



**T.C.  
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**Bilgisayar Mühendisliği Bölümü**

**HEDEF TESPİT ve ANALİZ  
ROBOTU**

**FERHAT ŞİRİN**

**Danışman  
Dr. Alp Arslan BAYRAKÇI**

**Haziran, 2020  
Gebze, KOCAELİ**





**T.C.  
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**Bilgisayar Mühendisliği Bölümü**

**HEDEF TESPİT ve ANALİZ  
ROBOTU**

**FERHAT ŞİRİN**

**Danışman  
Dr. Alp Arslan BAYRAKÇI**

**Haziran, 2020  
Gebze, KOCAELİ**



Bu çalışma ....../....../200.. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde Lisans Bitirme Projesi olarak kabul edilmiştir.

Bitirme Projesi Jürisi

Danışman Adı	Dr. Alp Arslan BAYRAKÇI	
Üniversite	Gebze Teknik Üniversitesi	
Fakülte	Mühendislik Fakültesi	

Jüri Adı	Prof. Dr. Erkan ZERGEROĞLU	
Üniversite	Gebze Teknik Üniversitesi	
Fakülte	Mühendislik Fakültesi	

Jüri Adı	Doç. Dr. Hasari ÇELEBİ	
Üniversite	Gebze Teknik Üniversitesi	
Fakülte	Mühendislik Fakültesi	

## **ÖNSÖZ**

Bu kılavuzun hazırlanmasında emeği geçenlere, kılavuzun son halini almasında yol gösterici olan Sayın Dr. Alp Arslan Bayrakçı hocama ve bu çalışmayı destekleyen Gebze Teknik Üniversitesi'ne içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca eğitimim süresince bana her konuda tam destek veren aileme ve bana hayatlarıyla örnek olan tüm hocalarıma saygı ve sevgilerimi sunarım.

**Haziran, 2020**

**Ferhat ŞİRİN**

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ .....	viii
ÖZET .....	ix
SUMMARY .....	x
1. GİRİŞ .....	1
1.1 PROJENİN TANIMI ve AMACI .....	1
2. TASARIM .....	2
2.1 ARAÇ KONTROLÜ.....	2
2.1.1 Motor Sürücü Devresi ve Kullanımı .....	3
2.1.2 Bluetooth Sensörü.....	4
2.1.3 Manyetometre Sensörü.....	5
2.1.4 Ultrasonik Sensör .....	6
2.1.5 Sıcaklık Sensörü .....	7
2.1.6 Ateş Sensörü .....	8
2.2 KULLANICI ARAYÜZÜ.....	9
2.2.1 Araç Yol Haritası.....	11
3. DENEYSEL SONUÇLAR.....	12
4. TARTIŞMA.....	16
KAYNAKLAR .....	18

## ŞEKİL LİSTESİ

ŞEKİL 1.1: Araç Sensörleri .....	2
ŞEKİL 1.2: Motor Sürücü Devresi .....	3
ŞEKİL 1.3: Bluetooth Sensörü .....	4
ŞEKİL 1.4: Manyetometre Sensörü .....	5
ŞEKİL 1.5: Ultrasonik Sensör .....	6
ŞEKİL 1.6: Sıcaklık Sensörü .....	7
ŞEKİL 1.7: Ateş Sensörü .....	8
ŞEKİL 2.1: Kullanıcı Arayüzü .....	9
ŞEKİL 2.2: Harita Kullanımı .....	10
ŞEKİL 2.3: Araç Yol Haritası .....	11
ŞEKİL 3.1: Hedef Seçimi .....	12
ŞEKİL 3.2: Engel Tespiti .....	12
ŞEKİL 3.3: Yeni Yol Haritası .....	13
ŞEKİL 3.4: Hedefe Giden Yol .....	13
ŞEKİL 3.5: Son Durak .....	14
ŞEKİL 3.6: Harita .....	14
ŞEKİL 3.7: Sıcaklık ve Ateş Testi .....	15
ŞEKİL 3.8: Yön Testi .....	15



## ÖZET

İnsan elinin ulaşamadığı bölgelere gidebilen, bölgenin haritasını çıkarabilecek ve istenilen sıcaklık, nem ve ateş sensörlerini kullanarak ölçümler yapabilecek bir robot tasarlanması amaçlanmıştır. Araç hedeflenen bölgeye otonom olarak gidebilecek ve bölge üzerinde karşılaştığı engellerin haritasını çıkararak kullanıcıya iletecektir.

Robot, verilen bölgenin koordinatlarına göre bir yol haritası çıkarır ve seçilen hedefe doğru ilerlemeye başlar. Üzerindeki sensörler sayesinde etrafındaki engellerin haritasını çıkarır ve eğer yol haritası üzerinde bir engelle karşılaştığında ise yeni bir yol haritası oluşturarak seçilen bölgeye ulaşmaya çalışır. Aracın engellere çarpmadan ilerleyebilmesi ve kullanıcıya gerçek zamanlı bilgi iletmesi hedeflenmiştir.

Deprem ve afet bölgesi gibi çalışması tehlikeli ortamlarda, istenilen bölgeye gönderilerek arama yapması sağlanabilir ve bölgenin haritası çıkarılabilir. Hedeflenen bölge üzerindeki sıcaklık, nem ve ateş sensörünü kullanarak testler gerçekleştirilebilir. Araç üzerine aracın kullanım amacına göre farklı sensörler takılarak aracın kullanım alanı genişletilebilir.

## **SUMMARY**

Aim of this project is to design a robot that can reach regions where human hand can not reach. Robot can make measurements like temperature, humidity and can use flame sensor to detect the flame. Robot can travel autonomously to the targeted area and it will map the obstacles it encounters on the region and pass them to the user.

Robot can go to the given coordinate by the help of its sensor. It will create a path for the given coordinate and if faced with an obstacle, it will change its path until reach to the destination. It will use its sensor to map the region it passes through. It is aimed that the vehicle can move forward without hitting obstacles and transmit real-time information to the user.

Robot can operate in dangerous areas like earthquake and disaster zone. It can be sent to the desired region to search the area and get the map of the region. It can reach the given coordinate and make measurements like temperature, humidity and can detect the flame. Different sensors can be installed on the vehicle according to the vehicle's intended use and the vehicle's usage area can be expanded.

# 1. GİRİŞ

## 1.1 PROJENİN TANIMI ve AMACI

İnsan elinin ulaşamadığı bölgelere gidebilen, bölgenin haritasını çıkarabilecek ve istenilen sıcaklık, nem ve ateş sensörlerini kullanarak ölçümler yapabilecek bir robot tasarlanması amaçlanmıştır. Yönünü bulmak için manyetometre ve etrafındaki engellerin tespiti için ultrasonik sensörü kullanarak verilen hedefe ulaşabilecek ve bilgisayardan aldığı komutları gerçekleştirecek şekilde araç tasarımı yapılmıştır.

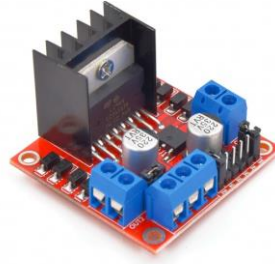
Robot, verilen bölgenin koordinatlarına göre bir yol haritası çıkarır ve seçilen hedefe doğru ilerlemeye başlar. Üzerindeki ultrasonik sensörler sayesinde etrafındaki engellerin haritasını çıkarır ve eğer yol haritası üzerinde bir engelle karşılaştığında ise yeni bir yol haritası oluşturarak seçilen bölgeye ulaşmaya çalışır. Üzerindeki manyetometre sensörünü kullanarak etrafındaki manyetik alanı ölçer ve yönünü tespit ederek gideceği yönü bulur. Bluetooth sensörünü kullanarak bilgisayar ile iletişimde kalır ve bilgisayar üzerinden verilen komutları gerçekleştirir.

Deprem ve afet bölgesi gibi çalışması tehlikeli ortamlarda, istenilen bölgeye gönderilerek arama yapması sağlanabilir ve üzerindeki sıcaklık, nem ve ateş sensörünü kullanarak testler gerçekleştirilebilir. Araç üzerine aracın kullanım amacına göre farklı sensörler takılarak aracın kullanım alanı genişletilebilir.



### 2.1.1 Motor Sürücü Devresi ve Kullanımı

Araç hareketi 2 adet DC motor ile sağlandı. Motor sürücü devresi için L298n devresi kullanıldı. Bu devre ile 2 motor ayrı ayrı kontrol edilebilir. Her bir motor için 2 pin mikrodenetleyiciye bağlanır. Aracın ileri gitmesi, sağa veya sola dönmesi için gerekli fonksiyonlar mikrodenetleyici üzerinde tanımlandı. Aracın hareket birimi cm cinsindendir. Araç 1 cm'lik ileri hareketini gerçekleştirebilir. Kullanılan motorlar DC motor olduğu için motorların çalışma süresine göre ne kadar gittiğine karar verilir. Aracın 1 cm ileri gitmesi için motorların en az 40 ms çalışması gerekir.



ŞEKİL 1.2 : Motor Sürücü Devresi

Motor kontrolü için bir timer kullanıldı. Timer ile araç her 1 cm gittiğinde yani 40 ms de bir interrupt oluşturularak bilgisayara bilgi gönderildi. Araç bilgisayar üzerinden gönderilen değer kadar ileri gidebilir. Aracın dönmesi ise manyetometreden okunan dereceye bağlıdır. Dönme komutu gönderildiğinde sürekli olarak manyetometreyi okuyarak aracın nerede duracağına karar verilir. Dönme süresi daha kısa olduğu için interrupt kullanılmaz.

### 2.1.2 Bluetooth Sensörü

Araç ile bilgisayarın iletişimi için HC-06 bluetooth sensörü kullanılmıştır. Bu sensör sadece slave özelliğine sahiptir ve master cihazın ona bağlanmasını bekler. Bilgisayar üzerinde bağlantı kurulduğunda ise veri aktarımına başlayabilir. Bluetooth sensörü mikrodenetleyici ile USART iletişim protokolünü kullanarak veri aktarır.



ŞEKİL 1.3 : Bluetooth Sensörü

Gelen veriler için DMA özelliği kullanıldı ve böylece verinin gelip gelmediğini sürekli kontrol etmek yerine, DMA çipe verilen 3 byte'lık buffer dolduğunda interrupt oluşturulması sağlandı. Interrupt sırasında gelen veri iş sırasına eklenerek ana döngüde sırası geldiğinde gerçekleştirilir. Verinin gönderiminde ise gönderilen verinin genellikle 3 veya 4 byte'lık kısa paketler olması sebebiyle DMA özelliği kullanılmamıştır.

### 2.1.3 Manyetometre Sensörü

Manyetometre sensörü cihazın etrafındaki manyetik alanı ölçmek için kullanılır. Ölçülen bu manyetik alanın yönüne bakarak sensörün hangi yöne baktığı bulunabilir. Manyetometre sensörü mikrodenetleyici ile I2C iletişim protokolünü kullanarak veri aktarımını gerçekleştirir. Manyetometre için bir timer kuruldu. Her 400 ms içinde timer bir interrupt oluşturur ve manyetometrenin okunması için bir iş sırası ekler. Ana döngüde bu sıra geldiğinde manyetometreden değer okunur ve okunan değerın açısıl yönünü bulmak için arc tanjant değeri alınır, Türkiye için manyetik sapma değeri olan 5 derece de bulunan değere eklenerek elde edilen veri bluetooth ile bilgisayara aktarılır.



ŞEKİL 1.4 : Manyetometre Sensörü

Manyetometre sensörünün hassas olması sebebi ile uzun çalışma süresi sonrasında hatalı değerler okumaya başlar, bunun önlenmesi için her 50 okumada bir manyetometre cihazı sıfırlanır ve yeniden kurulur.

#### 2.1.4 Ultrasonik Sensör

Ultrasonik sensör ses dalgalarını kullanarak önündeki cismin uzaklığını ölçmek için kullanılır. Bunun için trigger ucuna 10 us boyunca gerilim vererek sensörün ölçüm işlemi başlatılır ve echo ucundan dönen sinyalin süresi hesaplanır. Bu süre ses hızı ile çarpılarak aradaki mesafe bulunur. Araç üzerinde sol, ön ve sağ tarafı gözlemlemek için 3 sensör kullanıldı. Bu sensörler sırası ile okunur ve elde edilen değerler bluetooth ile bilgisayara aktarılır. Ultrasonik sensör için de bir timer kuruldu ve her 500 ms de bir interrupt oluşturarak sensörün okunması için iş sırasına ekleme yapılır.



ŞEKİL 1.5 : Ultrasonik Sensör

Ultrasonik sensör 2 cm ile 400 cm arasında ölçüm yapabilir. Sensörün 400 cm değerini okuması için gereken süre 25 ms yakın bir değer alır. Bu sürenin fazla olması nedeniyle sensörün range aralığı küçültülerek 170 cm'e kadar okuma yapılır. Böylece her bir sensör için ez fazla 10 ms kadar zaman harcanır. Elde edilen son 10 değerden elde edilen standard sapma değerinin sınırı 4 olarak belirlendi. Bu değeri bozan ani değişiklikler dikkate alınmadı.



### 2.1.5 Sıcaklık Sensörü

Sıcaklık sensörü olarak DS18B20 sensörü kullanıldı. Sıcaklık sensörü -55 dereceden 125 dereceye kadar aralıkta çalışabilir. Mikrodenetleyici ile iletişimi one-wire protokolüne göre yapar.



ŞEKİL 1.6 : Sıcaklık Sensörü

Sıcaklık sensörünün okuma yapması için bilgisayar üzerinde sıcaklık okuma komutu verilmesi gerekir. Sıcaklık sensörü projede 12 bit çözünürlük modunda kullanıldı. Bu sayede daha hassas ölçüm yapılması sağlandı fakat bu değer okunması için gereken süre en az 750 ms olduğu için sıcaklık okuma talimatından sonra timer kurularak 750 ms sonra sıcaklığın okunması için interrupt vermesi sağlandı. Interrupt geldiğinde sıcaklığın okunması için iş sırasına eklenir ve zamanı geldiğinde değer okunarak bilgisayara gönderilir.

### 2.1.6 Ateş Sensörü

Ateş sensörü aracın ön tarafına yerleştirilerek, aleve denk gelmesi halinde bilgisayara iletmesi sağlanmıştır. Alev sensörü etrafındaki kızılötesi ışık yoğunluğuna göre alev olup olmadığını tespit eder. Alev sensörünün üzerindeki potansiyometre ile hassasiyetlik değeri değiştirilerek gün ışığından etkilenmemesi sağlanabilir.

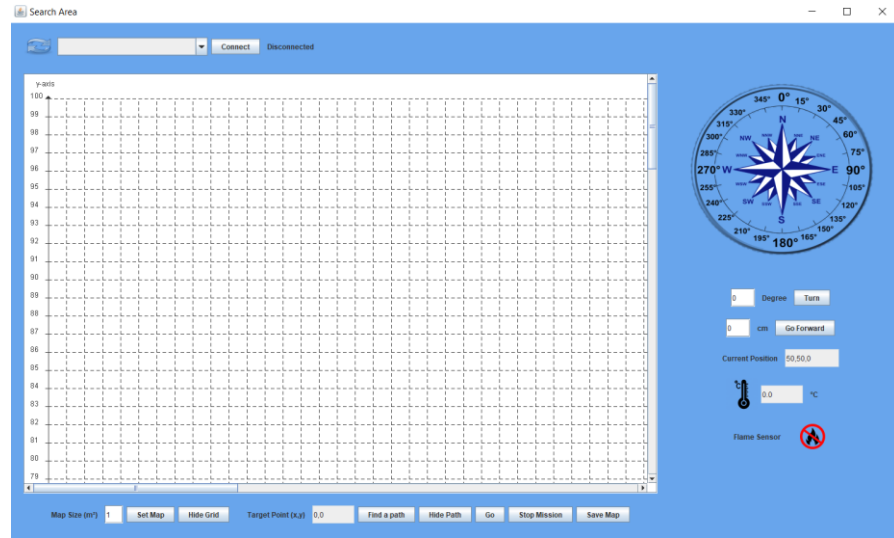


ŞEKİL 1.7: Ateş Sensörü

Alev sensörü alevi tespit ettiğinde dijital pin ucunu aktif eder. Mikrodenetleyicide bu pin rising interrupt olarak algılanır ve interrupt çalışır. Eğer alev sönerse bu pin low duruma geçer ve mikrodenetleyicide bu durum falling edge interrupt olarak algılanır ve yine interrupt çalışır ve iş sırasına alev sensörünü ekler. Alev sensörü sadece bu interrupt durumlarında çalışır ve bilgisayara alev olup olmadığı bilgisini gönderir.

## 2.2 KULLANICI ARAYÜZÜ

Bluetoothtan alınan veriler kullanıcı arayüzünde kullanıcıya iletilir. Araç ile bağlantının yapılabilmesi için öncelikle bluetooth araması yapılır ve aracın bluetooth cihazı ile bağlantısı kurulur.



ŞEKİL 2.1: Kullanıcı Arayüzü

Haritada her biri kare 1 cm'lik alana denk gelir. Alt bölümdeki “Set Map” butonu ile harita istenilen m<sup>2</sup> değerine büyütülebilir. 3 metrekareden büyük haritalarda her bir kare 5 cm denk gelecek şekilde ölçeklendirme yapılır.

### Harita Kontrol Butonları :

**Set Map:** haritayı istenilen m<sup>2</sup> değerine büyütülebilir.

**Hide Grid:** haritadaki ızgara kaldırılır.

**Target Point:** seçilen hedef bölgenin koordinatlarını gösterir.

**Find Path:** seçilen hedefe giden bir yol haritası çıkarır.

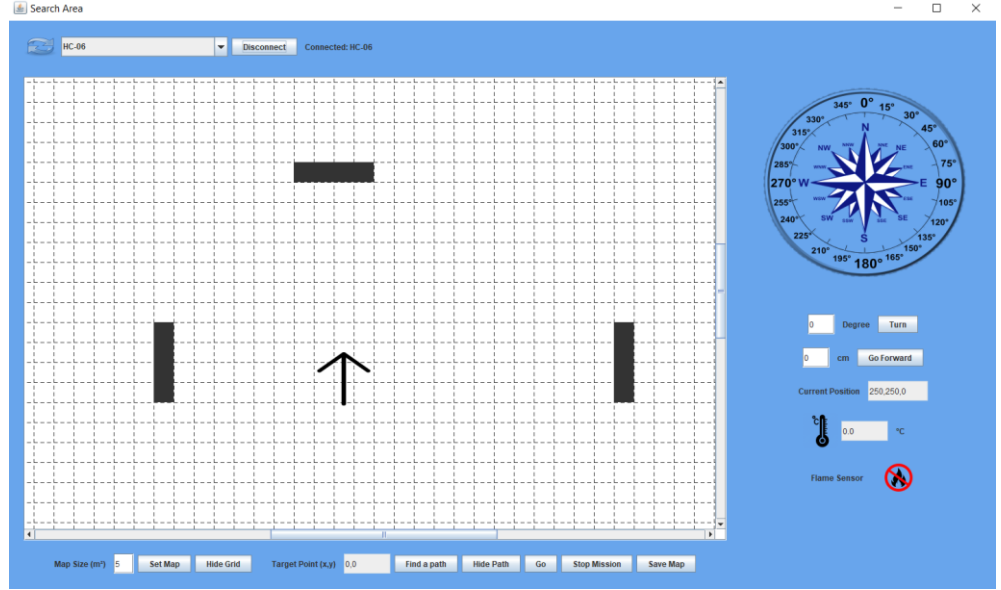
**Hide Path:** yol haritası harita üzerinde gösterilmez.

**Go:** aracın hedefe gitmesi için komut gönderilir.

**Stop Mission:** araca verilen görev iptal edilir.

**Save Map:** butonu ile harita kaydedilebilir.

Kullanıcı arayüzünün sağ panelindeki butonlar ile aracın manuel kullanımı yapılabilir. “Turn” butonu ile araç istenilen yöne çevrilebilir ve “Go Forward” butonu ile aracın ilerlemesi sağlanabilir.



ŞEKİL 2.2: Harita Kullanımı

**Turn :** aracın yönünü 0 ile 360 derece arasında bir yöne çevrilebilir.

**Go Forward :** araç girilen değer kadar ileri doğru hareket eder. Değer cm cinsindendir. “Stop mission” butonu ile aracın ilerlemesi durdurulabilir.

**Current Position:** aracın bulunduğu koordinatları ve yönünü derece cinsinden gösterir.

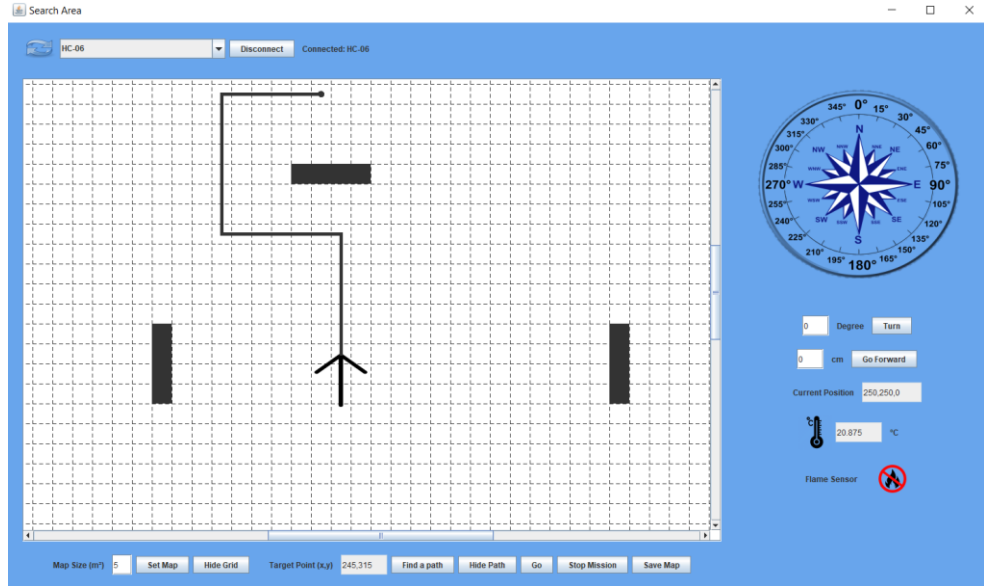
**Sıcaklık:** sıcaklık butonu ile sıcaklık sensörü ölçülebilir.

**Ateş sensörü:** ateş sensörü ateş tespit edildiğinde otomatik olarak yanar.

Haritada siyah taralı alanlar engelleri temsil eder. Ultrasonic sensörle tespit edilen engeller araca uzaklıklarına göre haritada gösterilir. Hedef nokta seçilip bir yol haritası çıkarıldığında yol haritası bu engellerden en az 20 cm uzakta olacak şekilde bir yol haritası çıkarılır.

### 2.2.1 Araç Yol Haritası

Aracın seçilen hedefe gitmesi için öncelikle bir yol haritası çıkarılır. Bu haritanın çıkarılması için graphlar için kullanılan Breadth-First Search algoritması kullanıldı. Fakat algoritmayı projeye uygun hale getirmek için bazı değişiklikler yapıldı. Harita arka planda bir array olarak tutulduğu için algoritmanın array üzerinde çalışması sağlandı. Aracın mümkün olduğunca düz ilerlemesi, gereksiz yere sağ sol yapmaması için algoritma düzenlendi.

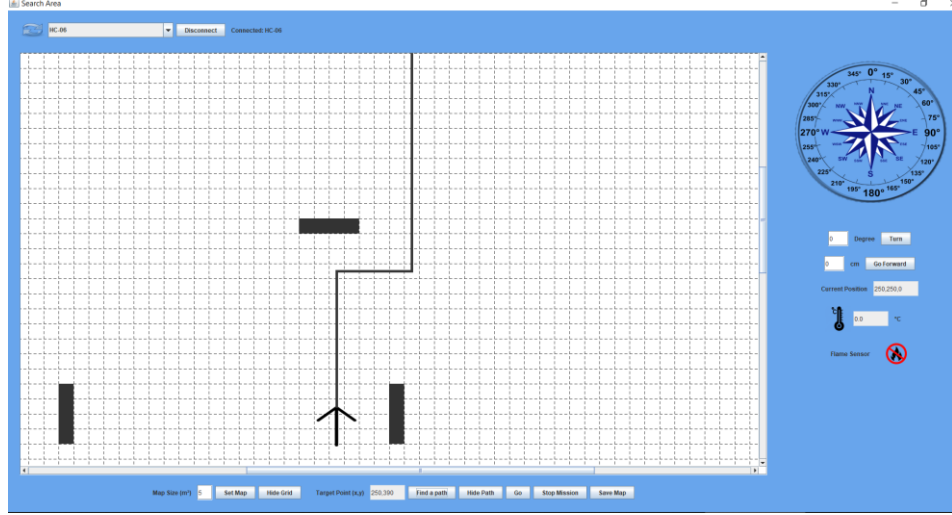


ŞEKİL 2.3 : Araç Yol Haritası

Araç hareket halinde yeni engeller ile karşılaştığında yeni bir yol haritası çıkararak yoluna devam eder. Engellere çarpmamak için en az 20 cm uzakta olacak şekilde yol haritasını çıkarır. Eğer hedef bölgesi engel içinde kalıyorsa verilen görevi sonlandırır.

### 3. DENEYSEL SONUÇLAR

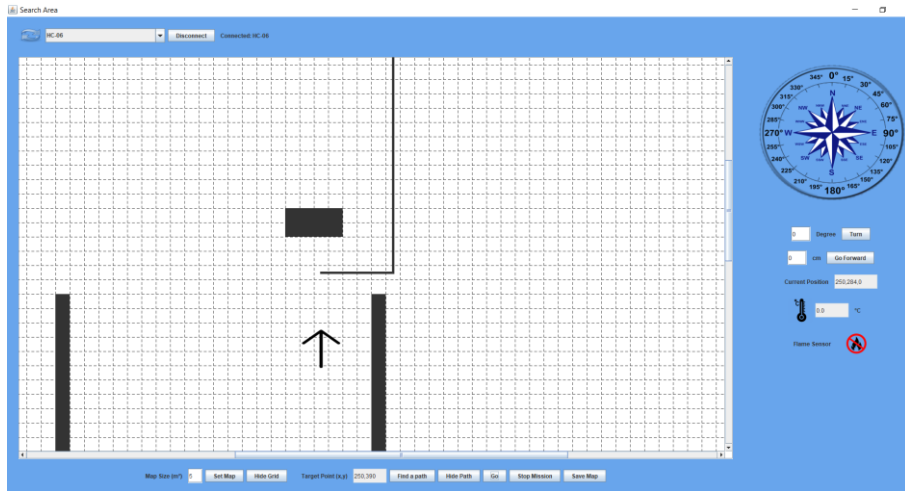
Haritada hedef noktası seçilerek aracın hedefe ulaşması istenmiştir.



ŞEKİL 3.1 : Hedef Seçimi

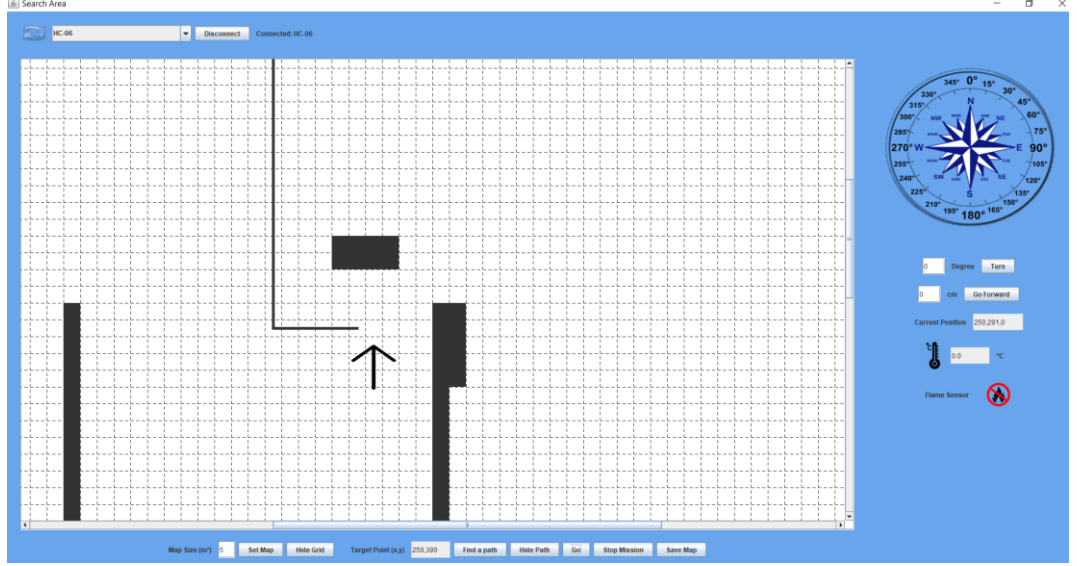
Aracın önündeki engel ile arasın 65 cm vardır. Sağ tarafında 20 cm uzakta duvar var ve sol tarafında ise koltuk ve masaya bakmaktadır. Araca verilen hedef 130 cm uzaktadır.

İlk çıkarılan yol haritasında sağ taraf boş gözüktüğü için araç bu tarafa yönelmeye çalışır.



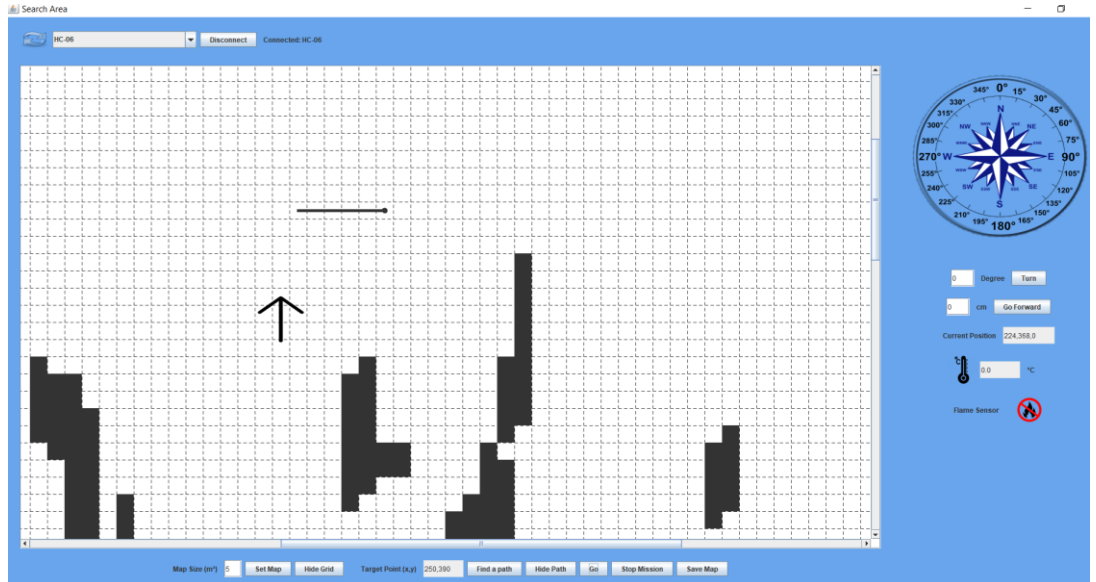
ŞEKİL 3.2 Engel Tespiti

Araç ilerledikçe sağ taraftaki engeller haritada gözükmeye başlar. Araç o bölgeden devam edemeyeceği için yeni bir yol haritası oluşturur.



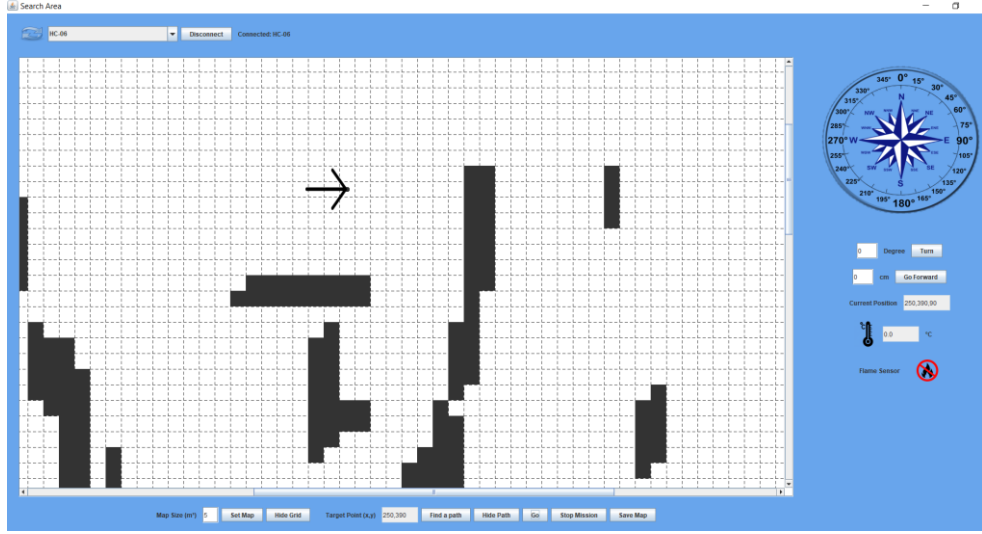
ŞEKİL 3.3 : Yeni Yol Haritası

Engelin sol tarafı boş gözüktüğü için araç o bölgeye yönelir.



ŞEKİL 3.4 Hedefe Giden Yol

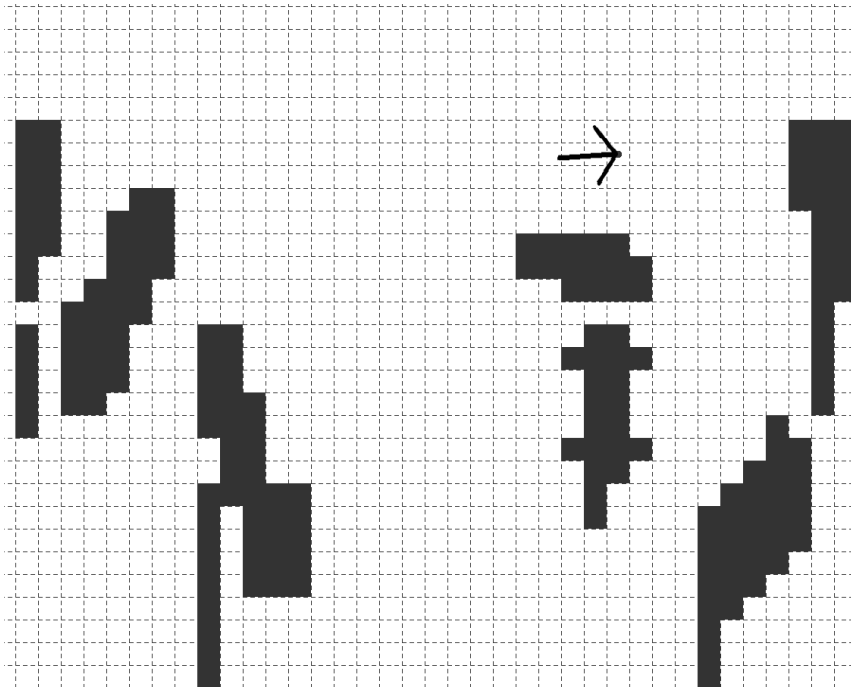
Sol tarafta herhangi bir engelle karşılaşmadığı için yoluna devam eder.



ŞEKİL 3.5 : Son Durak

Araç seçilen bölgeye ulaştığında görevi sonlandırır. Haritada 130 cm ilerideki bir nokta hedef olarak seçilmişti gerçekte ise araç bölgeye 120 cm kadar ilerleme sağladı.

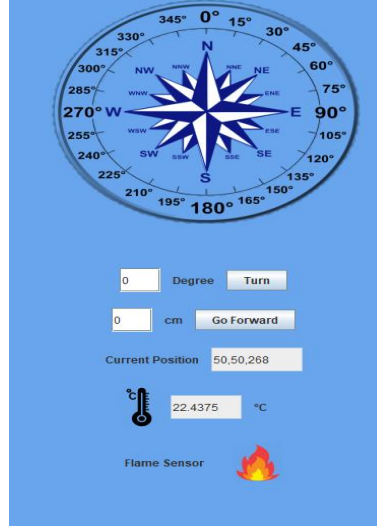
Görev sonunda elde edilen harita aşağıda gösterilmektedir.



ŞEKİL 3.6 : Harita



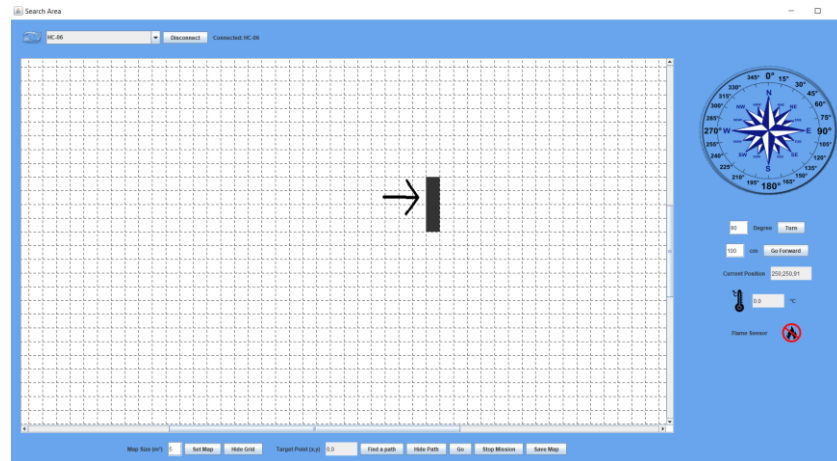
Oda ortamında ölçülen sıcaklık değeri ve alev sensörü testi aşağıdaki resimde gösterilmektedir.



ŞEKİL 3.7: Sıcaklık ve Ateş Testi

Sıcaklık sensörü, okuma talimatı gönderildiğinde çalışmaktadır, ateş sensörü ise ateş fark edildiğinde otomatik olarak bildirilmektedir.

Kullanıcı arayüzünde sağ panelde araç manuel olarak kontrol edilebilir. Araç istenildiği yöne döndürülebilir ve istenilen değer kadar ileri gitmesi sağlanabilir. Dönüş değeri manyetometre ile sağlandığı için 10 derecelik hata payı oluşmaktadır.



ŞEKİL 3.8 : Yön Testi

#### 4. TARTIŞMA

Bu çalışmanın sonucunda elde edilen çıkarımlar şu şekildedir:

- Manyetometre sensörü etrafındaki manyetik alanı ölçerek yönünü belirlediği için etrafındaki manyetik alanın sapması ölçülen değerlerin yanlış yorumlanması yol açıyor. Manyetometre sensörünün hassas olması ve etrafındaki metallere etkilenmesi aracın yönünün 15-20 derece gibi sapmalarla bulmasına neden oluyor. Araç hareket halindeyken belli bir süre sonra tamamen yanlış değerler okumaya başladığı için, sensör resetlenip yeniden başlatılması bu sorunu tamamen kaldırmasada çözülmesini sağladı.
- Ultrasonic sensör ses dalgalarını gönderip geri gelme süresine göre cismin uzaklığını ölçmemizi sağlıyor. Fakat cismin tam boyutu hakkında kesin bir bilgi edinmek zor. Sensörün görüş açısı 15 derece bu nedenle 1 m uzaklıkta fark edilen cismin genişliği ve boyu 5 ile 25 cm arasında değişebilir fakat bu bilgiyi ultrasonic sensörden elde edemeyiz.
- Ultrasonic sensör düz cisimlerin uzaklıklarını doğru bulsada kenarlarda ve üzerinde belli desenler olan cisimlerin uzaklıklarını bulmada hata payı oldukça yükselmektedir. Ses dalgalarının köşelerden sensöre düz bir şekilde yansıyamaması sebebi ile uzaklık bazen tespit edilemiyor veya yanlış tespit ediliyor.
- Ateş sensörü etraftaki kızılötesi ışık yoğunluğuna göre ateş olup olmadığını tespit ediyor. Eğer önünde bir ışık kaynağı varsa bunu ateş olarak görmesine yol açıyor. Bu durumu engellemek için potansiyometre ile hassaslık değeri değiştirilebilir fakat araç kapalı bir ortamdan açık ortama geçtiğinde kızılötesi ışık yoğunluğu artarsa aynı sorun oluşmaktadır.

- Araç hareketi DC motorlar ile sağlandı. DC Motorların tur sayısı motorlara verilen voltaja, üzerindeki yüke ve motorun sahip olduğu tork gücüne bağlıdır. Aracın üzerindeki yükün eşit bir şekilde dağılmaması ve hareket halinde engel ile karşılaşma durumunda motorların tur sayısı değiştiği için uzun mesafe alındığında %10 hata payı ile hedefe ulaştığı gözlemlenmiştir. Bataryanın da zaman içinde azalması ile uygulanan voltaj değişiminden dolayı aracın hedefe ulaşmada hata payı artmaktadır.

## KAYNAKLAR

- [1] STMicroelectronics, *STM32 Education*,  
[https://www.st.com/content/st\\_com/en/support/learning/stm32-education.html](https://www.st.com/content/st_com/en/support/learning/stm32-education.html) ,  
2020
- [2] QST Corporation, *3-Axis Magnetic Sensor QMC5883L*, 2016
- [3] DALLAS Semiconductor, *DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer*, 2020
- [4] ELEC Freaks, *Ultrasonic Ranging Module HC-SR04*, 2020
- [5] Burnett , Roderick, *Understanding How Ultrasonic Sensors Work*,  
<https://www.maxbotix.com/articles/how-ultrasonic-sensors-work.htm> , 2019
- [6] Tuupola, Mika , *How to Calibrate a Magnetometer*,  
<https://appelsiini.net/2018/calibrate-magnetometer/> , 2018
- [7] Ayantunde, Basit, *Introduction to STM32Cube*,  
<https://medium.com/@rlamarr/introduction-to-stm32cube-blinking-an-led-61469168f9e4> , 2019