

**TC.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KÜRESEL UYDU SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ (GNSS)
ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME PLATFORMU
GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

SERKAN AYDIN

**DOKTORA TEZİ
ELEKTRONİK-BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
ELEKTRONİK-HABERLEŞME EĞİTİMİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Hakan KAPTAN**

İSTANBUL 2010

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım süresince samimi ilgisini hiçbir zaman esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Hakan Kaptan'a ve tezin imla hatalarını kontrol eden ve bana destek olan Türk Dili ve Edebiyatı Öğretmeni eşim Kezban AYDIN' a teşekkür ederim.

2010

Serkan AYDIN

İÇİNDEKİLER

	SAYFA NO
TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	VII
ABSTRACT.....	IX
YENİLİK BEYANI.....	XI
SEMBOL LİSTESİ.....	XIII
KISALTMALAR LİSTESİ	XIV
ŞEKİL LİSTESİ.....	XVII
TABLO LİSTESİ.....	XXI
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
I.1 GİRİŞ.....	1
I.2 AMAÇ	3
TEZ DÜZENİ	5
BÖLÜM II	6
GNSS SİSTEMLERİ VE ÖZELLİKLERİ.....	6
II.1 GİRİŞ.....	6
II.1.1 LİTERATÜR ÇALIŞMALARI.....	6
II.1.2 SEYRÜSEFER SİSTEMLERİNE GENEL BİR BAKIŞ	8
II.2 UYDU TABANLI KONUMLANDIRMA SİSTEMLERİ.....	11
II.3 GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM).....	12
II.3.1 GPS'İN TARİHÇESİ VE MODERNİZASYON SÜRECİ.....	14
II.3.2 GPS BÖLÜMLERİ	16
II.3.3 GPS ALICISININ ÇALIŞMASI	24
II.3.4 GPS SİNYAL VE KOD YAPISI	24

II.3.4.1 C/A Kodu Özellikleri	28
II.3.4.2 P Kodu Özellikleri.....	29
II.3.4.3 PRN Kodu	30
II.3.4.4 Navigasyon Mesajı	30
II.3.4.5 CM Kodu, CL Kodu, CNAV Kodu.....	31
II.3.5 DGPS (DİFERANSİYEL GPS)	32
II.4 GALİLEO	33
II.4.1 GALİLEO’NUN TARİHÇESİ VE MODERNİZASYON SÜRECİ	34
II.4.2 GALİLEO BÖLÜMLERİ	35
II.4.3 GALİLEO SERVİSLERİ	40
II.5 GLONASS.....	43
II.6 SBAS SİSTEMLERİ.....	45
II.6.1 WAAS	45
II.6.2 EGNOS.....	46
II.6.3 DİĞER UYDU TABANLI SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ	47
II.7 KONUM BELİRLEMEDE ÖLÇME	49
II.7.1 C/A KOD İLE PSEUDORANGE ÖLÇÜMÜ	49
II.7.2 TAŞIYICI FAZINA GÖRE PSEUDORANGE ÖLÇÜMÜ	49
II.7.3 TAŞIYICI DOPLER ÖLÇÜMÜ	50
II.7.4 ÖLÇÜMLERİ ETKİLEYEN HATA FAKTÖRLERİ.....	50
II.7.4.1 Efermis Hataları.....	51
II.7.4.2 Seçici Geçirgenlik	51
II.7.4.3 Uydu ve GNSS Alıcılarındaki Saat Hataları	52
II.7.4.4 Çokyol- Multipath Hataları	52
II.7.4.5 Anten Faz Merkezi Değişim Hataları.....	53
II.7.4.6 Alıcıda Oluşan Gürültülerden Kaynaklanan Hatalar.....	53
II.7.4.7 İyonosfer ve Troposfer Kaynaklı Hatalar.....	53
II.7.4.8 Uydu Pozisyonlarından Kaynaklanan Hatalar.....	54
II.7.4.9 Alıcının Uyduları Tam Görememesi	54
II.7.5 SİSTEM DOĞRULAMA	55
II.8 GNSS HESAPLAMALARI.....	57
II.8.1 KOORDİNAT BULMA	58
II.8.2 YÖN BULMA	59

II.8.3 HIZ BULMA	60
II.9 ANALİTİK DÜZLEMDE MESAFE HESAPLAMA	60
II.9.1 DÜZLEM İÇERİSİNDE MESAFE HESAPLAMA	60
II.9.2 UZAYDA MESAFE HESAPLAMA	61
II.10 GNSS UYGULAMA ÖRNEKLERİ.....	62
II.10.1 TAKİP	62
II.10.2 YER KABUĞU HAREKETLERİNİN İNCELENMESİ.....	63
II.10.3 TRAFİK KONTROLÜ.....	64
II.10.4 BELEDİYECİLİK ALANI UYGULAMALARI.....	64
II.10.5 DİĞER SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ İLE UYGULANMASI.....	64
II.11 GNSS ALICILARINDA KULLANILAN FORMATLAR.....	64
II.11.1 NMEA FORMATI	65
II.11.1.2 NMEA Formatında Hata Kontrolü.....	65
II.11.1.3 NMEA Çıkış Mesajları.....	65
II.11.2 RINEX FORMATI.....	69
II.12 SONUÇ.....	70
BÖLÜM III.....	71
PLATFORMUN TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ.....	71
III.1 GİRİŞ.....	71
III.2 PLATFORM DONANIMI.....	71
III.2.1 (RS232) & (IEEE.802.3) ARABAĞLAŞIM İŞLEMLERİ.....	74
III.2.2 (RS232) & (IEEE.802.3) ARABAĞLAŞIM YAZILIMLARI	78
III.3 GSM-GNSS HABERLEŞME DONANIMININ TASARIMI.....	80
III.3.1 TTL&RS232 SİNYAL SEVİYE DÖNÜŞTÜRÜCÜ DEVRESİ	80
III.3.2 MİKRODENETLEYİCİLİ UYGULAMA DEVRELERİ.....	82
III.3.3 MİKRODENETLEYİCİLİ UYGULAMA DEVRE YAZILIMLARI....	83
III.4 SONUÇ	86
BÖLÜM IV	87
GNSS PLATFORMUNUN BİLGİSAYAR YAZILIMLARI.....	87
IV.1 GİRİŞ.....	87
IV.2 GERÇEKLEŞTİRİLEN BİLGİSAYAR YAZILIMLARI VE	
ÖZELLİKLERİ.....	87
IV.3 BİLGİSAYAR PROGRAMLARININ YAPISI	89

IV.4 BİLGİSAYAR UYGULAMALARININ ÖZELLİKLERİ	92
IV.4.1 GNSS ALICILARINDAN VERİ OKUMA	96
IV.4.2 NMEA MESAJLARININ İŞLENMESİ.....	98
IV.4.3 HARİTA UYGULAMALARI.....	100
IV.4.4 EGNOS SUNUCULARINDAN VERİ OKUMA	104
IV.4.5 UZAKTAN ÖLÇÜM LABORATUVARI UYGULAMASI	104
IV.5 SONUÇ	105
BÖLÜM V.....	106
GNSS ALICISI ÖLÇÜMLERİ.....	106
V.1 GİRİŞ.....	106
V.2 GNSS ALICISINDA SABİT NOKTA ÖLÇÜMÜ	106
V.3 SONUÇ	113
BÖLÜM VI	114
EĞİTİM YAKLAŞIMI VE PLATFORMUN EĞİTİM AMAÇLI KULLANILMASI	114
VI.1 GİRİŞ	114
VI.2 EĞİTİM AMAÇLI KULLANIM VE EĞİTİM YAKLAŞIMI	114
VI.3 SONUÇ	120
BÖLÜM VII.....	121
DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER.....	121
KAYNAKLAR.....	124
EKLER	129
EK 1 13 Temmuz 2009 GPS Durumu	129
EK 2 Geçmiş Fırlatmalar ve Planlanan Fırlatmalar	130
EK 3 GLONASS Durum Raporu	135
EK 4 Giove İzleme, İşlem Kontrol ve Uplink İstasyonları	137
EK 5 Tek Alıcıyla Yapılan Sabit Nokta Ölçümlerinin 1.Gün Sonuçları	138
EK 6 Tek Alıcıyla Yapılan Sabit Nokta Ölçümlerinin 2.Gün Sonuçları	139
EK 7 Tek Alıcıyla Yapılan Sabit Nokta Ölçümlerinin 3.Gün Sonuçları	140
EK 8 Mikrodenetleyici İstemci, Sunucu ve Dönüştürücü Kartları	141
EK 9.A Mikrodenetleyici İstemci, Kartı Görünümü	142
EK 9.B Mikrodenetleyici Sunucu Kartı Görünümü	143

EK 9.C TTL&RS232 Dönüştürücü Kartı Görünümü.....	144
EK 10.A ublox 4 serisi alıcının ölçüm sonucu oluşan istatistik değerleri	145
EK 10.B ublox 5 serisi alıcının ölçüm sonucu oluşan istatistik değerleri.....	146
EK 11 Uygulanan Anket	147

ÖZET

KÜRESEL UYDU SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ (GNSS) ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME PLATFORMU GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Küresel Uydu Seyrüsefer Sistemlerinin (GNSS) gelişimi gün geçtikçe hızlanmaktadır. Hükümetlerin mevcut GNSS sistemlerinin uzay bölümünün şebeke yapısını yenileme çalışmaları, Avrupa Birliğinin Galileo Projesi için 3,4 milyar dolar harcama izni vermesi, sivil kullanım için üretilen araç navigasyon cihazlarının marketlerde satışının artması, internet üzerindeki uydu haritalarından 3 boyutlu adres ve yol tarifinin alınması vb. parametreler seyrüsefer sistemlerinin gelişimini göstermektedir. Özellikle mobil haberleşme teknolojileriyle birlikte kullanılmasıyla GNSS alıcılarının kullanım alanlarının ileride daha hızlı yaygınlaşacağı düşünülmektedir.

Konumlandırma sistemleri içinde şu an en yaygın ve gelişmiş olanı GPS (Global Positioning System) Küresel Konumlandırma Sistemidir. Avrupa Birliği GPS sistemine alternatif olarak Galileo Projesini geliştirmeye başlamıştır. Ayrıca ESA takviye amacıyla yer sabit uyduların kullanıldığı EGNOS sisteminin çalışmaları da devam etmektedir. Rus Hükümeti GLONASS sisteminin modernizasyonu için çalışmalara başlamıştır. Bu sistemlerdeki hızlı gelişmelerin paralelinde eğitim ihtiyacı da ortaya çıkmaktadır. Yapılan bir çalışmada sadece A.B.D’ de 150.000 GPS/GIS teknisyenine ihtiyaç olduğu ortaya çıkmış ve bunun için yeni eğitim programları hazırlanmıştır. Avrupa Uzay Ajansı Galileo ve EGNOS projeleri için simülasyon ve eğitim yazılımları geliştirmekte ve kullanıma sunmaktadır. Bu

durumun ülkemizde oluşturacağı eksikliğin hissettirilmemesi için çalışmaların yapılması gerektiği açıktır.

Bu tez çalışmasında GNSS alıcılarından oluşan, TCP/IP protokolü ve RS-232 arabirimi ile haberleşme imk nı sağlayan, PIC mikrodene leyici tabanlı kontrol sistemiyle NMEA mesajlarını işleyebilen, çeşitli mikrodene leyici destekli seyrüsefer uygulamaların geliştirilmesine imkân veren, GSM modemler aracılığıyla konum bilgilerinin GSM şebekesi kullanılarak uzaktaki alıcılara gönderilmesini sağlayan, WEB tabanlı yazılımı ile uzaktan eğitim yapısına uygun laboratuvar desteği sunan, takip sistemleri için gerekli olan haritalara; internet kaynaklarını kullanarak uygulama geliştirmeyi sağlayan, GNSS alıcısının dünya üzerindeki konum durumunu ve alıcının kilitlendiği uyduların konum bilgilerini geliştirilen uygulama eğitimi yazılımında gösterebilen, örnek olarak geliştirilmiş d ş k maliyetli donanımları, yazılımları ve sim lasyonları ile birlikte bilgisayar destekli seyrüsefer platformu ger ekleştirilmiştir.

Nisan 2010

Serkan AYDIN

ABSTRACT

REALIZATION OF GNSS (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM) RESEARCH AND DEVELOPMENT PLATFORM

Global Navigation Satellite Systems (GNSS) development is accelerating day by day. Space partition network structure renewal works of Governments' current GNSS systems, permission of the European Union's Galileo project for the 3.4 billion dollars of spending grant, high selling rate of car navigation devices for civilian use in market, getting address and directions by looking satellite 3-D maps on the internet, and such parameters shows the development of navigation systems. Especially being used with mobile communication technology, GNSS receivers are considered even more widespread

Global Positioning System is the most common and advanced system in positioning systems now. EU started to develop Galileo project as an alternative to GPS. In addition ESA (European Space Agency) has continued EGNOS project that supported by geo-synchrony satellites. Russian government has also initiated studies for the modernization of GLONASS system. In parallel with rapid developments in these systems, training needs are also emerging. One study shows that even in U.S. alone 150.000 GPS technicians were needed in, so new education programs had been prepared. Within ESA projects' Galileo and EGNOS, software for simulation is developed and training is also offered. To avoid deficiencies for this situation, it is obvious that many studies must be done to prepare our country for that kind of deficiency.

In this thesis, a computer supported navigation platform consists of the TCP / IP protocol and RS-232 interface for communication, with the enabling the PIC microcontroller system that can process NMEA messages and enables developing a variety of microcontroller-aided navigation applications, send positioning information to the remote receiver via GSM modem through the different locations by the using GSM network, with Web-based software for distance education structure which is appropriate for remote laboratory support, which offers tracking systems are required for internet maps resources used by application development allows GNSS receiver's world position on the status and with its receivers locked satellite location and information's in the education software that can show, as well as examples, developed low-cost hardware, software and simulations have been realized.

April 2010

AYDIN Serkan

YENİLİK BEYANI

KÜRESEL UYDU SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ (GNSS) ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME PLATFORMU GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Seyrüsefer sistemlerinin uzay bölümünde kullanılan uydular eskileriyle değiştirildikçe daha kapsamlı donanımlar içermekte ve bu donanımların kullandıkları teknolojiler iyileştirilmektedir. Buna bağlı olarak bu uydulardan gönderilen sinyalleri alan alıcıların yapıları değişmekte ve ölçme hassasiyetleri artmaktadır. Örneğin GPS sistemi için son 3 yılda 6 adet uydu fırlatılmış ve bu uydular 90'lı yıllarda üretilmiş olan eskileriyle yer değiştirmiştir. Bu tez kapsamında yapılan platform ölçümleri en son GPS şebeke yapısı içinde gerçekleştirilmiştir. SBAS (Uydu Tabanlı Takviye Sistemleri) destekli sivil kullanım için üretilen alıcılarla gerçekleştirilen ölçümler bir referans niteliğindedir.

Gerçekleştirilen platform eğitim amaçlı olarak tasarlanmıştır. Bu platform uydu tabanlı seyrüsefer sistemlerinin eğitimi amacıyla gerçekleştirilmiş; proje tabanlı öğrenme modeli için örnek olarak kullanılabilecek önemli bir kaynaktır. YÖK' ün tez arama motorunda 1 Nisan 2010 tarihinde gerçekleştirilen izin ve tez ismi aramalarında “GPS” veya “GNSS” anahtar kelimelerini içeren çalışmalar olsa da büyük çoğunluğu Jeodezi ve Fotogrametri Bilim alanında gerçekleştirilmiştir. Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bilim alanındaki çalışmalar ise tamamıyla bu tezin çalışma alanından farklıdır.

Bu tez çalışmasında tasarımı gerçekleştirilen modüler donanımlar kullanılarak; GNSS alıcıları gezgin veya IP tabanlı haberleşme birimleri üzerinden veri transferi yapabilmekte ve bu veriler bilgisayar yazılımlarında kullanılarak seyrüsefer uygulamaları gerçekleştirilebilmektedir. Gerçekleştirilen tüm bilgisayar uygulamalarının algoritmaları ve form yapıları bu tez çalışmasının ürünüdür.

Ayrıca tez kapsamında düşük maliyetli mikrodeneleyici tabanlı seyrüsefer uygulamalarının geliştirilmesine imkan tanımak amacıyla; GNSS alıcılarının haberleşme donanımlarıyla birlikte kullanılabileceği baskılı devre kartları yapılmıştır. Bu platform için geliştirilen donanım ve yazılım yapıları ileride değişik tez ve proje çalışmalarının gerçekleştirilmesinde örnek ve yardımcı olarak kullanılabilecektir. Ayrıca bu tezin bir kısmı SCI-Expanded kapsamında taranan “Computer Applications in Engineering Education” dergisinde yayınlanmıştır.

Nisan 2010

Yrd. Doç. Dr. Hakan KAPTAN

Serkan AYDIN

SEMBOL LİSTESİ

c	: Işık Hızı
f_{dn}	: Dopler Frekans Kayması
f_b	: Saat Hatası
h	: Hata miktarı
k_n	: Pseudorange 'den Kaynaklanan Entegral Sayısı
m	: Uydu ile Alıcı Arasındaki Mesafe
m'	: Uydu ile Alıcı Arasındaki Mesafe Oranı
p	: Uydu ile Alıcı Arasındaki Mesafe (Pseudorange)
r	: Yarıçap
t_{rcv}	: Sinyalin Alıcıya Geliş Süresi
t_{trm}	: Sinyalin Uydudan Çıkış Süresi
u_n	: Uydu Yön Vektörü
v_n	: Uydu Hız Vektörü
x_i	: Uydu X Koordinatı
X	: Alıcı X Koordinatı
x_2'	: x Koordinatındaki Uydu Hızı
x_1'	: x Koordinatındaki GPS Alıcısı Hızı
y_2'	: y Koordinatındaki Uydu Hızı
y_1'	: y Koordinatındaki GPS Alıcısı Hızı
y_i	: Uydu Y Koordinatı
Y	: Alıcı Y Koordinatı
z_i	: Uydu Z Koordinatı
Z	: Alıcı Z Koordinatı
z_2'	: z Koordinatındaki Uydu Hızı
z_1'	: z Koordinatındaki GPS Alıcısı Hızı
θ_n	: Taşıyıcı Faz Farkı
λ	: Taşıyıcı Dalga Boyu

KISALTMALAR LİSTESİ

ADC	: Analog to Digital Converter
AGC	: Automatic Gain Control
AOC	: Auxiliary Output Chip
API	: Application Programming Interface
AS	: Anti-spoofing
ASP	: Active Server Pages
BNS	: Beidou Navigation System
C/A	: Coarse /Acquisition
C/N₀	: Carrier to Noise Density Ratio
CDMA	: Code Division Multiplexing
CMOS	: Complimentary Metal Oxide Semi Conductor
DoD	: Department of Defense
DGPS	: Differential GPS
ECEF	: Earth Fixed Coordinate
EGNOS	: European Geostationary Navigation Overlay System
ERIS	: External Region Integrity Systems
ESA	: European Space Agency
FOMA	: Freedom of Mobile Multimedia Access
GGG	: Gps Glonass Galileo
GAGAN	: GPS Aided Geo Augmented Navigation
GDOP	: Geometric Dilution of Precision
GEO	: Geostationary Earth Orbit
GGA	: GPS Fixed Data
GLL	: Geographic Position - Latitude/Longitude
GLONASS	: Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema
GNSS	: Global Navigation Satellite System
GPS	: Global Positioning System

GPRS	: General Packet Radio Service
GSM	: Global System for Mobile Communications
GSS	: Galileo Service Station
GSTB	: Galileo System Test Bed
GSV	: GNSS Satellites in View
HDOP	: Horizontal Dilution of Precision
HOW	: Hand Over Word
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineering
IAC	: Information and Analytic Center
IIS	: Internet Information Service
IOV	: In Orbit Validation
IPF	: Integrity Processing Function
JCAB	: Japanese Commercial Aviation Board
JTIDSReInav	: Joint Tactical Distribution System Relative Navigation
LAAS	: Local Area Augmentation System
LEO	: Leo Earth Orbit
LNA	: Low Noise Amplifier
LORAN	: Long Range Navigational
MEO	: Medium Earth Orbit
MODEM	: Modulator&Demodulator
MSL	: Mean Sea Level
MTSAT	: Multi-function Transport Satellite
MSAS	: Multi-functional Satellite Augmentation System
NNSS	: Navy Navigational Satellite System
NMEA	: National Marine Electronics Association
NSG	: Navigation Signal Generator
OFDM	: Orthogonal frequency-division multiplexing
QZSS	: Quasi-Zenith Satellite System
P	: Precision
PDL	: Program Description Language
PDOP	: Position Dilution of Precision
PIO	: Peripheral Input Output
PLRS	: Position Location and Reporting System

PPS	: Precise Positioning Service
PRN	: Pseudo Random Noise
RDF	: Radio Direction Finder
RF	: Radio Frequency
RMC	: Recommended Minimum Specific GNSS Data
RINEX	: Receiver Independent Exchange Format
ROM	: Read Only Memory
RTC	: Real Time Clock
RTCM	: Radio Technical Commission for Maritime Services
SA	: Selective Availability
SBAS	: Satellite Based Augmentation System
SDCM	: System of Differential Correction and Monitoring
SAR	: Search and Rescue
SM	: Security Module
SNR	: Signal to Noise Ratio
SPS	: Standard Positioning Service
SV	: Space Vehicle
TACAN	: Tactical Air Navigation
TCXO	: Temperature Compensated Crystal Oscillator
TDOP	: Time Dilution of Precision
TIDE	: Tibbo Integrated Development Environment
TIOS	: Tibbo Operating System
TLM	: Telemetry
TTL	: Transistor Transistor Logic
UART	: Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
UERE	: User Equivalent Range Error
ULS	: Mission Up-Link Stations
UMTS	: Universal Mobile Communication System
UTC	: Universal Time Coordinated
VDOP	: Vertical Dilution of Precision
WAAS	: Wide Area Augmentation System
WAGE	: Wide Area GPS Enhancement
WiMAX	: Worldwide Interoperability for Microwave Access

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA NO

Şekil II. 1	Gezgin İnternet Kullanılarak EGNOS SISNET Erişimi	7
Şekil II. 2	GATE Projesinin Yapısı	7
Şekil II. 3	RDF Sisteminde Kazanç ve 2B Ölçüm Doğruluk Aralıkları	9
Şekil II. 4	Harita Üzerinde Koordinat Çalışması, LORAN Kılavuz Çizgileri ..	10
Şekil II. 5	GPS Uydularının Oluşturduğu Temsili Şebeke.....	12
Şekil II. 6	A yörüngesindeki GPS Uydularından Dünyaya Bakış	13
Şekil II. 7	BlockIIA PRN23 No.lu Uydunun Yörünge Seyri.....	13
Şekil II. 8	Turksat 2A ‘nın Yer-sabit Yörüngesinin Gözlemlenmesi	14
Şekil II. 9	GPS Bölümleri.....	16
Şekil II. 10	GPS Uydu Unsurları ve BlokII Serisi Uydular	17
Şekil II. 11	GPS Kontrol Merkezlerinin Dünya Üzerindeki Yerleri.....	18
Şekil II. 12	Falcon Hava Kuvvetleri Üssü Kolerada A.B.D	19
Şekil II. 13	GPS Uydularının Taşıyıcıları ve Gönderebilecekleri Kodları.....	20
Şekil II. 14	Bir GPS Mikro Denetleyicisi	21
Şekil II. 15	Bir GPS Alıcısı Blok Diyagramı	22
Şekil II. 16	Bir Galileo/Ready GPS Alıcısı Blok Diyagramı	22
Şekil II. 17	Aktif Anten Ön-taraf Bağlantı Şeması ve Anten Tipleri.....	23
Şekil II. 18	Uygun Ortamda Çalıştırılan ve Eğitimi Verilen GPS Alıcısı.....	24
Şekil II. 19	GPS L1 ve L2 Sinyallerinin Oluşturulması ve BiFaz Modülasyonu	25
Şekil II. 20	BlockIIR-M Uydularında Kullanılan L2 Sinyalinin Kodlanması	26
Şekil II. 21	BlockIIF Uydularında Kullanılacak L2 Sinyalinin Kodlanması	27
Şekil II. 22	GPS Taşıyıcı Sinyalleri ve Kodları	27
Şekil II. 23	31 PRN Numaralı Uydu İçin C/A kodu Üretimi	29
Şekil II. 24	PRN Kodunun Zaman Gecikmesi Etkisi ve Fazının Kayması	30
Şekil II. 25	Navigasyon Mesajının Çerçeve Yapısı	31

Şekil II. 26	DGPS	32
Şekil II. 27	3 Yörüngeden Oluşan Temsili Galileo Şebekesi.....	34
Şekil II. 28	Galileo Projesinin Safhaları.....	35
Şekil II. 29	Galileo ULS ve GSS Bölgeleri.....	36
Şekil II. 30	GSTB-V2 (Giove A ve Giove B) Uyduları.....	36
Şekil II. 31	GETR Alıcısı	37
Şekil II. 32	Galileo Sinyal Spektrumu ve Taşıyıcı Değerleri	37
Şekil II. 33	GGG' nin L bant kullanımı	38
Şekil II. 34	GioveB Uydusu Laboratuvar Ortamı Görüntüsü	39
Şekil II. 35	Servis Bilgilerinin Taşıyıcı Spektrumları.....	41
Şekil II. 36	Giove B Uydusunun Frekans Spektrumu ve Gold Kod Üretimi ...	42
Şekil II. 37	İlk Galileo Alıcısının Kanal Mimarisi	43
Şekil II. 38	GLONASS-M Uydusu	44
Şekil II. 39	Rusya IAC Merkezinden Alınan GLONASS Durumu	44
Şekil II. 40	SBAS Sistem Örnekleri.....	45
Şekil II. 41	SISNET İstemci Sunucu Yapısı	47
Şekil II. 42	SISNET Erişimiyle Doğrulamanın Yapılması	47
Şekil II. 43	O Merkezli Sabit bir GPS Alıcısının SA Durumu.....	51
Şekil II. 44	Giove A Uydusunun Multipath Hata Etki Grafiği	52
Şekil II. 45	Çokyol Etkisi İllüstrasyonu	53
Şekil II. 46	Uydu Konumlarına Göre Kesişim	54
Şekil II. 47	GNSS Şebekeleri Kurulduğunda Görülebilecek Uydu Grafiği	55
Şekil II. 48	GPS Alıcılarında Hata Doğrulama	57
Şekil II. 49	Düzlemde Trilateration Mantığı	58
Şekil II. 50	Tek GNSS Uydusu Yapılan Ölçmede Olunabilecek 3B Konum	59
Şekil II. 51	Birden Fazla GNSS Uyduları ile Olunabilecek 3B Konumlar	59
Şekil II. 52	Düzlemde İçerisinde İki Noktanın Analitik Gösterimi	61
Şekil II. 53	Uzay İçerisinde İki Noktanın Analitik Gösterimi	61
Şekil II. 54	Araç İzleme	63
Şekil II. 55	Yer Kaymasından Etkilenen Sabit Bir Noktanın Temsili Grafiği....	63

Şekil III. 1	Platformun Donanım Resmi	72
Şekil III. 2	Platformun Blok Şeması.....	73
Şekil III. 3	EM202 ve EM1000 Modüllerinin Bağlantılarının Görünümü	74
Şekil III. 4	EM1000 Modülü (T1000) ve EM20X Modülü (DM9000).....	75
Şekil III. 5	DM9000 Ethernet Kontrol Entegresinin Blok Diyagramı [56]	76
Şekil III. 6	EM120/20X Tek Port Seri&Ethernet Dönüştürücü Kartı	76
Şekil III. 7	Tibbo İşletim Sistemi Yapısı	77
Şekil III. 8	EM202 için Geliştirilen Uygulama Yazılımının Çıktısı.....	78
Şekil III. 9	EM202 için Geliştirilen Uygulama Yazılımının Akış Diyagramı....	79
Şekil III. 10	4 Portlu EM1000 Modülünün Port Ayarları Web Ara Yüzü	79
Şekil III. 11	TTL&RS232 Çevirici Devresi Alt ve Üst Görüntü.....	81
Şekil III. 12	MAX232 Entegresinin Yapısı	81
Şekil III. 13	Sunucu 1 ve İstemci Baskı Devre Kartı Alt ve Üst Görüntü.....	82
Şekil III. 14	Harici Modemler (Telit,Siemens) ve Modülleri (GM862,TC35i)....	83
Şekil III. 15	Simülasyon Programı Haberleşme Terminali Çıktıları	86
Şekil IV. 1	Windows Tabanlı Çalışan Program.....	88
Şekil IV. 2	Sunucu Üzerinde Web Tabanlı Çalışan Program.....	89
Şekil IV. 3	Bilgisayar Programlarının Akış Kontrol Şeması.....	90
Şekil IV. 4	Windows Tabanlı Çalışan Platform Yazılımının Açıklamaları.....	91
Şekil IV. 5	Eğitim Animasyonları Menüsü ve Animasyonlarının Görüntüsü	92
Şekil IV. 6	Ana Programın Akış Diyagramı	93
Şekil IV. 7	Porttan Okuma ve Değişken Atama İşlemlerinin Akış Diyagramı ..	97
Şekil IV. 8	GNSS Alıcısından Veri Okuma.....	98
Şekil IV. 9	Formlardaki NMEA Mesajları	99
Şekil IV. 10	Uydu Elevasyon ve Azimut Açısı Gösterimi Akış Diyagramı	99
Şekil IV. 11	GPGSV ve Uydu Gözlem Uygulaması	100
Şekil IV. 12	Harita Uygulaması.....	101
Şekil IV. 13	İnternet Kaynaklı Harita Uygulaması	102
Şekil IV. 14	Enlem Verisi için Geocode Çevrimi Akış Diyagramı.....	103
Şekil IV. 15	Rota Bulma Uygulaması	103
Şekil IV. 16	EGNOS Sisteminden Veri Okuma	104
Şekil IV. 17	Uzaktan Ölçüm ve Gözlem Uygulamasının Görünümü	105

Şekil V. 1	FALCOM JP3 Sirf2 GPS Alıcısının Görüntüsü.....	107
Şekil V. 2	FALCOM JP3 Sirf2 GPS Alıcısının Blok Diyagramı.....	107
Şekil V. 3	Tek Alıcıyla Yapılan Sabit Nokta Ölçümlerinin 1.Gün Sonuçları.	108
Şekil V. 4	Tek Alıcıyla Yapılan Sabit Nokta Ölçümlerinin 2.Gün Sonuçları.	109
Şekil V. 5	Tek Alıcıyla Yapılan Ölçümlerin 3.Gün Sabah Sonuçları	109
Şekil V. 6	Tek Alıcıyla Yapılan Ölçümlerinin 3.Gün Akşam Sonuçları	110
Şekil V. 7	Tek Alıcıyla Yapılan Ölçümlerinin 3.Gün Sab.-Ak. Sonuçları.....	110
Şekil V. 8	Antaris RCB-4H(TIM-4H) ,ublox5 (TIM-5H/LEA-5H)	111
Şekil V. 9	Aynı Anda 2 GNSS Alıcısıyla Yapılan Ölçümlerin Durumu	112
Şekil V. 10	Aynı Anda 2 GNSS Alıcısıyla Belirlenen Konumun Sapması	112
Şekil V. 11	Esas Konum ve Alıcı Tarafından Hesaplanan Konumun Resmi....	113
Şekil VI. 1	Simülatörün Genel Organizasyon Şeması	118
Şekil VI. 2	Eğitim Yaklaşımı için Tasarlanan Akış Şeması	120

TABLO LİSTESİ

SAYFA NO

Tablo II. 1	GPS Durum Rapor Tablosu	15
Tablo II. 2	Sinyal Frekans ve Dalga Boyları	26
Tablo II. 3	Uydulara göre C/A Kodu Üretme Parametreleri	28
Tablo II. 4	WAAS Yer Sabitleri.....	46
Tablo II. 5	EGNOS Yer Sabit Uyduları	46
Tablo II. 6	BDU Uydu Durumları	48
Tablo II. 7	GPS Hata Kaynakları ve Büyüklük Farklılıkları.....	56
Tablo II. 8	GGA Mesajı Terimleri	66
Tablo II. 9	GLL Mesajı Terimleri	66
Tablo II. 10	GSA Mesajı Terimleri	67
Tablo II. 11	GSV Mesajı Terimleri.....	68
Tablo II. 12	dBHz Hesaplama Örneği	68
Tablo II. 13	RMC Mesajı Terimleri.....	69
Tablo II. 14	Akademik yazılımların RINEX'e uygunluğu	70
Tablo III. 1	EM1000 Donanım Özellikleri, EM20X Donanım Özellikleri	75
Tablo VII. 1	Geliştirilmesi Faydalı Olacak Uygulama ve Fayda Tablosu	123

BÖLÜM I

GİRİŞ VE AMAÇ

I.1 GİRİŞ

Coğrafi çalışmalarda, yer bilimleri çalışmalarında, askeri amaçlı savunma, taktik ve saldırı sistemlerinin geliştirilmesinde, ulaştırma sistemlerinin takibi için kullanılan konum belirleme işlemi günümüzde çok önemli bir gereksinim haline gelmiştir. Gün geçtikçe daha çok gelişen seyrüsefer sistemlerinde konum belirlenirken kullanılan ölçüm sistemlerinin doğruluğu ve hassasiyeti de bir o kadar önemlidir. Geçmişte RDF (Radyo Yön Bulucu), LORAN (Uzun Menzil Navigasyonu) DECCA, OMEGA, TACAN, JTIDS Relnav PLSR. vb gibi dünya üzerinde kurulan istasyon ve RADAR birimlerinin desteğiyle gerçekleştirilen konum belirleme işlemi, 1970 yılı itibarıyla uzay ve uydu tabanlı sistemlerin oluşturulmasının başlamasıyla daha hassas ölçüm yapılmasına olanak tanımaktadır. 2010 yılına gelindiğinde ise başta ABD' nin kurmuş olduğu sivil kullanıcıların da yaygın olarak kullandığı GPS sistemi olmak üzere, Rus Hükümetinin GLONASS uydu seyrüsefer sistemi de pek yaygın olmamakla beraber kullanılabilmektedir. Avrupa Birliğinin yürüttüğü Galileo projesinde ise 2 uydu ile test çalışmalarına devam edilmektedir. Bunun yanında SBAS (Uydu Tabanlı Takviye Sistemi) yapıda sistemlerde kurulmuştur. SBAS kapsamında özellikle GPS uydularından gelen sinyallere ek olarak hükümetler kendi uydularının konumlarını ve sinyallerini de kullanarak daha hassas ölçüm yapmak için etkili seyrüsefer sistemleri geliştirmek için çalışmalar yapmaktadır. WAAS, EGNOS, GAGAN, BNS, QZSS bu sistemlere örnektir.

Uydu tabanlı sistemlerin gelişmesine paralel olarak bu sistemlerin kullanıldığı ürünler artmakta, uygulama alanları da gelişmektedir. Özellikle LCD ekranlı araç takip cihazlarının kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Belediyeler GIS (Coğrafi Bilgi Sistemi) sistemleri üzerine yatırım yaparak sorumlu oldukları alanların adres, imar ve tapu kayıt durumlarını bilgisayar destekli platformlara aktarmaktadırlar. Lojistik

firmalarının filo takip sistemlerini kurarak araçlarını ve kargolarının takibini gerçekleştirmektedir. Jeodezi araştırmaları kapsamında yer kabuğu hareketlerinin incelenmesi için konum ölçüm istasyon ağlarının kurulumu gerçekleştirilmektedir. Askeri sistemlerde kullanılan hedef imha ve seyrüsefer sistemleri örnek verilebilecek diğer uygulamalardandır. Tüm bunlar ve GNSS (Küresel Seyrüsefer Uydu Sistemleri) ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde şu anlaşılmaktadır ki zamanla önemi daha da artacak olan bu sistemler, şebekesine dahil olan kullanıcılar için vazgeçilemeyecek bir gereksinim halini alacaktır. Yapılan bir çalışmada sadece ABD’ de ilave 150.000 GPS/GIS teknisyenine ihtiyaç duyulacağı tahmin edilmiş ve bu nedenle 2 yıllık öğretim programları geliştirilmiştir [1]. Ülkemizde de bu sistemlerin teorik ve pratik eğitiminin verilmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu tez çalışmasında özellikle sivil kullanıma açık olan ve hızla yaygınlaşan GPS ve GPS’ e alternatif olarak Avrupa Birliği tarafından geliştirilen Galileo seyrüsefer sistemleri ile diğer sistemlerin gelişim süreçleri incelenmiştir. Bu sistemlerin ülkemizde eğitiminin daha etkili olarak verilebilmesi için bu tez kapsamında bilgisayar destekli bir seyrüsefer platformu gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma gerçekleştirilirken seyrüsefer sistemleri ve alıcıları ile akademik çalışma yapmak ve ürün geliştirmek isteyen araştırmacılar için yardımcı olacak öğretici nitelikleri olan bilgisayar destekli bir platform kurulmuştur. Ayrıca platform için gezgin haberleşme yapısını destekleyen donanımlarla beraber örnek bilgisayar uygulamaları geliştirilmiştir.

I.2 AMAÇ

Bu tezin amaçları ve hedefleri şunlardır;

- GNSS sistemleri ile ilgili güncel teorik bilgileri araştırmak,
- SBAS tabanlı seyrüsefer sistemleri ile diğer uydu tabanlı ve takviyeli seyrüsefer sistemleri ile ilgili güncel bilgileri araştırmak,
- Seyrüsefer Sistemlerinin veri haberleşme yapısını incelemek,
- Teorik bilgilerin uygulamaya aktarılacağı bir donanım tasarlamak ve gerçekleştirmek,
- Sistemi kullanan öğrencilerin simülasyon (benzetim) ve animasyon yapmasını sağlayabilecek bir donanım ortamı ile yazılım örnekleri oluşturmak,
- Bilgisayar yazılımı desteği sayesinde görsel bir platform oluşturmak ve böylelikle platform kullanılarak verilecek uygulama eğitimlerinin daha verimli gerçekleşmesini sağlamak,
- Sistemin gerçek zamanda seyrüsefer uyduları ile haberleşmesini sağlamak,

Bu tez hazırlanırken aşağıdaki kaynaklar incelenmiştir.

- Yurtdışında Seyrüsefer sistemleri ile ilgili akademisyenlerin yazmış olduğu en çok satın alınan kitaplar incelenmiştir.
- GPS ve (Galileo Ready) ve SBAS desteği olan GNSS alıcısı üreten firmaların web sayfalarındaki teknik ve eğitsel dokümanlar incelenmiştir.
- Firmaların kendi alıcıları için hazırlamış oldukları çeşitli bilgisayar programları ve cihaz katalogları incelenmiştir.
- Yurt içi ve yurt dışındaki birçok indeks tarafından taranan dergilerdeki GPS ve Galileo ile ilgili makaleler incelenmiştir.
- Amerikan Hükümetinin seyrüsefer ile ilgili resmi internet sitesiyle Avrupa Uzay Ajansının Galileo ve EGNOS ile ilgili resmi siteleri incelenmiştir.

TEZ DÜZENİ

Bu tez çalışması 7 Bölümden oluşmaktadır. Tezin I. Bölümünde seyrüsefer sistemlerinin genel bir tanıtımı yapılmış ve tezin yapılış amacı anlatılmıştır.

II. Bölümde uydu tabanlı ve uydu takviyeli seyrüsefer sistemleri ve bu sistemlerin bölümleri ile servis durumu ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Ayrıca II. Bölümde GNSS alıcıları ile ilgili teknik bilgiler verilmiş, NMEA veri haberleşme yapısı ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

III. Bölümde tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen platformun donanım yapısı ve donanımı çalıştıran yazılımlar açıklanmıştır.

IV. Bölümde platformun kullanımı ve eğitimi için geliştirilen bilgisayar yazılımları anlatılarak, bilgisayar desteğinin nasıl sağlandığı ifade edilmiştir.

V. Bölümde sivil kullanım için tasarlanan GNSS alıcılarının ölçümleri yapılmış günümüz itibariyle bir önceki nesil ve yeni nesil alıcıların ölçümlerinin sonuçları yorumlanmıştır.

VI. Bölümde gerçekleştirilen platformun kullanımı için eğitim yaklaşımı ve eğitimde kullanılması için öngörülen model anlatılmıştır.

VII. Bölümde ise GNSS sistemlerinin mevcut durumu değerlendirilerek ileride yapılması faydalı olacak olan çalışmalara değinilmiştir.

BÖLÜM II

GNSS SİSTEMLERİ VE ÖZELLİKLERİ

II.1 GİRİŞ

Bu bölümde; Uydu Tabanlı Seyrüsefer Sistemleri ile ilgili 2009 tarihi itibarıyla yapılmış ve yayınlanmış en son literatür çalışmaları incelemiş ve aktarılmıştır. Seyrüsefer sistemleri ile ilgili çalışma yapan uzay ajanslarının bildirileri, bu ajansların internet siteleri ve uluslararası makaleler ve kitaplar incelenmiştir. GNSS ve SBAS sistemleri ile bu sistemlerde kullanılan alıcılarının özellikleri ve veri iletim yapısıyla ilgili en son güncel bilgiler verilmektedir.

II.1.1 LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

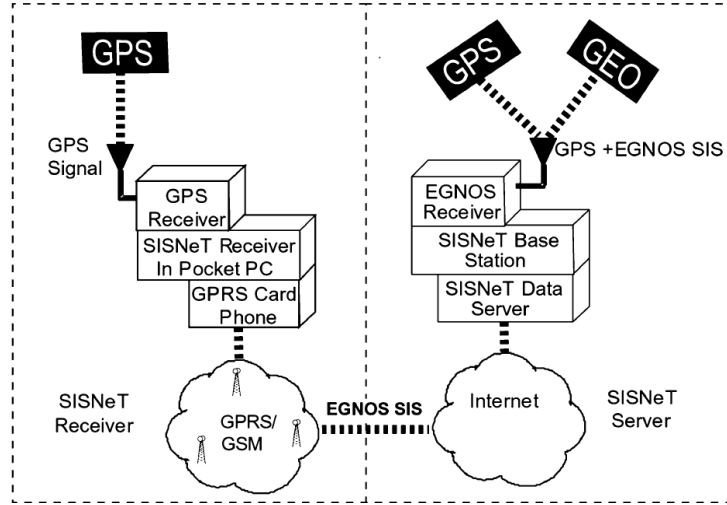
GPS ve Galileo ile ilgili olarak yapılan literatür çalışmaları özellikle SCI kapsamında taranan dergilerin ve sunulmuş bildirilerin incelenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama tabanlı olan çalışmaların kısaca özetleri ve amacı aşağıda belirtilmiştir.

Bir çalışmada 5 farklı GPS alıcısı kullanılarak 197 günlük GPS mesajları kaydedilmiş ve bu verilerin istenildiği zaman analizinin yapılabilmesi için bir veri arşivi oluşturulmuştur. [2] Bu veri arşivleri ileride yapılacak olan GNSS analiz çalışmalarında geçmiş ölçüm bilgileri ile gelecekte yapılacak ölçüm bilgilerinin karşılaştırılması için faydalı olacaktır. Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen platform ile aynı şekilde veriler dijital ortamlarda kaydedilerek arşivler hazırlanabilir.

MATLAB kullanılarak yapılan bir çalışmada çoklu antenli GPS alıcıları kullanıldığında yükseklik hesabı yapmaya yarayan bir alet kutusu (toolbox) geliştirilmiştir. [3] Bu çalışma ile GNSS bilgilerinin yazılım geliştirme ortamlarında işlenerek çeşitli ürünlerin elde edilebileceği gösterilmektedir. Bu tezde de GNSS konum bilgileri kullanılarak çeşitli yazılım uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

Başka bir çalışmada ESA tarafından Galileo ile beraber geliştirilen SBAS tabanlı EGNOS (Avrupa Yer-sabit Seyrüsefer Kapsama Sistemi) sisteminin SISNET

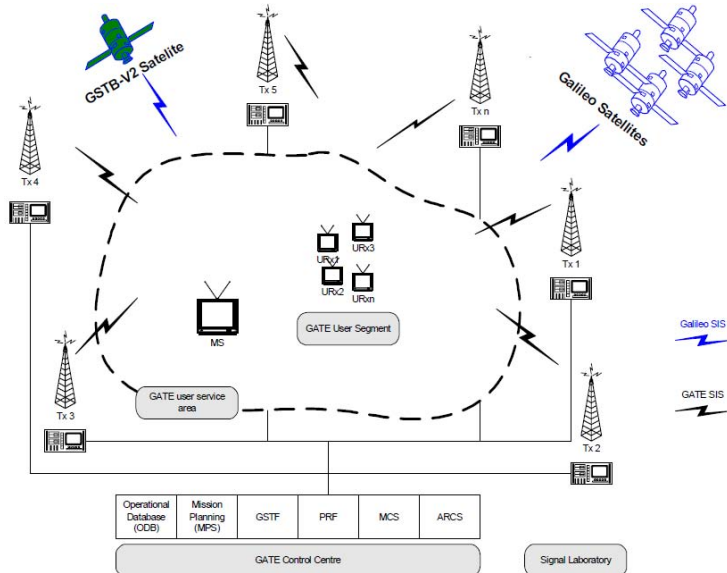
sunucularına erişmek için gezgin-IP kullanılarak erişim gerçekleştirilen bir sistem tasarlanmıştır. Şekil II.1’ de sistemin şeması gösterilmiştir.[4] Bu çalışmada mobil – IP ‘den kasıtlı; taşınabilir özelliği olan bilgisayarların hücresel şebeke ağlarını kullanarak EGNOS sistemine bağlanması işlemi ifade edilmektedir.



Şekil II. 1 Gezgin İnternet Kullanılarak EGNOS SISNET Erişimi [4]

Bu çalışma bu sistemi kullanan alıcılar EGNOS desteği ile konum bilgilerini daha net hesaplayabilmektedir. Aynı şekilde gerçekleştirilen tez çalışmasında EGNOS sisteminden veri IP üzerinden alınabilmektedir.

Galileo çalışmalarına ek olarak Bir Alman Endüstri Konsorsiyumu GPS/Galileo sinyallerini test etmek ve çeşitli uygulamalar geliştirmek amacıyla GATE (Galileo Test Environment) isminde bir yapı oluşturmuştur. Şekil II.2 de oluşturulan yapı gösterilmektedir. [5]



Şekil II. 2 GATE Projesinin Yapısı [5]

Farklı bir çalışmada dünyanın çeşitli bölgelerinde bulunan ve çevrimiçi olarak ücretsiz hizmet veren GPS işlem sunucularından gelen RINEX formatındaki navigasyon mesajları incelenmiş, bu sunuculardaki bilgi farklılıklarının analizi yapılmıştır.[6]

Bir çalışmada ise GPS hesaplamaları ile ilgili MATLAB’ da işlem yapmak isteyenler için temel uygulamaların nasıl yapılacağı gösterilmiştir. [7]

Teksas Üniversitesinde yapılan bir çalışmada çeşitli programlama dillerinde kullanılabilecek açık kaynak kodlu bir GPS araç kutusu geliştirilmiştir.[8]

GPS sisteminin YSA (Yapay Sinir Ağları) ile ilgili birlikte kullanıldığı yerli ve yabancı makalelerde daha kontrollü takip sistemlerinin geliştirilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır. [9-11]

Türkiye’de Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yapılan bir çalışmada ise bilgisayar destekli GPS eğitim seti geliştirilmiştir. [12] Bu eğitim setinde temel olarak konum bilgilerinin mikrodenetleyicili bir sistemde işlenmesi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bilgisayar yazılımları ile bu bilgiler işlenerek konum belirleme işlemi ve verilerin formlarda gösterilmesi gerçekleştirilmiştir.

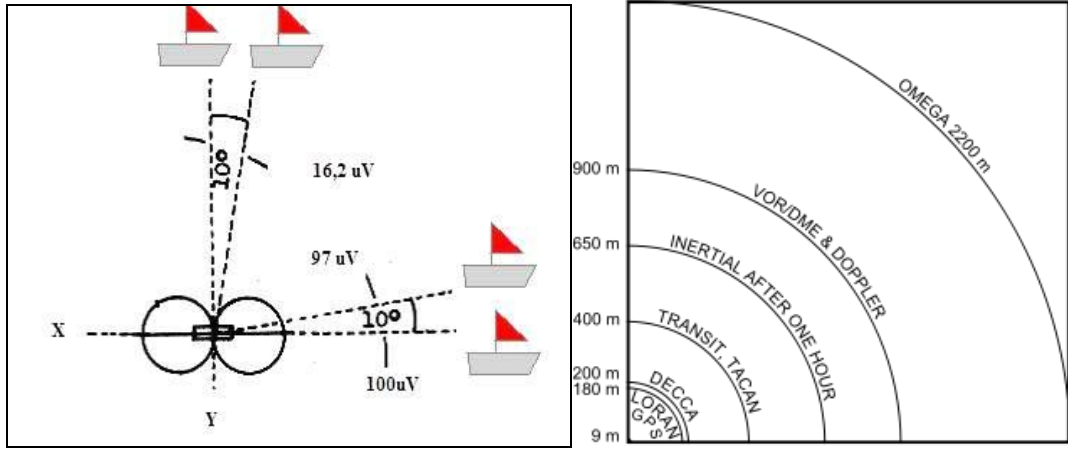
Verilen bu örnekler bakıldığında özellikle GPS olmak üzere Galileo ve diğer uydu tabanlı seyrüsefer sistemleri ile ilgili uygulamaların geliştirilmesi, ölçüm ve analizlerin yapılması, bu sistemlerde gerçekleştirilen yeniliklerin takip edilerek teorik ve uygulamalı eğitimlerinin verilmesi, disiplinler arası çalışmalarda kullanılması bilimsel anlamda değerli bulunmaktadır.

Ülkemizde de bu tür uygulamaların yapılabilmesi için donanımların ve yazılımların geliştirilmesi ve uygun laboratuvar ortamlarının hazırlanması önemlilik arz etmektedir.

II.1.2 SEYRÜSEFER SİSTEMLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

İnsanoğlu konumunu belirlemek için yıldızlardan yararlanmış, pusulaları kullanmıştır. Daha sonra haberleşme alanındaki gelişmeler konum belirleme sistemlerine yeni bir ivme kazandırmış RF sinyalinin genliğindeki ve fazındaki değişikliklere göre RDF (Radyo Yön Bulucu), LORAN (Uzun Menzil Navigasyonu) DECCA, OMEGA, TACAN (Taktik Hava Navigasyonu), JTIDS Relnav ve PLSR gibi sistemler geliştirilmiştir.

RDF ile yapılan çalışmalarda radyo istasyonları kurulmuş ve bunların haritalarda nerede bulundukları ve yayın saatleri periyodik bültenlerle belirtilmiştir. Bu sistemi kullanmak isteyen kullanıcı, RDF cihazını bulunduğu mevkide çevirerek almak istediği istasyonun frekansını ayarlayıp en yüksek kazanç anındaki yönünü kaydeder. Yapılan bu işleme kerteriz alma işlemi denir. Birden fazla alınan kerterizler sayesinde birbirine paralel olamayan iki doğrunun bir yerde kesişeceği mantığına bağlı kalarak yer bulma işlemi yapılır. Şekil II.3’de X yönünde RF’ yi alan antenin temsili kazanç gösterimi ve seyrüsefer sistemlerinin 2 boyutlu düzlem üzerindeki doğruluk değerleri verilmiştir.

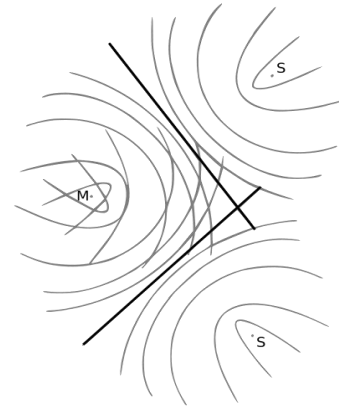


Şekil II. 3 RDF Sisteminde Temsili Kazanç Gösterimi ve 2B Ölçüm Doğruluk Aralıkları

Burada dikkat edilmesi gereken husus doğru anten yönündeki açı değişikliklerindeki kazançtaki değişimin az, anten yönünün norm açısına yaklaştıkça meydana gelen açı değişikliğindeki kazanç değişiminin fazla olduğu görülmektedir. Diğer bir husus ise x doğrultusunda bulunan antenin RF’i sağdan mı yoksa soldan mı aldığıdır. Bunun için RDF cihazlarındaki loop antene bir tane dik çubuk anten yerleştirilir ve yön tayin edilir.

Hiperbolik seyr sistemlerinde ise sistem en az iki istasyonun aynı anda sinyal göndermesiyle çalışmaktadır. Konumun bu iki istasyona aynı uzaklıkta olduğu durumlarda sinyallerin fazları kaymadan alınabilmektedir. Fakat istasyonlara farklı uzaklıkta bulunan konumlarda ise istasyonlardan gönderilen sinyaller az farkı ile alınmaktadır. Sinyal faz farkları incelendiğinde; saniyede yaklaşık 300.000.000 m/s hızla ilerleyen iki RF işareti birbirleriyle karşılaştırdığımızda, faz farklarındaki ufak değişimler bile istasyonlara olan mesafenin büyük miktarda değişmesine neden olur. Örneğin bir sinyal diğerinden 0.00001 saniye sonra gelsin buradan hız.zaman=yol

mantığıyla mesafenin 3000 m olduğunu hesaplanır. Buda yakın istasyon ile x kadar aramızda mesafe varsa uzak istasyonla $x+3000m$ mesafe olduğu anlamına gelmektedir. Fakat unutulmamalıdır ki istasyonlara olan mesafelere a ve b denilirse istasyon çevresinde a ve b uzaklıkta sonsuz adet nokta vardır. Toplanan veriler hiperbol denklemleri ile ilişkilendirildiğinde sinyalin alındığı istasyonların dünya üzerindeki yerleri Şekil II.4’ de gösterildiği gibi haritalardan bakılarak yapılacak çizimlerin kesişim noktaları bulunan konum olarak tayin edilir.



Şekil II. 4 Harita Üzerinde Koordinat Çalışması[13] Örnek LORAN Kılavuz Çizgileri

LORAN, DECCA ve OMEGA da aynı şekilde faz ölçüm mantığıyla çalışan fakat istasyon ve propogasyon yapıları farklı olan sistemlerdir.

Modern uydu destekli navigasyon sistemlerine 1970 yılların başlarında başlanmıştır[15]. Amerikan Hükümeti ilk olarak TRANSIT (Doppler & NNSS) olarak bilinen sistemle navigasyon işlemine başlamıştır. Eksiklikleri olan bu sistemin yerine daha hassas ölçümler yapabilmek amacıyla A.B.D savunma departmanı tarafından GPS sistemi geliştirilmeye başladı. Bu arada SSCB (Rusya) hükümeti de Amerikan hükümetinin yapmış olduğu bu çalışmaya karşılık olarak kendisi GLONASS sistemini gerçekleştirmiş fakat Rusya hükümetinin bozuk ekonomik durumu yüzünden sistem güncellenememiştir. Bu sistem 2000 yılı itibarıyla işlevini sürdürmektedir yalnız güvenilirliğini yitirmiştir. Avrupa Birliği ülkelerinin GPS’ den daha kapsamlı olacak şekilde tasarladıkları Galileo seyrüsefer sistemi çalışmaları devam etmektedir. SBAS tabanlı EGNOS ile beraber yürütülen Galileo sistemi çalışmaları için Avrupa Birliği Komisyonu 3.4 milyar Euro’luk bütçeyi (2007-2013) yılları arasında kullanılması için tedarik etmiştir. [16]

2009 yılı itibariyle Galileo sisteminde GioveA ve Giove B olmak üzere iki adet uydu ile test çalışmaları devam etmektedir [17]. Japonya’da JCAB tarafından, Asya ve Pasifik Bölgesini kapsayan MSAT projesi geliştirilmiştir. Ayrıca Japonların 2008’ de ilk uydusunu göndermeyi planladıkları boş kanyonlarda sinyal desteği sağlamak için yüksek elevasyonlu QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) adında GPS’ e benzer bir sistem çalışmaları vardır.[18] Avustralya kendi yer bulum sistemi üzerine çalışmalarını sürdürmektedir. [19] Çin Hükümeti BNS adlı kendi navigasyon sistemini oluşturmaya başlamıştır. [20] Şu anda güvenilir ve işlevsel olan ayrıca sivil kullanıcılarında hizmetine açık olan yaygın konumlandırma sistemi GPS’ dir.

GPS sinyallerini etkileyen hata kaynaklarının etkisini asgariye indirmek ve GPS sistemiyle daha doğru ölçüm yapmak amacıyla DGPS (Fark GPS) sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemde ilave olarak yer istasyonlarından GPS alıcılara sinyaller gönderilerek alıcıların daha çok veriyi işleyerek ölçmedeki hata payını azaltması düşünülmüştür. Yalnız karasal olarak gerçekleştirilen bu sistemde yeryüzünü istasyonlarla donatmak gerekmektedir. Bu sisteme daha iyi bir alternatif olacak sistem SBAS sistemleridir. GPS uydularına ilave olarak Geostationary (yer-sabit) uydular vasıtasıyla SBAS tabanlı seyrüsefer sistemleri geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Örneğin EGNOS sistemi için kullanılan INMARSAT uydularının sinyallerini alabilen EGNOS destekli bir GNSS alıcısı ile daha hassas ve doğru ölçümler yapılabilir. GNSS alıcısı herhangi bir GPS, GLONASS, Galileo veya SBAS uydu tabanlı navigasyon sistemlerinden en az bir tanesinin sinyallerini alabilen alıcı olarak ifade edilmiştir.

II.2 UYDU TABANLI KONUMLANDIRMA SİSTEMLERİ

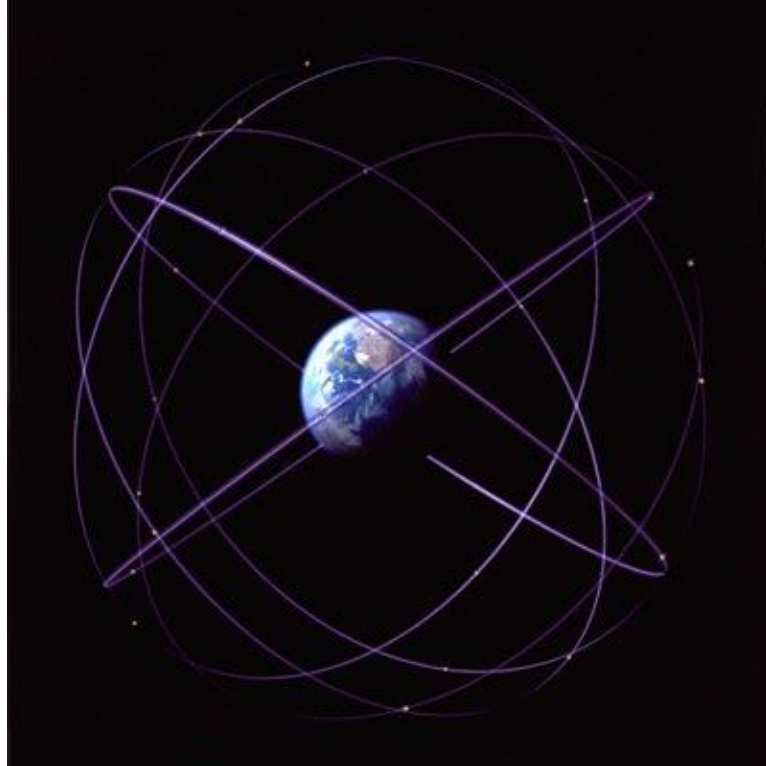
Uydu tabanlı konumlandırma sistemlerini 2 kısma ayırırsak; 1.kısım birbirinden bağımsız olarak geliştirilen GPS, GLONASS ve GALILEO uydu sistemleridir. 2.kısım ise SBAS olarak 1.kısımdaki sistemlerin uydularına ilave olarak yer-sabit uyduları ve dünya üzerinde çeşitli bölgelerde kurulan yer istasyonları da kullanarak konum belirleme işlemi yapan sistemlerdir. SBAS sisteminde amaç daha hassas konum belirlemektir. Bu nedenle bu sistemlerden bir tane de kendi bölgesine kurmak isteyen hükümetler mevcut sistemlere ilave olarak kendi yer istasyonlarını ve sahip oldukları LEO, MEO, GEO yörüngelerinde bulunan

uydularını kullanabilir. Bu sistemlere örnek olarak EGNOS, WAAS, LAAS, GAGAN, MSAS vb. yapıları gösterebiliriz.

II.3 GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)

GPS Küresel Konumlandırma Sistemi A.B.D’ de Savunma Departmanı (DoD) tarafından 1970’lerin başlarında geliştirilmiş uydu tabanlı bir seyrü sefer sistemidir. Bu sistemde devamlı olarak DoD kontrolünde uydular tarafından gönderilen zaman ve uydu pozisyonları GPS alıcıları tarafından işlenir, dünya atmosferi içerisinde ve hatta belli bir çap içerisinde dünya atmosferi dışında da konum belirleme işlemi yapılır.

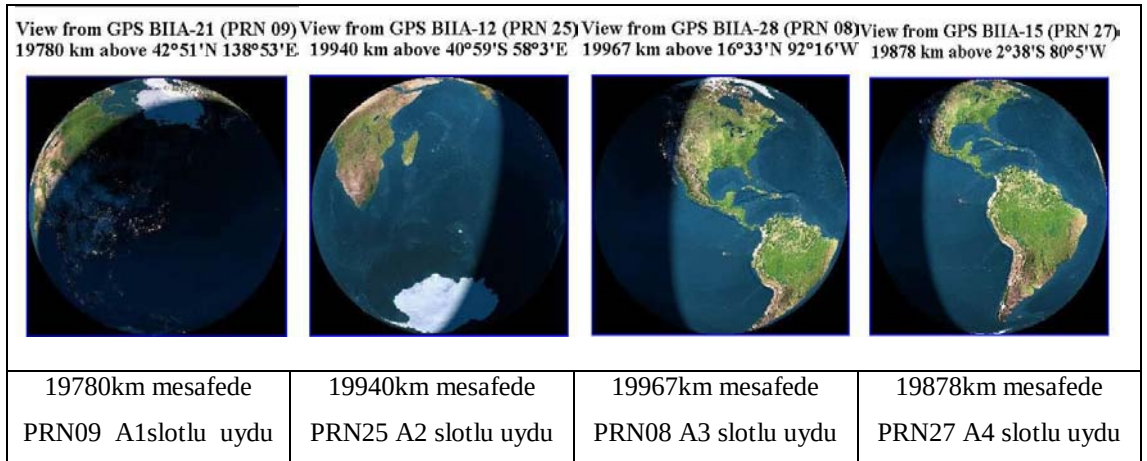
Normal olarak 24 uydunun vasıtasıyla dünya üzerindeki her bölgeden en az 4 uydu gözlemlenebilecek şekilde 6 yörünge için tasarlanan Şekil II.5’ de temsili olarak gösterilen bu sistemin oluşturulduğu 8 Aralık 1993 tarihinde duyurulmuştur[21].



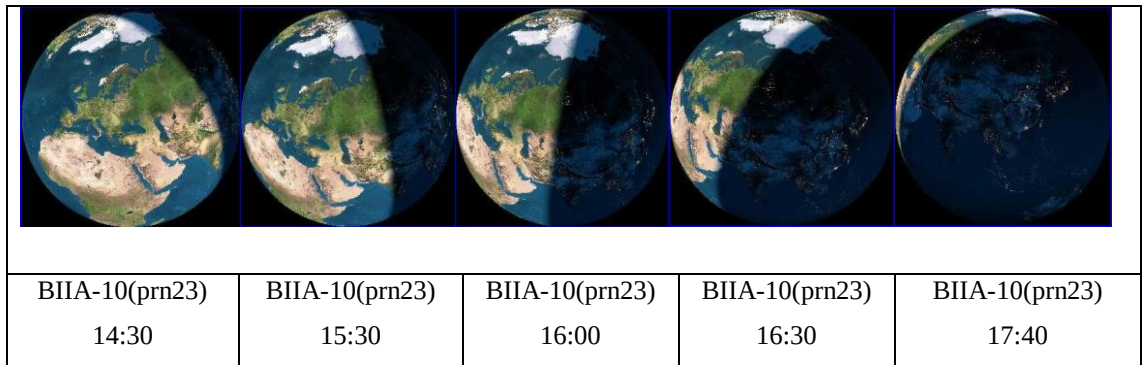
Şekil II. 5 6 Yörüngeden oluşan GPS Uydularının Oluşturduğu Temsili Şebeke

GPS uyduları ekvator düzlemi ile 55° ’lik eğim yapacak şekilde yaklaşık dairesel eliptik yörüngede hareket ederler. Bu uydular yer-sabit yapıda değildir. Yer-

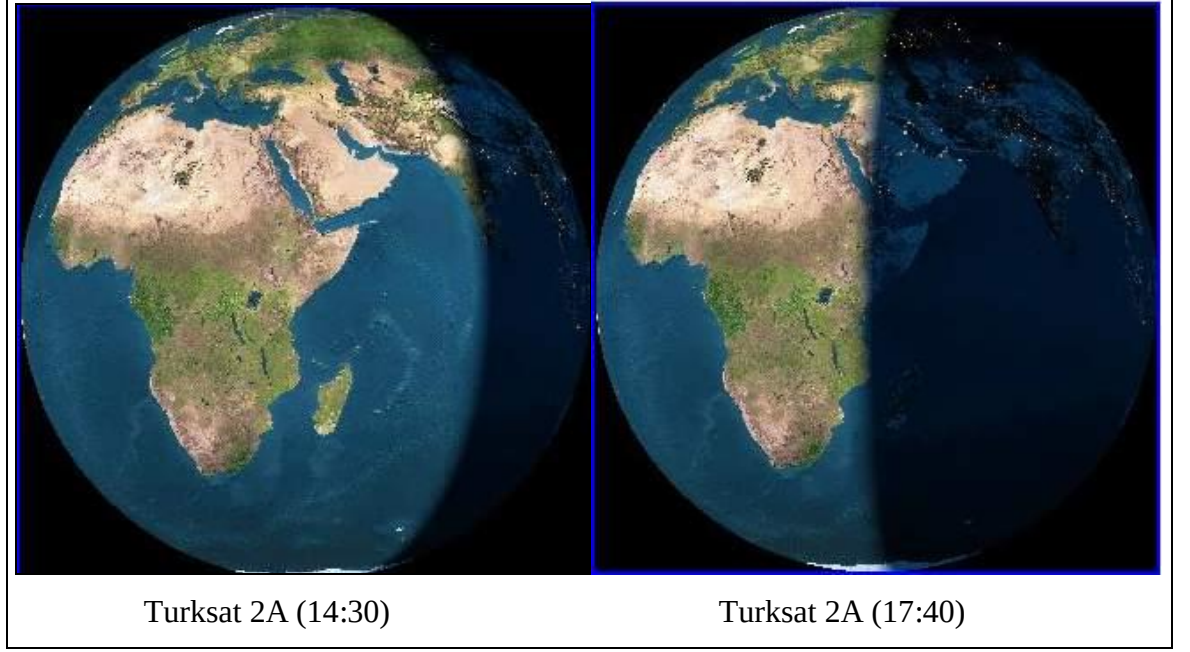
sabit uydular sabit bir azimut ve elevasyon açısında kalırlar, örneğin TV yayınlarını aldığımız uydular yer-sabit uydulardır açısız hızları dünya ile aynıdır. Türksat, Hotbird, Inmarsat vb. uydular yer-sabit uydulardır. Bu uydulardan SBAS sistemlerinde yararlanılmaktadır. GPS uyduları yaklaşık olarak yörüngeleri 26500km uzunlukta olup, ekvator dan 20000km uzaklıktadır ve bu uydular bir turunu 12 saat’ de tamamlar. Şekil II.6’de GPS şebekesinin A yörüngesinde bulunan 4 uydudan aynı zamanda dünyaya bakıldığında ayak izlerinin hangi bölgelere denk geldiği gözükme ktedir. Burada karanlık bölgeler dünyada gecenin yaşandığı yerlerdir. Şekil II.7 ‘ de ise bir GPS uydusunun yörüngesindeki seyri gösterilmektedir. Dünya kendi eksenini etrafında dönerken GPS uydusu da kendi yörüngesinde yoluna devam etmektedir. Şekil II.8’ de dünya ile aynı açısız hızda dönen Türksat 2A uydusunun zaman geçse de konumunun dünyaya göre sabit kaldığı gösterilmektedir.



Şekil II. 6 A yörüngesindeki GPS Uydularından Dünyaya Bakış 20 Mart 2004 15:00 [22]



Şekil II. 7 BlockIIA PRN23 No.lu Uydunun Yörünge Seyri 20 Mart 2004 [22]



Şekil II. 8 Turksat 2A ‘nın Yer-sabit Yörüngesinin Gözlemlenmesi 20 Mart 2004.[22]

II.3.1 GPS’İN TARİHÇESİ VE MODERNİZASYON SÜRECİ

8 Aralık 1993 tarihinde hazır olduğu duyurulan Navstar GPS sistemi, 17 Temmuz 1995 tarihinde deneysel amaçlı uyduların haricinde 24 uydu ile hazır olduğu duyurulmuştur. 13 Temmuz 2009 tarihi itibarıyla 32 adet aktif uydu ile hizmetine devam etmektedir. [23]

BlockI tipi uyduların fırlatılmasıyla şekillenmeye başlayan uydu şebekesi 1989 yılında BlockII uyduları ile takviye edilmiştir. 1990-1996 yılları arasında BlockIIA uyduları ile sistem yenilenmiştir. 1997 yıllarının başlarında daha gelişmiş olan BlockIIR uyduları 2004 tarihine kadar atılarak sistem içinde yerini almıştır. 2005 yılından itibaren BlockIIR-M uydularının fırlatılmasına başlanmış ve ilk GPSIIR-M (17 PRN) nolu uydudan sivil amaçlı L2C sinyali gönderilmiştir. 24 Mart 2009 tarihine kadar 7 adet olarak firesiz gönderilen BlockIIR-M uydularının sonuncusu (01 PRN) numaralı GPS uydusu L5 frekansından sinyal gönderebilecektir. 2009-2012 yılları arasında 12 adet BlockIIF uydularının gönderilmesiyle sistem modernize edilecektir. BlockI uydularından sonra kullanılmaya başlanan DeltaII Roketleride BlockIIF uydularının yerleştirilmesinde artık kullanılmayacaktır. Bu roket 47 uydunun sadece 1 tanesini gönderirken; ateşlemeden sonra 13 saniye içersinde patlamıştır. [24]. Uyduların Fırlatış tarihleri ve durumları Ek.2 de verilmiştir. Böyle bir sistemin devamlılığını sağlamak süper güç

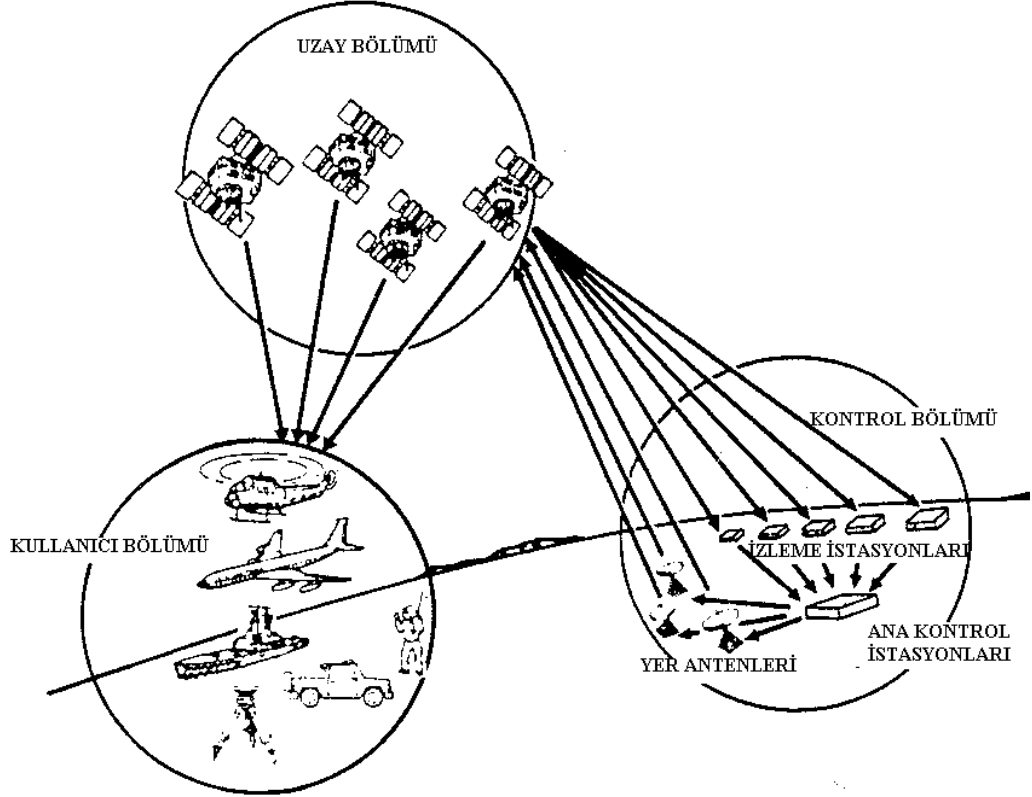
olmak gerekliliğini de göstermektedir. Bunun nedeni böyle bir sistemin kurulmasından ziyade şebekeyi aktif tutmak ve güncelliğini sağlamak için çalışmalar yapmak daha zordur ve büyük bütçeler ister. 13 Temmuz 2009 tarihli GPS uydu şebekesinin durumu Tablo II.1’ de verilmiştir. Tablo incelendiğinde A,B,C,D,E ve F yörüngelerinde numaralandırılmış olarak GPS uyduları gösterilmektedir. [23]

Tablo II. 1 GPS Durum Rapor Tablosu [23]

FIRLATMA			ATILIŞ	ATOMİK	YÖRÜNGE
SIRASI	PRN	SVN	TARİHİ	SAATİ	
IIA-10	32	23	26 KAS 1990	Rb	E5
IIA-11	24	24	04 TEM 1991	Cs	D5
IIA-12	25	25	23 ŞUB 1992	Rb	A5
IIA-14	26	26	07 TEM 1992	Rb	F5
IIA-15	27	27	09 EYL 1992	Cs	A4
IIA-21	09	39	26 HAZ 1993	Cs	A1
IIA-23	04	34	26 EKİ 1993	Rb	D4
IIA-24	06	36	10 MAR 1994	Rb	C5
IIA-25	03	33	28 MAR 1996	Cs	C2
IIA-26	10	40	16 TEM 1996	Cs	E3
IIA-27	30	30	12 EYL 1996	Cs	B2
IIA-28	08	38	06 KAS 1997	Cs	A3
IIR-2	13	43	23 TEM 1997	Rb	F3
IIR-3	11	46	07 EKİ 1999	Rb	D2
IIR-4	20	51	11 MAY 2000	Rb	E1
IIR-5	28	44	16 TEM 2000	Rb	B3
IIR-6	14	41	10 KAS 2000	Rb	F1
IIR-7	18	54	30 HAZ 2001	Rb	E4
IIR-8	16	56	29 HAZ 2003	Rb	B1
IIR-9	21	45	31 MAR 2003	Rb	D3
IIR-10	22	47	21 ARA 2003	Rb	E2
IIR-11	19	59	20 MAR 2004	Rb	C3
IIR-12	23	60	23 HAZ 2004	Rb	F4
IIR-13	02	61	06 KAS 2004	Rb	D1
IIR-14M	17	53	26 EYL 2005	Rb	C4
IIR-15M	31	52	25 EYL 2006	Rb	A2
IIR-16M	12	58	17 KAS 2006	Rb	B4
IIR-17M	15	55	17 EKİ 2007	Rb	F2
IIR-18M	29	57	20 ARA 2007	Rb	C1
IIR-19M	07	48	15 MAR 2008	Rb	A6
IIR-20M	01	49	24 MAR 2009	Rb	B2
IIR-21M	05	50	17 AGU 2009	Rb	E6

II.3.2 GPS BÖLÜMLERİ

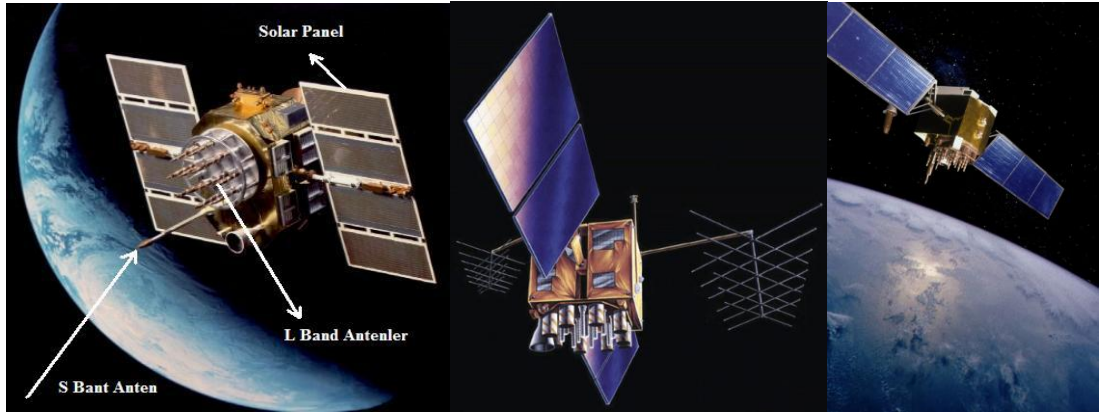
Şekil II.9 'dan de görüleceği gibi GPS sistemi incelendiğinde 3 kısımdan oluştuğu görülmektedir. Bunlar uyduların bulunduğu uzay bölümü, uydu kontrol istasyonlarının bulunduğu kontrol bölümü ve GPS alıcılarının bulunduğu kullanıcı bölümüdür.



Şekil II. 9 GPS Bölümleri

GPS uydularının oluşturmuş olduğu uzay bölümü şu an günümüzde 32 aktif, PRN numaralı uydu ile çalışmaktadır[24]. A,B,C,D,E,F olmak üzere 6 yörüngede uydular bulunmaktadır. Bu sistemde ilk olarak tasarlanan BlockI uyduları servis dışı kalmıştır. Bunların yerini alan BlockII uyduları SA ve AS özellikleri ile donatılmıştır. BlockII uyduları 14 gün boyunca kendi yörüngesinde kalabilmekte, BlockIIA uyduları ise 180 gün boyunca gelişmiş teknolojileri sayesinde kontrol merkezinin müdahalesi olmadan yörüngelerindeki seyirlerine devam edebilmektedir[25]. Daha sonra tasarlanıp uzay bölümüne yerleştirilen BlockIIR uyduları önceden hazırlanmış 210 günlük Efermis verisine göre otomatik seyir kontrolünü yapabilir. Ayrıca diğer BlockII' uydularına GPS modernizasyonu

çerçevesinde ek özellikler eklenmiştir. Şekil II.10 ' da GPS uyduları gösterilmektedir.



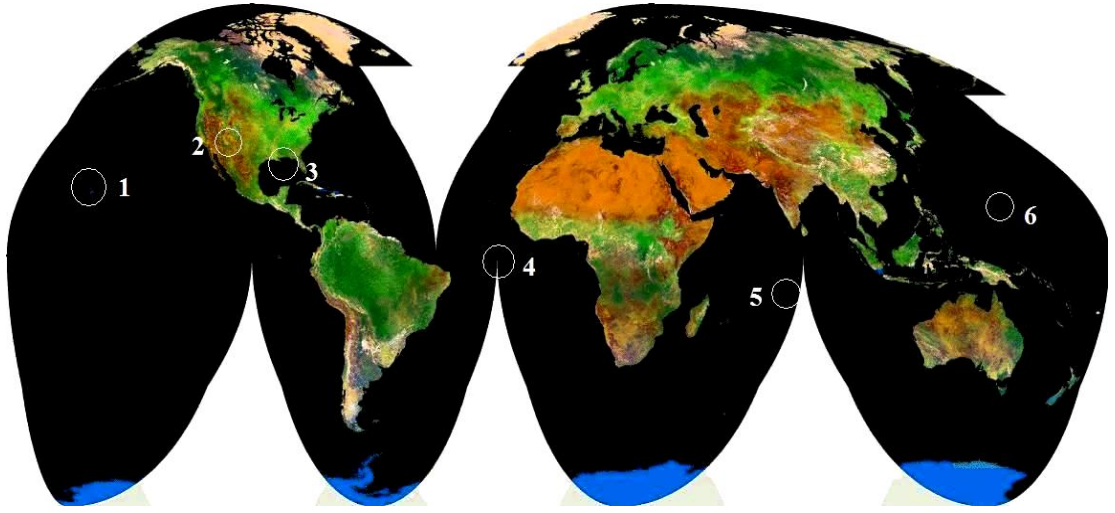
Şekil II. 10 GPS Uydu Unsurları ve BlokII Serisi Uydular

Saat hassasiyetinin çok önemli olduğu bu sistemde şu anki GPS uydularında sezyum ve rubidyum yapılı atomik saatleri mevcuttur. Tablo II.1 incelendiğinde ve uyduların fırlatma tarihlerine bakıldığında en son gönderilen uyduların atomik saatlerinin sezyum olduğu; artık rubidyum atomik saatli uyduların üretilmediği fark edilmektedir.

Amerikan hükümetinin kontrolünde olan seçimli doğruluk (SA) özelliği bu uydularda mevcut olup istenildiğinde kullanılabilir. İlave olarak sistemin karıştırmalara karşı etkilenmemesi için aldatmaya karşı koyma (AS) özelliği uydularda bulunmaktadır. S bant anteni ile kontrol merkezlerinden direktiflerini alan bu uydular L bant antenleri ile GPS alıcılarının navigasyon mesajlarını almaları için yayınlarını yaparlar.

Diğer uydu sistemlerinde olduğu gibi GPS uyduları da dünya üzerine yayılmış çeşitli kontrol istasyonlarından izlenirler ve normal işleyişlerini sürdürmeleri için gerekli komutları alarak seyirlerine ve sinyal göndermeye devam ederler. Bu kontrol istasyonları çok hassas saatlerle donatılmıştır. İstasyonlar devamlı olarak uyduların yörüngelerindeki konum bilgilerini kontrol eder, bir hata oluştuğunda bu hata, S bandından gönderilen bilgiler yardımıyla uydulara iletilir.

Şekil II.11' de gösterildiği üzere ana kontrol istasyonu A.B.D.' de Colorado Spring' de bulunmaktadır. Ana kontrol istasyonu sistemin işleyişinden, diğer izleme istasyonlarından gelen bilgilerin kontrolünden, saat düzeltmelerinden ve uydu efermis datasının oluşturulmasından sorumludur. Aynı zamanda SA ve AS özelliklerinin kullanılmasından sorumludur.



	Bulunduğu Yer	Görevi	Donanım Durumu
	Hawai	İzleme İstasyonu	
	Colorado Spring	Ana Kontrol İstasyonu	
	Cape Canaveral	İzleme İstasyonu	Yedek Yer Anteni
	Ascension Adası	İzleme İstasyonu	Yer Anteni
	Diego Garcia	İzleme İstasyonu	Yer Anteni
	Kwajalein	İzleme İstasyonu	Yer Anteni

Şekil II. 11 GPS Kontrol Merkezlerinin Dünya Üzerindeki Yerleri

. İzleme istasyonları düzeltme işlemlerini günde bir iki sefer yapar. Uydular sağlıklı sonuç veremeyecek bir duruma geldiğinde veya bakım olduğunda NANU (Navstar Kullanıcılarına Önemli Duyuru) mesajı U.S. Cost Guard Navigation Center tarafından duyurulur[24]. Bu mesaj kontrol merkezinin inisiyatifindedir. Galileo sisteminde ise bu tür mesajların alıcılara hemen gönderilmesi için servis planlanmıştır.[27] Şekil II.12 'de kontrol istasyonundaki çalışma ortamı gösterilmektedir.

GPS Bölümlerinde hassas saat kullanımının nedeni RF'nın ışık hızında ilerlemesidir. Saniyede yaklaşık $3 \cdot 10^8$ m hızla giden GPS bilgi sinyalleri 1 ns de yaklaşık 30 cm yol alır. 1 nano saniyelik hata dijital bir saatte yaklaşık olarak $([30] \times [365] \times [24] \times [60] \times [60] \text{sn})$ 946080000sn sürede yaklaşık 30 yılda 1 saniyelik hata olarak karşımıza çıkar; bu iyi bir hata oranıdır. Fakat GPS sisteminde 30 cm 'lık hataya neden olmaktadır bu da koordinatın 30 cm hata ile belirlenmesin neden olur. Bu nedenle GPS uydularında ve kontrol merkezlerinde, atomik saatler ve yüksek kaliteli GPS alıcıları kullanılır.



Şekil II. 12 Falcon Hava Kuvvetleri Üssü Kolerada A.B.D [13]

GPS sisteminde konum belirleme işlemini uydular yapmaz. GPS alıcıları sinyallerini aldığı uyduların konumlarını ve sinyallerin gelme sürelerine ve fazlarına bakarak konum belirleme işlemini yaparlar. GPS alıcısının antenine gelen L bandındaki sinyal mikro denetleyici ve onu koşturan yazılım sayesinde işlenir ve konum belirleme işlemi GPS alıcısı tarafından yapılır. Standart konumlandırma servisi (SPS -Standart Positioning Service) alıcıları sivil kullanıcılar için tasarlanan ve sadece L1 taşıyıcısındaki kodları çözümleyerek konum bulma işlemini gerçekleştirir. Hassas konumlandırma servisi (PPS -Precise Positionin Service) alıcıları ise askeri amaçlı kullanılmaktadır ve L1 frekansı dahil olmak üzere şifrelenmiş P(Y) kodunun bindirildiği L2 taşıyıcısındaki bilgiyi de çözümleyerek konumu belirler. Geniş Alan GPS Güçlendirmesi (WAGE) sistemi ile P(Y) kodu yaklaşık 12.5 dakikada GPS alıcılarına gönderilerek 6 saat PPS özelliği olan GPS alıcısının daha doğru konum belirlemesi sağlanmaktadır. [28]

Ticari GPS alıcıları sinyal alış kabiliyetlerine göre 4 tip olarak belirtilebilir. Bunlar tek-frekans kod (single-frequency code) alıcıları, tek-frekans taşıyıcı-düzeltilmiş kod (single-frequency carrier-smoothed code) alıcıları, tek-frekans kod ve taşıyıcı (single-frequency code and carrier) alıcıları ile çift frekans (dual-frequency) alıcılarıdır [29]. Tek frekanslı alıcılar sadece L1 frekansını çift frekanslı alıcılar ise L1 ve L2 frekansını kullanmaktadır

GPS alıcıları ayrıca takip kanallarına göre de gruplandırılabilir. Bağımsız veya birbirleriyle paralel çalışabilen 1 den 20 kanala kadar uydu takibi (tracking) yapabilen GPS alıcıları günümüzde kullanılmaktadır. İyi bir GPS alıcısı çok kanallı (multichannel) bir sisteme sahiptir. Ne kadar çok kanal o kadar uydudan gelen

verinin işlenmesi demektir. Ne kadar çok veri, konum belirlemede o kadar az hataya karşılık gelmektedir.

İlk çıkan GPS alıcısı tek-frekans kod işleme özelliğine sahipti. Bu alıcılar sadece L1 frekansından gönderilen C/A (işlememiş edinti) kodunu almaktaydı. Daha sonra çıkan tek-frekans taşıyıcı-düzeltilmiş kodlu alıcılar C/A kodun yanında pseudorange (sinyalin uydudan gelme süresi) ölçümünü de yapabilme yeteneğine sahipti. Tek-frekans kod ve taşıyıcı özellikli alıcılar ek olarak L1 frekansının taşıyıcı faz ölçümlerini yapabilmekte ve navigasyon mesajını alabilmekteydi.

Çift frekanslı GPS alıcıları ise L1 ve L2 frekanslarından gönderilen bilgileri de işleme kabiliyetine sahiptir. Fakat AS ve SA özelliklerinin işleme sokulmasından sonra L2 taşıyıcısı üzerinde bulunan P kod şifrelenerek Y koduna dönüşmüştür. Bu alıcılar L2 bandının sağladığı avantajları kullanmamaktadır. Bu kodun çözülmesi sadece askeri amaçlı GPS alıcılarında kullanılan AOC entegresi ve SM modülleri sayesinde yapılabilmektedir.

GPS alıcılarında L2 bandını kullanamamanın dezavantajlarını giderebilmek ve daha sağlıklı ölçümler yapabilmek için Z- izleme (Z- tracking), çapraz korelasyon (Cross-Correlation) gibi teknikler kullanılmaktadır.

Mart 2009 tarihi itibarıyla GPS sisteminde sivil kullanım için tasarlanan L2C sinyali gönderilmeye başlanmıştır. Bu sinyalinde alıcılarda işlenmesiyle daha doğru konum bilgilerinin hesaplanması sağlanacaktır. Şekil II.13’de uydulardan gönderilen taşıyıcılar ve kodlar gösterilmektedir.

Signal\SV	IIR	IIR-M	IIF
L1 C/A	✓	✓	✓
L1 P/Y	✓	✓	✓
L1 M		✓	✓
L2 Civil		✓	✓
L2 P/Y	✓	✓	✓
L2 M		✓	✓
L5 Civil			✓

Şekil II. 13 GPS Uydularının Taşıyıcıları ve Gönderebilecekleri Kodları.[30]

Koordinat hesaplamalarının yapılabilmesi için GPS alıcılarında mikrodenetleyiciler veya sayısal işaret işleyiciler bulunmaktadır. Teknolojideki hızlı gelişmeler günümüzde üretilen mikrodenetleyicilerin kapasitelerini arttırmış ve daha hassas ölçümlerin yapılmasını sağlamıştır. Örnek olarak Şekil II.14’ de gösterildiği gibi Zodiac, SirfI, SirfII, SirfIII uBlox4, uBlox5, Antaris gibi konumlandırma motorlarını kullanan mikrodenetleyiciler şu anki düşük maliyetli GPS alıcılarında kullanılmaktadır. Ayrıca mikrodenetleyicilerin sağlıklı ölçüm yapabilmeleri için yüksek frekansta çalışan kararlı osilatörlerle beraber kullanılması gereklidir. Bu nedenle TCOX (sıcaklık tahammüllü kristal osilatörler) vb. gibi gelişmiş osilatörler GPS alıcılarında kullanılmaktadır.

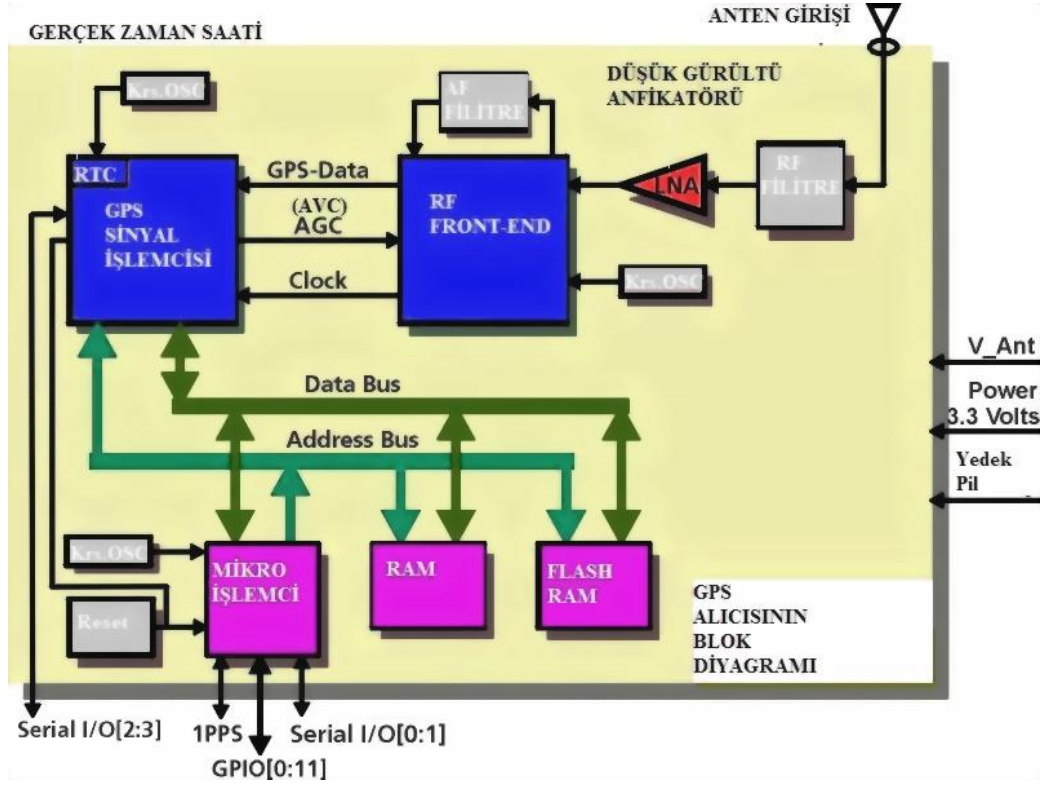


Şekil II. 14 Bir GPS Mikro Denetleyicisi [31]

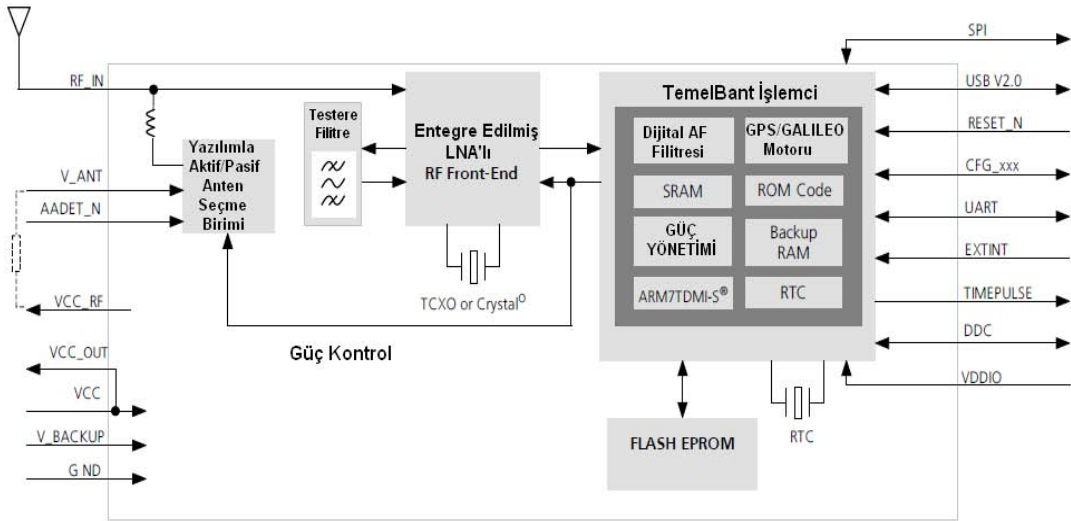
İyi bir GPS mikro denetleyicisinin enerji tüketiminin az olması çok kanallı olması, sinyalleri hızlı bir şekilde işleyebilmesi, tazeleme frekansının yüksek olması, hızlı açılış yapabilmesi ve iyi bir yazılım programıyla koşturulması gerekmektedir. Çünkü oluşacak zaman gecikmeleri konum belirlemede hatalara neden olmaktadır. Şekil II.15’ de GPS alıcısının blok diyagramı gösterilmiştir.

Galileo sisteminin kurulum sürecinde çeşitli firmalar GPS sinyalini alabilen SBAS destekli ve Galileo Ready (Galileo’ ya Hazır) alıcılar satmaktadır. Bu firmalar alıcılarının firmware yazılımlarının güncellenmesi ile Galileo’ ya uyumlu olacaklarını belirtmektedir. Şekil II.16’ da Galileo Ready özelliği olan düşük maliyetli bir GPS alıcısının blok diyagramı gösterilmiştir. Düşük maliyetli GPS alıcıları sadece L1 sinyalini kullanmakla beraber konum hesaplamaları takip sistemleri için yeterli görülmektedir. L2 sinyalinin de sistem oturduktan sonra etkili olarak kullanılmasıyla beraber daha doğru sonuçlar elde edilebilir. GPS’ in yanında Galileo ve GLONASS sisteminin beraber kullanılmasıyla çok çok hassas ölçümlerin yapılabileceği simülasyon programları kullanılarak gösterilmektedir. Çünkü dünyanın herhangi bölgesinden görünebilecek uydu sayısı 20’ li rakamlara çıkabilecek ve GNSS alıcıları daha çok uydu verisi kullanarak konumlarını

belirleyebilecektir.[18] Şu bilinmelidir ki farklı frekansları destekleyen GPS alıcılarının farklı Front-end (Ön-Taraf) yapılarının gerekliliği nedeniyle maliyetleri yüksek olacaktır.



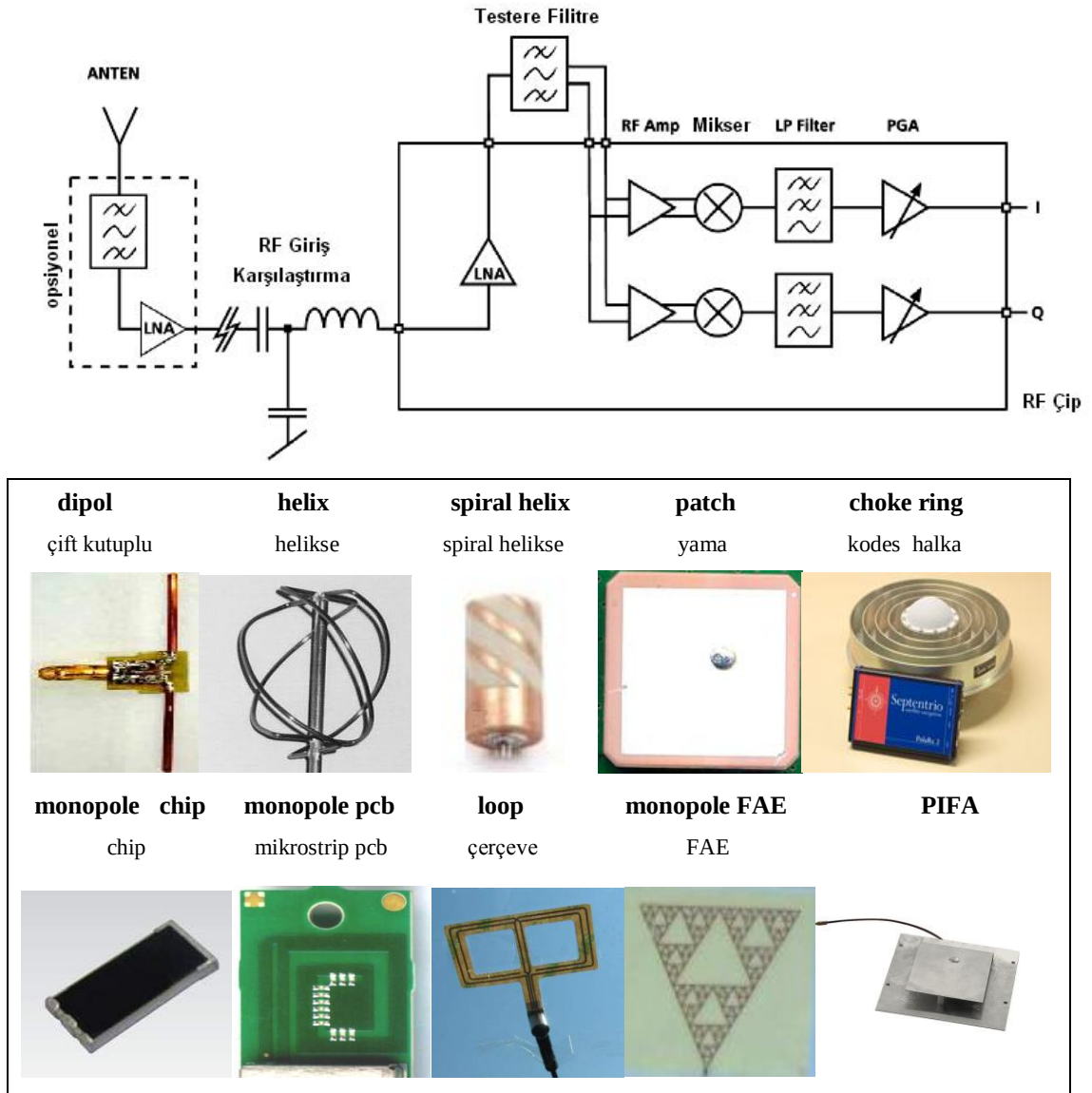
Şekil II. 15 Bir GPS Alıcısı Blok Diyagramı



Şekil II. 16 Bir Galileo/Ready GPS Alıcısı Blok Diyagramı [32]

Kullanıldığı yere ve alıcısına göre GPS antenleri çeşitli şekiller almaktadır. Bazı antenler çeşitli hataları azaltmak için özel olarak tasarlanmıştır. Dipol antenler L1 veya L2 frekansını iyi alacak şekilde tasarlanabilir. L1 ve L2 frekansını almak için en çok mikro-şerit yapıda antenler kullanılmaktadır. Heliksi antenler de mikro-

şerit antenlerin özelliklerini taşır fakat portatif yapıda değildir. GPS antenleri tasarlanırken veya seçilirken ısı, nem, sarsıntı gibi durumlara karşı dayanıklılıkları düşünülmelidir. Anten ile GNSS alıcısı arasındaki mesafeye göre sinyal yükseltme işlemi LNA ‘ lar aracılığıyla yapılabilir. Ayrıca anten içersinde sinyal yükseltme devresi varsa bu antenlere aktif antenler denilmektedir. Bu antenlerin çalışması için gerilim uygulanması gerekir. Şekil II.17.’ de aktif anten ön-taraf bağlantı şeması ve anten çeşitleri gösterilmektedir.



Şekil II. 17 Aktif Anten GNSS Alıcı Ön-taraf Bağlantısı Şeması ve Kullanılan Anten Tipleri

II.3.3 GPS ALICISININ ÇALIŞMASI

Bir GPS alıcısı açıldığında sinyal alma aşaması başlamıştır. GPS anteninden alınan RF' in kazancı belli bir seviyede değilse alıcı güç yönetimi moduna girebilir. Yeryüzünde en az 4 uyduyu görecektir şekilde konumlandırılan bir GPS alıcısı sinyal almaya başladığında ilk önce hafızasındaki uydulara ait navigasyon bilgilerine bakar eğer bu veriler işlevsel değilse gökyüzünü taramaya başlar. Bilgilerin tazeliğini bildiren durum navigasyon mesajlarından gönderilmektedir. Bu işlem birkaç dakika sürebilir. Çok kanallı GPS alıcıları tarama işlemleri sonucunda sinyalini aldığı uyduları kanalları ile ayrı ayrı ilişkilendirir. Daha sonra hesapladığı mesafelere göre ve aldığı bilgilere göre konum belirleme işlemini yapar. Şekil II.18 'de çalıştırılan ve açık havada eğitimi verilen GPS alıcıları gösterilmektedir.

Uydulardan alınan sinyallerin izlenmesi iki şekilde olur. Korelasyon işlemleri yapılarak işlenen sinyaller taşıyıcı izleme döngüsü ile (carrier tracking loop), ikinci olarak ise kod izleme döngüsü (code tracking loop) ile takip edilir. Yazılımlarla ve donanımlarla desteklenen her iki döngünün neticesinde uydulara kilitlenilir ve konum belirlenir.



Şekil II. 18 Uygun Ortamda Çalıştırılan ve Eğitimi Verilen GPS Alıcısı[13]

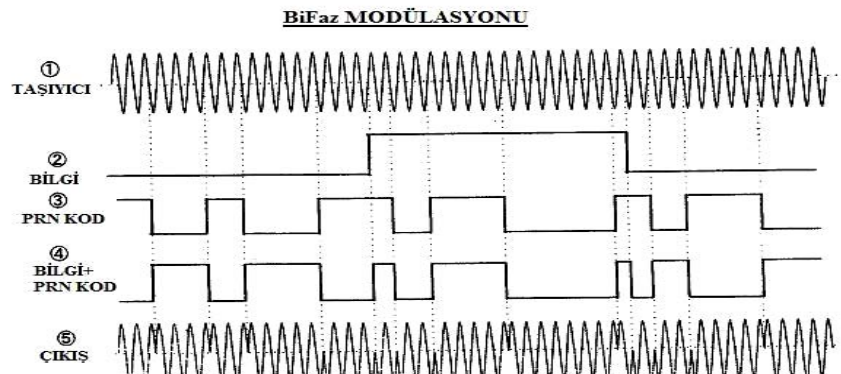
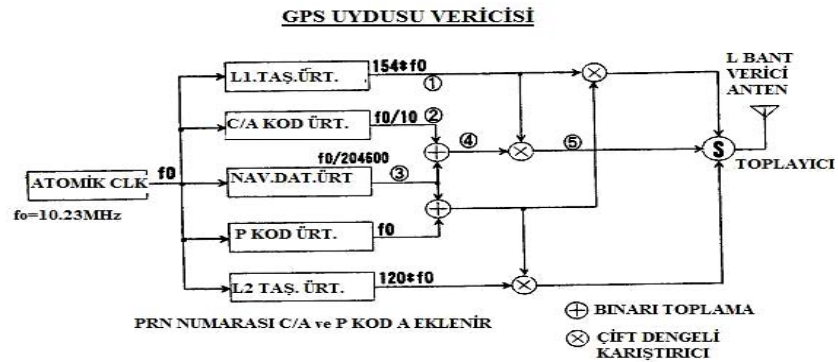
II.3.4 GPS SİNYAL VE KOD YAPISI

GPS alıcılarına konumlarını bulmak için L bandından GPS uydularına düzeltmelerini yapmak için S bandından mikrodalga sinyaller gönderilir. L1 sinyali 1.57542GHz (10.23MHzX154), L2 sinyali 1.2276GHz (10.23MHzX120) frekanslarına eşit olup temel frekans olan 10.23 MHz çarpılmasıyla elde edilir. S bandından yapılan haberleşme frekansları ise 1.78374GHz ve 2.2275GHz'dir. Frekanslarla ilgili dalga boylarını hesaplırsak $\text{dalga boyu} = \text{ışık hızı} / \text{frekans}$

oranından dalga boylarını L1 için yaklaşık 19cm L2 için 24.5 cm olarak buluruz. Atmosferin geçirgenliği bu iki frekans için farklı özellik göstereceğinden dolayı bu iki frekanstan gönderilen bilgileri alabilen GPS alıcıları iyonosferik etkilerden kaynaklanan hataların etkisini minimize edecektir ve daha iyi ölçümler yapacaktır. Bu tip GPS alıcıları askeri amaçlı kullanılmaktadır. Tablo II.2 de sinyallerin frekans ve dalga boyu değerleri belirtilmiştir.

Modernize edilmemiş GPS sinyalleri Temel olarak C/A kodunu, W kodu ile şifrelenmiş P (Y kodu) kodunu, navigasyon mesajını, efermis ve almanak bilgilerini içerir [25]. Şekil II.19’ da uydu vericisinde sinyallerin oluşturulması gösterilmiştir.

Şekil II.19 incelendiğinde L1 taşıyıcısında C/A kodu ve P kodu bulunmaktadır. L2 taşıyıcısında ise P kodu bulunmaktadır. GPS sisteminin modernizasyonu çerçevesinde askeri amaçlı olarak kullanılan L2 sinyalinin sivil kullanım için alternatifi olan L2C sinyali yeni nesil uydularda kullanılacaktır. Bu sinyale C/A kodu bindirilecektir. Ayrıca L5 sinyalini de gönderecek uyduların ilki 2009 tarihi itibarıyla atılmıştır. Ayrıca askeri amaçlı kullanılacak olan M kodunun L1 ve L2 taşıyıcısına eklenmesi planlanmıştır.[33] L1 ve L2 taşıyıcıları kodları ile bifaz modülasyonuna göre modüle edilirken L5 taşıyıcısı ise Quad(dörtlü) Faz modülasyonu ile kod bilgilerine modüle edilecektir.

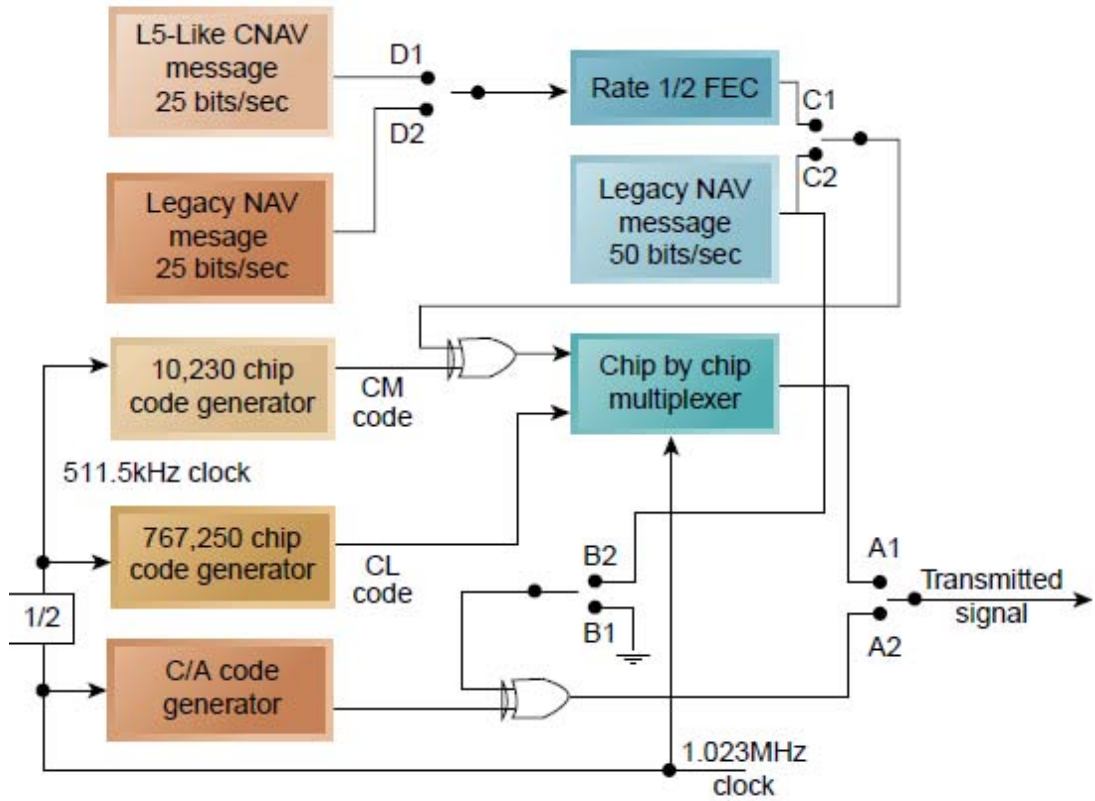


Şekil II. 19 GPS L1 ve L2 Sinyallerinin Oluşturulması ve BiFaz Modülasyonu

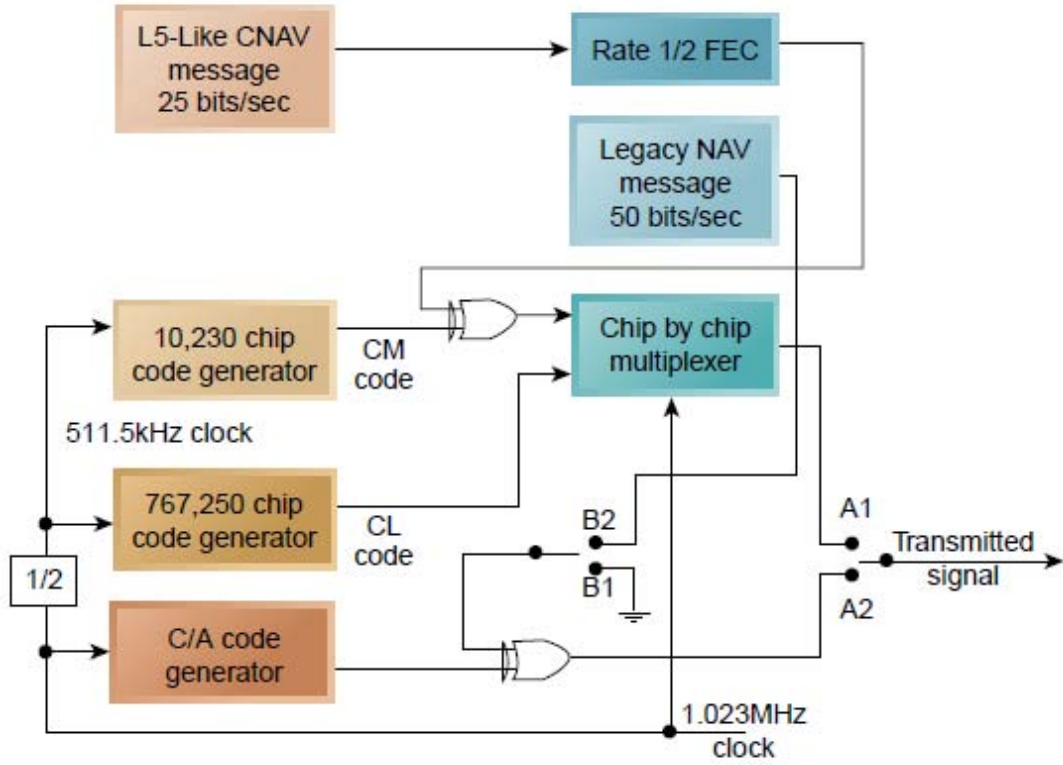
Tablo II. 2 Sinyal Frekans ve Dalga Boyları

Tanım	f_o	Frekans değeri (MHz)	Dalga Boyu
Temel Frekans	f_o	10.23	30 m
Nav. Mesajı	$f_o/204600$	$50 \cdot 10^{-6}$	
L1 Taşıyıcısı	$154 f_o$	1575.42	19 cm
L2 Taşıyıcısı	$120 f_o$	1227.60	24.5 cm
P (Y)- Code	f_o	10.23	30 m
C/A - Code	$f_o/10$	1.023	300 m
L5 Taşıyıcısı	$115 f_o$	1176.45	25.5 m

Şekil II.20’ da mevcut uyduların L2 sinyaline hangi kodları seçimli olarak bindirebileceği gösterilmektedir. Ayrıca L5 taşıyıcısı ile gönderilecek olan alternatif Navigasyon Mesajı CNAV’ ın anahtarlaması da gösterilmiştir.

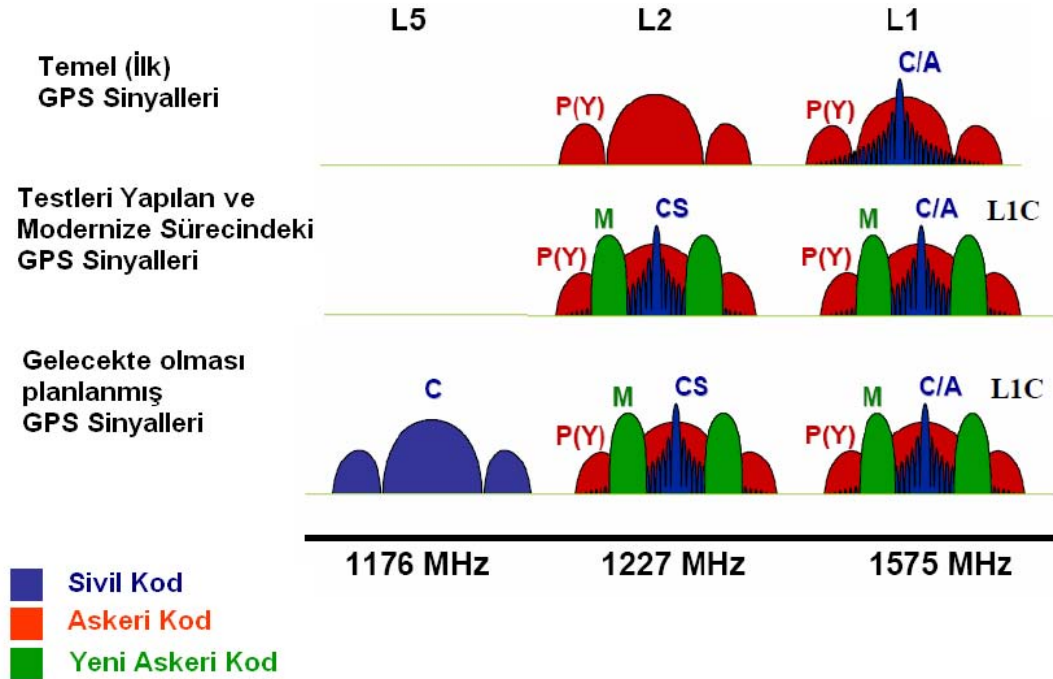
**Şekil II. 20** BlockIIR-M Uydularında Kullanılan L2 Sinyalinin Kodlanması [14]

Şekil II.21 ‘ de ise 2009 yılı itibariyle gönderilecek olan Block IIF uydularının L2 frekansından gönderilecek kod anahtarlaması gösterilmektedir.



Şekil II. 21 BlockIIF Uydularında Kullanılacak L2 Sinyalinin Kodlanması[14]

GPS sinyallerinin spektrum yapısının gelişim aşamaları ise Şekil II.22’de gösterilmiştir.



Şekil II. 22 GPS Taşıyıcı Sinyalleri ve Kodları

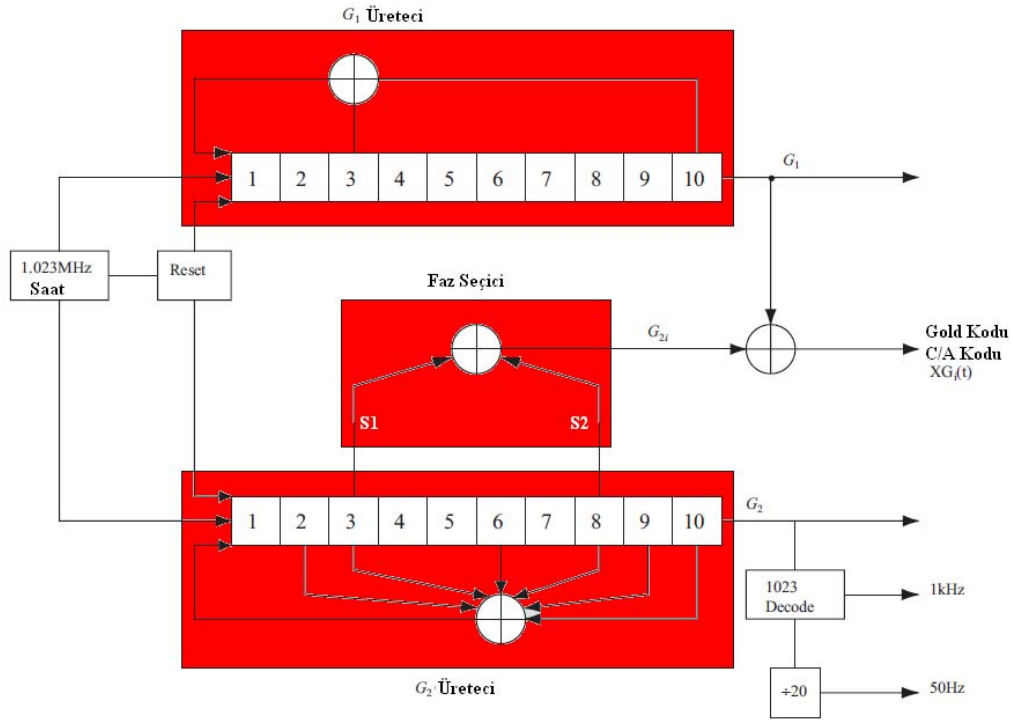
II.3.4.1 C/A Kodu Özellikleri

C/A Kodu sadece L1 taşıyıcısı üzerine bifaz modülasyonu ile bindirilmiştir. Bu kodun içerisinde hangi uydudan gönderildiyse o uydunun özel matematiksel fonksiyonlarla oluşturulmuş PRN kodu bulunmaktadır. Bu sayede her uydunun kendine has bir C/A kodu elde edilir ve navigasyon mesajı ile toplanarak L1 taşıyıcısı üzerine bindirilir. Bifaz modülasyonunda kod 0'dan 1'e doğru çıktığında veya 1' den 0' a indiğinde taşıyıcının fazı 180° değiştirilir. 1023 ikili bilgidен oluşan bu kod kendini 1ms' de bir tekrarlar. Buradan 1 bit(chip)in frekansının $1.023\text{MHz}(10.23\text{MHz}/10)$ olduğu anlaşılmaktadır. Tablo II.3' de C/A kodunun üretilmesi esnasında uydu kimliklerine göre kod jeneratörlerine uygulanacak olan parametreler gösterilmektedir.

Tablo II. 3 Uydulara göre C/A Kodu Üretme Parametreleri [51]

Uydu Kimlik No	GPS PRN Sinyal No	Kod Faz Seçimi G2	Kod Gecikme chip değeri	İlk 10 chip değeri 8'lik tabanda
1	1	$2 \oplus 6$	5	1440
2	2	$3 \oplus 7$	6	1620
3	3	$4 \oplus 8$	7	1710
4	4	$5 \oplus 9$	8	1744
5	5	$1 \oplus 9$	17	1133
6	6	$2 \oplus 10$	18	1455
7	7	$1 \oplus 8$	139	1131
8	8	$2 \oplus 9$	140	1454
9	9	$3 \oplus 10$	141	1626
10	10	$2 \oplus 3$	251	1504
11	11	$3 \oplus 4$	252	1642
12	12	$5 \oplus 6$	254	1750
13	13	$6 \oplus 7$	255	1764
14	14	$7 \oplus 8$	256	1772
15	15	$8 \oplus 9$	257	1775
16	16	$9 \oplus 10$	258	1776
17	17	$1 \oplus 4$	469	1156
18	18	$2 \oplus 5$	470	1467
19	19	$3 \oplus 6$	471	1633
20	20	$4 \oplus 7$	472	1715
21	21	$5 \oplus 8$	473	1746
22	22	$6 \oplus 9$	474	1763
23	23	$1 \oplus 3$	509	1063
24	24	$4 \oplus 6$	512	1706
25	25	$5 \oplus 7$	513	1743
26	26	$6 \oplus 8$	514	1761
27	27	$7 \oplus 9$	515	1770
28	28	$8 \oplus 10$	516	1774
29	29	$1 \oplus 6$	859	1127
30	30	$2 \oplus 7$	860	1453
31	31	$3 \oplus 8$	861	1625
32	32	$4 \oplus 9$	862	1712
—	33	$5 \oplus 10$	863	1745
—	34	$4 \oplus 10$	950	1713
—	35	$1 \oplus 7$	947	1134
—	36	$2 \oplus 8$	948	1456
—	37	$4 \oplus 10$	950	1713

Şekil II.23’de ise GPS uyduları için G1 ve G2 üreteçlerinin C/A kodu üretim şeması verilmektedir.



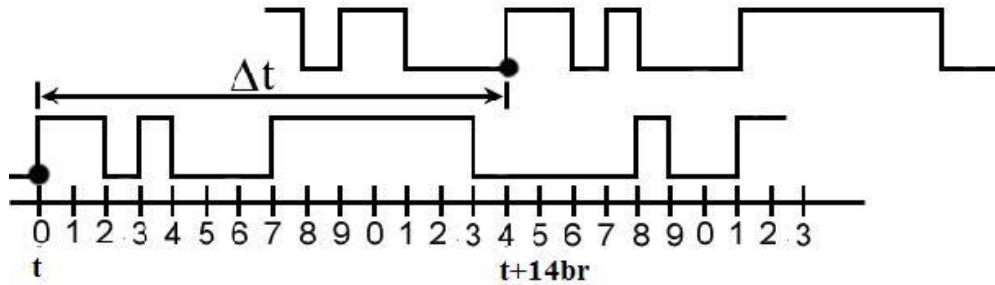
Şekil II. 23 31 PRN Numaralı Uydu İçin C/A kodu Üretimi [51]

II.3.4.2 P Kodu Özellikleri

P Kodu L1 ve L2 taşıyıcıları üzerine bindirilmiştir. Fakat L2 taşıyıcısı üzerine bindirilmiş olan P kodu W kodu ile şifrelenmiştir ve Y kodu diye tabir edilmektedir. P kodunun bir biti C/A koduna göre 10 kat daha hızlı sürede (10.23MHz) oluşturulmaktadır. Bu kod C/A kodda olduğu gibi navigasyon mesajı ile toplanarak taşıyıcılar üzerine bindirilir. Toplamda 266 günlük data uzunluğuna sahip olan P kodu (yaklaşık $266 \times 24 \times 60 \times 60 \times 10230000 = 2.35 \times 10^{14}$ (chip:1 yada 0 bilgisini taşıyan bit) içerir. Bu kodun 266 günlük geniş bir periyotluk sürede yayınlanmasını engellemek güncelleme süresini kısa tutmak için bir segment yapısı geliştirilmiştir. Bu yapıya göre kod 38 segmente bölünmüştür [29]. Bunların 32 tanesi çeşitli GPS uydularına ve yeryüzü istasyonlarına atanmıştır. Her uydu kendine özel P kodunun 1 haftalık segmentini gönderir ve bu veri cumartesiye pazara bağlayan gecede tekrar başa döner. Örneğin PRN 25 nolu uydu 25.haftanın bilgisini içeren P kodunun segmentini gönderir. Böylelikle uyduların segment bilgileri birbirleriyle karıştırılmamakta ve aktarılması baştan aşağı 266 gün sürecek olan P kodunun daha kısa süre içerisinde GPS alıcıları tarafından alınması sağlanmaktadır.

II.3.4.3 PRN Kodu

Pseudo Random Noise (Takma Rastgele Gürültü) Kodu her uydu tarafından farklı olarak özel bir matematiksel fonksiyonla üretilir ve gönderilecek data ile toplandıktan sonra modülasyon işlemine tabi tutulur. Bu kodun data ile ilişkilendirilmesi sayesinde tek frekans üzerinden karıştırılmadan bütün sistemin haberleşmesi sağlanmaktadır. Her uydu kendine has bir PRN kodu üretir. Uyduların ID' si yerine geçen bu kodun GPS alıcılarında da üretilmesi gerekmektedir. Fakat uydudan gönderilen PRN ile ilişkilendirilmiş bilgi alıcılara belli bir zaman gecikmesi ile gelir. Eğer alıcı uydu ile eş zamanlı bu kodu üretirse zaman gecikmesinden dolayı bilgi işaretinin işlenmesi yanlış olacaktır. Bu nedenle GPS alıcıları kendi ürettiği PRN kodu ile GPS uydularından gelen PRN kodunu karşılaştırır. Aynı olana kadar sinyale korelasyon işlemi uygular ve böylelikle zaman gecikmesini tespit etmiş olur. Şekil II.24' de gösterildiği üzere oluşan zaman gecikmesini ışık hızı ile çarptığımızda uydunun alıcı ile arasındaki mesafeyi bulmuş oluruz.



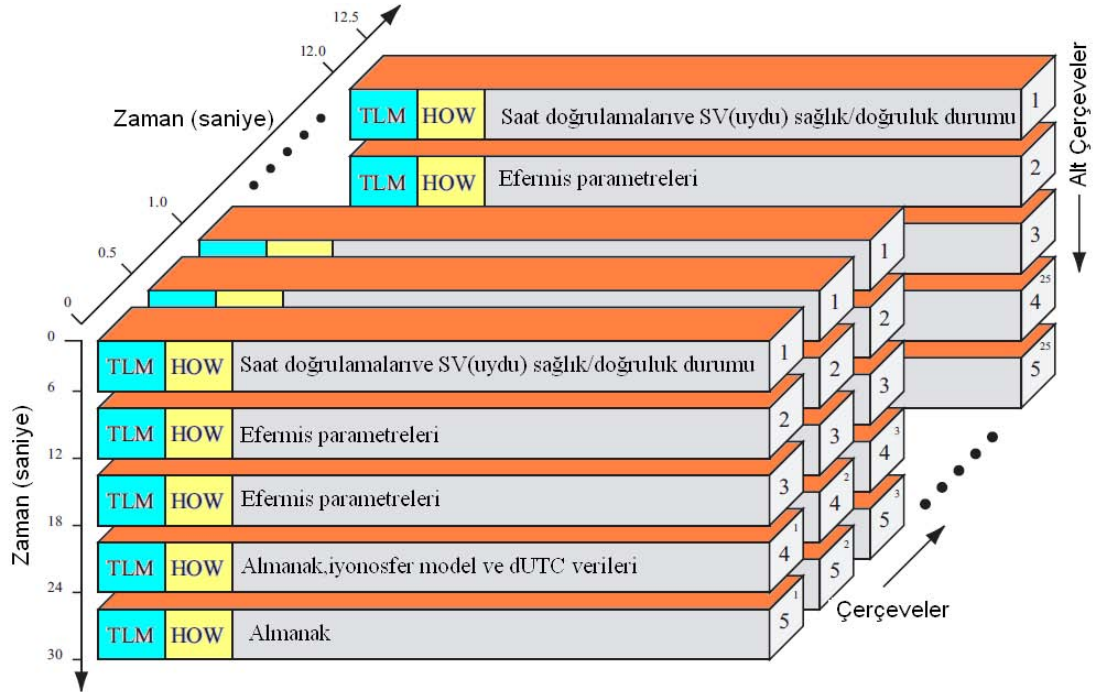
Şekil II. 24 PRN Kodunun Zaman Gecikmesi Etkisi ve Fazının Kayması

II.3.4.4 Navigasyon Mesajı

Navigasyon mesajı saniyede 50bit(chip) olarak C/A ve P kod ile ikili olarak toplanarak gönderilir. 25 çerçeveden oluşan mesajın tamamı 1500 bit(chip) uzunluğundadır ve 300 bitlik 5 alt bölümden oluşmaktadır. Bir alt bölümün oluşturulması $300 \text{ bit} / 50 \text{ bit/sn} = 6 \text{ sn}$, her bir çerçeve $5 \times 6 = 30 \text{ sn}$, toplam navigasyon mesajı ise $30 \times 25 / 60 = 12.5 \text{ dak}$ sürer. Çerçeveler oluşturulurken her bir bölümün baş harfi TLM kelimesi ile başlayacak şekilde oluşturulmuştur ve uzunluğu 30 bittir. İkinci kelime ise HOW kelimesidir buradaki datayı 4 ile çarptığımızda bir sonraki alt bölümün başlangıcına ait haftanın zamanını bulunur. Bu kelime her alt bölümde bulunmaktadır bu sayede uzun P koduna daha kısa sürede kilitlenilir. Veri yapısı nedeniyle uzun olan paketlerin gönderilmesi ve alınması her zaman zor olmuştur. Bu

zorluğun giderilmesi için paketler segmentlere, segmentler de çerçeve oluşturma teknikleri ile Şekil II.23' de görüldüğü gibi çerçevelere bölünmüştür. Navigasyon mesaj paketinin çözülme süresini kısa tutmak için Z sayacı tutulur. Z sayacı 5 Ocak 1980 (sistemin işleme başladığı tarih) tarihinden sonra geçen her 1.5 saniyelik sürede bir artmaktadır. Z sayacı 1024 haftada bir sıfırlanır bu da yaklaşık 19.5 yıla denk gelir. O zaman Z sayacı 2000 yılına girmeden önce bir kere sıfırlanmıştır.

GPS alıcısı açıldıktan sonra önce C/A koduna kilitlenir oradan zaman bilgisini alır daha sonra P koduna kilitlenerek hangi alt bölümden veri okuyacaksa ilgili kısma gider. Navigasyon mesajında saat düzeltmeleri, diğer uyduların sağlık durumları, uydu almanak bilgileri, atmosfer durum bilgileri ve diğer navigasyon bilgileri bulunmaktadır. Efermis bilgisi uyduların konumlarını ve hızlarını hesap etmeye yarayan bilgileri içerir. Almanak bilgisi uyduların zamana göre konum bilgilerini içerir bu bilgi uzun bir periyot (örneğin aylık) içindir bu yüzden fazla güvenilir değildir referans için kullanılır. Şekil II.25' de navigasyon mesajının yapısı gösterilmektedir.



Şekil II. 25 Navigasyon Mesajının Çerçeve Yapısı[51]

II.3.4.5 CM Kodu, CL Kodu, CNAV Kodu

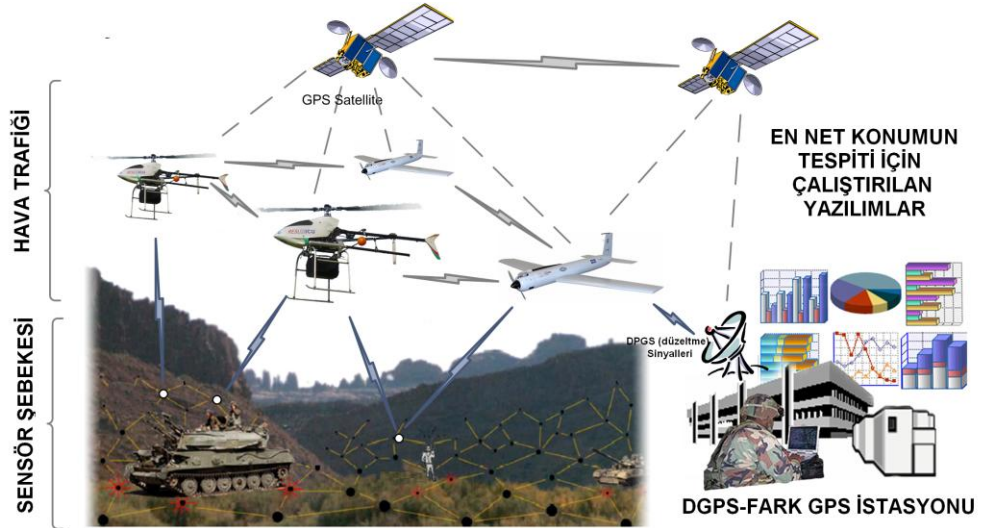
GPS modernizasyonu çerçevesinde oluşturulan CM kodu, CL kodu ve CNAV kodu L2C taşıyıcısı üzerine bindirilerek gönderilmesi planlanmıştır. CM kodu 10230 bitten oluşan 20ms de bir kendini tekrarlayan ve mesaj bilgileri ile modüle edilmiş

bir koddur. CL kodu 767250 bitlik 1.5 s bir kendini tekrar eden z sayıcısı ile senkronize edilmiş bir koddur. CNAV kodu ise Navigasyon mesajının L5 taşıyıcısına bindirilmiş bir versiyonudur.

II.3.5 DGPS (DİFERANSİYEL GPS)

Diferansiyel GPS uygulaması iki veya daha fazla GPS alıcısından alınan verilerin birbirleriyle karşılaştırılmasıyla yapılmaktadır. Bu sistem içerisindeki verilerin karşılaştırılması gerçek zamanda yapılabileceği gibi sonradan da yapılabilir. Bu sistemin doğrulama yapılabilmesi için bir yazılımın koşturulması gerekmektedir. Bu yazılım GPS alıcılarında olabileceği gibi harici bir sistemde de olabilir

DGPS' in sağladığı avantaj şu şekilde ifade edilebilir: Şekil II.26'de gösterildiği gibi GPS alıcılarıyla birbirine yakın iki noktanın koordinatlarının ölçmedeki hatalarla beraber belirlendiğini düşünelim. İki nokta arasındaki yakınlık 100km' yi geçtiğinde DGPS sisteminin beklenen doğruluğu vermediği belirtilmiştir[34]. Buradaki yaklaşım tarzı aynı yörede ve aynı iklimde bulunan alıcılara etkiyen hatanın aynı oranda olacağını düşünürsek; koşturulan analiz yazılımı vasıtasıyla bu hata miktarı hesaplanarak geri bildirim ile ölçmedeki doğruluk artırılabilir. DGPS sisteminde RTCM SC104 standart veri formatı kullanılmaktadır. Şekil II.26' ya bakarak ifade etmek gerekirse ana istasyondaki GPS alıcısından alınan veriler ile istasyonun gerçek konum verileri karşılaştırılır. Hatanın neden olduğu farkın etkisini diğer alıcıya RF, internet veya yer sabit uydular aracılığıyla bildirilir. Doğrulama verisini alan GPS konumunu tekrar hesaplayarak en net ölçümü gerçekleştirir. Daha net sonuçlar için sensör şebekeleri kullanılabilir.



Şekil II. 26 DGPS

II.4 GALILEO

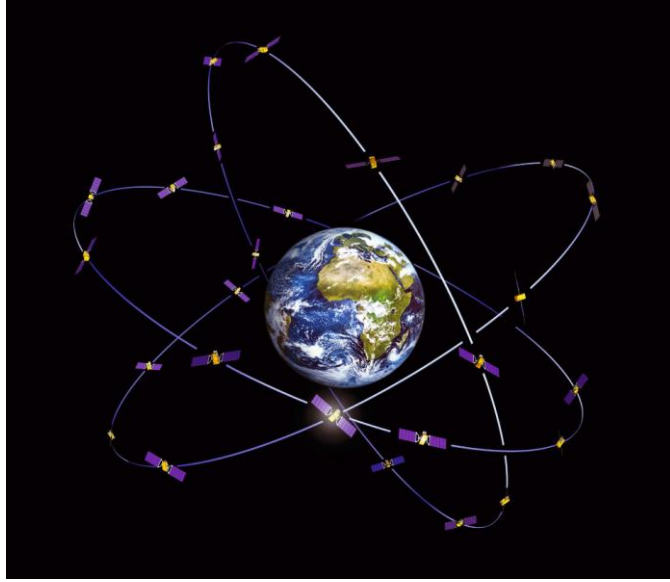
Avrupa Birliği ve Avrupa Uzay Ajansının alışması ile oluşturulması planlanan Galileo seyrüsefer sistemi için 27 ülkenin ulaştırma bakanları 30 Kasım 2007 tarihinde, anlaşma sağlamıştır. 1 Temmuz 2008 tarihinde ESA (Avrupa Uzay Ajansı)'nın yaptığı açıklamaya göre 2013 yılına kadar 30 Galileo uydusunun hazırlanması için gerekli olan 3.4 milyar Euro'luk bütçenin onaylandığı bildirilmiştir.

Günümüzde Giove A ve Giove B olmak üzere iki uydu ile Galileo sisteminin test çalışmaları yapılmaktadır. Galileo Projesi için hazırlanan 4 Galileo IOV (In Orbit Validation) uydularının fırlatılması için 16 Haziran 2009 tarihinde anlaşma yapılmıştır. Fransız Guyanası'ndan 2 Soyuz roketiyle 23600 km'lik mesafeye gönderilmesi planlanan roketlerin 2010 yılının sonlarında gönderilmesi kararlaştırılmıştır. [35]

Bu sisteme çeşitli hükümetlerin iştirakleri bulunmaktadır. Çin Hükümeti 302 milyon USD ile yatırım yapacağını duyurmuştur. İsrail 2004 yılında Galileo sisteminin partneri olmak için imza atmıştır. Ayrıca Ukrayna, Fas, Güney Kore'nin katıldığı programa ETFA lkelerinden Norveç'te 68.9 milyon Euroluk btyle destek sağlayacağını bildirmiştir. [30]

Amerika Birleşik Devletleri'nin ilk etapta karşı durduğu sistem; yapılan anlaşmalar ve diyaloglar sonucu uzlaşma zemininde çalışmalarına devam etmektedir. Galileo ve GPS'in sinyal spektrumunun birbirine yakın olmasından dolayı; savaş esnasında Galileo sistemini kullanan sistemlere uygulanabilecek olan karıştırma[36] sinyallerinin GPS sistemlerini de etkileyeceği düşüncesi, 10 milyar dolarlık GPS pazarında oluşabilecek kayıpları, vb ulusal çıkarları nedeniyle ABD'nin tepkisi doğal gözükmektedir. Yapılan uzlaşma sonucunda sinyaller ve BOC (İkili Ofset Taşıyıcı) yapıları etkilemeyecek şekilde tekrar düzenlenecek, Galileo alıcıları sadece Galileo olarak üretilmeyecek, alıcılarda Galileo/GPS desteği beraber olacak, Galileo sistemi üzerinde gönderilmesi planlanan şifreli mesaj servislerinin özelliği askeri istihbarat bilgisi niteliğinde olmayacak vb. gibi istekler konusunda uzlaşılmıştır. Özetle sistemin tamamen iyi niyetli olarak ve ABD çıkarlarını sarsmayacak nitelikte kurulacağı ifade edilmektedir. [30, 34]

Ekvatorla 56°'lik 3 yörüngede 27 uydu ve bunlara ilave 3 tane bağımsız uydu ile 23,222 km MEO yörüngesinde çalışacak olan sistemin temsili yapısı şekil II.27'de gösterilmektedir.

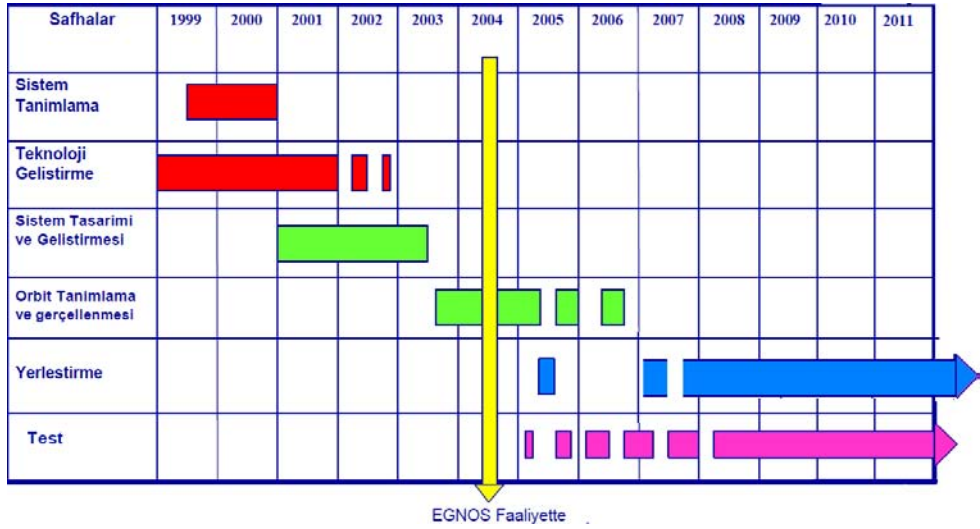


Şekil II. 27 3 Yörüngeden Oluşan Temsili Galileo Şebekesi

II.4.1 GALİLEO’NUN TARİHÇESİ VE MODERNİZASYON SÜRECİ

26 Mayıs 2003 tarihinde Avrupa Birliği kararıyla kurulmasına başlanan Galileo Sistemi Avrupa Uzay Ajansı tarafından gerçekleştirilmektedir. Dünyanın tüm bölgelerinden 6-ile 8 uyduyu görebilecek şekilde tasarlanacak olan sistem 30 uydusu ile hizmet verecektir. İlk Galileo uydusu GioveA 28 Aralık 2005 ‘te yörüngesine oturtulmuştur.[35] GioveB uydusu ise 27 Nisan 2007’de test sinyallerini göndermeye başlamıştır.[37] Bu uyduların yaşam süresi 2 yıl olarak bildirilmiştir. 2010 yılı sonunda 4 adet daha Galileo Uydusu gönderilecektir. Sıradaki uydusu olan Giove A2’ nin siparişi verilmiştir. Yalnız ESA’ nın sitesinde 2008 yılında gönderileceği belirtilmesine rağmen gönderilmemiştir. 2009 yılı itibarıyla Galileo Sistemi sadece 2 adet MEO yörüngesindeki uydularla işlev sürdürmektedir.

Galileo sisteminde kullanılan uydusu sayısını 2’ den 6’ ya çıkarmak için 16 Haziran 2009 tarihinde protokol imzalanmıştır. 2010 yılında fırlatılacak olan uydular ile sistem üzerinde daha etkin çalışmalar yapılabilir. Oryantasyon sürecindeki bu çalışmaların takip edilmesi atılan uyduların izlenmesi, sinyallerinin ölçülmesi, kayıt altına alınması ve bilimsel yayınların yapılması kendi navigasyon sistemini yapmak isteyen hükümetler için önem taşımaktadır. Bu tür sistemlerin bilimsel alt yapısına bakıldığında tüm haberleşme sistemlerinin teorik altyapısını içerdiği anlaşılmaktadır. Adım adım kurulan, çok büyük bütçesi olan, GPS sisteminin modernizasyonunu hızlandıran ve GLONASS sisteminin bir nevi canlanmasını sağlayan Galileo sisteminin safhaları Şekil II.28’ de verilmiştir.

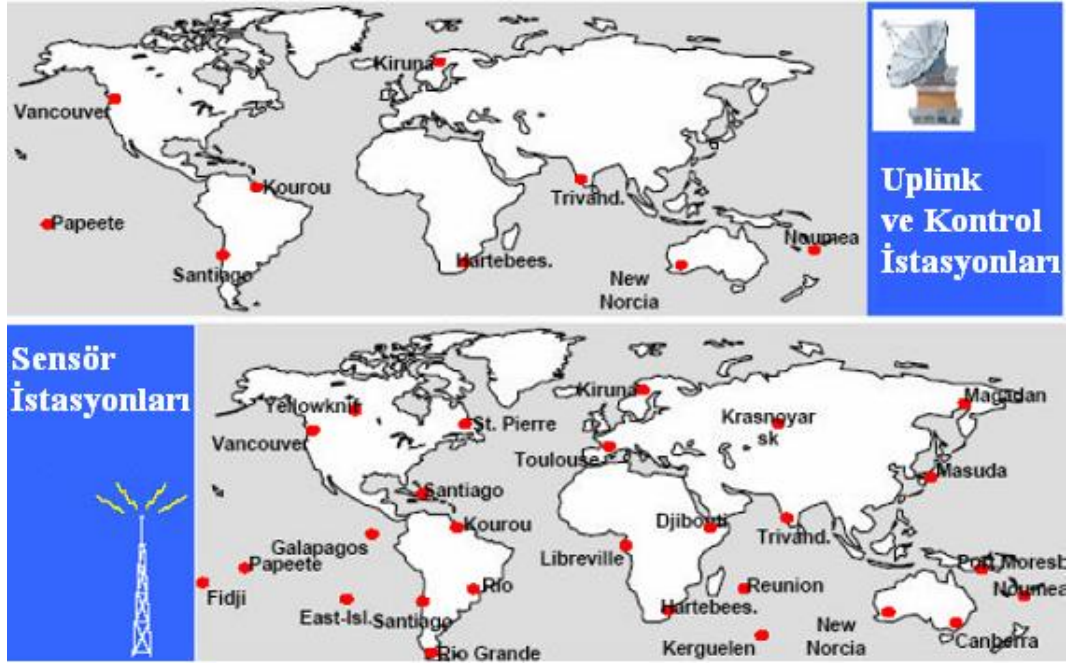


Şekil II. 28 Galileo Projesinin Safhaları

II.4.2 GALİLEO BÖLÜMLERİ

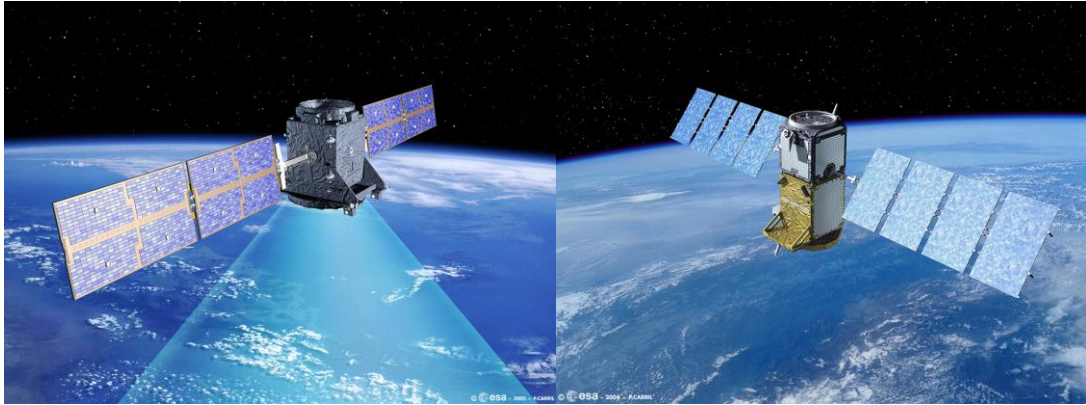
Galileo sistemi küresel, bölgesel ve lokal bileşenleri kapsayacaktır. Küresel bileşenler sistemin çekirdeğidir bunlar uydular ve yer istasyonlarıdır. Bölgesel bileşen ise ERIS (Harici Bölge Entegre Sistemi) organizasyonlardan, ülkelerden veya Avrupa dışındaki bir grup ülkeden oluşmaktadır. Yerel bileşenler ise Galileo sisteminin servis veremediği bölgelerde sinyal kalitesinin sağlanması konusunda çalışan yapılardır.

Galileo' nun uzay bölümü, yer bölümüyle desteklenecektir. Bu destek sinyal gönderen ve alan istasyonlar ile kontrol merkezleri arasında kurulan küresel bir şebeke ile gerçekleştirilecektir. Ayrıca 30 adet kurulacak olan birbirine bağlı Galileo Sensör İstasyonları (GSS) ile navigasyon mesajının ve uydu durumlarının kontrolü yapılacaktır. Bu bölümün adı Galileo Görev Bölümü (GMS) olarak isimlendirilmiştir. 5 bölgeye kurulacak olan Görev Uplink İstasyonları (ULS) aracılığıyla Galileo uydularıyla haberleşilecektir. ULS' ler 5 GHz' lik Radyo-Navigasyon bandından iletişim kuracaktır. GMS nin amacı zaman senkronizasyonları ile uydu yörüngelerinin takibini yapmaktır. 10 dakikada bir bu işlem gerçekleştirilecektir. Daha sonra uyduların gelecek saatler içerisinde ne durumda olacakları 100 dakikada bir ULS' ler aracılığıyla Galileo uydularına bildirilecektir. GMS' lerin ikinci bir amacı ise IPF görevini gerçekleştirmektir. Bu fonksiyon ile istenen uyduya mesaj göndererek herhangi bir kullanıcının bu mesajı alması sağlanacaktır. Şekil II.29' da GSS' ler, ULS' ler gösterilmektedir. EK4' te Galileo Sisteminde kullanılan istasyon ve diğer birimlerin ESA dokümanı verilmiştir.



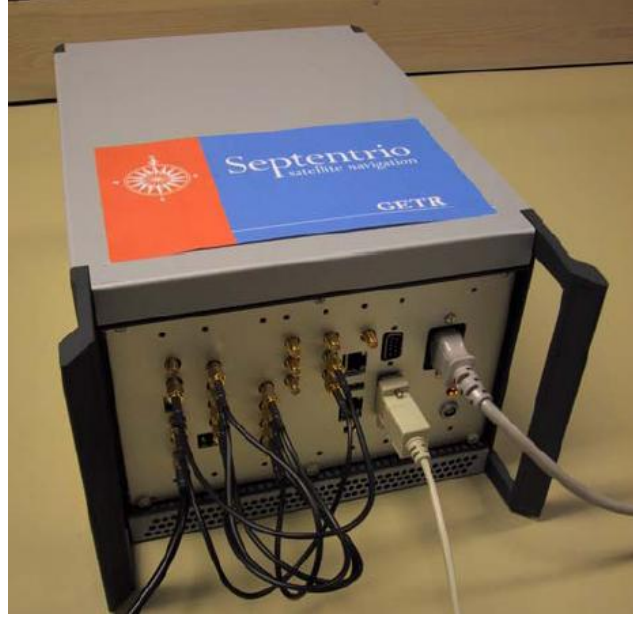
Şekil II. 29 Galileo ULS ve GSS Bölgeleri[34]

Galileo Seyrüsefer Uydularının test amaçlı olarak oluşturulan ilk uyduları Giove A ve Giove B' dir. Bu uydular yörünge kararı ve zaman senkronizasyonu çalışmalarında kullanılmıştır. Şekil II.30' de bu uyduların temsili resimleri gösterilmektedir.



Şekil II. 30 GSTB-V2 (Giove A ve Giove B) Uyduları [35]

Bu testlerin yapılabilmesi için Septentrio firması ilk olarak GSTB alıcısını geliştirmiştir. İkinci olarak geliştirdiği GETR alıcısı ise aynı zamanda Giove uydularından gönderilen test sinyallerini de alabilme özelliğine sahiptir.[46] Şekil II.31 de GETR alıcısı gösterilmiştir.

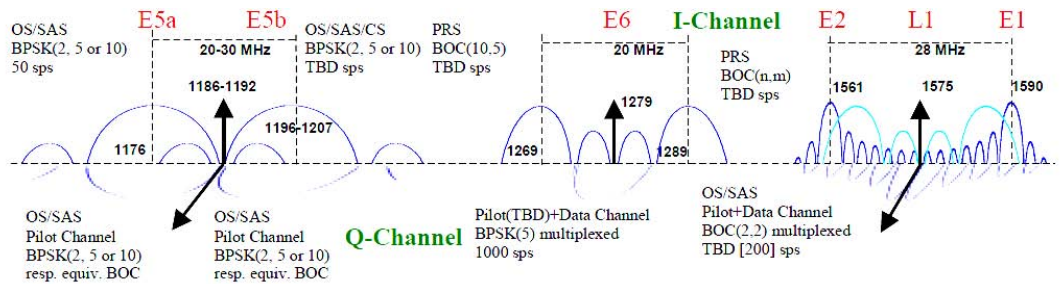


Şekil II. 31 GETR Alıcısı [46]

Giove Uyduları çoklu frekans gönderme özelliğine sahiptir. Yalnız Giove A uydusu için bilgi verecek olursak; aynı zamanda 2 banttan sinyal gönderebilmektedir. Bu da L1BC, L1A, E6BC, E6A, E5a, E5b frekanslarının kombinasyonu şeklinde olmaktadır. Bu kombinasyon L1+E5a+E5b ve ya L1+E6 +E2 şeklindedir. Galileo sinyalleri 3 gruptan oluşmaktadır.

- 1.grup E5AltBOC, L1A, E6A dan oluşan en iyi sinyaller grubu
- 2.grup E5A, E5b,E6BC den oluşan orta grup
- 3.grup ise L1BC en düşük performans değerinin alındığı gruptur. [47]

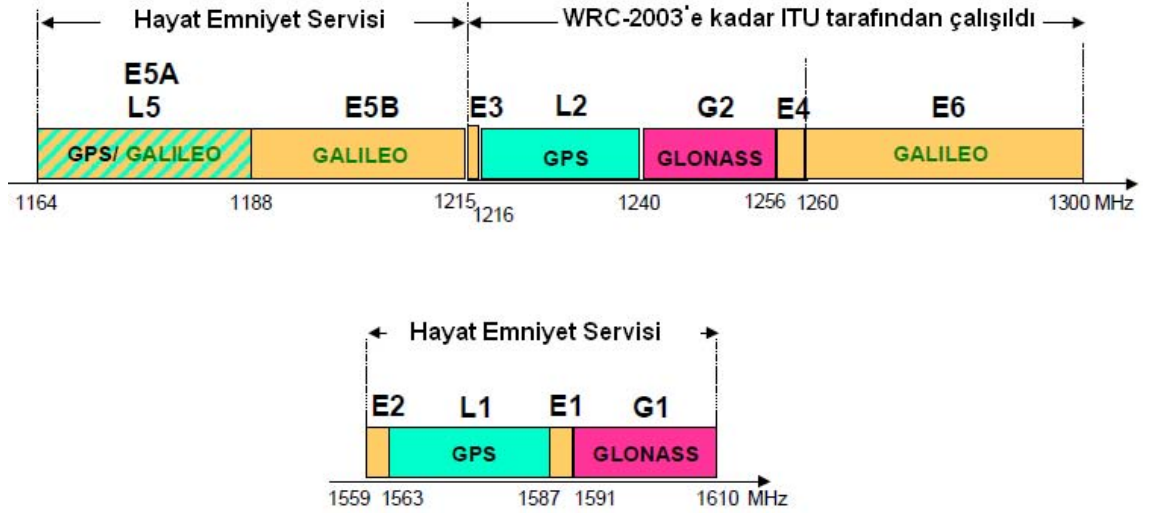
Şekil II.32’de Galileo Sinyal Spektrumu gösterilmektedir



Şekil II. 32 Galileo Sinyal Spektrumu ve Taşıyıcı Değerleri [47]

Galileo uydularının 1200-1600 MHz arasında yayın yapan L bant antenleri bulunmaktadır. Ayrıca kaybolan hareketlilerin bulunmasını sağlayan SAR yapısı sayesinde beacon (rutin sinyal gönderen telsiz vericisi) sinyallerini alıp yer

istasyonlarına bildirebilmektedir. GPS, Galileo ve GLONASS sinyallerinin de kullanıldığı L bandındaki durum Şekil II.33 ' de gösterilmektedir.



Şekil II. 33 GGG' nin L bant kullanımı [47]

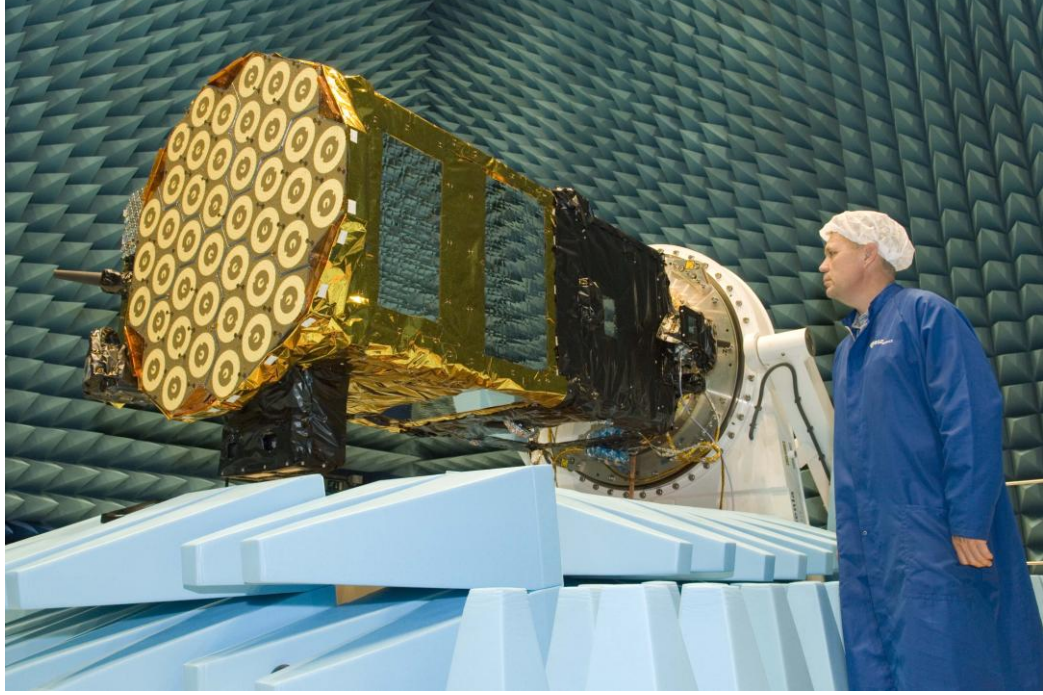
Bu uydular C bant antenleri aracılığıyla Uplink istasyonlarından yapacakları işlemlerin verilerini almaktadırlar. Bu veriler yer istasyonunda bulunan atomik saat senkronizasyonu ve uydularının fonksiyonlarını nasıl gerçekleştirdiğini belirten sinyal verileridir.

2 adet S bant anten, telemetri, izleme ve komut alt sisteminin parçasıdır. Bu antenler uydunun kontrol edilmesini sağlayan yardımcı komutları yer istasyonlarından alır veya yardımcı uydu sinyallerinin yer istasyonlarına iletilmesini sağlar. S bant antenler aynı zamanda uyduların yüksekliğini birkaç metre hata ile ölçen sinyalleri alır.

Bu uydularda bulunan güneş sensörleri uydunun temel konumu ile güneş arasındaki açının belirlenmesini sağlar, kızıl ötesi sensörler ise derin boşlukların soğukluğu ile atmosferin sıcaklığı arasındaki farkın ölçülmesini sağlayarak uydunun yerden takip edilmesini yardımcı olur.

Ayrıca Giove uydularının Lazer retro-yansıtıcıları uydunun yer istasyonundan gönderilen lazer ışınının yansıtılmasını gerçekleştirerek; uydunun uzaydaki yerinin yer istasyonundan ne kadar yüksekte olduğunu hesaplanmasını sağlar. Bu reflektörler yılda sadece bir veya iki kere kullanılır. Yükseklik belirlenmesi rutin olarak S bant antenlere gönderilen sinyallerin işlenmesi ile gerçekleşir. (523&600) kg olarak üretilen 2 adet (25&28) kg ağırlığında bütan türevi yakıt tüpü bulunan

(1.74&1.49) m 2 adet güneş panelleri ile 700Watt güç üretebilen GioveA ve GioveB uydularından GioveB uydusunun Şekil II.34’ de laboratuardaki üretilme anı gösterilmektedir. [35]



Şekil II. 34 GioveB Uydusu Laboratuar Ortamı Görüntüsü

Uyduda bulunan uzay radyatörleri uydunun içinde bulunan elektronik sistemlerin uygun sıcaklıkta çalışmasını sağlar.

Çok yüksek hassasiyeti olan (**Pasif Hidrojen Maser Saat**) uydunun esas saatidir. 12 saat içersindeki sapması 450 piko saniyedir. Işık hızı 450 piko saniye de 135 milimetre yol alır. Esas saatin bozulması durumunda kullanılabilecek rubidyum saatin özelliği ise 12 saatteki sapması 1800 pikosaniyedir. Uyduda iki tip olmak üzere 4 adet saat bulunmaktadır. Ana PHMS saat arızalandığında yedek rubidyum saat devreye girer. Ayrıca diğer yedek iki saatte çalışmaya başlar. Eğer ana PHMS saat birkaç gün içinde düzelmezse yedek PHMS saat devreye girerek uydunun sağlıklı bir şekilde çalışması sağlanır. Aynı anda sadece tek tip saat devrededir. Saat izleme ve kontrol ünitesi navigasyon mesajı üreten (NSG) birimiyle 4 saatin arasında arabirim görevi görür.

Uyduda bulunan jiroskop aracılığıyla uydunun rotasyonu belirlenir. Reaksiyon tekerleri ile uydu istenen rotasyona getirilir. Reaksiyon tekerinin hızının ayarlaması; ters yöne dönerek tork oluşturan magneto bar tarafından

gerçekleştirmektedir. Bütün bu mekanizmalar güneş panellerinin güneş ışınlarının dik olarak alınmasını sağlamak içindir.

Güç ayarlama ve dağıtım ünitesi güneş panelleri ve bataryalardan gelen gerilimleri ayarlayarak uydunun alt sistemlerine iletir.

Gömülü bilgisayar ise uydudan istenen işlem ve görevlerin yerine getirilmesini sağlar. [35]

II.4.3 GALILEO SERVİSLERİ

Galileo sistemi kullanıcıları için çeşitli servisler sunmaktadır.

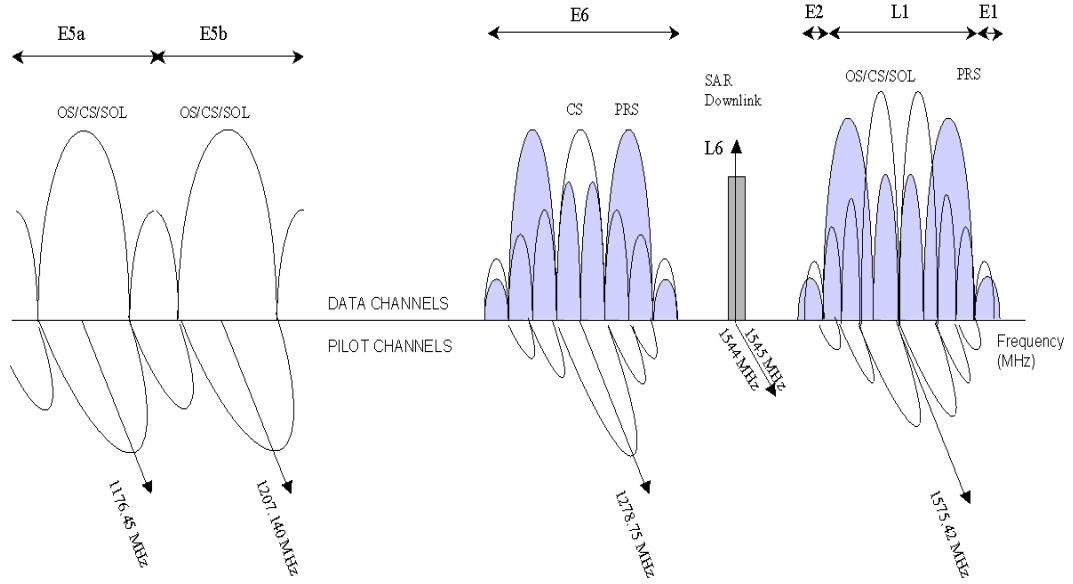
OS: Açık Servis (Open Service) dünyadaki tüm kullanıcılara hizmet veren pozisyon, yön bulma, hız ve zaman bilgilerini alıcıların hesaplamasını sağlayan ücretsiz olacak şekilde planlanan servistir (OS).

CS: Ticari servis (Commercial Service) ise daha çok profesyonel kullanım için daha hassas ölçüm yapılmasını sağlayan ve ücretli olarak planlanan bir servis olacaktır. Bu servis iki frekansın kullanılmasını sağlayacaktır. L1-E1 frekanslarına ilave olarak kullanılacak olan frekans E6 (1278.75MHz) 'dır. EGNOS kapsamında çalışılan SISNET yapısı da bu servis kapsamında ücretli olarak; internet üzerinden alıcıların doğrulama yapmasını sağlayacaktır.[34]

SoL: Hayati Emniyet Servisi (Safety of Life Service) açık olan sinyalin üzerinden gönderilen özel bütünlük (integrity) mesajlarının sunulduğu servistir. Bu servis herkesin kullanımına açık olan sinyalden gönderilen bir veri kanalı olarak ifade edilebilir.

PRS: Kriptolu olarak sunulacak olan Halk Düzen Servisi (Public Regulated Service) (1575,42MHz) ve E6 frekansları üzerinden hizmet verecektir. Bu servis belli bir erişim kontrol mekanizmasına göre çalışacaktır.

SAR: Arama Kurtarma Servisi (Search and Rescue) mevcut sistemlere destek olmak üzere 1544,5 MHz merkez frekansı üzerinden sinyal gönderme işlemleri yapılabilecektir. Şekil II.35' de servis bilgilerinin taşıyıcıları frekans spektrumunda gösterilmiştir.



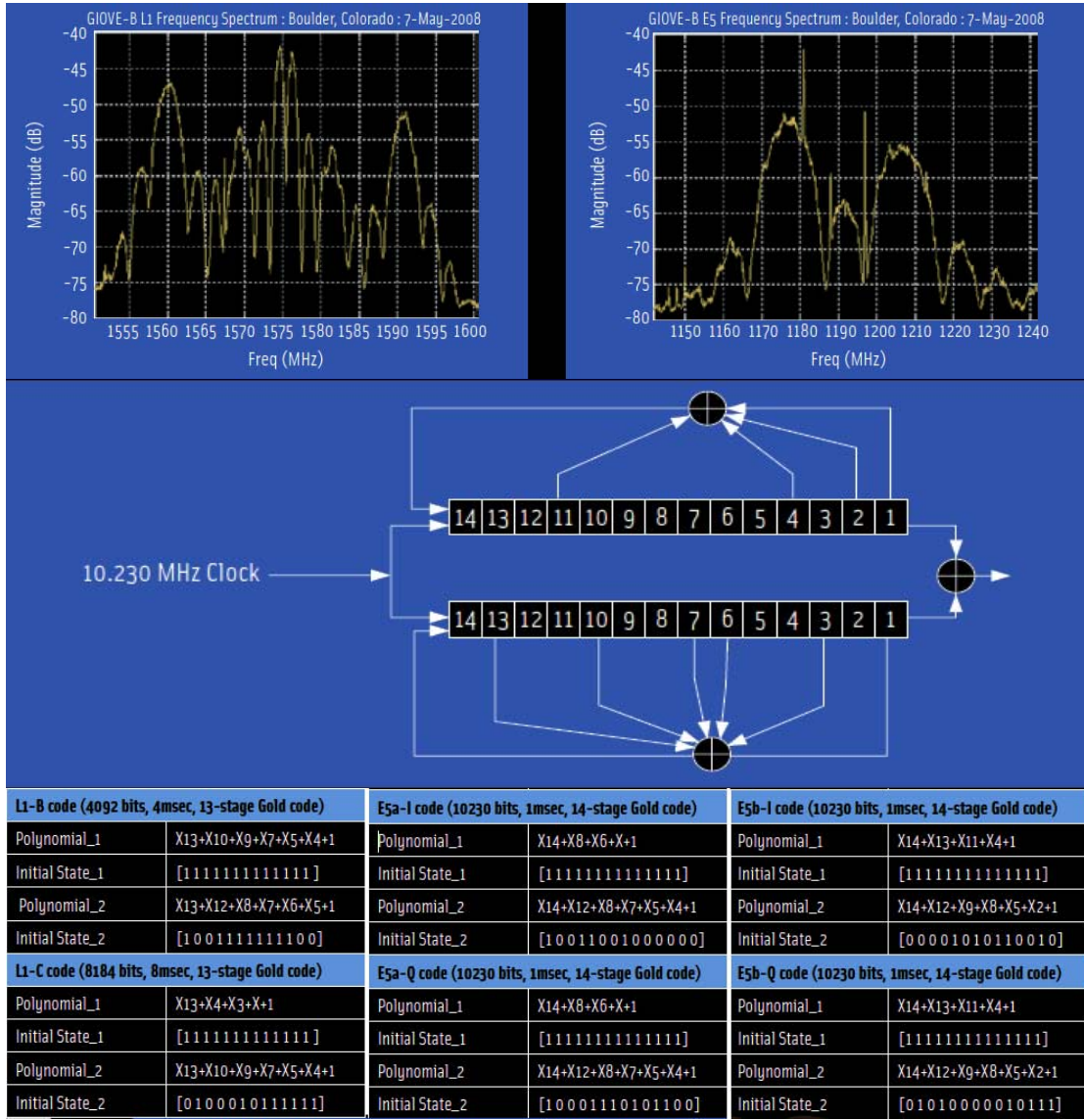
Şekil II. 35 Servis Bilgilerinin Taşıyıcı Spektrumları

II.4.4 GALILEO SİNYAL VE KOD YAPISI

Galileo Sisteminin frekans yapısı planlanırken L1 sinyali üzerinden yayın yapan GPS bilgilerine zarar vermeyecek şekilde yani aynı banttan gönderilen sinyaller arasında enterferans olmasını engelleyecek olan BOC(1,1) modülasyonu kullanılacaktır. Sistemin böyle olması durumunda alıcıların aynı frekansı kullanılmasından dolayı GPS ve Galileo destekli olması beklenmektedir.

Galileo Uydularında kod üretimine bakacak olursak 7 Mayıs 2008 yılında yapılan bir çalışmada en son gönderilen Giove B uydusunun L1 ve E5b frekanslarındaki Gold (Altın) Kodun üretilmesi ve bu sinyallerin frekans spektrumu gösterilmektedir.[37] Şekil II.36'da ise ilgili kodun sinyal ve kod yapısı gösterilmiştir.

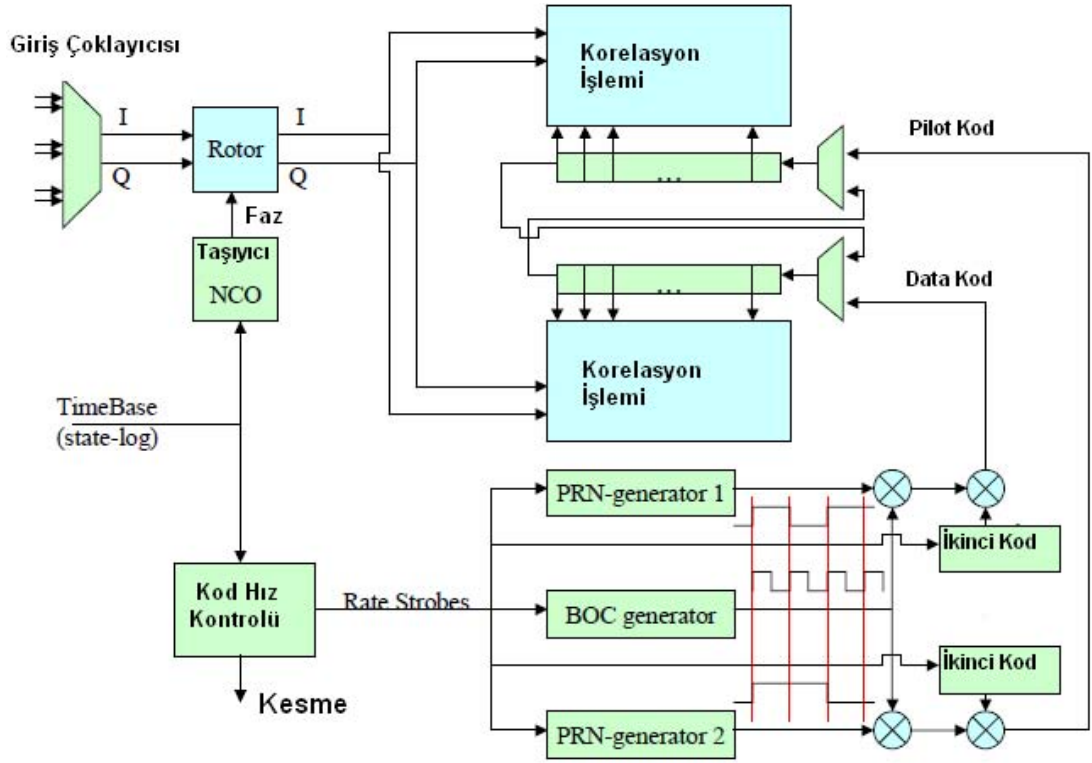
Gold Kodun üretilmesi için gerekli olan polinomlara ve üreteç şemasına bakıldığında; ilk an (initial state) değerleri girdikten sonra sistemin özel-veya (2 modunda toplama) işlemiyle çıkış kodlarını üretmeye başladığını ve çıktısını tekrar sistemin içersine sokarak diğer kod kombinasyonlarının oluşturulduğu görülmektedir.



Şekil II. 36 Giove B Uydusunun Frekans Spektrumu ve Gold Kod Üretimi [37]

Galileo sisteminin test amaçlı alıcıları bulunmaktadır. Çoğu firma her ne kadar Galileo'yu destekleyen alıcılar ürettiklerini ifade etseler de henüz kurulumu tamamlanmamış sistemin; servisleri test amaçlı çalıştırılabilir. Septentrio firmasının üretmiş olduğu Galileo alıcıları Giove A ve Giove B uydularıyla ilgili test sinyallerini almak için uygun olduğu yapılan literatür taraması sonucu anlaşılmaktadır.[38]

Şekil II.37' de bu firmanın yapmış olduğu Galileo test alıcısının jenerik kanal mimarisinin blok şeması gösterilmektedir.

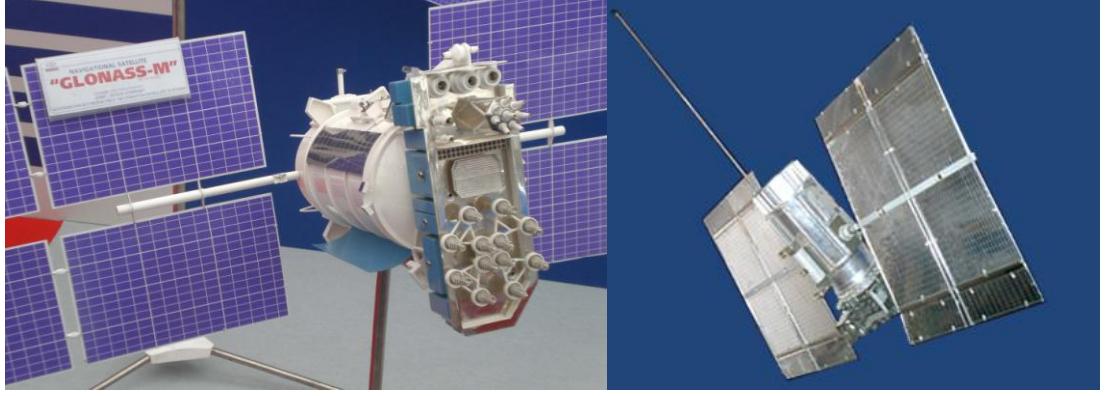


Şekil II. 37 İlk Galileo Alıcısının Kanal Mimarisi [36]

II.5 GLONASS

GLONASS sistemi Sovyetler Birliğinin ABD ‘nin GPS’ ine karşı kurmuş olduğu bağımsız bir seyrüsefer sistemidir. Sistemin ilk uydusu 12 Ekim 1982 yılında atılmıştır. Sistem 1995 yılında 3 yörüngeye paylaştırılmış dolaşan 24 adet uydusu ile ideal yapısına ulaşmıştır. 19,000 km’deki yörüngelerini 11 saatte tamamlayan uydular 64.8° eğimle seyretilmektedirler. SSCB’ nin dağılması ile sistem güncellenmemiştir. 2007 yılında uydusu sayısı 12 olan sistemi Rusya Federasyonu güncelleme kararı almıştır. 12 Aralık 2008 tarihinde atılan son iki uydusuyla sistemin uydusu sayısı 20 olmuştur. Bunun 2 tanesi bakımda bir tanesi sadece L1 sinyali göndermektedir. [39] EK.3’de sistemin durum raporu verilmiştir.

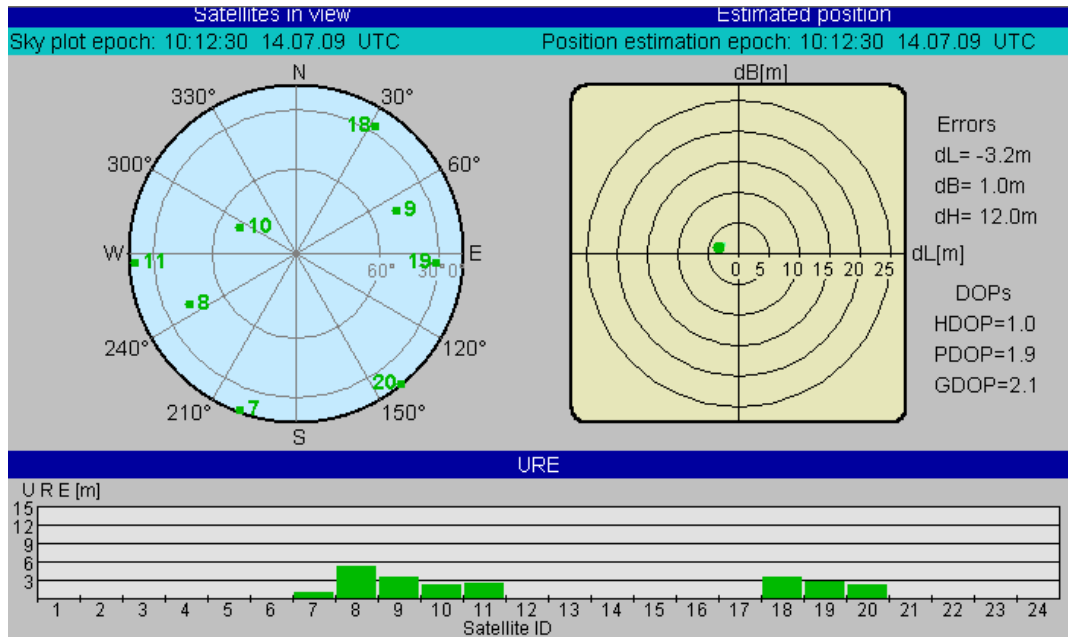
GLONASS sisteminde uydular GPS’ den farklı olarak aynı kodu, her uyduya özgü farklı frekanslardan göndermektedir. GPS uyduları ise aynı frekanstan CDMA tekniği ile kodun uyduya özgü parçasının alıcıda algılanması ile konum bilgilerin hesaplanmasını sağlar. GLONASS sistemini modernize etmek için çalışmalara başlayan Rusya Hükümeti 7 yıl ömürlü L1 ve L2 sinyallerini gönderecek olan GLONASS-M uydularını fırlatmak için çalışmaktadır. Şekil II.38’ de GLONASS M uydusu gösterilmektedir.



Şekil II. 38 GLONASS-M Uydusu

2007-2008 yılları arasında GLONASS-K uyduları ile L3 sinyali üzerine çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca CDMA ile sinyal gönderme çalışmaları yapılmaktadır. 2012 yılına kadar sistemin tamamen kurulmasına niyet edilmiştir. Sistemin tam kurulumu ile 3 sivil sinyalden yayın yapılacağı planlanmıştır. Sisteme destek olarak 2004 yıllarının sonlarında Hindistan hükümeti GLONASS sisteminin gelişmesi için fon ayarlayacağını bildirmiştir. [18]

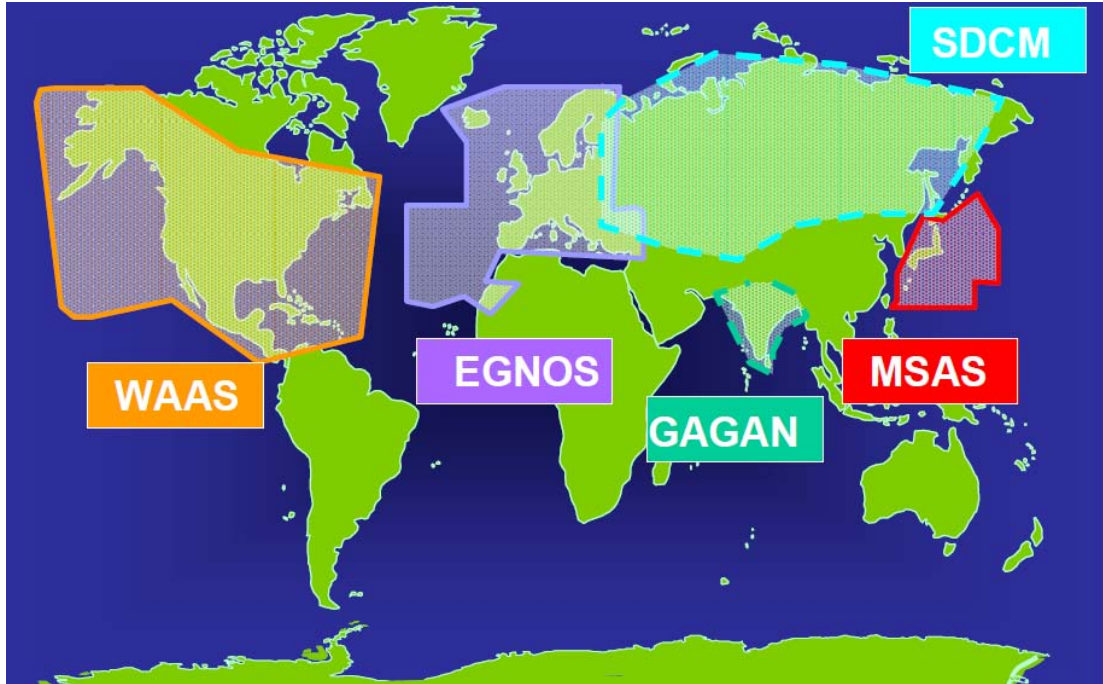
GLONASS uydularının Rusya’ da ki IAC merkezinden 14 Temmuz 2009 tarihi tarihinde gözlemlenmesi Şekil II.39’ de gösterilmektedir. EK 3 ‘de GLONASS uydu durumlarının tablosu verilmiştir.



Şekil II. 39 Rusya IAC Merkezinden Alınan GLONASS Durumu [39]

II.6 SBAS SİSTEMLERİ

Uydu Tabanlı Takviye Sistemleri (SBAS) mevcut GNSS sistemlerine ilave olarak yer istasyonlarından ve yer-sabit uydulardan oluşmaktadır. Bu sistemler genelde yerde bulunan izleme istasyonlarından MEO yörüngedeki hareketli navigasyon uydularından gelen bilgileri alır. Daha sonra gelen bilgileri düzelterek yer-sabit uydulara gönderir. Yer-sabit uydular aldıkları bu sinyalleri vericilerinden yerdeki kullanıcılar için yayımlar. Bu sinyalleri kullanan SBAS alıcılar yalnız GGG kullanan alıcılara göre daha hassas ölçüm yapar. Şekil II.40'da Amerika, Avrupa ve Doğu Asya kıtasında kullanılan SBAS sistemleri gösterilmektedir.



Şekil II. 40 SBAS Sistem Örnekleri[53]

II.6.1 WAAS

Geniş Alan Takviye Sistemi Amerikan Hükümeti tarafından geliştirilen bir sistemdir. Kuzey yarımküreden alınan GPS sinyallerindeki ufak sapmaları düzelterek Amerika kıtasında ki uçuşların daha doğru seyretmesini sağlamak için geliştirilmiştir. Bu sistemde yaklaşık 25 adet yer istasyonundan izlenen sinyallerin doğrulaması yapılmakta ve 4 adet yer-sabit uyduya işlenen veriler gönderilmektedir. Bu yer-sabit uydular GPS ile aynı frekanstaki taşıyıcıdan (L1, 1575.42MHz) yeryüzüne sinyalleri yayımlamaktadırlar. Tablo II.4' de yer-sabit uyduların listeleri ve PRN numaraları gösterilmektedir. [40]

Tablo II. 4 WAAS Yer Sabitleri

Uydu Adı	NMEA / PRN	Yeri
<u>Galaxy 15</u>	NMEA #48 / PRN #135	133° Batı
<u>Anik F1R</u>	NMEA #51 / PRN #138	107.3° Batı
<u>Pacific Ocean Region (POR)</u> <i>WAAS İletimi Sonlandı</i>	NMEA #47 / PRN #134	178° Doğu
<u>Atlantic Ocean Region-West</u> <i>WAAS İletimi Sonlandı</i>	NMEA #35 / PRN #122	142° Batı

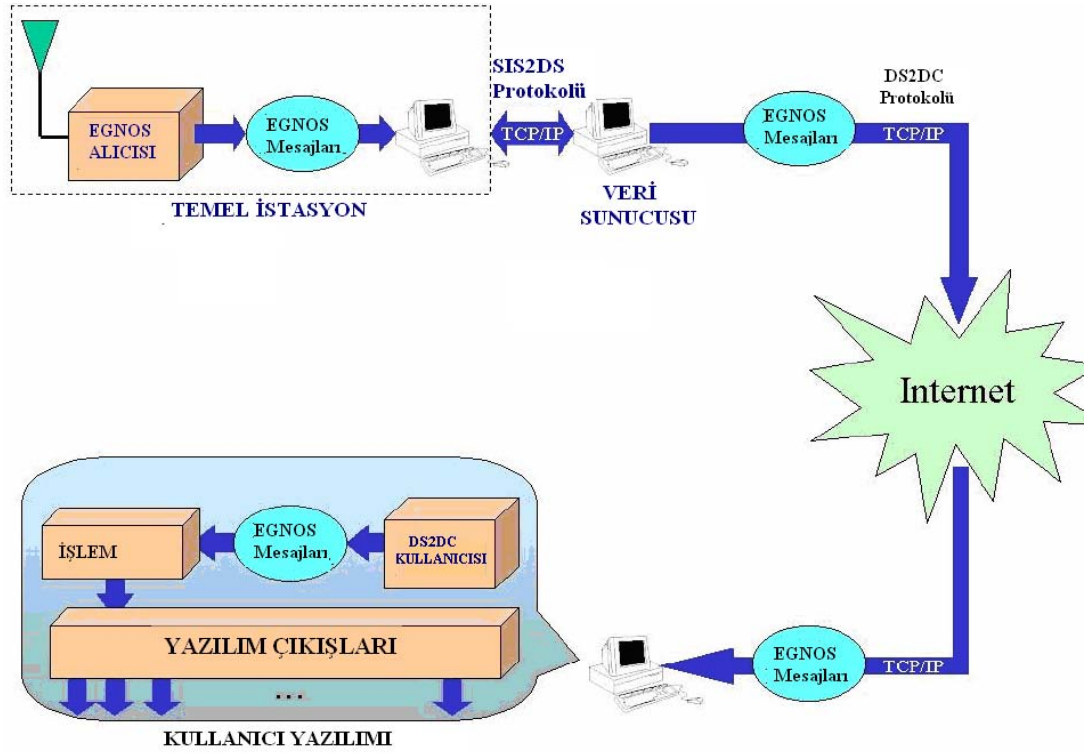
II.6.2 EGNOS

Avrupa Yer-sabit Uydu Kapsama Sistemi ESA ve Avrupa Komisyonu tarafından kurulan GGG' leri de kullanarak daha doğru navigasyon işlemlerinin yapılması için gerçekleştirilen bir sistemdir. Galileo Sistemiyle paralel yürütülen sistem 2005 yılında kurulmaya başlamıştır ve yatayda 7 metre veya daha az hatayla çalışmaktadır. EGNOS sisteminde kullanılan yer-sabit uyduların Avrupa'nın kuzey bölgelerinde elevasyon açıları nedeniyle sinyallerinin alınamamasından dolayı ESA 2002 yılında SISNET sistemini çıkarmıştır. [48] SISNET sistemi Internet üzerinden doğrulama mesajlarının alınmasını sağlar. Kullanıcılar ilgili IP ve bu IP' nin portlarına atanmış uydulardan doğrulama bilgilerini alırlar. Internet üzerinden doğrulama sinyallerinin alınması mümkündür. Bu tez çalışmasında da SISNET yapısı incelenmiş ve benzeri laboratuvar ortamı için düşük maliyetli olarak gerçekleştirilmiştir. EGNOS sisteminde kullanılan yer-sabit uydular Tablo II.5' de gösterilmektedir.

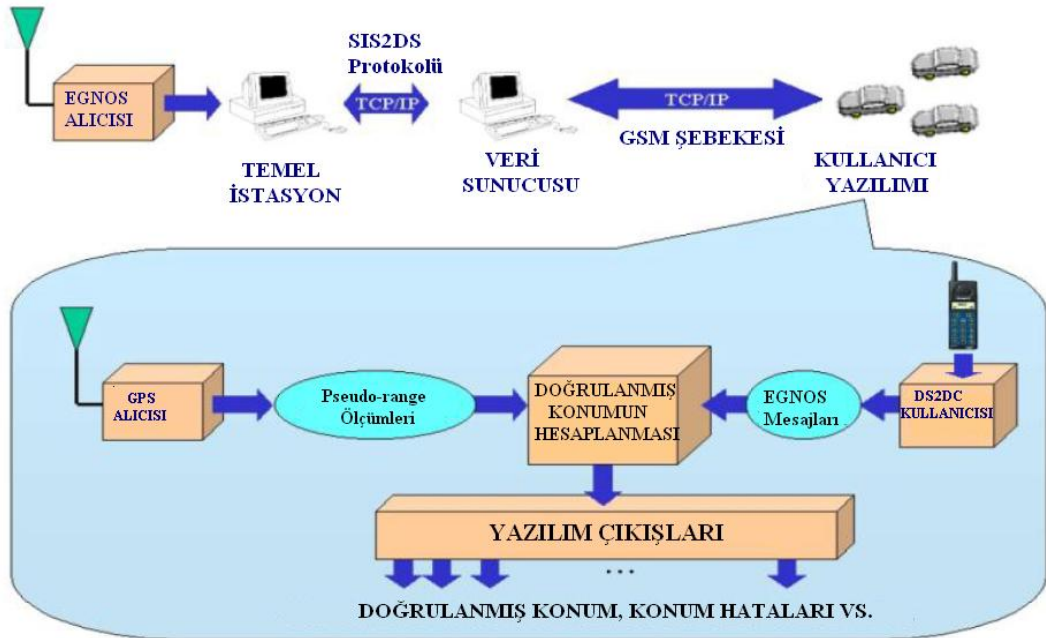
Tablo II. 5 EGNOS Yer Sabit Uyduları

Uydu Adı	NMEA / PRN	Yeri
<u>Atlantic Ocean Region-East</u>	NMEA #33 / PRN #120	15.5° Batı
<u>ARTEMIS</u>	NMEA #37 / PRN #124	21.5° Doğu
<u>Indian Ocean Region-West</u>	NMEA #39 / PRN #126	25° Doğu

Şekil II.41'de SISNET yapısının iletişim yapısı gösterilmiştir. Şekil II.42 'de ise sistemin kullanıcı bölümünde nasıl düzeltme yaptığı gösterilmektedir.



Şekil II. 41 SISNET İstemci Sunucu Yapısı[49]



Şekil II. 42 SISNET Erişimiyle Doğrulamının Yapılması[49]

II.6.3 DİĞER UYDU TABANLI SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ

MSAS: Çok-fonksiyonlu Uydu Takviye Sistemi (MSAS) Japonlar tarafından DGPS mantığıyla çalıştırılan bir sistemdir. Bu sistem de kullanılan yer-sabit uydulardan MTSAT-1 uydusunun trafik kontrollü için kullanılan havacılık kısmında

hata olduğu, MTSAT-2 uydusunun da yükseklik kontrolünün sağlıklı çalışmadığı fakat daha sonra düzeltildiğinin duyurusu yapılmıştır.[41]

QZSS: Japon hükümeti ve özel sektör tarafından çok uydulu takviye sistemi olarak 3 uyduya kadar tasarlanmış bir projedir.[18]

BDU (COMPASS): Çin hükümeti tarafından bağımsız olarak geliştirilen Beidou Uydu Seyrüseferi ve Konumlandırma Sistemi kısıtlı kapsama alanı içerisinde deneysel amaçlı olarak çalışmaktadır. Bu sistemin hareketli ve yer-sabit uyduları bulunmaktadır. Tablo II.6’de sistemde kullanılmış ve kullanılan uydular gösterilmektedir.[42]

Tablo II. 6 BDU Uydu Durumları

Tarih	Roketi	Uydu	Yörünge	Faaliyet
10/31/2000	LM-3A	Beidou-1A	GEO 140°E	Hayır
12/21/2000	LM-3A	Beidou-1B	GEO 80°E	Evet
5/25/2003	LM-3A	Beidou-1C	GEO 110.5°E	Evet
2/3/2007	LM-3A	Beidou-1D	GEO 86°E	Evet
4/14/2007	LM-3A	Beidou-2A	MEO 21,500 km	Evet
4/15/2009	LM-3C	Beidou-2G	MEO 21,500 km ¹	Evet

GAGAN: Hindistan Hükümeti tarafından GPS Destekli Yer-sabit Takviyeli Seyrüseferi olarak geliştirilen bu sistem L1 ve L5 sinyallerine sadık kalarak yer-sabit uydu olan GSAT uydusunun desteği ile çalışacaktır.

SDCM: Bu sistem Rus hükümetinin GLONASS sisteminin modernizasyonu ile birlikte mevcut GPS ve GLONASS uydularından gelen bilgileri gözlemleyerek 2 adet yer-sabit uydunun da takviyesiyle sistemde gerçek zamanda fark düzeltmeleri yaparak konum belirleme performansını arttıracak bir yapı olarak planlanmıştır. Yer sabit uydular 2010- 2011 yıllarında yerleştirilecektir.[52]

II.7 KONUM BELİRLEMEDE ÖLÇME

GPS sistemindeki ölçmelerde; uydulardan gönderilen mikrodalga sinyallerinin içerisindeki bilgilerden, sinyalin alıcıya kadar gelirken geçen zamanın oluşturmuş olduğu taşıyıcı faz farkından ve dopler etkisinden faydalanılarak GPS ölçümleri yapılmaktadır.

II.7.1 C/A KOD İLE PSEUDORANGE ÖLÇÜMÜ

Pseudorange (mesafe) ölçümü şu mantığa dayanmaktadır: GPS uydusu ile GPS alıcısının hassas saatleri birbirine senkronize edilmiş durumdadır. İlk ölçme işini C/A kodunu algılayarak yapan alıcı PRN karşılaştırmasındaki korelasyon işleminden sonra bulunan zaman gecikmesinden mesafeyi (p) hesaplar. II.1 denklemde alıcı saati ile sinyalin gönderilme zamanı arasındaki fark ışık hızı ile çarpılarak uydu ile alıcı arasındaki mesafe bulunur.

$$C_{ij}(\Delta t) = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} y_i(t) y_j(t + \Delta t) dt = \begin{cases} 1 & \text{if } \Delta t = 0 \\ 1 - \frac{|\Delta t|}{T} & \text{if } |\Delta t| \leq T \\ \approx 0 & \text{if } |\Delta t| > T \end{cases} .$$

$$P_n = c (t_{rcv} - t_{trn}) \quad (II.1.)$$

Fakat alıcı ile sinyal arasında sonsuz adet p uzunluğunda doğru parçaları vardır buda bir küre oluşturur. Bu nedenle kesişim noktasını bulmak için x koordinatı için 1 denklem y koordinatı için 2. bir denklem z koordinatı içinse 3. bir denklem gereklidir. Bu da en az 3 uydudan sinyal almak şartıyla mesafe ölçümü yapılması anlamına gelir. 3 kürenin kesişim noktası bulunduğumuz mevkii kapsar. Fakat ölçmedeki hatalar bütün denklemlerde yaklaşık aynı değerde olacağından hatayı da gidermek için 4. bir denkleme ihtiyaç vardır. Bu nedenle bir GPS alıcısının güvenilir bir hesaplama yapabilmesi için 4 uyduyu görmesi gereklidir. Daha fazla uydu daha hatasız ölçmeyi sağlar.

II.7.2 TAŞIYICI FAZINA GÖRE PSEUDORANGE ÖLÇÜMÜ

L bandındaki frekansların dalga boyunun küçüklüğü nedeni ile kod ile yapılan ölçümlere nazaran; taşıyıcı faz farkına göre yapılan ölçümlerdeki hata oranı 10 ile 100 kat arasında daha azdır.

$$p_n = \lambda(\theta_n/2\pi + k_n) \quad (II.2)$$

Mesafe ölçülürken dalga boyunun bilinmeyen entegral sayısı olan k_n , aynı uydunun C/A ve P kodunun hesaplanmasıyla bulunur. Mesafenin gerçek değerinin hesaplanması hata faktörleri anlatıldıktan sonra II.7.5 bölümünde ayrıca anlatılmıştır.

II.7.3 TAŞIYICI DOPLER ÖLÇÜMÜ

Mobil bir GPS alıcısının hızını bulabilmek için dopler etkisinden de yararlanılmaktadır. Dopler etkisi bağıl bir etkidir. Saniyede 2 km hızla giden bir uçağın GPS uydusuna doğru ilerlediği düşünülüğünde GPS alıcı antenine gelen taşıyıcının bağıl hızı artık $(c+2\text{km})/\text{s}$ olacaktır. GPS anteninden uzaklaşılması durumunda ise bu hız $(c-2\text{km})/\text{s}$ olacaktır. Bu etki metro istasyonlarında; istasyonlara doğru yaklaşan veya uzaklaşan katarların çıkardıkları sesin değişiminde de hissedilebilir. Bu etkiye, dopler etkisi denilmektedir. Dopler etkisi yalnızca ses, RF sinyallerinde değil ışık yayılımında da gözlemlenebilir.

$$f_{dn} = 1 / \lambda (\mathbf{v} \cdot \mathbf{u}_n - \mathbf{v}_n \cdot \mathbf{u}_n) + f_b, \quad (\text{II.3})$$

$$\mathbf{p}_i = [(x_i - X), (y_i - Y), (z_i - Z)]^T \quad (\text{II.4})$$

$$\mathbf{u}_n = \mathbf{p}_i / |\mathbf{p}_i| \quad (\text{II.5})$$

Ayrıca entegre edilmiş dopler etkisi şu şekilde bulunur.

$$F_{di}(t) = \int_{t_0}^t f_{di}(t) dt \quad (\text{II.6})$$

II.7.4 ÖLÇÜMLERİ ETKİLEYEN HATA FAKTÖRLERİ

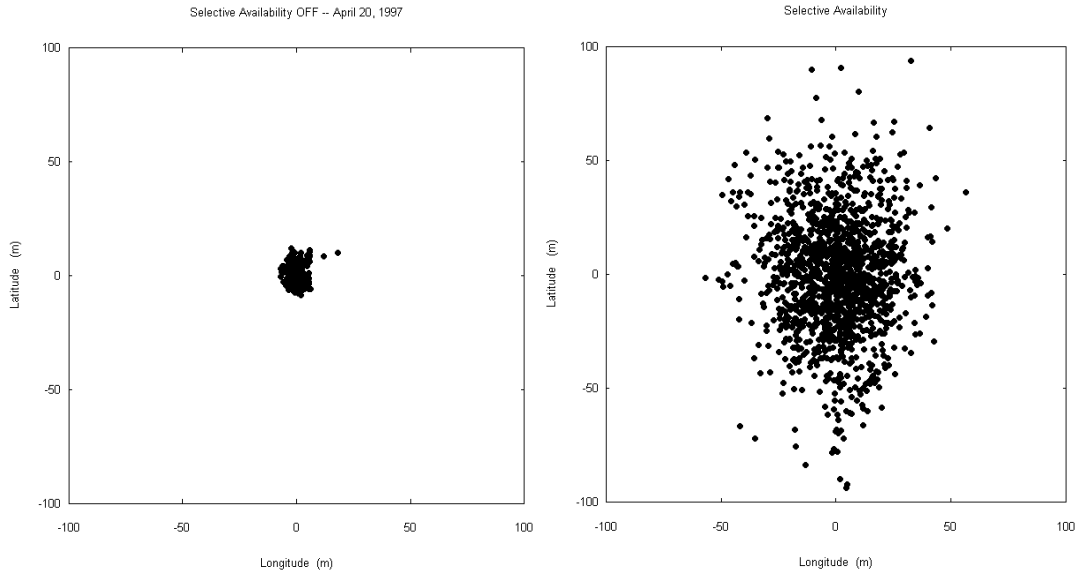
Diğer ölçü sistemlerinde olduğu gibi GPS ve diğer GNSS sistemlerinde yapılan ölçmeler hata içermektedir. Bu hatalar donanım ve çevre şartlarından kaynaklanacağı gibi, bilinçli olarak Amerikan hükümeti tarafından da yapılmaktadır. Nitekim Amerikan Savunma Departmanı 2000 yılından önce özerk GPS sisteminin doğruluğunu güvenlik nedeni ile düşürdüğünü açıklamıştır ve bu olaya 2000 yılının 1 Mayıs gece yarısında son verilmiştir[25]. Bu tarihten önce yapılan GPS ölçümlerinin doğruluğunun az olduğu bu açıklama ile belirginleşmiştir. Alıcılar ölçüm yaparken ölçme hataların en aza indirilmesi için alıcılarının daha çok uydu ile iletişim kurması gerekmektedir. Bu nedenle çok kanallı GNSS (örnek:12kanal, 16 kanal, 20 kanal vs.) alıcıları geliştirilmiştir.

II.7.4.1 Efermis Hataları

GPS uyduları zaman fonksiyonuna göre koordinatları kontrol merkezleri tarafından önceden belirlenen bir yörüngede hareket ederler. Yalnız uydular bu koordinatlardan hafif sapmalar gösterebilir, ilgili düzeltmeler kontrol merkezleri tarafından yapılır. Bu nedenle GPS efermis verileri 4 saate kadar olan konum bilgileri için taze olarak nitelendirilir. Tazeleme zaman aralığı arttıkça uydu yörüngelerinin konumlarındaki sapma miktarı fazla olabileceğinden efermis verisi güvenilirliğini kaybeder. Bu durumun dezavantajını gidermek için IGS, NGS vb. enstitüler internet üzerinden biraz gecikmeli olarak daha hassas GPS uydu pozisyonlarını vermektedir[43]. Bu konumlar dünya üzerindeki bütün kullanıcılar için aynıdır. Ancak kullanıcılarla bu uydular arasında farklı açı oluşmaktadır

II.7.4.2 Seçici Geçirgenlik

Amerikan Hükümeti GPS uyduları aracılığıyla istediği zaman GPS uydularının saatleriyle veya uyduların gönderdikleri mesaj bilgileriyle ufak oynamalar yaparak GPS alıcılarını yanlış ölçme yapmasına neden olmaktadır. Şekil II.43'de gösterildiği üzere SA etkisi olduğunda yapılan ölçümler gösterilmektedir. Bu ölçümlerin sonucunda alıcıların 100 m aralığında yanlış ölçme yaptığı yapılan bir çalışmada gösterilmiştir.



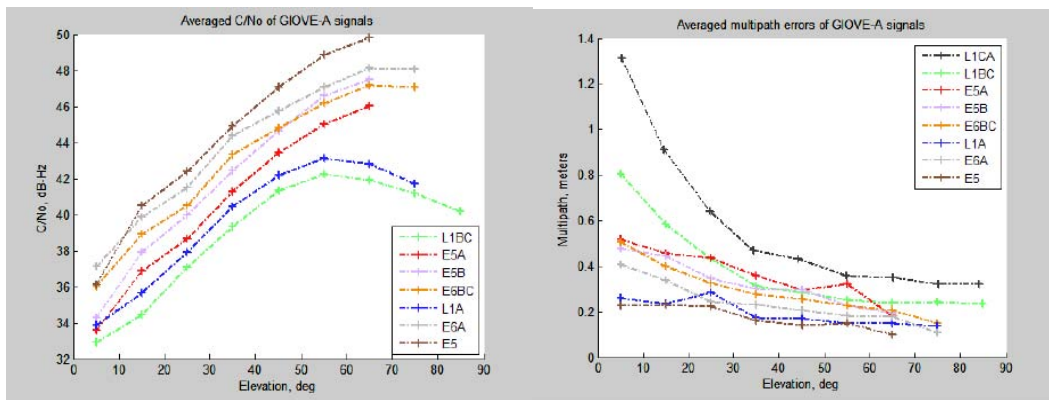
Şekil II. 43 O Merkezli Sabit bir GPS Alıcısının SA Durumu[62]

II.7.4.3 Uydu ve GNSS Alıcılarındaki Saat Hataları

GPS uyduları yüksek frekanslı ve kararlı atomik saatler içermektedir. Fakat bu saatlerin hata oranları günde 8 ns ile 18 ns arasında değişmektedir. Bu nedenle bu uyduların saat düzeltmeleri kontrol merkezleri tarafından belirli periyotlarla yapılmaktadır. GPS alıcılarının osilatörlerinin frekans kaymaları aynı şekilde ölçmede hatalara neden olmaktadır. Bu nedenle GPS alıcılarında harici atomik saatler kullanılabilir fakat iyi atomik saatlerin fiyatı yaklaşık 25000 TL civarındadır. Zamandaki hata ile ışık hızı çarpıldığında konumda oluşacak hata miktarı hesaplanabilmektedir.

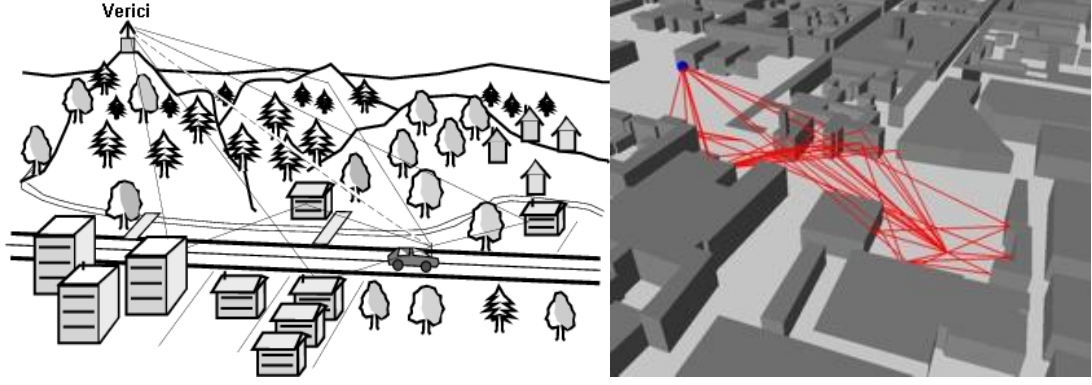
II.7.4.4 Çokyol- Multipath Hataları

Çokyol hataları GNSS alıcısına yansıyorak gelen sinyallerin neden olduğu hatalardır. Bu hata insanın serap görmesine benzer. Alıcıya yansıyorak gelen RF sinyali taşıyıcı faz ölçümlerinde hatalara neden olur. Uydu elevasyonları değıştikçe konumda değışiklik başlar. Hatta uydular ufuk çizgisine yaklaştıkça hata oranı artmaya başlamaktadır. Bu olay gölde taş sektirme olayı gibi gönderilen RF sinyalin yansımalarının artmasına neden olmaktadır. GNSS sistemlerini en çok etkileyen hata türü çokyol hatalarıdır. Yapılan bir çalışmada Giove A uydusunun elevasyon açısı değıştikçe çokyol hata oranından kaynaklanan metraj değışiklikleri Şekil II.44' gösterilmektedir [44]. Çokyol etkisinin illüstrasyonu ise Şekil II. 45' de gösterilmektedir.



Şekil II. 44 Giove A Uydusunun Multipath Hata Etki Grafiği (derece-dBHz) [44]

Elevasyonun 90 dereceye gelmesi uyduların antenin tam tepesinde olması anlamına gelmektedir. Elevasyon arttıkça kazancın arttığı görülmektedir.



Şekil II. 45 Çokyol Etkisi İllüstrasyonu

Elevasyonun 0 derece yani uyduların ufuk çizgisine gelmeye başlamasıyla kazanç hızlı bir şekilde düşer ve sinyali alınmaz.

II.7.4.5 Anten Faz Merkezi Değişim Hataları

Antenler RF' yi alarak elektrik akımına çeviren donanımlardır. Uyduların pozisyonlarına göre antenin faz merkezi değişmektedir. Ayrıca farklı frekanslarda anten faz merkezi değişir. Bunun nedeni uydu ile alıcı arasındaki mesafeyi iletim hattı olarak düşünürsek uydunun ve alıcının yeri değiştikçe dalga boyu cinsinden aradaki mesafe değişecektir. Bu da alıcı ile sabit bir mesafede duran antenin faz merkezinden dolayı ölçmede hata olmasına neden olacaktır.

II.7.4.6 Alıcıda Oluşan Gürültülerden Kaynaklanan Hatalar

Diğer haberleşme cihazlarında olduğu gibi GNSS alıcılarının da yapıları gereği oluşturmuş oldukları gürültüler hatalara neden olmaktadır. Bu hataların tasarım aşamasında en aza indirilmesi gerekmektedir.

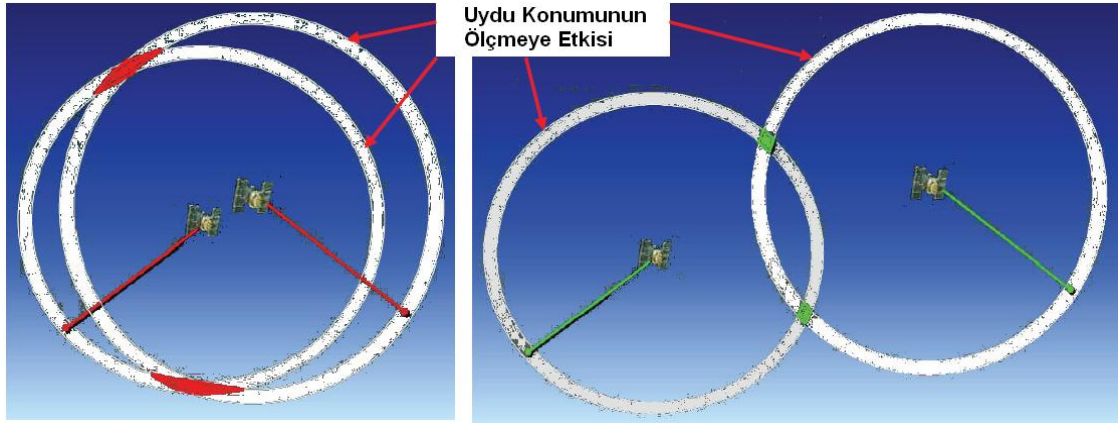
II.7.4.7 İyonosfer ve Troposfer Kaynaklı Hatalar

Atmosferin içerisinde bulunan çözölmüş gazların güneş ışığının yaydığı radyasyon nedeni ile iyonlaşması atmosfer içerisinde ilerleyen RF' nin propogasyonunda gecikmelere neden olmaktadır. Bu olay güneş ışığı ile ilgili olduğundan gece ve gündüz farkından kaynaklanacağı gibi atmosferin nemi, geçirgenliği ve kapasiteyi etkileyen çeşitli unsurlarından etkilenmektedir. Atmosferdeki bu propogasyon değişik frekansta ilerleyen mikrodalga sinyaller için farklı olacaktır. Bu nedenle L1 ve L2 frekanslarında gönderilen aynı kodların çözömlenmesi ile iyonosferden kaynaklanan hatanın etkileri en aza indirilmektedir.

Troposferden kaynaklanan hatalar frekans irdemesiyle giderilemez. Bu hataların giderilmesi; meteorolojik bilgilere göre yazılım algoritmaları geliştirilerek yapılabilir veya DGPS (Fark GPS) uygulamaları ile bu hata etkisi azaltılabilir.

II.7.4.8 Uydu Pozisyonlarından Kaynaklanan Hatalar

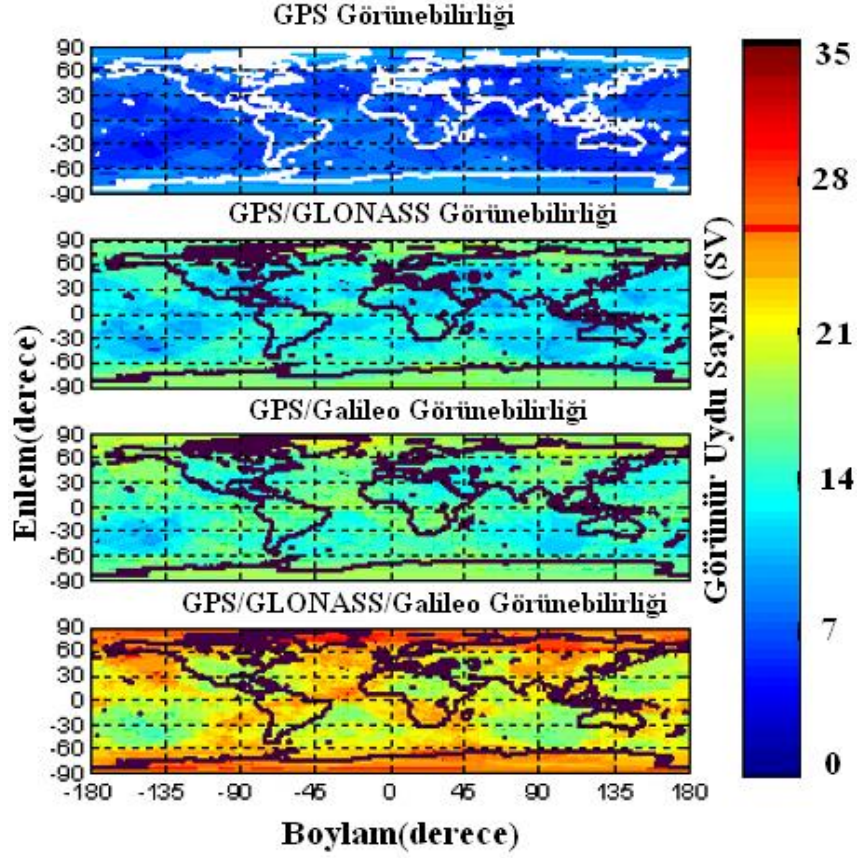
GNSS uyduları yörüngelerinde hareket ederken konumları birbirlerine yaklaştığı zaman kapsama alanlarının kesiştiği bölgeler Şekil II.46' da gösterildiği gibi genişlemekte uzaklaştıkları zaman ise darlaşmaktadır. Bu alan genişledikçe hata oranı artmaktadır. Bu nedenle GNSS alıcıları ile hassas ölçümler, uydu pozisyonlarının alıcının bulunduğu konuma göre iyi pozisyonlarda olduğu zaman yapılmalıdır.



Şekil II. 46 Uydu Konumlarına Göre Kesişim

II.7.4.9 Alıcının Uyduları Tam Görememesi

Alıcıların GNSS uydularını görememesi yüksek binaların veya ormanlık alanların içerisine girildiğinde de gerçekleşebilir. Metroda, tünelde, evde, ofiste, deniz altında GNSS sinyalleri alınmaz, yüksek binaların içerisinde ve seyrek ağaçlık alanda zayıf sinyal alımı olur, sahil kenarında, top sahasında, tarlada uyduların sinyal kazancı daha iyidir. Kazancı zayıf olan alanlarda çeşitli filtreleme teknikleri ve algoritmalar kullanılarak ölçüm yapılması sağlanmaktadır. Şekil II.47' de simülatörlerle yapılan bir çalışmanın sonucu olan GGG' lerin dünyadan izlenebilme durumları gösterilmektedir.



Şekil II. 47 GNSS Şebekeleri Kurulduğunda Görülebilecek Uydu Sayı Grafiği [18]

II.7.5 SİSTEM DOĞRULAMA

GPS sisteminde hatalara karşı çeşitli doğrulamalar yapılmaktadır. Bu doğrulamalar aşağıda açıklanan seyrelmeler çerçevesinde olmaktadır. GPS alıcılarından bu doğrulamaların yapılması için gerekli olan katsayılar gönderilmektedir.

GDOP Geometrik Doğruluk Seyrelmesi

PDOP Konum Doğruluk Seyrelmesi; Kullanıcı konumunda üç boyuttaki yarıçap hatası

HDOP Yatay Doğruluk Seyrelmesi; Kullanıcı konumunda yatay düzlemdeki yarıçap hatası

VDOP Dikey Doğruluk Seyrelmesi; Kullanıcı konumundaki dikey hata

TDOP Zaman Doğruluk Seyrelmesi; Kullanıcı saat ayarı

Tablo II.7' de yapılmış bir çalışmadan alınan hata kaynaklarına göre büyüklük değerleri verilmektedir. Şekil II.48'de ise ideal GNSS pozisyon ölçümleri için bir alıcıda yapılması gereken doğrulama işleminin blok şeması gösterilmektedir. [45]

Tablo II. 7 GPS Hata Kaynakları ve Büyüklük Farklılıkları[25]

HATA KAYNAKLARI	Hata Büyüklük Değeri	
	(Metre)	
	SA var	SA yok
Seçici Geçirgenlik	24.0	0
İyonesfer	7.0	7.0
Traposfer	2.0	2.0
Saat	1.8	1.8
Efermis	1.4	1.4
Alıcı Gürültüsü	0.6	0.6
Çoklu-yol	1.5	1.5
UERE	25.0	7.5
HDOP	1.5	1.5
Yatay Doğruluk	75.0	22.5

Şekil II.48 incelendiğinde uydu ile alıcı arasındaki mesafenin hesaplanması hata etkileriyle birlikte düşünüldüğünde gerçek değer II.7 ve II.8 no.lu denklemlerde verilmektedir.[55]

$$P = \rho + d\rho + c(dt - dT) + d_{ion} + d_{trop} + \varepsilon_p \quad (II.7)$$

II.7 no.lu denklemde ρ (pseudorange) mesafeyi, $d\rho$ uydunun yörünge hata metrajını, neden olan saat gecikmesi için; $c(dt-dT)$ uydu saatinin ofseti ile alıcı saatinin ofsetinin farkının ışık hızıyla çarpımını, d_{ion} iyonosferden kaynaklanan gecikme metrajını, d_{trop} traposferden kaynaklanan gecikme metrajını ve ε_p çokyol etkisinden dolayı alınan yolun metrajını göstermektedir.

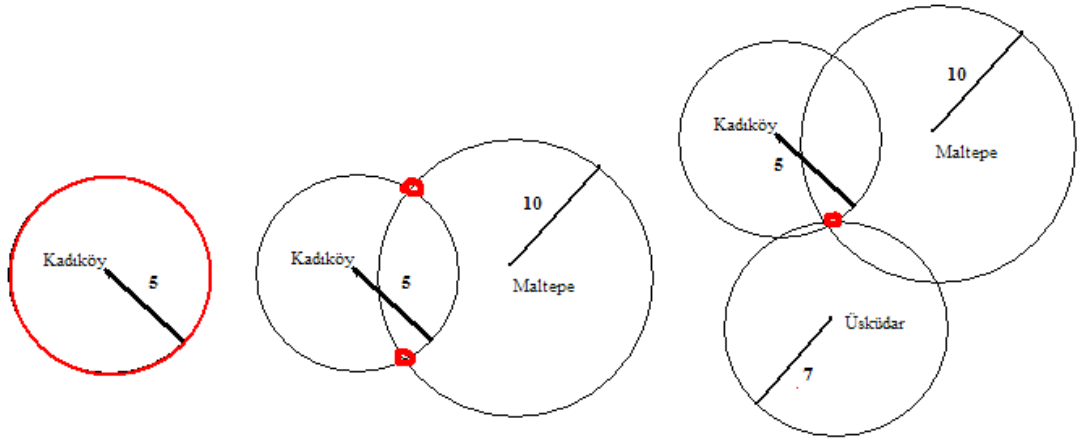
Denklem II.8' de ise taşıyıcı fazına göre yapılan ölçmenin eşitliği verilmektedir.

$$\Phi = \rho + d\rho + c(dt - dT) + \lambda N - d_{ion} + d_{trop} + \varepsilon_\phi \quad (II.8)$$

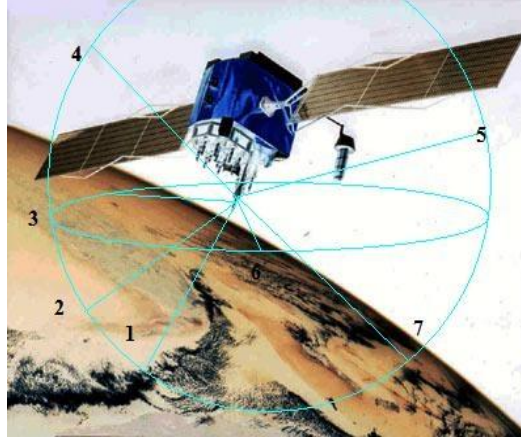
II.8 nolu denklemde Φ taşıyıcı faz metrajını, λ seçilen taşıyıcının dalga boyunu, N tamsayı faz belirsizliğini ifade eder. İyonosfer' den kaynaklanan hata etkisi pseudorange da gerilemeye, taşıyıcı faz hesaplamalarında ise ilerlemeye neden olduğundan genel formüldeki işareti farklılık göstermektedir.[54, 59, 61]

II.8.1 KOORDİNAT BULMA

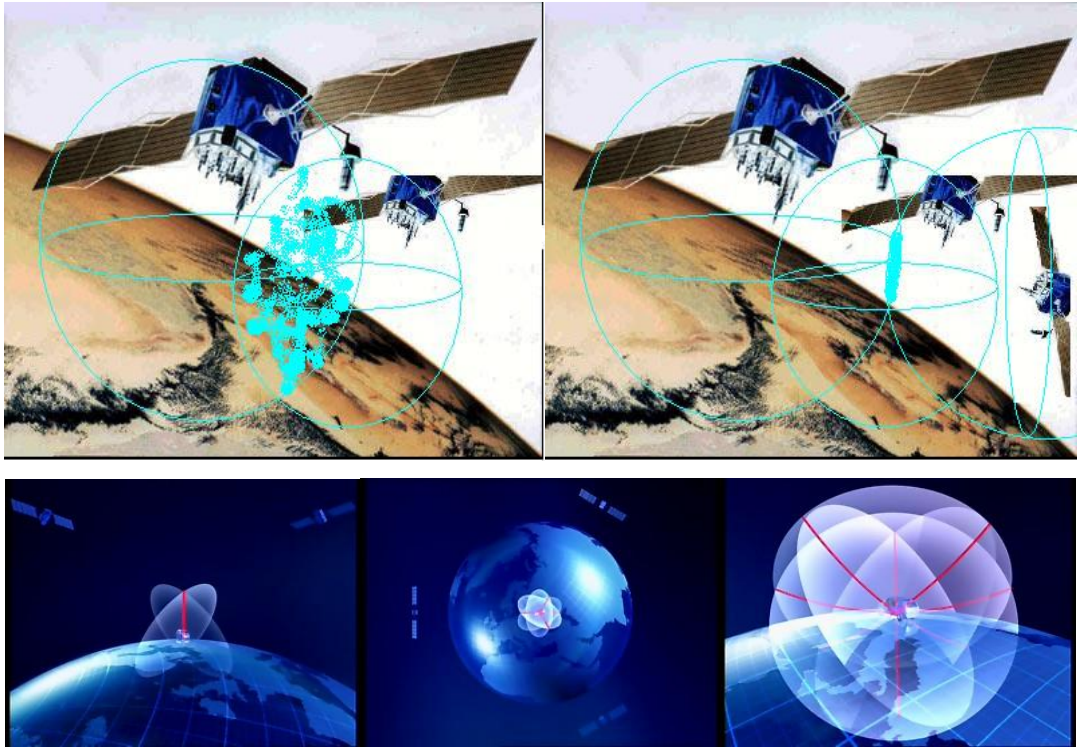
GNSS sistemlerinde koordinat bulma işlemi “trilateration-trileterasyon” diye ifade edilen matematiksel bir mantık ile hesaplanmaktadır. Bu mantık Şekil II.49’daki gibi 2 boyutlu düşünülüğünde şu şekilde çalışmaktadır: Örneğin birisine şu an nerede olduğunuzu soruyorsunuz o da cevap olarak şu anda Kadıköy’ün merkezinden 5 km uzaklıktasın diyor. Buradan anlıyorsunuz ki Kadıköy merkezden 5 km yarıçaplı bir çember çizdiğimizde bulunduğumuz yer bu çemberin üzerinde olabilir bu da sonsuz adet noktadır ve konumumuzu belirlememiz için yeterli değildir. Aynı soruyu başka birisine soralım ve bize Maltepe merkezinden 10 km uzaklıkta olduğumuzu söylediğini düşünelim. O zaman Maltepe’den oluşturulan 10 km yarıçaplı çemberle Kadıköy’den oluşturmuş olduğumuz 5 km’ li çemberin kesişim noktası 2 adet olacağından bulunduğumuz koordinatı tahmin etmemiz daha rahat olacaktır. Fakat bulunabilecek iki olasılık olduğundan kesin sonuç elde edebilmemiz için başka bir veriye ihtiyacımız vardır. 3. bir kişi bize Üsküdar merkezden 7 km uzakta olduğumuzu söylediğinde ise 3 çemberin kesişim noktası bir nokta meydana getireceğinden bulunduğumuz mevkii tayin etmemiz mümkün olacaktır. Olay 3 boyutlu düşünülüğünde ise Şekil II.50 ve Şekil II.51’ de gösterildiği gibi çember mantığıyla anlatılan sistem küreyle ifade edilmektedir.[50]



Şekil II. 49 Düzlemde Trilateration Mantığı



Şekil II. 50 Tek GNSS Uyduyu Yapılan Ölçmede Olunabilecek 3Boyutlu Konum



Şekil II. 51 Birden Fazla GNSS Uyduları ile Olunabilecek 3Boyutlu Konumlara Örnek

II.8.2 YÖN BULMA

GNSS alıcıları koordinat bilgilerini enlem ve boylam olarak hesaplamaktadır. Yön tayinindeki mantık birim zamanda değişen konum değişikliğine göre hesaplanmaktadır. İki koordinat arasındaki fark vektörü yönü tayin eder.

II.8.3 HIZ BULMA

Hız birim zamanda alınan yol kavramıyla ifade edilir. GNSS alıcıları x, y ve z koordinatlarında vektörel hızla hareket ederken GNSS uyduları da uzayda kendi yörüngelerinde vektörel bir hızla hareket etmektedir. Uydunun birim zamanda mevki değişikliğiyle ve GNSS alıcısının birim zamandaki değişikliği arasında bir korelasyon kurulduğunda ve bu korelasyon uydu ve kullanıcı koordinatlarıyla eşitlendiğinde GNSS alıcısının hızı bulunmaktadır. Yazılımsal olarak hız bulma birim zamandaki koordinat değişikliği ile hesaplanabilir fakat buradaki en büyük sorun enlemlerin ve boylamların aralarındaki mesafelerin dünyanın her yerinde aynı olmamasıdır. Koordinat ve hız bulma hesaplamaları hareketli sistemler üzerinde yapılacaksa meydana gelen dopler etkisinin de göz ardı edilmemesi gereklidir.

$$m' \times m = (x_2 - x_1)(x_2' - x_1') + (y_2 - y_1)(y_2' - y_1') + (z_2 - z_1)(z_2' - z_1') \quad (II.9)$$

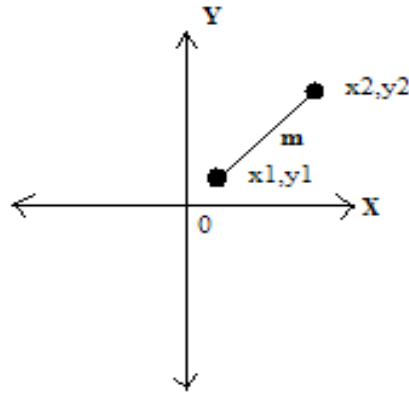
3 koordinattaki hız miktarını bulabilmek için 3 uydunun verilerinin işlenmesi gerekir.

II.9 ANALİTİK DÜZLEMDE MESAFE HESAPLAMA

GNSS ölçümlerinde mesafe ölçümü analitik düzlemde iki nokta arasında mesafeyi hesaplamayla bulunur. Hatalarda dahil olmak üzere bilinmeyen kadar denklemin olması gereklidir. Ne kadar çok denklem olursa o kadar net sonuç elde edilmektedir.

II.9.1 DÜZLEM İÇERİSİNDE MESAFE HESAPLAMA

Şekil.II.52'de iki boyutlu koordinat ekseninde iki nokta arasındaki mesafe gösterilmiştir. Burada 0 merkezine yakın olan nokta dünya üzerindeki konum diğer nokta ise uydunun konumunu göstermektedir. Aradaki m doğrusu ise uydu ile dünya üzerinde bulunan alıcı arasındaki mesafedir.



Şekil II. 52 Düzlem İçerisinde İki Noktanın Analitik Gösterimi

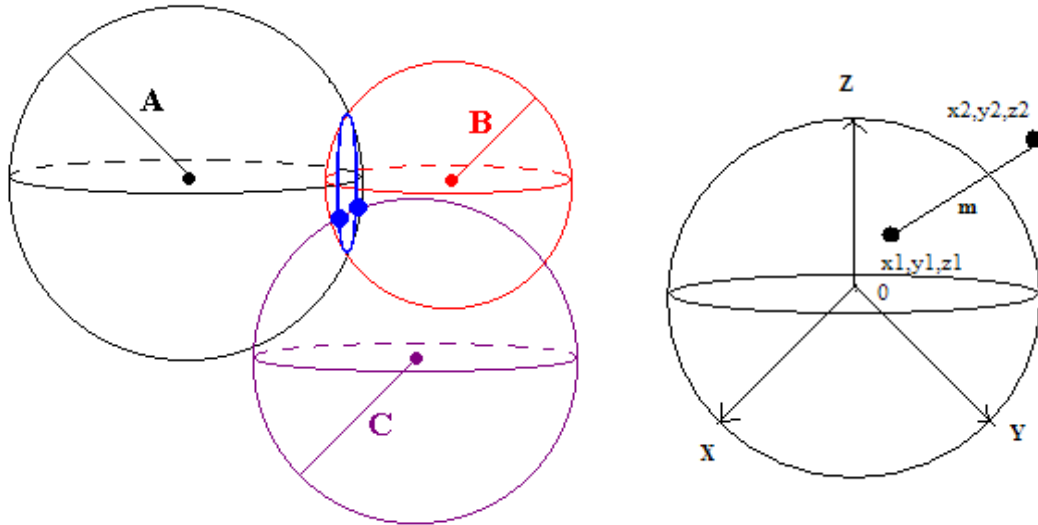
$$m^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 \quad (\text{II.10})$$

Eğer ölçmede hata söz konusu ise h bilinmeyeni olarak denkleme yazılır

$$m^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + h \quad (\text{II.11})$$

II.9.2 UZAYDA MESAFE HESAPLAMA

x_1, y_1, z_1 dünya üzerinde GNSS alıcısının bulunduğu konum x_2, y_2, z_2 uydunun almanak datasından okuduğumuz pozisyonu h de hata miktarı olsun . (m) mesafesi taşıyıcının kayan faz miktarıyla beraber alıcıda hesaplanır. 4 bilinmeyen x_1, y_1, z_1 ve h için 4 denklem gerekmektedir. Bu da 4 uydudan alınan sinyaller sayesinde mümkün olmaktadır. Şekil.II.53 da değişkenleri gösterilen denklemi açarsak;



Şekil II. 53 Uzay İçerisinde İki Noktanın Analitik Gösterimi

$$m^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 + h$$

$$m^2 - (x_2^2 + y_2^2 + z_2^2) - (x_1^2 + y_1^2 + z_1^2) = h - 2x_1 x_2 - 2y_1 y_2 - 2z_1 z_2$$

şeklini alır. Burada $x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 = r^2$ yani GNSS alıcısının bulunduğu konumdaki dünyanın yarıçapının karesine eşittir.

$$m^2 - (x_2^2 + y_2^2 + z_2^2) - r^2 = h - 2x_1 x_2 - 2y_1 y_2 - 2z_1 z_2 \quad (II.12)$$

Yukarıdaki genel denklemi a,b,c ve d uyduları için yazarsak 4 adet denklem buluruz. Uyduların koordinatlarını almanak datasından bulup diğer bilinmeyenleri çözmek için çeşitli matematiksel yöntemler kullanılmaktadır. Yalnız bu denklemlerin çözülmesi için yüksek hızda işlemci gücü gerekmektedir. Bunun nedeni gerçek zamanda hızlı ölçüm yapabilmek içindir.. GNSS alıcısı mikro denetleyicisini kullanarak ilk olarak yaklaşık alıcı koordinatını hesapladıktan sonra saat ön değeri (bias) düzeltmelerini ve diğer düzeltme parametrelerini de gerçekleştirerek en iyi konumu hesaplar.

$$m_a^2 - (x_{a2}^2 + y_{a2}^2 + z_{a2}^2) - r^2 = h - 2x_1 x_{a2} - 2y_1 y_{a2} - 2z_1 z_{a2}$$

$$m_b^2 - (x_{b2}^2 + y_{b2}^2 + z_{b2}^2) - r^2 = h - 2x_1 x_{b2} - 2y_1 y_{b2} - 2z_1 z_{b2}$$

$$m_c^2 - (x_{c2}^2 + y_{c2}^2 + z_{c2}^2) - r^2 = h - 2x_1 x_{c2} - 2y_1 y_{c2} - 2z_1 z_{c2}$$

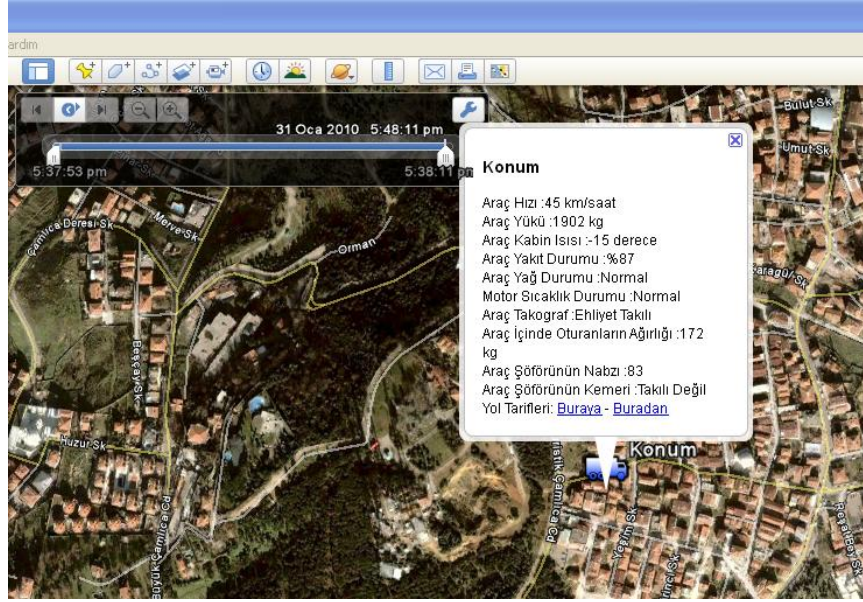
$$m_d^2 - (x_{d2}^2 + y_{d2}^2 + z_{d2}^2) - r^2 = h - 2x_1 x_{d2} - 2y_1 y_{d2} - 2z_1 z_{d2} \quad (II.13)$$

II.10 GNSS UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Konum belirleme sisteminin kullanıldığı, insan yararına yönelik bir çok uygulama alanı bulunmaktadır. Bilgi teknolojileri, jeodezi mühendisliği, harita mühendisliği, ziraat mühendisliği, ulaşım mühendisliği, inşaat mühendisliği, işletme mühendisliği, savunma teknolojileri alanlarında faydalı uygulamalar geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam edilmektedir.

II.10.1 TAKİP

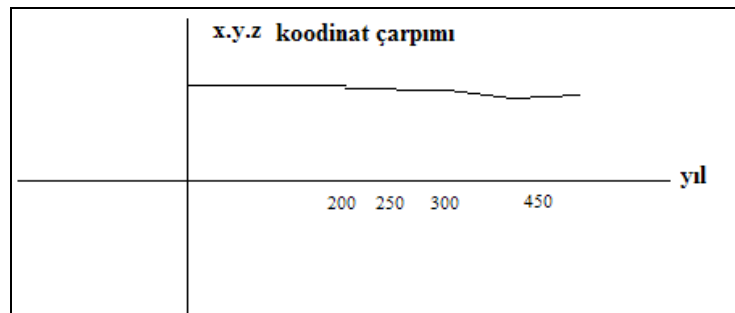
Genellikle taşıtların güvenliği amacıyla takibinin yapılmasını sağlayan bu uygulamalarda canlı varlıkların takibi de yapılabilir. Burada mantık GNSS alıcılarını taşıyan hareketlinin koordinatlarının GSM, GPRS, uydu ve araç telefonu gibi haberleşme sistemleri ile bir merkeze bildirilmesi ve koordinatlarının yazılımlar yoluyla kontrolünün yapılarak işlenmesidir. Örnek olarak Şekil II.54' de İstanbul Çamlıca'da bulunan bir aracın bulunduğu yer gösterilmektedir.



Şekil II. 54 Araç İzleme

II.10.2 YER KABUĞU HAREKETLERİNİN İNCELENMESİ

Yerkürenin magma tabakası gibi bir yapının üzerinde bulunması yer kabuğunda hareketlenmelere neden olmaktadır. Şekil II.55’de temsili olarak ifade edildiği gibi geniş bir zamana yayılan hareketlenmeler duyu organları ile hissedilememektedir. Dağların yerinde durmadıkları yer küre üzerinde de çok az da olsa yüzyıllar geçtikçe konum değiştirdiği bilinmektedir. Bu olay gökyüzündeki bulutlara kısa süreli bakıldığında kaymasının fark edilememesi; yalnız uzun bir süre sonunda aynı buluta bakıldığında yerinin kaydığının gözlemlenmesi ile ifade edilebilir. Uzun bir süreye yayılarak yapılan sabit nokta koordinat ölçümleri incelendiğinde dünya üzerindeki ilgili koordinattaki hareketlilik görülebilmektedir. Fakat hata kaynaklarından dolayı sabit nokta koordinatında oynamalar gözlemlenebilir. Bu nedenle hassas donanımlar vasıtasıyla gelişmiş algoritma ve kontrol teknikleri ile yer kabuğu hareketlerini izleme uygulamaları gerçekleştirilebilir.



Şekil II. 55 Yer Kaymasından Etkilenen Sabit Bir Noktanın Temsili Grafiği

II.10.3 TRAFİK KONTROLÜ

Kara, hava trafik kontrolünde veya geniş araç filosu olan bir sistemde koordinat verilerinin istatistikleri yapılarak hangi bölgelerin yoğun olduğundan, hangi araçların trafik kurallarını ihlal ettiğine kadar çeşitli trafik kontrolleri yapılabilir. Basit fizik kurallarının uygulanmasıyla hız kontrolü, ivme kontrolü, menzil kontrolü yapılabilir. Takoğraf cihazları desteğiyle uzun yol trafiğinin daha güvenli olması sağlanabilir.

II.10.4 BELEDİYECİLİK ALANI UYGULAMALARI

GNSS sistemleri belediyeçilik alanının çeşitli uygulamalarında kullanılabilir. GIS Coğrafi Bilgi Sistemleri olarak da tabir edilen bu uygulamalarda belediyelerin arsa pafta numaralarının organizasyonu, su gaz vb. borularının geçtiği bölgelerin işaretlenmesi ile olası bir elektrik- su – doğalgaz kesintilerinde etkilenecek bölgelerin gösterilmesi, sokak hayvanlarının takibinin yapılarak yaşam alanlarının tespiti ve bu alanların ıslahı, park, bahçe vb gibi yeşil alan bölgelerinin yüzölçümlerinin hesaplanması, imar izinlerinin etkin olarak verilmesi barajlardaki su miktarlarının şamandıraların üzerine konulmuş GPS alıcılarının oluşturduğu sensör şebekesi ile tam olarak belirlenmesi, atık ve çöp toplama işi yapan belediye araçlarının konum ve zaman takibinin yapılması vb. gibi otokontrol sistemlerini güçlendiren uygulamalar geliştirilebilir.

II.10.5 DİĞER SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ İLE UYGULANMASI

GNSS sistemi sonar, jiroskop, radar gibi deniz altı ve yerüstünde kontrolü sağlayan sistemlerle birlikte çalıştırılarak GNSS sinyallerinin alınamadığı bölgelerde; örneğin denizaltında konum belirleme işlemi yapılabilir. Yerüstünde ise radarlı seyrüsefer sistemlerinin de desteği ile daha hassas konum belirlemek mümkündür.

II.11 GNSS ALICILARINDA KULLANILAN FORMATLAR

GNSS alıcısı üreten firmaların kendi belirledikleri haberleşme standartlarına göre cihaz tasarımlarının sonucu olarak farklı cihazların birbirleriyle haberleşmelerinde sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu sorunu gidermek için standartlar geliştirilmiştir. Bu standartların belli başlı olanları RINEX, NGS-SP3, RTCM SC-104, SIRF (İkili-Binary) ve NMEA-0183 tür. GNSS üreticileri bu formatların

birkaçını destekleyecek şekilde iletim (transport) katmanlarını geliştirmişlerdir. İlgili kodlar gönderilerek formatlar arası geçiş yapılabilir. [50]

II.11.1 NMEA FORMATI

NMEA-0183 formatının Ulusal Denizcilik Elektroniği Birliği (National Marine Electronics Association) tarafından standartları belirlenmiştir. NMEA-0183 standardı karakter tabanlı bir veri yapısına sahiptir

II.11.1.2 NMEA Formatında Hata Kontrolü

Aşağıdaki örnekte bir satırlık NMEA formatındaki bir bilgi satırı gösterilmiştir. RS232 haberleşme arabiriminden alınmış mesaj örneğindeki ASCII formatlı değerler \$ işaretiyle başlar ve * işaretiyle bittikten sonra hata kontrol (checksum) karakterleriyle sona erer. Hata kontrol işlemi \$ ve * karakterleri dışında kalan karakterlerin birbirleriyle özel-veya (EXOR) işlemine tabii tutulmasıyla belirlenir. Seri haberleşme sırasında bilgilerde bir bozulmanın olup olmadığı iki karakterden oluşan kontrol bitleriyle karşılaştırılarak belirlenir.

Örnek:

\$GPRMC,135958.243,A,4717.1120,N,00833.7872,E,0.08,205.18,010201,*,*04

II.11.1.3 NMEA Çıkış Mesajları

NMEA çıkış mesajları vasıtasıyla GNSS alıcısının uydulardan aldığı RF işaretlere göre yaptığı hesaplamaları ve edindiği bilgiler belli bir formda alınabilir. Bu mesajların belli başlı olanları GGA, GLL, GSA, GSV ve RMC mesajlarıdır.

GGA: GPS Sabit Bilgisi (GPS Fixed Data) olarak adlandırılan \$GPGGA kelimesiyle başlayan bu mesajdaki bilgiler Tablo II.8’da gösterilmiştir. Bu UTC zamanı mesaj da enlem boylam, Kuzey/Güney yarım küre durumu, Doğu/Batı durumu, GPS cihazının ölçüm yaparken ki durumu, kullanılan uydu sayısı, yerden deniz seviyesine göre yükseklik, geoid ayrılması ve Fark GPS i kullanıldığında gelen verinin geçerlilik süresini gösteren yaş bilgisi gönderilmektedir.

Örnek:

\$GPGGA,161229.487,3723.2475,N,12158.3416,W,1,07,1.0,9.0,M, , , ,0000*18

Tablo II. 8 GGA Mesajı Terimleri

Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPGGA		GGA protocol header
UTC Time	161229.487		hhmmss.sss
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
Position Fix Indicator ^a	1		*
Satellites Used	07		Range 0 to 12
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision
MSL Altitude ^b	9.0	meters	
Units	M	meters	
Geoid Separation ^b		meters	
Units	M	meters	
Age of Diff. Corr.		second	Null fields when DGPS is not used
Diff. Ref. Station ID	0000		
Checksum	*18		
CR LF			End of message termination

*

Value	Description
0	Fix not available or invalid
1	GPS SPS Mode, fix valid
2	Differential GPS, SPS Mode, fix valid
3	GPS PPS Mode, fix valid

GLL: Enlem/Boylam-Coğrafik Pozisyon (Geographic Position - Latitude/Longitude) olarak adlandırılan ve \$GPGLL kelimesi ile başlayan bu mesajdaki bilgiler Tablo II.9’ de gösterilmiştir. GPGGA mesajı bu mesajı kapsamaktadır. Bu mesaj sadece konum bilgisini göstermektedir.

Örnek:

\$GPGLL,3723.2475,N,12158.3416,W, 161229.487,A*2C

Tablo II. 9 GLL Mesajı Terimleri

Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPGLL		GLL protocol header
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
UTC Time	161229.487		hhmmss.sss
Status	A		A=data valid or V=data not valid
Checksum	*2C		
CR LF			End of message termination

GSA: Küresel Navigasyon Uydu Sistemi Doğruluk Seyrelme Düzeltmesi ve Aktif Uydular (GNSS DOP and Active Satellites) olarak adlandırılan \$GPGLL kelimesi ile başlayan bu mesajdaki bilgiler Tablo II.10’ de gösterilmektedir. Bu mesajda kullanılan uyduların SV numaraları ve seyrelme oranları gösterilmektedir.

Örnek:

\$GPGSA,A,3,07,02,26,27,09,04,15,, , , ,1.8,1.0,1.5*33

Tablo II. 10 GSA Mesajı Terimleri

Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPGSA		GSA protocol header
Mode 1	A	*	
Mode 2	3	**	
Satellite Used ^a	07		Sv on Channel 1
Satellite Used ^a	02		Sv on Channel 2
....			
Satellite Used ^a			Sv on Channel 12
PDOP	1.8		Position Dilution of Precision
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision
VDOP	1.5		Vertical Dilution of Precision
Checksum	*33		
CR LF			End of message termination

Value	Description
1	Fix not available
2	2D
3	3D

Value	Description
M	Manual–forced to operate in 2D or 3D mode
A	Automatic–allowed to automatically switch 2D/3D

GSV: Görüşteki GNNS Uyduları (GNSS Satellites in View) olarak adlandırılan \$GPGSV kelimesi ile başlayan bu mesajdaki bilgiler Tablo II.11 ‘da gösterilmiştir. Bu mesajda sinyalleri alınan uyduların sayısı verilmekle beraber bu uyduların elevasyon ve azimut açıları ile dBHz cinsinden SNR oranları verilmektedir. Tablo II.12’de 20.000 km de bulunan 1.5GHZ frekansında sinyal gönderen 40Watt çıkış yaptığı kabul edilen bir uydunun uzaydan sinyal gönderdiğinde alıcıdaki kazancı dBHz olarak çözümlenmiştir.

Örnek:

\$GPGSV,2,1,07,07,79,048,42,02,51,062,43,26,36,256,42,27,27,138,42*71

Tablo II. 11 GSV Mesajı Terimleri

Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPGSV		GSV protocol header
Number of Messages ^a	2		Range 1 to 3
Message Number ^a	1		Range 1 to 3
Satellites in View	07		
Satellite ID	07		Channel 1 (Range 1 to 32)
Elevation	79	degrees	Channel 1 (Maximum 90)
Azimuth	048	degrees	Channel 1 (True, Range 0 to 359)
SNR (C/No)	42	dBHz	Range 0 to 99, null when not tracking
....			
Satellite ID	27		Channel 4 (Range 1 to 32)
Elevation	27	degrees	Channel 4 (Maximum 90)
Azimuth	138	degrees	Channel 4 (True, Range 0 to 359)
SNR (C/No)	42	dBHz	Range 0 to 99, null when not tracking
Checksum	*71		
CR LF			End of message termination

Tablo II. 12 dBHz Hesaplama Örneği

Çıkış Gücü= 40W	<i>yaklaşık</i>	16 dBW
Çıkış Anten Kazancı = 30dBW		30 dBW
Efektif İzotropik Yayılma Gücü (EIRP) = 30 + 16		46dBW
Bir GPS Uydusu 20000 km mesafeden (Uzaydan Dünyaya) 1,5GHz Frekansından sinyal gönderirse Boş Uzak Yol Kaybı FSPL=20log(DalgaBoyu/4 x pi x uydumesafesi) $c / f = 3 \times 10^8 / 15 \times 10^8 = 0.2 \text{ metre}$ $FSPL = 20\log(0.2/(4 \times 3.14 \times 2 \times 10^7))$		-181 dBW
Alıcı Anten ve Alıcı Antifikatöründe Sağlanan Anten Kazancı		35 dBW
Alıcıda oluşan kazanç (= 46 -181 + 35)		-80 dBW
Alıcı Gürültü Sıcaklığı = 200K = 23 dBK $k = -229 \text{ dBW/Hz/K, so } N_o = kT$		-206 dBHz
Sonuç olarak Alınan C/N _o = (-80– (- 206))		126 dBHz

RMC: Önerilen Minimum Özel GNSS Bilgisi (Recommended Minimum Specific GNSS Data) olarak adlandırılan ve \$GPRMC kelimesiyle başlayan bu mesajdaki bilgiler Tablo II.13 'da gösterilmiştir. Bu mesaj GPS alıcısını taşıyan nesnenin koordinatlarını ve hızını vermektedir.

Örnek:

\$GPRMC,161229.487,A,3723.2475,N,12158.3416,W,0.13,309.62,120598, ,*10

Tablo II. 13 RMC Mesajı Terimleri

Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPRMC		RMC protocol header
UTC Time	161229.487		hhmmss.sss
Status	A		A=data valid or V=data not valid
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
Speed Over Ground	0.13	knots	
Course Over Ground	309.62	degrees	True
Date	120598		ddmmyy
Magnetic Variation ^a		degrees	E=east or W=west
Checksum	*10		
CR LF			End of message termination

II.11.2 RINEX FORMATI

Günümüzde çeşitli hükümetlerin kurmuş olduğu seyrüsefer sistemleri bulunmaktadır. GNSS olarak isimlendirilen bu sistemlerinin taşıyıcı dalga faz yapılarının ve atomik saatlerinin değişiklik göstermesi, konum belirleyen alıcılarının veri haberleşmesinde çeşitli farklılıklar yaratmaktadır. Dolayısıyla bu sonuç her bir alıcıya özgü farklı değerlendirme yazılımlarının bulunmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı özellikle verilerin işlem aşamasında karmaşaya neden olmaması amacıyla ilk ve en büyük adım, 1989 yılında Las Cruces’de gerçekleştirilen 5. Uluslararası Uydularla Konum Belirleme başlıklı jeodezi sempozyumunda jeodezicilerin alıcıdan bağımsız format olan RINEX’i kabul etmesiyle atılmıştır. İlk versiyon RINEX ver. 1.0 sadece statik diferansiyel GPS uygulamalara cevap vermektedir ve GLONASS sistemiyle tam uyumlu değildir. RINEX Ver.2.0 ‘da kinematik GPS ve GLONASS verilerinin RINEX ’e çıktı olarak verilmesi mümkün hale getirilmiştir. RINEX Ver. 3.0’ da GNSS ağına yeni katılan GALILEO sistemi için gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

RINEX formatının kullanıma sunulmasıyla beraber alıcılar ve veri işleme programları yapılarını RINEX’ e uygun hale getirmişlerdir. Tablo II.14. veri işleme programlarının RINEX’ e uygunlukları hakkında bilgi verilmiştir.

Tablo II. 14 Akademik yazılımların RINEX'e uygunluğu

Akademik Yazılım	RINEX Girdi
Bernese Software (Bern)	Evet
DIPOP (New Brunswick)	Evet
GAMIT (MIT)	Evet
GAS (Nottingham)	Evet
GIPSY (JPL)	?
MAGNET (Magnavox)	Plan Aşamasında
OMNI (NGS)	Plan Aşamasında
TOPAS (FAF Munich)	Evet

II.12 SONUÇ

Bu bölümde başta GPS ve Galileo olmak üzere EGNOS, GLONASS ve SBAS destekli GNSS sistemleriyle ilgili güncel literatür bilgileri ve teorik bilgiler verilmiştir. Ayrıca bu tez çalışmasında kullanılacak olan GNSS alıcılarının yapıları anlatılmış ve NMEA formatının özellikleri ayrıntılı olarak aktarılmıştır.

BÖLÜM III

PLATFORMUN TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

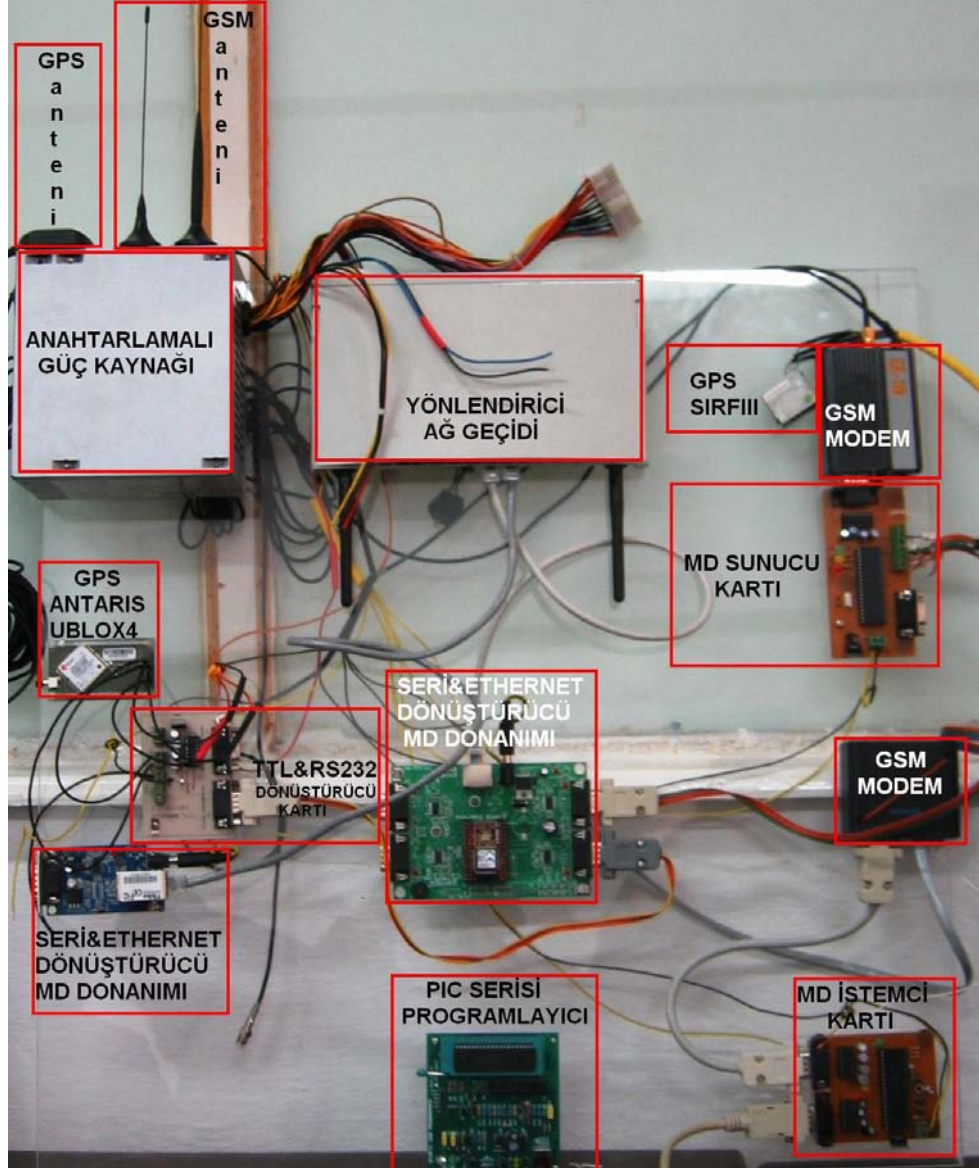
III.1 GİRİŞ

Bu bölümde GNSS modüllerinden oluşan, TCP/IP protokolü ve RS-232 arabirimi ile haberleşme imkanı sağlayan, PIC mikrodenetleyici tabanlı kontrol sistemiyle NMEA mesajlarını işleyebilen, çeşitli mikrodenetleyici destekli seyrüsefer uygulamaların geliştirilmesine imkan veren, GSM modemler aracılığıyla konum bilgilerinin GSM şebekesi kullanılarak uzaktaki alıcılara gönderilmesini sağlayan, WEB tabanlı yazılımı ile uzaktan eğitim yapısına uygun laboratuvar imkanı sunan, takip sistemleri için gerekli olan haritalara; internet kaynaklarını kullanarak uygulama geliştirmeyi sağlayan, GNSS alıcısının dünya üzerindeki konum durumunu ve alıcının kilitlendiği uyduların konum bilgilerini geliştirilen uygulama eğitimi yazılımında gösterebilen, ayrıca örnek olarak geliştirilmiş düşük maliyetli donanımları, yazılımları ve simülasyonları ile bilgisayar destekli bir seyrüsefer araştırma geliştirme platformunun gerçekleştirilmesi anlatılmaktadır.

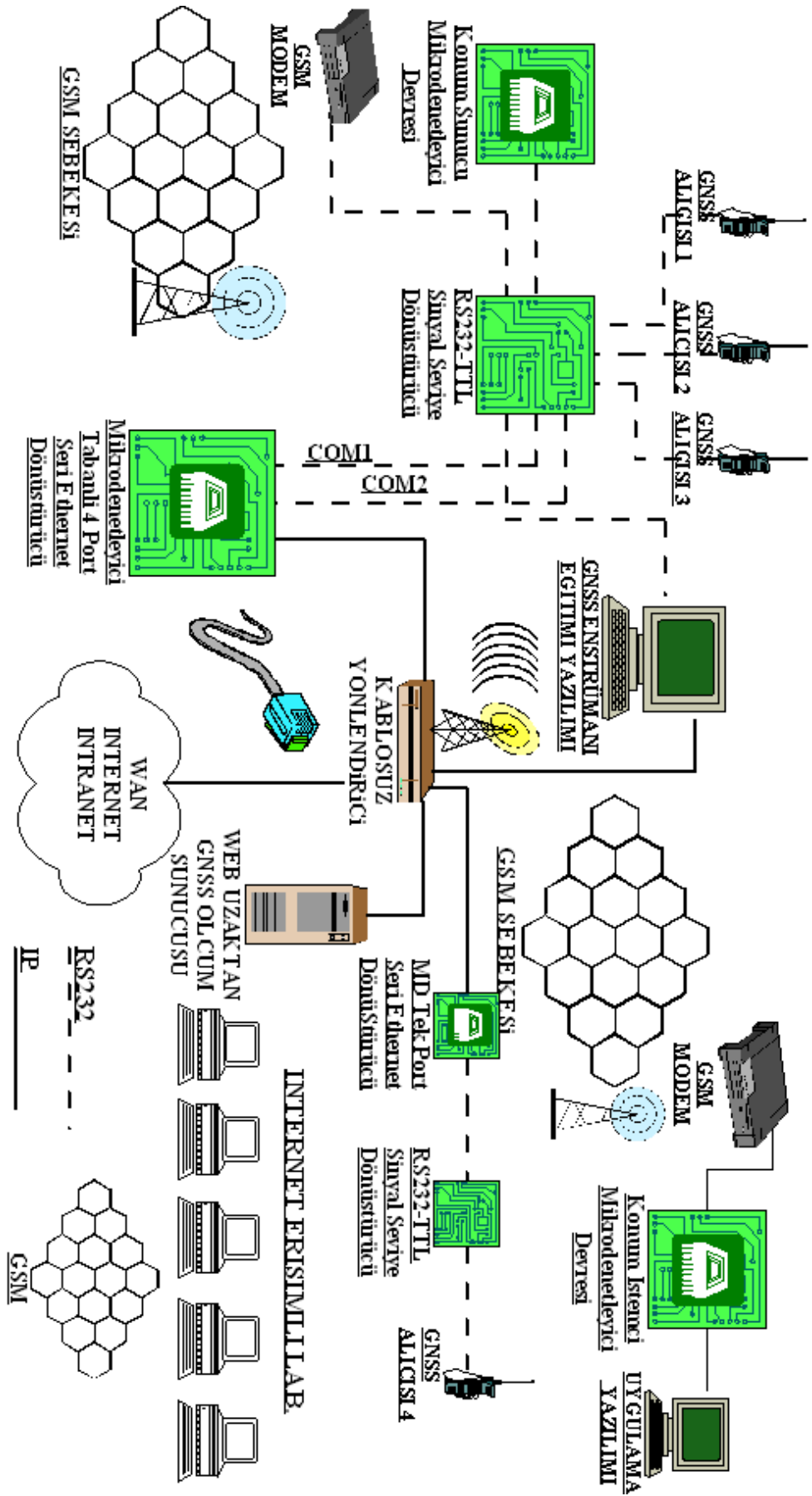
III.2 PLATFORM DONANIMI

Bu tez kapsamında seyrüsefer platformunun tasarımı yapılırken esnek ve fonksiyonel kullanıma imkân tanıyan, sabit (istasyon) ve hareketli (gezin) uygulamaların gerçekleştirilmesini sağlayan düşük maliyetli bir platform olması düşünülerek donanım gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda donanım çıkışlarının GSM, Kablolu ve Kablosuz İnternet şebekelerine bağlantısı yapılmıştır. GSM şebekesine bağlantı GSM/GPRS Modülatör/Demodülatör cihazlarıyla gerçekleştirilmiştir. GNSS alıcılarından gönderilen seyrüsefer bilgileri düşük maliyetli PIC mikrodenetleyicili elektronik baskı devre kartlarında işlenmektedir. İşlenen bilgiler istenildiğinde GSM MODEM' ler kullanılarak gezgin haberleşme sağlanmaktadır. Platformun İnternet Şebekesine bağlantısı için RS232 Seri Haberleşme Protokolünü IP protokolüne dönüştürebilen basit olarak programlanabilen ve karmaşık yapısı olmayan EM202 ve EM1000 Ethernet Modülleri kullanılmıştır. Platformda 12V,5V ve 3.3V gerilimler

anahtarlmalı güç kaynağı ile sağlanmıştır. Kablolu ve Kablosuz internet için ADSL portu bulunan yönlendirici kullanılmıştır. Platformda GPS/Galileo(Ready)/SBAS ublox5, GPS/SBAS Antaris(ublox4), SirfII ve SirfIII/SBAS konumlandırma motorlarını içeren sivil kullanım için tasarlanmış GNSS alıcıları kullanılmıştır. Gerçekleştirilen Platformun resmi Şekil III.1’ de blok şeması ise Şekil.III.2’de gösterilmiştir.



Şekil III. 1 Platformun Donanım Resmi



Şekil III. 2

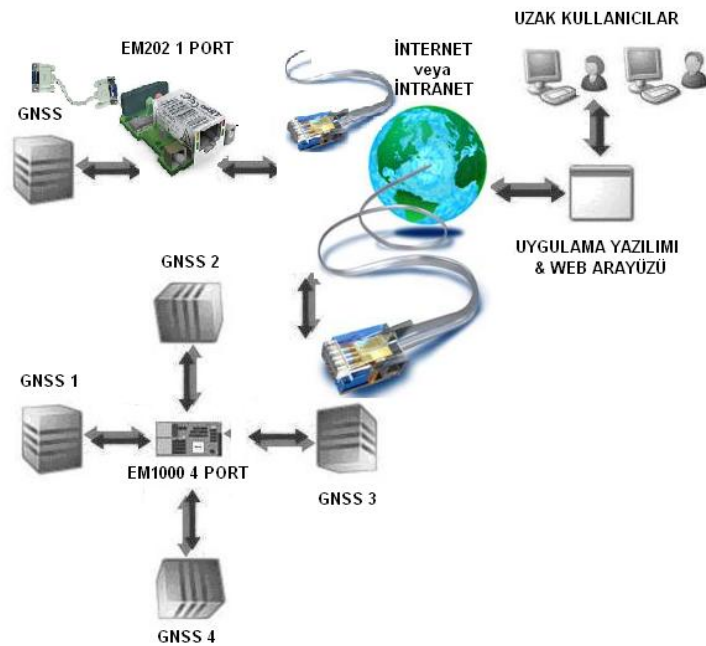
Platformun Blok Şeması

III.2.1 (RS232) & ETHERNET (IEEE.802.3) ARABAĞLAŞIM İŞLEMLERİ

RS232 haberleşme protokolü endüstriyel cihazlarda çok sık kullanılan ve cihaz ile ilgili gönderilmek istenen bilgilerin 8 bitlik seri paketler halinde gönderilmesine izin veren bir protokoldür. Bu protokolden gelen bilgilerin IP protokolünde gönderilmesi için çeşitli mikrodenetleyici donanımları bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında kullanılan mikrodenetleyici donanımının seçilmesinin nedeni basit olarak programlanabilmesi, 4 portu aracılığıyla aynı anda tek IP üzerinden 4 farklı GNSS alıcısının kontrol edilmesine imkân sağlaması, Seri'den Ethernet'e dönüştüren programın kodlarının açık ve anlaşılır olması, WEB ara yüzü aracılığıyla uzaktan yapılabilecek değişikliklere izin vermesi olarak ifade edilebilir.

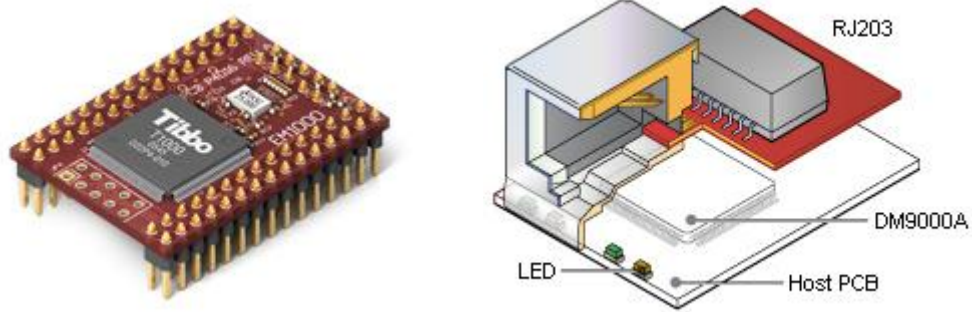
Bu tez çalışmasında 2 adet seri Ethernet dönüştürücü kullanılmıştır. Birincisi tek portu bulunan ve içersinde harita üzerinde konumlandırma uygulaması çalışan EM202 modüllü dönüştürücüdür.

İkinci dönüştürücü 4 portu bulunan EM1000 dönüştürücüsüdür. EM202' ye göre daha üstün özellikleri olan bu donanım 4 adet GNSS alıcı bilgisinin IP üzerinden gönderilmesi için kullanılmıştır. Bu modülden gönderilen bilgiler basit olarak DOS işletim sisteminde **TELNET (IP Adresi) (Port No)** yazılarak takip edilebilecek niteliktedir. Modüllerin bağlantılarının genel görüntüsü Şekil III.3' de gösterilmektedir.



Şekil III. 3 EM202 ve EM1000 Modüllerinin Bağlantılarının Genel Görünümü

Tablo III.1’ de EM1000 ve EM202 modüllerinin donanım özellikleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. EM1000 modülünde T1000 entegresi, EM202 Modülünde DM900A Ethernet kontrolör entegresi kullanılmıştır. Şekil III.4’ de kullanılan modüllerin resimleri ve Şekil III.5 ‘de DM9000A entegresinin blok diyagramı gösterilmektedir.



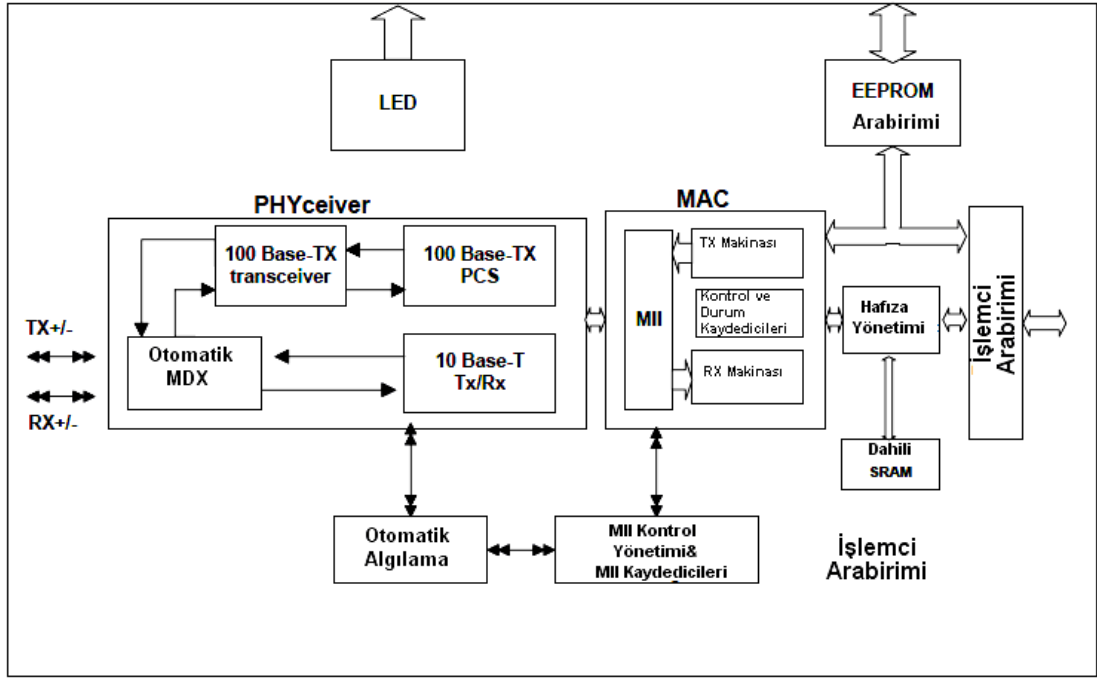
Şekil III. 4 EM1000 Modülü T1000 Entegresi ve EM20X Modülü DM9000Entegresi

Tablo III. 1 EM1000 Donanım Özellikleri

EM20X Donanım Özellikleri

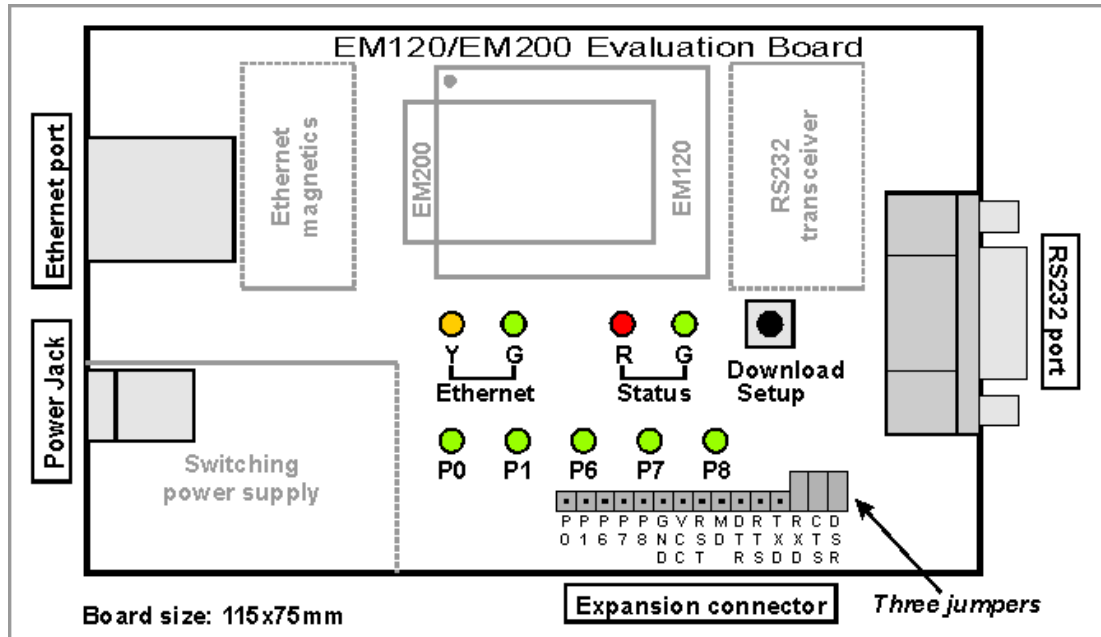
EM1000 Donanım Özellikleri	EM20X Donanım Özellikleri
88MHz T1000 IC	DM9000A
10/100BaseT otomatik MDIX Ethernet portu	10/100BaseT otomatik MDIX Ethernet portu
921.600 bps kadar Seri Port Hızı	115.200 bps kadar Seri Port Hızı
1024KB flash bellek	128KB flash bellek
2KB EEPROM.	2KB EEPROM.
53 adet genel amaçlı I / O	9 adet genel amaçlı I / O
Yazılım ve donanım-onboard PLL kontrollü.	Yazılım ve donanım-onboard PLL kontrollü.
230mA-3.3V	220mA-5V
RTC Gerçek Zaman Saati,	
Harici LCD ekran ve tuş takımı desteği.	
Harici programlanabilir kare dalga çıkışı.	
Opsiyonel Wi-Fi arayüzü	
Firmware seri bağlantı noktası veya ağ üzerinden yükseltilebilir.	Firmware seri bağlantı noktası veya ağ üzerinden yükseltilebilir

EM1000 ve EM202 modüllerinin platform tasarımındaki baskı devre kartlarını incelediğimizde modüllerin I/O birimlerinin uygun sinyal seviyelerinde haberleşmesi için alıcı-verici ortam uygunlaştırıcı (transmitter&receiver, transceiver) entegrelerinin kullanıldığı görülmektedir.



Şekil III. 5 DM9000 Ethernet Kontrol Entegresinin Blok Diyagramı [56]

Ayrıca sabit gerilim için anahtarlama güç kaynağı elemanları ile ilgili standartların konektörlerine uygun portlar kullanılmaktadır. Şekil III.6 'da tek portlu EM20X için kullanılan geliştirme kartının üst görüntüsü verilmektedir.



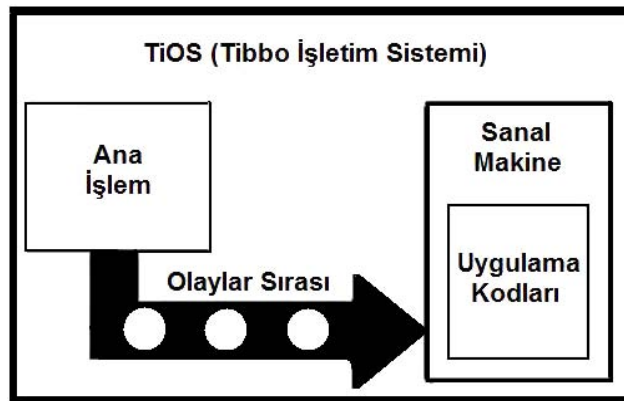
Şekil III. 6 EM120/20X Tek Port Seri&Ethernet Dönüştürücü Geliştirme Kartı [55]

4 portlu EM1000 için ise ayrıca 4 adet RS232 portu ve 4 adet MUX232 transceiver entegresi kullanılmıştır.

Tibbo Firmasının üretmiş olduğu Seri&Ethernet modüllerinin içerisinde TiOS (Tibbo İşletim Sistemi) olarak adlandırılan bir işletim sistemi bulunmaktadır. TiOS iki süreç ile çalışır. Bir tanesi Ana Süreç olarak ifade edilebilecek Usta Sürecidir (Master Process) . İkinci süreç ise Sanal Makine Sürecidir (VM-Virtual Machine). Ana Süreç modüllerle olan iletişim dahil ayrıca TIDE programında geliştirilen uygulama yazılımında üretilen olayları da yönetir. Bu özelliği ile TIDE programı ile modül arasında çapraz hata ayıklama (cross-debugging) yapılabilmektedir.

VM kullanıcı programını çalıştırır. VM Süreç yazılımı aslında sanal bir işlemci gibi çalışır. VM' nin algıladığı komutlara P-Kodu (Pseudo code) adı verilmektedir. P-Kodu Modül işlemcisi tarafından direkt olarak algılanmaz. P-Kodu gerçekte doğal ikili kod değildir. VM tarafından yorumlandıktan sonra donanım işlemcisi tarafından çalıştırılır. Bu özelliğe bağlı olarak VM nin yaptığı işlemler Ana Sürecin kontrolü altında olduğundan dolayı donanım işlemcisi çakılarak çalışan kod askıda bırakılmaz. Hata ayıklama esnasında bu özellik uygulama yazılımının yanlış çalışmasına neden olmasına karşın yalnız uygulama yazılımı için hata denetimi yapma şansı tanımaktadır.

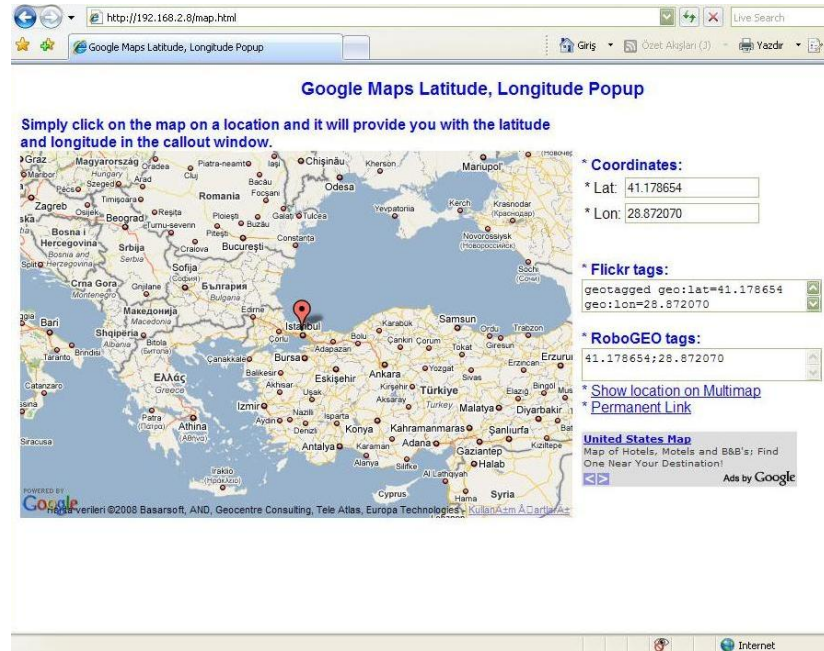
Kuyruk (queue) ise üretilen olayları kullanıcı programına aktaran birimdir. Ana işlem, platformdaki çeşitli ara yüzleri gözlemler ve kuyruğa koyacağı olayları üretir. Sanal makinede (VM) kuyruğun diğer tarafından gelen olayları tek tek çeker ve işlemek üzere kullanıcı programına gönderir [57]. Şekil III.6'de Tibbo İşletim Sisteminin yapısı gösterilmektedir.



Şekil III. 7 Tibbo İşletim Sistemi Yapısı

III.2.2 (RS232) & ETHERNET (IEEE.802.3) ARABAĞLAŞIM YAZILIMLARI

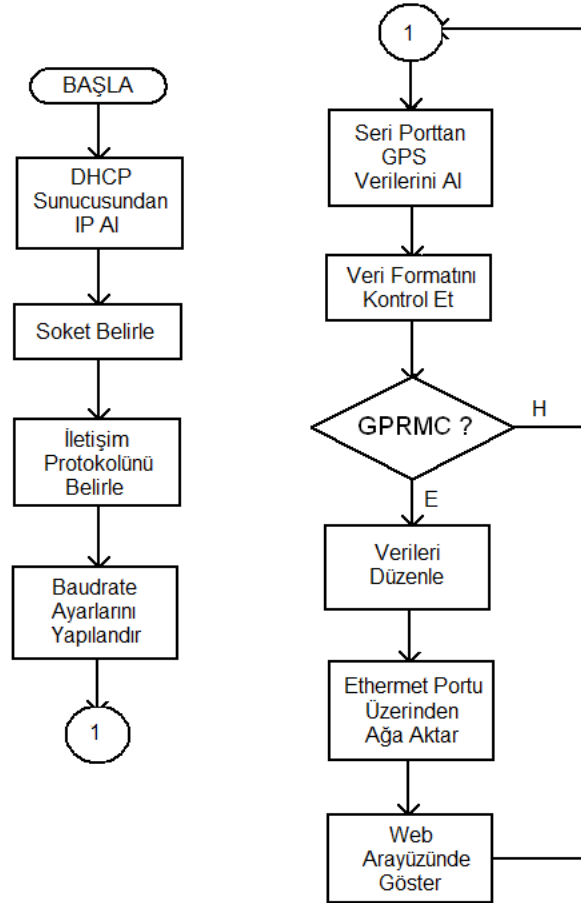
Bu tez çalışmasında 2 adet Seri&Ethernet dönüştürücü uygulama yazılımı gerçekleştirilmiştir. Birinci uygulama; tek portlu EM202 için gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada GNSS alıcısının RS232 portundan gönderilen mesajlar içersinden GPRMC mesajı işlenerek enlem boylam bilgisi alınmaktadır. Daha sonra bu bilgiler belli bir internet adresinde bulunan haritaya gönderilerek konumun internet tarayıcısında gösterilmesi sağlanmaktadır. Şekil III.8’ de EM202 için tasarlanan uygulamanın görüntüsü verilmiştir. Şekil III.9 ‘da ise programın akış diyagramı verilmektedir.



Şekil III. 8 EM202 için Geliştirilen Uygulama Yazılımının Çıktısı

İkinci uygulama ise EM1000 için geliştirilen 4 port Seri&Ethernet uygulama yazılımıdır. Bu uygulama yazılımında seri porttan gelen verinin yapısı bozulmadan aynı formatta IP adresi üzerinden okunması gerçekleştirilmiştir. Portlara farklı GNSS alıcıları bağlanabilmekte ve bu alıcılara erişim farklı port adreslerinden sağlanmaktadır. Örneğin 1.cihaz 192.168.1.55 1000 2.cihaz: 192.168.1.55 1001 3.cihaz 192.168.1.55 1002 4.cihaz: 192.168.1.55 1003. Bu programın başka bir özelliği ise cihaz yazılımını tekrar programlamadan port baudrate, ip ve soket ayarlarının web sayfası üzerinden yapılmasına imkân tanınmaktadır. Bu da gerçekleştirilen platformun esnekliğini arttırmaktadır.

Şekil III.10’da EM1000 için geliştirilen uygulama yazılımının web ara yüz ekranı gösterilmektedir. Geliştirilen her iki yazılımı da kullanmak için ayrıca EXE yazılımına gerek yoktur. Herhangi bir tarayıcı ekranından DHCP protokolünün verdiği IP adresi veya programda yazılabilecek Statik IP adresi girilerek uygulama yazılımları koşturulabilir.



Şekil III. 9 EM202 için Geliştirilen Uygulama Yazılımının Akış Diyagramı



Şekil III. 10 4 Portlu EM1000 Modülünün Port Ayarları Web Ara Yüzü

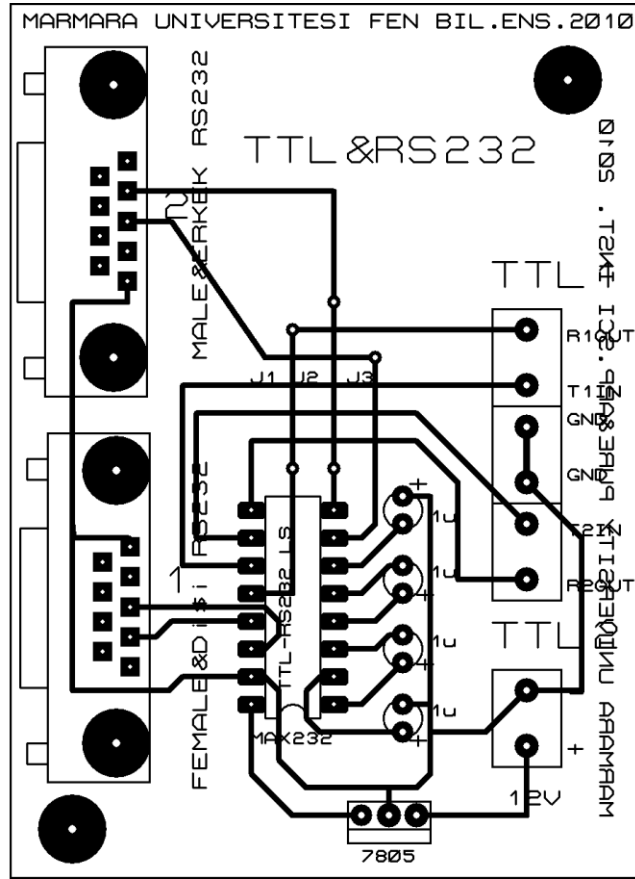
III.3 GSM DESTEKLİ GNSS HABERLEŞME DONANIMININ TASARIMI

Seyrüsefer cihazlarının kullanım alanını arttıran donanımların en başta geleni; GNSS sistemlerinin verilerine uzaktan erişim sağlayan haberleşme donanımlarıdır. Bu donanımlar günümüzde IP destekli olmakla beraber özellikle gezgin haberleşme için GSM teknolojileriyle birlikte kullanılmaktadır. Günümüzde cep telefonlarında, gezgin internet hizmeti kullanan cep bilgisayarlarında ve dizüstü bilgisayarlarda hareketli (gezgin) haberleşme sistemleri kullanılmaktadır. Bu nedenle haberleşme cihazlarının da kullanımını göstermek amacıyla tez kapsamında geliştirilen platform için mikrodenetleyici tabanlı pratik ve öğretici devreler geliştirilmiştir. Akademik literatürde bu tarz tasarlanmış elektronik devrelerin örnekleri bulunmaktadır. Öğretim amacıyla geliştirilen bu devreler bilimsel anlamda değerli görülmektedir. [58,59]

III.3.1 TTL&RS232 SİNYAL SEVİYE DÖNÜŞTÜRÜCÜ DEVRESİ

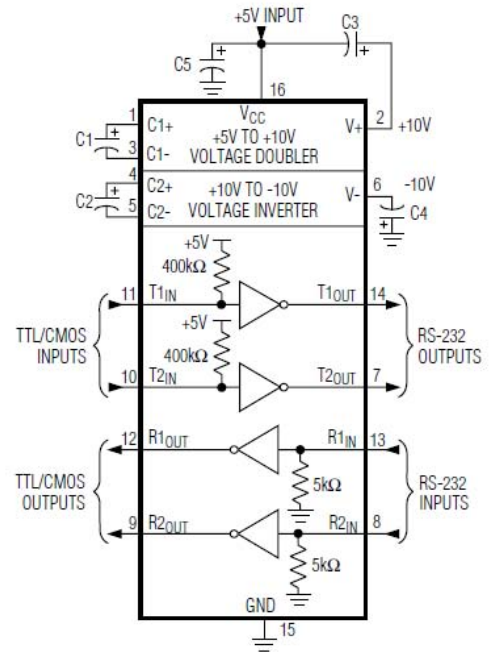
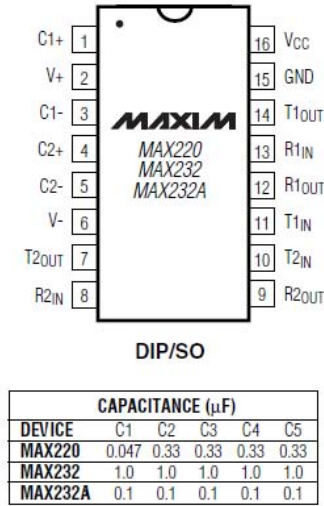
Modüler olarak üretilen modem, GNSS vb. mikrodenetleyici tabanlı devreler sinyal haberleşmesini genellikle TTL seviyesinde yapmaktadır. Bu modüllerden gelen verileri RS232 portu bulunan bilgisayarlarda veya platformlarda işlemek için TTL sinyallerinin RS232 sinyallerine dönüştürülmesi gerekir. XX232XX türevi entegre devre elemanlarının kullanılmasıyla sinyal dönüştürme işlemi yapılabilmektedir. Şekil III.11. 'de bu tez çalışmasında kullanılmak ve örnek pratik bir devre oluşturmak için tüm giriş çıkışları kullanılmış Erkek ve Dişi 9Pin Com Port konektörlerine uygun olarak tasarlanmış tek katman PCB' li bir dönüştürücü devresi gösterilmektedir.

Şekil III.12'de ise entegrenin iç yapısı ve entegre modeline göre bağlanacak kondansatör değerleri gösterilmektedir. Ayrıca geliştirilen devrelerin Alt Üst ve 3 boyut görüntüleri EK 8 ve EK 9'da verilmiştir.



Şekil III. 11 TTL&RS232 Çevirici Devresi Alt ve Üst Görüntü

TOP VIEW

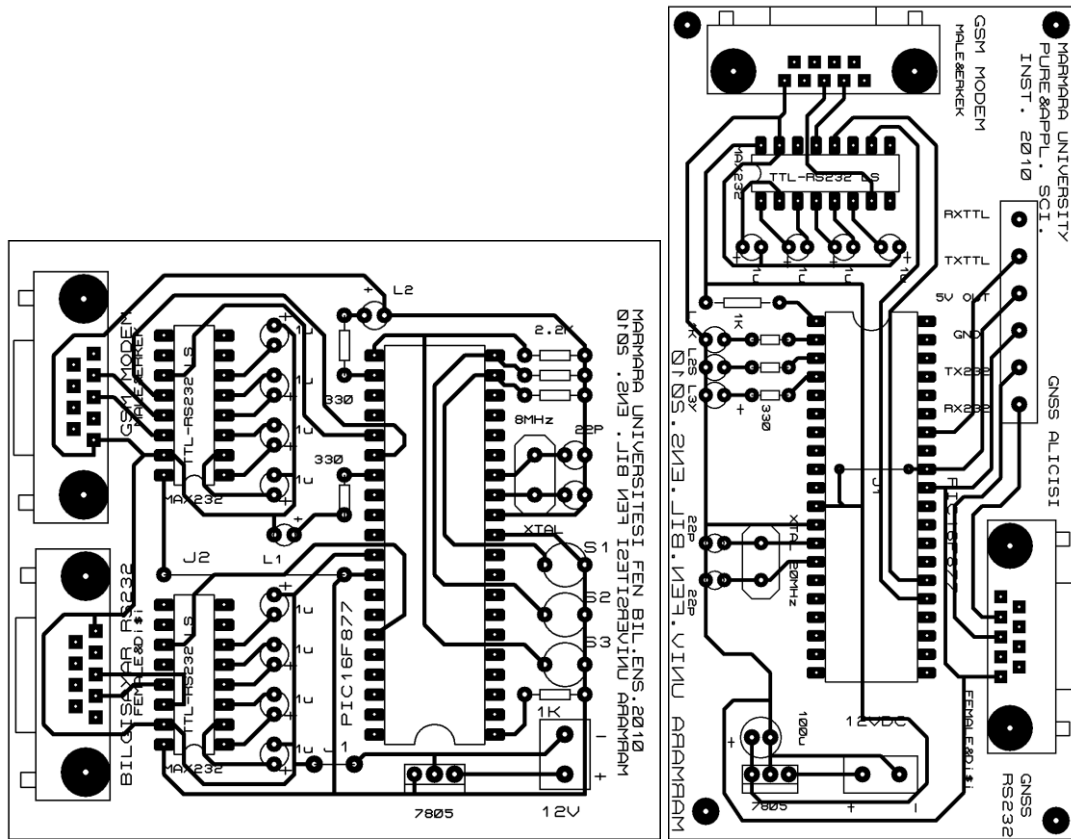


Şekil III. 12 MAX232 Entegresinin Yapısı

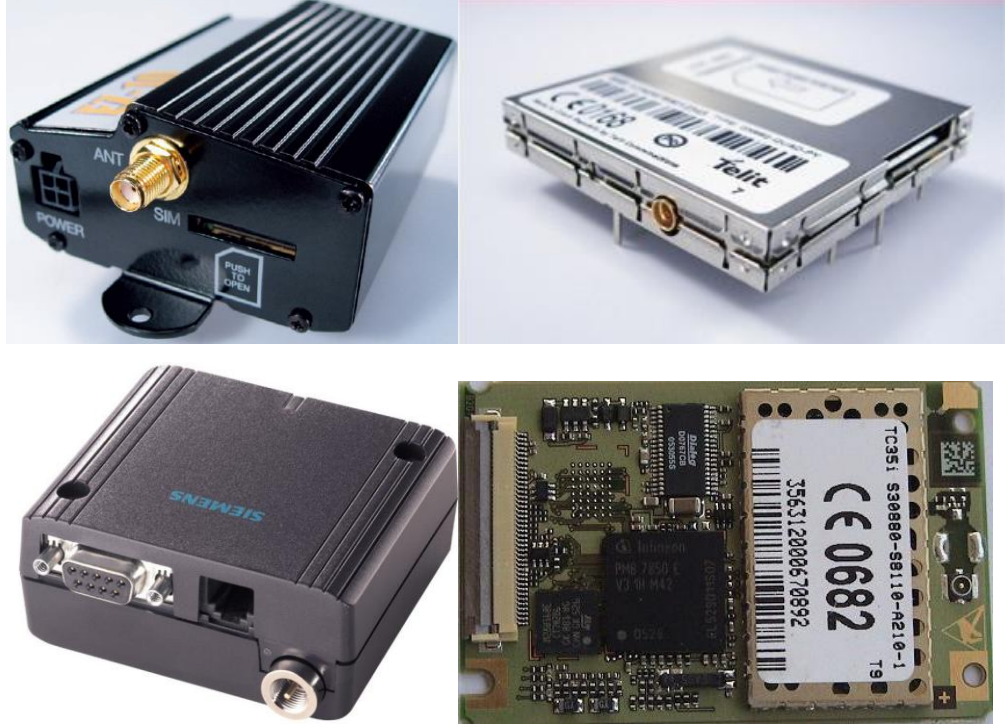
III.3.2 MİKRODENETLEYİCİLİ UYGULAMA DEVRELERİ

GNSS destekli nirengi ağı oluşturma, hareketli takibi, uzaktan laboratuvar vb. uygulamalara gezgin erişim, kontrol ve takip özelliği kazandırmak amacıyla bu tez kapsamında geliştirilen platform için GSM MODEM' lere kolaylıkla montaj yapılabilen, istemci ve sunucu özelliği olan 2 adet PIC mikrodenetleyicili elektronik kart tasarlanmıştır. Şekil III.13 de gerçekleştirilen kartlar gösterilmektedir.

Günümüzde kablosuz haberleşmenin en çok kullanıldığı şebeke GSM şebekesidir. Kullanılan cihaz teknolojileri 2.nesil, 3.nesil,4.nesil (2G-3G-4G) olarak ifade edilen ve zaman geçtikçe kullanıcılarına yüksek bant genişliğinde veri aktarımı sunan bu şebeke gezgin uygulamaların sonuçlarının bir noktadan başka bir noktaya aktarılması için etkin çözüm sağlamaktadır.



haberleşme portlarına uygun olan MODEM'lerin takılması yeterli olacaktır. Bu işlemden sonra mikrodenetleyicinin uygulama yazılımı ilgili şebekenin parametrelerine göre güncellenmelidir.



Şekil III. 14 Harici Modemler (Telit,Siemens) ve İçindeki Modüller (GM862,TC35i)

III.3.3 MİKRODENETLEYİCİLİ UYGULAMA DEVRE YAZILIMLARI

Kullanılan GSM MODEM'lere uygun olarak yazılmış Sunucu ve İstemci mikrodenetleyici yazılımlarının örnek programları Türkçe açıklamalı olarak PDL (Program Description Language) olarak verilmiştir.

Verilen program örneklerinin PIC16F877 mikrodenetleyicisi için üretilmiş olan HEX kodları elektronik tasarım ve simülasyon programında incelenerek sonuç çıktıların gerçek uygulamada çalıştığı gibi düzgün olarak işletildiği gösterilmiştir. Şekil III.15'de simülatör programının haberleşme terminallerinde okunan veriler gösterilmektedir.

İstemci Bilgisayar Mikrodenetleyici Örnek Programı

BEGIN

Program Değişken ve Sabitlerini Ata 'Mesaj Atılacak Telefon Numarası vs.

WAIT 15 saniye 'Modem Baz İstasyonuna Bağlanması Süresi

1.Seri Porttan Modem Baud Parametresini Gönder

Modem Çalışma Modu Parametresini Gönder

DOFOREVER

PortOku: 1.Seri Porttan AT komutu ile Modem Mesaj Okuma Komutunu Gönder

IF Modemin SIM Kartının 1.SMS mesajı istenilen formatta ise '+CMGR

DO

SMS Mesajını karakter karakter işle

LOOP UNTIL SMS mesaj sonuna kadar

İçersindeki GPRMC Cümlesini al

Alının GPRMC Cümlesini 2.Seri Sanal Porttan gönder 'B.2 Portu

ELSE GOTO PortOku

1.SMS Mesajını AT Komutu ile sil

END IF

D Portunun 4.bitini Lojik 1 yap

IF D Portunun 4.bit=Lojik 1 ise 'bağlı LED yanıyor

IF D Portunun 0. biti= Lojik 1 ise 'bağlı buton basılmış ise

1.Seri Porttan AT komutu ile "YETER" mesajını gönder

D Portunun 3.bitini Lojik 1 yap 'bağlı LED yansın

END IF

IF D Portunun 1. biti= Lojik1 ise 'bağlı buton basılış ise

1.Seri Porttan AT komutu ile "GUNCEL" mesajını gönder

D Portunun 3.bitini Lojik 1 yap 'bağlı LED yansın

END IF

IF D Portunun 2. biti=Lojik1 ise 'bağlı buton basılmış ise

1.Seri Porttan AT komutu ile "SUREKLI" mesajını gönder

D Portunun 3.bitini Lojik 1 yap 'bağlı LED yansın

END IF

END IF

D Portunun 4.bitini Lojik 0 yap 'bağlı LED sönsün

WAIT 15 saniye 'GSM Şebekesinde SMS Al&Ver süresi için

LOOP

GNSS Sunucu Mikrodenetleyici Örnek Programı

BEGIN

Program Değişken ve Sabitlerini Ata ‘Mesaj Atılacak Telefon Numarası vs.

1.Seri Porttan Modem Baud Parametresini Gönder

Modem Çalışma Modu Parametresini Gönder

DOFOREVER

PortOku: 1.Seri Porttan AT komutu ile Modem Mesaj Okuma Komutunu Gönder

DO

SMS Mesajını karakter karakter işle

LOOP UNTIL SMS mesaj sonuna kadar

IF Modemin SIM Kartının 1.SMS mesajı istenilen formatta ise ‘+CMGR

IF Mesaj içeriği “GUNCEL” ise

DO

2.Sanal Seri Porttan Oku ‘GNSS Alıcısının bağlı olduğu port

GNSS alıcısından gelen verileri karakter karakter işle

LOOP UNTIL GPRMC mesajı alınana kadar

Alınan GPRMC Cümlesini 1.Seri Porttan AT komutu ile gönder

END IF

IF Mesaj içeriği “SUREKLI” ise

DO

2.Sanal Seri Porttan Oku ‘GNSS Alıcısının bağlı olduğu port

GNSS alıcısından gelen verileri karakter karakter işle

LOOP UNTIL GPRMC mesajı alınana kadar

DO

Alınan GPRMC Cümlesini 1.Seri Porttan AT komutu ile gönder

DO

SMS Mesajını karakter karakter işle

LOOP UNTIL SMS mesaj sonuna kadar

WAIT 60 saniye

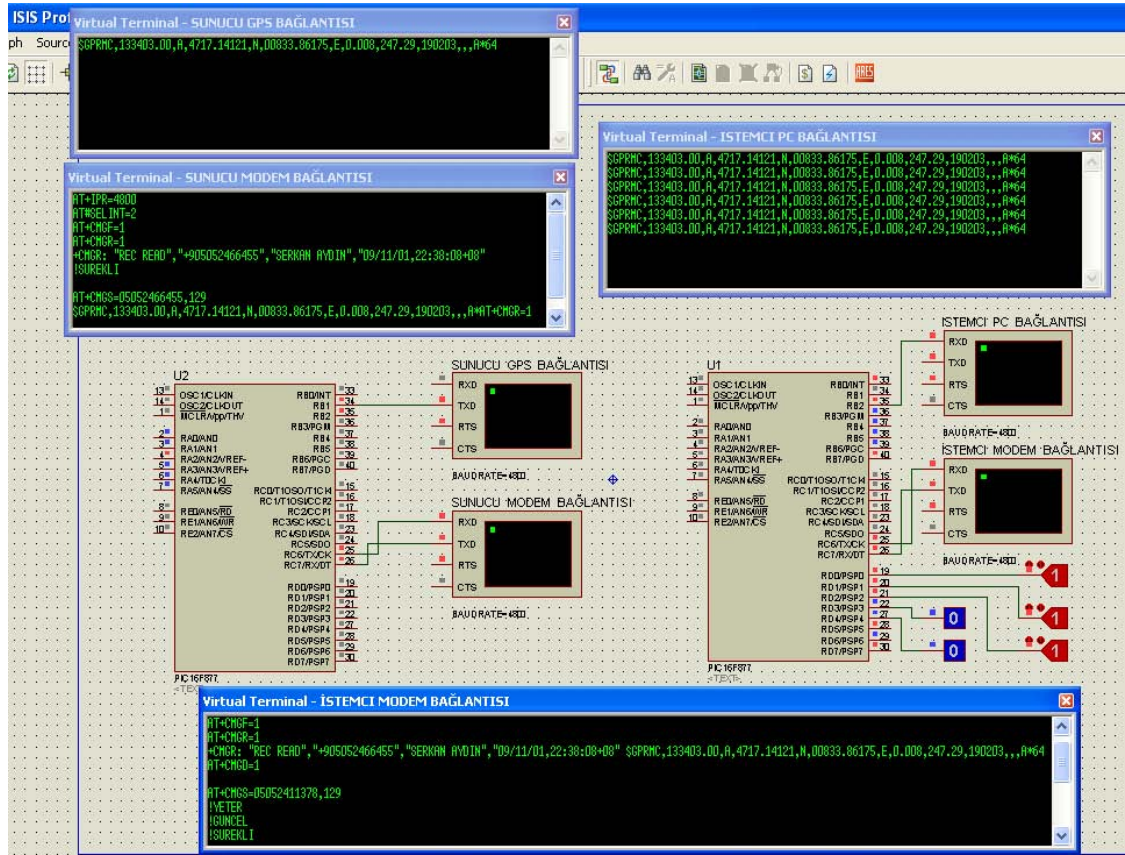
WHILE UNTIL SMS mesajı “YETER”

END IF

ELSE GOTO PortOku

END IF

LOOP



Şekil III. 15 Simülasyon Programı Haberleşme Terminali Çıktıları

III.4 SONUÇ

Bu bölümde platform için kullanılan mikrodenetleyici donanımlarının özellikleri ile bu donanımları çalıştıran gömülü yazılımların temel işleyiş prensipleri anlatılmıştır. Mikro denetleyici devrelerinin eğitim amaçlı pratik tasarıma izin veren elektronik kart şemaları verilmiştir. Ayrıca çalışan sistemin simülasyon programlarındaki terminal çıkışları incelenmiş ve mikrodenetleyicili istemci ve sunucu kartların çıkış değerleri gösterilmiştir.

BÖLÜM IV

GNSS PLATFORMUNUN BİLGİSAYAR YAZILIMLARI

IV.1 GİRİŞ

Bu bölümde platformun etkili olarak kullanılması, çıktıların görsel olarak izlenmesi ve yorumlanması için geliştirilen bilgisayar yazılımları ve gerçekleştirdiği işlemler açıklanacaktır. Bilgisayar yazılımları geliştirilirken sistemin eğitsel olarak öğretici nitelikte olması amaçlanmıştır.

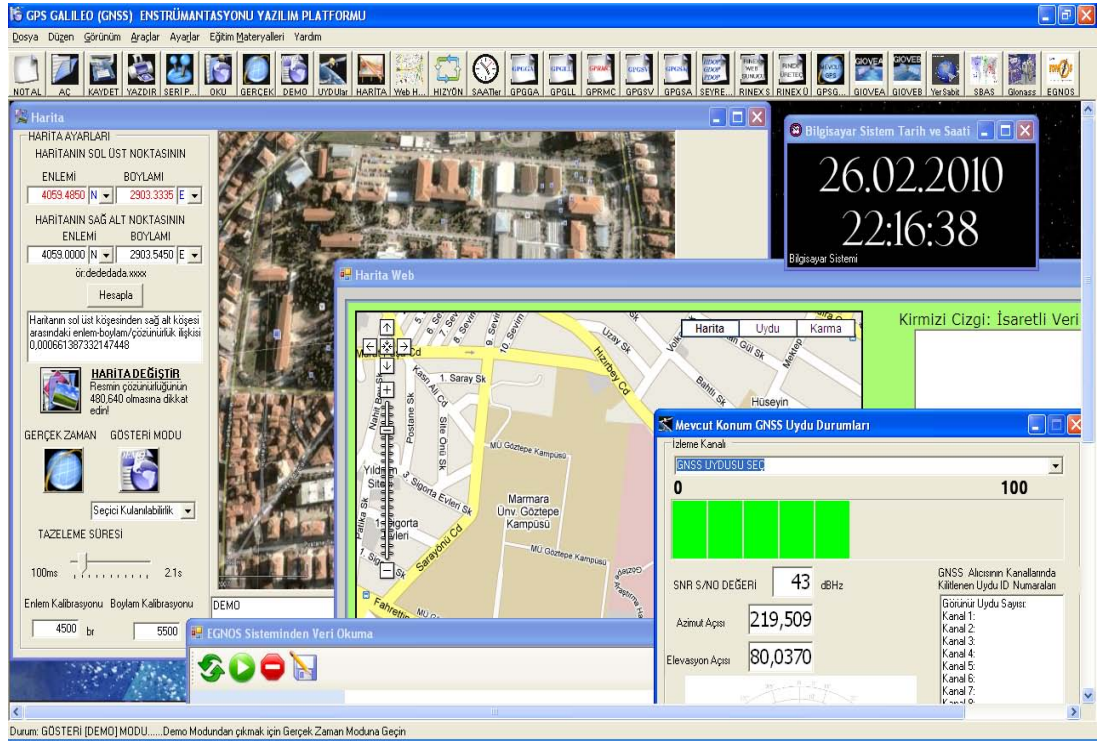
IV.2 GERÇEKLEŞTİRİLEN BİLGİSAYAR YAZILIMLARI VE ÖZELLİKLERİ

Platform için gerçekleştirilen yazılımlar (.NET) yazılım platformunda Windows Application 8.versiyonunda (Visual Studio 2005) oluşturulmuştur ve derlenmiştir. Ayrıca geliştirilen program 9.versiyonda (Visual Studio 2008) derlenerek test edilmiştir. Program her iki versiyonda da sorunsuz olarak çalışmaktadır. Programlama dili olarak Visual Basic Programlama Dili kullanılmıştır.

Geliştirilen bilgisayar programlarının çalışma ortamlarına baktığımızda 2 farklı bilgisayar programı sistem içerisinde çalışmaktadır. Birinci program Windows tabanlı çalışmakta, ikinci program ise Web Tabanlı çalışmaktadır. Birinci program herhangi bir Windows işletim sisteminde çalışacak nitelikte tasarlanmıştır. Yalnız işletim sisteminde Microsoft' un Framework yapısının kurulu olması gerekmektedir. Windows tabanlı çalışan programın esas amacı direkt olarak RS232 arabiriminden GNSS alıcılarına bağlanarak gelen seyrüsefer verilerinin işlenmesini sağlamaktır. Ayrıca gerçekleştirilen bu programda internet bağlantısı aracılığıyla Web Harita Sunucularına bağlantı sağlanmakta ve harita uygulama kaynaklarına erişilmektedir. Bu programla soket uygulamasıyla EGNOS sisteminden veri okunmakta ilgili internet sitelerine link verilerek IP' ye bağlı konuma göre uydu gözlem ve koordinat takibi yapılabilmektedir. Birinci Programın ekran görüntüsü Şekil IV.1' de

İkinci program Windows Server İşletim Sistemi içerisinde IIS (Internet Bilgi Servisi) altında ASP (Aktif Sunucu Sayfaları) desteğiyle çalışan Web tabanlı bir programdır. Bu programa erişmek için gerekli olan bir bilgisayarda kurulu olan internet tarayıcısıdır. İnternet tarayıcısının adres satırına programın bulunduğu sunucunun adresi yazılarak program kullanılmaktadır.

İkinci programın amacı Sunucu Bilgisayarına IP aracılığıyla bağlanmış GNSS alıcısından gelen verilerin; basit bir web tabanlı grafik ortamda gösterilerek, birden fazla kullanıcının kullanımına sunmaktır. Bu programın Web tabanlı olması internet tarayıcısının haricinde herhangi bir ilave programa gerek duyulmadan kullanım imkanı sağlamasıdır. Böylece bu yapı ile platform için bir uzaktan erişim laboratuvarı ortamı yaratılmıştır. IP adreslerinde bulunan GNSS alıcılarının verilerinin yüzlerce kullanıcı tarafından okunması sağlanabilmektedir. Şekil IV.2' de Web tabanlı çalışan bilgisayar programının internet tarayıcısında çalışan görüntüsü verilmiştir.



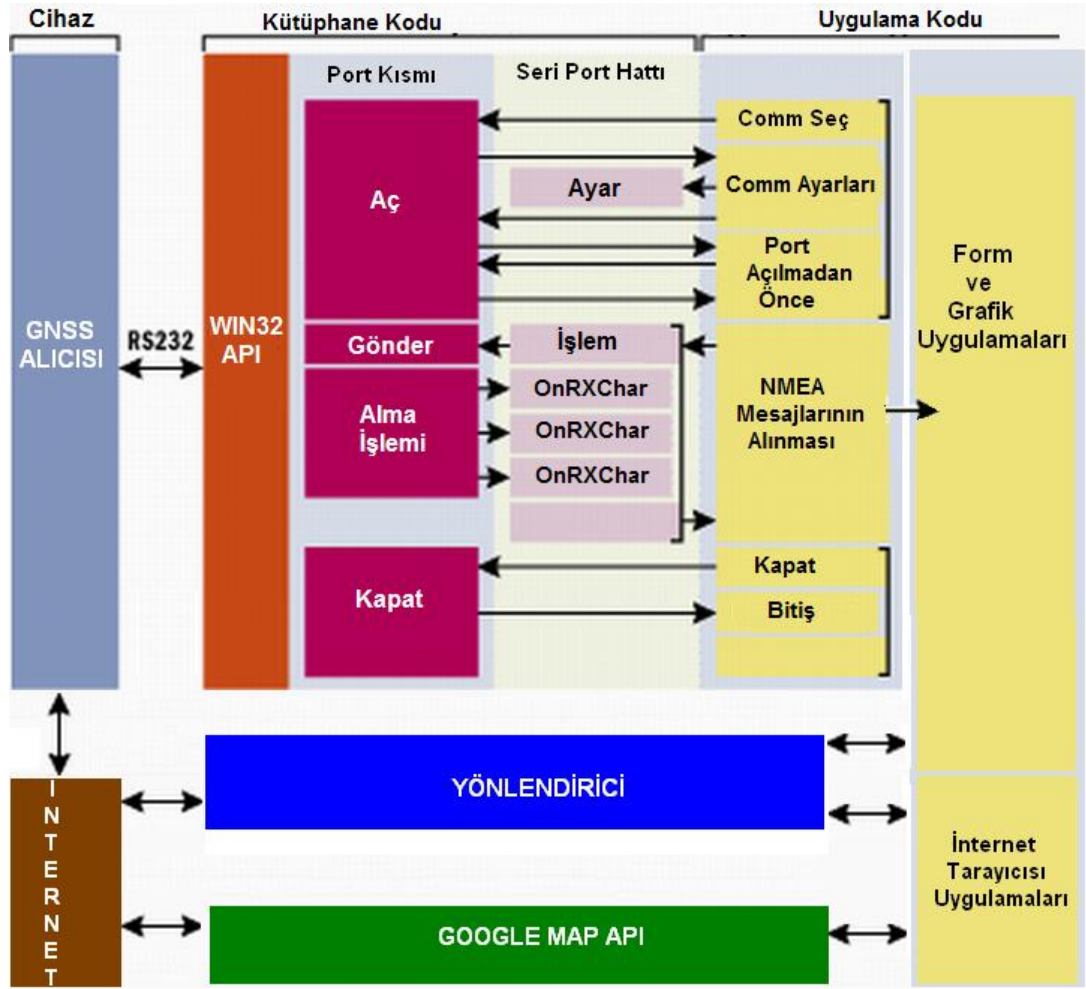
Şekil IV. 1 Windows Tabanlı Çalışan Program



Şekil IV. 2 Sunucu Üzerinde Web Tabanlı Çalışan Program

IV.3 BİLGİSAYAR PROGRAMLARININ YAPISI

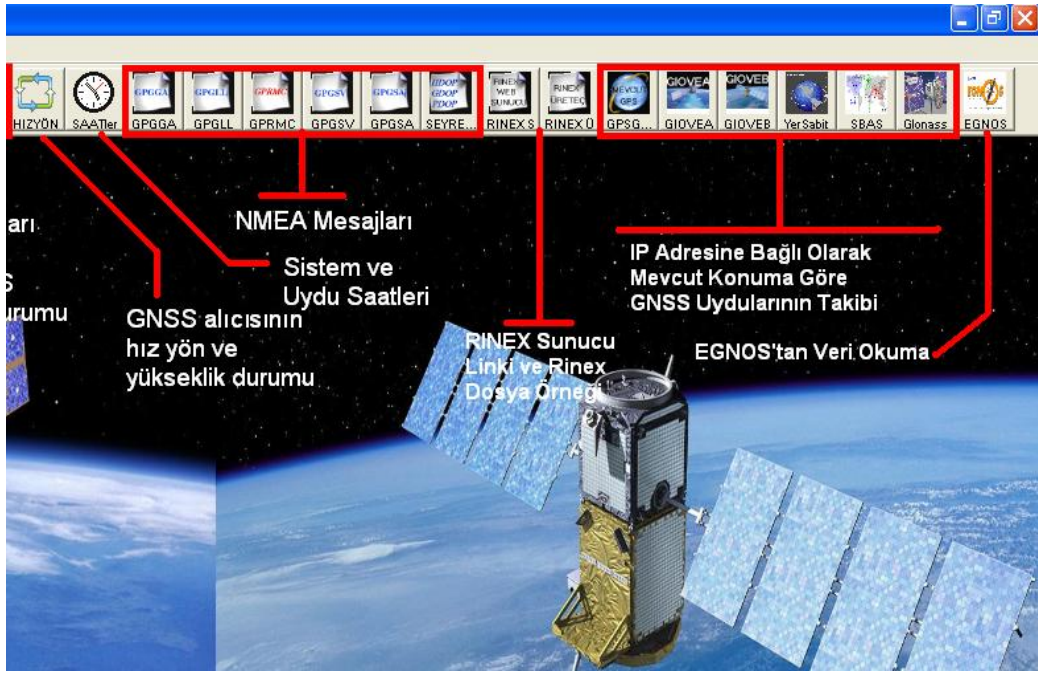
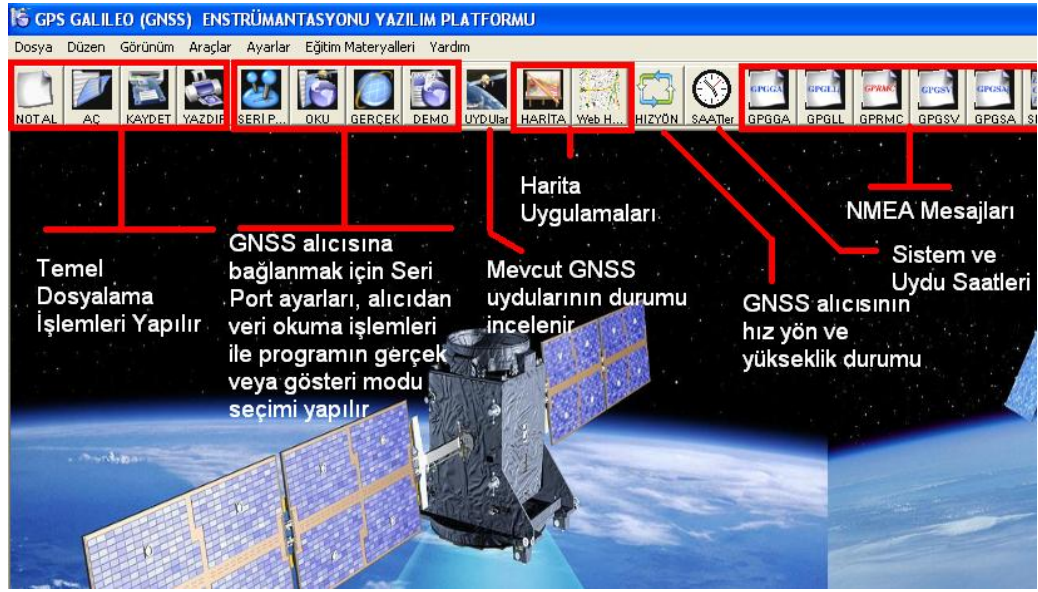
Gerçekleştirilen bilgisayar yazılımları Seri Haberleşme Portunu ve Ethernet Portunu kullanmaktadır. Seri Haberleşme Portundan direkt olarak GNSS alıcılarına bağlanılmaktadır. Bu port kullanılırken yazılımda Seri portlar kontrol edilmekte ve uygun olan portlar kullanıcıya gösterilmektedir. Ethernet portundan ise İnternete bağlanılarak Web tabanlı kaynaklara veya Seri&Ethernet dönüştürücü özelliği olan MD donanımlarına bağlanılarak GNSS alıcılarından veri okunabilmektedir. Şekil IV.3 ‘ de bilgisayar programlarının Akış Kontrol şeması gösterilmiştir.



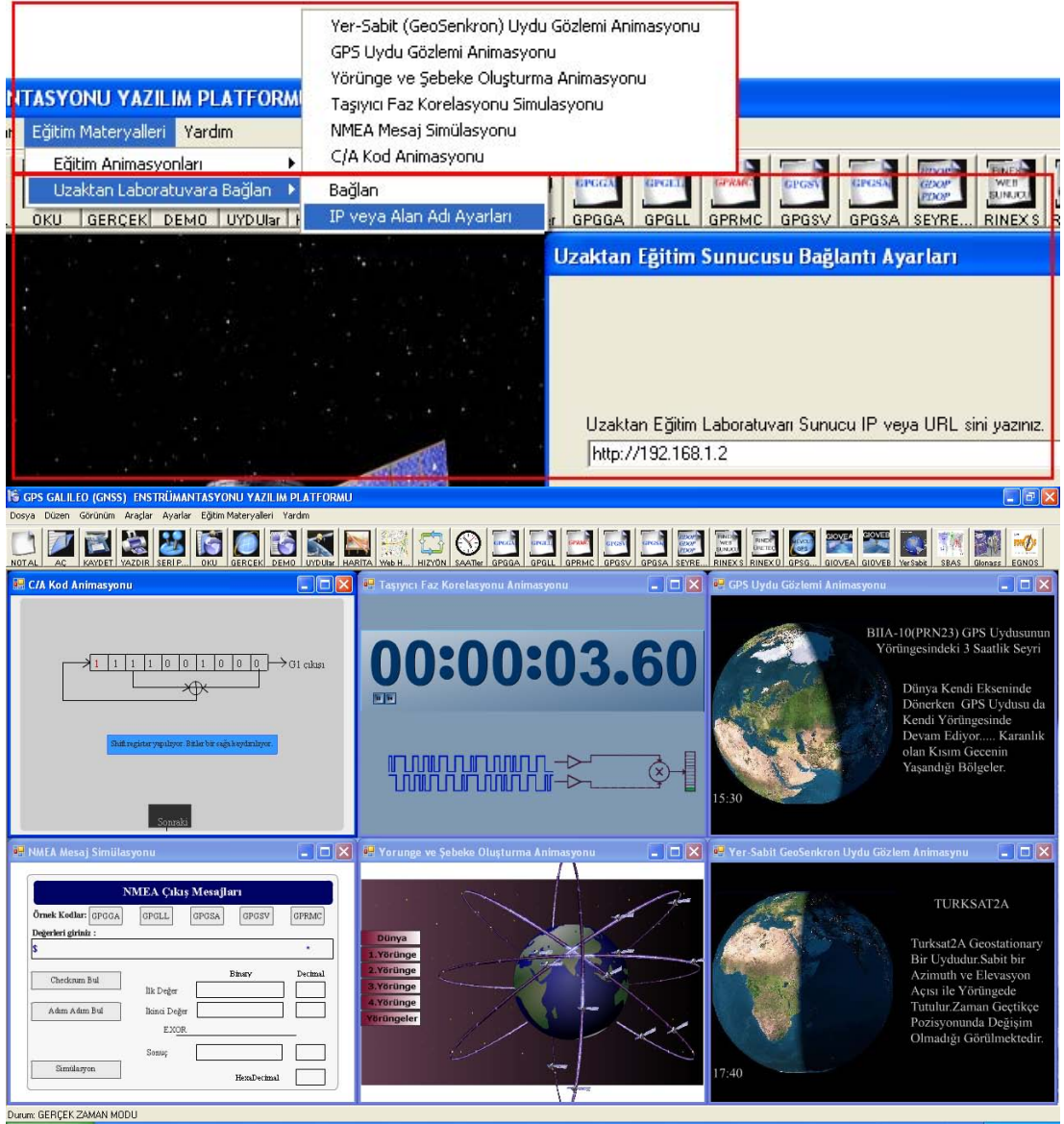
Şekil IV. 3 Bilgisayar Programlarının Akış Kontrol Şeması

Windows işletim sistemi tabanlı çalışan program tasarlanırken görsel öğelere önem verilmiştir. Platformun kullanımı ile ilgili uygulamalar gerek renkli ikonlarla gerekse de menü aracı olarak programa yerleştirilmiştir. Şekil IV.4’ de program ikonlarının gerçekleştirildiği işlemler kısaca ifade edilmiştir.

Bu programda ayrıca GNSS sistemleri ile ilgili anlaşılması zor olan konular için örnek animasyon ve simülasyonlar geliştirilmiştir. Bu animasyon ve simülasyonlar Mocomedia Flash Programlarında hazırlanmıştır. Program menüsünün *Eğitim Materyalleri* kısmında verilen animasyon ve simülasyon örnekleri Şekil IV.5’ de gösterilmektedir. Ayrıca şekil incelendiğinde aynı menünün başka bir kısmında web tabanlı geliştirilen program için gerekli olan sunucu IP ayarlarının ve bağlantı linkinin verildiği görülmektedir.



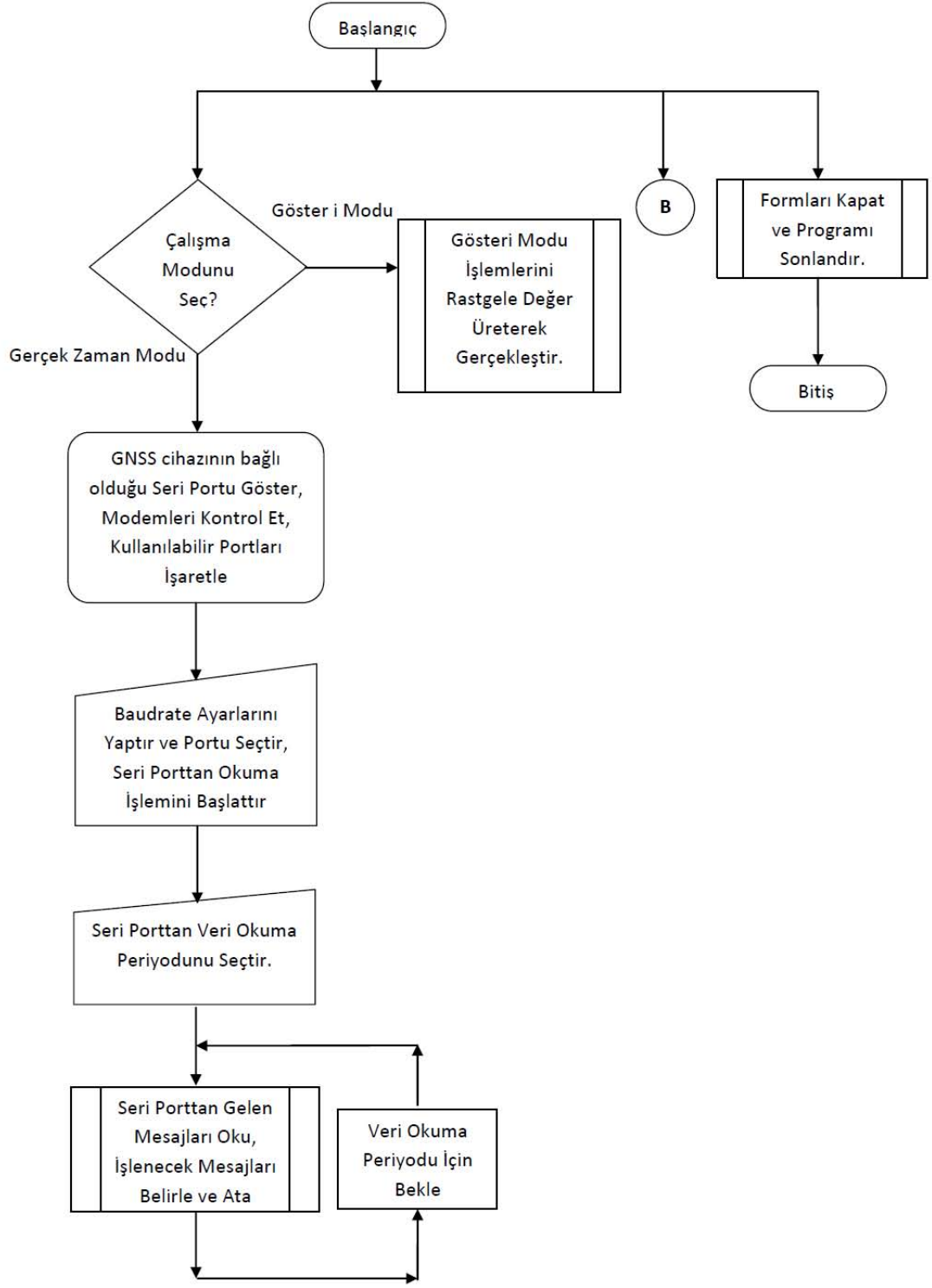
Şekil IV. 4 Windows Tabanlı Çalışan Platform Yazılımının Uygulamalarının İkon Açıklamaları



Şekil IV. 5 Eğitim Animasyonları Menüsü ve Eğitim Animasyonlarının Görüntüsü

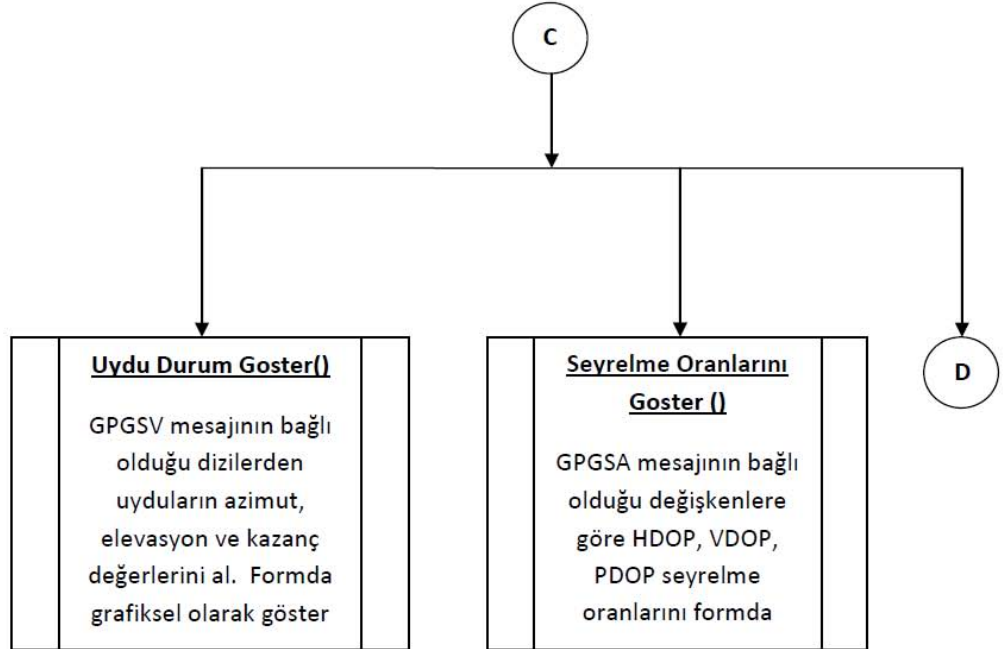
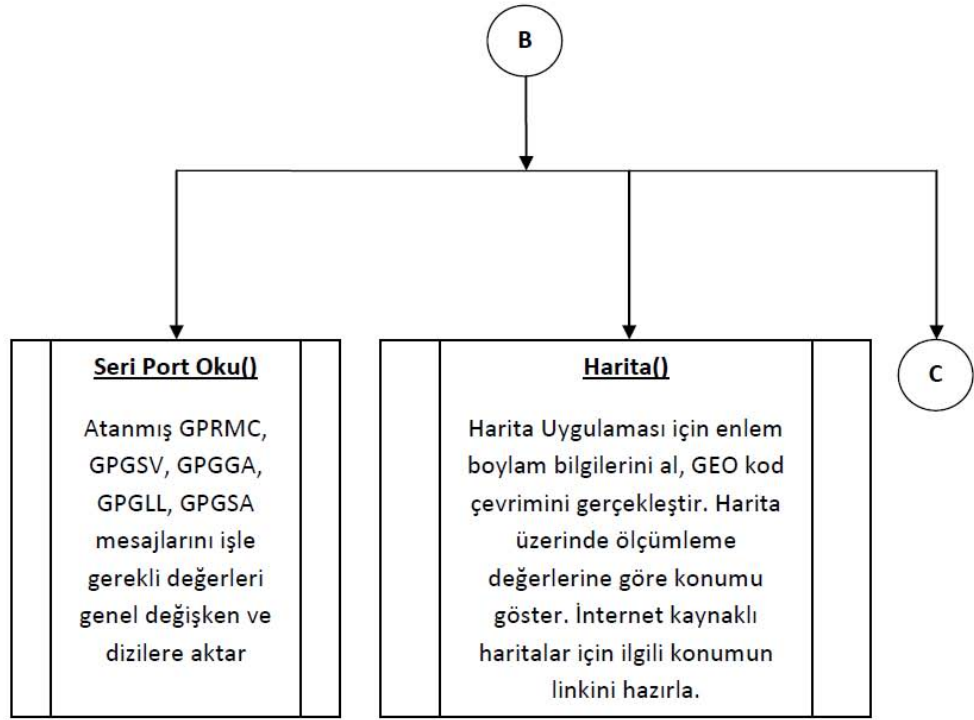
IV.4 BİLGİSAYAR UYGULAMALARININ ÖZELLİKLERİ

Windows tabanlı çalışan ana program gösteri ve gerçek zaman modu olmak üzere 2 modda çalışma yapmaktadır. Gösteri modunda bilgisayar rastgele veya seçilen değerlere göre saniyede 1 kere program değişkenlerine veri atamaktadır. Gerçek zaman modunda ise ilgili seri haberleşme port ayarları yapıldıktan ve okuma periyodu belirlendikten sonra bağlanılan GNSS alıcısından gelen veriler işlenerek değişkenlere atanmaktadır. Bu değerler ayrıca bağlı olduğu formlardaki zamanlayıcılar aracılığıyla ilgili grafikleri, etiketleri ve yazı kutularını değiştirmektedir. Şekil IV.6' da Ana programın Akış diyagramı verilmiştir.

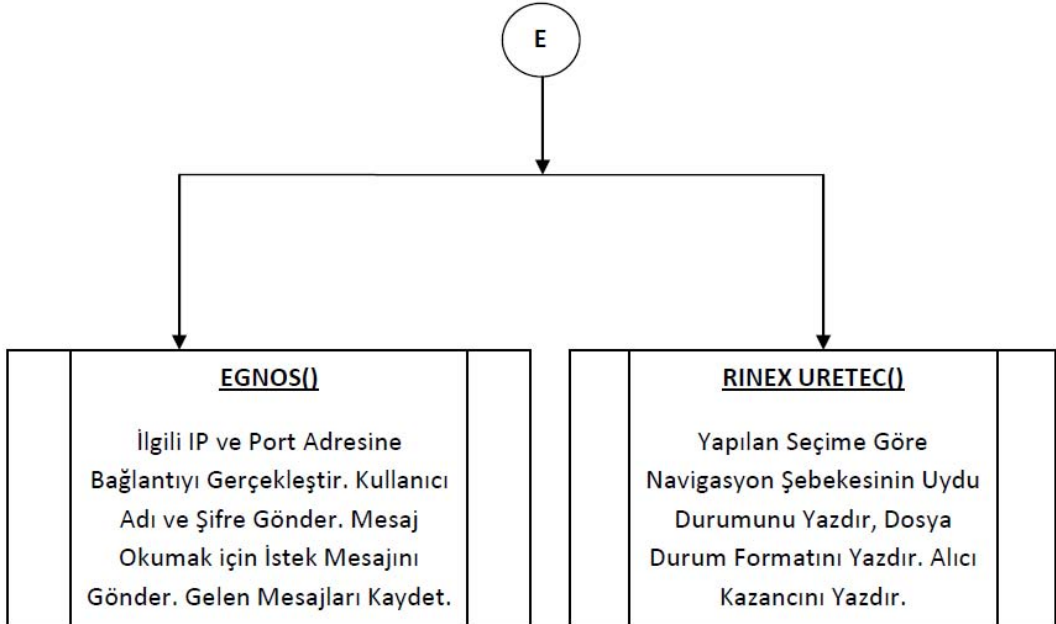
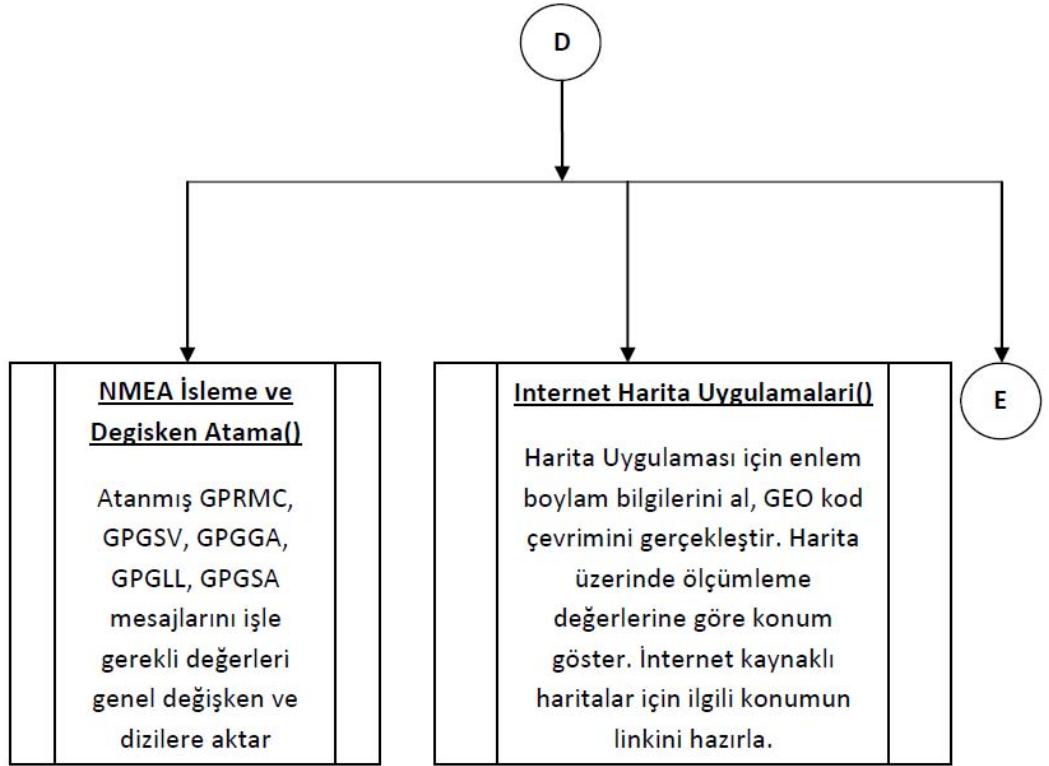


Devam

Şekil IV. 6 a. Ana Programın Akış Diyagramı



Devam



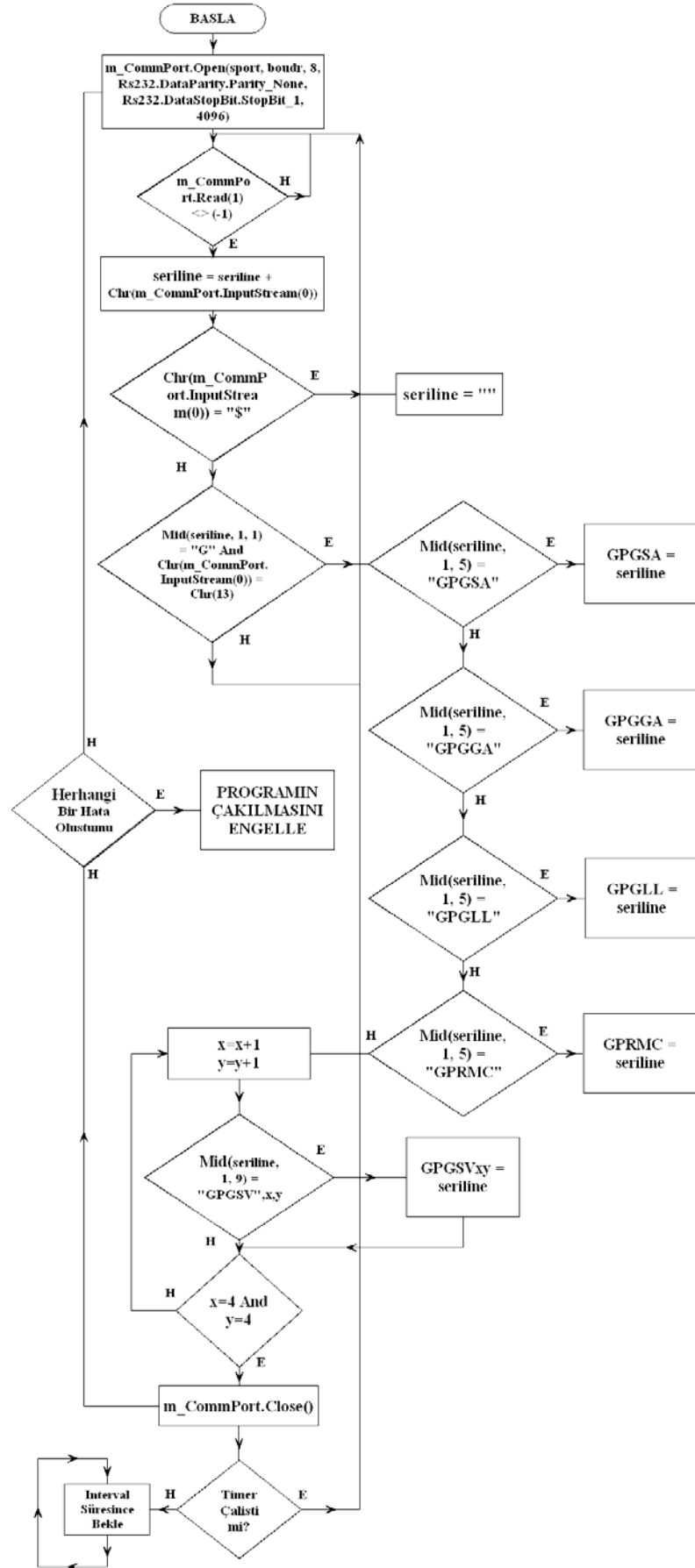
IV.4.1 GNSS ALICILARINDAN VERİ OKUMA

GNSS alıcısından gelen veriler *Ana Programda* bir modül içerisinde umumi (Public) değişkenlere aktarılmaktadır. Böylece bir değişken birden fazla formda kullanılabilir. Şekil IV.7' de gerçek zaman modunda GNSS alıcısından veri okuma işlemi gösterilmektedir. GNSS alıcısından alınan veriler PC donanımının UART arabiriminden alındığı şekilde sağda ayrılmış beyaz zengin metin kutusunda gösterilmektedir. Solda ise program içerisinde hesaplamalarda kullanılan ve işlenen NMEA verileri gösterilmektedir. Başka bir ifadeyle sağdaki veriler filtrelenerek sol taraftaki karakter yapısıyla işlenmektedir.

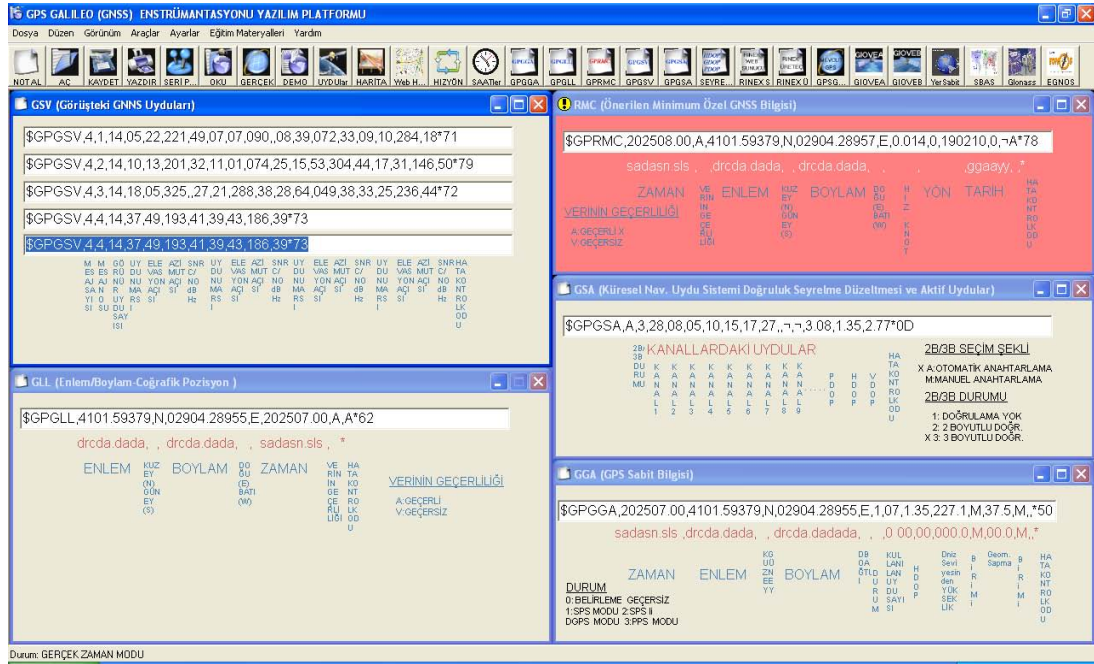
Seri arabirim direkt olarak PC Com Portuna bağlanacağı gibi USB Arabirimi aracılığıyla da bağlanabilmektedir. USB portun kullanımı USB&RS232 dönüştürücüler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu dönüştürücüler genellikle FDTI, PL2303, MCP2200 vb. gibi I/O port kontrolörlerini kullanmaktadır. MCP2200 kontrolörünün üretici firma internet adresinde uygulama devresi ve örnek uygulama yazılımları mevcuttur[67]. Bu dönüştürücülerin tek dezavantajı Windows işletim sistemine kurulacak olan sürücü dosyalarının özelliğinden ve PC donanımının hızından dolayı seri olarak gönderilen verilerin hatalı veya eksik alınmasıdır. Bu durumun giderilmesi için en son versiyon denetleyici sürücüsü işletim sistemine yüklenerek uygulama yazılımında seri porttan veri okuma kodunun ideal optimizasyonla yazılması gerekmektedir.

Seri porttan okuma işlemi başlatılmadan önce GNSS alıcısının bağlı olduğu port kontrol edilerek seçilir. Uygun baud rate ayarı yapıldıktan sonra veriler bir zamanlayıcı (timer) periyoduna bağlı olarak belirli zaman aralıklarıyla tampon bellekten alınır.

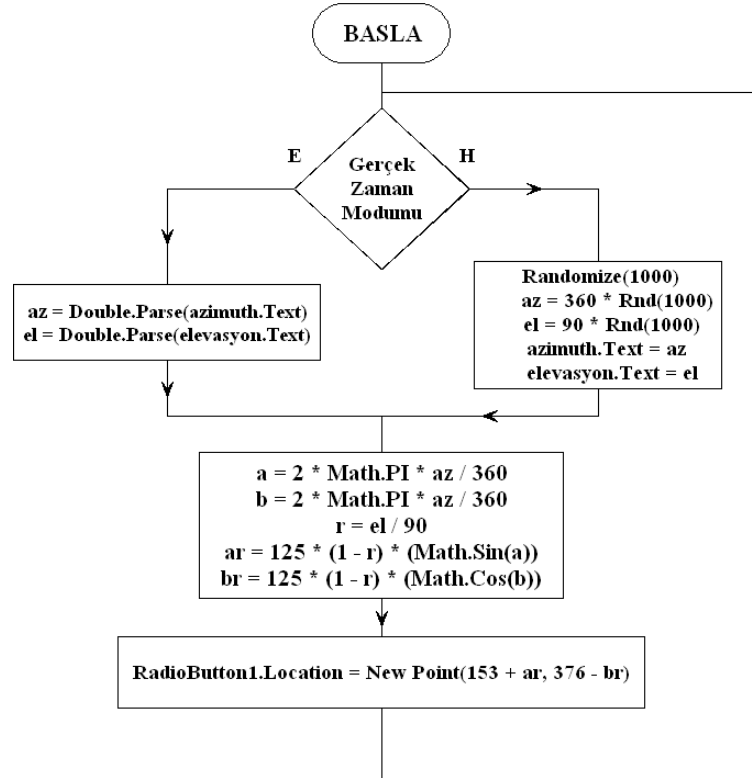
Şekil IV.7' de seri porttan veri okuma ve değişkenlerin atanması ile ilgili yazılımın akış diyagramı verilmiştir. Şekil IV.8' de ise 190210 (19 Şubat 2010) 202158.00 (20:21:58.00) olarak gösterildiği tarih ve saat de yapılan GNSS ölçümlerinin okuma işlemi gösterilmektedir. GNSS alıcısında okunan veri ile işlenen veri formda ayrı ayrı gösterilmektedir. Zamanı gösteren formda ise GPRMC değişkeninden okunan tarih ve saat bilgisi gösterilmiştir.



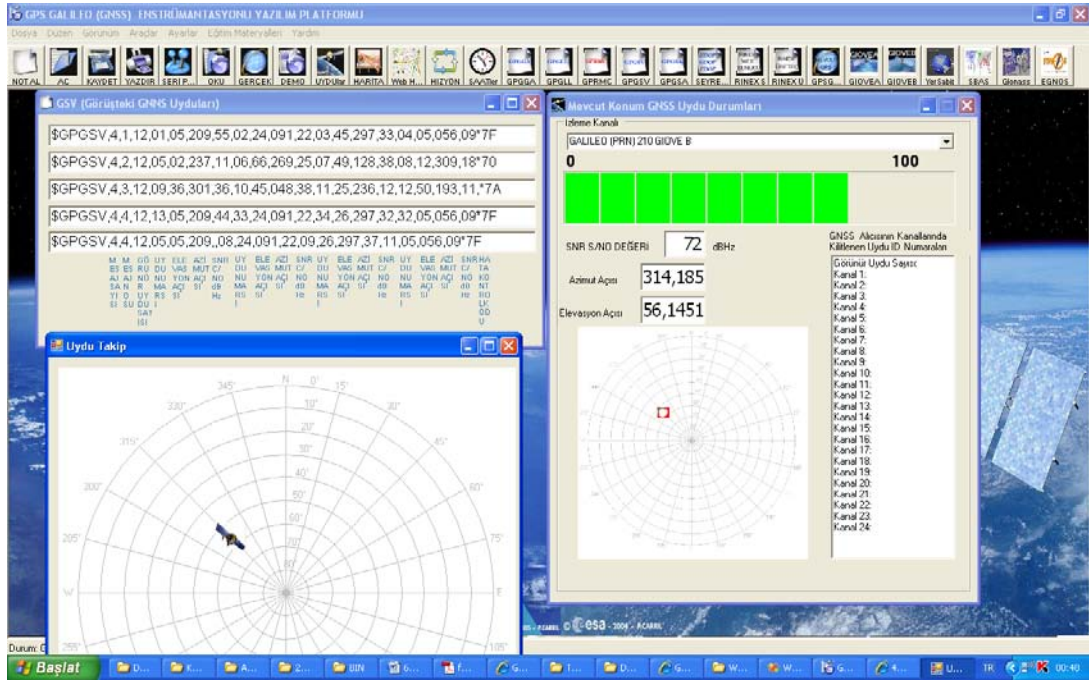
Şekil IV. 7 Seri Porttan Veri Okuma ve Değişken Atama İşlemlerinin Akış Diyagramı



Şekil IV. 9 Formlardaki NMEA Mesajları



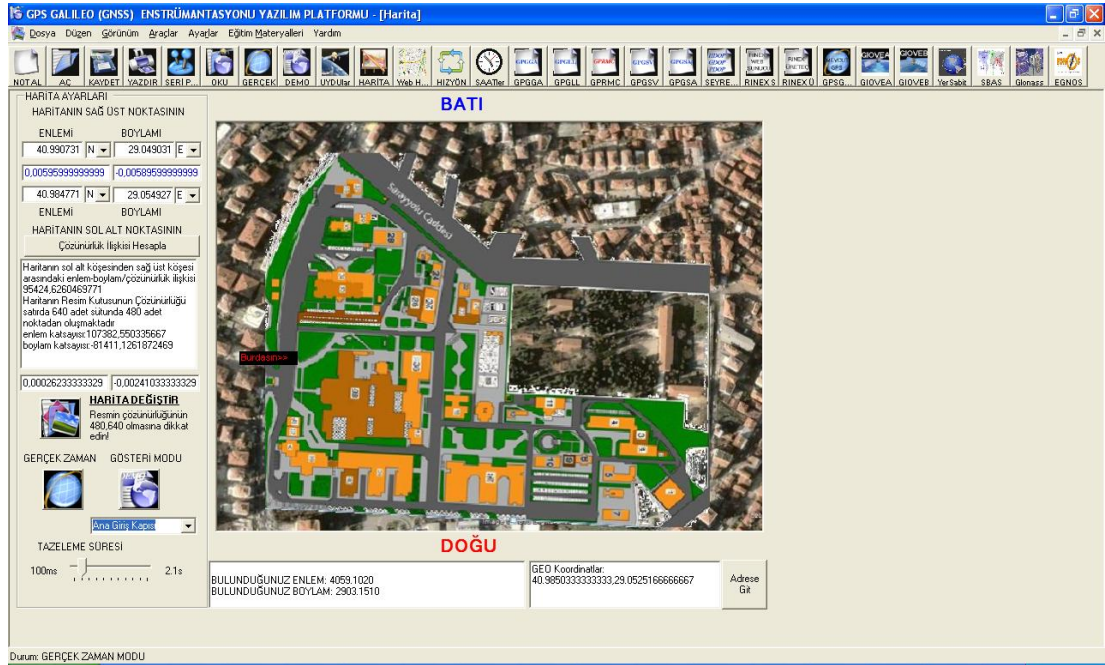
Şekil IV. 10 Abak Üzerinde Uydü Elevasyon ve Azimut Açısı Gösterimi Akış Diyagramı



Şekil IV. 11 GPGSV ve Uydu Gözlem Uygulaması

IV.4.3 HARİTA UYGULAMALARI

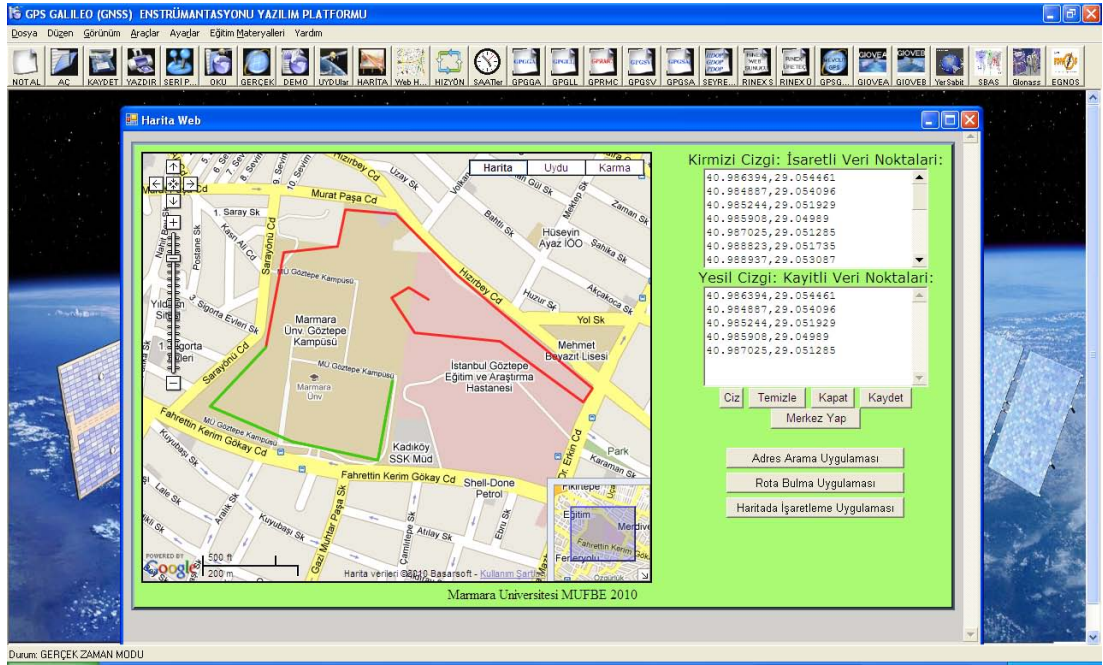
Program içinde 2 çeşit Harita uygulaması bulunmaktadır. Birinci harita uygulaması tamamen kullanıcının harita oluşturma kavramını öğrenmesine yönelik olarak geliştirilmiş bir uygulamadır. Bu uygulamada kullanıcı kendi oluşturduğu haritayı formdaki resim kutusuna yüklemekte ve resmin sağ üst noktasının ve sol alt noktasının koordinatlarını girerek kalibrasyon işlemini gerçekleştirmektedir. Formlardaki yazı kutularında girilen koordinatlara göre grafikteki piksellere düşen harita adım (piksel/(enlem veya koordinat değeri)) değerleri gösterilerek uygulamayı kullananlarda değişik haritalarda çalışırken çözünürlüğe göre koordinat değişimlerinin etkilendiğini göstermek amaçlanmıştır. Kullanıcının belirlediği parametrelere göre eğer koordinat harita dışında ise uyarı yapılarak konumun dışarıda olduğu durum kutusunda belirlenmektedir. Eğer kullanıcı koordinatının doğruluğunu kontrol etmek veya haritanın kalibrasyonunu yapmak isterse (adrese git) düğmesini kullanarak internet kaynaklı haritaya erişebilir. Şekil IV.12’ da harita uygulaması gösterilmektedir.



Şekil IV. 12 Harita Uygulaması

Program içerisindeki ikinci harita uygulaması internet tabanlı haritaların kullanıldığı uygulamadır. Bu uygulama yapısında *Google MAP API* leri kullanılmıştır. Bu yapıda haritanın kullanılacağı alan adı için bir KEY oluşturmakta ve bu KEY aracılığıyla ücretsiz harita ve seyrüsefer uygulama hizmetinin alınması sağlanmaktadır. *Google API* leri kendi sunucuları üzerinde bulunan harita kaynaklarını çeşitli fonksiyonlarla kullanıcılarına sunmaktadır. Bu uygulama fonksiyonlarının belli başlı olanlarının kullanımı temel seviyede geliştirilen programda uygulanmıştır.

Şekil IV.13' de internet kaynaklı harita uygulaması için bir örnek gösterilmektedir. Bu örnekte bilgisayar programındaki formun tarayıcı kutusuna haritanın linki verilmektedir. İlgili fonksiyonlar haritayı istediğimiz konuma odaklamaktadır. Yine ilgili fonksiyonları kullanarak sınır çıkartma veya takip yapmak için gerekli olan çizgiler fare hareketleriyle çizilebileceği gibi gerekli olan veriler başka bir kaynaktan gönderilerek de çizim işlemi harita üzerinde gerçekleştirilebilir. Bu uygulamayı kullanan bir kullanıcı örnek olarak bir fiber optik kablo hattının veya doğal gaz hattının üniversite kampüsü içerisinde hangi bölgelerden geçtiğini rahatlıkla çizerek gösterebilir.

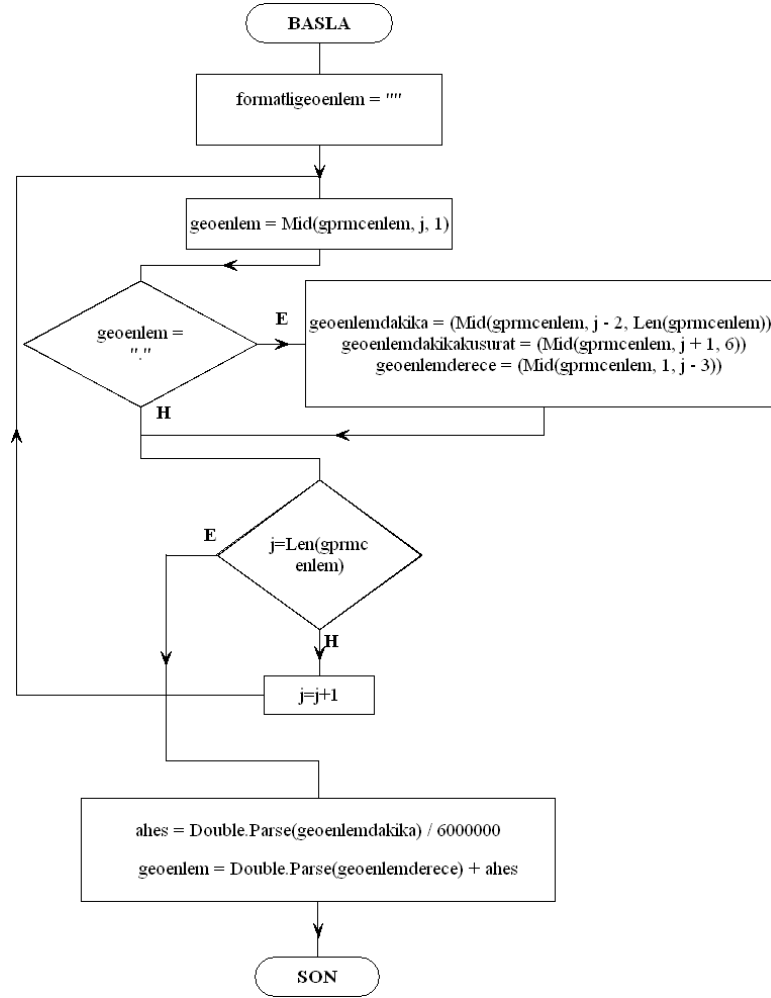


Şekil IV. 13 İnternet Kaynaklı Harita Uygulaması

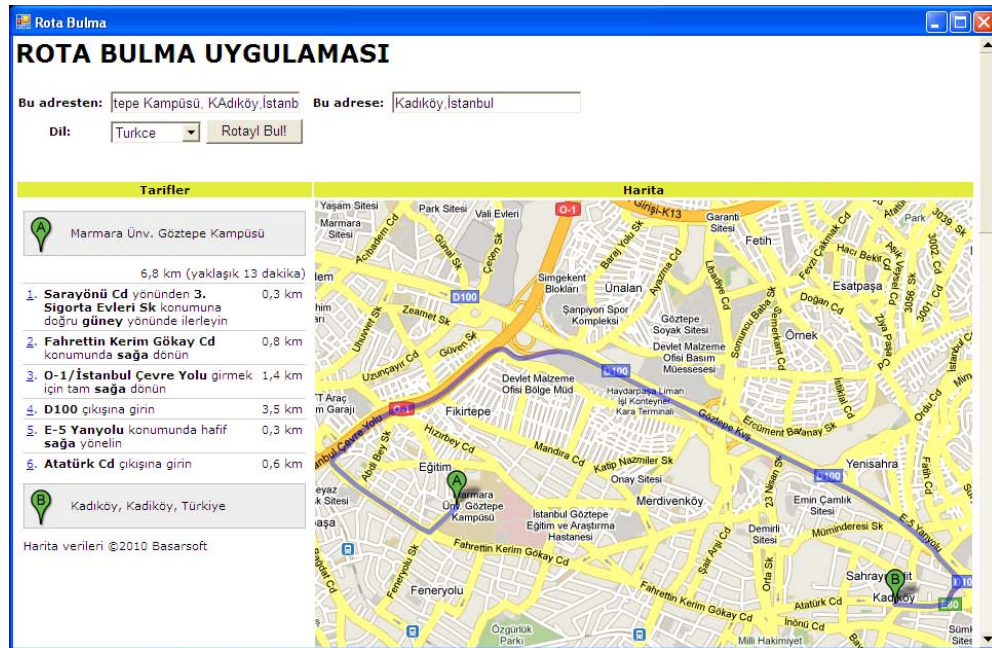
İnternet kaynaklı haritalara link verirken en önemli husus gönderilen koordinatın derece cinsinden oluşturulmasıdır. GNSS alıcıları koordinatları derece, dakika ve dakikanın yüz bin de biri olarak göndermektedir. Bu nedenle bu gelen verinin dereceye dönüştürülmesi gereklidir. Bu değişim sonucu oluşan ifadeye geocode denmektedir. Şekil IV.14’de enlem verisi için geocode çevrimi akış diyagramı ile gösterilmiştir.

İnternet kaynaklı harita uygulamalarının sağladığı fonksiyonlardan biriside rota belirleme uygulamasıdır. Bu uygulamada belirtilen adrese veya koordinata göre iki nokta arasındaki rota belirlenmektedir. Bu yapı, ilgili fonksiyonların kullanılmasından sonra dönen değerlerin tarayıcı sayfasında istenilen noktalardaki nesnelerle ilişkilendirilmesi mantığıyla çalışmaktadır. Bu tür uygulamaların çalışması için internet bağlantısının olması gereklidir.

Şekil IV.15’ de Marmara Üniversitesi Göztepe Kampüsü ile Kadıköy Merkez arasındaki rota adım adım tarif edilerek ve haritada işaretlenerek gösterilmektedir.



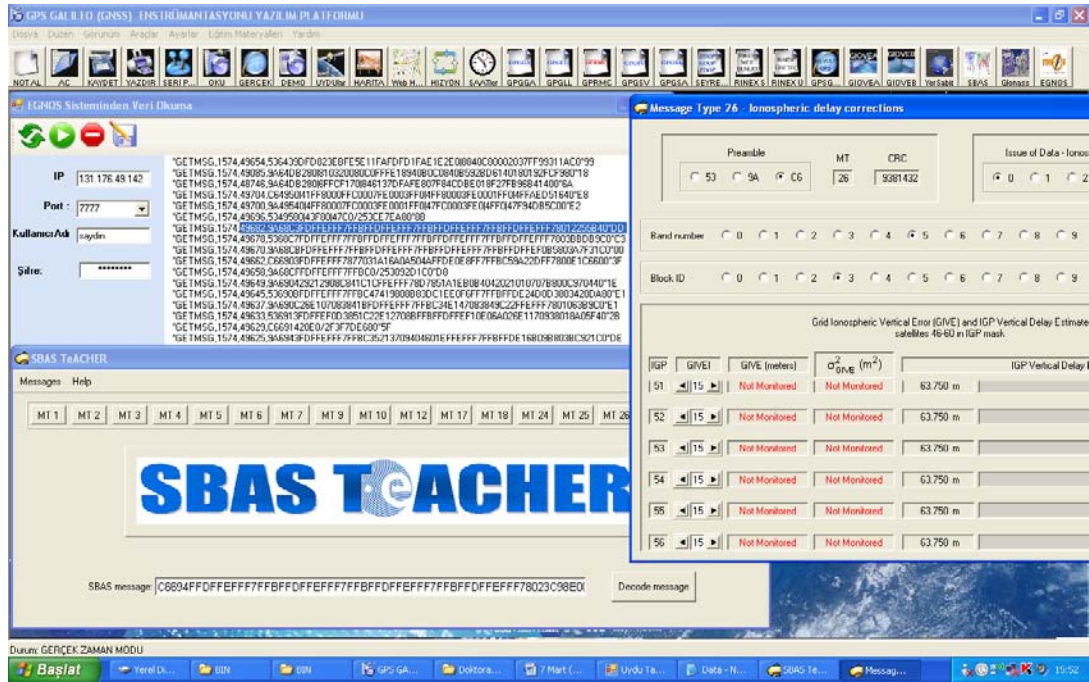
Şekil IV. 14 Enlem Verisi için Geocode Çevrimi Akış Diyagramı



Şekil IV. 15 Rota Bulma Uygulaması

IV.4.4 EGNOS SUNUCULARINDAN VERİ OKUMA

EGNOS Uygulamasında IP protokolü üzerinden INMARSAT Yer-Sabit uydularının SBAS doğrulama bilgisini gönderen sunuculara bağlantı sağlanmaktadır. EGNOS kapsamında 3 farklı Yer-Sabit uydunun verileri alınmaktadır. Avrupa Uzay Ajansından istenen kullanıcı adı ve şifre ile 131.176.49.142 no.lu IP' ye 7777, 7778 veya 7779 port numaralarından bağlanılarak SBAS verileri alınmakta ve SBAS Teacher Programında karşılıkları gösterilebilmektedir. Her port numarası bir uydu için tahsis edilmiştir. Tek IP üzerinden farklı portlar ile bağlantı kurularak uyduların verileri uygulama aracılığıyla alınabilmektedir. Şekil IV.16' de EGNOS uygulamasının ekran çıktısı verilmiştir.

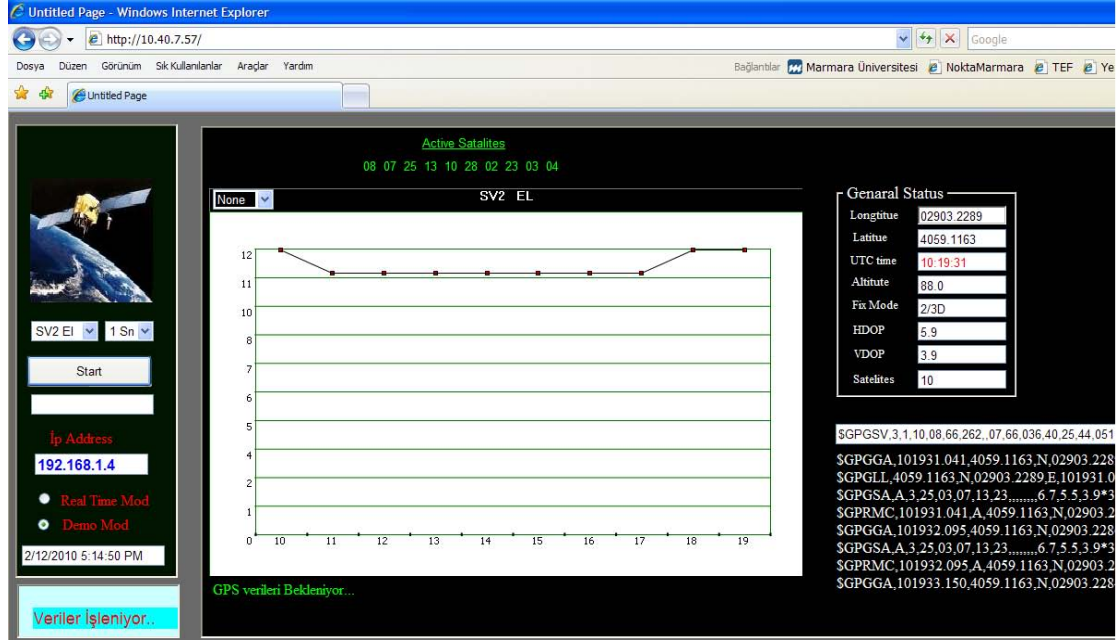


Şekil IV. 16 EGNOS Sisteminden Veri Okuma

IV.4.5 UZAKTAN ERİŞİMLİ ÖLÇÜM LABORATUVARI UYGULAMASI

Windows Server 2003 Sunucusu ortamında ASP destekli olarak çalıştırılan uzaktan erişimli uygulama yazılımı önceden belirlenmiş bir IP adresi ve portu üzerinden seyrüsefer bilgilerini gönderen bir GNSS alıcısına bağlanmakta ve seyrüsefer verilerini, sunucu IP' sine bağlanan kullanıcılara WEB sayfasında göstermektedir. Windows Sunucu İşletim sistemi ISS sunucu uygulaması aracılığıyla geliştirilen web sitesini belirlenen IP adresi üzerinden yayınlamaktadır. Kullanıcılar siteye bağlandığında yine sayfa üzerindeki bağlantı IP adresi belirlenebilen GNSS

alıcısından gelen ham NMEA verilerini görebilmekte ve işlenmiş verileri grafik ortamında gözlemleyebilmektedir. Şekil IV.17’ de Web tabanlı programın ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil IV. 17 Uzaktan Erişimli GNSS Ölçüm ve Gözlem Uygulamasının WEB Sayfası Görünümü

IV.5 SONUÇ

Bu bölümde seyrüsefer platformu için geliştirilen uygulama yazılımları anlatılmıştır. Bu yazılımlar gerek seyrüsefer sistemlerinin daha iyi anlaşılmasını gerek seyrüsefer eğitiminin daha etkin verilmesini sağlayacak nitelikte geliştirilmiştir. Bu yazılım uygulamaları daha farklı ve daha gelişmiş uygulamaların geliştirilmesi için örnek olarak gösterilebilecek temel uygulamalardır.

BÖLÜM V

GNSS ALICISI ÖLÇÜMLERİ

V.1 GİRİŞ

GNSS alıcılarında konum belirleme işleminin doğru gerçekleştirilmesi çok büyük önem arz etmektedir. Bölüm II’ de anlatıldığı üzere doğruluk ve hassasiyet için birçok çalışma yapılmakta ve çok yönlü sistemler kurulmaktadır. Mevcut sistemin sağladığı ölçme imkânının yanında GNSS alıcılarının da, bu sistemi kullanarak ne kadar hassas ve doğru ölçüm yaptığı önemlidir. Özellikle alıcı RF katındaki geliştirilen yapı ve alıcı sinyal işlemcisinin hatalara karşı geliştirilmiş algoritması sağlıklı ölçüm yapılmasını belirlemektedir.

Bu bölümde gerçekleştirilen platformda kullanılan GNSS alıcılarıyla yapılan ölçümlerin sonuçları değerlendirilecektir.

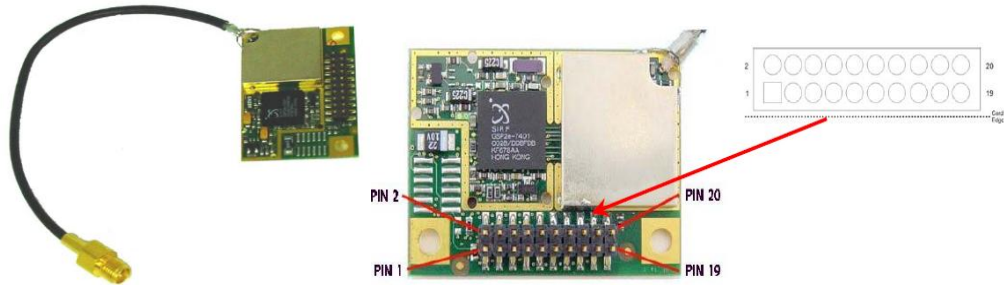
V.2 GNSS ALICISINDA SABİT NOKTA ÖLÇÜMÜ

GNSS sinyallerinin işlenmesi şu şekilde olmaktadır. GNSS alıcısının anteninden alınan RF işaret düşük gürültü yükselticisinde yükseltilir. Bu işaret RF filtresinden geçtikten sonra alıcının RF ön-taraf (Front-End) birimine gelir. Burada sinyal alıcının (sinyal işlemcisinin mikrodenetleyici veya DSP türevi entegre eleman) anlayacağı şekle getirilir ve aynı zamanda otomatik kazanç kontrolü yapılır. GNSS alıcısının flaş belleğinde bulunan yazılımla koşturulan (sinyal işlemcisi), alıcının ön-taraf biriminden aldığı uydu bilgilerini işler ve haberleşme biriminden konum bilgilerini istenilen standart formatlarda gönderir.

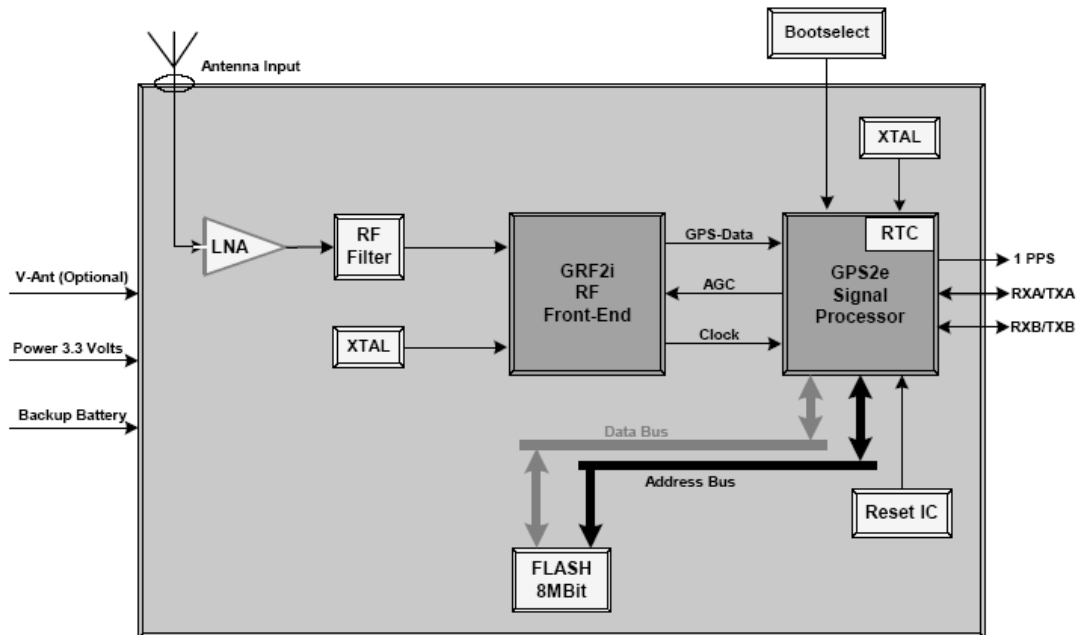
Bu çalışmada mevcut uydulardan gelen sinyallerinin durumunu incelemek ve ölçme sisteminin kararlılığını test etmek amacıyla sivil kullanıcılar için üretilen düşük maliyetli GPS alıcılarıyla ölçümler yapılmıştır.

İlk olarak eski navigasyon alıcılarında kullanılan SIRF2 denetleyicili Falcom firmasının JP3 modeli GPS alıcısı kullanılmıştır. Şekil V.1. ‘de alıcının görüntüsü, Şekil V.2.’ de alıcı ve blok şeması gösterilmiştir. Bu GPS alıcısı GPS uygulama

cihazları üreten firmalara entegre modül halinde satılmaktadır. JP3 GPS alıcısı sadece L1 (1575.42 Mhz) frekansındaki GPS sinyallerini alabilmektedir. Cihazın ürün katalogunda hassasiyeti yer değişiminde 10 m, hızda 0.1m/s ve GPS saatleri ile uyuşmada 1 μ (mikro) saniye olarak belirtilmiştir. Maksimum 18000 metreye kadar ölçüm yapabilir ve maksimum hızı 1000 knot (550 m/s) 'a kadar olan bir hareketlinin hızını belirleyebilmektedir. 3,3 V DC $\pm$ %5 gerilimle çalışan bu alıcı devamlı modda 180 mA güç yönetimi modunda 40 mA akım çekmektedir. GPS alıcısının beslemesi kesildiğinde konum belirlemek için edindiği bilgiler silinmektedir ve bu bilgileri tekrar toplaması uzun bir süre gerektirmektedir. Bunun önlenmesi için batarya girişinden 1,6V~3,6V arası gerilimle beslenmesi gerekmektedir.



Şekil V. 1 FALCOM JP3 Sirf2 (Sinyal İşlemcili) GPS Alıcısının Görüntüsü[31]

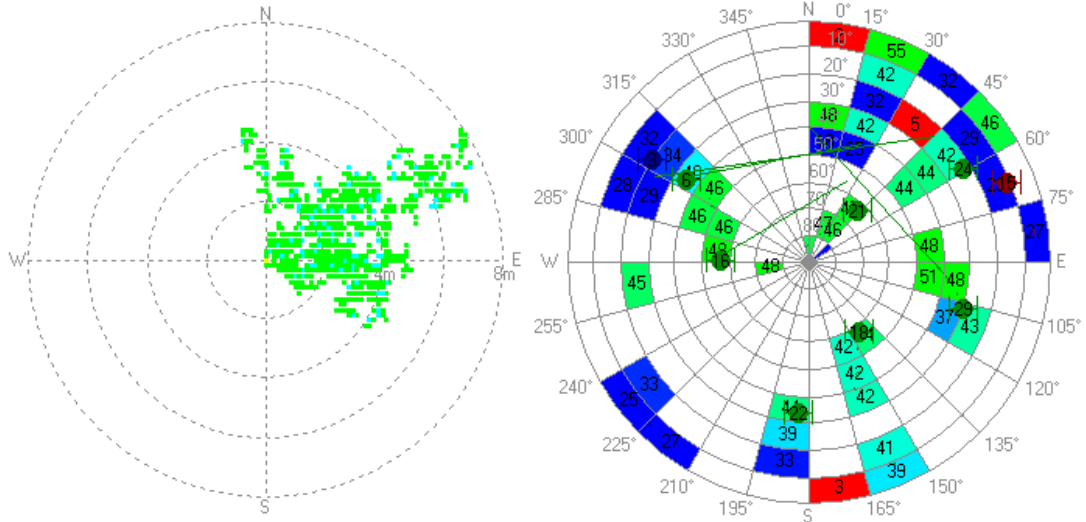


Şekil V. 2 FALCOM JP3 Sirf2 (Sinyal İşlemcili) GPS Alıcısının Blok Diyagramı[31]

5 metre uzunluğunda anten kablosu olan yama anten kullanılarak 27-28-29 Haziran 2009 tarihinde yapılan ölçüm sonuçları ve istatistik değerleri Şekil II.3 de verilmiştir.

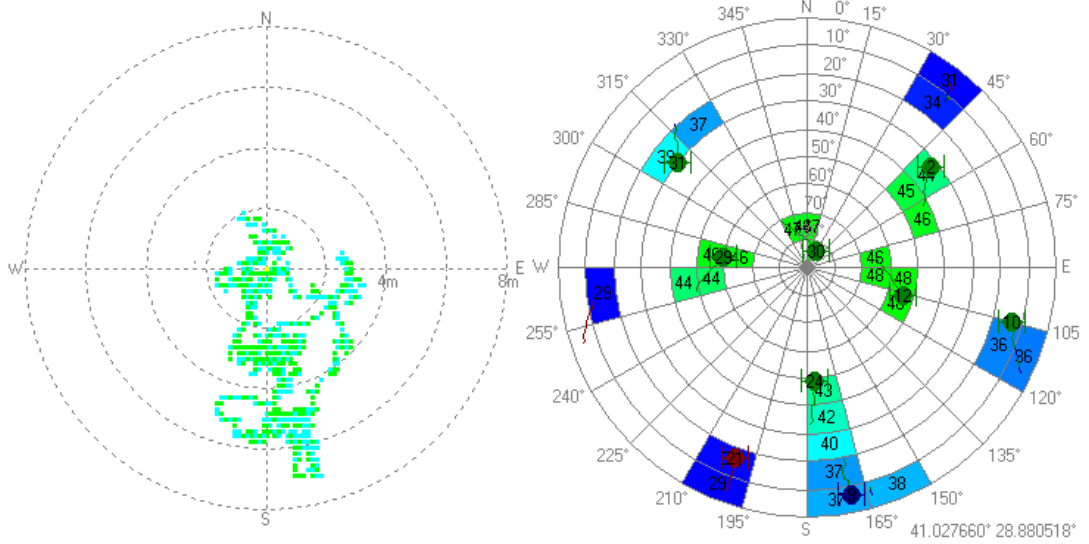
Ölçüm yapılırken GPS alıcısı kapalı ortamda anteni ise gökyüzünü rahatlıkla görebilecek şekilde ayarlanmıştır. 1. Gün sonuçları için Şekil IV.3’ de enlem ve boylamdaki sapmalar ve ölçüm yapılırken uydu konumlarının ve sinyal kazançlarının değişim grafiği verilmiştir.

1537:595006.202 GPS saati itibariyle UTC saatine göre 21.16 da başlayıp ölçme işlemi 45 dakika sonra 22.21’ de bitmiştir. Ortalama 7 uydudan sinyal alınacak şekilde yapılan ölçmedeki sapma incelendiğinde enlem ve boylamdaki sapmalar ECEF sistemine göre 5 metreden azdır. Yükseklikteki sapma miktarı ise 4.96 metre olarak gözükmektedir. Şekil V.3’ deki sapma grafiği incelendiğinde ise enlem ve boylam değerlerinin hipotenüsüne göre oluşturulan çemberdeki sapmaların ise 8 metreyi geçmediği görülmektedir. Yapılan 1. Gün sonuçlarının ayrıntılı istatistik değeri Ek.5’ de verilmiştir.



Şekil V. 3 Tek Alıcıyla Yapılan Sabit Nokta Ölçümlerinin 1.Gün Sonuçları

2 gün yapılan ölçümler GPS zamanına göre 1538:067172,370 itibariyle başlayıp 16:49’ da ile 18:39’ arasında olmuştur Ortalama 6 uydudan sinyal gelecek şekilde yapılan ölçümlerde ki sapma grafiği Şekil IV.4’ de gösterilmektedir. Ölçüm sonuçları incelendiğinde 1. Günde ölçüm değerleri kuzey doğu yönüne kayarken 2.gün güney yönüne doğru kaymıştır. Yine kayma değerleri yarıçap olarak 8 metreden azdır. Fakat enlemdeki boylamdaki ve yükseklikteki sapmalar 1 gün sonuçlarına göre 2 kat artmıştır. EK.6’ da 2. Gün sonuçları verilmiştir.



Şekil V. 4 Tek Alıcıyla Yapılan Sabit Nokta Ölçümlerinin 2.Gün Sonuçları

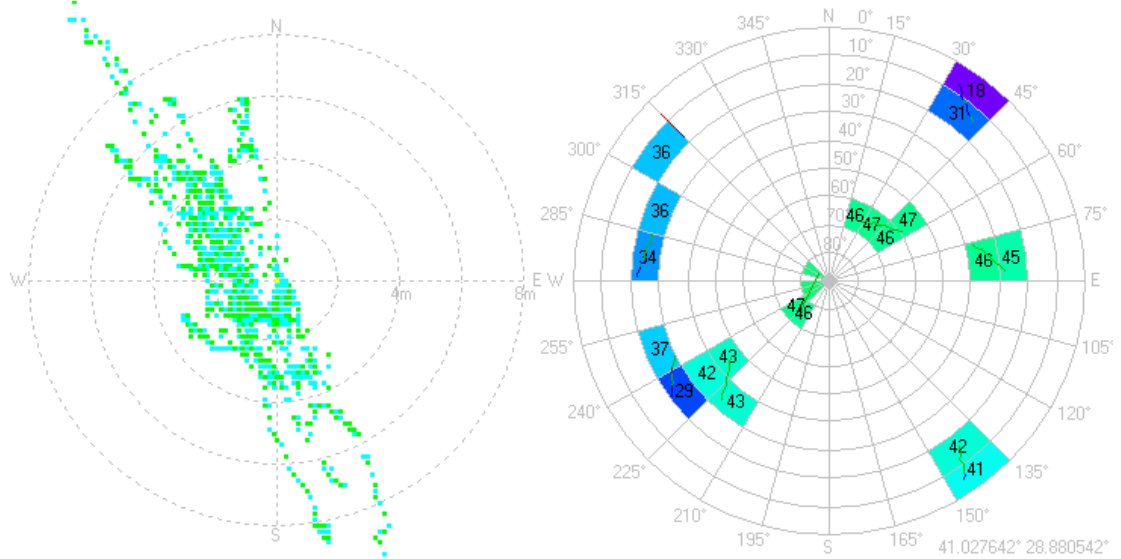
3. gün ölçümü sabah ve akşam olmak üzere 2 kere yapılmıştır.

1.Ölçüm UTC saatine göre 08:02-08:55 arasında

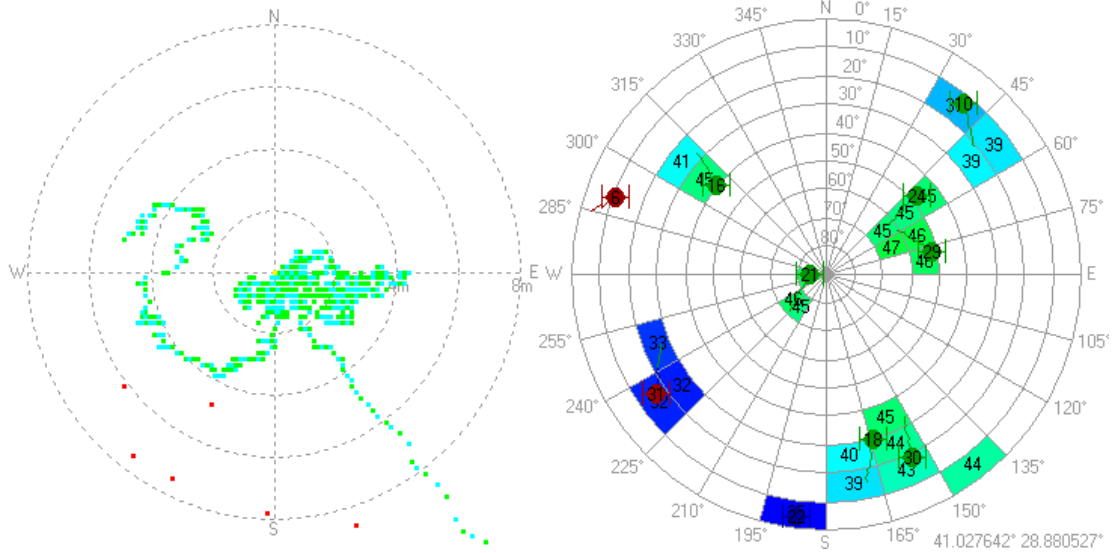
2.Ölçüm UTC saatine göre 20:33-21:08 arasında

sabah ve akşam saatlerinde gerçekleştirilmiştir.

0 noktasının alıcı tarafından farklı tespit edilmiş olması düşünülerek ölçme değerlerinin incelenmesi amacıyla sabah ve akşam olarak ölçüm yapılmıştır. Ölçme sonuçları ayrı ayrı incelendiğinde sabah ölçümlerindeki sapmanın 16 metreye kadar yaklaştığı akşam ölçümlerinin ise 24 metreye kadar saptığı görülmüştür. Şekil V.5' de sabah ve Şekil V.6' da akşam saatlerindeki ölçüm sonuçları ayrı ayrı gösterilmiştir. İlk 2 gün sonuçlarına göre 8 metre sınırını aştığı görülmektedir.

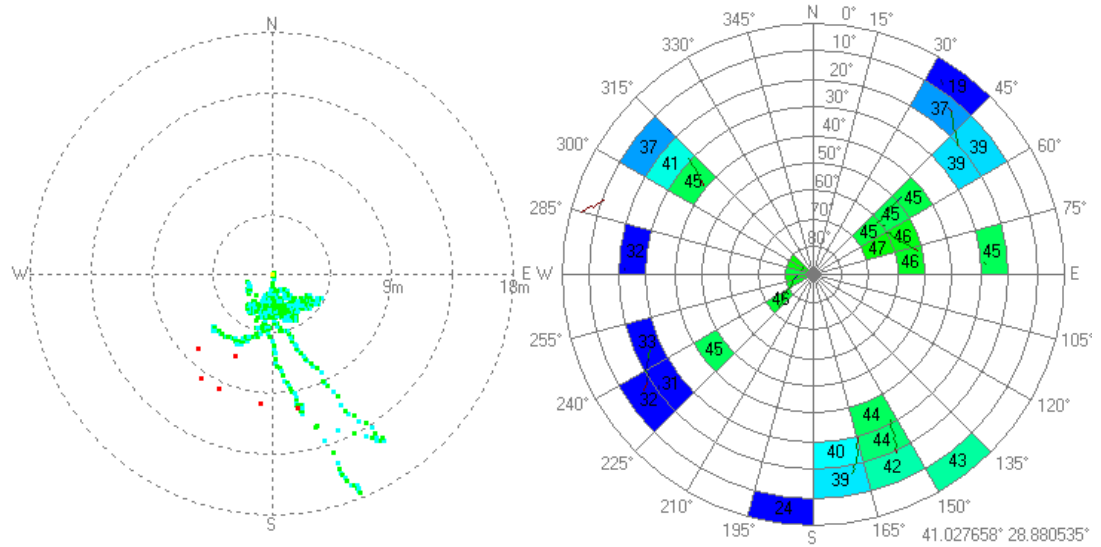


Şekil V. 5 Tek Alıcıyla Yapılan Sabit Nokta Ölçümlerinin 3.Gün Sabah Sonuçları



Şekil V. 6 Tek Alıcıyla Yapılan Sabit Nokta Ölçümlerinin 3.Gün Akşam Sonuçları

Şekil V.7 de ise 3.gün yapılan sabah ve akşam sonuçlarının birlikte işlenmesiyle oluşan grafik gösterilmiştir. 2 farklı zamanda alınan sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde 0 noktası ortalamaya göre tespit edildiğinden sapma 18 metre sınırında çıkmıştır. 3 günün birleştirilmiş istatistik değerleri Ek.7 de verilmiştir.



Şekil V. 7 Tek Alıcıyla Yapılan Sabit Nokta Ölçümlerinin 3.Gün Sabah-Akşam Sonuçları

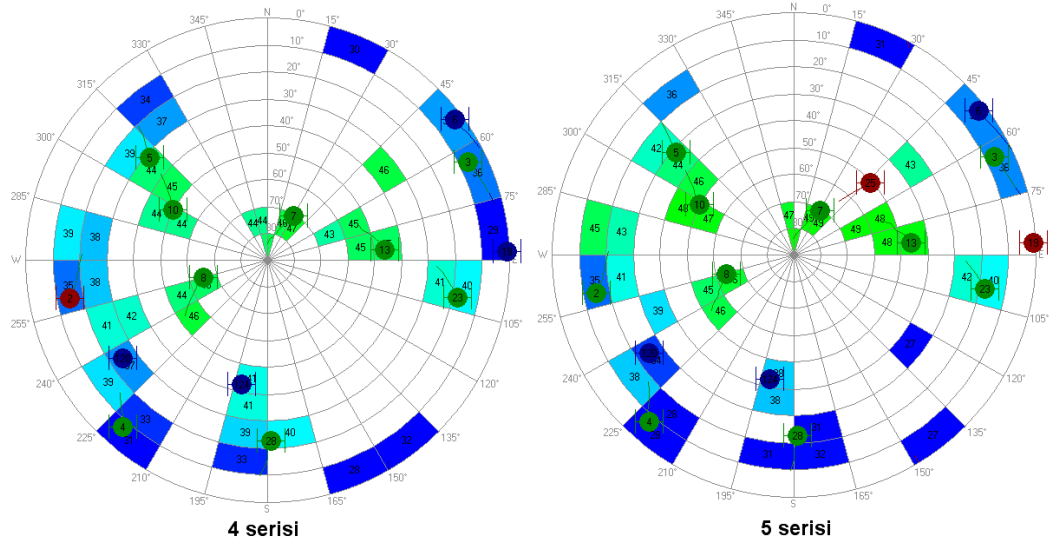
31 Ocak 2010 tarihinde karasal TV vericilerinin yoğun olduğu farklı bir konumda bulunan Büyük Çamlıca mevkiinde başka bir ölçüm yapılmıştır. Ölçüm günü ve saatinde hava hafif yağışlıdır. Bu ölçüme u-blox firmasının üretmiş olduğu yeni nesil olarak tabir edilen SBAS destekli Antaris u-blox 4 serisi GNSS alıcısı ile Galileo Sistemine Hazır olduğu beyan edilen ve SBAS destekli u-blox 5 serisi GNSS

alıcısı kullanılmıştır. İki GNSS alıcısında da 5 metre aktif yama anten kullanılmıştır. Bu alıcılar için üreticileri, çeşitli algoritmalar kullanıldığını böylelikle alıcının kararlılığının ve kilitlenme hızının daha iyi olduğunu beyan etmektedir. Şekil V.8’de kullanılan 4 serisi PCB’ li ve 5 serisi kutulu alıcıların resimleri gösterilmektedir. Bu iki cihaz ölçüm yapılırken aynı anda başlatılmıştır.



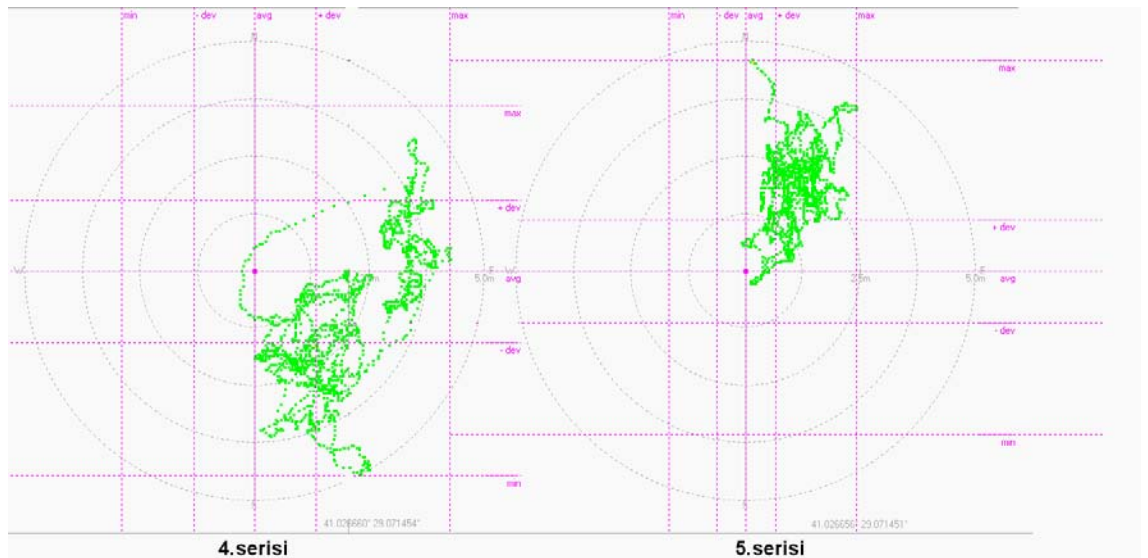
Şekil V. 8 4 serisi Antaris RCB-4H(TIM-4H) 5 serisi ublox5 (TIM-5H/LEA-5H Galileo Hazır)

UTC saatine göre 14:35 de başlayan ve 18:45’ de biten 4 saat 10 dakikalık ölçüm sonuçları incelendiğinde 5 serisi ve 4 serisi alıcının sinyal gürültü oranına göre her uydu için kazançları ufak farklılıklar göstermektedir. Bu fark alıcı antenlerinin farklı üreticiler tarafından üretilmesinden dolayı olabileceği gibi alıcıların ön-taraf’ında bulunan LNA tasarımlarıyla da ilgili olabilir. Şekil V.9 incelendiğinde 5 serisi ve 4 serisi alıcının görünür uydular abağındaki elevasyon ve azimut açılarının kazancı gösterilmektedir. Uydu konum abağı incelendiğinde 120 ve 124 numaralı uyduların hareket etmediği diğer uyduların ise hareket ettiği çizdiği çizgelere bakıldığında görülmektedir. 120 ve 124 nolu uydular EGNOS yer sabit uydularıdır. EK 10.A ve EK 11.B’ de bu uyduların ölçüm sonuçlarının istatistiksel verileri verilmektedir. Yaklaşık 15000 örnek için alınmış istatistiksel veriler incelendiğinde konumdaki sapma miktarları 5 serisi alıcıda daha azdır. Bu alıcılar SBAS desteği ile yani yer sabit uydulardan gelen bilgileri de kullanarak konum hesaplamalarını yapmaktadır.



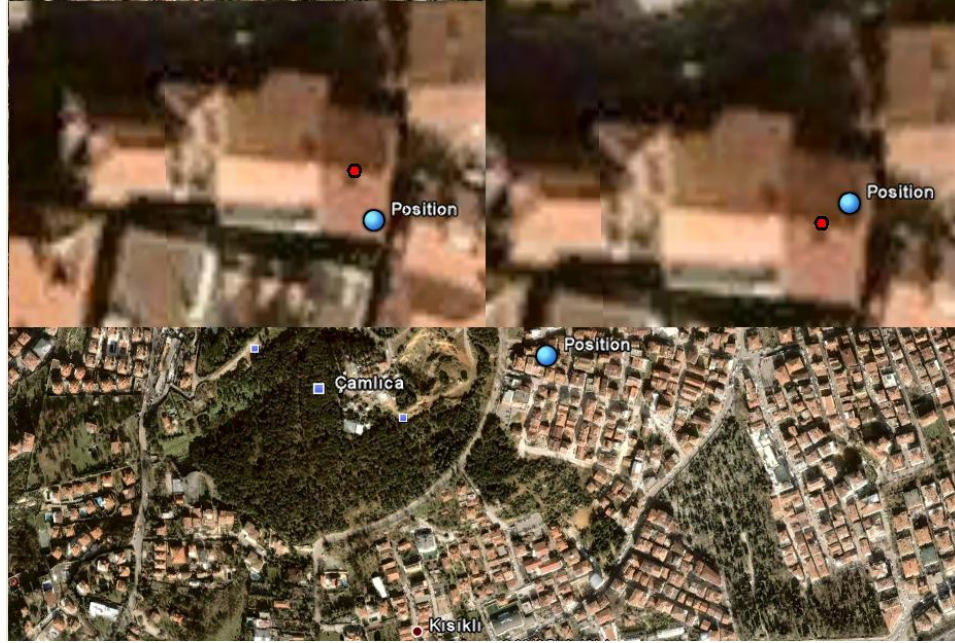
Şekil V. 9 Aynı Anda 2 GNSS Alıcısıyla Yapılan Ölçümlerin Uydu Konum ve Kazanç Durumu

Bu iki alıcının konum durumu incelendiğinde ikisinin de en fazla 5 metre sapma ile ölçüm yaptığı Şekil V.10 da gösterilmektedir. Yalnız alıcılardan anlık alınan konum bilgileri incelendiğinde ve harita inceleme için en sık kullanılan Google Earth Programında ilgili konumun mevkisine bakıldığında antenlerin bulunduğu mevki ile gösterilen nokta arasında farklılık bulunmaktadır. Bu da 5 metrelik hata payının içersindedir. Bu hata harita programından kaynaklanabileceği gibi GNSS alıcılarından da kaynaklanabilir.



Şekil V. 10 Aynı Anda 2 GNSS Alıcısıyla Belirlenen Konumun Sapma Grafiği

Şekil V.11’ de ölçüm yapılan konumun harita görüntüsü ve ölçüm yapılan nokta ile GNSS cihazlarının hesapladığı nokta gösterilmektedir. Küçük olan Kırmızı nokta GNSS alıcılarının bulunduğu konumdur. Büyük olan Mavi nokta ise alıcıların hesapladığı konumdur.



Şekil V. 11 Esas Konum ve Alıcı Tarafından Hesaplanan Konumun Gerçek Resmi

V.3 SONUÇ

Sivil kullanım için tasarlanan çeşitli GNSS alıcılarıyla yapılan ölçümler sonucunda 5 metre ile 8 metre arasında hata payı olan sonuçlar elde edilmiştir. GNSS alıcılarından gelen sonuçlar incelendiğinde ölçülen konum noktası harita üzerinde gerçek pozisyonuna denk gelmektedir. Yalnız harita programından kaynaklanacak hatalarda gerçek konumun net olarak tayini konusunda soru işareti doğurmaktadır. Yeryüzünün eğimli yapısı da düzlemsel haritada konumun gösterilmesi için bir hata kaynağıdır. Başta bilinen hata kaynaklarının haricinde ölçüm yapılan gündeki hava durumu iyonosferdeki ve troposferdeki atmosfer kaynaklı hatalar konum ölçümlerini etkilemektedir. Kullanılan alıcıların tasarımındaki ve hesaplama motorlarındaki özellikleri de konum tayininin hatalı hesap edilmesine neden olabilmektedir.

Belli başlı tüm bu veriler incelendiğinde elde edilen sonuçlar sivil kullanım için uygulama çözümleri getirebilecek niteliktedir.

BÖLÜM VI

EĞİTİM YAKLAŞIMI VE PLATFORMUN EĞİTİM AMAÇLI

KULLANILMASI

VI.1 GİRİŞ

Mesleki Teknik Eğitimde ve Mühendislik Eğitiminde uygulamalı yapılan eğitimlerin öğrenmeye sağladığı katkı açık olarak bilinmektedir. Uygulamalı eğitimlerde ise kullanılan donanımların özelliği, öğrenci ile sağladığı etkileşim büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle günümüzde kullanılan eğitim platformların ve setlerinin mevcut donanımının yanında bilgisayar destekli olması, simülasyon ve animasyonlarla desteklenmesi, uzaktan erişilebilir olması gibi özellikler platformların etkinliğini arttırmaktadır. Bu bölümde geliştirilen platformun kullanılırken uygulanması düşünülen eğitim yaklaşımı ve platformun eğitim amaçlı kullanılması anlatılacaktır.

VI.2 EĞİTİM AMAÇLI KULLANIM VE EĞİTİM YAKLAŞIMI

Bu tez kapsamında gerçekleştirilen donanımlar ve yazılımlar ölçme platformu, uydu haberleşmesi, gezgin haberleşme, coğrafi bilgi sistemleri, haritacılık ve kadastro, seyrüsefer, lojistik ve ulaştırma vb. derslerde kullanılabileceği gibi Elektronik, Haberleşme, Bilgisayar, Kontrol bilimleri alanlarında proje geliştirme ve problem çözmeye dayalı öğrenme ortamlarında örnek olarak kullanılabilir. Özellikle platformdan gelen verilerin analizi, ölçme performansında yapılacak filtrelemeler, iyileştirmeler ve başka donanımlar ile birlikte kullanılarak yapılacak çalışmalar bilimsel anlamda değerli olacaktır. Ayrıca bilgisayar desteğinin olması nedeniyle geliştirilen platformun animasyon ve simülasyon geliştirilmesinde yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Proje Tabanlı Öğrenme ve Problem Tabanlı Öğrenme; bireyi öğrenme ortamının içersine bizzat sokması, probleme ve çıkacak olan problemlere odaklaması, yaparak öğrenme temeline dayanması, yaparak öğrenirken problemlerle karşılaştığında bunları çözme yeteneği kazandırması nedeniyle bireyi aktif tutan, mesleki yeterlilikleri belli bir seviye üzerinde olan bireylere uygulandığında güzel etkin bir öğrenme ortamının oluşmasına yol açan çağdaş bir eğitim öğretim yöntemidir. Bu eğitim yönteminde projeler ve bu projelere bağlı problemler üretmek incelenmesi gereken ayrı bir husustur.

Proje tabanlı öğrenme modelinin incelenmesi amacıyla Marmara Üniversitesi Elektronik Bilgisayar Eğitimi Bölümünde 110 öğrenciyi kapsayan bir anket çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda öğrencilerin eğitim öğretim ortamlarına bakışı ve proje tabanlı eğitim unsurlarına verdiği yanıtlar incelenmiştir. Öne çıkan hususlar şu şekilde sıralanmıştır. Yapılan anket EK.12 de verilmiştir.

1) Öğretmenin sadece tahtada verdiği bilgi öğrenmeyi gerçekleştirir.

Öğrenciler, bu soruya katılmıyorum cevabını vermiştir. (A.O:2.09, S.S:0.89). Bu soruya verilen tepkiden anlaşılacağı üzere bu geleneksel öğretim modelinde öğretmenlerin bir dersin ayrıntısını sadece tahtada anlatması öğrencilere cazip gelmemektedir.

3) Öğretmenin derste anlattıklarını laboratuarda uygulamak öğrenmeyi gerçekleştirir.

Öğrenciler çoğunluğu bu öğretim modeline katılmaktadır. (A.O:4.28, S.S:0.60). Bu cevap öğrencilerin derste öğrendikleri bilgilerle birlikte laboratuvar uygulaması yapmalarının faydalı olduğunu belirtmektedir.

5) Bir konuyu daha iyi öğrenmek için animasyon tasarlamak öğrenmeyi gerçekleştirir.

Öğrenciler çoğunluğu bu maddeye katılmaktadırlar. (A.O:3.97, S.S:0.78). Bu anlamlı istatistiksel ifade animasyon tasarlamanın öğrenmeye katkısı olduğunu belirtmektedir.

6) *Anlaşılması zor olan konuları iş başında yaparak öğrenmek öğrenmeyi gerçekleştirir.*

Öğrenciler büyük çoğunlukta bu maddeye katılıyorum cevabını vermiştir. (A.O:4.42, S.S:062). Yüksek oranda çıkan bu sonuç anlaşılması zor olan konuları daha iyi anlamak için deney ve gözlem yapmak, animasyon veya simülasyon tasarlamak etkili olacağı düşünülmektedir.

7) *Bir konuyu öğrenmek için simülatör tasarlamak öğrenmeyi gerçekleştirir.*

Bu maddeye öğrenciler katılmaktadır. (A.O:3.85, S.S:0.84). Soru 5' de paralellik gösteren bu cevap ile öğrenciler simülasyon geliştirmeyi de animasyon geliştirme gibi öğrenmek için bir yöntem olarak kabul etmektedir.

8) *Bitirme projeleri öğrenmeyi gerçekleştirir.*

Öğrenciler bu maddeye katılmışlardır. (A.O: 3,71, S.S:0.96) Son sınıf öğrencileri 2 kredilik Bitirme Projesi dersi almaktadır. Bu ders kapsamında bilgi teknolojileriyle ilgili öğrenciler projeler geliştirmektedirler. Bu maddeye verilen cevaplara bakıldığında proje çalışması yapma kabul edilen bir öğrenme modelidir.

9) *Animasyon veya Simülatör tasarlarken daha çok araştırma yapmak gerekir.*

Öğrenciler büyük çoğunlukta bu maddeye katılıyorum cevabını vermiştir.(A.O:4.16, S.S:0,67). Bu yüksek oranda çıkan aritmetik ortalama öğrencilerin simülasyon veya animasyon tasarlarken verinin detaylarına da hakim olma gereksinimi doğurduğunu ve bu durumun daha çok araştırma yapılması gerektiğini göstermektedir.

11) *Laboratuarda yapılan öğretimde basamak basamak föylerle yapılması öğrenmeyi gerçekleştirir.*

Öğrenciler bu maddeye katılıyorum cevabı vermiştir.(A.O:3.63, S.S:0.94) Bu sonuç öğrencilerin laboratuarlarda adım adım uygulama yapmayı ve öğrenme föylerini takip etmeyi uygun bir yöntem olarak kabul ettiklerini göstermektedir.

13) Uygulama yaparken arkadaşlarla diyalog kurmak öğrenmeyi gerçekleştirir.

Öğrenciler büyük çoğunlukta bu maddeye katılıyorum cevabını vermiştir.(A.O:3.89,S.S:0.70) Bu sonuçlar öğrenciler proje yaparken birbirleriyle diyalog kurmanın önemini vurgulamaktadırlar.

14) Simülâtör tasarlarken sadece bilgi kaynağının gösterilmesi yeterlidir.

Öğrenciler büyük çoğunlukta bu maddeye katılmıyorum cevabını vermiştir. (A.O:2.31, S.S:0.74) Bu sonuç öğrencilerin simülâtör tasarlarken sadece kitap veya internet vb. gibi kaynakları yeterli bulmadıklarını göstermektedir. Bu öğrencilerin daha çok kaynağa ihtiyaç duyduklarını göstermektedir. Bu ihtiyaçlar uygulamalı, görsel ve çalışan kaynaklarla giderilebilir.

15) Simulatör tasarlarken herhangi bir örnek göstermek yeterlidir.

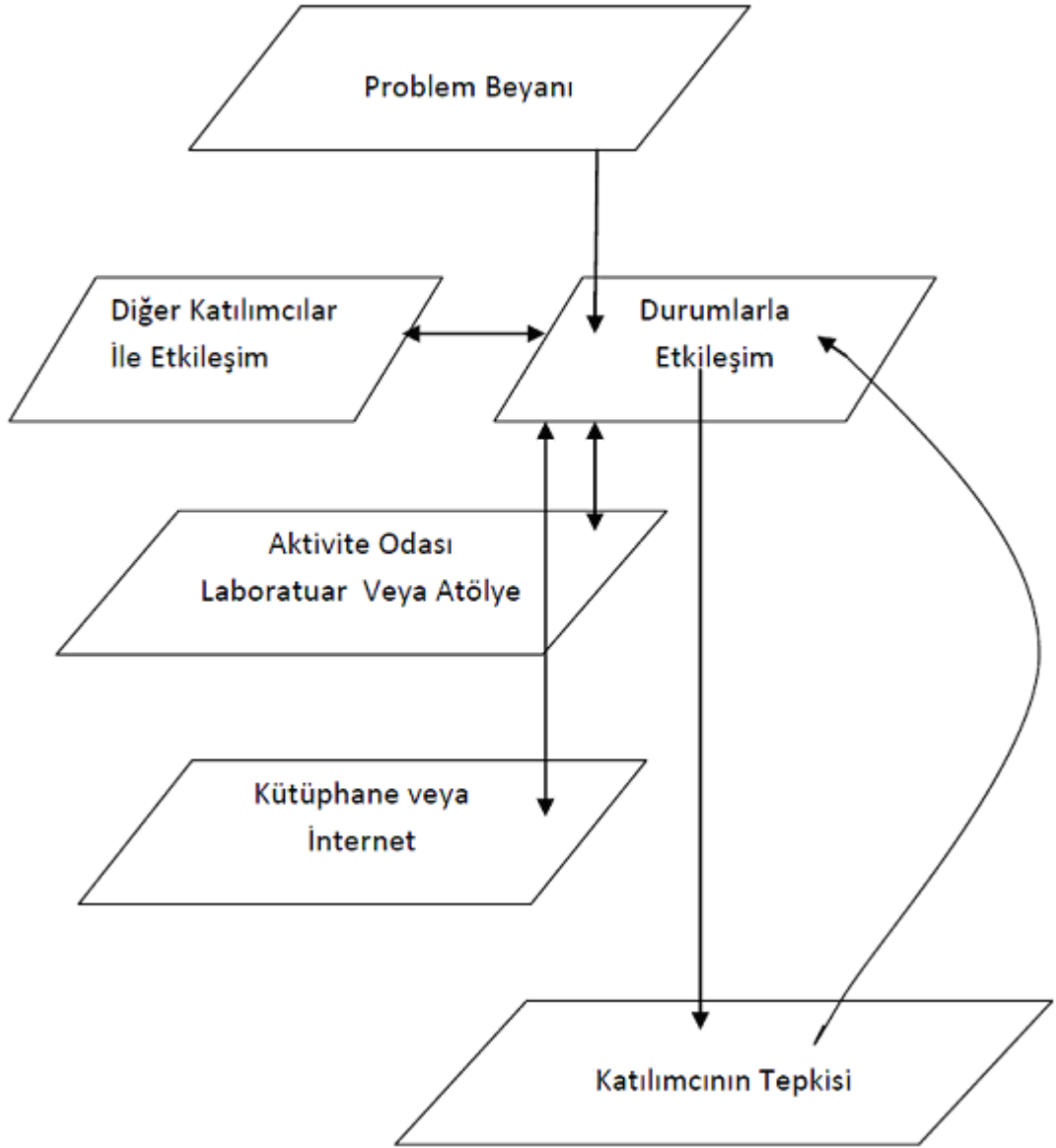
Öğrenciler büyük çoğunlukta bu maddeye katılmıyorum cevabını vermiştir. (A.O:2.47, S.S:0.98) 14.maddeyle paralel olarak sadece örnek göstermekte öğrenciler için yeterli bulunmamaktadır. Teorik ve pratik bilgilerle ve bilgi kaynaklarıyla öğrencinin donatılması önem arz etmektedir.

Bu maddelere ilave olarak öğrenciler bazı durumlar için kararsız kalmışlardır. Örneğin laboratuvar uygulaması yapmak yerine benzetim veya animasyon tasarlama konusunda başka bir deyişle birini terk ederek diğerini yapmanın faydalı olacağı konusunda net bir cevap vermemişlerdir. (12. Madde A.O:3.18, S.S:0.96- 16.Madde A.O:3.19, S.S:0.96)

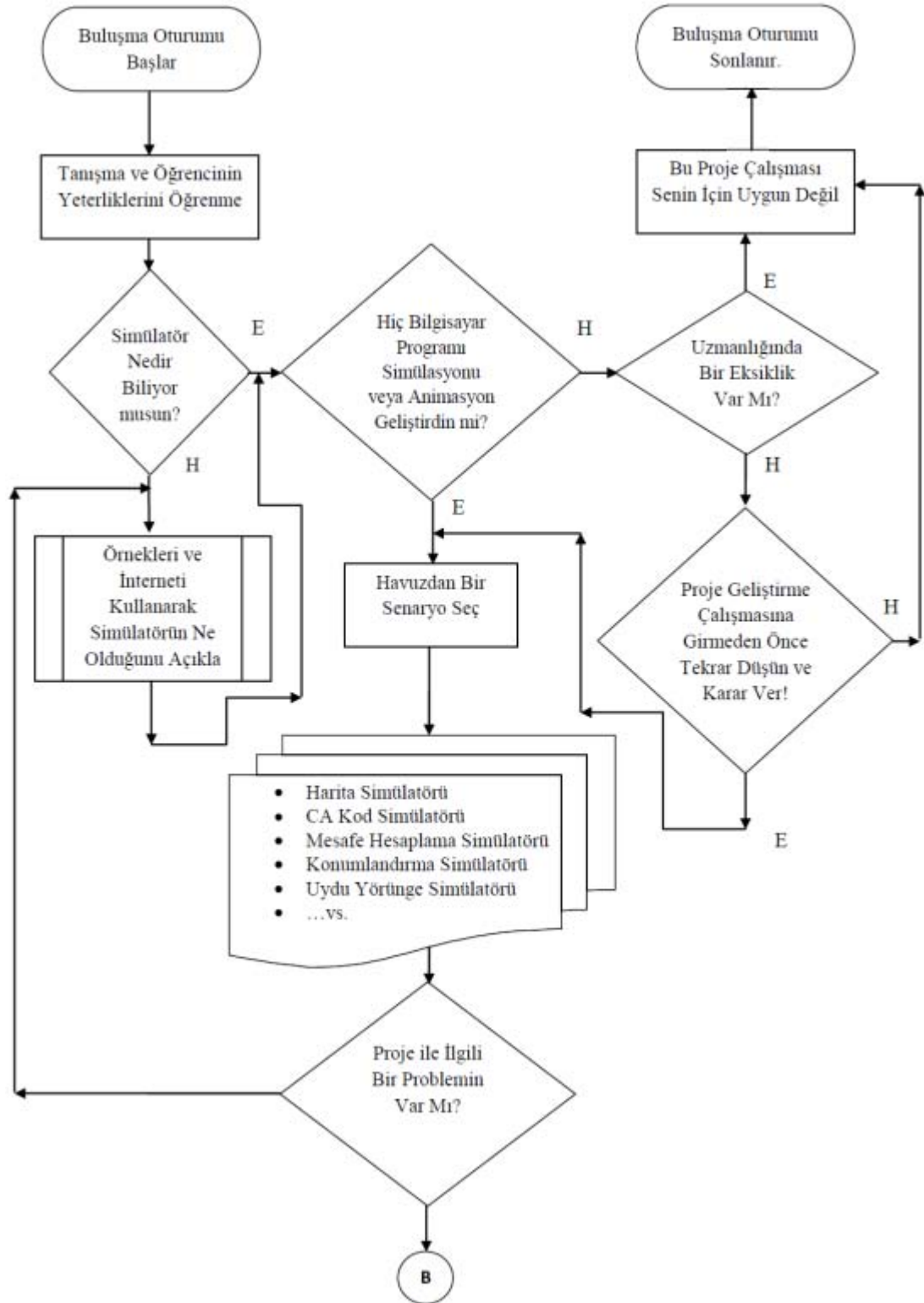
Yapılan anket çalışması sonucunda öğrenciler proje çalışması yaparak öğrenme yönteminin faydalı olduğunu, simülasyon ve animasyon tasarlamanın çok araştırma yapma gerektirdiğini, simülasyon ve animasyon tasarlamanın da öğretici bir yöntem olduğunu, simülasyon ve animasyon yaparken bir çok kaynaktan faydalanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Tüm bu veriler incelendiğinde GNSS sistemleri ile ilgili proje tabanlı öğrenme modeline dayalı çalışma yapılacağına; Şekil V.2’ de belirtilen akış diyagramının uygulanması ve geliştirilen platformun ve eğitim simülasyonlarının örnek olarak gösterilmesi faydalı olacaktır.

Simülâtör tasarımı yapılırken kabul edilen bir Genel Simülâtör Organizasyon şeması Şekil V.1 de verilmektedir [64].

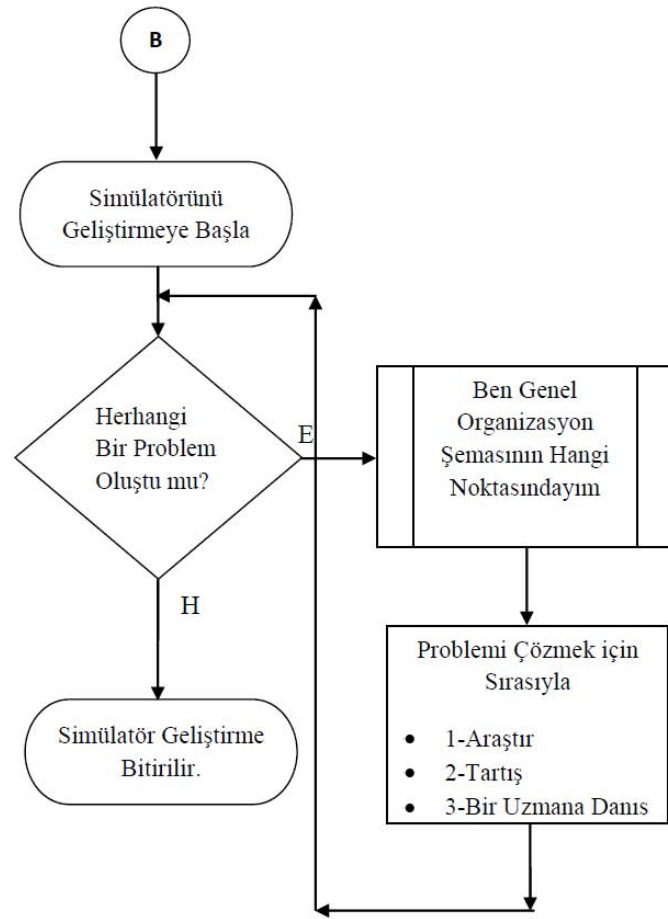
SİMÜLASYONUN GENEL ORGANİZASYONU



Şekil VI. 1 Simülâtörün Genel Organizasyon Şeması



Devam



Şekil VI. 2 Eğitim Yaklaşımı için Tasarlanan Akış Şeması

VI.3 SONUÇ

Geliştirilen platform proje tabanlı öğretim modelinde öğrencilere gösterilebilecek uygun bir örnektir. GNSS sistemleri ile ilgili geliştirilebilecek simülasyon ve animasyonlar için Şekil VI.2’ de verilen akış şemasının öğretici ile öğrenci arasında bir yol haritası olarak kullanılması uygundur.

BÖLÜM VII

DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

GNSS Sistemleri her geçen yükselen bir ivme ile gelişmektedir. Amerika Birleşik Devletleri başta olmak üzere Rusya, Çin, Avrupa Birliği, Japonya, Hindistan, Kanada ve Avustralya hükümetleri GNSS sistemlerinin takviyesi ve modernizasyonu için ciddi çalışmalar yapmaktadır [16-20]. Bilişim sektöründeki firmaların özellikle GNSS ve gezgin teknolojilerin birlikte kullanıldığı uygulamalar üzerine çalışmaları çok büyük boyutlara gelmiştir. Özellikle Google firması tüm dünyada bulunan yolların ve bu yolların çevresinin resimlerini çekmeye başlamıştır. Çekilen bu resimler internet haritalarıyla ilişkilendirilerek gidilmek istenen sokağın çevresi üç boyutlu olarak gösterilmektedir. Rus hükümeti GLONASS sisteminin güvenilirliğini arttırmak için çalışmaktadır. AB Uzay Ajansı da 2010 yılı sonunda 4 adet Galileo uydusunu yerleştirmek için anlaşma yapmıştır. Yapılan simülasyon çalışmalarına bakıldığında GGG sistemleri ideal uydu sayılarına ulaştığında GNSS cihazlarının ölçmedeki hataları cm seviyelerinde olacaktır. Ayrıca yer sabit uydularının da takviyeleriyle uydu tabanlı seyrüsefer sistemlerinin daha net sonuçlar vereceği açıktır.

Günümüzde araçlarda kullanılan takip sistemleri GSM şebekesi üzerinde GPRS tabanlı olarak çalışmaktadır. Yakın bir gelecekte seyrüsefer sistemleri ile birlikte görüntü kaydı vb. gibi çoklu-ortam uygulamaları için bu mevcut sistemler yeterli cevap veremeyecek duruma gelecektir. Bu nedenle gelecekte geliştirilecek GNSS platformları için 3G (3.Nesil) ve 4G (4.Nesil) olarak adlandırılan UMTS, CDMA2000, FOMA, WiMAX, FlashOFDM sistemleri aracılığıyla haberleşmesi sağlanabilir.

Harita uygulamaları seyrüsefer sistemleri için başlı başına irdelenmesi gereken bir konudur. Şehir hayatındaki hızlı yapılanma arazi yapısının imar

nedeniyle değişmesi adreslerin ve yolların değişmesine neden olmaktadır. Bu da uydu haritalarının s¼rekli olarak g¼ncellenmesi ihtiyaını doğurmaktadır. Ülkelerin kendi haritalarını oluşturması bağımsız kaynak oluşturma konusunda olumlu bir aşamadır. Yalnız devamlı olarak geliştirilmesi gereklidir. Buda uydu fotoğrafları ve yeni nesil belediyeçilik desteğiyle sağlanabilir. K¼reselleřen d¼nyada en g¼ncel harita için tek bir konsorsiyumun çalışması uydulardan gelen fotoğrafların hızlı bir şekilde derlenerek internet ¼zerinden t¼m d¼nyadaki kullanıcılara sunulması seyr¼sefer sistemlerinin etkinliğini arttıracaktır. Hatta şu an hayal olarak d¼ř¼n¼lebilecek fakat ileride gayet m¼mk¼n olabilecek bir proje ¼rneęinde t¼m d¼nya için 10' ar dakika arayla uydulardan d¼nya resimlerinin çekilmesi ve haritaların internet sunucularında g¼ncellenerek yeni nesil takip sistemlerinin oluşturulması sağlanabilir. B¼ylelikle trafik yoğunluğu, n¼fus yoğunluğu, inşaat ve yapı takibi vb. durumlara karşı daha etkin öz¼mlerin sağlanması m¼mk¼n olacaktır.

Gerçekleştirilen platformda L1 ve L2 bandını kullanan çok daha pahalı keşifler için ¼retilmiř GNSS alıcılarının kullanılması ¼lme performansının en iyi durumunu belirlemek için faydalı olacaktır. Ayrıca eşitli GNSS alıcıları ve antenleri kullanarak ¼l¼mlerin yapılması tasarım farkından dolayı oluşabilecek hataların tespiti için ¼nemlidir.

Galileo sisteminin testlerinin devam etmesi ve hali hazırda kullanıcılar için katkı sağlamaması Avrupa Birliği ¼lkeleri için Amerikan malı GPS sistemine bağımlılıklarını arttıran bir handikaptır. Yalnız Galileo ile birlikte y¼r¼t¼len EGNOS sistemi ile GPS sistemine yer sabit uydularla takviye sağlayarak Avrupa b¼lgesinde daha hassas konum tayini çalışmaların yapılması kayda değer bir gelişmedir. 1 Ekim 2009 tarihinde EGNOS sisteminin açık servis olarak ¼cretsiz kullanıma açıldığı Ulaştırma Politikalarından sorumlu AB Başkan Yardımcısı tarafından duyurulmuştur.[65] Yalnız bu sistemin desteğinin alınabilmesi için EGNOS destekli GNSS alıcısının satın alınması gereklidir. Galileo sistemiyle ilgili olarak tam kurulum antlaşması yapıldığı 2012 yılının haziran ayında yeni bir uydu atılacağı ve ¼er ay arayla 2 şer uydu atılarak toplam 14 uydunun atılması için anlaşma yapıldığı duyurulmuştur. [66]

Çok hızlı gelişen GNSS sistemleri ve bu sistemlerinin ¼r¼nleri için ciddi çalışmaların yapılması gereklidir. Geliştirilen platform daha ileri uygulama ve ¼lme sistemleri için ¼rnek olacak niteliktedir. Bu platformun her yıl geliştirilen yeni nesil

GNSS alıcılarıyla bağlantıları yapılarak verilen ölçme ve uygulama eğitimleri yenilenmelidir. Bu tez kapsamında gerçekleştirilen yazılımlar ve donanımlar incelenerek daha gelişmiş GNSS sistemleri örnekleri; özellikle proje ekipleri kurularak gerçekleştirilebilir. Çalışılması önemli görülen proje örneklerinin Tablo VII.1’ de belirtilen uygulamalardan oluşması ülke yararına olacaktır.

Tablo VII. 1 Geliştirilmesi Faydalı Olacak Uygulama ve Fayda Tablosu

<i>Uygulama</i>	<i>Faydası</i>
Uydu gözlem ve yörünge Rotası Tahmin uygulaması	İleride geliştirilebilecek bir uydu seyrüsefer sistemi için simülasyon çalışmalarına katkı sağlanmak.
Ülke geneline yayılmış GNSS sistemlerinden gelen verileri kaydeden sorgulayan raporlayan ulusal veri tabanı kurulumu uygulaması	Ülke ve komşu ülke sınırlarında GNSS hata kaynaklarının etkisini tespit etmenin ve ölçme hassasiyetini arttırmak için yöntemlerin geliştirilmesinin sağlamak.
Ulusal yer sabit uydulardan gönderilecek GNSS hata doğrulama parametrelerine göre yeni konum tayini yazılım uygulaması.	Ülke coğrafyası içinde ulusal SBAS sisteminin oluşturulmasının sağlanmak.
10000 km ve 40000 km’ arasında konumu değişen atomik saati bulunan nesneler arasında mesafe ölçümü veya simülasyonu uygulaması	İleride geliştirilebilecek ulusal alıcılar için temel işlem yapısının gerçekleştirilmek.
Mikrodenetleyiciler için en az 4 ve en fazla 16 bilinmeyenli denklem çözümleri için standart algoritma fonksiyonları oluşturma uygulaması	Şifresiz gelen GPS uydu sinyalleri için ulusal GNSS alıcı mikrodenetleyici yazılımını gerçekleştirmek.

KAYNAKLAR

- [1] Keating, J.; Franz, D. :”Educating GPS/GIS Technician of the Future”,
29th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, S.J., Puerto Rico,
(1999), 1
- [2] G. Beyerle; M. Ramatschi; R. Galas ;T. Schmidt; J. Wickert; M. Rothacher:
“A data archive of GPS navigation messages”,*GPS Solutions*, DOI
10.1007/s10291-008-0095-y, (2008)
- [3] Zhen, Dai; Stefan, Knedlik; Otmar, Loffeld: “A MATLAB toolbox for
attitude determination with GPS multi-antenna systems”, *GPS Solutions*,DOI
10.1007/s10291-008-0108-x,(2008)
- [4] Ruizhi, Chen; Felix, Toran-Marti; Javier, Ventura-Traveset: ”Access to the
EGNOS signal in space over mobile-IP”, *GPS Solutions*, (2003), 7:16-22
- [5] Robert ,Wolf; Markus, Thalhammer; Guenter, W. Hein: “The German Galileo
Test Environment”, University FAF Munich, Institute of Geodesy and
Navigation, *German Space Agency Foundation*
- [6] Reza, Ghoddousi-Fard; Peter, Dare: “Online GPS processing services: an
initial study”, *GPS Solutions*, (2006), 10:12–20
- [7] Kai, Borre: “The GPS Easy Suite–Matlab code for the GPS newcomer”, *GPS
Solutions*, (2003), 7:47–51
- [8] R. Benjamin, Harris; Richard, G. Mach: “The GPSTk: an open source GPS
toolkit”, *GPS Solutions*, (2003), 7:47–51
- [9] Canan, S.,” Yapay Sinir Ağları ile GPS Destekli Navigasyon Sistemi”,
Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, (2006)
- [10] Marilyn, Winter; George, Tylor: “Modular Neural Networks for Map-
Matched GPS Positioning”, *Proceedings of the Fourth International
Conference on Web Information Systems Engineering Workshops*, IEEE,
(2004)
- [11] Naser, El-Sheimy; Kai-Wei, Chiang; Aboelmagd, Nouredin: “The
Utilization of Artificial Neural Networks for Multisensor System Integration
Navigation and Positioning Instruments”, *IEEE Transactions On
Instrumentation And Measurement*, vol.55,no.5, (2006)

- [12] Aydin, S.; Kaptan, H.; “Computer-Aided Mobile GPS Education Set”, *International Journal of Engineering Education*, Vol. 24, No. 1, (2008), pp. 40-45
- [13] <http://www.dodmedia.osd.mil> (Aralık 2009)
- [14] Richard, D., Fontana; Wai, Cheung; Tom, Stansell: “The Modernized L2 Civil Signal”, *GPSWorld*, (Eylül 2001)
- [15] Boa J., Tsui Y.: “Fundamentals of Global Positioning System Receivers”, *A Software Aproach*, Wiley, USA, 1, (2000),
- [16] http://www.esa.int/esaCP/SEM3ODSHKHF_index_0.html (Aralık 2009)
- [17] http://www.esa.int/esaNA/SEM86CSMD6E_galileo_0.html (Aralık 2009)
- [18] Chris, Rizos; Matthew, B., Higgins; S., Hewitson:” New Global Navigation Satellite System Developments and Their Impact on Survey Service Providers and Surveyors”, *The National Biennial Conference of the Spatial Sciences Institute*, Melbourne, September, (2005)
- [19] Kayton, M.; Fried, W. :“Avionics Navigation Systems”, 2nded., New York, (1997)
- [20] CANSPACE, “China Satellite Navigation System Update “, *Canadian Space Geodesy Forum*, (2001)
- [21] Hoffman-Wellenhof, B.; H,Lichtenger,; J. Collins,: ”Global Positioning System”, *Theory and Practice* ,3rded., New York, Springer-Verlag, (1994)
- [22] <http://www.fourmilab.ch/cgi-bin/uncgi/Earth> (Aralık 2009)
- [23] <ftp://tycho.usno.navy.mil/pub/gps/gpstd.txt> (Aralık 2009)
- [24] <http://www.sworld.com.au/steven/space/usmil-rec.txt> (Aralık 2009)
- [25] Shaw, M.; K. Sandhoo; D., Turner: “Modernization of GPS”, *GPS World*, Vol.11, No.9, September, (2000), 36-44
- [26] <http://www.af.mil> (Mart 2004)
- [27] <http://GPSWorld.com> (2005)
- [28] http://en.wikipedia.org/wiki/Wide_Area_GPS_Enhancement (Temmuz 2009)
- [29] El-Rabbani, A.: “Introduction to GPS”, Norwood, Artec House, (2002)
- [30] http://en.wikipedia.org/wiki/Galileo_positioning_system (Temmuz 2009)
- [31] <http://falcom.de> (Aralık 2009)
- [32] <http://www.ublox.com> (Aralık 2009)
- [33] <http://www.navcen.uscg.gov/gps/modernization/default.htm>(Aralık 2009)

- [34] Hv.Plt.Ütgm.Çinar, T.: "GNSS", *Hava Harp Okulu Komutanlığı, Uzay Politikaları, Uzay Bölümü*, (2004)
- [35] http://www.esa.int/esaNA/SEMCUA3XTVF_galileo_0.html (Aralık 2009)
- [36] İyidir, B.; Özkazanç, Y.: "GPS Alıcılarının Karıştırılması (Jamming of GPS Receivers)", 0-7803-8318-4104, IEEE,(2004)
- [37] Gao, X.,G.; Denis, M, Akos; Tod, Walter; Pe,r Enge;"Giovè B on the Air", *Inside GNSS*, May/June, (2008)
- [38] Christian, Tiberius; Hans, Marel; Sleewaegen, J-M.; Frank, Boon; Analyzing a Giovè A/B Double Difference, *Inside GNSS*, September, (2008)
- [39] <http://www.glonass-ianc.rsa.ru/pls/htmldb/f?p=202:20:13860516985666294984::NO> (01.07.2009)
- [40] http://en.wikipedia.org/wiki/Wide_Area_GPS_Enhancement (Temmuz 2009)
- [41] http://en.wikipedia.org/wiki/Multi-functional_Satellite_Augmentation_System (Temmuz 2009)
- [42] http://en.wikipedia.org/wiki/Beidou_navigation_system (Temmuz 2009)
- [43] <http://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/product> (Mart 2004)
- [44] Simsky , A.; Mertens, D.; Sleewaegen; Tom,Willems: " Multipath and Tracking Performance of Galileo Ranging Signals Transmitted by GIOVE-A", *Septentrio Satellite Navigation*, Belgium,Martin, Hollreiser; Massimo, Crisci; ESA/ESTEC, Netherlands, (2008)
- [45] Navstar GPS Space Segment / User Segment L5 Interfaces, *ARINC Engineering Services*, LLC 2250 E. Imperial Highway, Suite 450 El Segundo, CA 90245-3509, 22 September, (2005)
- [46] <http://www.septentrio.com/> (Aralık 2009)
- [47] Simsky , A.; Mertens, D.; Sleewaegen, J-M;, Hollreiser;M., Crisci, M.: "Experience with Galileo Signal in the field," *Proceedings of the ENC-GNSS-2007*, Geneva, 29-31 Mayıs, (2006)
- [48] http://en.wikipedia.org/wiki/European_Geostationary_Navigation_Overlay-Service (Temmuz 2009)
- [49] Ankit, R., Mathur; Felix, T-Marti; Dr. Javier V-Traveset: "*SISNET User Interface Document*", ESA GNSS1 Project Office, Rev1, (15.05.2006)

- [50] Aydın,Serkan:”Bilgisayar Destekli Küresel Konumlandırma Sistemi Eğitim Setinin Gerçekleştirilmesi, *Yük.Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, İstanbul, (2002)
- [51] Borre, K.; Dennis, M.,A.; Nikolaj, B.;Peter,R.;S.,H.,Jensen: “A Software-Defined GPS Galileo Receiver”, Boston, Birkhauser, (2007), pp. 23-29
- [52] [http://www.insidegnss.com/node/1631#Baseband Technologies Inc](http://www.insidegnss.com/node/1631#Baseband_Technologies_Inc) (2009)
- [53] Verhoef, P.: “EGNOS Open Service Defination Document”, Rev.1.0,EC, (01.10.2009)
- [54] Klobuchar, J., A.: “Ionospheric Effects on GPS”, Parkinson B., W., ;Jr., J., J., Spilker, eds., “*Global Positioning System: Theory and Applications*”, volume I, chapter 12, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., Washington D.C., USA,(1996), pp. 486-516.
- [55] http://docs.tibbo.com/phm/index.html?em120_em200_ev.htm (2010)
- [56] <http://www.cs.columbia.edu/~sedwards/classes/2010/4840/Davicom-DM9000A-Ethernet-controller.pdf> (2010)
- [57] <http://docs.tibbo.com/taiko/index.html> (2010)
- [58] Dogan, İbrahim: “Teaching the Principles of Modern Electricity Metering”, *Int. J. Engng Ed.* Vol. 24, No. 6, (2008), pp. 1163±1169
- [59] S., A., Shirsavar: “Teaching Practical Design of Switch-Mode Power Supplies”, *IEEE Transactions on Education*, vol. 47, no. 4, November, (2004)
- [60] Wells, D.E., N., Beck, D., Delikaraoglu, A., Kleusberg, E.J., Krakiwsky, G., Achapelle, R.B., Langley, M., Nakiboglu, K.P., Schwarz, J.M., Tranquilla; P., Vanicek: “Guide to GPS Positioning”, *University of New Brunswick Graphic Services*, Fredericton, (1986)
- [61] Lachapelle, G.: “Advanced GPS – Theory and Applications”, ENGO625 Lecture Notes, Department of Geomatics Engineering, University of Calgary, (2004)
- [62] http://www.ngs.noaa.gov/FGCS/info/sans_SA/compare/DSRC-before.gif (1997)
- [63] Aydın, S.; Kaptan, H.:” Learning by Developing a Satellite Navigation Simulator”, *Computer Applications in Engineering Education*, Wiley Periodicals Inc., DOI 10.1002/cae.20330, (2009)

- [64] Luis, A., Godoy: “Learning-by-Doing in a Web-Based Simulated Environment”, ITHET 6th Annual *International Conference*, Juan Dolio, Dominican Republic, **(2005)**
- [65] http://www.esa.int/esaNA/SEM2HGF280G_egnos_0.html **(1 Ekim 2009)**
- [66] http://www.esa.int/esaNA/SEMPX0SJR4G_galileo_0.html **(27 Ocak 2010)**
- [67] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/22228A.pdf>**(2010)**

EKLER

EK 1 13 TEMMUZ 2009 GPS DURUMU

UNCLASSIFIED

GPS OPERATIONAL ADVISORY 194.OA1

SUBJ: GPS STATUS 13 JUL 2009

1. SATELLITES, PLANES, AND CLOCKS (CS=CESIUM RB=RUBIDIUM):

A. BLOCK I : NONE

B. BLOCK II: PRNS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

PLANE : SLOT B2, D1, C2, D4, B6, C5, A6, A3, A1, E3, D2, B4, F3, F1

CLOCK : RB, RB, CS, RB, RB, RB, RB, CS, CS, CS, RB, RB, RB, RB

BLOCK II: PRNS 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

PLANE : SLOT F2, B1, C4, E4, C3, E1, D3, E2, F4, D5, A5, F5, A4, B3

CLOCK : RB, RB, RB, RB, RB, RB, RB, RB, RB, RB, CS, RB, RB, CS, RB

BLOCK II: PRNS 29, 30, 31, 32

PLANE : SLOT C1, B5, A2, E5

CLOCK : RB, CS, RB, RB

2. CURRENT ADVISORIES AND FORECASTS :

A. FORECASTS: FOR SEVEN DAYS AFTER EVENT CONCLUDES.

NANU	MSG	DATE/TIME	PRN	TYPE	SUMMARY
(JDAY/ZULU TIME START - STOP)					

2009039	012014Z	JUL 2009	25	FCSTSUMM	177/0940-182/2005
---------	---------	----------	----	----------	-------------------

B. ADVISORIES:

NANU	MSG	DATE/TIME	PRN	TYPE	SUMMARY
(JDAY/ZULU TIME START - STOP)					

2009037	261003Z	JUN 2009	25	UNUSUFN	177/0940-/
---------	---------	----------	----	---------	------------

C. GENERAL:

NANU	MSG	DATE/TIME	PRN	TYPE	SUMMARY
(JDAY/ZULU TIME START - STOP)					

2009020	202158Z	MAR 2009		GENERAL	/-/
2009021	241836Z	MAR 2009	01	LAUNCH	/-/
2009023	262212Z	MAR 2009		GENERAL	/-/
2009025	061455Z	APR 2009		GENERAL	/-/

3. REMARKS:

[HTTP://WWW.NAVCEN.USCG.GOV](http://www.navcen.uscg.gov)

C. MILITARY SUPPORT WEBPAGES CAN BE FOUND AT THE FOLLOWING

[HTTPS://GPS.AFSPC.AF.MIL/GPS](https://gps.afspc.af.mil/gps) OR [HTTP://GPS.AFSPC.AF.MIL/GPSOC](http://gps.afspc.af.mil/gpsoc)

EK 2 GEÇMİŞ FIRLATMALAR VE PLANLANAN FIRLATMALAR

Blok I

Tarih	Roket	Tip	Seri-No.	Atılma Yeri	Uydu	SVN	PRN	Sonuç	Notlar
1978-02-22	Atlas F			VAFB SLC-3E	NAVSTAR [1]	1 01		Başarılı	İlk GPS uydusu
1978-05-13	Atlas F			VAFB SLC-3E	NAVSTAR [2]	2 02		Başarılı	
1978-10-06	Atlas F			VAFB SLC-3E	NAVSTAR [3]	3 03		Başarılı	
1978-12-10	Atlas F			VAFB SLC-3E	NAVSTAR [4]	4 04		Başarılı	
1980-02-09	Atlas F			VAFB SLC-3E	NAVSTAR [5]	5 05		Başarılı	
1980-04-26	Atlas F			VAFB SLC-3E	NAVSTAR [6]	6 06		Başarılı	
1981-12-18	Atlas F			VAFB SLC-3E	NAVSTAR 7	07		Failure	
1983-07-14	Atlas F			VAFB SLC-3W	NAVSTAR [7]	8 08		Başarılı	
1984-06-13	Atlas E			VAFB SLC-3W	NAVSTAR [8]	9 09		Başarılı	
1984-09-08	Atlas F			VAFB SLC-3W	NAVSTAR [9]	10 10		Başarılı	
1985-10-09	Atlas E			VAFB SLC-3W	NAVSTAR [10]	11 11		Başarılı	
					NAVSTAR 12	12		Hiç Atılmadı	

Blok II

Tarih	Roket	Tip	Seri-No.	Atılma Yeri	Uydu	SVN	PRN	Sonuç	Notlar
1989-02-14	Delta II	6925	184	CCAFS LC-17A [11]	NAVSTAR II-1 [12]	14		Başarılı	İlk Delta II Atılması
1989-06-10	Delta II	6925	185	CCAFS LC-17A	NAVSTAR II-2 [13]	13		Başarılı	
1989-08-18	Delta II	6925	186	CCAFS LC-17A	NAVSTAR II-3 [14]	16		Başarılı	
1989-10-21	Delta II	6925	188	CCAFS LC-17A	NAVSTAR II-4 [15]	19		Başarılı	
1989-12-11	Delta II	6925	190	CCAFS LC-17B	NAVSTAR II-5 [16]	17		Başarılı	
1990-	Delta	6925	191	CCAFS	NAVSTAR	18		Başarılı	

01-24	II			LC-17A	II-6 [17]				
1990-03-26	Delta II	6925	193	CCAFS LC-17A	NAVSTAR II-7 [18]	20		Başarılı	
1990-08-02	Delta II	6925	197	CCAFS LC-17A	NAVSTAR II-8 [19]	21		Başarılı	
1990-10-01	Delta II	6925	199	CCAFS LC-17A	NAVSTAR II-9 [20]	15		Başarılı	

Blok IIA

Tarih	Roket	Tip	Seri-No.	Atılma Yeri	Uydu	SVN	PRN	Sonuç	Notlar
1990-11-26	Delta II	7925	201	CCAFS LC-17	GPS IIA-1 [21]	23	32	Başarılı	
1991-07-04	Delta II	7925	206	CCAFS LC-17	GPS IIA-2 [22]	24	24	Başarılı	
1992-02-23	Delta II	7925	207	CCAFS LC-17	GPS IIA-3 [23]	25	25	Başarılı	
1992-04-10	Delta II	7925	208	CCAFS LC-17	GPS IIA-4 [24]	28		Başarılı	
1992-07-07	Delta II	7925	211	CCAFS LC-17	GPS IIA-5 [25]	26	26	Başarılı	
1992-09-09	Delta II	7925	214	CCAFS LC-17	GPS IIA-6 [26]	27	27	Başarılı	
1992-11-22	Delta II	7925	216	CCAFS LC-17	GPS IIA-7 [27]	32		Başarılı	
1992-12-18	Delta II	7925	217	CCAFS LC-17	GPS IIA-8 [28]	29		Başarılı	
1993-02-03	Delta II	7925	218	CCAFS LC-17	GPS IIA-9 [29]	22		Başarılı	
1993-03-29	Delta II	7925	219	CCAFS LC-17	GPS IIA-10 [30]	31		Başarılı	
1993-05-13	Delta II	7925	220	CCAFS LC-17	GPS IIA-11 [31]	37		Başarılı	
1993-06-26	Delta II	7925	221	CCAFS LC-17	GPS IIA-12 [32]	39	09	Başarılı	
1993-08-30	Delta II	7925	222	CCAFS LC-17	GPS IIA-13 [33]	35		Başarılı	
1993-10-28	Delta II	7925	223	CCAFS LC-17	GPS IIA-14 [34]	34	04	Başarılı	
1994-03-10	Delta II	7925	226	CCAFS LC-17	GPS IIA-15 [35]	36	06	Başarılı	
1996-03-28	Delta II	7925	234	CCAFS LC-17	GPS IIA-16 [36]	33	03	Başarılı	
1996-07-	Delta	7925A	237	CCAFS	GPS IIA-17	40	10	Başarılı	

[16](#) II LC-17 [\[37\]](#)
[1996-09-12](#) Delta 7925A 238 CCAFS GPS IIA-18 30 30 Başarılı
[12](#) II LC-17 [\[38\]](#)

Block IIR

Tarih	Roket	Tip	Seri-No.	Atılma Yeri	Uydu	SVN	PRN	Sonuç	Notlar
1997-01-17	Delta II	7925-9.5	241	CCAFS LC-17	GPS IIR-1	42			<i>Ateşlemeden 13 sn. sonra infilak</i>
1997-07-23	Delta II	7925-9.5	245	CCAFS LC-17	GPS IIR-2 [39]	43	13	Başarılı	
1999-10-07	Delta II	7925-9.5	275	CCAFS SLC-17	GPS IIR-3 [40]	46	11	Başarılı	
2000-05-11	Delta II	7925-9.5	278	CCAFS SLC-17	GPS IIR-4 [41]	51	20	Başarılı	
2000-07-16	Delta II	7925-9.5	279	CCAFS SLC-17	GPS IIR-5 [42]	44	28	Başarılı	
2000-11-10	Delta II	7925-9.5	281	CCAFS SLC-17	GPS IIR-6 [43]	41	14	Başarılı	
2001-01-30	Delta II	7925-9.5	283	CCAFS SLC-17	GPS IIR-7 [44]	54	18	Başarılı	
2003-01-29	Delta II	7925-9.5	295	CCAFS SLC-17	GPS IIR-8 [45]	56	16	Başarılı	
2003-03-31	Delta II	7925-9.5	297	CCAFS SLC-17	GPS IIR-9 [46]	45	21	Başarılı	
2003-12-21	Delta II	7925-9.5	302	CCAFS SLC-17	GPS IIR-10 [47]	47	22	Başarılı	
2004-03-20	Delta II	7925-9.5	303	CCAFS SLC-17	GPS IIR-11 [48]	59	19	Başarılı	
2004-06-23	Delta II	7925-9.5	305	CCAFS SLC-17	GPS IIR-12 [49]	60	23	Başarılı	
2004-11-06	Delta II	7925-9.5	308	CCAFS SLC-17	GPS IIR-13 [50]	61	02	Başarılı	

Block IIR-M

Tarih	Roket	Tip	Seri-No.	Atılma Yeri	Uydu	SVN	PRN	Sonuç	Notlar
2005-09-26	Delta II	7925-9.5	313	CCAFS SLC-17	GPS IIR-M-1 [51]	53	17	Başarılı	Modernize edilmiş GPSL2C sinyali gönderildi.
2006-09-25	Delta II	7925-9.5	318	CCAFS SLC-17	GPS IIR-M-2 [52]	52	31	Başarılı	
2006-11-17	Delta II	7925-9.5	321	CCAFS SLC-17	GPS IIR-M-3 [53]	58	12	Başarılı	
2007-10-17	Delta II	7925-9.5	328	CCAFS SLC-17	GPS IIR-M-4 [54]	55	15	Başarılı	
2007-12-20	Delta II	7925-9.5	331	CCAFS SLC-17	GPS IIR-M-5 [55]	57	29	Başarılı	
2008-03-15	Delta II	7925-9.5	332	CCAFS SLC-17	GPS IIR-M-6 [56]	48	07	Başarılı	
2009-03-24	Delta II	7925-9.5	340	CCAFS SLC-17	GPS IIR-M-7 [57]	49	01	Başarılı	Modernize edilmiş GPS L5 sinyali gönderecek

Planlanan Fırlatmalar

Block IIR-M

Tarih	Roket	Tip	Seri-No.	Atılma Yeri	Uydu	Notlar
2009-08-14	Delta II	7925-9.5		CCAFS SLC-17	GPS IIR-M-8	

Block IIF

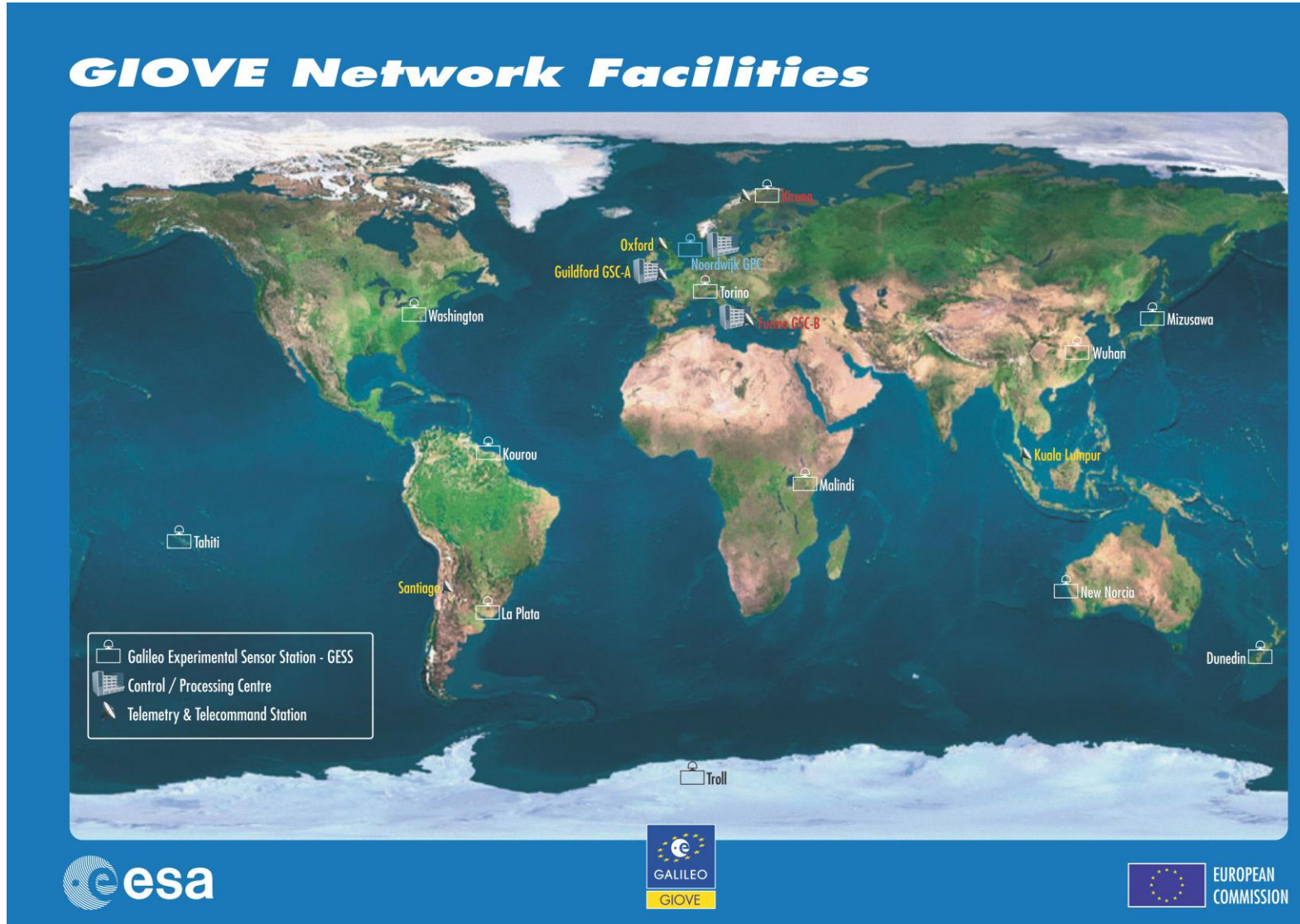
Tarih	Roket	Tip	Seri-No.	Atılma Yeri	Uydu	Notlar
2009-10-22	Delta IV	Medium		CCAFS SLC-37B	GPS IIF-1	
2009	Delta IV	Medium		CCAFS SLC-37B	GPS IIF-2	
2010	Atlas V	401		CCAFS SLC-41	GPS IIF-3	
2010	Atlas V	401		CCAFS SLC-41	GPS IIF-4	
2010	Delta IV	Medium		CCAFS SLC-37B	GPS IIF-5	
2010	Atlas V	401		CCAFS SLC-41	GPS IIF-6	
2010	Atlas V	401		CCAFS SLC-41	GPS IIF-7	
2010	Atlas V	401		CCAFS SLC-41	GPS IIF-8	
2011	Delta IV	Medium		CCAFS SLC-37B	GPS IIF-9	
2011	Delta IV	Medium		CCAFS SLC-37B	GPS IIF-10	
2011	TBD	TBD		TBD	GPS IIF-11	
2012	TBD	TBD		TBD	GPS IIF-12	

EK 3 GLONASS DURUM RAPORU, 14.07.2009. ALMANAK ANALİZİ VE NAVİGASYON MESAJLARI (UTC) SAAT:09:00**TARİH: 14.07.09 RUS BİLGİ VE ANALİTİK MERKEZİNDEN (IAC) ALINMIŞTIR**

Yör. no	Yör. slot	RF knl	# GC	Atılma	İşleme Başlama	İşlemi Bitirme	Hayat Süresi (Ay)	Uydu Hayat Durumu		Yorumlar
								Almanak	Efermis(UTC)	
I										
	2	01	728	25.12.08	20.01.09		6.6	+	+ 08:59 14.07.09	Çalışıyor
	3	05	727	25.12.08	17.01.09		6.6	+	+ 08:59 14.07.09	Çalışıyor
	4	06	795	10.12.03	29.01.04	01.05.09	67.2	-	- 23:21 22.05.09	Bakımda
	6	01	701	10.12.03	08.12.04	18.06.09	67.2	-	- 09:33 06.07.09	Bakımda
	7	05	712	26.12.04	07.10.05		54.6	+	+ 09:31 14.07.09	Çalışıyor
	8	06	729	25.12.08	12.02.09		6.6	+	+ 09:31 14.07.09	Çalışıyor
II	9	-2	722	25.12.07	25.01.08		18.6	+	+ 09:30 14.07.09	Çalışıyor (sadece L1)
	10	-7	717	25.12.06	03.04.07		30.6	+	+ 09:30 14.07.09	Çalışıyor
	11	00	723	25.12.07	22.01.08		18.6	+	+ 09:35 14.07.09	Çalışıyor
	13	-2	721	25.12.07	08.02.08		18.6	+	+ 08:59 14.07.09	Çalışıyor
	14	-7	715	25.12.06	03.04.07		30.6	+	+ 08:59 14.07.09	Çalışıyor
	15	00	716	25.12.06	12.10.07		30.6	+	+ 08:59 14.07.09	Çalışıyor

III	17	04	718	26.10.07	04.12.07		20.6	+	+ 09:30 14.07.09	Çalışıyor
	18	-3	724	25.09.08	26.10.08		9.6	+	+ 09:30 14.07.09	Çalışıyor
	19	03	720	26.10.07	25.11.07		20.6	+	+ 09:30 14.07.09	Çalışıyor
	20	02	719	26.10.07	27.11.07		20.6	+	+ 08:59 14.07.09	Çalışıyor
	21	04	725	25.09.08	05.11.08		9.6	+	+ 08:59 14.07.09	Çalışıyor
	22	-3	726	25.09.08	13.11.08		9.6	+	+ 08:59 14.07.09	Çalışıyor
	23	03	714	25.12.05	31.08.06		42.6	+	+ 08:59 14.07.09	Çalışıyor
	24	02	713	25.12.05	31.08.06		42.6	+	+ 08:59 14.07.09	Çalışıyor

EK 4 GIOVE İZLEME, İŞLEM KONTROL VE UPLİNK İSTASYONLARI



EK 5 TEK ALICIYLA YAPILAN SABİT NOKTA ÖLÇÜMLERİNİN 1.GÜN SONUÇLARI

Title	Count	Age	Current	Minimum	Maximum	Average	Deviation	Unit	Description
UTC	2268	0	22:21:52.426...	21:16:32.202...	22:21:52.426...			time date	Time UTC
GPS time	2268	0	1537:598926...	1537:595006...	1537:598926...			wno:tow	Time GPS
TTAG	0							s	TTAG (from ITOW)
TACC	0							us	Time Accuracy
TimeStartup	0							s	Time since Startup
TTFF	0							s	Time to first fix
Lat	2214	0	41.027662	4.166667	41.027702	41.011013	0.783213	°	Position LTP Latitude
Lon	2210	0	28.880515	28.880505	28.880597	28.880548	0.000019	°	Position LTP Longitude
Alt (HAE)	329	1	88.90	77.70	104.00	88.61	4.96	m	Position LTP Altitude (ab...
Alt (MSL)	329	1	88.90	77.70	104.00	88.61	4.96	m	Position LTP Altitude (ab...
X	329	1	4219342.02	4219329.61	4219350.60	4219340.53	4.14	m	Position ECEF X
Y	329	1	2327330.27	2327326.90	2327340.80	2327332.39	2.63	m	Position ECEF Y
Z	329	1	4164799.36	4164793.82	4164809.41	4164799.24	2.78	m	Position ECEF Z
PACC 3D	0							m	Position Accuracy 3D
PACC H	0							m	Horizontal Position Accu...
PACC V	0							m	Vertical Position Accuracy
VX	0							m/s	Velocity ECEF X
VY	0							m/s	Velocity ECEF Y
VZ	0							m/s	Velocity ECEF Z
VN	2164	0	0.11	-0.59	0.67	0.03	0.07	m/s	Velocity LTP North
VE	2164	0	-0.00	-0.52	0.45	0.03	0.08	m/s	Velocity LTP East
VD	0							m/s	Velocity LTP Down
Speed	0							m/s	Speed
SoG	2169	0	0.11	0.00	1468.67	3.48	70.43	m/s	Speed over Ground
CoG	2167	0	358.71	180.61	179.07	35.01	77.60	°	Course over Ground
VACC 3D	0							m/s	Velocity Accuracy 3D
HDOP	1815	1	1.1	1.0	7.0	1.2	0.2		DOP Horizontal
VDOP	1814	0	2.5	1.1	122.0	2.1	2.8		DOP Vertical
GDOP	0								DOP Geometric
TDOP	0								DOP Time
PDOP	1806	1	2.5	1.6	4.4	2.4	0.4		DOP Position
NDOP	0								DOP Northing
EDOP	0								DOP Easting
CLK Drift	0							us/s	Clock Drift
CLK Bias	0							us	Clock Bias
CLK Acc	0							ppm	Clock Accuracy
Nav. Mode	1824	0	3D						Mode Navigation Solution
Nav. OK	2221	0	Yes						Mode Navigation Valid
DGPS	336	1	No						Mode DGPS Used

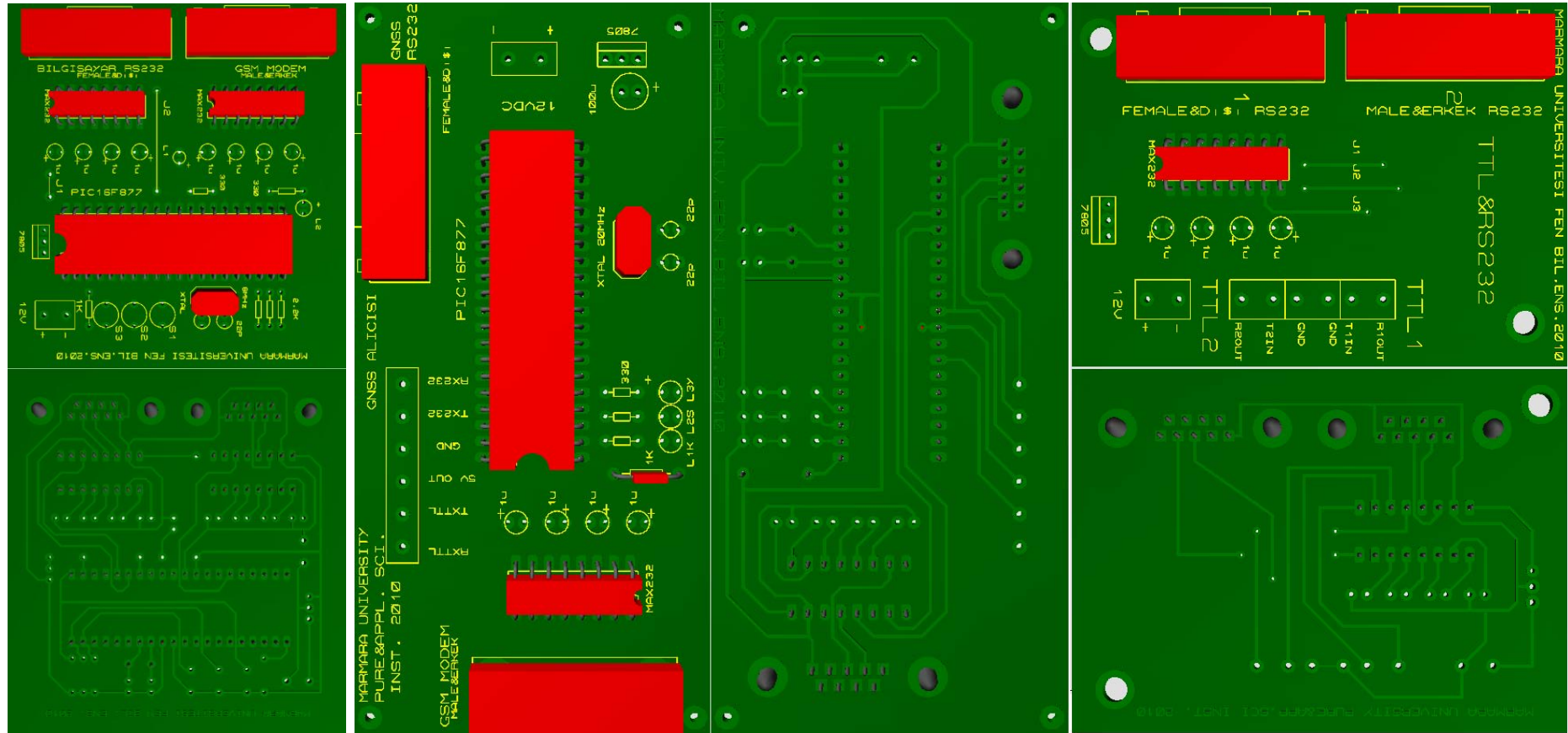
EK 6 TEK ALICIYLA YAPILAN SABİT NOKTA ÖLÇÜMLERİNİN 2.GÜN SONUÇLARI

UTC	6247	0	18:39:18.370...	16:49:11.324...	18:39:18.370...			time date	Time UTC
GPS time	6247	0	1538:067172...	1538:060565...	1538:067172...			wno:tow	Time GPS
TTAG	0							s	TTAG (from ITOW)
TACC	0							us	Time Accuracy
TimeStartup	0							s	Time since Startup
TTFF	0							s	Time to first fix
Lat	6247	0	41.027660	41.027393	41.027677	41.027583	0.000063	°	Position LTP Latitude
Lon	6247	0	28.880518	28.880425	28.880803	28.880572	0.000066	°	Position LTP Longitude
Alt (HAE)	3123	1	95.40	79.30	132.80	97.63	10.64	m	Position LTP Altitude (ab...
Alt (MSL)	3123	1	95.40	79.30	132.80	97.63	10.64	m	Position LTP Altitude (ab...
X	3123	1	4219346.35	4219335.06	4219378.66	4219350.46	8.89	m	Position ECEF X
Y	3123	1	2327332.82	2327325.83	2327370.93	2327340.20	9.38	m	Position ECEF Y
Z	3123	1	4164803.48	4164774.46	4164811.09	4164798.66	4.99	m	Position ECEF Z
PACC 3D	0							m	Position Accuracy 3D
PACC H	0							m	Horizontal Position Accu...
PACC V	0							m	Vertical Position Accuracy
VX	0							m/s	Velocity ECEF X
VY	0							m/s	Velocity ECEF Y
VZ	0							m/s	Velocity ECEF Z
VN	6100	0	0.13	-1.87	1.09	-0.05	0.19	m/s	Velocity LTP North
VE	6100	0	0.00	-2.00	1.99	0.03	0.21	m/s	Velocity LTP East
VD	0							m/s	Velocity LTP Down
Speed	0							m/s	Speed
SoG	6107	0	0.13	0.00	2.51	0.19	0.23	m/s	Speed over Ground
CoG	6100	0	0.25	180.01	179.96	28.22	106.68	°	Course over Ground
VACC 3D	0							m/s	Velocity Accuracy 3D
HDOP	3123	1	1.3	0.9	50.0	4.1	7.6		DOP Horizontal
VDOP	3123	1	1.8	1.2	50.0	5.3	7.7		DOP Vertical
GDOP	0								DOP Geometric
TDOP	0								DOP Time
PDOP	3123	1	2.3	1.5	50.0	6.4	7.7		DOP Position
NDOP	0								DOP Northing
EDOP	0								DOP Easting
CLK Drift	0							us/s	Clock Drift
CLK Bias	0							us	Clock Bias
CLK Acc	0							ppm	Clock Accuracy
Nav. Mode	3050	1	3D						Mode Navigation Solution
Nav. OK	6247	0	Yes						Mode Navigation Valid
DGPS	3123	1	No						Mode DGPS Used

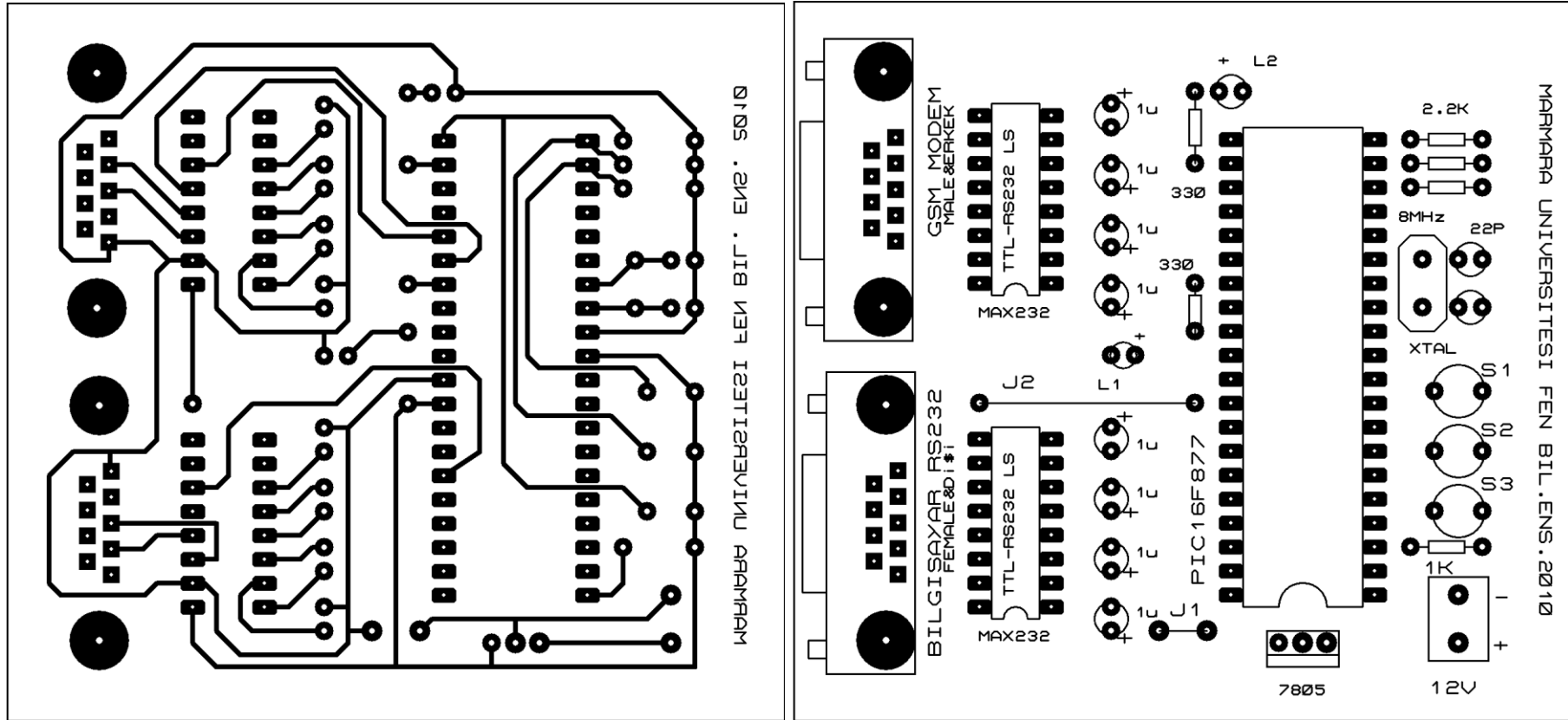
EK 7 TEK ALICIYLA YAPILAN SABİT NOKTA ÖLÇÜMLERİNİN 3.GÜN SONUÇLARI

Title	Count	Age	Current	Minimum	Maximum	Average	Deviation	Unit	Description
UTC	4603	0	21:09:02.029...	08:02:23.934...	21:09:02.029...			time date	Time UTC
GPS time	4603	0	1538:162556...	1538:115357...	1538:162556...			wno:tow	Time GPS
TTAG	0							s	TTAG (from ITOW)
TACC	0							us	Time Accuracy
TimeStartup	0							s	Time since Startup
TTFF	0							s	Time to first fix
Lat	4603	0	41.027658	41.027512	41.027820	41.027639	0.000024	°	Position LTP Latitude
Lon	4603	0	28.880535	28.880395	28.880635	28.880526	0.000023	°	Position LTP Longitude
Alt (HAE)	2302	0	96.20	80.10	115.60	97.89	4.04	m	Position LTP Altitude (ab...
Alt (MSL)	2302	0	96.20	80.10	115.60	97.89	4.04	m	Position LTP Altitude (ab...
X	2302	0	4219346.21	4219331.04	4219363.68	4219348.89	3.29	m	Position ECEF X
Y	2302	0	2327334.34	2327312.69	2327352.52	2327335.00	3.76	m	Position ECEF Y
Z	2302	0	4164804.01	4164797.59	4164810.10	4164803.51	2.01	m	Position ECEF Z
PACC 3D	0							m	Position Accuracy 3D
PACC H	0							m	Horizontal Position Accu...
PACC V	0							m	Vertical Position Accuracy
VX	0							m/s	Velocity ECEF X
VY	0							m/s	Velocity ECEF Y
VZ	0							m/s	Velocity ECEF Z
VN	4474	1	-0.00	-0.93	1.84	0.01	0.13	m/s	Velocity LTP North
VE	4474	1	-0.00	-1.16	0.83	0.02	0.10	m/s	Velocity LTP East
VD	0							m/s	Velocity LTP Down
Speed	0							m/s	Speed
SoG	4479	1	0.01	0.00	2.18	0.11	0.12	m/s	Speed over Ground
CoG	4474	1	231.49	180.11	179.87	38.69	93.56	°	Course over Ground
VACC 3D	0							m/s	Velocity Accuracy 3D
HDOP	2302	0	1.2	1.0	50.0	3.1	8.2		DOP Horizontal
VDOP	2302	0	1.6	1.3	50.0	3.5	8.0		DOP Vertical
GDOP	0								DOP Geometric
TDOP	0								DOP Time
PDOP	2302	0	2.0	1.6	50.0	4.1	8.2		DOP Position
NDOP	0								DOP Northing
EDOP	0								DOP Easting
CLK Drift	0							us/s	Clock Drift
CLK Bias	0							us	Clock Bias
CLK Acc	0							ppm	Clock Accuracy
Nav. Mode	2239	0	3D						Mode Navigation Solution
Nav. OK	4603	0	Yes						Mode Navigation Valid
DGPS	2302	0	No						Mode DGPS Used

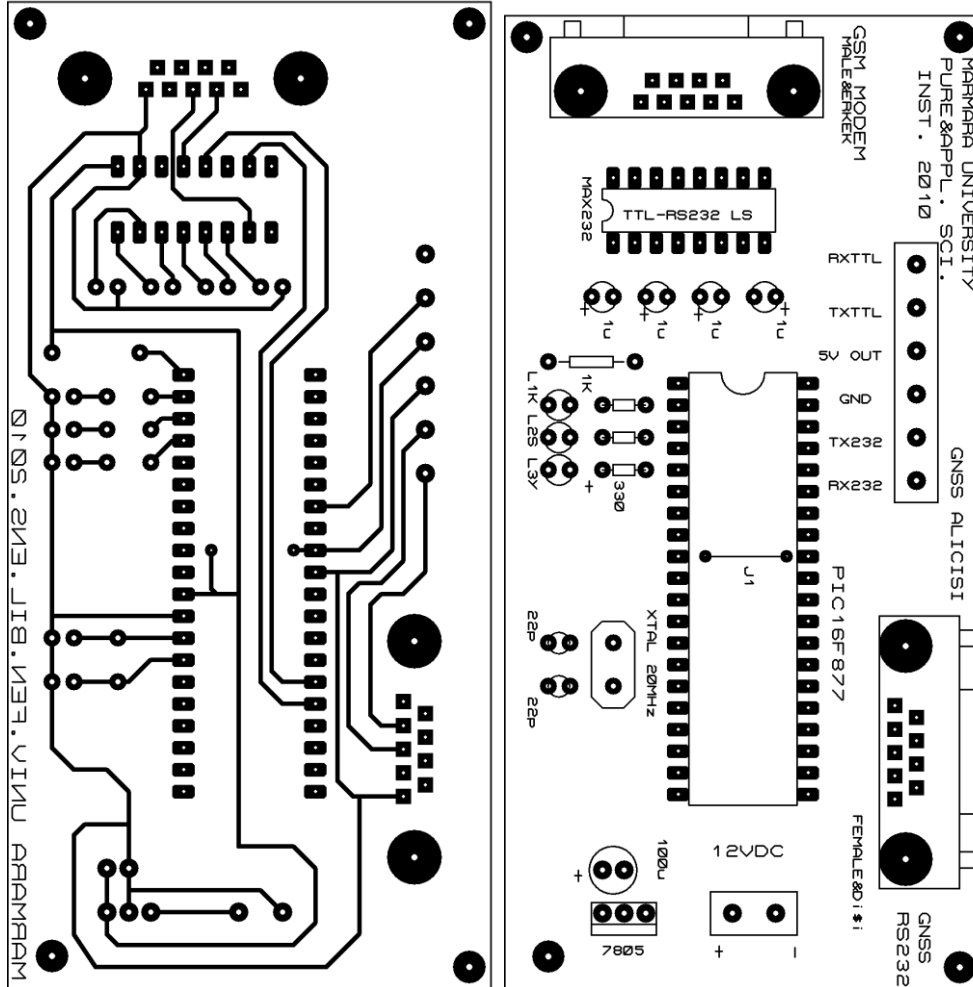
EK 8. MİKRODENETLEYİCİ İSTEMCİ, SUNUCU VE DÖNÜŞTÜRÜCÜ KARTLARI



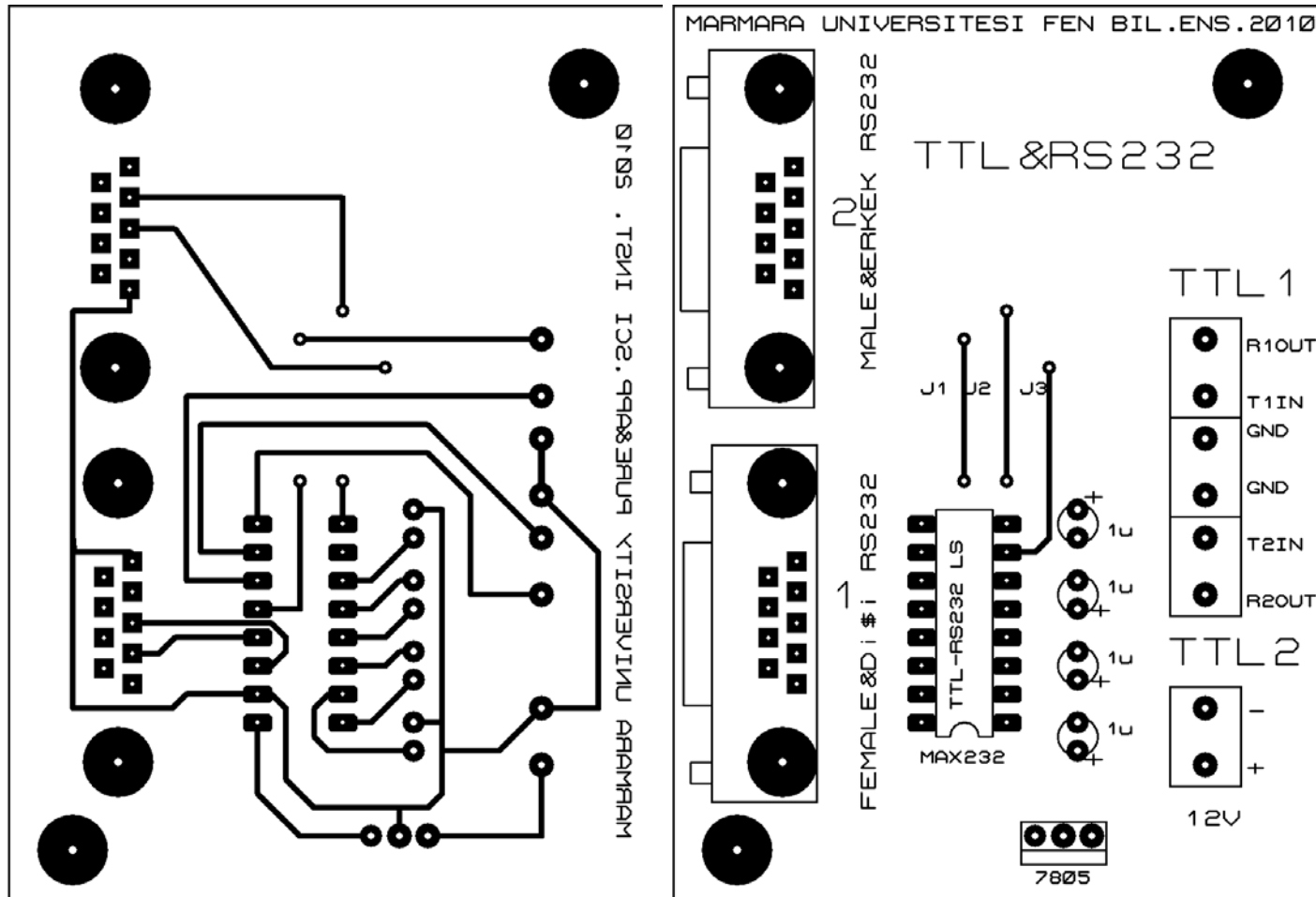
EK 9.A MİKRODENETLEYİCİ İSTEMCİ, KARTI GÖRÜNÜMÜ



EK 9.B MİKRODENETLEYİCİ SUNUCU KARTI GÖRÜNÜMÜ



EK 9.C TTL&RS232 DÖNÜŞTÜRÜCÜ KARTI GÖRÜNÜMÜ



EK 10.A UBLOX 4 SERİSİ ALICININ ÖLÇÜM SONUCU OLUŞAN İSTATİSTİK DEĞERLERİ

Title	Count	A...	Current	Minimum	Maximum	Average	Deviation	Unit	Description
UTC	14997	0	18:45:20.000 01/31/2010	14:35:24.000 01/31/2010	18:45:20.000 01/31/2010			time date	Time UTC
GPS time	14997	0	1569:067534.000	1569:052538.000	1569:067534.000			wno:tow	Time GPS
TTAG	0							s	TTAG (from ITOW)
TACC	0							us	Time Accuracy
TimeStartup	0							s	Time since Startup
TTFF	0							s	Time to first fix
Lat	14997	0	41.026645	41.026620	41.026692	41.026660	0.000014	°	Position LTP Latitude
Lon	14997	0	29.071469	29.071419	29.071504	29.071454	0.000016	°	Position LTP Longitude
Alt (HAE)	14997	0	270.50	262.30	277.00	270.87	2.75	m	Position LTP Altitude (ab...
Alt (MSL)	14997	0	231.00	222.80	237.50	231.37	2.75	m	Position LTP Altitude (ab...
X	14997	0	4211746.61	4211737.56	4211750.36	4211746.55	1.80	m	Position ECEF X
Y	14997	0	2341481.87	2341477.13	2341483.61	2341480.33	1.38	m	Position ECEF Y
Z	14997	0	4164833.51	4164829.59	4164840.44	4164834.99	2.53	m	Position ECEF Z
PACC 3D	0							m	Position Accuracy 3D
PACC H	0							m	Horizontal Position Accu...
PACC V	0							m	Vertical Position Accuracy
VX	0							m/s	Velocity ECEF X
VY	0							m/s	Velocity ECEF Y
VZ	0							m/s	Velocity ECEF Z
VN	55	112	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	m/s	Velocity LTP North
VE	55	112	0.00	-0.00	0.01	0.00	0.00	m/s	Velocity LTP East
VD	0							m/s	Velocity LTP Down
Speed	0							m/s	Speed
SoG	14997	0	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	m/s	Speed over Ground
CoG	55	112	16.56	349.89	26.03	6.50	10.94	°	Course over Ground
VACC 3D	0							m/s	Velocity Accuracy 3D
HDOP	14997	0	1.1	0.7	1.6	1.0	0.1		DOP Horizontal
VDOP	14997	0	1.5	1.1	2.2	1.4	0.2		DOP Vertical
GDOP	0								DOP Geometric
TDOP	0								DOP Time
PDOP	14997	0	1.9	1.3	2.7	1.7	0.3		DOP Position
NDOP	0								DOP Northing
EDOP	0								DOP Easting
CLK Drift	0							us/s	Clock Drift
CLK Bias	0							us	Clock Bias
CLK Acc	0							ppm	Clock Accuracy
Nav. Mode	14997	0	3D						Mode Navigation Solution
Nav. OK	14997	0	Yes						Mode Navigation Valid
DGPS	14997	0	No						Mode DGPS Used
SVs Used	14997	0	9	7	11	9	1		SVs Used
Used SVs	14997	0	3,4,5,7,8,10,13,23,28						Used SV List
SVs Tracked	14996	1	14	10	14	12	1		SVs Tracked
Tracked SVs	14996	1	2,3,4,5,6,7,8,10,13,1...						Tracked SV List
SV C/N0	14997	0	39.00	37.50	42.18	40.37	0.89	dBHz	SV C/N0

EK 10.B UBLOX 5 SERİSİ ALICININ ÖLÇÜM SONUCU OLUŞAN İSTATİSTİK DEĞERLERİ

Title	Count	A.	Current	Minimum	Maximum	Average	Deviation	Unit	Description
UTC	14946	0	18:45:06.000 01/31/2010	14:36:01.000 01/31/2010	18:45:06.000 01/31/2010			time_date	Time UTC
GPS time	14946	0	1569:067520.000	1569:052575.000	1569:067520.000			wno:tow	Time GPS
TTAG	0							s	TTAG (from ITOW)
TACC	0							us	Time Accuracy
TimeStartup	0							s	Time since Startup
TTFF	0							s	Time to first fix
Lat	14946	0	41.026697	41.026624	41.026697	41.026656	0.000010	°	Position LTP Latitude
Lon	14946	0	29.071452	29.071431	29.071479	29.071451	0.000008	°	Position LTP Longitude
Alt (HAE)	14946	0	271.20	265.70	275.20	270.58	1.95	m	Position LTP Altitude (ab...
Alt (MSL)	14946	0	233.70	228.20	237.70	233.08	1.95	m	Position LTP Altitude (ab...
X	14946	0	4211744.44	4211742.66	4211750.38	4211746.71	1.51	m	Position ECEF X
Y	14946	0	2341479.03	2341477.64	2341482.84	2341480.12	0.94	m	Position ECEF Y
Z	14946	0	4164838.34	4164830.26	4164838.35	4164834.50	1.67	m	Position ECEF Z
PACC 3D	0							m	Position Accuracy 3D
PACC H	0							m	Horizontal Position Accu...
PACC V	0							m	Vertical Position Accuracy
VX	0							m/s	Velocity ECEF X
VY	0							m/s	Velocity ECEF Y
VZ	0							m/s	Velocity ECEF Z
VN	0							m/s	Velocity LTP North
VE	0							m/s	Velocity LTP East
VD	0							m/s	Velocity LTP Down
Speed	0							m/s	Speed
SoG	14946	0	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	m/s	Speed over Ground
CoG	0							°	Course over Ground
VACC 3D	0							m/s	Velocity Accuracy 3D
HDOP	14946	0	0.9	0.7	1.2	0.9	0.1		DOP Horizontal
VDOP	14946	0	1.2	1.0	2.1	1.4	0.2		DOP Vertical
GDOP	0								DOP Geometric
TDOP	0								DOP Time
PDOP	14946	0	1.5	1.3	2.4	1.7	0.2		DOP Position
NDOP	0								DOP Northing
EDOP	0								DOP Easting
CLK Drift	0							us/s	Clock Drift
CLK Bias	0							us	Clock Bias
CLK Acc	0							ppm	Clock Accuracy
Nav. Mode	14946	0	3D						Mode Navigation Solution
Nav. OK	14946	0	Yes						Mode Navigation Valid
DGPS	14946	0	No						Mode DGPS Used
SVs Used	14946	0	10	7	11	9	1		SVs Used
Used SVs	14946	0	2,3,4,5,7,8,10,13,23,28						Used SV List
SVs Tracked	14946	0	15	10	16	13	1		SVs Tracked
Tracked SVs	14946	0	2,3,4,5,6,7,8,10,13,1...						Tracked SV List
SV C/N0	14946	0	39.54	36.64	43.11	40.52	1.08	dBHz	SV C/N0

EK 11 Uygulanan Anket

Sevgili öğrenciler;

Sizlerin öğrenmeyi, uygulamayı, öğretmeyi ve uygulatmayı daha iyi başarabilmeniz için aşağıda cevaplamanızı istediğimiz sorular olacaktır. Bu sorulara vereceğiniz cevaplar incelenerek ve irdelenecektir. Bu vesileyle yeni öğretim modellerinin daha sağlam temellere oturtulması sağlanabilir.

Aşağıdaki sorulara size en yakın gelen derecedeki şıkkı işaretleyerek cevap veriniz.

(Kesinlikle Katılmıyorum) Katılıyorum Kararsızım Katılıyorum (Kesinlikle Katılıyorum)

- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|
| 1) Öğretmenin sadece tahtada verdiği bilgi öğrenmeyi gerçekleştirir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2) Öğretmenin bilgisayar ve projeksiyon makinesi ile verdiği ders öğrenmeyi gerçekleştirir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3) Öğretmenin derste anlattıklarını laboratuvarda uygulamak öğrenmeyi gerçekleştirir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4) Öğretmenin ders anlatmasından ziyade öğrenilecek konuların öğrenci grupları arasında paylaşılıp, sınıfa grupların derse anlatması öğrenmeyi gerçekleştirir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5) Bir konuyu daha iyi öğrenmek için animasyon tasarlamak öğrenmeyi gerçekleştirir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6) Anlaşılması zor olan konuları iş başında yaparak öğrenmek öğrenmeyi gerçekleştirir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7) Bir konuyu öğrenmek için simülasyon tasarlamak öğrenmeyi gerçekleştirir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8) Bitirme projeleri öğrenmeyi gerçekleştirir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9) Animasyon veya Simülasyon tasarlarken daha çok araştırma yapmak gerekir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10) Teorik eğitimden sonra laboratuvarda yapılan uygulamalar öğrenmeyi gerçekleştirir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11) Laboratuvarda yapılan öğretimde basamak basamak föylerle yapılması öğrenmeyi gerçekleştirir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12) Laboratuvarda yapılan öğretimde föy basamaklarını uygulamak yerine, uygulamanın simülasyonunu yapmak öğrenmeyi gerçekleştirir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 13) Uygulama yaparken arkadaşlarla diyalog kurmak öğrenmeyi gerçekleştirir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 14) Simülasyon tasarlarken sadece bilgi kaynağının gösterilmesi yeterlidir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 15) Simülasyon tasarlarken herhangi bir örnek göstermek yeterlidir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 16) Laboratuvarda yapılan öğretimde föy basamaklarını uygulamak yerine uygulamanın animasyonunu yapmak öğrenmeyi gerçekleştirir. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

17) Bir dersin laboratuvarını yapmak yerine ilgili laboratuvardaki yeterliliklerin tümünü kapsayan proje tabanlı eğitim öğrenmeyi gerçekleştirir.

1 2 3 4 5

18) Teorik eğitim ile beraber proje ödevlerinin verilmesi, laboratuvarında eğitim yapmaya gerek kalmaksızın öğrenmeyi gerçekleştirir.

1 2 3 4 5

19) Laboratuvarında dersin deney föyleri yerine, dersin projesine çalışmak öğrenmeyi gerçekleştirir.

1 2 3 4 5

20) Proje tabanlı öğrenmenin yerine laboratuvarında aşama aşama uygulamaları gerçekleştirmek öğrenmeyi gerçekleştirir.

1 2 3 4 5

ÖZGEÇMİŞ

29 Ocak 1980 yılında İstanbul’da doğdu. Marmara Üniversitesi Elektronik-Bilgisayar Eğitimi A.B.D’ da İngilizce lisans eğitimini 2002 yılında tamamladı. Ağustos 2002’de Yüksek Lisansına başladı ve MEB tarafından Elektronik/Telekomünikasyon öğretmeni olarak İstanbul’ a atandı. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik Bilgisayar Eğitimi A.B.D’ da 2004 yılında yüksek lisansını bitirdi. Devamında aynı programın Doktora eğitimine başladı.

Milli Eğitim Bakanlığının Bilişim Teknolojileri Alanının program geliştirme çalışmalarında koordinatör öğretmen olarak görev yapmış ve çeşitli mesleki eğitim modülleri yazmıştır. Bir dönem Eğitici Bilişim Teknolojileri Formatör öğretmenliği yapan Serkan AYDIN 2010 yılı itibariyle Bahçelievler Erkan Avcı Teknik ve Endüstri Meslek Lisesinde Haberleşme Sistemleri Dal Şefi olarak teknik öğretmenlik yapmaktadır. Evli ve bir kız babasıdır.