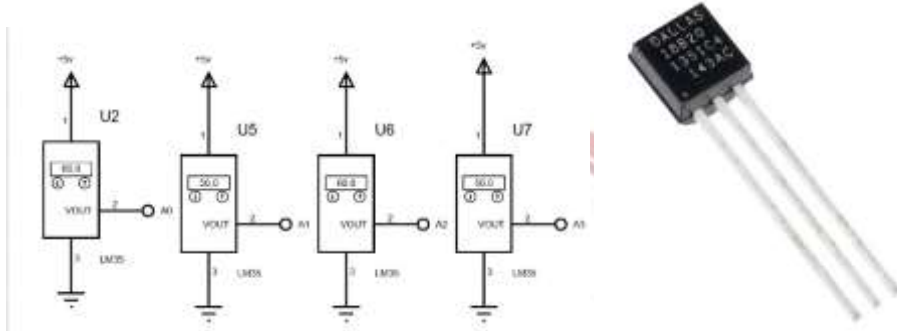
Maximum sürekli akım değeri 100A
Maximum anlık akım değeri 300A
0-5v çıkış voltajı
Çift taraflı akım ölçme kabiliyeti

Batarya Kutusu Sıcaklığı

Sıcaklık sensörü olarak DS18B20 sıcaklık sensörü kullanılmıştır. DS18B20 1 bit ile 12 bit arasında santigrat biriminde sıcaklık ölçümü sağlayan bir sensördür. 3 bacağı bulunan sensör 5V GND ve verinin alındığı çıkış bacağına sahiptir. Çıkış ile Vcc arasına 4.7k ohm'luk bir direnç ile kombine edilerek daha verimli ölçümler yapılabilir. Düşük parazit yapısına sahip olan bu sensör mikrodenetleyici kartlarda çeşitli kütüphaneler kullanılarak ölçüm sonuçları ekrana yazdırılır. Düşük güç tüketimine sahip olduğundan doğrudan mikrodenetleyici güç çıkışından beslenebilir. Dijital çıkışa sahip bu sensörler hassas ve farklı noktaların ölçümünün gerektiği yerlerde rahatlıkla kullanılabilir.



Şekil 5.2.3. Batarya Devresi



Şekil 5.2.4. DS18B20 sıcaklık sensörü

5.3. Araç İçi Ekran

Araç içinde sensörler gelen bilgileri görsel olarak görebilmek için Arduino Mega uyumlu 480x320 büyüklüğünde renkli tft ekran kullanılmıştır. Hx8357 sürücüsüne sahip ekran kolay kullanıma sahiptir. Sensör bilgilerini araç kontrol ünitesi kartından kablolu olarak almaktadır.



Şekil 5.3. 480x320 renkli TFT ekran

5.4.Kablolu Haberleşme

Araç kontrol ünitesi kartında işlenen sensör bilgileri ekrandaki işlemciye kablolu olarak aktarılmaktadır. Bu haberleşmede i2c protokolü kullanılmıştır. İ2c haberleşme protokolü avantajlarını ele alırsak

- İ2c veri yolunda veri yolundaki her cihaz bağımsız olarak adreslenebilir.
- İhtiyaçlara göre aktarım oranını seçerek kullanıcıya esneklik sağlar.
- Sadece iki adet tel ile haberleşebilir.

5.5. Kablosuz Haberleşme Modülleri

Araç kontrol ünitesindeki sensör bilgileri aynı zamanda tek yönlü iletişim ile kablosuz olarak yer birimindeki arayüz programına gönderilir. Bu gönderim xbee pro rp sma seri 2c modülleri ile sağlanmaktadır. Kablosuz haberleşmede güvenlik amacı olarak ayırıcı verici tarafından belirlenen bir şifre alıcı tarafına gönderilir alıcı tarafına kaydedilmiş şifre gönderilen şifre ile eşleşirse haberleşme-veri aktarımı başlar. Ayırıcı modüller bilgisayar üzerinden birbirlerini tanıtır ve veri karışıklığı önlenmiş olur.



Şekil 5.5. xbee pro rp sma seri 2c

Teknik Özellikler:

- 250kbps standart, 1Mbps maksimum veri hızı
- 63mW RF çıkış gücü (+17dBm)
- 3.2km menzil (dış mekan)
- FCC sertifikalı
- 4 adet 10-bit ADC giriş pini
- 15 adet dijital G/Ç pini
- 128-bit şifreleme
- Kablolu veya kablosuz konfigürasyon imkanı
- AT veya API komut seti desteği

5.6. Yer Birimi Arayüz Programı

Araç kontrol ünitesindeki sensör bilgileri kablosuz olarak yer birimine aktarılır. Seri porta aktarılan bilgiler c# temelli arayüz programı tarafından okunarak görsel olarak çıktı verir. Ayrıca anlık olarak sensör bilgileri kayıt altına alınır.



Şekil 5.6. Arayüz

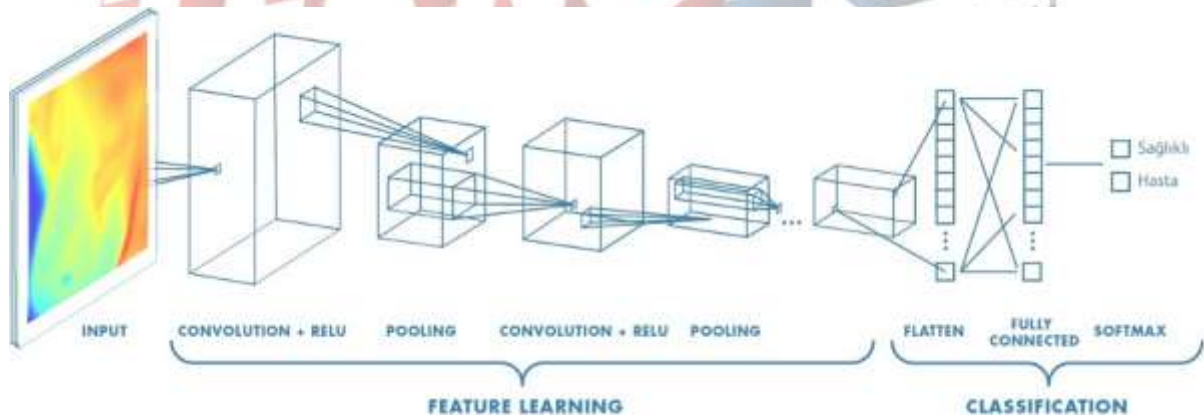
5.7.Kontrol Özellikleri

Araç enerji yönetim sistemi ; araçta bulunan enerji kaynaklarının aşırı kullanımlarının sınırlandırılması ve enerji kullanımının optimizasyonunun gerçekleştirilmesi. Olağan dışı çekilen akımı sınırlandırma veya kapatma. Önceden belirlenmiş sıcaklık limiti aşıldığında soğutma için batarya kutusunun fanlarını çalıştırma. Batarya da oluşacak aşırı sıcaklıkta enerjiyi kesme ve flaşör çalıştırma. Araç durumunun izlenmesi ve kullanıcıya iletilmesi; araç hızı, batarya sıcaklıkları, gerilimlerini kullanıcıya ekran sayesinde bildirmesi.

6.Otonom Sürüş Algoritmaları

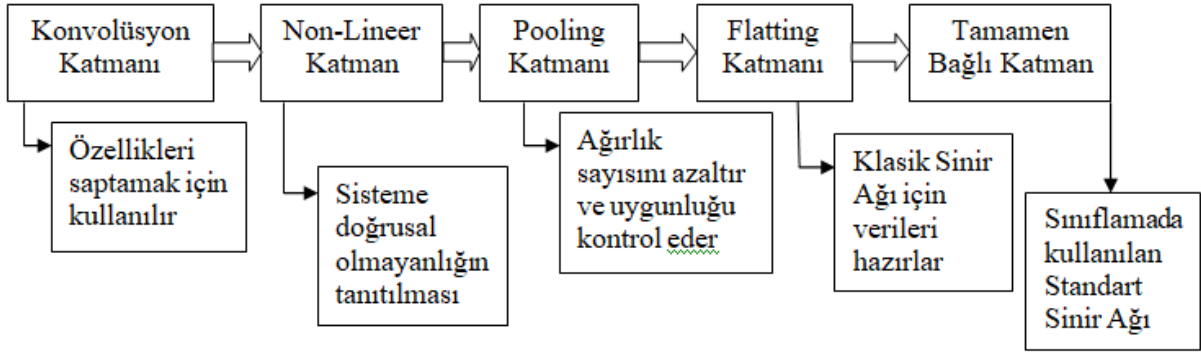
Robotaksi yarışmasında yapılması gereken görevler incelendiğinde tasarlanan ve yapılan aracın yol üzerinde bulunan trafik levha tanımlamalarını ve trafik lambalarını algılayarak karar verme işlemi uygulamalı ve parkuru tamamlaması amaçlanmaktadır. Görüntü işleme alanında en popüler sorunlardan bir tanesi görüntü sınıflandırmasıdır. Bu sınıflandırma işleminde derin öğrenme algoritmaları oldukça başarılı işler ortaya koymuştur. Konvolosyonel Sinir Ağları (Convolution Neural Network-CNN) çok katmanlı algılayıcıların (Multi Layer Perceptron-MLP) bir türüdür. CNN resim tanımda kullanılan çok etkili bir mekanizmadır. CNN, verilen görüntülerdeki istenen nesneyi ayırt etmek için o görüntüdeki nesnenin en belirgin yani o nesneyi o nesne yapan benzersiz özelliklerini kullanır. Bu projede CNN algoritması gerçek zamanlı bir görüntü üzerinde trafik işaretlerini belirlemede kullanılacaktır.

CNN algoritmasının çalışma şekli şu şekildedir.



Şekil.6.1. CNN algoritması çalışma modeli

CNN algoritmasının içinde bulundurduğu katmanlar ve işlevleri ise aşağıdaki gibidir.



Şekil.6.2. CNN algoritması çalışma basamakları

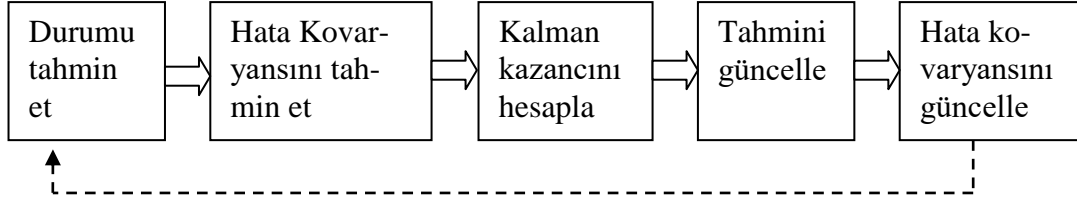
Aracımızın otonom sürüşü gerçekleştirebilmesi için yapılan çalışmalar şuan da gerçek zamanlı bir görüntüde trafik işareti olarak mavi veya kırmızı işaretleri bulabilen bunların daire veya üçgen şeklinde olduğunu tanımlayan bir yazılım geliştirilmiştir. Bu işlem için alınan gerçek zamanlı bir görüntü renk kanallarına ayrılarak istenen renk filtrelenip belirlenen alan boyutuna göre görüntüde bulunmaktadır ve bu işlem sonrasında yine bulunduğu görüntü etrafına çizgiler çekerek şeklini tanımlamaktadır. Gerçek zamanlı bir görüntü de ‘bu levhadır’ diyerek levhanın tanımlamasını yapma işi olan öğrenme kısmı üzerinde halen çalışılmaktadır. Ön tasarım raporunda Haarcascade olarak belirlenen metot değiştirilerek şu anda konvansiyonel sinir ağı(CNN)yapısı üzerinde çalışılmaktadır. Bu yazılım için Python ve Opencv kullanılmaktadır. Ayrıca farklı kütüphanelerden faydalanılmaktadır. Şerit takibini ise aracımızın üzerinde bulunan kameradan aldığı gerçek zamanlı görüntüleri ilk aşamada Grayscale haline dönüştürüp bu görüntü içerisinde beyaz renk filtresi uygulanacaktır. Gerekli maskeleme işlemi yapıldıktan sonra kenar bulma işlemi uygulanacaktır. Nihai sonuç görüntüde ise istenmeyen görüntülerin elimine edilmesi için aracın önünde bölge tanımlanacaktır(ROI İşlemi: İlgilenilen alan). Kesikli kullanılacak olan şerit çizgileri için ise olasılıksal houghline detector kullanılacaktır. Trafik lambalarında yapılacak olan işlemlerde ise makine öğrenmesi gerçekleştirildikten sonra gerekli görüntü işleme teknikleri uygulanarak ve renk filtrelemeleri yapılarak renge göre karar verme sağlanacaktır. Verilen karar doğrultusunda gaz için araç motor sürücüsüne iletilecek komut ile durmak için ise fren pedalına bağlanan lineer motora ait motor sürücüsünün kontrol edilmesiyle gerekli mekanik tepkiler gerçekleştirilecektir.

7.Sistem Entegrasyonu

Otonom araçta kullanılacak veri alıcılarının (kamera,lidar vb.) sistemde verimli şekilde kullanılabilmesi için sensör füzyonu gereklidir. Sensör füzyonu için Kalman Filtresi algoritması kullanılması uygun görülmüştür. Kalman filtresi sensörlerden alınan verilerin birleştirilerek

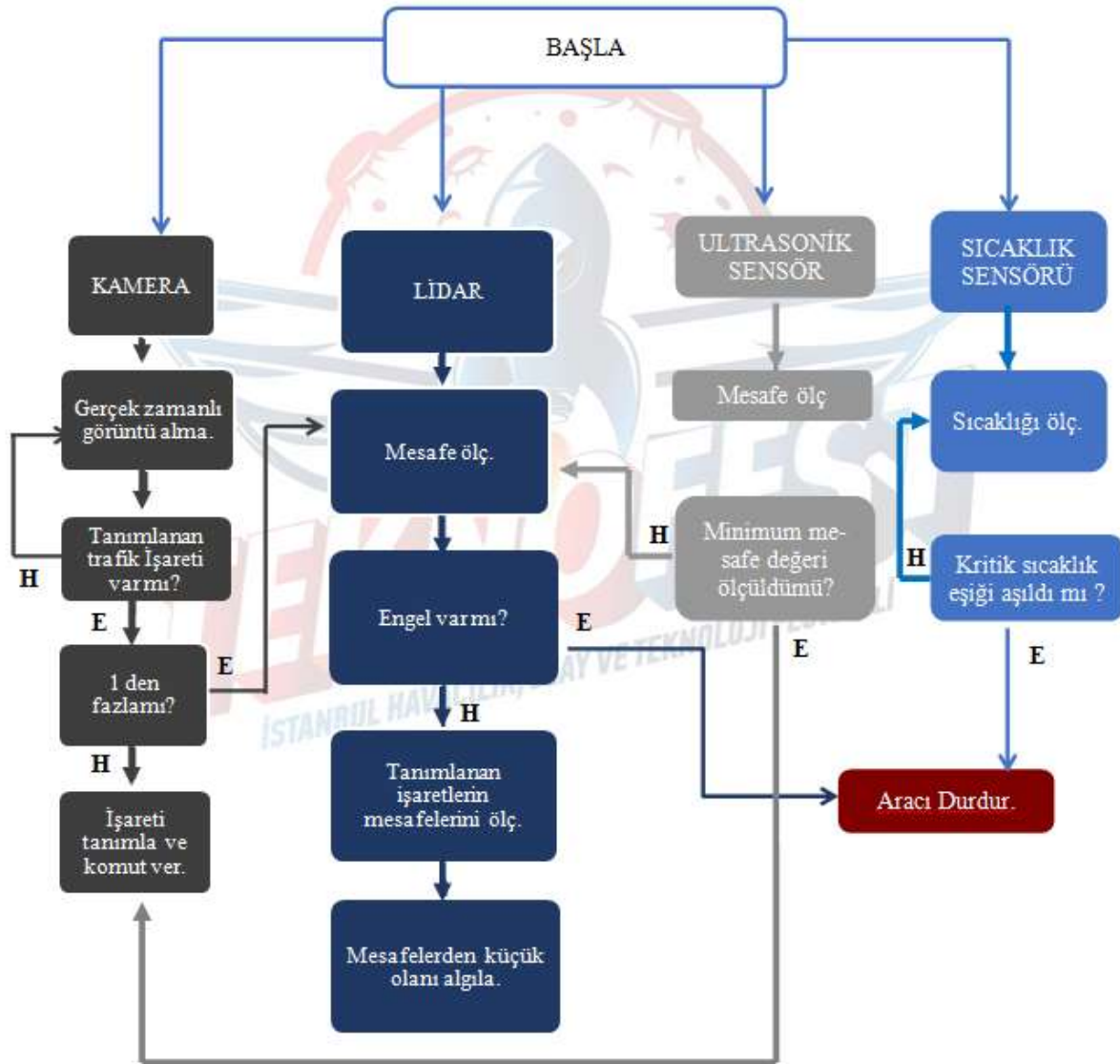
değerlendirilmesinde kullanılır. Dinamik bir sistemde, sistemde mevcut olan veriler ve giriş-çıkış verileri ile durum tahmini yapan bir filtredir.

Gerçek zamanlı uygulamalarda sistem verileri üretmek için matematiksel olarak sensör verileri birleştirilir. Matematiksel tahminlere dayanarak sistemi optimize eder. Çalışma mekanizması Şekil.KL’de belirtildiği gibidir.



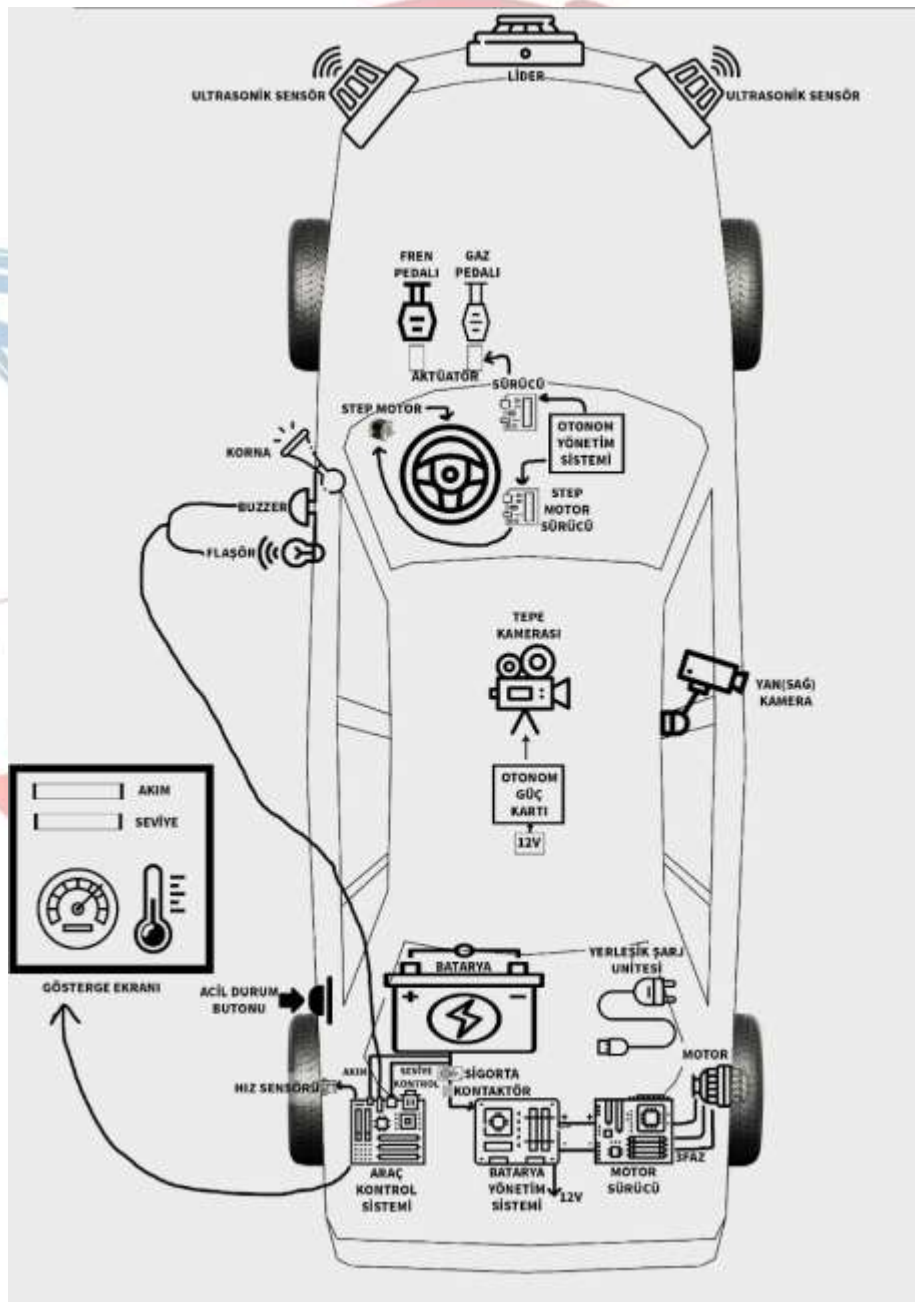
Şekil.KL Kalman filtresi çalışma mekanizması

Sensörlerden gelen veriler birbirleri ile ilişkili olarak değerlendirilerek çekirdek yazılımda karar mekanizması oluşturulacaktır. Bu karar mekanizması kısmında devreye giren Kalman Filtresi için sensör akış diyagramları ise Şekil.MK’de belirtildiği gibidir.



Şekil.MK Sensör Akış Diyagramları

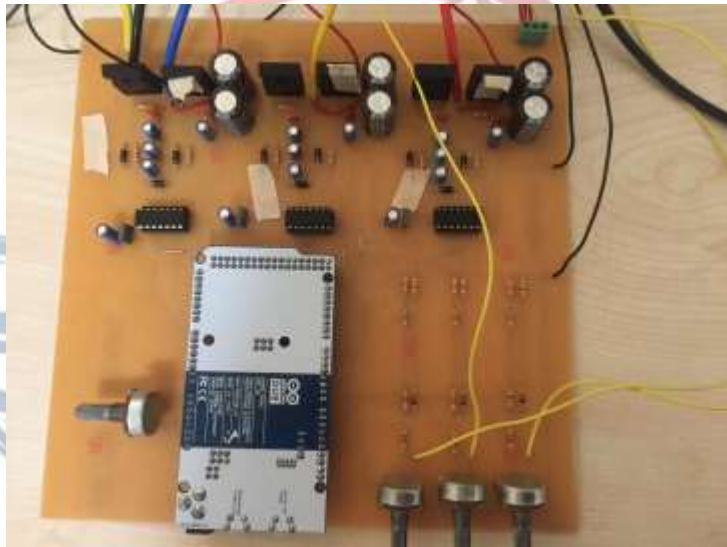
Belirtilen akış şemasında olduğu gibi kamera ve LIDAR ile CNN algoritması uygulanarak sağlanan makine öğrenmesi sonucunda levhaları gerçek zamanlı görüntüde algılayabilen bir sistem oluşturulmuştur. Görüntü tek mi ya da birden fazla mı sorusunun cevabı ile araç ve trafik işareti arasında mesafe ölçümü yapılarak mesafe farkından küçük olana göre işlem yapılacaktır. Mesafenin eşit olması durumunda uymas gerektiği öncelikli levha sıralamasına göre hareket edecektir. Araç önünde bulunan bir engel, kırmızı yanak trafik lambası veya dur levhası gibi aracın durmasını gerektiren zorunlu bir durum varsa LIDAR ile alınan mesafe ve tanımlanan levha bilgisine göre motor sürücüsü kontrolü ile lineer motorlar işleme konarak fren pedalına basma işlemi gerçekleştirilecektir. Hızlanma işlemi ise motor sürücüsüyle kontrol edilerek lineer motor ile gaza basma işlemi gerçekleştirilecektir. Bu işlemlerin tümünün gerçekleştirilmesi Kalman Filtresi uygulanarak sağlanacaktır.



Şekil 7.1. Sistem Entegrasyonu

8. Özgün Bileşenler

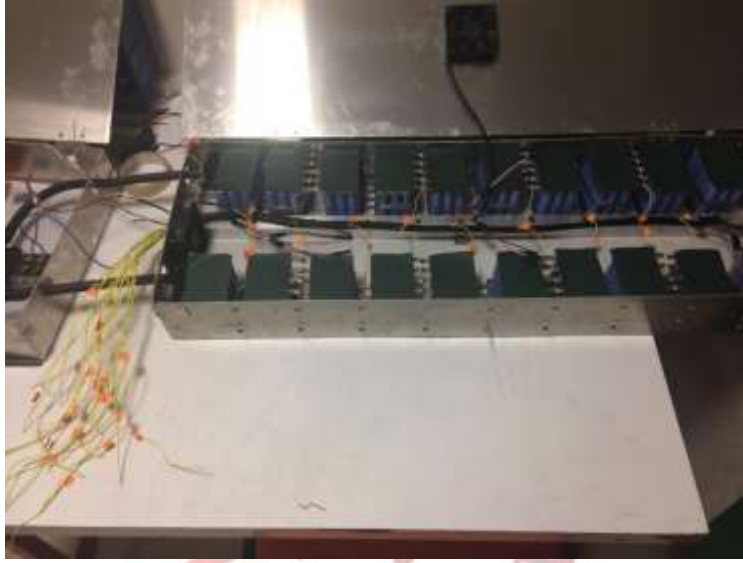
Efficiency Challenge yarışmasına da katılacak olan Beem takım aracı Nova'nın mümkün olduğunca Beem takımı tarafından üretilebilecek bütün parçalarının yerli olarak üretilmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla Robotaksi aracına ait otonom sürüş çekirdek yazılımı, araç ana motoru, motor sürücüsü, batarya yönetim sistemi, batarya kutusu, telemetri sistemi, şarj birimi, şasi, dış kabuk gibi aksamalarının özgün olarak geliştirilmesi için çalışmalar son aşamalarına gelmiştir. halen her bir alt alanda Beem takımı tarafından çalışmalar yoğun bir şekilde devam etmektedir. Bu rapor içerisinde tamamına değinilmeyen bu alt birimlerin her birinin yerli olarak tasarlandığına dair son durum yarışlar zamanında yapılacak sunumda daha ayrıntılı olarak anlatılacaktır.



Şekil 8.1. Sürücü Devresi



Şekil 8.2. Batarya Kutusu



Şekil 8.3. Batarya Kutusu Son Şekli



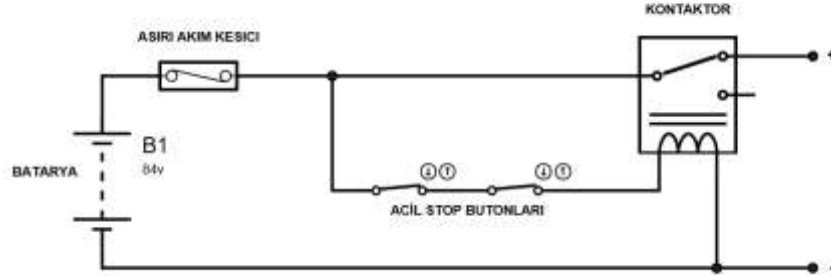
Şekil 8.4. Motor Statoru



Şekil 8.5. Yerleşik Şarj Ünitesi Devresi

9. Güvenlik Önemleri

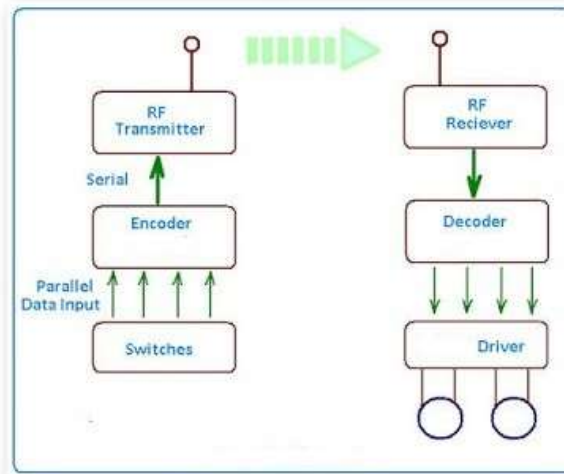
Acil Durum Butonları



Şekil 9.1. Acil Durum Devresi

Yarış esnasında aksi bir durumun yaşanmaması için dışarıdan müdahale ile enerji kesilebilir olacaktır. Zayıf akım ile acil enerji kesme mantığı ile enerji kesilecektir. Bataryanın çıkışında bir adet aşırı akım kesici bulunmaktadır. Aşırı akım kesiciden sonra normalde kapalı acil stop butonları kontaktör bobinini enerjilendirir ve kontaktör normalde açık olan kontağını normalde kapalı konumuna getirir. Her hangi bir acil durumda ise acil stop butonlarına basıldığında anahtar açık hale gelir ve kontaktör bobininin enerjisi kesilmiş olur. Böylelikle enerji akışı kontaktör kontağının açık hale geçmesi ile kesilmiş olur. Aşırı akım kesici olarak otomatik sigorta tipi belirlenmiştir ve değeri yaklaşık olarak 50 amper civarındadır.

Uzaktan Acil Durdurma ve Başlatma



Şekil 9.2. Acil Durdurma Akış Şeması

Yarış sırasında uzaktan acil durdurma için 433 mHz radyo frekanslarıyla çalışan bir devre tasarımı yapılacaktır ve alıcı tarafında kontaktör bobini tarafına bağlanan bir röle kontağı açılarak enerji kesilecek ve acil durdurma sağlanmış olacaktır. Yarış sırasında herhangi bir sinyal karışıklığını önlemek amacı ile kodlayıcı ve çözücü entegre çiftleri kullanılacaktır.

İki adet butondan acil durdurma düğmesine basıldığı zaman encoder kodlayıcı kısmına paralel bilgi girişi yapılacaktır bu bilgi şifrelenerek rf modüller ile alıcı tarafına aktarılacaktır. Alıcı tarafında decoder bu şifreyi çözerek sürücü kısmına aktaracaktır. Bu algoritma ile acil durdurma sağlanmış ve aracın enerjisi kesilmiş olacaktır. Yine başlatma komutu için aynı sıra izlenecek olup gelen bilgi driver kısmına aktarılacaktır ve röle kontağı kontaktör bobinini enerjilendirecektir. Alıcı ve verici olarak maliyet açısından uygun 433 MHz alıcı verici çiftleri kullanılacaktır.



Şekil 9.3.433MHz Kablosuz Alıcı Verici

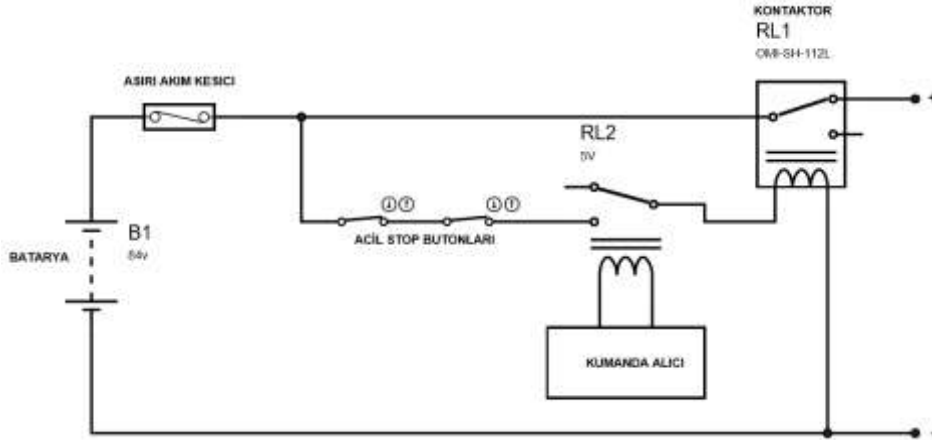
Teknik Özellikler

- Frekans Aralığı: 433.92 MHz
- Modül Modu: ASK
- Devre Şekli: SAW
- Veri Hızı: 8Kbps
- Besleme Gerilimi: 1.5-12V
- Elektrik Akımı: 23mA (5V): 40mA (9V): 53mA (12V)
- Güç: 10dBm (5V): 14,5dBm (9V): 16,6dBm (12V)
- Yüksek hassasiyet tasarlanmıştır.

Kodlayıcı ve kod çözücü

Kodlayıcı ve çözücü entegreleri olarak pt2262 ve pt2272 çifti belirlenmiştir. Kod çözücülerin çıkış sürücüleri açısından 2 türe sahip olan pt serisi çözücüler momentary anlık veya latch kilit sürücü özelliğine sahiptir. Uzaktan kontrol kumandamızda latch kilit özellikli olan 4 kanal pt serisi çözücü entegre kullanılacaktır. Latch özelliğine sahip çözücü gelen datayı çıkışa aktarır giriş kesilse dahi çıkış değişmez fakat aynı bilgi tekrar geldiğinde çıkış tekrar eski konumuna döner. Yani başlatma tuşuna bir kez bastığımızda kontaktör enerjilendirilerek aracın enerjisi sağlanır tekrar basıldığında ise kontaktörün bobininin enerjisi kesilerek aracın enerjisi kesilmiş olur.

Uzaktan Kontrol Şematik Gösterim



Şekil 9.4. Kontrol Devresi

10. Test

Halen üretim süreci bu rapor kapsamında anlatılmış olan aracın bütün parçaları tamamlandıktan sonra yarıştan önceki son 1 aylık sürede gerekli testler ve deneyler gerçekleştirilecektir.

Aracın mekanik ve yürüyen parçalarının istenilen şekilde çalışması aracın üzerine yerleştirilecek elektrik-elektronik donanımlarının da verilen görevi yerine getirmesi açısından önemlidir. O nedenle test aşamasında ilk olarak aracın şasi, teker-direksiyon bağlantıları ve frenler gibi mekanik ekipmanların doğru çalışıyor olduğundan emin olunacaktır. Mekanik ekipmanlar doğrulandıktan sonra elektromobil yarış kapsamında, aracın manuel olarak çalıştırılması ve elektromobil koşullarını sağlayıp sağlayamadığı deneysel olarak görülecektir.

Araçta bulunacak bir buton vasıtasıyla elektrikli aracın elektromobil veya Robotaksi modunda çalışması sağlanacaktır. Duruma göre elektromobil için gerekli düzeltme ve iyileştirmeler yapıldıktan sonra Robotaksi yarış için Yozgat Bozok Üniversitesi kampüsü içerisinde oluşturulacak bir test pistinde aracın otonom özelliklerinin deneyi yapılacaktır. Oluşturulacak test pistinde daha önce simülasyon ortamında çizimi yapılan parkurda bulunması muhtemel olan levhalar, yolcu durağı ve park yeri bulunacaktır. Tek şerit olarak yapılacak parkur çizimleri Karayolları gerçek boyutlarına uyacak şekilde çizilecektir. Ayrıca trafik ışıkları da kampüs içerisinde bulunan ışıklar kullanılarak test edilecektir. Yine parkur oluşturulurken Robotaksi şartnamesine uyulacaktır. Farklı saatlerde yapılacak otonom sürüş denemeleri ile oluşturulan yazılımın tepkisi incelenecek ve ona göre yazılımda iyileşmeye gidilecektir.

Otonom yazılımın öğrenme yapabilmesi için daha önceden çekilen levha görüntüleri, oluşturulan veritabanı üzerinden algoritmanın altyapısını oluşturacaktır. Bu öğrenme aşaması, parkurda aracı test etmeden daha önce yazılımdaki levha tanıma doğruluğunu artırmak amacıyla yapılmaktadır. Bu veritabanı mümkün olduğunca gerekli senaryoyu gerçekleştirebilecek şekilde oluşturulacaktır.

11. Referanslar

- Sebastian Houben, Johannes Stallkamp, Jan Salmen, Marc Schlipf, “Detection of Traffic Signs in Real-World Images: The German Traffic Sign Detection Benchmark”, 2013
- Bahadır K. Gunturk, John Glotzbach, Yucel Altunbasak, Ronald W. Schafer and Russel M. Mersereau, “Demosaicking: Color Filter Array Interpolation”, 2005
- Olivier Chapelle, Bernhard Schölkopf, and Alexander Zien, “Semi-Supervised Learning”, 2006
- Alberto Broggi, Pietro Cerri, Paolo Medici, Pier Paolo Porta, “Real Time Road Signs Recognition”, 2007
- Sebastian Houben, “A single target voting scheme for traffic sign detection”, 2011
- Evrim Anıl Evirgen, “Çoklu Sensör İz Füzyonu Yöntemlerinin Simülasyon Yoluyla Değerlendirilmesi”, ODTÜ, 2015
- Levent Yenilmez, “Mobil Robotlarda Çoklu Sensör Veri Füzyonu Teknikleri ile Lokalizasyon ve Harita Oluşturma” Doktora Tezi, İTÜ, 2011
- Hamdi Yalın Yalç, Ahmet Burak Can, “Automatic recognition of traffic signs in Turkey roads”, 2011.
- Ahmet Kemal Nenniöđlu, Tahsin Körođlu, “Otonom Araçlarda Hareket Planlaması”, Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 2018
- Jale Nur Mertođlu, “Detection of Traffic Signs In Simulation And Real Time Environment”, Yüksek Lisans Tezi, 2017