

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Afet Yönetimi

PROJE ADI: Mobil Arama Kurtarma Robotu Tasarımı

TAKIM ADI: YTU SAR TEAM

TAKIM ID: T3-12675-146

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite

DANIŞMAN ADI: Doç. Dr. Cenk Ulu

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)	3
2. Problem/Sorun:	3
3. Çözüm	3
4. Yöntem	4
4.1. Mekanik Tasarım	4
4.2. Elektronik Tasarım	4
4.3. Tahrik Elemanları	4
4.4. Arayüz Tasarımı	4
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü	4
6. Uygulanabilirlik	5
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):	7
9. Riskler	7
10. Proje Ekibi	8
11. Kaynaklar	8
EK:	9



1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Her an bir deprem gerçeği ile karşı karşıya olan ülkemizde deprem sonrası yapılan operasyonlarda gerek deprem bölgesinin barındırdığı yüksek tehlike ve belirsizlik gibi durumlardan gerekse insan kaynaklı gecikmelerden ötürü operasyonların başarı oranı istenen seviyede değildir. Bu proje ile birlikte, arama kurtarma ekiplerinin çalışmasını güçleştiren veya imkansız hale getiren çökme, patlama vb. riskleri bulunduran durumlarda dahi keşif yapabilecek ve afetzedelerin kurtarılmasına yardımcı olacak bir mobil arama kurtarma robotu tasarımı ve üretimi gerçekleştirilecektir. Ayrıca robot ortamdaki gerekli verileri toplayabilecek, enkaz altında bulunan kazazedeleri tespit edebilecek ve konuşabilir durumdaki kazazedeler ile kurtarma ekibi arasında iletişim imkanı da sağlayabilecektir.

Araştırma kapsamında gerekli literatür çalışması yapılmış olup, robotun elektriksel tasarımı, mekanik tasarımı ve modellenmesi tamamlanmıştır. Ayrıca robot üzerinde kullanılacak olan gerekli elektronik ekipmanların seçimi de gerçekleştirilmiştir. Robotun ilk prototipinin üzerinde hareket algoritmaları test edilerek robotun başarılı bir şekilde hareket edebildiği görülmüştür. Elektronik ekipmanların yazılımsal olarak sisteme entegrasyonu ve arayüzünün tasarlanması ile alakalı olan çalışmalar devam etmektedir.

2. Problem/Sorun:

Deprem sonrası gerçekleştirilen arama kurtarma operasyonlarında afetzedelerin sağ olarak kurtarılabilmesi için ilk 48 saat kritik süre olarak kabul edilmektedir. Bu durumda, işe yarayabilecek bütün kaynakların seferber edilmesi önem kazanmaktadır [1]. Deprem sonrası gerçekleştirilen operasyonlarda öncelikli olarak ekiplerin enkaza müdahale etmeden önce enkaz bölgesinin güvenliğini ve ekipler arasındaki koordinasyonu sağlaması gerekmektedir (Ek-Şekil 1). Bu nedenle enkaz bölgesine müdahale konusunda gecikmeler yaşanmakta, bu da operasyonların başarısını düşürmektedir. Enkaz bölgesindeki operasyonları güçleştiren bölgenin belirsizliği ve bölgedeki hareket kısıtlılığına karşı günümüzde kullanılan ekipmanlar yeterince verimli olamamaktadır.

3. Çözüm

Bu proje kapsamında bahsettiğimiz problemlere çözüm olarak enkaz alanında ekiplerin işlerini kolaylaştıracak birden çok fonksiyona sahip ve tüm bu fonksiyonları tek bir sistem üzerinde toplayan bir mobil arama kurtarma robotu tasarımı öneriyoruz. Geliştirilecek bu robotun kullanılması arama kurtarma operasyonlarının süresini oldukça kısaltarak afetzedelere ulaşmayı ve müdahale edebilmeyi önemli ölçüde hızlandıracaktır. Bu tasarımımla beraber ekipleri enkaz bölgesinin tehlikelerinden olabildiğince koruyarak enkaza doğrudan müdahale edebilme fırsatı sunacaktır. Ek-Şekil 2' de ilk prototip çalışması gösterilmektedir.

Robot normal kameraya ek olarak sahip olacağı termal kamera yardımıyla enkaz bölgesindeki görüntüleri anlık olarak bilgisayar başındaki operatöre gönderebilecek, mahsur kalan kazazede olması durumunda görüntü işleme ile kazazedenin konumunu belirleyip ekiplere ileterek ekipleri hızla bölgeye yönlendirebilecektir [2]. Bu sayede operasyon süresinde önemli tasarruflar yapılmış olacaktır. Tespit ve müdahale süreleri kısaldıkça kurtarılan can sayısı da aynı oranda artacaktır. Ayrıca projenin sosyal bir yönü olarak ülkemizde arama kurtarma robotlarının bilinirliğini artırıp depremlere ve diğer doğal afetlere karşı bir bilinç oluşturulması da amaçlanmaktadır.

4. Yöntem

4.1. Mekanik Tasarım

Tasarlanacak robotun 30x30x12cm boyutlarında olması hedeflenmektedir. Robot ters döndüğünde dahi hareketine devam edebilmesi için şasi tekerleklerin ortasında konumlandırılmıştır (Ek- Şekil 3).

Tasarlayacağımız robotun şasisi ABS kullanılarak 3D yazıcıda üretilmiştir. 3D yazıcı kullanılmasının sebebi üretim işleminin diğer seçeneklere göre daha ucuz ve basit olmasından dolayıdır [3]. ABS' nin yüksek sıcaklığa dayanıklılığı ve darbe direncinin diğer malzemelere göre yüksek olmasından dolayı tasarımda ABS malzemesi tercih edilmiştir.

4.2. Elektronik Tasarım

Arama kurtarma robotu tasarımında en önemli husus kazazedelerin konumunu ve durumunu doğru tespit etmek ve enkaz bölgesinde sensörlerden doğru verileri alarak bunları gerekli ekiplere ve birimlere ulaştırmaktır. Bu sebeple robotta kullanılacak diğer donanımlar ile uyumlu ve enkaz alanındaki görüntüyü dışarıdaki ekibe net bir biçimde aktarabilecek kameralar seçilmiştir.

4.3. Tahrik Elemanları

Robotun hareketini sağlayabilmek için 4 adet redüktörlü DC motor seçimi yapılmıştır. Kullanılacak motorların tork değerleri, sistemin çalışması için yeterli gücü sağlamalı ve kullanılacak sürücüler motorların zorlanma durumlarını tolere edebilmelidir. Tüm bu gereksinimler doğrultusunda hesaplamalar ve MATLAB üzerinden simülasyonları yapılmıştır. Çıkan sonuçlar ışığında 0.257 Nm tork, 159 rpm hız ve 4.27 W güç değerlerini karşılayabilecek motor ve motorlara uygun sürücü seçimleri yapılmıştır.

4.4. Arayüz Tasarımı

Robotun arama kurtarma ekipleri tarafından kontrol edilerek ve alınan verilerin arama kurtarma ekiplerinin yanı sıra gerekli birimler ve ekipler ile de paylaşımı söz konusu olacağından kullanıcı arayüzünün robotu kullanan operatör tarafından kolaylıkla anlaşılabilir olması gerekmektedir [4]. Bu arayüz tasarımı C# programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Ek-Şekil 5). Yapılan testler sonucunda ortamın görüntüsü başarıyla ekrana aktarılmıştır ve iyileştirme çalışmaları devam etmektedir. Prototip ortaya çıkarılmış olup hareket sistemi fonksiyonel testleri yapılmıştır. Seçilen motorların gereksinimleri karşıladığı görülmüştür. Başlıca hareket algoritmaları denenmiş olup robotun temel hareketleri problemsizce yapabildiği test edilmiştir, RF kumanda ile kontrol çalışmalarına başlanacak olup diğer çalışmalar devam edecektir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Projemiz görüntüleme sistemi, haberleşme sistemi ve uzaktan kontrol ünitesi gibi birçok farklı sistemi bir arada bulundurup tek bir sistem üzerinde sunabilecek, taşınabilir ve benzerlerinin sahip olduğu karmaşıklığından ziyade aynı işlevi yerine getirebilecek, daha basit ve uygun bir tasarıma sahip olacaktır. Ayrıca üzerinde sadece normal kamera veya termal kamera seçeneklerinden birini değil her ikini de barındırmaktadır. Normal kamera ile operatöre olabildiğince enkaz bölgesini inceleme fırsatı verilirken termal kamera yardımı ile de kazazede tespitinde operatörün işi oldukça kolaylaştırılacaktır. Enkaz bölgesinde yeterli ışık olmaması ihtimaline karşılık robotumuz üzerinde dahili bir ışık kaynağını da buldurmaktadır. AFAD gibi mevcut arama kurtarma ekiplerinin envanterinde bu tarz bir ürün bulunmamaktadır. Yerli

geliştireceğimiz bu robot ile kurtarma ekiplerimizin daha efektif çalışmasına katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

6. Uygulanabilirlik

Geliştirilecek yerli ve milli arama kurtarma robotu muadillerine göre düşük maliyetli, üretimi kolay, kullanımı basit ve gerekli durumlarda gözden çıkarılabilir olacağından fazladan bir hazırlık gerektirmeden sahada doğrudan kullanılabilir olacaktır. Fonksiyonel testlerinin başarıyla tamamlanmasının ardından AFAD gibi bir arama kurtarma ekibine doğrudan test ettirilmesi planlanmaktadır. Saha testleri sonucunda olası iyileştirmelerden sonra arama kurtarma ekibinden onay alması halinde doğrudan ekibin envanterine katılabilecek ve bir operasyonda kullanılabilir olacaktır. Ayrıca ülke ekonomisine ve prestijine büyük katkılar sağlayacak bir ticari ürüne dönüşmesi planlanmaktadır. Deprem bölgesinde bulunan ülkemiz ve illerimizi düşündüğümüz zaman ülkemizin bu tarz robotlara ihtiyaç duyduğu açıktır [5][6]. Yurt dışında üretimi gerçekleştirilen benzer robotların çok yüksek maliyete sahip olması sebebi ile ülkemizin bu alanda dışa bağımlılığını ortadan kaldırmasının yanı sıra yurt dışı pazarında da ürünün ihracı ile ülkemize ekonomik anlamda da büyük katkılar sağlanması planlanmaktadır.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemizin zaman planlaması ve iş paketleri Tablo-1’ de gösterilmiştir.

Tablo-1. Malzeme listesi ve gereken bütçe

Malzeme Adı	Fiyat
Şasi	1120 ₺
Enkoderli Redüktörlü DC Motor	1424 ₺
Off-Road Tekerlek	378 ₺
DC Motor Sürücü	283 ₺
Li-Po Pil	595 ₺
Mikrodenetleyici Kartı ve Kontrolcü Kartı	766 ₺
Kamera ve Termal Kamera Modülü	1285 ₺
Kablosuz USB Adaptör	196 ₺
Sensörler	118 ₺
Hoparlör ve Mikrofon	46 ₺
Voltaj Regülatörü	58 ₺
RF Kumanda	480 ₺
Diğer Mekanik ve Elektronik Komponentler	570 ₺
Toplam	7319 ₺

Tablo-2. Proje zaman planlaması



Tablo-3. İş paketleri ve katkılar

No	İş Paketlerinin Adı ve Hedefleri	Kim(ler) Tarafından Gerçekleştirileceği	Zaman Aralığı (..-.. Ay)	Başarı Ölçütü ve Projenin Başarısına Katkısı
1	Hesaplamalar, Mekanik Tasarım ve Modelleme	Soner İyigün Oruj Musayev	Kasım-Mart Ayı	Yapılacak tasarımın verimli ve hatasız bir şekilde ortaya konabilmesi için gerekli parametrelerin belirlenmesini sağlayacaktır.
2	Elektronik Tasarım	Yakupcan Baldemir Oruj Musayev	Mart-Haziran Ayı	Robotun hareket, haberleşme, veri toplama işlemlerinin gerçekleştirilmesini sağlayacaktır.
3	Kontrol, Yazılım ve Sistem Haberleşmesi	Yakupcan Baldemir Soner İyigün	Mart-Haziran Ayı	Kullanıcı arayüzü tasarımı, verilerin kontrolü ve operatöre aktarılması sağlanacaktır.
4	Mekanik ve Elektronik Ünitelerin Montajı	Yakupcan Baldemir Soner İyigün Oruj Musayev	Mart-Mayıs Ayı	Robotun montajı yapılarak testlere hazır duruma getirilmesi sağlanacaktır.
5	Test, Veri Analizi ve Optimizasyon	Yakupcan Baldemir Soner İyigün Oruj Musayev	Nisan-Temmuz Ayı	Tasarlanan robotun mekanik ve yazılım geliştirme testlerine tabii tutulabilmesi ve test esnasında çalışılması için uygun ortamı hazırlanacaktır. Gerekli analizler yapılacaktır. Alınan veriler kararlı ve doğru hale getirilecektir.

Tablo-1’de gösterilen malzeme listesi kapsamında yapılan harcamaları dönemlere ayırarak olursak;

- Nisan ayı: Kontrolcü kartı, DC motorlar ve sürücüleri, tekerlekler alınıp ilk prototip çalışmaları başlamıştır.
- Mayıs ayı: Li-Po pil alınmış olup sistem entegrasyon işlemleri ve robotun hareketi için çalışmalar devam etmiştir.

- Haziran – Temmuz – Ağustos – Eylül ayları: Şasi ürettirilip prototip aşamasında kullanılan platformdan gerçek şasi üzerinde çalışmalara devam edilecektir. RF kumanda, mikrodenetleyici kart, kamera modülü ve diğer sensörler alınıp elektronik ve yazılımsal geliştirmeler devam edecektir. Termal kamera yurtdışından alınabileceği için bu süreçte birtakım aksaklıklar yaşanmış olup kalan süreç içerisinde çözülmesi planlanmıştır.



Hector UGV
Fiyat:91.500 ₺



PTW-42 UGV
Fiyat: 57.000 ₺

Projemizi piyasadaki benzer örnekleriyle karşılaştırdığımızda maliyetinin oldukça düşük bir miktar olduğunu görmekteyiz. Bu sayede gerçekleştireceğimiz projeyi kullanacak olan ekipler böylesi önemli operasyonlarda robotu kolaylıkla gözden çıkarabilir ve hemen yenisini enkaz alanına göndererek operasyonlara hız kesmeden devam edebilir.

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Deprem sonrası enkaz alanında keşif yapma ve enkaz alanına daha hızlı, daha güvenilir şekilde müdahale etme konusunda arama kurtarma ekipleri problem yaşamaktadır. Bu projeyi arama kurtarma kuruluşları ve bu tarz afet müdahale birimlerine sahip belediyeler kullanabilecektir.

9. Riskler

Tablo-4. Risk ve B Planı Tablosu

No	Riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Sensörler, kameralar veya bazı bileşenler zarar görebilir.	Tasarım aşamasında gerekli koruyucu önlemler alınacak.
2	Test ve analizlerin sonuçları ile yapılan hesapların uyuşmaması	Teorik hesaplamalar ve analizler daha önceden yapıp, deneyin simülasyonlar ile güçlendirilmesi sağlanacaktır.
3	Proje bütçesi, malzeme alımı için yeterli olmayabilir.	Destek için sponsor firmalara başvurulmalı.
4	İş-zaman planında aksaklıkların meydana gelmesi	Günlük kısa toplantılarla aksamaların meydana gelmeden önlenmesi

Tablo-5. Olasılık ve Etki Matrisi

Olasılık ve Etki Matrisi	ETKİ		
	Düşük	Orta	Yüksek
OLASILIK			

Düşük		Test ve analizlerin sonuçları ile yapılan hesapların uyuşmaması	İş-zaman planında aksaklıkların meydana gelmesi
Orta		Proje bütçesi, malzeme alımı için yeterli olmayabilir.	Sensörler, kameralar veya bazı bileşenler zarar görebilir.
Yüksek			

10. Proje Ekibi

Takım Lideri: Yakupcan Baldemir

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul, Bölüm, Sınıf	Projeyle ilgili tecrübesi
Yakupcan Baldemir	Elektronik Devre Tasarımı, Kontrol Algoritmalarının Geliştirilmesi, Elektronik Elemanların Seçilmesi	Yıldız Teknik Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği, 4. Sınıf	Bitirme Tezi ve Literatür Araştırması
Soner İyigün	Arayüz Tasarımı, Sistem Entegrasyonu	Yıldız Teknik Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği, 4. Sınıf	Bitirme Tezi ve Literatür Araştırması
Oruj Musayev	Matematiksel Modelleme, Mekanik Tasarım, Dayanım Testlerinin Yapılması	Yıldız Teknik Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği, 4. Sınıf	Bitirme Tezi ve Literatür Araştırması

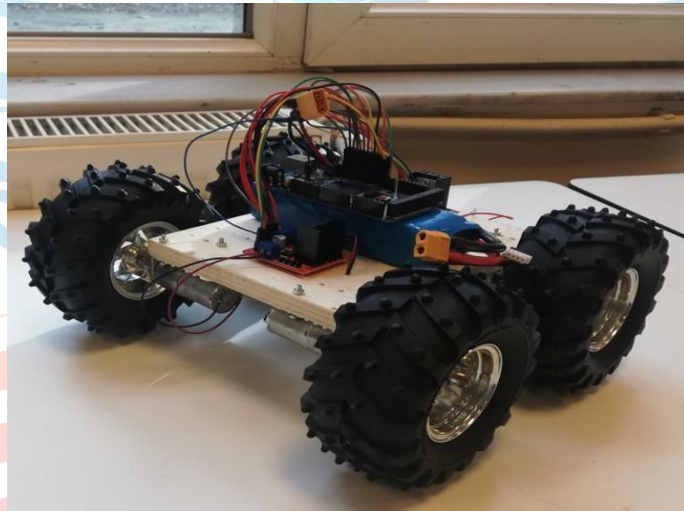
11. Kaynaklar

- [1] Siciliano, Bruno, ve Oussama Khatib, ed. Springer Handbook of Robotics. Cham: Springer International Publishing, 2016. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-32552-1>
- [2] J. Meyer, P. Schnitzspan, S. Kohlbrecher, K. Petersen, O. Schwahn, M. Andriluka, U. Klingauf, S. Roth, B. Schiele, and O. von Stryk. A Semantic World Model for Urban Search and Rescue Based on Heterogeneous Sensors. In RoboCup 2010: Robot Soccer World Cup XIV, Lecture Notes in Computer Science, pages 180-193,2011.
- [3] I. Casper, M. Micire and R Murphy, Issues in Intelligent Robots for such and Rescue, SPIE Ground Vehicle Technology II, 4: 41- 46, 2000.
- [4] S. Bahadori, L. Iocchi, D. Nardi, and G. Settembre, "Stereo vision based human body detection from a localized mobile robot," in Proceedings. IEEE Conference on Advanced
- [5] İşeri, Mehmet Can. "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A MOBILE SEARCH AND RESCUE ROBOT", 2017, 76.
- [7] Superdroid Robots, <https://www.superdroidrobots.com/shop/item.aspx/ptw-42-4wd-inspection-and-surveillance-robot-with-ptz-camera/1926/>, 03.02.2020.

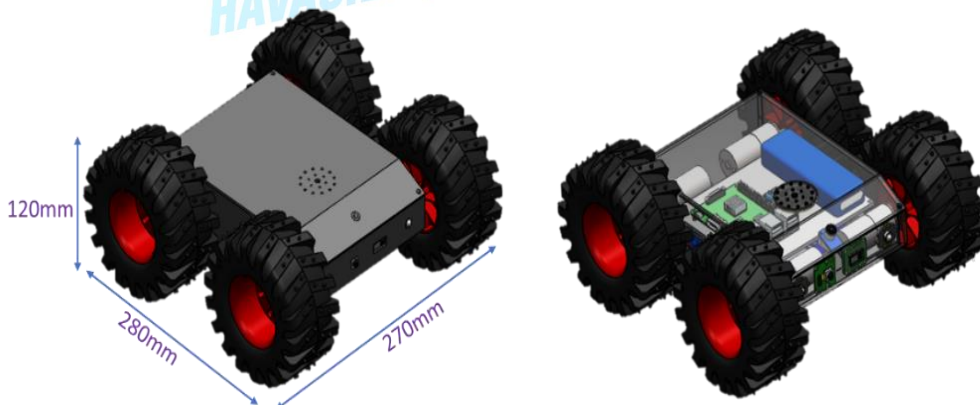
EK:



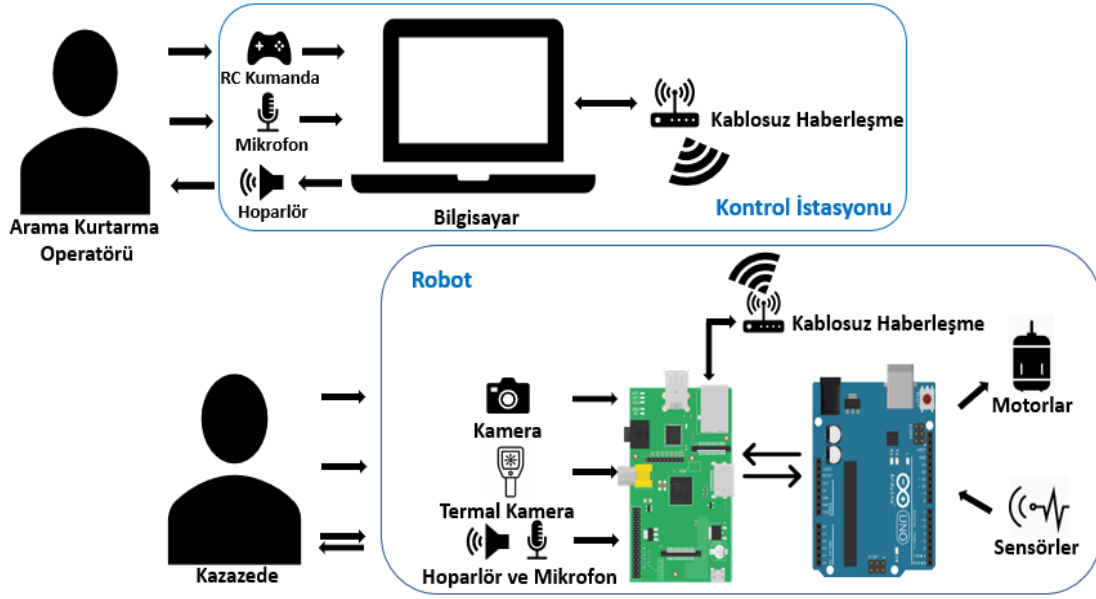
Şekil 1. Enkaz alanındaki dar ve belirsiz bölgeler



Şekil 2. İlk prototip çalışması



Şekil 3. Arama Kurtarma Robotu Mekanik Tasarımı



Şekil 4. Sistem blok diyagramı



Şekil 5. Arayüz tasarımı