TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

AKILLI ULAŞIM YARIŞMASI
PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: Ökten
PROJE ADI: Yapay Zekâ /Derin Öğrenme Algoritmaları ile Çalışan 1:10 Oranında Küçültülmüş Tam Otonom Elektrikli Akıllı Servis Aracının Prototip Üretimi
BAŞVURU ID: #66586
TAKIM SEVİYESİ: Üniversite
PROJE KAPSAMI: Kara Araçları
DANIŞMAN ADI: Doc. Dr. İsmail OVALI

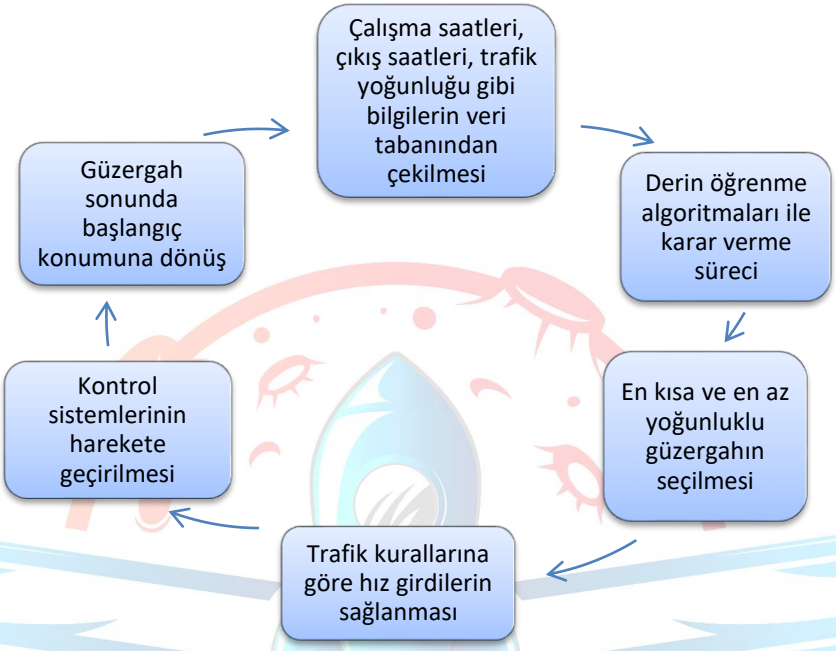
İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı) 3
2. Problem/Sorun 3
3. Çözüm 4
3.1 Problemin Çözüm Yolu 4
4. Yöntemler 4
4.1 Yapay Zekâ –Derin öğrenme Algoritmaları ile Çalışan Optimizasyon Yazılımı 5
4.2 Mekanik Tasarım 5
4.3 ROS Mimari Yapısı 6
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü 6
6. Uygulanabilirlik 6
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması 7
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar) 8
9. Riskler 8
Kaynakça 8

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Bu projede okul kampüsleri, şehir hastaneleri, oteller gibi kurum içi ulaşım yoğunluğu yüksek olan kurumlarda ulaşım hizmetlerinde görev almak üzere 1:10 ölçeğinde tam otonom olarak hareket edebilen prototip elektrikli akıllı servis araç tasarımı amaçlanmıştır. Geliştirilecek servis aracı hareket saatlerini çalıştığı kurumun özelliklerine göre yapay zekâ ve derin öğrenme algoritmaları ile geliştirilen yazılım sayesinde kendi karar verecektir. Sistemin akış şeması şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1: Sistemin tüm algoritmalarının haberleşme ve akış şeması

Proje için hazırladığımız bilgilendirme videosunu aşağıdaki linkten ulaşabilirsiniz.
https://drive.google.com/file/d/1Ljlw5SfykALzrwext6IP0vtbCCtjxbkO/view?usp=sharing

2. Problem/Sorun

Şehir hastanesi, üniversite kampüsleri ve oteller gibi ring ve servis hizmetlerinin kullanıldığı yerleşkelerde servis hizmetlerinde insan hatalarından kaynaklı ulaşım problemleri sorun olarak temel alınmıştır. Dizel ve benzinli servis araçları yerleşke içinde ciddi şekilde hava kirliliğine sebep olmaktadır. Servis araçlarının gereksiz(yolcusuz) servis atması ile yakıt ve zaman kaybına sebep olmaktadır. Ayrıca insan kontrolünde çalışan servis araçları işçilik maliyetlerini önemli derecede arttırmaktadır. Bunun yanında, genç bireylerin fazla olduğu üniversite kampüslerinde gençlerin otonom teknolojiler ile etkileşimlerinin az olduğu düşünülmüştür. Ayrıca servis araçlarının yerleşke içinde kullanılmaması ile trafik kaza oranları artmaktadır [1, 2]. Projenin çıkış noktası olan genel sorunlar şekil 2.1'de görselleştirilmiştir.

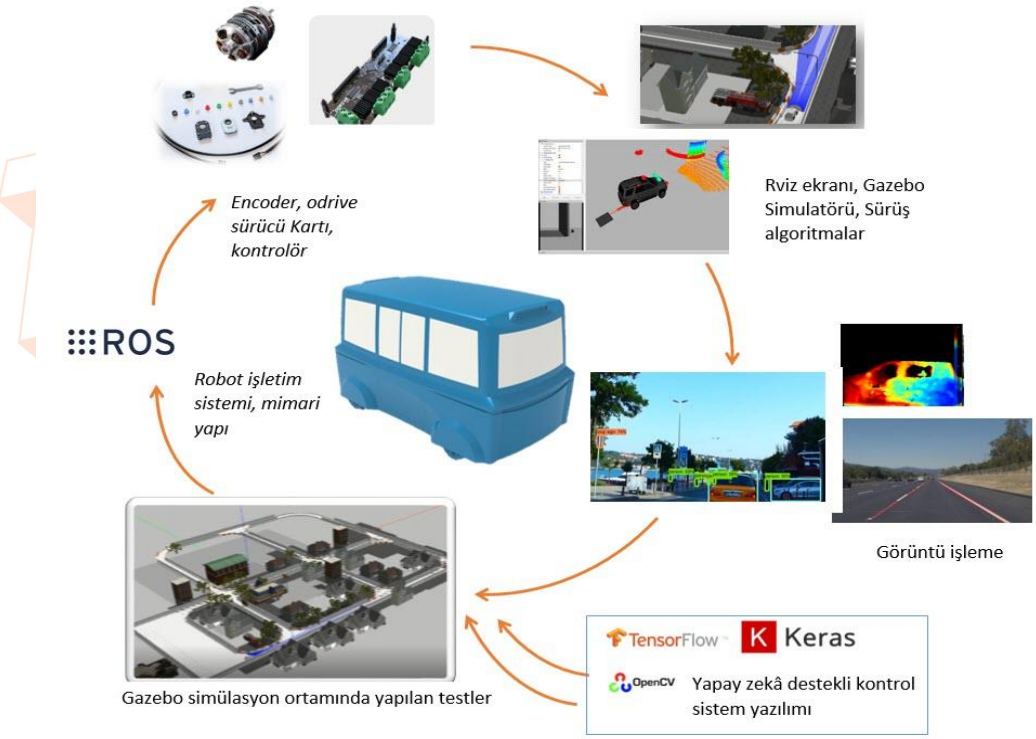
Şekil 2.1: Projenin çıkış noktası olan genel sorunlar

3. Çözüm

Yukarıda ele alınan sıkıntılara karşı çözüm olarak tam otonom hareket edebilen, kendi çalışma takvimini kontrol edip karar verebilen elektrikli servis araçların kullanılması hedeflenmektedir. Kontrol sistemi derin öğrenme algoritmaları kullanılarak geliştirilecek sistem hata ayıklama algoritmaları ile kolay ve güvenli sürüş sağlayacaktır. Sistem ek olarak 5.nesil sürüş çözüm önerisi de sunmakta bu tekniğe göre sürüş, tamamen bilgisayar kontrolü ile olması planlanmaktadır [3]. Sistemimiz trafik yoğunluk haritası, çalışma saatleri, çıkış saatleri gibi verileri alarak, derin öğrenim modeli ile filtreleme yapacaktır. Bundan sonraki adımda, bu eğitilen model ihtiyaç duyulan bölgeye ek seferler düzenlenmesi veya çalışacak servis araç sayısının yükseltilmesi gibi kararlar alarak aracın ana işlemcisine gerekli talimatlar yönlendirilmektedir. Ana işlemciye gelen bu talimatlar ile sistem en kısa ve en az yoğunluklu bölgeleri tayin etme ve uygun bir rota oluşturma yoluna gitmektedir. Bu rotaya uygun olarak trafik kurallarına uygun bir şekilde tam otonom olarak seyahat olanağı sağlanmaktadır. Sistemimiz tam otonom olmasının yanında araçların gereksiz yere duraklama veya yolcusuz olarak servis hizmeti vermesinden ötürü oluşacak iş yükü, egzoz gazlarından dolayı emisyon problemlerinin önüne geçilmesi planlanmaktadır. Ring, şehir hastaneleri ve üniversite kampüsleri gibi ortamlarda çalışması hedeflenmektedir.

3.1 Problemin Çözüm Yolu

Problem çözümü için yapay zekâ destekli bit otonom servis araç sistemi kullanılacaktır. Sistem yolcudan alacağı konum bilgileri doğrultusunda kampüsteki en kısa yolu kullanarak yolcu indirme-bindirme işlemlerini tamamlayarak tekrar merkez noktasına dönme ve işlemin başından tekrar çalışmaya başlamasıyla çözüm üretecektir. Bunları yaparken engellerden kaçınma ve trafik işaret ve işaretçilerine uyması amaçlanmıştır. Tasarlanan Servis aracı yerleşke yoğunluğunu etkileyen parametreleri dikkate alarak servis zaman çizelgesini kendi belirleyecektir. Sistemin alt bileşenleri çözüm algoritması şeklinde şekil 3.1'de verilmiştir.



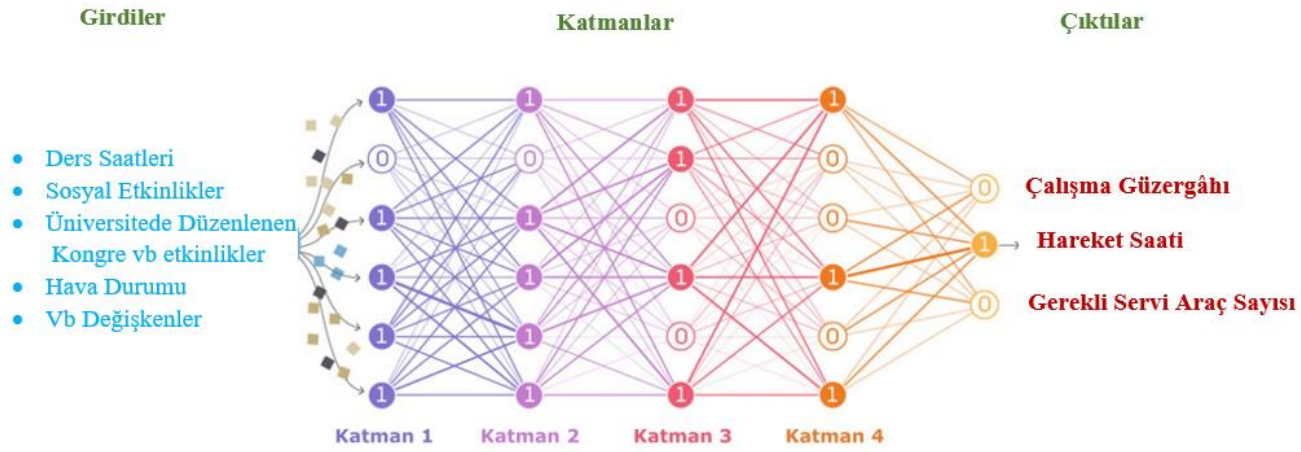
Şekil 3.1: . Sistemin alt bileşenleri ile çözüm algoritması

4. Yöntemler

Sistem çalışma mantığı olarak sistem yazılımında hazır bulunan konumlara en kısa yolu oluşturmak ve bu yol üzerinde kontrol sistemleri sayesinde gitmeyi hedeflemektedir.

4.1 Yapay Zekâ –Derin öğrenme Algoritmaları ile Çalışan Optimizasyon Yazılımı

Örneklemde bir üniversite kampüsünde çalışan bir servis aracı seçilmiştir. Bu bağlamda derin öğrenme algoritmaları için gerekli veriler(trafik işaretleri, Google haritalar ile trafik yoğunluğu olan bölgeler vb) kaynaklardan edinilmiştir [4, 5, 6]. Çıktılar ve girdiler şekil 4.1'de görselleştirilmiştir.

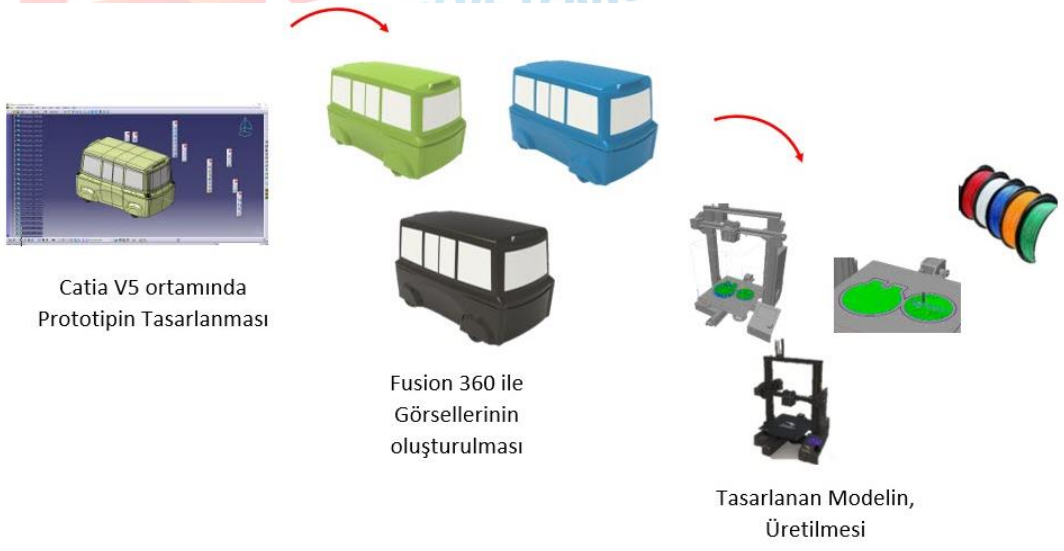


Şekil 4.1: Derin öğrenim algoritmasında kullanılan parametreler ve çıktıları

Şekil 4.1'de görüldüğü gibi sistem, derin öğrenme algoritması ile yoğunluk olan bölümler veya etkinlik durumlarında servis süresini uzatmak veya güzergâh rotalarını değiştirecek şekilde planlama yapmaktadır. Ayrıca yine yoğunluk olan bölümlerde gerekli olan sefer sayıları ile de çözüm aramaktadır. Yine derin öğrenme algoritmaları ile obje tanımlama ve trafik işaret ve işaretçilerinin algılanmasında kullanılmıştır. Bu noktada CNN[1] (Convulutional Neural Network) metodu kullanılmıştır.

4.2 Mekanik Tasarım

Sistemin mekanik tasarımları Autodesk Fusion 360 ve catia V5 3D Cad programlarında yapılmıştır. Bu program içerisinde bulunan form özelliği ile aracın endüstriyel tasarım ve yüzey modelleme bölümleri gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan tasarım plastikler için kullanılan katmanlı mimari üretim (3D printer teknolojisi) metodu ile hayata geçirilmiştir. Bütün oluşturulan alt parçalar gerekli makine elemanları (rulmanlar, segmanlar ve dişli sistemler) ile montajlanmıştır Hazır mekanik montaj üzerine elektronik (Nvidia ana işlemcisi, motor sürücü vb) alt parçalar entegre edilerek montaj gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.1: Mekanik tasarım akış şeması

[1] Evrişimli sinir ağları

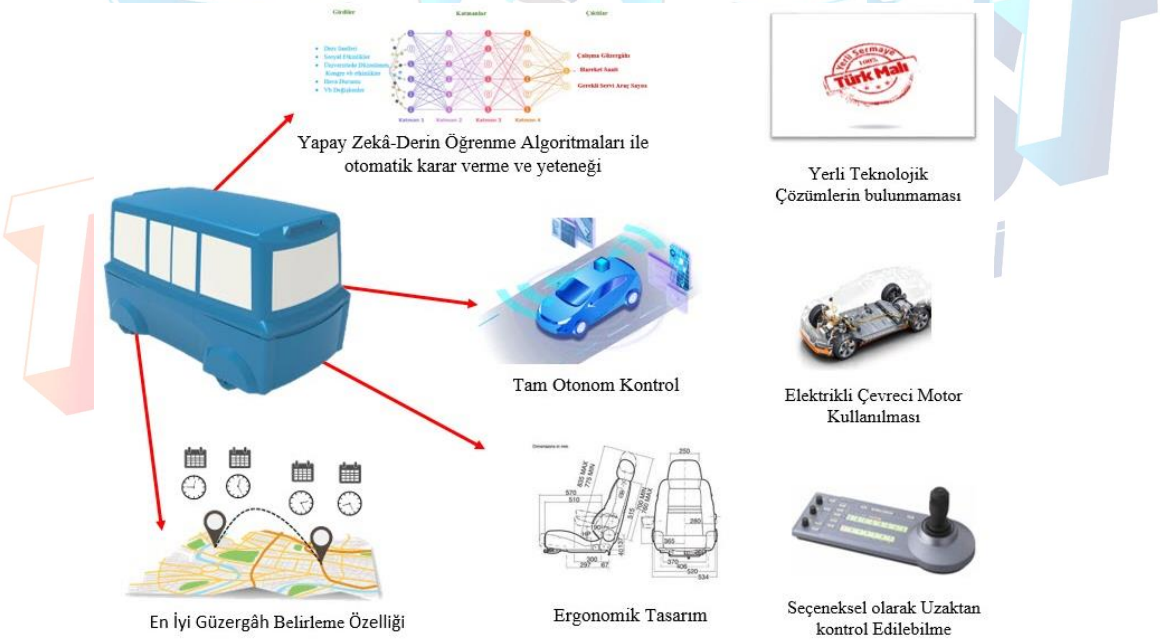
4.3 ROS Mimari Yapısı

Prototip yapılırken kullanılacak olan mimari yapı ROS(Robot Operating System) olmuştur. İçinde bulundurduğu hazır paketler ile yazılım algoritmalarının oluşturulmasında büyük olanak sağlamaktadır. Oluşturduğumuz düğüm, servis düğümleri ve aksiyon düğümlerinin konular ile sürüş sistemleri oluşturulmuştur. Motor kontrollerinde aksiyon düğümü, ackerman direksiyon modelinin kontrolünde servis düğümü kullanılmaktadır [6, 7, 8, 9].Geliştirdiğimiz aracın kaynak kodları aşağıdaki linkte mevcuttur.

https://drive.google.com/drive/folders/1yiFYqzwr24Jkkzjj3QprFWwymUaLKVcM?usp=sharing

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Günümüzde birçok alan ve sektörde otomasyon sistemleri yaygınlaşmaktadır. Bu proje ise 4.nesil ve kısmen 5.nesil otonom araç teknolojisi konseptinde 1:10 ölçekli prototip hedeflenmiştir. Günümüzde benzer çalışmalar referans alındığında dünyada başlıca firmalar (Google, Apple vb.) bu tarz teknolojileri kendi kampüslerinde kullanmaktadır. Ülkemiz açısından bu teknolojinin yenilikçi yönlerinin başında şehir hastaneleri, okul kampüsleri gibi alanlarda ulaşım için yenilik getirecektir. Mevcut servis araçlarında kendi kendine karar verebilen bir kontrol sistemi mevcut değildir [10, 9, 3]. Yapılan tasarım ve tasarlanan algoritmalar proje ekibine özgündür. Literatürde bulunan projeler arasında yaptığımız proje ölçekli olarak daha uygun fiyatlara mal olup güvenli ulaşım sağlayacaktır. Arizona üniversitesinde yapılan CatVehicle projesi örnek bir proje olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak bu araç yarı hibrid olup maliyet olarak yüksek bir tutara mal olmuştur [11, 8, 12]. Ayrıca açık alanda haritalama ile çalışmaktadır. 2016 yılında Google ve Nvidia firmaları kendi otonom araçlarını yayınlamışlardır [13]. Bu araçlar Amerikan Savunma Departmanı (DARPA[2]) tarafında finanse edilmişlerdir [10, 14, 13]. Bu çalışmalar maliyet olarak yüksek miktarda ar-ge çalışmaları ile olmuştur. Bu proje ise bu çalışmalara nazaran daha uygun maliyete sahip olacaktır.



Şekil 5.1: Sistemde bulunan yenilikçi yönlerin şematik olarak gösterimi

6. Uygulanabilirlik

Dünyadaki birçok alanda büyük yerleşkeler sahip olan kurumlarda servis araçlarının kullanımı artmaktadır. Büyük yerleşkelerde çok sayıda çevreci olmayan yüksek maliyetli servis araçları yerine proje kapsamında geliştirilmesi planlanan aracın kendine bir Pazar bulacağı düşünülmektedir [14, 15]. Maliyet olarak birçok kuruluş için uygun sınırlarda olması amaçlanmıştır. Daha büyük bir pazara sahip olması için sade tasarım-çok fonksiyonellik özelliğine

[2] Defense Advanced Research Projects Agency

sahip olacaktır. Kampüs bulundurulan kurum ve kuruluşlarda mali risk oluşturmadan uygulamaya konulması hedeflenmiştir.

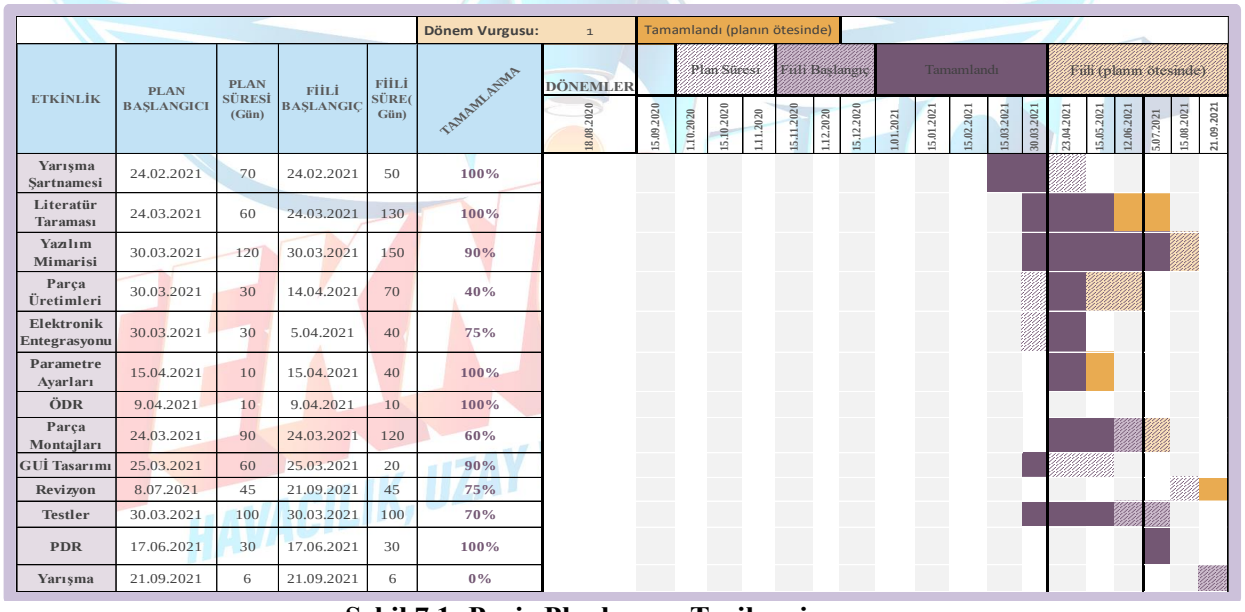
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Mali raporlama olarak hedef kitle bütçesine uygun bir bütçe çıkartılmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda üniversite bütçeleri örnek alınarak maliyet analizi yapılmıştır. Özet bir raporlama için tablo 7.1'de mali gider tablosu gösterilmiştir.

Tablo 7.1: Proje maliyet tablosu

PARÇA	FİYAT(TL)
NVIDIA JETSON TX2	5.155,42
RASSPERY Pİ DOKUNMATİK EKRAN	818,06
POWER BANK	146,00
TEENSY 4.1	300,77
2 ADET DC MOTOR	414,73
2 ADET ENCODER	390,5
MOTOR SÜRÜCÜ	1393
DERİNLİK ALGILAYICI KAMERA	1609
LİDAR	1120,46
LİPO PİL	317,43
OPEN ZEKA SUPPLİER	1344,02
TOPLAM	**13008,94**

Kur farkı ile değişebilmektedir. Projede alternatif ve daha ucuz olarak ana işlemcide değişikliğe gidilebilir. Projenin uygun fiyatlandırma işlemleri için açık kaynak yazılımlardan da faydalanılmıştır. Proje toplam maliyeti olarak 13009 TL olarak güncel kur değerleri ile belirlenmiştir.



Şekil 7.1: Proje Planlaması Tarihçesi

Tablo 7.2'de yer alan bilgiler iş paketlerinde yapılacak işlemlerin detaylı açıklamalarını kapmaktadır. Şekil 7.1'de ise iş paketlerinin fiili ve planlanan zaman kapmaları gösterilmiştir.

Tablo 7.2: Proje Planlamasında yer alan iş paketlerinin detaylı açıklamaları

Planlanmış Süreç	Açıklama
Yarışma Şartnamesi	Yarışma şartnamesinde belirtilen gereksinimlerin anlaşılıp, uygun standartlarda konsept ürün tasarımlarının yapılma aşamasını kapsamaktadır.
Literatür Taraması	Konsept tasarım alanında yapılmış daha önceki çalışmaları ya da alaka düzeyi yüksek çalışmalar üzerine çalışmaları taramayı kapsamaktadır. Ayrıca sistemin matematiksel (istatistiksel bilgileri) gösterimlerini araştırmayı da kapsamaktadır.

Yazılım Mimarisi	Literatür taramalarında çıkan verilerin kod ve bilgisayarın kullanacağı veri düzeyine dönüştürme işlemlerini kapsamaktadır. Ayrıca yapay zeka algoritmalarının optimizasyonlarını da içermektedir.
Parça Üretimleri	Ana kartın bağlanacağı montaj ve parça üretimleri ayrıca dokunmatik ekran tutucularının üretimlerini kapsamaktadır.
Elektronik Entegrasyonu	Ana kart düzeneği ve ekran elektronik bağlantılarını kapsamaktadır.
Parametre Ayarları	Yapay zeka algoritmalarında ve ROS içerisinde bulunan hazır paketlerin parametrelerinin literatür taramalarındaki referanslara göre ayarları.
ÖDR	Ön Değerlendirme Raporu.
Gui Tasarımı	Kullanıcı dostu Türkçe arayüzün tasarımı.
PDR	Proje Detay Raporu
Revizyon	Detay raporundaki geri dönüşlerin değerlendirilmesi ve yeni çözümler düşünülmesini kapsamaktadır.
Testler	Revizyondan sonra oluşacak sistemlerin testlerini içermektedir.
Yarışma	21-26 Eylül Teknofest İstanbul

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)

Proje temel fikir olarak ulaşım rahatlığı ve güvenliği üzerine oturtulmuştur. Bu nedenden ötürü ulaşım sektörünün her bölümünde kullanılmak üzere tasarım ve üretimleri yapılmıştır. Ancak temel alınan hedef kitlesi olarak şehir hastaneleri, üniversiteler gibi bünyesinde kampüs yerleşkeleri barındıran kurum ve kuruluşlardır. Bu tarz ortamlar nüfus yoğunluğunun fazla olduğu durumlarda kampüs içi ulaşımı her saat aksatmadan güvenli bir şekilde yapılması düşünülmüştür.

9. Riskler

Projede en çok karşılaşılan risk olarak toplum algısındaki otonom araçlara karşı olan bakış açısı öne çıkmaktadır [3, 10, 16]. Toplum bakış açısına göre güvenirlilik problemleri ile ilgili güven ortamının azlığı sorun oluşturmaktadır. Projede tasarlanan sistemin paydaşlarına göre daha uygun fiyatlandırma ve güvenirlilik olarak uygun olmasının yanında hedef kitlenin bütçesi karşısında zorlanmalarla karşı kalabilmektedir. Bu yüzden proje hayata geçirilirken oluşacak risklere karşı alternatif donanım ve yazılım çözüm yolları düşünülmüştür. Bu çözüm yollarında fiyatlandırma ve maliyet haritalaması yapılarak uygun fiyatlandırma amaçlanmıştır.

Tablo 9.1: SWOT analiz tablosu

Güçlü Yönleri	**Zayıf Yönleri**
• Türkiye'de ki imkânlar ile olması • Otonom olması • Tek seferde etrafı haritalandırıp göreve başlayabilmesi • GPS navigasyon işlem desteği. • Türk malı olması	• İlk hareketi bireyden alması • Hata yapma olasılığının az da olsa varlığının olması
Fırsatlar	**Tehditler**
• Benzer ürünlerin azlığı • Sektördeki kuruluşların ciddi düzeyde ihtiyacı olması ve bu alanda yapılan ar-ge yatırımları	• Oda servisi görevini insanlardan alması • Robotlara karşı negatif algısı • Çevre düzende günümüzdeki otonom sistemlerin gelişmesi

Kaynakça

[1] Tüik, Emniyet Genel Müdürlüğü, «Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, 2019,» Tüik, Ankara, 2020.

[2] E. T. B. Emniyet Genel Müdürlüğü, «AYLIK TRAFİK İSTATİSTİK BÜLTENİ,» EGM, Ankara, 2021.

[3] Synopsys, «What is an Autonomous Car,» Synopsys, [Çevrimiçi]. Available: https://www.synopsys.com/automotive/what-is-autonomous-car.html. [Erişildi: 2021 Nisan 12].

[4] MathieuLabbe, «find_object_2d,» ROS, 21 Eylül 2016. [Çevrimiçi]. Available: http://wiki.ros.org/find_object_2d. [Erişildi: 2021 Haziran 02].

[5] ROS, «robot_pose_ekf,» Open Robotics, 02 Mart 2012. [Çevrimiçi]. Available: https://wiki.ros.org/robot_pose_ekf. [Erişildi: 2021 05 24].

[6] AnisKoubaa, «Services,» ROS , 18 Temmuz 2019. [Çevrimiçi]. Available: http://wiki.ros.org/Services. [Erişildi: 2021 Mayıs 21].

[7] IsaacSaito, «actionlib,» ROS, 30 Ekim 2018. [Çevrimiçi]. Available: http://wiki.ros.org/actionlib. [Erişildi: 2021 Mayıs 14].

[8] W. B. S. T. Dieter Fox, «The Dynamic Window Approach to Collision Avoidance,» IEEE Robotics &Automation Magazine, 1997.

[9] JashMota, «dwa_local_planner,» Open Robotics, 28 Ekim 2020. [Çevrimiçi]. Available: http://wiki.ros.org/dwa_local_planner. [Erişildi: 07 Kasım 2020].

[10] L. J. Ramkumar Gandhinathan, «Self-Driving Car Using ROS,» %1 içinde *ROS Robotics Projects* , Packt, 2019, p. Chapter 10.

[11] ROS WİKİ, «CIR-KIT-Unit03,» 25 Aralık 2016. [Çevrimiçi]. Available: http://wiki.ros.org/Robots/CIR-KIT-Unit03.

[12] J. Vogel, «Tech Explained: Ackermann Steering Geometry,» Racecar Engineering, [Çevrimiçi]. Available: https://www.racecar-engineering.com/articles/tech-explained-ackermann-steering-geometry/. [Erişildi: 02 Mayıs 2021].

[13] McKinsey & Company, «The Foundation of Self-Driving Cars,» The Foundation of Self-Driving Cars, Packt. O'REILLY, 2020.

[14] G. M. G. U. G. M. Álvaro Morena Alberola, «Object Recognition to Guide a Robot Using CNNs,» %1 içinde *Artificial Vision and Language Processing for Robotics*, Packt, 209, p. Chapter 8.

[15] S. S. Sumit Ranjan, Applied Deep Learning and Computer Vision for Self-Driving Cars, Packt, 2020.

[16] L. S. E. F. L. J. Anil Mahtani, «Object Detection and Recognition,» %1 içinde *ROS Programming: Building Powerful Robots*, Packt, 2018, p. Chapter 23.

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ