

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Afet Yönetimi

PROJE ADI: Köstebek Arama Robotu(KAR)

TAKIM ADI: ROBO ORKESTRA

Başvuru ID: #63521

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite-Mezun

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Yeryüzünde oluşan tektonik depremlerin, maden çökmelerinin ve dayanıksız binaların sebep olduğu göçüklerde birçok afetzedeye göçük altında zamanında ulaşılamamakta ve buna bağlı olarak çok sayıda can kaybı yaşanmaktadır. Arama kurtarma ekipleri operasyonları sırasında birçok cihaz ve ekipman kullanılmaktadır. Ses ve görüntü almaya yarayan ekipmanlar kullanılsalar da bazen yetersiz gelmektedir. Ülkemizde ve dünyada sıklıkla karşılaşılan bu sorunu çözebilmek için KAR (Köstebek Arama Robotu) tasarımı ve uygulaması planlanmıştır. Bu çalışma ile arama kurtarma ekiplerinin göçük altındaki afetzedelere ulaşma hızı artırarak can kaybının azaltılması hedeflenmiştir. Sistem içerisinde kullanılan sensörler sayesinde metan gazı, LPG (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı) ve doğalgaz gibi patlamaya ve yanmaya elverişli gazların erken tespit edilmesi sağlanmaktadır. Tasarlanan robot üzerinde kullanılan kızılötesi kamerası sayesinde göçük altındaki karanlık alanlardan görüntü alınabilecektir. Uzaktan erişimi destekleyen kablosuz sistemi, küçük tasarımı sayesinde ufak ve dar yerlere girerek veri aktarımı yapabilecektir. Aynı zamanda robota eklenen paletli yapı, göçük altındaki zorlu zeminde rahatlıkla hareket etmesini sağlar. Mevcut sistemlerde kullanılan normal kameralara göre, kızılötesi kamerası ve insan tanıma sistemi sayesinde karanlıkta daha net canlı tespiti yapabilecektir.

Gaz, sıcaklık, nem gibi sürekli ölçülmesi gereken veriler Arduino'ya bağlı sensörler ile kontrol edilir.

Tasarlanan robotun ürün hale gelmesiyle kurtarma ekiplerine operasyonlarda kolaylık sağlayacaktır. Hedeflenen etki afetzedelerde can kaybı ihtimalini en aza indirmektir.

KAR gibi göçük arama robotları ülkemizde pek kullanılmamaktadır. Bu çalışmada robotun getirdiği teknolojik yenilikler ve projeden ortaya çıkan tezler gelecekte maden ve bina göçükleri için yeni robotların üretilmesine referans olması beklenmektedir.

2. Problem/Sorun:

Ülkemiz bulunduğu coğrafya gereği tektonik depremler yaşanmaktadır. Bu depremler sonucu madenlerde ve dayanıksız binalarda göçmeler meydana gelmektedir. Deprem sonucu oluşan göçüklerde maden işçileri ve vatandaşlar yüzlerce tonluk enkazın altında sıkışmaktadır. Oluşan göçüklerde birçok afetzedeye göçük altında zamanında ulaşılamamakta ve buna bağlı olarak çok sayıda can kaybı yaşanmaktadır.

Oluşan göçüklerin içerisinde yaşam belirtisi aramak için kurtarma ekipleri boru kamera veya enkaz altı arama ve görüntüleme skobu kullanılmaktadır. Bu sistemler yapıları gereği sadece belirli bir bölge tarayabilmektedir. Enkaz altı arama ve dinleme detektörü sayesinde kurtarma ekipleri enkaz içinde sesleri dinleyebilirler ama bu sistem dinleme yapabilmek için sert zemine ihtiyaç duymaktadır. Maden göçmelerindeki yumuşak topraklarında verimlilikle çalışmamaktadır.

Afetin ilk saatlerinde arama ve kurtarma çalışmalarının başlaması mahsur kalanların canlı olarak çıkarılma oranını arttırmaktadır. İlk 24 saat sonrası afetzedelerin hayatta olma oranı %50 azalmaktadır [1]. Kurtarma ekipleri köpeklerin yardımıyla bile kurtarma sürecini uzun sürelerde gerçekleştirmektedir. Kurtarma ekiplerinin afetzedeye hızlı ve güvenli ulaşmalarını sağlayacak arama ekipmanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Göçüklerdeki en büyük sorunlardan

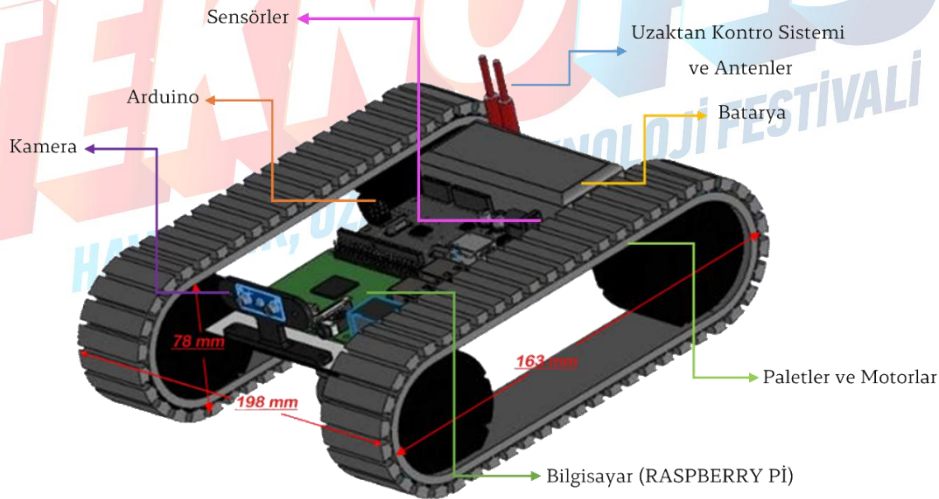
biride yanıcı ve patlayıcı gazların göçüklerde birikmesidir.

belirtmiştir.[2]. Arama kurtarma sırasında oluşabilecek bir patlama hem afetzede için hem de kurtarma ekipleri için ölümcül sonuçlar olabilir. Yanıcı ve patlayıcı gazların önceden tespit edilmesi gerekmektedir. Gaz tespiti için göçük içerisine girebilen araçlar ihtiyaç duyulmaktadır. 2013'te *Bangladeş'te çöken fabrika yıkıntıları arasından, arama kurtarma görevlileri kadının tam yerini bulabilmek için görüntü ve ses tespit aletleri kullanmışlardır* [3]. Ülkemizde ve afet gibi durumda kullanılacak sistemlere ihtiyaç vardır.

3. Çözüm

Arama kurtarma çalışmalarında kullanılabilir elektronik, mekanik cihazlar gerekmektedir. Önerilen çözüm göçük altına rahatlıkla girebilen üzerinde sıcaklık, nem, gaz, gece görüş kamerası ve yangın alıcı gibi sensörleri barındıran, uzaktan kontrollü, kullanımı ve öğrenmesi kolay robot sistemleridir. Cihazın kolay taşınabilir düşük maliyetli ve arazide hareket edebilme kabiliyeti olmalıdır.

Arama kurtarma birimlerinin hızlı çalışmasını ve afetzedelerin canlı kurtarılmasını sağlar. KAR arama kurtarma ekiplerinin bir adet taşınabilir bilgisayar kullanarak yönetmesi ile kullanılır. Hafif ve kopmaktır. Saatlerce yetecek güç kaynağına sahiptir. Tehlikeli gazların bulunduğu, göçük veya göçme riski olan alanlarda arama-araştırma görevlerinde önceden gönderilerek durum tespiti yapılır. KAR paletli yapısı sayesinde zor arazi şartlarında hareket edebilir. Karanlıkta görebilen kamerasıyla bölgeden kablosuz görüntü verir. Nesne tanıma teknolojisiyle insan görünce tanıyarak eğer afetzede varsa yeri tespit edilebilir. Tespit edilen afetzedeyle sesli iletişim yapılabilmesini olanak tanıyan mikrofon ve hoparlörü vardır. Üzerindeki gaz sensörüyle yanıcı, patlayıcı gazlar tespit edilebilir. Sıcaklık, nem ve alev sensörü sayesinde yangın ihtimali değerlendirilir. KAR çözüm algoritması EK-2'de belirtilmiştir.



Şekil 3.1 KAR 3D modeli.

Şekil 3.1'deki 3D modelinde gösterilen KAR prototipinin alt bileşenleri farklı başlıklarda aşağıdaki gibidir:

3.1. Görüntü alma; Raspberry Pi ye bağlı kızılötesi kamera sayesinde görüntü kablosuz olarak KAR yönetim paneline iletilir. 1080p kalitesinde saniyede 30 kare

gösterebilir.

3.2. İtki sistemi; 12 voltluk redüktörlü DC(direct current , doğru akım) motorlar Raspberry Pi ye bağlı motor sürücüsüyle kablosuz olarak klavye yardımıyla KAR yönetim panelinden kontrol edilir.

3.3. Sensör sistemi; mq2, dht11, lm35, flame sensor, mpu6050 sensörlerinden gelen veriler Arduino ile alınarak Raspberry Pi yardımıyla kontrol bilgisayarına aktarılır.

3.4. Sesli iletişim sistemi; Raspberry Pi'nin üzerinde bulunan ses giriş-çıkışı sayesinde araca mikrofon ve hoparlör bağlanıp kablosuz sesli iletişim sağlanır.

3.5. Güç kaynağı sistemi; Batarya olarak lityum polimer pil kullanılmaktadır. Güç dağıtıcı ile motorlara ve bilgisayara dağıtılır.



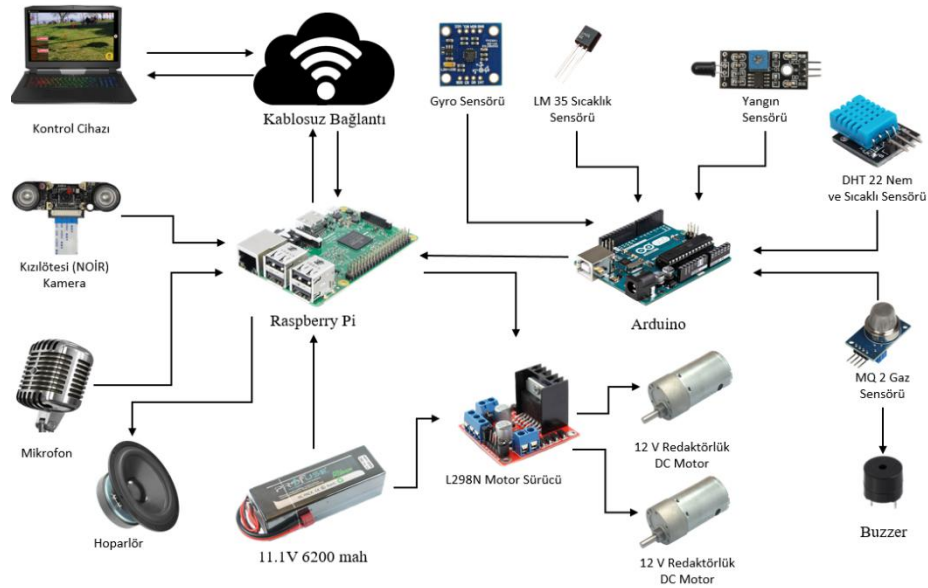
Şekil 3.2 KAR yönetim paneli ekran fotoğrafı.

3.6. Konsol sistemi; Şekil 3.2'de gösterilen KAR yönetim paneli KAR robotunun kullanıcı tarafından kolaylıkla kullanılması için özel olarak tasarlanmıştır. Ortada denge durumunu belirten hedef nokrası vardır. Sol altta sensör verileri görebileceğimiz panel bulunur. Sol üstte aracın eğim eksenleri ve eğim durumu bulunur. Sağ kenarda ses, kamera ve mikrofonu çalıştırmayı sağlayan butonlar bulunur. İnsanlar kırmızı kare içerisinde alınarak tespit edilir. KAR klavyedeki yön tuşlarıyla hareket ettirilir.

4. Yöntem

4.1. Güç yönetimi; Şekil 4.1'deki gibi devre elemanları bağlanır. 6200mah lityum polimer pile bağlanan Güç dağıtıcıdan DC motorlar 6-12V, Raspberry Pi ye 5V olacak şekilde dağıtılır. Toplam yaklaşık 5200mah güce ihtiyaç vardır.

4.2. Sensör verilerinin alınması ve işlenmesi; Sensörler Arduino'ya bağlanırken mq2, buzzer, dht11 ve flame sensor dijital; lm35 ve mpu6050 analog pinlere olacak şekilde bağlanır. Sensörler bağlandığı pinler belirtilerek veriler çekilir ve gerekli birimlere çevrilir (örn. derece, nem yüzdesi) EK-2'deki algoritmaya göre programlanır. Programlama işlemi EK-1'deki prototip için yapılmış ve test edilmiştir.



Şekil 4.1 KAR devre şeması.

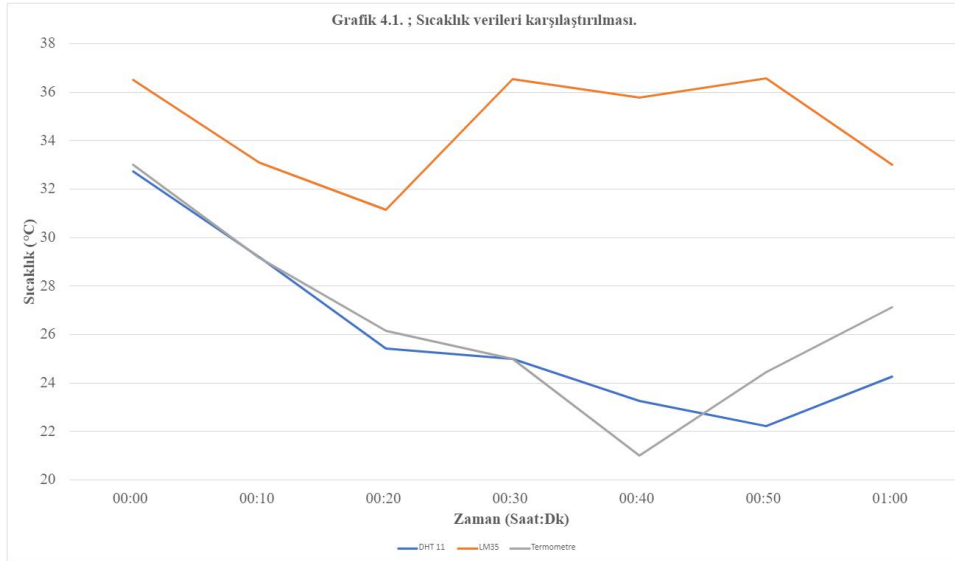
4.3. Sesli iletişim sistemi; Raspberry Pi'nin AUX girişine bağlanan mikrofon ve hoparlör ile bilgisayar arasında sesli iletişim sağlanır.

4.4. Kamera görüntüsünün alınması; Şekil 3.1'deki gibi Raspberry Pi'ye flex kablo kamera soketine bağlanır kızılötesi kamera modülüyle görüntü alınır. Alınan hareketli görüntü kablosuz bağlantı ile yönetim paneline aktarılır.

4.5. İtki sistemi; L298N ve Raspberry Pi arasındaki GİPO pinlerinden yapılan bağlantılar sayesinde iletişim kurar, Raspberry Pi de yazılan hareket kodu sayesinde L298N istenen şekilde kontrol edilir. Bataryadan gelen 12 voltluk güç, L298N motor sürücü yardımıyla iki motora eşit olarak dağıtılır. İki motor gelen güçle paletleri döndürür. Bu sayede araç hareket eder.

4.6. Kablosuz veri iletimi; Yer istasyonu olarak kullanılan bilgisayara Outdoor Access Point (dış mekân erişim noktası) bağlanır. 1 km ye kadar iyi kalitede iletim sağlamaktadır. Raspberry Pi üzerinde bulunan 5 Ghz Wireless modülüyle Access Point'e bağlanır.

4.7. Konsol sistemi; Raspberry Pi'ye USB kabloyla bağlanan Arduino sensörlerinden gelen veriler alınır. Alınan veriler kablosuz bağlantı yardımıyla KAR yönetim paneline aktarılır. Yönetim paneli aracılığıyla alınan klavyedeki yön tuşları verileri kablosuz bağlantıyla yardımıyla Raspberry Pi üzerinden motor sürücüsü yardımıyla motorlara aktarılır. Kamera modülünden elde edilen görüntü Raspberry Pi de işlenir elde edilen görüntü verileri Python koduyla insan tespiti sağlanır. Yönetim paneline kablosuz bağlantıyla yönetim paneline iletilir. Yönetim paneli C# dilinde oluşturulmuş bir masaüstü uygulamadır.



EK-1'deki şekilde belirtilen ilk prototipte yazılım ve sensörler denenmiştir. Bazı sensörlerin testleri Grafik 4.1 de verilmiştir. Yapılan testlerde Raspberry Pi'nin USB girişinden alınan kamera görüntüsü anlaşılabilir olmakta fakat kaliteli olmamıştır. Raspberry Pi den sensör verileri ve kamera görüntüleri kablosuz olarak bilgisayardan erişilmiştir. Motorlar bilgisayardan yönetilebilmiştir. Bu sonuçlara bakarak başarıya ulaşıldığı tespit edilmiştir. 2. ve daha gelişmiş prototipin yapımına başlanmıştır.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

KAR'ın özgün ve yenilikçi yönleri;

- Küçük ve kompakt olarak tasarlanmıştır. Taşınması ve dar bölgelere girmesi kolaydır.
- Kızılötesi kamerası karanlık mekanlarda görüş sağlar. Python ile kodlanan nesne tanıma teknolojiyle insanları tespit edebilir.
- Bilgisayara yüklenen C# ile kodlanmış KAR yönetim paneli sayesinde robot yönetilmekte ve sensör verilerine yönetim panelinden alınmaktadır. Yönetim paneli kullanıcı dostu tasarımı ele alınarak yapılmıştır.
- Bilgisayar kullanılarak robotun üzerine bulunan mikrofonu ve hoparlörü kullanılarak ulaşılan afetzedeyle iletişim sağlanır. Kablosuz ses aktarımı sistemiyle yapılmıştır.

Tübitak'ın yaptığı Uzaktan Kontrollü Maden Robotu adlı projesi maden kazalarında ortaya çıkan göçük, yangın tehlikesi ve gaz sızıntısı riskleri altında arama çalışmaları yapabilen uzaktan kontrollü mobil arama kurtarma robotudur [4]. Warwick Mobile Robotics (WMR) tarafından üretilmiş Atlas Uzaktan Kontrollü Paletli Arama Araştırma Robotu paletli yapısı sayesinde zorlu zeminlerde rahatlıkla hareket edebilir. Kızılötesi kamerası sayesinde karanlık yerlerde görüntü sağlar [5]. Tübitak'ın yaptığı Uzaktan Kontrollü Maden Robotuna göre KAR'ın küçük ve kompakt yapısı dar bölgelerde görev yapmasına olanak tanır. Karda buluna görüntü işleme teknolojisiyle insanları belirleyebilme özelliği vardır. Warwick Mobile Robotics (WMR) tarafından üretilmiş Atlas Uzaktan Kontrollü Paletli Arama Araştırma Robotuna göre düşük maliyetli olması daha fazla robotun alınmasına ve kullanılmasını sağlar.

6. Uygulanabilirlik

KAR prototip testleri ve Ar-Ge süreçlerini bitirdikten sonra ilk seri üretimleri başlayabilir. Böylece talebe karşılık arz edilebilir. Katoch, A. (2006) kurtarma ekiplerinin uluslararası

ortalamaya göre her kurtarılan kazazede için 1 milyon Amerikan doları harcadığını belirtmiştir [6]. Bu verilere bakılarak kurtarma operasyonlarını insan hayatı için çok gerekli olduğu gibi maliyetli de bir iş olduğunu ortaya koymaktadır. Kurtarma ekipleri hem maliyeti düşük hem de kurtarma işlemini kolaylaştıran KAR gibi cihazlara her daim ihtiyaç duymaktadır. Cem Karatay (2020) yazısında İzmir depreminde bu gibi cihazlarının varlığının ne gibi farklar koyabileceğinden bahsetmiştir [7]. KAR ticari ürüne dönüşebilme potansiyeline sahiptir.

Operatörlerin gerekli eğitimleri almaması, cihaz bakımlarının düzenli yapılmaması gibi durumlarda cihaz tam performansını gösterememe riskine sahiptir. Ticari amaçla yapılan tanıtımların yeterince yapılmaması sebebiyle ulusal ve uluslararası alanda ürünün gerekli yerlerce yeterince bilinmemesi.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Malzeme	Tutar(TL)	Malzeme	Tutar(TL)
Dış Mekân Access Point	450	Kamera + IR aydınlatma	480
Palet ve Motor	310	Batarya	700
Mikro denetleyici + Kontrolcü	810	Diğer elektronik	1000
KAR Toplam Maliyet (TL)		3750	

Tablo 7.1 KAR malzeme maliyeti.

Malzeme	Tutar (TL)
Üretim Malzemeleri	1000

Tablo 7.2 KAR yapımı için gerekli malzemeler.

- KAR projesi malzeme listesi ve toplam maliyeti Tablo 7.2de belirtilmiştir. Ayrıntılı tablo için [tıklayınız](#). KAR'ın maliyeti 3750 TL'dir.
- KAR projesi üretim maliyeti Tablo 7.2'de verilmiştir. Bu maliyet bir kereye mahsustur tükenmeyen defalarca kullanılabilen malzemelerdir (kumpas, multimetre, havya vs.).

Maddi harcamalar Tablo 7.3'teki İş Paketi sütunundaki Malzeme Temininin Zaman Aralığında Haziran-Ağustos ayları arasında yapılacaktır. Yedek Malzemeler, arza durumunda alınacak olup tarihi belirli değildir.

KAR alternatifi olarak; "Hector UGV PTW-42 UGV, Fiyat:91.500 TL Fiyat: 57.000 TL" (2020, İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI, Afet Yönetimi, T3-12675-146) bu alternatif araçlara göre KAR çok daha ucuzdur. KAR düşük maliyeti sebebiyle ulaşılabilirliği yüksektir kurtarma operasyonlarında çok sayıda KAR kullanılarak arama faaliyeti hızlandırılarak daha çok hayat kurtarılabilir.

İş Paketi	Zaman Aralığı	İş Tanımı	Başarıya Katkısı
Literatür Taraması	Mart-Nisan	Mevcut durum araştırılması	%10
Tasarım	Nisan-Mayıs	Robotun stabil çalışması	%15
Yazılım	Mayıs-Ağustos	Donanımın sensör verilerini okuması ve kullanıcıya iletmesi	%20
Malzeme Temini	Haziran-Ağustos	Robotun üretilmesi	%20

İmalat (Üretim)	Temmuz-Ağustos	Donanım ekipmanları ve yazılımın birleştirilmesi	%15
Prototip Testleri	Temmuz-Eylül	Projenin hedeflenen koşulları sağlaması ve geliştirilmesi	%20

Tablo 7.3 İş paket, tanım, zaman tablosu.

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

KAR projesinin hedef kitleleri hem arama-kurtarma ekipleri hem de dolaylı olarak afetzedelerdir. KAR kurtarma ekiplerinin afetzedelerin bulunduğu bölgede hızla çalışmalarını başlatmalarını, işlerini kolaylaştırmayı ve afetzedeyi arama sürelerini kısaltmalarını hedefler. Afetzedelere minimum can kaybıyla ulaşmasını sağlar.

9. Riskler

N	En Büyük Riskler	Risk Yönetimi (Plan B)	Olasılık	Etki
1	Görüntü ve sensör verilerinin kablosuz alınamaması.	Raspberry Pi'de bulunan görüntü ve verilerin kablolu iletişim ile yer istasyonuna aktarılması.	Az	Çok
2	Sesli iletişimin Raspberry Pi'den yapılamaması.	Arduino üzerinden hoparlör ve mikrofon bağlanarak sesli iletişimin yapılması.	Çok	Az
3	Kızıl ötesi kamera görüntüsünün yeterli kalitede olmaması.	Normal kamera ve Led aydınlatma kullanılması.	Az	Orta
4	Güç kaynağının kapasitesinin yetersizliği.	Güç aktarımı, kablolu olarak yaparak elektronik cihazların yeterli beslemesi.	Az	Orta
5	Tekli platforma robotun malzemelerinin sığmaması.	Çift katlı platform kullanılarak yer düzenlemesi tekrardan yapılır.	Orta	Çok
6	Elektronik aksamaların arızalanması.	Arızalanma ihtimali yüksek malzemeler için yedekler belirlenmiştir.	Orta	Orta
7	Bütçe yetersizliği, hesaplanan bütçenin dışına çıkma.	Yedek parçaların kullanımına gerek kalmaması durumunda bütçesinin başka malzemelere aktarılması.	Az	Çok
8	Zaman yetersizliği.	Çalışmaların hızlandırılması.	Az	Çok
9	L298N Voltaj Regülatörünün akım ihtiyacına yetmemesi.	Güç dağıtım kartı kullanılması.	Orta	Az

Tablo 9.1 Risk Yönetimi Tablosu

10. Kaynaklar

- Doğal Afetler ve Çevre Dergisi (Haziran 2017). Özen, F. Afetlerde robotların kullanımı. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Yayınları. Yılmaz, G., Yıldırım, S.D. "Afetlerde kentsel arama ve kurtarmada kullanılan yöntemler ve

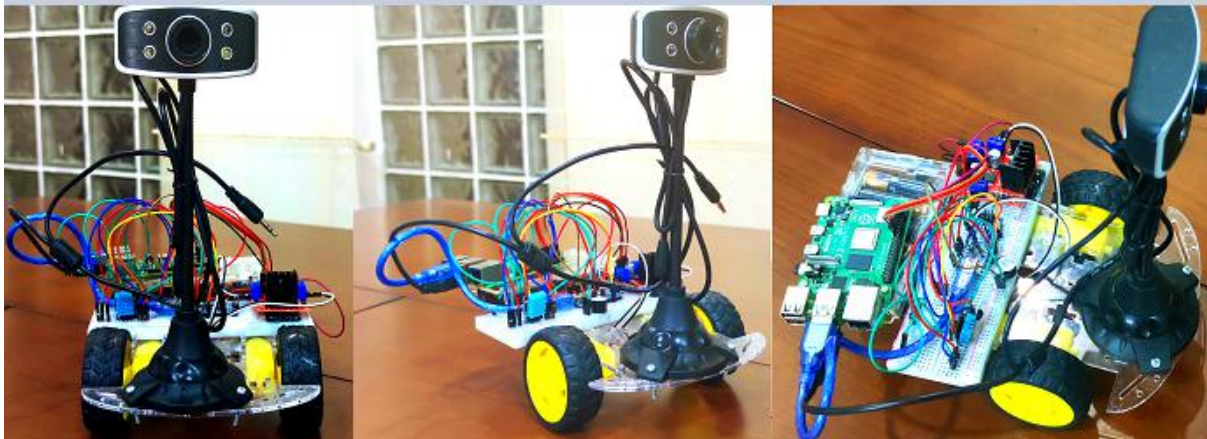
güncel yaklaşımların değerlendirilmesi.”

https://www.emo.org.tr/ekler/09c7bd3514f9da1_ek.pdf?dergi=1106

Erişim Tarihi 12.06.2020

2. CNN Türk.(11 Aralık 2018). *"Depremde patlama ve yangınlar da olacak"*
<https://www.cnnturk.com/turkiye/depremde-patlama-ve-yaniginlar-da-olacak?page=2>
Erişim Tarihi 18.06.2020
3. BBC NEWS Türkiye.(30 Nisan 2015). *"Depremde enkaz altında ne kadar dayanılabilir?"*
https://www.bbc.com/turkce/haberler/2015/04/150430_enkaz_nekadardayanilir
Erişim tarihi 12.06.20
4. TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ *"Uzaktan Kontrollü Maden Robotu"* <https://mam.tubitak.gov.tr/tr/teknoloji-transfer-ofisi/uzaktan-kontrollu-maden-robotu>
Erişim tarihi 28.06.2020
5. Warwick Mobile Robotics. Baker G., Carmichael D., Gilley A., Hong A., Mackinnon O., Ngoma T., Rajaretnam M.(Aralık 2016/2017) *"Atlas: Urban search and rescue robot technical report."*
https://warwick.ac.uk/fac/sci/eng/meng/wmr/projects/rescue/reports/1617reports/wmr_technical_report_2016-17.pdf , Erişim tarihi 05.04.2021.
6. Katoch, A. (2006). The responders' cauldron: the uniqueness of international disaster response. *Journal of International Affairs*59(2): 153-172 Erişim Tarihi 20.06.2021
7. Karatay, C. (07.11.2020) *"İZMİR DEPREMİNDE ROBOTLAR OLSAYDI NE OLURDU?"* <https://www.stendustri.com.tr/robot-yatirimlari/izmir-depreminde-robotlar-olsaydi-ne-olurdu-h109195.html>
Erişim Tarihi 27.06.2021

EK-1



EK-2

