

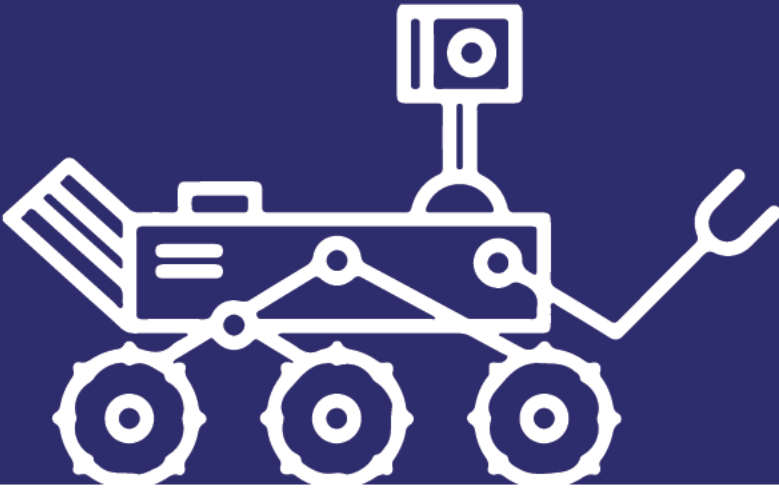


TEKNOFEST
HAVACILIK VE UZAY TEKNOLOJİ FESTİVALİ



SANAYİDE DİJİTAL TEKNOLOJİLER YARIŞMASI

ÖN TASARIM RAPORU



TAKIM ADI: KOU ROVER TEAM

PROJE ADI: Güdümlü Otonom Mobil Yük Robotu

BAŞVURU ID: 423528



Kocaeli University
Student Branch



İÇERİK

1. Özet	3
2. Takım Organizasyonu	3
3. İş Akış Çizelgesi	5
4. Yarışma Kurallarının Analizi ve Tasarım Çalışması Hedefleri	5
5. Araç Ön Tasarımı	6
6. Yazılım ve Veri Akışı Mimarisi	11
7. Güvenlik Önlemleri	14
8. Özgünlük	15
9. Referanslar	15



1.ÖZET (Sezer Yıldırım, Oktay Pektaş, İbrahim Kılıçlı, Narin Elif Uçar, Çağrı Yılmaz)

Sanayi sektörü; Sanayi üretim tesislerinde ve fabrikalarda gerçekleştirilen işler incelendiğinde çok ağır ve yüksek iş gücü gerektirmekte olan bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsana bağlı iş gücünü azaltmak adına çok çeşitli yeni nesil teknolojilerden yararlanılmaktadır. Bu alanda bir görevi yerine getirmek için tasarımı gerçekleştirilmiş olan otonom güdümlü robotlar (AGV) karşımıza çıkmaktadır.

Milli teknoloji hamlesi kapsamında yerli ve milli “Sanayide Dijital Teknolojiler Yarışması” düzenlenmektedir. KOU ROVER TEAM olarak bu yarışmaya ileri seviye kategoride başvurulmuştur.

Takım mekanik, elektronik ve yazılım olarak üç farklı ekipten oluşmaktadır. Bu yarışma ile imalat sanayideki dijital dönüşümün kilit noktası otonom araçların yük taşıma alanında bir proje geliştirilmesi hedeflenmektedir. Hazırlanan yarışma bölgesinde fabrika ortamı benzetimi yaratılarak 4 yük alma ve bırakma bölgesinde otonom aracın kılavuzlar doğrultusunda hareket ederek yük transferini sağlaması istenmektedir. Araç otonom yol bulma ve yük taşıma, bölgenin haritalaması ve merkezle haberleşebilme özelliklerine sahip olacak şekilde geliştirilmektedir. Görev doğrultusunda yükün kaldırılması, ağır yükler ile çalışıldığından güç hesabı, güvenlik, otonomi, haritalama gibi üzerinde durulması gereken çalışma konuları içermektedir. Yük kaldırma sisteminde vidalı malle tek motor dört noktadan kaldırma sistemi üzerine çalışarak sanayide var olan sistemin bir araca uygulanarak özgün ve verimli bir sistem gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Güç dağıtım kartı, motor sürücü ve önemli parçalar elektronik ekibi tarafından tasarlanarak imal edilmektedir. Literatürde bulunan algoritmaların geliştirilmesi ve birden fazla yöntemin füzyon ile gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir.

2.TAKIM ORGANİZASYONU (İrem Koçyiğit, Sezer Yıldırım)



2.1.Organizasyon Özeti

EKİP	GÖREV	İSİM	ÜNİVERSİTE	BÖLÜM	SINIF
YAZILIM	<ul style="list-style-type: none"> Yön kontrol yazılımı PID Kontrol Yer istasyonu Çizgi takip yazılımı Haritalama Simülasyon Test 	Eliz KURTULUŞ	Kocaeli Üniversitesi	Bilgisayar Mühendisliği	3.Sınıf
		ALİ KUTAY BİLGİLİOĞLU	Kocaeli Üniversitesi	Bilgisayar Mühendisliği	2.Sınıf
		Çiğdem TOK	Kocaeli Üniversitesi	Bilgisayar Mühendisliği	3.Sınıf
		Oktay PEKTAŞ	Kocaeli Üniversitesi	Elektrik Mühendisliği	3.Sınıf
ELEKTRİK - ELEKTRO NİK	<ul style="list-style-type: none"> Kart tasarımı Güç ve enerji hesabı Donanım seçimi Ölçüm Test 	Sezer YILDIRIM	Kocaeli Üniversitesi	Elektrik Mühendisliği- Bilgisayar Mühendisliği	3.Sınıf
		İbrahim KILIÇLI	Kocaeli Üniversitesi	Elektrik Mühendisliği	2.Sınıf
		Salim Buğrahan BÜYÜKBAYRAKTAR	Kocaeli Üniversitesi	Elektrik Mühendisliği	4.Sınıf
		Sıla DURAK	Kocaeli Üniversitesi	Elektrik Mühendisliği	2.Sınıf
		Orkun AYGÜN	Kocaeli Üniversitesi	Elektrik Mühendisliği	3.Sınıf
MEKANİK	<ul style="list-style-type: none"> Araç iskeleti, kaldırma sistemi, şase tasarımı Uygun malzeme seçimi ve dayanıklılık hesaplaması Elektronik sistem montajı Test 	Narin Elif UÇAR	Kocaeli Üniversitesi	Kimya Mühendisliği- Makine Mühendisliği	3.Sınıf

3.İŞ AKIŞ ÇİZELGESİ (İrem Koçyiğit, Ceren İşbilen, Nida Mert, Serdar Güneş)

Yarışma kapsamında oluşturulan görevler takım üyelerimiz tarafından planlanmıştır.



4.YARIŞMA KURALLARININ ANALİZİ VE TASARIM ÇALIŞMASI HEDEFLERİ (Sezer Yıldırım, Oktay Pektaş, İbrahim Kılıçlı, Semanur Şirin, Enes Birlik)

Otomatik yönelimli yük aracı konfigürasyonunda güç ile performans dengesi, mekanik ile yazılım entegrasyonu göz önünde bulundurulmuştur. Yarışma sırasında aracın 10 dakikadan kısa sürede 75 kg ve kendi ağırlığına uygun olarak iskelet bir sistem tasarlanmıştır. Aracın yük alma, bırakma işlemlerini otonom gerçekleştirilebilmesi aracın ölçülerinin belirlenmesinde temel noktayı oluşturmaktadır. Yük kaldırma sistemi kapalı pozisyonda 478mm, açık pozisyonda ise 557mm ölçüleri, genişlikte ise platformun genişliği dikkate alınarak 700mm ile yük görevlerinin stabil gerçekleştirilebileceği düşünülmüştür. Şartname doğrultusunda aracın 0.5 m/s hız ile yaklaşık 6 dakika içerisinde haritayı tamamlayabileceği düşünülmüş ve gerekli güç hesaplamaları yapılmıştır. Aracın yön verme sistemi dönme eksenini üzerinde 360 derece manevra kabiliyeti ile tasarlanarak yük ve kılavuz takibi görevlerini sağlar niteliktedir. Görevin gerçekleştirilebilmesi kılavuz takibi sırasında stabil hız, engel durumu, yük görevleri için motor kontrolüne ihtiyaç duyulmaktadır. PID denetleyici kontrol döngüsü yöntemi tasarlanarak motor kontrolünün sağlanması hedeflenmektedir. Aracın gücünün sağlanmasında doğru kaynak seçimi oldukça önemlidir. Yüksek güç ile çalışan motorlar için LiFePo4 akü, elektronik donanım için ise Li-Po pil seçiminde karar kılınmıştır. Yarışma alanında kılavuz çizgileri üzerinden ilerlenmesi istenen aracın kamera ve sensörler ile sağlanması hedeflenmektedir. Araç engeller karşısında yarışma prosedürüne uygun olarak ikaz sesi çalabilecek bir sistemle tasarlanmıştır. Aracın istenilen hedeflere ilerleyebilmesi için yarışma alanına yerleştirilen RFID kılavuzlarının okunulması gerektiğinden araç üzerindeki yeri kılavuzların konumu dikkate alınarak planlanmıştır. Takım olarak sanayide dijital teknolojiler ileri kategoriden katılımı hedeflendiğinden aracın haritalama özelliğine sahip olması ciddi önem arz etmektedir. Araca

haritalama özelliğinin kazandırılmasına yönelik teknolojiler düşünüldüğünde LIDAR teknolojisinin minvallerine göre en iyi sonuçları verdiği görülmektedir. LIDAR sensörünün aracın yük kaldırma mekanizması ve yarışma alanı göz önüne alınarak araç üzerine konumlandırılması planlanmaktadır. Haritalama ile engellerin, RFID kılavuzların, yük bölgelerinin, yarışma alanı sınır objelerinin harita üzerinde belirlenmesi ve haberleşme sistemi ile kontrol paneli üzerinden haritalamasının sağlanması hedeflenmektedir. Şartname kapsamında da belirtildiği üzere güvenlik sistemi aracın en önemli ve ciddi parçasını oluşturmaktadır. Güç dağıtım kartı üzerinden enerji girişini röleler sayesinde hemen kesebilmesi için aracın rahatlıkla erişilebilir bölgesine acil stop butonu konumlandırılması planlanmaktadır. Her enerji tüketicisi için doğru kablo ve sigorta seçimi yapılmasına dikkat edilmektedir.

5.ARAÇ ÖN TASARIMI (A. Kutay Bilgilioğlu, İbrahim Kılıçlı, N. Elif Uçar, Yusuf Aydoğan, Yiğit Alp İnceöz, Önder Genç, Emirhan Küçük, Esra Sarı)

Araç tasarımında kaldırma mekanizması, yükün ağırlığı ve buna bağlı olarak güç tüketimi, mekanik aksamaların mukavemeti gibi hesaplamaları hassaslaştırmıştır. Bu hesaplamalar doğrultusunda tek step motor ile 4 noktadan merkezdeki trapez mile bağlı bir sistem tasarlanmıştır. Maliyeti, motor sürüşünün kolay olması ve redükte edilebilirliği için fırçalı DC motor kullanımına karar verilmiştir. Tekerler için ise literatür taramaları doğrultusunda araç boyutlarına göre 80mm yarıçap belirlenmesinde karar kılınmıştır. Sırası ile aracın yarışma kurallarına göre özelliklerinin belirlenebilmesi için öncelikle süre belirlenmiştir. 6 dakika içerisinde görevi bitirebilmesi kullanılan görev kontrol kartları, yük mekanizması, çizgi takibi ve diğer tüm operasyonlar için ideal bir süre olarak düşünülmüştür. Bu bilgiler doğrultusunda kullanılan formüller;

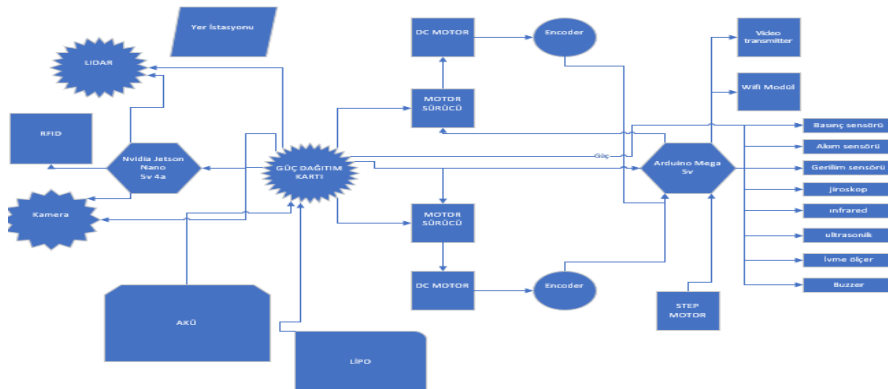
$$V=2\pi*r*rpm/60$$

$$m*a=\tau/r$$

$$P=\tau*rpm*2\pi/60$$

Sonuç olarak 0.5 m/s hıza sahip 60 devir/dakika motor hızında bir araç olacağı hesaplanmıştır. Araç ağırlığının azami 150 kg ve 0.6 m/s² ivmeye sahip olduğu düşünülerek tork değeri 7.2 N.m olarak hesaplanmıştır. İstenilen toplam gücün 3. denklem doğrultusunda 53W olduğu hesaplanarak nominal torku 1.8 N.m ye sahip 60 rpm değerinde 4 adet redüktörlü motor kullanımında karar kılınmıştır.

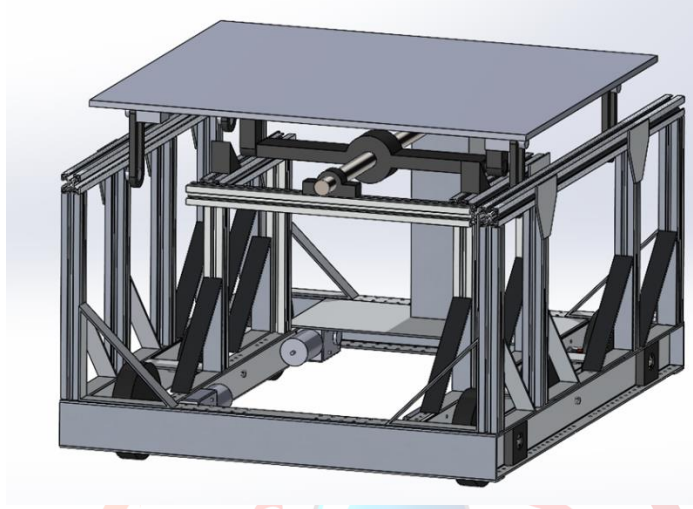
5.1.Sistem Ön Tasarımı (İbrahim Kılıçlı, Sezer Yıldırım, Orkun Aygün)



Şekil 1: Araç sistem ön tasarımı

5.2.Aracın Mekanik Tasarımı (M. Rafet Ünal, N. Elif Uçar, Mebrule Çakır, F. Arda Aydın)

5.2.1.Mekanik Tasarım Süreci (N. Elif Uçar, M. Rafet Ünal)



Şekil 2: Mekanik ön tasarım

Araç mekanik tasarım süreci konstrüksiyon, şase ve yük kaldırma mekanizmasından oluşmaktadır. Sürecin ilk aşaması konstrüksiyonun tasarımı ile başlamaktadır. Yük platformunun ölçülerine göre belirlenen yükseklik ve genişlik değerleri ve araç içi tesisat ve donanımlar baz alınarak belirlenen aracın sınırları oluşturulmuştur. Konstrüksiyonun analizi amacıyla Ansys programı kullanılmaktadır. Analiz sonuçları sonrasında bayrak ve üçgen bağlantılar ile tasarım güçlendirilerek olası salınımların önüne geçilmiştir.

İkinci aşamada yük kaldırma mekanizması tasarımı üzerinden ilerlemektedir. Kaldırma sistemi görevin en temel noktasını oluşturan yük alma ve bırakma sürecini sağlayan önemli bir noktadır. Sistemin çalışabilirliğinin yanında verimlilik, pratiklik ve özgünlük dikkate alınarak tek step motor ile tasarlanmasına karar kılınmıştır. Step motor kaplin vasıtasıyla trapez mile bağlanmaktadır. Step motor trapez mili döndürmesi ile dört kenar noktadaki eksantrik sistem yükün kaldırılıp bırakılmasını sağlamaktadır. Oynak makaralı bilyalı rulman kullanılarak radyal, aksenal veya her ikisinin de etkisiyle oluşan bileşik yüklerin absorbe edilmesi, farklı yüklerin altında kalan mile gelen farklı etkilerin homojen dağılımı sağlanmaktadır.

Üçüncü aşamada şase tasarımı üzerine odaklanılmaktadır. Şase tasarımında malzeme seçimi kritik önem arz etmektedir. Ağırlık, mukavemet ve üretimi göz önüne alındığında alüminyum sigma profiller ve sac levha kullanımında karar kılınmıştır. Sac levhalardaki vida delikleri montajı kolay, geliştirilebilir bir tasarım sunmaktadır.

6 adet teker kullanılmaktadır. Yükü taşıyabilecek tekerlerin çap ve malzeme seçimi dikkate alınmaktadır. Şase üzerine tasarlanan rulman yataklarına redüktör mili kaplin bağlantısı ile uzatılarak montajlanmaktadır.

5.2.2. Malzemeler (N. Elif Uçar, Mebrule Çakır, M.Rafet Ünal)

MALZEME	İŞLEVİ	KULLANIM YÖNTEMİ
Ufl000 Rulmanlı Yatak Ø10 Mm (4 adet)	Şasedeki teker millerinin yataklanmasında kullanılacak.	Rulman yatağı şaseye M7 vida ve somun ile bağlanacak
Up 002 Rulmanlı Yatak Hassas Döküm Ø15Mm (2 adet)	Trapez milin yataklanmasında kullanılacak.	M7 vida ile kaldırma sistemine sabitlenecek.
Ø30 Çap 12.7X12.7 mm Gs14 Kaplin	Yük kaldırma sistemi trapez mil-motor bağlantısında kullanılacak.	İki mil vida ile sıkıştırılarak bağlanacak.
Ø30 Çap 10X10 mm Gs14 Kaplin	Şasedeki teker millerinin yataklanmasında kullanılacak.	İki mil vida ile sıkıştırılarak bağlanacak.
110mm uzunluğunda 10mm çapında mil (6 adet)	Şase teker millerinde kullanılacak.	Bir tarafı kaplin ile motora bağlanacak, diğer tarafı segman yardımıyla kilitlenecek.
6mm Alüminyum sac levha. (6000 ya da 7000 serisi)	Şase tasarımında kullanılacak.	Lazer kesim ve büküm
20mm çapında 500mm somunlu trapez mil	Kaldırma sistemini oluşturacak.	Up002 rulman yataklarına oturtulması için torna tezgahında çaptan alınacak. Motorun bağlandığı taraf 12.7mm'ye düşürülerek kaplin bağlantısı sağlanacak.
30x30 Alüminyum sigma profil. Toplam yaklaşık 7m.	İskelet sisteminde kullanılacak.	M8 vidalar ile şaseye bağlanacak, üçgen ve köşe levhalar ile sağlamlık sağlanacak.
Üçgen destek elemanları (12 adet)	Sigma profil bağlantıları için kullanılacak.	Vidalar aracılığıyla sigma profiller ve şase arasına bağlanacak.
Sigma profil destek-bağlantı elemanları	Sigma profil ve diğer elemanların bağlantısında kullanılacak.	Sigma profiller arasına vida ile bağlanacak.

Şekil 3: Mekanik malzemeler, işlevleri ve üretim yöntemleri

5.2.3.Üretim Yöntemleri (F. Arda Aydın, M. Rafet Ünal, N. Elif Uçar)

Alüminyum malzemesi tasarımımızın temelini oluşturmaktadır. Kesim ve büküm işlemlerini içeren bir tasarım içeriği sebebiyle lazer kesim ile üretim tekniğinde karar kılınmıştır.

5.2.4.Fiziksel Özellikler (N. Elif Uçar, Oktay Pektaş, İbrahim Kılıçlı)

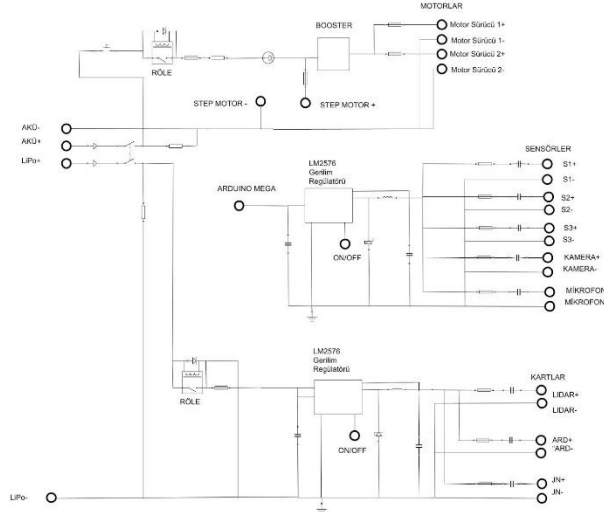
ÖZELLİKLER	DEĞERLER
Aracın uzunluğu	858 mm
Aracın genişliği	700 mm
Kaldırma sistemi kapalıyken aracın yerden yüksekliği	478 mm
Kaldırma sistemi açıkken aracın yerden yüksekliği	557 mm
Aracın şasesi ve kaldırma sisteminin tahmini ağırlığı	30 Kg
Aracın tüm sistemleriyle beraber toplam tahmini ağırlığı	60 Kg

Şekil 4: Fiziksel özellikleri

5.3. Elektronik Tasarım (İbrahim Kılıçlı, Sıla Durak, Orkun Aygün, S. Buğrahan Büyükbayraktar, Eliz Kurtuluş, Sezer Yıldırım, Özkan Tevlim, Kübra Serdar)

Aracın elektronik tasarımını ana bileşenlerini güç dağıtım kartı, motor sürücü, görev kontrol kartları, sensör ve kamera oluşturmaktadır. Donanımların seçimleri, tasarımları ve entegrasyonlarına dikkat edilerek kararlı bir sistem oluşturulması hedeflenmiştir.

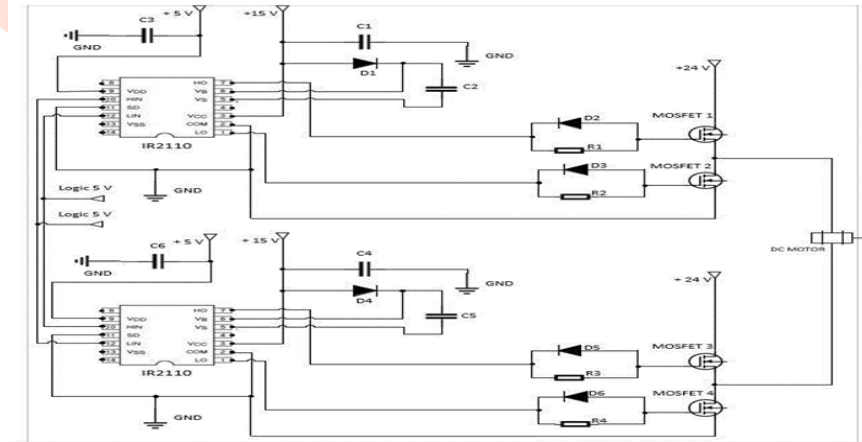
5.3.1. Güç Dağıtım Kartı (Sıla Durak, Sezer Yıldırım, Serdar Güneş)



Şekil 5: Güç dağıtım kartı ön tasarımı

Güç dağıtım kartı, sistemde bulunan her bir elemana güç akışını sağlamaktadır. Tasarım akışına göre yüklere iletilecek olan gerilim regülatörlerle dengelenecek olup iletilen akımın sigortalar üzerinden kontrolü sağlanmaktadır. Aracın güvenlik önlemleri enerji girişinin başladığı kart üzerinden sağlanarak acil durumlarda olası kazaların önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Ön tasarım aşamasındaki devre, Li-Po piller ve LiFePO4 aküsündeki gücü motor sürücüler, sensörler ve karta bağlı diğer entegrelere sağlamaktadır.

5.3.2. Motor Sürücü (S. Buğrahan Büyükbayraktar, Özkan Tevlim, Emirhan Küçük)



Şekil 6: Motor sürücü ön tasarımı

Motor sürücüler; motorlar ve kontrol devreleri arasında bir ara yüz görevi gören devre bileşenidir. Motorların hız ve yön kontrolünü sağlayan elektrik devresidir. Yön kontrolünü seçilen devre topolojisi olan H köprü üzerinde aktif olacak mosfet grupları sağlayacaktır. Hız kontrolü ise PID kontrolör üzerinden alınacak geri besleme ile sağlanacaktır. Yüksek taraf mosfetleri yüksek dolulukta sürebilmek için mosfet sürücü entegreleri kullanılmaktadır. Mosfetleri hızlı sürerken verim konusunda sıkıntı yaşanmaması için hızlı diyotlar kullanılması düşünülmüştür.

Gerilim farkları sonucu oluşacak elektromanyetik gürültüden korumak amacıyla mikro denetleyici ve devre arasında izolasyonu sağlayabilmek için optik izolatör kullanılması planlanmıştır.

5.3.3.Güç – Enerji (İbrahim Kılıçlı, Sezer Yıldırım, Orkun Aygün)

Projede güç kaynağı olarak bir adet Li-Po pil ve bir adet LiFePO4 akü kullanılmıştır. Sistemin ihtiyaç duyduğu gücün tek bir aküden sağlanmasının nedeni; motorların yüksek akım çektiği durumlarda küçük güçteki devre elemanlarının yüksek akımdan zarar görmemesidir. Dolayısıyla sensörler, lidar, jetson nano ve RFID Li-Po pille beslenmiştir. Aracın görevleri başarıyla tamamlayabilmesi için minimum 30 watt güce sahip bir Li-Po pile ihtiyaç duyulmaktadır.

Tasarlanan aracın sanayide yoğun kullanıldığı varsayılarak dayanıklılık, toplam şarj-deşarj döngüsü,deşarj akımı gibi kriterler açısından iyi değerlere sahip bir akü seçimi gerekmektedir. Bunun için yapılan araştırmalarda en yüksek şarjdeşarj sayısını ve sistem için gerekli olandeşarj akımını LiFePO4 akü sağlamaktadır. Dördü yürür aksamda biri lift sisteminde olmak üzere toplam beş motorun verilen sürede parkuru tamamlayabilmesi için minimum 150 wattlık bir LiFePO4 akü kullanılmalıdır.

Elektronik Malzeme	Ağırlık	Kapasite	Gerilim	Deşarj Oranı
Dbat Akü	2.8 kg	20Ah	12.8v	
Gens Ace Lipo	237.2 gr	2500mah	11.1v	25c

Şekil 7: Güç tablosu

5.3.4.Görev Kontrol Kartları, Sensörler, Kamera (A. Kutay Bilgilioğlu, Z. Ebrar Demir)

Görev kontrol kartları aracın motor kontrolü, kılavuz çizgi takibi, yön-kontrol yazılımlarını sağlamaktadır. Tüm veriler bu merkezlere aktararak aracın karar vermesi ve işletilmesi sağlanır. Bu doğrultuda modern yapay zeka algoritmalarının çalıştırabilecek, yüksek işlem güçlü; uygun ağırlıkta ve ölçülerde yardımcı bilgisayar için NVIDIA Jetson Nano düşünülmektedir. Arm Cortex işlemciye sahip CUDA teknolojisi ile güçlendirilmiş Jetson Nano, yapay zeka yazılım geliştirmeleri için optimize edilmiş kütüphane seçenekleri ve maliyeti ile kolaylık sağlayacaktır.

Diğer bir görev kontrol kartı olarak kullanılması düşünülen Arduino Mega 2560, 54 dijital giriş/çıkış pinine sahiptir. Bunlardan 15 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir. Ayrıca 16 adet

analog girişi, 4 UART donanım seri port, bir adet 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı bulunmaktadır. Arduino'nun yaygın kullanımı önemli avantajlarından bir tanesidir.

Görüntü işlemlerini gerçekleştirebilmek için Jetson Nano ve Raspberry Pi kartlarını destekleyen *IMX179 8MP HD Kamera* kullanılması karar kılınmıştır. 3288x2512 çözünürlük değerine sahip bu kameradan alınan YUY2 formatında çalışmaktadır. Şerit takip işlemi için seçilmiş olan *QTR-8A* sensörü içinde 8 adet koordineli çalışan kızılötesi sensör barındırır. Bu sensörün aynı zamanda Arduino için kullanılabilecek kendi kütüphanesi vardır. Haritalama ve lokalizasyon işlemleri için ise ROS sistemlerinde kullanım için optimize edilmiş, saniyede 16000 örneklem alabilen ve 25 metre menzile sahip olan *A3M1 RPLidar* kullanılması hedeflenmektedir. RFID etiketlerinin okunması için 13.56 MHz frekansında (NFC frekansı) çalışan, SPI haberleşme protokolünü kullanan okuma ve yazma işlemlerini yapabilen *RC522 RFID NFC Modülü*, Engel algılama ve diğer işlemler için ise 4 metre görüş mesafesine, 15 derece görüş açısına sahip olan *HC-SR04 Ultrasonik Sensör* kullanılacaktır.

5.4.Dış Arayüzler (Eliz Kurtuluş, A. Kutay Bilgilioğlu, Çiğdem Tok, Betül Bodur)

Yarışma kapsamında tasarlanan otonom güdümlü robotun kontrol masasındaki GUI (Kontrol paneli) oluşturulması planlanmaktadır. Kontrol panelinde aracın görev süresi, batarya verileri, hız verisi, haritalandırma, sahadaki bir noktadan bir noktaya varış, yük kaldırma, yük indirme görevleri, kullanılacak kızılötesi sensörler aracılığıyla kontrol paneline yansıtılacaktır. Kontrol paneline aktarılacak veriler SPI haberleşme protokolleri ile tasarlanmaktadır. Tüm sinyal, ana haberleşme sistemi ROS(Robot Operating Systems) üzerinden gerçekleşecektir.

6.YAZILIM VE VERİ AKIŞI MİMARİSİ (Oktay Pektaş, Eliz Kurtuluş, A. Kutay Bilgilioğlu, Çiğdem Tok, Betül Savaş)

Şartname doğrultusunda tasarlanan otonom mobil robot üzerinde konumlanan qtr8a sensöründen zemin parlaklık değerlerini okunur ve Arduino mikrodenetleyicisine iletilir. Arduino mikrodenetleyicisi bu sensör verilerini kullanarak çizginin konumunu tespit eder. Mikrodenetleyici içinde çizginin konumu ve aracın konumu arasındaki farka göre PID algoritması uygulanır. Bu algoritmanın sonucunda motor sürücü üzerinden motor kontrolü sağlanır. Proje isterlerini gerçekleştirebilmek için araç ve işlemci arasında performans dengesine dikkat edilmektedir. Yazılım için gerekli donanım Nvidia Jetson Nano, RC522 RFID Reader, QTR8A 8'li kızılötesi sensör, IMX179 8 MP HD USB Kamera, Arduino Mega mikrodenetleyici, ultrasonik mesafe sensörler, A3M1 RPLidar şeklindedir.

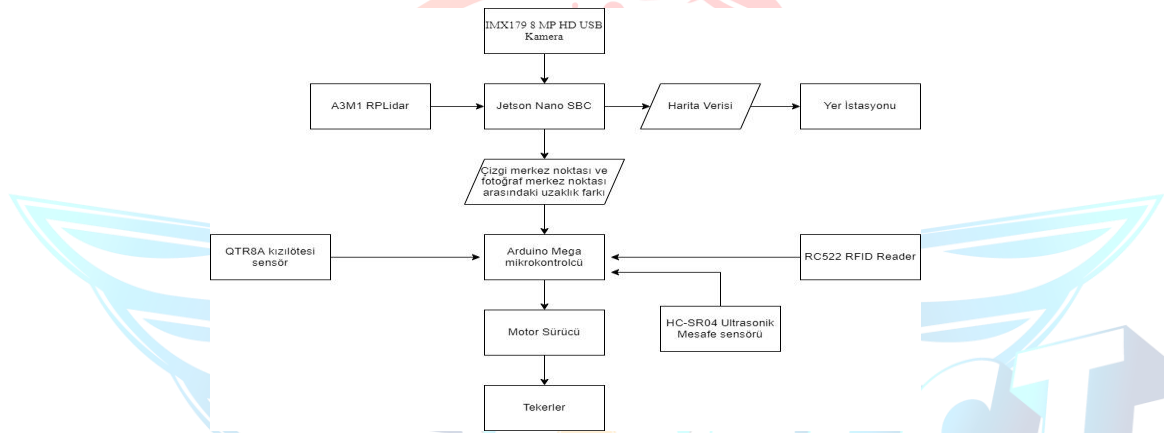
Kameradan alınan görüntüler Jetson Nano üzerinde işlenmektedir. İşlenen veriler Arduino Mega kartına yönlendirilip motorlara gidecek güç hesaplanmaktadır. QTR8A sensöründen gelen veriler Arduino Mega kartına yönlendirmekte, veriler aracılığı ile PID ayarı yapılmakta ve sonuçlar kamera verileri ile karşılaştırılmaktadır. Çizgi devamlılığının aksaması sonucunda kameradan gelen veriler esas alınmaktadır.

RFID etiketleri RFID Reader modülü tarafından okunacak ve anlamlı verilere çevrilmektedir. Bu anlamlı veriler mikrokontrolcüye yönlendirilmektedir. Mikrokontrolcü gelen veri ile tuttuğu

verinin eşleşme durumunu kontrol etmektedir. Eşleşme durumunda yük alma veya bırakma senaryosuna geçiş yapılmaktadır.

Aracın ön tarafında bulunan ultrasonik sensörler sayesinde mesafe verileri mikrokontrolcüye iletilmektedir. Mikrokontrolcü gelen verilere göre önünde engel olup olmadığını tespit etmektedir. Engel olması durumunda mikrokontrolcünden motorlara durdurma komutu gönderilmekte ve araç alarımını çalıştırıp 15 saniye beklemektedir. 15 saniye içinde karşısındaki yükün kaldırılmaması durumunda harita üzerinden alternatif rota arayışına girip alternatif rotaya aracın ilerlenmesi sağlanmaktadır.

A3M1 RPLidar tarayıcısından gelen, saniyede 16000 lazer verisi Jetson Nano kartına yönlendirilir. Hareket esnasında gelen bu veriler Jetson Nano üzerinde işlenerek canlı harita oluşturulur. Bu veriler eşliğinde araç konumu anlık olarak belirlenir.



Şekil 8: Yazılım donanım mimarisi

6.1.Algoritma Ön Tasarım Raporu(A. Kutay Bilgilioglu, N. Elif Uçar, Sezer Yıldırım, Eliz Kurtuluş, İbrahim Kılıçlı)

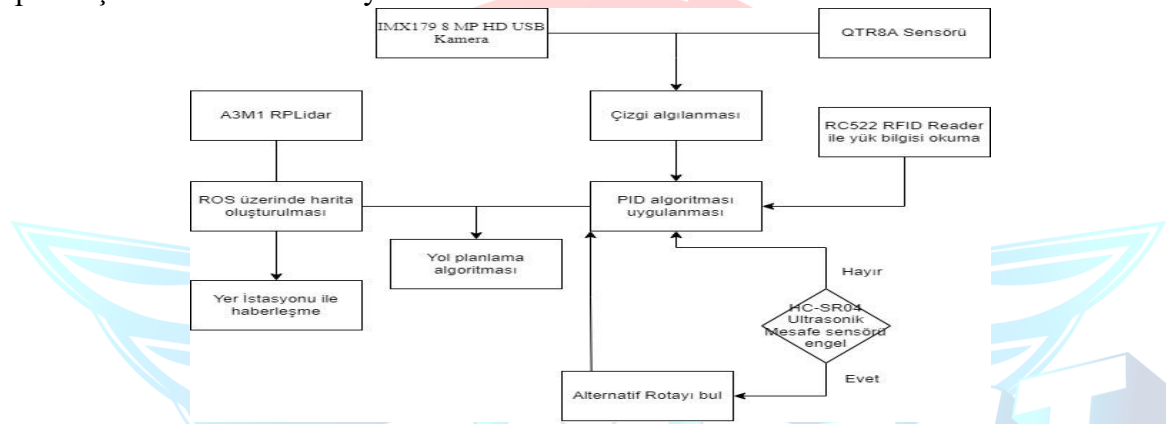
Aracımız, başlangıç noktasına konumlandırılacaktır. Araç, ilk olarak boş parkurda turunu tamamlar. LİDAR sensöründen alınan veriler ile SLAM algoritması kullanılarak haritalandırma gerçekleştirilmektedir. Ardından araç, başlangıç noktasından yük alanına doğru ilerler. Görüntü işleme tekniği olarak Feature- Based tekniği[1] benzerlerinden daha hızlı olduğu için bu teknik kullanılacaktır.

Kameraya YUY2 formatında gelen videodan kare alınır. Bu kare YCbCr formatından RGB formatına çevrilir. Fotoğrafın üst kısmı kırılır. Sobel Maskeler uygulanarak sınır bölgeler bulunur. Bu veriler işlenerek çizginin merkez noktası bulunur. Fotoğrafın merkez noktasına olan uzaklığına bakılarak PID denetleyici-kontrol algoritması uygulanır.

PID, Oransal (Proportional), İntegral (Integral), Türev (Derivative) için kullanılan bir kısaltmadır. Bu terimler hataya uygulanan üç temel matematiksel fonksiyonu açıklamaktır. PID kontrolörün ana görevi hatayı en aza indirmektir. PID, bir girdiyi alır, amaçlanan davranış sapmasını hesaplar ve amaçlanan davranış sapmasının minimum ve daha yüksek doğruluk elde etmek için çıkışını ayarlar. Sürücüsüz araç yoldaki şeritleri takip ederken çizgiyi tam olarak yakalayabilir.[4]

Bu metoda ek olarak infrared sensörden gelen analog verilere göre çizginin konumu belirlenir. PID algoritması kullanılarak tekerleklere ne kadar güç verileceği belirlenir ve yönlendirme sağlanarak şerit takibi yapılması hedeflenmektedir..

Yük alanındaki RFID etiket okunarak karttan gelen 0 ile 255 arasında değer alan 5 sayı önceden belirlenmiş ve koda işlenmiş 5 sayıyla karşılaştırılarak doğrulama yapılır. Konumlandırılan ultrasonik sensörlerden gelen veriler ile uygun bir şekilde yük alımı gerçekleştirilecektir. Araç engelle karşılaştığında, LİDAR sensör ile tespiti yapılması hedeflenmektedir. Haritadan alınan veriye göre alternatif rota ve yön tespit edilip aracın belirlenen rotaya yönelmesi sağlanmaktadır. Araç, rotaya ilerledikten sonra standart çizgi takip uygulamalarına devam edecektir. Araç yük bırakma noktasına vardığında otonom bir şekilde yükleri bırakacaktır. Yük bıraktıktan sonra bir sonraki yükü almak üzere ilerlemeye devam etmektedir. Sonrasında, yapılan işlemler verilen senaryo tamamlanana kadar devam etmektedir.



Şekil 9: Algoritma akış tablosu

6.2. Yazılım Ön Tasarım Süreci (Oktay Pektaş, A. Kutay Bilgilioğlu, Eliz Kurtuluş, Çiğdem Tok)

Yazılım geliştirme sürecinde C/C++ ve Python dilleri kullanılacaktır. Kontrol yazılımlarını gerçeklemek amacıyla Arduino Mega mikrokontrol kartı ve Jetson Nano geliştirme kartı tercih edilmiştir. NVIDIA Jetson Nano görüntü işleme ve otonom uygulamaların gerçekleştirileceği geliştirme kartıdır. Donanımsal özellikleri sayesinde görüntü işlemede yüksek hız ve kolaylık sağlayacaktır.

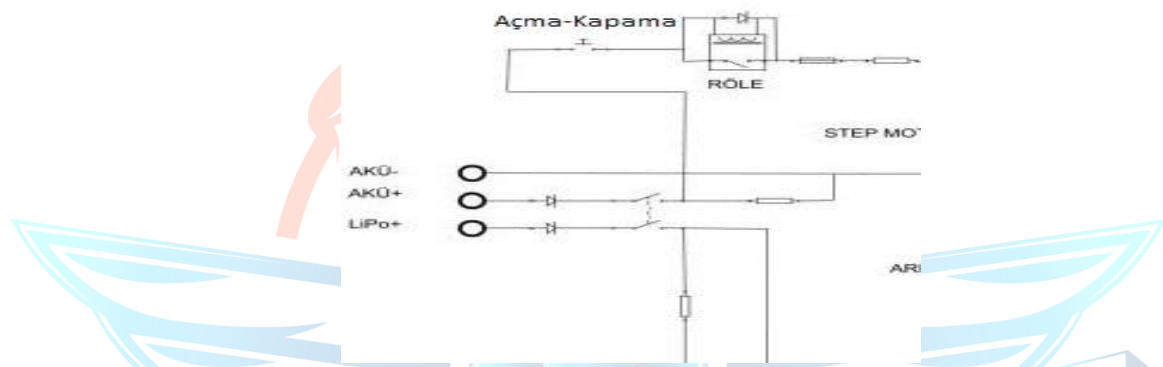
Arduino kartlar ile sensörler vasıtasıyla dış dünyaya ait birçok veri okuyup hafızaya kaydedilebilir ve araca bluetooth veya internet üzerinden gerekli komutlar gönderilebilir[3]. Arduino, Jetson Nano'dan aldığı komutlar ile aracın şerit üzerinde hareketini sağlayacaktır. Lidardan alınan nokta bulutu verileri ile SLAM(Eş Zamanlı Konum Belirleme ve Haritalama) ROS ana haberleşme sistemi aracılığıyla yapılacaktır. Yol planlama konusunda kapalı ortamlarda dinamik engellere karşı da başarılı olduğu gözlemlenen RPM, RRT* algoritmalarından yararlanılacaktır.

Ön tasarım raporu süresince yazılım ekibimiz tarafından Gazebo simülasyon ortamında parkur ve tasarlanan robot modellenmiş proje süresince denemeler gerçekleştirilecek olan ortam hazır hale getirilmiştir.

7.GÜVENLİK ÖNLEMLERİ (Sıla Durak, Orkun Aygün, Sezer Yıldırım)

Robotun önüne çıkabilecek herhangi bir dinamik engele karşı vereceği tepkinin öncelikle simülasyon ortamında daha sonra gerçek hayatta belirlenmesi planlanmaktadır. Gerçek hayatta karşılaşılabilecek dinamik engellere karşı yapılacak ani frende yükün düşmemesi için de gerekli çalışmalar yapılacaktır.

Aracın üretimine başlamadan önce tüm takım üyelerine iş sağlığı ve güvenliği eğitimi verilmiştir. Atölye ortamına gerekli uyarı levhaları ve makine takım kullanım,acil durum talimatları asılmıştır. Araç için kullanacağımız haritalama sisteminin algoritması uygun şartları sağlayan bir yerde test edilecektir. Araçta kullanılacak olan sensörlerin kalibrasyonları yapılacak ve hassasiyet ölçümleri test edilecektir.



Şekil 10: Acil stop devresi

Tasarımda kullanılan acil durum butonu (şematikteki SW4 çift kontak DPDT anahtar) faston tip terminal ile elemanlara bağlanmaktadır. Acil durumda dışarıdan el ile müdahale edilerek tüm sistemdeki gücün kesilmesini sağlayabilecektir. Şekil 10 da bulunan buton açma-kapama düğmesi olup motorların sürekli olarak çalışmaması için konulmuştur. Buton kapalı durumda iken motorlar çalışmaktadır. Motorların çalışma durumu D2 numaralı LED'in yanması ile anlaşılabilir. Sensörlerin ve kartların korunması amacıyla oldukça pratik olan cam sigortaların kullanılmasında karar kılınmıştır. Aküden motor sürücülere; Li-Po pilden sensörlere ve diğer kartlara yapılacak beslemelerde uygun gerilim değerlerini oluşturmak amacıyla, minimum düzeyde harici komponent gerektiren ve sisteme tasarımda hedeflenen akım değerini sağlayabilecek olan LM2576-5 (şematikte U1 ve U2) voltaj düşürücü regülatörü kullanılmıştır. Regülatörün devreye uygulanışı ve bağlantıları veri kâğıdı referans alınarak oluşturulmuştur.

8.ÖZGÜNLÜK (M. Rafet Ünal, A. Kutay Bilgilioğlu, S. Buğrahan Büyükbayraktar)

Araç mekanik, elektronik ve yazılım alanında düzenli olarak yaratıcı çözümler üzerine tasarımları hedefleyerek ilerlemektedir. Aracın vidalı mile bağlı yük kaldırma mekanizması ve kompakt tasarımı mekanik olarak yenilik getirmektedir. Elektronik olarak tasarlanan motor sürücü ve güç dağıtım kartı yanında kontrol kartları ve motor tasarımı üzerine geliştirme çalışmaları sürmektedir. Araç kontrol arayüzü Java Swing araç seti ve Awt kütüphanesi kullanılarak özgün bir şekilde geliştirilmektedir. Çalışmalar C,C++ programlama dili üzerinden ilerleyerek özgün algoritmaların uygulanması hedeflenmektedir.

9.REFERANSLAR

- [1].SUTO Jozsef, “Real-Time Lane Line Tracking Algorithm To Mini Vehicles”, **Sciendo**, Latvia 2021, s.461-462
- [2]. GÜRLER Mesut Can (2015), **RANDOM NUMBER GENERATION IN UHF RFID TAGS**, Dokuz Eylül Üniversitesi Doğa ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü, Yayımlanmamış Doktora Tezi, İzmir.
- [3]. Allahverdi, Çağdaş, Ahmet Şahan, and Mustafa Yakup Özdemir. "Mühendislik ve Temel Bilim Projelerinde Arduino Kullanımı."
- [4]. AKİ Koray & DİRİK Ahmet Emir (2020), **DERİN ÖĞRENME TABANLI VE PID KONTROL TABANLI SÜRÜCÜSÜZ ARAÇ SİSTEMLERİ**, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, Özel Sayı: Uluslararası Mühendislikte Yapay zeka ve Uygulamalı Matematik Konferansı, s. 306-316 .
- [5]. Munoz, Leonardo Romero, Moises García Villanueva, and Carlos Alberto Lara Alvarez. "An extended line tracking algorithm." *2013 IEEE International Autumn Meeting on Power Electronics and Computing (ROPEC)*. IEEE, 2013.
- [6]. Gümüşer, Murat. "Dijital görüntü işleme." (2001).

