



MOBİL GÜVENLİK ROBOT TASARIMI

ŞAHABETTİN AKCA

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DR. ÖĞR. ÜYESİ EBUBEKİR YAŞAR**

Aralık- 2022

Her hakkı saklıdır

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

MOBİL GÜVENLİK ROBOT TASARIMI

ŞAHABETTİN AKCA

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DR. ÖĞR. ÜYESİ EBUBEKİR YAŞAR**

**TOKAT
Aralık- 2022**

Her hakkı saklıdır

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Şahabettin AKCA
2022

ÖZET

MOBİL GÜVENLİK ROBOT TASARIMI

Akca, Şahabettin
Yüksek Lisans, Mekatronik Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ebubekir Yaşar
Aralık 2022, 84 sayfa

Günümüzde insan faktörünün yapabileceği hatalara karşı, gelişen teknoloji ile otonom robot sistemlerinin kullanımı her alanda artmaktadır. Otonom sistemlerin her an çalışabilme yetenekleri, yürütme maliyetlerinin az olması ve kendi karar destek mekanizması sayesinde daha az hata ile verilen işleri yapabilmesi onları popüler kılmaktadır. Otonom sistemlerin en büyük dezavantajlarından birisi ilk yatırım maliyetleridir. Pahalı bilgisayar sistemleri, hareket organları ve sensor yapıları bu faydalı sistemlerin her iş kolunda her alanda kullanımına en büyük engeldir.

Bu çalışmada insan faktörünü ortadan kaldıran sürekli çalışabilme kabiliyetine sahip otonom bir mobil güvenlik robotu tasarlanmıştır. Bu robota kampüs büyüklüğünde bir alanda kendi başına verilen güzergâhta dolaşip elde ettiği görüntüleri merkeze gönderme görevi yüklenmiştir. Açık alan navigasyon sistemlerinde kullanılan GPS konumlandırma sistemleri hata payları düştükçe fiyatları artmakta ve neredeyse toplam sistem maliyetine robotun tüm maliyetinden daha fazla bir yük oluşturmaktadır. Bu çalışmada düşük maliyetli bir GPS sisteminin yardımcı mesafe, enkoder ve ivme sensörleri yardımıyla hata paylarının düzeltilerek açık alan gezinmesinde kullanımı sağlanmıştır. Yapılan denemelerde robotun kendine ve çevresine zarar vermeyecek bir şekilde belirlenen güzergahta verilen yolu takip ettiği ve üzerindeki kamera ile aldığı görüntüleri merkez birimine aktardığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: GPS Doğrultma Algoritması, GPS Konum Algılama, Uzaktan Kontrol, Bekçi Güvenlik Robotu, IMU Sensörler, Güvenlik Robotu Tasarımı.

ABSTRACT

MOBILE SECURITY ROBOT DESIGN

Akca, Şahabettin

Master's Thesis, Department of Mechatronics Engineering

Advisor: Asst. Prof. Dr. Ebubekir Yaşar

December 2022, 84 pages

Today, the use of autonomous robot systems is increasing in every field with the developing technology against the mistakes that can be made by the human factor. The ability of autonomous systems to work at any time, their low execution costs, and their ability to perform tasks with fewer errors thanks to their own decision support mechanism make them popular. One of the biggest disadvantages of autonomous systems is the initial investment costs. Expensive coMPUter systems, motion organs and sensor structures are the biggest obstacles to the use of these useful systems in every field of business.

In this study, an autonomous mobile security robot with the ability to work continuously, which eliminates the human factor, is designed. This robot was assigned the task of traveling on the route given on its own in an area the size of a caMPUs and sending the images it obtained to the center. GPS positioning systems used in open area navigation systems increase in price as the margin of error decreases and creates a burden on the total system cost almost more than the entire cost of the robot. In this study, a low-cost GPS system was used in open field navigation by correcting the margins of error with the help of auxiliary distance, encoder and acceleration sensors. In the trials, it was observed that the robot followed the path given on the route determined in a way that would not harm itself and its surroundings and transferred the images it took with the camera on it to the central unit.

Keywords: GPS Alignment Algorithm, GPS position Detection, Remote Control, Guard Safety Robot, IMU sensors, Safety Robot Design.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmamda tecrübe ve bilgilerini paylaşan ve her konuda yardımcı olan danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Ebubekir YAŞAR 'a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Ayrıca çalışmalarım boyunca desteğini ve yardımlarını esirgemeyen Tokat Vali Yardımcısı Osman SARI, Doç. Dr. Samed İNYURT, Dr. Kürşad KILINÇ, Faik ÇALIŞKAN, Rahime NALÇA, Enes BAYSAL son olarak hayatımın her aşamasında sevgi ve desteğini hep hissettiren aileme, hayat arkadaşım, programcı ve bilgisayar öğretmeni Nurgül ile her zaman gurur duyduğum, çalışmalarım da beni motive eden çocuklarım Zeynep Nil ve Muhammed Asaf AKCA'ya teşekkür ederim.

Şahabettin AKCA
12 Aralık 2022

İÇİNDEKİLER

Başlık	Sayfa
ÖNSÖZ	3
İÇİNDEKİLER	4
ŞEKİLLER TABLOSU	6
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	9
1. GİRİŞ	10
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1 Nesnelerin İnternetinin Kullanım Alanları	20
3.2 Nesnelerin İnternetinin Avantajları	21
3.3 Robot Nedir?.....	23
3.3.1 Yapay zekâ ve çeşitleri	24
3.3.2 Robotların çalışma prensibi.....	25
3.3.3 Robot yapımı	26
3.3.4 Robot çeşitleri	27
3.3.5 Robotlar insanların yaptığı tüm işleri yapabilir mi?	27
3.4 Robotik Nedir?	28
3.4.1 Robotik hangi mühendislik dallarıyla bağlantılıdır?	28
3.4.2 Robotların sınıflandırılması	28
3.4.3 Günümüzde robot kullanımı	29
3.4.4 Robotların programlanması	30
3.5 Otonom Mobil Robot Nedir?	30
3.5.1 Otonom mobil robotların avantajları	30
3.5.2 Neden otonom mobil robot tercih edilmeli?	31
3.6 Kullanılan Malzemeler	32
3.6.1 GPS modülü	32
3.6.2 Mikrodenetleyiciler	38
3.6.3 OLED ekran	43
3.6.4 Mini gsm/gprs modülü	44
3.6.5 ESP Wi-Fi haberleşme modülü	46
3.6.6 Breadboard	46
3.6.7 Bakır delikli prototip kart	46
3.6.8 Jumper wire (kablo)	47
3.6.9 IMU sensör	47
3.6.10 Pusula (Manyometre)	49
3.6.11 Bluetooth HC-05	50
3.6.12 Dokunmatik sensör	51

3.6.13	Lityum pil ve şarj aleti	51
3.6.14	Güneş paneli.....	53
3.6.15	Akü.....	53
3.6.16	Potansiyometre	54
3.6.17	Ultrasonik sensör	54
3.7	Kullanılan Yazılım Araçları ve Yöntemler.....	55
3.7.1	Yazılım editörü	55
3.7.2	GPS verilerinin doğrulanması.....	55
3.7.3	GPS konumlar arası mesafe tespiti.....	57
3.7.4	Robot bağlantı şeması	60
3.7.5	Algoritma ve akış şeması.....	63
4.	BULGULAR ve TARTIŞMA.....	69
4.1	Özet.....	69
4.2	Bulgular.....	70
4.3	Tartışma	79
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	82
5.1	Sonuç	82
5.2	Öneriler	82
6.	KAYNAKLAR	84

ŞEKİLLER TABLOSU

Şekil 1. RAMSEE güvenlik robotu	16
Şekil 2. Robot bileşenleri	18
Şekil 3. EEPROM'lu ublox neo-7m GPS modülü	32
Şekil 4. GPS nasıl çalışır?	33
Şekil 5. Neo-6m GPS çip.....	33
Şekil 6. Led indicator	34
Şekil 7. LDO regülatör.....	35
Şekil 8. Battery, eeprom.....	35
Şekil 9. Anten	36
Şekil 10. U.fl connector.....	36
Şekil 11.Cps bağlantı şeması	37
Şekil 12. Arduino due 3.3v klon	38
Şekil 13. Mikro denetleyici iç yapısı	39
Şekil 14. Arduino uno iç yapısı	41
Şekil 15. I2C OLED ekran- ssd1306.....	43
Şekil 16. SIM800L mini gsm/gprs modülü	44
Şekil 17. ESP-12E esp8266 Wi-Fi modül	46
Şekil 18. Breadboard	46
Şekil 19. Delikli kart	47
Şekil 20. Jumper erkek-erkek, erkek-dişi, dişi-dişi kablo -200 mm	47
Şekil 21. ADXL335 üç eksenli ivme ölçer	49
Şekil 22. Pusula sensörü	50
Şekil 23. HC-05 bluetooth modülü.....	50
Şekil 24. Dokunmatik buton sensörü.....	51
Şekil 25. 14.8 V 4S Li-Po pil-batarya	51
Şekil 26. MPPT güneş paneli şarj cihazı modülü(solda), şehir şebeke gerilimi ile şarj etme modülü(sağda).....	52
Şekil 27. Güneş paneli- solar panel	53
Şekil 28 - Akü 12 v	53
Şekil 29. Potansiyometre (Grafik kaynak: elektrikinfo.com).....	54

Şekil 30. Ultrasonik sensör	54
Şekil 31. Mesafe tespiti	57
Şekil 32. Haversine formülü ve parametreleri.....	58
Şekil 33 Vincenty yaklaşım prensibi	59
Şekil 34. Geocentric distance yöntemi.....	60
Şekil 35. Robot iskeleti.....	61
Şekil 36. Arduino ile sensör, motor ve akü bağlantıları	62
Şekil 37. Arduino ile motor sürücü ve motor bağlantıları.....	62
Şekil 38. Arduino ile motor encoder bağlantısı	63
Şekil 39. Yazılım akış şeması	67
Şekil 40. İlerleme alt programı	68
Şekil 41. Yoldan sapma tespit akış şeması.....	68
Şekil 42- GPS cihazları arası fark çizim grafiği.....	71
Şekil 43. GPS verileri grafik gösterimi.....	74
Şekil 44. Google maps verileri grafik gösterimi.....	74
Şekil 45. Google maps üzerinden ölçülen mesafe.....	74
Şekil 46. Robot üzerinde hesaplanan mesafe.....	75
Şekil 47. MPU 6050 davranışları	76
Şekil 48. Örnek pusula koordinatı	78
Şekil 49. Robota verilen koordinatlar üzerinden gezinme başarımı.....	80

TABLÖLAR

<i>Tablo 1 - Ucuz ve pahalı GPS cihazları ile konum ölçümü.....</i>	<i>70</i>
<i>Tablo 2 - Farklı GPS cihazları konum karakteristiği.....</i>	<i>71</i>
<i>Tablo 4 - 3 Metre ara ile alınan konumlar</i>	<i>72</i>
<i>Tablo 5 - 3 Metre ile alınan konum doğruluğu.....</i>	<i>72</i>
<i>Tablo 6 - Araçla alınan GPS konumu ve google maps konum karşılaştırması</i>	<i>73</i>
<i>Tablo 7 - GPS sensörü ve google maps koordinat mukayesesi</i>	<i>74</i>
<i>Tablo 8 - IMU sensör MPU6050 davranış karakteristiği.....</i>	<i>76</i>
<i>Tablo 9 - Kalibrasyon için alınan min-max veriler</i>	<i>77</i>

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

h_0	Tespit edilebilir el mesafesi
I	Elektrik Akımı
l_0	İki IR LED arasındaki mesafe
Q	Transistör
P	Elektrik gücü
R	Direnç
TD	Zamanlama farkı
U	Elektrik gerilimi
V_s	Kaynak gerilimi
t	Şuanki zaman
t+1	Bir sonraki veri zamanı

Kısaltmalar

Açıklama	
AC	Alternative Current
M.D.	Mikro Denetleyici
DC	Direct Current
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory
GND	Ground
IDE	Integrated Development Environment
NO	Normally Open
LED	Light Emitting Diode
PCB	Printed Circuit Board
PIC	Peripheral Interface Controller
RF	Radio Frequency
SRAM	Static Random Access Memory
2B	İki Boyutlu
3B	Üç Boyutlu
IMU	Inertial Measurement Unit

1. GİRİŞ

Bilim tarihi göz önüne alındığında; icatlar genelde üşengeç veya tembel insanların bulduğu söylenir, bazende hayati bir ihtiyaçtan doğabilir. II. Dünya savaşı sırasında Alan Turing Alman enigma cihazının şifresini kırmak için ilk bilgisayarlardan sayılacak cihazı icat etmiştir. Savaşın kendi devleti lehine sonuçlanmasında katkıları olmuştur. Telgraf, telefonun icadı birçok iş kolunu işsiz bırakmış. Ampülün icadından önce akşamları yaşam sona ermekteydi. Ampül zaten vardı fakat ömrünün uzatılması ve alternatif akımın icadı sayesinde uzak mesafelere elektriğin iletilmesi sağlanmıştır. İnsanların yaşam alışkanlıkları değişmiştir. Hava karardıktan sonra da insanlar, hayatlarını gecenin geç saatlere kadar sürdürmektedir. Şu an gece yarısından sonra ulaşım ve güvenlik sorunu sebebiyle gece sosyal yaşam sonlanmaktadır. Otonom araçların geliştirilmesi ve mobil güvenlik robotları ile bu iki ihtiyaçta içinde bulunduğumuz yüzyıl sona ermeden yapılacağını hayal etmekteyiz.

Günlük hayatta ve Maslow ihtiyaç hiyerarşisine göre beslenme, barınma, güvenlik, bulunduğu yere kabul edilme, benimsenmek, potansiyelini harekete geçirmek gibi ihtiyaçlarımız bulunmaktadır. İktisat bilimi der ki: ihtiyaçlar sonsuz, kaynaklar kısıtlıdır. Bu iki çıkarım üzerinde güvenlik ve kısıtlı kaynaklar üzerine düşünecek olursak: Ortaya koyduğumuz mobil güvenlik robotu tasarımı ile sorunlara çözüm üretebiliyoruz.

Kısıtlı insan kaynağı yerine robotları tercih etmek, enerji kaynağı yerine yenilenebilir enerji olan güneş enerjisini koymak suretiyle güvenlik ihtiyacını karşılayabileceğiz.

Yüksek akım gerektiren enerji ihtiyacını Li-Po pilden, gündüzleri güneş enerjisi ile topladığımız gücünde Li-Po pilde saklayarak, karanlıkta da bu enerjiyi mobil güvenlik robotunda kullanacağız.

Çağımızda insan birçok açıdan enformasyona ihtiyaç duymakta bunları bilgi haline getirerek kullanmakta veya kullanamamaktadır. Bu işi kontrol sistemleri daha popüler adıyla robotlar aracılığıyla daha doğru ve hata payı düşük bir şekilde yapmaktayız.

İnsanın olduğu yerde hesap, ölçüm, analiz vb. hata paylarına ek olarak insanın acıkması, susaması, uyuması, psikolojik durumu, gelecek kaygısı, ekonomi vb. Maslow'un ihtiyaç hiyerarşisindeki birçok etmen göz önüne alındığında çeşitli insan hataları sayılabilir. Robotlar verilen görevleri daha iyi ve hatasız yapmak için tasarlanmaktadır.

Bu çalışma da mobil güvenlik robotu tasarlanırken bu faktörleri göz önüne aldık.

GPS (global positioning systems) konumla en az üç uydudan alınan konum ve zaman bilgileri ile hesaplama yaparak konumu tespit etmektedir. ABD (GNSS), Rusya (GLONASS), Çin (Compass), Hindistan (IRNSS), Avrupa ülkelerinin (Galileo) kendi geliştirmiş oldukları lokasyon tespit servisleri mevcuttur. En çok kullanılan GNSS uydularındır. Askeri cihazlar, araçlar, telefonlar, çocuk takip için kullanılan akıllı saatlerde vb. konum bilinmesi ihtiyaç olan her alanda kullanılmaktadır. 1960'lı yıllarda gizli bir mühendislik çalışması olarak başlayan GPS sistemleri 1973 yılında planlaması tamamlandı. GPS Sistemi 1994 yılında 24 adet uydu ile çalışacak şekilde son uyduda fırlatılarak devreye alındı.

Küresel konumlandırma sistemleri (GPS) kullanırken bazı konumlandırma hataları oluşabilmektedir. Hava koşulları, binaların sıklığı, faz farkları gibi çevresel etmenler sebep gösterilebilir. Pahalı GPS donanımları ve gsm + gprs verileri ile desteklenerek konumlandırma yapılabilen. Bu çalışmada alternatif olarak ucuz GPS modülü kullanarak oluşabilecek hataları, düzeltmek için ucuz donanımlar IMU sensör, jiroskop vs. ek olarak matematiksel modellerden yararlanarak hatayı en aza indirmeyi hedefledik.

Bekçi mobil robotta konumlama vb. donanımsal hatalara ek olarak, insani hataların telafisi mümkün olmayan zararlara sebebiyet verebilmektedir. "Beşer, şaşar." Deyimiyle yanılmak insana özgüdür, insan yanılabilir. Bu sebeple iyi kurgulanmış, güçlü donanım, sensörler ile donatılmış, kapsamlı bir yazılım ile çalışan bir mobil güvenlik robotu daha ekonomik, kullanışlı ve hatasız olabilecektir.

Tasarlanan mobil güvenlik robotu öncelikle kamu kurumları ve güvenlik için bekçi vb. insan kaynağı kullanan kurum ve kuruluşlara sunulması düşünülmektedir.

Bu çalışmada açık alanda kendi başına otonom gezebilen ve üzerindeki kamera ile ortamdaki görüntü alarak merkeze görüntü aktaran mobil bir robot tasarlanmıştır. Okul, kampüs, kışla, atölye veya bir fabrika gibi büyük açık alanlara sahip yerleşkelerde bekçilerin gez-gör-bildir görevini üstlenmek üzere bir gezgin robot yapılacaktır. Robotun üzerinde bulunan kamera yardımıyla kablosuz olarak anlık görüntü alınacak ve güvenlik merkezinde kaydedilecektir.

İstendiğinde güzergâh değiştirilip aciliyeti olan lokasyonlara yönlendirilebilecektir. Robotun seyrüseferi operatör tarafından belirlenecek ve robot enerji sarfıyatı hesap edilerek robotun otonom şekilde şarj istasyonuna dönmesi sağlanacaktır. Robot kendisine belirlenen yollardan hareketle sınırlandırılmış açık alan içerisinde hareket edebilecektir.

Arduino IDE stüdyosu ile c++ programlama dili ile yazılımı geliştireceğiz. Yazılım algoritması, akış şeması ve devre bağlantı şemasını materyal metot başlığı altında sunacağız.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Robotlar, canlıların işlev ve yaşam biçimlerini taklit eden; programlanabilir veya öğrenebilen yetenek ve zekâya sahip, gelişmiş ve çok disiplinli öğeler içeren makinalardır. Robot teknolojisi, çağımız gelişim süreci içinde gelişmekte olan birçok bilimsel ve teknolojik olgunun, “Robot” adını verdiğimiz teknolojik ürünler üzerinde bütünleşmesi ve uygulamasını içerir. (Erdem, 2010)

Robotik, robotların gelişimiyle ilgilenen bilim dalıdır. Robotlar, insanın yaptığı işi çok daha az sürede daha iyi verimlilikle tamamlamayı hedeflemektedir. Robotlar otomatik olabilir veya insanlardan bazı ilk talimatlara ihtiyaç duyabilir. (Sharma, 2019)

İnsan tarafından geliştirilen ilk otomatik makine (robot) düşünüldüğünde, 1250 yılı robotların yapımı için kabul edilen tarihtir. Özellikle, robotik ve Mekatronik konusunda El-Cezeri (1153-1233) yılları arasında yaptığı su saati ve makinelerde öncülük yaptığı bilinmektedir. (Ocak ve Efe, 2019)

1921 yılında ek oyun yazarı “Karel Capek”, robot kelimesini ilk kullanan kişi olmuştur. RUR (Robum’un Universal Robotları) adlı eseri ile tüm dünya ilk defa robot kelimesiyle tanışmıştır. Bu kelime, “zorunlu emek” anlamına gelen Çekçe bir kelimedenden türetilmiştir. (Ocak ve Efe, 2019)

Cheng ve arkadaşları 2013 yılında yaptıkları bir çalışmada Genişletilmiş Kalman Filtresi (EKF) kullanarak INS (Ataletsel Navigasyon Sistemi) hatasının büyümesini sınırlamak için bir adım algılama yöntemi uygulamışlardır. Bu sistemi test etmek için yapılan deneyler sonucunda yapılan çalışma kesintisiz açık / kapalı navigasyon sisteminin uygulanabilirliğini göstermiştir.

Kadir Korkmaz 2017’de Otonom araçlar için, GPS verisi üzerinden kalman filtre ile konum bilgisi üretilmesi çalışmasında araç konum verilerinin GPS bilgisi Kalman filtresi ile düzeltme işlemi yapmıştır. Otonom araçlar için rota takibi ve yol güvenliği için koordinatların doğru olması hayati önem taşımaktadır. MATLAB ortamında bu düzeltmeleri matris modelleri ile uygulamıştır. Biz arduino içerisinde C++ kodları ile yapmayı deneyeceğiz. Bu araştırma neticesinde, yapılan saha çalışmalarında %97’ye varan doğruluğu artırıcı etkisi görülmüştür.

Oltean tarafından 2019 da dört tekerlekli şasi ve robotik kola sahip bir mobil robot platformu teorik olarak geliştirilmiştir. Mobil robot haritalama, konum belirleme, otonom navigasyon, yol izleme, engel tespiti ve kaçınma için Raspberry Pi ve Arduino Uno olmak üzere iki ana bileşene ve engelleri algılamak için ultrasonik sensör; engellerin rengini veya şeklini belirlemek için Raspberry Pi kameraya sahiptir. Gelen verileri işleyerek gerekli yönlendirmeler yapılmıştır.

Sferlazza ve arkadaşları tarafından 2020 yılında örneklenmiş veri ölçümlerinin düzensiz doğasına özel dikkat gösterilerek, iç/ dış ortamlarda ataletsel navigasyon için yeni bir tahmin stratejisi önermişler ve ataletsel seyrüsefer modelini tanıttıktan sonra, üstel olarak yakınsak konum ve hız tahminleri sağlayan bir model geliştirmişlerdir.

Fang ve arkadaşları 2018 yılında İHA'lar üzerinde test ettikleri görsel atalet navigasyon sistemini kullanmışlardır. Çalışmalarında Çok Durumlu Kısıtlama Kalman Filtresini (MSCKF) kullanmışlardır. Bu yöntem alandan alınan 3 boyutlu harita noktalarını hesaplamak yerine ilk tahmin ediciye ardışık üç görüntü gönderir ve arasındaki farkları karşılaştırır.

Zhao ve arkadaşları tarafından açık alanlarda insansız araçlar için kullanılan polarize ışık pusulasının gürültü analizi yapılmıştır. Polarize ışık pusulalarında var olan gürültü nedeniyle başlık açısının düşük çıkış hassasiyetine sahip olduğu bulunmuş ve bu hassasiyetin artırılması, navigasyon'un daha verimli çalışabilmesi için yeni birçok ölçekli dönüştürme "denoising" yöntemi üzerinde çalışma yapılmıştır. Çalışmada yapılan deneyler sonucunda yeni geliştirilen çok ölçekli dönüştürme "denoising" yönteminin mevcut bulunan gürültü azaltma tekniklerinden daha başarılı olduğu ortaya konulmuştur.

2015 yılında Zheng ve arkadaşları tarafından otonom olarak çalışan bir mobil araç tasarlanmıştır. Örnek uygulamalarda kullanılmakta olan pahalı ve ıslak yol yüzeylerini, karanlık yüzeyleri, uzun mesafelerdeki nesnelere tanıyamama gibi bir dizi eksikliğe sahip lazer tabanlı tarayıcılar yerine ucuz olan web kameralar bu eksikleri tamamlayabilmek için sisteminin bir parçası olduğu navigasyon yapısı geliştirilmiştir. Stereo kameralar kullanan iç mekân navigasyonu için bir çevrimiçi öğrenme sinir ağı kullanarak denemeler yapılmıştır. Aynı sistem sonraki çalışmalarda dış ortam navigasyonu için kullanılacağı belirtilmiştir.

Jilek tarafından 2015 yılında mobil 5 serbestlik derecesine sahip bir robotun gezinmesi amacıyla RTK (Gerçek Zamanlı Kinematik) ve GNSS (Küresel Gezinme Uydu Sistemi) konumlandırma sisteminin hassasiyet miktarı ile ilgili deneyler yapılmıştır. Çalışma Orpheus-x3 mobil robotuna BD982 alıcı modülü entegre edilmiştir. Deneyler neticesinde RTK GNSS konumlandırılmasının öngörülen hata payı 1 cm'nin altında olduğu bulunmuştur. Deneyler sonucunda dış ortamlarda uygulanan navigasyon, haritalama için RTK GNSS uygun olduğu tespit edilmiştir.

2017 yılında Kondrad ve arkadaşları tarafından yaptıkları çalışmada bir drone üzerinde konumlandırma sistemi (GNSS) zayıf bağlantı durumunda hassas konum tahmini için GNSS ve atalet sensörlerini birleştirmişlerdir. Robota bağlı GNSS tabanlı bir atalet navigasyon filtresi kullanılarak yapılan çalışmada hız ve yönelim durumları, RTK tabanlı bir filtreyle karşılaştırıldığında bile yüksek dinamik doğruluk sağladığı görülmüştür.

Simdikanin ve arkadaşları 2018 yılında yapmış oldukları çalışmada mevcut araç konumlandırma yöntemlerinin eksiklikleri için yol işaretleri, trafik ışıkları, ışık direkleri ve bu tür etiketlerin bulunduğu diğer yapılar üzerinde bulunan RFID etiketlerinden veri okuyan radarlarla donatılmış araçların konumlandırılmasına dayalı bir uydu olmayan navigasyon sistemi seçeneği önerilmektedir.

Martinez-Soltero ve arkadaşları tarafından 2018 yılında yapılmış bir çalışmada mobil bir robotun gezinmesinde optimizasyon tekniklerinden diferansiyel gelişim algoritması kullanılmıştır. Simülasyon sonuçları, önerilen yaklaşımın hedefe ulaştığını ve başarılı olduğunu göstermektedir.

2016 yılında Pütz ve arkadaşları engebeli arazide üzerinde 2D lazer sensör bulunan VolksBot XT isimli bir mobil robot ile navigasyon yapmanın zorluklarının üstesinden gelebilmek çalışmalar yapılmıştır. Schadler'in dur-kalk şemasına benzeyen bir haritalama methodu geliştirilmiştir. 360 derece lazer taraması yapılarak alınan veriler ile arazi sınıflandırması yapılmıştır. Deneyle sonucu sunulan sonuçlar, önerilen üçgen ağ modeli ile sürdürülebilirlik tahmini ve yol planlaması alanında gelecekteki çalışmalar için umut verici görünmektedir.

Amith ve arkadaşları tarafından önceden rotası belirlenmiş açık bir alanda bulunan yol üzerinde otonom hareket edebilen araçların için yeni bir navigasyon algoritması önerilmiştir. Önerilen algoritma ağırlık değerlendirmesi için NPWD (Normal olasılık ağırlık dağılımı) yöntemini, olası en iyi yolu hesaplamak için ise HSP (Sezgisel tabanlı en kısa yol bulma) algoritmasını uygular. Deneyle sonucunda algoritma kullanılabilir A*, NS*, Dijkstra gibi algoritmalarla karşılaştırılmıştır. Bu algoritmalarla kıyasla etkinliği kanıtlanmaya çalışılmıştır.

Robotlar farklı görevleri üstlenerek tasarruf sağlarlar. Bu alanlardan birisi de güvenlik alanıdır. Günümüz teknolojisi robotlar bir güvenlik görevlisinin yapabileceği her türlü beceriye sahip olabilmektedirler. Bu alanda tasarlanan robotlar kimlik doğrulama, giriş-çıkış denetimi, insan hareketlerini analiz etme, güvenlik güçlerine bilgi iletme, arama-kurtarma, devriye gezme, gözetleme ve silah kullanma (Winkler, 2019) gibi görevleri üstlenmişlerdir. İnsanların gıdaya ulaşılması olmayan koşullarda insanlar görev yapamayacaktır. İnsanlar günün belirli bir kısmını uyuyarak geçirir bu zaman aralığında görevlerini yapamazlar. Aynı zamanda insanlar hava şartlarına karşı hassastır, yapıları gereği hata yapabilirler, gözden kaçırabilirler, görevini kötü niyetli kullanabilirler. İnsanların uymak zorunda olduğu kısıtlamalar robotlar için geçerli değildir. Bu sebeple robotlar güvenlik alanında kullanılmaktadırlar. Mobil olarak tasarlanan bu robotlar enerji ihtiyaçlarını otonom bir şekilde sağlayabilirler, güneş paneli gibi yenilenebilir kaynaklar kullanabilirler. Dezavantajlarından birisi de bozulma ihtimallerinin olmasıdır, düzenli bakım görmeleri bu ihtimali oldukça düşürecektir. Günümüzde mobil güvenlik robotlarının maliyetleri diğer çözümlere göre oldukça yüksektir. ABD’de 2016 yılında Gamma 2 Robotics tarafından üretilen RAMSEE (şekil 1.2.-1) robotunun maliyeti (anonim, 2018) ortalama bir güvenlik görevlisinin aylık maaşının 15 katından daha fazladır. Dolayısı ile mobil güvenlik robotlarının yaygınlaşma hızı oldukça düşüktür. Bu eksikliğin giderilmesi amacı ile maliyeti düşük belirli görevleri üstlenebilen ve boyutlandırılabilen bir proje yapmayı amaçlanacaktır.



Şekil 1. RAMSEE güvenlik robotu

Bu proje ile mobil güvenlik robotlarının yaygınlaşma hızı artırabilecek bir çözüm oluşturulacaktır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Türkiye’de yapılan çalışmalarda gerek kapalı gerekse açık alan gezinme konulu uygulamaların az olduğu literatür taramalarında görülmektedir. Tasarım süreci içinde duyulması gereken kaygılardan birisi de ürünün pazarlanabilir olmasıdır. Piyasada bulunan güvenlik robotlarının boyutları büyük, çok fonksiyonlu ve pahalı cihazlardır. Bu robotların pahalı olması kullanıcılarını başka çözümlere yönlendirmiştir. İnsan kaynaklı sebeplerden oluşan açığı mobil güvenlik robotları ile kapatmak mümkündür ancak yaygınlaşma hızının az olması ise geliştirme hızının düşmesi ile sonuçlanmış, bu alanda ilgi azalmıştır. Maliyet verimlilik ilişkisi içinde ürünleri tasarlamak başarı oranını artıracaktır. Bu sayede ürünlerin yaygınlaşma hızı artabilir. Robotik alanında gelişmelerin önünün açılmasına katkıda bulunabileceklerdir. Bunlar göz önünde bulundurularak maliyeti düşük verimlilik oranı yüksek bir mobil güvenlik robotu tasarlanacaktır. Diğer uygulamalarda bulunmayan maliyet avantajı ve ölçeklendirilebilirliği ile daha ulaşılabilir olacaktır. Robotik biliminin gelişmesine fayda sağlayabilecek bir ürün ortaya çıkacaktır.

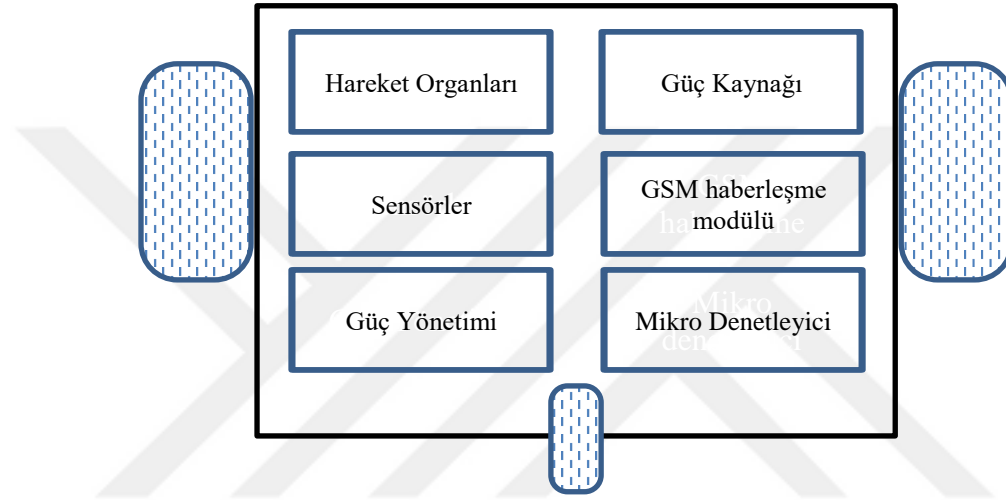
Geliştirilecek robot aslında özellikle gece bekçilerinin saat veya alarm kurma işlevini devralarak belirlenen güzergâhta otonom olarak durmadan gezinecektir.

İnsanlar doğası gereği hata yapmaya yatkındır. Günlük yaşamımızı idame ettirebilmek için belirli davranışlar gösterir(dalgınlık, yanlış görme, hatırlayamama) ve ihtiyaç(uyumak, acıkmak, yorulmak vb.) hisseder. Ancak robotlar için bu durum geçerli değildir, robotlar bu davranışları göstermeden belirli bir amaç doğrultusunda programlanabilip tam zamanlı çalışabilirler.

Bu farklar göz önünde bulundurulduğunda bu görevlerin bir kısmını robotlara vermek güvenlikte yaşanabilecek zaafı en aza indirmekte, bu konuda görevli personelin iş yükünü hafifletmekte, kurumuna zaman, maliyet kazancı sağlamakta, insanların erişiminde zorluk olan bölgelerde ulaşabilmekte, insanların bulunmasının tehlikeli olduğu alanlarda çalışabilmektedir. Bu sayede yaralanma ve ölümlerin önüne geçebilir.

Kötü niyetli insanları kendisinden uzak tutabilir. Teknolojinin ilerlemesi ile bu robotların yapısı, hareket planlamaları ve kabiliyetleri iyileştirilecektir. Geliştirilmeye açık olan yapısı sayesinde faydalı yük taşımak için özelleştirebilir.

Projeyi oluşturan fiziksel bileşenler blok şemada verilmiştir. Projede ana yapıyı robot şasesi oluşturacak ve diğer bileşenler bu şase üzerinde yer alacaklardır.



Şekil 2. Robot bileşenleri

Mobil güvenlik robotunun tasarımı: mikro denetleyici, haberleşme modülü, şasi, tekerler, sensörler, pil ve elektrik motorlarından oluşmaktadır. Mobil güvenlik robotunun gövde yapısını oluşturacak olan bileşen seçimi alüminyum kompozit malzeme veya pleksiglass gibi kolay işlenebilir olmasının yanında yüksek mukavemeti ve suya dayanımı ile açık alanda kullanmak için güzel bir seçim olacaktır.

Robotun güç kaynağı tercihi Lityum polimer pil kullanılacaktır. Robotun kontrol ünitesi ise yüksek frekanslı bir mikro denetleyici olacaktır. Pil ünitesi ile kontrol birimi arasındaki bağlantı DC çevirici ile sağlanacaktır. Robotun yol bulması için GPS ve ataletsel verilerden yararlanılacaktır.

Bu çalışmada robotun hareketi için 2 adet 12 V DC motor kullanılacak ve iki adet tekerlek bu motorlara bağlanacaktır. Motordan gelen güç torna sisteminde vidanın içerisine yatay ve dikey özel yaptırılan bir sistem ile motor gücünü tekerlere aktaracaktır. Motorun hareketini sayan bir encoder devresi de arduino kesme sistemine bilgi vermektedir.

Önde robotun dengesi için bir adet sarhoş tekerlek ve bu motorları kontrol edebilmek için bir adet L298N motor sürücü devresi kullanılacaktır.

(IoT) Nesnelerin İnterneti

Yeni yüz yılın en önemli satır başlarından birisi IoT. Sıklıkla adını duyuyoruz, IoT'u kısaca açıklayacak olursak: "Internet of Things" dilimizdeki eş değeri nesnelerin interneti, günlük hayatta kullanılan nesnelerin internet aracılığıyla öteki nesnelere veri transferini yapabilmesini ve nesnelerin birbiriyle tam olarak eş zamanlı halde çalışmalarını sağlayan bir yeniliktir. Bu teknoloji platform üzerinden verileri almayı, iletmeyi ve üzerinde çalışmayı sağlayan web tabanlı akıllı cihazlardan kurulmaktadır. Nesnelerin interneti cihazları, toplanan verileri bir ağ üzerinden aktarır, verilerin analiz edilebileceği bir bulut sistemine veya farklı bir uç cihaza bağlayarak paylaşır. Nesnelerin interneti cihazları birçoğunu işlerini robotik müdahale ile öteki aygıtlarla iletişim kurar. Cihazlar arasında transfer edilen veriler çerçevesinde gerçekleştirir.

Nesnelerin interneti, hayatımızı idame ettirirken aktivitelerimizi kolaylaştıran etki alanlarına ek olarak kurum ve kuruluşlar, üretime yönelik ve endüstri ihtiyaçları için işletmelere çeşitli faydalar yaratan uygulamalar sıklıkla kullanılıyor. Kullanım alanı ve sektöre sağladığı faydalar çeşitlilik gösterse de nesnelerin interneti teknolojisini kurgulayan dört temel başlığı bulunmaktadır.

Nesnelerin interneti bileşenleri kısaca şu şekilde özetlenebilir:

Nesne: Nesne bileşeni karar verilebilmesi için internete ve ağa bağlı olan aygıtları tanımlar. Bu nesnelere, yerel veya internete bağlı bir sunucu ile iletişimin kurabilen dahili sistemler barındırır. Bu nesnelerin en önemli teknolojik özellikleri, insan duyu organı yerine sensörler kullanması ve bunlar aracılığıyla algıladığı verileri bilgisayar anlayabildiği hale dönüştürüp iletmesidir. Sensörlerden alınan verileri, buluttaki özel programlanmış bir cihaza gönderilmesini sağlayan kontrolcülerdir. İletilen bilgiler ışığında bir sistem veya mekanizmanın kontrol edilmesini sağlayan tetikleyicilerdir.

Örneğin çöp kutusu dolduğunda merkezi sunuculara, ben doldum bilgisi göndererek, temizlik ekiplerinin çalışmasını tetikleyecektir.

Veri: Temelde nesnelere interneti açısından veri bileşeni yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olarak ikiye ayrılan verileri ifade eden bileşendir. Yapılandırılmış veriler bilgisayar aracılığıyla hızlıca sınıflandırılan, filtrelenebilen ve analiz edilen anlamlı veri olarak görülür. Ham veri olarak da adlandırılan yapılandırılmamış veri ise veri tabanlarında belirtilen klasik biçimlere sokulmamış verilerdir. Veri yönetiminin başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için verinin taşınması, depolanması gibi süreçlerin etkinliği önemlidir.

İnsan: Çok adet veri tek başına pek bir anlam ifade etmeyebilir. Uygun aksiyonların alınarak etkin eylemlerin yapılması için verilerin insanlar tarafından anlaşılabilir kullanılabilir bilgilere çevrilmesi lazımdır. Bunun için ise M2M (Makineden Makineye), M2P (Makinadan İnsana) veya P2P (İnsandan insana) etkileşimlerinin yapılması gerekir. Asıl olan yalnızca M2M bağlantısı nesnelere interneti teknolojisini oluşturuyor gibi algılansa da M2P ve P2P etkileşimleri de nesnelere interneti teknolojisini en yüksek değerli etkileşim sürecinin oluşturulmasını sağlar. İnsan odaklı etkinlikleri tetikleme de kıymetli bir kazanımdır.

Süreç: Süreç bileşeni, diğer nesnelere interneti bileşenlerinin uyumlu çalışmasını ifade eder. İnsan, nesne ve veri arasındaki etkileşimi kolaylaştıran süreçler bilginin doğru zamanda, uygun bir şekilde doğru kişiye ulaştırılmasını sağlar.

3.1 Nesnelere İnternetinin Kullanım Alanları

Nesnelere interneti teknolojisi kurumsal, üretim, endüstriyel pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde nesnelere interneti uygulamalarının kullanıldığı alanlardan belli başlıları şu şekildedir:

- Yapı işleri uygulamaları
- Nakliye uygulamaları
- Akıllı kent uygulamaları
- Üretim uygulamaları
- Bilgi teknolojileri sektörü uygulamaları
- Tıbbi ve sağlık uygulamaları
- İşletme uygulamaları
- Çocuk güvenliği
- Eğitim uygulamaları

IoT ile günlük yaşamdan örnekler ile neler yapabiliriz:

1. Bir perde hava karardığını kendisi anlayıp, ışıkları açıp perdeleri kapatabilir.
2. Çöp kutusu dolduğu zaman içerisindeki çöpü sıkıştırıp, suyunu atık su kanalına, katı kısmını poşetleyip kenara ayırıp, çöp toplama görevlilerine çöpün dolduğunu gelip alabilecekleri bilgisini verebilir.
3. Fırın, Kahve ve Çay makinası uzaktan açılabilir, eve gelindiğinde pişirilmesi istenen ürün hazır olmuş olur.
4. Evin oksijen kalitesi düştüğünde camın etrafında kimse yoksa, camı açıp ortamı havalandırır oksijen kalitesi arttığında veya evin ısısı 2-3 dereceden fazla düştüğünde tekrar kapatabilir.
5. Bir gözlem kulesi tasarladığımızda kameralardan aldığı veriler ile bir yangın durumunda oluşabilecek: Duman, alev, sis vb. durumlarını yapay zekâ (görüntü işleme) değerlendirip yangın olduğuna karar verirse merkezdeki, itfaiye merkezinde hazır bulunan kişilere bilgi verebilir.

3.2 Nesnelerin İnternetinin Avantajları

Azalan iş yükü ve artan verimlilik

Bu yeni teknoloji sayesinde; gündelik rutin işler, endüstriyel faaliyetler, çok zor veya kolay sıradan iş fark etmeksizin otomatik olarak yapmaktadır.

İnsan kaynağı daha önemli kişisel beceri gerektiren, karmaşık işler için kullanılıyor. Personelin iş yükü ve iş süreçlerinin maliyetleri azaltmaktadır.

Etkin operasyon yönetimi

Operasyonel işlemlerde nesnelerin birbirine bağlanması ile otomatik kontrol yapılabilmektedir. Bu sayede, iş süreçlerinde çeşitli kolaylıklar sağlanmaktadır. Lojistik, nakliye, yedek malzeme yönetimi, stok takibi, envanter tutma vb iş ve faaliyetler yapılmaktadır.

Kaynakların ve varlıkların daha iyi kullanımı

IoT Kısıtlı kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayabilir. Enerji tüketimi, şirket varlıkları sürekli izleme ve otomatik haberleşme ile mümkün olur. İnsan kaynağı tasarrufuna ek olarak.

Örneğin: 100 tane çöp kutusunu boşaltması ve atık depolama alanına taşınması gereken bir çöp kamyonunu verimli kullanmayı planlayalım. Çöp kutularında ağırlık ve/veya hacim ölçen sensörler taktığımızda ve her kutuya bir numara verdiğimizizi düşünelim. Çöp kutusu üzerindeki sensörlerden aldığı verileri periyodik olarak merkezi bir bulut sistemine aktarılır. Kontrol merkezinde, sürekli izlenebilecek bir yazılım ile tüm çöp kutularının doluluk oranları kontrol edilir. Tamamen dolduğunda insanlarca teşekkül eden çöp ve temizlik birimine görev olarak iletilir. Yöneylem araştırması teknikleri ile yol rotasına göre bir plan oluşturacak temizlik için hem insan hem araç gereç, hem yakıt tasarrufu sağlanır. Hafta içi / hafta sonu, yaz / kış nüfus farklı olabilir, kirletme oranları da değişiklik olmaktadır. Çöp dolmayan yerlere çöp toplama ekibi hiç girmeyecek, sık sık dolan yerlere de daha yüksek frekans ile gidilerek kaynaklar ekonomik şekilde kullanılır.

Kapsamlı pazarlama ve iş geliştirme

Nesnelerin interneti ile önceden hayal bile edemeyeceğimiz büyük boyutlu verilere ulaşabileceğiz. Reklam için çok özel kitleler belirlenebilir, küçük bir odak grup üzerinde çalışarak yeni iş stratejisi geliştirilebilir. Fiyatlandırma, ürün tutundurma, pazarlama faaliyetleri yürütülebilir.

Örneğin: bir ayakkabıya takılacak adam sayar, akıllı saat ile yürüyüş güzergahı, sıklığı, kalp ritmi vb. kişisel bilgilere ulaşıp işlenebilir. Mesai içinde personel takibi, oturma, ayakta durma süresi, görev alanında kalması, mesai takibi vb. yönetim işlevleri için fayda sağlayacaktır.

İyileştirilmiş müşteri hizmetleri

Nesnelerin interneti aracılığıyla müşterilerin bireysel bilgileri ışığında, onları daha iyi tanıyan ve anlayan işletmeler, özel müşteri deneyimi sunan kurumlar oluşturulabilir.

Örneğin: Kullanıcı mağaza profilleri oluşturulduğunu varsayalım; akıllı saat ile mağaza girişinde bu bilgiler mağaza ekranına iletilir ve müşterinin mağaza içi konforuna yardımcı olabilmesi sağlanmış olur. Müşteri tercihinine göre etrafında hep bir satış danışmanı bulunsun, istediği ürünün renk, beden alternatifleri hemen bulunsun, fiyat, ürün hammaddesi bilgilerini öğrenmek isteyebilir. Diğer müşteri profili ise rahatsız edilmek istemez, ürünlere bakmak kendisi incelemek, araştırmak ve denemek isteyebilir. Bu müşteri profili için daha önce ziyaret etmesi gerekmeden de yapay zekâ ile bir profil çıkarılabilir. Satış tamamlanmadıysa ürün kampanya veya indirim bilgileri iletilir. Eğer satış tamamlandıysa hizmet sunumu için veya ek ürün satmak için müşteriyle irtibat kurulabilir.

3.3 Robot Nedir?

Robot kelimesi literatür de ilk defa 1920 yılında bir romanda karşımıza çıkmaktadır. Karel Čapek yazdığı R.U.R. – Rossum’s Universal Robots çalışmasında bahsetmiş ve sonrasında herkesçe söylenmeye başlanmıştır.

Robot sözcüğü, (Çekçede robota), ‘zoraki iş ‘ anlamına gelir. Robotların çoğunun yaptığı budur. Uzun süre çalışarak tekrarlanan görevlerini yerine getirirler. Bu işler sıkıcı, yoğun güç gerektiren veya çok hassas yapılan işler olabilir.

Bazı deneysel robotlar, insanların hareketlerini ne derece taklit edebildiklerini görmek için bilim adamları tarafından kullanılır.

Yapay zekâ yaşamımızın içerisinde epeyce yerde karşımıza çıkmaktadır. İnsanlık gün içinde farkında olmasa bile çok defa bu teknolojiden yararlanıyoruz. Günümüzde birçok robot da yapay zekâ kullanılır, kullanmak zorundadır.

3.3.1 Yapay zekâ ve çeşitleri

“Yapay zekâ, bilgisayarları zeki yapan fikir ve düşünceler üzerinde yapılan araştırmalar bütünüdür” (Winston, 1984).

Yapay zekâyı iyi bir şekilde tasarlamalıyız. Robotlar, insanlar gibi ilk defa bir sorunla karşılaşınca çözüm üretemeyip, aksiyon alamayabilir. Tüm ihtimalleri, istisna durumları planlamalı ve yapay zekâyı ona göre eğitmeliyiz. Yapay zekâ farklı kollara ayrılır. Öğrendiği şeyi yapan iyi uzman sistemler olabileceği gibi derin öğrenme gibi yeni şeyleri öğrenip bilgi dağarcığına uygun bir çözüm sunabilir.

Yapay zekâ çeşitleri şunlardır:

- Uzman sistemler
- Yapay sinir ağları
- Genetik algoritmalar
- Bulanık önermeler mantığı
- Makine öğrenmesi
- Doğal dil işleme
- Robot teknolojisi ve bilgisayarlı görme

Zeki benzetim ortamları: Her zaman ve her de uygulanabilen sistemler olup, gerek maliyetlerin yüksekliği veya uygun ortamların olmayışı, gerekse teknolojik ve politik kısıtlardan dolayı yerine getirilemeyen gerçek eğitim, öğretim ve tatbikatların benzetim yolu ile yerine getirilmesini sağlarlar (E. Öztemel, 2017).

Robotlar, otonom ya da önceden tasarlanmış görevleri yerine getirebilen elektronik-mekanik bir makinedir. Robotların işlevleri insan yakın davranış göstermesi ile ölçülmektedir. Robotlar mümkün olduğu kadar esnek olmalıdır. Güncel tanımı ile robotlar, elektronik ve mekanik birimlerden oluşan, algılama yeteneğine sahip olan ve

programlanabilen cihazlardır. Başka bir tanımla robotlar, canlıların işlevlerini ve davranışlarını taklit edebilen, fiziksel yeteneklere ve yapay zekâyâ sahip, disiplinler arası öğeler içeren mühendislik ürünleridir.

3.3.2 Robotların çalışma prensibi

Robotlar bir algoritma çerçevesinde programlanan, sensörleri aracılığıyla algılama yapabilen motor, rulman, mil vb. mekanik donanımlar ile kontrol edilebilen içerisindeki bilgisayar programı sayesinde insana özgü hareketleri icra eden makinelerdir.

Teknoloji ilerledikçe robot tanımı da farklı bir yöne doğru evrim geçirdi. 1979 yılında ise yeniden programlanabilen, hareket eden ve iş yapan çok işlevli makinelerdir.

Daha sonraki yıllara ait iki tanım ise şu şekildedir,

Robot elektromanyetik elemanı bulunan, hidrolik, sensör içeren, kuvveti ölçebilen, en az bir kol ve vantuz ihtiva eden, bir merkezi işlem birimi organına sahip mekanik kontrollü aygıtlardır.

Bilgisayar bilimci ve robotist Maja Mataric'in tanımıyla: Bulunduğu alandan edindiği enformasyonu, analiz edip işe yarar bir çıkarımda bulunan, ürettiği bilgiler ile güvenli bir şekilde hareket eden makinelerdir.

Görüldüğü üzere kronolojik olarak geliştiği süreçten günümüze doğru insani özellikleri artmaktadır.

3.3.3 Robot yapımı

Tanımı her geçen gün genişleyen robotlar, farklı alanlarda kullanılmak amacı ile sürekli geliştirilerek üretilmektedir. Gelişim sürecine göre değişen 4 tanımın tamamı bir noktada birleşmektedir. Bir mekanizmadan robot adı altında bahsedebilmek için, onun 4 temel kısmı içermesi gerekmektedir.

Bu 4 temel kısım,

- Sensörler
- Program
- Mekanik düzenek
- Elektronik devreler
- Şeklindedir.

Sensörler, robotun verileri algılayabilmesi için kullanılmaktadır. Elektronik devreler, verilerin toplanmasını ve kontrolünü sağlarken, program sensör verilerini kullanmakta ve bu veriler doğrultusunda robotun mantıksal ve matematiksel işlemlerle karar vermesini sağlamaktadır. Mekanik düzenek ise program sayesinde verilen kararın gerektirdiği hareketlerin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır.

Bir kişinin robot yapabilmesi için öncelikle robotlar hakkında yazılım, mekanik ve elektronik bilgisine sahip olması gerekmektedir. Robotik ile yeni ilgilenmeye başlayan kişilerin ilk tercihi, engel algılayan robot, çizgi izleyen robot ya da ışığı algılayan robot gibi daha kolay robot uygulamalarını denemeyi tercih etmelidir.

Robotlar nasıl yapılır sorusunun cevabı kişinin mekanik, yazılım ve elektronik bilgisinin tamamına hâkim olması gerektiğidir. Bu nedenle robot yapımı genellikle bu alanların en az biri hakkında bilgisi olan kişilerden oluşturulan ekipler tarafından gerçekleştirilmektedir.

3.3.4 Robot çeşitleri

Robotların tüm çeşitlerini sıralamak mümkün değildir. Her geçen gün bir yenisi üretilen robotlar gittikçe gelişmekte ve insan yeteneğine yakın hale gelmektedir. Ancak en bilinen robot çeşitleri sıralanabilmektedir.

Bunlar,

- Arduino Robot Projeleri
- Diskbot Robot Modelleri
- Çizgi İzleyen Robotlar
- Mini Sumo Robotlar
- Engel Algılayan Robotlar
- Sese Yönelen Robotlar
- İnsan Algılayan Robotlar
- Paletli Robotlar
- Alev Söndüren Robotlar
- Özel Robot Projeleri
- Şeklinde gruplandırılabilir.

3.3.5 Robotlar insanların yaptığı tüm işleri yapabilir mi?

Yapay zekâ ve robotlar son dönemde en büyük teknolojik gelişmeler arasında yer almaktadır. İnsanların faydası amacı ile üretilen bu teknolojiler, bir yandan hayatı kolaylaştırırken, zamanla insanların mesleklerini elinden alması konusunda endişe yaratmaktadır. Gelişen teknoloji dolayısıyla ile 2025 yılında bazı meslekleri artık insanların değil yapay zekâ ve robotların yapacağı öngörüler arasında yer almaktadır.

Bu öngörülere konu olan meslekler arasında taksi şoförlüğü, doktorluk, fabrika işçiliği, barmenlik ve gazetecilik yer almaktadır. Uber ve Google sürücüsüz taksi uygulaması üzerinde çalışmalara başlamıştır. Bu uygulama ilk olarak İngiltere’de denenecektir. Sağlık alanında, IBM üretim olan Watson adlı bilgisayar pek çok kanser türünde hasta için en uygun tedaviyi belirleme yetisine sahiptir.

Massachusetts Institute of Technology tarafından üretilen Shakr Makr içki hazırlarken, Çin'de sadece robotların çalıştığı Dongguan adlı bir fabrika bulunmaktadır. Gazetecilik mesleğinde ise yakın bir zamanda tüm haberlerin yapay zekâlar tarafından yazılacağı iddia edilmektedir.

3.4 Robotik Nedir?

Robot kelimesinden türetilen **robotik** ise robotların tasarım aşamasından üretim ve kullanımına kadar robotla ilgili tüm süreçle ilgilenen ve birçok mühendislik dalının verilerinden yararlanan bir bilim olarak tanımlanıyor.

3.4.1 Robotik hangi mühendislik dallarıyla bağlantılıdır?

Bir robotun tasarım aşamasından itibaren etkin olarak mühendislik dallarıyla iş birliği gerekir. Tasarım aşamasından itibaren bilgisayar, makine, elektrik-elektronik ve kontrol mühendisliği disiplinleri ortaklaşa çalışmalar yürütmektedir.

3.4.2 Robotların sınıflandırılması

Robotların sınıflandırılmasıyla farklı ölçütlere göre yapılıyor. Genel olarak teknik sınıflandırma denilebilecek Robot Eksenlerine ve Koordinat Sistemlerine Göre Sınıflandırmanın yanında son kullanıcı açısından önem arz eden diğer sınıflandırma yöntemidir.

Robotların;

- Yetenek derecesine,
- Kontrol şekline,
- Kullanılan teknoloji Seviyesine,
- Yapmak için programlandığı işe,
- Robotun kullandığı enerjinin kaynağına göre sınıflandırılmaları kullanıcı açısından anlam ifade ediyor.

Robotların sınıflandırılmasındaki diğer iki metot, üretim işinin teknik yönüyle ilgili olduğundan kullanıcının bazı özel durumlar dışında ilgi göstermesi gerekmiyor.

3.4.3 Günümüzde robot kullanımı

Robot kullanımı sektör bazında değişiklik gösterse de hızla tüm sektörlerdeki kullanımı artmaktadır. Robot kullanımının en düşük olduğu sektör %3 ile gıda sektörüyken otomotiv sektöründe robotların payı %30'a ulaşmaktadır. Otomotivi %25 ile elektrik-elektronik sektörünün takip etmesi robotun yaygınlaşmasında yüksek hassasiyet ve sıfır hata gerektiren işlerde robotlara duyulan ihtiyacın bu alandaki gelişmeye olan etkisini ortaya koymaktadır.

Robotlar; yüksek hassasiyet ve düşük hata gerektiren işlerin yanında tehlikeli ve insan sağlığı açısından zararlı işlerde de hızla insanın yerini almaya aday olmaktadır. Savunma sanayindeki son gelişmeler (dronelar, insansız hava araçları) bunun en güzel örneklerini oluşturmaktadır.

Robotların maliyetindeki düşüklük de bazı sektörlerde insanların yerini almalarında kolaylık sağlamaktadır. İnsan gücü ne kadar fazla olursa olsun çalışan bir insanın ücretinin, çalışanın günlük ihtiyaçlarını karşılayacak asgari düzeyin altına düşmemesi gerekmektedir. Buna sağlık giderleri gibi maliyetlerde eklenince ve robotların verimlilik konusundaki üstünlüğü de göz önüne alınınca tercih robotlardan yana olmaktadır.

Otomasyonun seyri dikkate alındığında yakın gelecekte birçok sektörde çalışacak insan sayısının sembolik düzeylere ineceği gerçeğiyle yüz yüze kalınıyor. Otomasyonla birlikte farklı iş alanları ortaya çıksa da robotun işinden ettiği insan sayısıyla mukayese edildiğinde özellikle otomasyonda başat rol oynayan ülkelerde işsizliğin boyutlarının artması kaçınılmaz görünüyor. G2018 verilerine göre her yüz işten 71'inde insan gücü kullanılırken 2025 yılında insan gücünün payının 48 seviyesine düşeceği öngörülüyor. Asıl korkutucu öngörü ise 2030 yılına kadar eğitilebilir robotlarla karşılaşılacağıdır.

3.4.4 Robotların programlanması

Robotun tanımı yukarıda yapılmış olsa da robot denilince akla hep insana benzeyen makineler geliyor. İnsanların işlerini yapmak üzere geliştirilseler de robotların insana benzemeleri hatta canlı varlıklardan herhangi birisine benzemeleri gerekmemektedir. Ancak, çoğu robot insan veya başka canlıların yeteneklerini taklit etmek üzere geliştirildiğinden kısmen de olsa benzerlikler bulunmaktadır.

Robotların verilen komutları algılaması, nesnelere görmesi ve komutun gerektirdiği işi yapması gerekiyor. Bu işlevleri robotik kodlama sayesinde gerçekleştirmektedir. Bu kapsamda farklı robotlar için geliştirilmiş farklı diller bulunmaktadır.

3.5 Otonom Mobil Robot Nedir?

Operasyonel verimliliği geliştirmek ve arttırmak, hassasiyeti sağlamak ve güvenliliği arttırmak için depolar ve lojistik şirketleri yenilikçi yollar aramaktadır. Bu yollardan biri de endüstride son zamanlarda adını çok kez duyduğumuz otonom mobil robotlardır. Otonom mobil robotlar, bulunduğu ortamı anlayabilen ve bağımsız olarak hareket edebilen bir robot türüdür.

AMR'ler kablolu güçten bağımsız olarak çevrelerini yorumlamak ve çevrede gezinmek üzere yol planlaması yapabilmesi için ileri düzey bir sensör seti, yapay zekâ, makine öğrenimi ve bilgi işlemi kullanır. AMR'ler ortamda gezinirken önlerine bir engel çıktığında yavaşlamak, durmak veya nesnenin etrafından dolaşmak için navigasyon tekniği kullanarak, görevine devam eder. AMR'lerin kullanıldığı yerde istasyonlar belli ama rota belli değildir. Önüne çıkan engelle göre rotasını kendi belirler. Önüne bir engel çıktığında durmasına gerek yoktur. Alternatif bir rota oluşturarak yani engelin etrafından dolanarak yoluna devam edebilir. Trafik oluşan yerde istasyonuna farklı bir rota belirleyerek gidebilir.

3.5.1 Otonom mobil robotların avantajları

- Rotasını kendi belirler.
- Prosese entegre edilmesi kolaydır.
- Alma ve bırakma noktalarında düşük maliyet gerektirir.

- AGV'ler kadar hassas ve kararlı olmasalar da bakım maliyeti düşüktür.
- AMR'ler alternatif rota oluşturdukları için yol üzerinde dönüşlerde isg riskleri oluşturabilirler.

3.5.2 Neden otonom mobil robot tercih edilmeli?

- İşletmenizde işçiler için zararlı ve tehlikeli olabilecek veya işçilerin yapabilmesi mümkün olmayan görevler için AMR'ler kullanılabilir.
- Daha fazla esnekliğe sahip olmak için Otonom Mobil Robotlar tercih edilmelidir. AMR'ler görevlerini bitirirken bir operatörün doğrudan denetimi olmadan çevrelerini dinamik olarak değerlendirirler ve böylece yanıt verirler. Gelişmiş haritalama teknolojisi ile ortamlarındaki değişikliği anlar ve bunlara uyum sağlarlar. Bu esneklik sayesinde sektörde değerli bir araç haline gelmektedirler.
- Gelişmiş verimlilik ve üretkenlik açısından AMR'ler avantaj sağlarlar. Daha az enerji sağlayan düşük güç tüketimi sağlayan AMR'ler ön plana çıkmaktadırlar.

3.6 Kullanılan Malzemeler

3.6.1 GPS modülü

GPS modülü en az üç uydudan aldığı veriler ile mevcut konumu hesaplayan bir çip ve antenden oluşur. Anlık konum bilgilerimizi alabilmek için bu öncelikle 6M ve sonrasında 7M modülü kullanacağız. Kablo bağlantı yapısı, kullandığı kütüphane ve sunduğu bilgiler açısından iki modül arasında bir fark bulunmamaktadır.



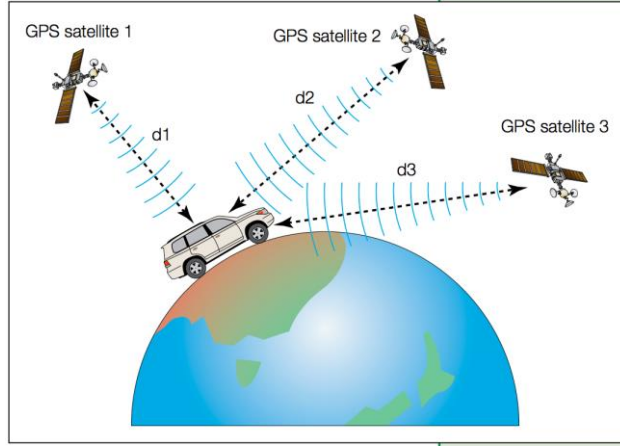
Şekil 3. EEPROM'lu ublox neo-7m GPS modülü

Projemizde, dünyanın herhangi bir yerindeki konumları belirleyebilen ve 22 uyduya kadar izleyebilen NEO-6M ve NEO-7M GPS modülü kullanılmıştır.

Güç gereksinimi azdır, fiyatı ucuz olmakla birlikte modül kullanımı basittir. 4 pin ihtiva eder RX, TX, GND, PWR ile verileri kolaylıkla alınabilecektir.

GPS Nasıl Çalışır?

GPS alıcıların çalışma prensibi 3 veya daha fazla uydu ile aramızdaki mesafeyi hesaplarlar. Uydular yer küremize kablosuz olarak, kendi konumlarını ve zaman verilerini gönderir.



Şekil 4. GPS nasıl çalışır?

Alıcı Şekil 3.5.1.3-1 de görüldüğü üzere sinyallerdeki gecikmeyi göz önüne alarak asgari üç uyduya göre ayrı ayrı mesafesini algılar. Bu bilgiler ışığında yer küredeki kendi konumunu Trilaterasyon işlemi ile hesaplanır.

Neo-6m GPS modülünün donanım genel bilgisi

Neo-6m GPS çipi

U-blox firmasının ürettiği çip, bir kibrit kutusunun yarısı büyüklüğü ve kalınlığına sahip olmasına rağmen çok fazla özelliği bulunmaktadır



Şekil 5. Neo-6m GPS çip

Çok düşük bir akım ile 50 kanalda en fazla 22 uyduyu izleyebilir. En fazla hassasiyete sahip, -161 dBm izlemeyi yalnızca 45mA akım çekerek yapmaktadır. Bu bilgiler çerçevesinde en hızlı ve doğru konum bulan modüllerdendir.

Yaklaşık 2,5 metre doğruluk oranı ve 12 milisaniyede yeni konum tazeleme oranı vardır.

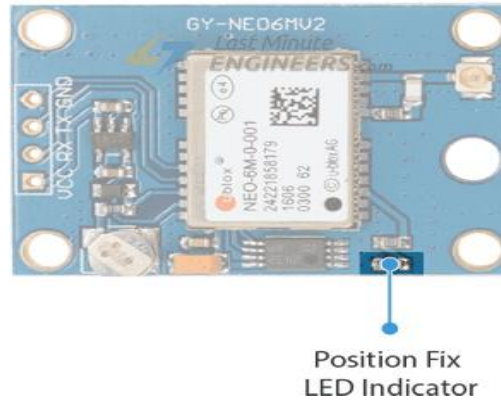
Çip içinde jumperların konumu değiştirilerek aktif edilen akıllı güç tasarrufu modu ile 11mA güç tüketerek akıllı saatlerde verimli bir çalışma sunar.

UART üzerinden mikro denetleyici ile iletişim kurar, dahili olarak 9600 baudrate kurulu olarak gelir. Asgari 4800bps ile azami 230400 bps aralığında baudrate aralığında çalışabilir.

Neo-6m GPS teknik özellikleri

- Alıcı tipi 50 kanal, GPS L1 (1575.42 Mhz)
- Yatay Konum Doğruluk 2.5m
- Navigasyon Güncelleme Oranı 1HZ (maksimum 5Hz)
- Zaman yakalama Standby Mod: 27 s – Aktif Mod: 1s
- Gezinme Duyarlılığı -161dBm
- İletişim protokolü NMEA, UBX İkili, RTCM
- Seri Baud Hızı 4800-230400 (varsayılan 9600)
- Çalışma sıcaklığı -40 ° C ~ 85 ° C
- Çalışma gerilimi 2.7V ~ 3.6V
- Çalışma akımı 45mA
- TXD / RXD Empedansı 510Ω

Konum sabitleme led göstergesi

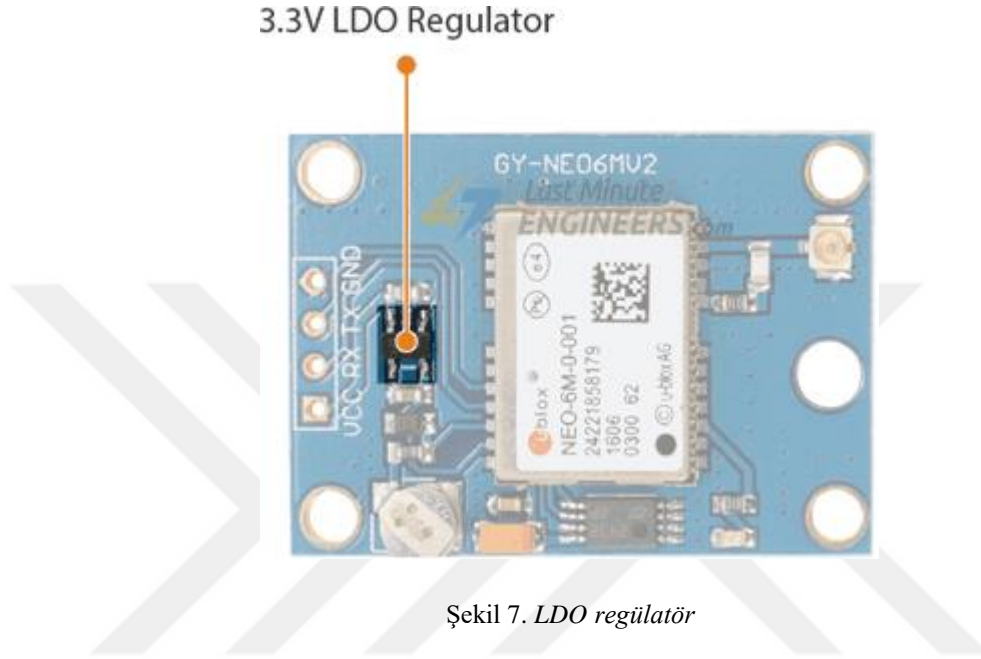


Şekil 6. Led indicator

Konum bilgisi bir LED aracılığıyla paylaşılır. Durumlar aşağıda açıklanmıştır:

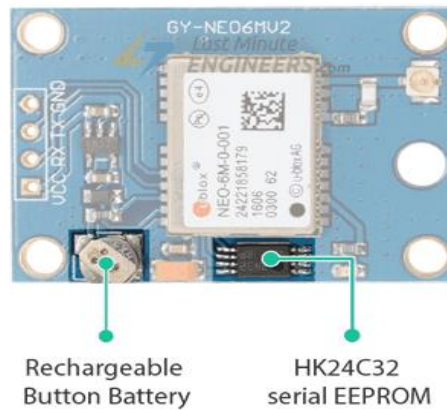
- Yanıp Sönme Yok = Uyduları aradığını gösterir.
- Her 1 saniyede bir yanıp sönme = Yeterince uydu yakaladığını ve konum aradığını gösterir.

3.3V ldo regülatörü



Çip 2.7V ila 3.6V gerilimlerinde çalışmaktadır. 5V verdiğinizde çalışmakta bir arıza oluşmamaktadır. Arduino cihazın çıkış gerilimi olan 5V ile ek bir devre kullanmadan çip çalışabilmektedir.

Pil ve eeprom



Çip şekil 3.5.1.3-4 de görüleceği üzere 4KB boyutunda EEPROM barındırmaktadır. I2C ara yüzü ile ana yongaya bütünleşmiş şekildedir. Kondansatör maksatlı doldurulabilir

minik pil içerir. BBR en son lokasyon ve saat bilgilerini ihtiva eder. Bu sayede ilk açılışta konum bulması daha süratli olur. Pil veriyi 15 gün civarında tutabilir, enerji verilince şarj olmaya başlar.

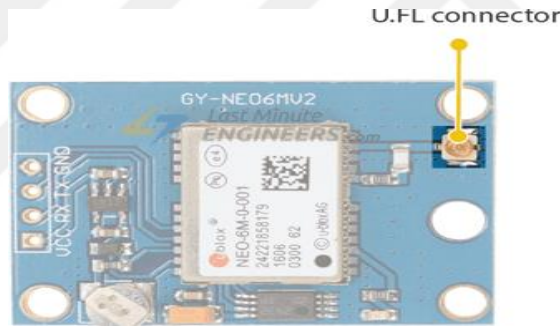
Anten

-161 dBm özelliğinde bir anten ile gelir. Radyo sinyallerinin alınmasını sağlar.



Şekil 9. Anten

Bu anteni modülde bulunan küçük U. FL konektörüne sabitleyebilirsiniz.



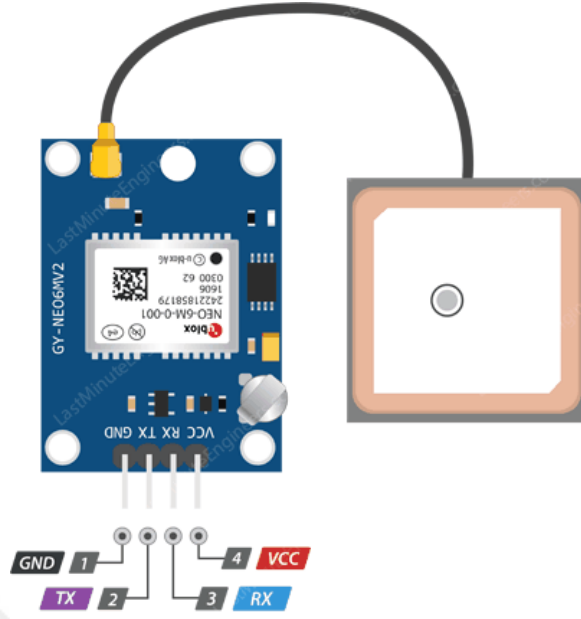
Şekil 10. U.fl connector

Mevcut anten bağlantı ara birimi bu çalışma için yeterli gelmektedir. Farklı bir tasarım veya hassas bir ölçüme ihtiyacınız varsa U. FL bağlantı arabirimine sahip 3V etkin GPS anteni tercih edilebilir.

Neo-6m GPS modül bağlantısı

NEO-6M ve 7M GPS çipi aşağıdaki gibi dört uca sahiptir.

Bağlantılar oldukça basit şekilde gösterilmiştir.



Şekil 11. Cps bağlantı şeması

- GND, Ground Pin'dir ve Arduino'daki GND pinine bağlanmalıdır.
- Veri göndermek için TxD (Verici) pini kullanılır.
- RxD (Alıcı) pini veri almak için kullanılır.
- VCC, modül için güç sağlar. Mikro denetleyicinin 3.3V veya 5V pinine doğrudan bağlayabilirsiniz.

TinyGPS kütüphanesi

Modülden alınan verileri kendi kütüphanesi üzerinden alabiliriz, fakat bu veriler raw veriler olduğu için anlamlı hale getirmek için matematiksel işlemler yapmak gerekmektedir. GPS'in sunduğu NMEA formatındaki verileri bu kütüphane ile temiz, okunabilir şekilde yazılımda kullanmamıza olanak sağlamaktadır.

TinyGPS açık kaynak kodlu kütüphane bize bu aşamada kolaylık sağlıyor, bellekte fazla yer tutmamaktadır. Enlem, boylam, yükseklik, uydu sayısı, zaman gibi bilgileri kolaylıkla tespit edilmektedir.

3.6.2 Mikrodenetleyiciler



Şekil 12. Arduino due 3.3v klon

Mikroişlemci nedir?

Bellek, giriş, çıkış ara yüzleri bulduran kartların hepsine mikrobilgisayar denilmektedir. İşlemci bulduran bütünleşmiş devre çipine ise mikroişlemci denilmektedir. Mikroişlemciler, basit halleri ile ele alındıklarında birer bilgisayarlardır. CPU (Merkezi İşlem Birimi), bellek ve donanım (giriş çıkış birimleri) üç temel bölümde incelenmektedirler. Silikon teknolojisinin icadı ile nano boyutlara inen bütünleşmiş devre elemanları sayesinde boyutları oldukça küçülmüş, gereksinim duyduğu enerji miktarı ve ısınma sorunları azalmıştır. Mikro işlemcilerin yaptığı işlemler mikro saniyeler cinsinden hesaplanmaktadır.

Mikroişlemci ne işe yarar?

Mikroişlemci, cebir işlemlerinde kullanılan elektronik bir çip olarak adlandırılmaktadır. Oldukça ufak boyutları olduğu halde, içinde milyonlarca elektronik devre elemanı barındırabilir. Boolean cebri mantığı ile true, false (var yok) çalışma mantığı vardır, elektriğin olmaması ya da olması referansından istifade ederek hesaplama yapmaktadır. Mikroişlemcinin yürütülmesinde sık kullanılan işlem toplamadır. Toplama işlemini oldukça hızlı ve hatasız yapabilmektedir.

Saniyede milyonlarca işlemi yapabilmektedir. Çıkartma, bölme, çarpma gibi işlemleri tümleyenini almak, sağa kaydırma, sola kaydırma gibi mantık ve aritmetik yöntemlerle yapabilmektedir. Çalışma mantığı açısından mikroişlemciyi insan fizyolojisinde beynin

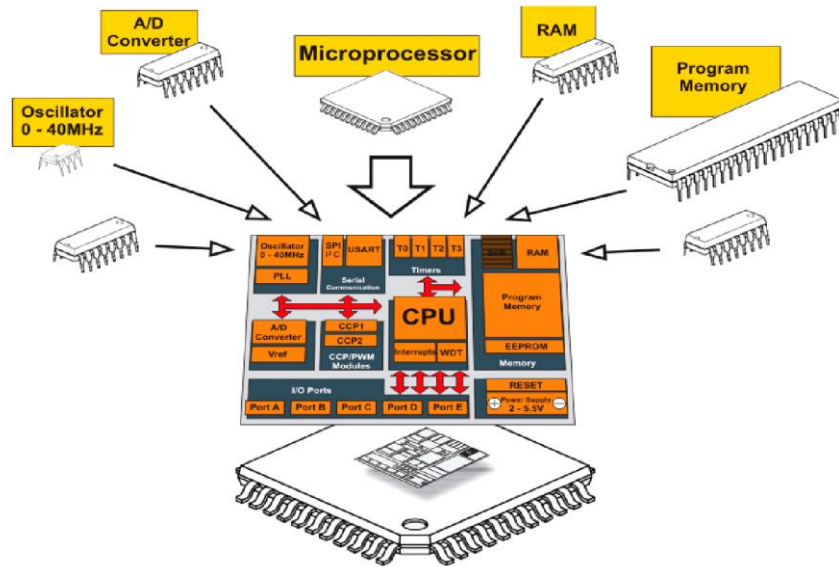
yerine koyabiliriz. İnsan beyinde milyonlarca nöronun bir araya gelmesinden oluşur. Bazı nöronlar pozitif, bazıları da negatif yönde çalışır. Mikroişlemede milyonlarca devre elemanından oluşmaktadır. (Çelebi, 2008)

Mikrodenetleyici nedir?

Mikro denetleyiciler içerisine bir defa program yazılarak programlanan, depolanan bu program tekrar tekrar çalıştırabilen çipten oluşan mikro bilgisayardır.

Mikro denetleyici yapısından aşağıdaki 7 (yedi) birim bulunan bütünleşik devrelerdir.

1. CPU (İşlemci)
2. RAM (Rastgele erişilebilir hafıza)
3. ROM (Yalnızca okunabilir hafıza)
4. I/O Portları (Giriş /çıkış portları)
5. Seri ve Paralel Portlar
6. Sayıcılar / Zamanlayıcılar (Osilatör)
7. Bazılarında da A/D (Analog to Digital) ve D/A (Digital to Analog) çeviriciler bulunur.



Şekil 13. Mikro denetleyici iç yapısı

Mikro denetleyici, programlandığı yazılımı hafızasına kaydedip, işleyebileceği şekilde derler ve bir çıkış sinyali gönderir. Çıkış portuna bir motorun bağlı olduğunu düşünecek olursak, mikro denetleyiciden gelen sinyale göre motor hareket etmeye başlayacaktır.

Kısacası mikrodenetleyiciler elektronik devrelerde beyin görevi görür, elektronik sistemleri kontrol etmemizi sağlarlar.

Mikrodenetleyici Çeşitleri: Piyasada birçok çeşit mikrodenetleyici bulunmaktadır. Mimarilerine göre mikro denetleyiciler ikiye ayrılmaktadırlar.

Von Neumann Mimarisi: Program komutları ve veriler aynı bellekten alınarak tek bir yol üzerinden işlemciye gönderilir; önce komut, daha sonra da veri işlenir. Geçmişte bu mimari tercih edilse de şu anda yerini Harvard almıştır. Bu mimaride gecikmeler meydana gelmektedir.

Mikro denetleyici, programlandığı yazılımı hafızasına kaydedip, işleyebileceği şekilde derler ve bir çıkış sinyali gönderir. Çıkış portuna bir motorun bağlı olduğunu düşünecek olursak, mikro denetleyiciden gelen sinyale göre motor hareket etmeye başlayacaktır. Kısacası mikro denetleyiciler elektronik devrelerde beyin görevi görür, elektronik sistemleri kontrol etmemizi sağlamaktadır.

Harvard Mimarisi: Genellikle bu mimari tercih edilmektedir. Verilere ve komutlara farklı yollardan ulaşılır, bu sayede çalışması daha hızlıdır. MD tek cycle(saykıl) dönüšte aynıda 2 veriyi birden okuyabilmektedir.

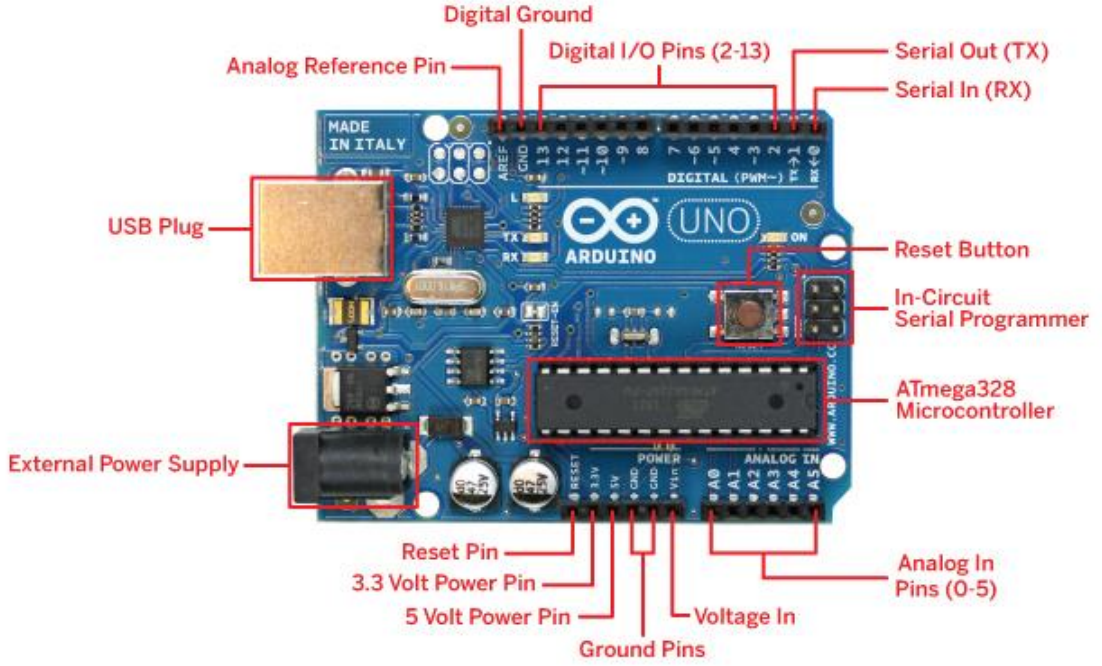
Arduino Mini: ATmega328 mikro denetleyici bulunmaktadır.

Boyutları küçük olmakla birlikte bacak yapısı breadboard ile tam uyumludur.

Toplam 22 pin bulunmaktadır, 8'i analog, 14 dijital pin içermektedir. Bunların 6 tanesi darbe genişlik modülasyonlu pin (pwm) şeklindedir. Ayrıca 16 Mhz kristal osilatör barındırmaktadır.

Kart üzerinde bulunan 14 adet dijital giriş / çıkış pininin 6 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir. Ayrıca 8 analog giriş, 16 Mhz kristal ve reset tuşu bulundurmaktadır.

Arduino Uno: Atmel Atmega 328P mikro denetleyicisine sahiptir. Kart üzerinde temel olarak; Toplam 22 pin bulunmaktadır, 6'i analog, 14 dijital pin içermektedir. Bunların 6 tanesi sinyal genişlik modülasyonlu pin (pwm) şeklindedir. Ayrıca 16 Mhz kristal osilatör barındırmaktadır. ICSP bağlantısı ve DC güç girişi ara birimi bulunmaktadır.



Şekil 14. Arduino uno iç yapısı

Arduino Mega: çevre elemanları temel uygulamaları gerçekleştiren programlama platformudur. 2560 R3 Arduino Mega ile interaktif uygulamalar gerçekleştirmeniz de mümkündür. Arduino Mega 2560 R3 – CH340 serinin uzunluğu 101.52 mm, genişliği 53.3 mm, ağırlığı ise 37 gramdır

Arduino Due:

Arduino Due Üzerinde ARM Cortex-M3 temelli mikrodenetleyici bulunur.

Arduino'nun ürettiği ilk 32-bitlik mikrodenetleyicidir.

Teknik Özellikleri:

Mikrodenetleyici: AT91SAM3X8E

Çalışma frekansı: 84 Mhz

Dijital giriş/çıkış pinleri: 54 adet dijital (12 tanesi PWM)

Analog giriş pinleri: 12 adet

Analog çıkış pinleri: 2 adet

Flash bellek: 512 KB

SRAM: 96 KB

Arduino due 3.3V gerilimde çalışmaktadır. Diğer cihazlar gibi 5V ile çalıştırırsanız pinler hasar alıp bozulabilir.

Deneyap Kart: Güçlü 32 bit işlemcili, nesnelerin interneti projelerinde kullanılabilen, çeşitli portları bulunan, yapay zeka destekli, kablosuz ve bluetooth barındıran, 2mp kameralı, 6 eksen jiroskop bulunduran, gençler ve yeni başlayanlar için grafik ara yüzü ile kolay programlanabilen, üst seviye kod yazmayı bilenler için c++ ile kodlanabilen bir kart olarak öne çıkmaktadır.

İçerisinde aşağıdaki 13 farklı bileşen bulunuyor:

1. İşlemci ve haberleşme modülü
2. I2C haberleşme konnektörü
3. Li-Po batarya konnektörü
4. Kamera konnektörü
5. RGB LED
6. 3-eksen ivme ölçer, dönüölçer
7. Mikrofon
8. Güç gösterge LED'i
9. Şarj gösterge LED'i
10. Genel amaçlı buton
11. Sıfırlama butonu
12. Mikro-B Usb konnektör
13. 2 MP kamera

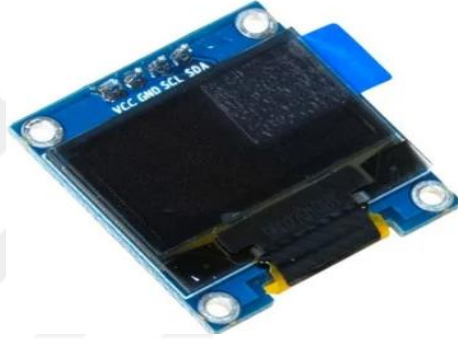
Bu çalışmada Arduino Uno ile başladık fakat performans sorunları sebebiyle Arduino Due modelini kullanılmıştır. Diğer Arduino kartları ile bariz işlemci hızı ve belleğe sahiptir. Yoğun güç gerektiren komut ve hesaplama yaparken işlemci ve bellek sorunları ile karşılaştığımızdan due modeli tercih edilmiştir.

Yüksek bellek ve işlemci gerektirmesi, görüntü işleme uygulamaları, büyük ölçekli web sunucu tasarlanması gibi durumlarda Arduino yeterli gelmez ve kullanılması önerilmez. Bu tarz durumlar için Asus Tinkerboard, Raspberry Pi gibi yüksek ölçekli cihazlar tercih edilmelidir.

Arduino çıkış akımı (5 mA) düşüktür, bu tarz durumlar için ek enerji ve beslenmesi gerekmektedir.

Robotun konumlandırılmasında ve yönlendirilmesinde kullanılacak olan sensörlerden gelen verileri değerlendirip devriye görevlerini yapılmasını sağlayacak program, Arduino Software tarafından geliştirilen Arduino için Entegre Geliştirme Ortamında yazılmıştır. Klon arduino cihazları tercih edecek kişilerin ch-340 sürücüsünü yüklemesi gerekmektedir.

3.6.3 OLED ekran



Şekil 15. I2C OLED ekran- ssd1306

OLED ekran nedir?

OLED kısaltması Organic Light Emitting Diode kelimesinin baş harflerinden oluşur. Organik karbon film barındıran bir ekran üzerinde ışık yayarak görüntü oluşturan bir teknolojidir. Her renk farklı karbon veya diğer element karşımı ile oluşmaktadır.

Bu çalışmada I2C arayüzünü kullanmaktayız. SPI şeklinde çalışabilmektedir, fakat hem çok sık veri güncelleme ihtiyacımız yok hem de çok fazla pini kullandığı için tercih etmedik. Beyazı, mavi, sarı olmak üzere üç renkli, az güç tüketen modeli ssd1306 modelini tercih ettik. Hareketli grafik ve animasyon çalıştırabilmektedir. Ekranı çıktı vermek için, Kütüphane kullanırsak kod boyutu artıyor. Düşük bellek gerektiren bir program yazmak istersek asgari görevi yerine getiren kütüphane kullanmak çözüm olacaktır.

Kütüphaneye karar vermek

Mikro kontrolcünün hafıza özelliklerine göre kütüphane seçmeye özen gösterdik. Adafruit kütüphanesi 19kb yer tutarken, u8glib kütüphanesi 7kb hafızada yer tutmaktadır.

Adafruit kütüphanesi

Emsallerine bakarak kütüphane animasyon, resim, gif vb. kullanarak harika tasarımlar ekrana yansıtabilirsiniz. Bit eşlem resimleri, diğer kütüphanelerde olmayan sembolleri, UTF karakterleri gösterebilmektedir. Bellekte fazla alan kaplaması ise dezavantajı sayılabilir.

U8glib kütüphanesi

Adafruit'e göre kullanmak biraz daha zor. Göze hitap eden grafikler üretmek kolay değildir. Avantajları ise geniş yazı karakteri kütüphanesine sahip ve hafızada az yer kaplamaktadır.

Dezavantajları:

Sayfa metoduna göre çalıştığından, Adafruit kütüphanesine istinaden daha zor.

Bunu şöyle açıklayabiliriz;

- Adafruit tek sayfadan ibaret bir yaz- çiz elektronik tahta ve tek tuşla defter silinip tekrar yazılmaktadır.
- U8glib ise birçok sayfadan oluşan kara tahta ve her işlemde ilgili alanı silgi ile temizlemek ve yeniden yazmak gerekmektedir.

3.6.4 Mini gsm/gprs modülü



Şekil 16. SIM800L mini gsm/gprs modülü

Gsm/Gprs modülü nedir?

SIM800L modülü ekonomik oluşu, hacminin ufak olması, dört bant çalışma frekansı ile uzun menzilli işler için çok kullanışlıdır. Modüle güç verilmesiyle birlikte otomatik olarak ağa dahil olmaktadır.

Sesli çağrı alabilir ve gönderebilir, sms iletebilir, gprs bağlantısı sağlayabilir.

Biz bu çalışmamızda gprs ve gsm özelliklerinden faydalanacağız. Hem hassas konum tespitinde hem de internete konum bilgisi göndermek veya mobil güvenlik robotunun yeni çalışma komutları alması, çalışması, durması, görüntü göndermesi, yeni rota belirlenmesi, yangın, asayiş, hırsızlık vb. olayların vuku bulmasında merkeze bilgi iletebilecektir.

GPS modülünün çözünürlükten kaynaklı hata aralığını, kabul edilebilir seviyeye çekmek için GPS sinyalleri incelendikten sonra yapay zekâ ve optimizasyon teknikleri kullanılarak Ataletsel Navigasyon Sistemi (INS) yardımıyla gerçek konumlar elde edilecektir. Bu sayede robotun kendisine verilen güzergâhta GPS destekli düşük maliyetli Ataletsel Navigasyon Sistemine sahip açık alan navigasyonu yardımıyla gezmesi sağlanacaktır.

Açık ortamlarda mobil güvenlik robotu için navigasyon amaçlı kullanılacak bir sistem olarak Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) yardımıyla, Ataletsel Navigasyon Sistemi kullanılarak kararlı ve sürekli dış mekân navigasyonu sağlanacaktır. INS den elde edilen sinyaller Kalman Filtresi uygulanarak kullanılacaktır. Yapılacak denemelerde GPS ve INS den elde edilen veriler gerçek verilerle karşılaştırılarak doğru pozisyonlanma için başta analitik yöntemlerle çözüm aranacak, istenen çıktılar oluşmazsa matematiksel model ve/veya yapay zekâ tekniklerinden yapay sinir ağları veya uygun optimizasyon teknikleri kullanılarak aradaki fark kabul edilebilir hata değerlerine küçültülecektir.

Ayrıca GPS modülüne bütünleşmiş GSM modülü yardımıyla robot ile kontrol merkezi arasındaki iletişim sağlanacaktır. Güvenlik kontrol merkezinde çalışan programda robotun güncel konumunun elde edilmesi ve istenilen lokasyona konumlandırma amaçlı komutların gönderilmesini yürütmek görevini GSM modül sağlayacaktır.

3.6.5 ESP Wi-Fi haberleşme modülü

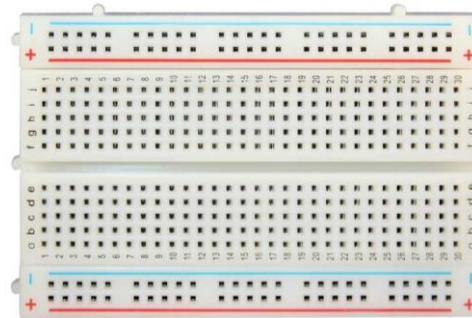
ESP8266 Wi-Fi Modülü, Wi-Fi ağına herhangi bir mikro denetleyici erişimi verebilen dahili iletişim protokolüne sahip, kendi kendine yeten bir modüldür. Dahili anteni bulunmakla birlikte TCP/IP protokolünü destekler, kolay şekilde kurulur veri alıp gönderebilirsiniz.



Şekil 17. ESP-12E esp8266 Wi-Fi modül

3.6.6 Breadboard

Breadboard uygulama geliştirirken prototip aşamasında bize kolaylık sağlar. Kurduğumuz devre düzgün çalışıyorsa bakır plakete baskı almadan önce çalışmalarımızı üzerinde tanımlayabiliriz. Enerji pini kısıtlı olduğu için, + kırmızı ve – mavi renkli hat ile çoğaltmamızı sağlar. Ayrıca devre elemanlarını birbirine bağlarken kabloya ihtiyaç duymadan sabit şekilde bir arada tutmamızı sağlamaktadır.



Şekil 18. Breadboard

3.6.7 Bakır delikli prototip kart

İhtiyaca göre çeşitli ebatlarda üretilen, bakır bağlantı uçlarına sahip bir karttır. Plaket kart, delikli kart, prototip kart şeklinde isimler verilmektedir.

Yukarıda değindiğimiz breadboard çalışma esnasında robotun olası hasar almasında, çarpma, devrilme gibi durumlarda kablolar sık sık yerinden çıkabiliyor bu sebeple kullanışsız oluyor ve zaman kaybına sebebiyet vermektedir. Bu tarz durumlar için hazır delikli olarak gelen kart ile mikro denetleyiciden gelen kablolar GPS, OLED ekran, motor sürücü, akü, sensörlere montajı yapılırken delikli kart üzerinden lehimleyerek montajı yapıldı.



Şekil 19. Delikli kart

3.6.8 Jumper wire (kablo)

Arduino karttan, breadboarda, sensör ve çevre birimlerine kolay bağlantı yapmamızı sağlar. Erkekli dişili çeşitleri vardır.



Şekil 20. Jumper erkek-erkek, erkek-dişi, dişi-dişi kablo -200 mm

3.6.9 IMU sensör

Robotun hızını, dönme açısını ve dönüş miktarını, hız ve ivme verisini tek bir modülten toplayan elektronik bir çiptir. Bu çalışmamızda MPU 6050, 6 eksenli ivme ve jiroskop içeren açısız ivme ölçer modülü kullandık.



Şekil 20. MPU6050 6 eksen ivme ve gyro sensörü

Teknik Detayları:

- Çalışma gerilimi: 3-5V
- Gyro ölçüm aralığı: + 250 500 1000 2000 ° / s
- Açısal ivme ölçer ölçüm aralığı: $\pm 2 \pm 4 \pm 8 \pm 16$ g
- İletişim: Standart I²C

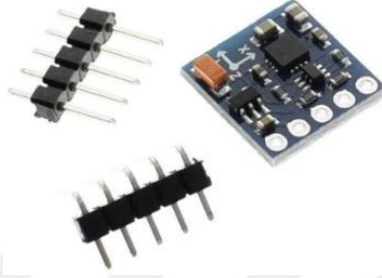
ADXL335

Mikrodenetleyiciler için üç eksenli ivmeölçer modülüdür. Arduinoda kolay kullanım için 3.3V regülatör bulunmaktadır. Modülü 5V ile beslenebilmektedir. X, Y ve Z eksenlerini ölçmektedir. Diğer cihazlardan farklı olarak hesaplamaları kendi içerisinde dijital olarak yapmaktadır. İlk kullanımdan önce kalibrasyonu yapılmalıdır. Modül üzerinde ok ile konumlar gösterilmektedir. X,Y ve Z konumlarında kalibre edildikten sonra 4 adet değer üretmektedir. Bu değerleri adx1335.h kütüphanesi içerisinde zero_x,y,z ve sensitivity tanımlamalarına yazılmıştır. Varsayılan olarak X=A0, Y=A1, Z=A2 portlarına bağlantı yapılacak şekilde ayarlanmıştır. Kütüphane üzerinden port değişikliği yapılabilir.

Bu araştırmamızda MPU6050 sensörü ile çalışmalara başlamış olsak ta, gürültü ve stabil olmayan ölçümlerden dolayı ADXL335 sensörü ile değiştirilmiş ve daha doğru ve stabil

destekler. Çalışmamız da OLED ekran içinde I2C arabirimi kullanıldığı için, bu yeni bağlantıyı < Wire.h > kütüphanesi içerisindeki Wire1 nesnesi ile kullanılabilir.

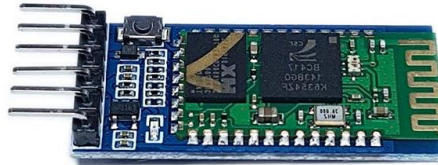
HMC5883L modeli tercih edildi. Çalışmamızda klon pusula sensörü kullanıldığı için veri adresi 0x1E yerine 0X0D olmaktadır. I2C tarama tekniğiyle doğru adres tespit edilmiştir.



Şekil 22. Pusula sensörü

3.6.11 Bluetooth HC-05

Bluetooth teknolojisi kullanılarak, arduino, bilgisayar veya akıllı telefon aracılığıyla veri alıp göndermek amacıyla çalışmada HC-05 modeli kullanıldı.



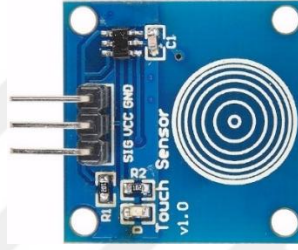
Şekil 23. HC-05 bluetooth modülü

Modül Özellikleri

- Band: 2.4GHz
- Güç Girişi: 3.6V – 6V
- Kullanımı: Kablosuz İletişim
- Bağlantı Türü: Çift Yönlü Seri
- Bağlantı Mesafesi: 10 metre

3.6.12 Dokunmatik sensör

Kapasitif dokunmatik sensör ile Arduino M.D. içerisinde bir tetikleme için kullanılmaktadır. Bu çalışmada belirli durumlarda kısa bir süre bekleme modunda bekleyip, OLED ekran (seri port vs.) kullanıcıya bilgi sunarak butona dokunduğunda yeni bir işlem tesis edileceği ile ilgili bilgi vermek amacıyla kullanılmıştır. Diğer buton türlerine göre gürültü oranı ve hata payı düşük, stabil çalıştığı gözlemlenmiştir. GND, VCC ve SIG (signal) uçları bulunmaktadır. Dijital olarak 1 ve 0 üreterek butona dokunulduğunu algılama üzerine kurgulanmıştır.



Şekil 24. Dokunmatik buton sensörü

3.6.13 Lityum pil ve şarj aleti



Şekil 25. 14.8 V 4S Li-Po pil-batarya

Çok fazla şarj edilebilmesi, yüksek akımlara çıkabilmesi, ısınma koruması, güneş enerjisi ile ek bir devre kurarak rahat şarj edilebilmesi hasebiyle projede LI-PO pil tercih edilmiştir.

Lityum pil nedir?

Lityum iyon piller yeniden doldurulabilir, elektronik cihazlarda sıklıkla tercih edilir. Yüksek enerji depolarken, durduğu yerde boşalmaları yavaştır. Avantajları diğer pillere nazaran ağırlıkları düşüktür. İyapısı gereği en üst seviye yoğunlukta şarj edilebilirler. Portatif olmalarına ek olarak şarjı yarıda kesmek vb. ürüne zarar vermez. Dezavantajları kullanım ömürleri üretildiği anda başlar. Sıcaklığa göre 0 °C derecede %6, 25 °C derecede %20 ve 40 °C derecede %35 depolama kapasitesi tükenir. Emsallerine göre pahalıdır ve yanlış kullanımda tehlikeli olabilir.



Şekil 26. MPPT güneş paneli şarj cihazı modülü (solda), şehir şebeke gerilimi ile şarj etme modülü (sağda)

Li-Po pil nasıl şarj edilir?

Li-Po hücresi 3.7V ve altına indiğinde bitmiş, 4.2V gerilim ölçüldüğünde ise komple dolduğu anlaşılır. Akıllı şarj cihazı kullanılmalıdır. Turnigy Accucel-6, I_{max} B6 (Şekil 3.5.9.5-1) ekonomik ve sağlam şarj cihazıdır. Pillerin hepsi aynı yöntemle şarj edilemez. 3S 5000 mAh pil için %80'i 4 amper ile şarj edilmelidir. Pil akımı 5000 mAh olduğunda şarj kesilmemeli 4.2V*3 adet pil bağlı olduğu için her hücre ayrı ayrı 12.6 Volta kadar şarj edilmelidir. Dengeli bir şekilde şarj edilmelidir, bir hücre 4.2V'a getirilmeye çalışırken diğer hücreler 4.2V üzerine çıkmamalıdır. Li-Po pilleri saklamamız gerekiyorsa %40 enerji modunda yaklaşık 3.85 volta 0 derece de saklanmalıdır.

3.6.14 Güneş paneli



Şekil 27. Güneş paneli- solar panel

Güneş paneli üzerindeki güneş hücreleri ile güneş enerjisini soğurup, güneş ışıklarını elektriğe çeviren bir enerji kaynağıdır. Güneş ışığını, elektriğe dönüşme oranına göre panelin verimi tespit edilir.

Biz bu çalışmamızda güneş panelinde indüklenen enerjiyi MPPT güneş paneli şarj cihazı modülü aracılığıyla Li-Po pile aktardık.

3.6.15 Akü

Arduino ve sensörler düşük akımlarda çalışmaktadır. Fakat motorlara yüksek güç gerektiği için uzun süreli akıma ihtiyaç duyar. Projenin ilerleyen safhalarında; kullanım ihtiyaçları göz önünde bulundurularak, Li-Po pil yerine akü tercih edildi. Kuru akünün; bakımı ve şarjı daha kolay, fakat Li-Po pile göre daha ağır olması dezavantaj olarak değerlendirilmektedir. Li-Po pillerin yüksek akımlı olan modellerinin, fiyatları kuru akülere göre aşırı pahalı olarak satışa sunulduğu görülmüştür.



Şekil 28 - Akü 12 v

3.6.16 Potansiyometre

Potansiyometre çalışma prensibi; ortasındaki dönen mil, direnç değerini değiştirir. İki bacak arasındaki direnç sayesinde değişen akım ve gerilim sayesinde değer bulunur.



Şekil 29. Potansiyometre (Grafik kaynak: elektrikinfo.com)

3.6.17 Ultrasonik sensör

Ultrasonik sensör, bir ses dalgası gönderir onun geri dönüşüne kadar geçen süre üzerinden sesin hızı sabit olduğu dayanağı ile mesafeyi hesaplamak için kullanır. Yüksek frekanslı olduğu için insanlar bu sesi duymamaktadır.

Tezimizde kullanımı kolay, popüler ve uygun fiyatlı HC-SR04 model ultrasonik sensörü sağ, sol ve ön tarafta çarpışma algılamak için kullanıldı.

Sensör ile hesaplama yaparken $x = v \cdot t$ yol formülünü temel alarak yazılımda kullandık. Ses hızı 343 metre/saniye (20 °C sıcaklıkta, havada ve deniz seviyesinde) sabit olduğundan, gidiş geliş süresini sensör üzerinden alarak “t” zamanını bize veriyor. Gidiş ve geliş süresi olduğu için yarıya böldüğümüzde sadece gidiş zamanını tespit edip, ses hızı ile çarpıldığında yol (mesafe) tespit edilir. Sensör minIMUM 2 ve maksimum 400 cm mesafeyi hesaplayabilmektedir.



Şekil 30. Ultrasonik sensör

3.7 Kullanılan Yazılım Araçları ve Yöntemler

3.7.1 Yazılım editörü

Arduino IDE arduino.cc sitesinden ücretsiz olarak yüklenmekte. Windows, Linux, MacOS platformları desteklenmektedir. C++ programlama dili ile yazılmaktadır. Açık kaynak kodludur, geliştirme paketleri ve eklentiler üretici firmalar ve gönüllü geliştiriciler tarafından sunulmaktadır.

3.7.2 GPS verilerinin doğrulanması

Uydu ve GPS cihazı arasındaki saat farkı, hava durumu, faz farkları oluşmaktadır. Atmosferden veriler gelirken gürültü ve parazitler oluşmaktadır. Veriyi en doğru hale getirmek için yazılımsal olarak matematiksel modellerden faydalanabilir.

Doğrusal filtreleme

Zaman ölçekli bir filtre üretir, belirtilen süreden daha kısa sürede gelen sinyalleri iptal etmektedir.

Hareketli ortalama

Sensörlerden alınan veriler için düz hareketli ortalama oluşturur. Doğrusal filtrelemeye benzer bir mantık uygular, daha fazla kaynak kullanır ve daha iyi sonuç vermektedir.

Median filtre

Üzerinde çalışılan veri kümesinden aykırı bir değeri yok saymak için kullanılır. Sensörlerden okunan veriler gürültüye açık olabilmektedir. Kullandığımız sensörler daha çok eğitim amaçlı kullanılan uygun fiyatlı cihazlardır. Doğruluğu kesin ve net değildir, ticari veya askeri amaçlı kullanılan cihazlardan değildir. Bu sebeple oluşacak parazitleri engellemek için yazılım tabanlı bir çözüm üretilebilir.

Lojistik regresyon analizi

Deterministik olmayan bir şekilde ilişkili değişkenler arasındaki ilişkileri modellemek ve keşfetmek için kullanılan istatistiksel araçların toplanmasına regresyon analizi denir. Bu doğrusal regresyon nicel olduğunda 0 ve 1 arasındaki durumlarda iyi çalışır. Yapay zekâ

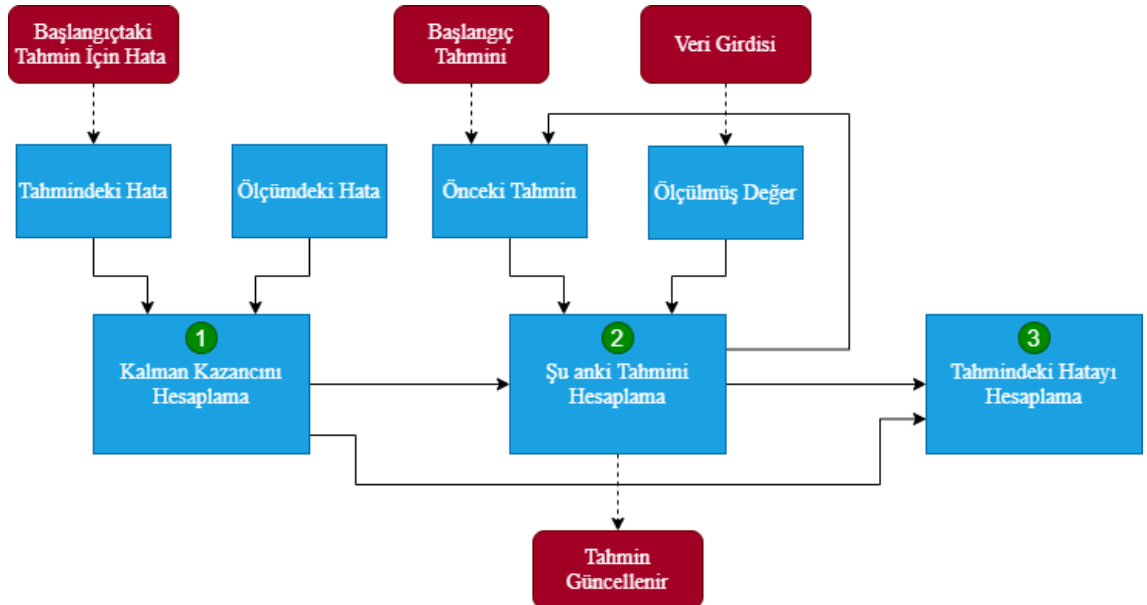
ve makine öğrenmesi alanlarında insan müdahalesi olmadan karmaşık verileri organize edebilir.

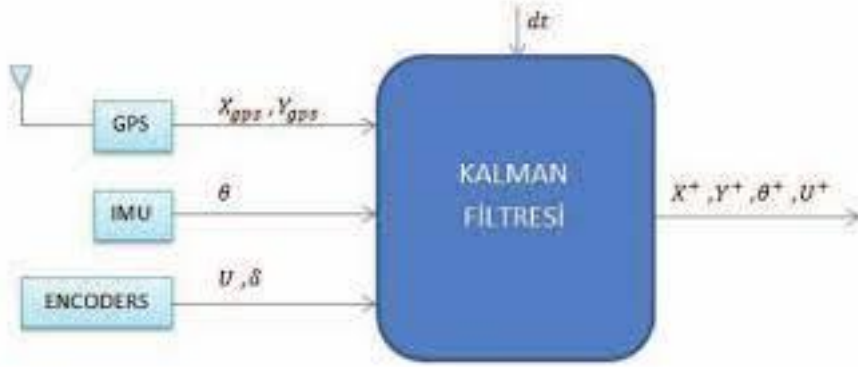
Lojistik regresyon verileri kümelendiren bir algoritmadır. Değişkenler arasındaki en iyi ilişkiyi kurmaktadır. Derin öğrenme karmaşıktır, araştırmacı tarafından araştırılmaz ve değiştirilemez. Lojistik regresyon hesaplamaları açıktır ve problem gidermek daha kolaydır.

Ocak 1986'daki Challenger mekiğinin infilak etmesi regresyon analizine olan gereksinimi gözler önüne sermiştir. 24 fırlatma verisi ile sıcaklık arasında regresyon analizi çalışmasında 31 °F sıcaklıkta en az 1 adet conta arızası verdiği tespit edilmiş. Fırlatmadan önce tüm veriler ellerinde olmasına rağmen iyi bir şekilde analiz edemedikleri için felaket engellenememiştir. [Montgomery C., Runger C., 2019, Mühendisler İçin Uygulamalı İstatistik 420-446]

Kalman filtresi

Hareketli bir sistemde daha önceki verilere dayalı olarak, yeni gelecek verileri tahmin eden filtre 1960 Yılında Rudoff Kalman tarafından tasarlanmıştır. Parazit ve gürültüleri tespitinde oldukça başarılı şekilde tespit etmektedir. Kalman filtresi doğrusal hesaplama yapmaktadır. Fakat günümüzde ve kullandığımız sistem ikiden fazla parametre içerdiği için kalman filtresi diğer filtreler ile geliştirilerek kullanılmalıdır.





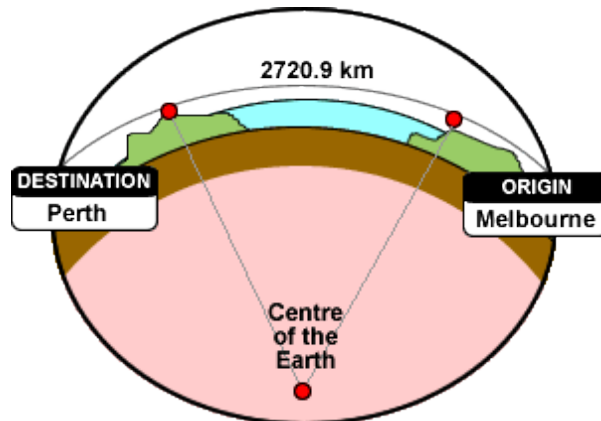
[Kaynak: Korkmaz, K. 2017, IEEE]

Doppler kayması

C. Andreas tarafından frekans ve dalga boyutları birbirine yaklaştığı veya uzaklaştığı yani hareketli olduğu durumlarda bir birine karşı konumun hatalı algılanması durumudur. Uyduların ve aracımızın hareketli olması sebebiyle GPS koordinat verilerinde hatalı bilgi üretilebilmektedir.

3.7.3 GPS konumlar arası mesafe tespiti

Aldığımız bu konum bilgilerine istinaden önceki konum ile aradaki mesafeyi hesaplamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla ilgili aşağıdaki dört yöntem incelendi ve çalışmaya en uygun yöntem seçildi.

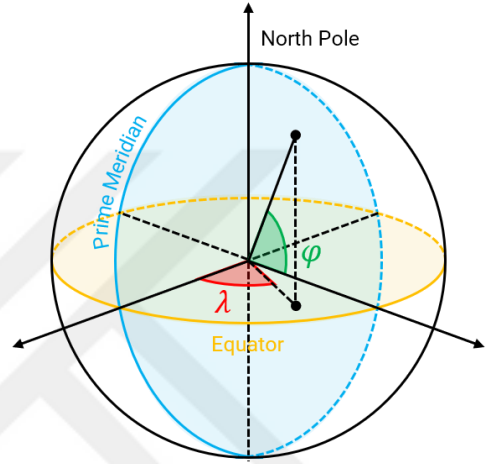


Şekil 31. Mesafe tespiti
(Grafik kaynak: <https://geodesyapps.ga.gov.au/distance>)

Haversine yöntemi

Bu yöntem, iki nokta arasındaki büyük daire mesafesini (yani, dünya yüzeyindeki en kısa mesafeyi) hesaplamak için 'haversine' formülünü kullanır ve noktalar arasında 'kuş uçuşu gibi' bir mesafe verir (uçtukları tepeleri yok sayar). Eski Intel i5 işlemcili pc'de bir mesafe hesaplaması yaklaşık 2-5 ms sürer. Formülde Φ enlem, λ boylam, R dünyanın yarıçapıdır (Ortalama yarıçap = 6,371km); açıların radyan cinsinden alınmalıdır.

$$a = \sin^2(\Delta\phi/2) + \cos \phi_1 \cdot \cos \phi_2 \cdot \sin^2(\Delta\lambda/2)$$
$$c = 2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$$
$$d = R \cdot c$$



Şekil 32. Haversine formülü ve parametreleri

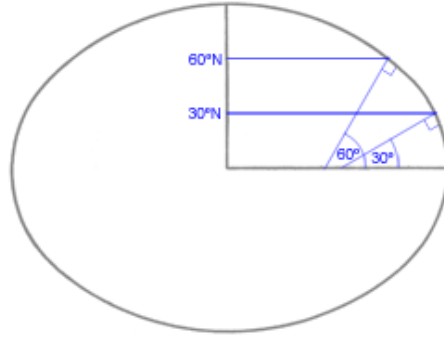
Küresel kosinüs yasası

Bu formül ($\cos c = \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos c$), dünya yüzeyinde birkaç metre kadar küçük mesafelere kadar doğru sonuçlar verebilir.

Kosinüs yasası; Haversine göre daha basittir. Birçok jeodezi amacı için (astronomi için değil) Haversine formülüne göre bir 1 satır kod yazarak alternatif bir çözüm olmaktadır. Seçim yaparken, kod yazacağını programlama dili, işlemci gücüne göre tercih edilebilir. Çok küçük mesafeler için eşkenar dörtgen bir yaklaşımı doğru sonuç vermesi açısından tercih edilebilir.

Vincenty yaklaşımı

1975 yılında teknoloji henüz bu kadar gelişmemişken bulunan bir formüldür. GPS ile alınan iki konum arasındaki uzaklığı doğrunun gerçek kuzeyle yaptığı açığı bulur. Yer kürede kutupları basık modellediği için doğruluğu 0,5 m ye kadar yüksektir.

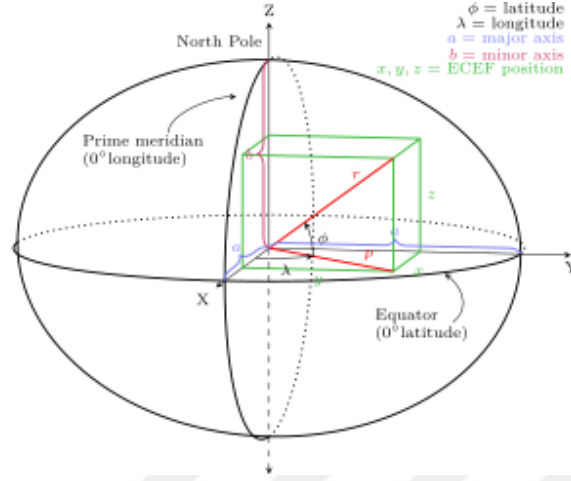


Şekil 33 Vincenty yaklaşım prensibi

Yarıçap daha küçükken, eğrilik yarıçapı daha büyüktür; açılar dünyanın merkezinden alınır, (yer merkezli) enlemler kutuplara doğru ezilir.

WGS-84'ün (World Geodetic System 1984) hiçbir 'fiziksel uygulaması' yoktur (jeodezik yer istasyonlarına bağlı değildir, sadece uydulara bağlıdır) ve nasıl olduğuna bakılmaksızın yaklaşık ± 1 metreden daha iyi olmayacak şekilde doğru olarak tanımlanmıştır. GPS ünitesi daha doğrudur, ancak resmi dönüşüm parametreleri yoktur. Birçok projede bir metre işimizi görebilir, ancak Vincenty'nin milimetre doğruluğundan çok uzaktır. Bizim hesaplamamızda yoldan çıkması, uçurumdan yuvarlanması vb. durumları düşünürsek pek uygun gelmemektedir.

Doğruluk biraz karmaşıktır: meridyenler boyunca hiçbir hata yoktur. Farklı meridyenlerdeyse mesafeye, yönüne ve enlemine bağlıdır.



Şekil 34. Geocentric distance yöntemi

Yöntemlerin karşılaştırılması

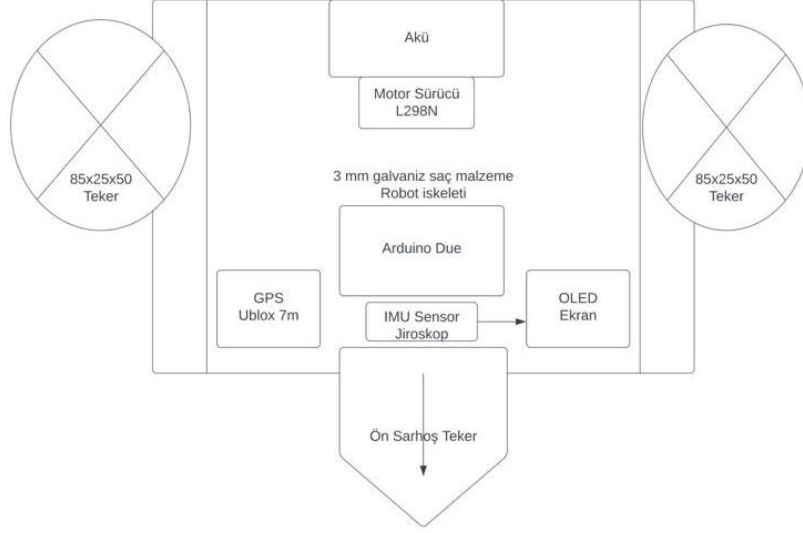
1. Eşkenar dörtgen bir trig ve bir sqrt işlevi,
2. Küresel Kosinüs Yasası için yarım düzine trig işlevi,
3. Haversine için 7 trig + 2 sqrt işlevi kullanır.
4. Vincenty yöntemi 0,5 m dolayında doğru konum verir.
5. Haversine %0,3 sapma oranıyla doğru konum verir.

Bizim için doğruluk öncelikli olduğu için Haversine yöntemini kullandık.

3.7.4 Robot bağlantı şeması

Robotumuzun tasarımı ile ilgili çizim – şemalar; robot iskeleti, Arduino ve çevre birimleri bağlantısı, motor sürücü bağlantısı ve motor encoder bağlantısı başlıkları olmak üzere ayrı başlıklar halinde gösterilecektir.

Robot iskeleti

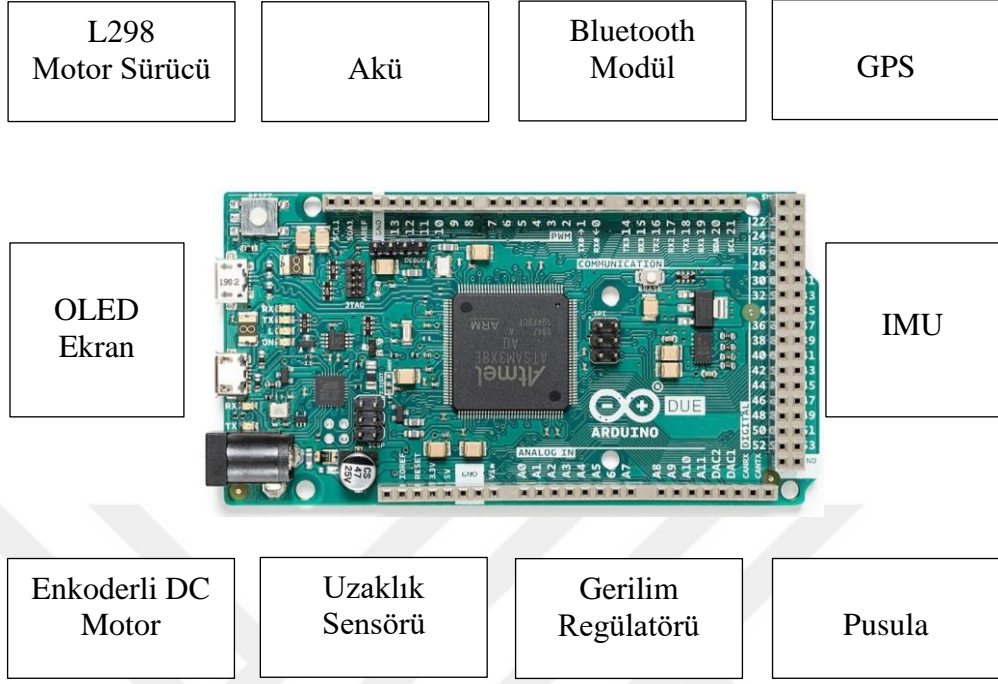


Şekil 35. Robot iskeleti

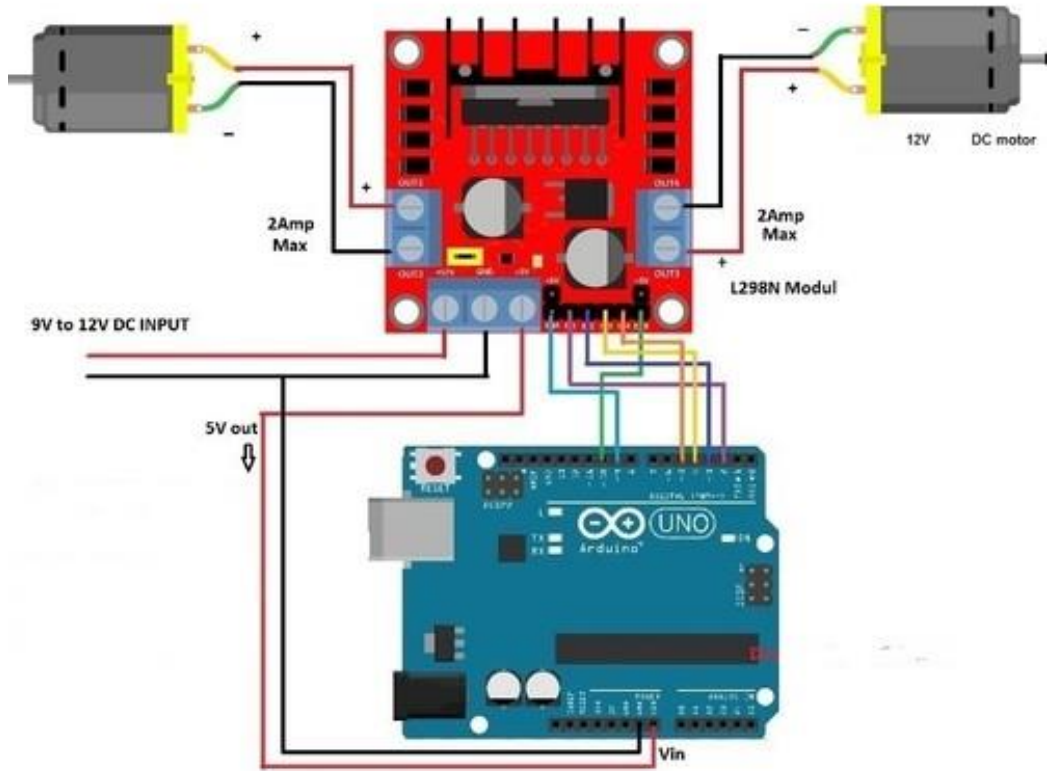
Motor iskeletinde önce elimizde bulunan ahşap bir kutuyu kullandık. Fakat gelişen ihtiyaçlarımız neticesinde, robotun ağırlığı ve kullanılan malzemeler ile hacmi artınca daha stabil çalışması için 3mm galvaniz sac kullanmaya karar verdik. Aşağıdaki şekilde bir tasarım yapıldı.

Mikrodenetleyici ve çevre birimleri (sensör, motor vb.) bağlantıları

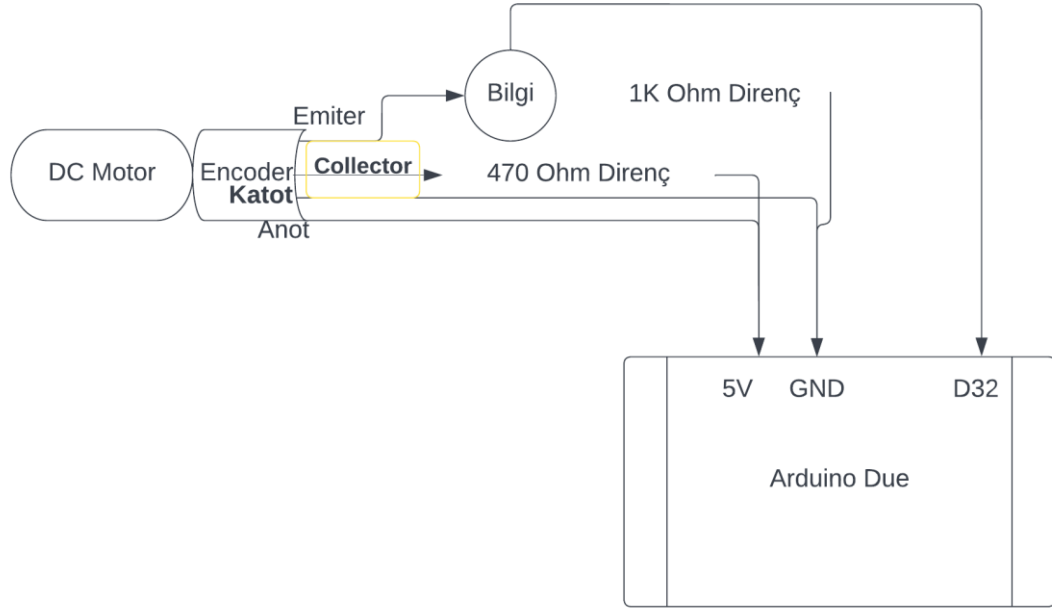
Robot tasarımında kullanılan, mikrodenetleyici (arduino), akü, motor, motor sürücü, ultrasonik sensör, GPS, potansiyometre, bluetooth, pusula, IMU sensör vb. çevresel giriş/çıkış birimlerinin temsili bağlantı şemaları çizilmiştir.



Şekil 36. Arduino ile sensör, motor ve akü bağlantıları



Şekil 37. Arduino ile motor sürücü ve motor bağlantıları



Şekil 38. Arduino ile motor encoder bağlantısı

3.7.5 Algoritma ve akış şeması

Yaşamda bulunan bir problemin nasıl çözüleceği ile ilgili aşamaları sade, akıcı, anlaşılır ve sıralı listeler halinde metin ve şemalarla gösterdiğimiz işlemlerin tümüne algoritma olarak ifade edilebilir.

Yazılım projeleri geliştirilirken süreç modellerinden faydalanırız. Projenin sürecini ayrıntılara yer vermeden çevresel şekilde ifade eden, birebir uymasa da kendi projemize uyarlayabildiğimiz modellerdir.

Süreç modellerini Ian Sommerville, yazılım mühendisliği kitabında: 3 aşamada incelemiştir.

1. Şelale Modeli: Temel süreç etkinlikleri olan analiz, geliştirme, doğrulama ve uygulama aşamalarında ele alarak ihtiyaçları belirler. Tasarım, gerçekleştirim ve sinama gibi ayrı süreç aşamalarıyla açıklar.
2. Artırmalı Geliştirme: Spifikasyon, geliştirme, doğrulama etkinlikleri sıralı şekilde birbirini takip ederek ele alır. Bir önceki versiyona ek iyileştirme yapılarak, yeni versiyon üretilir.

3. Bütünleştirme: Önceden tasarlanmış ve yeniden kullanılabilir modüller veya sistemler elimizde varsa kullanılabilen bir modeldir. İhtiyaç duyulan modüller amacına göre birleştirilerek yeni projede kullanılarak iş tamamlanır.

Yukarıdaki modeller haricinde, prototip geliştirme ve XP (extreme programming) süreç modelleri de yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle ülkemizde proje yönetimleri kervan yolda düzülür mantığı ile ilerlese de. (Çipil, M., Optimist Yayınları) XP ile yapılacak iş net olarak kestirilemiyorsa, işin bir çok alanı aynı anda yapılarak ilerlenir. Hızlı şekilde aksiyon almak gerekiyorsa XP tercih edilebilir.

Herkesin yazılım geliştirme aşamalarına uygun bir model bulunmamaktadır. Uygun yöntem proje ve ihtiyaca göre kullanılacak platformlar göz önüne alınarak seçilir.

Biz projemizde şelale modelini kullandık, önce GPS sistemini ve OLED ekranı, sonra mesafe sensörleri daha sonra motor sistemi ve en son IMU sensör ile jiroskop kullanarak hepsini bir sonraki aşamada çalışmamıza dahil edildi.

Mobil güvenlik robotu tasarımında kullandığımız metin tabanlı algoritma ve akış şeması iki ayrı başlıkta hazırladık.

Tasarladığımız yazılım algoritması

Tanımlamalar: tekerlek yarı çapı 4cm çemberin çevresi formülünden

$$x = 2 \pi . r$$

Tekerimizin çevresi = 25,12 cm olarak hesaplanmıştır.

Robotun iskeleti = 25 cm olarak tasarlanmıştır.

Sağ, sol ve ön ultrasonik sensörlerden mesafe bilgisini al ve 25 cm düşükse çarpışma bayrağını işaretle

- 1) Robotun konumu ile hedef koordinat verilir, buna göre konuma ilerler.
- 2) İlerleme alt programı:
 - a) Haversine methodu ile iki konum arasındaki mesafe hesaplanır.
 - b) Robotun yönü ve açısı GPS, pusula sensörü (manyometre) tespit edilir. Pusulada olası bir veri alamama durumuna karşılık olarak, robot 0 derece kabul edilen

kuzey yönüne konumlandırılarak çalıştırılır. Robot hedefi açısal değerlere göre yönünü bulup kendini yönlendirir.

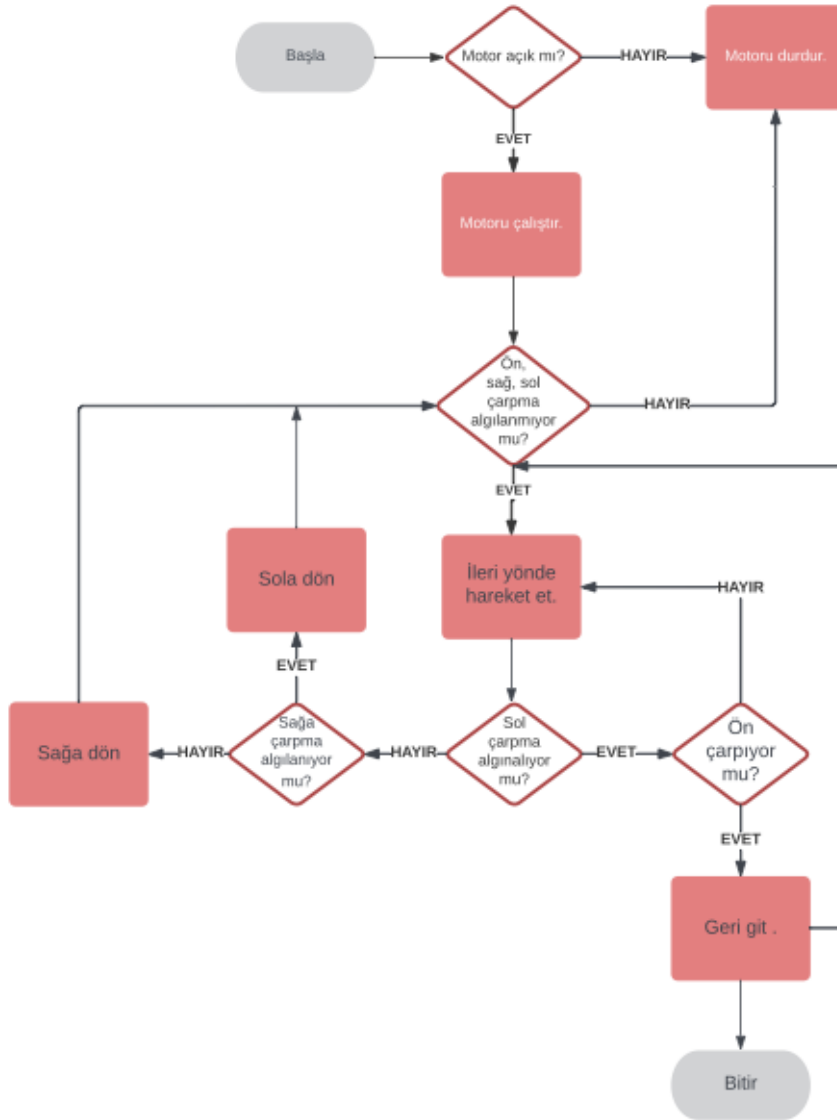
- c) Hedef yönü ve açısı tayin edilip, hedefe yol alınır.
 - d) Hedefe giderken, çevresel veya donanımsal etkilerden dolayı rotadan Yazılım Akış Şemasında gösterildiği şekilde çalışmaktadır. Rotaya göre enlem ve boylamın değişmezliği, artma veya azalma durumları göz önünde bulundurulur (İlerleme Alt Programı). Rotadan saparsa tekrar doğru yola girmesi için hesaplanan kat sayı ile tekerlere hız (pwm çıkışı ile) dengelemesi yapılarak hedeflenen yola tekrar döndürülür (Yoldan Sapma Tespit Akış Şeması).
 - e) Kalman filtresi ile GPS verileri arasında gürültü kaynakları, tutarsız gelen verileri doğrultup kullanılır.
 - f) IMU sensör ile robotun dönüşü, hızı gibi verileri düzeltme ve doğrultma işlemlerinde hesaplama katılır.
 - g) Hedefe varınca, ilerleyeceği konum tablosundan bir sonraki konum belirlenir. “ 1 ” numaralı adıma geçilir ve süreç tekrar başlar. En son konuma geldiğinde 180 derece geri dönerek geldiği yolu tekrar geri döner ve bir turu tamamlamış olur.
- 3) Eğer mesafe kısalma yerine uzuyorsa, yönle ilgili hata yaptığını anlayıp tekrar diğer alternatif yöne yöneliyor, mesafe azalınca doğru yolda olduğunu tespit ediyor.
 - 4) Sensörlerde bir çarpma algılanmadığı sürece ileri istikamette hedefe yöneliyor.
 - 5) Önde bir engel algılanırsa:
 - a) Engel Önündeysen geri gider,
 - b) Sol boşsa, sola 90 derece döner,
 - c) Sağ boşsa, sağa 90 derece döner,
 - d) İki tur ileri gider (yaklaşık 50cm),
 - e) Döndüğü yön boşsa “ f ” adımına geçer, değilse “ d ” adımını tekrar eder.
 - f) Döndüğü yönün tam tersi istikametine 90 derece döner,
 - g) Engeli aşmıştır ve asli rotasına dönmüş “ 4 “ numaralı adıma döner.
 - 6) Sağda bir çarpma algılanıyorsa:
 - a) Geri git,
 - b) Sol boşsa, sağda engel tespit edilmeyene kadar en az 90 derece dön,
 - c) Sol doluysa “ a “ adımına git,
 - d) Sağa dön (eski konumuna gelir),

- e) “ 4 “ numaralı adıma devam et.
- 7) Solda bir çarpma algılanıyorsa:
 - a) Geri git,
 - b) Sağ boşsa, solda engel tespit edilmeyene kadar en az 90 derece dön,
 - c) Sağ doluysa, “ a “ adımına git,
 - d) Sola dön (eski rotaya dön),
 - e) “ 4 “ numaralı adıma dallan,
- 8) Mevcut nokta ile varış noktasını hesaplar, konuma gelene kadar 4 numaralı adım devam eder. Konuma vardığıysa motoru durdurur ve yeni gideceği konumu bekler.

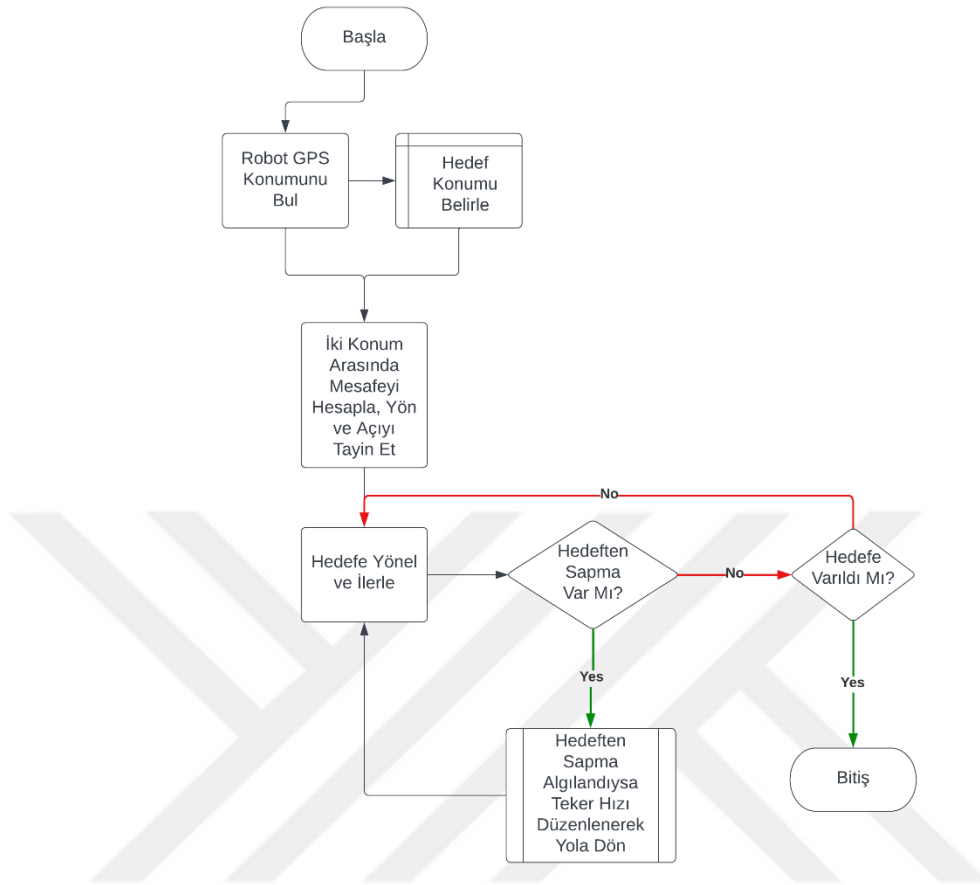
Alt Programlar:

- 1) Sola ve sağa dönüşlerde gyro sensör (jiroskop) üzerinden belirtilen dereceye dönene kadar motorları çalıştırır.
- 2) Encoder üzerinden okunan veriler kesmeler kullanarak tekerlerin ne kadar ne yönde hareket ettiği tutulmaktadır.
- 3) GPS koordinat bilgilerini 1.5 saniye de bir güncellenir.
- 4) Ultrasonik sensörlerdeki bilgileri 1 saniye de bir güncellenir.
- 5) Enlem ve boylam hedeflerden sapma olursa P kontrol değeri kullanarak tekrar rotaya dönmesi sağlanır.
- 6) IMU sensörler üzerinden çarpma, dönme, sarsıntı algılanırsa tekerlerin hızları değiştirilerek rotada kalması sağlanır.
- 7) Test modunda çalışma: Dokunmatik buton ile tetiklenen, robotun motorlarının kontrol edilmesi, sensör kalibrasyonları yapılması gerektiği durumlarda. Robot açılırken 5 saniye dokunmatik butona dokunulduğunda; ileri, geri, sağ ve sol yönlerine 2 saniye süre ile giden test program çalışmaktadır.
- 8) Bluetooth modülü üzerinden, gelen komutlara özel davranışlar tasarlanmıştır.
 - a) 0: Robotu yeniden başlatır,
 - b) 1: Yirmi saniye robotu durdurur.
 - c) 3: Enlem, boylam, pusula, IMU sensör bilgilerini telefon veya bilgisayara iletecek şekilde tasarlanmıştır.

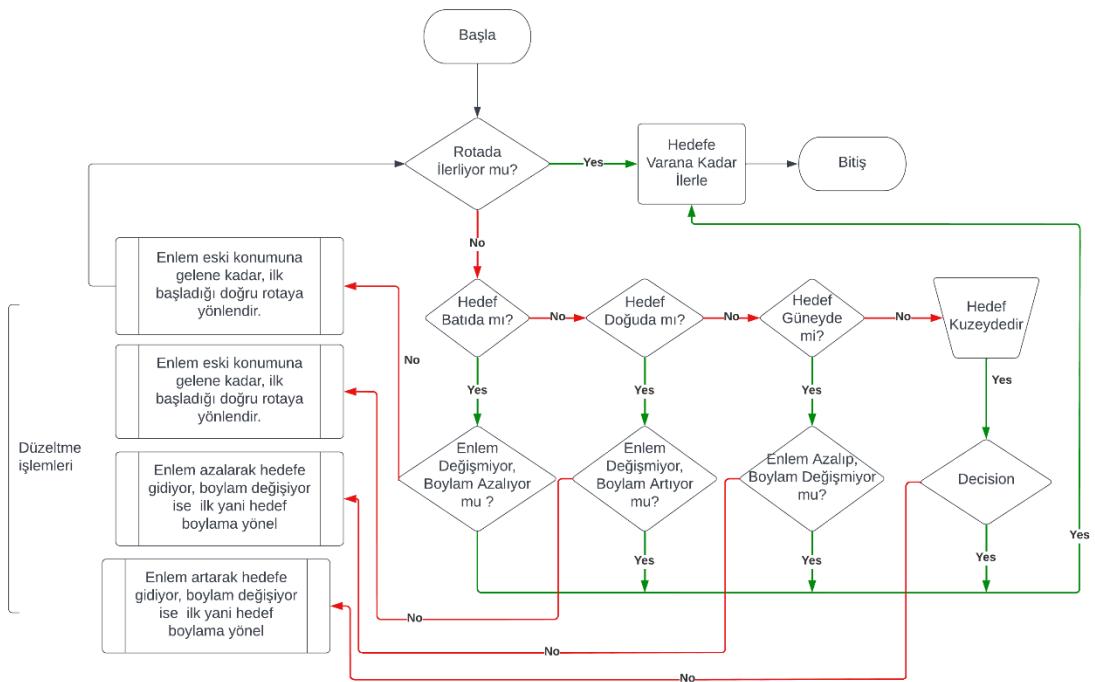
Akış şeması



Şekil 39. Yazılım akış şeması



Şekil 40. İlerleme alt programı



Şekil 41. Yoldan sapma tespit akış şeması

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Özet

Arduino uno, ublox 6m GPS ve adafruit OLED 128 x 64 ekran kullanarak cihazımızı tasarlamaya başladık. Programı yazıp çalıştırdığımızda bazı durumlarda OLED ekran bellek hatası veriyor ve çıktı üretmiyordu. Bunun için adafruit kütüphanesi epeyce yer kaplıyor. Hazır kütüphane yerine temel kodları kendimiz yazarak bellek kullanımını azaltabiliriz, fakat bu durumda hem istenen sonuçları elde etmek zaman alacak, hem de ileride yine bellek sorunları ile karşılaşabileceğiz.

Çalışmamızın ilerleyen süreçlerinde Arduino Uno port çıkışları, bellek kapasitesi yeterli gelmediği için Due modeli kullanıldı. GPS olarak kullandığımız ublox cihazın anteni aşırı hassas sarsıntı esnasında çıktı tekrar takarken komple anten kısmı tahrip oldu ve çalışmadı. Bu sebeple ublox 7m modelini aldık. İlk başladığımız duruma göre hem mikro denetleyici hem de GPS donanımını farklı bir üst model ile değiştirildi. Rotayı daha iyi takip edebilmek amacıyla, IMU (6 eksenli ivme ölçer) ve pusula sensörü eklenmiştir.

Yukarıdaki donanımlara ek olarak; karbon ve plastikten oluşan, bir iskelet üzerine dört tekerlek, Li-Po pil, güneş paneli, Li-Po pil den güneş panele şarj için bütünleşmiş devre kullanarak. Hareket edebilen bir robot tasarladık. Li-Po pil motorlara güç uygularken kısa süre çalıştığı, uzun süre çalışan Li-Po piller pahalı olduğu için akü ye geçiş yaptık. İskeletin aküyü güvenli taşınması için daha sağlam olan 3mm galvaniz sac kullanarak iskeleti tekrar inşa ettik. Süreç içerisinde farklı donanım farklı malzemeleri kullandık, benzer çalışmalarını yapacak kişilere yardımcı olması için hepsini paylaşmayı doğru buluyoruz. Newton: “Benim başarıım devlerin omuzlarından bakıyor olmamdır.” Söylevinde bilimin tanımı, önceki bilgilerin üzerine koyarak ilerleme kaydedilmesiyle oluşur. Bir otomobilde binlerce patent olması. Faraday’ın elektrik ve manyetizma üzerine yaptığı çalışmaların ışığında, Maxwell’in elektromanyetik dalgalar ile ilgili öngörülerini temel alarak yakın zaman aralıklarında, farklı bilim insanları (Tesla, Hertz, Marconi) tarafından kablosuz telgraf ve radyonun icadı öncekilerin çalışmalarının ilerletilmesine dayanmaktadır. Bizde günümüzde hızla gelişim gösteren robotik sektöründe uygulama bulgularımızı, ürün ve malzeme tercihlerimizi şeffaf bir şekilde paylaşmıştır.

4.2 Bulgular

Çalışmalar neticesinde farklı parametreler belirleyerek ölçümler alınmıştır.

Kontrol ünitesine potansiyometre takılarak, GPS modülünün hangi modda çalışacağı seçilmiştir.

C++ map komutu ile veri giriş alt limiti 0, üst limiti 1023, veri çıkışı olarak 1, 2, 3 verildi.

1. Mod: Sürekli GPS ile alınan verilerin mesafe olarak farkını kaydediyor.
2. Mod: 5 saniye aralıklarla alınan verileri ve önceki nokta ile arasındaki mesafeyi kaydediyor.
3. Mod: Verileri sürekli alıyor ve OLED ekranda kaydediyor.

4.2.1 GPS cihazları arası sapma hesapları

Endüstriyel amaçlı kullanılan pahalı GPS cihazı ve bizim yaptığımız cihaz yan yana konumlandırarak 20 ye yakın konum belirledik ve aradaki sapmayı hesaplanmıştır.

1. Tokat Güneşli mahallesinde 300 m² açık alanda 15 farklı noktayı GPS Ublox 7m, iPhone TM telefon Safari tarayıcısı üzerinden, Epro TM cihaz konumlarını karşılaştırmasını aşağıda tabloda sunulmuştur.

Tablo 1 - Ucuz ve pahalı GPS cihazları ile konum ölçümü

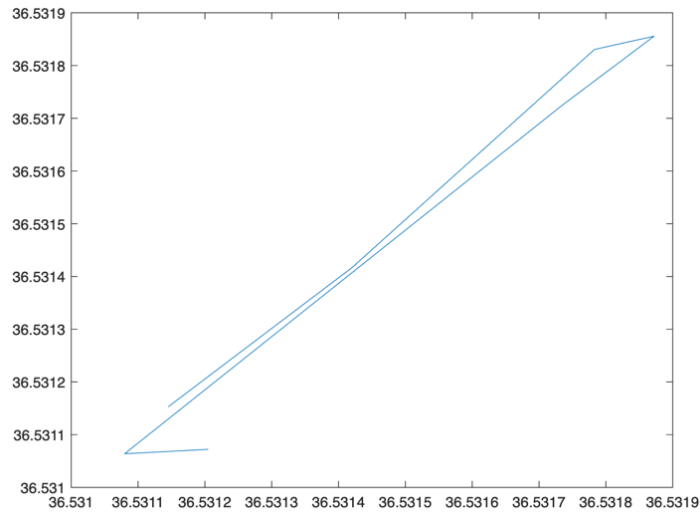
No	GPS		iPhone		Epro		Mesafe Cm
	Enlem	Boylam	Enlem	Boylam	Enlem	Boylam	
1	40,3458	36,5312	40,3458	36,5314	40,37782	36,56437	60,2345318
2	40,3454	36,5315	40,3456	36,5315	40,34578	36,55216	52,43846105
3	40,3455	36,5317	40,4359	36,5319	40,3676	36,56673	40,37486723
4	40,3457	36,5319	40,3458	36,5314	40,34641	36,55644	15,37466087
5	40,346157	36,53114	40,3459	36,5319	40,34597	36,53169	51,28331116
6	40,345985	36,531768	40,3459	36,5325	40,3515	36,53906	27,97300108
7	40,34571	36,531436	40,3459	36,5325	40,3461	36,53147	43,14030891
8	40,345985	36,531345	40,3462	36,5315	40,346	36,53139	4,312608832
9	40,345794	36,531246	40,3462	36,5315	40,34589	36,53116	12,72632195
10	40,345703	36,531032	40,3460	36,5314	40,34558	36,53128	25,32531387
11	40,34555	36,53104	40,3455	36,5311	40,3453	36,53123	32,09971952
12	40,345299	36,531016	40,3464	36,5309	40,34535	36,53184	70,27044983
13	40,345302	36,531146	40,3468	36,5307	40,34552	36,53155	41,63379707
14	40,34542	36,531352	40,3471	36,5311	40,34562	36,53138	21,85248307
15	40,345493	36,53128	40,346	36,5331	40,34528	36,51667	1238,679827

İki nokta arasındaki mesafe Haversine methodu ile hesaplandı, genelde konumlar birbirine yakın çıkıyor. 15'inci Adımdaki gibi çok farklı konumlar çıkabiliyor. Bu gibi durumlarda median filtre kullanılabilir. Bu filtre çok uzak, aykırı veriler kapsam dışı bırakılıyor ve değerlendirmeye almıyor. Hareketli ortalamada farklı olarak, ne kadar aykırı olsa da az sayıdaki aşırı değerden etkilenmez.

1. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi kampüsümüzde Arduino ve Ublox 7m üzerinden aldığımız noktaları ile Epro profesyonel GPS cihazı ile aldığımız konumları mukayese ettiğimizde, verilerin tutarlı olduğunu gözlemledik. Aşağıda görüleceği üzere MATLAB programı üzerinden, koordinat verileri arasında regresyon analizi yaptığımızda 1' e yakın bir sonuç üretti. Bu da verilerin doğruluğunu istatistiki açıdan doğrulamaktadır.

Tablo 2 - Farklı GPS cihazları konum karakteristiği

GPS		Epro Çevrilmiş	
Enlem	Boylam	Enlem	Boylam
40,34534	36,531145	40,34535	36,53115278
40,345546	36,53142	40,34543611	36,53141667
40,345601	36,531783	40,34556944	36,53183056
40,345752	36,531872	40,34573611	36,53185556
40,345865	36,531735	40,3459	36,531725
40,345764	36,53108	40,345775	36,53106389
40,345619	36,531205	40,34559167	36,53107222



Şekil 42- GPS cihazları arası fark çizim grafiği

4.2.2 Belirli aralıklarla alınan koordinatlar için GPS ölçme karakteristiği

Konumunu bildiğimiz yüksek binalar olmayan açık bir alanda 3 metre ara ile noktalar belirlendi ve çalışmada tasarlanan cihaz ile noktaların, konumları ölçülüp kaydedildi. Akabinde Haversine matematiksel yöntemi ile aralarındaki mesafe hesapladık. (Haversine formülü).

Ublox 7M ile 3 metre mesafe ile 7 ayrı noktayı ölçtük. Bir sonraki sıradaki nokta ile önceki nokta arası 3 metre sabittir.

Koordinat ve rakım bilgilerini içeren tablo:

Tablo 3 - 3 Metre ara ile alınan konumlar

Sıra	Enlem	Boylam	Rakım
1	40,29585317	36,55072167	665
2	40,29583967	36,55073483	665
3	40,29581983	36,55072817	668
4	40,29579267	36,55068683	667
5	40,2957833	36,5506725	676
6	40,29575533	36,55069533	669
7	40,29567583	36,550675	666

Koordinatlar arasındaki mesafe farkı aşağıda tabloda gösterilmiştir. 3 Metre olması gereken fark 3 değerini aldığı gibi bazen 1.3 mt bazen 1.7 mt gibi farklı değerler alabilmiş GPS'in çalışma karakteristiğini bu şekilde görebiliyoruz.

Tablo 4 - 3 Metre ile alınan konum doğruluğu

DOM : 36, Dg = 3 Derece						FARKLAR	
ARDUINO			GPS				
NOKTA NO	SAĞA	YUKARI	NOKTA NO	SAĞA	YUKARI		
AR_1	545127,3121	4468010,295	G1	545128	4468011	-0,6542	-1,1144
AR_2	545150,5395	4468033,31	G2	545150,3	4468021	0,2099	12,204
AR_3	545181,3442	4468039,602	G3	545185,4	4468036	-4,0615	3,4797
AR_4	545188,8051	4468056,415	G4	545187,4	4468055	1,3866	1,7727
AR_5	545177,0899	4468068,893	G5	545176,2	4468073	0,873	-3,8814
AR_6	545121,507	4468057,343	G6	545120,1	4468059	1,3762	-1,2132
AR_7	545132,2239	4468041,306	G7	545121	4468038	11,2629	3,1028

4.2.3 Hareket halinde koordinat olarak konumu bilinen yol üzerinde karşılaştırılması

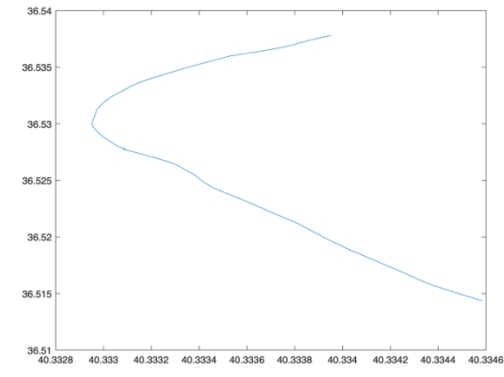
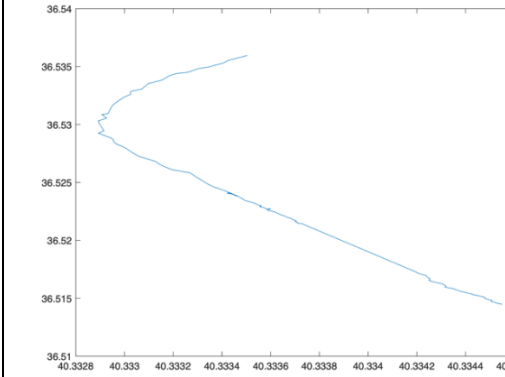
Araç ile hareket halindeyken başlangıç ve bitişi önceden belirlenmiş iki nokta arasında kendi tasarladığımız cihaz ile yolun GPS konumları alındı ve kaydedildi. Google Haritalar uygulaması üzerinden yolun bilinen GPS konumları da temin edildi. Eğri uydurma formülü ile tasarlanan cihaz ile kesin bilinen GPS konumlarına bakarak konumlardaki hata paylarını düzeltilmiştir.

Ublox 7m GPS üzerinden aldığımız koordinat bilgileri ile Google Maps™ üzerinden aldığımız bilgileri Matlab üzerinden eğri uydurularak karşılaştırılmıştır. Benzer bir grafik elde edilmiştir.

Tablo 5 - Araçla alınan GPS konumu ve google maps konum karşılaştırması

GPS Koordinat Bilgileri			Google Maps Koordinat Bilgileri		
Sıra	Enlem	Boylam	Sıra	Enlem	Boylam
1	40333504	36535964	1	40333504	36535964
2	40333465	36535747	2	40333465	36535747
3	40333421	36535511	3	40333421	36535511
4	40333418	36535431	4	40333418	36535431
5	40333402	36535281	5	40333402	36535281
...			...		
120	40334410	36515444	120	40334423	36515382
121	40334423	36515382	121	40334433	36515297
122	40334433	36515297	122	40334449	36515235
123	40334449	36515235	123	40334459	36515189
124	40334459	36515189	124	40334478	36515090
125	40334478	36515090	125	40334480	36515020
...			...		
370	40328259	36449672	130	40334521	36514631
372	40328126	36449217	131	40334531	36514564
373	40328103	36449005	132	40334551	36514481
375	40328011	36448497			

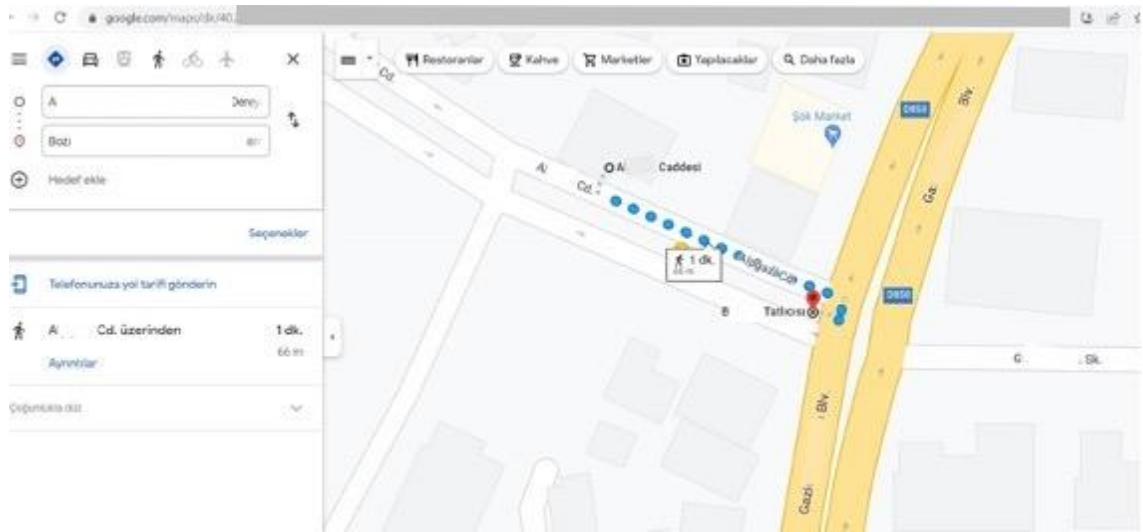
Tablo 6 - GPS sensörü ve google maps koordinat mukayesesi

GPS Grafik Çizimi	Google Maps Grafik Çizimi
 <p>Şekil 43. GPS verileri grafik gösterimi</p>	 <p>Şekil 44. Google maps verileri grafik gösterimi</p>

Her iki grafik mukayese edildiğinde, benzer desene sahip olduğu görülmektedir.

4.2.4 İki koordinat arasında mesafe, yön ve açı hesaplanması

İki koordinat arasındaki mesafe, coğrafi yön ve açı hesaplanması ile ilgili örnek veriler aşağıda gösterilmiştir. Google Maps üzerinden ölçülen mesafe ve robot üzerinde hesaplanan mesafe numaralı şekillerde sunulduğu gibi 66 metre ve 68 metre gibi koordinatlar arasındaki mesafe bir birine çok yakın şekilde hesaplanmıştır. *GPS cihazının 5 metre hata payı olduğu göz önüne alınmıştır.*



Şekil 45. Google maps üzerinden ölçülen mesafe



Şekil 46. Robot üzerinde hesaplanan mesafe

Arduino Seri Port Ekranı Çıktısı:

Robot Açısı:	55.46
Robot Yönü:	NE
Mesafe Metre:	68 metre, Haversine Mesafe: 70.55210
Hedef Açısı:	115.55
Hedef Yönü:	ESE
Enlem:	40.294 859
Boylam:	36.550180
Rakım:	693.70
Tarih:	12/1/2022
Saat:	13:39:16.00

4.2.5 Pusula ile robotun hedef koordinata yönlendirilmesi

Pusula hesapları yapılarak, robotun konumu pusula yardımı ile döndürülerek hedef konuma istikamet alınması sağlanmıştır. Robotun döndürüleceği yön hesaplanırken, manyetik sapma hesaba katılmıştır. Bu amaçla aşağıdaki formül kullanılmaktadır. Bulduğumuz yer ve yıl itibariyle 2022 yılı Tokat ilinde manyetik yanılma oranı: +6° 27' olarak verilmiştir. Ülkemiz için yer yıl +10 dakika doğu olarak sapma açısı değişmektedir. (Kaynak: <http://magnetic-declination.com/>) Bu sapma aşağıdaki formül yardımıyla hesaba katılmaktadır.

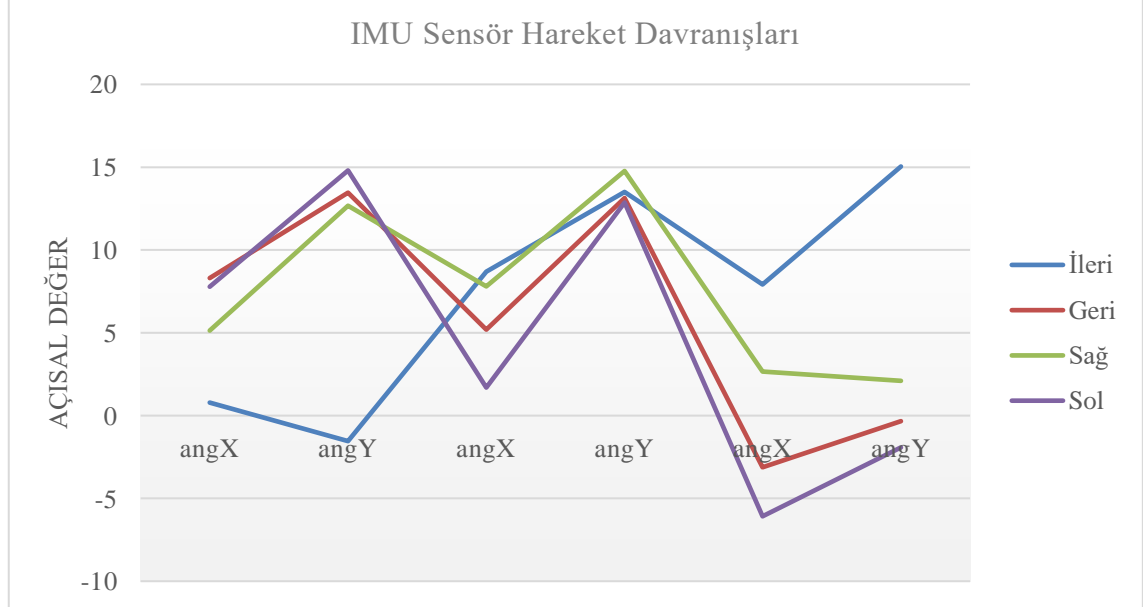
Formül: $(deg + (min / 60.0)) / (180 / PI);$

4.2.6 IMU sensör ölçüm bilgileri

IMU sensör, jiroskop (gsm + gprs verileri) vb. ile faz hesabına yakın bir hesapla konum doğrulamayı geliştirdik. Robotun dönüşleriyle ilgili IMU sensörün ürettiği açısal değerler aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 7 - IMU sensör MPU6050 davranış karakteristiği

MPU 6050 Davranışları					Fark	
Zaman	t		t+1			
Hareket Yönü	X	Y	X	Y	X	Y
İleri	0,78	-1,54	8,69	13,5	7,91	15,04
Geri	8,31	13,46	5,19	13,13	-3,12	-0,33
Sağ	5,14	12,67	7,8	14,77	2,66	2,1
Sol	7,78	14,8	1,7	12,87	-6,08	-1,93
İleri	-0,71	12,35	-10,46	6,77	-9,75	-5,58
Geri	-10,2	6,98	-8,7	5,85	1,5	-1,13
Sağ	-8,4	5,44	-0,79	6,08	7,61	0,64
Sol	-0,61	6,39	-9,79	11,51	-9,18	5,12
İleri	-0,34	-1,94	3,05	-2,11	3,39	-0,17
Geri	2,91	-1,88	8,51	-3,08	5,6	-1,2
Sağ	8,35	-3,2	23,92	-11,54	15,57	-8,34
Sol	23,81	-10,91	16,02	-7,05	-7,79	3,86
İleri	16,68	-5,89	22,01	-24,19	5,33	-18,3
Geri	21,26	-23,5	13,43	-16,67	-7,83	6,83
Sağ	12,95	-16,56	20,66	-22,17	7,71	-5,61
Sol	20,3	-21,56	11,53	-21,28	-8,77	0,28



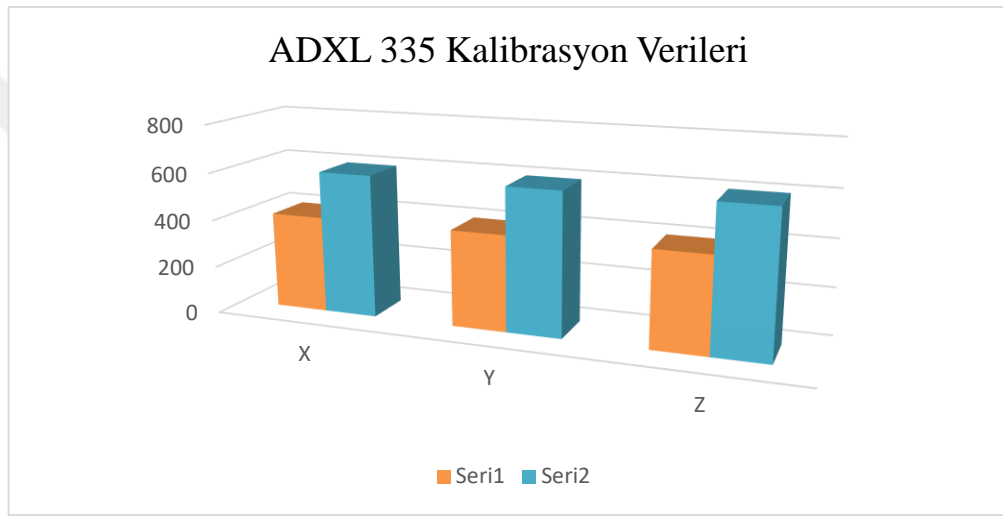
ADXL 335 Modülü kendi içerisinde dahili çipiyle hesaplamaları yapıp, analog olarak X,Y ve Z eksenleri için ayrı ayrı hareketleri vermektedir. Çalışmamızda MPU6050 ile

başlamış olsa da gelişen ihtiyaçlar göz önüne alınarak ADXL335 modülü tercih edilmiştir.

İvme ölçer sensör bilgilerinde X,Y ve Z ekseninde 1G ve üstünde bir değişim olduysa, yeniden yön hesaplama algoritmaları hesaplanan yere program dallanmaktadır.

Tablo 8 - Kalibrasyon için alınan min-max veriler

X		Y		Z	
MinIMUm	MaksIMUm	MinIMUm	MaksIMUm	MinIMUm	MaksIMUm
405	600	403	599	402	603



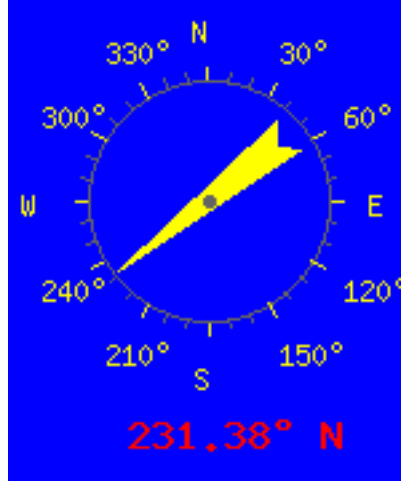
X,Y ve Z Eksenlerindeki minIMUm (seri 1) ve maksIMUm (seri 2) aldığı değerlerdir. Gürültüyü engellemek için son verilerden 10 adet seçilerek, ortalaması alınmıştır.

4.2.7 Pusula hesaplamaları ve manyetik sapma

Pusula hesabı yapılırken, manyetik sapma hesaba katılmalıdır. Aşağıdaki formül kullanılmaktadır. Bulduğumuz yer ve yıl itibariyle 2022 yılı Tokat ilinde manyetik yanılma oranı: +6° 27' olarak verilmiştir. Ülkemiz için yer yıl +10 dakika doğu olarak sapma açısı değişmektedir.

Formül: $(deg + (min / 60.0)) / (180 / PI)$;

Bu araştırma da pusula sensörü her ne kadar düzeltme uygulansa da bazı ortamlarda 30-40 derece bazı ortamlarda 60-70 derecelere varan hatalı veri üretebiliyor. Çalışmamızda eğer mobil güvenlik robotumuz 5 tur etrafında döndü ve hedef konum ile robotun yönü aynı olmadıysa. 50cm ileri gidiyor tekrar ölçüm alıyor. Yine başarılı olamadıysa statik hesaplama algoritmasına geçiyor.



Şekil 48. Örnek pusula koordinatı

Robotu kuzey yani 0 derece de başlattığımız için, yöneleceği hedefe (Hedefin Açısı / 30 * 750)

Formülü sonucuna göre sağa dönerek hedefe yöneliyor. Hedef 180 derece de ise: (231 / 30 * 750)

Robot 750 milisaniye de 30 derece döndüğü için 180 derece için 4.5 saniye sağ tarafa dönüyor ve hedef doğru yönelmiş oluyor. Alternatif olarak 180 den büyükse sol taraftan, küçükse sağ taraftan dönecek şekilde hedef yönüne çevrilebilir.

4.2.8 Motor encoder bilgisinin geri bildirim olarak kullanılması

Hedefe ilerlerken ilk olarak iki nokta arasındaki mesafe bulundu. Tekerin kaç tur dönmesi gerektiğini hesaplandı. GPS modülü hata payı GPS uyduları için yatayda 2.5 metre, GLONAS için 4 metredir. Çalışmamızda en büyük hatalı değeri dikkate alarak yaklaşık 8-10 metre bir çember içerisine girdiğinde hedefe varıldığı dikkate alınmıştır. Tekerleğin yarıçapı 4 cm olduğundan hareketle:

$$\text{Tekerin çevresi } (2 \times \pi \times r) = (2 \times 3,14 \times 4) \Rightarrow 25 \text{ cm.}$$

Bulduğumuz verileri şu şekilde formüle dönüştürdük.

$$(\text{Teker Dönüş Sayısı} > = \text{Hedef Mesafe} / 0.25)$$

Hedef 50 metre uzaktaysa tekerin 200 defa dönmesi gerekir. Bu çerçevede hedefe varış bilgisini tam olarak hesaplanmaya çalışılmıştır. Konuma geldiğini hem GPS sinyali hem de tekerin dönüş sayısı kontrol edilmiştir.

4.3 Tartışma

Bu çalışmada fiyat olarak ekonomik ve temini kolay GPS cihazı kullanarak doğru konum tespit etmeyi hedeflendi. Çalışmada gerçeğe 2-3 cm yakın konum veren diğer GPS'lerin yapamadığı başarıyı, ekonomik bileşenlerle elde edilmeye çalışılmıştır. Burada iki GPS arasındaki yazılımsal olan farklılar, matematiksel modeller ile aşılabılır. Pahalı bir ürüne gerek duyulmaz. Donanımı üretmediğimiz için piyasadaki ucuz GPS'lerin bu donanımsal açığını giderip gideremediği yapılan çalışmalarda ortaya çıkmıştır.

Ana yaklaşım olarak konum iyileştirmek için destekleyici ve ekonomik sensörler (IMU, jiroskop, açık kaynak GPS konumları vb.) kullanılarak sistem oluşturulmuştur. Matematiksel filtre modelleri ile verilerdeki gürültü ve parazitleri giderilmeye çalışarak güvenli çıktılar elde edilmeye çalışılmıştır.

Arduino ile kendi üzerine veri kayıt ederken Arduino Uno 32kb, Due 512 kb flash bellek alanına sahip fakat yine de GPS konumlarını ve aralarındaki hesaplanan mesafeyi cihaz üzerinde saklamak için yeterli gelmemektedir.

Bu amaçla dört türlü çözüm uygulanabilirdi:

1. Seri port aracılığıyla bilgisayara alıp saklamak
2. Arduino cihaza ESP-8266 türevi bir Wi-Fi cihaz takıp, verileri internette PHP + MySQL ile tasarladığımız backend bir program aracılığıyla veritabanına aktarmak.
3. Bluetooth ile alınan verileri yakındaki bir başka telefona aktarmak. (Burada Android, IOS olmasına göre ayrı ayrı işlem yapmak gerekecek)
4. SD kart modülü takıp, verileri arduino üzerine kaydetmek.

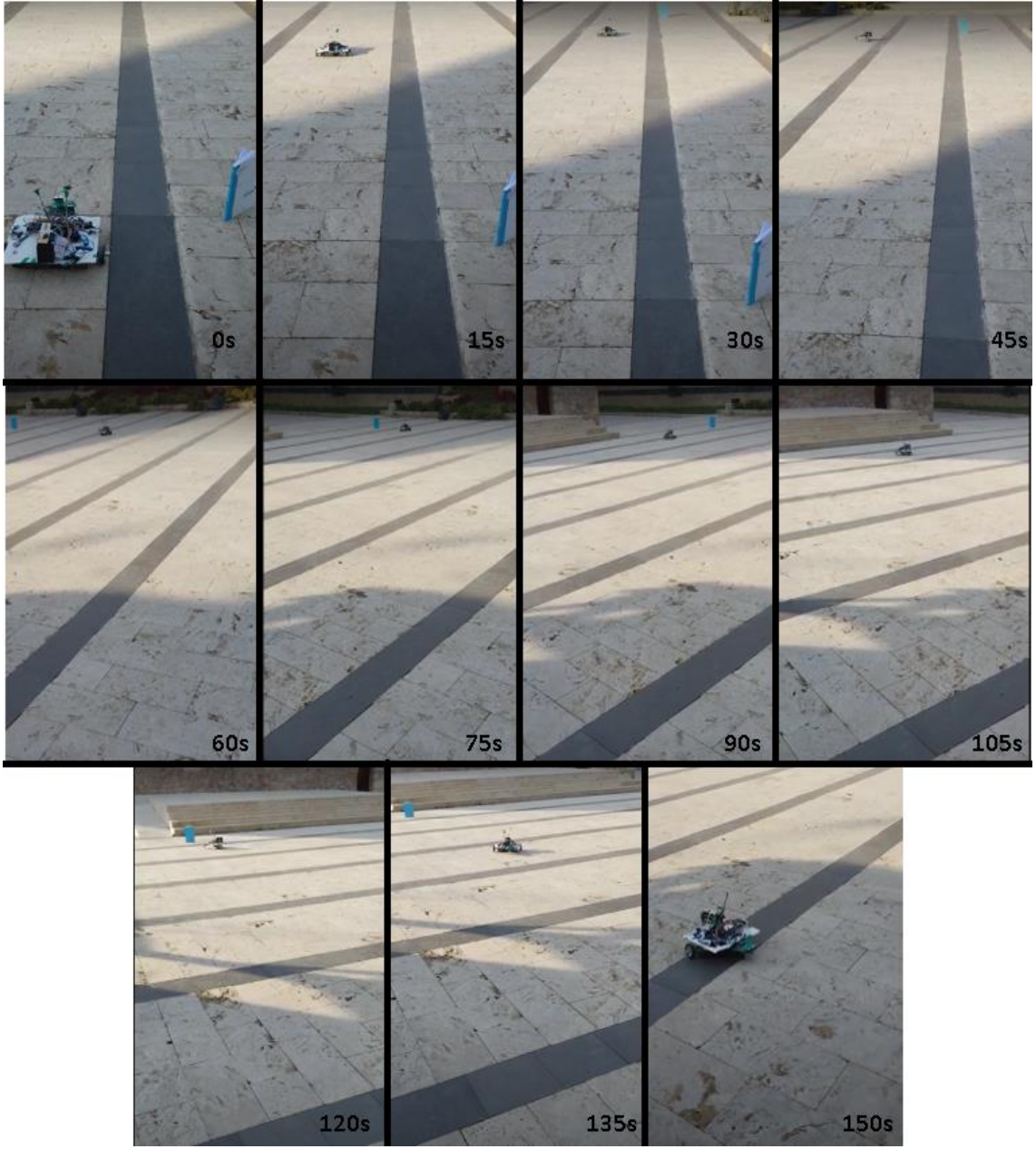
Bu çalışmada çok sık başvurulmayacağı için ve yalnızca ilk başta kalibrasyon amaçlı kullanacağımız için: 1.seçenek uygulandı ve doğrudan seri porta alıp veriler üzerinde işlem yapıldı.

Yön bulmak için kullanılan pusula sensörleri (manyometre) doğru yön bildirme anlamında daha fazla gelişirse, hedefe daha kısa sürede varmak mümkün olacaktır.

Mobil güvenlik robotunun gezinmesine ait iki farklı görevde çekilen görüntüler aşağıda zamana bağlı olarak verilmiştir.



Şekil 499. Robota verilen koordinatlar üzerinden gezinme başarımı



Şekil 50. Robota verilen koordinatlar üzerinden gezinme başarımı

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1 Sonuç

Ekonomik robot bileşenlerinden yapılan açık alan navigasyon çalışmasında robot verilen lokasyonlara %90 hata ile gitmiştir. Arduino ile kullanılan ve GPS sensörünün yaklaşık 5m ye varan hatalarını gidermek amacı ile kullanılan uzaklık, enkoder, IMU, pusula gibi ekonomik sensörler aşırı gürültülü değer ürettiğinden bu bileşenlerle güvenilir ve ticari bir sistem oluşturmak mümkün gözükmemektedir. Çalışmada her ne kadar çeşitli filtre ve tahmin algoritmaları kullanılsa da bu bileşenlerin performansları ve kararsız çalışmaları sistem için %100 bir lokasyon başarımları sağlamamıştır. Çalışmada kullanılan bileşenlerle ekonomik yollu açık alan navigasyon sistemleri başarımları en fazla %90 olarak ölçülmüştür. Bu bileşenlerden en stabil çalışan ikisi, Arduino Due ve enkoder olmuştur. Sadece enkoder kullanımı açık alanda yerin düzgün olmayışı ve farklı hızlarda motor sürmenin kaymaya neden olduğu gibi durumlardan ötürü biriken hatalara neden olmaktadır. Sistemin ana görevini üstlenen GPS cihazı, faz parametresini kullanmadığı için genelde 1-2 ve bazen 4-5 metreye varan sapmaya sahiptirler.

5.2 Öneriler

Ölçülen verilerde gürültü giderildikçe robotun navigasyonu pozitif etkilenmektedir. Bu nedenle sensörlerden elde edilen verilerin daha iyi sonuçlar veren ayarlamalar veya farklı metotlarla iyileştirilmesi gerekmektedir.

Pusula sensörü stabil çalışmadığı durumlarda, robot her zaman sabit bir coğrafi konuma (doğu, batı, kuzey, güney) doğrultularak çalıştırıldığında, hedefin konumuna göre doğru yönü bulabileceği görülmüştür. Kullanılan sensörler eğitim amaçlı, standartlara uymayan, basit, ucuz sensörler olduğu için gürültü ve hatalı ölçümler olmaktadır. Bunlar için kapsamlı çözümler geliştirilmesi gerekebilmektedir.

Rehber köpeklerin yetişmelerinin uzun sürdüğü, bakımlarının maddi ve manevi olarak zorlukları göz önünde bulundurulduğunda. Yapmış olduğumuz çalışma genişletilerek, görme engelli vatandaşlarımız için açık alanda rehber köpekler yerine yardımcı olabilecek bir çözüm üretilebilir. Bilinen iki nokta arasında gördüğü engellere çarpmadan ilerleyebilir, araçları görüntü işleme ve/veya farklı sensörler ile tespit edebilir, yaya yolu konumlarını bilir engelli bireylerin hayat refahları için bir çalışma ortaya konulabilir.

Kendi konumunu bilen cihaza internet üzerinden belirli bir konum verildiğinde oraya gidip devriye hizmeti sağlayıp kamerası aracılığıyla merkeze fotoğraf aktarımı yapabilecek, alarm verebilecek, destek kuvvet için merkeze talepte bulunabilecektir. Güvenlikle ilgili bekçilerin yaptığı asayiş (kavga, hırsızlık vs.) faaliyetlerine ek olarak trafik kazası, yangın tespitinde (iklim değişikliği temelinde artan orman yangınları vb.) bulunduğu ilgili birimlere ikaz gönderebilecektir.

Araç otonom şarj sistemine kavuşturulabilir. Kendi kendine şarj istasyonuna gittiğinde cihaz uzun şarj süreleri sebebiyle kullanım dışı kalacaktır. Yenilebilir enerji kaynaklarından operasyon sırasında enerjisini tüketebilir. Alternatif olarak kablosuz şarj olabilen akıllı telefonlar gibi robotta belli bir güzergahta giderken kendi kendine şarj olabilir.

6. KAYNAKLAR

Markethinkers.” *Nesnelerin İnterneti (IoT) Nedir? Nasıl Çalışır?*”, 18 Mart 2022

<https://www.ideasoft.com.tr/nesnelerin-interneti-iot-nedir/>, (1 Temmuz 2022)

GTech, “Nesnelerin İnterneti (IoT) Nedir?” <https://www.gtech.com.tr/nesnelerin-interneti-iot-nedir/>,(4 Temmuz 2022)

Boğday, B.” *Robot nedir? Robotlar Nasıl Çalışır ve Robotbilim*”, 12 Ağustos 2020

<https://bilimkultur.com/robot-nedir-robotlar-nasil-calisir/>, (5 Temmuz 2022)

Dijital Çağ Atolyesi, “*Robotik Nedir?*” <https://dijitalcagatolyesi.com/portfolio/robotik/>, (4 Temmuz 2022)

“*Otonom Mobil Robot Nedir?*” <https://www.optimak.com.tr/otonom-mobil-robot-nedir/>, (6 Temmuz 2022)

Yılmaz, S.” *Mikro denetleyici ve Mikroişlemci Nedir?*”,3 Nisan 2018

[https://maker.robotistan.com/mikro denetleyici-mikroislemci/](https://maker.robotistan.com/mikro-denetleyici-mikroislemci/), (28 Temmuz 2022)

“Sim8001 (Arduino GSM GPRS Modülü) Nedir?”, 25 Şubat 2020

<https://www.sailteknoloji.com/blog/sim8001-arduino-gsm-gprs-modulu-nedir-b25.html>, (29 Temmuz 2022)

“IMU Nedir?”, 24 Kasım 2016 <https://cbsakademi.ibb.istanbul/IMU-nedir/>, (27 Temmuz 2022)

Semiz, T,Y,” *Li-Po Pil Nedir? Çeşitleri ile Kapsamlı Li-Po Batarya Rehberi*”, 25 Ağustos 2019

<https://maker.robotistan.com/Li-Po-pil-rehberi/>, (26 Temmuz 2022)

Erdem A., 2010. Robotlar; Etimoloji. Rotam,

<https://web.archive.org/web/20130124040650/http://library.atilim.edu.tr/kurumsal/pdfs/100430-sunum.pdf>. (16.08.2021).

Sharma A., Artificial Intelligence vs Robotics: All the Facts You Need to Know.

<https://medium.datadriveninvestor.com/artificial-intelligence-vs-robotics-all-the-facts-you-need-to-know-1079e01e05e2>. (16.08.2021).

Anonim, Lojistik Regresyon Nedir?, <https://aws.amazon.com/tr/what-is/logistic-regression/> . (1 Kasım 2022).

Sommerville I., (2018).Yazılım Mühendisliği , Nobel Yay., Ankara, Türkiye. S. 30-65.

Ocak, MA. ve Efe AA., (2019).Robotun tarihçesi. Arduino ile robotik uygulamalar. Anı kitapevi, Ankara, Türkiye. S.13-20.

Nof, Shimon . (1999). Endüstriyel Robotik El Kitabı (2. John Wiley ve Oğulları.) s. 3–5.

Montgomery, C. , Runger G.C. ,(2019).Mühendisler İçin Uygulamalı İstatistik ve Olasılık, Palme Yayınevi, Ankara, Türkiye. S. 420-447.

Korkmaz, K., (2017), IEEE Xplore, Communication, Networking and Broadcast Technologies, Signal Processing and Analysis

Jiantong Chenga, Ling Yangb, Yong Li, Weihua Zhanga. (2013), Seamless outdoor/indoor navigation with Wi-Fi/GPS aided low cost Inertial Navigation System. Physical Communication. S. 13, 31–43.

Oltean, SE.,(2019). Mobile Robot Platform with Arduino Uno and Raspberry Pi for Autonomous Navigation.Procedia Manufacturing,32(1),572–577

Sferlazz, A., Zaccarian, L., Garraffa, G., D'Ippolito, F.,(2020).Localization from Inertial Data and Sporadic Position Measurements.IFAC-PapersOnLine,53(2),5976-5981

FANG, W., ZHENG L., (2018). Rapid and robust initialization for monocular visual inertial navigation within multi-state Kalman filter. Chinese Journal of Aeronautics,31(1),148-160

ZHAO, D.,TANG J., WU, X., ZHAO, J., WANG, C.,SHEN, C., LIA, J.(2021).A multiscale transform denoising method of the bionic polarized light compass for improving the unmanned aerial vehicle navigation accuracy. Chinese Journal of Aeronautics,In Press, Uncorrected Proof

ZHENG, Z., HE, X.,WENG, J.,(2015).Approaching Camera-based Real-World Navigation Using Object Recognition. Procedia CoMPUter Science, 53(1), 428-436

Jilek, T.,(2015). Autonomous field measurement in outdoor areas using a mobile robot with RTK GNSS. IFAC-PapersOnLine ,48(4),480-485

Kondrad, T., Breuer, M.,Engelhardt, T., Abel, D.,(2017). State Estimation for a Multirotor using Tight-Coupling of GNSS and Inertial Navigation. IFAC-PapersOnLine,50(1),11683-11688

Simdiankin, A., Byshov, N., Uspensky, I.,(2018).A method of vehicle positioning using a non-satellite navigation system.Transportation Research Procedia,36(1),732-740

Martinez-Soltero, EG.,Hernandez-Barragan, J.,(2018). Robot Navigation Based on Differential Evolution. IFAC-PapersOnLine,51(13),330-354

Pütz, S.,Wiemann, T., Sprickerhof., Hertzberg, J.(2016). 3D Navigation Mesh Generation for Path Planning in Uneven Terrain. IFAC-PapersOnLine,49(10),212-217

Amith, AL., Singh, A., Harsha, HN., Prasad, NR., Shrinivasan, K.,(2016). Normal Probability and Heuristics based Path Planning and Navigation System for Mapped Roads.Procedia CoMPUter Science,89(1),369-377

Winkler, John D., Timothy Marler, Marek N. Posard, Raphael S. Cohen, and Meagan L. Smith, Reflections on the Future of Warfare and Implications for Personnel Policies of the U.S. Department of Defense, Santa Monica, Calif.: RAND Corporation, PE-324-OSD, 2019

Kelsey D. Atherton. (2018) . Ramsee the robot. https://www.wdrb.com/news/business/ramsee-the-robot-touted-as-worlds-newest-robot-security-guard/article_893c6d53-31ed-5cfe-8cad9449e1be0c0.html.(16.08.2021)

Köksal, F. ve Üstün, B.,(2018). Giriş, Tasarım Sürecinde Zihinsel Bağlantıların aktive edilmesi. Sanat-Tasarım Dergisi. Türkiye.

Çelebi, K. (2008). Beyin Temelli Öğrenme Yaklaşımın Öğrenci Başarısı ve Tutumuna Etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, ilköğretim Anabilim Dal, Fen Bilgisi Eğitimi Programı, Yüksek Lisans Tezi. Konya.

Karakaş, M (2017). Arduino ile Pratik Uygulamalar Kitabı. İstanbul.

Öztemel, E. (2017). A.Y.Ü. İşletmelerde Yapay Zeka Uyg. Ders Notları. Ankara.

Maja J. Matarić. "Socially assistive robotics: Human augmentation versus automation", Science Robotics, 2(4) Mar-2017

Anonim, Lokasyon Bazlı Manyetik Sapma Hesaplanması, <http://magnetic-declination.com/> (29.11.2022)

