

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ
İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİLER YARIŞMASI
PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Engelli Dostu

TAKIM ADI: Fener

PROJE ADI: Fener Obje Takip Eden Araç

BAŞVURU ID: #70611

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite - Mezun

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)	3
2. Problem/Sorun	3
3. Çözüm	3
4. Yöntem	4
4.1. Mekanik Tasarım	4
4.1.1. Aracın Genel Tasarımı	4
4.1.2. Fırçasız motorlu eyleyiciler	4
4.1.3. Servo sürüş birimleri	4
4.1.4. Stereo Kamera	5
4.1.5. Şasi ve Dış duvarlar	5
4.2. Elektronik	5
4.2.1. Nvidia Jetson Nano (Temel İşlem Birimi)	5
4.2.2. Nano Every (mikroişlemci)	6
4.2.3. Güç Dağıtımı	6
4.2.4. Enkoderler	6
4.2.5. LIDAR	6
4.3. Yazılım	6
4.3.1. Sensing	6
4.3.2. Perception	7
4.3.3. Mapping	7
4.3.4. Hareket planlama	7
4.3.5. Hareket	7
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü	7
6. Uygulanabilirlik	7
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması	8
8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):	9
9. Riskler	9
10. Kaynaklar	10

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Aile ve Çalışma Bakanlığı'nın 2020 istatistik bülteninde yayınlanmış 2016 tarihli istatistik verilere göre toplumumuzun %6.5 yürüme engelli olup %4.1'i bireysel taşımada/tutmada zorluk yaşamaktadır [3]. Fener projesi, yürüme engeli bulunan bireylerin, toplum içerisinde bağımsız şekilde var olabilmesi için, yeterli koşulları sağlayan mekanlarda, eşyaların otonom şekilde kullanıcıyı takip ederek taşınmasını amaçlamaktadır.

Bu proje kapsamında geliştirilen bir araç vasıtasıyla eşyalarını taşımakta zorluk çeken engelli bireylerin eşyaları aracın yük haznesinde taşınabilecektir. Araç otonom bir şekilde engeli bulunan bireyi takip ederken bireyin eşyaları araç içerisinde güvende olacaktır.

Aracın tasarımı, prototipleme ve deneme için 3B yazıcı ve standart ekipmanlar ile kolayca üretilip değişiklikler yapılabilecek, havaalanında bağımsız hareket eden bir engelli bireyin ihtiyaçları düşünülecek şekilde oluşturulmuştur. Yazılım başlığında yapay zeka, görüntü işleme, ROS ve mapping alt alanlarından faydalanılmıştır. Elektronik açıdan lidar başta olmak üzere gerekli sensörleri barındıran ve düzgün bir kablolama sistemiyle bunları araçta kullandığımız mini PC'ye (Jetson Nano) bağlayan bir geçiş organize ettik. Parçaların uyumlu bir şekilde çalışabilmesine yönelik ve standart ekipman kullanımıyla kolayca yapılabilecek montaj hedeflenmiştir.

2. Problem/Sorun

Yürüme engeli bulunan bireylerin, başka insanların yardımına ihtiyaç duymadan toplum içerisinde yer alabilmeleri henüz tam anlamı ile çözülmemiş bir problemdir. Araştırmalara göre engelli bireylerin %36'sı günlük aktivitelerini kendi başlarına bağımsız olarak yerine getirebilirken %32,2'si kısmen birisinin yardımına ihtiyaç duymaktadır ve %26,7'si sürekli başkasının yardımına muhtaç ve tam bağımlıdır [7].

İstatistiklerden de anlaşıldığı üzere, ülkemizde engelli bireylerin bağımsız olarak temel hizmetlere erişimi oldukça kısıtlıdır. Bu durum tek başına seyahat etmek, AVM'lerde bulunmak vb. istekleri bulunan engelli bireyler için yanlarında taşımak istedikleri eşyalar açısından ekstra zorluk oluşturuyor.

3. Çözüm

Problem için getirilen çözüm önerisi yüksek kapasitedeki yükü insan gücüne ihtiyaç duymadan taşıyabilecek, kolay bir şekilde yönlendirilebilecek ve kullanımı kolay bir araçtır. Bu çözüm özellikle engelli ve yaşlı bireylerin yük taşıma problemlerini çok büyük oranda çözecek ve günlük hayatlarını kolaylaştıracaktır. Aracı kullanan bireyin yükü stabil bir şekilde araç üzerine yerleştirmesi ve çalıştırması, aracın eğitilmiş olduğu nesneyi takip etmesi için yeterlidir. Bu nesne bireyin taşıdığı bir çanta veya tekerlekli sandalye gibi kendisi ile birlikte hareket eden bir nesne sayesinde araç üzerindeki yük ile beraber, kişiyi sorunsuzca takip edecektir.



Görsel 1 Fener'in kullanım örneği

Protipin düzgün çalışması için gereken temel alt bileşenleri ve araç üzerindeki görevleri aşağıdaki gibidir:

- Fırçasız motorlu eyleyiciler: Aracın arka kısmında yer alan eyleyiciler araca itki sağlamak için kullanılan elemanlardır.
- Servo sürüş birimleri: Sürüş birimleri ön tekerleri çevirerek dönüşü sağlamak amacı ile

tasarlanmıştır.

- Stereo kamera: Stereo kamera temel olarak obje tespiti amacı ile kullanılmaktadır. Kameranın verimli bir şekilde kullanılabilmesi için 2 eksenli dönebilen bir kamera tutucu tasarlanmıştır.
- Şasi ve dış duvarlar: Dış duvarlar elektronik parçalara kolay ulaşım sağlanabilecek şekilde tasarlanmıştır ve parçaların çevresel koşullardan zarar görmesini engeller.
- Elektronik parçalar: Aracın elektronik kısmı Nvidia Jetson Nano, Nano Every, güç dağıtım kartı, enkoderler ve LIDAR'dan oluşmaktadır. Bu parçalar aracın düzgün çalışması ve görevini yerine getirebilmesi için gerekli parçalardır. Raporun yöntem kısmında bu parçalar detaylı olarak açıklanmıştır.

4. Yöntem

Projemizi hayata geçirebilmek için pek çok farklı alanda çözmemiz gereken birçok problem vardı. Bu problemler ve nasıl çözdüğümüz detaylı olarak aşağıda bulunmaktadır.

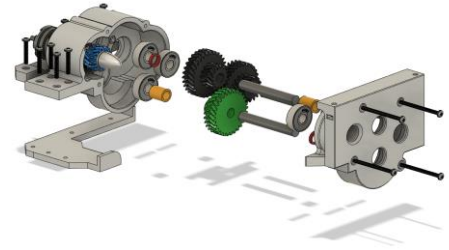
4.1. Mekanik Tasarım

4.1.1. Aracın Genel Tasarımı

Modellerimizi bir CAD programı olan Fusion 360'da çizdik. Parçaların çoğunluğunun kullanıcılar tarafından değiştirilebilir ve üretilebilir olması için standart mekanik parçalar olmayan tüm bileşenleri 3B baskı ile üretiyoruz. Tasarımlarımızı istenen özellikleri en minimal plastik kullanımı ve parça sayısı ile elde etmek üzere gerçekleştirdik. Yapısal parçalar, delikler için birer kılavuz görevi görmekte ve kendilerini diğer parçalara referanslayarak hassas şekilde pozisyonlandırılması sağlanmaktadır. 3B baskı alanında en yaygın ve baskısı en kolay termoplastik olması sebebi ile tasarımılarımızı PLA ile üretime uygun şekilde tasarladık.

4.1.2 Fırçasız motorlu eyleyiciler

Aracın arka kısmında yer alan eyleyiciler araca itki sağlamak ile birlikte, yapısal bir eleman olarak da kullanılmaktadır. 2 bağımsız eyleyici kullanılması sayesinde tekerler diferansiyel ihtiyaç duymadan bağımsız şekilde kontrol edilebilmekte ve sürüş sırasında aracın kontrolünü en iyi şekilde sağlayabilmektedir. Dişlilerin hizalarının korunması ve temas yüzeyinin genişletilmesi için çavuş dişliler kullanıldı. Dışarıdan gelebilecek aşındırıcı parçacıkların girmesini engellemek ve kullanıcılar için daha güvenli bir deneyim sunabilmek için kapalı bir dişli kutusu tasarımı tercih edildi. 8.82:1 redüksiyon oranına sahip dişli kutusunun içerisinde Lityum Gres kullanılması ile yüzeylerdeki aşınma, sürtünme, ısınma ve ses seviyesi azaltılmaktadır.

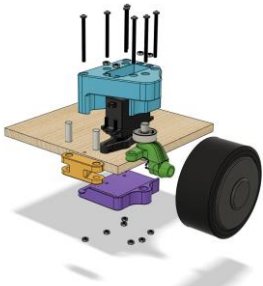


Görsel 2 Fırçasız motorlu eyleyici patlamış görüntüsü

4.1.3. Servo sürüş birimleri

Ön tekerleri çevirerek dönüşü sağlamak ile görevli sürüş birimleri standart servo motorları kullanıyor. Tekerlerden gelen yükün şasiye iletildiği noktada kullanılan rulman yükün yapıya doğru şekilde transfer edilmesini ve tekerlerin kolay şekilde dönmesini sağlamaktadır. Birbirinden bağımsız 2 ayrı sürüş birimi kullanılması sayesinde dönüşler esnasında Ackermann sürüş geometrisine uygun şekilde açılar belirlenerek tekerlerin kayması ve dolayısıyla aşınması engelleniyor.

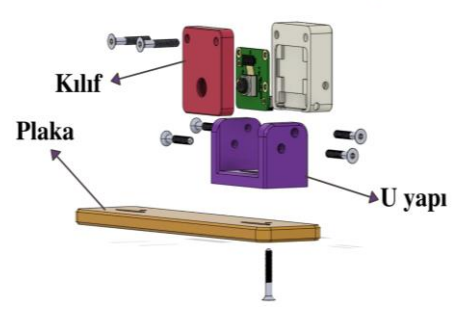
Jantlar 3B basılmış olup 2 adet rulmanın iç yollarının birbirine doğru çektilmesi ile sabitlenmektedir. Şaftın sabitlenmesi içinse segmanlar kullanılmıştır.



Görsel 3 Servo sürüş birimi patmış görüntüsü

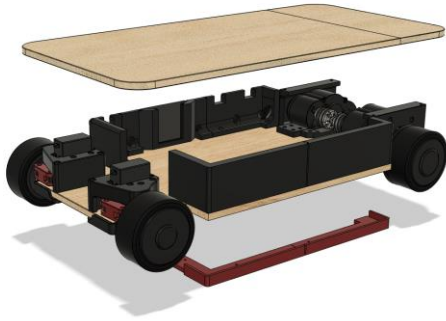
4.1.4. Stereo Kamera

Projenin ihtiyaçları doğrultusunda Stereo Kamera'nın son tasarımında kalibrasyon konusunda yardımcı olabilmesi için kameraların ayarlanabilirliği ön plandaydı. Buna yönelik olarak 2 eksende dönüş hareketi sağlayan bir tasarım geliştirildi. Görsel 4'te parçaları tanıtilan; kameraları plakaya bağlayan u yapısı ile plaka arasındaki vida kullanımı sayesinde kameranın kendi etrafında dönüşü sağlanabilmektedir. U yapı ile kameranın kılıfı arasındaki vida sayesinde kamerayı yere göre istediğimiz açıda sabitleyebiliyoruz.



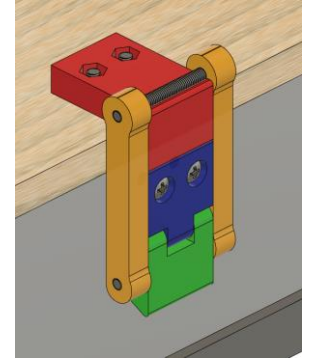
Görsel 4 Stereo kamera patlamış görüntüsü

4.1.5. Şasi ve Dış duvarlar



Görsel 6 Aracın patlamış görüntüsü

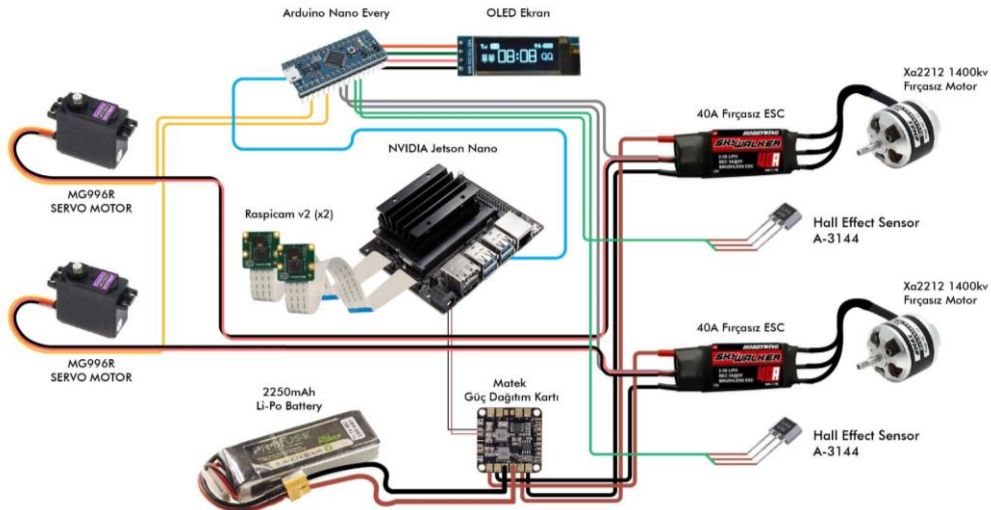
Üst ve alt levhalar ulaşılması ve işlenmesi kolay bir malzeme olması sebebi ile 8mm kontrplaktan üretilmek üzere tasarlandı. 2 plakayı birbirine birleştiren yan duvarlar aracın dış yapısını oluşturuyor. İç aksama kolayca ulaşım sağlamak için üst kapak açılıp kapanabiliyor. Kapanması ve açılmasının kolay olması için resimde görülen kilit sistemi tasarlandı. Aynı zamanda yandaki yüzeyden ana bilgisayar ile bağlantı için USB HDMI vb. girişlere ulaşım sağlanabilmektedir.



Görsel 5 Kilit sistemi

4.2. Elektronik

Robotik aracımızın üzerindeki elektronik parçalar kolayca ulaşılabilir standart parçaların birleştirilmesi ile meydana gelmektedir. Kablolama ve birimlerin yerleşimi, aracın tamir edilmesi ve üzerinde değişikliklerin yapılması en kolay olacak şekilde tasarlandı. Bunu yaparken çıkarılıp takılabilen bağlantılar kullanıldı, kablolar için kanallara yerleştirildi. Araç üzerindeki elektronik mimarisi görsel 7'de detaylı olarak açıklanmıştır.



Görsel 7 Fener elektronik mimari

4.2.1. Nvidia Jetson Nano (Temel İşlem Birimi)

Kontrol hariç, tüm yazılım mimarisi Jetson Nano üzerinde çalışıyor. Bu kart 4 GB RAM'e ve yeterli bir işlem gücüne sahiptir.

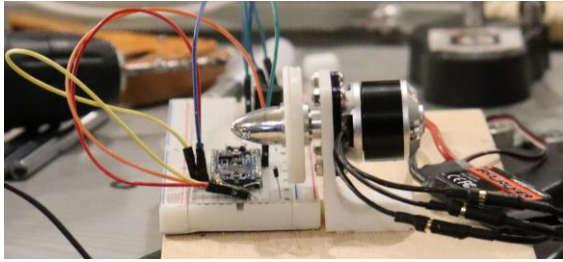
4.2.2. Nano Every (mikroişlemci)

Sürüş servolarını ve fırçasız motorları Jetson Nano'dan gelen isteklere uygun olarak sürmektedir. Fırçasız motorların hızını Jetson Nano'nun istediği seviyede tutabilmek için üzerinde PID kontrolcüsünü çalıştırmaktayız. Bu kontrolcü için gereken inputları ise kendi ürettiğimiz basit bir enkoderden sağlamaktayız.

4.2.3. Güç Dağıtımı

3S Li-po batarya üzerinden gelen güç Matek güç dağıtım kartı üzerinden ESC'lere direkt aktarılmaktadır. XT-60 konnektörler bütün yüksek akımlı bağlantı noktalarında parçaların kolayca değişikliğinin ve montajının yapılabilmesi için kullanılmaktadır. Jetson nano'ya giden voltaj da güç dağıtım kartı üzerinden sağlanmaktadır. Ancak Servolara giden güç ESC'lerin BEC devrelerinden karşılanmaktadır.

4.2.4. Enkoderler



Görsel 8 Enkoderlerin testi

Enkoderler hall effect sensörü ve disk içerisine yerleştirilmiş mıknatıslardan oluşuyor. Bu disk tekerlerin yanına takılarak tur başına 8 sinyal alınabiliyor. Bu sayede aracın hedef hızında tekerlerin RPM'ini yeterli bir hassasiyette ölçebiliyoruz.

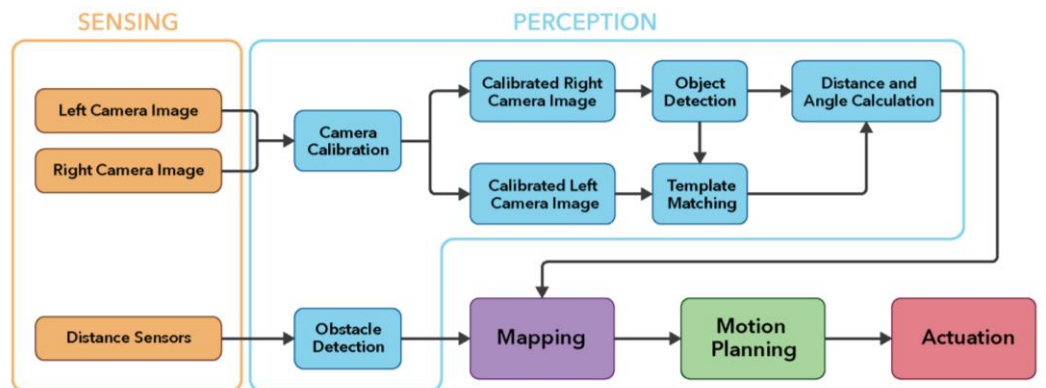
4.2.5. LIDAR

LIDAR sayesinde araç etrafındaki objeleri algılayabiliyor ve engellerden kaçabiliyor. Aynı zamanda gezdiği yerlerin haritasını çıkartmak ve daha sonra bunları kaydetmek için de LIDAR kullanacağız.

Elektronik sistemde Arduino fiziksel parçaların kontrolünden sorumludur (motorlar, enkoderler). Jetson Nano ise bilgileri işleme ve gereken komutların verilmesinden sorumludur. Bu sayede aracın fiziksel kısmını Jetson Nano'ya bağlı kalmadan değiştirebiliyor ve güncelleyebiliyoruz. Hatta uzaktan kumanda aracılığıyla aracın sürüş testlerini yapabiliyoruz.

4.3. Yazılım

Aracın yazılım kısmındaki amacı engellere takılmadan hedeflenen noktaya gidebilmesidir.



Şekil 1 Yazılım mimarisi

4.3.1. Sensing

Bu kısımda sensörlerden veriler alınır ve alındığı şekliyle ilgili kısımlara iletilir. Düşük işlem gücü sebebiyle kamera kalibrasyonunu yazılımsal değil fiziksel olarak yapıyoruz.

Mevcut durumda elimizde 3 adet farklı sensör bulunmaktadır: LIDAR, kamera, IMU. İçlerinden şu an, sadece kamerayı kullanıyoruz. İlerleyen dönemlerde daha iyi obje takibi ve patika planlaması için diğer sensörleri de entegre edeceğiz.

4.3.2. Perception

Bu kısmın amacı sensör verilerini işlenebilir ve filtrelenmiş bir hale getirmektir. Objenin mesafesinin tespiti için öncelikle yapay zeka ile kamera görüntülerinin birinde objeyi tespit ediyoruz. Daha sonra diğer görüntüde bu tespit edilen objeyi buluyoruz ve iki kamera görüntüsü arasındaki piksel farkından mesafe ölçümünü yapıyoruz. Mevcut durumda bu ölçümün menzili 40cm ile 500cm ve hassasiyeti ise 2-3cmdir.

Engelden kaçınma için ise LIDAR sensörünü kullanacağız. LIDAR'dan gelen point cloud'tan engellerin olası konumlarını hesaplayacağız.

Objenin ve engellerin konum bilgileri ise bir sonraki aşama olan mapping'e gidecek.

4.3.3. Mapping

Haritalama aşamasında, engel ve hedef konumlarını bir harita üzerine yerleştireceğiz. Gidilebilir ve gidilemez noktaları tespit edeceğiz.

4.3.4. Hareket planlama

Hareket planlama aşamasında gidilebilir noktalar üzerinden belirli kriterlere göre bir yol belirleyeceğiz.

4.3.5. Hareket

Hareket aşamasında ise hareket planlama aşamasında belirlenen yola sadık kalmaya ve bu yol üzerinde ilerlemeye çalışılacak.

Bu modüller sayesinde araç, engellerden kaçarak istenen noktaya varmış olacak.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Hem engelli bireylerin yük taşımaya yönelik çalışan hem de mekanik anlamda geliştirmeye ve üzerinde değişiklik yapmaya açık otonom araç bulunmamaktadır. Otonom araçlar, depo gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmakta ancak havaalanında yaygın kullanıma sahip olmayıp birçok alanda da bireysel kullanıma henüz uyarlanmamıştır. Seer Group'un AMB [8] adlı robotu depolarda kullanılan bir otonom araçtır, projemizden havalanında kullanımı ve bireysel kullanımı olmaması yönleriyle ayrışmaktadır. Ölçek bazında projemizle uyumaktadır. Vanderlande firması Fleet [9] adında bir ürün ile havalanında otonom şekilde bagaj taşımaya sağlamaktadır. Ancak kişisel kullanıma uygun değildir,

Projemiz 3B baskı yöntemiyle üretilmiş parçalardan oluştuğu ve tüm yapılar birbirlerinden bağımsız olarak tasarlandığı için üzerinde yapılabilecek tüm değişikliklere uygun yapıda bulunmaktadır. Böylece projemiz üzerinde çalışan bireyler mekanik ve elektronik alanlarında istedikleri geliştirme ve değişiklikleri gerçekleştirebilmektedirler. Bu sayede kullanıcılar kendi parçalarını çizip, ürettikten sonra araca takarak daha iyi veya farklı bir tasarım ortaya çıkarabilmektedir.

6. Uygulanabilirlik

Proje fikrini hayata geçirmek ve kolaylıkla kullanılabilir ürün elde etmek için tasarımlarımızı buna göre gerçekleştirdik. Araç rulman, şaft, 3B parçalar ve elektronik komponentlerden oluşuyor. Bu sebeple projeyi hayata geçirmek için tek yapılması gereken parçaların üretilip birleştirilmesi oluyor. Bu işi bizim yapabileceğimiz gibi kullanıcı kendi başına da yapabilir.

Hem aracın güvenliği hem de aracın dış çevreye zarar vermemesi için güvenlik önlemlerimiz

bulunmaktadır. Su geçirmezlik, darbelere karşı emiş sağlayan tamponlar, güvenli kablolama gibi unsurlar mevcuttur. Dışarıya karşı koruma için ise LIDAR yardımıyla aktif olarak her yerdeki objeleri tespit ediyor ve onlardan uzakta manevralar yapıyoruz. Her türlü çarpma ihtimaline karşı ise oldukça esnek malzemelerde aracın dış tarafını kapladık. Uzun ömürlülüğü sağlamak için kalıcı parçaları metalden üretmekteyiz. Daha hassas ve bozulma ihtimali olan parçaları ise 3B yazıcıdan saatler içinde kolayca üretilip değiştirebilmekteyiz. Yedek parça tedariki de aynı şekilde 3B yazıcıya ve malzemelerin kolay bulunabilir malzeme olmasına dayandırılmıştır. Kullanılan parçaların montajının ve amacının modülerliği sayesinde herhangi bir parçaya iyileştirme ve değiştirme yapılabilmektedir. Bu sayede aracın daha iyi ve yeni sürümleri kolaylıkla üretebilmekteyiz. Hali hazırda aracın 3. sürümünde olmamız da bunu başarabildiğimiz bir örneğidir.

Projenin ticari bir ürüne dönüşebilmesi için hızlı üretim, kolay kullanım, güvenlik, uzun ömürlülük, yedek parça tedariki, geliştirmeye açıklık gibi unsurlar önemlidir. Yukarıda sıraladıklarımızdan dolayı aracımız ticari bir ürüne dönüştürülmeye uygundur.

Araç amacı doğrultusunda kullanıldığında birtakım riskler mevcuttur. Bu riskler, aracın çalınması, aracın obje takibinde hata yapması, aracın sensörlerinde hata meydana gelmesi, aracın kontrolünü kaybetmesi, aracın obje takibi esnasında kaybolması, dar veya kalabalık alanlarda görevini yerine getirememesi olarak sıralanabilir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projenin kullanılabilir bir duruma gelmesi için şekil 2’de görülen prototip üretim masrafına ek olarak Ar-Ge çalışmalarına yönelik testlerin yapılması ve farklı komponent seçeneklerin denenmesi için ek 4000 TL ile birlikte toplamda 9949 TL bütçe ile projemizin ilk fiziksel denemeleri gerçekleştirilebilecektir. Gerekli harcamalar sistem bazında aşamalı olarak yapılmaktadır. Uygulanan testler sonucunda yetersiz görünen tasarımlar için yeni versiyonlar üretilirken veya hasar komponentler değiştirilirken ek harcamalara ihtiyaç olmaktadır (Ar-Ge Masrafları).

Uygulanabilirliğe yönelik olarak en kısa sürede fiziksel testler yürütebilmek, yazılım, elektronik ve mekanik bileşenleri deneyebilmek adına projemizi en düşük ücret ile tasarladık. Elimizde hali hazırda bulunan 3B yazıcı ve temel aletler sayesinde kolaylıkla üretimi gerçekleştirip tasarımlarımızın yeni versiyonlarını geliştirebilmekteyiz.

Prototip Üretim			
Malzeme Adı	Adet	Birim Fiyat	Toplam
Nvidia Jetson Nano	1	₺1,381.00	₺1,381.00
1KG ESUN PLA+ 1.75mm	3	₺160.00	₺480.00
Arduino Nano Every	1	₺135.30	₺135.30
Farklı boylarda m3 vida ve somun	1	₺50.00	₺50.00
50cm 8mm Çelik Şaft	1	₺30.00	₺30.00
50cm 6mm Çelik Şaft	1	₺25.00	₺25.00
608 2RS Rulman	18	₺3.50	₺63.00
DIN 471 8mm Segman	20	₺0.50	₺10.00
SkyWalker 30A ESC	2	₺154.90	₺309.80
EMAX XA2212 1400KV Fırçasız DC Motor	2	₺132.20	₺264.40
MG996 Servo	2	₺32.30	₺64.60
2250 mAh Li-po Pili	1	₺270.10	₺270.10
100cm 14 AWG Silikon kablo (kırmızı)	2	₺12.40	₺24.80
100cm 14 AWG Silikon kablo (siyah)	2	₺12.40	₺24.80
Matek Mini Güç Dağıtım Kartı	1	₺57.22	₺57.22
XT-60 Erkek Konnektör	3	₺2.20	₺6.60
XT-60 Dişi Konnektör	3	₺2.20	₺6.60
Ek Elektronik sarf malzemeleri	1	₺82.50	₺82.50
Raspberry Pi Kamera(Camera) Modülü V2	2	₺388.00	₺776.00
128x32 Oled Led Ekran	1	₺23.00	₺23.00
A-3144 DIP Hall Effect Sensörü	4	₺23.00	₺92.00
RPLIDAR A1M8	1	₺1,310.00	₺1,310.00
IMU Füzyon Tümeleşik Kartı BNO055	1	₺463.00	₺463.00
TOPLAM:			₺5,949.72

Şekil 2 Prototip üretim malzeme listesi



Şekil 3 Zaman şeridi

Piyasada bulunan benzer otonom kabiliyete ve fiziksel donanıma sahip olan OpenZeka'nın mini otonom araç kitinin [10] maliyeti 57.000 TL civarındadır. Bunun sebebi ise endüstriyel veya hobi araçlı yüksek hassasiyetli bir ürün olmasıdır. Bizim projemizin maliyeti ise 6.000 TL civarında ve günlük kullanım için yeterli hassasiyete sahiptir. Bu sayede ürün kullanımını ve maliyet arasındaki dengeyi sağlayarak daha ucuz bir ürün elde ediyoruz.

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Fener projesi temel olarak belirli bir nesneyi takip eden ve bunu yaparken de 20 kilografa kadar yük taşıyabilen bir araçtır. Aracın bu şekilde geliştirilmesinin sebebi ağır bir yükü uzun bir süre taşıması gereken veya hiç taşıyamayacak durumda olan kişilere yardımcı olmasını sağlamaktır. Bu sebeple aracın asıl hedef kitle yük taşıma konusunda zorluk çeken bireyler ve havaalanları, alışveriş merkezleri gibi kalabalık ve fazla yürünmesi gereken toplu alanlarda ağır yükler taşıması gereken kişilerdir. Araç özellikle engelli, yaşlı ve aktif tekerlekli sandalye kullanan ve taşıdıkları ek yükler ile rahatça hareket etmek isteyen bireyler için hayat kurtarıcı nitelikte olup günlük hayatlarını oldukça kolaylaştıracaktır.

9. Riskler

İş Paketleri	Başlangıç ve Bitiş Tarihi	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Mekanik	Dişli Kutusu Tasarımı	19.03.2021-27.04.2021						
	Servo Sürüş Birimi Tasarımı	01.03.2021-18.04.2021						
	Dış Duvarlar ve Araç İskeleti	01.04.2021-25.06.2021						
	Araç İskeleti Tasarımı	01.03.2021-01.04.2021						
	Güvenlik ve Kullanılabilirlik Geliştirmeleri	10.05.2021-18.08.2021						
	Mekanik Üretim ve Montaj	07.07.2021-01.09.2021						
Elektronik	Kablolama ve Elektronik Düzen	25.03.2021-15.04.2021						
	Enkoderlerin Entegrasyonu	16.04.2021-08.07.2021						
	Bilgi Ekranın Çalışır Hale Getirilmesi	15.06.2021-24.07.2021						
	Elektroniklerin araç üzerine entegrasyonu	20.07.2021-01.09.2021						
Yazılım	Simülasyon	10.04.2021-19.09.2021						
	PID Kütüphanesini Oluşturma	01.04.2021-01.05.2021						
	ROS 2 Nodes - Araç Kontrolü	01.05.2021-18.06.2021						
	ROS 2 Nodes - Mesafe Ölçümü Geliştirme	01.06.2021-22.08.2021						
	ROS 2 Nodes - Mapping	17.04.2021-15.09.2021						
	LİDAR Uygulamaları	17.06.2021-01.09.2021						
	ROS2 Nodelarının sistemle bütünlük testi	23.08.2021-20.09.2021						

Şekil 4 Proje zaman çizelgesi

Projemizde çalışmalar mekanik, yazılım ve elektronik olmak üzere 3 ana başlık altında toplanmıştır. İlgili iş paketleri ve süreçleri Şekil 4'te başlangıç ve bitiş tarihleri ile birlikte listelenmiştir. Listedeki iş paketlerinin tamamlanmaması veya aksaması durumunda projenin hayata geçirilmesine yönelik en büyük riskler ve bu risklere karşı tanımladığımız B planları ile birlikte Şekil 5'te bulunmaktadır. Haziran ayı sonu itibarıyla Gantt tablosu ve ilerlememiz arasında bir uyumsuzluk bulunmamaktadır. Yeterli bütçenin olmadığı durumda halihazırda elimizde bulunan parçalar ve ekipman, fiziksel bir prototip üretmek için yeterli olacaktır.

No	Projenin hayata geçmesini engelleyebilecek riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Simülasyon ortamında verimli bir test ortamı kurulamaması	Kontrol ve haritalama gibi alanlarda fiziksel testlere öncelik verilecektir.
2	LİDAR'ın yazılıma entegrasyonunun ilerlememesi/yavaş ilerlemesi	Stereo kamera ile elde edilen veri daha kapsamlı kullanılacak. Çevresel sensörler eklenecektir.
3	Araç üzerinde fiziksel test yapmak üzere buluşulamaması	Simülasyon ortamı üzerindeki testlere ağırlık verilecek. Sistemlerin testleri bağımsız yürütülecektir.
4	ROS 2 Nodelarının hepsinin tamamlanamaması.	Öncelikli olan sistemlere (mesafe ölçümü, hız kontrolü, takip) öncelik verilecektir.
5	Gerekli parçaları satın alacak veya üretecek bütçenin olmaması	Hali hazırda elde bulunan malzeme ve üretim imkanlarını kullanarak problemler çözülecektir.

Şekil 5 Proje risk yönetim tablosu

RİSK SKORU	ETKİ		
	1 (Hafif)	2 (Orta)	3 (Ciddi)
1 (Küçük)	Aracın taşıdığı yükü düşürmesi	Dar veya kalabalık alanlarda görevini yerine getirememesi	Sensörlerde bir hata meydana gelmesi
2 (Orta)	Aracın kullanım esnasında bataryasının bitmesi	Elektronik aksamda bir sıkıntı sonucu aracın devre dışı kalması	Aracın kullanım anında çalınması
3 (Yüksek)	Aracın kullanıcıya veya bir başkasına çarpması	Aracın takip ettiği belirteci kaybetmesi	Aracın çevresel bir etken sebebi ile kullanılamaz hale gelmesi

Şekil 6 Risk olasılık etki matrisi

Proje tamamlandığında, aracın işlevini yerine getirmesine engel olacak veya performansını etkileyebilecek risklerin olasılık etki matrisi şekil 6'da bulunmaktadır. Ayrıca bu risklere yönelik oluşturduğumuz B planlarına şekil 7 üzerinden ulaşılabilir. Tüm sistemlerin ortak testleri yapılırken belirtilen risklerin üzerinde durulacak ve gerçekleşme ihtimalini azaltacak önlemler oluşturulacaktır.

No	Projei etkileyebilecek riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Aracın çevresel bir etken sebebi ile kullanılamaz hale gelmesi.	Aracın önünde bulunan bumperlar sayesinde sürüş aksamına gelebilecek darbeler önlenecek.
2	Aracın takip ettiği belirteci kaybetmesi.	Bu durumda araç sesli olarak kullanıcıyı bilgilendirecektir.
3	Aracın kullanım anında çalınması.	Dışarıdan kullanıcı harici müdahalede çalışacak sesli bir ikaz sistemi eklenecektir.
4	Aracın kullanıcıya veya bir başkasına çarpması.	Kamera harici sistemler ile veri doğrulanacak, araca fren sistemi eklenecektir.
5	Elektronik aksamda bir sıkıntı sonucu aracın devre dışı kalması.	Elektronik sistemlerde uzun süreli güvenilirlik testleri yapılacaktır.
6	Sensörlerde bir hata meydana gelmesi.	Sensörlerden gelen veriler sürekli olarak takip edilip tutarsız bir durumda araç durmaktadır.
7	Aracın kullanım esnasında bataryasının bitmesi.	Aracın batarya kapasitesi ve harcadığı güç sürekli olarak denetlenmektedir.
8	Dar veya kalabalık alanlarda görevini yerine getirememesi.	Bu durumda araç sesli olarak kullanıcıyı bilgilendirecektir.
9	Aracın taşıdığı yükü düşürmesi.	Araç ani ivmelenmelerden kaçınacak. Yük sabitleme çözümleri ile dış etmenlerden korunacaktır.

Şekil 7 Proje uygulama risk yönetim tablosu

10. Kaynaklar

- [1] Distance measurement system for autonomous vehicles using stereo camera. (2020, March 1). ScienceDirect.
- [2] Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., Andreetto, M., & Adam, H. (2017, April 17). MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications.
- [3] T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı (2020). Engelli ve yaşlı istatistik bülteni Mart 2020. Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü
- [4] Zivingy, Manaf. (2013). Object distance measurement by stereo vision. International Journal of Science and Applied Information Technology (IJSAIT). 2. 05-08.
- [5] <https://github.com/dusty-nv/jetson-inference> adresinden erişildi.
- [6] https://github.com/bgromov/thymio_gazebo adresinden erişildi.
- [7] Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi (Temmuz - Aralık 2015) SAYI: 35/2 (EK) s. 79 DOI: <http://dx.doi.org/10.21560/spcd.77043>.
- [8] <https://www.seer-group.com/robot/AMB> adresinden erişildi.
- [9] <https://www.vanderlande.com/evolutions/fleet/> adresinden erişildi.
- [10] <https://openzeka.com/openzeka-mini-otonom-arac-kiti/> adresinden erişildi.