

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Afet Yönetimi

PROJE ADI: BAYBARS

TAKIM ADI: BAYBARS

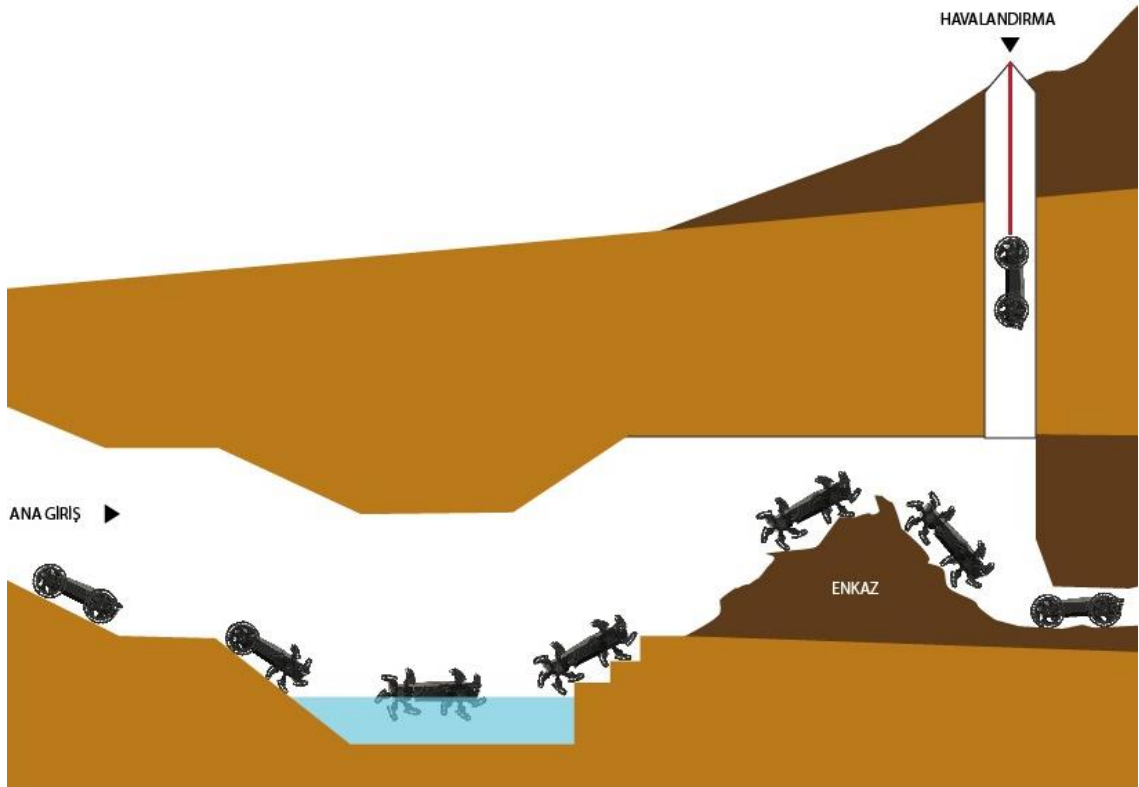
TAKIM ID:

TAKIM SEVİYESİ: Mezun

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Türkiye, maden kazaları sonucu yaşanan ölümlerde dünyada ilk sıralarda yer almaktadır. Dünyanın en büyük kömür üreticilerinden bir tanesi olan Çin'de, 2008 yılında 100 milyon ton başına düşen ölüm sayısı 127 olurken, Türkiye'de bu rakam 722 olarak kaydedilmiştir. Bu oranın düşürülmesi pek tabii arzu edilen ülkemizin hedeflerindedir. Maden işyerlerinde başarılı bir acil durum yönetiminin sağlanabilmesi için acil durum planı, teknoloji, insan faktörü ve karar verme kriterleri önem arz etmektedir. Madenciligi doğası gereği iş üretimin güç şartlarda gerçekleştirildiğinden istenmeyen iş kazaları ve meslek hastalıkları ortaya çıkmaktadır. Olası bir kaza anında afetzedelerin sağ olarak kurtarılabilmesi ilk 24 saatin kritik olduğu bildirilmektedir. Bu durumda, acil durum yönetiminde etkili olan 4 unsurdan biri olan Teknoloji ile işe yarayabilecek bütün kaynakların seferber edilmesi önem arz etmektedir. Bu kapsamda, teknolojideki gelişmeler ile birlikte robotlar, acil durumlarda insanlara yardımcı olmada son yıllarda giderek artan bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak literatüre baktığımızda günümüze kadar afetlerde kullanılan bu robotların hedefini gerçekleştirme oranının %65 olduğu tespit edilmiştir. Bu robotların neden başarısız olduklarına baktığımızda; yeraltı maden içi mobilizasyon ve iletişim kaybı sorunları karşımıza çıkmıştır. Projemizde aşağıda detaylı bir şekilde açıklanan bu mobilizasyon ve iletişim sorunlarına özgün tasarımlar yapılarak çözümler getirilmeye çalışılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1: Yeraltı maden içi galeride kaza anında olası karşılaşılabilecek bazı sorunlar

2. Problem/Sorun:

Son yıllardaki kaza istatistikleri incelendiğinde, özellikle madencilik sektöründe iş kazalarının belirgin bir şekilde artarak devam ettiği görülmektedir. 2000-2008 yıllarında kömür madenciliğinde yaşanan kazalara baktığımızda, Dünyanın en büyük üreticilerinden biri olan Çin ve ABD’de milyon ton başına düşen ölüm sayısı sırasıyla 2,97 ve 0,03 iken, Ülkemizde bu rakam 6,45 olarak kaydedilmiştir (Arslanhan ve Cünedioğlu, 2010). Giderek artan üretim faaliyetlerinin yanında bu oranın düşürülmesi pek tabii iş sağlığı ve güvenliğinin dikkate alınması ile olacaktır.

Madencilik, doğası gereği zor şartlarda üretimin gerçekleştirildiği, iş kazası ve meslek hastalığına maruz kalma potansiyeli taşıyan eski bir meslektir. Maden işyerlerinde çok sayıda tehlike kaynağı mevcut olduğundan, çalışanların güvenliğini sağlamak için tedbirlerin ve kontrollerin iyi yönetilmesi gereklidir. Maden işyerlerinde başarılı bir acil durum yönetiminin sağlanabilmesi için 4 önemli faktör bulunmaktadır (Bilim ve Bilim, 2018) (Şekil 2).



Şekil 2. Madenlerde acil durum yönetimde etkili olan dört unsur

Herhangi bir kaza anında afetzedelerin sağ olarak kurtarılabilmesi için ilk 48 saat kritik olarak kabul edilmektedir. İlk 24 saat sonrası afetzedelerin hayatta kalma oranı %50 olarak bildirilmektedir. Bu durumda, acil durum yönetiminde etkili olan 4 unsurdan biri olan Teknoloji ile işe yarayabilecek bütün kaynakların seferber edilmesi önem kazanmaktadır (Özen, 2017; Yılmaz ve Yıldırım, 2020). Bu kapsamda, teknolojiye gelişmeler ile birlikte robotlar, acil durumlarda insanlara yardımcı olmada son yıllarda giderek artan bir şekilde kullanılmaktadır. İnsansız kara araçları da meteorolojik (örn; kasırga vb.), jeolojik (örn; çamur kayması, deprem vb.), insan kaynaklı kazalarda (örn; nükleer patlama vb.) ve maden kazalarında günümüze kadar 23 farklı afetlerde kullanılmıştır. İnsansız kara araçları görev aldığı bu farklı afetlerin yaklaşık %65’inde amacına ulaşırken %35’inde başarısız olmuştur (Murphy vd., 2016). Uygulamalara bakıldığında, insansız kara araçları daha çok;

- keşif,
- örnek alma,
- ölçüm ve hasar tespiti için kullanılmıştır.

Ayrıca maden kazalarında kullanılan insansız kara araçları, fan kapılarını hareket ettirmede, engelleri bir kenara itme, video kaydetme, maden içi gaz ve sıcaklık okumaları yaparak kurtarma ekibine yardımcı olmuştur (Murphy vd., 2009).

İnsansız kara araçlarının başarısız olduğu durumlar incelendiğinde;

1. Mobilizasyon sorunları

- takılma,
- çamura saplanma
- çarpışma,
- merdivenleri tırmanamamak
- kablunun dolaşması
- ortamdaki köpük ya da çamur yüzünden yavaşlama

2. İletişim sorunları

- sinyal kaybı,
- ani kontrol kaybı,

3. Mekanik tasarım sorunları

x

- kısa devre,
- sıcaktan kısmen erime gibi durumlar göze çarpmaktadır (Osuka ve Kitajima 2003; Murphy vd., 2016).

Yaptığımız tasarımla bu başarısızlıklardan “Mobilizasyon ve İletişim Sorunları”nın giderilmesi hedeflenmiştir.

3. Çözüm

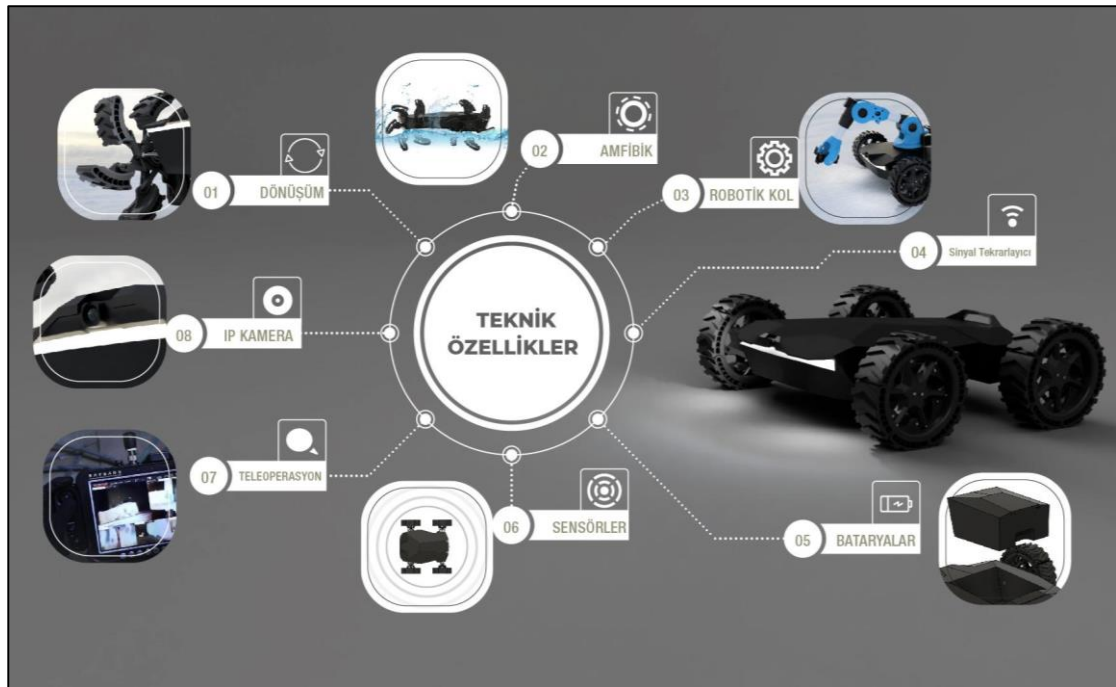
Maden kazalarında insansız kara araçlarının arama kurtarma çalışmalarında Murphy vd. (2016) tarafından tespit edilen problemlerden “Mobilizasyon Sorunları” ile “İletişim Sorunları”nın giderilmesi için hedeflediğimiz mekatronik çözümler aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır (Şekil 3). Diğer alanlarda kullanılan robotlar, önemli modifikasyonlara uğramadan maden arama kurtarma çalışmalarında kullanılması imkansızdır. Bu nedenle insansız kara aracımız, Murphy vd. (2009) tarafından insansız kara araçları için geliştirilen sistem bileşenlerinin matrisine göre tasarlanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. İnsansız kara aracımızın (Baybars) sistem bileşenlerinin göreceli önemini gösteren gereksinimler matrisi (Murphy vd. (2009)’e göre düzenlenmiştir).

Sistem Gereksinimleri	Önem Derecesi (Murphy vd., 2009)	Baybars Özellikleri*
Mobilizasyon	5	√
Uygun koşullarda çalışma (handle)	5	√
Uygun olmayan koşullarda çalışma	3	√
Yatay hareketlilik sayesinde dikeysel destek	5	√
Yüksek hızlarda operasyonu	3	√
Engage lowering systems	5	x
Manipulation (Hareket ettirme)	5	√
Kapıları, kabloları tutma	3	√
Nesneleri çekme ya da itme	1	√

Sensörler	5	√
Kimyasal	3	√
Tamamen karanlıkta görüntü alma	5	√
Video kaydırma-eğme-yakınlaştırma	5	√
İki yönlü audio	5	√
Sensör direği (sensor mast)	5	x
Kendi kendini temizleme (kuru)	5	√
Kendi kendini temizleme (ıslak)	5	√
Değişebilir taşıma kapasitesi	5	√
Kontrol	3	√
Teleoperasyon	5	√
Otonom navigasyon	1	x
Kendi kendine yerelleştirme ve haritalama	3	x
İletişim	5	√
Wireless	3	√
Yüksek bant genişliği (High bandwidth)	5	√
Anten ya da tekrarlayıcı ihtiyacı	3	√
Yerüstü ile iletişim ihtiyacı	3	√

* “x” özelliğin olmadığını, “√” özelliğin mevcut olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. Maden kazalarında olası karşılaşılabilecek bazı problemler ve bu problemleri çözmeye yönelik tasarımlar.

Aracımıza ait alt bileşenler aşağıda detaylı bir şekilde verilmiştir.

1. Kontrol ünitesi: Aracımız, mikro işlemcili uzaktan kontrol edilebilir özelliğe sahiptir. Kullanıcı tarafında kumanda cihazı araç içinde ise alıcısı bulunmaktadır.

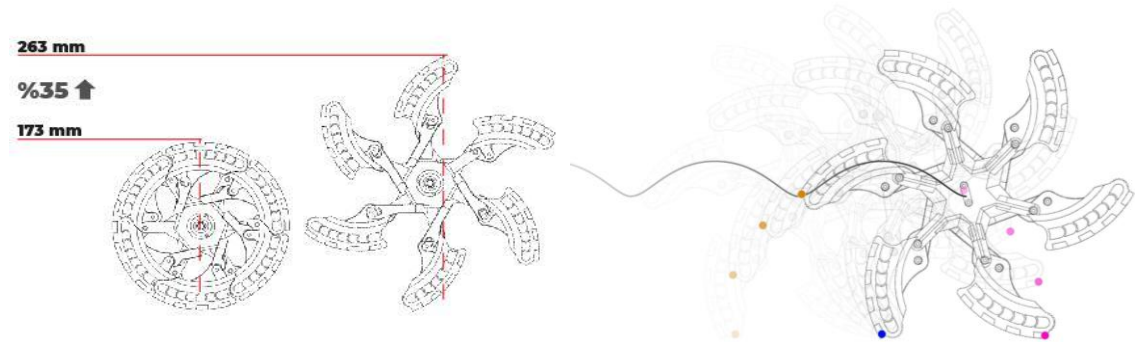
2. Motor sürücü kartı: Dört adet DC motor sürücüsü, açma mekanizması için iki, robotik kol için altı adet servo motor sürücüsünden oluşmaktadır.
3. Alıcı-verici modülü: Çift yönlü iletişim sağlayabilen IP tabanlı yüksek bant genişliğinde wi-fi modemden oluşmaktadır. Bu iletişim kamera bağlantısı ve sensör verilerinin aktarımında kullanılmaktadır.
4. Wi-fi tekrarlayıcılar: Data iletişiminin zayıfladığı noktalara aracın kendisinin bırakabileceği dört adet kendi üzerinde pili olan suda yüzebilen, su ve toz geçirimsiz sinyal tekrarlayıcı modüllerdir.
5. Fonksiyonel kol: Araç üzerinde dört akslı ve açılıp kapanabilen üzerinde 360° yatayda 150° dikeyde hareket ettirilebilen gece-gündüz görüş sağlayan kamerası bulunan kol Servo motorlarla kontrol edilmektedir. Kamera kendi etrafında döndüğünde otomatik olarak kendini temizleyen mekanizmaya sahiptir.
6. Sensörler: Barometre, gyro, ivme ölçer, sıcaklık, nem, gaz (metan, karbondioksit, oksijen) ve toz (kömür tozu vb.) sensörlerinden oluşmaktadır.
7. Ayaklara dönüşebilen tekerlek mekanizması

4. Yöntem

Tümdengelim ilkesi benimsenerek literatür taraması ile maden kazalarında arama kurtarma faaliyetlerinde kullanılan robotların en fazla karşılaştığı mobilizasyon problemler tespit edilmeye çalışıldı. Bunun üzerine bu problemleri gidermek için farklı işlevsel teker tasarım modellemesi yapıldı. Üç boyutlu yazıcıdan prototipler üretilerek, denemeler ile geliştirildi. En fazla yaşanan problemlerden bir diğeri olan sinyal kaybı için, kapsamlı bir literatür taraması ile sinyal tekrarlayıcıları kullanılarak bu problemin aşılması hedeflenmiştir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

2001-2009 yılları arası Amerika Birleşik Devletleri'nde dört farklı robotun dokuz farklı maden kazasında kullanıldığı bildirilmektedir. Robotlar bunlardan dördünde maden işçilerin kurtarılmasında direk rol oynarken kalan beş kazada ise kurtarma ekibine maden içinden bilgi sağlayarak veya fan kapılarını hareket ettirmede, engelleri kenara itmede, video kayıt etme gibi işlemlerde yardımcı olmuştur. Bu dört robotun karşılaştığı mobilizasyon ve iletişim sorunlarına çözümler sunularak aracımız özgün hale gelmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Maden içindeki engellerin aşılmasında kullandığımız özgün açılır-kapanır tekerlek tasarımı.

6. Uygulanabilirlik

Ülkemizdeki insansız kara araçlarının kullanımı henüz başlangıç seviyesindedir ve sıklıkla çeşitli afetlerle karşılaştığımız düşünülürse, hem kaynak kullanımı, hem de araştırma geliştirme konusunda atılacak adımların hızlandırılması yerinde olacaktır. Aracımızın özel bir malzeme ve ekipman ihtiyacı olmadan düşük maliyetlerde üretilmesi maden işletmecilerine kaza anından sağlayacağı hayati bilgilerle arama kurtarma faaliyetlerine olumlu yönde katkı sunacaktır. Bu yönden bakıldığında projemizin ticari bir ürüne dönüşmesi pek muhtemeldir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Proje maliyeti ve iş-zaman çizelgesi sırasıyla Tablo 2 ve 3'te gösterilmiştir.

Tablo 2. İnsansız kara aracı projesi (Baybars) maliyet giderleri

Ürün Adı	Maliyet
Arduino Mega	58.00 ₺
Flysky İ6S	699.90 ₺
1kg TPU Filament	450.85 ₺
3kg PLA+ Siyah 1,75 mm 3D Printer Filament	417.00 ₺
Xiaomi mijia smart home 360	279.50 ₺
M3 Inox (Paslanmaz) Imbus Alyan Başlı Civata Somun Seti	126.00 ₺
M4 Imbus Alyan Başlı Civata Somun Rondela Seti	60.43 ₺
16 adet SAMSUNG INR18650-25R Li-Ion Pil / 3.7V 2500mAh Li	420.00 ₺
4 adet PowerHD 40KG Servo Motor 1235-MG	1,883.28 ₺
2 adet PowerHD Yüksek Güçlü Dijital Servo Motor - LF-13MG	363.44 ₺
2 PowerHD Dijital Servo Motor - LW-20MG 20kg	561.68 ₺
VNH2SP30 14A DC Motor Sürücü Shield	55.34 ₺
4 adet 12 V 110 RPM L Redüktörlü DC Motor	677.48 ₺
2 adet Li-ion Pil için Korumalı Şarj devresi	58.00 ₺
2 adet 5A 75W XL4015 Ayarlanabilir DC/DC Voltaj Düşürücü	56.08 ₺
Mercusys Halo S12(2-pack) AC1200 Tüm Ev Wi-Fi Sistemi	389.48 ₺
Sis Farı Su Geçirmez U5 Led	235.00 ₺
Led aydınlatma	129.01 ₺
AltIMU-10 V5 Gyro, İvme Ölçer, Pusula ve Yükseklik Sensör Ünitesi	186.26 ₺
BME280 I2C/SPI Sıcaklık/Basınç/Nem Sensörü	57.86 ₺
TP-Link CPE610 5GHz 300Mbps 23dBi Dış Mekan Access Point	370.01 ₺
Karbonmonoksit ve Yanıcı Gaz Sensör Kartı - MQ-9	17.90 ₺
Hava Kalite Sensörü - MQ-135	20.65 ₺
Toplam	6,712.15 ₺

Tablo 3. İnsansız kara aracı (Baybars) projesi iş-zaman çizelgesi

İŞ TANIMI	HAFTA												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.Tasarım çalışmaları ve 3D modelleme	■	■	■										
2.Malzeme ve ekipman piyasa araştırması		■	■	■									
3.Kontrol ve motor sürücü kart tasarımları				■	■	■							
4.Prototip üretim süreci					■	■	■	■					
5.Tasarımsal ve teknik problemlerin giderilme süreci								■	■	■			
6.Test aşaması										■	■	■	
7.Sonuç ve raporlama süreci													■

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Projemizin, yer altı maden ocaklarında gerçekleşen kazalarda arama kurtarma ekibi tarafından kullanılması hedeflenmiştir. Aracımız, yeraltı arama kurtarma operasyonlarına yardımcı olmak ve ekipler için tehlikeli olabilecek durumları bildirmek için büyük bir potansiyele sahiptir. Patlama tehlikesi veya ağır duman oluşumu veya dengesiz zemin koşulları arama kurtarma ekip üyelerinin madene girmesini engellediğinde, aracımız paha biçilmez bir araç haline gelebilir.

9. Riskler

İnsansız kara aracımızın çekeceği gücün boyut ve ağırlık olarak içine koyacağımız mevcut piyasadaki pillerin yetersiz kalması, aracın belli sıcaklıkların üstünde çalışma faaliyetlerinin yavaşlaması veya durması, aracın belirli yüksekliklerden düşmesi sonucu kırılması, kablosuz iletişimlerde olası sinyal kayıpları risk olarak karşımıza çıkmaktadır.

10. Proje Ekibi

Takım Lideri: Yusuf Erkan Balık

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Projeye veya problemle ilgili tecrübesi
Yusuf Erkan Balık	Takım lideri, tasarım	İstanbul Ticaret Üniversitesi	İnovatif projeler üzerine birçok çalışma yapan tasarımcıdır.
Murat Balekoğlu	Elektronik haberleşme, yazılım, görüntü işleme	İstanbul Kültür Üniversitesi	İnsansız sualtı robotu gibi birçok projede yer almıştır.
Muhammet Balık	Tasarım, AR-GE	Erzurum Atatürk Üniversitesi	Tasarım alanında uzun yıllardır çalışmaktadır.
Safa Balekoğlu	Mentörlük, danışman ve projelendirme	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa	2014 yılından beri araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

11. Kaynaklar

Arslanhan, S., Cünedioğlu, H. E. 2010. Madenlerde yaşanan iř kazaları ve sonuçları üzerine bir değerlendirme. TEPAV (Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı).

Bilim, N., Bilim, A. 2018. Madencilikte acil durum yönetiminin önemi ve dikkat edilmesi gereken unsurlar. 9. İř Sağlığı ve Güvenliđi Kongresi, Mayıs, İstanbul, ss.504-509.

Murphy, R. R., Kravitz, J., Stover, S. L., Shoureshi, R. 2009. Mobile robots in mine rescue and recovery. IEEE Robotics & Automation Magazine, 16(2): 91-103.

Murphy, R.R., Tadokoro, S., Kleiner, A. 2016. Disaster Robotics. In: Siciliano B., Khatib O. (eds) Springer Handbook of Robotics. Springer Handbooks. Springer, Cham.

Osuka, K., Kitajima, H. 2003. Development of mobile inspection robot for rescue activities: MOIRA, Proceedings 2003 IEEE/RSJ, International Conference on Intelligent Robots and Systems, Las Vegas, NV, ABD ss.27-31.

Özen, F. 2017. Afetlerde robotların kullanımı. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Yayınları.

Yılmaz, G., Yıldırım, S.D. 2020. Afetlerde kentsel arama ve kurtarmada kullanılan yöntemler ve güncel yaklaşımların değerlendirilmesi. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 6(1): 1-13.