

**GSM ÜZERİNDEN PC TABANLI ARAÇ İZLEME SİSTEMİ
TASARIMI VE YAPIMI**

Mustafa BALCILAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**ŞUBAT 2010
ANKARA**

Mustafa BALCILAR tarafından hazırlanan GSM ÜZERİNDEN PC TABANLI ARAÇ İZLEME SİSTEMİ TASARIMI VE YAPIMI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Mustafa BURUNKAYA
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof. Dr. Ömer Faruk BAY

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa BURUNKAYA

Üye : Yrd. Doç. Dr. İbrahim SEFA

Tarih :/...../.....

Bu tez, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mustafa BALCILAR

GSM ÜZERİNDEN PC TABANLI ARAÇ İZLEME SİSTEMİ

TASARIMI VE YAPIMI

(Yüksek Lisans Tezi)

Mustafa BALCILAR

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

Şubat 2010

ÖZET

Günümüzde Araç Takip Sistemlerinin (ATS) uygulama alanları her geçen gün artmaktadır. Ancak artan şehirleşmeyle birlikte binaların sık ve yüksek olduğu bölgelerde, alt geçit ve tünellerde ya da kapalı garaj vb. yerlerde GPS konum bilgileri kesildiğinden araç izleme ve konum belirleme işlemleri kesintiye uğramaktadır. Bu tez çalışmasında, GPS bilgileri ile konum bildiren bir araç takip sistemi tasarımı ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. GPS bilgilerinin çeşitli sebeplerle kesintiye uğraması durumunda ise GSM şebeke bilgileri yardımıyla yaklaşık konum belirlenmesi sağlanmıştır. Gerçekleştirilen sistem, GSM teknolojisinin sağlamış olduğu servislerden biri olan SMS servisi ile konum bildiren gerçek zamanlı bir araç takip sistemidir. Gerçekleştirilen sistemde bir analog voltaj girişi bulunmaktadır. Bu giriş kullanılarak gerekli olduğunda aracın yakıt düzeyi, ortam sıcaklığı vb. bazı fiziksel büyüklüklerin izleme merkezine iletilmesi sağlanabilir. Ayrıca, cihaz üzerinde bir acil durum butonu mevcut olup, bu buton kullanılarak izleme merkezine anlık konum bilgileri iletebilmektedir. Bu yönüyle sistem kişisel güvenlik amaçlı olarak kullanılabilir. Sistemin tasarımında MSP430 mikrodenetleyici kullanılarak güç tüketimi düşürülmüştür. Mikrodenetleyicinin programlanmasında C programlama dili kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında, araç takip cihazı ile

izleme merkezine gönderilen bilgilerin PC ekranında gözlenebilmesi için Borland Delphi 7.0 ortamında bir araç takip görsel arayüz yazılımı geliştirilmiştir. Araç takip yazılımına MapInfo tabanlı sayısal harita entegre edilerek aracın harita üzerindeki konumunun izlenmesi sağlanmıştır. Yapılan performans testleri ile gerçekleştirilen sistemin etkinliği kanıtlanmıştır.

Bilim Kodu : 704.3.013

Anahtar Kelime : GPS, GSM, SMS, araç takip, MSP430, mikrodenetleyici, GIS, MapInfo

Sayfa Adedi : 102

Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Mustafa BURUNKAYA

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PC BASED VEHICLE TRACKING
SYSTEM VIA GSM**

(M.Sc. Thesis)

Mustafa BALCILAR

**GAZI UNIVERSITY
INFORMATICS INSTITUTE**

February 2010

ABSTRACT

Nowadays, application areas of vehicle tracking systems have been increasing day by day. By increasing urbanization, however, GPS system cannot provide location information in some places like dense urban, underpass, tunnel and covered garage. Therefore, it causes interruption of the vehicle tracking process. In this thesis, an implementation and application of vehicle tracking system informs about location with GPS coordinates have been realized. In case of interruption of GPS location information for some reason, location can be provided approximately with GSM registration information. The system is real time vehicle tracking system which uses SMS, one of the services supplied by GSM technology. The system has also an analog voltage input. Using this input, it is possible to send fuel level, engine temperature or any kind of analog voltage measurement of the vehicle to the monitoring center instantly. Addition to these, there is an emergency button equipped to the device to send instant location info to the monitoring center. Hence, the system can be used for private security. For the system implementation, MSP430 microcontroller has been used and power consumption of the system has been decreased with this μ C. During software developing for the microcontroller, it has been used embedded C programming language. In the scope of this thesis, interface software has been developed in Borland Delphi 7.0 medium in order to display location and other information sent by the vehicle tracking device. By integrating a MapInfo based

digital map to this interface software, displaying the location of the vehicle on a map has been provided. By the performance measurement, the activity of the realized system has been proven.

Science Code : 704.3.013

**Key Words : GPS, GSM, SMS, vehicle tracking, MSP430,
microcontroller, GIS, MapInfo**

Page number : 102

Adviser : Yrd. Doç. Dr. Mustafa BURUNKAYA

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren tez danışmanım hocam Yrd. Doç. Dr. Mustafa BURUNKAYA'ya sabırlı yol göstericiliği için teşekkürü bir borç bilirim.

Projenin tasarımı ve oluşturulması esnasında, teknik desteğini esirgemeyen mesai arkadaşım Ufuk ÖNDER'e, verdiği destek ve sağladığı kolaylıklardan dolayı şube müdürüm Dr. Ali ÖZDOĞAN'a teşekkür ederim.

Tüm çalışmalarım boyunca gösterdiği destek ve fedakârlıklarından dolayı kıymetli eşim Serap'a ve sevgili oğlum Yavuz'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
2. ARAÇ TAKİP SİSTEMLERİ	5
2.1. Araç Takip Sistemi Türleri	6
2.1.1. Hücresel bazlı araç takip sistemleri	7
2.1.1.1. GSM bazlı araç takip sistemleri	7
2.1.1.2. UMTS (3G) bazlı araç takip sistemleri	10
2.1.1.3. CDMA bazlı araç takip sistemleri	10
2.1.2. Radyo frekansı (RF) bazlı araç takip sistemleri	10
2.1.3. Uydu (Satellite) bazlı araç takip sistemleri	11
2.2. Araç Takip Sistemlerinin Uygulama ve Kullanım Alanları	12
3. GERÇEKLEŞTİRİLEN SİSTEMDE KULLANILAN TEKNOLOJİLER	14
3.1. Global Positioning System (GPS)	14
3.1.1. Uzay bölümü	14
3.1.2. Kontrol bölümü	16
3.1.3. Kullanıcı bölümü	17
3.1.4. GPS sisteminin çalışma prensibi	17
3.1.5. Diferansiyel GPS (DGPS)	19
3.2. Global System For Mobile Communication (GSM)	20
3.2.1. Mobil terminal	23
3.2.2. Baz istasyonları altyapısı	24

	Sayfa
3.2.3. Şebeke yönetim altyapısı.....	24
3.2.4. GSM’de hücresel yapı.....	25
3.2.5. GSM’de erişim ve frekans kanalları	26
3.2.6. GSM’de kimlik bilgileri.....	27
3.2.7. GPRS (General Pocket Radio Service).....	29
3.2.8. SMS (Short Message Service).....	31
3.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)	33
3.3.1. Coğrafi bilgi sistemlerinin temel prensipleri.....	33
3.3.2. Sayısal haritalar	34
3.3.2.1. Vektör model	35
3.3.2.2. Raster model	36
3.3.3. Koordinat sistemleri.....	37
3.3.4. Coğrafi koordinat sistemi ve elipsoidler	38
4. GERÇEKLEŞTİRİLEN SİSTEM.....	40
4.1. Telit GM862 GPS-GSM Modülü	43
4.1.1. Modem seri port.....	45
4.1.2. GM862 modem RS-232 seri port üzerinden kontrolü	46
4.1.3. GPS seri port (NMEA).....	49
4.2. MSP430 F1611 Mikrodenetleyici	50
4.3. Kontrol Devresi	53
4.4. MSP430 IAR Embedded Workbench Yazılım Geliştirme Platformu.....	57
4.5. Mikrodenetleyici Yazılım Tasarımı.....	58
4.6. Araç Takip Yazılımı	63
5. UYGULAMA SONUÇLARI VE PERFORMANS TESTLERİ.....	68
5.1. Araç Durur Halde iken Yapılan Ölçümler	68
5.2. Araç Seyir Halinde iken Yapılan Ölçümler	71
5.3. PDA Kullanılarak Yapılan Ölçümler	76
5.4. Sistemin Güç Tüketimine İlişkin Ölçümler	77
5.5. Sistemin Gerilim Okuma Doğruluğuna İlişkin Ölçümler.....	78
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	80

	Sayfa
KAYNAKLAR.....	83
EKLER.....	86
EK-1 AT Komutları Listesi.....	87
EK-2 Telit GM862 Pin Diyagramı Tanımlama Listesi.....	90
EK-3 MSP430 F1611 Pin Diyagramı ve Tanımlama Listesi.....	93
EK-4 Kontrol Devresinin Görünümü.....	96
EK-5 Kontrol Devresinin PCB Çizimi	97
EK-6 MSP430 IAR Embedded Workbench ile Yazılım Geliştirme	98
ÖZGEÇMİŞ.....	102

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Bir RMC cümlesinin bileşenleri ve tanımlamaları.....	19
Çizelge 4.1. GM862 modem seri port bağlantı uçları.....	45
Çizelge 4.2. GM862 GPS seri port bağlantı uçları	49
Çizelge 4.3. GM862 seri portları ile MSP430 bağlantı uçları.....	54
Çizelge 4.4. Gerilim girişi ve buton için mikrodenetleyici bağlantı uçları.....	57
Çizelge 5.1. Gerçekleştirilen sistemden alınan bilgilerle PDA'dan alınan bilgilerin karşılaştırılması.....	76
Çizelge 5.2. Sisteme girilen gerilim değeri ile okunan gerilim değerinin karşılaştırılması.....	78

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Araç takip sistemleri genel şeması.....	6
Şekil 2.2. GSM-SMS destekli araç takip sistemleri genel şeması.....	8
Şekil 2.3. GSM-GPRS destekli araç takip sistemleri genel şeması.....	10
Şekil 3.1. Bir GPS uydusunun görünümü	15
Şekil 3.2. Tüm NAVSTAR/GPS uydularının dünya etrafındaki görünümü.....	15
Şekil 3.3. GPS alıcısı ile konum belirlemesi.....	18
Şekil 3.4. Diferansiyel GPS çalışma prensibi.....	20
Şekil 3.5. Hücresel sistemin gelişim evreleri	22
Şekil 3.6. GSM mimari yapısı	23
Şekil 3.7. GSM’de hücresel yapılanma.....	26
Şekil 3.8. GSM 900MHz frekans kanalları.....	27
Şekil 3.9. GSM-GPRS entegrasyonu genel şeması	31
Şekil 3.10. GSM şebekesi üzerinde SMS iletimi blok şeması	32
Şekil 3.11. Vektör model yardımıyla sayısallaştırma işlemi.....	36
Şekil 3.12. Raster model yardımıyla sayısallaştırma işlemi.....	37
Şekil 3.13. Üç boyutlu kartezyen koordinat sistemi	38
Şekil 3.14. Coğrafi koordinat sistemi	39
Şekil 4.1. Gerçekleştirilen sistemin blok şeması	40
Şekil 4.2. GM862 modülün üstten ve alttan görünümü	44
Şekil 4.3. GM862 modülü ve arayüz kartı	44
Şekil 4.4. GM862 modemin RS-232 bağlantı şeması.....	45

Şekil	Sayfa
Şekil 4.5. GM862 modemın konfigürasyon ayarları ve kontrolü.....	46
Şekil 4.6. GM862 GPS portundan alınan NMEA verileri	50
Şekil 4.7. MSP430 F1611 fonksiyonel blok diyagramı	51
Şekil 4.8. MSP430 F1611 segment yapısı ve register seti	52
Şekil 4.9. Kontrol devresinin şematik çizimi	55
Şekil 4.10. Mikrodenetleyicinin yürüttüğü temel işlemler.....	59
Şekil 4.11. Uygulama yazılımı akış şeması.....	62
Şekil 4.12. Araç takip yazılımı akış diyagramı	64
Şekil 4.13. Araç takip yazılımı ekran görüntüsü	66
Şekil 4.14. SMS bilgilerini ve animasyon penceresini gösteren ekran görüntüsü ..	67
Şekil 5.1. Birinci ölçümün ekran görüntüsü.....	68
Şekil 5.2. İkinci ölçümün ekran görüntüsü	69
Şekil 5.3. Üçüncü ölçümün ekran görüntüsü	70
Şekil 5.4. Dördüncü ölçümün ekran görüntüsü.....	71
Şekil 5.5. Beşinci ölçümün ekran görüntüsü.....	72
Şekil 5.6. Altıncı ölçümün ekran görüntüsü.....	73
Şekil 5.7. Yedinci ölçümün ekran görüntüsü	74
Şekil 5.8. Sekizinci ölçümün ekran görüntüsü	75

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
ADC	Analog Digital Converter
AMPS	Advanced Mobile Phone System
ATS	Araç Takip Sistemi
AUC	Authentication Center
BSC	Base Station Controller
BTS	Base Transceiver System
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CDMA	Code Division Multiple Access
CGI	Cell Global Identity
CS	Circuit Switched
DAC	Digital Analog Converter
DCO	Digital Controlled Oscillator
DCS	Data Coding Scheme
DGPS	Differential GPS
DMA	Direct Memory Access
EDGE	Enhanced Data Rate For GSM Evolution
EIR	Equipment Identity Register
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FTP	File Transfer Protocol
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GIS	Geographic Information System
GPRS	General Pocket Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System For Mobile Communications
HLR	Home Location Register

HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
IMEI	International Mobile Equipment Identity
IMSI	International Mobile Station Identity
IP	Internet Protocol
JTAG	Joint Test Action Group
LAN	Local Area Network
MSC	Master Switching Center
MSISDN	Mobile Station ISDN Number
NAVSTAR	Navigation Satellite Timing And Ranging
NMC	Network Management Center
NMEA	National Marine Electronics Association
NMT	Nordic Mobile System
OMC	Operation and Maintenance Center
PS	Pocket Switched
RAM	Random Access Memory
RF	Radio Frequency
RISC	Reduced Instruction Set Computer
SGSN	Serving GPRS Support Node
SIM	Subscriber Identity Module
SMS	Short Message Service
SMSC	SMS Center
SMS PDU	SMS Protocol Data Unit
STP	Signalling Transfer Point
TACS	Total Access Communication System
TDMA	Time Division Multiple Access
TMSI	Temporary Mobile Station Identity
UART	Universal Asynchronous Receive Transmit
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VLR	Visitor Location Register
WGS	World Geodetic System
WWW	World Wide Web

1. GİRİŞ

Son yıllarda, özellikle GPS teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak araç takip sistemleri hızla yaygınlaşmaktadır. Önceleri askeri ve kurumsal uygulamalarda kullanılan GPS sistemleri, gelişen teknoloji ile birlikte günlük hayatımızın nerede ise bir parçası haline gelmiştir. Günümüzde cep telefonları içerisine yerleştirilebilecek boyutlardaki GPS alıcıları sayesinde toplumun tüm kesimleri GPS, konum belirleme ve navigasyon gibi kavramlarla tanışma fırsatını bulmuştur [1]. İnsanlar bir yandan navigasyon cihazları yardımıyla kendi bulundukları yerleri belirlemek ve gidecekleri yeri öğrenmek isterken, diğer yandan başka insanların nerede bulunduklarını da bilme ihtiyacı duymaya başlamışlardır. Bu ihtiyacın karşılanması araç takip sistemleri yardımıyla mümkün hale gelmiştir [2].

Araç takip sistemleri, ilk olarak araçların izlenmesi amacıyla tasarlanmış ve kullanılmaya başlanmış olduğundan bu ismi almıştır. Başlangıçta, oldukça büyük boyutlara sahip olan araç takip cihazları, teknolojinin hızlı gelişimine paralel olarak daha küçük boyutlara indirgenmiş, bu sayede insanların, hatta hayvanların izlenmesinde bile kullanılmaya başlamıştır [3].

Araç takip sistemleri ile ilgili çalışmaların özellikle 2000’li yıllarda hızlandığı gözlemlenmiştir. Bu tez çalışmasında öncelikle daha önce ülkemizde yapılan tez çalışmaları incelenmiştir. Yapılan bir tez çalışmasında araç takip sistemleri hakkında araştırma yapılmış, bu sistemlerin izlenilmesinde kullanılabilecek bir sayısal harita hazırlanmış ve bu harita bir GPS ile birlikte kullanarak, kullanıcının kendi konumunu izlemesini sağlayan bir sistem geliştirilmiştir [4]. Bir başka çalışmada, coğrafi bilgi sistemleri ve sayısal haritalar üzerinde araştırma yapılmış ve sayısal harita desteği ile çalışan PC tabanlı bir navigasyon sistemi geliştirilmiştir [5]. Diğer bir çalışmada SMS servisi ile konum bildiren bir araç takip sistemi tasarımı gerçekleştirmiştir [6]. Başka bir araştırmacı ise araç takip sistemleri ile birlikte kullanılmak üzere bir GIS ve sayısal harita altyapısı geliştirmiştir [7]. SMS desteğiyle çalışan bir araç takip ve yönlendirme sisteminde ise sürücüye, sesli ve yazılı komutlar gönderilerek yönlendirme yapılması sağlanmıştır. Tasarımda PIC mikrodenetleyici kullanılmıştır.

Ayrıca, yapılan çalışmada, izleme ve komut gönderme işlemlerinin yapılabilmesi için bir arayüz yazılımı geliştirilmiştir [8]. Başka bir çalışmada 112 acil servis araçlarının izlenmesi ve denetimi için radyo frekansı üzerinden iletişim gerçekleştirilen bir araç takip sistemi tasarlanmıştır. Bu çalışmada mevcut telsiz altyapısı kullanılmıştır [9]. Bir diğer çalışmada ise hazır bir “GPRS destekli araç takip cihazı” kullanılarak, bu cihaz için bir sayısal harita destekli izleme yazılımı geliştirilmiştir [1].

Bu konu üzerinde yapılan makale çalışmalarının da yine 2000’li yıllarda yoğunlaşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Gerçekleştirilen bir çalışmada SMS ve GPRS servisleri kullanılan ve düşük güç tüketimine sahip bir araç takip sistemi tasarlanmıştır. Bu sistemde, GPRS sunucusuna gönderilen veriler SMS yoluyla iletilmiştir. Sistemin tasarımında Atmel 89LS8252 mikrodenetleyici kullanılmıştır [10]. SMS yoluyla GPS verilerini ileten bir başka araç takip sisteminde Motorola MC68H908 8 bit mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Ayrıca, konum bilgilerinin sayısal harita üzerinde gösterilmesi sağlanmıştır [11]. WEB tabanlı (GPRS destekli) bir filo yönetim sistemi tasarımında ise internet üzerinden GPRS sunucusuna bağlanılarak sayısal harita üzerinde izleme yapılması sağlanmıştır [12]. WEB tabanlı bir diğer filo yönetim sistemi tasarımında ise GPRS sunucusuna aktarılan verilerin işlenmesi ve gösterilmesi için XML WEB servisleri kullanılmıştır. Ayrıca bu çalışmada PDA üzerinden izleme yapabilmesine olanak sağlanmıştır [13]. WEB tabanlı başka bir araç takip sisteminde araç takip cihazının, konum bilgilerinin GPRS sunucusuna SMS yoluyla gönderilmesi sağlanmıştır. Cihaz üzerine bir acil durum butonu konulmuş ve tehlike anında alarm bildirimi yapılabilmesi sağlanmıştır [14]. WEB tabanlı bir filo yönetim sistemi tasarımında ise sistem üzerinden, konum bilgileri ile birlikte GSM baz istasyonu bilgileri de aktarılmıştır. GPS bilgilerinin kesintiye uğraması durumunda baz istasyonu bilgilerinden yararlanılmıştır. Araçların izlenmesi, internet üzerinden Google haritaları ile sağlanmıştır [15]. WEB tabanlı bir filo yönetim sistemi tasarımında sistemde 8 bit AVR mikrodenetleyici kullanılmıştır. İzleme için Google Earth programına özel KML dili kullanılarak program geliştirilmiştir. Bu yüzden sistem “açık kaynak yazılım”a sahip bir sistem olarak adlandırılmıştır [16]. Yaban hayatının takibi amacıyla, yapılan radyo frekansı üzerinden GPS bilgilerini aktaran bir takip cihazı ile belirli bir bölgede kablosuz

network (wireless sensor network) kurulmuş ve verilerin bir terminalden diğerine aktarılması sağlanmıştır. Sistemde GPS konum bilgilerinin yanı sıra sıcaklık, nem, titreşim gibi çevresel verilerin de aktarılması sağlanmıştır. Sistem, ATmega1281V mikrodenetleyici kullanılarak geliştirilmiştir [3]. Hem SMS hem de GPRS servisini kullanan WEB tabanlı bir araç takip sisteminde, konum bilgileri GPRS servisi üzerinden sunucuya aktarılırken, aynı zamanda kullanıcının cep telefonuna SMS gönderilmektedir. Cihazın tasarımında 8051 mikrodenetleyici kullanılmıştır. Cihaz üzerinde düşük güç sensörü ve hareket sensörü bulunmaktadır [17]. GPS bilgilerinin kesintiye uğraması durumunda GSM şebekesi üzerinden yaklaşık konum bilgilerinin elde edilebilmesine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada GSM şebekesinden alınan ölçüm bilgileri ve “Kalman filtresi” kullanılarak bir konum belirleme algoritması geliştirilmiştir. Böylece sistemde hem GPS uyduları hem de GSM şebekesinden alınan ölçüm bilgileri yardımıyla konum bilgisi elde edilmiştir [18]. Bunlara ek olarak, literatürde GPS alıcılarının kapalı alanlarda bulunması durumunda GPS sinyali alınamadığından konum hesaplaması yapılamadığı ifade edilmektedir [19]. Bu sebeple araçların kapalı garaj veya tünel gibi mekânlara girmesi ya da çok sık binaların arasında bulunması durumunda da GPS konum bilgisi ve dolayısıyla aracın izlenmesi kesintiye uğramaktadır. Bunların yanı sıra çalınan bir araç genellikle uzun süre kapalı bir ortamda tutulduğundan, GPS konum bilgisi gönderemeyeceği için bulunması yine mümkün olamamaktadır.

Yapılan çalışmada SMS desteği ile çalışan gerçek zamanlı bir araç takip sistemi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen sistemde, GPS bilgilerinin kesintiye uğradığı durumlar için, konum bilgilerinin yanı sıra cihazın o anda iletişim kurduğu GSM baz istasyonu bilgilerinin de İzleme Merkezine iletilmesi sağlanmıştır. Bu sayede GPS bilgileri kesintiye uğrasa bile baz istasyonu bilgilerine dayalı olarak aracın yaklaşık konumu, şehir şartlarında 1000-1500m doğrulukla tespit edilebilmektedir [20]. Ayrıca, sisteme girilen analog voltaj yardımıyla, araca ait motor sıcaklığı ya da yakıt düzeyi gibi analog bilgiler de aktarılabilir. Bunların yanı sıra, cihaz üzerinde bulunan bir butona basılarak istenildiği anda önceden tanımlı bir numaraya SMS gönderilmesi sağlanmıştır. Bu yönüyle cihazın, bir “acil durum çağrı butonu” işlevine sahip olması ve özellikle taksi sürücüleri

tarafından kullanılabilecek bir güvenlik sistemi haline getirilmesi sağlanmıştır. Bu çalışmada, geliştirilen sistemin güç tüketimi benzerlerinden daha düşüktür. Sistemin tasarımında 16 bit RISC mimarisine sahip MSP430 mikrodenetleyici kullanılmıştır. Araç takip cihazı ile izleme merkezine gönderilen bilgilerin bilgisayar ekranında gözlenebilmesi görsel bir araç takip yazılımı geliştirilmiştir. Bu yazılıma MapInfo tabanlı sayısal harita entegre edilerek aracın harita üzerindeki konumunun izlenmesi sağlanmıştır. Görsel yazılımın geliştirilmesinde Borland Delphi 7.0 yazılım geliştirme platformu kullanılmıştır.

Bu tezde takip eden ikinci bölümde, önce araç takip sistemleri genel olarak incelenmiştir. Daha sonra zaman içerisinde ihtiyaçlar doğrultusunda ortaya çıkan farklı ATS türleri, kullanım alanları ve faydaları araştırılmıştır. Daha sonra GSM iletişim altyapısını kullanan araç takip sistemlerinin genel yapısı, bileşenleri ve sistem özellikleri ile farklı türleri ve bunların bazı uygulamaları incelenmiştir. Üçüncü bölümde, GSM alt yapısı ile çalışan araç takip sistemlerinin tasarımında kullanılan teknolojiler olan, GPS Sistemi, GSM Sistemi, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Sayısal Haritalar incelenmiştir. Dördüncü bölümde, gerçekleştirilen araç takip sisteminin özellikleri sunulmuştur. Bu bölümde sistemin donanım ve yazılım tasarımı incelenmiş ve izleme işlemlerinin nasıl yapıldığı anlatılmıştır. Beşinci bölümde ise sistemin çalışma ve performans test sonuçları incelenmiştir.

2. ARAÇ TAKİP SİSTEMLERİ

Araç takip sistemleri genel olarak, bir aracın bulunduğu konum bilgilerini, bir iletişim alt yapısı üzerinden istenilen bir noktaya ileterek, o aracın izlenmesini sağlayan sistemlerdir. Bu sistemler, gerçek zamanlı araç takip sistemleri olarak anılabilir. Çünkü bu tür sistemler konum bilgilerini istenilen herhangi bir anda az bir gecikme ile aktarabilirler [21]. Bu çalışmada, “Araç Takip Sistemi” (ATS) ifadesi ile gerçek zamanlı araç takip sistemi kastedilmiştir. Yapılan çalışmada veriler hem gerçek zamanlı olarak değerlendirilmekte, hem de off-line sistemlerde olduğu gibi daha sonradan değerlendirilmek üzere kaydedilmektedir. Off-line çalışan sistemlerde araçlara takılan cihaz yardımıyla GPS konum bilgileri alınarak cihaz üzerinde depolanmakta ve araç geri döndükten sonra konum bilgileri alınarak aracın hangi güzergâhlar üzerinden yol aldığı izlenebilmektedir [22].

Araç takip sistemleri 3 ana bölümden oluşur[2]:

- Araç Takip Cihazı
- Kullanılan İletişim Altyapısı
- İzleme Merkezi

Araç Takip Cihazı

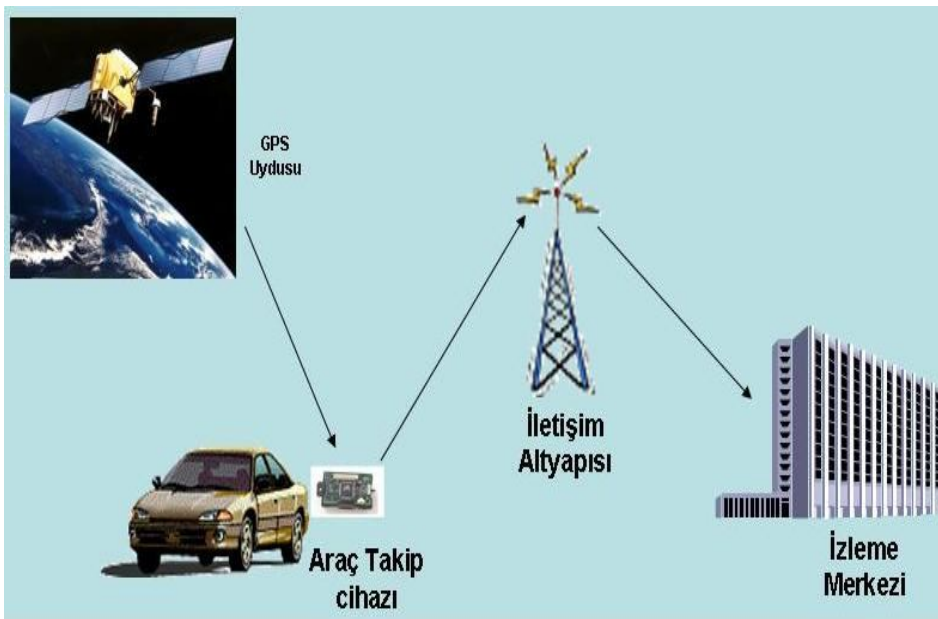
Araçlara takılan ve GPS konum bilgilerini alarak izleme merkezine aktarılmasını sağlayan cihazlardır. Kullanılan iletişim altyapısına bağlı olarak içerisinde farklı kontrol donanımları içerebilir. Bu kontrol donanımları sayesinde, ilgili iletişim altyapısı ile bağlantı kurularak konum bilgilerinin aktarılması sağlanır.

Kullanılan İletişim Altyapısı

Araç takip cihazının almış olduğu GPS konum bilgilerinin iletildiği iletişim altyapısıdır. Bu iletişim altyapısı araç takip sisteminin türüne ve kullanım amacına göre değişir.

İzleme Merkezi

Gönderilen konum bilgilerinin, bilgisayar üzerinde çalışan bir arayüz programı yardımıyla sayısal harita üzerinde işlendiği, izleme ve takip işlemlerinin yapıldığı birimdir. Şekil 2.1’de araç takip sistemlerinin genel şeması görülmektedir. Araç takip cihazında olduğu gibi izleme merkezinde de kullanılan iletişim altyapısına uygun olarak, gelen bilgilerin bilgisayara aktarılmasını sağlayan donanımlar bulunmak zorundadır.



Şekil 2.1. Araç takip sistemleri genel şeması.

2.1. Araç Takip Sistemi Türleri

Araç Takip Sistemleri, kullanılan iletişim altyapısına bağlı olarak 3 ana sınıfa ayrılır [22]. Bunlar;

- Hücresel (cellular) Bazlı Araç Takip Sistemleri
- Radyo Frekansı (RF) Bazlı Araç Takip Sistemleri
- Uydu (Satellite) Bazlı Araç Takip Sistemleri

2.1.1 Hücresel bazlı araç takip sistemleri

Bu tür sistemler, mevcut iletişim teknolojisi itibarıyla hücresel yapıya sahip haberleşme sistemleridir. Dünyada en yaygın olarak kullanılan hücresel haberleşme sistemleri GSM, UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) (3G), ve CDMA(Code Division Multiple Access) haberleşme sistemleridir [23]. Bu sistemler üzerinden gerçekleştirilen Araç Takip Sistemleri de sırasıyla,

- GSM Bazlı Araç Takip Sistemleri
- UMTS (3G) Bazlı Araç Takip Sistemleri
- CDMA Bazlı Araç Takip Sistemleri olarak adlandırılabilir

2.1.1.1. GSM bazlı araç takip sistemleri

Konum bilgilerinin iletilmesinde SMS ve GPRS gibi GSM servislerini kullanan sistemlerdir. Bu tür sistemler hem ülkemizde hem de dünyada en çok kullanılan araç takip sistemleridir. Çünkü bahsedilen teknolojilerden en yaygın olarak kullanılan sistem GSM teknolojisidir [24].

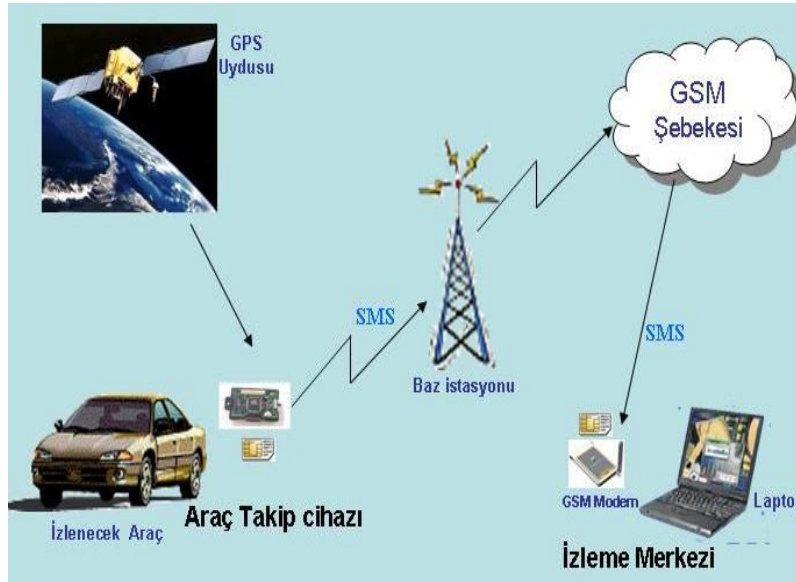
GSM-SMS servisi ile çalışan araç takip sistemleri, az sayıda cihaz takibinin yapılacağı uygulamalarda kullanılmakta olup, daha çok kişisel uygulamalar içindir. Bu tür sistemlerde araç takip cihazına bir arama yapılarak konum bilgisi istenebileceği gibi SMS gönderilerek de konum bilgisi alınabilir. Gelen konum bilgisi SMS olarak alınmaktadır. Özellikle kişisel güvenlik uygulamalarında araç güvenliği uygulamalarında kullanılması uygundur. Bu tez çalışmasında ise GSM-SMS destekli bir araç takip sistemi tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte gerçekleştirilen sistemde, GSM baz istasyonu bilgileri kullanılarak yaklaşık konum belirlemesi de yapılabilmektedir. Ayrıca araç takip cihazında bulunan analog voltaj girişi ile yakıt düzeyi ve sıcaklık gibi bilgiler de izleme merkezine aktarılabilir. Ayrıca cihaz üzerinde bulunan acil durum butonu yardımıyla tehlike durumlarında anlık konum bilgisi de iletilebilmektedir.

GSM-GPRS servisi ile çalışan araç takip sistemleri ise çok sayıda aracın izlenmesini gerekli kılan daha büyük uygulamalar için daha uygundur. Bu tür sistemlerde araçlardan alınan konum bilgileri GSM şebekesi üzerinden GPRS yoluyla bir merkez sunucuya aktarılmaktadır. Bu sunucunun internet bağlantısı sağlandıktan sonra, dünyanın herhangi bir yerinde internete bağlı bir bilgisayardan merkezdeki sunucuya erişilerek istenilen bir aracın izlenmesi sağlanabilir [25].

Şekil 2.2’de de görüleceği gibi GSM-SMS servisi üzerinden çalışan sistemler şu bölümlerden oluşur:

Araç Takip Cihazı

Araç takip cihazı, içerisinde bir GPS modülü ile bir GSM modülü ve bunlara ait antenler bulunur. Bu iki modül bir mikrodenetleyici yardımıyla kontrol edilerek GPS alıcısından gelen bilgiler GSM modülüne iletilmekte ve bundan da GSM şebekesi üzerinden SMS yoluyla aktarılmaktadır. Doğal olarak, bu işlemin yapılabilmesi için GSM modülüne takılmış bir SIM kart bulunması gerekir. Ayrıca araç takip cihazının çalışması için gerekli enerji, araçtan ya da harici bir batarya üzerinden sağlanmalıdır.



Şekil 2.2. GSM-SMS destekli araç takip sistemleri genel şeması.

Kısaca araç takip cihazı şu bileşenlerden oluşur:

- GPS modülü ve anteni
- GSM modülü ve anteni
- GSM SIM kart
- Güç kaynağı

GSM Şebekesi

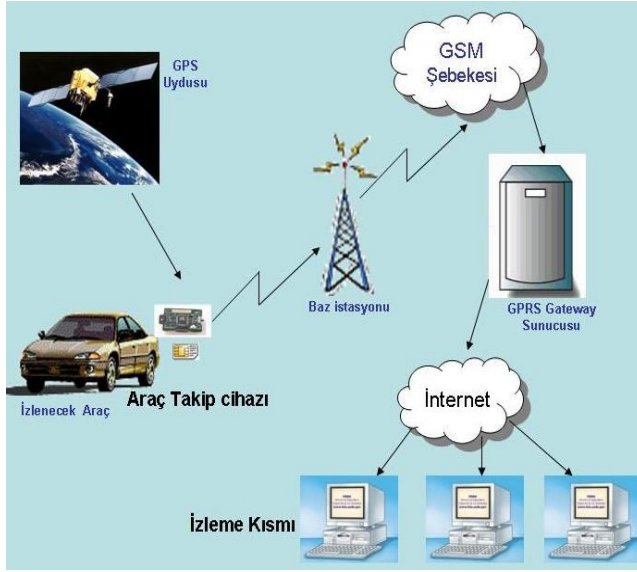
Konum bilgilerini iletmek için GSM şebeke alt yapısı kullanılmaktadır.

İzleme Merkezi

GSM şebekesi üzerinden gönderilen konum bilgileri, bir GSM modem yardımıyla alınarak bilgisayara aktarılır. Gelen konum bilgilerinin işlenmesi ve harita üzerinde işaretlenerek izleme yapılabilmesi için özel bir arayüz yazılımı ve sayısal haritaya ihtiyaç vardır. Kısaca izleme merkezinde şu bileşenler bulunmalıdır:

- PC ya da dizüstü bilgisayar
- GSM modem
- GSM SIM kart
- GIS harita
- GIS destekli kontrol yazılımı

Şekil 2.3’de de görüleceği üzere GSM-GPRS destekli araç takip sistemlerinde, SMS destekli olanlardan farklı olarak, gönderilen tüm konum bilgileri GSM şebekesi üzerinden, GPRS ağ geçidine (gateway) bağlı olan bir sunucuda toplanmakta ve bu sunucuya, internet bağlantısı olan herhangi bir bilgisayar üzerinden erişim sağlanarak istenilen aracın izlenmesi mümkün olmaktadır. Bu yüzden bu tür araç takip sistemleri WEB tabanlı araç takip sistemi olarak da anılmaktadır. GPRS destekli araç takip sistemlerinde harita ve arayüz yazılımı GPRS bağlantısına sahip sunucu üzerine kurulmak zorundadır.



Şekil 2.3. GSM-GPRS destekli araç takip sistemleri genel şeması.

2.1.1.2. UMTS (3G) bazlı araç takip sistemleri

Aslında GSM sisteminin bir sonraki aşaması olarak da değerlendirilebilen UMTS sistemi son yıllarda yaygınlaşmaya başlamış olup ülkemizde 2009 yılı 2. yarısında hizmete başlamıştır. Bu yüzden bu iletişim altyapısını kullanan araç takip sistemleri de yeni yeni ortaya çıkmaktadır.

2.1.1.3. CDMA bazlı araç takip sistemleri

İletişim altyapısı olarak CDMA haberleşme sistemini kullanan araç takip sistemleridir. Çok yaygın olmamakla birlikte CDMA sistemine sahip kimi ülkelerde kullanılmaktadır. Ülkemizde CDMA haberleşme sistemi kullanılmamaktadır.

2.1.2. Radyo frekansı (RF) bazlı araç takip sistemleri

Genellikle mevcut telsiz altyapılarını kullanan sistemlerdir. Bunlar trunk telsiz altyapısı ya da sayısal telsiz altyapısı olabilir. Kapsama alanları sınırlı olduğundan çok yaygın olarak kullanılmamakta ancak belirli bir bölgede ya da arazide kullanılabilir.

2.1.3. Uydu (Satellite) bazlı araç takip sistemleri

İletişim altyapısı olarak haberleşme uydularını kullanan sistemlerdir. Özellikle Thuraya, Inmarsat ve Globalstar uydu haberleşme sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tür sistemler daha çok GSM ya da diğer hücresel sistemlerin kapsama alanları dışında, özellikle deniz aşırı taşımacılık yapan şirketler tarafından kullanılmaktadır.

Hücresel bazlı sistemler kurulum maliyetleri göz önüne alındığında en ucuz olanlarıdır. Ancak bunun yanında hücresel sistem operatörüne ve araç takip hizmetini sunan firmaya ödenen aylık ücretler hesaba katıldığında işletme maliyetinin oldukça kabarık olduğu görülebilir. SMS destekli sistemlerde firmaya bağımlılık olmadığından sadece GSM operatörüne ödenecek aylık toplam SMS ücretleri, iletişim maliyetine karşılık gelir. Kapsama alanı, yerleşim bölgelerinde hemen hemen sınırsızdır ve dünyanın neresine gidilirse gidilsin aracı izlemek mümkündür.

Radyo Frekansı (RF) bazlı sistemlerin kurulum maliyetleri yüksek olsa da iletişim ve abonelik ücreti gerektirmediğinden önemli bir avantaja sahiptir. Ancak bu tür sistemlerin kapsama alanı kullanılan telsiz sisteminin kapsama alanı ile sınırlı olduğundan sadece o bölge sınırları içinde kullanılabilir.

Aracın çalınması durumunda, eğer araç kapsama alanı dışına çıkarsa bulunması mümkün olmaz. Bu yüzden önemli bir dezavantaja sahiptir.

Uydu bazlı sistemler ise gerek kurulum maliyetleri gerekse aylık abonelik ve iletişim ücretleri açısından oldukça pahalıdır [22]. Bu yüzden hücresel sistemlerin kapsama alanı dışında kalan ve özellikle deniz taşımacılığı yapan şirketler tarafından kullanılması makul görülmektedir. Ayrıca şehir bölgeleri dışında kullanılan sistemler olduğundan bu bölgelerde kesin ve detaylı konum bilgilerine sahip olmak mümkün değildir [26].

2.2. Araç Takip Sistemlerinin Uygulama ve Kullanım Alanları

Araç Takip Sistemleri başlangıçta araçların izlenmesi amacıyla geliştirilmiş olduğundan bu isimle anılmakta ancak, son yıllarda gelişen teknolojiye paralel olarak çok küçük boyutlarda üretilebilir hale geldiğinden insanların, hayvanların ve diğer hareketli nesnelerin izlenmesinde de kullanılabilmektedir. Bu yüzden araç takip sistemlerinin birçok kullanım alanına girdiğinden söz etmek mümkündür. Bunlardan bazılarını şu şekilde sıralayabiliriz:

Araç Güvenliği

Araçların çalınması durumunda aracın bulunduğu yeri anında görmek ve aracı bulmak mümkündür. Bu tür bir uygulama genellikle aracın çalınması durumlarına karşı kullanılacağı için toplam maliyet araç takip sisteminin maliyeti ve GSM hattının aylık maliyeti olduğu söylenebilir.

Taşımacılık ve Filo Yönetimi

Şehirlerarası ve uluslararası taşımacılık yapan ve birçok araca sahip büyük şirketler, yapılan tüm faaliyetleri aynı anda görme, tüm araçları denetleme ve yönetme şansına sahip olabilmektedir. Bu kapsamda, herhangi bir aksaklık olduğunda anında müdahale edilebilmekte, araç sürücülerinin belirlenen kurallar dışında hareket etmeleri engellenebilmektedir [2].

Araç Kiralama Şirketleri

Araç takip sistemleri, araç kiralama şirketleri tarafından da etkin şekilde kullanılabilmekte, araçların konumları aynı anda gözlemlenebilmekte, araçları kiralayan müşterilerin daha önce belirtilen sözleşme şartlarına uyup uymadığı denetlenebilmektedir.

Okul Servisleri

Servis şoförlerinin belirlenen güzergâhları kullanıp kullanmadığı, hız limitlerini aşp aşmadığı denetlenebilirken herhangi bir nedenle gecikme olduğunda aracın nerede

olduğuna bakılarak bilgi sahibi olunabilir. Öğrenci velilerine ilgili servisi izleme yetkisi verilerek onların da bilgi sahibi olmaları sağlanabilir.

Taksi Durakları

Tüm taksilerin bir merkezden aynı anda izlenmesi sağlanırken taksi çağırılması durumunda müşteriye en yakın taksinin yönlendirilmesi sağlanabilir. Bunun yanında taksicilere muhtemel bir saldırı durumunda merkeze bir alarm sinyali göndermesi ve mevcut konumunu bildirmesi sağlanabilir. Bu sayede son yıllarda artan taksi kaçırma ve cinayetlerin engellenmesi, en azından azaltılması sağlanabilir.

Belediye Otobüsleri

Otobüs kontrol merkezinde, tüm otobüslerin izlenmesi sağlanarak duraklara varış ve ayrılma saatleri kontrol edilebilir. Herhangi bir kaza ya da arıza durumunda acil müdahale edilmesi sağlanabilir.

Güvenlik Kuvvetleri

Polis ekiplerinin durumlarını ve konumlarını izleyerek kontrol ve denetimi yapılabileceği gibi herhangi bir olaya müdahale edecek en yakın ekibin yönlendirilmesi sağlanabilir. Bunun yanında polis ve istihbarat kurumları tarafından yasa dışı örgüt mensuplarının faaliyetlerini deşifre etmek amacıyla da kullanılabilir.

Kişisel Güvenlik

İlk ve orta öğretimdeki çocukların okula gidiş ve dönüşlerinde karşılaşılabilecekleri muhtemel tehlikeler göz önüne alınarak, gecikme durumlarında konumlarının belirlenmesi amacıyla çantalarına araç takip sistemi konulabilir.

Bu örnekler istendiği kadar çoğaltılabilir. Kısaca araç, insan, hayvan ya da uzaktaki her türlü hareketli nesnenin izlenmesi ve konumunun belirlenmesi amacıyla, ihtiyaç duyulabilecek her türlü alanda kullanılabilir [2].

3. GERÇEKLEŞTİRİLEN SİSTEMDE KULLANILAN TEKNOLOJİLER

3.1. Global Positioning System (GPS)

GPS, dünyanın herhangi bir noktasındaki sınırsız sayıdaki kullanıcıya sürekli konum bilgisi sağlamak amacıyla geliştirilen bir navigasyon sistemi olarak tanımlanabilir. Bu işlem için bir GPS alıcısı yeterli olmakta ve bunun dışında hiçbir ücret ya da abonelik gerektirmemektedir. Konum bilgilerinin elde edilmesi için uydu sistemleri kullanılır. Bu amaçla, halen kullanılmakta olan iki uydu sistemi vardır. Bunlar ABD'ye ait NAVSTAR/GPS ve Rusya'ya ait GLONASS uydu sistemleridir. Ancak GLONASS sisteminin gizli ve sisteme ait bilgilerin çok az olması nedeniyle kullanıcı sayısı oldukça sınırlıdır. Bu yüzden dünyanın hemen her yerinde NAVSTAR/GPS sistemi kullanılmaktadır.

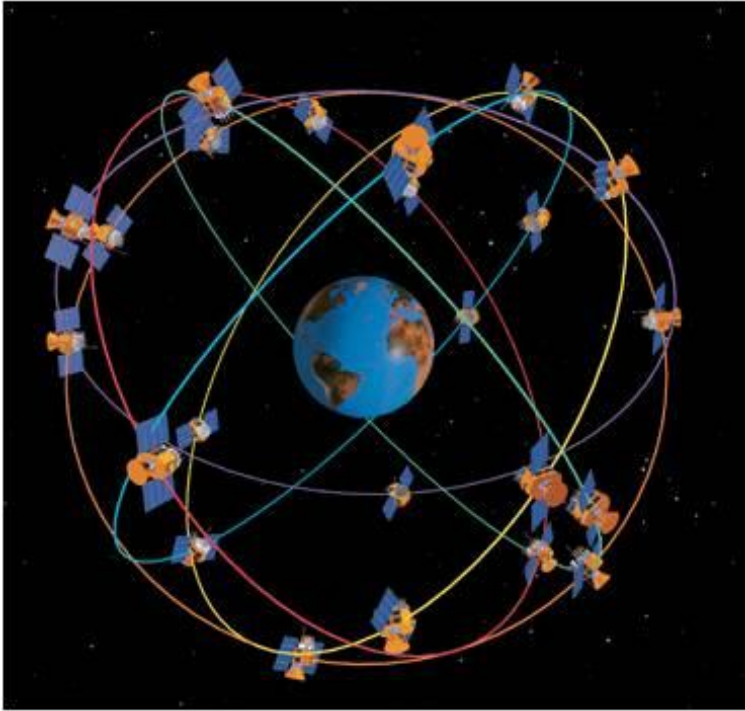
“NAVSTAR/GPS” (Navigation Satellite Timing And Ranging/Global Positioning System) Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı tarafından geliştirilmiş olan ve her türlü hava şartlarında, nesnelerin konum ve hızlarının belirlenmesini olanak sağlayan sistemdir. GPS sistemi; uzay bölümü, kontrol bölümü ve kullanıcı bölümü olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır.

3.1.1. Uzay bölümü

Uzay bölümü, 24'ü aktif durumda ve 3'ü yedek olmak üzere toplam 27 uydudan oluşur. Uydular, yeryüzünden 20200 km yükseklikte 6 farklı yörüngeye yerleştirilmişlerdir. Ekvator düzlemi ile 55° 'lik bir açı yapacak şekilde tasarlanan bu yörüngelerin her birinde 4 adet uydu bulunmaktadır [2]. Şekil 3.1'de bir GPS uydusunun görünümü, Şekil 3.2'de ise tüm NAVSTAR/GPS uydularının dünya etrafındaki görünümleri bulunmaktadır.



Şekil 3.1. Bir GPS uydusunun görünümü.



Şekil 3.2. Tüm NAVSTAR/GPS uydularının dünya etrafındaki görünümü.

Yörünge yarıçapı yaklaşık 26.600 km'dir. Her uydu 12 saatte dünya etrafında bir tur atmaktadır. Her bir uydu, GPS alıcılarının konum hesaplamakta kullandığı mesafe

belirleme sinyallerini ile senkronize zaman sinyallerini, tüm diğer uydulara ait konum bilgilerini ve yörünge parametrelerine ilişkin bilgileri iki taşıyıcı frekanstan (L1 ve L2) yayınlar. Ayrıca Kontrol Bölümünün yayınladığı bilgileri alır. L1(1575.42MHz) ve L2(1227.6 MHz) sinyalleri mesafe tayin kodlarını taşımaktadır. 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 taşırken, L2 sadece P-kodunu taşır. Bu kodlardan herhangi biri mesafe ölçümü için kullanılabilir, ancak normalde P-kodu sadece yetkili kullanıcılar tarafından kullanılmak üzere şifrelenmiştir. C/A-kodu ve P-kodunun her ikisine de 50 Hz bir seyir mesajı eklenmiştir. GPS uydularından yayınlanan sinyallerin karışmaması için çoklu erişim yöntemi olarak “kod bölüşümlü çoklu erişim” (Code Division Multiple Access - CDMA) kullanılmaktadır [27].

GPS sinyalleri oluşturulurken her uyduya özgü rasgele kodlar kullanılır. Bu sayede GPS uydularından gelen sinyallerin hangi uyduya ait olduğu GPS alıcısı tarafından bulunabilir ve sinyallerin karışması önlenir.

GPS sisteminin performansını etkileyen en önemli faktörlerin başında GPS uydularında bulunan atomik saatlerin kararlılığı gelmektedir. Bu atomik saatler kullanılarak GPS uyduları arasındaki senkronizasyon sağlanır.

3.1.2. Kontrol bölümü

Ana kontrol merkezi ve dünyanın farklı noktalarında bulunan izleme istasyonları ve yer antenlerinden oluşmaktadır. Uyduların yönetiminde ve yayınladıkları mesajların güncellenmesinde kullanılır. Sistemin çalışır durumda olmasını sağlar. Ana kontrol merkezi, kontrol bölümünün merkezi birimidir. Uyduların yönetiminden ve gözlenmesinden sorumludur. Fonksiyonlarından bazıları uydu manevralarını kontrol etmek, yedek uydu ekipmanlarını yeniden konfigüre etmek, uydular tarafından yayınlanan seyir mesajlarını düzenli olarak güncellemek, uyduların sağlıklı şekilde çalışıp çalışmadığını izlemektir.

Tüm GPS uyduları, dünya üzerinde uygun şekilde dağılmış, çok hassas saatlerle donatılmış, konumu iyi bilinen 6 sabit izleme istasyonu tarafından (Hawaii, Colorado Springs, Cape Canaveral, Ascension, Diego Garcia, Kwajaiein) izlenmektedir. İzleme istasyonları pasif bir şekilde (receiver), görüş alanına giren tüm uyduları izleyerek veri toplarlar. Toplanan veriler ana kontrol merkezine iletdikten sonra değerlendirilerek uyduların astronomik takvimleri ve saat parametreleri hesap edilir. Antenler yardımıyla hesaplanan bu bilgiler periyodik olarak uydulara yüklenerek uydu seyir mesajlarında yayınlanır.

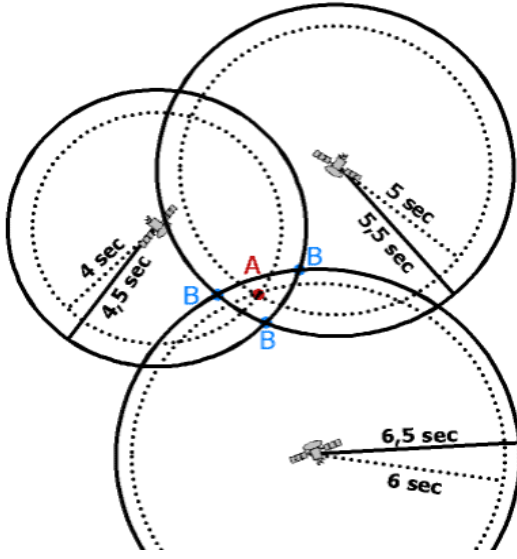
3.1.3. Kullanıcı bölümü

Birbirinden bağımsız GPS alıcılarından oluşan bölümdür. GPS alıcıları, GPS uydularından gelen sinyalleri kullanarak bulundukları yerin enlem ve boylamını hesaplayan elektronik cihazlardır. Bunun yanında daha birçok bilgiyi de görüntüleyebilirler. GPS alıcıları tamamen pasif olarak çalışmakta olup herhangi bir bilgi göndermezler.

3.1.4. GPS sisteminin çalışma prensibi

GPS alıcısı, uydudan gelen mesafe bilgileri yardımıyla sinyalin geliş süresini belirler. Sinyaller ışık hızında yayıldığı için geliş süresi ışık hızıyla çarpıldığında uydu ile alıcı arasındaki mesafe bulunmuş olur. Alıcının üç boyutlu konumu için üç farklı uydudan gelen sinyallerle üç farklı ölçüm yapılmalıdır [28]. Üç uydudan gelen sinyalin geliş sürelerine göre oluşturulan çemberlerin kesişimi ile GPS koordinatı hesaplanır. (Şekil 3.3)

Sinyallerin geliş süresinin ölçülmesinde meydana gelebilecek küçük hatalar bile konumun hesaplanmasında büyük hatalara neden olur. Örneğin 1ms'lik ölçüm hatası, konumda 300 km'ye yakın bir hataya sebebiyet verir. Bu yüzden dördüncü bir ölçüm yapılması daha sağlıklı olur. Kısaca söylemek gerekirse bir GPS alıcısı ne kadar çok uydudan sinyal alırsa hesapladığı koordinat bilgisinin doğruluğu ve hassasiyeti o ölçüde sağlıklı olacaktır.



Şekil 3.3. GPS alıcısı ile konum belirlenmesi.

GPS alıcıları, veri iletimi için genellikle standart NMEA 0183 (National Marine Electronic Association) protokolünü kullanırlar. Bununla birlikte, bazı GPS alıcıları kendilerine has protokoller de kullanabilir.

GPS alıcıları, konum bilgilerini NMEA cümleleri şeklinde iletirler. Aslında, alıcıdan (receiver) gelen veriler birkaç çeşit cümleden oluşmaktadır. Bu cümlelerin bazıları hız ve yükseklik, bazıları düzeltme verisi, bazıları da uydularla ilgili bilgiler vb. içerir. Her cümle “\$” karakteri ile başlar, daha sonraki iki karakter veriyi gönderen aygıtı, sonraki üç karakter ise cümle türünü belirtir. Bundan sonra bilgiler virgülle ayrılmış bir şekilde sıralanırlar. Cümle sonunda “*” karakteri ve iki baytlık hata denetleme işlemi için kullanılan doğrulama (checksum) verisi bulunur [29].

Aşağıda, GPS alıcısından gelen NMEA prototokolüne uygun bir RMC cümlesi verilmiş olup, buna ilişkin tanımlamalar Çizelge 3.1’de görülmektedir.

\$GPRMC,092204.999,A,4250.5589,S,14718.5084,E,0.00,89.68,211200,,*25

Çizelge 3.1. Bir RMC cümlesinin bileşenleri ve tanımlamaları.

Field	Example	Comments
Sentence ID	\$GPRMC	
UTC Time	092204.999	hhmmss.sss
Status	A	A = Valid, V = Invalid
Latitude	4250.5589	ddmm.mmmm
N/S Indicator	0.00	N = North, S = South
Longitude	211200	dddmm.mmmm
E/W Indicator	E	E = East, W = West
Speed over ground	0.00	Knots
Course over ground		Degrees
UTC Date		DDMMYY
Magnetic variation		Degrees
Magnetic variation		E = East, W = West
Checksum	*25	
Terminator	CR/LF	

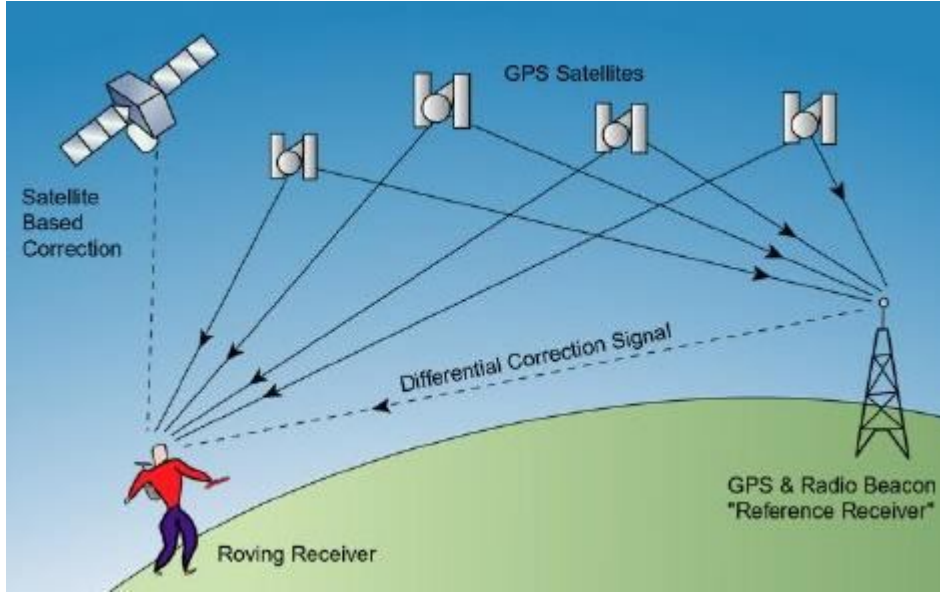
3.1.5. Diferansiyel GPS (DGPS)

GPS alıcısı ile elde edilen bilgilerin doğruluğu birçok amaç için yeterli olmakta, ancak bazı navigasyon uygulamalarında daha yüksek doğruluklara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür durumlarda mevcut GPS sisteminden anlık konum belirlemede yararlanma olanakları kısıtlı olmaktadır. Bununla beraber, istenen yüksek doğruluk değerlerine DGPS tekniği gibi bazı özel teknikler kullanılarak ulaşılabilir.

İki ayrı GPS alıcısı birbirine yakın konumlarda çalıştığında, hesapladıkları konumlardaki hatalar ortak olacaktır. GPS alıcılarından biri, daha önceden bilinen ve yüksek doğruluğa sahip bir konuma yerleştirilirse oluşan hatalar için düzeltici bilgiler bulunabilir ve bu bilgiler çevredeki diğer GPS alıcılarına da iletilebilir. Bu düzeltici bilgileri alan GPS alıcıları daha doğru konum bilgisi elde eder.

Şekil 3.4’de Diferansiyel GPS’in çalışma prensibi gösterilmiştir. GPS’den elde edilen konumun doğruluğu, GPS sinyali uydudan çıktığı anda, GPS uydusu ile kullanıcı arasındaki uzaklığın doğru hesaplanmasına bağlıdır. GPS uyduları ile

kullanıcı arasındaki uzaklık GPS sinyalinin uydudan gönderilmesi ile kullanıcıya ulaşması arasında geçen sürenin ölçülmesi ile bulunur [30].



Şekil 3.4. Diferansiyel GPS çalışma prensibi.

DGPS ile elde edilen konum doğrulukları sıradan bir GPS ile elde edilen doğruluklardan çok daha iyidir. DGPS tekniğinde, GPS sisteminin performans ve doğruluğunu düşüren bazı hata kaynaklarının belirli bir alandaki tüm kullanıcılar için ortak olduğu varsayılır. Bir başka deyişle; DGPS tekniği sayesinde, referans ve hareketli alıcı arasındaki korelasyonla, sistematik hataların giderilmesi ya da en aza indirilmesi sağlanabilir [1]. DGPS tekniğinin uygulanabilmesi için, kullanılan GPS alıcısının DGPS giriş portuna sahip olması gerekir. Bu port üzerinden alınan düzeltici bilgiler kullanılarak daha doğru konum hesaplaması yapılmaktadır. Bu tez çalışmasında, kullanılan GPS modülünün DGPS giriş portu bulunmadığından diferansiyel GPS tekniği kullanılmamıştır.

3.2. Global System For Mobile Communications (GSM)

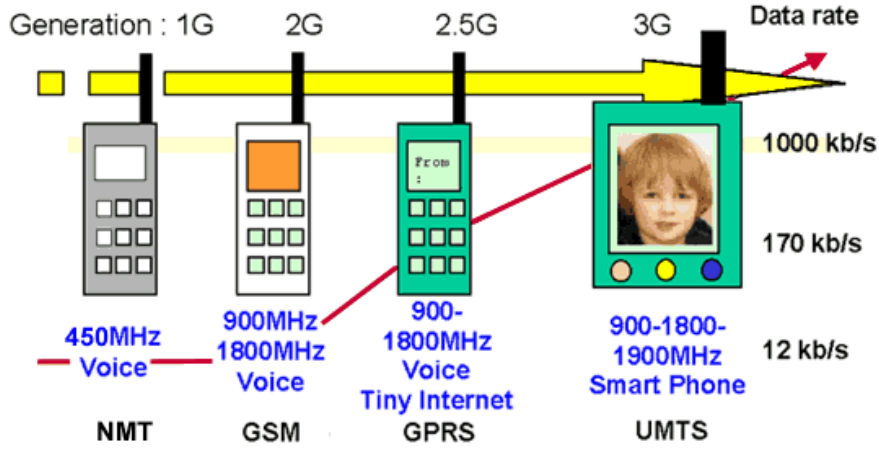
Mobil iletişim teknolojisi adına yapılan en büyük atılım, hücresel sistemlerin ortaya çıkmasıyla gerçekleşmiştir. Hücresel bir sistem kurma düşüncesi ilk olarak Bell Labs

tarafından üretilmiş ve ilk hücresel sistem olan AMPS (Advanced Mobile Phone Service) 1979 yılında Chicago'da gerçekleştirilmiştir. Kuzey Avrupa'da ise İskandinav ülkelerini kapsaması amaçlanan NMT (Nordic Mobile Telephone) sistemi geliştirilmiştir. AMPS'in bir türevi olan TACS (Total Access Communication System) İngiltere'de 1985'te hizmete konulmuştur. Bu sistemler 1. nesil (1G) hücresel sistemler olarak kabul edilmiştir. Mobil telefon hizmetine duyulan yüksek talep karşısında bütün bu analog sistemler yetersiz kalmış, ayrıca kullanılan farklı sistemlerin uyumlu çalışması söz konusu olamamıştır. Ancak artan kapasiteyi karşılamak amacıyla tasarlanacak yeni sistemlerin maliyetinin, hiçbir Avrupa ülkesinin tek başına yüklenemeyeceği kadar yüksek olduğu anlaşılmıştır. Mobil haberleşmedeki talebe cevap verilememesi sorununa çözüm olarak, bütün Avrupa ülkelerinin ortak tasarlayıp kullanacakları sayısal ve hücresel bir mobil sistem olan GSM (Global Systems for Mobile Communications) ortaya çıkmıştır [31].

1990 yılında, GSM'in 1800 MHz'de çalışan bir türü olarak tanımlanan DCS 1800 (Digital Cellular System 1800) sisteminin standartlarının belirlenmesine başlanmış ve bu standartların tamamlanmasıyla 2x75 MHz'lik band genişliğinin kullanılması sonucu belirgin bir kapasite artışı sağlanmıştır.

2. nesil (2G) hücresel sistem olarak kabul edilen GSM, sayısal olması ve kullandığı radyo erişim teknikleri açısından birçok yenilikler getirmesine karşın erişilen son nokta olmamış, daha gelişmiş ve küresel sistemlere geçişe olanak sağlayan bir aşama olarak kabul edilmiştir.

GSM sistemlerindeki gelişmeleri, daha hızlı veri iletimine sahip HSCSD (High Speed Circuit Switched Data), GPRS (General Packet Radio Service) ve EDGE (Enhanced Data Rate for GSM Evolution) sistemleri izlemiş ve bu sistemler 2.5G olarak kabul edilmiştir. Hücresel sistemlerin gelişim evreleri Şekil 3.5'de görülmektedir.

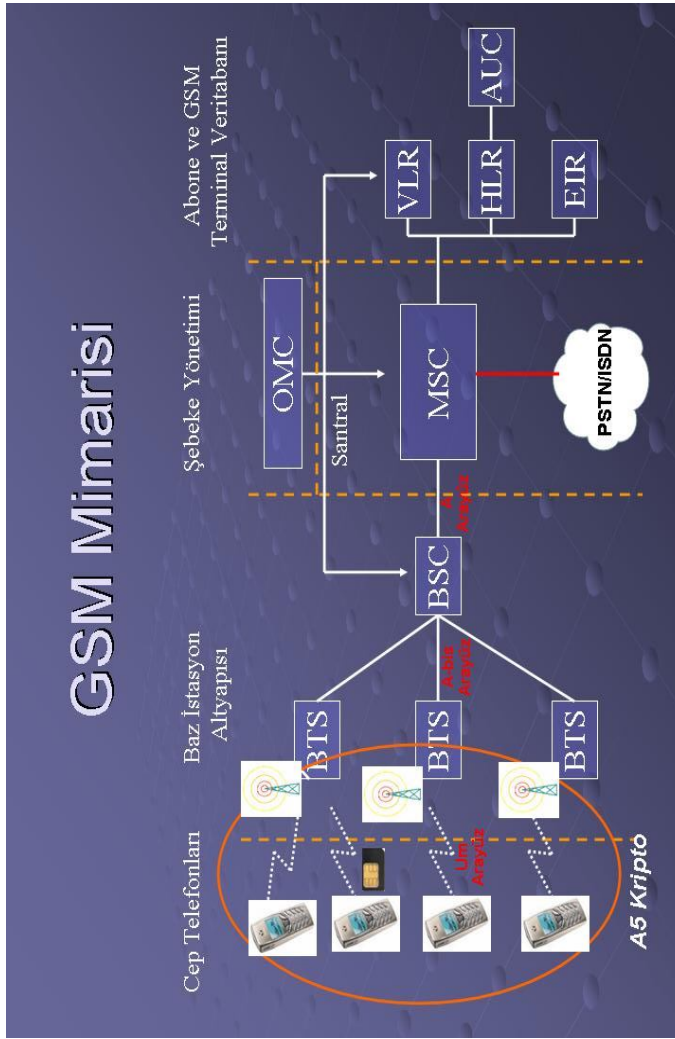


Şekil 3.5. Hücresel sistemin gelişim evreleri.

GPRS yalnız mobil olarak internet'e erişimi sağlamakla kalmamış, bu erişimi sabit hat kapasitelerinin çok daha üzerinde veri iletim hızlarıyla sağlayarak üçüncü nesil sistemlere (3G) geçiş doğrultusunda, evrim çizgisinin de önemli bir basamağı olmuştur.

GSM sisteminde, yüksek hızlara ulaşmak çoklu yayılım periyodu (time-slot) tekniği ile mümkün olmuştur. GSM haberleşmesinde, herbiri 200 kHz band genişliğine sahip kanalların, 8 zaman aralığına bölündüğü TDMA (Zaman Bölmeli Çoklu Erişim - Time Division Multiple Access) tekniği kullanılır ve bu yöntem devre anahtarlamalı (Circuit Switched-CS) bağlantı olarak adlandırılır. Devre anahtarlamalı bağlantıda, bağlantının kurulduğu bir noktadan diğerine, sabit bir trafik kanalı tanımlanır. Konuşma veya veri bu kanal üzerinden akar. GSM şebekesi üzerinde tek bir trafik kanalının yalnız bir kullanıcıya tahsis edilmesi, şebekenin en yoğun olduğu saatlerde trafiğin de yüklü olmasına neden olabilir. Devre anahtarlamalı bağlantı, 9.6 kbps veri iletim hızına sahiptir.

Şekil 3.6.'da görüldüğü gibi bir GSM şebekesi temel olarak 3 ana bölümden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi "Mobil Terminaller" (Cep Telefonu vb.), ikincisi "Baz İstasyonları Altyapısı" ve üçüncüsü "Şebeke Yönetim Altyapısı" ile buna bağlı olarak çalışan "Abone ve Terminal Veritabanı"dır.



Şekil 3.6. GSM mimari yapısı.

3.2.1. Mobil terminal

Bir cep telefonu yada GSM/GPRS modem olabilir ve içerisine bir SIM kart yerleştirilerek kullanılır. SIM (Subscriber Identity Module) kart bir GSM operatörüne abone olunarak temin edilir ve o operatöre ait sisteme entegre olmayı sağlar. Bu sayede çağrılar ve diğer servisleri kullanmak mümkün hale gelir. Mobil cihazın IMEI (International Mobile Equipment Identity) adında kendine özgü bir kimlik numarası vardır. SIM kartta ise IMSI (International Mobile Subscriber Identity) adında, kullanıcıyı mobil sisteme tanıtan bir tanımlayıcı numara

bulunmaktadır. Bunun yanında, GSM operatörünün kullanıcıya yönelik yetkilendirme bilgileri de SIM kartta bulunmaktadır [24].

3.2.2. Baz istasyonları altyapısı

Baz istasyonları alt yapısı iki bölümden oluşmaktadır. Bunlar BTS'ler (Base Transceiver Station) ve BSC'lerdir (Base Station Controller). Bu yapılar, sistem bileşenleri arasındaki iletişimi sağlar. BTS' nin ana görevi; uç nokta olarak adlandırılan mobil terminalden gelen mesajları alma-verme işlemleridir. BSC ise BTS' lerin radyolink olanaklarını denetler, ilgili hücrelerdeki mobil terminali BTS' ye bağlar, hareketli abonelerin yer değiştirmesini izleyerek onu kendi BTS' leri arasında yada başka bir BSC' nin denetlediği BTS' ye aktarır [24]. Abonenin bulunduğu mesafeyi ve konuşmalar arasındaki boşlukları kontrol ederek mobil terminalin ve BTS' nin harcadığı gücü en aza indirir.

3.2.3. Şebeke yönetim altyapısı

Şebeke Yönetim Altyapısı, MSC (Mobile Switching Center) ve buna bağlı birimlerden oluşur. MSC, aramaları yönlendirme ve diğer haberleşme sistemleri ile bağlantı sağlama görevlerini ifa eder. Bu bölümde aynı zamanda şebekenin bakım ve yönetim işlemleri yürütülür. GSM servis alanı içinde bulunduğu sürece, mobil terminalin yerinin bulunması, çağrı yapması ve çağrı kabul etmesi işlemleri bu birim aracılığıyla gerçekleştirilir [32]. Bu işlemleri için sistemde kullanılan veri tabanları şunlardır:

Dahili adres kaydedici, (HLR-Home Location Register)

Çağrıyı bağlatmada kullanılan abone bilgilerini içerir. Bunlar abonenin o anda hangi MSC alanında olduğu ve hangi hizmetlere kayıtlı olduğu gibi bilgilerdir. Abone numarası bu bilgilerin hangi HLR' de kayıtlı olduğu bilgisini içerir.

Misafir Adres Kaydedicisi (VLR-Visitor Location Register)

Her MSC için bir VLR mevcuttur ve o MSC'ye ait bölgede o anda bulunan mobil cihazların bazı HLR bilgilerini içerir.

Cihaz Kimlik Kaydedicisi (EIR-Equipment Identity Register)

Kullanılan cihazın türünü ve IMEI (International Mobile Equipment Identity) numarasını kontrol etmek için gereken bilgileri içerir. Kayıt dışı cihazlar, sorun çıkaran mobil terminaller ve çalıntı cihazlar bu bölümdeki bilgiler sayesinde ayrıştırılmaktadır. Bu bölümden gelecek olan onay koduna göre cihazın kullanılmasına izin vermek, kullanım dışı bırakmak ya da yalnızca bu kullanımı kaydetmek mümkündür.

Doğrulama Merkezi (AUC-Authentication Center)

Frekans atlatma ve abone şifreleme yöntemlerine ilişkin ana bilgileri içermektedir. AUC, kullanıcılara ait belirli bilgilerin doğrulanmasını sağlar. Bu sayede abonenin konuşması, gerek hava haberleşmesi gerekse iletişim ağı içi fazlarda güvenlik altına alınmış olur [31].

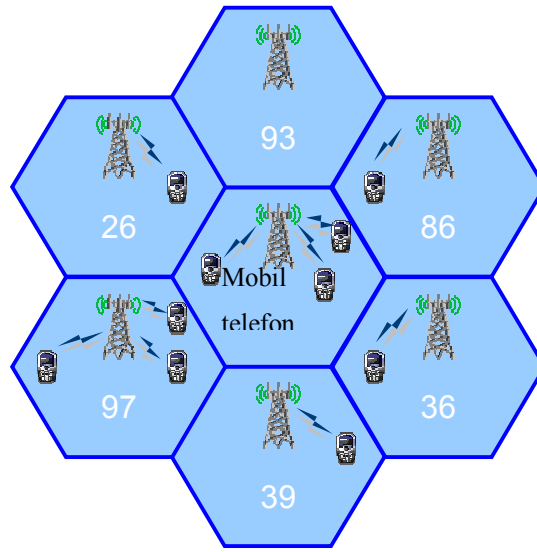
İşletim ve bakım merkezi (OMC- Operation and Maintenance Center) ve iletişim ağı yönetim merkezi (NMC- Network Management Center)

Bütün bu yapıların bir iletişim ağı olarak çalışması ve yönetimi, bu iki birim tarafından yürütülmektedir. OMC, cihazların her noktadaki çalışabilirliğini tarif ve takip eder, çalışamayacak durumdaki cihazların hizmet dışı kalmasına sağlar. NMC ise tüm ağın en etkin şekilde kullanılması için genel strateji belirler ve tüm ağ etkinliklerini izler.

3.2.4. GSM'de hücresel yapı

Mobil telefon sistemleri için sınırlayıcı faktör kullanılacak olan radyo frekans aralığıdır ve mobil iletişim için tahsis edilen frekans bandı oldukça dardır. Şehirlerde aynı anda yapılan birçok görüşme için yeterli kapasiteyi sağlamanın tek yolu şebekenin bazı bölümlerinde aynı radyo frekanslarını tekrar kullanmaktır [33]. Bu

amaçla sistem, bal peteği gibi birbirine bitişik olarak çalışan hücrelerden oluşmakta ve her hücre düşük çıkış gücü ve kısa mesafeli radyo sinyalleri ile çalışan baz istasyonu ile çalışmaktadır (Şekil 3.7). Bu sayede aynı frekanslar değişik hücrelerde tekrarlanmakta ve aynı frekans daha fazla sayıdaki telefon görüşmeleri için kullanılmaktadır. Büyük şehirlerde ve aynı anda birçok görüşme yoğunluğu taşıyan bölgelerde hücre daha küçük ve daha sık yapıdadır.



Şekil 3.7. GSM’de hücresel yapılanma.

3.2.5. GSM’de erişim ve frekans kanalları

GSM şebekeleri havadaki arabirim olarak TDMA’yı kullanır. Gerçekte ise GSM, TDMA (Time Division Multiple Access) ve FDMA’nın (Frequency Division Multiple Access) kombinasyonunu kullanmaktadır. GSM900’de, tahsis edilen 25 MHz’lik iletişim bandı, FDMA tekniği yardımıyla 200 kHz’lik kanallar şeklinde, toplam 124 taşıyıcı frekansı ile kullanılır. Bu taşıyıcı frekanslardan bir veya daha fazlası ana istasyon için ayrılmıştır. Daha sonra her bir taşıyıcı frekans, TDMA kullanılarak alt bölümlere ayrılır. TDMA’nın en temel bileşeni, 0,577 ms’lik veri yayılım periyodudur (time-slot) [33]. Bundan sonra 8 yayılım periyodu bir çerçeve içinde gruplanır ve yaklaşık 4,615 ms’lik bir TDMA çerçevesi elde edilir. Bu çerçeve formatı mantıksal kanalların temelini oluşturur. Şekil 3.8’de GSM 900 Mhz frekans ve kanal yapısı verilmiştir.

Bir fiziksel kanal, TDMA çerçevesindeki bir yayılım periyodudur. Yayılım periyoduna karşılık gelen pozisyon ve sayı, kanalı tanımlamakta kullanılır. Bu tanımlama işlemleri her 3 saatte bir yapılır.



Şekil 3.8. GSM 900Mhz frekans kanalları.

3.2.6. GSM’de kimlik bilgileri

Şebeke içerisinde bir arama, aktivasyon vb. işlemlerinin gerçekleştirilmesi için çeşitli numara ve adreslerin kullanılması gerekir [32]. Bunları kısaca şu şekilde tanımlamak mümkündür:

Mobile station isdn number (MSISDN)

MSISDN, bir mobil terminalin aranması için kullanılan numaradır. MSISDN uzunluğu standartlara göre prefiks hariç maksimum 15 dijite olabilir.

Yapısı: MSISDN = CC + NDC + SN şeklindedir.

CC = Ülke Kodu (Country Code),

NDC = Alan Kodu (National Destination Code),

SN = Abone Numarası (Subscriber Number).

Örnek: 90 532 3456789

International mobile subscriber identity (IMSI)

IMSI, bir mobil terminalin BTS'den başlayarak tüm GSM şebekesi içerisinde, sistem tarafından tanınmasını sağlayan numaradır. Bu numara SIM kartta, HLR' de ve VLR' de tanımlanmıştır.

Yapısı: $IMSI = MCC + MNC + MSIN$ şeklindedir.

MCC = Mobil Ülke Kodu (Mobile Country Code, 3 dijital),

MNC = Mobil Şebeke Kodu (Mobile Network Code, 2 dijital),

MSIN = Mobil Abone Numarası (Mobile Subscriber Identification Number, max 10 dijital).

Örnek: 286 01 XXXXXXXXXXX

Temporary mobile subscriber identity (TMSI)

IMSI, abonenin SIM kartında bulunan, kalıcı bir numarasıdır. TMSI ise o abonenin şebekeyi kullanırken güvenlik amacıyla ve IMSI nin yerine geçici olarak tahsis edilen bir kimlik numarasıdır. Bu numara sadece abonenin o anda bulunduğu MSC/VLR sahasında geçerlidir ve kullanımı ve idaresi VLR tarafından sağlanır. Maksimum 8 dijital olabilir ve bir standardı olmadığı için yapısı operatör tarafından belirlenir.

International mobile station equipment identity (IMEI)

IMEI, mobil terminalin tanımlanması için kullanılır.

Yapısı: $IMEI = TAC + FAC + SNR + sp$ şeklindedir.

TAC = Tip Kodu (Type Approval Code) (6 dijital),

FAC = Montaj Kodu (Final Assembly Code) (2 dijital),

SNR = Seri Numarası (Serial Number) (6 dijital),

sp = yedek (1 dijital).

Örnek: 449221 10 810166 0.

Cell global identity (CGI)

CGI, bir location area içinde hücrenin tanımlanması için kullanılır.

Yapısı: $CGI = MCC + MNC + LAC + CID$ şeklindedir. LAI ye hücre kimlik numarası eklenir.

MCC = Mobil Ülke Kodu (Mobile Country Code) (3 dijit),
MNC = Mobil Şebeke Kodu (Mobile Network Code) (2 dijit),
LAC = Yerleşim Bölgesi Kodu (Location Area Code) (Max 5 dijit).
CID = Hücre Kimlik Numarası (Cell Identity) (Max 5 dijit).
Örnek : 286-01-78006-96048

3.2.7. GPRS (General Packet Radio Service)

GPRS, mevcut GSM şebekesi üzerinde kurulan ve GSM ile aynı radyo kaynaklarını kullanan ancak veri iletişimini paket anahtarlama (Packet Switched-PS) yöntemiyle sağlayan bir sistemdir. Telekomünikasyon endüstrisinde yıllar önce devre anahtarlama iletim modelinden paket tabanlı iletim servislerine geçişin en büyük temsilcisi olan GPRS, aynı zamanda kullanıcıların mobil çoklu ortam ile tanışmasını sağlayan üçüncü nesil mobil internet sistemlerinin öncüsüdür [25].

Devre anahtarlama bağlantı şeklinde, bağlantının kurulduğu bir noktadan diğerine sabit bir trafik kanalı tanımlanır. Konuşma veya veri bu kanal üzerinden akar. Paket anahtarlama bağlantıda ise devre anahtarlamanın aksine her bağlantı için adanmış bir hat tanımlanmaz. İletilmesi gereken veri paketlere ayrılır ve her bir paket kendisini ve gitmesi gereken yeri tanımlayan bilgiyi içerir. Bu paketler temel olarak "router"ların yardımıyla gidecekleri yere ulaşır.

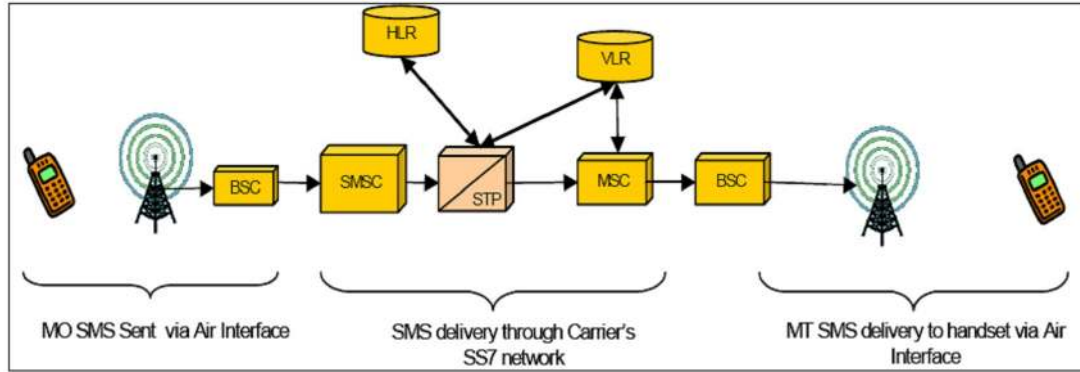
İnternet, paket anahtarlama bağlantı tarzının kullanıldığı en tanınmış örnektir. Aslında, ortada gerçek zamanlı tanımlanmış bir hat yoktur ancak devre anahtarlama benzeri bir bağlantı yapıldığı düşünülür. Bu durum "sanal bağlantı" olarak adlandırılır. GPRS teknolojisinde fiyatlandırma bağlantı süresiyle değil, gönderilen ve alınan veri miktarı üzerinden hesaplanır. GSM’de 9,6 kbps olan veri aktarım hızı GPRS ile 115 kbps seviyesine ulaşmıştır. GPRS, mobil terminaller ile internet sunucuları veya birleşik LAN arasında IP (Internet Protocol) bağlantılarını sağlayan bir sistem olup, şu özelliklere sahiptir:

- Az miktardaki radyo kaynaklarının etkin kullanılması
- Esnek bir servis, miktar tabanlı ücretlendirme.
- GSM şebekesinde paketlerin hızlı ve verimli bir şekilde taşınması.
- GSM ve GPRS'in birbirlerini etkilemeden eşzamanlı iç içe çalışması.
- IP kullanılarak diğer dış data şebekelerine bağlanması.

GPRS uygulamaları şunlardır:

- E-mail,
- World Wide Web (WWW) browser,
- Internet chat,
- File Transfer Protocol (FTP) yardımıyla dosya transferi,
- Satış noktaları (Kredi kartı okuyucuları),
- Veritabanı araştırmaları,
- İki yönlü mesajlaşma,

Paket veri anahtarlamaını kontrol eden ve yöneten parçalar; SGSN (Serving GPRS Support Node) ve GGSN (Gateway GPRS Support Node) olup, SGSN, coğrafi SGSN servis sahasından gelen/sahasına giden paketler için yönlendirmeleri yapar. GGSN ise dış IP şebekelerine doğru olan bir ara yüzdür. SGSN/GGSN fiziksel olarak GSM sisteminin devre-anahtarlama kısmından ayrılmıştır. GPRS'in diğer kısımları ise mevcut GSM şebekesi içinde yer almaktadır. Devre anahtarlama GSM şebekesine entegre edilen GPRS bileşenleri Şekil 3.9'da görülmektedir.



Şekil 3.10. GSM şebekesi üzerinde SMS iletimi blok şeması.

SMS servisinde ayrıca STP (Signalling Transfer Point) kullanılır. STP'ler SS7 sinyalleşme şebekesinde kullanılan routerlar olarak tanımlanır. GSM 03.40 standardında tanımlanan SMS Protokolü Veri Birimi'nin (SMS Protocol Data Unit) yapısı esnek değildir. Veri Kodlama şeması (Data Coding Scheme), Çıkış Adresi (Origination Address), Protokol Tanımlayıcı (Protocol Identifier) ve diğer başlık alanları sabittir; bu da bir uygulama geliştirirken ortaya konulabilecek olan muhtemel senaryoların sayısını azaltmaktadır. Bu problemin çaresi olarak bugüne kadar değerlerin kopyalanması yoluna gidilmiştir. SMS trafiğindeki yoğunlaşma, sinyal kaynaklarının aşırı kullanımını ve bunun sonucunda kaynakların yetersiz kalabilmesini gündeme getirmiştir.

Mesaj gönderimi ve alımı için iki yöntem mevcuttur. Bunlar metin (text) modu ve PDU modlarıdır. Metin modu, PDU modu ile belirtilen bit kümesinin bir çeşit kodlanmış halidir. Alfabeler birbirinden farklılık gösterebilir ve SMS mesajının gösteriminde birçok alternatif kodlama yöntemi kullanılabilir. Bunlardan en yaygın olanları "PCCP437", "PCDN", "8859-1", "IRA" ve "GSM" yöntemleridir. Bu yöntemler, bilgisayar üzerinde mesaj okuma işlemi yapılırken AT+CMGF komutu ile ayarlanabilir. Telefonda mesaj okuma işlemi yapılırken telefon uygun bir kodlama seçecektir. Telefonda mesaj okuyabilen bir uygulama metin modunu veya PDU modunu kullanabilir. Eğer metin modu kullanılıyorsa uygulama daha önceden ayarlanmış olan kodlama seçimleri ile sınırlı kalmaktadır. PDU modu kullanılıyorsa kodlamalardan her hangi biri gerçekleştirilebilir. PDU modunda karakterler

hexadecimal formda bulunur. PDU modu kullanılmakta iken SMS verisi içinde, sadece mesaj bulunmaz. Bunun yanında, gönderici ile ilgili bilgiler, servis merkezi numarası ve SMS'in gönderilme zamanı gibi bilgiler yer alır. Örneğin “hellohello” mesajının PDU karşılığı şu şekildedir:

```
07917283010010F5040BC87238880900F10000993092516195800AE8329BFD4697
D9EC37
```

Burada;

İlk octet SMSC'nin uzunluk bilgisini ("07") verir. İkinci ana parça SMSC bilgisini ("917283010010F5") ve son parça da SMS bilgisini içermektedir [8].

3.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri (Geographic Information Services (GIS))

Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS), yeryüzünde konumları belirlenmiş verilerin modellenmesi, işlenmesi, analizi ve kullanım amacına göre sunulmasına yönelik donanım, yazılım, yöntemler ve bu amaçla çalışan personelin oluşturduğu bir sistemdir. Bir başka ifadeyle CBS, yeryüzüne ait bilgilerin toplanması, depolanması, analiz edilmesi ve yayınlanması için yazılım, donanım, veri, insanlar, organizasyonlar ve kurumsal düzenlemelerden oluşan bir sistemdir. Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla geometrik ve öznitelik verilerinin aynı ortamda toplanması, depolanması, analizi, görselleştirilmesi, güncelleştirilmesi ve sonuçlarının kullanıma sunulması mümkün olur [34].

3.3.1. Coğrafi bilgi sistemlerinin temel prensipleri

CBS, veriler ile bağlantılı, veri tabanlı bir bilgi sistemidir. Diğer bilgisayar teknik ve teknolojilerinden farklı olarak, veritabanı yönetim sistemine göre, değişik kaynaklardan veri entegrasyonu yapılmasına ve bu verilerin analiz edilmesine olanak sağlar. CBS verileri ve haritaları güncel bilgileri içerir. CBS içerisinde kullanılan konumsal verilere ait koordinatlar, uyumlu ve sürekli bir koordinat sistemi ile düzenlendiğinde çok daha kullanılabilir hale gelmektedir [29].

CBS içerisinde bulunan haritalar, sadece kâğıt haritaların bilgisayar ekranında görüntülenmesi anlamına gelmez. Bu haritalar, ait olduğu bölgenin koordinat sistemi ile belirlenir. Böylece haritaları gerçek dünya koordinatları ile belirleme ve komşu alana ait haritaları da ekranda bütünsel olarak görüntüleme ve analiz etme imkanı doğar. Bilgisayarlar haritayı, insanların gördüğü gibi göremez. Bu yüzden, analizlerin daha gerçekçi yapılabilmesi için, veriler arasında harita ile ilgili ek özelliklerin (alansal, çizgisel ve noktasal) de bulunması gerekir.

CBS projeleri, otomasyonu yapılan verilerin, ihtiyaç duyan tüm kullanıcılar tarafından paylaşılmasını sağlayacak şekilde planlanmalıdır. CBS teknolojisi içerisindeki yazılım ve donanımlar, bilgisayar teknolojisindeki değişimleri takip edebilecek, işlevselliği artırılabilir, gelişmeye ve genişlemeye açık olacak şekilde seçilmelidir.

3.3.2. Sayısal Haritalar

Sayısal haritalar kâğıt haritaların elektronik aygıtlar (digitizer, scanner) yardımıyla sayısal forma dönüştürülmeleri ile elde edilebileceği gibi CBS yazılımları ile de üretilir. Sayısal haritalar katmanlar şeklinde düzenlenir. Her katmanda, verilerin belirli bir kısmı yer alır. Örneğin bir katman nehirlerden, bir başka katman göllerden, bir diğeri de anayollardan oluşur. Bu katmanlar belli bir sıra ile birbirleri üzerinde görüntülendiğinde tüm bir harita ortaya çıkar. İhtiyaç duyulmayan katmanlar çıkarılabileceği gibi, istenildiğinde yeni katmanlar da eklenebilir. Katmanlar yardımıyla sayısal harita oluşturma tekniği, eski dönemlerde saydam haritaların birbirleri üzerine bindirilerek görüntülediği fotoğrafik yöntemlerden yola çıkılarak geliştirilmiştir [2].

Konum bilgileri, koordinatlara yani belli bir referans sistemine göre yapılan sıralı ölçümler şeklinde ifade edilir. Bu ölçümler, bir elipsoit üzerindeki açılar (enlem, boylam) olabileceği gibi bir düzlem üzerinde seçilen bir noktanın eksenlere olan uzaklıkları da olabilir. Koordinatlar, her zaman bilgisayarda sayı çiftleri şeklinde modellenir. Bu durum, bazı olumsuz sonuçlara neden olabilir. Çünkü bilgisayarda

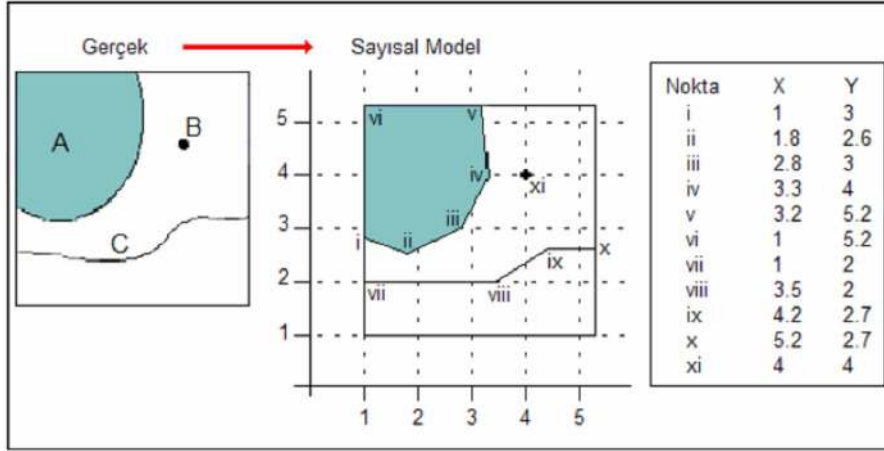
bulunan sayı tipleri (integer, floating point, double precision) ile çözünürlük kısıtlanmaktadır. Örneğin, diyagonal çizgileri oluşturan tüm ara noktalar modellenemezler. Haritaların sayısal gösteriminde kullanılan iki model vardır: Bunlar, Vektör model ve Raster modeldir.

3.3.2.1. Vektör model

Vektör modelin temeli analitik geometriye dayanır. Nehirler, göller, caddeler, yollar, il sınırları, kent merkezleri gibi karmaşık coğrafi şekiller üç basit geometrik şekil kullanılarak oluşturulur. Bunlar, nokta, çizgi ve poligondur. Şekil 3.11’de vektör model yöntemiyle sayısallaştırma işlemi ifade edilmiştir.

- **Nokta:** Tek bir X-Y koordinat çiftinden oluşan soyut şekildir. Çizgi veya alan olarak görüntülenemeyecek kadar küçük olan coğrafi şekiller için kullanılır. Haritanın ölçeğine bağlı olarak bir bina, köy ya da bir il merkezi olabilir.
- **Çizgi:** Sıralı koordinat çiftlerinden oluşur. Alan olarak görüntülenemeyecek kadar ince olan coğrafi şekiller için kullanılır. Ölçeğe bağlı olarak, bir nehir, cadde veya yollar çizgilerle modellenebilir.
- **Poligon:** Alanların gösteriminde kullanılan şekildir. Bir poligon, sınırlarını oluşturan çizgiler ve bu çizgilerin içinde kalan bir noktayla tanımlanır.

Bilgisayarın grafik donanımına oldukça yakınlık gösteren bu modelde, görüntülenecek coğrafi alan, satır ve sütunlara bölünerek bir matris formu elde edilir. Bu hücrelere piksel denir ve ölçülen bir değer içerir. Konum bilgisi, hücrenin matris içindeki sırasından anlaşılır [2].



Şekil 3.11. Vektör model yardımıyla sayısallaştırma işlemi.

3.3.2.2. Raster model

Raster model bilgisayarda, doğrudan diziler (array) şeklinde tasarlanır. Matrisin hücre sayısı çözünürlüğe bağlı olarak değişir. Yüksek çözünürlüklerde matris, çok fazla hücreden oluşur ve bitişik hücrelerin çoğunda aynı değer vardır. Bu durumda bazı sıkıştırma teknikleri kullanılması gerekir. Bunlardan birisi, Run-Length Encoding adı verilen yöntemdir. Bu yöntem, özellikle aynı değeri içeren bitişik hücreler çoğunlukta iken önemli miktarda sıkıştırma olanağı verir. Bu yöntemde, her hücre ayrı ayrı depolanmaz. Bunun yerine, hücrenin içerdiği değer ve satır boyunca aynı değere sahip hücrelerin sayısı gösterilir [2]. Şekil 3.12’de raster model yardımıyla sayısallaştırma işlemi ifade edilmiştir.

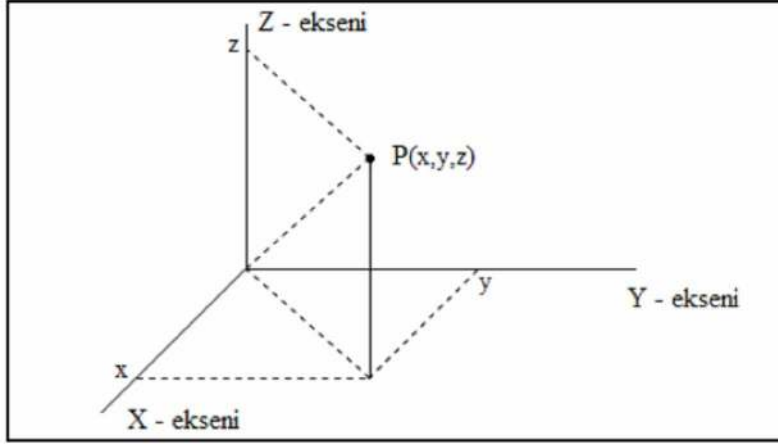
raster gösterim								piksel	değer
A	A	A	A	0	0	0	0	1	A
A	A	A	A	A	0	0	0	2	A
A	A	A	A	0	B	0	0	3	A
A	A	A	A	0	0	0	0	4	A
A	A	A	A	0	0	0	0	5	0
A	A	A	A	0	0	0	0	6	0
A	A	A	A	0	0	0	0	7	0
A	A	A	A	0	0	0	0	8	0
A	A	A	A	0	0	0	0	9	A
A	A	A	A	0	0	0	0	10	A
A	A	A	A	0	0	0	0	11	A
A	A	A	A	0	0	0	0	12	A
A	A	A	A	0	0	0	0	13	A
A	A	A	A	0	0	0	0	14	A
A	A	A	A	0	0	0	0	15	0
A	A	A	A	0	0	0	0	16	0
A	A	A	A	0	0	0	0	17	0
A	A	A	A	0	0	0	0	18	0
A	A	A	A	0	0	0	0	19	0
A	A	A	A	0	0	0	0	20	0
A	A	A	A	0	0	0	0	21	0
A	A	A	A	0	0	0	0	22	0
A	A	A	A	0	0	0	0	23	0
A	A	A	A	0	0	0	0	24	0
A	A	A	A	0	0	0	0	25	0
A	A	A	A	0	0	0	0	26	0
A	A	A	A	0	0	0	0	27	0
A	A	A	A	0	0	0	0	28	0
A	A	A	A	0	0	0	0	29	0
A	A	A	A	0	0	0	0	30	0
A	A	A	A	0	0	0	0	31	0
A	A	A	A	0	0	0	0	32	0
A	A	A	A	0	0	0	0	33	0
A	A	A	A	0	0	0	0	34	0
A	A	A	A	0	0	0	0	35	0
A	A	A	A	0	0	0	0	36	0
A	A	A	A	0	0	0	0	37	0
A	A	A	A	0	0	0	0	38	0
A	A	A	A	0	0	0	0	39	0
A	A	A	A	0	0	0	0	40	0
A	A	A	A	0	0	0	0	41	0
A	A	A	A	0	0	0	0	42	0
A	A	A	A	0	0	0	0	43	0
A	A	A	A	0	0	0	0	44	0
A	A	A	A	0	0	0	0	45	0
A	A	A	A	0	0	0	0	46	0
A	A	A	A	0	0	0	0	47	0
A	A	A	A	0	0	0	0	48	0
A	A	A	A	0	0	0	0	49	0
A	A	A	A	0	0	0	0	50	0
A	A	A	A	0	0	0	0	51	0
A	A	A	A	0	0	0	0	52	0
A	A	A	A	0	0	0	0	53	0
A	A	A	A	0	0	0	0	54	0
A	A	A	A	0	0	0	0	55	0
A	A	A	A	0	0	0	0	56	0
A	A	A	A	0	0	0	0	57	0
A	A	A	A	0	0	0	0	58	0
A	A	A	A	0	0	0	0	59	0
A	A	A	A	0	0	0	0	60	0
A	A	A	A	0	0	0	0	61	0
A	A	A	A	0	0	0	0	62	0
A	A	A	A	0	0	0	0	63	0
A	A	A	A	0	0	0	0	64	0

Şekil 3.12. Raster model yardımıyla sayısallaştırma işlemi.

3.3.3. Koordinat sistemleri

Uzayda herhangi bir noktanın konumu koordinatlarla belirlenir. Koordinatlar, belli bir sistem referans alınarak, bu sisteme göre yapılan ölçümlerle belirlenir. Kullanıldığı yere ve amacına göre, yerel veya küresel olmak üzere pek çok koordinat sistemi mevcuttur. Ancak koordinat sistemleri genel olarak, kartezyen ve kutupsal olmak üzere iki sınıfa ayrılabilir [34].

Kartezyen koordinat sistemleri ikişerli olarak, birbirleriyle dik açı yapacak şekilde kesişen 3 düzlem şeklinde ifade edilir. Bu sistem aynı zamanda dik koordinat sistemi olarak da ifade edilmektedir. Bu üç düzlemin ikişerli olarak kesişiminden X, Y, Z eksenleri ortaya çıkar. Uzayda herhangi bir noktanın yeri, bu eksen doğrularına olan uzaklıklar ile belirlenir. Kutupsal sistemlerde ise bir noktanın yeri bu referans doğrular ile yapılan açılarla belirlenir. Şekil 3.13’de üç boyutlu kartezyen koordinat sistemi görülmektedir.



Şekil 3.13. Üç boyutlu kartezyen koordinat sistemi.

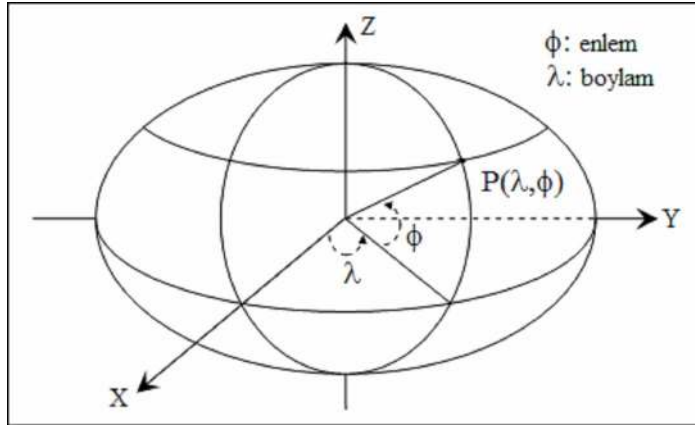
3.3.4. Coğrafi koordinat sistemi ve elipsoitler

Yeryüzündeki bir noktanın koordinatlarını tanımlamak için kullanılan koordinat sistemi, coğrafi koordinat sistemi olarak tanımlanır. Bu sistemde, yeryüzünün herhangi bir noktasının koordinatları her zaman enlem ve boylam şeklinde belirlenir. Sistem referans olarak, başlangıç meridyeni ile ekvator düzlemlerini kullanır. Bir noktanın enlem ve boylamının tanımlanmasında bu referanslara ihtiyaç duyulur.

Enlem, noktanın ekvator düzlemi ile, boylam ise başlangıç meridyeni ile yaptığı açıdır. Enlem ve boylam özel bir yeryüzü modeli ile bağlantılıdır. Şekil 3.14’de coğrafi koordinat sistemi ifade edilmektedir.

Çok kesinlik gerektirmeyen çalışmalarda, yeryüzü genellikle bir küre ile modellenir. Bu model küresel koordinat sistemi olarak da bilinir. [34]. Daha hassas sonuçların gerektiği durumlar için elipsoit kullanılır. Elipsoit, yeryüzünü gerçeğe çok daha yakın bir şekilde modelleyebilen ve bir elipsin yedek eksen üzerinde çevrilmesi ile oluşan üç boyutlu geometrik şekildir. Her elipsoit, asal ve yedek eksen uzunluklarından oluşan iki temel parametre ile tanımlanır. Elipsoidin diğer tüm parametreleri bu iki parametre kullanılarak bulunur. Bazen yeryüzünün sadece belirli bir bölümünü en uygun şekilde modelleyebilecek elipsoitlere gerek olabilmektedir. Bu nedenle birçok ülke ve kuruluş kendi amaçlarına göre değişik elipsoitler

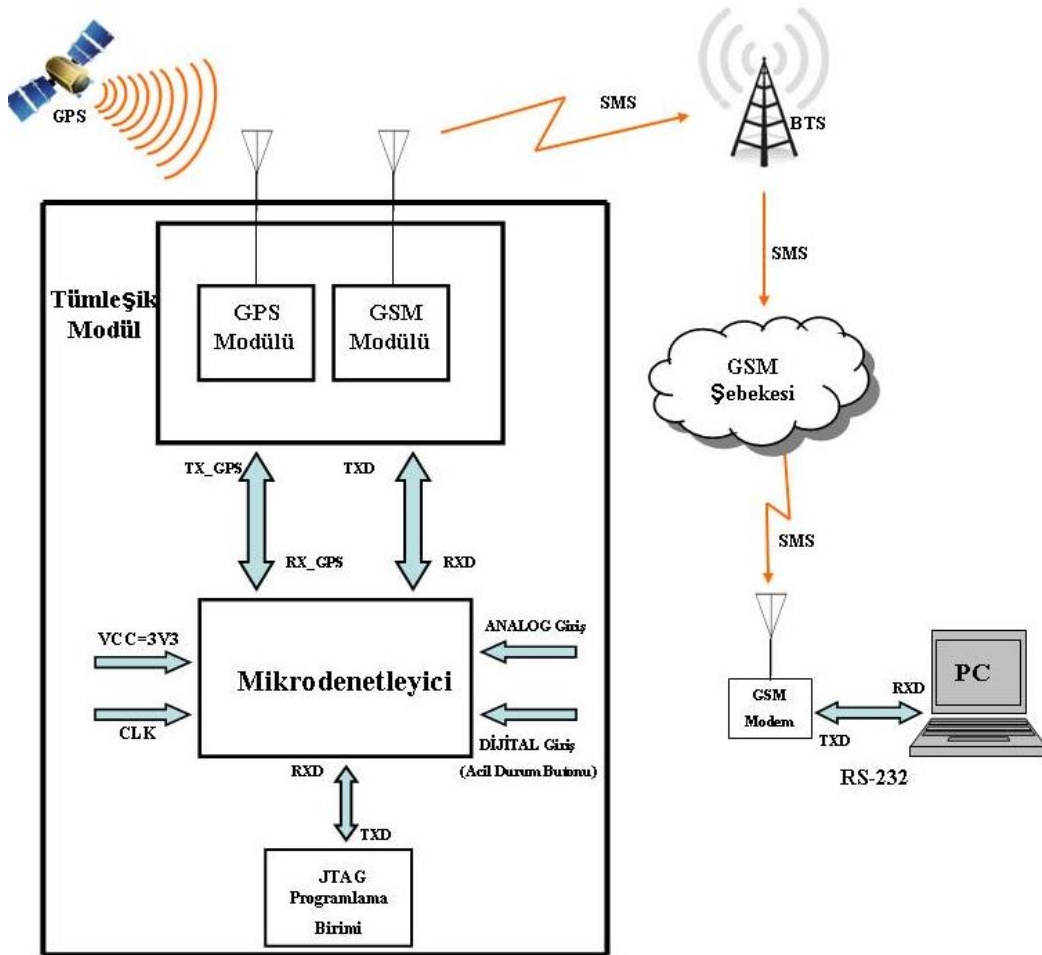
geliştirmişlerdir. Enlem ve boylam, bu elipsoitlerden birini referans aldığından bunlara referans elipsoitler denir. Yeryüzünde evrensel kullanım amacıyla bir model oluşturulması için eskiden beri süregelen çalışmalar yapılmaktadır. Geliştirilen modeller eskileriyle değiştirilmektedir. Halen kullanımda olan en son model World Geodetic System adlı model olup çalışmaları 1984 yılında tamamlanmıştır (WGS84). WGS84, önceki benzer çalışmaların (WGS60, WGS66 ve WGS72) sonucusudur.



Şekil 3.14. Coğrafi koordinat sistemi.

4. GERÇEKLEŞTİRİLEN SİSTEM

Bu çalışmada gerçekleştirilen sistem, GSM bazlı ve SMS destekli olarak çalışan bir araç takip sistemidir. Sistem temel olarak; araç takip cihazı tarafından bazı bilgilerin, SMS yolu ile izleme yapılacak merkeze iletilmesi prensibi üzerine kurulmuştur. Sistem, mikrodenetleyici ile kontrol edilecek şekilde tasarlanmıştır. İzleme merkezine gelen bilgiler bir araç takip yazılımı ile işlenerek sayısal harita üzerinde gösterilmektedir. Gerçekleştirilen sisteme ait blok şeması Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Gerçekleştirilen sistemin blok şeması.

Blok şemada görüldüğü gibi GPS konum bilgileri GPS modülüne ait anten yardımıyla alınarak mikrodenetleyiciye iletilmektedir. Bu bilgiler mikrodenetleyici tarafından işlenerek kullanıma hazır hale getirilmekte ve periyodik olarak

güncellenmektedir. Sürekli güncellenen bu bilgiler herhangi bir anda kullanılması gerektiğinde, mikrodnetleyici tarafından SMS veri alanına yazılmakta ve GSM modülü yardımıyla ilgili GSM operatörü üzerinden istenilen bir noktaya iletilmektedir. İzleme merkezine iletilen bilgiler, GPS konum bilgileri ile sınırlı değildir. Bunun yanı sıra, GPS bilgilerinin kesintiye uğraması ihtimaline karşı, GSM modülünün iletişim kurduğu baz istasyonuna ait bazı tanımlayıcı bilgiler de İzleme yapılan birime gönderilmektedir. Bunun için mikrodnetleyici tarafından GSM modülüne periyodik olarak bazı sorgulama komutları verilmektedir. GSM modülünün verdiği yanıtlar yine mikrodnetleyici tarafından işlenerek RAM belleğine yazılmakta ve her sorgulama sonunda güncellenmektedir. Herhangi bir anda bu bilgiler mikrodnetleyici tarafından okunarak SMS veri alanına aktarılmaktadır.

Şemada görüldüğü gibi, mikrodnetleyiciye bir potansiyometre bağlanarak girişine 3,3V analog gerilim uygulanmıştır. Potansiyometre (ayarlı direnç) yardımıyla çıkış değeri değiştirilerek mikrodnetleyiciye uygulanmış ve okunması sağlanmıştır. Herhangi bir anda SMS isteği geldiğinde okunan gerilim değeri SMS veri alanına yazılarak gönderilmesi sağlanmaktadır.

Mikrodnetleyicinin sayısal I/O portuna bir push butonu bağlanmış ve butona basıldığında denetleyiciye SMS gönderme komutu verilmesi sağlanmıştır. SMS komutu verildiği anda yukarıda anlatılan işlemler gerçekleştirilmekte ve bilgiler SMS veri alanındaki yerlerine yazılarak İzleme Merkezine gönderilmektedir. Gönderilen bilgiler PC üzerindeki GSM modem yardımıyla alınmaktadır.

SMS gönderme komutu verilmesinin diğer bir yolu da İzleme merkezindeki PC üzerinden GSM modem yardımıyla, cihaz üzerindeki GSM modülüne çağrı yapılmasıdır. Mikrodnetleyici sürekli olarak GSM modülüne gelen bir çağrı olup olmadığını sorgulamaktadır. GSM modülüne bir çağrı gelir gelmez mikrodnetleyici tarafından sonlandırılmakta ve çağrı yapan GSM numarası kaydedilmektedir. Çağrı yapan numaraya SMS gönderilmesi için o numaranın mikrodnetleyiciye daha önceden tanımlanmış olması gerekir. Eğer çağrı yapan numara tanımlı ise derhal en

güncel bilgileri içeren SMS oluşturularak o numaraya gönderilir. Tanımlı değilse herhangi bir işlem yapılmaz.

İzleme merkezinde, bir GSM modem RS-232 seri kanal üzerinden bir PC'ye bağlanmaktadır. Geliştirilen araç takip yazılımı yardımıyla GSM modemle haberleşme yapılmakta ve gelen SMS verilerinin okunması sağlanmaktadır. Okunan SMS içerisindeki bilgiler, araç takip yazılımı üzerinde gösterilmekte ve GPS konum bilgilerinin sayısal harita üzerine işaretlenmesi sağlanmaktadır. Kullanılan sayısal harita, MapInfo tabanlı vektör haritasıdır. Araç takip yazılımı, Borland Delphi 7.0 ortamında geliştirilmiştir.

Sistemin tasarımında kullanılan tümleşik modül “TELIT GM862” adlı GPS-GSM modülüdür. GM862, tümleşik yapıda GPS ve GSM modülleri içermesi, düşük güç tüketimine sahip olması, GPS alıcısının hassas olması birçok farklı uygulama geliştirilmesine olanak sağlaması gibi nedenlerden dolayı tercih edilmiştir.

Kontrol işlemleri için kullanılan mikrodenetleyici, Texas Instruments firmasının “MSP430 F1611” mikrodenetleyicisidir. MSP430, düşük güç tüketimine sahip olmasından dolayı özellikle mobil uygulamalarda tercih edilmektedir. Ayrıca 16 bit RISC mimarisine sahip olması, 12 bit analog/sayısal dönüştürücüye sahip olması, 2 adet UART, 48 Kb flash ve 10 Kb RAM hafızasına sahip olması gibi nedenlerden dolayı tercih edilmiştir. MSP 430 mikrodenetleyicinin 3 kanallı DMA ve I²C arayüzleri de bulunmaktadır.

Mikrodenetleyicinin programlanmasında, gerek assembly, gerekse “C” programlama dilleri ile yazılım geliştirmeye imkan sağlayan “IAR Embedded Workbench IDE” adlı yazılım geliştirme platformu kullanılmıştır. Bu çalışmada, mikrodenetleyicinin programlanmasında “C” programlama dili tercih edilmiştir. Çünkü bu çalışmanın assembly dilinde yapılması çok daha zor olacaktır.

İleriki bölümlerde, önce sistemin donanım tasarımı daha sonra da yazılım tasarımı anlatılmıştır. Donanım tasarımında, kullanılan ana donanım elemanlarının daha detaylı tanıtımı yapılmış ve tasarım öncesi yapılan uygulamalar anlatılmıştır.

4.1. Telit GM862 GPS-GSM Modülü

GM862 modülü, GSM 850, 900, 1800 ve 1900 Mhz teknolojilerini destekleyen, düşük güç tüketimine sahip bir GSM modülü ile 20 kanallı hassas bir GPS alıcısına sahip bir geliştirme modülüdür. 3.4-4.2 V aralığında çalışabilmektedir. 13 adet I/O portuna ve A/D dönüştürücü özelliğe sahiptir. Bu sayede analog ve sayısal veri iletiminde kullanılabilir. Özellikle araç takip sistemleri tasarımında kullanılmaktadır. Bunun yanında iki yönlü sesli ve yazılı iletişim uygulamalarında da kullanmak mümkündür.

Çalışmanın başlangıcında GM862 modülünün GPS ve GSM portları için bir RS-232 arayüz devresi tasarlanmış ve Hyper Terminal Programı üzerinden bilgisayarla haberleşmesi sağlanmıştır. Öncelikle, modülün GPS portundan, NMEA protokolüne uygun olarak gelen GPS verileri bilgisayara kaydedilerek incelenmiş ve içerdiği NMEA cümlelerinin her birinin anlamları ve içerdiği bilgiler belirlenmiştir. Daha sonra GM862 modülünün GSM portu ile yine Hyper Terminal programı üzerinden AT komutları yardımıyla haberleşmesi sağlanmış ve sistem tasarımında kullanılacak komutların uygulaması yapılmıştır. GM862 modülünün GPS ve GSM portları ile iletişim sağlamak üzere mikrodenetleyicinin kullanacağı I/O portları ve pin uçları belirlenmiştir. Şekil 4.2’de GM862 modülünün üstten ve alttan görünümü, Şekil 4.3’de de modülün arayüz kartı üzerine yerleştirilmiş şekli görülmektedir.



Şekil 4.2. GM862 modülün üstten ve alttan görünümü.



Şekil 4.3. GM862 modülü ve arayüz kartı.

GM862 GPS-GSM modülü 50 pine sahip olup, modülün ayak bağlantıları ve görevleri EK-3'te yer almaktadır.

GM862 modülü üzerinde iki adet seri port bulunmaktadır. Bunlar:

- 1) Modem Seri Port
- 2) GPS Seri Port (NMEA)

GM862 modülünün diğer çevre donanımları ile iletişimi, bu seri portlar yardımıyla yapılmaktadır. Bu seri portların, iletişim türü ve çalışma gerilimine göre en yaygın olarak kullanılan konfigürasyonları şunlardır:

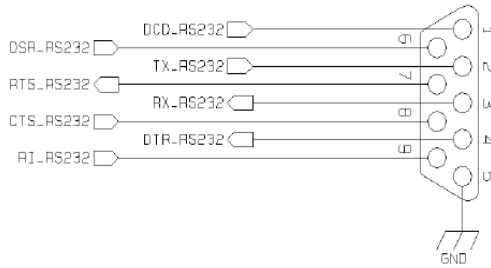
-RS232 Haberleşme Portu,

-Mikrodenetleyici UART @ 2.8V-3V (Universal Asynchronous Receive) Transmit),

-Mikrodenetleyici UART @ 5V veya 2.8V'tan farklı diğer voltajlar,

4.1.1. Modem seri port

Modem seri port ile RS-232 seri port üzerinden iletişim sağlanarak veri alışverişi yapılabilir. Şekil 4.4'de GM862 modem RS-232 bağlantı şeması görülmektedir.



Şekil 4.4. GM862 modem RS-232 bağlantı şeması.

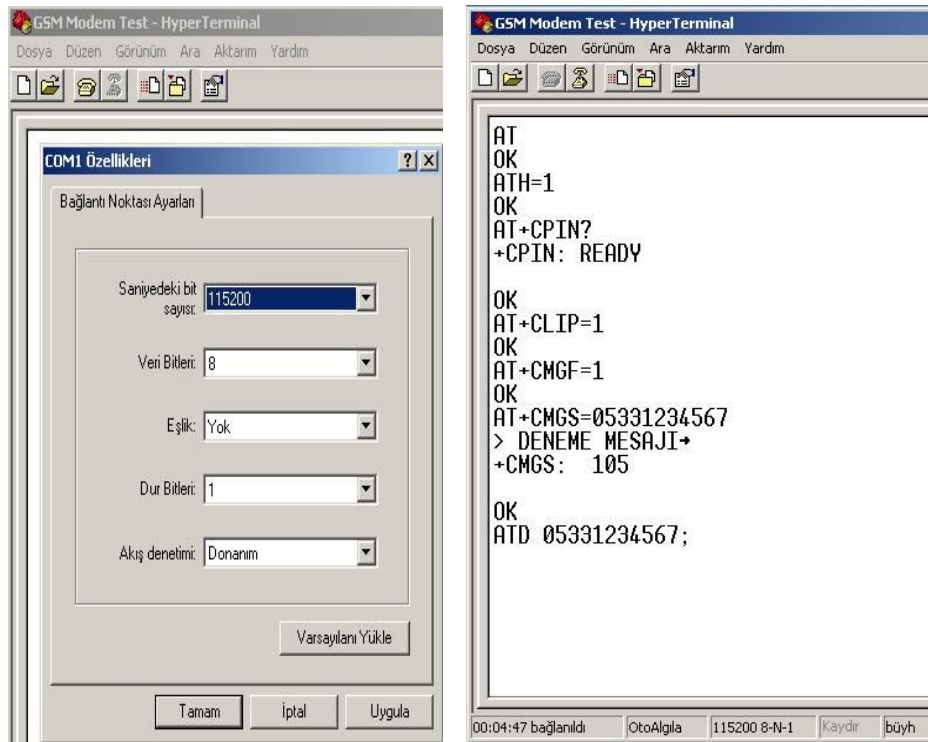
GM862 modem seri port bağlantı uçları Çizelge 4.1'de görülmektedir.

Çizelge 4.1. GM862 modem seri port bağlantı uçları.

RS232 Pin No	Bağlantı Ucu	GM862 Pin No	İsim	Kullanım
1	DCD - dcd_uart	36	Veri Taşıyıcısını Tespit	Taşıyıcının mevcut olduğunu gösteren GM862 çıkışı
2	RXD - tx_uart	37	Gönderme Hattı	GM862 UART'ın gönderme hattı çıkışı
3	TXD - rx_uart	20	Alma Hattı	GM862 UART'ın alma hattı girişi
4	DTR - dtr_uart	43	Veri Terminali Hazır	GM862'nin, DTE HAZIR durumunu kontrol eden girişi
5	GND	2-4	Toprak	Toprak
6	DSR - dsr_uart	33	Veri Kümesi Hazır	Modülün hazır olduğunu belirleyen GM862 çıkışı
7	RTS - rts_uart	45	Gönderme İsteği	Donanım akışını kontrol eden GM862 girişi

8	CTS - cts_uart	29	Göndermeyi Temizle	Donanım akışını kontrol eden GM862 çıkışı
9	RI -ri_uart	30	Zil Göstergeci	Gelen çağrıyı gösteren GM862 çıkışı

GM862 modem ile bilgisayar arasında RS-232 bağlantısı yapılırken veri aktarım hızı, veri bitleri, dur bitleri ve akış denetimi ayarlanmalıdır. Bu bağlantı ayarları ve bağlantı sonrası uygulanan bazı komutlar Şekil 4.5’de görülmektedir.



Şekil 4.5. GM862 modemin konfigürasyon ayarları ve kontrolü

4.1.2. GM862 modemin RS-232 seri port üzerinden kontrolü

Hyper Terminal programı üzerinde, yazılan komutların görünür olması için kullanılan komut şu şekilde uygulanır:

ATE=1 (Enter)
OK (Komutlar görünür hale getirildi)

Modemin hazır durumda olup olmadığını kontrol etmek için kullanılan komut şu şekilde uygulanır:

AT	(Enter)
OK	(Modem hazır)

Modem içerisindeki SIM kartın hazır olup olmadığını yada PIN kodu gerekip gerekmediğini kontrol etmek için kullanılan komut şu şekilde uygulanır:

AT+CPIN?	(Enter)
+CPIN: READY	(SIM hazır)
OK	

Bir numarayı aramak ve bu aramayı sonlandırmak için kullanılan komut şu şekilde uygulanır:

ATD 05331234567	(Enter)
OK	(Arama yapılıyor)
ATH	(Enter)
OK	(Arama Durduruldu)

Gelen aramalarda arayanın numarasının görünür olması için kullanılan komut şu şekilde uygulanır:

AT+CLIP=1	(Enter)
OK	(Komut yerine getirildi)

SMS mesajları için Text moduna geçilmesi için kullanılan komut şu şekilde uygulanır:

AT+CMGF=1	(Enter)
OK	(Komut yerine getirildi)

SMS göndermek için kullanılan komut şu şekilde uygulanır:

AT+CMGS=05331234567 (Enter)
 > DENEME MESAJI (Ctrl-Z)
 +CMGS: 105
 OK (SMS gönderildi)

Gelen SMS'i okumak için kullanılan komut şu şekilde uygulanır:

AT+CMGR=1 (Enter)
 +CMGR: "REC UNREAD", "+905331234567", "06/12/09,09:38:40+08"
 BU BİR SMS OKUMA DENEMESİDİR
 OK (Komut yerine getirildi)

Birden fazla SMS görüntülemek için kullanılan komut şu şekilde uygulanır:

AT+CMGL="ALL" (Tüm SMS'leri göster)
 AT+CMGL="REC READ" (Sadece daha önce okunmuş SMS'leri göster)
 AT+CMGL="REC UNREAD" (Sadece daha önce okunmamış SMS'leri göster)
 AT+CMGL="STO SENT" (Sadece Giden kutusundaki SMS'leri göster)

Hafızadaki herhangi bir SMS'i silmek için kullanılan komut şu şekilde uygulanır :

AT+CMGD=1 (Enter)
 OK (Komut yerine getirildi)

Hafızadaki tüm SMS'leri silmek için kullanılan komut şu şekilde uygulanır :

AT+CMGD="ALL" (Enter)
 OK (Komut yerine getirildi)

GSM şebeke bilgilerini görüntülemek için kullanılan komut şu şekilde uygulanır:

AT+CREG=2 (Enter-2 nolu görüntüleme moduna geç)
 OK (Komut yerine getirildi)
 AT+CREG? (Enter)
 +CREG: 2, 1, "79E6", "7699" (GSM şebeke bilgileri)

Tüm GSM operatör bilgilerini görüntülemek için kullanılan komut şu şekilde uygulanır:

AT+COPS=? (Enter)
 +COPS: (2, "TR TURKCELL" ,, "28601"), (3, "TR TELSİM" ,, "28602"),
 (1,"TR ARIA" ,, "28603"),, (0-4), (0,2)

4.1.3 GPS seri port (NMEA)

GM862 GPS seri port bağlantı uçları ile bunlara ait diğer bilgiler Çizelge 4.2’de görülmektedir.

Çizelge 4.2. GM862 GPS seri port bağlantı uçları.

Bağlantı Ucu	GM862 Pin No	İsim	Kullanım
RX_GPS	41	GPS Alma Hattı	GPS seri portun giriş hattı
TX_GPS	35	GPS Gönderme Hattı	GPS seri portun çıkış hattı
GND	2-4	Toprak	Toprak

GPS seri portun, RS232 seri port ile haberleşme bağlantısı yapılırken varsayılan konfigürasyon değerleri 4800 bps, 8, n, 1 şeklinde olacaktır. Bu ayarlar yapılarak GPS seri porttan gelen GPS verileri hyper terminal programı üzerinden izlenmiştir. Şekil 4.6’da Hyper Terminal programı ile ekranda izlenen veriler görülmektedir.

```

$GPGSA,A,1,16,03,06,,,,,,,,,19.3,19.3,1.0*33
$GPRMC,090820.145,V,,,,,,,,,100110,,,N*4F
$GPGGA,090821.145,,,,,0,03,19.3,M,0.0,M,,0000*42
$GPGSA,A,1,16,03,06,,,,,,,,,19.3,19.3,1.0*33
$GPRMC,090821.145,V,,,,,,,,,100110,,,N*4E
$GPGGA,090822.145,,,,,0,03,19.3,M,0.0,M,,0000*41
$GPGSA,A,1,16,03,06,,,,,,,,,19.3,19.3,1.0*33
$GPRMC,090822.145,V,,,,,,,,,100110,,,N*4D
$GPGGA,090823.145,,,,,0,03,19.3,M,0.0,M,,0000*40
$GPGSA,A,1,16,03,06,,,,,,,,,19.3,19.3,1.0*33
$GPRMC,090823.145,V,,,,,,,,,100110,,,N*4C
$GPGGA,090824.145,,,,,0,03,19.3,M,0.0,M,,0000*47
$GPGSA,A,1,16,03,06,,,,,,,,,19.3,19.3,1.0*33
$GPGSV,3,1,10,16,54,260,44,06,35,307,42,03,23,307,38,18,67,134,22*79
$GPGSV,3,2,10,21,65,036,,22,41,189,23,29,22,114,,24,20,062,*77
$GPGSV,3,3,10,15,15,065,,19,00,300,*70
$GPRMC,090824.145,V,,,,,,,,,100110,,,N*4B
$GPGGA,090825.145,,,,,0,03,19.3,M,0.0,M,,0000*46
$GPGSA,A,1,16,03,06,,,,,,,,,19.3,19.3,1.0*33
$GPRMC,090825.145,V,,,,,,,,,100110,,,N*4A
$GPGGA,090826.145,,,,,0,03,19.3,M,0.0,M,,0000*45
$GPGSA,A,1,16,03,06,,,,,,,,,19.3,19.3,1.0*33
$GPRMC,090826.145,V,,,,,,,,,100110,,,N*49

```

Şekil 4.6. GM862 GPS portundan alınan NMEA verileri.

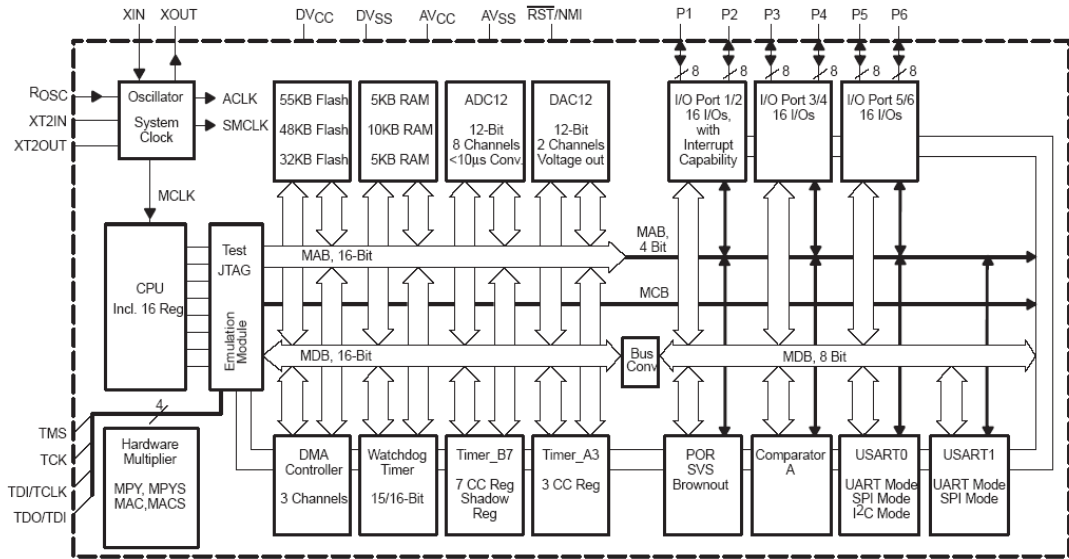
4.2. MSP430 F1611 Mikrodenetleyici

Kullanılan MSP 430 mikrodenetleyicinin özellikleri şunlardır:

- MSP430 Mikrodenetleyici, 1.8- 3.6V aralığında çalışan çok düşük güç tüketimine sahip bir mikrodenetleyicidir. Özellikle mobil uygulamalarda batarya süresinin artırılması için 5 farklı düşük güç modunda çalışabilmektedir.
- 16 bit RISC mimarisi ve merkezi işlem birimine (CPU) sahiptir. Komut döngü süresi 125 ns'dir. Dijital kontrollü osilatörü (DCO) sayesinde 6 µs'den daha kısa zamanda uyku modundan aktif moda geçebilir.
- 2 adet 16 bit timer, 1 adet 12 bit A/D konvertör, 1 adet 12 bit D/A konvertör ve iki adet seri USART'a (Universal Serial Synchronous / Asynchronous Communication Interface) sahiptir.
- 48 adet I/O pini, 3 kanallı DMA ve I²C arayüzü bulunmaktadır.
- 48 Kb Flash hafızası ve 256B Flash bilgi hafızası ve 10 kB RAM hafızası bulundurmaktadır.

-İşlem hızı 32768 Hz olup I²C haberleşme modunda 400 Kbps veri transfer hızına sahiptir. Şekil 4.7’de MSP430 F1611 mikrodenetleyicinin fonksiyonel blok diyagramı görülmektedir

MSP430x161x



Şekil 4.7. MSP430 F1611 fonksiyonel blok diyagramı.

MSP430 Merkezi işlem birimi 16 bit RISC mimarisine sahip olup tüm işlemler register operasyonları olarak yerine getirilir. CPU içerisindeki 16 bit register, komut yürütme süresinin kısalmasını sağlar. İki register arasındaki bir işlem zamanı CPU clock'un 1 cycle (döngü) zamanına karşılık gelir.

İlk 4 register (R0-R3), program counter, stack pointer, status register ve constant generator'dır. Geri kalan register'lar genel amaçlı olarak kullanılmaktadır.

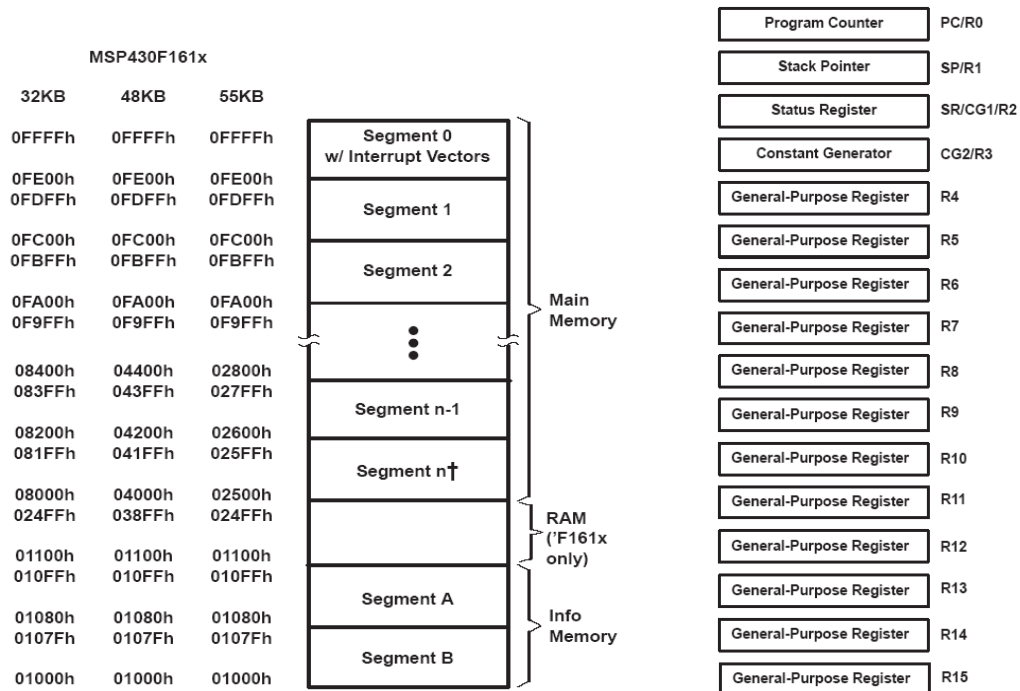
MSP430 komut seti toplam 51 komuttan oluşmaktadır. Bunlar 3 tip format ve 7 adres moduna sahiptir.

MSP430 bootstrap loader (BSL) kullanıcıya, UART seri arayüzü kullanarak flash hafıza yada RAM'i programlama imkanı sunar. Bunun için gerekli pinler:

Data Transmit-----→ Pin13- P1.1

Data Receiver-----→ Pin22- P2.2 şeklindedir.

Flash hafıza; JTAG portu, bootstrap loader yada sistem içi CPU üzerinden programlanabilir. CPU, single byte ve single word yazma işlemlerini, flash hafızaya yapabilir. Flash hafıza her biri 128 byte'tan oluşan 2 segmentlik (A-B) information memory'e ve her biri 512 byte'tan oluşan n segmentlik main memory'e sahiptir. MSP430 F1611 mikrodenetleyicinin segment yapısı ve register seti Şekil 4.8'de görülmektedir.



Şekil 4.8. MSP430 F1611 segment yapısı ve register seti.

Periferal modüller, CPU'ya data, adres ve kontrol bus'ları üzerinden bağlanır.

DMA denetleyici, verilen bir adresten diğerine CPU'dan bağımsız olarak aktarılmasını sağlar. Örneğin DMA denetleyici, verinin ADC12 dönüştürme hafızasından RAM'e aktarılmasında kullanılabilir.

MSP430 mikrodenetleyici ailesinde clock sistemi, 32768 Hz kristal osilatörü, dahili dijital kontrollü osilatör ve yüksek frekanslı kristal osilatörden oluşan temel clock modülü tarafından sağlanır. Temel clock modülü aşağıdaki clock sinyallerini verir.

- *Auxilliary clock (ACLK)*: 32768 Hz kristal ve yüksesek frekans osilatörü tarafından oluşturulur.
- *Main clock (MCLK)* : CPU tarafından kullanılan sistem clock.
- *Sub-Main clock (SMCLK)*: Periferal modüller tarafından kullanılan sub-system clock

MSPS430, 6 adet (P1-P2) dijital I/O portuna sahip olup her biri 8 bitten oluşmaktadır. Tüm I/O portları bağımsız olarak programlanabilir. İnpıt, output ve interrupt durumlarından oluşan kombinasyonlar mümkündür. Tüm komutlarla, port kontrol register'larına okuma / yazma erişimi mümkündür. Watchdog timer'ın (WDT) ana fonksiyonu, yazılım problemleri oluştuğunda yeniden başlatma işleminin kontrollü olarak yapılmasıdır. Seçilen zaman aralığı sona erdiğinde bir sistem reseti oluşturulur.

MSP430 F1611, seri data iletişimde kullanılan USART0 ve USART1 olmak üzere 2 periferal modüle sahiptir. USART0 ve USART1, senkron SPI, asenkron UART ve asenkron I²C haberleşme protokollerini destekler. Bunun için çift buffer'lı transmit ve receive kanallarını kullanır.

MSP430 F1611, Timer_A3 ve Timer_B7 olmak üzere 2 adet 16 bit timer'a sahiptir. Timer_A3, 3 adet register'a sahipken, Timer_B7 7 adet register'a sahiptir. Her ikisi de çoklu karşılaştırma PWM çıkışları ve fasıla zamanlaması gibi işlemleri yapabilir. Timer'lar geniş interrupt kabiliyetlerine sahiptir. Interrupt'lar overflow durumlarında sayaçlar yada karşılaştırma registerları tarafından üretilebilir.

MSP430, "ADC12" adlı 12 bit analog - dijital dönüştürücüye ve "DAC12" adlı 12 bit dijital- analog dönüştürücüye sahiptir.

4.3. Kontrol Devresi

Kontrol devresinin en temel görevi mikrodnetleyici ile GM862 GPS-GSM modülü arasında yapılması gereken fiziksel bağlantıları oluşturmaktır. Bunun yanında,

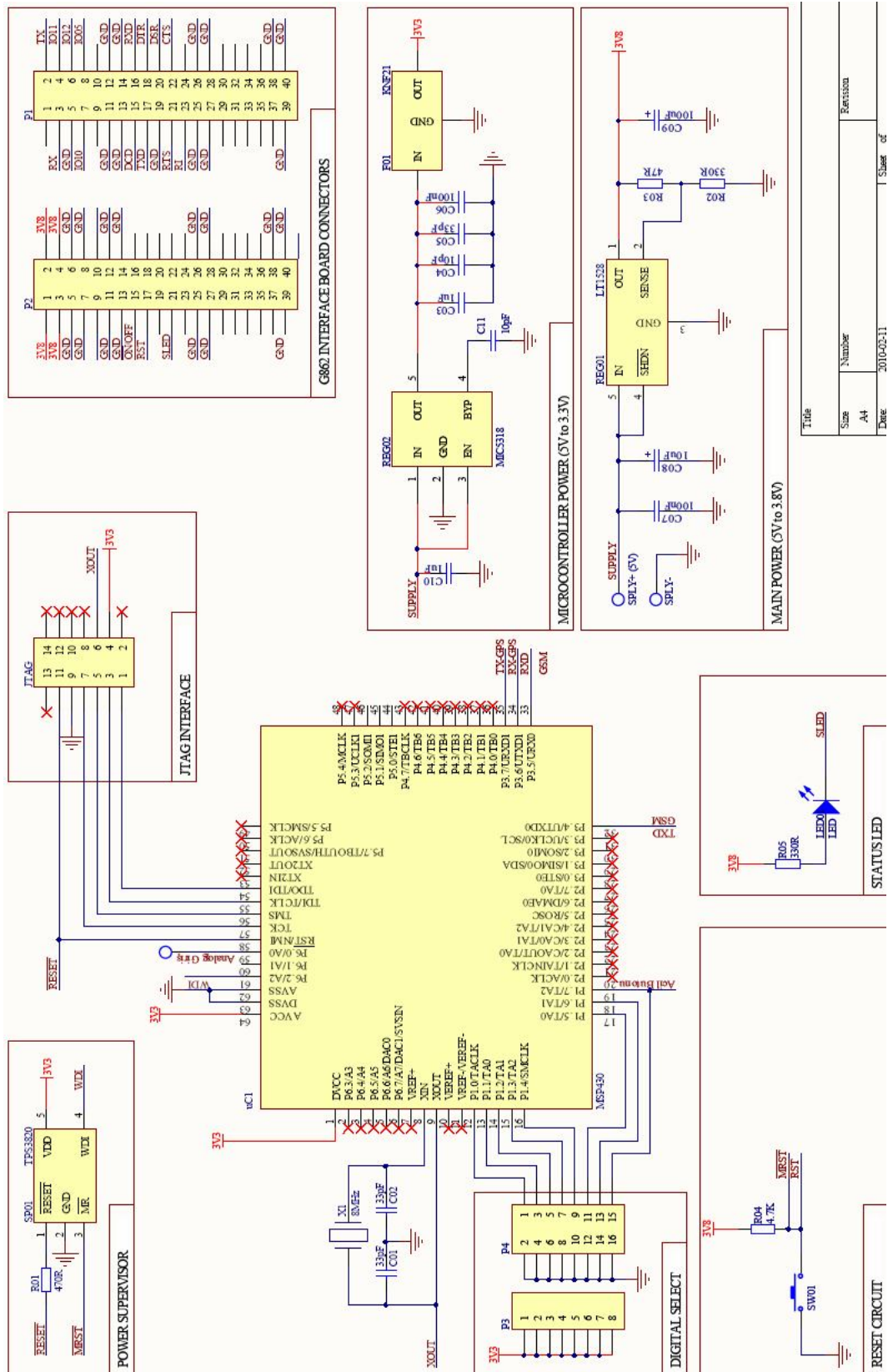
mikrodenetleyici ve GM862 modülün beslenmesinde kullanılacak gerilim değerlerinin elde edilmesi için kontrol devresi üzerinde gerekli tasarımlar yapılmıştır.

Şekil 4.9'daki kontrol devresi şematiğinde görüldüğü gibi GM862 modülü ile veri iletişimi için mikrodenetleyicinin 3. portu kullanılmıştır. GSM modülüne komut göndermek için 4 numaralı bit (Pin32), GSM modülünden bilgi almak için 5 numaralı bit (Pin33) kullanılmaktadır. GPS modülüne komut göndermek için 7 numaralı bit (Pin35), GPS modülünden bilgi almak için 6 numaralı bit (Pin34) kullanılmaktadır. Çizelge 4.3'de, GM862 modülünün GSM ve GPS portları ile bunlara karşılık gelen mikrodenetleyici bağlantı uçlarına ilişkin bilgiler verilmiştir.

Çizelge 4.3. GM862 seri portları ile MSP430 bağlantı uçları.

GM862 Seri Port	MSP430 Port No	MSP430 Bit No	MSP430 Pin No
GSM TX	3	4	32
GSM RX	3	5	33
GPS TX	3	7	35
GPS RX	3	6	34

Şekil 4.9'da MSP430 F1611 kontrol devresi şematik çizimi verilmiştir. Kontrol devresi şemasında görüldüğü gibi, kontrol devresinin ana beslemesi 5V ile yapılmış ancak devre üzerinde 2 farklı gerilim dönüştürücü devre kullanılmıştır. Bunlardan birisi 3.3V diğeri ise 3.8V çıkışa sahiptir. Bu gerilim değerleri mikrodenetleyici ve GM862 modülünün beslenmesi için kullanılmıştır.



Şekil 4.9. Kontrol devresinin şematik çizimi.

Mikrodenetleyicinin beslemesinde kullanılan devrenin çıkışı kararlı ve gürültüden arındırılmış olmalıdır. Çünkü bu noktadaki gerilimde oluşabilecek salınımlar, mikrodenetleyicinin çalışmasını zaafa uğratabilir. Bu yüzden, 3.3V dönüştürme devresinde bir bypass kapasitörü ve çıkış kısmında da KNF21 adlı bir gerilim filtresi kullanılmıştır.

Bunların yanı sıra kontrol devresi üzerinde bir reset devresi bulunmaktadır. Bu devre yardımıyla, bir push butonu kullanılarak, gerektiğinde GM862 modülünün resetlenmesi sağlanmıştır.

Ayrıca, kontrol devresi üzerine bir led konulmuş (status led) ve bu led yardımıyla GSM modülünün durumunun gözlenmesi sağlanmıştır. GSM modülüne gerilim uygulandığında durum ledi yanıp sönmeye başlamaktadır. Bu durum, modülün GSM şebekesine bağlanmaya çalıştığını göstermektedir. Daha sonra led 3 saniyede bir yanıp sönmeye başlamaktadır. Bu durum GSM modülünün şebekeye entegre olduğunu göstermektedir.

Kontrol devresi üzerinde, mikrodenetleyicinin voltaj değişimlerinden etkilenmesini engellemek amacıyla bir gerilim denetleyici entegre devresi kullanılmıştır. Gerilim düzeyi 2.8V değerinin altına düştüğünde MSP430 bu entegre devresi üzerinden resetlenmektedir.

Sistem clock sinyali için 8MHz kristal osilatör kullanılmıştır. Ayrıca mikrodenetleyicinin devre üzerinde iken programlanabilmesi amacıyla JTAG bağlantı uçları çıkarılmış ve konnektör bağlanmıştır.

MSP430 mikrodenetleyicinin 6. portuna ait 0 numaralı bite (Pin59) analog gerilim uygulanmıştır (Çizelge 4.4). Devre üzerine bir potansiyometre konularak girişine 3.3V verilmiş ve direnç değerleri değiştirilerek çıkış geriliminin mikrodenetleyici tarafından okunması sağlanmıştır. Mikrodenetleyiciye uygulanan gerilimin 0.01V hassasiyetle okunması ve her gerilim değerinin 0 ile 255 arasındaki sayılarla ifade edilerek ölçeklenmesi sağlanmıştır.

Mikrodenetleyicinin 1. portuna ait 7 numaralı bite (Pin19) bir push buton bağlanmıştır (Çizelge 4.4). Bu buton yardımıyla herhangi bir anda izleme merkezine SMS verilerinin aktarılabilmesi sağlanmıştır.

Çizelge 4.4. Gerilim girişi ve buton için kullanılan mikrodenetleyici bağlantı uçları.

GİRİŞ	MSP430 Port No	MSP430 Bit No	MSP430 Pin No
GERİLİM	6	0	59
BUTON	1	7	19

4.4. “MSP430 IAR Embedded Workbench” Yazılım Geliştirme Platformu

Bu tez çalışmasında, kontrol devresinde kullanılan MSP430 mikrodenetleyici için kod geliştirme, derleme (compile), bağlama (linking), hata ayıklama ve kodun mikrodenetleyiciye yüklenmesi (debug) işlemleri için “IAR Systems” firması tarafından hazırlanan “IAR Embedded Workbench IDE” yazılım geliştirme platformu kullanılmıştır. Üretilen bu platformun, halen piyasada mevcut olan 8, 16 ve 32 bit segmente sahip birçok mikroişlemci ve mikrodenetleyici için özel sürümleri mevcuttur. Bu çalışmada, “MSP430 IAR Embedded Workbench” sürümü MSP430 IAR Embedded Workbench kullanılarak assembler, C ve C++ dilleriyle yazılım geliştirmek mümkündür.

MSP430 IAR Embedded Workbench, şu alt birimlerden oluşmaktadır:

- IAR MSP430 C/C++ Compiler
- IAR MSP430 Assembler
- IAR XLINK Linker
- IAR XAR Library
- IAR C-SPY Debugger

MSP430 IAR Embedded Workbench, bir text editörüne sahip olup kodlar bu bölümde yazılmaktadır. Yazılan kaynak kodlar C/C++ compiler yardımıyla derlenmekte ve düzeltilerek obje kodlarına dönüştürülmektedir. Oluşturulan obje kodları XLINK Linker yardımıyla birbirine bağlanarak makine koduna dönüştürülür. Makine kodu C-SPY debugger yardımıyla çalıştırılır ve programın doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilir, hatalı bölümler düzeltilir ve program son haline getirilir. Düzeltilen makine kodu yine C-SPY debugger yardımıyla mikrodnetleyicinin hafızasına aktararak işlem tamamlanır. Bunun yanı sıra XAR Library Builder, kullanıcıya kendi library (kütüphane) dosyalarını oluşturma imkanı vermektedir. Bu dosyalar, .h uzantılı olup literatürde “header file” (başlık dosyası) olarak adlandırılır. XAR library içerisinde MSP430 mikrodnetleyiciye has yüzlerce kütüphanesi bulunmaktadır.

4.5. Mikrodnetleyici Yazılım Tasarımı

Gerçekleştirilen araç takip sistemi, mikrodnetleyici ile kontrol edilen bir araç takip cihazı ve bu cihazın bilgisayar üzerinde sayısal harita yardımıyla izlenmesini sağlayan yazılım ve donanım birimlerinden oluşmaktadır. Sistemin çalışması mikrodnetleyici ile kontrol edilmektedir.

Temel olarak, mikrodnetleyici için geliştirilecek yazılım kodu, GPS ve GSM modüllerinin kontrol edilmesini sağlamalı, modüllerden gelecek bilgilerin okunmasını, işlenmesini, yorumlanmasını ve gerekli bilgilerin gerektiği şekilde kullanılmasını sağlamalıdır.

Şekil 4.1’de verilen blok şemasında görüldüğü gibi, GPS konum bilgileri GPS modülü tarafından alınmaktadır. Bu bilgiler ham bilgiler olup birçok bilgi içermektedir. Gelen bu bilgiler mikrodnetleyici tarafından okunmalı ve sadece istenen veriler alınarak belleğe kayıt edilmelidir. Ancak bu bilgiler her 3 saniyede bir güncellendiğinden, en yeni bilgilere sahip olunabilmesi için, bu işlem sürekli olarak

tekrarlanmalıdır. Herhangi bir anda ihtiyaç duyulması halinde bu bilgiler hafızadan okunarak SMS veri alanına aktarılmalıdır.

Ayrıca, GSM modülünün iletişim kurduğu baz istasyonuna ait kimlik bilgilerine de ihtiyaç olduğundan, bu bilgilerin GSM modülünden istenmesi gerekir. Bunun için mikrodenetleyici tarafından GSM modülüne periyodik olarak bazı sorgulama komutları verilmelidir. GSM modülünün verdiği yanıtlar mikrodenetleyici tarafından okunmalı, gerekli kısımlar ayrıştırılarak hafızaya yazılmalı ve her sorgulama sonunda bu bilgiler güncellenmelidir. Herhangi bir anda ihtiyaç duyulması halinde bu bilgiler hafızadan okunarak SMS veri alanına aktarılmalıdır.

Şemada görüldüğü gibi, mikrodenetleyiciye bir analog gerilim uygulanmıştır. Uygulanan gerilimin değeri, potansiyometre (ayarlı direnç) yardımıyla değiştirilebilmektedir. Bu gerilim değeri mikrodenetleyici içerisinde analog/sayısal çevrim yapılarak okunmalıdır. Ayrıca okunan değerler belirli bir aralıkta ölçeklenmelidir. Herhangi bir anda ihtiyaç duyulması halinde bu bilgiler hafızadan okunarak SMS veri alanına aktarılmalıdır.

Mikrodenetleyici için tasarlanan yazılım kodu temel olarak iki farklı girdi (input) için çıktı (output) üretmektedir. Bu durum kabaca şu şekilde özetlenebilir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Mikrodenetleyicinin yürüttüğü temel işlemler

Şekil 4.10'da görüleceği gibi cihaza bir GSM çağrısı gelmesi durumunda ya da cihaz üzerindeki butona basılması halinde SMS gönderilmektedir. SMS çağrısı, izleme merkezindeki modem üzerinden, araç takip yazılımı yardımıyla yapılmaktadır. Her

iki durumda da en güncel bilgiler mikrodnetleyici tarafından SMS verisi içerisinde yazılarak izleme merkezine aktarılmaktadır.

Mikrodnetleyici sürekli olarak GSM modülüne gelen bir çağrı olup olmadığını sorgulamakta ve çağrı gelmesi halinde sonlandırılarak çağrı yapan GSM numarası kaydedilmektedir. Çağrı yapan numaraya SMS gönderilmesi için o numaranın mikrodnetleyiciye daha önceden tanımlanmış olması gerekir. Çağrı yapan numara tanımlı değilse herhangi bir işlem yapılmaz. Mikrodnetleyiciye tanımlanacak numara sayısında herhangi bir sınırlama yoktur. Ancak butona basılması halinde durum farklıdır. Aynı anda tek bir numaraya SMS gönderilebileceğinden, butona basıldığı durumda SMS gönderilecek numara tanımlaması için tek bir numara seçeneği vardır.

Gönderilen SMS verisi içerisindeki veriler şunlardır:

- GPS Verileri
- GSM Verileri
- Analog Voltaj Verileri

GPS Verileri

Fix Quality (GPS sinyal doğruluğu), Fix Type (GPS uydu sayısının çokluğu), Latitude (Enlem), N/S (Kuzey/Güney), Longitude (Boylam), E/W (Doğu/Batı), Altitude (Yükseklik), Altitude Unit (Yükseklik birimi), Velocity (Hız), Heading (Yön bilgisi)

GSM Verileri

Operator (Kullanılan SIM kartın bağlı olduğu GSM operatörü)

LAC (Local Area Code- GSM operatörüne ait yerel alan kodu)

CID (Cell ID- Kullanılan baz istasyonu sektörüne ait hücresel kimlik numarası)

Analog Voltaj Verileri

Cihaza girilen 0-2.5V aralığındaki analog voltaj verileridir. Bu veriler 0.01 volt hassasiyetle okunabilmektedir. Dolayısıyla 1-255 aralığında ölçeklenebilir ve herhangi bir analog ölçüm değerinin iletilmesinde kullanılabilir.

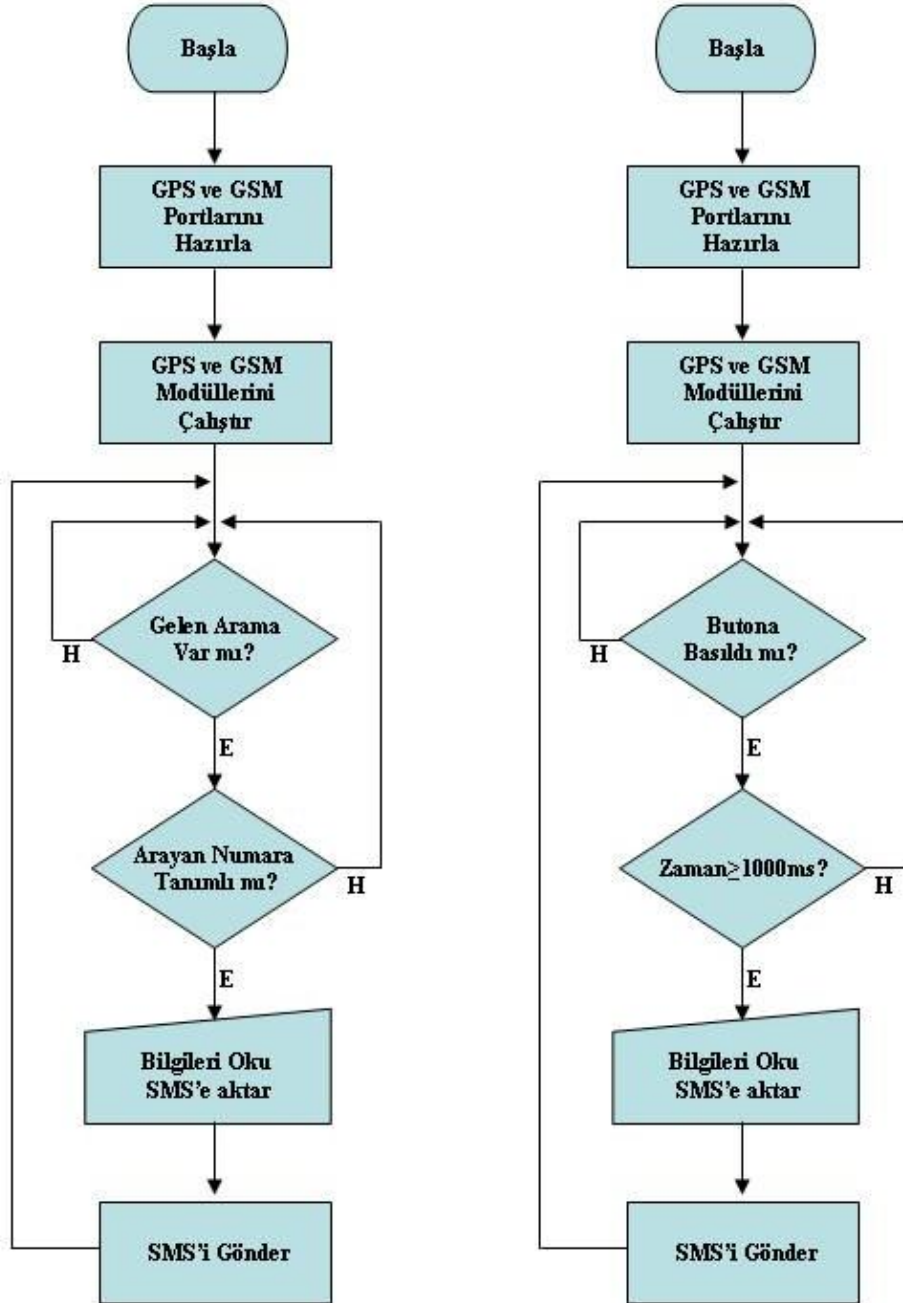
Mikrodenetleyici yazılımının geliştirilmesinde C programlama dili kullanılmıştır. Geliştirilen yazılım, temel olarak bir main(ana) fonksiyonu, bir application main(uygulama) fonksiyonu ve buna bağlı olarak çalışan diğer alt fonksiyonlardan oluşmaktadır. Kullanılan alt fonksiyonlar, GPS ve GSM portlarını başlatmak, GPS ve GSM portlarının konfigürasyonunu yapmak, Timer ve Interrupt işlemlerini yapmak gibi görevleri yerine getirmektedir.

Ana (Main) fonksiyon, merkezi işlem biriminin (CPU) başlangıç noktası olup bu fonksiyon yardımıyla mikrodenetleyici hazır hale getirilmesi sağlanır. Mikrodenetleyicinin hazır hale getirilmesine yönelik işlemler, watchdog timer'ın kapatılması, kristal osilatörün başlatılması, timer'ın başlatılması, interrupt (kesme) eyleminin aktif edilmesi gibi işlemlerdir. Mikrodenetleyici hazır hale geldikten sonra uygulama fonksiyonu (application main) çağırılır ve program bu fonksiyon üzerinden icra edilir.

Geliştirilen yazılım iki koldan işletilmekte olup, oluşturulan akış diyagramı Şekil 4.11'de verilmiştir. Uygulama fonksiyonu çağırıldıktan sonra GPS ve GSM modülleri ile veri alış verişi için mikrodenetleyici üzerinde tahsis edilen portlar ayarlanarak hazır duruma getirilir. Daha sonra bu portlar üzerinden gönderilen komutlar yardımıyla GPS ve GSM modülleri çalıştırılır. Eğer GSM modülüne bir arama gelirse arayanın numara bilgisi alınarak tanımlı olup olmadığı kontrol edilir. Arayan numara tanımlı ise en son bilgiler okunarak SMS veri alanına aktarılır ve hazırlanan SMS arayan numaraya gönderilir. Eğer numara tanımlı değilse SMS gönderilmez.

Diğer yandan, cihaz üzerindeki butona basılıp basılmadığı sürekli olarak sorgulanır. Butona basıldığı anda, buton sayacı çalışmaya başlar. Butona basma süresi, 1000ms

ya da daha uzun ise en son bilgiler SMS veri alanına aktarılır ve daha önceden tanımlanmış bir numaraya gönderilir.



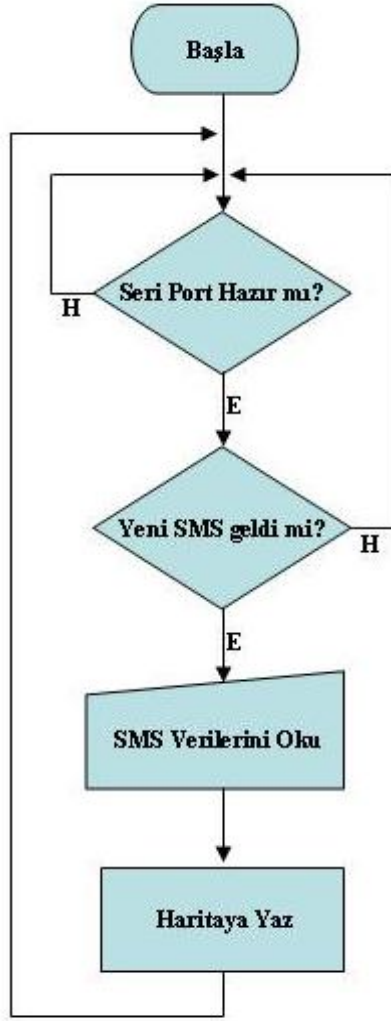
Şekil 4.11. Uygulama yazılımı akış şeması. a) Gelen arama. b) Butona basma.

4.6. Araç Takip Yazılımı

Gerçekleştirilen sistemde, araç takip cihazı tarafından gönderilen SMS bilgileri PC üzerinde bulunan bir GSM modem yardımıyla alınmaktadır. GSM modem, bilgisayara RS-232 seri portu üzerinden bağlanmaktadır. GSM modeme gelen SMS verilerinin bilgisayara aktarılması için bir araç takip yazılımı geliştirilmiştir. Araç takip yazılımı ile modeme gönderilen komutlar sayesinde en son SMS verilerinin okunması sağlanmaktadır. Okunan SMS verileri yine araç takip yazılımı ile işlenerek ekranda gösterilmektedir. Ayrıca SMS verileri içindeki GPS konum bilgileri, araç takip yazılımına entegre edilen sayısal harita üzerine işaretlenerek aracın izlenmesi sağlanmaktadır. Yapılan çalışmada, Solomon SCMi250 USB GSM modem kullanılmıştır. Gelen SMS'in seri porttan okunması için AT komut setinden yararlanılmıştır.

Araç takip yazılımının geliştirilmesinde, Borland Delphi 7.0 kullanılmıştır. Gerçekleştirilen araç takip yazılımına ait akış diyagramı Şekil 4.12'de verilmiştir. Araç takip yazılımı çalıştırıldığında, sürekli olarak SMS okuma komutu gönderilir ve yeni gelen SMS olup olmadığı kontrol edilir. Eğer yeni SMS gelmişse, veriler okunur, ilgili bölümlere yazdırılır ve koordinat bilgileri harita üzerine işaretlenir.

Gelen koordinat bilgilerinin harita üzerinde gösterilmesi için MapInfo tabanlı vektör haritaları kullanılmıştır. Ancak MapInfo haritalarının görsel yazılım uygulamaları tarafından kullanılabilmesi için MapX adlı bir activeX bileşenine ihtiyaç vardır. Bu program bilgisayara kurularak çalıştırılmış ve mevcut vektör harita katmanları programa eklenmiştir. Harita katmanları eklenerek oluşturulan harita dosyalarına, geoset (coğrafya seti) dosyası denir ve bu dosyalar .gst uzantısına sahiptir. Geoset harita dosyaları bilgisayara kaydedildikten sonra araç takip yazılımı tarafından çağırılarak ilgili harita katmanlarının açılması sağlanır.



Şekil 4.12. Araç takip yazılımı akış diyagramı

GSM modem yardımıyla alınan örnek SMS şu formata sahiptir:

"GPS(1,2,3852.5391,E,03289.5645,N,1124,M,0.24,236.67) GSM(28601,79E6,6EA5) VOLT(127)"

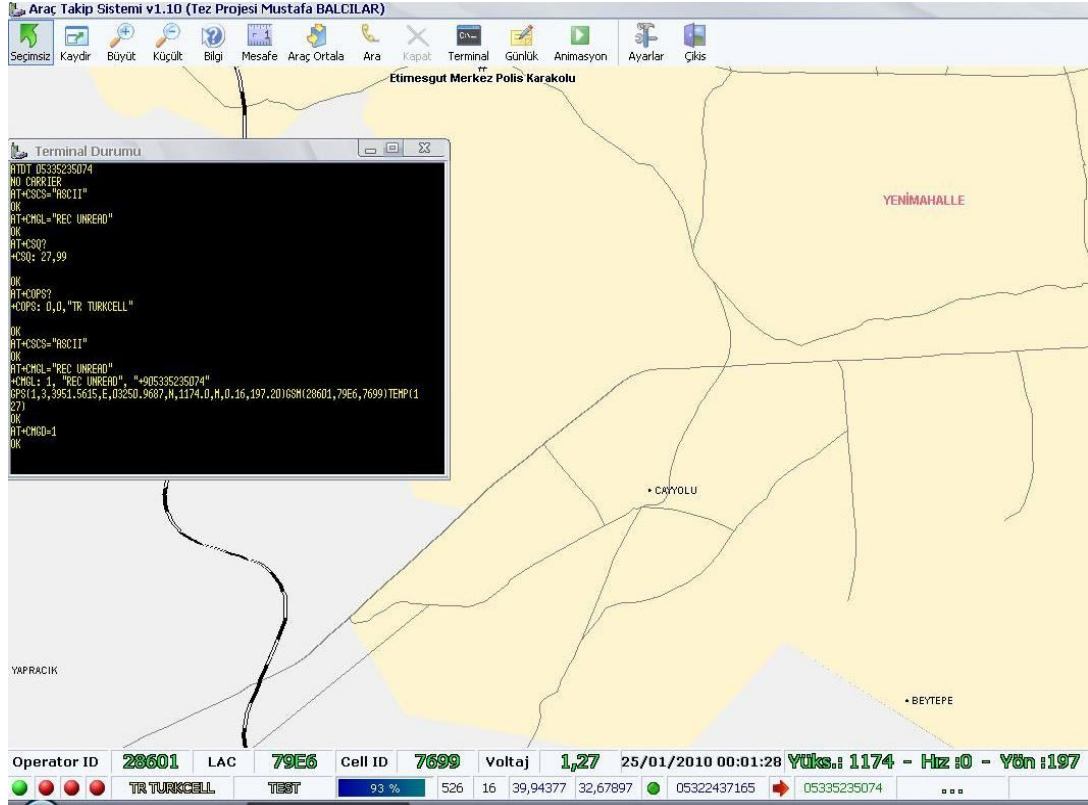
Burada, her bir veriden sonra virgöl konulmuş olup verilerin yazılım üzerinde işlenmesinde bu virgüllerden yararlanılmıştır.

SMS paketi içindeki verilerin alabileceği değerler ve anlamları aşağıda verilmiştir:

- FixQuality: GPS konumunun doğruluğunu ifade eder. 3 değer alabilir:
 - 0 - Fix not available or invalid
 - 1 - GPS SPS Mode, fix valid
 - 2 - Differential GPS, SPS Mode, fix valid
- FixType: GPS uydu sayısının çokluğunu ifade eder.

- 1 - Fix Not Available
- 2 - 2D Fix
- 3 - 3D Fix
- Latitude: Enlem
Latitude in ddmm.mmmm format
- N/S marker: Kuzey/Güney
N - North
S - South
? - Unkown
- Longitude: Boylam
longitude in dddmm.mmmm format
- E/W marker:
E - East
W - West
? - Unknown
- Altitude: Yükseklik
- AltitudeIndicator: Yükseklik birimi
M - Meter
- Velocity: Hız
- Heading: Yön (kuzey ile yapılan açı)
- MCC (Mobil Ülke Kodu)+ MNC (Mobil Şebeke Kodu)
286 01 (TURKCELL)
286 02 (VODAFONE)
286 03 (AVEA)
- LAC (Yerleşim Bölgesi Kodu)
4 Dijit (Hex)
- CID (Hücre Kimlik Numarası)
4 Dijit (Hex)
- VOLT: Cihaza girilen analog voltaj bilgisi
0 – 255 arası değerler.

SMS verisi içerisinde gelen bu bilgiler Şekil 4.13’de görüldüğü gibi araç takip yazılımı üzerinde görüntülenir.



Şekil 4.13. Araç takip yazılımı ekran görüntüsü.

Şekil 4.13’de görüleceği gibi, araç takip yazılımının sol üst bölümünde harita işlemleri ile ilgili menüler yer almaktadır. Bu menüler kullanılarak, haritayı yakınlaştırma, uzaklaştırma, kaydırma işlemleri yapılabilir. Ayrıca, aracın harita üzerindeki konumunun ortalanması sağlanabilir. Harita üzerindeki iki nokta arası mesafenin ölçümü yapılabilir.

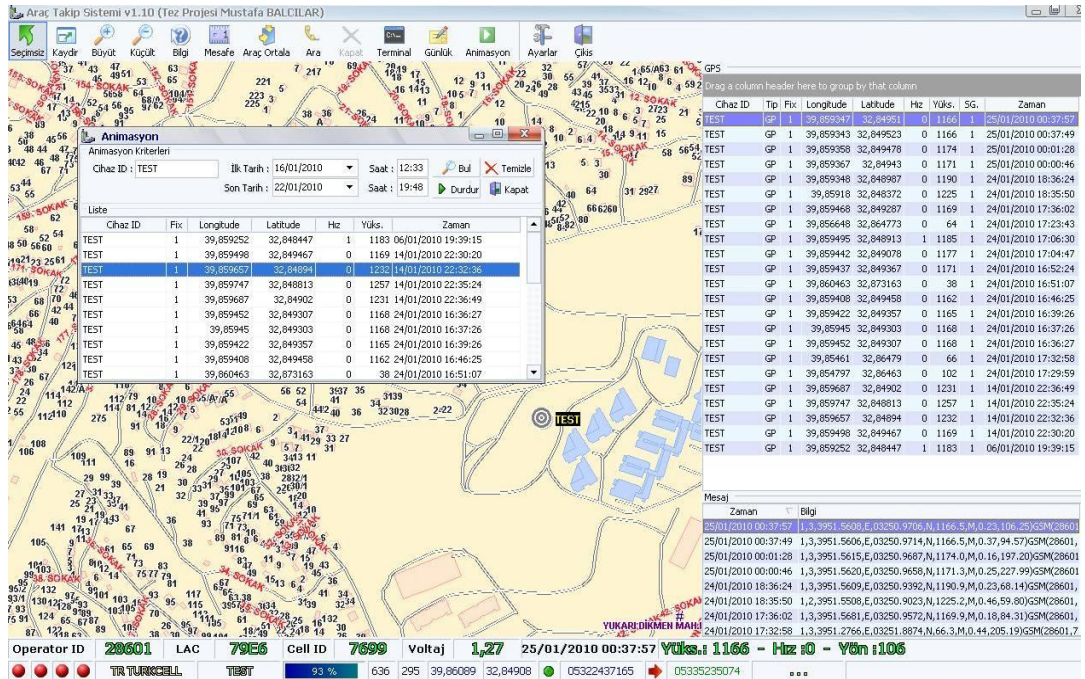
Yazılımın üst orta bölümünde, araç takip cihazından SMS alınabilmesi için bir arama butonu mevcuttur. “Terminal” menüsü ile, yapılan arama ve diğer seri port iletişim aktivitelerinin gözlenmesi mümkündür. Yine bu bölümdeki “Günlük” menüsü yardımıyla, gelen tüm SMS mesajlarının içeriği liste halinde görülebilir. “Animasyon” menüsü ile de daha önce kaydedilen GPS verilerine göre aracın

hareket güzergahı izlenebilmektedir. Kaydedilen verilerin ve animasyon penceresinin görünümü Şekil 4.14’de verilmiştir.

Ayarlar menüsünün alt menülerinde GSM modemın seri port bağlantı bilgileri, araç takip cihazının tanımlama bilgisi ve telefon numarası, cihazın bulunduğu araca ilişkin tanımlayıcı bilgiler ve kullanılan haritanın bilgisayar üzerindeki erişim yolu gibi seçenekler bulunmaktadır.

Şekil 4.14’de verilen ekran görüntüsünde görüleceği gibi SMS mesajı içerisinde gelen bilgiler yazılımın alt kısmında yer almaktadır. GSM modem ve araç takip cihazı içindeki SIM karta ait telefon numaraları da bu bölümde gösterilmiştir. Bunların yanında GSM modemın bağlı bulunduğu baz istasyonunun sinyal düzeyi de oransal olarak verilmiştir.

Araç takip cihazı üzerindeki butona basıldığında da SMS bilgisi alınarak harita bilgileri güncellenmektedir.



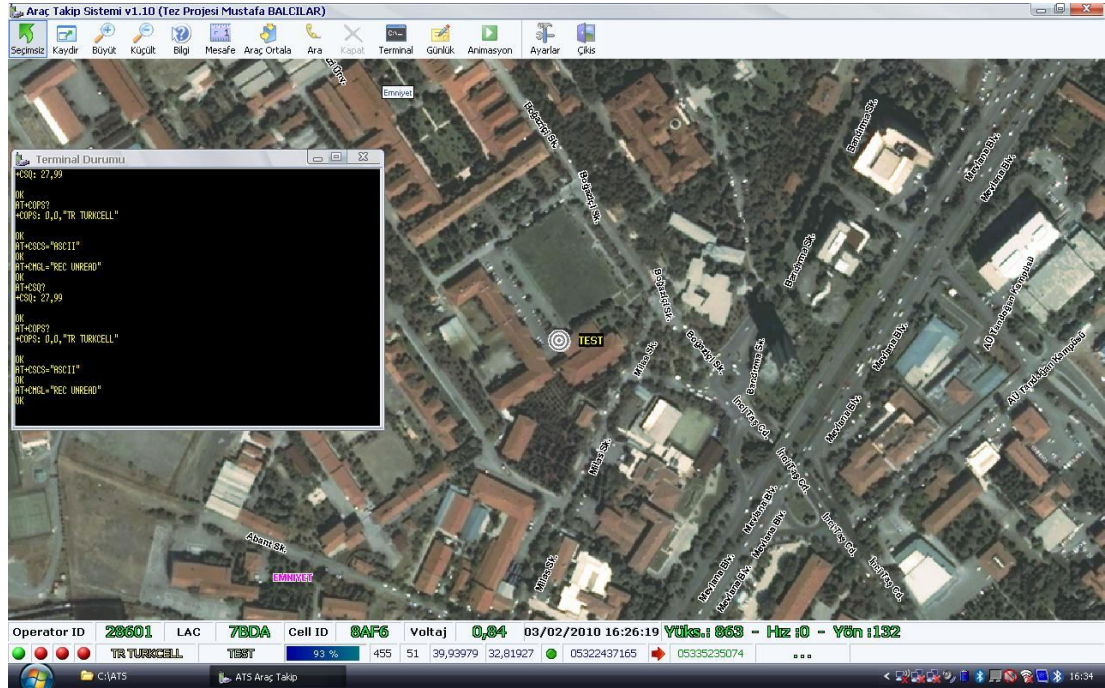
Şekil 4.14. SMS bilgilerini ve animasyon penceresini gösteren ekran görüntüsü.

5. UYGULAMA SONUÇLARI VE PERFORMANS TESTLERİ

Sistemin çalışma performansının ölçülmesi amacıyla, geliştirilen araç takip cihazı, dizüstü bilgisayar ve bir GSM modem kullanılarak testler yapılmış ve bazı bölgelerde ölçümler alınmıştır. Yapılan ölçümler ve sonuçları takip eden bölümlerde verilmiştir.

5.1. Araç Durur Halde iken Yapılan Ölçümler

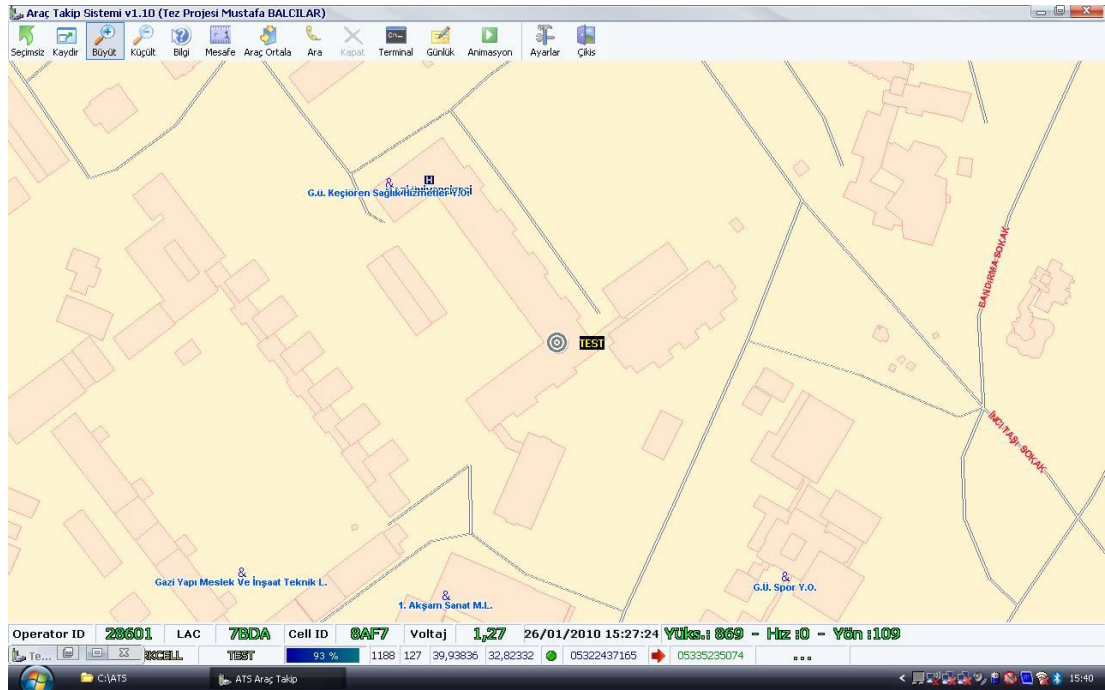
Birinci ölçüm, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi içerisindeki halı sahanın yanındaki oto parkta alınmıştır. İç içe olan küçük yuvarlak işaret aracın bulunduğu yeri göstermektedir (Şekil 5.1). Alınan ölçümlere göre harita üzerinde işaretlenen konum ile gerçek konumumuz arasında sadece 5m civarında bir fark olduğu görülmüştür. Araç park halinde olduğundan hızın sıfır olduğu gözlenmiştir. Ayrıca park halinde iken yön bilgisi anlamlı değildir. Voltaj bilgisi 0,84V olarak okunmuştur. Yükseklik 863m'dir.



Şekil 5.1. Birinci ölçümün ekran görüntüsü

Alınan GSM baz istasyonu bilgilerine bakıldığında, 28601 ile Turkcell operatörü üzerinden servis alındığı anlaşılmaktadır. Onaltılık (hex) formda gelen LAC ve CID bilgileri ondalık düzene çevrildiğinde, LAC:31706(7BDA) ve CID:35574(8AF6) olduğu görülmüştür. Bu değerler Turkcell veritabanından kontrol edildiğinde “Gazi Eğitim Fakültesi” adresindeki baz istasyonuna ait olduğu anlaşılmıştır. Bulunduğumuz konumun baz istasyonuna uzaklığı yaklaşık 800m olduğu görülmüştür.

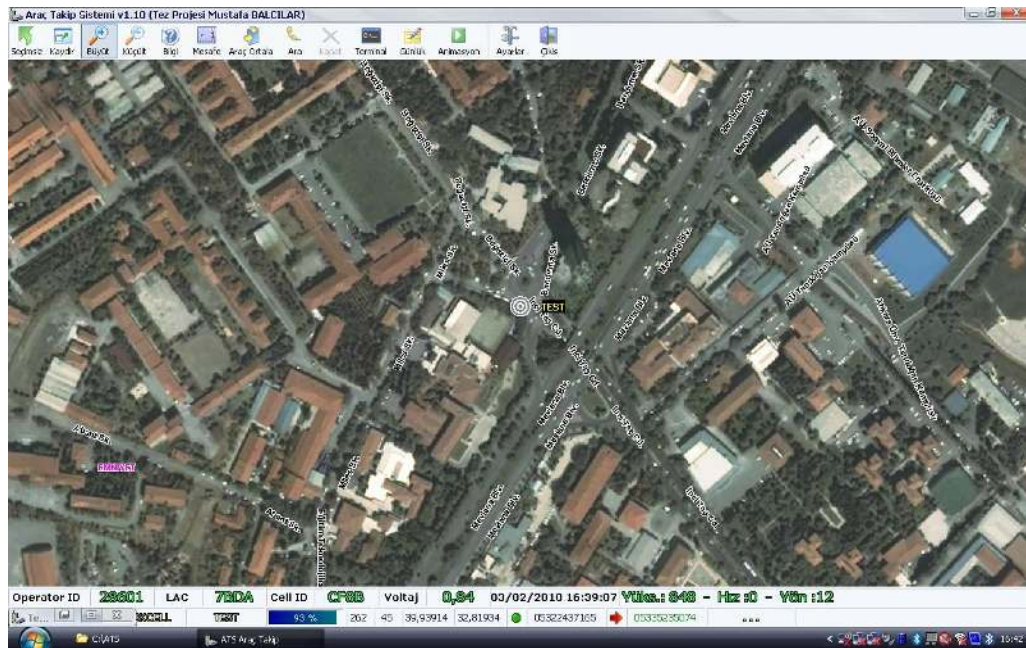
İkinci ölçüm, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesinde bina içerisindeki bir pencere kenarında yapılmıştır (Şekil 5.2). Alınan ölçümlere göre harita üzerinde işaretlenen konum ile gerçek konumumuz arasında 10m civarında bir fark olduğu görülmüştür. Bu ölçümde GPS anteninin pencere kenarında olması sebebiyle gördüğü GPS uydu sayısının daha az olduğu ve bu nedenle konum hesaplamasında meydana gelen hatanın arttığı değerlendirilmiştir. Ölçüm sabit halde yapıldığından hızın sıfır olduğu gözlenmiştir. Ayrıca sabit halde iken yön bilgisi anlamlı değildir. Voltaj bilgisi 1,27V olarak okunmuştur.



Şekil 5.2. İkinci ölçümün ekran görüntüsü

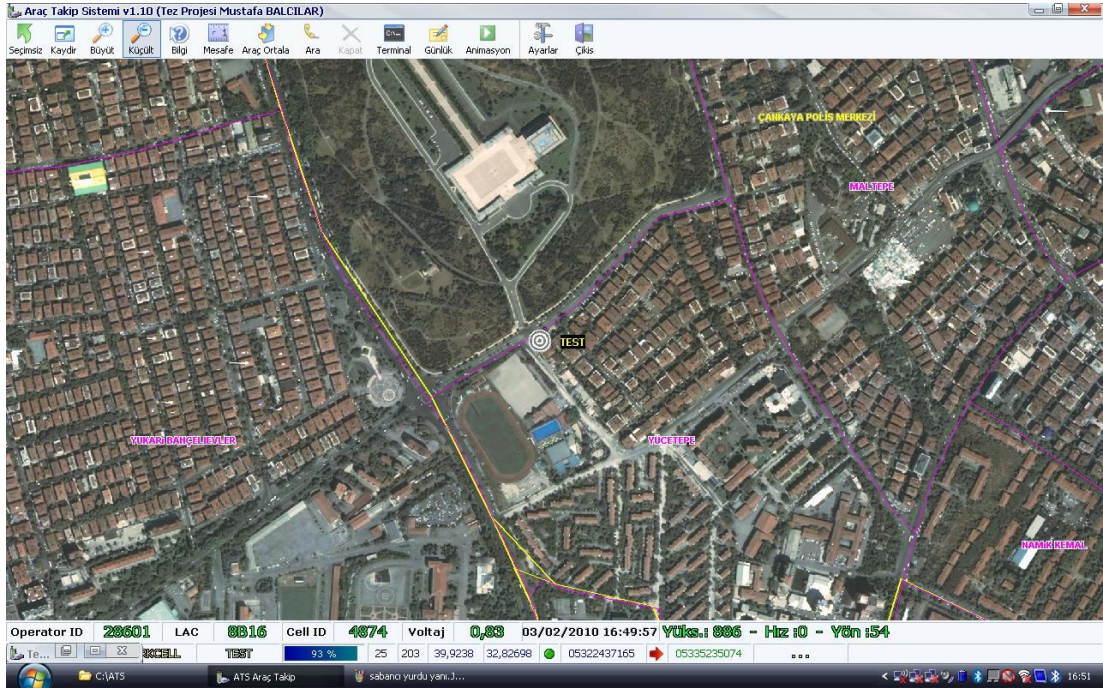
Birinci ölçümün yapıldığı nokta ile ikinci ölçümün yapıldığı nokta çok yakın olduğundan bu iki noktanın yüksekliğinin yaklaşık aynı olduğu söylenebilir. Ancak ikinci ölçümde yüksekliğin 869m olduğu ve birinci ölçüme göre 6m'lik bir farkın ortaya çıktığı görülmüştür. Bu hata da yine GPS anteninin gördüğü uydu sayısının daha az olmasından kaynaklanmaktadır. Alınan GSM baz istasyonu bilgilerine bakıldığında, 28601 ile Turkcell operatörü üzerinden servis alındığı anlaşılmaktadır. Onaltılık (hex) formda gelen LAC ve CID bilgileri ondalık düzene çevrildiğinde, LAC:31706(7BDA) ve CID:35575(8AF7) olduğu görülmüştür. Bu değerler Turkcell veritabanından kontrol edildiğinde “Gazi Eğitim Fakültesi” adresindeki baz istasyonuna ait olduğu anlaşılmıştır. Bulunduğumuz konumun baz istasyonuna uzaklığı yaklaşık 800m olduğu görülmüştür.

Üçüncü ölçüm, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi kampüsünden dışarı çıkıldığında, Sabancı kız yurdunun karşısında, Konya Yolu'na yakın bir noktada yapılmıştır. Alınan ölçümlere göre harita üzerinde işaretlenen konum ile gerçek konumumuz arasında sadece 3m civarında bir fark olduğu görülmüştür (Şekil 5.3). Araç park halinde olduğundan hızın sıfır olduğu gözlenmiştir. Park halinde iken yön bilgisi anlamlı değildir. Voltaj bilgisi 0,84V, yükseklik 848m olarak okunmuştur.



Şekil 5.3. Üçüncü ölçümün ekran görüntüsü

Dördüncü ölçüm, Anıtkabir'in Anıttepe semti tarafındaki girişine yakın bir noktada yapılmıştır. Alınan ölçümlere göre harita üzerinde işaretlenen konum ile gerçek konumumuz arasında sadece 4m civarında bir fark olduğu görülmüştür (Şekil 5.4). Araç park halinde olduğundan hızın sıfır olduğu gözlenmiştir. Ayrıca park halinde iken yön bilgisi anlamlı değildir. Voltaj bilgisinin 0,83V, yükseklik 886m olarak okunmuştur.



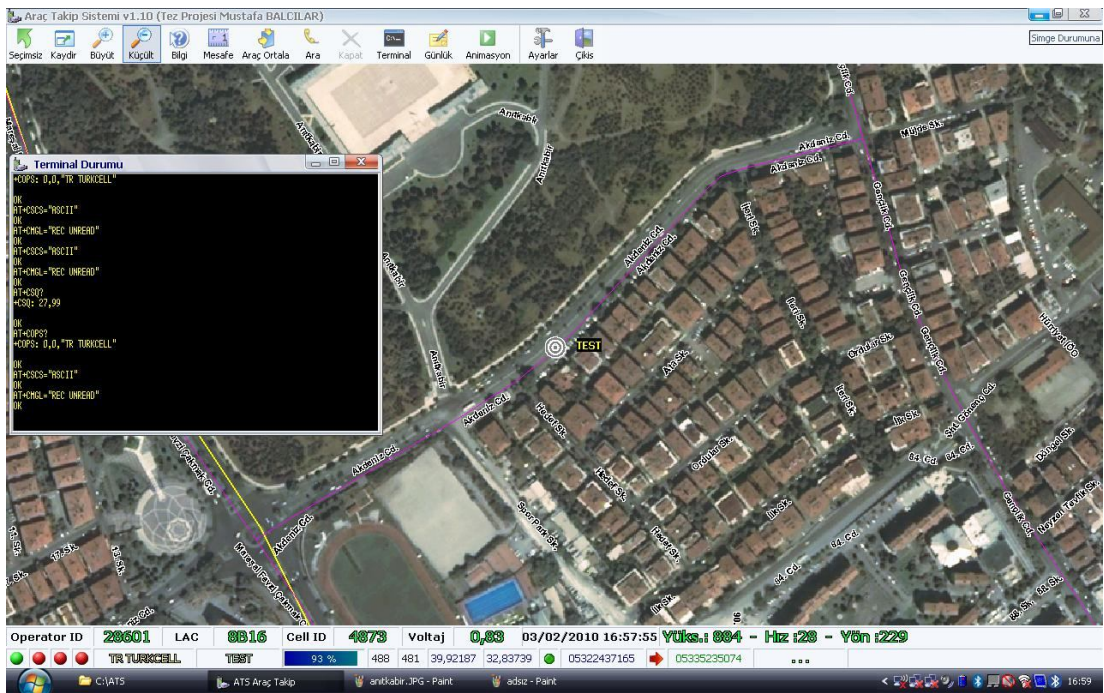
Şekil 5.4. Dördüncü ölçümün ekran görüntüsü

Alınan GSM baz istasyonu bilgilerine bakıldığında, 28601 ile Turkcell operatörü üzerinden servis alındığı anlaşılmaktadır. Onaltılık (hex) formda gelen LAC ve CID bilgileri ondalık düzene çevrildiğinde, LAC:35606(8B16) ve CID:18548(4874) olduğu görülmüştür. Bu değerler Turkcell veritabanından kontrol edildiğinde “Anıttepe Gençlik Caddesi” adresindeki baz istasyonuna ait olduğu anlaşılmıştır.

5.2 Araç Seyir Halinde iken Yapılan Ölçümler

Beşinci ölçüm, Anıtkabir’e paralel giden Akdeniz caddesi üzerinde seyir halinde iken alınmıştır. Hareket halinde olduğundan konumla ilgili çok kesin bir yorum yapmak

mümkün olmamakla birlikte, bulunduğumuz cadde harita üzerinde doğru olarak işaretlenmiştir (Şekil 5.5). Aracın hızı 28 olarak gözlenmiştir. Ancak bu değer knots cinsinden olduğundan km/h cinsine çevirmek için 1,852 ile çarpılmalıdır. Bu durumda hız 51,856 olarak ortaya çıkar. Bu değer araç göstergesinden okunan değerle tutarlı olduğu görülmüştür. Yön bilgisi 229 olarak okunmuş olup harita üzerinden bu bilginin de sağlıklı olduğu anlaşılmaktadır. Voltaj bilgisinin 0,83 olarak okunduğu görülmüş, yükseklik ise 884m olarak hesaplanmıştır.

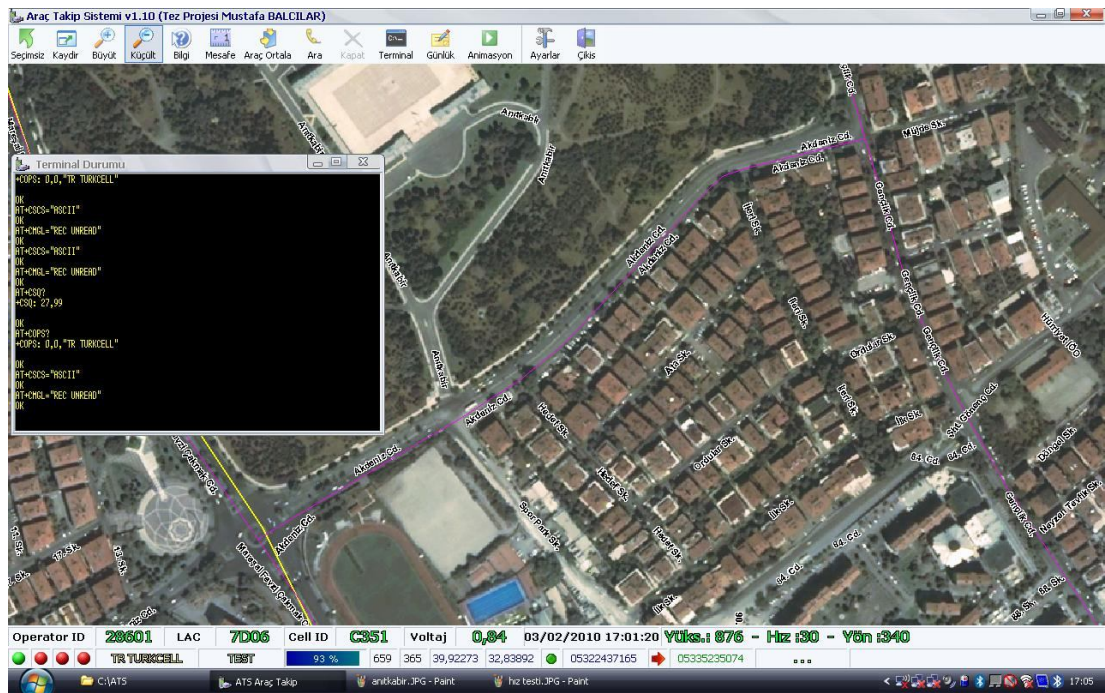


Şekil 5.5. Beşinci ölçümün ekran görüntüsü

Alınan GSM baz istasyonu bilgilerine bakıldığında, 28601 ile Turkcell operatörü üzerinden servis alındığı anlaşılmaktadır. Onaltılık (hex) formda gelen LAC ve CID bilgileri ondalık düzene çevrildiğinde, LAC:35606(8B16) ve CID:18547(4873) olduğu görülmüştür. Bu değerler Turkcell veritabanından kontrol edildiğinde “Anıttepe Gençlik Caddesi” adresindeki baz istasyonuna ait olduğu anlaşılmıştır.

Altıncı ölçüm, Akdeniz caddesi’nden Mareşal Fevzi Çakmak caddesi’ne çıkılarak Beşevler istikametinde seyir halinde iken alınmıştır (Şekil 5.6). Hareket halinde olduğundan konumla ilgili çok kesin bir yorum yapmak mümkün olmamakla birlikte,

bulduğumuz cadde doğru olarak işaretlenmiştir. Aracın hızı 30 olarak gözlenmiştir. Ancak bu değer knots cinsinden olduğundan km/h cinsine çevirmek için 1,852 ile çarpılmalıdır. Bu durumda hız 55,56 olarak ortaya çıkar. Bu değer araç göstergesinden okunan değerle tutarlı olduğu gözlenmiştir. Yön bilgisi 340 olarak okunmuş olup harita üzerinden bu bilginin gerçeğe uygun olduğu anlaşılmıştır. Voltaj bilgisinin 0,84 olarak okunduğu görülmüş, yükseklik ise 876m olarak hesaplanmıştır.

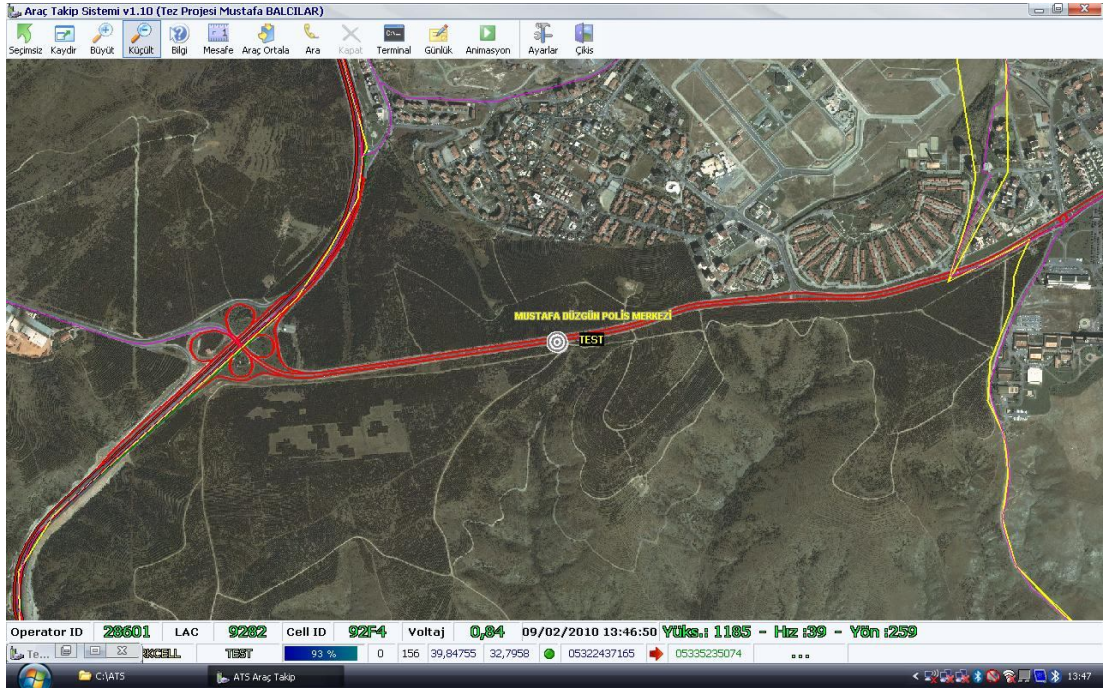


Şekil 5.6. Altıncı ölçümün ekran görüntüsü

Alınan GSM baz istasyonu bilgilerine bakıldığında, 28601 ile Turkcell operatörü üzerinden servis alındığı anlaşılmaktadır. Onaltılık (hex) formda gelen LAC ve CID bilgileri ondalık düzene çevrildiğinde, LAC:32006(7D06) ve CID:50001(C351) olduğu görülmüştür. Bu değerler Turkcell veritabanından kontrol edildiğinde “Deneme Lisesi” adresindeki baz istasyonuna ait olduğu anlaşılmıştır.

Yedinci ölçüm, Oran Sitesi’nden Konya Yolu kavşağına doğru giderken Turan Güneş Bulvarı üzerinde hareket halinde iken alınmıştır (Şekil 5.7). Hareket halinde olduğundan konumla ilgili çok kesin bir yorum yapmak mümkün olmamakla birlikte,

bulduğumuz cadde ve yaklaşık konumumuz doğru olarak işaretlenmiştir. Aracın hızı 39 olarak okunmuştur. Ancak bu değer knots cinsinden olduğundan km/h cinsine çevirmek için 1,852 ile çarpılmalıdır. Bu durumda hız 72,22 olarak ortaya çıkar. Bu da araç göstergesinden okunan değere uygundur. Yön bilgisi 259 olarak okunmuş olup harita üzerinden bu bilginin gerçeğe uygun olduğu anlaşılmıştır. Voltaj bilgisi değiştirilmemiş ve 0,84 olarak okunmuş, yüksekliğin 1185m olduğu görülmüştür.

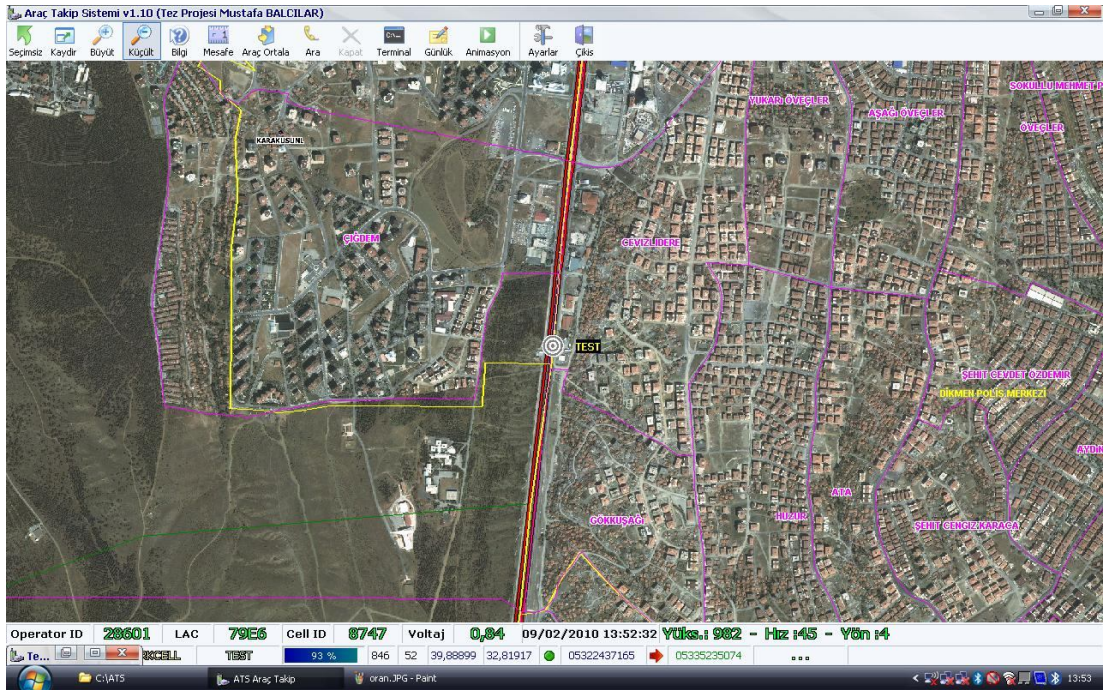


Şekil 5.7. Yedinci ölçümün ekran görüntüsü

Alınan GSM baz istasyonu bilgilerine bakıldığında, 28601 ile Turkcell operatörü üzerinden servis alındığı anlaşılmaktadır. Onaltılık (hex) formda gelen LAC ve CID bilgileri ondalık düzene çevrildiğinde, LAC:37506(9282) ve CID:37620(92F4) olduğu görülmüştür. Bu değerler Turkcell veritabanından kontrol edildiğinde “Ahlatlıbel Taşpınar Köyü” adresindeki baz istasyonuna ait olduğu anlaşılmıştır.

Sekizinci ölçüm, Konya Yolu’ndan AŞTİ istikametine doğru giderken Cevizlidere mevkiinde hareket halinde iken alınmıştır (Şekil 5.8). Hareket halinde olduğundan konumla ilgili çok kesin bir yorum yapmak mümkün olmamakla birlikte, bulduğumuz cadde ve yaklaşık konumumuz doğru olarak işaretlenmiştir. Aracın

hızı 45 olarak okunmuştur. Ancak bu değer knots cinsinden olduğundan km/h cinsine çevirmek için 1,852 ile çarpılmalıdır. Bu durumda hız 83,34 olarak ortaya çıkar. Bu değer araç göstergesinden okunan değerle tutarlıdır. Yön bilgisi 4 olarak okunmuş olup harita üzerinden bu bilginin gerçeğe uygun olduğu anlaşılmaktadır. Voltaj bilgisi değiştirilmemiş ve 0,84 olarak okunmuş, yüksekliğin 982m olduğu görülmüştür.



Şekil 5.8. Sekizinci ölçümün ekran görüntüsü

Alınan GSM baz istasyonu bilgilerine bakıldığında, 28601 ile Turkcell operatörü üzerinden servis alındığı anlaşılmaktadır. Onaltılık (hex) formda gelen LAC ve CID bilgileri ondalık düzene çevrildiğinde, LAC:31206(79E6) ve CID:34631(8747) olduğu görülmüştür. Bu değerler Turkcell veritabanından kontrol edildiğinde “Konya Yolu 9. Km Opet No:229 Balgat 06450” adresindeki baz istasyonuna ait olduğu anlaşılmıştır.

5.3. PDA (Personal Digital Assistant) Kullanılarak Yapılan Ölçümler

Daha önce durur halde yapılan bazı ölçüm noktalarında bir de PDA ile ölçümler yapılmıştır. Böylece gerçekleştirilen sistem ile elde edilen bazı bilgilerin başka bir referans cihazla karşılaştırılabilmesi sağlanmıştır. Gerçekleştirilen sistemle yapılan 1. ölçüm, 3. ölçüm ve 4. ölçüm noktalarında alınan koordinat bilgileri ile aynı noktalarda PDA ile alınan bilgilerin karşılaştırması Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Gerçekleştirilen sistemden alınan bilgilerle PDA ile alınan bilgilerin karşılaştırılması

Ölçüm Noktası	Enlem	Boylam	Yükseklik	Kullanılan Ürün
Birinci ölçüm	39.93979	32.81927	863m	Sistem
	39.93986	32.81915	882m	PDA
Üçüncü ölçüm	39.93914	32.81934	848m	Sistem
	39.93923	32.81923	869m	PDA
Dördüncü ölçüm	39.92380	32.82698	886m	Sistem
	39.92388	32.82710	903m	PDA

Çizelge 5.1’de görüleceği gibi 1. ölçüm noktasında (Şekil 5.1) sistemden alınan bilgilerle PDA ile alınan bilgilerin yakın olduğu görülmektedir. Bu iki koordinatın belirttiği konumlar arası uzaklık hesaplandığında 12m olduğu ortaya çıkmaktadır. Hesaplanan yükseklik bilgileri arasında da 19m fark olduğu görülmüştür. 3. ölçüm noktasında (Şekil 5.3) sistemden alınan bilgilerle PDA ile alınan bilgilerin de yakın olduğu görülmektedir. Bu iki koordinatın belirttiği konumlar arası uzaklık hesaplandığında 13m olduğu görülmektedir. Hesaplanan yükseklik bilgileri arasında da 21m fark olduğu gözlenmiştir. 4. ölçüm noktasında (Şekil 5.4) sistemden alınan bilgilerle PDA ile alınan bilgilerin de yakın olduğu görülmektedir. Bu iki koordinatın belirttiği konumlar arasındaki mesafe hesaplandığında 13m olduğu ortaya çıkmaktadır. Hesaplanan yükseklik bilgileri arasında 17m fark olduğu görülmüştür.

5.4. Sistemin Güç Tüketimine İlişkin Ölçümler

Gerçekleştirilen araç takip cihazı ayarlı bir güç kaynağına bağlanarak harcadığı güç miktarı hesaplanmıştır. Sistemin ana besleme gerilim 5V'tur.

Cihaza ilk enerji verildiği anda güç kaynağından 0,06A akım çektiği gözlenmiştir. Buna göre sistemin başlangıç anında harcadığı güç:

$P=V \times I$ güç formülü kullanılarak, $P = 5 \times 0,06 = 300\text{mW}$ olarak bulunur.

GSM modülü şebeke ile bağlantı sağlarken güç kaynağından 0,20A akım çektiği gözlenmiştir. Buna göre sistemin şebekeye bağlanırken harcadığı güç:

$P = 5 \times 0,20 = 1000\text{mW}$ olarak bulunur.

Cihaz, şebekeye bağlandıktan sonra normal çalışma anında güç kaynağından 0,12A akım çektiği gözlenmiştir. Buna göre sistemin normal çalışma halinde iken harcadığı güç:

$P = 5 \times 0,12 = 600\text{mW}$ olarak bulunur.

Cihazdan konum bilgisi alınması için cihaza bir arama yapıldığı anda güç kaynağından 0,27A akım çektiği gözlenmiştir. Buna göre sisteme bir arama yapılması halinde harcadığı güç:

$P = 5 \times 0,27 = 1350\text{mW}$ olarak bulunur.

Cihaz, konum bilgisi iletmek için SMS gönderme anında güç kaynağından 0,16A akım çektiği gözlenmiştir. Buna göre sistemin SMS gönderme anında harcadığı güç:

$P = 5 \times 0,16 = 800\text{mW}$ olarak bulunur.

Yapılan ölçümlerde görüldüğü gibi, sistem en fazla gücü arama gelmesi halinde harcamaktadır. Ancak sistem genellikle normal çalışma halinde bulunacağından, bu durumdaki güç tüketiminin daha önemli olduğu söylenebilir. Yapılan literatür taramasında incelenen sistemlerin normal çalışma halinde iken 1W'ın üzerinde güç tüketimine sahip oldukları görülmüştür [17]. Bu da gerçekleştirdiğimiz sistemin güç tüketimi konusunda başarılı olduğunu göstermektedir.

5.5. Sistemin Gerilim Okuma Doğruluğuna İlişkin Ölçümler

Cihaza üzerinde bulunan potansiyometre ile mikrodnetleyiciye uygulanan 3,3V gerilim değiştirilerek mikrodnetleyici girişindeki gerilim multimetre ile ölçülmüştür. Alınan ölçüm değerleri tabloya kaydedilmiş ve SMS ile gönderilen gerilim değeri ile karşılaştırılmıştır. Böylece mikrodnetleyicinin giriş gerilimini ne kadar doğru okuduğunun değerlendirilmesi sağlanmıştır. Yapılan ölçümlere ilişkin karşılaştırma tablosu Çizelge 5.2de verilmiştir.

Çizelge 5.2 Sisteme girilen gerilim değeri ile okunan gerilim değerinin karşılaştırılması

Giriş Gerilim Değeri	Okunan Gerilim Değeri
0,18	0,19
0,19	0,20
0,20	0,20
0,21	0,22
0,22	0,22
0,23	0,24
0,25	0,25
0,27	0,27
0,30	0,30
0,33	0,33
0,35	0,35
0,39	0,39
0,44	0,44
0,48	0,48
0,53	0,53
0,59	0,59
0,69	0,69
0,72	0,72
0,78	0,78

Giriş Gerilim Değeri	Okunan Gerilim Değeri
0,93	0,94
0,93	0,93
1,23	1,24
1,38	1,39
1,46	1,47
1,59	1,60
1,72	1,74
1,85	1,86
1,97	1,99
2,09	2,11
2,17	2,19
2,28	2,30
2,36	2,39
2,43	2,46
2,52	2,55
2,55	2,55

Çizelge 5.2’de görüldüğü gibi, sistemin girişindeki ölçüm değerleri ile okunan ölçüm değerlerini genel olarak tutarlıdır. Ancak sisteme girilen gerilim değeri arttıkça hatalar ortaya çıkmakta ve daha yüksek gerilim değerlerinde hata oranı artmaktadır. Giriş gerilimi 2,5V’a yaklaştığında okunan gerilimdeki hata 0,003V değerine kadar çıkmaktadır. Gerilimin analog sayısal çevriminde 2500mV referans değer olarak alınmış ve 8bit örnekleme yapılmıştır. 8 bitle gerçekleştirilebilecek tüm kombinasyonlar hesap edilerek 0-255 değerleri arasında örnekleme yapılmıştır. Bu durumda 2500mV değeri eşit aralılarla örneklenerek 255 eşit parçaya bölünmüş ve her bir birim 9,8039216 mV olması gerekirken yaklaşık olarak 10mV kabul edilmiştir. Bu yüzden gerilim yükseldikçe hata miktarı da artmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, GSM teknolojisinin sağladığı servislerden biri olan SMS yoluyla GPS konum bilgilerinin iletilmesine dayanan gerçek zamanlı bir araç takip sistemi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen sistem sayesinde takip edilmek istenilen araç, izleme merkezindeki bilgisayar ekranında sayısal harita üzerinde izlenebilmektedir.

Kullanılmakta olan araç takip sistemleri yoğun şehir bölgeleri, kapalı alanlar vb. yerlerde, GPS alıcılarının konum alamamasından dolayı izleme işlemlerinde kesintiler ortaya çıkmaktadır. Özellikle bir aracın çalınması durumunda, araç üzerinde araç takip sistemi olsa bile kapalı alandaki aracın bulunması mümkün olamamaktadır. Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen sistemde, GPS ile konum belirleme dışında GSM baz istasyonu bilgileri yardımıyla da yaklaşık konum belirlenmesi yapılabilmektedir. Böylece sisteme, konumu belirlemede ikinci bir güvenlik önlemi kazandırılmıştır. Yapılan performans testlerinde, araç takip sisteminin gönderdiği baz istasyonu bilgilerinin, aracın bulunduğu konumun GPS bilgileri ile tutarlı olduğu görülmüştür. Mevcut durumda, baz istasyonu bilgileri yardımıyla yaklaşık konum belirleme, sadece baz istasyonlarının bulunduğu konum ve adres bilgilerine dayalı olarak yapılmaktadır. Bu yüzden bir bölgedeki baz istasyonlarının yoğunluğu ne kadar fazla ise yaklaşık konum bilgisi o derece doğru olmaktadır. Yapılan performans testlerinde, aracın bulunduğu konum ile baz istasyonları arası mesafenin 500m-1500m aralığında olduğu görülmüştür.

Sistemin tasarımında, daha çok kişisel güvenlik ve araç güvenliğine yönelik uygulama fonksiyonlarına sahip olması amaçlanmıştır. Bu maksatla, gerçekleştirilen araç takip cihazı üzerine bir acil durum butonu eklenerek, sistemin kişisel güvenlik fonksiyonuna sahip olması sağlanmıştır. Bu fonksiyon özellikle taksi sürücülerinden, tehlikeye maruz kalmaları durumunda kullanılabilir. Cihazın acil durum butonu araç içerisine gizlenerek ayak yardımıyla kullanılması sağlanabilir. Muhtemel bir tehlike, taksi durağında oluşturulacak izleme merkezine anında bildirilerek acil müdahale yapılabilir. Yapılan performans testlerinde acil durum bildirim

fonksiyonunun sağlıklı biçimde çalıştığı ve anında konum bildirimi yapabildiği görülmüştür.

Gerçekleştirilen araç takip sisteminde, aracın konum bilgileri yanında araçla ilgili bazı analog verilerin de izlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için cihaz üzerine bir potansiyometre yerleştirilmiş ve girişine gerilim uygulanmıştır. Potansiyometrenin çıkışı mikrodenetleyiciye bağlanarak değişen gerilim değerlerinin mikrodenetleyici tarafından okunması sağlanmıştır. Yapılan testlerde mikrodenetleyici tarafından 0-2,5V aralığındaki gerilim değerlerinin düşük hata oranları ile okunabildiği gözlenmiştir. Cihaz üzerindeki potansiyometre yerine araç üzerinde bulunan analog bir ölçme aleti bağlanırsa yapılan ölçüm değerlerinin izleme yapılan merkeze aktarılması sağlanabilir. Örneğin aracın yakıt düzeyi, ortam sıcaklığı, motor sıcaklığı vs. bilgilerden biri bu şekilde iletilebilir. Hâlihazırda cihaza sadece bir tane gerilim girişi yapılmış olup, istendiğinde birden fazla gerilim girişi uygulanarak aynı anda birden fazla analog verinin merkeze iletilmesi mümkündür.

Sistemin tasarım aşamasında, gerçekleştirilecek sistemin düşük güç tüketimine sahip olması öngörülmüştür. Bu amaçla, hem kullanılacak mikrodenetleyici hem de GPS ve GSM modülleri düşük güç tüketimine sahip olacak şekilde seçilmiştir. Gerçekleştirilen sistemin güç tüketiminin tespit edilmesine yönelik yapılan ölçümlerin sonuçları, literatürdeki çalışmalarda verilen ölçüm sonuçları ile karşılaştırıldığında, sistemimizin daha düşük güç tüketimine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Gerçekleştirilen araç takip sistemi SMS desteğiyle çalışan gerçek zamanlı bir sistemdir. İzleme merkezindeki görsel yazılım ile, alınan tüm SMS bilgileri veritabanında tutulmakta ve istenildiği zaman, aracın daha önce bulunduğu konumlar üzerindeki hareketi izlenebilmektedir. Bu yönüyle cihazın aynı zamanda off-line bir araç takip sistemi özelliğine sahip olması sağlanmıştır.

Mevcut durumda sistemde, araç takip cihazına bir arama yapılarak ya da acil durum butonuna basılarak SMS gönderilmektedir. Araç takip görsel yazılımı geliştirilerek,

izleme merkezindeki bilgisayardan cihaza belirli aralıklarla arama yapılması, konum bilgilerinin düzenli ve sürekli olarak alınması sağlanabilir. Yazılım daha da geliştirilerek araç için belirli güzergâhlar ve bölgeler tanımlanması ve aracın güzergâh ya da bölge dışına çıkması halinde alarm sinyali üretilmesi sağlanabilir.

Gerçekleştirilen sistem, insansız hava aracı, zeplin ve helikopter gibi hava uygulamalarında da kullanılabilir. Bu tür uygulamalarda araçla ilgili konum, yükseklik ve hız bilgilerinin yanı sıra bulunduğu ortama ait sıcaklık, basınç, nem vb. bilgiler de alınabilir.

Sistem GSM kapsama alanı içinde olduğu sürece kırsal alanda yabani hayvanların izlenmesinde de kullanılabilir. Bunun yanında kırsal alanda belirli bir bölgedeki bazı çevresel verilerin iletilmesinde kullanılabilir. Böyle bir uygulamada enerji problemini ortadan kaldırmak amacıyla sistemin beslenmesi için güneş enerjisi paneli kullanılabilir.

Sistemde baz istasyonu bilgileri ile yaklaşık konum belirleme sadece baz istasyonlarının bulunduğu konum ve adres bilgilerine dayalı olarak yapılmaktadır. Mikrodenetleyici yazılımı daha da geliştirilerek, GSM şebekesinden sinyal kalitesi, yaklaşık uzaklık vb. bazı yeni verilerin alınması sağlanabilir. Bu bilgiler görsel yazılım yardımıyla, bazı matematiksel algoritmalarla birlikte kullanılarak sayısal harita üzerinde daha kesin ve daha doğru konum bilgisi elde edilebilir.

DGPS tekniği kullanılarak konum belirleme işlemi daha doğru olarak yapılabilir. Gerçekleştirilen sistemde kullanılan GPS modülünün halihazırda DGPS giriş portu mevcut değildir. Bununla birlikte uygun donanım kullanılarak ve yazılımda küçük değişiklikler ile kolaylıkla bir DGPS tekniği kullanılan bir sistemin geliştirebilmesi mümkündür. Ayrıca GPS verileri içerisinde konum belirlenmesini sağlayan uydu sayısı, bu çalışmada gerekli olmayan ve dolayısı ile kullanılmayan birçok NMEA verisi mevcuttur. İleri çalışmalarda gerekli olduğunda bunlar da kolaylıkla kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Uylu, K., “GPS destekli araç navigasyon sistemleri tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-5 (2006).
2. Çivril, Ö., “Araçların uydular yardımıyla dünya üzerindeki konum ve hareketlerinin sayısal haritalar üzerinde izlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 16-22 (2006).
3. Jain, V. R., Bagree, R., Kumar, A., Ranjan, P., “WildSENCE:GPS based animal tracking system”, *Drirubhai Ambani Institute of Inf. and Comm. Tech.*, 8 (1): 617-622 (2008).
4. Pehlivan, H., “GPS ile araç takip sistemleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-3 (2001).
5. Aktuğ, B., “Kinematik objelerin GPS ile izlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-4 (2002).
6. Dirik, A. E., “GPS ile çevrim içi araç takip sistemi”, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 1-3 (2002).
7. Atıl, G. E., “GPS bazlı araç takip sistemleri için GIS altyapısının oluşturulması”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-2 (2003).
8. Çınar, S., “GPS ile araç takip ve yönlendirme sistemi”, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 71-74 (2005).
9. Çağlar, E., “Acil hizmet araçlarının GPS tabanlı denetim ve organizasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 1-7 (2005).
10. Karakehayov, Z., Peev, M., Bozduganov, D., “Low power design for GPS navigation systems”, *IEEE Computer Society*, 5 (3): 125-128 (2002).
11. Okatan, A., Salih, A., Akpolat, Ç., “Microcontroller based vehicle tracing system via use of GPS and GSM”, *IEEE*, 4 (3): 605-609 (2003).
12. Giralda, D., Rodriguez, M., Pernas, F., “Intelligent system for dynamic transport fleet management”, *IEEE*, 7 (5): 773-776 (2005).
13. Goulas, G., Gianoulis, S., Foundas, P., “ERMIS: A helicopter taxi company software support system based on GPS,GSM and web services”, *IEEE*, 11 (6): 1107-1114 (2006).

14. Liu, Q., Lu, H., Zhang, H., Zou, B., "Research and design of intelligent vehicle monitoring system based on GPS/GSM", **6th International Conference on Telecommunications Proceedings**, Beijing, 1267-1270 (2006).
15. Thong, S. T. S., Han, C. T., Rahman, T. A., "Intelligent fleet management system with concurrent GPS&GSM real-time positioning technology", **IEEE**, 12 (7): 1178-1184 (2007).
16. Chadil, N., Apirak, R., Phongsak, K., "Real time tracking management system using GPS, GPRS and Google Earth", **Proceedings of ECTI conference**, Bangkok, 393-396 (2008).
17. Lien, C., Chen, P., Bai, Y., "Software/hardware Co-design of a vehicle trajectory monitoring system", **IEEE**, 3 (2): 243-250 (2009).
18. Fritsche, C., Klein, A., Wurtz, D., "Hybrid GPS/GSM localization of mobile terminals using the extended Kalman filter", **6th Workshop on Positioning, Navigation and Communication, Proceedings**, Darmstadt, 189-194 (2009).
19. Kaplan, E. D., "Understanding GPS principles and applications", **Artech House Publishers**, London, 35-48 (1996).
20. LaMarca, A., Varshavsky, A., Otsason, V., "Accurate GSM indoor localization", **7th ACM International Conference on Ubiquitous Computing**, Berlin, 141-158 (2005).
21. Zhu, Y., Ni, L.M., Zhu, H., Li, M., "HERO: Online real-time vehicle tracking in Shanghai", **27th IEEE Conference on Computer Communications**, Phoenix, 135-148 (2008).
22. İnternet: Free Articles Directory "Different forms of vehicle tracking system" <http://www.articlesbase.com/gps-articles/different-forms-of-vehicle-tracking-system-423140.html> (2008).
23. Büyükbaş, A., "CDMA ve UMTS: Üçüncü nesil mobil haberleşme teknolojilerinin karşılaştırılması, Türkiye önerisi", Uzmanlık Tezi, **Telekomünikasyon Kurumu**, Ankara, 13-25 (2005).
24. Willasen, S. Y., "Forensics and the GSM mobile telephone system", **International Journal of Digital Evidence**, 2 (1): 1-17 (2003).
25. Ikram, S., Shah, F. T., "Vehicle tracking system using GPRS", **IEEE**, 3 (2): 175-187 (2004).

26. Internet: Ezine Articles Directory “The advantages and disadvantages of the three major types of vehicle tracking”
<http://ezinearticles.com/?The-Advantages-And-Disadvantages-Of-The-Three-Major-Types-Of-GPS-Vehicle-Tracking&id=163251> (2006).
27. Parkinson, B., Spilker, J., “Global positioning system theory and applications”, *American Institute Of Aeronautics and Astronautics*, 1 (4): 3-28 (1996).
28. Tsui, J. B., “Fundamentals of GPS receivers: A software approach”, *John Wiley&Sons Ltd.*, Washington, 35-49 (2000).
29. Thompson, E., “Integrating PDA, GPS and GIS technologies for mobile traffic data acquisition and traffic data analysis”, *IT University of Göteborg*, Göteborg, 20-33 (2003).
30. Bajaj, R., Ranaweera, S. L., Agrawal, D. P., “GPS:Location tracking technology”, *IEEE Computer Society*, 35 (4): 90-98 (2002).
31. Kriegl, J., “Location in cellular Networks” , *University of Technology, Institute for Applied Information Processing and Communications*, Graz, 15-20 (2000).
32. Noldus, R., “Intelligent networks for the GSM, GPRS and UMTS Networks”, *John Wiley&Sons Ltd.*, Washington, 65-88 (2006).
33. Willig, A., “The GSM air interface fundamentals and protocols”, *University of Potsdam, Hasso-Plattner Institute* , Potsdam, 11-17(2003).
34. Gannan, Y., Zhi, Z., Wei, S., “Research and design of GIS in vehicle monitoring system”, *International Conference on Internet Computing in Science and Engineering*, Hong Kong, 223-228 (2008).

EKLER

EK-1. AT Komutları Listesi

1. Standart modem komutları

ATA	Gelen aramayı cevapla
ATD	Numarayı ara
ATD**##	GPRS bağlantısı yap
ATDL	Son aramayı tekrarla
ATZ	Modemi kullanıcı tanımlı profile döndür
ATH	Aramayı sonlandır
ATL	Hoparlör Ses Seviyesi
ATM	Hoparlör Ses Modu
ATO	Hatta Devam
ATP	Darbeli Aramayı Aktivlester
ATT	Tonlu Aramayı Aktivlester
AT+CRC	Hücresel Yanıt Kodu
AT&C	DCD Kullanımı Tanımla
AT&D	DTR Kullanımı Tanımla
AT&F	Modemi fabrika ayarlarına döndür
AT&V	En son modem konfigürasyonunu göster
AT&W	Kullanıcı tanımlı profili kaydet
AT+++	Veri durumundan komut durumuna geç
AT+GMI	Modem üretici bilgisi
AT+GMM	Modem modeli
AT+GMR	Modemin son firmware versiyonu
AT+GSN	IMEI numarasını göster

2. GSM komutları

AT+CBST	Operatör servis tipini seç
AT+CCFC	Çağrı yönlendirme numarası ve durumları
AT+CCWA	Arama bekletme kontrol

EK-1. AT Komutları Listesi (Devam)

AT+CEER	Genişletilmiş hata raporu
AT+CGMI	Üretici kimlik bilgisi isteği
AT+CGMM	Model kimlik isteği
AT+CGSN	IMEI numarasını göster
AT+CHLD	Arama bekletme
AT+CIMI	IMSI numarasını göster
AT+CKPT	Keypad kontrol
AT+CLCC	Son aramaları listele
AT+CLIP	Arayan numarayı göster
AT+CLIR	Arayan bilgisini sınırla
AT+CMEE	Mobil cihaz hatasını raporla
AT+COPS	Operatör bilgileri
AT+CPAS	Modem aktivite durumu
AT+CPBF	Telefon defteri girişlerini bul
AT+CPBR	Telefon defteri girişlerini oku
AT+CPBW	Telefon defterine yaz
AT+CPIN	PIN gir
AT+CPWD	Şifre değiştir
AT+CRC	Gelen aramalar için hücresel sonuç kodları
AT+CREG	GSM network kayıt bilgileri
AT+CSCS	Karakter seti
AT+CSQ	Sinyal kalite raporu

3. SMS komutları

AT+CSMS	Mesaj servisi seç
AT+CPMS	Tercih edilen mesaj kayıt alanı
AT+CMGF	Mesaj formatı
AT+CSCA	Servis merkezi adresi
AT+CSMP	Metin modu parametrelerini set et

EK-1. AT Komutları Listesi (Devam)

AT+CSDH	Metin modu parametrelerini seç
AT+CSCB	Hücre yayın mesaj tipini seç
AT+CSAS	SMS ayarlarını kaydet
AT+CRES	SMS ayarlarını geri al
AT+CNMI	Yeni mesaj bildirimi
AT+CMGL	Mesajları listele
AT+CMGR	Mesaj oku
AT+CMGS	Mesaj gönder
AT+CMSS	Kayıtlı mesajı gönder
AT+CMGW	Mesajı belleğe kaydet
AT+CMGD	Mesaj sil

4. GPRS komutları

AT+CFUN	Telefon fonksiyonlarını set et
AT+CGACT	GPRS PDP konteksini aktif/deaktif et
AT+CGATT	GPRS bağla, ayrıl
AT+CGCLASS	GPRS mobil class
AT+CGDATA	Veri durumunu gir
AT+CGDCONT	Paket veri protokolünü tanımla
AT+CGPADDR	PDP adresini göster
AT+CGQMIN	Kabul edilebilir minimum servis kalitesini set et
AT+CGREG	GPRS şebeke kayıt durumu
AT+CGSMS	SMS mesajları için servis seç
AT+CNUM	SIM karttan MSISDN'i al
AT+COPN	Operatör adlarını oku

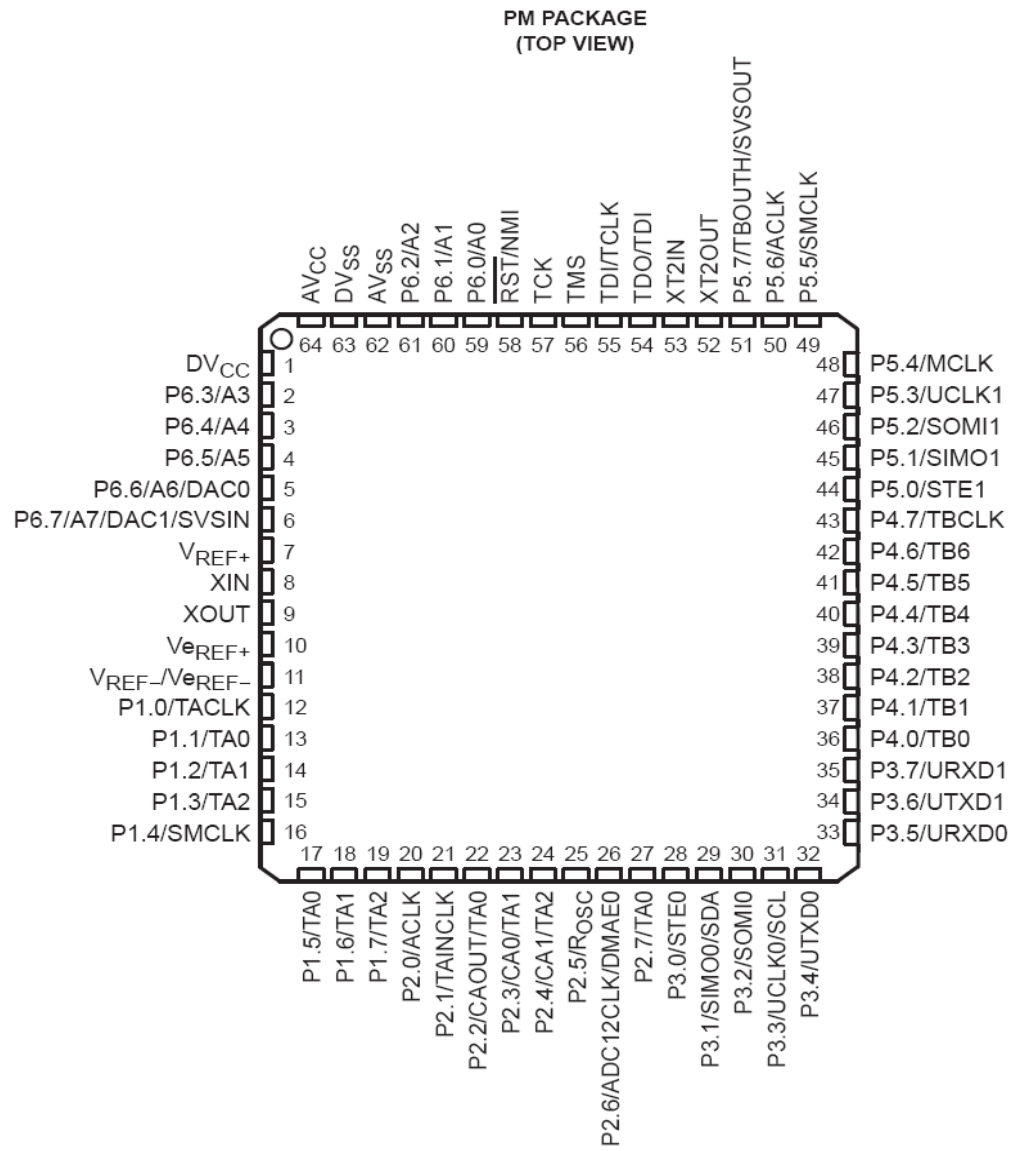
EK-2. Telit GM862 Pin Diyagramı Tanımlama Listesi

Pin	Sinyal	I/O	Fonksiyon	Tip
1	VBATT	-	Ana güç kaynağı	Güç
2	GND	-	Toprak	Güç
3	VBATT	-	Ana güç kaynağı	Güç
4	GND	-	Toprak	Güç
5	VBATT	-	Ana güç kaynağı	Güç
6	A/D	-	A/D Çevirici-11 bit	Maximum 2V Giriş
7	VBATT	-	Ana güç kaynağı	Güç
8	CHARGE	AI	Batarya şarj girişi	Güç
9	EAR_HF+	AO	Handsfree hoparlör çıkışı	Ses
10	EAR_MT-	AO	Handset kulaklık çıkışı	Ses
11	EAR_HF- AO	AO	Handsfree hoparlör çıkışı	Ses
12	EAR_MT+ AO	AO	Handset kulaklık çıkışı	Ses
13	MIC_HF- AI	AI	Handsfree mikrofon girişi	Ses
14	MIC_MT+ AI	AI	Handset mikrofon girişi	Ses
15	MIC_HF+ AI	AI	Handsfree mikrofon girişi.	Ses
16	MIC_MT- AI	AI	Handset mikrofon girişi	Ses
17	ON_OFF	I	Güç anahtarlama yapmak için giriş komutu	VBATT pull up
18	AXE	I	Handsfree anahtarlama	CMOS 2.8 V
19	SIMIO	I/O	Harici SIM veri giriş/çıkışı	3V
20	C103/TXD	I	DTE'den seri data girişi	CMOS 2.8 V
21	PWRMON	O	Modül açık durum göstergesi	CMOS 2.8 V

22	SIMVCC	-	Harici Sim Sinyali- Güç	3V
23	RESET	I	Reset Girişi	
24	SIMRST	O	Harici SIM Sinyali-Reset	3V
25	CAM_CLK	I/O	Kamera Arabirimi CMOS 2.8V	CMOS 2.8 V
26	SIMCLK	O	Harici SIM Sinyali-Clock	3V
27	SIMIN	I/O	Harici SIM Sinyali	CMOS 2.8 V
28	GPO2 / JDR	O	Genel Amaçlı Çıkış/Frekans bozucuyu bulup rapor etme	Open Collector
29	C106/CTS	0	DTE için clear sinyali gönderme çıkışı	CMOS 2.8 V
30	C125/RING	0	DTE için zil çalma sinyal çıkışı	CMOS 2.8 V
31	GPI1	I/O	Genel amaçlı giriş	Transistor Base
32	GPIO8/CAM_ON	I/O	Ayarlanabilen genel amaçlı giriş/çıkış pini	CMOS 2.8 V
33	C107/DSR	0	DTE 'ye DSR sinyali gönderme çıkışı	CMOS 2.8 V
34	GPIO9/CAM_RST	I/O	Ayarlanabilen genel amaçlı giriş/çıkış pini	CMOS 2.8 V
35	TX_GPS O TX	O	TX Data NMEA GPS protokol	CMOS 2.8 V
36	C109/DCD	O	DTE için DCD sinyali gönderme çıkışı	CMOS 2.8 V
37	C104/RXD	O	DTE için seri data çıkışı	CMOS 2.8 V

38	GPIO10/ CLK	I/O	Ayarlanabilen genel amaçlı I/O pini/Python hata bulma	CMOS 2.8 V
39	STAT_LED	O	Durum Gösterge Ledi	Open Collector
40	GPIO11	I/O	Ayarlanabilen genel amaçlı I/O pini	CMOS 2.8 V
41	RX_GPS	I	RX Data NMEA GPS protokol	CMOS 2.8 V
42	GPIO12	I/O	Ayarlanabilen genel amaçlı I/O pini	CMOS 2.8 V
43	C108/DTR	I	DTE'den DTR sinyali gönderme çıkışı	CMOS 2.8 V
44	GPIO13 / MRST	I/O	Ayarlanabilen genel amaçlı I/O pini	CMOS 2.8 V
45	C105/RTS	I	DTE'den RTS sinyali gönderme çıkışı	CMOS 2.8 V
46	GPIO3 / CAM_SCL	I/O	Ayarlanabilen genel amaçlı I/O pini/ kamera arabirimi	CMOS 2.8 V
47	GPIO4 /CAM_SDA	I/O	Ayarlanabilen genel amaçlı I/O pini/ kamera arabirimi	CMOS 2.8 V
48	GPIO5 / MTSR	I/O	Ayarlanabilen genel amaçlı I/O pini/ python hata bulma	CMOS 2.8 V
49	GPIO6/ ALARM	I/O	Ayarlanabilen genel amaçlı I/O pini/ alarm	CMOS 2.8 V
50	GPIO7/ BUZZER	I/O	Ayarlanabilen genel amaçlı I/O pini/ zil	CMOS 2.8 V

EK-3. MSP430 F1611 Pin Diyagramı ve Tanımlama Listesi



EK-3. MSP430 F1611 Pin Diyagramı ve Tanımlama Listesi (Devam)

Terminal Functions

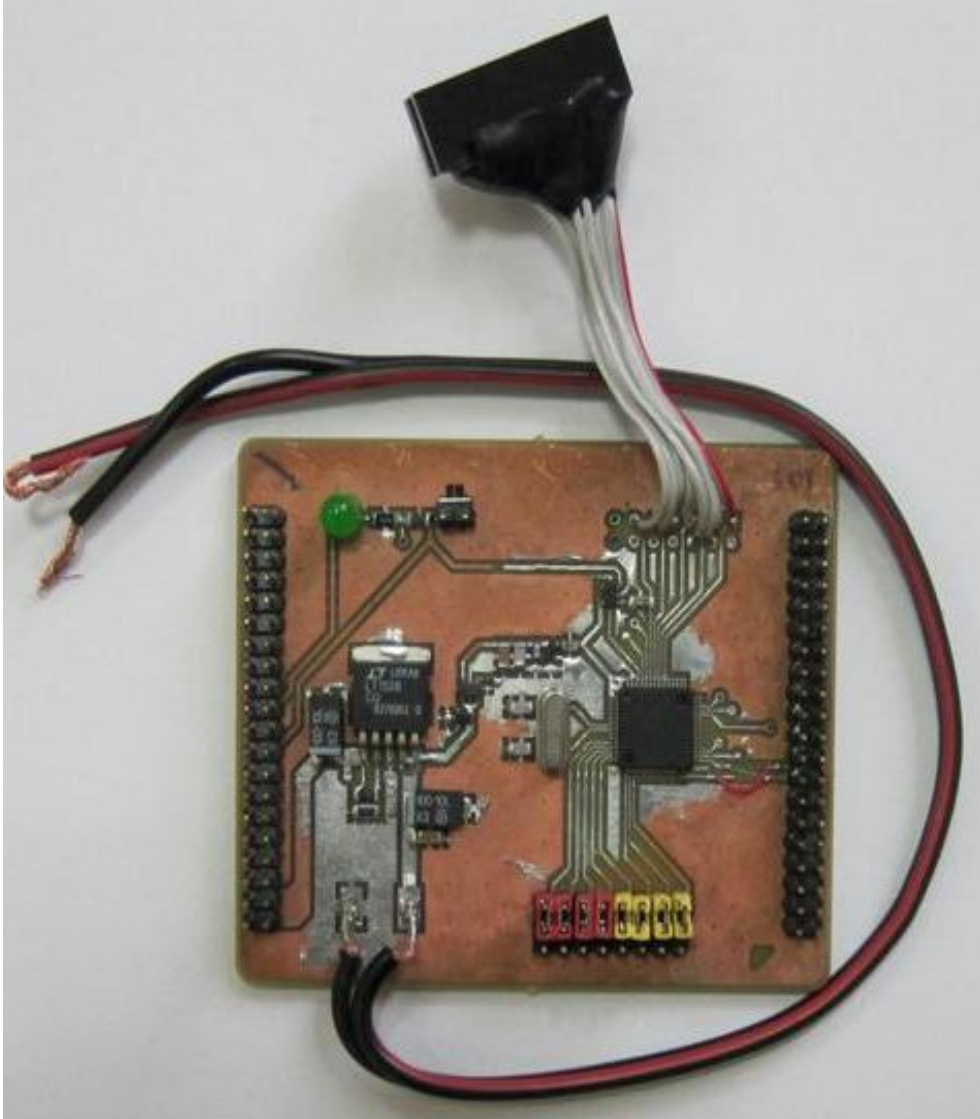
TERMINAL NAME	NO.	I/O	DESCRIPTION
AVCC	64		Analog supply voltage, positive terminal. Supplies only the analog portion of ADC12 and DAC12.
AVSS	62		Analog supply voltage, negative terminal. Supplies only the analog portion of ADC12 and DAC12.
DVCC	1		Digital supply voltage, positive terminal. Supplies all digital parts.
DVSS	63		Digital supply voltage, negative terminal. Supplies all digital parts.
P1.0/TACLK	12	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, clock signal TACLK input
P1.1/TA0	13	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, capture: CCI0A input, compare: Out0 output/BSL transmit
P1.2/TA1	14	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, capture: CCI1A input, compare: Out1 output
P1.3/TA2	15	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, capture: CCI2A input, compare: Out2 output
P1.4/SMCLK	16	I/O	General-purpose digital I/O pin/SMCLK signal output
P1.5/TA0	17	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, compare: Out0 output
P1.6/TA1	18	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, compare: Out1 output
P1.7/TA2	19	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, compare: Out2 output
P2.0/ACLK	20	I/O	General-purpose digital I/O pin/ACLK output
P2.1/TAINCLK	21	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, clock signal at INCLK
P2.2/CAOUT/TA0	22	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, capture: CCI0B input/Comparator_A output/BSL receive
P2.3/CA0/TA1	23	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, compare: Out1 output/Comparator_A input
P2.4/CA1/TA2	24	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, compare: Out2 output/Comparator_A input
P2.5/Rosc	25	I/O	General-purpose digital I/O pin/input for external resistor defining the DCO nominal frequency
P2.6/ADC12CLK/ DMAE0	26	I/O	General-purpose digital I/O pin/conversion clock – 12-bit ADC/DMA channel 0 external trigger
P2.7/TA0	27	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, compare: Out0 output
P3.0/STE0	28	I/O	General-purpose digital I/O pin/slave transmit enable – USART0/SPI mode
P3.1/SIMO0/SDA	29	I/O	General-purpose digital I/O pin/slave in/master out of USART0/SPI mode, I ² C data – USART0/I ² C mode
P3.2/SOMI0	30	I/O	General-purpose digital I/O pin/slave out/master in of USART0/SPI mode
P3.3/UCLK0/SCL	31	I/O	General-purpose digital I/O pin/external clock input – USART0/UART or SPI mode, clock output – USART0/SPI mode, I ² C clock – USART0/I ² C mode
P3.4/UTXD0	32	I/O	General-purpose digital I/O pin/transmit data out – USART0/UART mode
P3.5/URXD0	33	I/O	General-purpose digital I/O pin/receive data in – USART0/UART mode
P3.6/UTXD1†	34	I/O	General-purpose digital I/O pin/transmit data out – USART1/UART mode
P3.7/URXD1†	35	I/O	General-purpose digital I/O pin/receive data in – USART1/UART mode
P4.0/TB0	36	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, capture: CCI0A/B input, compare: Out0 output
P4.1/TB1	37	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, capture: CCI1A/B input, compare: Out1 output
P4.2/TB2	38	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, capture: CCI2A/B input, compare: Out2 output
P4.3/TB3†	39	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, capture: CCI3A/B input, compare: Out3 output
P4.4/TB4†	40	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, capture: CCI4A/B input, compare: Out4 output
P4.5/TB5†	41	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, capture: CCI5A/B input, compare: Out5 output
P4.6/TB6†	42	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, capture: CCI6A input, compare: Out6 output
P4.7/TBCLK	43	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, clock signal TBCLK input
P5.0/STE1†	44	I/O	General-purpose digital I/O pin/slave transmit enable – USART1/SPI mode
P5.1/SIMO1†	45	I/O	General-purpose digital I/O pin/slave in/master out of USART1/SPI mode
P5.2/SOMI1†	46	I/O	General-purpose digital I/O pin/slave out/master in of USART1/SPI mode
P5.3/UCLK1†	47	I/O	General-purpose digital I/O pin/external clock input – USART1/UART or SPI mode, clock output – USART1/SPI mode

EK-3. MSP430 F1611 Pin Diyagramı ve Tanımlama Listesi (Devam)

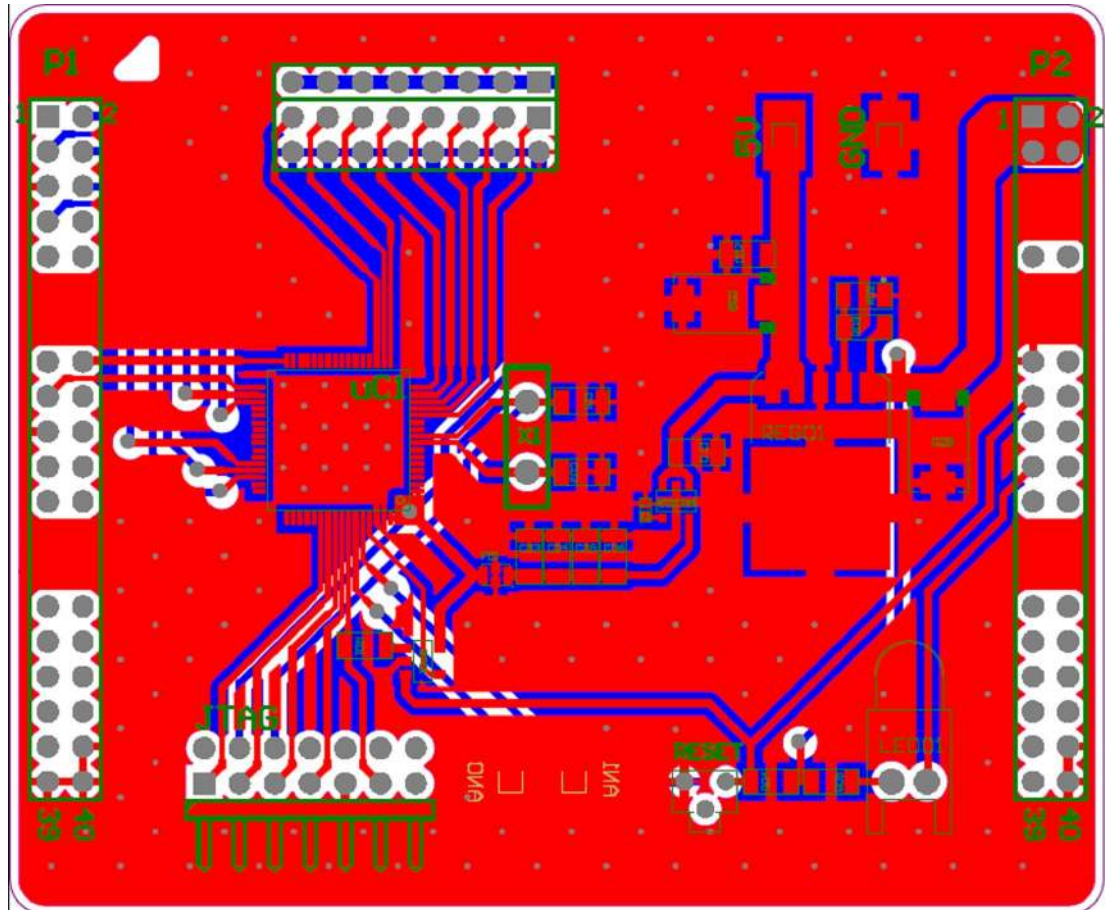
Terminal Functions (Continued)

TERMINAL NAME	NO.	I/O	DESCRIPTION
P5.4/MCLK	48	I/O	General-purpose digital I/O pin/main system clock MCLK output
P5.5/SMCLK	49	I/O	General-purpose digital I/O pin/submain system clock SMCLK output
P5.6/ACLK	50	I/O	General-purpose digital I/O pin/auxiliary clock ACLK output
P5.7/TBOUTH/ SVSOUT	51	I/O	General-purpose digital I/O pin/switch all PWM digital output ports to high impedance – Timer_B TB0 to TB6/SVS comparator output
P6.0/A0	59	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a0 – 12-bit ADC
P6.1/A1	60	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a1 – 12-bit ADC
P6.2/A2	61	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a2 – 12-bit ADC
P6.3/A3	2	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a3 – 12-bit ADC
P6.4/A4	3	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a4 – 12-bit ADC
P6.5/A5	4	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a5 – 12-bit ADC
P6.6/A6/DAC0	5	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a6 – 12-bit ADC/DAC12.0 output
P6.7/A7/DAC1/ SVSIN	6	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a7 – 12-bit ADC/DAC12.1 output/SVS input
RST/NMI	58	I	Reset input, nonmaskable interrupt input port, or bootstrap loader start (in Flash devices).
TCK	57	I	Test clock. TCK is the clock input port for device programming test and bootstrap loader start
TDI/TCLK	55	I	Test data input or test clock input. The device protection fuse is connected to TDI/TCLK.
TDO/TDI	54	I/O	Test data output port. TDO/TDI data output or programming data input terminal
TMS	56	I	Test mode select. TMS is used as an input port for device programming and test.
V _{REF+}	10	I	Input for an external reference voltage
V _{REF+}	7	O	Output of positive terminal of the reference voltage in the ADC12
V _{REF-} /V _{REF-}	11	I	Negative terminal for the reference voltage for both sources, the internal reference voltage, or an external applied reference voltage
XIN	8	I	Input port for crystal oscillator XT1. Standard or watch crystals can be connected.
XOUT	9	O	Output terminal of crystal oscillator XT1
XT2IN	53	I	Input port for crystal oscillator XT2. Only standard crystals can be connected.
XT2OUT	52	O	Output terminal of crystal oscillator XT2

EK-4. Kontrol Devresinin Görünümü

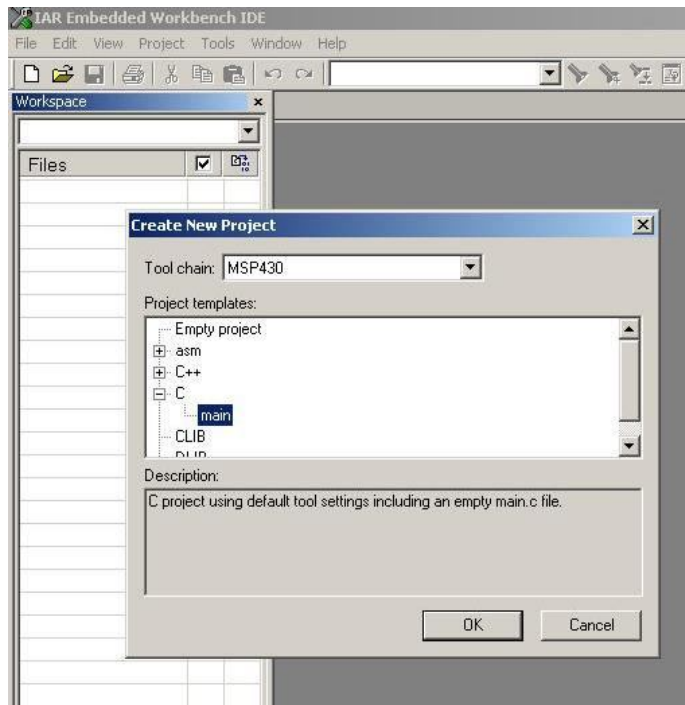


EK-5. Kontrol Devresinin PCB Çizimi



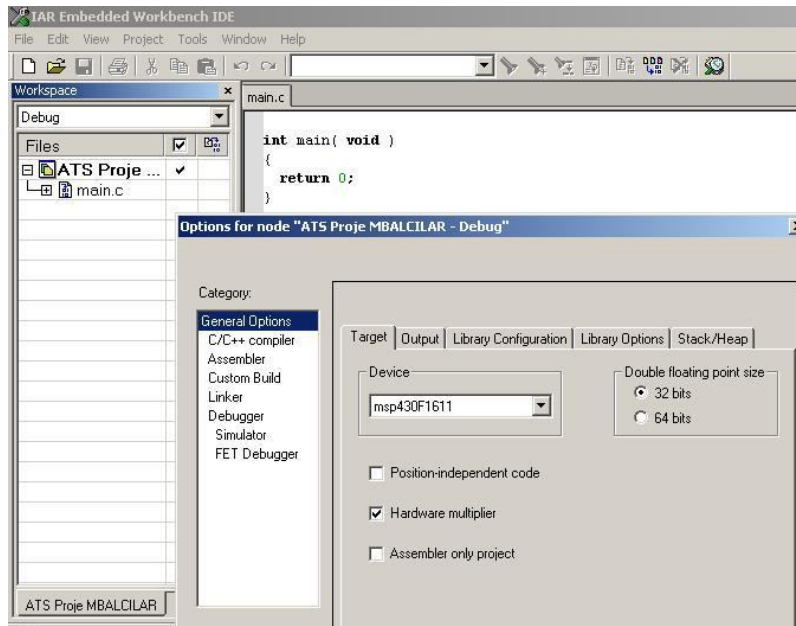
EK-6. “IAR Embedded Workbench” ile Yazılım Geliştirme

IAR Embedded workbench başlatıldığında yeni bir çalışma dosyası (workspace) açılır. Buradan “Project>Create New Project” yolu izlenerek, gelen ekrandan kullanılacak mikrodnetleyici ile yazılım dili seçilir ve proje dosyası adı yazılarak çalışmaya başlanır (Şekil 6.1).

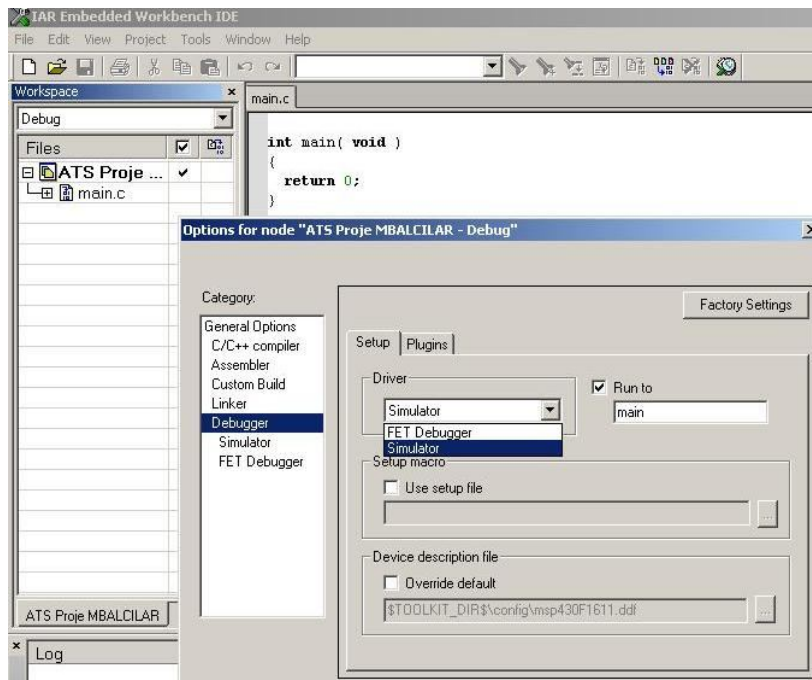


Şekil 6.1. MSP430 IAR Embedded Workbench ile yeni bir proje başlatma.

“Project>Options” yoluna tıklanarak proje seçenekleri belirlenir. Açılan pencerede “General Options” tıklanarak “Target” sekmesi üzerinden, kullanılacak mikrodnetleyicinin tipi ve bit segment boyutu belirtilir (Şekil 6.2). Ayrıca “Debugger” sekmesinden “FET debugger” yada “Simulator” seçenekleri görülür. Eğer yazılacak kod mikrodnetleyiciye yüklenerek çalıştırılacaksa “FET debugger” seçeneği işaretlenmelidir. Ancak kod mikrodnetleyiciye yüklenmeden doğrudan bilgisayar üzerinde çalıştırılacaksa “Simulator” seçeneği işaretlenmelidir (Şekil 6.3).



Şekil 6.2. Mikrodenetleyici ve segment boyutu seçimi.

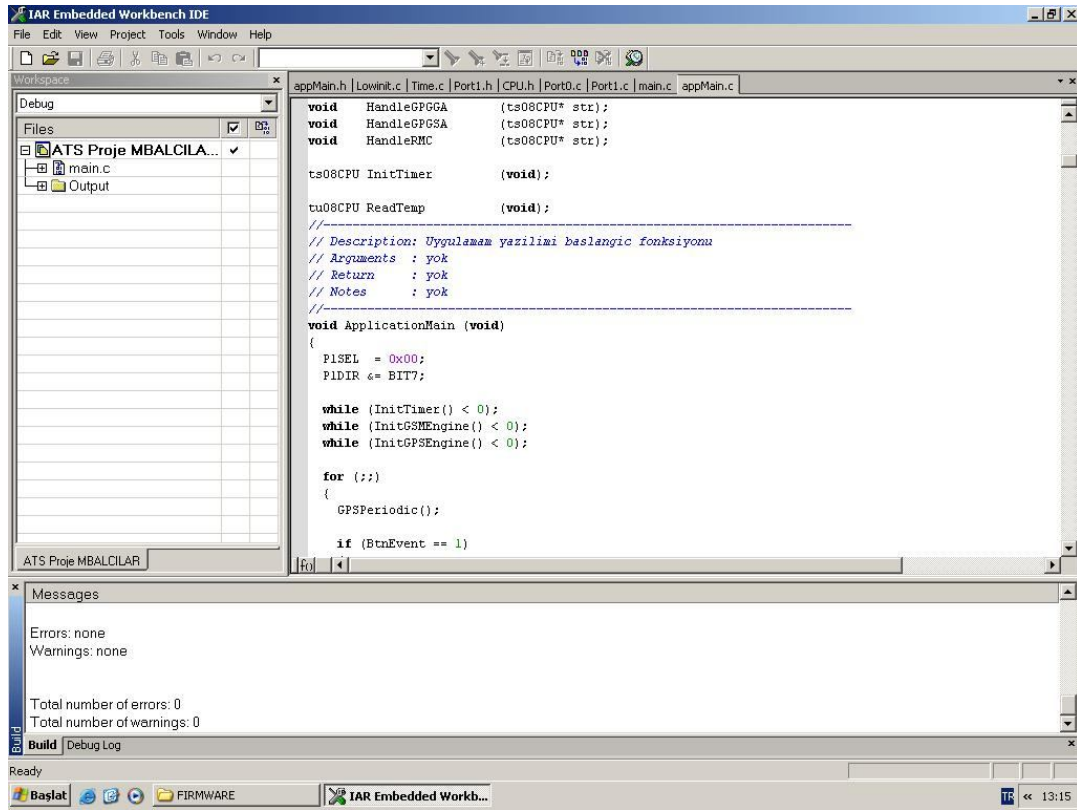


Şekil 6.3. Debugger seçimi.

Proje seçeneklerinde diğer seçeneklere de bakılır ve gerekli değişiklikler yapılarak text editör üzerinde kod yazmaya geçilir. Kod yazılacak proje ile ilgili daha önceden

yazılmış .c yada .h uzantılı dosyalar varsa doğrudan projeye eklenerek bunlar üzerinde de çalışılabilir.

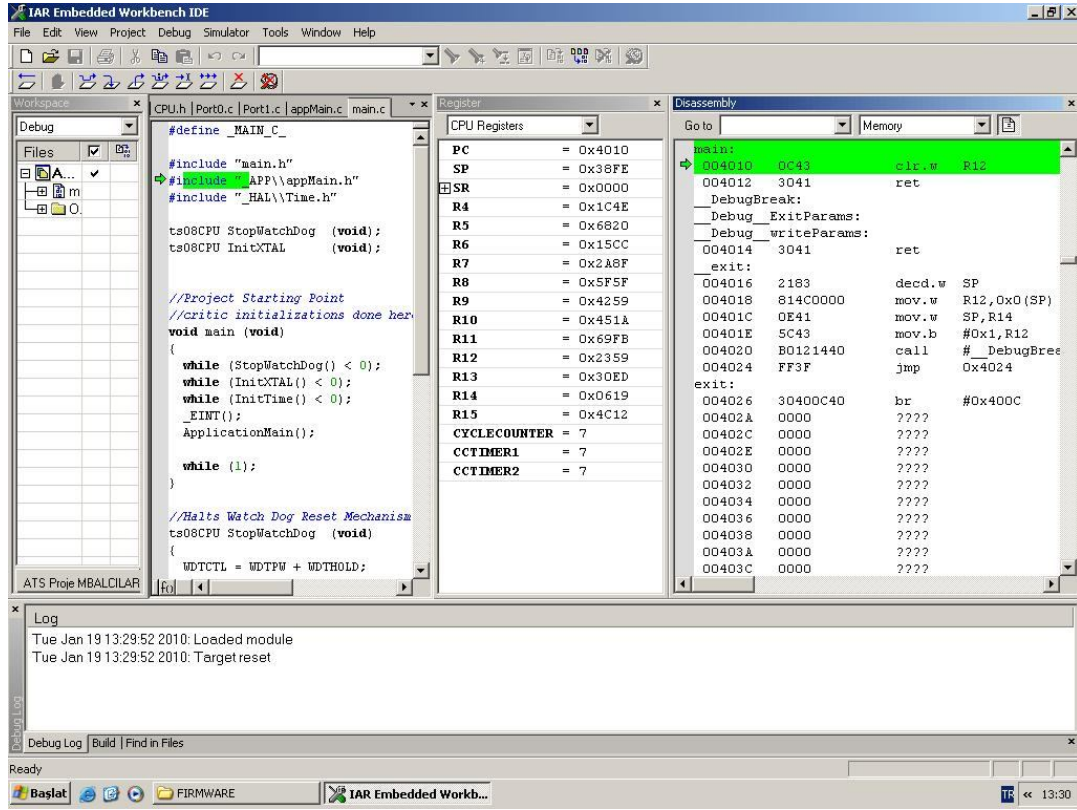
Kod yazma işleminden sonra Project menüsünden sırasıyla compile, make ve debug seçenekleri uygulanır. “Compile” komutu ile yazılan kod derlenir, eğer varsa yazım hataları düzeltilir ve obje kodları oluşturulur. “Make” komutu ile, oluşturulan obje kodları ve ilgili fonksiyonlar birbirine bağlanır. İstenirse bu işlemler tek seferde “Rebuilt all” komutu ile de yapılabilir (Şekil 6.4).



Şekil 6.4. Derleme ve bağlama işlemlerinin sonucu.

“Debug” komutu ile program çalıştırıldığında yeni menüler ve pencereler ortaya çıkar. Bu pencereler üzerinde, programın çalışması sırasında, kullanılan hafıza birimlerinin, CPU registerlar’larının ve giriş çıkış portlarının durumlarını gözlemek mümkündür. Kullanılan değişkenlerin değerleri, fonksiyonların

durumları, yazılan koda karşılık gelen assembly kodu da yine bu pencereler üzerinde görülebilir ve program satırları adım adım çalıştırılabilir (Şekil 6.5).



Şekil 6.5. Debug işlemi ve programın işletilmesi.

Debug işlemi sırasında View menüsü üzerinden birden fazla izleme penceresi açılarak program satırlarının işleyişleri takip edilebilir. Verilen komutlarla ilgili yapılan işlemler ve sonuçları log penceresinde ve programın alt kısmında görülebilmektedir.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BALCILAR, Mustafa
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 1975 Sakarya
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (312) 412 6615
Faks : 0 (312) 412 6612
E-mail : balcilmustafa@hotmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Ankara Üniversitesi/ Elektronik Müh.	2000
Lise	Fatih Endüstri Meslek Lisesi	1993

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2000-	Emniyet Genel Müdürlüğü	Elektronik Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, yüzme, tenis, sinema