



Araştırma Makalesi

HAVADA ve KARADA HAREKET EDEBİLEN 3 BOYUTLU TÜNEL HARİTALAMA ROBOTU

Eray SAKARYA*, Ahmet ALKAN

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Tünel haritalama
Görüntüleme
Tespit

ÖZ

Ultrasonik ses, frekansı 20.000Hz ile 1 GHz arasında olan ses dalgaları olup, işitilebilen seslere göre 100.000 kat daha fazla enerjiye sahiptir. Bu sebeple bu işaretler radar, sonar vb. cihazlarda kullanılabilir. Bununla birlikte ses dalgalarının yayılma hızı ortam yoğunluğuna ve sıcaklığına bağlıdır. Bu makalede askeri operasyonlarda güvenlik güçlerinden önce tünel ve benzeri dar ortamlara girerek, ortamın 3 boyutlu haritasını ultrasonik ses dalgaları kullanarak çıkartabilecek, üzerinde yön değiştirebilen kamera bulunan robotun çalışma prensipleri anlatılmıştır. Robot gerektiğinde karada paletle hareket edebilirken, gerekli görüldüğünde üzerinde mevcut kanatların açılmasıyla drone olarak havada seyredebilecektir. Kullanıcı tarafından kolaylıkla istenilen hedefe yönlendirilecek robotun elde ettiği bilgiler bilgisayarda tasarlanmış olan programa anlık olarak gönderilmektedir. Programda derlenen ve matematiksel işlemlerden geçirilen bilgiler, 3 boyutlu görsel tünel haritasına dönüştürülmek suretiyle operasyonu yürütenlerin kullanabileceği kullanışlı bir araç haline getirilmektedir. Kullanıcı kafasına taktığı kask yardımıyla kontrol ve keşif işlemlerini hızlı ve verimli bir şekilde yerine getirebilmektedir.

3-DIMENSIONAL TUNNEL MAPPING ROBOT MOVING IN AIR and ON LAND

ABSTRACT

Keywords:

Tunnel Mapping
Visualization
Detection

Frequency of ultrasonic sound varies between 20.000Hz and 1GHz and it has 100,000 times more energy than audible sounds. Therefore, these signals can be used on radar, sonar devices etc. However, the propagation speed of the sound waves depends on the ambient density and temperature. In this article, we explain that the operating principles of the robot, which can enter the tunnel and similar narrow areas before the security forces in the military operations, also it can produce the 3D map of the tunnel using ultrasonic sound waves. The robot will be able to navigate in the air as a drone with the opening of the existing wings, also it can move with pallets if there is no barrier on the way. The information obtained by the robot, which will be easily directed to the desired target by the user, and it is instantly sent to the program developed on the computer. Obtained information is passed through mathematical operations and it is converted into a 3D visual tunnel map, making it a useful tool for those performing the operation. The pilot can perform the control and detect processes quickly and efficiently with the help of a helmet on his head.

*Sorumlu Yazar

* (eraysakarya118@hotmail.com) ORCID ID 0000-0003-1207-6881
(aalkan@ksu.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-0857-0764

e-ISSN: 2717-8579

Geliş Tarihi: 09/03/2021; Kabul Tarihi: 08/07/2021

Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi

1. GİRİŞ

Gelişen teknolojinin en önemli uygulama alanlarından birisi de askeri alandır. Devletler teknolojik gelişmişlik düzeylerini silahlı güçlerinin caydırıcılığını arttırmak için yoğun çaba sarf etmektedirler. Teknolojide önde olan ülkelerin, silahlı kuvvetlerinin de güçlü olması tesadüf olmayıp, bu teknolojik altyapıya dayanmaktadır. Dolayısıyla, günümüz savaşlarında birçok farklı teknolojik silah ve taktikler kullanılmaktadır.

Keşif robotları günümüzde askeri operasyonlar için çok önemlidir ve bir çeşitli versiyonları farklı ordular tarafından kullanılmaktadır. Bu robotların bazıları haritalama özelliklerine de sahiptir.

Dünya da ülkelerin savunma sanayii harcamaları coğrafi yapı, tehdit yoğunluğu ve ekonomik duruma göre farklılık göstermektedir [1]. Güçlendirilmiş beton kullanılarak yapılan sığınaklar veya yerin metrelerce altına kazılmış tünellerin düşük maliyetler ile keşfedilebilmesi, yüksek maliyetli beton delici mühimmatların kullanımını azaltabilecek olması sebebiyle oldukça önemlidir [2].

Ülkemizde savunma sanayii sektörü için Orta Vadeli Mali Plan kapsamında 2021 yılı bütçesi 138 milyar lira olarak öngörülmektedir. Bu kapsamda, ürünümüzün kullanılacağı kurumlardan olan Millî Savunma Bakanlığına yaklaşık 61,5 milyar, Emniyet Genel Müdürlüğüne 44,6 milyar, Jandarma Genel Komutanlığına 27,7 milyar ve Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığına 120,1 milyon TL kaynak tahsis edilmiştir.

Bu çalışmada görülmesi zor olan tünel, mağara vb. yerlere yapılacak operasyonlarda, operasyon yapan askerlerin can güvenliğini ve operasyonun etkisini arttıracak bir robot tasarlanmıştır. Bu tür hedefler tespit edildikten sonra ortam içerisindeki yolların keşfi, içeride herhangi bir düşmanın olup olmadığı, tünel içerisinde patlayıcı bir gaz olup olmadığı, tünel içerisinde daha önceden tuzaklanmış bir mayın olup olmadığı ve tünel duvarlarının kondisyonunun iyi olup olmadığı gibi durumların tespit edilmesi için askerlerden önce tünele girerek keşif yapacak bir robot projesi geliştirilmiştir.

Robotun en önemli görevi girdiği tünelin haritasını üzerindeki sensörlerden elde ettiği bilgileri yazılımsal olarak derleyerek en doğru 3 boyutlu haritayı, bilgisayarda hazırlanmış olan programa çizmesidir.

Canlı olarak görüntü aktarımı yapabilen, robot için özel olarak tasarladığımız, Görüntü Stabilizasyon Sistemi' ne entegre edilmiş kamera sayesinde, robot engebeli zeminde hareket ettiğinde, dahi pilot stabil görüntü alabilecektir. Bu sayede görüntüdeki bozulma minimum seviye indirilmiş olacak ve detaylar daha net bir şekilde görülebilecektir. Pilotun tünel içerisinde robotu hangi yöne ilerleteceğini anlayabilmesi için robot üzerindeki kamera modülünden gelen görüntüyü anlık olarak izleyebileceği bir FPV Gözlük kullanılmıştır. FPV Gözlük için tasarlanan bir elektronik kart sayesinde pilotun hangi yöne baktığı

belirlenip robotun üzerindeki kamera otomatik olarak pilotun baktığı yöne doğru dönmektedir.

Kumanda ile robot arasındaki sinyal herhangi bir sebepten ötürü kesilirse, robot tünel içerisinde sinyalin kesildiği ana kadar topladığı harita bilgisini ve üzerindeki sensörlerden gelen parametreleri hesaplayarak en kısa ve doğru şekilde başlangıç noktasına otonom olarak geri dönmektedir.

Çalışma süresince geliştirilen robot sayesinde can güvenliği artırılacak ve tünelin haritası çıkarılarak, güvenli olup olmadığının belirlenmesinin ardından içeriden imha edilebilecektir. Böylece operasyonlarda kullanılan yüksek maliyetli mühimmatların ekonomiye olan olumsuz etkisi azaltılabilecektir.

2. YÖNTEM

2.1. Karada Taşıma Sistemi

Sistemin karada taşınması için düşünülen Palet Sistemi aşağıdaki alt bölümlere ve belirtilen özelliklere sahip olacaktır. Sistemi oluşturan alt bölümler;

- Palet sistemi
- Enkoderli redüktörlü DC motorlar (palet sistemi için)
- DC motor sürücü kart
- Lityum-Polimer Pil

2.1.1. Palet sistemi

Palet sistemi robotun ana taşıyıcı unsurudur. Paletli yürüyüş sistemi kullanılmaktaki asıl amacımız, diğer tekerlekli sistemlere göre yer ile arasındaki temas yüzeyinin daha fazla olmasıdır. Paletli yürüyüş sisteminin bir diğer avantajı ise herhangi bir aktarma organına (şaft, diferansiyel vb.) ihtiyaç duymadan çalışabilmesidir. Motorlar, Rim Dişlisi vasıtasıyla direkt olarak hareketi paletlere aktarır. Şekil 1.1' de görülen paletli tank şasisinin net ağırlığı 550 gramdır. Boyutları 30*15*7.6cm olan şasi üzerinde 300 gramlık faydalı yük taşıma kapasitesi mevcuttur. Bu sayede, farklı konfigürasyonlar ile askerlerin ihtiyaç duyabileceği önemli malzemeleri de taşıyabilecektir. Şase verileri Tablo 1.1' de verilmiştir.



Şekil 1.1. Paletli taşıyıcı sistem [3]

Tablo 1.1. Paletli şase verileri

Net Ağırlık:	550g
Palet Genişliği:	2.3cm
Boyutlar:	30cm*15cm*7.6cm

2.1.2. Redüktörlü DC motor

CHIAI MOTOR tarafından üretilen bu motor 6V DC gerilim ile çalışmaktadır. Motor üzerine entegre edilmiş redüktör sistemi vardır. Redüktör sistemi motor milinin dönüş hızını azaltır fakat motor gücünü artırır. Kullandığımız motor yüksüz halde 210 RPM ile çalışabilmektedir [4].

Tablo 1.2. DC motor özellikleri

Çalışma Gerilimi:	DC 6V
Yüksüz Hız:	210RPM 0.13A
Maksimum Verimlilik:	2.0kg.cm/170rpm/2.0W/0.60A
Maksimum Güç:	5.2kg.cm/110rpm/3.1W/1.10A
Durdurma Torku:	10kg.cm 3.2A
Redüksiyon Oranı:	1 :34

2.1.3. DC motor sürücü kart

TB6612FNG iki yönde de iki motoru birbirlerinden bağımsız olarak kontrol edebileceğiniz bir motor sürücü kartıdır. Bu sayede fırçasız motorun hız ve yön kontrolü yapılabilmektedir [5]. 4.5 V- 13.5 V voltaj aralığında çalışan motor sürücü kanal başına sürekli olarak 1 A, zorlanma durumunda anlık olarak 3 A verebilir. Bu motor sürücü kart her bir palet (DC motor) için 1 er adet kullanılmıştır ve 2 kanallı olan kartın çıkışları paralel bağlanarak çıkış akım değerleri 2 katına çıkarılmıştır [6].

Tablo 1.3. DC motor sürücü verileri

Çalışma gerilimi:	4.5- 13.5 V
Çıkış akımı:	sürekli 1 A, anlık 3 A

2.1.4. Li-Po pil

Sisteme enerji vermek için Lityum-Polimer pil kullanılmıştır. Bu pil 14.8V, 1800mAh kapasiteye sahip olup, sürekli deşarj akımı ise 65C'dir. Bu sayede sürekli olarak 117A akım verebilmektedir [7]. Şarj edilebilir olan pil, robot üzerindeki modüler yapı sayesinde aynı özelliklere sahip başka bir pil ile de kolayca değiştirilebilmektedir.

Tablo 1.4. Li-Po pil verileri

Pil voltajı:	14.8V
Kapasite:	1800mAh
Boyutlar:	35*34*73mm
Sürekli Deşarj Oranı:	65C
Ağırlık:	177g

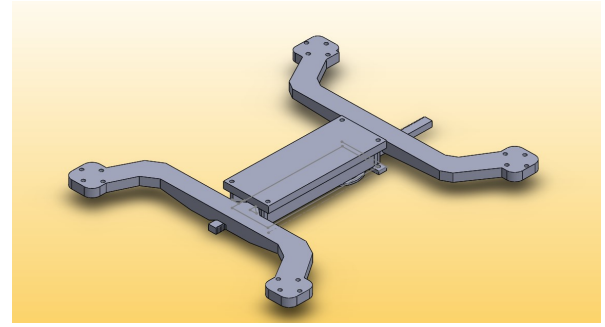
2.2 Havada Taşıma Sistemi

Sistemin havada taşınması için düşünülen Drone Sistemi aşağıdaki özelliklere sahip olacaktır. Sistemi oluşturan alt bölümler;

- H şeklinde açılıp kapanabilen kanatlar
- Fırçasız motorlar (uçuş için)
- Pervaneler
- ESC (Fırçasız Motor Kontrolcüsü)
- Jiroskop, İvme ölçer, pusula, barometre sensörü.

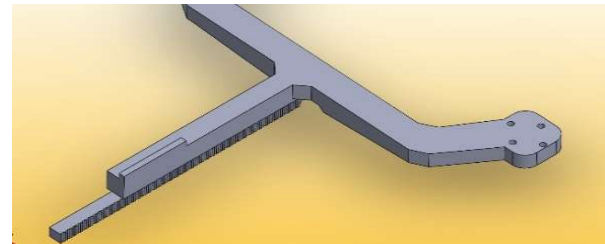
2.2.1. H şeklinde açılıp kapanabilen kanatlar

Bu sistem tank palet sisteminin üzerine entegre edilmiştir. Palet sisteminin yetersiz kaldığı engelleri aşmak amacıyla tasarlanmış kanatların 4 köşesinde, üzerinde pervane bulunan fırçasız motorlar vardır. Pilot istediği anda palet sistemini kumanda üzerinden devre dışı bırakabilir.



Şekil 2.1. Kanatların teknik çizimi

Kanatların açılması için H şeklindeki formun orta noktasında dişliler kullanılmıştır. Bir DC motor yardımıyla bu dişliler hareket ettirilerek kanatlar açılır. Şekil 2.1' de görülen yapıda, sol üst ve sol alt kısımdaki daireler bir kol olarak birbirine bağlı olup, sağ üst ve sağ alt kısımdaki kareler kendi arasında birbiriyle bağlantılıdır. (X şeklindeki yapının köşelerindeki kareler fırçasız motor yuvaları için çizilmiştir.)



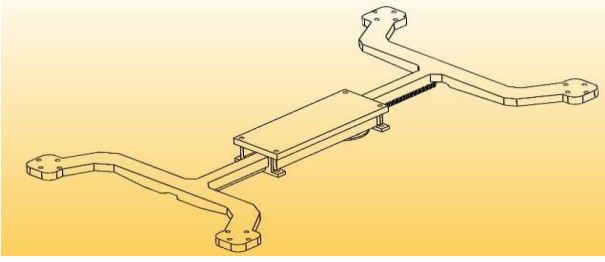
Şekil 2.2. Kanat parçası

Şekil 2.1'deki konumda kanatlar kapalıdır. DC motor sayesinde H şeklindeki yapının orta noktasındaki dişliler doğru yönde hareket ettirildiğinde;

- 1- Sol kısımdaki kol, x yönünde,
- 2- Sağ kısımdaki kol, -x yönünde hareket edecektir.

Hareket tamamlandığında kanatlar düz bir çizgi şeklinde hizalanacaklardır. (Şekil 2.2'deki ölçüler ile motor yuvalarındaki ölçüler uyumludur.)

Bu sistemin yapılmasındaki asıl amaç, olası bir tünel haritalama senaryosunda kanatları kapatarak genişliği azaltıp, robotun tünel içerisinde daha rahat manevra yapabilmesini sağlamaktır.



Şekil 2.3. Kanatların açık hali

2.2.2. Fırçasız motorlar

Hava taşıma sisteminin en önemli kısmı olan fırçasız motorlar için Eachine markasının BR2205 modeli seçilmiştir. 5045 pervaneler ve 4s Li-Po pil ile 950 gram kaldırma kuvveti oluşturmaktadır ve tam güçte 27.6A akım çekmektedir [8].

2.2.3. Pervaneler

Tablo 2.2'deki 5045 değerindeki, 50: motor çapı, 4.5: hatve değeridir [9] Hatve değeri, pervanenin boşlukta bir tur attığında (bir kanat tekrar aynı noktaya geldiğinde) oluşan spiral şeklin uzunluğudur. Hatve değeri pervanenin hücum açısı ile doğrudan orantılıdır. Hücum açısı veya hatve değeri arttıkça motor daha çok zorlanacağı için çektiği akım artar.

Tablo 2.1. Pervane verileri

Çap:	5 inç (~12cm)
Hatve:	4,5 inç
Malzeme:	Polikarbonat
Kütle:	5.3g
Göbek çapı:	5.02mm
Göbek kalınlığı:	7.95mm

2.2.4. ESC (fırçasız motor kontrolcüsü)

ESC fırçasız motorların hız kontrolü için kullanılır [10]. EMAX firmasının 30A lik ESC' sinin seçilme sebebi, fırçasız motorların 5045 pervane ve 4S Li-Po pil konfigürasyonunda 27.6A' e kadar akım çekebilmesidir. Bu hız kontrolcüsü üzerinden sürekli olarak 30A, anlık olarak ise 40A akım geçirebilmektedir [11]. Üzerinde dahili olarak bir voltaj regülatörü bulunan kontrolcüden 5V çıkış alınabilir.

2.2.5. Jiroskop, ivme ölçer, pusula, barometre sensörü

Bu sensör kartı üzerinde robotun otonom şekilde uçabilmesi için kontrol etmesi gereken parametreleri robota verir [12]. Üzerinde bulunan;

LSM303D sensörü sayesinde x, y ve z eksenlerindeki eğim, ivme, ölçülebilir.

L3GD20 manyetik alan sensörü bir çeşit pusuladır ve Dünya'nın elektro manyetik alanını kullanarak, robotun Dünya üzerinde hangi yöne baktığını ölçebilir.

BMP180 ise atmosferik basınç sensörüdür. Ortamdaki hava basıncını ölçerek deniz seviyesinden yüksekliği ölçülebilir.

Tablo 2.2. IMU sensör verileri

LSM303D	
Gyro ölçüm aralığı:	250/500/2000 °/s
Açısal ivme ölçer ölçüm aralığı:	±2/±4/±6/±8/±16 g
L3GD20	
Ölçüm aralığı:	±2/±4/±8/±12 Gauss
BMP180	
Ölçüm aralığı:	300-1100 hPa (500-9000 metre)
Hassasiyet:	0.03 hPa (±25cm)
Besleme gerilimi:	3-5V

2.3. Görüntü Alma ve İletim Sistemi

Robotun görüntü aktarması için düşünülen Gimbal Sistemi aşağıdaki özelliklere sahip olacaktır. Sistemi oluşturan alt bölümler;

- FPV Kamera
- Görüntü Vericisi



Şekil 2.4. Gimbal sistemi

2.3.1. FPV kamera

Sistemin stabil bir şekilde görüntü aktarması için Gimbal Sistemi tasarlanmıştır. Robotun asıl amacı olan harita çıkarmanın dışında, tünel içerisinde bulunması muhtemel olan hedef unsurların

görüntüsünü de aktarması gerekmektedir. Stabil bir şekilde görüntü aktarabilmek için Gimbal Sistemine entegre edilmiştir. FPV Kamera F1.2 diyafram değerine sahip olup düşük ışıkta daha yüksek çözünürlük elde edilmesi amacıyla seçilmiştir [13].

Tablo 3.1. FPV kamera verileri

Giriş Voltajı:	5-20V
Güç Tüketimi:	27mA-105mA
Lux;	0.08Lux/ F1.2
Çalışma Sıcaklığı:	0- 40°C
Kamera Boyutları.	28 * 24.5 * 17.5mm
Lens Boyutu:	17 *14mm
Net Kütle:	10.4g
Format:	NTSC/PAL
Sensör:	1/3 "CCD

2.3.3. Görüntü vericisi

Eachine markasına ait DTX03 görüntü aktarıcı modülü sayesinde kameradan alınan görüntü, pilotun gözündeki gözlüğe veya elindeki ekrana iletilir. Tablo 3.3' de özellikleri belirtilen modülün çalışması istenilen güç ayarlanabilir. Mikro SD Kart takılabilen görüntü vericisi 200mW maksimum güce sahiptir [14].

Tablo 3.2. Görüntü vericisi verileri

Ürün Modeli:	Eachine DTX03
Frekans:	5.8GHz 9 bant 72 kanal, 5325-5945 MHZ
Micro SD Kart:	Maksimum 32GB (Class 10)
Video Format:	NTSC/PAL
Verici Gücü:	25/50/200mW
Çalışma Akımı:	7V-550mA / 12V-300mA / 24V-160mA
Video Bant Genişliği:	18MHz
Çalışma Voltajı:	DC7-24V
Çalışma sıcaklığı:	-10- 60 derece
Kütle:	6.97g
Boyutlar:	28 * 18.04mm

2.4. Haritalama Sistemi

Sistemin harita çıkarabilmesi için düşünülen "Haritalama Sistemi" aşağıdaki özelliklere sahip olacaktır. Sistemi oluşturan alt bölümler;

- GPS Modülü
- Analog Ultrasonik Mesafe Sensörü

2.4.1. GPS modülü

GPS modülü açık alanda pozisyon belirlemede yardımcı olması için kullanılmıştır. Açık alanda 5

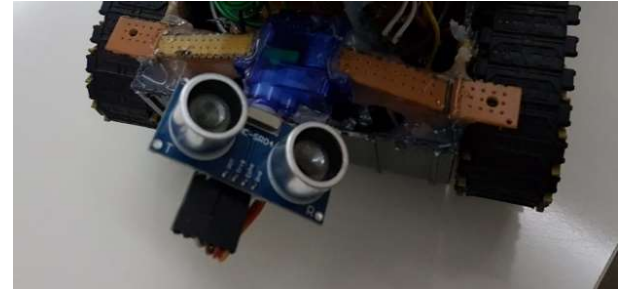
metrelik bir hassasiyete sahip olan sensör, sıcak başlangıç özelliği sayesinde robot çalışmaya başladığında 30 saniye içerisinde hazır olmaktadır. Herhangi bir tünel haritalama görevinde GPS modülünün hassasiyeti tünel içerisinde azalacağından, tünel içerisindeyken pilot kontrollü olarak modülün gücü kesilebilmektedir. GPS modülü açık alanda pozisyon belirlemede yardımcı olması için kullanılmıştır. [15].

Tablo 4.1. GPS modülü verileri

Ürün Adı:	SAM-M8Q GPS Modülü
Boyutlar:	26 x 16 x 7.5 mm
Çalışma voltajı:	4~6V
Kütle:	7g

2.4.2. Analog ultrasonik mesafe sensörü

Şekil 4.2' de görülen sensör, bir çeşit hoparlör ve mikrofona sahiptir. Hoparlör ile ultrasonik ses dalgası yayar ve mikrofon ile ses dalgalarını dinler. Ses dalgasının bir cisme çarpıp dönmesi boyunca geçen süreyi kullanarak cismin ne kadar uzakta olduğunu algılar.



Şekil 2.5. Üç boyutlu harita çıkaracak sistem

450cm' ye kadar ölçüm yapabilen sensör robotun arka kısmında yere dik olacak şekilde konumlandırılmıştır [16]. Sensör bir servo motora entegre edilmiştir bu sayede, 180 derecelik bir açıyla tünelin içerisini tarayabilmektedir. Yazılımda ayarlanmış olan değere göre (örneğin robot her 10cm ilerlediğinde) tünelin içi tekrar taranmaktadır. Elde edilen tüm bu bilgiler bir bilgisayara gönderilerek hazırlanmış olan programda bir araya getirilir ve birleştirilir. Bu sayede tünelin 3 boyutlu haritası elde edilmiş olur.

Tablo 4.2. Ultrasonik mesafe sensörü verileri

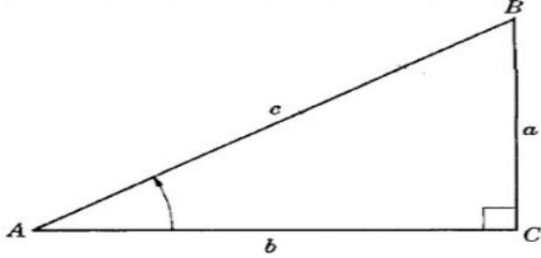
Çalışma Voltajı:	5V(DC)
Ölçüm Mesafesi:	2cm-450cm
Ölçüm Açısı:	<15 derece

3. BULGULAR

Herhangi bir tünel haritalama görevinde, tünelin genişliği, yüksekliği, uzunluğu gibi parametreler haritanın çıkarılmasında gereklidir. Robotun arka

kısımında dik bir şekilde yerleştirilmiş ultrasonik mesafe sensörü 180 derecelik açıyla, robot her 10 cm ilerlediğinde tüneli taramaktadır. Bu tarama bilgileri daha önceden yapılmış olan bilgisayar programına gönderilir.

Robotun ne kadar ileriye gittiğinin bilinmesi, taranan değerlerin programda hangi noktalara konulması gerektiğinin bilinmesi için önemlidir. Bu noktada robotun üzerindeki ivme sensörü ve saat modülü kullanılır.



Şekil 3. Parametrelerin hesaplanması

İlk ölçümün A noktasında yapıldığını varsayalım. b ve a uzunluklarının bulunması robotun bir sonraki analiz verisini bilgisayar programında hangi koordinatlara koyması gerektiğini bulabilmesi için gereklidir.

$$b = \frac{1}{2} \times a \times t^2 \quad (1)$$

b uzunluğunu bulmak için yukarıdaki denklemde görülen (1) formülünden yararlandık (a ivme, t süre). Süre değerini saat modülünden (zaman bilgisi modülün üzerinde bulunan dahili pil sayesinde enerji kesildiğinde dahi kaybolmaz), ivme değeri ise robot üzerindeki ivme sensöründen alınmaktadır.

a uzunluğunu bulmak için yükseklikteki değişimi bilmek yeterlidir. Bu değeri robot üzerindeki barometre sensöründen almaktayız. Yeni yükseklik bilgisinden önceki yükseklik bilgisi çıkarılarak yükseklikteki değişim pozitif veya negatif yönde hesaplanmış olur. Bu değer pozitif veya negatif olmasının bir farkı yoktur. Eğer değer negatif çıkarsa üçgen ters bir şekilde duracaktır yani robot tünel içerisinde aşağıya iniyor.

Son olarak c uzunluğu bulunarak bir sonraki tarama verisinin tam olarak nereye koyulacağı hesaplanmış olur (Bu değer çözünürlük değeridir ve yazılımsal olarak 10cm olarak ayarlanmıştır).

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad (2)$$

Yukarıda görülen formülünden (2) hipotenüs hesaplanarak Şekil 3' te görülen B noktasının koordinatları hesaplanmış olur.

İvmenin bu hesaplamalarda kullanılması çok önemlidir çünkü eğer robot herhangi bir çamur vb. zemine saplanmışsa motorların dönmesi halinde bile ivmede bir değişim olmayacaktır. Bu yüzden 10cm

yol alamadığında robot bulunduğu yerde tekrar bir ölçüm yapmayacaktır.

Ölçülen tünel analiz değerleri bilgisayarda hazırlanmış olan programa gönderilir ve tünelin 3 boyutlu çıktısı elde edilmiş olur.

Haritalama için geliştirilmiş benzer çalışmalar bulunmaktadır [17], [18], [19]. Yatay olarak yerleştirilmiş LİDAR sensörü kullanılan tasarımlarda 3 boyutlu haritanın çıkarılabilmesi için robotun uçarak düşey ekseninde de tarama yapması gerekmektedir. Yaptığımız çalışmada haritalama için kullanılan sensörün konumu sayesinde uçuşına gerek yoktur fakat sadece robotun geçtiği noktanın haritası çıkarılabilmektedir. Bu sebeple ortam haritasının çıkarılabilmesi için robotun tünel içerisinde ilerlemesi gerekmektedir.

İlerleyen çalışmalarda robot üzerinde bulunan ultrasonik mesafe sensörü LİDAR ile değiştirilerek 25 metre yapı çapındaki tünellerin haritalandırılması sağlanacaktır.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada insanların girmesinin tehlikeli olabileceği tünel vb. yapıların 3 boyutlu haritasını ultrasonik ses dalgaları kullanarak çıkarabilecek robot yapılmıştır. Robotun topladığı veriler, bilgisayardaki programa gönderilerek tünelin 3 boyutlu haritası çıkarılmış olur. Harita tamamlandıktan sonra harita içerisinde hareket edilebilmektedir. Bu çalışma 3 boyutlu tünel haritalama sisteminin başlangıcı niteliğinde olup, ileride yapılması planlanan çalışmalarda görüntü işleme teknolojisi kullanılarak tünelin duvar rengi vb. ayrıntılarında elde edilmesi hedeflenmektedir.



Şekil 4. Uygulama sonucu

BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın ilk hâli TÜBİTAK tarafından düzenlenen 2242 Üniversite Öğrencileri Araştırma Proje Yarışmalarında, Ankara Bölge ve Final Birinciliği derecesini elde ederek TEKNOFEST 2020' de sergilenmiştir. FPV Gözlük ilave edilmiş hâli ise TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı (2020-2) kapsamında desteklenmeye hak kazanmıştır.

KAYNAKÇA

- [1]: <https://www.sipri.org/databases/milex>
- [2]: Baran, T . (2018). TÜRKİYE'DE SAVUNMA SANAYİ SEKTÖRÜNÜN İNCELENMESİ VE SAVUNMA HARCAMALARININ EKONOMİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ . Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi , 4 (2) , 58-81 . DOI: 10.29131/uiibd.429369
- [3]: https://www.banggood.com/3V-9V-DIY-Shock-Absorbed-Smart-Robot-Tank-Chassis-Crawler-Car-Kit-With-260-Motor-For-Arduino-SCM-p-1184648.html?rmmds=search&cur_warehouse=CN
[Erişim Tarihi: 08.03.2021]
- [4]: https://www.banggood.com/6V-100210300RPM-Encoder-Motor-DC-Gear-Motor-p-1016183.html?rmmds=search&ID=519629&cur_warehouse=CN
[Erişim Tarihi: 08.03.2021]
- [5]: <http://makina.deu.edu.tr/wp-content/uploads/10DCMotor>
- [6]: https://www.robotistan.com/tb6612fng-cift-motor-surucu-karti-yeni-versiyon-tb6612fng-dual-motor-dr?sgm_campaign=scn_6186b7935a026000&sgm_source=639&sgm_action=click
[Erişim Tarihi: 08.03.2021]
- [7]: https://www.banggood.com/ZOP-Power-14-8V-1800mAh-65C-4S-Lipo-Battery-XT60-Plug-p-1089557.html?rmmds=search&cur_warehouse=CN
[Erişim Tarihi: 08.03.2021]
- [8]: https://www.banggood.com/4X-Racerstar-Racing-Edition-2205-BR2205-2300KV-2-4S-Brushless-Motor-For-QAV250-ZMR250-RC-Drone-FPV-Racing-p-1066837.html?rmmds=search&cur_warehouse=GWTR
[Erişim Tarihi: 08.03.2021]
- [9]: https://www.banggood.com/7-Pairs-KingKong-5045-5-Inch-3-blade-Rainbow-Colorful-Propellers-CW-CCW-for-FPV-Racer-p-1067564.html?rmmds=search&cur_warehouse=CN
[Erişim Tarihi: 08.03.2021]
- [10]: <http://abakus.inonu.edu.tr/xmlui/handle/11616/6190>
- [11]: https://www.banggood.com/EMAX-BLHeli-Series-6A-12A-20A-30A-ESC-p-963634.html?rmmds=search&ID=511756&cur_warehouse=CN
[Erişim Tarihi: 08.03.2021]
- [12]: <https://www.robotistan.com/lsm303dl3gd20bmp180-10dof-sensor-karti>
[Erişim Tarihi: 08.03.2021]
- [13]: https://www.banggood.com/Eachine-1000TVL-13-CCD-110-Degree-2-8mm-Lens-Mini-FPV-Camera-NTSC-PAL-Switchable-p-1053340.html?rmmds=search&cur_warehouse=CN
[Erişim Tarihi: 08.03.2021]
- [14]: https://www.banggood.com/Eachine-TX5258-5-8G-72CH-25200500800mW-Switchable-FPV-Transmitter-Support-OSD-Configuring-p-1248768.html?rmmds=search&cur_warehouse=CN
[Erişim Tarihi: 08.03.2021]
- [15]: https://www.banggood.com/Matek-Systems-M8Q-5883-SAM-M8Q-GPS-QMC5883L-Compass-Module-for-RC-Drone-FPV-Racing-p-1337288.html?rmmds=search&cur_warehouse=CN
[Erişim Tarihi: 08.03.2021]
- [16]: <https://www.robotistan.com/hc-sr04-ultrasonik-mesafe-sensoru>
[Erişim Tarihi: 08.03.2021]
- [17]: Akyol, S, Uçar, A. (2019). Rp-Lidar ve Mobil Robot Kullanılarak Eş Zamanlı Konum Belirleme ve Haritalama . Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi , 31 (1) , 137-143 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/fumbd/issue/43638/534772>
- [18]: Rizzo, C., Tardioli, D., Sicignano, D., Riazuelo, L., Villarroel, J. L., & Montano, L. (2013). Signal-based deployment planning for robot teams in tunnel-like fading environments. The International Journal of Robotics Research, 32(12), 1381-1397.
- [19]: White, C., Hiranandani, D., Olstad, C. S., Buhagiar, K., Gambin, T., & Clark, C. M. (2010). The Malta cistern mapping project: Underwater robot mapping and localization within ancient tunnel systems. Journal of Field Robotics, 27(4), 399-411