

**T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**GPS, GSM VE GPRS İLE BİR ARACIN KONUM
KONTROLÜ**

Önder YAKIŞTIRAN

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YAZ**

Yozgat 2019

**T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**GPS, GSM VE GPRS İLE BİR ARACIN KONUM
KONTROLÜ**

Önder YAKIŞTIRAN

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YAZ**

Yozgat 2019

T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı 70111712005 numaralı öğrencisi, Önder YAKIŞTIRAN'ın hazırladığı “**Gps, Gsm Ve Gprs İle Bir Aracın Konum Kontrolü**” başlıklı Yüksek Lisans tezi ile ilgili Tez Savunma Sınavı, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 24/05/2019 Cuma günü saat 14:00'te yapılmış, tezin onayına oy birliği ile karar verilmiştir.

Başkan : Dr.Öğr.Üyesi Yavuz TÜRKAY



Üye : Dr.Öğr.Üyesi Mustafa YAZ (Danışman)



Üye : Dr.Öğr.Üyesi Cemil ALTIN



ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun ..30../.05../20.19 tarih ve ..26.. sayılı kararı ile onaylanmıştır.

30../05/20.19

Prof. Dr. Mustafa SAÇMACI
Müdür

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	10
2. SİSTEMDE KULLANILAN TEKNOLOJİLER.....	15
2.1. GPS.....	15
2.2. GPS Sisteminin Kısımları	15
2.2.1. Uzay Bölümü	16
2.2.2. Kontrol Bölümü	19
2.2.3. Kullanıcı bölümü.....	21
2.3. GPS Navigasyon Mesaj Bilgisi	22
2.4. GPS Alıcıları Ve İletişimde Kullanılan Formatları	23
2.4.1. NMEA (National Marine Electronics Association) iletim formatı	24
2.4.2. RTCM veri formatları	25
2.5. GSM	26
3. SİSTEMDE KULLANILAN EKİPMALAR.....	34
3.1. Arduino Uno.....	34
3.2. Arduino Due	35
3.3. Arduino Motor Sürücü Modülü.....	36
3.4. 12V DC Motor.....	37
3.5. SIM900 GSM/GPRS Modülü	38
3.6. GY-26 Digital Pusula Sensörü	40
3.7. Ublox NEO-6M GPS Modülü	41
3.8. 128x64 OLED Display	42
3.9. Mobil Robot Platformu	42
3.10. 3S Lipo Pil 11.1 V 2200 mAh 25C	45
4. KARA ARACININ ARDUİNO YAZILIMI.....	46

4.1. GSM Alıcı Ünitesi.....	46
4.2. Kara Aracı Merkez Ünitesi.....	48
4.3. Arduino Uno GSM/GPRS Modülü ile Arduino Due Bağlantısı	57
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR	65
EKLER.....	67
ÖZGEÇMİŞ.....	79



GPS, GSM VE GPRS İLE BİR ARACIN KONUM KONTROLÜ

Önder YAKIŞTIRAN

**Yozgat Bozok Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

2019; Sayfa: 79

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YAZ

ÖZET

Bu tez çalışmasında GPS kullanılarak engelsiz görüş hattındaki herhangi bir aracın konum bilgileri elde edildi. GPS sistemleri günümüzde kara, hava ve deniz taşıtlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu sistemler sayesinde insanoğlu yön bulma, yön belirleme gibi bir takım olmazsa olmaz bilgileri edinmiş, daha güvenli ve hızlı bir ulaşım imkânına ulaşmıştır. Bu çalışma ile herhangi taşıtın GPS vasıtasıyla o anda bulunduğu konum koordinatı tespit edilip GSM üzerinden SMS ile kendisine bildirilen konum koordinatlarına gitmesi hedeflenmiştir. Çalışma programı bulanık mantık yönteminden yararlanılarak yazıldı. GPS sistemiyle taşıtın konumu mikrodenetleyiciler vasıtasıyla alındı. GSM sistemi üzerinden SMS gönderilmesiyle taşıtın gitmesi istenen konum koordinat bilgisi mikrodenetleyiciye gönderildi. Bulanık mantık yönteminde, dinamik işaret analiziyle taşıtın bulunduğu konum ile gitmesi istenen konumun eğiminin sabit olarak kalması kontrol edilmektedir. Bu çalışmada, taşıt olarak dört adet DC motorla çalışan araba kullanıldı. Bu araçta kullanılan DC motorlara bulanık mantık yöntemiyle elde edilen hız bilgisi aktarıldı ve aracın hedeflenen konuma hareketi sağlanmış oldu. Çalışmanın temel hedefi insansız olarak herhangi bir taşıtın konum kontrolünün yapılmasıdır.

Anahtar Kelimeler: GPS, GSM, Bulanık Mantık, İnsansız Kara Aracı.

POSITION CONTROL OF A VEHICLE WITH GPS, GSM AND GPRS

Önder YAKIŞTIRAN

**Yozgat Bozok University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechatronics Engineering
Master of Science Thesis**

2019; Sayfa: 79

Thesis Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YAZ

ABSTRACT

In this thesis, location information of any vehicle in the unhindered line of sight has been obtained by using GPS. Nowadays, GPS systems are widely used in land, air and sea vehicles. With these systems, human beings have gained the necessary information such as direction finding and direction determination and have reached a safer and faster transportation opportunity. With this study, it is aimed to determine the position coordinate of the vehicle which is currently located by GPS and to go to the coordinates of the location which are reported to them via SMS on GSM. The program has been written by using fuzzy logic method. The GPS system has been used to determine the position of the vehicle by using microcontrollers. The location coordinate information of the vehicle has been sent to the microcontroller by sending SMS via GSM system. In the fuzzy logic method, it is checked that the slope of the desired position to remain constant with the position of the vehicle with the dynamic signal analysis. In this study, four DC motors have been used as vehicles. The speed information obtained by the fuzzy logic method has been transferred to the DC motors used in this vehicle and the vehicle has been moved to the targeted position. The main objective of this study is to make the position control of any vehicle unmanned.

Anahtar Kelimeler: GPS, GSM, Fuzzy Logic, Unmanned Ground Vehicle.

TEŞEKKÜR

Çalışmam sırasında tecrübesi ve bilgisiyle bana yardımcı olan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YAZ' a teşekkürlerimi sunarım.



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 4.1. Bulanık Mantık Kural Tablosu	56
Tablo 5.1. Konuma Hareket Rotası Koordinat Bilgileri	62



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. İnsansız Kara Aracı.....	12
Şekil 1.2. İnsansız Hava Aracı.....	13
Şekil 2.1. GPS Bölümleri.....	15
Şekil 2.2. Dünya Üzerinde 6 Yörüngede Dönen 24 Uydu.....	16
Şekil 2.3. 2D Konumun Belirlenmesi	17
Şekil 2.4. Dikey Hassasiyetin Arttırılması İle 2D Konumun Belirlenmesi	17
Şekil 2.5. 3D Konumun Belirlenmesi	18
Şekil 2.6. Dünya Üzerine Yerleştirilmiş GPS Uyduları	20
Şekil 2.7. Sinyal Aktarım Süresinin Ölçülmesi	21
Şekil 2.8. 30 Bit Üzerinden Korelasyon İşlemi	22
Şekil 2.9. GPS Navigasyon Mesajının Yapısı	23
Şekil 2.10. GPS Alıcısı Blok Diyagramı	24
Şekil 2.11. TLM ve HOW Kelimesi Gösterimi	25
Şekil 2.12. GSM Hücre Yapısı	27
Şekil 2.13. Mobil İletişimde Gelişim Aşamaları	29
Şekil 2.14. GSM Mimarisi	30
Şekil 2.15. Baz İstasyonu.....	31
Şekil 3.1. Arduino Uno Kartı.....	34
Şekil 3.2. Arduino Due Kartı	35
Şekil 3.3. Arduino Motor Sürücü.....	36
Şekil 3.4. 12V DC Motor ve Motor Ölçüleri	38
Şekil 3.5. SIM900 GSM/GPRS Modülü.....	39
Şekil 3.6. GY-26 Pusula Sensörü.....	40
Şekil 3.7. NEO-6M GPS Sensörü	41
Şekil 3.8. OLED Display	42
Şekil 3.9. Kara Aracının Monte Edilmiş Görüntüsü.....	43
Şekil 3.10. Kara Aracı Kasasının Ölçüleri.....	43
Şekil 3.11. Kara Aracı Motor Bağlantı Yuvaları	44
Şekil 3.12. Kara Aracı Teker Ölçüleri	44
Şekil 3.13. Lityum Polimer Batarya	45
Şekil 4.1. GSM Modülü Kütüphanelerinin Tanıtılması.....	46

Şekil 4.2. GSM Modülü Portlarının Bağlantı Tercihleri	46
Şekil 4.3. GSM Alıcı Ünitesi Seri Haberleşme Hızının Ayarlanması	47
Şekil 4.4. SMS Bilgisinin Alınması ve Merkez Üniteye Gönderilmesi	47
Şekil 4.5. OLED Display ve Matematiksel İşlem Kütüphane Dosyaları Tanıtımı....	48
Şekil 4.6. Seri Port Ayarları.....	49
Şekil 4.7. Enlem ve Boylam Bilgilerinin Matematiksel Değere Dönüşümü	49
Şekil 4.8. Pusula Sensörü Veri Elde Etme Alt Programı	50
Şekil 4.9. Gidilmesi İstenilen Enlem ve Boylam Bilgilerinin Elde Edilmesi.....	51
Şekil 4.10. Gidilmesi İstenilen Enlem ve Boylam Bilgileri Matematik Dönüşümü..	51
Şekil 4.11. DC Motor İçin Hız ve Dönüş Yönü Kontrol Alt Programı	52
Şekil 4.12. Kara Aracının Konumu İle Gidilecek Konumun Düzleminin, Ekvator Düzlemi Arasındaki Açının Hesaplanması	53
Şekil 4.13. Fuzzy Alt Programı.....	54
Şekil 4.14. Bulanık Mantık Giriş ve Çıkış Değişken Kümeleri.....	54
Şekil 4.15. Bulanık Alt Programı.....	55
Şekil 4.16. Kuralbul Alt Programı	55
Şekil 4.17. Bulanık Mantık Kural Tablosu İçin değişken Değerleri	56
Şekil 4.18. Bulanık Çıkarım İçin Durulama Alt Programı	57
Şekil 4.19. DC Motor Hız ve Yön Hareketi İçin Komutlar	57
Şekil 4.20. Arduino Due ile Arduino Uno Seri Haberleşme Bağlantısı	58
Şekil 4.21. Arduino Due İle Sensörlerin Bağlantısı.....	59
Şekil 4.22. Arduino Due İle Motorların Bağlantısı.....	60
Şekil 5.1. Cihazın İstenilen Konuma Hareketinin Koordinat Haritası 1.....	63
Şekil 5.2. Cihazın İstenilen Konuma Hareketinin Koordinat Haritası 2.....	64
Şekil 5.3. Cihazın Görünümü	64

KISALTMALAR LİSTESİ

GPS	:	Küresel Konumlama Sistemi
İHA	:	İnsansız Hava Aracı
ICAO	:	Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü
GSM	:	Küresel Mobil Haberleşme Sistemi
SMS	:	Kısa Mesaj Hizmeti
DC	:	Doğru Akım
CDMA	:	Kod Bölmeli Çoklu Erişim
HF	:	Yüksek Frekans
RF	:	Radio Frekans
RTCM	:	Denizcilik Radyo Teknik Komisyonu
NMEA	:	Ulusal Deniz Elektroniği Birliği
CRC	:	Çevrimsel Fazlalık Sınaması
HSCSD	:	Yüksek Hızlı Devre Anahtarlama Veri
GPRS	:	Radio paketi genel Servisi
EDGE	:	Enhanced Data rates for GSM Evolution
TDMA	:	Zaman Bölüşümlü Çoklu Erişim
SIM	:	Abone Kimlik Modülü
IMSI	:	Uluslararası Mobil Kimliği
IMEI	:	Uluslararası Mobil Ekipman Kimliği
BSS	:	Baz İstasyonu Alt Sistemi
BTS	:	Baz Alıcı Verici İstasyonu
BSC	:	Baz İstasyon Kontrolörü
MSC	:	Mobil Anahtarlama Merkezi

1. GİRİŞ

Günümüzde insansız olarak kontrol edilebilen araçların kullanımı giderek artmaktadır. Bu artışın temellinde zor, kirli ve tehlikeli işlerin üstesinden gelmek ve bu işleri en az kayıpla tamamlamak yer almaktadır. Robotik sistemler bu tarz işlerin üstesinden gelmek için kullanılmaktadır. Robotik sistemler mekatronik mühendisliğinin temel alanlarından. İnsansız hava araçları başta olmak üzere, insansız tarım araçları, insansız ulaşım araçları robotik sistemler içerisinde yer almaktadır.

Robotik sistemler insanoğlunu hayatını kolaylaştırmayı amaçlamakta ve buna uygun çözümler bulmaktadır. Hayatı kolaylaştırma kavramı teknolojinin gelişmesiyle birlikte ileri safhalara taşınmıştır. Günümüzde hemen hemen her alanda robotik bir sistem kullanılmaktadır. Robot kavramı 3000 sene öncesi başlamaktadır. Homeros ilyada adlı eserde uçayaklılardan söz edilmektedir. Jason ve Argonotlar adlı Eski Yunan efsanesinde de Talos adlı bronzdan yapılmış nöbetçi dev Girit adasını korumak için tanrılar tarafından yapılmıştır. Eski Mısırlılar yaptıkları tanrı heykellerine mekanik kollar monte etmişlerdir. Tanrılar tarafından ilham aldıklarına inanılan rahipler mekanik kollara sahip heykelleri hareket ettirirlerdi [1].

M. Ö. 300' lü yıllarda mühendisler suyla çalışan otomatları yaptılar. Aynı dönemde İskenderiye' li Hero, Herkül' ün okla bir ejderhayı öldürüşünü temsil eden bir otomat yaptı. M. Ö. 250' de İskenderiye' li Ctesibius suyla çalışmakta olan saat mekanizması yaptı. Bu yapılan otomatlar ilk nesil robotlar sayılabilir. Bu otomatların çoğu saat zembereği ile çalışmaktadır [1].

Herhangi bir insan müdahalesi olmadan, çevresindekileri algılayarak tepki vermek üzere programlanabilen ilk robot yapay zeka laboratuvarlarında algılama ve görme ile alakalı teorileri test edebilmek için tasarlanmıştır. Bu tarz çalışmalardan birisi de 1940' lı yıllarda Shannon geliştirdiği Labirent çözen faredir. Bu fare kolay bir öğrenme algoritması ile çalışmaktaydı. Literatürde “Robot” kelimesi ilk olarak Karel Capek adlı Çekoslovak bir yazar 1921' de yazdığı Rossum' s Universal Robots isimli tiyatro eserinde kullanılmıştır [1].

Robot önceden programlanmış işlemleri otonom olarak yapan elektromekanik cihazdır. Robotlar bir mikrodenetleyicinin kontrolünde çalışabileceği gibi bir bilgisayar yazılımının kontrolünde de çalışabilirler. Robotik ise insanların kolayca yapamayacakları, yaparken bıkaçakları, güvenliklerini tehlikeye sokacak işlerin yerine getirilmesinde kullanılan, elektromekanik yapıya sahip makinaların üretimi ve tasarımını gerçekleştiren bilim dalıdır. Herhangi bir cihazın ya da sistemin robot olarak ifade edilebilmesi için otonom olması gerekmektedir. Yani herhangi bir insan müdahalesi olmadan karşılaşılabileceği durumlara göre kendi kararını kendisi vermelidir.

İnsansız araçlar en kapsamlı ifadeyle içinde ve üzerinde görev gerektirmedikçe insan faktörü bulundurmayan, uzaktan veya otonom olarak kontrol edilebilen ve önceden planlanmış görevleri yerine getirebilen kritik teknolojilerdir. Muhabere sahasında ve muharebeden önce üstünlük sağlama, terörizme karşı mücadele, tesis ve yerleşim yeri güvenliği, uzay keşif ve araştırmaları, bilimsel çalışmalar ve nedenleri çok çeşitli diğer istek ve gereklilikler nedeniyle, toplumun insansız araçlara olan istekleri teknolojinin paralelinde zaman geçtikçe artmaktadır [2].

İnsansız kara araçları içinde insan olmadan hareket edebilen, bir bombanın imha edilmesini, bir alanın güvenliğinin sağlanmasını, bir arazinin tarıma uygun hale getirilmesi için işlenmesini, herhangi bir yerde diğer yere ulaşımın sağlanması gibi işlemleri yerine getirebilen araçlardır. Bu etkili araçlar beş ayrı kategoride geliştirilmişlerdir. Bunlar; insan kontrollü, yarı otomatik, otomatik, yarı otonom, otonom. Bu araçların birçok alanda kullanılmaktadır. Bunlar; yük taşıma, tarım arazilerinde, yangınla mücadelede gibi daha birçok alanda kullanılabilirler.

İnsansız kara araçlarının hareket etmesinde kullanılacak yöntem açısından bakacak olursak bunlar; tekerlekli, paletli, iki veya çok ayaklı, tekerlekli paletli olarak gruplandırılabilir.



Şekil 1.1. İnsansız Kara Aracı

İnsansız hava araçları içerisinde pilot olmadan, GPS kontrollü ve otomatik olarak seyir yapabilen hava aracı olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde İHA' lar, yerde bulunan bir pilot tarafından uzaktan kumanda vasıtasıyla kontrol ettirilen ve uçuş öncesinde belirlenen program yüklenerek otomatik olarak uçuş işlemi gerçekleştirilen hava araçlarıdır. ICAO genelgesine göre İHA' lar; otomatik ve uzaktan kumandalı olarak iki ana sınıfa ayrılmaktadır [3].

Uzaktan kumandalı hava araçlarının tarihi oldukça eskiye dayanmaktadır. 22 Ağustos 1849 yılında Avusturyalıların, içinde zaman fitilli bombalar bulunan pilotsuz 200 adet balonu Venedik (İtalya) şehrine göndermesi, hava saldırısında ilk İHA kullanımı olarak kabul edilmektedir. Gerçekte, bu bombalı balonların bir kısmı hedefler üzerinde patlarken, belli bir kısmının da rüzgarın etkisiyle Avusturya sınırlarında patladığı da belirtilmektedir. Başka bir taraftan, insansız balonların askeri amaçlı kullanımı Amerika'da 1793 yılına dayanmakta ve bu balonlar iç savaşta keşif amaçlı olarak kullanılmıştır. 1908 yılında Nisan ve Kasım ayları arasında yarısından fazlası Alman olan 25' ten fazla havacıyı taşıyan yaklaşık 10 Alman balonunun Fransa sınırını geçerek iniş yaptığı kaydedilmiştir. Bu olan olayların etkisiyle 1910 yılında Paris Konferansı düzenlenmiştir. Konferansta somut adımların atılamamasına

karşı hava hukukunun uluslararası platformda düzenlenmesine yönelik olan ilk diplomatik girişim olması dolayısıyla tarihte yerini almıştır [3].

İnsansız hava araçları belli bir uçuş güzergâhı üzerinde otomatik olarak hareket eden veya uzaktan kontrol edilerek uçuşunu gerçekleştiren araçlardır. Bu araçlar kontrol mesafesinin artması, GPS sistemlerinin gelişmesi ve veri aktarımındaki gelişmelerle birlikte özellikle savunma alanındaki kullanımı giderek artmaktadır. İnsansız hava araçları kendisine yüklenen verileri kullanarak otonom olarak hareket edebileceği gibi gerektiğinde kumanda edilebilmektedir. İnsansız hava araçlarının havada kalma sürelerinin uzun olması sayesinde özellikle görüntü toplama ve bu görüntülerin gerekli yerlere iletilmesi gibi işlerde kullanılmaktadır.



Şekil 1.2. İnsansız Hava Aracı

Yakın zamanda, literatürde GPS, GSM ve konum kontrolü için yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

GPS ile araç takip ve yönlendirme sistemi gerçekleştirilmiştir. Takip işleminin yanında aracın gitmesi gereken yerin koordinatları gönderilmekte ve kullanıcıya sesli ve yazılı gidilecek konumun tarifi yapılmıştır. Ayrıca yapılan çalışma kapsamında GPS sistemi yapısı ve cep telefonu ile SMS alma ve gönderme işlemleri de kullanılmıştır [18].

Tarla içerisinde hareket kabiliyetine sahip, sürüş sistemi olarak diferansiyel sürüş sistemi kullanılan mobil bir robot tasarlanmıştır. Tasarlanan robot, hareket işlemini iki adet DC motordan alan lastik tekerleğe sahip bir robottur. Tasarlanmış olan robot otonom olarak ilerlemekte ve yönlendirme işlemi için GPS sisteminden yararlanılmıştır [7].

Robotun hareket etmesi sırasında elde edilen koordinat bilgilerinden robotun rota açısı, hem de hedeflenen konuma göre gerekli rota açısı bulunmuştur. Bulunan rota açıları arasındaki fark kullanılmış ve oransal kontrol algoritması yardımıyla robotun hareketi başarıyla gerçekleştirilmiştir [19].

Yapılan çalışmada robot dış ortamda gezinti yaparken karşılaştığı kayıp kişilerin yüzlerini kamera yardımıyla taramakta ve sisteme kaydetmektedir. Kayıp insanların yüzlerini sisteme kayıtlı kayıp insanlarla eşleştirmekte ve eşleşme olması halinde SMS ile GPS yardımıyla alınan enlem ve boylam bilgileri gönderilmektedir [20].

Gerçekleştirilen bu çalışmalarda GPS yardımıyla elde edilen koordinat bilgilerinin yardımıyla robotların konum bilgileri alınarak yapılması gereken görevler yerine getirilmektedir. GPS koordinat bilgilerinin doğruluğu ne kadar yüksek olursa yani elde edilen koordinat bilgileri hassasiyeti fazla olursa robotların gerçekleştirdiği işlerin bulunduğu konumların doğruluğu yüksek olmaktadır. GPS sistemlerinin gelişmesiyle insansız konum koordinat sistemiyle hareket eden robotların yaptıkları işlerin konum doğrulukları istenilen ölçüde artarak sistemlerin çalışma sahasındaki takip, yön bulma ve konum izleme doğrulukları bu oranda artmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmaların bazılarında GSM sistemi yardımıyla koordinat bilgilerine erişim SMS yardımıyla elde edilmiştir. SMS yardımıyla GSM sisteminin bulunduğu herhangi bir yerden sistemin konum koordinat bilgisi elde edilmektedir. Çalışmaların çoğunda kara ve hava araçları kullanılmaktadır.

Tez çalışmamızın giriş bölümünde insansız kara ve hava araçları hakkında ve daha önce yapılan çalışmalara genel olarak bir bakış yapılarak tezin amacı hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde sistemde kullandığımız teknolojilerden bahsedilmiştir.

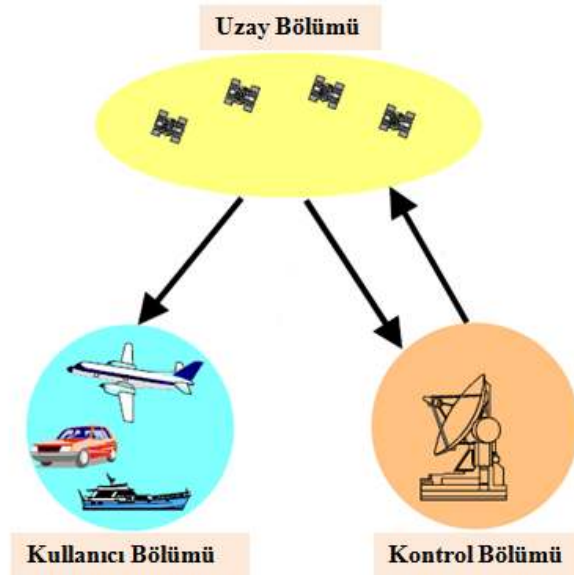
2. SİSTEMDE KULLANILAN TEKNOLOJİLER

2.1. GPS

Dünya üzerindeki herhangi bir noktadan her hava koşulunda sıkıntısız bir şekilde sınırsız kullanıcıya konum bilgisini sürekli olarak sağlayan navigasyon sistemine GPS denir. Konum bilgisi GPS alıcısıyla elde edilmekte ve herhangi bir ücret talep edilmeden sınırsız bir şekilde sağlanmaktadır. GPS alıcısıyla düzenli olarak kodlanmış bilgiler elde edilmektedir. Uzayda iki adet uydu sistemi vardır. Bunlar Rusya'ya ait GLONASS ve ABD'ye ait NAVSTAR/GPS uydu sistemleridir. NAVSTAR/GPS uydu sistemi aktif olarak kullanılmaktadır. GLONASS uydu sisteminin kullanıcı sayısı oldukça sınırlıdır. Bunun sebebi sistemin gizli ve sisteme ait bilgilerin kısıtlanmış olmasıdır. NAVSTAR/GPS Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı tarafından geliştirilmiştir. NAVSTAR/GPS dünyanın birçok yerinde kullanılmaktadır [4].

2.2. GPS Sisteminin Kısımları

GPS sistemi üç ana kısımdan oluşmaktadır. Bunlar uzay bölümü, kontrol bölümü ve kullanıcı bölümüdür. Bu bölümler Şekil 2.1. de gösterilmektedir.

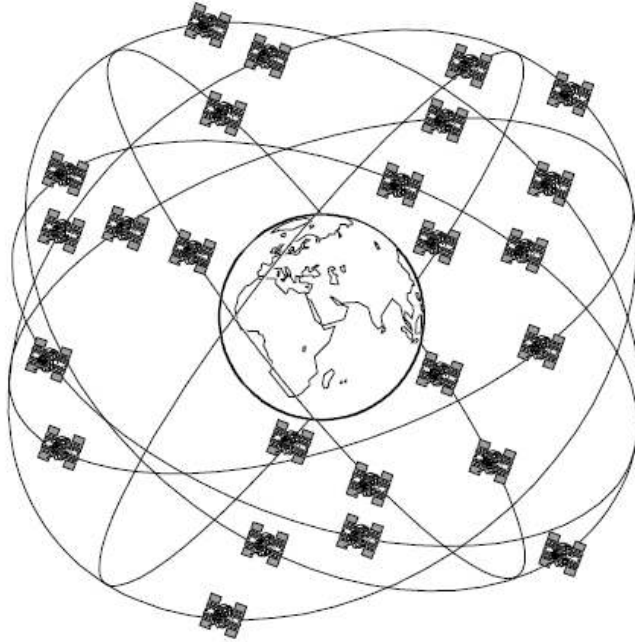


Şekil 2.1. GPS Bölümleri

2.2.1. Uzay Bölümü

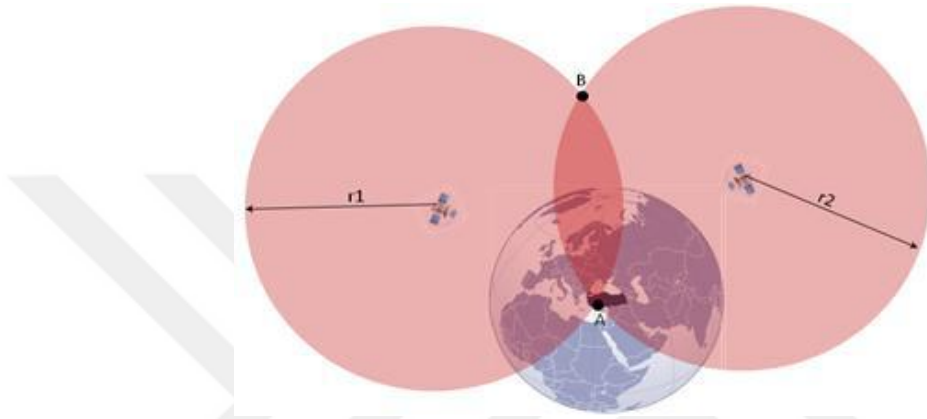
Uzay bölümünde, 24' ü aktif olarak çalışmakta ve 3' ü yedek olmak üzere toplam 27 uydu yer almaktadır. Şekil 2.2. dünya yörüngelerine yerleştirilmiş olan bu uyduları göstermektedir. Bu uydular, yeryüzünden 20200 km yükseklikte 6 farklı yörüngeye konuşlandırılmıştır. Yörüngelerin her birinde 4 adet uydu bulunmakta ve bu uydular Ekvator düzlemi ile 55 derecelik bir açı yapacak şekilde konuşlanmaktadır. Uydular yörüngedeki turlarını 12 saatlik bir zaman dilimi içerisinde tamamlamaktadırlar. Uydulardan 4 ile 8 tanesi dünyanın herhangi bir yerinden sürekli olarak görülebilecek konumdadırlar [5].

Dünyanın herhangi bir yerindeki GPS alıcısı en az 4 adet uyduyu görebilecek bir biçimde konumlandırılmıştır. Uyduların her biri çok düşük frekansta radyo sinyalleri yaymaktadır. GPS alıcıları bu sinyalleri alarak konumlarını belirlemektedir. En basit anlatımla GPS' in çalışma ilkesi bu şekildedir. GPS, kapalı ortamlarda ve su altı gibi sinyallerin zor bir şekilde alındığı ortamlar haricinde, dünyanın hemen hemen her yanında konum koordinatlarını tespit etme konusunda oldukça başarılı bir sistemdir [6].



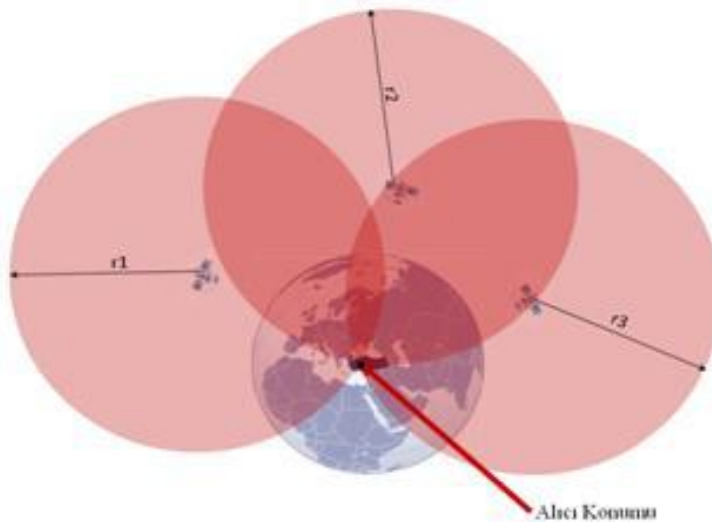
Şekil 2.2. Dünya Üzerinde 6 Yörüngede Dönen 24 Uydu

Dünyadaki herhangi bir yerin konumu, triangülayon (üçgenleme) metodu kullanılarak saptanmaktadır. Uydular, r yarıçaplı bir daire oluşturacak biçimde mikrodalga radyo sinyalleri gönderirler. Bu radyo sinyallerinde konum ve saat verileri gönderilir. İstenilen yerin, 2 boyutlu sistemde (enlem ve boylam) konumunun saptanabilmesi için iki uydu gerekmektedir. Şekil 2.3.' te uyduların meydana getirdiği daireler iki noktada birbirlerini kesmektedir [7].



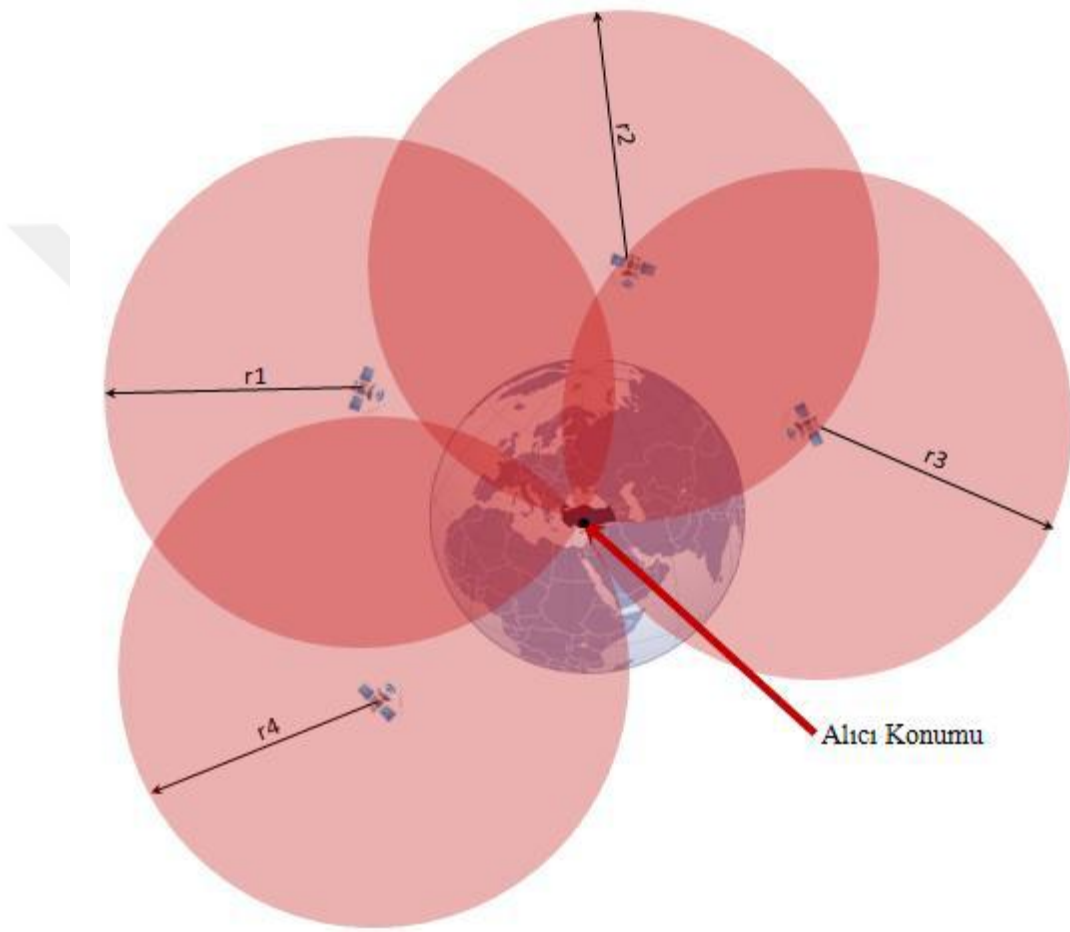
Şekil 2.3. 2D Konumun Belirlenmesi [7]

İki noktanın mesafesinin çok fazla olmasından dolayı dikey konum ölçme hassasiyeti düşük olacaktır. Bu durumu ortadan kaldırıp ölçme hassasiyetinin daha iyi olabilmesi için üçüncü bir uydu gerekmektedir. Şekil 2.4.' te üçüncü uydulla konum belirleme gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Dikey Hassasiyetin Arttırılması İle 2D Konumun Belirlenmesi [7]

Enlemi, boylamı ve yüksekliğin konumunu tespit etmek dördüncü bir uyduyla mümkündür. Bu sisteme, 3 boyutlu sistem denilmektedir. Bu nedenle GPS alıcıları koordinatlarının belirlerken en az dört uydunun sinyalini almalıdırlar. Uydu sayısı ne kadar arttırılırsa ölçmedeki hassasiyette o oranda artacaktır. Şekil 2.5.' te dört uyduyla herhangi bir notanın koordinatlarının belirlenmesi gösterilmektedir [8].



Şekil 2.5. 3D Konumun Belirlenmesi [7]

Sinyal gönderip alma işleminin zamanı, uydu sinyalinin yollanması ve sinyalin alıcı kısmın alması için geçen zamandır. Uydular, belirli bir düzen içerisinde kodlanmış dataları yayınlarlar. Kodlama işlemini saniyede 50 bps yaparlar [7].

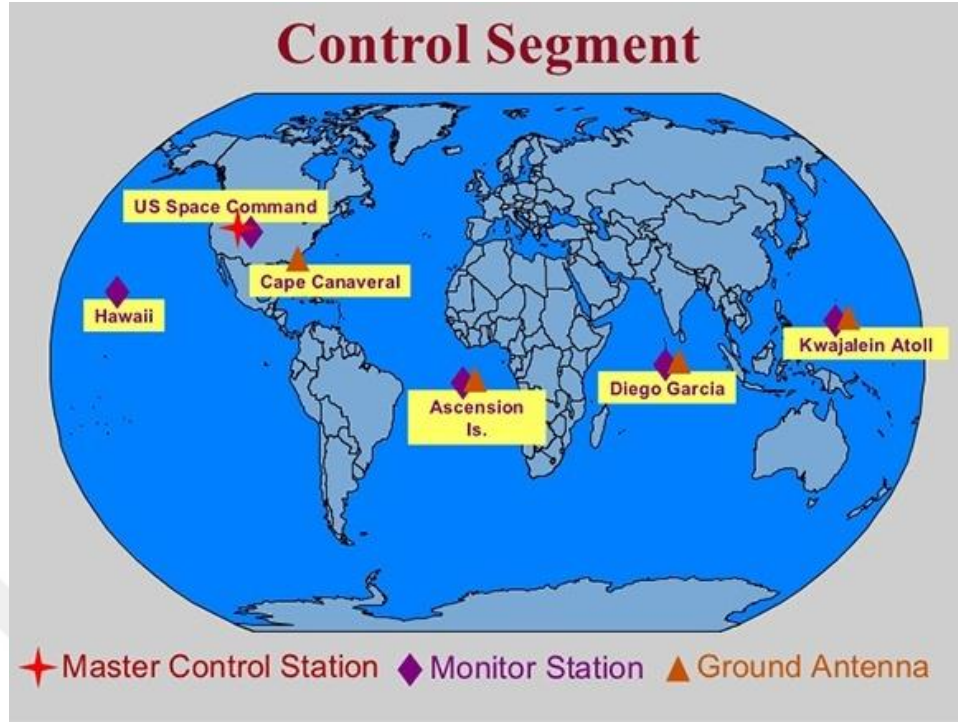
Her uydu, GPS alıcıları tarafından konum hesaplamak için kullanılan mesafe tayin sinyalleri gönderir. Bu sinyaller birbirinden farklı iki frekansta gönderilirler. Bunlar 1575.42 MHz Link 1 (L1) ve 1227.6 MHz Link 2 (L2) frekanslarıdır. L1 ve L2 mesafe tayin kodları taşırlar. Bu kodlar 1.023 MHz coarse/acquisition kodu (C/A-

kodu) ve 10.23 MHz precision kodu (P-kodu) olarak tanımlanmaktadır. L1 her iki kodu da taşıma özelliğine sahipken, L2 yalnızca P-koduna sahiptir. Bu kodlardan herhangi bir tanesi mesafeyi belirlemek için kullanılabilir, ancak normalde P-kodu yalnızca yetkili kişiler tarafından kullanılmak üzere şifrelenmiştir. Şifrelenmiş P-koduna Y-kodu olarak adlandırılmıştır. C/A-kodu ve P-koduna 50 Hz bir seyir bilgisi eklenmiştir [5].

GPS sinyalleri belirlenirken her uyduya özel rastgele oluşturulmuş kodlar kullanılır. Bu işlem sonucunda GPS uydularından gönderilen sinyallerin hangi uydudan geldiği GPS alıcısı tarafından tespit edilebilir ve gönderilen sinyallerin birbirleriyle karışması önlenmiş olur [5].

2.2.2. Kontrol Bölümü

Kontrol bölümü, ana kontrol merkezi ve dünyanın ayrı noktalarında bulunan istasyonlar ve yer antenlerinden meydana gelmektedir. Uyduların yörünge yönetiminde ve yayınladıkları bilgilerin yenilenmesinde kullanılırlar. Sistemin sürekli çalışır vaziyette olmasını sağlarlar. Sistemin merkezini ana kontrol merkezi oluşturur. Ana kontrol merkezi Colorado Springs de yer almaktadır. Ana kontrol merkezi uyduların yönetimi ve takibinden sorumludur. Ana kontrol merkezinin görevlerinden bazıları uyduların hareketlerini kontrol etmek, uydu için gerekli ekipmanları yeniden düzenlemek, uyduların hareket rotalarının mesajlarının güncel tutmak, uyduların düzenli olarak çalışıp çalışmadığını tespit etmektir [5].



Şekil 2.6. Dünya Üzerine Yerleştirilmiş GPS Uyduları

GPS uydularının tamamı, dünya üzerinde uygun yerlere yerleştirilmiş, hassasiyeti yüksek saatlere sahip, konumu tespit edilmiş 6 adet izleme istasyonu vasıtasıyla (Hawaii, Colorado Springs, Cape Canaveral, Ascension, Diego Garcia, Kwajalein) takip edilmektedir. Şekil 2.6.' da dünya üzerine yerleştirilen izleme istasyonları gösterilmektedir. İzleme İstasyonlarının hepsi aktif olmayan bir biçimde (receiver), izleme alanına giren bütün uydulardan bilgi toplarlar. Toplanan bilgiler ana kontrol merkezine gönderilirler. Ana kontrol merkezinde bu bilgiler değerlendirilerek astronomik takvimleri ve saat parametreleri hesaplanır. Antenler vasıtasıyla hesaplanan bu bilgiler belirli zaman aralıklarıyla uydulara yüklenerek uydu hareket mesajlarında yayınlanırlar [5].

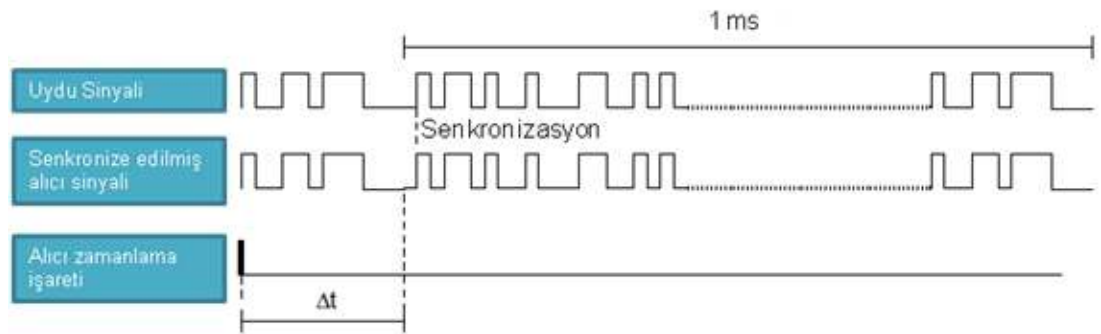
Uydulardan alınan mikrodalga sinyaller gözlem istasyonları aracılığıyla izlenmektedir. Bu sinyallerde, uyduların kesin yörünge ve saat verileri hesaplanmaktadır. Uydulara ait atomik saatlerin doğru olup olmadığı gözleme istasyonlarındaki özel sezyum saatler vasıtasıyla kontrol edilmektedir. Kontrol işlemi sonucunda saptanan test sonuçları merkez kontrol istasyonuna gönderilir. Merkez istasyona gelen bilgiler incelenerek yörünge ve saat hatası olup olmadığı belirlenir. Merkez istasyonundan elde edilen bilgiler navigasyon mesajına dönüştürülerek

yeryüzünde bulunan antenlere gönderilmektedir. Yeryüzünde bulunan antenler güncelleştirilen navigasyon mesajlarını kuvvetlendirerek uydulara gönderir [7].

2.2.3. Kullanıcı bölümü

Birbirinden bağımsız GPS uydu alıcılarının olduğu bölümdür. GPS uydu alıcıları, GPS uydularında gönderilen sinyallerden yararlanarak bulundukları konumun enlem ve boylam bilgilerini hesaplayarak tespit eden elektronik cihazlardır. Konum bilgilerinin yanında yükseklik, saat ve bunun gibi birçok bilgiyi de elde edebilmektedir. GPS alıcıları pasif olarak çalışırlar karşı tarafa bilgi gönderme özellikleri yoktur [5].

Kullanıcı kısmı, GPS alıcısını kullananlar tarafını temsil etmektedir. GPS sistemi aynı anda sınırsız kullanıcı tarafından kullanılabilir. Uydudan gönderilen sinyaller 67,3 ms civarında bir süre içerisinde GPS alıcıları tarafından alınabilir. Işık hızındaki uydu sinyallerinin aktarım zamanları, uydu ile GPS kullanıcıları arasındaki mesafeye bağlı olarak değişir. GPS alıcısı, 4 ayrı uydu vasıtasıyla gönderilen sinyaller için 4 farklı sinyal oluşturmaktadır. Gelen uydu sinyali ile üretilen sinyal senkronize edilip, gelen uydu sinyallerinin zaman kayması (Δt) ölçülür. Şekil 2.7’de gösterilmektedir. Dört adet uydu sinyaline göre ölçülen zaman kayması (Δt), sinyallerin geçiş süresi hesabında kullanılır [8].

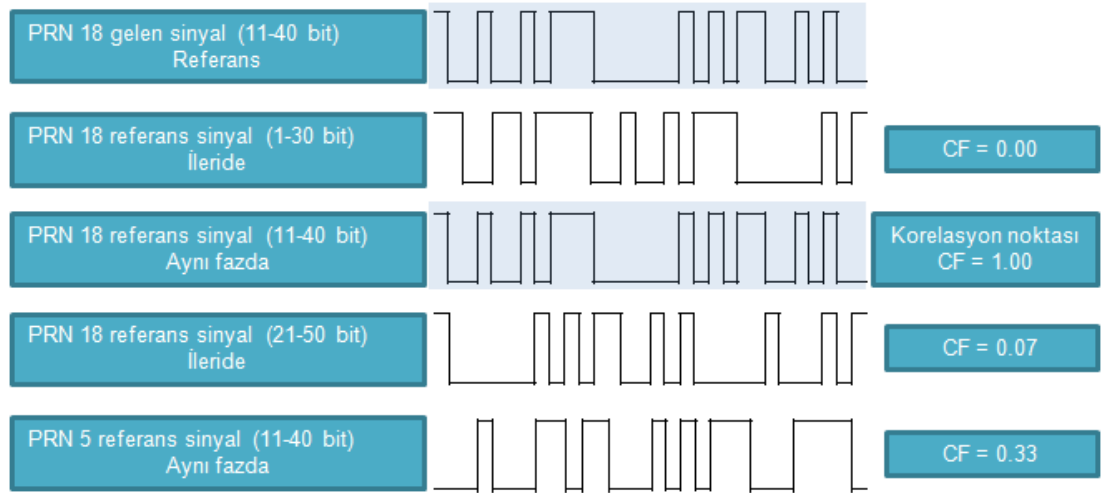


Şekil 2.7. Sinyal Aktarım Süresinin Ölçülmesi [7]

Dünyadaki herhangi bir konum 3D (enlem, boylam, yükseklik) boyutunda konumunun ve hızının hesaplanabilmesi için en az 4 farklı uydu ile haberleşmesi gereklidir. Konumun uydulara mesafesinin hesaplanması sinyal aktarım zamanıyla

yapılmaktadır. Sinyalin aktarım zamanı (τ) ile ışık hızının (c) çarpımıyla uydu ile alıcının birbirlerine olan uzaklığı (d) bulunur [7].

Yörüngedeki uydular birbirlerinden farklı C/A kodu ile aynı frekansa sahip sinyal (L1) göndermektedirler. Yapılan bu işlem, CDMA Multiplex (Code Division Multiple Access) olarak adlandırılmaktadır. Sinyallerin kurtarılması ve uydu tespiti korelasyon ile sağlanmaktadır. Bütün GPS alıcılarında kullanım halindeki bütün uydulara ait C/A kodları yüklenmiştir. Alıcı uydu tarafından gönderilen sinyali aldığı anda, alınan sinyale uygun referans sinyali oluşturulmaktadır. Oluşturulan sinyal, alınan sinyal ile birebir eşit oluncaya değin kaydırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Kaydırma işlemi sonucunda, alınan sinyal ile referans sinyal birebir eşit olurlar. Eşitleşme neticesinde, Korelasyon Faktörü (CF) = 1 olmakta ve korelasyon noktası meydana gelmektedir. Korelasyon noktasının kullanım amacı, gerçek sinyalin aktarımı için geçen sürenin belirlenmesidir. Aynı zamanda sinyalin gönderildiği uydunun tanımlanmasında da kullanılmaktadır [8].

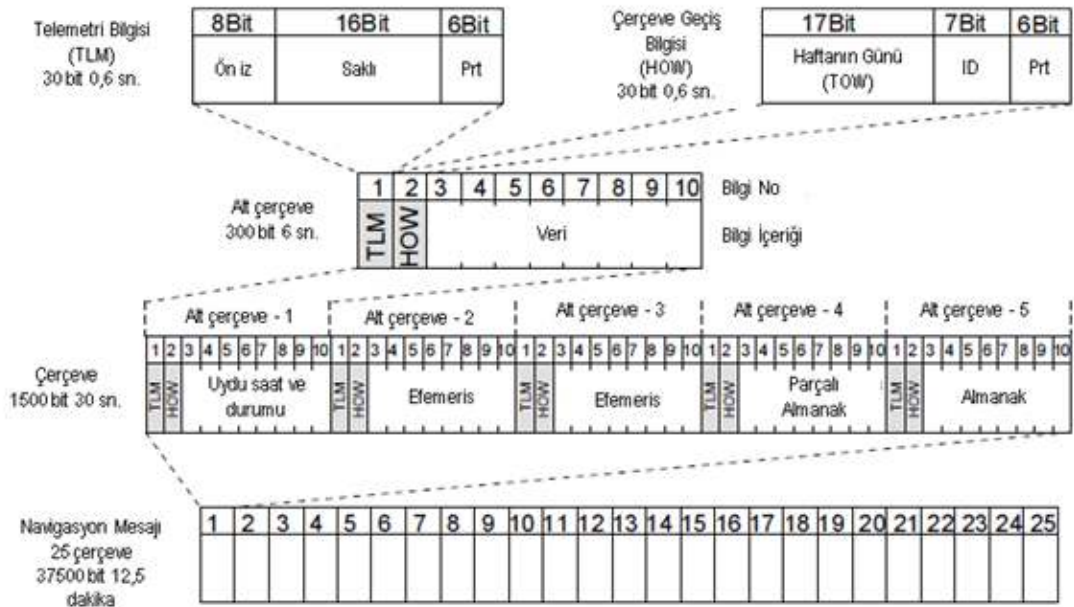


Şekil 2.8. 30 Bit Üzerinden Korelasyon İşlemi [7]

2.3. GPS Navigasyon Mesaj Bilgisi

GPS mesajı, uydular o andaki konumunun belirlenmesinde ve sinyal gönderim sürelerinin hesabında için gerekmektedir. Uydulardan verilerin aktarılması, HF (High

Frequency) taşıyıcı dalganın üstüne modüle işlemi gerçekleştirilerek yapılmaktadır. Veri bilgileri, çerçeve (frame) veya sayfa (page) olarak gruplara ayrılmış yapılar içerisinde aktarım işlemi gerçekleştirilir. Çerçevelerin uzunlukları 1500 bit ve aktarım için gerekli olan süre 30 saniyedir. Herbir çerçeve 5 alt çerçeveden (subframe) oluşur. Alt çerçevelerin her biri 300 bit ve aktarım süreleri 6 saniyedir. Bütün bilginin aktarımı için, 25 adet çerçeve ve 12.5 dakikalık süre gerekmektedir. Bu işlem nedeniyle, GPS alıcıları ilk kullanımda uyduları görmesi ve çalışması uzun sürmektedir. Daha sonraki çalışma başlangıçları daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir [8].



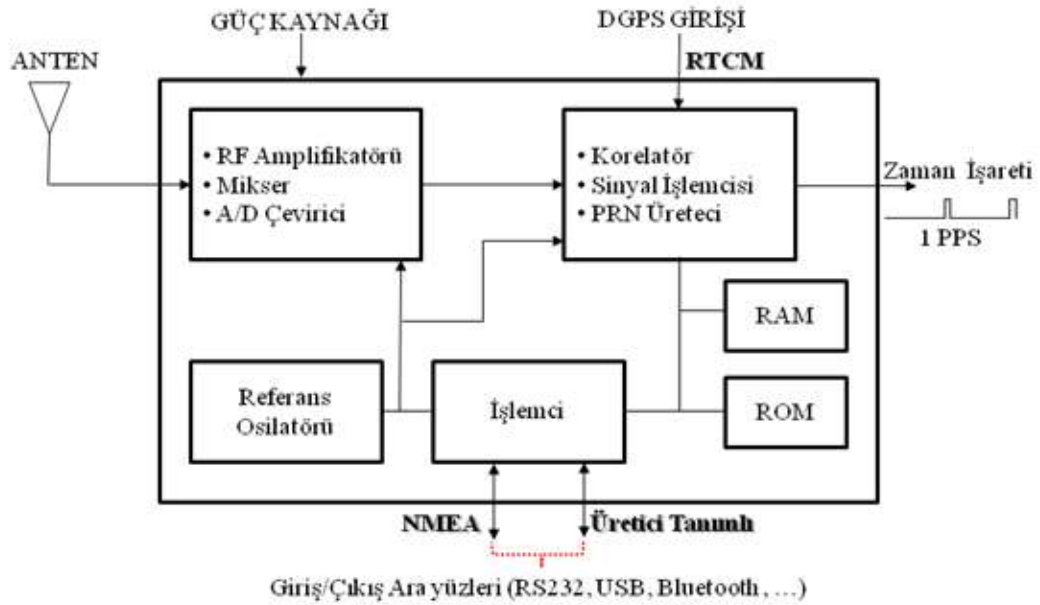
Şekil 2.9. GPS Navigasyon Mesajının Yapısı [7]

2.4. GPS Alıcıları Ve İletişimde Kullanılan Formatları

GPS alıcı sistemleri, en az dört adet uydu tarafından gönderilen uydu sinyallerini değerlendirerek mevcut konumlarını tespit ederler. GPS alıcı sistemleri konum ve anlık zaman bilgilerine ek olarak hız ve ivme bilgilerini belirleyebilir. Aynı zamanda GPS alıcıları, izlene uydu sayısını ve durumlarının hakkında bilgi verebilir.

GPS anten aracılığıyla alınan L1 ve L2 sinyalleri, RF (Radio Frequency) amplifikatörü vasıtasıyla güçlendirilip sonrasında düşük bir ara frekanslı sinyale dönüştürülmektedir. Analog yapıya sahip bu frekans, iki bitlik bir analog digital

çeviriciyle digital bir sinyale dönüştürülür. Referans osilatör, korelatör ve işlemciye gereken saat frekansının yanı sıra frekansın çevrimin için taşıyıcı dalga sinyali üretilmektedir. GPS alıcıya gelen sinyal aktarım süresini, PRN üretici tarafından üretilen sinyal ile PRN sinyal korelasyonu ile tespit edilir. İki sinyalin aralarındaki zaman farkı sinyalin aktarımı için geçen süreyi vermektedir. Sinyal işlemcisinin özelliğine göre standartta aynı anda en fazla 16 adet uydudan alınan sinyali işleyebilir. İşlemciler konum tespiti ve diğer değişkenlerin hesaplanması gibi işlemleri de gerçekleştirmektedir. GPS alıcılarında standart olarak iki önemli veri iletim formatı kullanılmaktadır. Bunlar, RTCM ve NMEA veri iletim formatlarıdır. Bu formatların yanı sıra başka iletim formatları da kullanılmaktadır. Formatların kullanımı firmadan firmaya değişebilir. GPS alıcısının blok diyagramı Şekil 2.10 ' da gösterilmektedir [7].



Şekil 2.10. GPS Alıcısı Blok Diyagramı [8]

2.4.1.NMEA (National Marine Electronics Association) iletim formatı

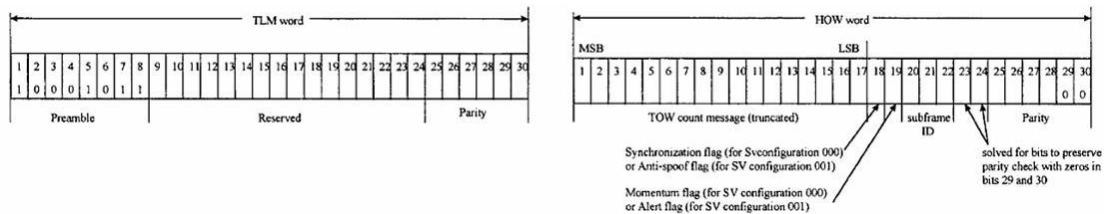
GPS alıcılarının hesaplaması sonrası elde ettiği konum, hız, rota gibi bilgilerini çevresindeki ilgili birimlere aktarırken RS232, USB gibi ara yüzlere sahiptirler. Elde edilen konum, hız, rota gibi bilgiler, bu ara yüzler aracılığıyla özel bir formatta gönderilirler. Bu format bilgi alıp vermenin herhangi bir sorunla karşılaşmaması için

NMEA tarafından standart bir yapıya getirilmiştir. GPS verisi NMEA 0183 kuralları çerçevesinde yayın yapılmaktadır. GPS verisi veri setleri yarımıyla aktarılır. Yedi adet veri seti bulunmaktadır. Bunlar aşağıda verilmiştir [9].

- GGA (GPS alıcıları için zaman, pozisyon ve veri düzeltme)
- GLL (Coğrafi pozisyon, enlem ve boylam)
- GSA (Aktif Uydu Bilgileri)
- GSV (Aktif İzlenen Uygu Bilgileri)
- RMC (Önerme Minimum Navigasyon Verisi)
- VTG (Hız Verileri)
- ZDA (Tarih, Saat Verileri)

2.4.2. RTCM veri formatları

RTCM 2.x veri format GPS navigasyonunun mesaj yapısına bağlıdır. Başka bir ifade ile kelimenin boyu, formatı ve eşlik (parity) algoritması benzerdir. GPS navigasyonu mesajının bir veri iletişimde bir kelimesi 50 Hz hızında 30 bit kelime boyutuyla uydu tarafından yayınlanmaktadır. Mesajın içerisinde her alt bölüm TLM (Telemetry Word TLM) ile başlamaktadır. İkinci olarak gönderilen kelime aktarma (Hand Over Word HOW) kelimesidir. Kelimelerin her biri 6 adet parity bit içermektedir. TLM ve HOW kelimelerinin yapıları Şekil 2.11’ de gösterilmektedir [10, 11].



Şekil 2.11. TLM ve HOW Kelimesi Gösterimi

2004 yılında yayınlanan RTCM 3.0 sürümü, RTCM 2.x sürümünde veri yapısı kaynaklı olumsuzlukları ortadan kaldırmak ve RTK uygulamalarını geliştirmek için tasarlanmıştır. RTCM 3.0, ileri düzey bir veri yapısına ve veri iletiminde etki bir bant

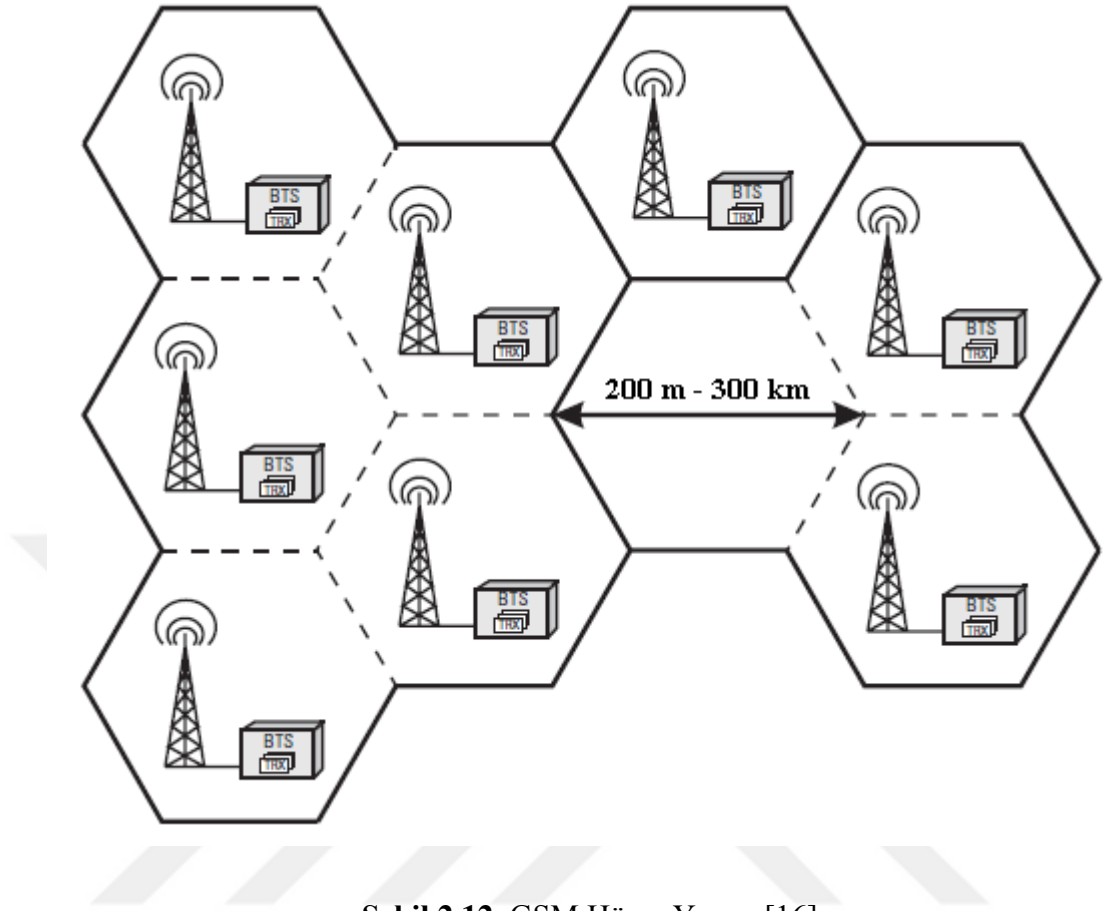
genişliğine sahip olması RTK uygulamalarına büyük katkı sağlamıştır. RTCM 3.0 bant genişliği ihtiyacı RTCM 2.x' e göre baya düşüktür. RTCM 3.0, L1 ve L2 düzeltme farkları, dağıtık ve dağıtık değil olarak birbirinden ayırır. Bu şekilde ayrılmış düzeltme farkları sayesinde %80 oranında bant genişliği kullanımı azalmıştır [12, 13].

RTCM 3.0 mesajının yapısı, 8 biti sabit olarak ardından 6 bit gelmesi ile başlayan bir yapıdadır. RTCM 3.0 mesajları mesajın türüne göre mesaj uzunluğunda değişkenlik gösterebilir. Bu sebeble parity (eşlik) denetlemesi için mesajın sonunda Cyclic Redundancy Check (CRC) kullanılır. Bu parity (eşlik) algoritması, veri iletiminde verimli olmayı sağlamaktadır [11].

2.5. GSM

GSM (Global Systems for Mobile Communication), mobil haberleşmesinde kabul edilen ikinci nesil, sayısal hücreli sistem olarak tanımlanır. GSM, devre anahtarlamaına sahip sayısal ve analog veri bağlantılı hizmet sunan bir sistemdir [14].

GSM, hücreli bir yapıdadır. Hücre ağıdaki en küçük birimdir. Hücrenin yapısı, GSM ağı tarafından kapsanan, hizmet sunulan en küçük parça diye tanımlanabilir. Hücrelerin çapları bölgenin coğrafi şekline, kullanıcıların sayısına göre değişir. 0.2-300 km arası olabilir [15].



Şekil 2.12. GSM Hücre Yapısı [16]

Mobil olarak haberleşme, ilk kez Finlandiya’ da kullanılmıştır. Mobil haberleşme sisteminin Finlandiya’ da kullanılmaya başlamasının nedeni; coğrafi yapısından kaynaklı arazi yapısı, yerleşim yapısının dağınık olması ve hava koşullarının olumsuz olmasından kaynaklanmaktadır [16].

Special Mobile Groupe, dünyadaki yeni haberleşme sistemlerinin standartlarını belirlemektedir. Bu sayede yeni teknolojilerin temelleri atılmıştır. Öncelikle, iki ayrı frekans bandı ile mobil haberleşme sistemleri oluşturulmuştur. Bu sistemler; GSM 900 ve GSM 1800 olarak bilinmektedir. GSM 900, Kırsalda kullanılan 900 MHz frekansta yayın işlemini gerçekleştirmektedir. Bu sistemde yapılan yayının yarıçapı en fazla 35 km’dir. GSM 1800 kullanıcı sayısının çok olduğu, yerleşimin yoğun olduğu yerlerde kullanılmaktadır. Bu sistemde yapılan yayının yarıçapı 7-8 km’ dir [15].

1990 yılı, GSM'in 1800 Mhz' de çalışmakta olan DCS 1800 sistemiyle standartların belirlenmesi başlamıştır. Bu standartların tamamlanması 2x75 MHz' lik band genişliğiyle kapasitede artış sağlanmıştır [4].

2G olarak bilinen 2. nesil olarak bilinen GSM, sayısal bir yapıya sahip olmasından ve radyo erişimindeki kullandığı teknik bakımından pek çok yenilik getirmesine rağmen ulaşılan son nokta olamamıştır. Fakat küresel sistemlere geçişte kullanılan bir basamak olarak kabul edilmiştir [4].

2G dar bant genişliğine sahip sayısal bir iletişim ağıdır. Bu teknolojiye sinyaller sayısal bir formatta iletilmiş ve iletişimin kalitesi arttırılmıştır. Ayrıca veri iletişimindeki karmaşıklıklarda ortadan kaldırılmıştır. Diğer bir avantajı ise tüm dünyada bağlantıyı sağlayan yarı küresel bir dolaşım sistemi olmasıdır.

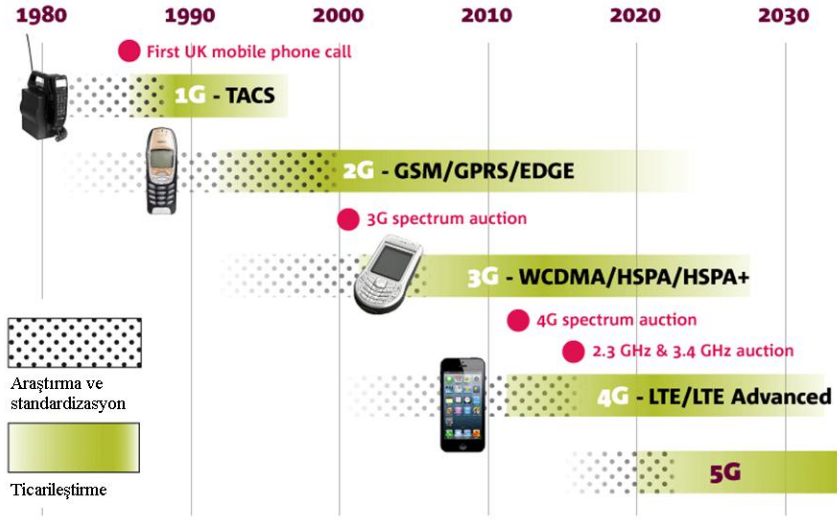
GSM sistemindeki gelişmeleri, hızlı veri transferine olanak sağlayan HSCSD, GPRS ve EDGE sistemlerinin bulunması izlemiştir. Bu sistemlere 2.5G sistem denilmiştir. Bu sistemlerin gelişim evreleri Şekil 'de gösterilmektedir [4].

3G sisteminin gelmesiyle mobil ağlar, kullanıcıların cep telefonları ve tabletler gibi cihazlarla internete erişebilmeleri sayesinde büyük ölçüde popüler hale geldi. 3G mobil teknolojisinde veri aktarımı hızı 384 Kbps ile 2 Mbps aralığındadır. Bu sayede 3G teknolojisiyle birlikte daha çok veri iletimi sağlanmıştır. Veri iletimindeki artışla birlikte sesli ve görüntülü arama, dosya aktarımı, internette gezinme, yüksek kalitede videoları izleme, oyun oynama ve daha fazlasını yapabilme olanağı sağlanmıştır.

4G teknolojisinin gelişmesi birçok özellik getirilmiştir. 3G teknolojisine ek olarak veri iletiminin 100 Mbps ile 1 Gbps arasında değişen hızda geçtiğine inanılmaktadır. 4G teknolojisiyle birlikte mobil telefonlarda internet üzerinden konuşma, internet üzerinden konferans yapmak gibi birçok işlem gerçekleştirilebilmektedir.

5G teknolojisinin gelmesiyle birlikte mobil dünyasında yeni bir devrim gerçekleşecek. 5G teknolojisi muhtemelen 2020'li yıllarda uygulanacağı söylenmektedir.

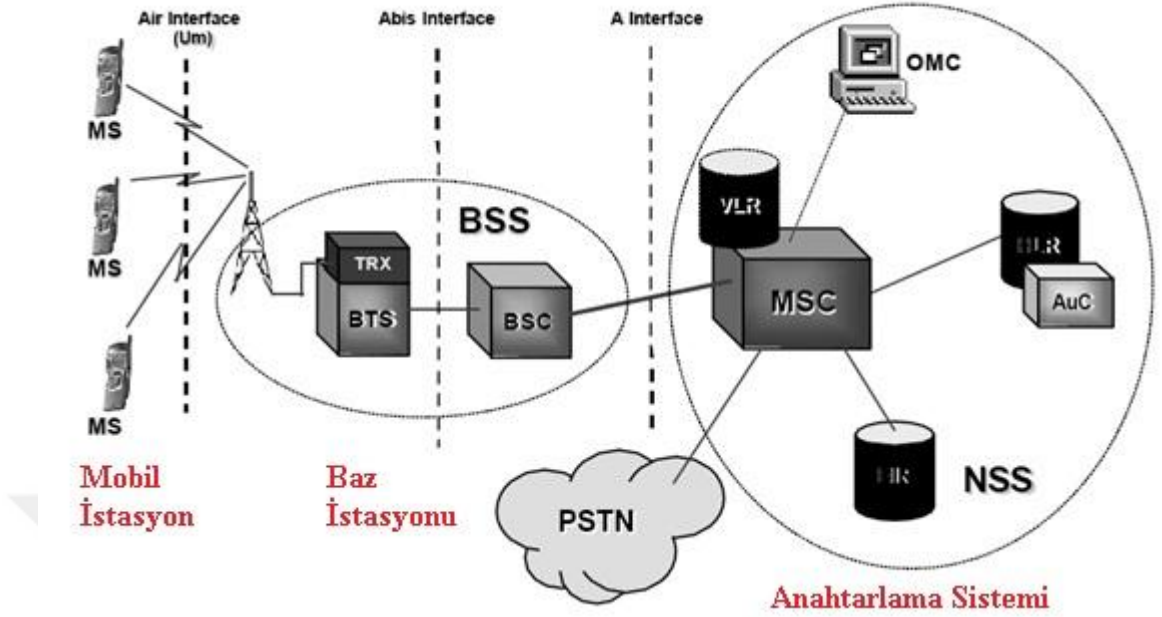
Mobil İletişimde Gelişim



Şekil 2.13. Mobil İletişimde Gelişim Aşamaları

GSM sisteminde çoklu yayılma periyod (time-slot) kullanımıyla yüksek hızlara ulaşılmıştır. GSM haberleşmesi, 200 KHz bant genişliği olan kanalların 8 aralığa bölünmesi yani TDMA tekniğini kullanırlar. Bu yönteme devre anahtarlama bağlantılı olarak isimlendirilir. Devre anahtarlama, bağlantı kurulan bir noktadan diğerine sabitlenmiş bir kanal tanımlıdır. Konuşmalar ya da veriler bu kanal üzerinden gönderilir. Devre anahtarlama bağlantısı, veri iletme hızı 9.6 Kbps'dir [4].

GSM şebekeleri temelde üç kısımdan oluşmaktadırlar. Bunların ilki "Mobil İstasyon" (Cep Telefonları, GSM modülleri vb.), ikinci olarak "Baz İstasyonu", üçüncü sırada "Mobil Servis Anahtarlama Sistemi" olarak gruplandırılır.



Şekil 2.14. GSM Mimarisi

2.5.1. Mobil İstasyon

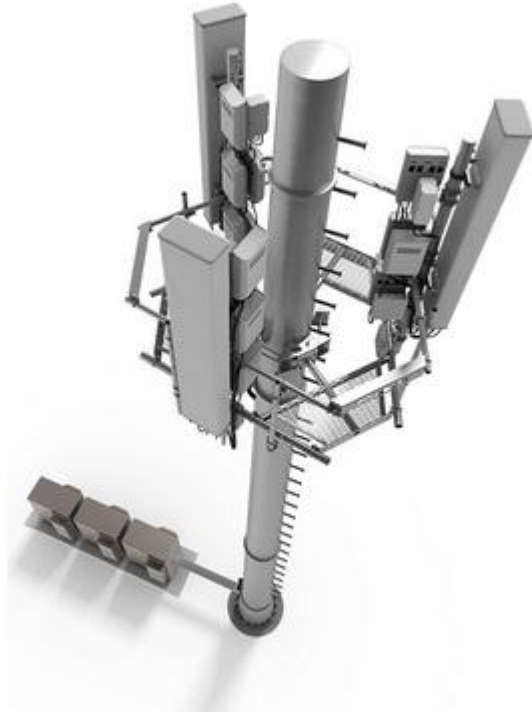
Mobil istasyon, haberleşmeye imkân sağlayan özel modüllerden ve SIM karttan meydana gelmektedir. Haberleşme modülleri günümüzde cep telefonlarında, telefon özelliği sağlayan kol saatlerinde ve bu temelde çalışan birçok cihazda bulunabilir. Bu cihazlarda SIM kart kullanarak aboneler kayıtlarının bulundukları servislere erişebilirler. SIM kartlarında erişimine imkân sağlayan abone bilgileri yer almaktadır. Günümüzde mobil özelliği ve SIM kartı bulunan cihazları mobil istasyonu olarak adlandırabiliriz.

Servis sözleşmesi ile kullanıcılar SIM aracılığıyla farklı servisleri kullanma imkânına sahiptirler. SIM kartta; uluslararası mobil bir kimlik olan IMSI (International Mobile Subscriber Identity) bulunmaktadır. Mobil cihaz üzerinde de uluslararası mobil cihaz kimliği IMEI (International Mobile Equipment Identity) bulunmaktadır. Mobil istasyon, hava ortamını kullanarak kendisine uygun konumdaki BSS (Base Station Subsystem) ile iletişim kurabilir [14].

2.5.2. Baz İstasyonu

Baz istasyonu, hücresel olarak haberleşme sağlayan sistemin merkez istasyonu olarak hizmet vermektedir. Bütün hücrelerin merkezinde muhakkak bir baz istasyonu bulunmaktadır. Baz istasyonu olmaması iletişimde olmaması demektir. Mobil cihazlar, diğer mobil cihazlarla ve sabit hat telefonları ile baz istasyonları aracılığıyla haberleşme sağlayabilmektedir [14].

Her baz istasyonunun aynı zamanda sağlayacağı görüşme sayısı sınırlı miktardadır. Bunun nedeni baz istasyonu için ayrılan taşıyıcı frekans sayısıdır. Baz istasyonu taşıyıcı frekans sayısı ne kadar arttırılırsa görüşme sayısı da o oranda artmaktadır. Görüşmenin yoğun olduğu bölgeler için daha küçük hücreler oluşturulup baz istasyonu sayısı arttırılır. Baz istasyonlarının artmasıyla taşıyıcı frekansı arttırılarak daha fazla görüşme için olanak sağlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda kapsama alanı dar ama daha sık aralıklı baz istasyonları kurulmaktadır. Bu sayede görüşme kapasitesi arttırılmakta ve şehirdeki yapılardan kaynaklanan kapsama sorunları önlenmiş olmaktadır [14].



Şekil 2.15. Baz İstasyonu

Hücreler sık aralıklı olarak oluşturulmamış olsa, şehir merkezinde yüksek bir noktada tek bir hücre ile bir baz istasyonu kullanılarak abone sayısının çok olduğu bir bölgede hizmet verilmek istense bunun sonucunda bir takım problemler ortaya çıkacaktır [14].

Bu problemlerden ilki baz alıcısı ve vericisinin güçleri ile alakalıdır. GSM sisteminde mobil cihazlar ile baz istasyonları arasında karşılıklı bir iletişim olmalıdır. Karşılıklı iletişimin mesafesi ne kadar arttırılırsa, iletişimin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesi için baz istasyonu ve mobil cihazın çıkış güçlerinin de arttırılması gerekmektedir. Diğer bir sorunda, tek hücreli bir sistemde baz istasyonuna yakın ve uzak olan mobil cihazlarda yüksek seviyelerde elektromanyetik alanın oluşmasıdır. Yüksek seviyedeki elektromanyetik alan diğer kullandığımız cihazları etkileyebilir. Aynı zamanda insan sağlığına olumsuz olarak etki edebilir [14].

İkinci problemde şehirdeki yapıların veya tepelerin elektromanyetik dalgayı keserek iletişimi olumsuz yönde etkilemesidir. Bir diğer sorunda tek hücreyi bir yapının, tek bir baz istasyonu ile iletişimdeki yoğunluğa cevap verememesidir. Sayılan bu problemler neticesinde tek bir hücreli sistemle yerleşim yerlerinin yoğun olduğu bölgelerde hizmet vermek doğru bir uygulama değildir. Bu sebeplerden dolayı çok hücreli bir iletişim sistemi kullanılmaktadır [14].

2.5.3. Baz İstasyon Kontrolörü

Baz istasyon kontrolör, BTS için gerekli bilgiyi sağlamaktadır. BSC, çok sayıda BTS' yi kontrol altında edebilir. BSC radyo kanalları dağıtma, cep telefonu ölçümleri alma ve BTS' den BTS için aktarım kontrolünün idaresini sağlar [17].

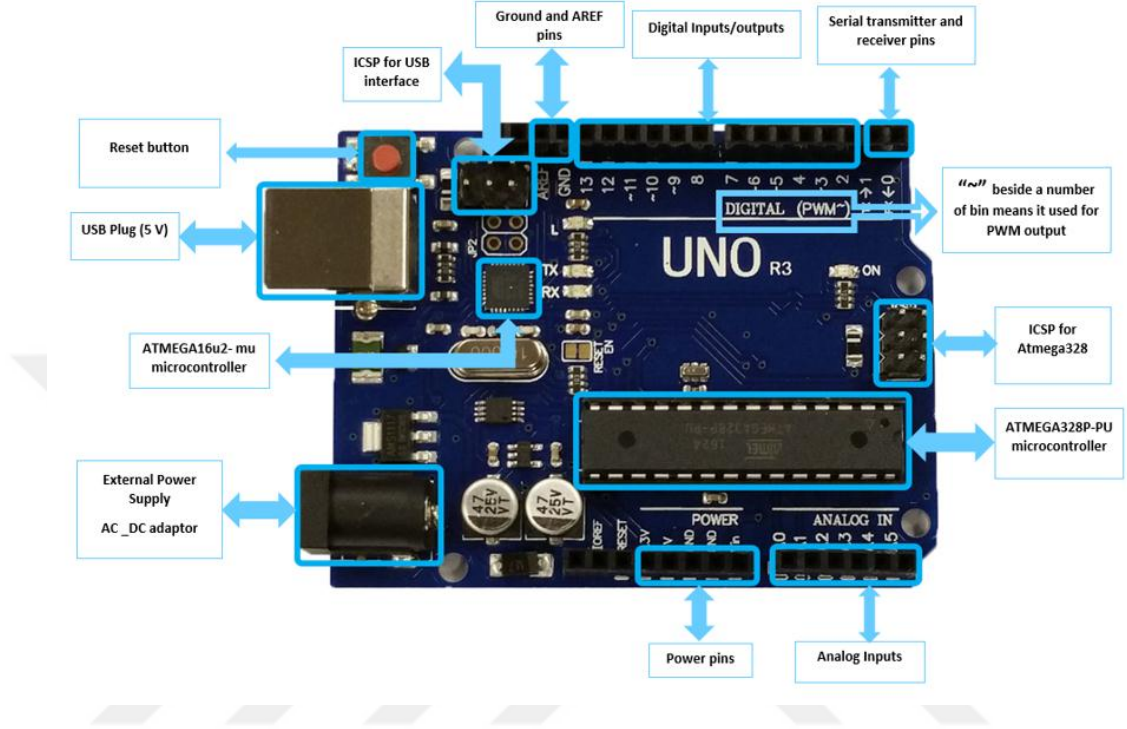
BSC' nin anahtarlama işlevi BTS' ye ulaşan çok sayıdaki birbirinden farklı alçak kapasiteye sahip bağlantıları daha yüksek bir kapasiteli daha az sayıda bağlantılara dönüştürüp mobil yönlendirilme merkezine (MSC) yönlendirmektir. Gelen pek çok farklı düşük kapasitedeki bağlantıları daha yüksek bir kullanımla küçük sayıdaki bağlantılara dönüştürerek mobil yönlendirme merkezine (MSC) yöneltmektir [17].

2.5.4. Anahtarlama Merkezi

MSC Server, ağ aktarımı alt sistem ögelerinin kontrolünü gerçekleştiren 3G şebeke ögesidir. MSC' de ağ desteği sağlanırsa, MSC GSM şebekesinde kullanılabilir. Cihaz uyumsuzluğu veya harcamaların aşırılığı gibi sebeplerden dolayı GSM ağının 3G' ye yükseltilmesi uygun olmadığı gerekçesiyle, çoğu üretici MSC' de GSM desteklemesini kullanır. Medya geçidi (MGW) benzeri, MSC sistemiyle çalışabilen başka 3G ögeleri GSM ağ yapısını desteklemesi için şekillendirilebilirler. MSC standart bir tabana sahiptir. Ortam geçidi protokolü olarak megaco/H.248, oturum başlama protokolü için M2UA ve M3UA gibi fabrika ayarları sırasında yüklenen standartlarla iletişim kurmaktadır [17].

3. SİSTEMDE KULLANILAN EKİPMALAR

3.1. Arduino Uno



Şekil 3.1. Arduino Uno Kartı

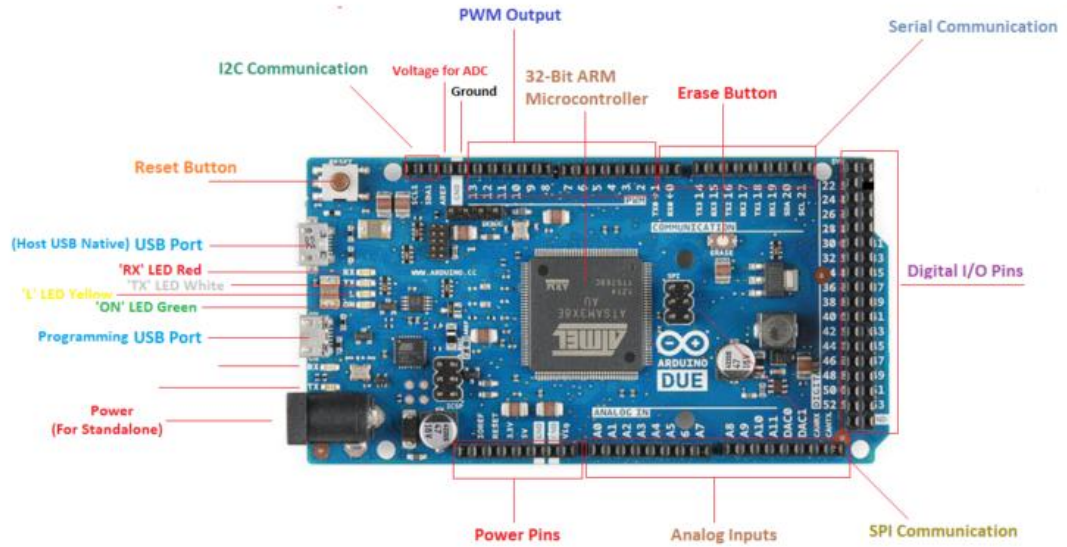
Arduino Uno mikrodnetleyici kartı ATmega328 ile oluşturulmuştur. Kart; 14 adet giriş/çıkış pinine (bunlardan 6 tanesi PWM özelliğine sahip), 6 adet analog giriş pinine sahiptir. 16 MHz kristal osilatör, bir adet power girişi, 1 adet USB bağlantısı, ICSP bağlantısı ve bir adet reset butonuna donanımsal olarak sahiptir. Sahip olduğu mikrodnetleyiciyi desteklemek için donanımsal olarak gerekli olan çoğu şeyi kart üzerinde barındırır. Bilgisayara USB ile bağlayarak yada DC 7-12 Volt besleme üreten bir enerji kaynağı ile çalıştırılabilir. Arduino Uno kartını programlamak için Arduino Software programı kullanılmaktadır. Programlama işlemi kartın USB bağlantısı üzerinde gerçekleştirilir.

Arduino Uno Kartının Özellikleri;

- Mikrodnetleyici Atmega328
- Çalışma Voltajı 5V
- Önerilen Giriş Voltajı 7-12V

- Giriş Voltajı Limitleri 6-20V
- Digital Giriş/Çıkış Pinleri 14 (6 adet PWM çıkışı)
- Analog Giriş Pini 6
- Giriş/ Çıkış Pini Akımı 40 mA
- 3.3V Akımı 50 mA
- Flash Hafıza 32 KB
- SRAM 1 KB
- EEPROM 1 KB
- Çalışma Frekansı 16 MHz

3.2. Arduino Due



Şekil 3.2. Arduino Due Kartı

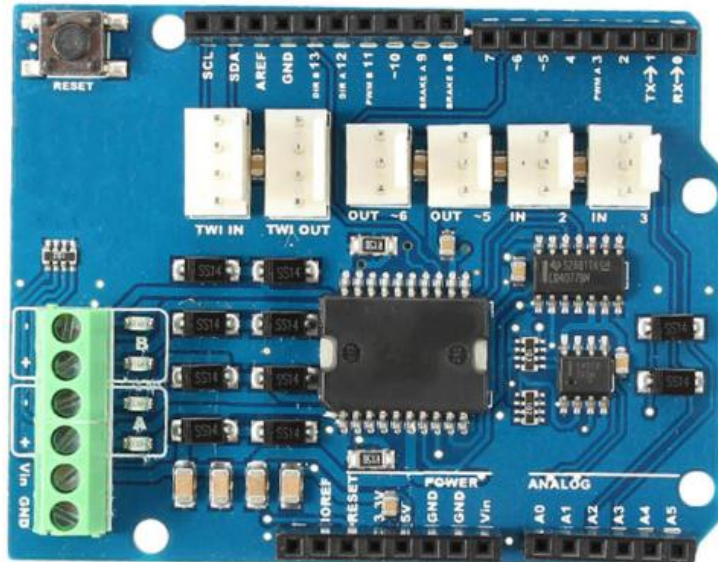
Arduino Due mikrodnetleyici kartı SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU ile oluşturulmuştur. 32-bit ARM çekirdekli mikrodnetleyiciye dayanan ilk Arduino kartıdır. Kart; 54 adet giriş/çıkış pinine (bunlardan 12 tanesi PWM özelliğine sahip), 12 adet analog giriş pinine sahiptir. 84 MHz kristal osilatör, bir adet power girişi, 4 adet UART seri portuna, 2 adet DAC digital to analog), USB OTG bağlantısına, 2 TWI, JTAG başlığı, SPI başlığı, erase butonu ve reset butonuna donanımsal olarak sahiptir. Sahip olduğu mikrodnetleyiciyi desteklemek için donanımsal olarak gerekli olan çoğu şeyi kart üzerinde barındırır. Bilgisayara USB ile bağlayarak yada DC 7-12 Volt besleme üreten bir enerji kaynağı ile çalıştırılabilir. Arduino Due kartını

programlamak için Arduino Software programı kullanılmaktadır. Programlama işlemi kartın USB bağlantısı üzerinde gerçekleştirilir.

Arduino Due Kartının Özellikleri;

- Mikrodenetleyici AT91SAM3X8E
- Çalışma Voltajı 3.3V
- Önerilen Giriş Voltajı 7-12V
- Giriş Voltajı Limitleri 6-20V
- Digital Giriş/Çıkış Pinleri 54 (12 adet PWM çıkışı)
- Analog Giriş Pini 12
- Analog Çıkış Pini 2 (DAC)
- Giriş/ Çıkış Pini Akımı 130 mA
- DC 3.3V Çıkış Akımı 800 mA
- DC 5V Çıkış Akımı 800 mA
- Flash Hafıza 512 KB
- SRAM 96 KB
- Çalışma Frekansı 84 MHz

3.3. Arduino Motor Sürücü Modülü



Şekil 3.3. Arduino Motor Sürücü

Arduinio Motor Shield kartı L298 motor sürücü entegresi kullanılarak oluşturulmuştur. DC motorları, adım motorlarını, selenoidleri ve röleleri sürmek için tasarlanmış bir sürücü karttır. Arduino Motor Shield iki adet DC motoru sürmemizi, DC motorların dönüş yönü ve hızını kontrol etmemize olanak sağlamaktadır. Arduino Due kartı ile uyumlu olarak çalışabilir. Arduino Due kartına takılabilir özelliğe sahiptir.

Arduino Motor Shield A ve B isimli iki adet motor bağlantı soketine sahiptir. Motorlardan her birinin kontrolü için 4 adet kontrol pini bulunmaktadır. Bu pinleri kullanarak motorun ani stop etmesi, hızı ve yönü kontrol edilebilir. İki motor sürmek için toplamda 8 adet pin kullanılmaktadır. Arduino Motor Sürücü her motor bağlantısı için 2 amperlik akım sağlamaktadır. Toplamda maksimum 4 amperlik bir akım çekilmesine izin vermektedir.

Arduino Motor Shield Teknik Özellikleri;

- Çalışma Voltaj 5V-12V
- Motor Kontrol Entegresi L298P, 2 adet DC motor ya da 1 adet step motor
- Maksimum Akım Her kanal için 2 amper, toplam 4 amper
- Serbest çalışma durması ve fren fonksiyonu

3.4. 12V DC Motor

12V gerilimle çalışan DC motordur. Robot şasesine uygun olan ölçülerde tercih edilmiştir. Robot üzerinde 4 adet kullanılmaktadır. Sağ tarafta 2 adet motor ve sol tarafta 2 adet motor kullanılmıştır. Aynı taraftaki motorlar birbirine paralel şekilde bağlanmışlardır. Arduino Motor Shield tarafından sürülmektedir. Motoru tur sayısı tam beslemede 100 RPM değerindedir.

DC Motor Teknik Özellikleri;

- Anma Gerilimi 12 V
- Yüksüz Hızı 100 rpm
- Anma Hızı 92 rpm
- Redüktör Uzunluğu 19 mm
- Anma Akımı 0.37 A

- Anma Torku 273 mNm
- Maksimum Tork 597 mNm
- Ağırlık 87 g



Şekil 3.4. 12V DC Motor ve Motor Ölçüleri

3.5. SIM900 GSM/GPRS Modülü

SIM900 GSM/GPRS, Arduino kartları için tasarlanmış bir modüldür. Bu modül Arduino Mega, Due ve Uno kartları ile uyumludur. AT komutları (GSM 07.07, 07.05 ve SIMCOM gelişmiş AT Komutları) ile kontrol edilir.



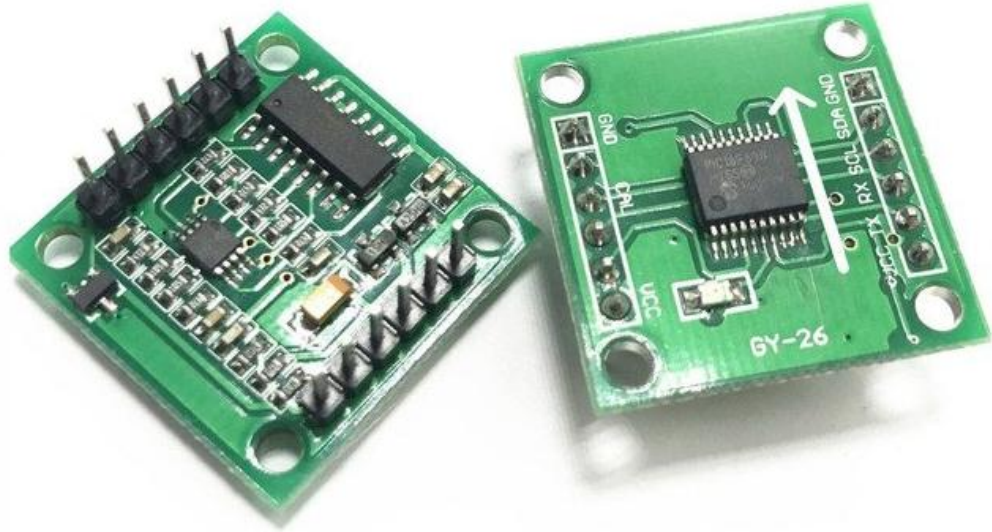
Şekil 3.5. SIM900 GSM/GPRS Modülü

SIM900 GSM/GPRS Modülü Teknik Özellikleri;

- Dört Bantlı 850/ 900/ 1800/ 1900 MHz
- GPRS çok slot sınıf 10/ 8
- GPRS mobil istasyon sınıfı B
- GSM fazına uyumlu 2 / 2 +
- Sınıf 4 (2W 850/ 900 MHz)
- Sınıf 1 (1W 1800/ 1900 MHz)
- Komutlarla kontrol (GSM 07.07, 07.05 ve SIMCOM geliştirilmiş AT Komutları)
- Kısa mesaj servisi
- Serbest seri port seçimi
- SIM900 pinlerinin tümü çıkış
- Arduino arayüzü tarafından desteklenen açma / kapama ve sıfırlama işlevi
- Modül boyutları (77.2 mm x 66.0 mm x 1.6 mm)
- Güç durumu, durum ışığı, net durum ışığına sahip
- Besleme kaynağı 9 - 20V, Arduino ile uyumlu çalışma
- İletişim protokolü UART

3.6. GY-26 Digital Pusula Sensörü

GY-26 düşük maliyetli olarak üretilen dijital pusula sensörüdür. Çalışma prensibi, bir azimut açısı elde etmek için dünya' nın manyetik alan bileşenini algılayan manyetik dirençli sensör kullanmaktadır. UART üzerinden üst bilgisayar ile iletişim kurar. Çıkış formatı ASCII' dir. GY-26 pusula sensörü istikrarlı çalışma, yüksek doğruluk ve güçlü bir yapıya sahiptir. Çevreden kaynaklı manyetik parazitleri önleyebilir. Baud hızı isteğe bağlı olarak ayarlanabilir. Ürünün üç çalışma modu vardır; normal mod, sürekli mod ve kalibrasyon moduna sahiptir. Arduino kartları ile veri alışverişi için UART veya seri iletişim yöntemleri kullanılabilir. GY-26 sensörü, robotik uygulamalarda, navigasyon sistemlerinde, otomobil GPS sistemlerinde, uydu konumlandırma sistemlerinde kullanılabilir.



Şekil 3.6. GY-26 Pusula Sensörü

GY-26 Pusula Sensörü Teknik Özellikleri;

- ± 5 derecelik doğruluk hassasiyetine sahiptir.
- Geliştirilmiş kalibrasyon özelliği mevcuttur.
- 3-5 V DC kaynaktan besleme gerilimi ile çalışır.
- Hafif ağırlığa sahiptir.
- Küçük boyutlara sahiptir. 26.5 mm x 26.5 mm x 11.5 mm ölçülerindedir.

- Kolay şekilde monte etmek için üzerinde bağlantı yerleri mevcuttur.

3.7. Ublox NEO-6M GPS Modülü

Ublox NEO-6M GPS modülü düşük 3.3V'lık bir regülatöre sahiptir. Regülatör sayesinde 3.3V- 5V DC gerilim aralığında çalıştırılabilir. 256 KB Seri EEPROM hafızaya sahiptir. Üzerinde bulunan pil sayesinde RTC değerlerini hafızasında tutar ve hızlı bir şekilde çalışmasına olanak sağlar. Modüle güç uygulanmasıyla kırmızı led yanar. Modüle GPS bilgi sinyali gelmesi durumunda led 1 sn yanıp söner. Ayrıca doğrudan PC'ye bağlamak için bir micro USB konektörüne sahiptir. Kartın üzerinde seramik bir yama anteni bulunur. Modüle daha büyük bir anten takılarak sinyal alma işlemi kuvvetlendirilir.



Şekil 3.7. NEO-6M GPS Sensörü

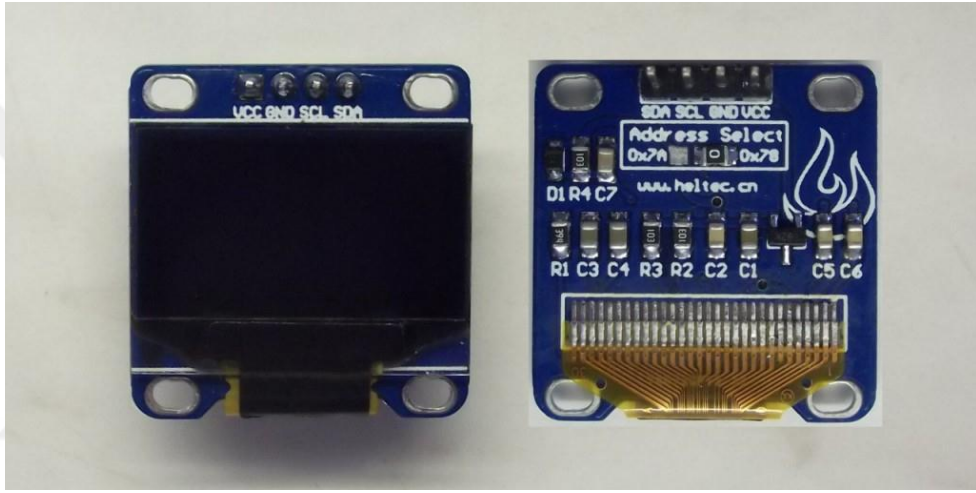
Ublox NEO-6M GPS Modülü Özellikleri;

- USB 2.0 arabirimine sahiptir.
- Güç Tasarruf Modunu destekler özelliğindedir.
- 3V - 5.5V DC kaynaktan besleme gerilimi ile çalışır.
- Modül üzerinde yedek pil bulunmaktadır.
- Navigasyon güncelleme hızı 5 Hz süresindedir.
- Tüm uydu tabalarını destekler özelliğindedir.
- Gelişmiş algılama özelliğine sahip bir modüldür.
- İlk çalıştırmada 26 saniye içinde aktif olur.

- Yüksek kazanç sağlayan aktif seramik antene sahiptir.
- Baud hızı 9600 bps.

3.8. 128x64 OLED Display

OLED display 128x64 piksel sayısına sahiptir. LCD' ye kıyasla, OLED ekranlar, yüksek parlaklık, yüksek kontrast oranı, geniş görüş açısı, geniş sıcaklık aralığı ve düşük güç tüketimi gibi birçok avantaja sahip olarak üretilmiştir. Arduino kartları ile uyumlu olarak çalışırlar. I²C arabirimini kullanarak çalıştırılırlar.



Şekil 3.8. OLED Display

OLED Display Özellikleri;

- 128x64 çözünürlüğe sahiptir.
- Güç Tasarruf Modunu destekler özelliğindedir.
- 3.3V - 5V DC çalışma gerilimine sahiptir
- Görüş açısı 160 derecedir.
- Ekran boyutu 0.96 inç' dir.
- Çalışma akımı maksimum 25 mA' dir.
- Ekran rengi beyazdır.

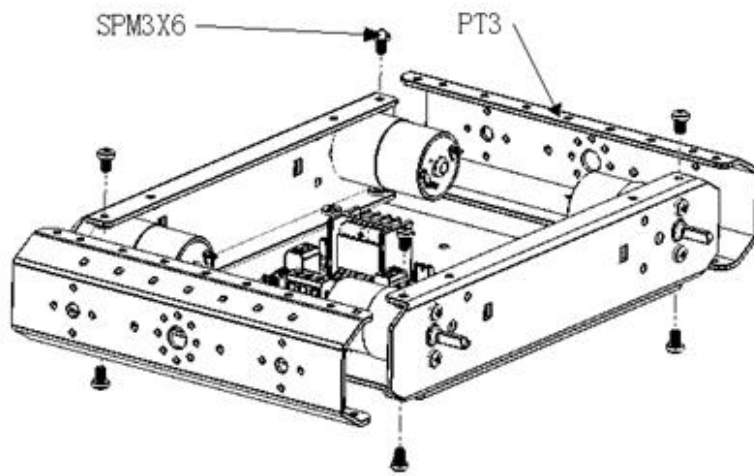
3.9. Mobil Robot Platformu

Mobil robot platformu; kontrol kartları, sensörleri ve modül kartlarının montajı için uygun şekilde tasarlanmıştır. Platformun üzerinde montaj delikleri bulunmaktadır. Platformun üzerinde güç düğmesi için yer bulunmaktadır. Platform 4 adet DC

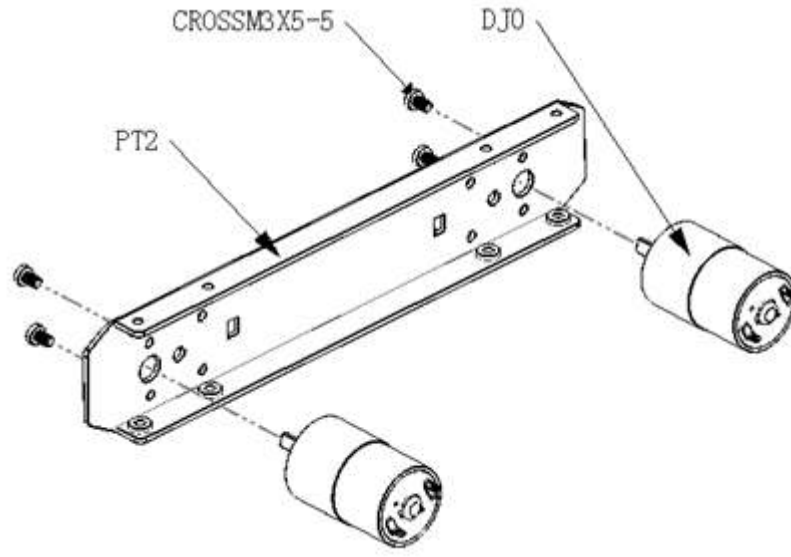
motorun montajı için özel olarak hazırlanmış yataklara sahiptir. Mobil robot platformu 4 adet lastik tekerleğe sahiptir. Tekerlekler titreşimi azaltan güçlü kavrama özelliklerine sahiptir. Mobil robot platformunun malzemesi alüminyumdan yapılmıştır. Mobil platformun tekerlekleri 120 mm boyuta, 60 mm genişliğe sahiptir.



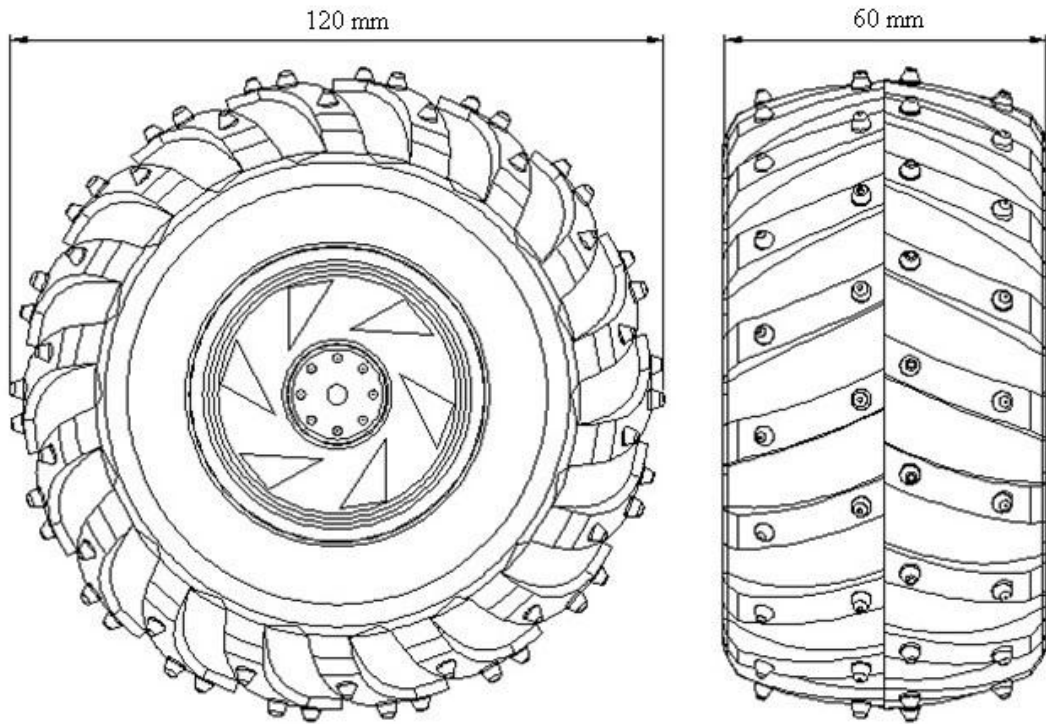
Şekil 3.9. Kara Aracının Monte Edilmiş Görüntüsü



Şekil 3.10. Kara Aracı Kasasının Ölçüleri



Şekil 3.11. Kara Aracı Motor Bağlantı Yuvaları



Şekil 3.12. Kara Aracı Teker Ölçüleri

3.10. 3S Lipo Pil 11.1 V 2200 mAh 25C

Kara aracının enerji kaynağı için Lityum polimer pil kullanılmıştır. Lityum polimer pilin tercih edilmesinin sebebi hafif olması, diğer pillere göre daha çok enerji depolayabilmesidir. Lityum polimer piller hızlı bir şekilde şarj edilebilirler. Lityum polimer piller yüksek akım miktarlarını uzun süre verebilmektedirler. Bekleme durumunda içerisindeki enerji kayıpları çok azdır. Depoladığı enerji hangi seviyede olursa olsun şarj edilme özelliğine sahiptirler.

Kara aracında kullandığımız pil 3 hücreye sahiptir. Bu hücrelerin her biri 3.7V gerilim değerine sahiptir. 3 hücrenin toplamı 11.1V gerilim değeri vermektedir. Şarj edilme işleminden sonra her bir hücre 4.2V gerilim değerine sahip olur.

Lityum polimer pillerin C değeri pil için deşarj katsayısını bildirir. Kullandığımız pilin maksimum deşarj katsayısı 30C, kapasitesi de 2200 mAh değerindedir. Pilden çekebileceğimiz maksimum akım miktarı $2200 \times 30 / 1000 = 66A$ anlık akım vermektedir. Lityum polimer pilden sürekli çekebileceğimiz akım miktarı $2200 \times 25 / 1000 = 55A$ seviyesindedir.



Şekil 3.13. Lityum Polimer Batarya

4. KARA ARACININ ARDUİNO YAZILIMI

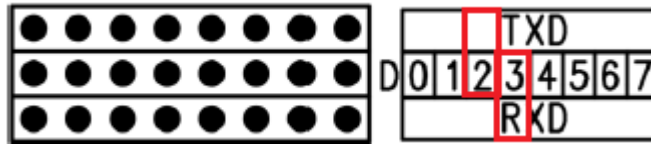
4.1. GSM Alıcı Ünitesi

Kara aracının GSM alıcı ünitesi Arduino Uno kartı ve GSM modülünden oluşmaktadır. Arduino Uno ile GSM modülü montaj özelliği bakımından birbirlerine uyumludurlar. Arduino programında GSM modülünün çalışabilmesi için modüle ait kütüphane dosyalarının program yazılımının başlangıç kısmında tanıtılmış olması gereklidir.

```
#include "SIM900.h"  
#include <SoftwareSerial.h>  
#include "sms.h"
```

Şekil 4.1. GSM Modülü Kütüphanelerinin Tanıtılması

Modüle uygun kütüphanelerin tanıtılmasından sonra GSM modülünün veri transferini yapabileceği portların yani RX ve TX portları ayarlanmalıdır. Arduino Uno Kartında 2 ve 3 numaralı ayakları GSM modülünün RX ve TX portları için kullanılacaktır. Arduino Uno kartının 2 numaralı ayağı GSM modülünün TX portuna, 3 numaralı ayağı GSM modülünün RX portuna bağlanmıştır.



Şekil 4.2. GSM Modülü Portlarının Bağlantı Tercihleri

Arduino yazılımının setup kısmında GSM haberleşmesi ve seri haberleşme için gerekli ayarlar yapılmaktadır.

GSM alıcı ünitesinin kara aracının merkez ünitesiyle bağlantısı için Arduino Uno kartının seri portu kullanılmaktadır. Seri port haberleşmesinin veri transfer hızları ayarlanmaktadır. GSM veri transfer hızı 2400 bps, merkez üniteyle seri haberleşme hızı 9600 bps olarak belirlenmiştir.

```

void setup()
{
    Serial.begin(9600);

    if ( gsm.begin(2400) )
    {
        started=true;
    }
}

```

Şekil 4.3. GSM Alıcı Ünitesi Seri Haberleşme Hızının Ayarlanması

GSM alıcı ünitesi SMS ile gönderilen verinin alma işlemini programın loop() kısmında yapmaktadır. SMS bilgisinin gelmesiyle smsbuffer değişkenine gelen koordinat bilgisi kaydedilmektedir. Kaydedilen koordinat bilgisi seri port üzerinden kara aracının merkez ünitesine gönderilmektedir. Koordinat bilgisi alma işlemi tamamlandıktan sonra SMS bilgisinin GSM alıcı ünitesinden tekrar alınabilmesi için eski SMS bilgisi silinmektedir.

```

void loop()
{
    char position;
    if (started)
    {
        position = sms.IsSMSPresent(SMS_ALL);
        if (position)
        {
            sms.GetSMS(position, Mittente, smsbuffer, 160);
            Serial.write(smsbuffer);
            sms.DeleteSMS(position);
        }
        delay(1000);
    }
}

```

Şekil 4.4. SMS Bilgisinin Alınması ve Merkez Üniteye Gönderilmesi

Cep telefonu yardımıyla gönderilen SMS bilgisi 15 karakterden oluşmaktadır. Gönderilen verinin ilk 7 karakteri enlem bilgisi, 1 karakter boşluk diğer 7 karakter boylam bilgisidir. Örnek olarak 4010.66 3451.21 koordinat bilgileri verilebilir. İlk 7 karakter Türkiye için kuzey enlemini diğer 7 karakter doğu boylam bilgisini vermektedir.

Koordinat bilgileri GSM ünitesi tarafından alındıktan sonra kara aracının merkez ünitesine Arduino Uno kartının seri portu üzerinden gönderilmektedir. Merkez ünite tarafından alınan koordinat verilerinin enlem ve boylam bilgilerinin ayrılması işlemi gerçekleştirildikten sonra verilerin kullanılması için gerekli işlemler merkez ünite tarafından yapılmaktadır.

4.2. Kara Aracı Merkez Ünitesi

Kara aracının merkez ünitesi Arduino Due kontrol kartı, motor sürücü modülü, GPS sensörü, pusula sensörü ve OLED display ekrandan oluşmaktadır. Arduino Due kartının kullanılmasının nedenlerinin başında hafıza bakımında yüksek bir kapasiteye sahip olması, yüksek çalışma frekansına sahip olması ve sensörlerin bağlantısı için gerekli olan port sayısına sahip olması olarak sıralayabiliriz.

Kara aracını merkez ünitesinde kullanacağımız sensörlerin ya da diğer çevresel elemanların çalıştırılabilmesi için kütüphane dosyalarının programın başlangıç kısmında tanıtılmış olması ve arduino programının kütüphane dosyası içerisinde kaydedilmiş olması gerekmektedir. Programımızda OLED display ekran ve matematiksel işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için kütüphane dosyaları bulunmaktadır. Bu kütüphane dosyaları programın başlangıç kısmında tanımlanmıştır.

```
#include "U8glib.h"  
#include <math.h>
```

Şekil 4.5. OLED Display ve Matematiksel İşlem Kütüphane Dosyaları Tanıtımı

Kara aracının merkez ünitesinde GPS sensöründen koordinat verilerinin elde edilebilmesi için GPS alt programı yazılmıştır. GPS sensörü Arduino Due kontrol kartının 1 numaralı seri portuna bağlanmıştır. Seri port ayarlama işlemleri programın void setup kısmında yapılmaktadır.

```

void setup(){

    Serial.begin(9600);    //Bilgisayar veri görüntüleme için seri iletişim
    Serial1.begin(9600);   //GPS sensörü veri alışverişi
    Serial2.begin(9600);   //Pusula sensörü veri alışverişi
    Serial3.begin(9600);   //GSM Bloğu için veri alışverişi
}

```

Şekil 4.6. Seri Port Ayarları

GPS sensöründen gelen verilerin elde edilebilmesi için GPS alt programı kullanılmaktadır. GPS alt programında GPS sensöründen uygun verilerin gelip gelmediği denetlenmektedir. GPS sensöründen uygun verilerin gelmesiyle \$GPRMC bilgisiyle başlayan veri paketi aranmaktadır. Bu bilgi paketinin bulunmasıyla birlikte bilgi paketinde bizim için gerekli olan enlem ve boylam bilgileri ayırt edilmektedir. Enlem ve boylam bilgilerinin elde edilmesinden sonra bu bilgiler matematiksel hesaplamalar için uygun değerlere dönüştürülmektedir.

```

for(int k=0;k<39;k++)
{
    if(k<13)
        Serial1.read();
    else if(k<23)
        kuzey[k-13]=Serial1.read();
    else if(k<27)
        Serial1.read();
    else if(k<37)
        dogu[k-27]=Serial1.read();
    delay(3);
    enlem = atof(kuzey);
    enlem = (int(enlem / 100) + (enlem - (int(enlem / 100) * 100)) / 60);
    boylam = atof(dogu);
    boylam = (int(boylam / 100) + (boylam - (int(boylam / 100) * 100)) / 60);
}

```

Şekil 4.7. Enlem ve Boylam Bilgilerinin Matematiksel Değere Dönüşümü

Pusula sensöründen gelen verilerin elde edilebilmesi için pusula alt programı kullanılmaktadır. Pusula sensörü Arduino Due kontrol kartının 2 numaralı seri portuna bağlanmıştır. Veri iletim hızı olarak 9600 bps seçilmiştir.

```

int pusuladerecesi() {
    valor = 0;
    Serial2.write(0x31);
    while (valor == 0) {
        if (Serial2.available()) {
            valorbyte[contador] = Serial2.read();
            contador = (contador + 1) % 8;

            if (contador == 0) {
                graus = (valorbyte[2] - 48) * 100 + (valorbyte[3] - 48) * 10 + (valorbyte[4] - 48);
                valor = 1;
            }
        }
    }
    if (graus > 180)
        graus = graus - 360;
    return graus;
}

```

Şekil 4.8. Pusula Sensörü Veri Elde Etme Alt Programı

Pusula sensörünün çalıştırılması için seri port üzerinden 0x31 bilgisi pusula sensörüne gönderilmektedir. Pusula sensörü bu verinin gelmesi ile birlikte pusulanın yön bilgisini göndermektedir. Bu değer 0 ile 360 derece aralığındadır. Biz bu değeri 180 derece ile -180 derece aralığına ayarlayarak çıkış değerini elde ederiz. Pusula sensöründen elde edilen bilgi tam sayı şeklindedir.

GSM modülünden verilerin elde edilmesi için Arduino Uno kontrol kartı kullanılmıştır. Arduino Uno kontrol kartından SMS ile gönderilen gidilmesi istenilen koordinat verilerinin Arduino Due kontrol kartına gönderilmesi gerekmektedir. Verilerin Arduino Due kontrol kartı tarafında elde edilebilmesi için Arduino Due kontrol kartının 3 numaralı seri portu kullanılmaktadır. Veri transfer hızı 9600 bps olarak belirlenmiştir.

```

while (Serial3.available() > 0) //Gidilecek koordinat bilgisi alınıyor.
{
    String konummesajistr = Serial3.readString();
    konummesajistr.toCharArray(konummesajich, 160);

    for(int n=0;n<8;n++)
    {
        gidilecekenlemch[n]=konummesajich[n];
    }

    for(int m=0;m<8;m++)
    {
        gidilecekboylamch[m]=konummesajich[m+9];
    }
}

```

Şekil 4.9. Gidilmesi İstenilen Enlem ve Boylam Bilgilerinin Elde Edilmesi

Gidilmesi istenilen enlem ve boylam bilgileri elde edildikten sonra bu bilgilerin matematiksel dönüşümleri yapılmaktadır.

```

gidilecekenlem = atof(gidilecekenlemch);
gidilecekenlem = (int)(gidilecekenlem / 100) +
(gidilecekenlem - (int)(gidilecekenlem / 100) * 100) / 60;

gidilecekboylam = atof(gidilecekboylamch);
gidilecekboylam = (int)(gidilecekboylam / 100) +
(gidilecekboylam - (int)(gidilecekboylam / 100) * 100) / 60;

```

Şekil 4.10. Gidilmesi İstenilen Enlem ve Boylam Bilgileri Matematik Dönüşümü

Kara aracının tekerlek kısmı için 4 adet DC motor kullanılmıştır. Aracın sağ tarafındaki motorlar birbirine paralel bağlanmış aynı şekilde sol tarafında bulunan motorlarda paralel olarak bağlanmıştır. Bu şekilde aracın hareketi paletli araçların hareketi gibi olması sağlanmıştır. Sol tarafa dönüş için, sağ motorların tur sayısı arttırılmaktadır. Sağ tarafa dönüşler için sol tarafta bulunan motorların tur sayısı arttırılarak dönüş hareketleri sağlanmaktadır.

Motorların yön ve tur sayılarının ayarlanması için move() isminde alt program tanımlanmıştır. Alt programda hangi motorun ne kadar hızda gideceği bilgisi girilerek istenilen hareket elde edilmektedir.

```

void move(int motor, int speed){
    boolean inPin1 = LOW;

    if(speed >= 0){
        inPin1 = HIGH;
    }
    else
        speed = -speed;

    if(motor == 1){
        digitalWrite(DIR_A, inPin1);
        analogWrite(PWM_A, speed);
    }else{
        digitalWrite(DIR_B, inPin1);
        analogWrite(PWM_B, speed);
    }
}

void stop(){
    digitalWrite(BRAKE_A, LOW);
    digitalWrite(BRAKE_B, LOW);
}

```

Şekil 4.11. DC Motor İçin Hız ve Dönüş Yönü Kontrol Alt Programı

GPS sensöründen enlem ve boylam bilgileri ile SMS bilgisi ile elde edilen gidilecek enlem ve boylam bilgileri sensörler tarafından elde edilmiştir. Bu bilgiler kullanılarak aracın bulunduğu koordinat ile gidilecek koordinat noktasının doğrultusu ile ekvator çizgisine göre konumunun açısı elde edilmektedir. Bu açının elde edilebilmesi için float tipinde değer elde etmemizi sağlayan koordinatderecesi() alt programı yazılmıştır. Bu alt program sayesinde cihazın bulunduğu konuma göre gidilecek konumun açısı hesaplanmaktadır. Hesaplanan bu değer program içerisinde float yani ondalıklı sayı tipindeki bir değişkene atanmaktadır. Bu değer kara aracının hangi açı doğrultusunda hareket edeceğini bize vermektedir. Bu açı program içerisinde anlık olarak elde edilmektedir.


```

float kordinatderecesi(float NorS, float EorW, float goNorS, float goEorW){
    float kordinatder;
    if(EorW < goEorW && NorS < goNorS) {
        kordinatder = 90-atan( (NorS - goNorS)/(EorW - goEorW) ) *180/3.141592654;
    }
    else if(EorW < goEorW && NorS > goNorS) {
        kordinatder = 90-atan( (NorS - goNorS)/(EorW - goEorW) ) *180/3.141592654;
    }
    else if(EorW > goEorW && NorS > goNorS) {
        kordinatder = (90+atan( (NorS - goNorS)/(EorW - goEorW) ) *180/3.141592654) * -1;
    }
    else if(EorW > goEorW && NorS < goNorS) {
        kordinatder = (90+atan( (NorS - goNorS)/(EorW - goEorW) ) *180/3.141592654) * -1;
    }
    else if( (NorS < goNorS) && (EorW == goEorW) ){
        kordinatder = 0;
    }
    else if( (NorS > goNorS) && (EorW == goEorW) ){
        kordinatder = 180;
    }
    else if( (NorS == goNorS) && (EorW > goEorW) ){
        kordinatder = -90;
    }
    else if( (NorS == goNorS) && (EorW < goEorW) ){
        kordinatder = 90;
    }
    return kordinatder; }

```

Şekil 4.12. Kara Aracının Konumu İle Gidilecek Konumun Düzleminin, Ekvator Düzlemi Arasındaki Açının Hesaplanması

Elde edilen koordinat derecesi bilgisi aracımızın hareketinin gerçekleştirileceği açının derecesidir. Bu açının sabit olarak tutulması için bulanık mantık yöntemi kullanılmaktadır. Bu sayede gidilecek açının yönü sürekli olarak denetlenip gidilecek düzlem ile ekvator düzlemi arasındaki açığa göre aracın hareketi gerçekleştirilmektedir.

Bulanık mantık çıkarımının elde edilebilmesi için dinamik işaret analizinin davranışına göre bulanık çıkarım işlemi yapılmaktadır. Dinamik işaret analizinde hata(e) bilgisinin davranışına göre bulanık çıkarım elde edilmektedir.

Bulanık mantık hesaplamalarının yapılabilmesi için fuzzy isiminde bir alt program tanımlanmıştır. Bu alt program bize double tipinde bir değer vermektedir. Bu değer aracın motorlarının hızlarının ayarlanmasında kullanılmaktadır. Bu sayede motorların sağ ve sol motor gruplarının hızları belirlenmektedir. Motor hızlarının belirlenmesi sayesinde aracın yönü kontrol edilmektedir.

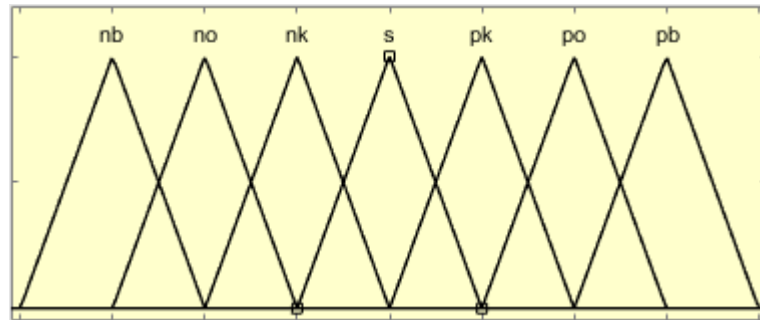
```

double fuzzy (double istenenaci, double simdikiaci){
    e=istenenaci-simdikiaci;
    de=e-eo;
    eo=e;
    int x;
    for(x=0;x<7;x++){
        ua[x]=bulanik(aa[x], ao[x], au[x], e);
        ub[x]=bulanik(aa[x], ao[x], au[x], de);
    }
    kuralbul();
    return durulama();
}

```

Şekil 4.13. Fuzzy Alt Programı

Fuzzy alt programının çağırılması ile öncelikli olarak hareketin gerçekleştirilmesi gereken koordinat açısı ile aracın yönünün mevcut açısının arasındaki hata(e) derecesi elde edilmektedir. Elde edilen hata derecesi ile bir önceki hata derecesi arasındaki fark ile hatanın türevi(de) isimli giriş değişkenleri elde edilmektedir. Bu işlemin sonucunda hata(e) ve hatanın türevi(de) olarak iki değer elde etmekteyiz. Bu değerler için 7 kümeye sahip bulanık mantık kümeleri oluşturuyoruz. Oluşturduğumuz bu kümelerde hata(e) için kümelerdeki ağırlık derecesini ve hatanın türevi(de) için ağırlık derecesini elde edilmektedir. Bu işlem için bulanık isimli alt programı kullanmaktayız.



Şekil 4.14. Bulanık Mantık Giriş ve Çıkış Değişken Kümeleri

```

double bulanik(double dusuk, double orta, double yuksek, double giris){
    double yy;
    if( (giris>dusuk) && (giris<orta) )
        yy=(giris-dusuk)/(orta-dusuk);
    else if(giris==orta)
        yy=1.0;
    else if( (giris>orta) && (giris<yuksek) )
        yy=(giris-yuksek)/(orta-yuksek);
    else
        yy=0.0;
    return yy;
}

```

Şekil 4.15. Bulanık Alt Programı

Bulanıklaştırma işleminden sonra hata(e) ve hatanın türevi(de) için elimizde ağırlık değerleri oluşmuştur. Ağırlık değerleri 0 ile 1 aralığındadır. Bazı kümeler için ağırlık değeri varken bazı kümelerdeki ağırlık değeri sıfır olabilir. Hata(e) için 7 adet kümede, hatanın türevi(de) için 7 adet kümeye göre ağırlık değerleri oluşturulmuştur. Ağırlık değerlerinin elde edilmesinden sonra Min Max bulanık karşılaştırma yöntemi kullanılarak kümelere ait ağırlıklı değerler karşılaştırılmakta ve karşılaştırılan kümelerin minimum değerleri değişkenlere kaydedilmektedir. Bu işlem için kuralbul alt kümesi kullanılmaktadır.

```

void kuralbul() {
    int k=0, m=0;
    for (k=0;k<7;k++) {
        for (m=0;m<7;m++) {
            p[k][m]=0;
        }
    }
    for (k=0;k<7;k++) {
        for (m=0;m<7;m++) {
            p[k][m]=min(ua[k], ub[m]);
        }
    }
}

```

Şekil 4.16. Kuralbul Alt Programı

Çıkış değişkeni olarak aracın motorlarına aktarılmak istenen hız değişkeni için 7 adet küme oluşturulmuştur. Ve bu kümeler kullanılarak bulanık mantık işlemi için bulanık kontrol tablosu hazırlanmıştır. Bulanık kontrol tablosu hazırlandıktan sonra bu

tablonun program tarafından kullanılabilmesi için değişkenlere değer olarak atanması gerçekleştirilmektedir.

Tablo 4.1. Bulanık Mantık Kural Tablosu

e de	nb	no	nk	s	pk	po	pb
nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
no	nb	nb	no	no	nk	s	pk
nk	no	no	nk	nk	s	pk	pk
s	no	nk	nk	s	pk	pk	po
pk	nk	nk	s	pk	pk	po	po
po	nk	s	pk	po	po	pb	pb
pb	pb	pb	pb	pb	pb	pb	pb

```

int nb=150;
int no=20;
int nk=5;
int ss=0;
int pk=-5;
int po=-20;
int pb=-150;
double merkez[7][7]={ nb, nb, nb, nb, nb, nb, nb,
                        nb, nb, no, no, nk, ss, pk,
                        no, no, nk, nk, ss, pk, pk,
                        no, nk, nk, ss, pk, pk, po,
                        nk, nk, ss, pk, pk, po, po,
                        nk, ss, pk, po, po, pb, pb,
                        pb, pb, pb, pb, pb, pb, pb};

```

Şekil 4.17. Bulanık Mantık Kural Tablosu İçin değişken Değerleri

Bulanıklaştırma ve kural bulma işlemleri sonucunda oluşan değerlerin elde edilebilmesi için bulanık çıkarım işleminin yapılması gerekmektedir. Bulanık çıkarım yapılması sayesinde bulanık bilgi anlamlı bir hale getirilmektedir. Bu işlem için durulama isimli alt program kullanılmaktadır. Durulama işleminde ağırlık merkez yöntemi kullanılmaktadır. Durulama işlemi sonucunda aracın motorlarına aktarılacak hız bilgisi elde edilmektedir. Hız bilgisi sağ ve sol motor gruplarına dönmesi gereken oranda eklenerek ya da çıkarılarak iletilmektedir. Bu sayede aracın hareketinin yönü kontrol edilmektedir.

```

double durulama() {
    double q=0.0, qq=0.0;
    int k=0, m=0;

    for(k=0;k<7;k++) {
        for(m=0;m<7;m++) {
            q=q+(p[k][m]*merkez[k][m]);
            qq=qq+p[k][m];
        }
    }
    if(qq!=0)
        return du=q/qq;
}

```

Şekil 4.18. Bulanık Çıkarım İçin Durulama Alt Programı

Bulanıklaştırma işleminin tamamlanması sonucunda motorun hareketinin kontrolü için motorlara gerekli olan hız değeri üretilmiştir. Move alt programı kullanılarak gerekli olan hız motorlara aktarılmıştır. Motorların hız değerleri 0 ile 255 değeri arasında değişmektedir. Motorların sabit hız değeri 100 olarak ayarlanmıştır. Bulanık çıkarım neticesinde oluşan değer motor gruplarına aktarılmıştır.

```

move(1, 100+int(r)); //Sağ Motor Gurubu
move(0, -100+int(r)); //Sol Motor Gurubu

```

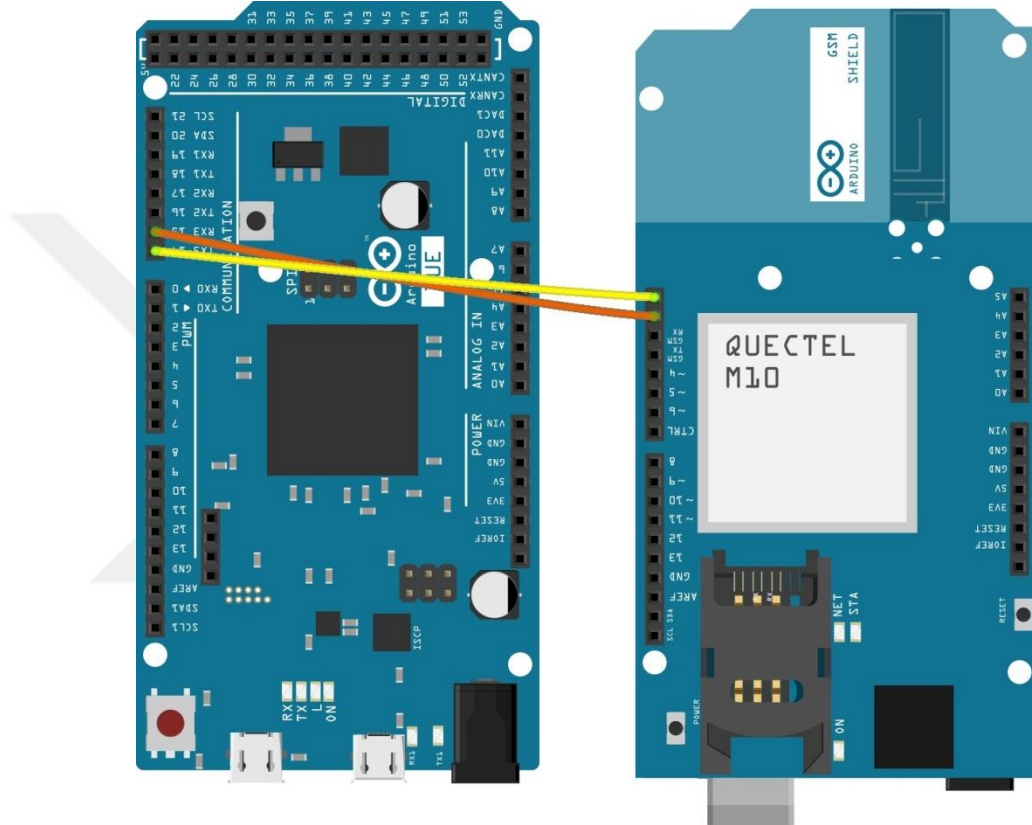
Şekil 4.19. DC Motor Hız ve Yön Hareketi İçin Komutlar

4.3. Arduino Uno GSM/GPRS Modülü ile Arduino Due Bağlantısı

Arduino Uno kartının çalışma devresi kurulmadan önce Arduino Uno kontrol kartı için Arduino Software programı kullanılarak yazılmış program kontrol kartına yüklenmelidir. Program düzgün bir şekilde yüklendikten sonra GSM/GPRS modülü Arduino Uno kartı üzerine monte edilmelidir. GSM/GPRS modülü Arduino kontrol kartına uygun olarak tasarlanmıştır.

Arduino Due kontrol kartının çalışması için gerekli olan program Arduino Software programı kullanılarak yazılmış ve karta hatasız bir şekilde yüklenmiştir. Arduino Due kartının üzerine motor sürücü modülü bağlanmıştır. Motor sürücü modülü karta uyumlu olarak tasarlanmış bir modüldür.

Her iki kontrol kartına modüller yerleştirildikten sonra seri haberleşme için gerekli bağlantılar yapılmalıdır. Arduino Uno kartının RX ve TX bağlantı ayakları, Arduino Due kartının RX3 ve TX3 bacaklarına bağlanmalıdır. Bağlantı şekil 4.20.' de gösterilmektedir.



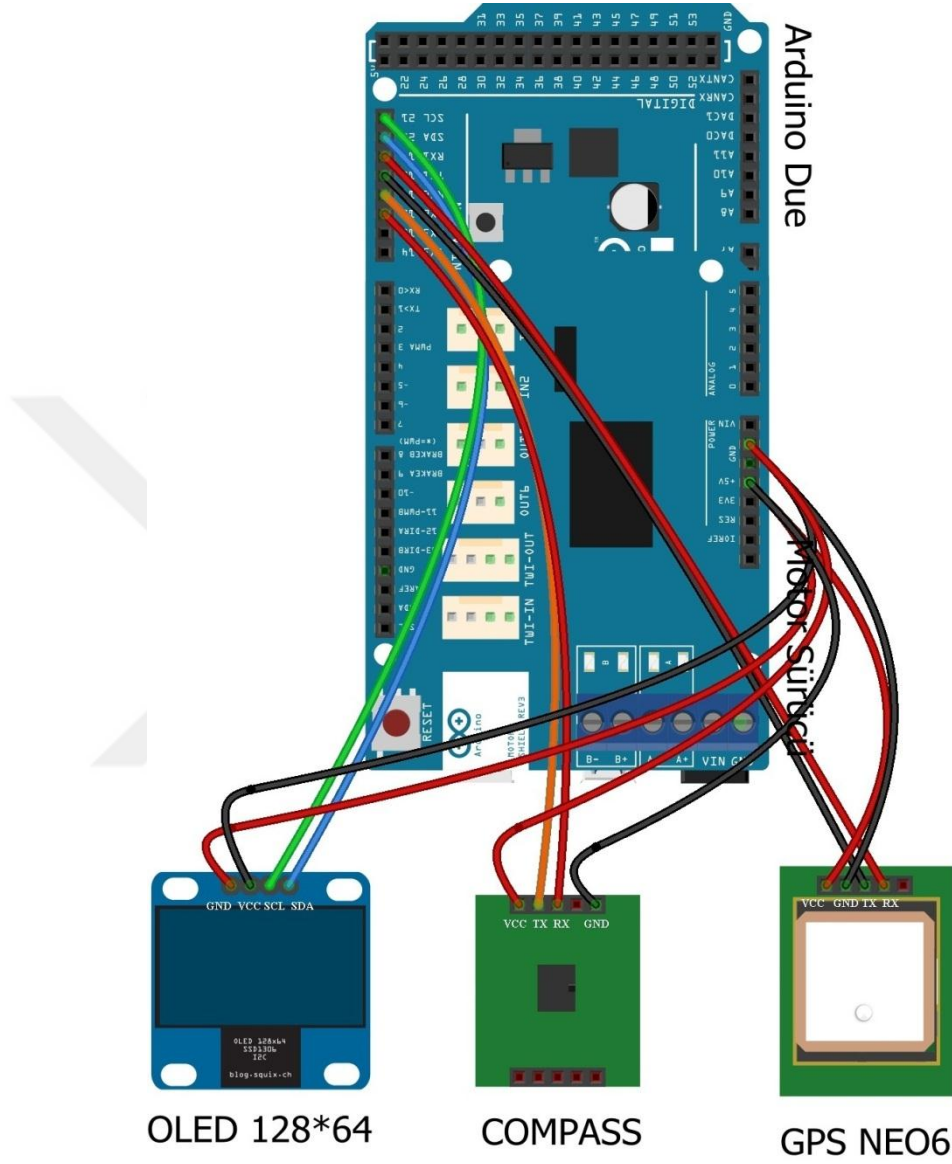
Şekil 4.20. Arduino Due ile Arduino Uno Seri Haberleşme Bağlantısı

GSM/GPRS modülüne SIM kartı monte edilmiştir. SIM kartının pin kilidi kaldırılmıştır.

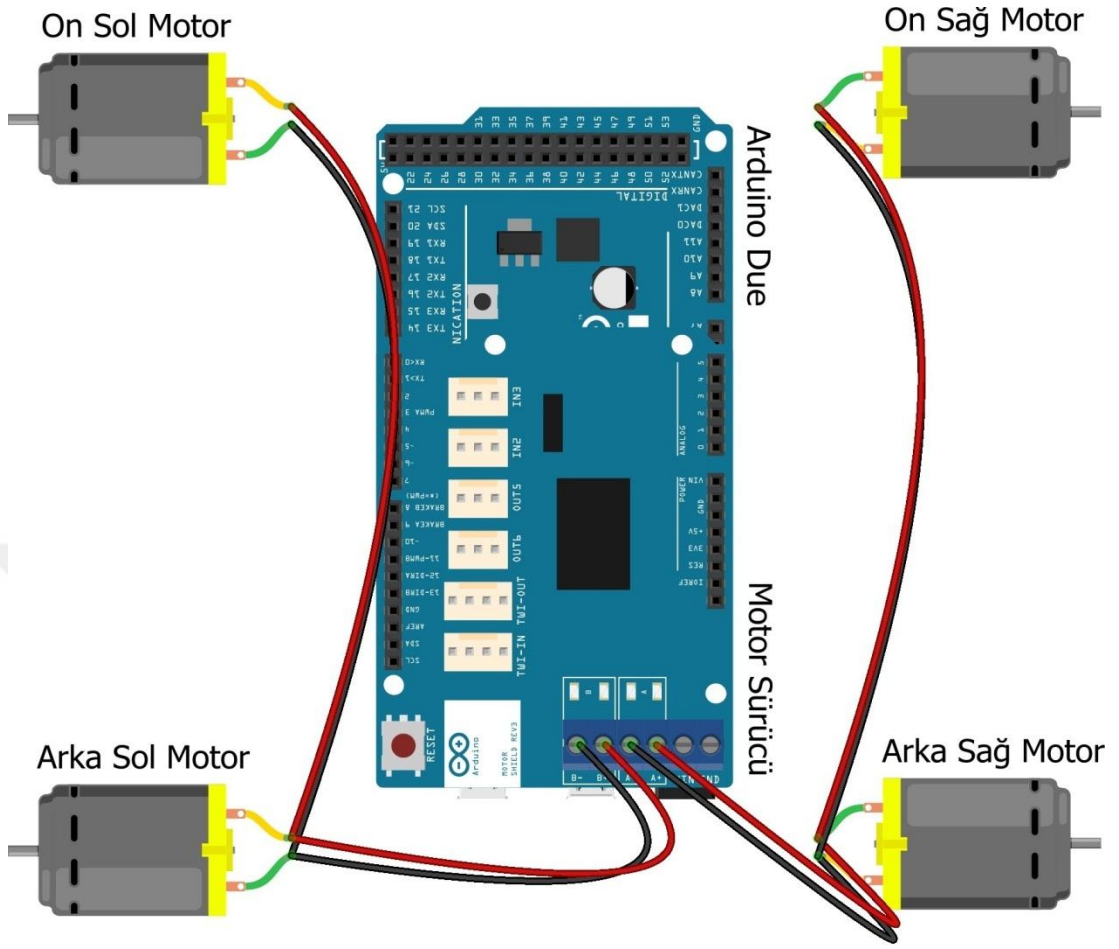
Kontrol kartları araç üzerine monte edilirken plastik vidalar kullanılmıştır. Bu sayede alüminyum malzemeden yapılmış olan şasede kısa devre olmasının önüne geçilmiştir.

Arduino Due kontrol kartına, GPS sensörü, Pusula sensörü, ve OLED display ekran bağlanmıştır. RX1 ve TX1 bacakları GPS sensörü, RX2 ve TX2 bacakları pusula

sensörü bağlantısında kullanılmıştır. SDA ve SCL bacakları OLED display ekran bağlantısı için kullanılmıştır.



Şekil 4.21. Arduino Due İle Sensörlerin Bağlantısı



Şekil 4.22. Arduino Due İle Motorların Bağlantısı

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Aracın şasesinin hafif olması için alüminyum şase kullanıldı. Şase olarak 4 tekerlekli bir araç tercih edildi. Her bir teker için 1 motor kullanıldı. Bu sayede aracın daha güçlü hale gelmesi sağlandı. Araç üzerine kontrol kartlarının yerleştirilmesi için uygun yerlerde plastik montaj vidaları kullanıldı. Aracın enerjisini sağlayan pil şase içerisine yerleştirildi. Bu sayede pilin dış ortam koşullarından etkilenmesi önlenmiştir.

Araçta kullanılan kontrol kartlarıyla sensörler birbirleri ile uyumlu bir şekilde çalıştırılmaktadır. Veri alış veriğinde uygun veri transfer hızları program yazımında ayarlandı.

Aracın kontrolünde Arduino Uno ve Arduino Due kontrol kartları kullanıldı. Arduino Uno kartı GSM/GPRS modülünü kontrol etmek için tercih edildi. Arduino Due kartı ise pusula, GPS, DC motor sürücüsü ve OLED display ekran kontrolünde kullanıldı. GSM/GPRS sensörünün ayrı bir kontrol kartı ile kontrol edilmesinde amaç SMS bilgisinde gelen verilerin takibinin sürekli sağlanmasıdır. Bu sayede gelen SMS veri alma işleminde bilgi kayıplarının önüne geçilmesi amaçlandı. Arduino Due ile Arduino Uno arasında seri haberleşme kurularak SMS bilgisi Arduino Due kontrol kartına aktarılmıştır.

Arduino Due kontrol kartı 4 adet seri haberleşme portuna sahiptir. Kartın terchi edilmesinin nedenlerinin başında bu gelmektedir. Bu sayede seri haberleşme özelliğine sahip 4 adet sensör kullanımına olanak sağlamaktadır.

Pusula sensörü olarak kullanılan GY-26 sensörü seri haberleşme ile veri tranferi yapabilmektedir. GY-26 pusula sensörü ± 5 derecelik bir hataya sahip bir sensördür. Sensördeki hata ne kadar az olursa aracın yön tayinindeki doğruluk o derece yüksek olacaktır. GY-26 sensörü Arduino kartları ile uyumlu olarak çalışmaktadır. GY-26 sensörü üzerindeki montaj delikleri sayesinde araç üzerine kolaylıkla monte edilmiştir. Aracın ön tarafında ve sağ ve sol taraftan eşit aralıkta araca monte edilmiştir.

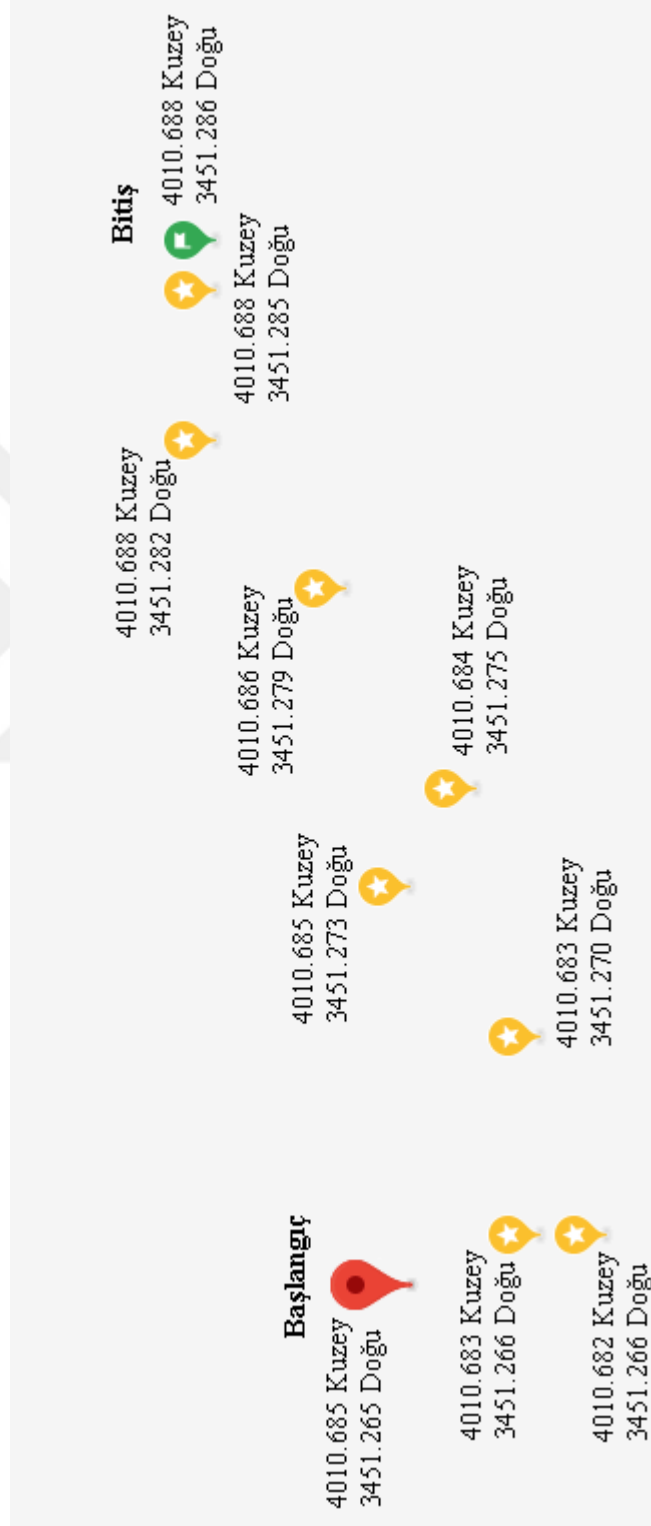
GPS sensörü olarak NEO-6M kullanıldı. NEO-6M sensörü 2 m²'lik daire içerisinde hassasiyete sahip sensördür. GPS sensörünün hassasiyetinin yüksek olması gidilecek konumun daha doğru ve daha az mesafe kat ederek gidilmesinin sağlayacaktır. Hassasiyet oranı cm² olan bir GPS sensörü kullanılırsa aracın anlık olarak hareket değişimi algılanabilir. Bu sayede hedeflenen koordinata sadece GPS sensöründen gelen veri ile gidilmesi de mümkün olacaktır. GPS sensöründeki hassasiyetin yeterli seviyede olmamasından dolayı aracımızda pusula sensörü kullanılmıştır.

	4010.688 Kuzey 3451.286 Doğu Konuma Hareket Rotası		4010.692 Kuzey 3451.284 Doğu Konuma Hareket Rotası	
1	4010.685 Kuzey 3451.265 Doğu	78.81°	4010.676 Kuzey 3451.278 Doğu	32.68°
2	4010.683 Kuzey 3451.266 Doğu	75.65°	4010.678 Kuzey 3451.278 Doğu	37.69°
3	4010.682 Kuzey 3451.266 Doğu	71.77°	4010.683 Kuzey 3451.280 Doğu	48.65°
4	4010.683 Kuzey 3451.270 Doğu	75.38°	4010.684 Kuzey 3451.282 Doğu	43.36°
5	4010.685 Kuzey 3451.273 Doğu	76.93°	4010.684 Kuzey 3451.284 Doğu	23.96°
6	4010.684 Kuzey 3451.275 Doğu	65.38°	4010.684 Kuzey 3451.286 Doğu	0°
7	4010.686 Kuzey 3451.279 Doğu	72.76°	4010.687 Kuzey 3451.287 Doğu	-63.43°
8	4010.688 Kuzey 3451.282 Doğu	90°	4010.689 Kuzey 3451.286 Doğu	180°
9	4010.688 Kuzey 3451.285 Doğu	90°	4010.688 Kuzey 3451.286 Doğu	0°
10	4010.688 Kuzey 3451.286 Doğu	0°		

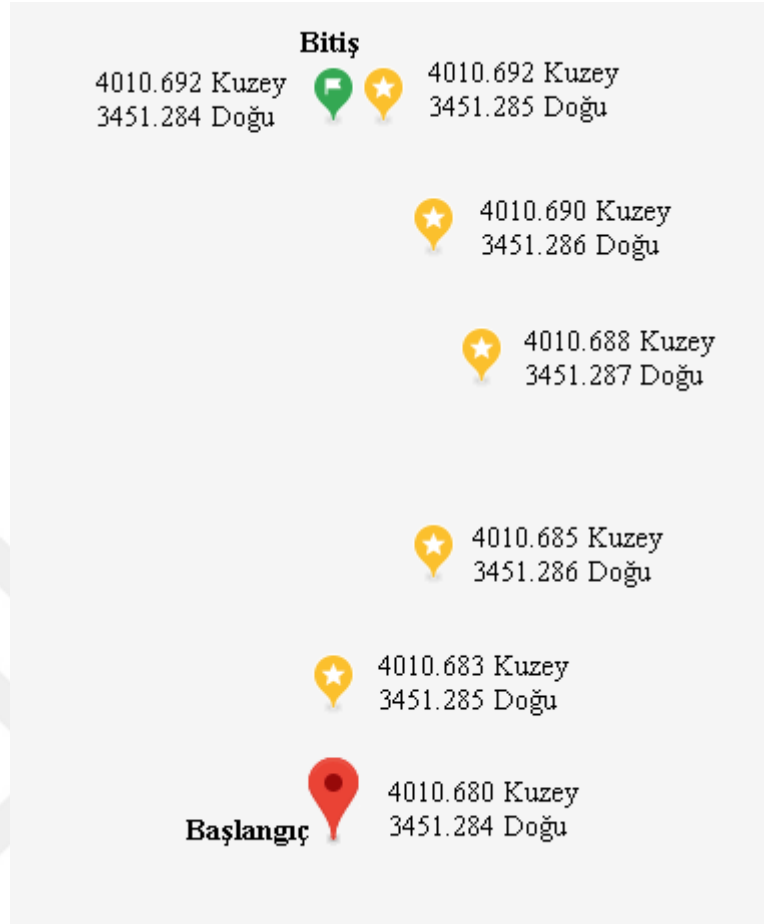
Tablo 5.1. Konuma Hareket Rotası Koordinat Bilgileri

Cihazımızın istenilen konuma hareket işlemi gerçekleştirilmiştir. Uygulama işlemi sırasında cihaza hedeflenen koordinat bilgileri SMS yoluyla gönderilmiştir. Cihazın hareketi sırasında belli aralıklarla koordinat bilgileri cihaz üzerinde bulunan ekrandan alınmış ve cihazın yol haritası çıkartılmıştır. Koordinat verileri DDMM.MMM olarak elde edilmiştir. D derece M dakikayı temsil etmektedir. Cihazın hedeflenen konuma olan doğrultusu ile ekvator çizgisi arasındaki açıda belli aralıklarla ekrandan okunmuştur. Şekil 5.1 ve şekil 5.2' de istenilen bir konuma olan

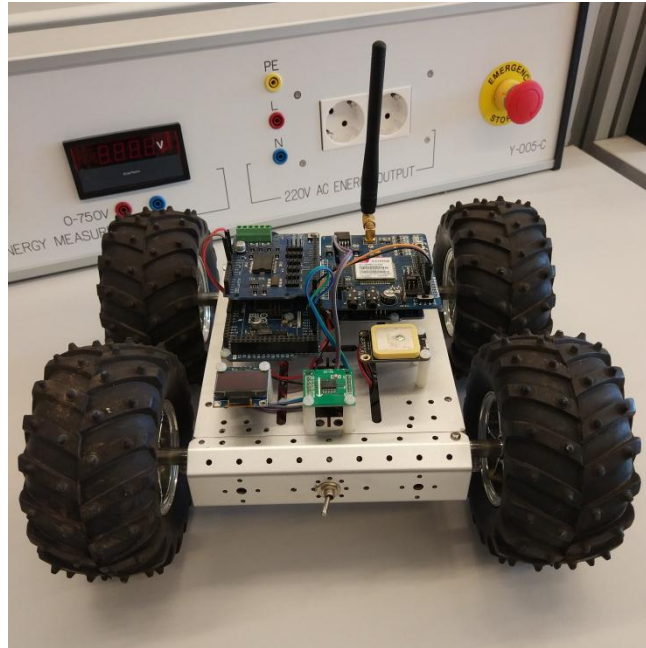
hareketin yol haritası gösterilmektedir. Tablo 5.1’de çeşitli hedefler için konum koordinatları ve hedeflenen konum için hareket yön açısı gösterilmektedir.



Şekil 5.1. Cihazın İstenilen Konuma Hareketinin Koordinat Haritası 1



Şekil 5.2. Cihazın İstenilen Konuma Hareketinin Koordinat Haritası 2



Şekil 5.3. Cihazın Görünümü

KAYNAKLAR

1. Barutçuoğlu, E. I.; BÜ, <http://robot.cmpe.boun.edu.tr/593/history.pdf>, Haziran 2001.
2. Aksoy, R., Kurnaz, S.; İnsansız Kara Araçları ve Muhabere Gereksinimleri, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Cilt 4 Sayı 1 (1-10), Ocak 2009.
3. Kahveci, M., Can, N.; İnsansız hava araçları: Tarihçesi, Tanımı, Dünyadaki ve Türkiye'deki Yasal Durumu, Selçuk Üniversitesi Müh. Bilim ve Tekn. Derg. c.5, s.4, ss. 511-535, 2017.
4. Balçılar, M., GSM Üzerinden PC Tabanlı Araç İzleme Sistemi Tasarım Ve Yapımı, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Şubat 2010.
5. Çivril, Ö., Araçların Uydular Yardımıyla Dünya Üzerindeki Konum Ve Hareketlerinin Sayısal Haritalar Üzerinde İzlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 2006.
6. Akıncı, A. N., <http://savunmasanayi.org/gps-kuresel-uydu-sistemleri/> , Ekim 2017.
7. Ünal, İ., GPS Yönlendirmeli Tarımsal Bir Robotun Geliştirilmesi ve Anız Yoğunluğunun Belirlenmesi Örneğinde Kullanımı Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 2012.
8. Zogg, J. M., GPS Basics - Introduction to the System Application Overview, U - Blox AG, Switzerland, 2012.
9. NMEA 0183 1998, Standard for Interfacing Marine Electronic Devices, Version 2.30, National Marine Electronics Association
10. Kahveci, M., Yıldız, F., GPS/GNSS Uydularla Konum Belirleme Sistemleri Teori ve Uygulama, Nobel Yayınları, Ankara, Kasım 2009.
11. Heo, Y., Yan, T., Lim, S., Rizos, C., International Standard GNSS Real-Time Data Formats and Protocols, International Global Navigation Satellite Systems Society IGNSS Symposium 2009, Holiday Inn Surfers Paradise, Qld, Australia 1-3 December, 2009.
12. Yan, T., Benefits of Telecommunications Technology to GPS Users, Journal of Global Positioning Systems (2005) Vol. 4, No. 1-2: 240-244, 2005.
13. O'Keefe, K., Lin, M., Lachapelle, G., Network Real-Time Kinematic Performance Analysis Using RTCM 3.0 And The Southern Alberta Network, GEOMATICA Vol. 61, No. 1, 2007, pp. 29 to 41, 2007.
14. Kablosuz Ağ Sistemleri Modülü, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 2007

15. Yemenoğlu, İ. H., Gsm – 900MHz Frekans Bandında Propagasyon Yol Kaybının Yapay Sinir Ağları İle Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi, Yozgat, 2018.
16. Gunnar, H., Chapter – 3, GSM Networks:Protocols, Terminology and Implementation , Artech House London, 1998.
17. Çelenk, U., GSM Sistemlerde Ücretlendirme Algoritmalarının ve Kota Sistemlerinin Dinamik Olarak İncelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Ekim 2017.
18. Çınar, S., Gps İle Araç Takip Ve Yönlendirme Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2005.
19. Ünver, Ş., Lego Mindstorms NXT Robot Kiti İçin GPS Sensörü Geliştirilmesi Ve Mobil Robotun Oransal Kontrol Algoritmasıyla Navigasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon, Temmuz 2017.
20. Avuçlu, E., GPS İle Konum Tespitli Gerçek Zamanlı Yüz Tanıma Robotu Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Temmuz 2015.

EKLER

Ek A. Arduino Uno Programı

```
#include "SIM900.h"
#include <SoftwareSerial.h>
#include "sms.h"

MSG GSM sms;
boolean started=false;
char smsbuffer[160];
char Mittente[20];

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  if ( gsm.begin(2400) ) {
    started=true;
  }
}

void loop() {
  char position;
  if (started) {
    position = sms.IsSMSPresent(SMS_ALL);
    if (position) {
      sms.GetSMS(position, Mittente, smsbuffer, 160);
      Serial.write(smsbuffer); //Kordinat bilgisi araç sistemine gönderiliyor.
      sms.DeleteSMS(position);
    }
    delay(1000);
  }
}
```

Ek B. Arduino Due Programı

```
#include "U8glib.h"
#include <math.h>
U8GLIB_SSD1306_128X64 u8g(U8G_I2C_OPT_NONE|U8G_I2C_OPT_DEV_0);

//GPS ALT PROGRAMI DEĞİŞKENLERİ-----
int byteGPS=-1;
char gpcontrol[6] = "";
char kuzey[12] = "";
char gidilecekenlemch[12] = "";
char gidilecekboylamch[12] = "";
char dogu[13] = "";
char comandoGPR[7] = "$GPRMC";
int bien=0;
float enlem;
float boylam;
float gidilecekenlem=0.0;
float gidilecekboylam=0.0;
//-----
//GPS ALT PROGRAMI -----
void gps() {
    byteGPS=Serial1.read();
    if (byteGPS == -1) {
        delay(200);
    }
    else if (byteGPS == 36) {
        for(int i=0;i<5;i++) {
            delay(3);
            gpcontrol[i]=Serial1.read();
        }
        bien=0;
        for (int i=0;i<5;i++) {
            if (gpcontrol[i]==comandoGPR[i+1])
```



```

        {
            bien++;
        }
    }
    if (bien == 5) {
        for(int k=0;k<39;k++) {
            if(k<13)
                Serial1.read();
            else if(k<21)
                kuzey[k-13]=Serial1.read();
            else if(k<26)
                Serial1.read();
            else if(k<35)
                dogu[k-26]=Serial1.read();
            delay(3);
            enlem = atof(kuzey);
            enlem = (int(enlem / 100) + (enlem - (int(enlem / 100) * 100)) /
60);
            boylam = atof(dogu);
            boylam = (int(boylam / 100) + (boylam - (int(boylam / 100) *
100)) / 60);
        }
    } delay(10);
}

}

//-----
//PUSULA ALT PROGRAMI DEĞİŞKENLERİ----
char valorbyte[8];
int graus = 0;
int contador = 0;
byte valor = 0;
int pusulaaci;
//-----
//PUSULA ALT PROGRAMI-----

```

```

int pusuladerecesi() {
    valor = 0;
    Serial2.write(0x31);
    while (valor == 0) {
        if (Serial2.available()) {
            valorbyte[contador] = Serial2.read();
            contador = (contador + 1) % 8;
            if (contador == 0) {
                graus = (valorbyte[2] - 48) * 100 + (valorbyte[3] - 48) * 10 + (valorbyte[4] -
48);
                valor = 1;
            }
        }
    }
    if (graus > 180)
        graus = graus - 360;
    return graus;
}

```

```

//-----
//MOTOR KONTROL ALT PROGRAMI DEĞİŞKENLERİ---

```

```

const int
PWM_A  = 3,
PWM_B  = 11,
DIR_A  = 12,
DIR_B  = 13,
BRAKE_A = 9,
BRAKE_B = 8,
SNS_A  = A0;
int i;

```

```

//-----

```

```

//MOTOR KONTROL ALT PROGRAMI-----

```

```

void move(int motor, int speed){
    boolean inPin1 = LOW;

```

```

if(speed >= 0){
    inPin1 = HIGH;
}
else
    speed = -speed;

if(motor == 1){
    digitalWrite(DIR_A, inPin1);
    analogWrite(PWM_A, speed);
}
else{
    digitalWrite(DIR_B, inPin1);
    analogWrite(PWM_B, speed);
}
}

void stop(){
    //enable standby
    digitalWrite(BRAKE_A, LOW); //disable standby
    digitalWrite(BRAKE_B, LOW); //disable standby
}

//-----
//İKİ KORDİNAT ARASI DERECE-----

float kordinatderecesi(float NorS, float EorW, float goNorS, float goEorW){
    float kordinatder;
    if(EorW < goEorW && NorS < goNorS) {
        kordinatder = 90-atan( (NorS - goNorS)/(EorW - goEorW) )*180/3.141592654;
    }
    else if(EorW < goEorW && NorS > goNorS) {
        kordinatder = 90-atan( (NorS - goNorS)/(EorW - goEorW) )*180/3.141592654;
    }
    else if(EorW > goEorW && NorS > goNorS) {
        kordinatder = (90+atan( (NorS - goNorS)/(EorW - goEorW)
)*180/3.141592654)*-1;
    }
}

```

```

    }
    else if(EorW > goEorW && NorS < goNorS) {
        kordinatder = (90+atan( (NorS - goNorS)/(EorW - goEorW)
)*180/3.141592654)*-1;
    }
    else if( (NorS < goNorS) && (EorW == goEorW) ){
        kordinatder = 0;
    }
    else if( (NorS > goNorS) && (EorW == goEorW) ){
        kordinatder = 180;
    }
    else if( (NorS == goNorS) && (EorW > goEorW) ){
        kordinatder = -90;
    }
    else if( (NorS == goNorS) && (EorW < goEorW) ){
        kordinatder = 90;
    }
    return kordinatder;
}

```

//-----

//MESAFE HESAPLAMA-----

```

float haversine(float NorS, float EorW, float goNorS, float goEorW){
    float haver;
    haver=1000*6371.10*2*57.29577951*asin( sqrt( sin( (NorS-
goNorS)*0.01745329252/2 ) *sin( (NorS-goNorS)*0.01745329252/2 ) +
cos(NorS*0.01745329252)*cos(goNorS*0.01745329252)*sin( (EorW-
goEorW)*0.01745329252/2 ) *sin( (EorW-goEorW)*0.01745329252/2 ) ) );
    return haver;
}

```

//-----

//FUZZY LOGİC (BULANIK MANTIK) ALT PROGRAM DEĞİŞKENLERİ-----

```

double ce;
double xe;
char konummesajich[160];

```

```

char pusula[160];
char cechar[160];
char enlemchar[160];
char boylamchar[160];
char mesafe[160];
int nb=150;
int no=20;
int nk=5;
int ss=0;
int pk=-5;
int po=-20;
int pb=-150;
double aa[7]={-360, -18, -12, -6, 0, 6, 12};
double ao[7]={-360, -12, -6, 0, 6, 12, 360};
double au[7]={-12, -6, 0, 6, 12, 18, 360};
double merkez[7][7]={ nb, nb, nb, nb, nb, nb, nb,
                        nb, nb, no, no, nk, ss, pk,
                        no, no, nk, nk, ss, pk, pk,
                        no, nk, nk, ss, pk, pk, po,
                        nk, nk, ss, pk, pk, po, po,
                        nk, ss, pk, po, po, pb, pb,
                        pb, pb, pb, pb, pb, pb, pb};
double e=0.0, de=0.0, eo=0.0, du=0.0;
double ua[7];
double ub[7];
double p[7][7];

//-----
//FUZZY LOGİC (BULANIK MANTIK) ALT PROGRAMLARI-----
double bulanik(double dusuk, double orta, double yuksek, double giris){
    double yy;

    if( (giris>dusuk) && (giris<orta) )
        yy=(giris-dusuk)/(orta-dusuk);

```

```

else if(giris==orta)
    yy=1.0;
    else if( (giris>orta) && (giris<yukse) )
        yy=(giris-yukse)/(orta-yukse);
    else
        yy=0.0;
    return yy;
}

```

```

double fuzzy (double istenenaci, double simdikiaci){
    e=istenenaci-simdikiaci;
    de=e-eo;
    eo=e;
    int x;
    for(x=0;x<7;x++){
        ua[x]=bulanik(aa[x], ao[x], au[x], e);
        ub[x]=bulanik(aa[x], ao[x], au[x], de);
    }
    kuralbul();
    return durulama();
}

```

```

void kuralbul(){
    int k=0, m=0;

```

```

    for(k=0;k<7;k++){
        for(m=0;m<7;m++){
            p[k][m]=0;
        }
    }

```

```

    for(k=0;k<7;k++){
        for(m=0;m<7;m++){
            p[k][m]=min(ua[k], ub[m]);
        }
    }

```

```

    }
}
double durulama(){
    double q=0.0, qq=0.0;
    int k=0, m=0;

    for(k=0;k<7;k++){
        for(m=0;m<7;m++){
            q=q+(p[k][m]*merkez[k][m]);
            qq=qq+p[k][m];
        }
    }
    if(qq!=0)
        return du=q/qq;
}
//-----
void setup(){
    Serial.begin(9600); //Bilgisayar veri görüntüleme için seri iletişim
    Serial1.begin(9600); //GPS sensörü veri alışverişi
    Serial2.begin(9600); //Pusula sensörü veri alışverişi
    Serial3.begin(9600); //GSM Bloğu için veri alışverişi

    // Configure the A - B output
    pinMode(BRAKE_A, OUTPUT); // Brake pin on channel A
    pinMode(BRAKE_B, OUTPUT); // Brake pin on channel B
    pinMode(DIR_A, OUTPUT); // Direction pin on channel A
    pinMode(DIR_B, OUTPUT); // Direction pin on channel B
    digitalWrite(BRAKE_A, LOW); //disable standby
    digitalWrite(BRAKE_B, LOW); //disable standby

    move(1, 0);
    move(0, 0);

    u8g.firstPage();

```

```

do{
    u8g.setFont(u8g_font_osb21);
    u8g.drawStr( 0, 22, "bozok");
}while( u8g.nextPage() );

delay(1000);
}

void loop(){
    while(1){

        while (Serial1.available()){
            gps();}

        while(int(enlem)==0)
        {
            while (Serial1.available()){
                gps();}
            move(1, 0);
            move(0, 0);
        }

        while (Serial3.available() > 0) { //Gidilecek koordinat bilgisi alınıyor.
            String konummesajistr = Serial3.readString();
            konummesajistr.toCharArray(konummesajich, 160);

            for(int n=0;n<8;n++){
                gidilecekenlemch[n]=konummesajich[n];
            }
            for(int m=0;m<8;m++){
                gidilecekboylamch[m]=konummesajich[m+9];
            }

            gidilecekenlem = atof(gidilecekenlemch);

```



```

    gidilecekenlem = (int(gidilecekenlem / 100) + (gidilecekenlem -
(int(gidilecekenlem / 100) * 100)) / 60);
    gidilecekboylam = atof(gidilecekboylamch);
    gidilecekboylam = (int(gidilecekboylam / 100) + (gidilecekboylam -
(int(gidilecekboylam / 100) * 100)) / 60);

    String(pusuladerecesi()).toCharArray(pusula, 160);
    delay(50);
}
ce = kordinatderecesi(enlem, boylam, gidilecekenlem, gidilecekboylam);
xe = haversine(enlem, boylam, gidilecekenlem, gidilecekboylam);
String(ce).toCharArray(cechar, 160);
String(enlem).toCharArray(enlemchar, 160);
String(boylam).toCharArray(boylamchar, 160);
String(pusuladerecesi()).toCharArray(pusula, 160);
String(xe).toCharArray(mesafe, 160);

u8g.firstPage();
do{
    u8g.setFont(u8g_font_unifont);
    u8g.drawStr( 0, 10, cechar);
    u8g.drawStr( 70,10, pusula );
    u8g.drawStr( 70,22, mesafe );
    u8g.drawStr( 0, 22, kuzey);
    u8g.drawStr( 0, 34, dogu);
    u8g.drawStr( 0, 46, gidilecekenlemch);
    u8g.drawStr( 0, 58, gidilecekboylamch);
}while(u8g.nextPage());

delay(50);

double r = fuzzy (ce, pusuladerecesi()-2);

if(gidilecekenlem!=0.0 && gidilecekboylam!=0.0 && xe!=0){

```

```
move(1, 100+int(r)); //motor 1, full speed, ileri
move(0, -100+int(r)); //motor 1, full speed, left
}
else if(xe==0){
    move(1, 0);
    move(0, 0);
}
}
}
```



ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Amasya Gümüşhacıköy’de doğan Önder YAKIŞTIRAN, orta ve lise öğrenimini sırasıyla Yüksel Yeşil İlkokulu, Cumhuriyet Ortaokulu ve Burhanettin Yıldız Anadolu Meslek Lisesinde tamamlamıştır. 2003 yılında kazandığı Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik Öğretmenliği Bölümünü 2008 yılında başarıyla bitirmiş ve ardından 2015 yılında kazandığı Bozok Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği bölümünü 2016 yılında başarı ile bitirmiştir. 2012 yılında Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mekatronik Mühendisliği alanında yüksek lisans eğitimine başlamıştır.

2012 yılından beri Hitit Üniversitesi Alaca Avni Çelik Meslek Yüksekokulu Elektronik Haberleşme Teknolojisi Bölümünde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır.

İletişim Bilgileri:

Adres: Bahçelievler Mahallesi Şenyurt Caddesi No: 28A-8 Çorum/Merkez

Tel: 0 505 2833349

E-posta: yakistiranonder@hotmail.com