İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEPOS CEO VE SKI GPS YAZILIMLARININ ÖZELLİKLERİ VE KARŞILAŞTIRILMASI

98373

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Nuri SAĞIR

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 31 Mayıs 1999

Tezin Savunulduğu Tarih : 18 Haziran 1999

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ersoy ARSLAN

Diğer Jüri Üyeleri: : Prof. Dr. Ahmet AKSOY

Prof. Dr. Rasim DENİZ

HAZİRAN 1999

ÖNSÖZ

İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Jeodezi ve Fotogrametri Programında gerçekleştirilerek "Yüksek Lisans Tezi" olarak sunulan bu çalışmada Uydu Konum Belirleme Sistemi'nin (GPS) teorik kısmı anlatılmış, bazı firmaların GPS alıcı ve değerlendirme programlarının özellikleri araştırılmış ve Zeiss firmasının GePoS CEO ile Leica firmasının SKI adlı GPS değerlendirme yazılımlarının performansları karşılaştırılmıştır. Sonuçlar tablo ve şekiller halinde sunulmuştur.

GPS ile ilgili değişik firmalarla irtibata geçilerek konu ile ilgili broşür ve katalog temin edilmiştir. Söz konusu firmalara gösterdikleri yardımlardan dolayı teşekkür ederim. Bunlara ilave olarak Internet'ten konuyla ilgili araştırmalar yapılmış ve gerekli adresler sunulmuştur.

Bu tezin hazırlanması sırasında yardımlarını esirgemeyen ve her zaman beni yönlendiren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ersoy ARSLAN'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca verdikleri bilgi ve destekler için bölümdeki tüm Öğretim Elemanlarına teşekkür ederim.

MAYIS 1999 Nuri SAĞIR

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
KISALTMALAR	V
ŞEKİL LİSTESİ	VII
TABLO LİSTESİ	IX
ÖZET	X
SUMMARY	XII
1. GİRİŞ	1
2. GLOBAL KONUM BELİRLEME SİSTEMİ	2
2.1. Giriş	2
2.2. GPS'in Bölümleri	4
2.2.1. Uzay bölümü	4
2.2.2. Kontrol bölümü	9
2.2.3. Kullanıcı bölümü	10
2.2.4. Doğruluk ve kullanımın sınırlanması	11
3. GPS ALICILARI	12
3.1. Giriş	12
3.2. Teknik Gelişmelerine Göre Alıcı Çeşitleri	15
3.2.1. Klasik alıcılar	15
3.2.2. Modern alıcılar	16
3.3.Günümüzde Kulanılan GPS Alıcıalrı ve Genel Özellikleri	17
3.3.1. Ashtech Z-süper istasyon GPS alıcıları	17
3.3.2. Topcon GPS Turbo SII alıcısı	19
3.3.3. Geotracer System 2000 alıcıları	20
3.3.4. Leica GPS alıcıaları ve kullanım alanları	21
3.3.5. Carl Zeiss firmasının üretmiş olduğu GPS alıcılrı	25
3.3.6. Sercel GPS alıcısı	27
3.3.7. UNAVCO GPS alıcı/anten test raporu (Kasım 1995)	29
4. GPS ÖLÇÜLERİ	31
4.1. Giriş	31

4.2. Kod ve Taşıyıcı Fazları 35
4.3. Lineer Kombinasyonlar ve Türetilmiş Ölçüler 37
4.3.1. Tekli fark (single difference) 38
4.3.2. Çift fark (double difference) 40
4.3.3. Üçlü fark (triple difference) 41
4.4. Parametr Belirleme 43
4.5. Ambiguity'lerin Çözümü 44
4.6. Hata Kaynakları 45

5. GÜNÜMÜZDE KULLANILAN BAZI GPS DEĞERLENDİRME YAZILIMLARI 46
5.1. Giriş 46
5.2. Ashtech Firmasının GPS Yazılımları 50
5.2.1. WINPRISM programı 50
5.2.2. Ashtech Office Suite for Survey (AOSS) yazılımı 51
5.2.3. Ashtech Office Suite for Survey (AOSS) yazılımının bazı menüleri ve özellikleri 52
5.3. Topcon GPS Değerlendirme Yazılımı 54
5.4. Geotracer System 2000 Post-Process Yazılımı 54
5.4.1. Geotracer System 2000 Post-Process yazılımının bazı menüleri ve özellikleri 54
5.5. Secel GPS Ölçme Yazılımı 56
5.6. Leica GPS Değerlendirme Yaızlımı 57
5.6.1 Sistem gerekleri 57
5.6.2. SKI yazılımı bölümleri 59
5.6.2.1. Configuration bölümü 59
5.6.2.2. Preparation bölüm 60
5.6.2.3. Project bölümü 61
5.6.2.4. Import bölümü 61
5.6.2.5. Data Processing bölümü 62
5.6.2.6. View/Edit bölümü 63
5.6.2.7. Adjustment bölümü 64
5.6.2.8. Datum/Map bölümü 65
5.6.2.9. Utilities bölümü 65
5.6.3.SKI yazılımındaki bazı önemli opsiyonalr 65
5.7. GePoS CEO Yazılımı 73
5.7.1. Program içeriği 73
5.7.2. Performans 74
5.7.3. Programın kullanılması 76
5.7.4. GePoS ile GPS hesabı 76
5.7.4.1. Bir projeye başlama 76
5.7.4.2. Dataların işlenmesi 77
5.7.4.3. Otomatik process 77
5.7.4.4. Single station solution 78

5.7.4.5. Çok nokta çözümü 78
5.7.4.6. Çok oturumlu çözüm veya serbest ağ dengelemesi 79
5.7.4.7. İterasyon 80
5.7.4.8. Koordinat transformasyonu 80
5.7.5. GePoS CEO yazılımının diğer bazı özellikleri 81
5.7.6. GePoS CEO yazılımında akış şemasının oluşan menüleri ile gösterilmesi 83

6. UYGULAMA 95
6.1. Giriş 95
6.2. Uygulama Projelerinin Tanıtımı 96
6.2.1. İGNA 98 GPS Projesi 96
6.2.2. Zonguldak 96 GPS Projesi 97
6.3. İGNA 98 GPS Projesindeki Datalarla Yapılan Uygulamalar 98
6.4. Zonguldak 96 GPS Projesindeki Datalarla Yapılan Uygulamalar 112
6.5. GePoS CEO ce SKI Yazılımı ile Değerlendirilen Değişik Uzunluklardaki Bazların Karşılaştırılması 117
6.6. Aynı Bazların Tekrarlı Çözümlerinin Karşılaştırılması 131
6.7. Zonguldak 96 GPS Projesindeki Bazı Bazların GePoS CEO ve SKI Yazılımlarından Elde Edilen Sonuçlarının BERNESSE Yazılımı Sonuçlarıyla Karşılaştırılması 135
6.8.Sonuç ve Öneriler 137

KAYNAKLAR 139

ÖZGEÇMİŞ 140

KISALTMALAR

AS	: Anti-Spoofing
C/A	: Course/Acqusation
CEP	: Celestial Ephemeris Pole
CIO	: Convetional International Origin
CIS	: Convetional International System
CTS	: Convetional Terrestial System
DMA	: U.S. Defence Mapping Agency
DoD	: U.S. Departman of Defence
ECEF	: Earth Centered – Earth Fixed
ERP	: Earth Rotation Parameters
FAA	: U.S. Federal Aviation Administration
FGCC	: U.S. Federal Geodetic Control Committee
GCS	: Ground Control Station
GDOP	: Geometric Dilution of Precision
GIS	: Geographic Information System
GLONASS	: Geodetic Navigation Satellite System
GPS	: Global Positioning System
GRS	: GeodeticReference System
IAG	: International Assocation of Geodesy
IERS	: International Earth Rotation Service
IGS	: International GPS Geodynamics Service
INS	: Internal Navigation System
ITRF	: International Terrestrial Reference Frame
ITRS	: International Terrestrial Reference System
IUGG	: International Union For Geodesy and Geographics
LLR	: Laser Lunar Ranging
MSC	: Master Control Station
MTS	: Monitor Tracking Station
NASA	: National Aeoronautics and Space Administration
NAVSTAR	: Navigation System with Time and Ranging
NL	: Narrow Line
NNSS	: Navy Navigation Satellite System
OCS	: Operational Control System
OTF	: On-The-Fly
P	: Precision
PPS	: Precise Positioning Service
PRN	: Pseudo Random Noise
RAIM	: Receiver Autonomous Integrity Monitoring
RİNEX	: Receiver Independent Excchange (format)
SA	: Sellective Availability
SLR	: Satellite Laser Ranging
SPS	: Standart Positioning Service
TRANSIT	: Time Ranging and Sequentinal

UT	: Universal Time
UTC	: Universal Time Coordinated
VLBI	: Very Long Base Line Inferometry
WL	: Wide Line
WGS	: Wolrd Geodetic System

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1 : Global Positioning System	5
Şekil 2.2 : GPS uydu yörüngeleri	5
Şekil 2.3 : Bir Blok II GPS uydusu	7
Şekil 2.4 : GPS uydu takımının yörünge düzlemleri	9
Şekil 2.5 : GPS'in kontrol bölümü ve gözlem istasyonları	10
Şekil 2.6 : Selective Availabiliyy'nin etkisi	11
Şekil 3.1 : Anten tipleri	13
Şekil 3.2 : Ashtech Z-surveyor GPS alıcısı	18
Şekil 3.3 : Topcon GPS Turbo SII anten ve alıcısı	19
Şekil 3.4 : Geotracer GPS alıcıları	20
Şekil 3.5 : SR 9500 ve SR 399 GPS alıcıları	22
Şekil 3.6 : Leica 9400 GPS alıcısı	22
Şekil 3.7 : CR 344 kontrol ünitesi	23
Şekil 3.8 : GePoS RD12 ve GePoS RD24 alıcıları	27
Şekil 3.9 : Sercel GPS alıcısı	29
Şekil 4.1 : Uydu jeodezisinde geometrik ilişki	32
Şekil 4.2 : Pseudorange ve farkları	32
Şekil 4.3 : Faz ve interferomerik zaman farkları	33
Şekil 4.4 : GPS ölçmeleri	36
Şekil 4.5 : Uydular ve alıcılar arasındaki farklar	38
Şekil 4.6 : Çift fark yöntemi	40
Şekil 5.1 : GPS yazılımlarının genel diyagramı	49
Şekil 5.2 : WinPrism opening menü	51
Şekil 5.3 : AOSS yazılımı syk plot menüsü	52
Şekil 5.4 : AOSS yazılımı edit/view modülü	53
Şekil 5.5 : AOSS yazılımı transformasyon modülü	53
Şekil 5.6 : Geotracer yazılımı sky plot menüsü	55
Şekil 5.7 : Geotracer yazılımı ağ dengeleme modülü	55
Şekil 5.8 : Sercel yazılımı syk plot menüsü	57
Şekil 5.9 : SKI programı ana menüsü	58
Şekil 5.10 : SKI konfigürasyon menüsü	59
Şekil 5.11 : SKI görülebilir uydu sayısı	60
Şekil 5.12 : SKI sky plot	61
Şekil 5.13 : SKI data process menüsü	62
Şekil 5.14 : SKI data process işleminde parametre seçimi	63
Şekil 5.15 : SKI view/edit menüsü	64
Şekil 5.16 : SKI-adjustment menüsü	64
Şekil 5.17 : GePoS CEO veri tabanı	81
Şekil 5.18 : GePoS Ceo ana menü	84
Şekil 5.19 : GePoS CEO koordinat sisteminin tanımlanlaması ve	

elipsoid parametrelerinin belirlenmesi..... 84
Şekil 5.20 : GePoS CEO kontrol nokta tipinin seçilmesi ve koordinat değerlerinin girilmesi..... 86
Şekil 5.21 : GePoS CEO alıcı tipinin belirlenmesi..... 87
Şekil 5.22 : GePoS CEO kuruluş için rawdatanın bulunduğu dizinin seçilmesi..... 88
Şekil 5.23 : GePoS CEO datalrın projeye alınması 88
Şekil 5.24 : GePoS CEO tek nokta çözümü..... 89
Şekil 5.25 : GePoS CEO tek oturum çözümü..... 90
Şekil 5.26 : GePoS CEO tek oturum opsiyonlarının seçimi..... 90
Şekil 5.27 : GePoS CEO çok oturum çözümü veya serbest dengeleme... 91
Şekil 5.28 : GePoS CEO serbest dengelemede kullanılacak opsiyonları gösteren menü..... 92
Şekil 5.29 : GePoS CEO datum tarnsformasyonu için parametrelerin seçimi..... 93
Şekil 5.30 : GePoS CEO sonuçlardan istenen formatta çıktı alınmasını sağlayan menü..... 94
Şekil 6.1 : İGNA 98 GPS Projesi uygulama alanı..... 98
Şekil 6.2 : SKI yazılmında İGNA 98 Projesi dengeleme menüsü..... 101
Şekil 6.3 : İGNA 98 GPS Projesi GePoS CEO ve SKI yazılım sonuçlarına göre jeosentrik kartezyen koordinat farkları..... 106
Şekil 6.4 : İGNA 98 GPS Projesi GePoS CEO ve SKI yazılım sonuçlarına göre elipsoidal coğrafi koordinat farkları.... 106
Şekil 6.5 : Zonguldak 96 GPS Projesi uygulama bazları..... 112
Şekil 6.6 : Zonguldak 96 uygulama projesi bazlarının SKI yazılımı edit/view menüsündeki durumu..... 114
Şekil 6.7 : 1 – 3 km arası bazlarda GePoS CEO – SKI yazılım sonuçu farkları..... 119
Şekil 6.8 : 3 – 6 km arası bazlarda GePoS CEO – SKI yazılım sonuçu farkları..... 121
Şekil 6.9 : 6 – 10 km arası bazlarda GePoS CEO – SKI yazılım sonuçu farkları..... 123
Şekil 6.10 : 10 – 15 km arası bazlarda GePoS CEO – SKI yazılım sonuçu farkları..... 125
Şekil 6.11 : 15 – 20 km arası bazlarda GePoS CEO – SKI yazılım sonuçu farkları..... 127
Şekil 6.12 : 20 km ve daha uzun bazlarda GePoS CEO – SKI yazılım sonuçu farkları..... 130
Şekil 6.13 : Tekrarlı bazlarda GePoS CEO – SKI yazılım sonuçlarının kendi arasındaki farkları..... 133
Şekil 6.14 : Tekrarlı bazlarda GePoS CEO – SKI yazılım sonuçları farkı..... 134
Şekil 6.15 : Zonguldak 96 GPS Projesi'ndeki bazlarda ait GePoS CEO ve SKI yazılımları sonuçlarının Bernesse yazılım Sonuçlarıyla farkları..... 136

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1. GPS ve TRANSIT karekteristikleri	3
Tablo 2.2. GPS uydularının son durumu.....	6
Tablo 3.1. Leica GPS alıcıları genel teknik özellikleri.....	24
Tablo 3.2. UNAVCO GPS alıcı/anten test raporu.....	30
Tablo 4.1. Kod ve taşıyıcı faz ölçüleri arasındaki farklar.....	37
Tablo 4.2. Kod fazlı lineer konbinasyoları.....	43
Tablo 5.1. SKI yazılımı sistem gerkleri.....	58
Tablo 6.1. İGNA 98 Projesi'nde uygulamaya alınan ve GePoS CEO - SKI Programları ile elde edilen bazlar ve rms değerleri.....	103
Tablo 6.2. İGNA 98 Projesi'nde uygulamaya alınan bazlarla elde edilen WGS84 Jeodezik Sistemi'ndeki jeosentrik kartezyen koordinatları ve her iki program sonuçları arasındaki farklar.....	105
Tablo 6.3. İGNA 98 Projesi'nde uygulamaya alınan bazlarla elde edilen WGS84 Jeodezik Sistemi'ndeki jeosentrik elipsoidal coğrafi koordinatları ve her iki program sonuçları arasındaki farklar.....	107
Tablo 6.4. Zonguldak 96 GPS Projesi'nde uygulamaya alınan SKI Programları ile elde edilen bazlar ve rms değerleri...	115
Tablo 6.5. 1 – 3 km arası bazlarda GePoS CEO – SKI yazılım sonuçlarının farkları.....	118
Tablo 6.6. 3 - 6 km arası bazlarda GePoS CEO – SKI yazılım sonuçlarının farkları.....	120
Tablo 6.7. 6 - 10 km arası bazlarda iki yazılım sonucu arasındaki farklar.....	122
Tablo 6.8. 10 – 15 km arası bazlarda iki yazılım sonuçları arasındaki farkları.....	124
Tablo 6.9. 15 – 20 km arası bazlarda iki yazılım sonuçları farkları....	126
Tablo 6.10. 20 km ve daha uzun bazlarda iki yazılım sonuçları arasındaki farklar.....	128
Tablo 6.11. Tekrarlı bazlarda GePoS Ceo – SKI yazılım sonuçları farkları..... .	132
Tablo 6.12. Her iki yazılım sonuçlarının Bernesse yazılım sonuçları ile farkları.....	135

GEPOS CEO ve SKI GPS YAZILIMLARININ ÖZELLİKLERİ ve KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET

Bu tezin amacı; değişik firmaların üretmiş olduğu bazı GPS alıcısı ve değerlendirme yazılımlarını tanıtmak ve genel özellikleriyle karşılaştırmasını yapmaktır. Özellikle ZEISS firmasının üretmiş olduğu GePoS RD24 alıcısı ve GePoS CEO (Geodetic Positioning system Coordinate Evaluation of Stellite Observations) yazılımı ile LEICA firmasının üretmiş olduğu Leica GPS- System 300 alıcısı ve SKI (Statik Kinematic Software) yazılımının genel hatlarıyla tanıtılması, RINEX formatındaki dataları değerlendirebilme kabiliyetleri, değişik uzunluktaki bazların elde edilmesi, ambiguity (belirsizlik) çözme güçlerinin ve örnek bir ağdaki dengeleme sonuçlarının karşılaştırılması da amaçlanmıştır.

Toplam 56 noktadan oluşan ve en az 1 saatlik statik moddaki ölçülerden elde edilen İstanbul Ana GPS Nirengi Ağı - 1998 (İGNA 98) Projesi'ndeki ilk üç oturuma ait datalar, her iki programda da (GePoS CEO ve SKI) değerlendirilmiştir. Elde edilen bazlar ve rms (karesel ortalama hata) değerleri tezin uygulama bölümünde verilmiştir. Bunun yanında oluşan bazlardan 10 noktalı örnek GPS ağının her iki programı kullanarak (ilk üç oturuma ait) WGS84 geodezil sistemdeki geosentrik kartezyen koordinatları elde edilmiştir. Selimpaşa'da bulunan Ülke GPS Ağına ait 34303 nolu noktanın ITRF sisteminde bilinen koordinatları bu dengelemede (tek noktaya dayalı dengeleme) sabit alınmıştır. Her iki programdan elde edilen jeosentrik kartezyen koordinatlar, elipsoidal coğrafi koordinatlar ve karesel ortalama hataları tezin uygulama bölümünde verilmiştir.

Uygulamaya alınan örnek projelerden bir diğeri de Zonguldak 96 GPS Projesidir. Bu projede Leica System 300 alıcılarının rinex dataları yanında Ashtech firmasının üretmiş olduğu Z-12 GPS alıcısının rinex formatındaki dataları da söz konusu her iki programda değerlendirilmiştir.Elde edilen değişik uzunluklardaki (gerek İGNA 98 ve gerekse Zonguldak 96 GPS Projelerinde yer alan) baz sonuçları, programların rinex data çözebilme kabiliyetleri ve baz çözümündeki performasyonları uygulama bölümünde karşılaştırmalı olarak tablo ve grafikler halinde verilmiştir.

Yukarda belirtilen amaçları sağlayabilmek için değişik üretici firmalarla irtibata geçilmiş ve GPS alıcı ve değerlendirme programları hakkında ayrıntılı katalog, broşür ve özellikle değerlendirme yazılmlarının manual kitapları sağlanmıştır. Tezin ileriki bölümlerinde görüleceği gibi Günter Seeber'in Satellite Geodesy (Foundation, Methods, and Applications - Berlin - New York 1993) adlı kitabından yararlanılmış ve çok sayıda tablo, grafik ve şekil tezin değişik bölümlerinde kullanılmıştır. Internet'te değişik adreslerden konu ile ilgili tarama yapılmış, GPS teorisi ve yazılımı ile ilgili resim, grafik ve uygulama örnekleri alınmış ve Internet adresleri de verilmiştir.

Programların karşılaştırılmasında esas alınan her iki projeye ait baz uzunlukları ve İGNA 98 projesinin bir bölümünden (ilk üç oturumun tamamı ve dördüncü oturumdan da bir baz alınarak oluşan; doğuda Selimpaşa ve Büyükçekmece – Gürpınar, batıda Marmara Ereğlisi ve Değirmenköy, kuzeyde Çatalca ilçesi ve Akören Köyü, güneyde ise Marmara Denizi ile çevrili olan bölgeyi içine alan toplam 10 noktalı örnek GPS ağı esas alınarak) elde edilen noktaların Selimpaşa dalgakıran üzerindeki 34303 nolu noktanın ITRF koordinatları dayalı dengelemede sabit alınarak GePoS CEO ve SKI yazılım sonuçlarından bulunan WGS84 Jeosentrik Sistemi'ndeki elipsoidal coğrafi koordinat farklarının maksimum, minimum ve ortalama değerleri şu şekilde elde edilmiştir;

Nokta No	ΔX (cm)	Nokta No	ΔY (cm)	Nokta No	ΔH(cm)
34299	**ΔXmin=0.25**	**34304**	**ΔYmin=3.35**	**34302**	**ΔHmin=0.4**
34308	**ΔXmax=11.49**	**34300**	**ΔYmax=20.34**	**34315**	**ΔHmax=5.5**
	Δort=5.87		**ΔYort=11.85**		**ΔHort=2.95**

Uygulamada kullanılan GePoS CEO ve SKI yazılımlarının değerlendirme hassasiyetindeki başarıları açısından, bilimsel bir yazılım olan Bernesse yazılımı ile karşılaştırıldığında, SKI yazılım sonuçlarının Bernesse yazılım sonuşlarına daha yakın olduğu görülmüştür. Ayrıca rawdata değerlendirme performansı ve çözüm hızı bakımından SKI yazılımının büyük bir üstünlüğü sözkonusudur.

THE PROPERTİES OF GEPOS CEO AND SKI GPS SOFTWARES AND THEİR COMPARİSON

SUMMARY

Satellite surveying is an interesting application which takes advantage of the NAVSTAR (NAVigation Satellite Timing And Ranging) Global Positioning System satellites. Although the satellite system and receiver technology are very complex, the concepts are simple. NAVSTAR GPS system is a constellation of satellites developed by the United States Department of Defense (USDoD). The constellation was designed to provide continuous global positioning by placing into orbit, around the earth enough satellites so that at least four would be visible at all times, anywhere in the world. It was conceived as a "ranging" or "distance measurement" system from the known positions of satellites in space to unknown positions on land, sea, and in the air. The NAVSTAR GPS system has three segments namely Control, Space and User. The system is monitored by tracking stations at Diego Garcia, Asension Island, Kwajalein and Hawaii, which pass their information to the central control at Colorado Springs, which in turn passes information to each satellite at least once a day. A surveyor can think of the satellites as targets in the sky at known positions.

Global Positioning System (GPS) satelitte surveying is a 3-dimensional measurement system besad on observations of L-band single transmitted by NAVSTAR GPS satelites. The observations are processed to determine station positions in an Earthcentred Cartesian coordinate sytem (X,Y,Z). These can be converted to geodetic coordinates (latitude, longitude, and height above the referenced ellipsiod) and conventional Eastings and Northings in a local grid. Note that ellipsoid heights are not the same as heights above sea level.

GPS Dataflow Chart

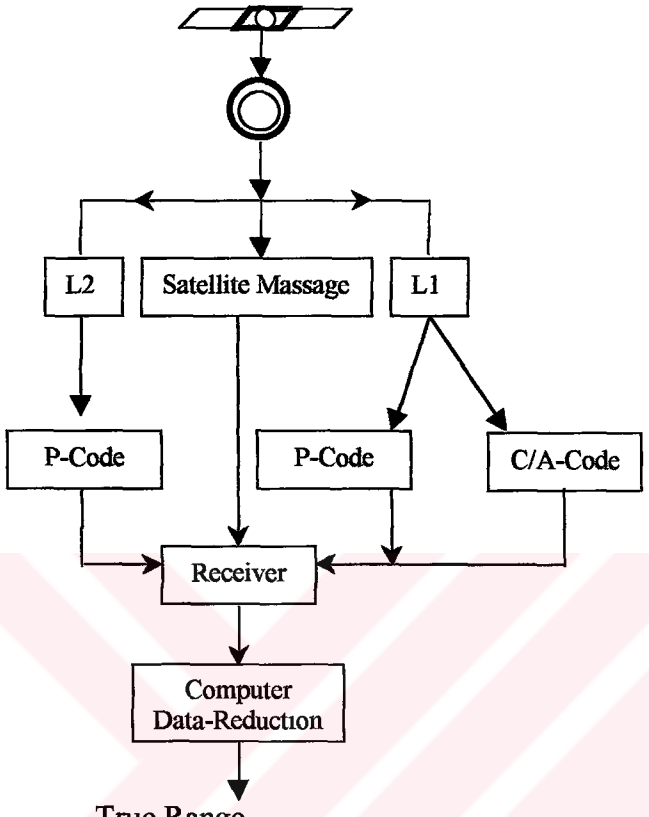


Figure ; Access to GPS satellite signal.

In this paper, I compared some GPS softwares and receivers from different manufacturers. Especially, I indicated some characteristics of SKI - Static Kinematik Software from Leica and GePoS CEO from Carl Zeiss with their receivers. I calculeted different long baseline and adjustmented a same geodetic network on both programs. You can see all of results in application part. Also, you can seurch the other softwares and receivers on their unique parts and choose which one is best.

For these purposes, I collected some catalogues, brochures and linked many GPS manufacturers. However, I searched unique information about GPS, sofwares and receivers on Internet very long time. In addition, end of this studying, I wrote many Internet and e-mail adresses. Our first program is GePoS CEO. Now, I wante to talk about this program briefly.

GPS hardware and software have led to a significant increase in the implementation of GPS applications in many different domians of surveying. With the aim of extending and supplementing the current range of GPS products, Carl Zeiss has developed the GePoS CEO Program system. The abbreviation CEO stands for "Coordinate Evaluation of Satellite Observations". And GePoS mains Geodetic Positioning System. GePoS CEO is a modula, menu-driver program which permits processing of both standard GPS application and project-orieted, high-precision GPS network solutions. In addition to incorporation of GPS receivers from Carl Zeiss and ASHTECH, an integrated RINEX interface is available as an option to process data from other types of receiver. In addition to GPS receivers from Carl Zeiss and ASHTECH, the GePoS system also possible to incorporate a preprocessed baseline, for example from the ASHTECH GPPS software.

Our second program is SKI from Leica. SKI is an easy-to-use, highly-automed software package with impressive grahics. It covers all aspects of GPS surveying and complements Leica GPS Sensors and Controllers.

SKI runs under Microsoft Windows and is built out of different componenets in a clear logical way. Although SKI is a production software designed for fast, accurate processing of measurements with a minimum of operator commands, it still provides the advanced user with ample scope for individual control and data analysis.

SKI will process any type of GPS data: code only, phase only, code and phase, L1 only, L2 only, L1+L2. It's primary purpose, however, is to process dual-frequency observations from Leica GPS Sensor.

I used these two sofware and found some differanceses between performance and easy applications. Two GPS project were used for these purposes. First of all is a small part of Istanbul Main GPS Network 98 (İGNA 98) and the other is some different long baseline of Zonguldak 96 GPS Network Project. Results of calculeting baseline and network adjustmend are presend in application part of this paper.

Unlike many other GPS program systems such as SKI, a major feature of GePoS is the fact that data processing is based on undifferentiated observations. This approach offers the significant advantage that all types of observation available in GPS (C/A code, P code or Y code, and carrier phases on both frequencies) can be included.

I found that SKI is faster and useful than GePoS CEO. Becouse, SKI is runs Microsoft Windows and it has got graphics windows. That's way SKI is an easy-to-use. When calculation baseline you can see collection data of ayn receiver on graphic menu. You can calculate any number and type of baseline which one is you wante instead of rawdata importing in different session. End of baseline computing you can see your geodetic network with basline. But in GePoS CEO, there isn't any graphics menu. You must be very careful when using it. Becouse, you must be

allways with a lot of numbers of obsevations times, observer name, sessions, points and ect.

However, with the AROF Ambiguity Resolution On the Fly option, SKI can process kinematic mesurements without a static initialization. The other advantage of SKI is you can critic full statistical analysis on graphic menu. Unlike SKI the feature of GePoS CEO is you can choose a new receiver from database with mouse click and enter a new type of any receiver.

The baseline and kartesien coordinate were measured by using the both software SKI and GePoS CEO. The coordinate and baselin differences of two project (IGNA 98 and Zonguldak 96 GPS Network), simultaneously used both software, are calculated and the consequences obtained are compiled in the form of tables of application part.

The mean coordinate differences of ellipsoidal geographical coordinates in WGS84 Geodetic Coordinat System stemmed from comparing the both software obtained as follws:

Point Nu.	**ΔX (cm)**	**Point Nu.**	**ΔY (cm)**	**Point Nu.**	**ΔH(cm)**
34299	**ΔXmin=0.25**	**34304**	**ΔYmin=3.35**	**34302**	**ΔHmin=0.4**
34308	**ΔXmax=11.49**	**34300**	**ΔYmax=20.34**	**34315**	**ΔHmax=5.5**
	Δmean=5.87		**ΔYmean=11.85**		**ΔHmean=2.95**

So, I learned by bitter experience that; for accurate, efficent production work, post processing sofware is equally as important as receiver hardware.

1. GİRİŞ

Toprak ve arazi ile ilgili bilgiler bir toplumun değişik kesimlerindeki yöneticiler için gereklidir. Bu bilgiler, sağlıklı ve süratli bir şekilde elde edildiğinde daha ekonomik ve daha doğru karar vermek mümkündür. Böyle analizleri yapmayı mümkün kılan ölçme ve haritacılık, insanoğlu tarafından ilk günlerden beri yararlanılan en eski mühendislik dallarından birisidir.

İnsanoğlu nerede olduğunu ve nereye gittiğini bilmek için ilk çağlardan beri basit yollar denemiştir. Önceleri, yolculuk edenler sadece geçtikleri yerleri işaretlemiş, sonraları ise yaklaşık konumlarını saptamada en iyi araç olarak, gündüzleri gözetlenebilen güneş ile geceleri gözetlenebilen ay ve yıldızlardan yararlanmıştır.

İlk yapay uydu Sputnik 1'in 4 Eylül 1957 tarihinde uzaya fırlatılmasıyla birlikte uzay teknolojisinde yeni bir devir başlamış ve bu tarihten sonra astronomik, jeodezik, meteorolojik, askeri, uzaktan algılama, haberleşme ve benzeri alanlarda kullanılmak üzere çok sayıda uydu yörüngelerine yerleştirilmiştir.

İlk jeodezik amaçlı yapay uydu Anna 13, 1962 yılında yörüngeye yerleştirilmiştir. Bundan sonra, jeodezik ve navigasyon amaçlarıyla bir seri uydunun yerleştirilmesi devam etmiştir. Bu amaçla ilk olarak NNSS (Navy Navigation Satellite System) sistemi daha sonra da NAVSTAR GPS (Navigation Satellite for Timing and Ranging Global Positioning System) uyduları sistemi tamamlamak için yörüngeye yerleştirilmiştir. (T.UZEL: GPS Uyduları Yardımıyla Konum Belirleme Ders Notu, İstanbul, 1990)

GPS haritacılığı ilgilendiren tüm alanlarda kullanım olanağı bulmaktadır. Bunlar; kadastro, mühendislik ölçmeleri ve aplikasyonları, hidrografik ölçmeler, deformasyonların izlenmesi, coğrafi bilgi sistemleri ve sayısal arazi modellerinin oluşturulmasını da içine alan, hemen hemen konum belirleme ile ilgili tüm alanlardadır.

2. GLOBAL KONUM BELİRLEME SİSTEMİ

2.1. Giriş

NAVSTAR GPS (NAVigation System with Timing and Ranging Global Positioning System) uygun donanıma sahip kullanıcılara prezisyonlu üç boyutlu konum, navigasyon ve zaman bilgisi sağlayan, uydulara dayalı bir navigasyon sistemidir. Sistem dünyanın her yerinde sürekli olarak mevcut olacaktır ve meteorolojik şartlardan bağımsızdır. (SEEBER, 1993)

GPS (Navstar Global Positining Sytem, GPS) Amerikan Hava Kuvvetleri Komutanlığı'nın Los Angles Hava Üssü'ndeki Uzay Bölümü'nde Birleşik Program Ofisi'nin (Joint Program Office; JPO) sorumluluğu altındadır. 1973 yılında Amerikan Savunma Bölümü (Depatrman of Defence, DoD) tarafından JPO'ya direktif verilmiş ve JPO, uzay yoluyla konum belirleyen bir sistemin planlaması, kurulması, test edilmesi ve geliştirilmesi için çalışmalar başlatmıştır.

GPS ile konum belirlemede, yayınlanan uydu sinyalinden elde edilen pseudorangeler kullanılır. Pseudorange iki şekilde elde edilir. Kodlanmış sinyalin geliş zamanı ölçülür ve sinyalin geliş zamanı, sinyalin hızı ile çarpılıp pseudorange elde edilir. İkinci yöntem ise sinyalin fazını ölçüp pseudorange'i belirlemektir. Her iki durumda da elde edilen pseudorange, alıcı ve uydu saat hatalarından etkilenmektedir. Dört bilinmeyen vardır, bunlar; üç nokta koordinatı ve bir saat hatası. Dört uydu, dört bilinmeyeni çözmek için yeterlidir. Çözüm ölçülen fazın kullanıldığı durumlarda daha karmaşık olur. Bu faz, sinyal dalga boyunun tam sayı katları kadar belirsizlik (integer ambiguity) içerir. Faz pseudorangelerin modeli, integer ambiguity olarak da tanımlanan faz başlangıcı tam sayısı kadar arttırılır.

Bu günün modern konum belirleme tekniğinin öncüsü, deniz navigasyon uydu sistemi olan NNSS' tir (Navy Navigational Satellite System). Bu, TRANSIT (Time

Ranging and Sequential, TRANSIT) sistem olarak bilinir. TRANSIT sistem yedi uyduyu kapsamaktadır. Sistem ABD tarafından, uçakların ve gemilerin koordinatlarını hesaplamak amacıyla 1960'lı yıllarda geliştirilmiştir. GPS, TRANSIT sisteminin yerine geliştirilmiştir. NNSS TRANSIT sisteminden farklı olan GPS, global bazda gerçek zamanda sürekli navigasyon dataları sağlayacaktır. 20 yılı aşkın bir süredir devam eden teknolojik gelişmeler GPS'in TRANSIT sistemden daha yüksek hassasiyete ulaşdığını göstermektedir. Tablo 2.1'de NNSS TRANSIT ile GPS sistemlerinin bazı karekteristik özellikleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 2.1. GPS ve TRANSIT Sistemin karekteristikleri. (SEEBER, 1993)

Özellikler	GPS	NNSS (TRANSIT)
Yörünge yüksekliği	20.200 km.	1.000 km.
Peryod	12 Saat	105 dakika
Frekans	1.575 MHz 1.228 MHz	150 MHz 400 MHz
Navigasyon Verileri	X, Y, Z, t	Φ, λ
Hassasiyet	15 m. (P-Kdo/No SA)	30-10 m.
Uydu Kuruluşu	25	4-6
Uydu Saatleri	Rudibyum, Sezyum	Quartz

GLONASS (Global Navigation Satellite System) isminde Moskova merkezli GPS gibi bir uydu konumlama sistemi daha vardır. İlk uzay gemisi (COSMOS 1413) 12.10.1982'de firlatılmış ve Rusya Ferderasyonu Başkanının emri ile resmen 24.09.1993'de uygulamaya konulmuştur. 6'sı başarılı olamayan, 42'si iptal edilen uyduların sayısı bugün için 24'tür. Hava, kara ve deniz trafiği yönetimi ve güvenlik artırılması; Jeodezi ve katrografya; zaman birimi senkronizasyonu, ekolojik kontrol, araştırma ve uygulama organisazyonu amaçlarına hizmet için oluşturulmuştur. 120^0'lik bir açı altında 3 yörünge düzeleminde 8'er uydu olmak üzere oluşturulan sistem, 24 saat içerisinde Dünya'nın her yerinde en az 5 uyduya gözlem yapma olanağı veren bir geometriye sahibtir. Uyduların ortalama yüksekliği 19100 km'dir. $\Phi = 50^0$ N enleminden daha kuzeyde bulunan noktalar için GLONASS uyduları GPS'den daha iyi bir gözlenebilirlik sağlar. GLONASS Sistem Zamanı (GLONASST) merkezi senkronize ilkesinden oluşturulmuştur. En uygun kullanım için sistemdeki tüm proseslerin senkronizasyonu çok önemlidir. (IŞIK B.C., Küresel

Astronominin Konusu ve Uydu Konumlama Sistemleri (GPS-GLONASS), TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Yayın Organı Dergisi, Mayıs-1997 Sayı; 82)

GPS üç bölümden oluşur;

1) Uzay Bölümü: Sinyal yayını yapan uyduları kapsar,

2) Bütün sistemi idare eden kontrol bölümü,

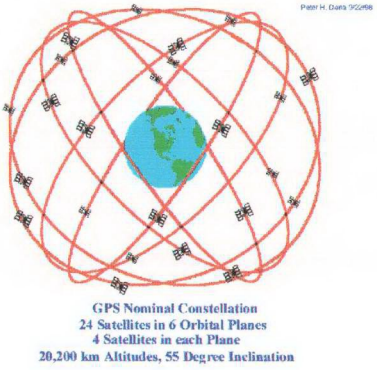
3) Değişik özeliklere sahip alıcıları içeren kullanıcı bölümü.

2.2. GPS'in Bölümleri;

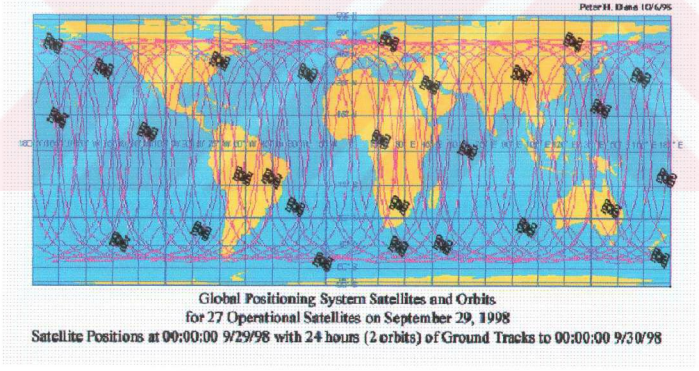
2.2.1. Uzay bölümü

GPS' in uzay bölümü altı yörünge düzlemi içinde olan uydulardan oluşur. Uyduların dünyadan yüksekliği yaklaşık 20200 km dir. Her uydu yörüngesi üç aktif ve bir tane de yedek uydu olacak şekilde düzenlenmiştir . Uydular üç tipte olup, Blok-I uyduları ekvator düzlemi ile 63°, Blok II ve Blok-IIR uyduları ise 55° 'lik eğim yapmaktadır. Blok-II uydularının ortalama ömrü 6 yıldır. Blok-I ve Blok-II uyduları arasındaki fark; Blok-I uyduları uyduları sivil kullanıma tamamen açık iken, Blok-II uyduları siviller tarafından sınırlı şekilde kullanılmaktadır. Blok-IIR uydularının 10 yıl ömürleri vardır. Bu uydular diğer uydular arasında haberleşmeyi sağlayacak şekilde düzenlenmiştir. Tablo 2.2'de GPS uydularının son durumu verilmiştir. Bu tabloda, hangi uydunun hangi blokda ve yörüngede yer aldığı ve ne zaman hizmete girdiği görülmektedir. Şekil 2.1'de ise 6 yörünge üzerindeki toplam 24 uydunun 22/09/1998 tarihindeki durumlarını vermektedir. Her bir yörüngede 4'er uydu yer almaktadır.

Ayrıca şekil 2.2'de 27 uydunun, 29/09/1998 tarihinde saat 00:00:00' dan 30/09/1998 tarihinde saat 00:00:00'a kadar olan 24 saatlik sürede yörünge düzlemlerindeki hareketi gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Global Positioning System (24 uydunun yörünge durumu.) (Internet:http://www host.cc.utas.edu/ftp/pub/grg/graft/notes/gps.html.)

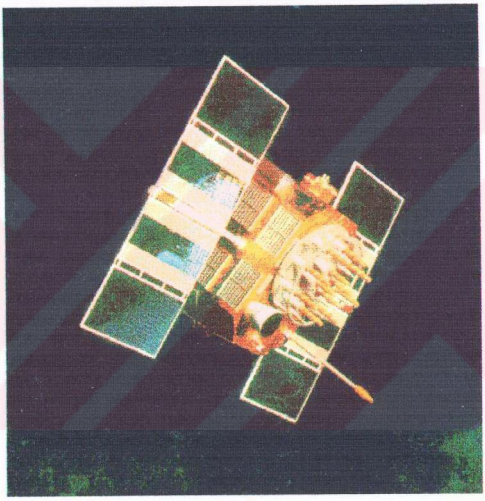


Şekil 2.2. GPS uydu yörüngeleri. (Internet:http://www host.cc.utas.edu/ftp/pub/grg/graft/notes/gps.html.)

Tablo 2.2. GPS uydularının son durumu. (GIBS Newsletter GPS-Information- und Beobachtungssystem Number 36 November + Dezember 1998)

PRN	Blok	Yörünge	Saat	Başlama
01	II	F1	CS	22.11.92
02	II	B3	CS	10.06.89
03	II	C2	CS	28.03.96
04	II	D4	CS	26.10.93
05	II	B4	CS	30.08.93
06	II	C1	CS	10.03.94
07	II	C4	CS	13.05.93
08	II	A5	RB	06.11.97
09	II	A1	CS	26.06.93
10	II	E3	CS	16.07.96
13	II R	F5	RB	22.07.97
14	II	E1	CS	14.02.89
15	II	D2	CS	01.10.90
16	II	E5	CS	17.08.89
17	II	D3	CS	11.12.89
18	II	F3	CS	24.01.90
19	II	A4	RB	21.10.89
21	II	E2	CS	02.08.90
22	II	B1	RB	03.02.93
23	II	E4	CS	26.11.90
24	II	D1	RB	03.07.91
25	II	A2	CS	23.02.92
26	II	F2	RB	07.07.92
27	II	A3	CS	09.09.92
29	II	F4	RB	18.12.92
30	II	B2	CS	12.09.96
31	II	C3	CS	30.03.93

GPS uyduları, sistemin çalışmasını sağlayan radyo alıcıları, vericileri, atomik saatler ve çok çeşitli yardımcı aletlerden oluşan bir platformdur. Her uydunun elektronik aletleri kullanıcının uyduya pseudorange (R) uzaklık ölçmesini sağlar. Bütün uydular, uydunun uzay koordinatları hesaplanmasında yardımcı olacak mesajlar yayınlar. Bu sayede kullanıcılar Dünya üzerindeki konumlarını hesaplayabilirler. Uydularda 7 m2 'lik iki tane güneş paneli vardır. Bu paneller güç sağlamakla görevlidir. Şekil 2.3'de bir Blok-II GPS uydusu ve üzerindeki bazı bölümleri görülmektedir.



Şekil 2.3. Bir Blok II GPS uydusu. (Internet:http://www host.cc.utas.edu/ftp/pub/grg/graft/notes/gps.html.)

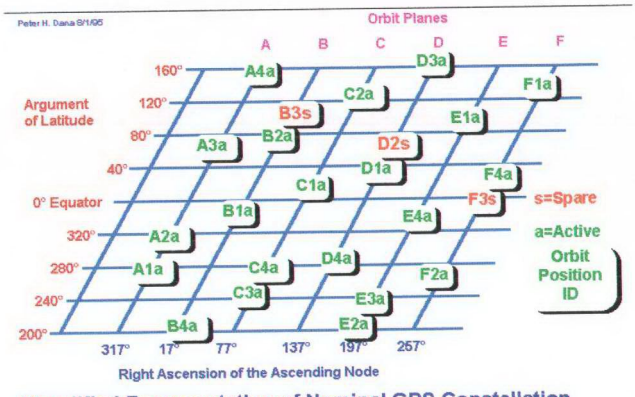
Uydu sinyali; uydu tarafından yayınlanan taşıyıcı geniş spektrum sinyalidir. Bu özellik, istenmeyen karışıklıklara daha az maruz kalmasını sağlar. Geniş spektrum tekniği hidrografik ölçme sistemlerinde kullanılmaktadır. Sistemin doğruluğu bütün sinyal bileşenlerinin atomik saatler tarafından kontrol edilmesi ile sağlanır. Blok-II uydularının dört zaman standartı vardır. Bunlar iki rubidium ve iki tane de cesium saatidir. Bu saatlerin günlük frekans sabitliği 10^{-13} veya 10^{-14} kadar değişebilir. Farklı

bir frekans sistemine sahip olan Blok- IIR uyduları için bu değer 10^{-14} veya 10^{-15} tir. Bu yüksek doğrulukdaki frekans standartları GPS'in ana frekansı olan 10.23 MHz frekanslı L ana frekansının 154 ve 120 sayıları ile çarpılmasından elde edilir. (L1=10.23*154=1575.42 MHz, L2=10.23*120=1227. 60 MHz).

Sinyalin uydulardan alıcılara geliş zamanından elde edilen pseudorangeler, iki taşıyıcı frekans üzerinde modüle edilmiş iki Pseudo Random Noise (PRN) kodu kullanılarak elde edilir. Bu kodlar C/A ve P kodlarıdır. Uydular, sinyalleri göndermek üzere L1 üzerene modüle edilmiş C/A (Coarse/Acquisition) kodunu (1,023 MHz) ve L1 ve L2 üzerinde modüle edilmiş P (Precision/Protected) kodunu (10,23MHz) kullanır. L1 ve L2 aynı zamanda veri mesajları da içerir. Bu veriler şunlardır; Kepler elemanlarına göre uydu efemerisleri, iyonesferik katsayılar, durum bilgisi, sistem zamanı ve uydu saat hatalarıdır. C/A kodu Standart Konum Belirleme Servisi (Standart Positioning Service-SPS) ve P kodu Prezisyonlu Konum Belirleme Servisi (Precise Positionning Service-PPS) tarafından oluşturulmuş kodlardır. Bunlar Pseudo Random Noise (PRN) kodlar olarak bilinir.

Uydular, uydunun firlatılma sıra numarası, uydu konum numarası, uydu PRN kodu, NASA katalog numarası ve uluslar arası ismi gibi çeşitli bilgilerle tanımlanırlar. Her hangi bir karışıklığı önlemek için, sadece uydu navigasyon mesajından alınan PRN kodu kullanılır. (YAPRAK, S.,1998. GPS ve GPS'in Detay Alımlarında Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.)

Şekil 2.4'de de görüldüğü gibi; uydu yörünge düzlemleri ekvator düzlemine göre 55^0 eğimlidir. Uydu yörüngeleri yaklaşık daire şeklindedir ve bir uydunun tam dolanım süresi 12 saattir. Yani dünya, ekseni etrafında 360^0 dönünceye kadar uydu 2 tam donanımını tamamlamış olmaktadır. Bu durum bir yıldız gününün bitimindeki durumdur. Bir yıldız günü bir güneş gününden yaklaşık dört dakika farklı olduğu için, bir uydunun doğuş ve batış süreleri de bu miktar kadar (uydu bir gün öncesine göre 4 dakika önce doğar ve batar). 24 uydu ile yeryüzünün her noktasında, her türlü hava şartında ve her an, en az 15^0 eğim açısında 4 ila 8 uydudan sinyal alabilmektedir. (AKSOY A., Prof. Dr. H.C. Ekrem Ulusoy'un 60. Hizmet Yılını Kutlama Töreni, 23 Ekim 1998, İstanbul)

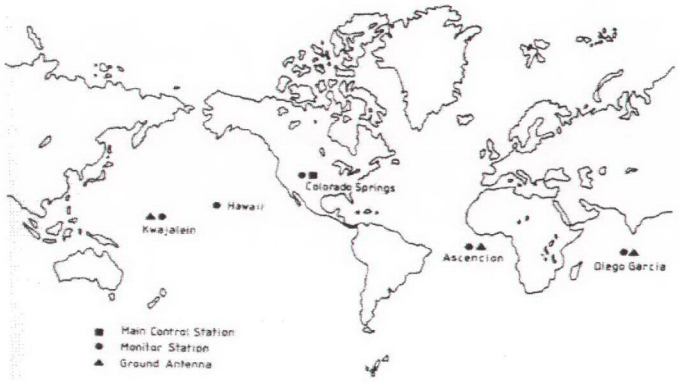


Şekil 2.4. GPS uydu takımının yörünge düzlemleri. (Internet:http://www host.cc.utas.edu/ftp/pub/grg/graft/notes/gps.html.)

2.2.2. Kontrol bölümü

İşlemsel Kontrol Sistemi (Operatinal Control System, OCS) denen bu bölüm ana kontrol, izleme ve yer kontrol istasyonlarını kapsar. Kontrol bölümünün ana görevi, yörünge ve saat hesabı yapabilmek için uyduları izlemek, değişik hataları modellendirmek, uydu zamanlarının senkronizasyonunu yapmak ve veri mesajlarını uydulara yüklemektir.

Ana kontrol istasyonun (Master Control Station, MCS) yeri Colorado Spring'tedir. Ana kontrol istasyonu izleme istasyonlarından elde edilen bilgiyi toplar. Uydu yörüngelerini ve saat parametrelerini Kalman estimatörünü kullanarak hesaplar. Sonuçlar üç tane yer kontrol istasyonundan birine yapılacak bir veri yüklenmesi için geri gider. Uydu kontrol ve sistem işletimi ana kontrol istasyonun sorumluluğundadır. Şekil 2.5'de GPS'in ana kontrol istasyonu, 5 adet gözlem istasyonu ve 3 adet yer anteninin bulunduğu yerler gösterilmektedir.



Şekil 2.5. GPS'in Kontrol Bölümü ve Gözlem İstasyonları. (SEEBER,1993)

Beş tane izleme istasyonu (Monitor Tracking Station, MTS) vardır. Bunlar Hawai, Colorada Springs, Ascension (Kuzey Atlantik Okyanusunda), Diego Garcia (Hindistan Denizinde) ve Kwejelian'da (Kuzey Pasifik Okyanusunda) dır. Bu istasyonların hepsi hassas cesium zaman standartlıdır ve P kodlu alıcılar sürekli olarak görünürdeki uydulara ölçü yaparlar. İyonosferik ve meteorolojik veri ile birlikte, pseudorange ölçümleri her 1,5 saniyede bir yapılır ve bunlar onbeş dakikalık veriyi vermek için uygun hale getirilirler. Daha sonra bu veri ana kontrol istasyonuna gönderilir.

Üç tane yer kontrol istasyonu (Ground Control Station, GCS) vardır. Bu istasyonlar; Ascension, Diego Garcia ve Kwejelian'daki izleme istasyonlarında yer almaktadır. Yer kontrol istasyonları uydulara olan haberleşme bağlantılarını sağlar ve yer antenleri ile donatılmıştır. Ana kontrol istasyonunda hesaplanan uydu efemerisleri ve saat bilgileri, s-bant radyo bağlantıları kullanarak GPS uydularına yüklenir. Bu yükleme her altı saatte bir yapılır. (SEEBER,1993)

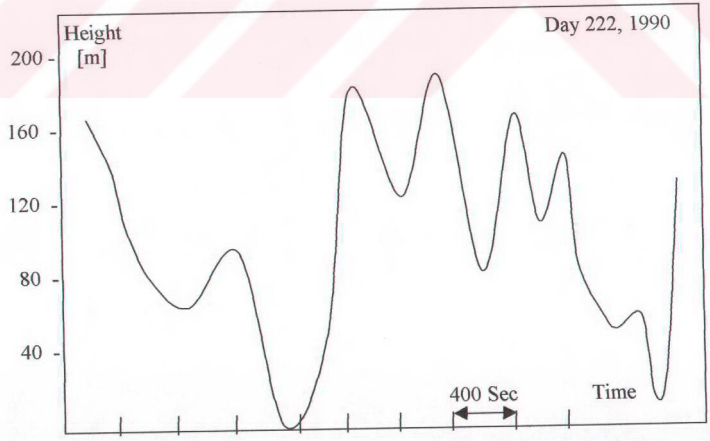
2.2.3. Kullanıcı bölümlü

Bu kısım daha geniş bir şekilde ele alınıp incelendiği için iki ayrı bölüm olarak hazırlanmıştır. Gerek ilk GPS alıcıları ve gerekse günümüzde yaygın olarak

kullanılanlar, tanıtıcı resim ve teknik özellikleriyle 3. Bölümde, değerlendirmede kullanılan yazılımlar ise 5. Bölümde ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

2.2.4. Doğruluk ve kullanımın sınırlanması

Sivil kullanıcıların sistemi tam ve doğru olarak kullanmaması için iki temel yöntem vardır. Bunların ilki Selecetive Availability (SA) ve ikincisi Anti-Spoofing' tir (AS). 1980'lerin başında DoD doğruluğu engelleyici çalışmalar yaptı ve Selecetive Availability (SA), Blok-II uydularına uyguladı. SA'nın iki kısmı vardır. İlki, uydu saat frekanslarına uygulanan titreşimdir. Bu titreşim C/A ve P kodunu etkiler. C/A ve P kodunun yanlış olması sivil kullanıcıların anlık olarak doğru pseudorange ölçmesini engeller. Bu çeşit bir doğruluk düşüşü, tek frekanslı alıcı kullanıcılarını etkiler. Çift frekanslı alıcılar kullanıldığı zaman bu etki azaltılır. Doğruluğu düşüren ikinci etki broadcast efemerislerin yanlış verilmesidir. Bu ε tekniği olarak bilinir ve uzun peryotlu hatalara sebep olur. Böylece uydu koordinatları doğru olarak hesaplanamaz. Uydu konumundaki hata, kullanıcı hatasına sebebiyet verir. DoD aynı zamanda P kodunu tam olarak girmeyi engelleyen antispoofing'i (AS) geliştirmiştir. AS'nin etkisi ile beraber, P kodu W kodu ile karşılaşan Y kodunu üretir. Şekil 2.6'da Selective Availability'nin yükseklik değişimine etkisi görülmektedir.



Şekil 2.6. Selective Availability'nin etkisi (SEBEER, 1993)

3. GPS ALICILARI

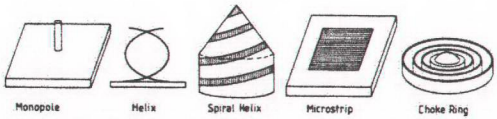
3.1. Giriş

GPS uydularından gelen sinyalleri navigasyon ve jeodezik amaçlar için kullanmaya elverişli hale getirecek uygun GPS alıcılarına ihtiyaç vardır. Sistemin GLONASS (Moskova merkezli, Rus Uydu Sistemi) sistemi ile entegrasyonu tamamlanmak üzeredir. Bu şekildeki teknik gelişmeler GPS üreticilerini de harekete geçirmiş ve daha gelişmiş GPS alıcı ve değerlendirme yazılımları üretmek zorunda bırakmıştır. Piyasaya devamlı yeni tip GPS alıcıları çıkmakta ve mevcut olan aletler firmalar tarafından geliştirilerek daha küçük boyutlu, hafif ve otomatik hale getirilmektedir. Günümüzde bir çok alıcı modeli kullanımdan kalkmış olmasına rağmen, aşağıda ilk üretimden günümüze kadar alıcı çeşitleri birkaç kurala göre sınıflandırılmıştır. İlk alıcılar ileride ortaya çıkan gelişmelere birer kaynak oluşturmuştur (SEEBER. ,1993).

Bir GPS alıcısının ana bileşenleri şunlardır;

— Anten ve güçlendirici
— Radyo - Frekans bölümü
— Mikroprosesör
— Hassas osilatör
— Güç kaynağı
— Data kayıt, hafıza (bellek)
— Kumanda ve görüntü paneli

Anten; uydudan gelen elektromanyetik dalgaları alır ve güçlendirerek Radyo Frekans bölümüne aktarır. Şekil 3.1'de bazı anten tipleri görülmektedir.Anten ile alıcı arasındaki bağlantı 10 – 30 m'lik kablolar vasıtasıyla yapılır. Anten ve alıcı ünitesinin tek parça halinde olduğu GPS alıcıları da mevcuttur (Zeiss firmasının GePoS RD12 ve GePoS RD24 tipli alıcıları gibi). Anten ve kablo yardımıyla Radyo-Frekans bölümüne ulaştırılan sinyal daha düşük bir frekansa dönüştürülür ve bir veya daha fazla kanalda değerlendirilir.



Şekil 3.1. Anten tipleri (SEEBER, 1993)

Sinyallerin değerlendirme işlemi sinyal prosesöründe yapılır. Kod ölçüleri yardımıyla psudorangeler belirlenir, sinyaldeki data bloku dekode edilir. Dekode işleminin yapılması için C/A ve P kodunun bilinmesi gerekir. Faz ölçüleri kod ve Data - Kodu modülasyonundan bağımsız hale getirilir. Kaydedilen sinyallerin hangi uyduya ait olduğu sinyal prosesörü tarafından uydulara ait özel kodlar veya taşıyıcı fazın değişimi (Doppler - Frekans kayması) yardımıyla tespit edilir. R.F'nin diğer önemli bölümü ise referans frekanslar oluşturmaya yarayan ossilatör ile yabancı sinyallerin elimine edildiği filtre ve değişik genlik ve frekansa sahip sinyallerin birbirleriyle matematiksel olarak çarpıldığı karıştırıcı (Mixer) kısımlarıdır. Radyo Frekansta sinyallerin değerlendirildiği kanal sayısı çok önemlidir. Kanal sayısının fazlalığı çok sayıdaki uydudan sinyal kaydetme olanağı verir. Aletlerdeki kanallar fiziksel olarak yapılabileceği gibi özel programlar vasıtasıyla da oluşturulabilir. Aletin mikropressersör bölümü tüm sistemin yönlendirildiği bölümüdür. Navigasyon işlemi de yine bu bölümde yapılır.

Kominikasyon bölümü; genellikle klavye ve display şeklindedir. Gözlemci ile aletin merkezi kısımları arasında ilişki kurmayı sağlar. Gözlemci kominikasyon bölümü yardımıyla ölçüyü istediği gibi yönlendirir.

Data kayıt bölümü; ölçülerin kayıt edildiği bölümdür. Kayıt işlemi alet dışında veya alete monte edilmiş bir bilgisayardaki disketlere yapılabilir.

Enerji kaynağı bölümü ise, aletin çalışması için gerekli enerjinin sağlandığı bölümdür. Aletlerin bir çoğu 12 voltluk enerji ile çalışır. Bir alıcı bir veya birkaç kanallı olabilir. Üç tür kanal vardır. Bunlar:

1- Paralel kanal (paralel channel)

2- Sıralı kanal (sequencing channel)

3- Katlamalı kanal (multipexing channel)

1– Paralel Kanallı Alıcılar; Her kanal sürekli olarak bir uydu izler. Üç koordinatı ve bir de zamanı belirtmek için en az dört paralel kanala ihtiyaç vardır. Modern alıcılarda her frekans için 12 kadar kanal bulunur.

2– Sıralı Kanallı Alıcılar; Bu tür kanal düzenli aralıklarla uydudan uyduya geçer. Tek kanallı bir alıcı üç boyutlu konum belirlemek için en az dört uyduya bağlantı yapmalıdır. Bu tür alıcıların bazılarında bir kanal sürekli olarak dataları işlemeye ayrılmıştır. Çoğunlukla hızlı sıralı kanallar kullanılır.

3– Katlamalı Kanallı Alıcılar; Değişik uydular arasında çok yüksek hızda sıralı geçiş yapar. Geçiş çoğu zaman navigasyon mesajları ile senkronizedir. Dört uydu için sıralı bağlantı 20 milisaniyede tamamlanır. Çift frekanslı alıcılarda bu 40 milisaniyedir. Esas olarak bütün uydulara quasi - simultane ölçüleri elde etmek için bir tek gerçek kanal kullanılır. Katlamalı kanalın bir avantajı paralel kanallara karşılaştırıldığında kanala bağlı sistematik hatalar (Interchannel biases) rol oynamaz. Sürekli izli parelel kanalar daha ucuz ve alıcı için daha iyi sonuç verir. GPS alıcıları değişik kategorilere göre çeşitli gruplara ayrılabilirler. Önceleri iki sınıfa ayrılıyordu.

— Kod bağımlı alıcılar

— Kodsuz alıcılar

Artık her iki teknik her alıcıda birlikte uygulandığından böyle bir ayrım anlamını yitirmiştir. Daha iyi bir sınıflandırma mevcut data tipleri ile yapılır:

— C/A Kod

— C/A Kod + L_1 taşıyıcı faz

— C/A Kod + L_1 taşıyıcı faz + L_2 taşıyıcı faz

— C/A Kod + P Kod + L_1, L_2 taşıyıcı faz

— L_1 Taşıyıcı faz. (sık kullanılmaz)

— L_1, L_2 Taşıyıcı faz. (sık kullanılmaz)

C/A Kod Pseudorange Alıcılar; C/A kod pseudorange alıcıları genellikle elde kullanılan ve enerjisini küçük pillerden sağlayan alıcılardır. Bu tip cihazların birden altıya kadar bağımsız alıcı kanalları vardır ve çıktı olarak üç boyutlu konum verirler: enlem, boylam ve yükseklik ya da bir harita sistemindeki dik koordinatlardır. Alıcının hareketli olduğu uygulamalarda dört veya daha fazla kanallı olanlar tercih edilir. Çünkü uydu uzaklıklarının sürekli gözlenmesi daha doğru sonuçlar elde etmemizi sağlar. Fakat alcının sabit konumda olduğu uygulamalarda tek kanallı alıcılar uygundur. (SEEBER, 1993)

C/A Kod ve Taşıyıcı Faz Alıcıları; Oniki kanallı olanlar vardır. Bu alıcılar her tipte tasarlanan ölçme yöntemini yapabilir ve aynı zamanda taşıyıcı fazı hafızasında tutma yeteneğe sahiptirler. Bu alıcılar ile statik, kinematik ve pseudokinamatik presizyonlu ölçme yöntemleri uygulanabilir.

P Kod ve Taşıyıcı Faz Alıcıları; P kod alıcılar ölçme, nokta konumlandırma ve navigasyon için 1984 yılında yapılmış ilk alıcılardır. P kod alıcılar ile uzun ve çok uzun bazlar (100 km) bir santimetrenin altında bir doğrulukta belirlenebilir. Ayrıca P kod alıcılarının bir başka avantajı da orta mesafedeki (20 km) ölçü hassasiyetidir. Bu bazlarda on iki dakikalık veriyle santimetre seviyesinde doğruluk elde edilir. Bu değerlendirme esnasında, iyonosferik hataları elemine etmek için L1 ve L2 fazının lineer kombinasyonu olan L3 fazı kullanılmaktadır. Bu yönteme Wide Lane (WL) tekniği denmektedir.

Diğer bir sınıflandırma da kullanıcılara göre yapılır;

— Askeri alıcılar
— Sivil alıcılar
— Navigasyon alıcıları
— Zaman alıcıları
— Jeodezik alıcılar. (SEEBER; 1993)

3.2. Teknik Gelişmelerine Göre Alıcı Çeşitleri

Teknik gelişmelerine göre alıcıları;

- Klasik alıcılar,
- Modern alıcılar,

şeklinde sınıflandırabiliriz.

3.2.1 Klasik alıcılar

Koda bağlı TI4100 ve koddan bağımsız Macrometer gibi alıcılar jeodezik GPS teknolojisindeki ilerlemenin görüldüğü iki tip alıcıdır. Texas aletleri TI4100 GPS Navigator alıcıları ilk 1984 yılında piyasaya sürüldü. Jeodezi, ölçme ve navigasyon

amaçlı kullanıldı. Çift frekanslı bir alcı idi ve gözlemler aşağıdaki 3 değişik şekilde yapılırdı;

— P-code pseudoranges (L1ve L2 üzerinde)

— C/A - code pseudoranges (L1 üzerinde)

— Taşıyıcı faz (L1 ve L2 Üzerinde)

TI4100 AS (anti-soofing) etkisinden dolayı tek frekanslı C/A-cod alıcısı gibi kullanılabildi. Macrometer V1000 alıcısının 1982 yılında piyasaya çıkmasıyla jeodezik uygulamalar için ilk adım atılmış oldu. Bu sistem 3 bölümden oluşur;

— Alıcı/kaydedici ve enerji kaynağı

— Geniş yüzeyli anten

— P 1000 işlemcisi

Mocrometreler V1000 alıcısı tek frekanslıdır. 100 km'lik bir baz ölçümünde 1-2 ppm'lik bir doğruluk sağlar. Çift frekanslı versiyonu olan Macrometreler II 1985 yılında üretilmiştir. Bu versiyonu önceki ile aynı özelliklere sahip olmakla birlikte ağırlık bakımından daha hafif ve güç kaynağı ihtiyacı bakımından daha az bir enerji ile çalışabilir. (SEEBER. ; 1993)

Tek frekanslı C/A code alıcısı olan MINIMAC 1986 yılında kullanıma sunuldu. Bu alıcı yukarda tanıtılan alıcıların bir çok dezavantajlarını ortadan kaldırdı. (SEEBER. ; 1993)

3.2.2. Modern alıcılar

Wild/Leitz (Heerbrugg, Switzerland) ve Magnavox (Torrance, Califarnia) firmalarının geliştirmiş oldukları Wild/ Magnavox WM101 jeodezik alıcısı 1986 yılında dört kanallı L1, C/A kod özelliği ile üretilmeye başladı. 1988'de çift frekanslı WM102 geliştirildi ve bu alıcı şu özellikleri taşımaktadır;

— Aynı anda 6 uydudan gelen sinyalleri C/A kod ve L1 frekansı alabilmesi ,

— 6 uydudan P kod ve L2 frekansı alabilmesi,

— P codu kapalı iken kareleme tekniğini kullanarak L2 frekansını alabilmesi.

1991 yılında Leica firması Wild GPS-System 200 alıcılarını üretti. Bunun yanında Ashtech firması da 1988 yılında Ashtech XII GPS alıcılarını üretmeye başladı. Ashtech XII alıcısı hiçbir başlangıç prosedürüne ihtiyaç duymadan çalışabilir. Datalar 5 MB kapasiteli iç hafıza bölümüne kaydedilebilir. Diğer alıcılarda olduğu gibi aşağıdaki görevler eklenebilir;

— 1 ppm timing signal ouput
— Fotopmetrik kamera içine konabilmesi
— Navigasyon ölçümü
— Gerçek zamanlı diferansiyel navigasyon

NASA tarafında üretilen Rogue SNR-8 alıcısı geliştirilerek SNR-8000 serisi üretilmştir. Taşınması ve kullanılması hayli kolay olan bu alıcı çok yaygın bir uygulama alanı bulmuştur. Genel olarak bir GPS alıcısında bulunması gereken temel özelikler şunlardır;

— Aktif olan bütün uydulardan sinyal alabilmeli
— Çift frekanslı olmalı
— L2 üzerinde tam dalga boyu
— Düşük faz noise
— Düşük code noise
— L1 ve L2 için en yüksek kapasite de değerlendirme
— Yüksek hafıza kapasitesi
— Düşük enerji ihtiyacı
— AS kısıtlayıcısı altında bile tam kapasite ile çalışabilme kabiliyeti

Çift frekanslı aletlerin kullanılması ambiguity çözümlerinde ve iyonosfrik etkilerin en aza indirilmesinde çok önemlidir. Bu özellik jeodezik uygulamalar için büyük kolaylık sağlar. (SEEBER. ; 1993)

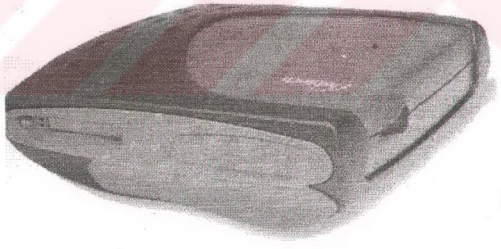
3.3. Günümüzde Kullanılan GPS Alıcıları ve Genel Özellikleri

3.3.1. Ashtech Z - süper istasyon GPS alıcısı

Z-Surveyor GPS alıcısına batarya, PC kart hafızası ve gerçek zamanlı cm hassasiyetli ölçmeler için dahili radyo cihazları entegre edilmiştir. Topoğrafik ölçmelerde,

jeodezik kontrol ölçmelerinde, detay alımı, aplikasyon, kadastral ölçmelerde, yol, inşaat ve çeşitli projelerin ölçümünde kullanılabilir. Ashtech Z - Süper İstasyon; Real Time Kinematic (RTK) ölçmeleri, arazi sonrasında değerlendirme uygulamaları olan statik ve hızlı statik ölçmeleri de yapabilir. Komple bir Z-Süper İstasyon sistemi, bir sabit ve bir gezici istasyon ile RTK uygulamaları için Husky / FS2 kontrol ünitesi ve radyo alıcıları, planlama ve arazi sonrası değerlendirme için büroda kullanılan yazılımdan oluşur. 12 kanallı - çift frekanslı bir GPS alıcısıdır. Şekil 3.2'de görülen Z-Surveyor GPS alıcısı elde taşınabilir. Alıcının kontrol ünitesi noktanın yeri ile ilgili bilgiyi ekrana getirir. RTK ölçümlerinde tam sayı belirsizliğinin çözülmesi, 8 veya daha fazla uydunun izlenmesi halinde %99.9 güvenlikle 10 saniye içinde mümkün olur. (Internet : http://www.ashtech.com)

Z-Tracking patentli (Ashtech patentli) GPS gözlemi, diğer P kodlu çift frekanslı alıcılara göre 13 db sinyal gürültü oranı avantajı ile elde etmesi uydu sinyallerinin zayıf geldiği (yüksek gerilim hattı, şehir içi, radyo ve televizyon verici istasyonu, ince dallı ağaçlar arasında,...) yerlerde yüksek duyarlıklı ölçüm yapma imkanı verir. Bunun yanında, alıcıların uydulardan gelen sinyalleri yakalaması da diğer alıcılara göre daha hızlıdır.



Şekil 3.2. Ashtech Z-Surveyor GPS alıcısı. (Ashtech tanıtım kataloğu)

GPS ve GPS+GLONASS alıcıları ile RTK uygulamalarında dahili radyo sistemi ilk kez Ashtech tarafından entegre edilmiştir. Duyarlı olarak;

Post-processing (Gerçek zamansız)

Statik- Rapid Statik-Kinematik 5 mm +1 ppm

Real Time (Gerçek zamanlı)	
Durağın haldeyken (Statik)	Yatayda 1 cm
	Düşeyde 1.5 cm
Hareketli durumda (Kinematik)	Yatayda 1.5 cm
	Düşey 2.5 cm
Alıcının çalışma ihtimali	-20^0 - + 55^0 C
Alıcı antenin çalışma limitleri	-40^0 - + 65^0 C

Ashtech firmasının çalıştığı konu her iki sistem ile ölçü yapılabilen alıcılar (GPS + GLONASS) olduğundan, bu işlemle profesyonelce ilgilenmekte, sırf GLONASS konusu üzerinde Rusya'da çalışan bilim adamları barındırmaktadır. İleride bina köşesinde bizzat ölçü yapan alıcıların geliştirilmesi konusunda büyük adımlar atılmaktadır. Yazılımlar konusunda ise devamlı Upgrade'ler yapılmakta, çok kullanışlı ve pratik hale getirilmektedir. (Internet : http://www.ashtech.com)

3.3.2 Topcon GPS Turbo SII Alıcısı

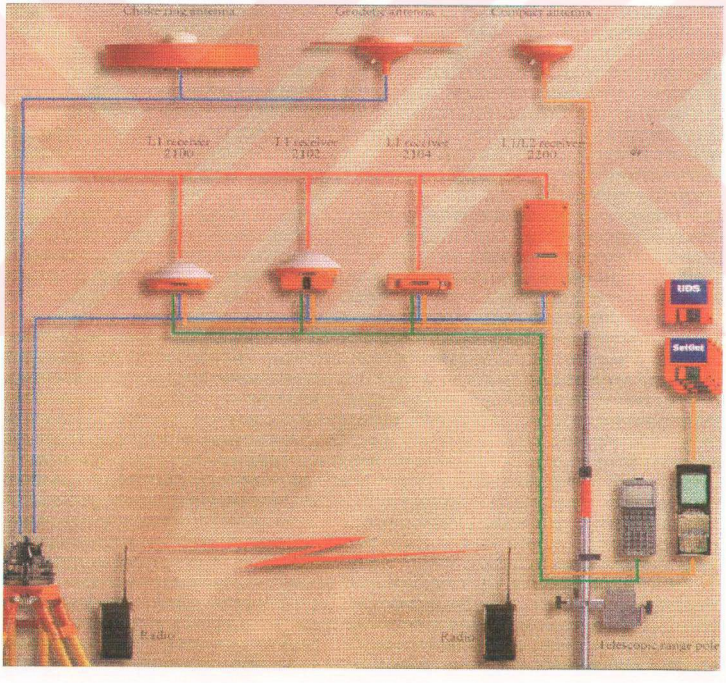


Şekil 3.3. Topcon GPS Turbo SII anten ve alıcısı (Topcon Tanıtım Kataloğu)

Dünyanın ilk elle taşınabilen çift frekanslı P-Kod GPS alıcısıdır. Şekil 3.3'de görülen Topcon GPS Turbo SII, GPS alıcılarının kullanıldığı tüm alanlarda çok iyi bir performans sağlar. Hassasiyeti yüksektir, hafiftir ve az enerji ihtiyacı vardır. Arazi uygulamalarında sırt çantası ihtiyacı olmaz. Küçük bir el çantası ile taşınabilir. Anten ile birlikte ağırlığı 1,5 kg dır. Dahili hafızası 2 MB olup sürekli kullanımda 17 saatlik bilgilerin kaydedilebilmesine imkan verir.

Topcon firmasının Turbo-G1 adında yüksek hassasiyetli navigasyon alıcısı da vardır. Cep telefonu kadar küçüktür ve tek el ile kullanılabilir. (Topcon yetkili satıcısı, Perpa Ticaret Merkezi No: 1854 Şişli/İstanbul)

3.3.3 Geotracer System 2000 Alıcıları



Şekil 3.4. Geotracer GPS alıcıları. (Geotracer System 2000 tanıtım kataloğu)

Geotronics firmasının üretmiş olduğu şekil 3.4'de görülen Geotracer GPS alıcıları bütün ölçme tiplerinde (Statik, Kinematik ....v.b.) çok iyi sonuçlar verir. Dataların depolanması için çeşitli kapasitelerde PCMCIA kartları kullanılır.

Geotracer 2104; tek frekanslı (L1 frekanslı) bir alıcıdır. Statik moddan RTK uygulamalarına kadar pek çok ölçü modunda kullanılabilir. Boyutları: 203*158*42 mm. (9*6*1 5/8 inch). Ağırlık : 1.15 kğ. (2.5 lbs). Geotracer 2200; çift frekanslı (L1/L2) bir alıcıdır. Bütün GPS ölçü modlarında kullanılabilir. Boyutları: 235*220*100 mm. (9 ¼ * 8 ¾ *4 inch). Ağırlık : 2.9 kg. (6.3 lbs).

Geotracer 2100; L1 frekanslı alıcıdır. Bütün ölçü modlarında çok iyi sonuç verir. 1.5 kg. ağırlığındadır. Geotracer 2102 de aynı özelliklere sahiptir. Compact antenna; bir reflektör büyüklüğündedir. Taşıması çok kolaydır. RTK ölçmelerinde kullanılır. Boyutları : 130 mm. Ağırlık : 0.6 kg. (1.3 lbs)

Geotronics : AB Box 64. S-182 11 Danderyd, Sweden
Telephone : +46-8-622 10 00 Fax : +46-8-7532464
e-mail : info@geotronics.se
Internet : http://www.geotronics.se

3.3.4. Leica GPS alıcıları ve kullanım alanları

Leica firmasının geliştirmiş olduğu çok çeşitli GPS alıcısı ve kontrol ünitesi piyasada mevcuttur. Leica ilk olarak 1991 yılında System – 200 olarak adlandırılan GPS alıcılarını geliştirmiştir. Bu sistem SR299 alıcı ünitesi ve CR244 kontrol ünitesinden oluşmaktadır. Firma 1995 yılında Leica System 300 GPS alıcılarını piyasaya sürdü. System 300, çift frekanslı SR399 ve SR9500 alıcıları, tek frekanslı SR9400 alıcıları ile CR333 ve CR344 kontrol ünitelerinden oluşmaktadır. Bunların özellikleri aşağıda kısaca verilmiştir.

SR 399 / 9500; SR 299 GPS alıcısı real-time uygulamalarında kullanılmasına rağmen maksimum performans ve üretim ancak SR 399 ve SR 9500 alıcılarından sağlanabilir (Şekil 3.5). Bu alıcılara on-the-fly, rapid static ve know point (bilinen

nokta) uygulamalarında başlangıç koordinatları elde edilir. Rapid statik fixes uygulamalarında yaklaşık bir dakika beklemek gerekir. On-the-fly uygulamalarında başlangıç koordinatları elde edildiğinde artık alıcı sürekli hareket edebilir.



Şekil 3.5. SR 9500 ve SR 399 GPS alıcıları. (Leica GPS alıcıları tanıtım kataloğu)

SR 9400; 12 kanallı, L1 code ve fazında, geniş uygulama alanları için yeni üretilmiş bir alıcıdır (Şekil 3.6). Diferansiyel phase ölçmeleri ile cm doğruluğunda kontrol, detay, topografik ve mühendislik ölçmelerinde kullanılır. Real - time GPS ölçmeleri de rahatlıkla yapılabilir. Code ve phase ölçümleri post-processing işlemi için SKI-L1 yazılımına aktarılır. Differantial phase'da 5-10 mm + 2 ppm doğruluk verir. Differantial code da ise 30-40 cm doğrulukla ölçüm yapmak mümkündür.



Şekil 3.6. Leica 9400 GPS alıcısı. (Leica GPS alıcıları tanıtım kataloğu)



Şekil 3.7. CR 344 GPS kontrol ünitesi. (Leica GPS alıcıları tanıtım kataloğu)

CR 344; Şekil 3.7'de görülen Leica CR 344 GPS kontrol ünitesi özellikle GIS-type uygulamalarında kullanılır. Gerektiğinde otomatik olarak prosedürünü devam ettirebilir ve alfa nümerik nokta numaraları girebilir. Real - time uygulamalarında kullanıcı kodu, başlangıç koordinatları ve nokta numarası otomatik olarak başarılı ambigity çözümlerinden sonra görülebilir. RT-SKI Real - Time static kinematik software programında kullanılacak dataları verir. Bu yazılım için özel geliştirilmiştir.

CR 333; Özellikle GIS uygulamalarında kullanılır. -20 0C den +50 0C'ye kadar değişik ısılarda çalışabilirler. 1 MB iç hafızası ile birlikte, 512 KB, 2 MB ve 4 MB hafıza kartına sahiptir

Leica 1999 yılının ilk aylarında System 500 olarak adlandırılan yeni bir modeli piyasaya sürmüştür.

Tablo 3.1'de Leica firmasının üretmiş olduğu tüm GPS alıcılarının genel teknik özellikleri verilmiştir.

Bütün Leica GPS alıcılarının genel teknik özellikleri

Tablo3.1. Leica GPS alıcılarının genel teknik özellikleri (Leica tanıtım kataloğu)

Gerçek zaman alıcıları	SR 399 ve SR 9500 (önceki SR 299)
Gerçek zaman için kontrol ünitesi	CR 344 (önceki CR 299)
Gerçek zaman için yazılım	CR 344 için RT– SKI
Radyo modem	Herhangi bir uygun modem : RS 232, 4800
Başlangıç (abiguity çözümü) Rapid Statik Bilinen noktadan On the fly	SR 399/9500 ile önceki SR 299 ile Evet Evet Evet Evet Evet Evet
İhtiyaç olan en az uydu sayısı	Bşlangıç için 5 ve sonrası için 4
Ölçü modu / baz hassasiyeti Statik Rapid- Statik On the fly Stop and Go (hareketli mod) Kinematik (hareketli mod)	Baz hassasiyet (rms) 5 mm + 1 ppm 5 mm'den 10 mm + 1 ppm'e 10 mm + 2 ppm (yalnız SR 399 ve SR 9500) 10 mm + 2 ppm 10 mm + 2 ppm
Pozisyon doğruluğu	Baz doğruluğu ile aynı
Yükseklik doğruluğu	Baz doğruluğunun 2 katı.
Kalite kontrol göstergesi	Sabit pozisyonların rms göstergesi
Kayıt ünitesi	0,5 MB , 2 MB, 4 MB PCMCIA kartlar
Gerçek zaman data kaydı Gerçek zaman verisi için kapasite Yaklaşık data sayısı	Nokta ve koordinat bilgileri 0,5 MB 1 MB 2 MB 4 MB 1500 3000 6000 12000
Enerji gereksinimi Alıcı + Kontrol ünitesi	12 V 12 – 13 W
Batarya Referans noktası için Gezici aletler için	GEB71 NiCd batarya, 12 V 7 AH 4 – 5 saat devamlı 5 – 6 saat devamlı
Koordinatlar, gösterge ve kayıt	WGS84 veya local grid
Dönüşüm / 2 yol var Klasik 3D Helmert Transformasyonu 2D Helmert Transformasyon	Kontrol ünitesinde hesaplama 3 veya daha fazla koordinatı bilinen nokta 2 veya daha fazla nokta
Harita projeksiyonları	Transverse Mercator, UTM, Lambert ve digerleri
Elipsiodler	Standart elipsiodler veya kullanıcı girişleri

3.3.5. Carl Zeiss firmasının üretmiş olduğu GPS alıcıları

Şekil 3.8'de görülen Carl Zeiss firmasının üremiş olduğu GePoS RD12 ve GePoS RD24 alıcılarının genel özellikleri şunlardır;

— Alıcı ekranı, ölçüm esnasında yakalanan uydu sayısını, hangi uydulardan hangi frekans altında ve sinyal gücünde bilgi alındığını, hangi yükseklik açısı ve azimutta sinyal gönderildiğini göstermektedir.

— Kullanıcı müdahalesi olmadan en iyi PDOP, GDOP (izlenen uyduların sayısı ve geometrik dağılımlarına göre anlık konumlarda duyarlık katsayıları) oranlarını, ölçü sırasında uydu sinyallerinin kalitesini (sinyalin gürültüye oranı, SA ve AS gibi yapay etkiler nedeniyle izlenebilirliği) ekranda göstermektedir. Ayrıca en iyi uydu konfigürasyonlarına sahip olan uyduları otomatik yakalama ve izleme yeteneğine sahiptir.

— Alıcılar navigasyon amaçlı da kullanılabilmektedir.

— Önerilen değerlerle sistemin baz ölçme duyarlığı (baz rms);

- Statik modda : (5 mm + 1 ppm)
- Hızlı statik modda : (5-10 mm + 1 ppm)
- Kinematik modda : (10-20 m + 1 ppm)
- Dur-git modda : (10-20 mm + 1 ppm)'dır.

Genel teknik özellikler:

Uydu Gözleme

L1 Frekansı : C/A kod, taşıyıcı faz ve Doppler frekansı

L2 Frekansı :Y kod, taşıyıcı faz ve Doppler frekansı (yalnızca GePoS RD 24'de var)

Kanallar : 12, bağımsız, kesintisiz ölçüm,

Antenna : Birleşik anten (control ünitesi ile anten bir arada),

Kaydetme (epoch) : 1 ile 60 sn arasında,

Uydu işaretleme : En az numara, bütün uydular ve seçim olanağı,

Ölçüm modu : Statik, rapid statik, tekrarlı ölçüm (reoccupation), stop and go, kinematik

Doğruluk ;

Real-Time (gerçek zaman) durumu : 15 (PDOP $\leq$ 2, S/A off)

Gösterim aralığı : 5mm + 2ppm (son işlemlerde, baz uzunluğu <10 km)

Kaydetme: Değişebilir hafıza kartı, PCMCIA, DURA Flash, 2.0 MB

Data Transfer :

Yüzeyler : 2 RS 232 C / V 24

Aktarım : PCMICA kart kullanarak doğrudan

Gösterim Ekranı : Her biri 21 karakterden oluşan 4 çizgi halinde

Düğmeler : 7 düğme ve shift ile düğmelere yeni fonksiyonlar

Enerji Kaynağı : 2 giriş bölgesi ve otomatik birinden diğerine geçiş olanağı 2 edat değişebilir ve alıcının alt bölgesiyle yerleştirilebilen NiCd batarya 6 V ve 2,4 Ah kapasiteli, 4 saat süreli (GePoS RD 12), 3 saat sürekli (GePoS RD24)

İşletim Hızı:

Enerji alımı : 6.0 W

Voltaj aralığı : 5,5 .... 7,5 v (bu aralıkta kullanılabiliyor.)

Isı aralığı : -30 ^{0}C .... + 55 ^{0}C

Boyutları ve Ağırlığı:

Boyutlar (BxLxH) : 215 x 245 x 135 (mm)

Ağırlık : 2,8 kg

(GePoS RD12 ve GePoS RD24 alıcıları kullanım kitapçığı ve Carl Zeiss GPS alıcıları tanıtım kataloğu)

Zeiss firmasının geliştirilmiş olduğu yeni tip GePoS - Experience alıcısı, her türlü hava koşulunda, ister şehir içi ister dağlık arazide olsun kolay kullanımlıdır. Ergonomiktir ve taşıması kolaydır. Bir başka yeni tip GePoS Rd 24 RT isimli alıcısı da real-time ölçmelerinde kullanılır. Bu GePoS RD 24 alıcısının bir üst versiyonudur.

Trimble ve Sokkisha gibi daha bir çok GPS alıcı ve yazılımı üreten firmalar vardır. Bunlara ait geniş açıklama verilmemiş, ancak değişik bölümlerde kısaca bahsedilmiştir.



Şekil 3.8. GePoS RD12 ve GePoS RD24 GPS alıcıları. (Carl Zeiss GPS alıcıları tanıtım kataloğu)

3.3.6. Sercel GPS alıcısı

Sercel GPS alıcılarının en önemli özelliği, dinamik ölçme uygulamalarında ortaya çıkar. Kendi yazılımı olan Sercel GPS Survey Yazılımı ile raw dataların değerlendirilmesinde daha hassas sonuçlar verir.

Sercel Trajectography ve Sercel Kinematik, GIS için veri tabanı oluşturmada kullanılan araçla ve yürüyerek GPS ölçümü, hidrografi ve fotogrametri gibi uygulamalar için özel bir imkan sağlar. Ayrıca bu iki çözüm, sonuçların garanti altına alınması için başka bir back-up ve dinamik çift oluşturur.

Trajectography faz ölçmeleri ile yapılan diferansiyal pseudo-range ölçmelerine dayanır. Bu dm'nin altında bir doğruluk sağlar. Bunun diğer bir özelliği de alıcının açıldıktan hemen sonra başlangıç için hiç beklemeden çalışmaya başlayabilmesidir. Yani anten faz merkezi kayması, kontrol noktası setup ayarları veya baz ölçmeleri gibi herhangi bir ön çalışmaya ihtiyaç yoktur. Kullanıcı doğrudan istediği yerde

ölçüme başlayabilir. Eğer ölçme sırasında sinyal kayması olursa, sonuçta o bölge kendi içerisinde işaretlenir ve değerlendirme sırasında yazılım tarafından dikkate alınr. Ayrıca Sercel Kinematic metod, devamlı uydu gözlemleri sağlandığında cm seviyesinde hassasiyet sağlanabilir. Kullanıcı 20 sn'den daha az bir sürede başlangıç yapıp, ölçüme başlayabilir. Eğer kinamatik process herhangi bir sebeple bozulursa doğrudan trajectography yardıma çağrılabilir. Process işlemi birinci noktayı fix almadan da devam eder. Uzun süre bina, ağaç veya tünel gibi engeller olmadıkça < ikili dinamik > bir projenin tamamlanmasında birlikte çalışabilir.

Şekil 3.9' daki Sercel alıcılarının genel özellikleri şunlardır;

- 10 kanallıdır,
- 700 km/h hızla hareket ederek alım yapılabilir,
- Faz öçlmeleri ile dinamik diferansiyel GPS ölçmeleri yapılabilir,
- Sercel Trajectography ile 0,1-0,5 m arasında doğruluk sağlanabilir.
- Ölçüme başlamak için başlangıç zamanına ihtiyaç yoktur.
- Sinyal kaymalarına karşı güçlüdür.
- Kinematic faz kilitlenmesi sağlanır ve doğruluğu 2 cm'dir.
- Kinematic modda, 20 sn'de başlangıç sağlanır ve problemli datalarda mümkün olduğunca otomatik olarak düzeltilir.

Adres; 16 rue de Bel – Air
B.P. 439 44474 Carquefou Cedex
S.A. CAP. 69 984 000 F.R.C. 866 800 154 B NANTES



Şekil 3.9. Sercel GPS alıcısı (tanıtım kataloğu)

3.3.7 UNAVCO GPS alıcı/anten test raporu (KASIM 1995)

Amerika'nın milli bilimsel kuruluşu olan "National Science Foundation (NSF)" desteğinde UNAVCO (University NAVstar Consortium), piyasanın önde gelen GPS alıcılarını peryodik olarak test edip sonuçları yayınlamakta ve kullanıcılara ışık tutmaktadır. Söz konusu testlerden en sonuncusu 1995 yılı içinde yapılmış ve sonuçlar 142 sayfalık "UNAVCO Academic Research Infrastructure (ARI) Receiver and Antenna Test Report" raporunda yayınlanmıştır. Bu rapor aşağıdaki adreslerden temin edilebilir:

İnternet Adresi : http//ftp.unavco.ucar/pub/ UNAVCO.doc/ARI test/ari test.ps
Yazışma Adresi : John. R. Smith, President, NCAD Corporation, 805 Sycamore St. Cincinnati, OH 45202 (Tel: 1-513-4216223, Fax: 6513990)

Buna göre, Ashtech Z-12, Trimble 4000SSI, Leica L399, AOAR Rascal ve AOAT Turborogue'dan oluşan 5 GPS alıcısı, antenleri ve yazılımları 140 kategoride teste tabi tutulup her bir kategori için alıcılara performanslarına göre ;

1 = İyi

0 = Orta

-1 = Zayıf

puanları verilmiştir. Test sonuncunda alıcıların almış olduğu puanlar yukarıda adresi verilen yerlerden temin edilebilir. Her bir alıcının almış olduğu toplam puanlar Tablo 3.2'de özetlenmiştir.

Tablo 3.2. UNAVCO GPS alıcı/anten test raporu. (UNAVCO Academic Research Infrastructure (ARI) Receiver and Antenna Test Report)

Alıcı İsmi	Toplam Puan
Astech Z-12	+ 70
Trimble 4000SSI	- 11
AOAT Turborogue	- 26
AOAR Rascal	- 31
Leica L399	- 36

Tablo 3.2'den görülebileceği gibi, Ashtech patentli Z-Tracking teknolojisini kullanan Z-12 GPS alıcısı +70 puan alarak çok büyük farkla birinciliği almış ve Leica L399 ise -36 puan ile sonuncu olmuştur.

4. GPS ÖLÇÜLERİ

4.1. Giriş

Dört temel ölçü tanımlanabilir;

— Kod ölçülerinden pseudorangeler,

— Doppler sayılarından pseudorange farkları,

— Taşıyıcı faz veya taşıyıcı faz farkları,

— İnterferometik ölçülerden sinyal yayılma zamanı farkları.

— Kod ölçülerinden elde edilen pseudorangeler; uydudan alınan bir kod dizisi ile GPS alıcısında üretilen bir kod dizisi arasında maxsimum korelasyonun sağlanması için gerekli zaman ötelemesinin ışık hızı ile çarpımına eşittir. Tek bir pseudorange için temel gözleme eşitliği (4.1), şekil 4.1'den yararlanarak şu şekilde elde edilir;

$$PR_i = [X_i - X_B] + cdt_u = c\tau_i \qquad (4.1)$$
$$= ((X_i - X_B)^2 + (Y_i - Y_B)^2 + (Z_i - Z_B)^2)^{1/2} + cdt_u$$

Burada;

R_i : Uydu anteni Si ve alıcı anteni B arasındaki geometrik uzaklık (eğik uzaklık)

X_i : CTS sisteminde (WGS 84) X_i Y_i Z_i bileşenleri ile uydu konum vektörü

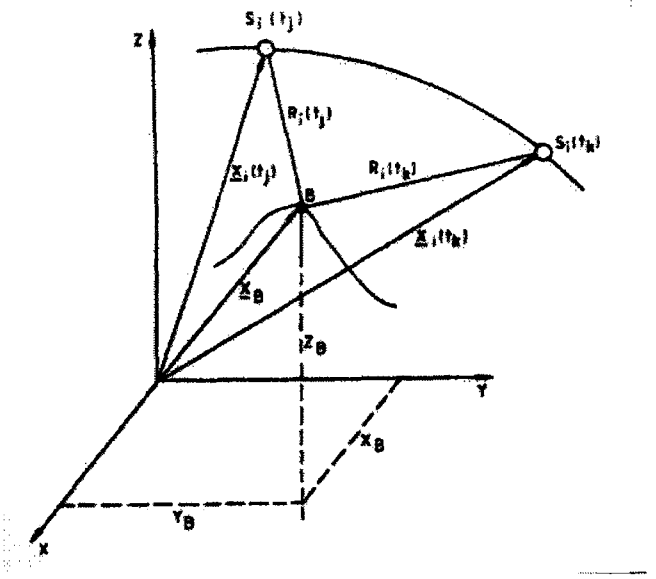
X_B : CTS sisteminde (WGS 84) X_B Y_B Z_B bileşenleri ile alıcı anteni konum vektörü

τ_i : Uydu anteni Si ve alıcı anteni B arasında ölçülen sinyal yayılma zamanı

dt_u : GPS sistem zamanı ile alıcı saati arasındaki saat senkronizasyon hatası

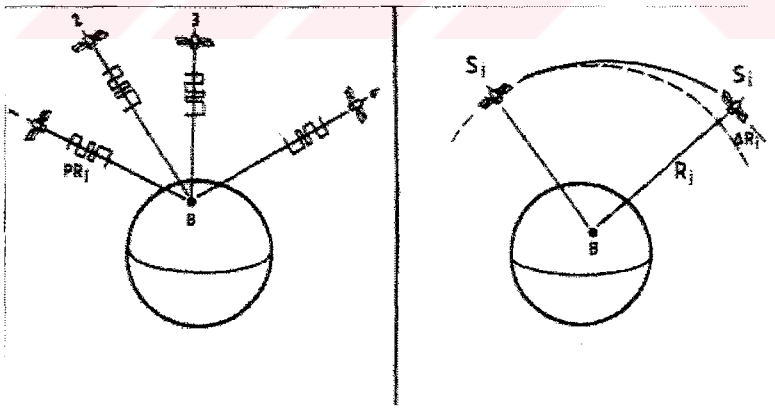
c : Sinyal yayılma hızı

Gözlemci anteninin koordinatları X_B, dört uydudan yapılan eş zamanlı uzaklık ölçüleri ile elde edilebilir.



Şekil 4.1. Uydu jeodezisinde geometrik ilşki (SEEBER, 1993)

— Pseudorange farkları (Şekil 4.2), alınan taşıyıcı frekansın Doppler ötelemelerinin ölçülmesi ile TRANSIT NNSS sistemindekine benzer olarak elde edilebilir. Alınan f_r taşıyıcısındaki frekans ötelemesi alıcıda üretilen bir f_g referans frekansı ile karşılaştırılarak Doppler sayısı elde edilir.



Şekil 4.2. Pseudorange ve pseudorange farkları. (SEEBER,1993)

t_k

$$N_{jk} = \int_{t_j} (f_g - f_r)\, dt. \qquad (4.2)$$

N_{jk} : B alıcı anteni ve bir S_i uydusunun t_j, t_k epoklarındaki ardışık iki yörünge konumu arasındaki uzaklık farkı için ölçüdür. İlgili gözleme eşitliği şu şekildedir:

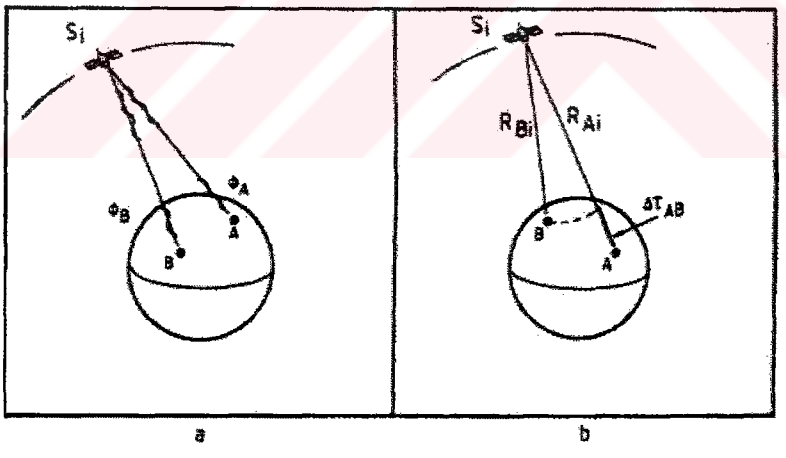
$$\Delta R_i = \left| (X_i(t_k) - X_B \right| - \left| X_i(t_J) - X_B \right| = \frac{c}{f_o} \left(N_{jk} - (f_g - f_s)(t_k - t_j) \right) \qquad (4.3)$$

f_g : Alıcıda üretilen bir referans frekansı

f_s : Uydu anteninden yayılan sinyalin frekansı

f_r : Gözleyici anteninde alınan sinyalin frekansı

— Taşıyıcı faz, alıcı tarafından kaydedilen Doppler ötelemesine uğramış taşıyıcı sinyal frekansı f_{CR} ve alıcıda üretilen referans frekansı f_o arasında yapılan bir faz karşılaştırılmasından elde edilir. Bu durumda esas ölçü, ölçülen faz farkıdır.



Şekil 4.3. Faz ve interferometrik zaman farkları. (SEEBER, 1993)

$$\varphi_B = \varphi_{CR} - \varphi_O \qquad (4.4)$$

λ : Taşıyıcı dalga uzunluğu

N_{Bi} : R_i uzunluğundaki tam taşıyıcı dalga sayısı

dt_u : Saat senkronizasyon hatası

olmak üzere taşıyıcı dalga ölçüsünün gözleme eşitliği şu şekildedir;

$$\varphi_{Bi} = \frac{2\pi}{\lambda} (IX_i - X_B I - N_{Bi}\lambda + cdt_u) \qquad (4.5)$$

Bu metoddaki başlıca zorluk N_{Bi} ambigity'sinin (belirsizlik) belirlemesidir. Çünkü ölçü yalnızca bir dalga uzunluğundaki fazı belirler. N_{Bi} ambiguity terimi uygun metodlarla belirlenmelidir veya uzaklık yarım dalga boyuna (~10 cm) karşılık gelen bir incelikle bilinmelidir. Genelikle A ve B gibi iki istasyonda gözlenen aynı uydu sinyalinin faz farkı temel ölçü olarak alınır. Single Difference olarak adlandırılan bu ölçü için eşitlik;

$$\Delta\varphi_{ABi} = \varphi_{Bi} - \varphi_{Ai} = \frac{2\pi}{\lambda} (|X^i - X_B| - |X^i - X_A|) - (N_{Bi} - N_{Ai})\lambda + c(dt_{UB} - dt_{UA}) \qquad (4.6)$$

Yukarıda verilen orijinal ölçü, farkı alınmamış faz ölçüsü veya sıfır fark olarak adlandırılır.

— İnterferometrik ölçülerde sinyal bilgisi veya sinyal yapısı kullanmaksızın GPS sinyalleri kullanılır. A, B gibi en az iki istasyonda sinyaller ve presizyonlu zamanlar kaydedilir. Temel ölçü bir S_i uydusundan alınan sinyallerin her iki istasyona varış zamanları arasındaki $\Delta\tau_{AB}$ farkıdır (Şekil 4.3). Bu ölçü $R_{Bi} - R_{Ai}$ uzunluk farkına dönüştürülebilir. Gözlem eşitliği:

$$\Delta\tau_{AB} = \frac{R_{Bi} - R_{Ai}}{C} = \frac{1}{C} (X^i - X_B) - (X^i - X_A) + (dt_{UB} - dt_{UA}) \qquad (4.7)$$

şeklinde olur.

İnterferometrik ölçü sistemi ilk kez Mc Doraan tarafından 1979 yılında teklif edilmiştir. Bu yöntemde aynı sinyalin iki noktaya ulaşması zaman farkından yararlanarak iki nokta arasında uzunluk hesaplanır. Hesaplama işlemi VLBI deki (Very Long Basline Interformetry) yöntemiyle benzerlik gösterdiği için kullanılan yönteme İnterformetry yöntemi denir. Yöntemin kullanılması için zamanı

belirleyecek değişik aletlere de ihtiyaç vardır. Bu nedenle yöntemin uygulanmasına geçilememiştir. Interferometrik ölçüler çok gelişmiş aletler ve yüksek data işleme kapasitesini gerektirir (SEEBER, 1993).

Doppler sayıları ise çok uzun bir gözleme süresi ve alıcıda çok hassas osilatör gerektirmektedir. Bu nedenle uygulamalı jeodizide pseudorange ölçüleri olarak adlandırılan iki temel ölçü kullanılır;

— Kod fazları (Kod ölçülerinden üretilen pseudorangeler)

— Taşıyıcı fazlar (taşıyıcı fazlardan üretilen pseudorangeler)

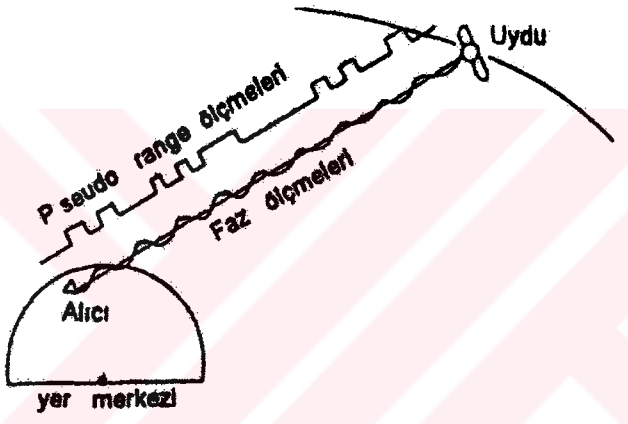
4.2. Kod ve Taşıyıcı Fazları

GPS yöntemindeki bilinen noktalar, uydularla sağlanmaktadır. Herhangi bir anda uydunun koordinatlarının hesaplanabileceği uydu yörünge değerleri, uydu tarafından modüle edilmiş radyo sinyallari ile yayınlanmaktadır ve her an kullanıcının yararlanmasına hazırdır. Koordinatları aranan gözlem noktası ile uydu arasındaki uzaklık için, uydudan sinyal çıkış ve alıcıya giriş zamanının yüksek doğrulukla belirlenmesi gerekmektedir. Uyduda bulunan bir saatin sinyal üzerinde üreteceği zaman işaretleri ile sinyal yayımının zaman noktaları belirlenebilmekte, geliş zamanı ise alıcıda bulunan bir saatla saptanmaktadır.

Uydudaki ve alıcıdaki her iki saat tam olarak senkronize edilemeyeceğinden, geometrik uzaklığı bu iki saat verileri ile istenilen doğrulukta belirlemek mümkün değildir. Yüksek doğruluklu uydu saatinin hatasız ve tüm uydu saatlerinin senkron çalıştıklarının kabul edilebirlir olmasına karşılık, alıcı saat hatasını bir bilinmeyen olarak işleme sokmak gekir. Bu durumda uzaysal konum belirleme için, belirlenmek istenen noktanın üç koordinatına ek olarak, alıcıdaki saat hatası da 4. bilinmeyen olarak belirlenmek durumundadır ve bu bilinmeyen değişik uydulardan aynı anda belirlenen uzaklıkların bilinmeyen sıfır noktası eki gibi düşünülebilir. Bu yüzden ölçü değerleri **Pseydo (=yakıştırma) uzaklıklar** olarak tanımlanır. Bu dört bilinmeyeni belirlemek için dört pseydo uzaklığa gerek vardır. O halde bir gözleme yerinde aynı anda dört uydu gözlenebilmelidir. Bu demektir ki, GPS için ileri sürülen dünyanın her yerinde ve her anında uygulanabilirlik koşulu nedeniyle, en az

dört uydu her an (yani gün 24 saat) her yerde aynı anda gözlenebilir şekilde var olmalıdır ve vadır. (AKSOY A., Prof. Dr. H.C. Ekrem Ulusoy'un 60. Hizmet Yılını Kutlama Töreni, 23 Ekim 1998, İstanbul)

Yukarıda belirtildiği gibi GPS uydularından eş anlamlı olarak gönderilen kodlanmış sinyallerin GPS alıcılarına bağıl varış süreleri ölçülerek, hesablanan uzaklıklardan yeryüzündeki noktaların (nirengi, poligon) konumları belirlenir. Şekil 4.4'de görüldüğü gibi GPS ile yer kontrol noktalarının konumları Pseudorange (uzunluk) ve faz ölçümleri olmak üzere iki çeşit ölçü ile belirlenir.



Şekil 4.4. GPS Ölçmeleri.

Pseudorange (Uzunluk) Ölçümleri: GPS sinyalerinin uydulardan çıkış zamanı ile sinyallerin alıcıya varış zamanı arasında geçen zaman farkının, ışık hızı ile çarpılaması sonucu, uydu-alıcı arasındaki uzaklık hesaplanır.

Böylece en az dört uydudan sinyal alarak hesaplanan uzunluk ölçümleri yardımı ile alıcı koordinat bilinmeyenleri, sinyalin türüne ve uyduların geometrisine bağlı doğruluklar ile anında mutlak olarak belirlenir. Pseudorange ile anında mutlak konumlandırma, tek bir alıcı kullanılarak navigasyon amacı için yeterli duyarlık sağlanabilir.

Faz Ölçmeleri: Yüksek duyarlık isteyen jeodezik amaçlı konum berlirleme cm veya mm düzeyine bağlı duyarlık arandığından, en az iki veya daha fazla alıcı kullanarak taşıyıcı dalga faz ölçüleri üç şekilde yapılır;

– Tek farklar (Single differences)

– Çift farklar (Double differences)

– Üçlü farklar (Triple differences)

Baz ölçmeleri sonuncunda kurulan matematik modeller ile tam sayı belirsizlikleri önemli düzeyde küçültülürken, uydu-alıcı saat hataları tamamen çözülür. İyonosferik ve Troposferik hataların neden olduğu Atmosferik gecikme hataları kısmen giderilip, faz sıçramaları ve sinyal yansımaları gibi hatalar elimine edilerek, öngörülen duyarlılığa ulaşılır. İki ölçü arasındaki temel karakteristikler ve farklar aşağıda Tablo 4.1'de verilmiştir. (Nihat Ersoy, GPS Yöntemiyle Halihazır Harita Üretimi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Yayın Organı, Aralık 1998, Sayı; 85)

Tablo 4.1. Kod ve taşıyıcı faz ölçüleri arasındaki farklar. (SEEBER,1993)

	Kod	Taşıyıcı faz
Dalgaboyu	P kod 29,3m	L1 19,05 cm
	C/A kod 293 m	L2 24,45 cm
Ölçme noisi	P kod 0,6-1 m	
Klasik alıcılar	C/A kod 10 m	1-3 mm
Yeni alıcılar	P kod 2-5 cm	<0,2 mm
Yayılma etkisi	İyonosferik hata	İyonosferik gelişme
	$+\Delta T_{ion}$	$-\Delta T_{ion}$
Ambiguity	Belirsizlik yok	Belirsizlikler

4.3. Lineer Kombinasyonlar ve Türetilmiş Ölçüler

Her iki frekanstaki taşıyıcı faz ve kod faz ölçüleri pseudorangeleri üretir. Bu yüzden parametre belirleme işleminde bütün ölçülerin veya bunların lineer kombinasyonlarının kullanılması avantajı doğar. Esas olarak değişik ölçüleri

birleştirmek ve türetilmiş ölçüleri oluşturmak için sınırsız sayıda ihtimal vardır. Fakat bunlardan sadece bir kısmı anlamlıdır. Şu kombinasyonlar yapılabilir;

— Farklı istasyonlar arasındaki gözlemler arasında

— Farklı uyduların gözlemleri arasında

— Farklı epoklardaki gözlemler arasında

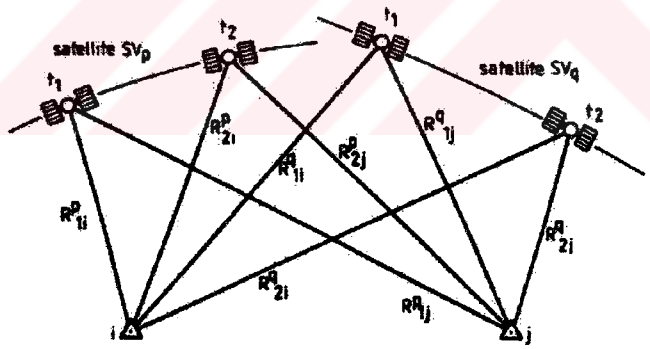
— Aynı tipteki gözlemler arasında

— Farklı tipteki gözlemler arasında

Farklı gözlemleri kullanmanın bir avantajı da orijinal ölçülerdeki bazı hataların farklar alındığı zaman ortadan kalkması veya azalmasıdır. Bazı durumlarda da türetilmiş ölçülerdeki ambiguityleri çözmek, orijinal ölçülerdeki ambiguityleri çözmekten daha kolaydır.

4.3.1. Tekli fark (single difference)

Tekli farklar iki alıcı, iki uydu veya iki epok arasında alınabilir.



Şekil 4.5. Uydular ve alıcılar arasındaki farklar (SEEBER,1993)

Alıcılar arsındaki tek fark yöntemi

Δ (.) = (.) receiver j - (.) receiver i (4.8)

Uydular arasındaki Tek Fark Yöntemi

∇(.) = (.) satelite q - (.) satelite P (4.9)

Epoklar arasındaki Tek Fark Yöntemi

$$\delta(.) = (.)\ \text{epoch 2} - (.)\ \text{epoch 1} \tag{4.10}$$

Epoklar arsındaki farklar Doppler çözüme karşılık gelir. GPS jeodezisininde genellikle istasyonlar arsında Tek Fark oluşturulur (Şekil 4.5). Ölçmeler:

$$((PR^{P}_{ji} - PR^{P}_{ij}).\ (PR^{P}_{2i} - PR^{P}_{2j}).\ (PR^{q}_{ji} - PR^{q}_{ij})\ .(PR^{q}_{2i} - PR^{q}_{2j})) \tag{4.11}$$

Kod fazları için;

$$\Delta\, PR_{CDij} = \Delta\, XR_{iJ} + c\,(dt_{uj} - dt_{ui}) + c\,(dt_{aj} - dt_{ai}) + c\,(dt_{S} - dt_{s}) + \varepsilon_{\Delta CD} \tag{4.12}$$

veya basitleştirilmiş gösterimle;

$$\Delta\, PR = \Delta R + c\Delta\, dt_{u} + \Delta d_{a} + c\Delta dt_{s} + \varepsilon_{CD} \tag{4.13}$$

taşıyıcı fazlar için;

$$\Delta\, PR_{CRij} = \Delta\, R_{iJ} + c\,(dt_{uj} - dt_{ui}) + c\,(dt_{aj} - dt_{ai}) + c\,(dt_{s} - dt_{s}) + \lambda_{CR}\,(N_i - N_j) + \varepsilon_{\Delta CR} \tag{4.14}$$

veya;

$$\Delta\, PR_{CR} = \Delta\, R_{ij} + c\,\Delta\, dt_{uij} + c\Delta\, dt_{aij} + \lambda_{cR}\,\Delta\, N_{ij} + \varepsilon_{\Delta CR} \tag{4.15}$$

veya;

$$\Delta\phi = \Delta R + c dt_{u} - \Delta d_{ion} + \Delta d_{trop} + \lambda\Delta N + \varepsilon_{\phi} \tag{4.16}$$

— Alıcılar arasında tek fark alınarak uydu saati hatası (dt_s) elimine edilir. Atmosferik hata etkisi (dt_a) azaltılır. Eğer istasyonlar yakınsa $dt_{ai} \cong dt_{aj}$ alınabilir ve bu hata ortadan kalkar. Aynı şey orbit hatası için de geçerlidir. (SEEBER, 1993).

— Uydular arasındaki tek fark alınırsa alıcı saati hatası dtu elimine edilir.

— Aynı uydu için iki epok arasında tek fark alınırsa N Ambiguity terimi elimine edilir.

4.3.2. Çift fark (double difference)

Çift Farklar genellikle alıcılar ve uydular arasında oluşturulur. Bu iki istasyonda single defference'ların iki uydu için farkları alınarak çift fark (double difference) oluşturulur (Şekil 4.5).

$$((PR^{P}_{j\dot{i}} - PR^{P}_{1j}) - (PR^{q}_{1\dot{i}} - PR^{q}_{1j}).\ (PR^{P}_{2i} - PR^{P}_{2j}) - (PR^{q}_{2\dot{i}} - PR^{q}_{2j})) \qquad (4.17)$$

Taşıyıcı fazlar için gözleme eşitliği;

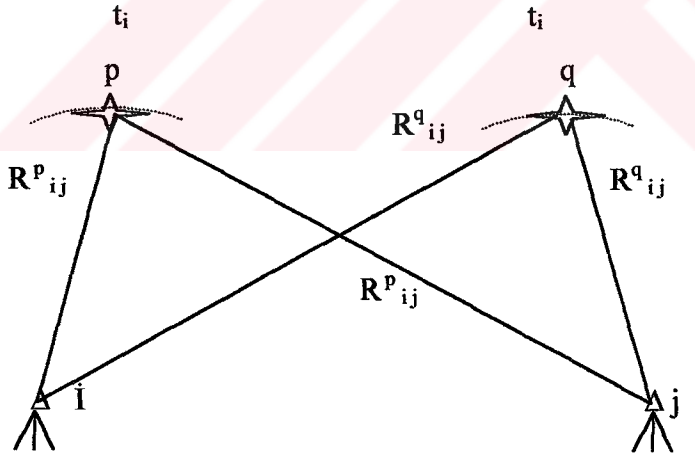
$$\nabla\Delta PR_{CR} = (\Delta R^{P}_{\dot{i}J} - \Delta R^{q}_{\dot{i}J}) + c(\Delta t_{uij} - \Delta t_{uij}) + c\,(\Delta t_a{}^{P}_{ij} - \Delta t_a{}^{q}_{ij}) \qquad (4.18)$$
$$+ \lambda_{CR}\,(\Delta N^{P}_{ij} - \Delta N^{q}_{ij}) + \varepsilon_{\nabla\Delta}$$

veya ;

$$\nabla\Delta\Phi = \nabla\Delta R - \nabla\Delta d_{ion} + \nabla\Delta dt_{trop} + \lambda\nabla\Delta N + \varepsilon_{\Phi} \qquad (4.19)$$

Kod ölçüleri için;

$$\nabla\Delta PR = \nabla\Delta R + \nabla\Delta\, d_{ion} + \nabla\Delta dt_{trop} + \varepsilon_{CD} \qquad (4.20)$$



Şekil 4.6. Çift Fark Yöntemi

Çift Fark alındığı zaman öncekilerine ilaveten alıcı saat terimi dtu elemine olur. Çift Fark, GPS gözlemlerinin değerlendirilmesi için kurulan dengeleme

modellerinin çoğunda temel ölçü alınır. Alıcılar ve zamanlar arasında alınan Çift Farklar, N ambiguity terimini ortadan kaldırır (Şekil 4.6).

4.3.3. Üçlü fark (triple difference)

Üçlü Fark yöntemi alıcılar, uydular ve zaman arasında t_1 ve t_2 epokları için oluşturulur. Bunlar t_1 ve t_2 epokları için oluşturulan Çift Farkların farkı alınarak elde edilir. Türetilen gözleme ;

$$((PR^{P}_{1i} - PR^{P}_{1j}) - (PR^{q}_{1i} - PR^{q}_{1j})) - ((PR^{P}_{2i} - PR^{P}_{2j}) - (PR^{q}_{2i} - PR^{q}_{2j})) \qquad (4.21)$$

veya;

$$\delta\nabla\Delta\phi = \delta\nabla\Delta R - \delta\nabla\Delta d_{ion} + \delta\nabla\Delta d_{trop} + t_{res} \qquad (4.22)$$

Üçlü Fark alınarak öncekilere ilaveten N ambiguity terimi elimine edilir.

Aynı tip gözlemler arasında lineer kombinasyonlar taşıyıcı fazlar arsında ve kod fazları arasında oluşturulabilir. Bu tür lineer kombinasyonların esas kullanımı iyonosferik gecikmeyi elimine etmek içindir. Bununla birlikte son yıllarda taşıyıcı fazların lineer kombinasyonu ambiguity belirlemek için kullanılmaktadır. L1 ve L2 taşıyıcı fazların lineer kombinasyonu n ve m integer katsayıları ile şu şekilde oluşturulur ;

$$\phi_{n,m}(t) = n\phi_1(t) + m\phi_2(t) \text{ ve} \qquad (4.23)$$

$$t^{i}(t) = \frac{\phi^{i}_{n,m}(t)}{f_{n,m}} \qquad (4.24)$$

$$f_{n,m} = nf_1 + mf_2 \qquad (4.25)$$

$$\lambda_{n,m} = \frac{C}{f_{n,m}} = \frac{C}{nf_1 - mf_2} \qquad (4.26)$$

$$N_{n,m} = n\,N_1 + mN_2 \qquad (4.27)$$

İyonosferik etki;

$$\delta\phi_{n,m,i} = - \frac{C_1}{f_1 f_2} \quad (nf_2 + mf_1) \text{ ile hesaplanır.} \tag{4.28}$$

Burada C_I; toplam elektronların bir fonksiyonudur.

$$\delta T_{n,m,i} = \frac{\delta\Phi_{n.m.i}}{f_{n.m}} = - \frac{C_1 (nf_2 + mf_1)}{f_1 f_2 \ (nf_1 + mf_2)} = - \frac{C_1}{f_1 f_2} V_1 \tag{4.29}$$

İyonosferik etki bir V_i büyütme faktörü ile karakterize edilir.

Sınırsız sayıdaki lineer kombinasyonlar arasında yalnızca bazıları anlamlıdır. Bunlar kombine sinyal için şu önemli kriterleri sağlayabilirler;

— İnteger Ambiguity üretmek için integer kat sayıları,

— Ambiguity belirlemeye yardım etmek için büyük dalga uzunluğu,

— Sınırlı ölçü noise.

Çok yaygın olarak belirlenen lineer kombinasyonlar ;

Geniş yol (Wide line):

$L_\Delta = L_1 - L_2 \qquad \lambda_\Delta = 86.2$ cm (4.30)

Dar yol (Narrow line):

$L_\Sigma = L_1 - L_2 \qquad \lambda_\Sigma = 10.7$ cm (4.31)

İyonosfyerik bağımsız sinyal:

$$L_o = \frac{L_\Delta + L_\Sigma}{2} \qquad \lambda_o \approx 5.4 \text{ cm} \tag{4.32}$$

İyonosferik sinyal:

$L_i = L_\Sigma - L_\Delta \qquad \lambda_i \approx 10.7$ cm (4.33)

Wide line büyük dalga uzunluğuna sahip olduğu için ambiguity belirlemede büyük kolaylık sağlar.Narrow line en düşük noise sahiptir. Bu yüzden en iyi sonuç verir. İyonosferik etki Wide Line ve Narrow Line için aynı büyüklükte fakat ters işaretlidir.

Bunların toplamı ile elde edilen yeni kombinasyon iyonesferden bağımsız sinyal adını alır. Narrow Line ve Wide Line'in farkları ile oluşturulan yeni sinyal iyonosferin tüm etkisini içerir. Bu yüzden buna iyonesferik sinyal denir. Bu sinyal iyonosferik etkinin incelenmesinde ve ambiguity belirlemede yardımcı olur. Lineer kombinasyonlar kod fazları için de oluşturulabilir. Tablo 4.2'de kod fazlı lineer kombinasyonları gösterilmiştir. C/A kodu L2 için uygun olmadığından sadece P kodu ölçüleri kullanılabilmiştir. (SEEBER, 1993)

Tablo 4.2; Kod Fazlı Lineer Kombinasyonları. (SEEBER, 1993)

Sinyal	N	M	-Vı	σ (m)
C1	1	0	-0,779	0,47
C2	0	1	-1,283	0,47
C3	1	-1	1,000	2,68
C4	1	1	-1,000	0,33

4.4. Parametre Belirleme

Esas ölçü olan kod fazı ve taşıyıcı fazının her ikisi de alıcı anteni ile ve belli sayıdaki uydu arasındaki pseudorangeleri verirler. Bu iki ayrı ölçü için yazılan düzeltme denklemlerindeki esas fark ambiguity terimidir.

$$PR_{CD} = c\,(t_r - T_t) = R + cd_{tut} + cd_{ta} + cdt_s + \varepsilon_R \qquad (4.34)$$

$$PR = R + cd_{tu} + cd_{ta} + cd_{ts} + c\left(\frac{N}{f_{CR}}\right) + \varepsilon_R \qquad (4.35)$$

Ambiguity probleminin ele alınış şekli, farklı değerlendirme kavramlarına yol açar. İki ana yaklaşım vardır. Bunlar ;

a) Parametre tahmini,

b) Parametre eliminasyonu.

a) Bütün sistematik etkiler (biaslar) ki bunlar stabil ve iyi tanımlanmış bir yapıya sahiptir. "Nuisance" veya bias parametreleri denen istasyon parametreleri ile birlikte

belirlenir. Bias parametreleri uydu yörünge düzeltmeleri, saat parametreleri, ambiguity terimleri ve troposferik ölçek faktörü olabilir. (Örn: iyonosferik gecikme) ya da genişletilmiş bir dengeleme modeline dahil edilirler. (Örn: troposferik ölçek faktörü) Temel ölçü olarak farkı alınmamış faz ölçüleri (zero difference) alınır.

b) Ölçüler arasında farklar alınarak biasların çoğu elimine edilir. Bozucu terimlerin çeşitli data gruplarında lineer bağımlı oldukları kabul edilir. Belli bir dereceye kadar bu doğrudur. Mesela saat biası, yörünge biası ve ambiguityler için Taşıyıcı Faz ölçülerinin Single, Double ve Triple Difference'leri türetilmiş ölçü olarak kullanılır. Bu kavram esas olarak iki istasyon arasındaki bazlar için uygundur.

İki yöntemin de avantajları ve dezavantajları vardır. Birinci yaklaşımın ana avantajı esnekliği ve bütün istasyonlar için simultane (aynı anda) gözleme ihtiyacından bağımsız olmasıdır. Baz kavramı VLBI tecrüberinden yararlanarak ortaya konmuştur. Bunun esas avantajı farklar alınarak gözlemdeki ortak hata etkilerinin çoğunun elimine edilmesidir. Bu, parametre belirlemeyi de basitleştirir. İstasyonlar arasındaki uzaklıkların büyük olduğu durumlarda iyi sonuçlar vermez. Hatta ambiguity belirlemek imkansız bir hal alır. Ayrıca farklar alındığı zaman bağımsız gözleme sayısı önemli ölçüde azalır. (SEEBER, 1993)

4.5. Ambiguity'lerin Çözümü

Taşıyıcı faz ölçüleri, uydu ve alıcı antenleri arasında tam dalga boyaları bilinmeyen tam sayısı olan N ambiuguity terimlerinden etkilenir. Bu başlangıç ambiguity uygun tekniklerle belirlenmelidir. GPS ölçülerinin değerlendirilmesindeki önemli problemlerden birisi bu ambiguity belirlenmesidir. Geleneksel elektronik mesafe ölçerlerinde ilave sinyal ve frekanslar kullanarak bu ambiguity belirlenir. Maalesef GPS ikiden fazla frekansa sahip olmadığından bu ambiguity problemini çözmek için özel stratejiler geliştirilmiştir. Bunlar:

a) Geometrik metod

b) Kod ve taşıyıcı faz kombinasyonu

c) Ambiguity arama metodları

d) Kombine metodlar

Ambigiuty çözümü, hassas GPS ölçmeleri için bir anahtar faktördür. İstasyonlar arasındaki mesafe küçük, data kalitesi iyi ise ambigiuty çözümü yapımcılar tarafından sağlanan softwarelerde rutin olarak başarıyla çalışır. Ancak;

— İstasyonlar arası uzaklıklar büyük ($\geq$ 10 km) ve yüksek incelik gerekli ise,

— Data kalitesi zayıfsa (multipath, cycle clips)

— Yalnızca birkaç uydu mevcutsa ($\leq$4)

— İyonosfer aktifse

— Ölçme süresi kısa ise ($\leq$ 30 dakika)

ambiguity çözümünde problemler ortaya çıkar. Bu durumda çok amaçlı bir GPS dengeleme programı gerekir.

4.6. Hata Kaynakları

GPS Sinyalleri uydudan yeryüzündeki alıcılara gelirken bir takım bozucu kuvvetlerin etkisi altında kalırlar. Bu etkiler nedeni ile GPS ölçülerinde sistematik hatalar oluşur. Bu hataların en önemlileri şunlardır;

- Faz Sıçramaları (Cycle Slips),
- Uydu Kümeleri Geometrisi,
- Atmosferik Etkiler;
  - İyonosfer Refraksiyonu,
  - Troposfer Refraksiyonu,
- Sinyal Yansımaları (Multipath),
- Anten Faz Merkezi Kayıklığı
- Taşıyıcı Dalga Faz Başlangıç Belirsizliği (Integer Ambiguity)

5. GÜNÜMÜZDE KULLANILAN BAZI GPS DEĞERLENDİRME YAZILIMLARI

5.1. Giriş

Bir GPS projesinde, uydulardan aynı anda yapılan bütün gözlemlere bir session (oturum) denir. Bir oturum birkaç saatten birkaç dakikaya kadar değişik zaman süresinde olabilir. Ancak yüksek hassasiyet gerektiren ağlarda bu sürenin daha uzun olması gerekir. Genelde aşağıda sıralanan gözlem ve hesaplama yöntemleri kullanılır;

— Tek nokta çözümü
— Tekli baz çözümü ve ağ içindeki bazların kombinasyonu şeklinde çözüm.
— Çok nokta dengelenmesi
— Çok oturum dengelenmesi

Tek nokta dengelenmesi WGS84'deki kesin nokta koordinatlarını üretir. Bu konudaki en yaygın uygulamalar, yaklaşık 100 m hassasiyetle nokta koordinatlarını genellikle coğrafi koordinatlarda veren navigasyon sisteminde yapılmaktadır. Hassas jeodezik dengelenmede kesin relatif bilgilere ihtiyaç vardır. Bu da tek noktada değerlenmesinde elde edilir. Çok nokta dengelemesi jeodezik amaçlar için kullanılacak bazları oluşturur. Daha hassas bir dengelenme için çok oturumlu dengelemenin yapılaması gerekir. Bu işlemleri yapmak için kullanılan GPS yazılımlarının genel bir sınıflandırması;

— Ticari yazılımlar
— Bilimsel yazılımlar

şeklinde olacaktır. (SEEBER.; 1993)

Birinci gruptaki yazılımlar, üretici firmalar tarafından kendi özel alıcılarının datalarını almaya uygun düzenlenmiştir. Ancak ileri derece ticari yazılımlar (günümüzde hemen hemen hepsi) başka firmaların alıcılarını rinex formatındaki datalarını alıp değerlendirebilecek özelliktedir. Ticari yazılımlar günlük ölçmelerde,

sınırlı nokta sayısına sahip ağlar için üretilmiştir. Bu yazılımlar az sayıdaki opsiyonları ile GPS teknolojisi ve mühendislik konusunda beli bir deneyimi olan kişiler tarafından kolaylıkla kullanılabilir. Bu yazılımlar genellikle statik ve kinematik ölçmelerin değerlendirmesine izin verir. Birinci grup yazılımlara örnek olarak;

— GPSurvey Trimble
— Trimvec (Trimble alıcıları için)
— GPPS (Ashtech alıcıları için)
— PoPS (Wild-Magnawox alıcıları için)
— Phaser
— SKI – Leica GPS alıcıları için)
— Geotracer (Geotronics alıcıları için)
— AOSS (Ashtech alıcıları için)
— WINPRISM (Ashtech alıcıları için)
— Topcon (Topcon alıcıları için)
— GePoS CEO (Carl Zeiss alıcıları için)

Çoğunlukla ilgili firmalarca üretilen alıcılar kaydedilen dataları değerlendirirken, üniversiteler ve enstitülerce hazırlanan genel maksatlı yazılımlar her türlü alıcılar tarafından kaydedilen dataları kullanabilmektedir. Ayrıca firmalar tarafından hazırlanan yazılımların çalışmasına dışardan müdahale edilemezken, genel GPS programları interaktif olarak çalışmakta, pratik uygulamaların yanı sıra bilimsel araştırmalara da imkan tanımaktadır.

İkinci grup yazılımlar ise özel problemlerin çözümüne uygun olmalıdır. Bu yazılımlar aşağıdaki imkanları sunarlar;

— Hızlı processler için küçük ağlarda profesyonel standartlar kullanılır.
— Uzun bazlarda bile yüksek hassasiyet sağlarlar.
— Geodinamik araştırmalar için data analizi ve bilimsel uygulamalar içerir.

Bu yazılımlar bilimsel araştırmalar için çok sayıda özel opsiyonlar sunmaktadır. Ancak böyle programları kullananların yeterli teknik alt yapıya sahip olması gerekir. Çünkü uzun baz çözümlerinde iyonosferik etkilerden meydana gelen hataların giderilebilmesi ve yüksek doğruluk elde etmek zordur. Daha önceki bölümde

anlatıldığı gibi matematik modellerin çok iyi kullanılması gerekir. Bu gruba giren yazılımlardan bazıları şunlarıdır:

— BERNESSE, Bern Üniversitesi — İsviçre, Beutler et al, 1988

—GAMIT, MIT (Maschutes Institute of Tecndogy) —ABD, Dong et Bock 1989

— GIPSY, JPL (Jet Propulsıon Laboratory) — ABD 1986

— DIPOP, New Brunswick Üniversitesi — Kanada, Santerre, 1988

— TOPAS, FAF Munich (University of the Federal Armed Forces, Munich)— Almanya, Landau, 1988

— GEONAP, Hannover Üniversitesİ — Almanya, Wuebbena, 1989

— GAS, Nottingham Üniversitesi — İngiltere

— MAGNET, Magnawox

— MICRO COSM, —Van Martin,

— OMNI, NGS (National Geodetic Survey) — ABD

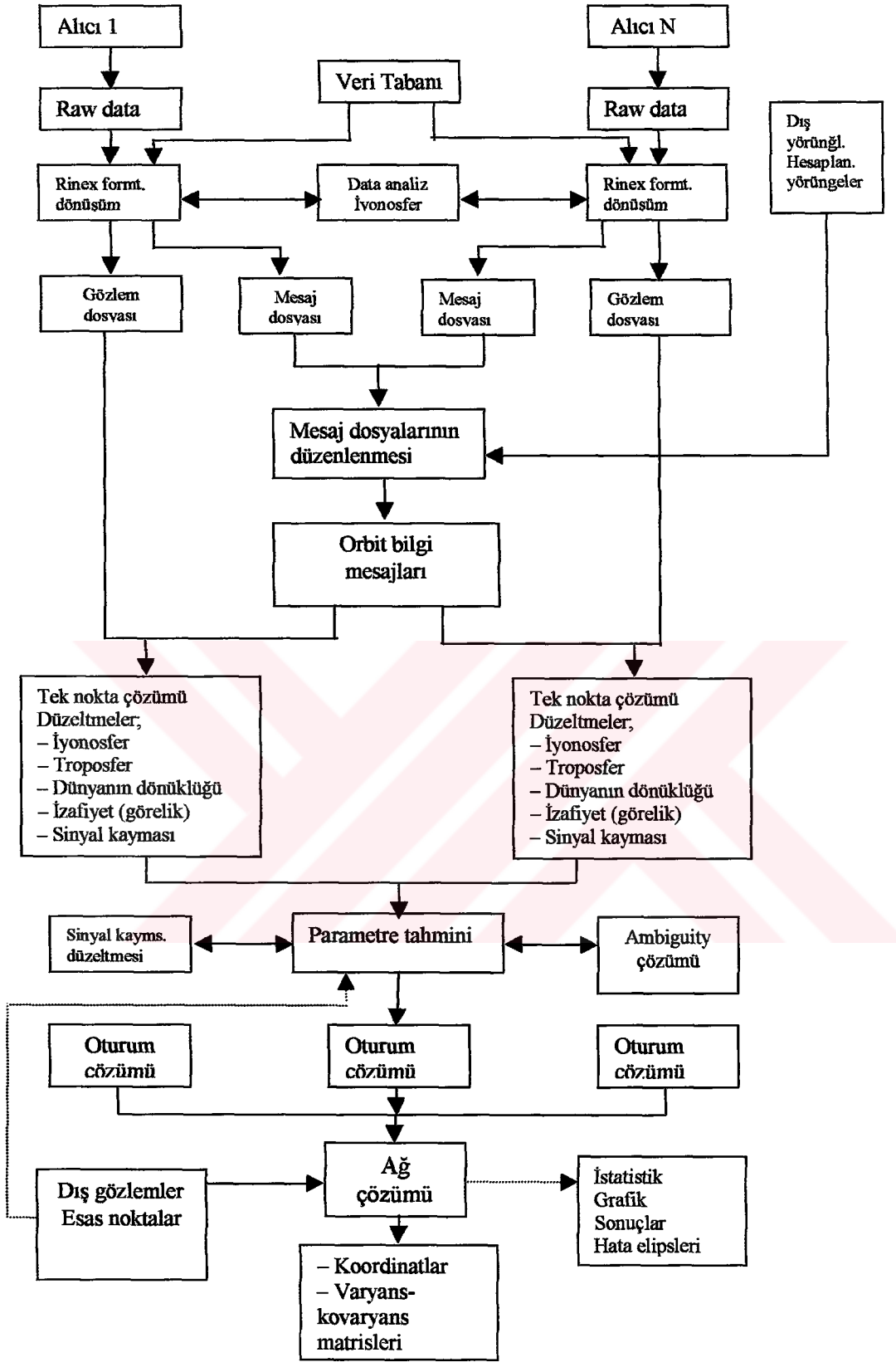
Bu çok amaçlı GPS yazılımları aşağıdaki bölümlerden oluşur:

— Asıl process için dataların ön process işleminde hazırlanması

— Bilinmeyen parametrelerin tahmini için asıl process aşaması

— Grafik formatında çeşitli bilgilerin özetlendiği son process aşaması.

Aşağıda şekil 5.1'deki diyagram genel olarak statik çok nokta - çok oturum GPS işlemleri için yazılım programları akış şeması verilmektedir. İkici grup yazılımlardan olan GEONAP yazılımının akış diyagramı aşağıdaki şemaya çok benzemektedir.



Şekil 5.1. GPS yazılımlarının genel diyagramı (SEBEER, 1993)

GEONAP, GIPSY ve TOPAS gibi yazılımlar farkları alınmamış (undifferenced phase data) dataları kullanmaktadır. Bunun yanında BERNESSE ve DIPOP gibi yazılımlarda ise çiftli fark (double differences) alma yöntemi kullanılır. Ayrıca multi-arc orbit düzeltmesi yapma imkanı vardır. Modern değerlendirme yazılımları aynı oturum'da aynı anda kullanılan farklı alıcıların datalarını değerlendirme kapasitesine sahiptir. (SEEBER.; 1993)

5.2. Ashtech Firmasının GPS Yazılımları

Ashtech firmasının ilk yazılımı GPPS'dir daha sonra PRISM adlı programı yapmış ve bu programı WINPRISM adı altında geliştirmiştir. Son olarak Ashtech Office Suite for Survey (AOSS) yazılımını piyasaya sürmüştür.

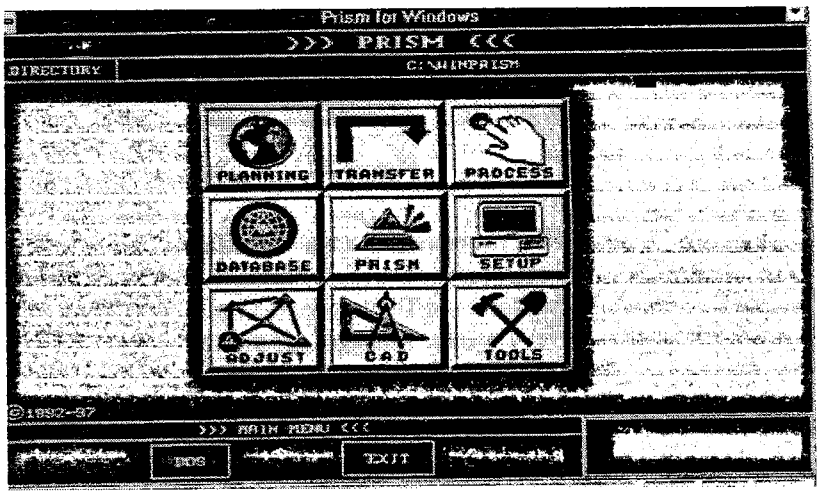
5.2.1. WINPRISM programı

WinPRISM programı Ashtech'in Dos'a dayalı PRISM programının bir üst versiyonudur ve Windosw 3.1 ve Windows 95'de çalışır (Şekil 5.2). Ashtech alıcı sisteminin tüm versiyonlarıyla birlikte uyumluluk gösterir. Profesyonel ölçmeler için gereken planlama, process ve sunum işlemlerini en optimum bir şekilde oluşturur. En önemli özelliği GPS ve GLONASS dataları birlikte değerlendirebilir olmasıdır. WINPRISM programı değişik performanslardaki GPS+GLONASS teknolojisi ürünlerine çok kısa bir sürede uyum sağlayabilir. Grafik ekran özelliğine sahiptir.

Sistem Gereçleri; Bilgisayar Sistemleri ; IBM PC veya ona uyumlu diğerleri en az configrasyonla 8 MB RAM'la 386 işlemci veya 387 işlemci ve bir mouse. Sistem Yazılımı ; Ms-Dos 3.3 (veya daha fazla) Windows 3.1, Windows 95.

WINPRISM yazılımı Ashtech'in 10 yıllık deneyimi sonucu ortaya çıkan bir yazılımdır. WINPRISM ile planlama, baz vektörlerinin değerlendirilmesi, özellikle ED50 yani memleket Datumunda dengeleme - (GPS datalarının, GPS artı klasik dataların veya sadece klasik dataların da serbest veya ağ şeklinde dengelemeleri), dönüşümler, editler, Binary-Rinex veya Rinex-Binary data dönüşümleri, kötü baz

vektörlerinin düzeltilmesi için müdahale mümkün olmaktadır. Ashtech firmasının GPSTopo Office Software ve TDS Office Software isimli GPS değerlendirme yazılımları da mevcuttur.



Şekil 5.2. WinPrism Programının Başlangıç Menüsü. (Ashtech tanıtım katoloğu)

5.2.2. Ashtech Office Suite for Survey (AOSS) Yazılımı

GPS ve GPS + GLONASS verilerini Windows ortamında değerlendirilebilen hızlı bir ölçme yazılımıdır. Windows 95 ve Windows NT'de çalışma özelliği vardır. Ölçme planının hazırlanmasında, uydu durumlarını, PDOP değerlerini ve en uygun ölçme zamanını gösteren grafik ekranı mevcuttur. Post-Process aşamasında kolay ve çabuk detaya ulaşma imkanı vardır. Her baz ve nokta hakkında detaylı bilgi ve vektörlerin doğruluğunu gösteren geniş açıklamaları sadece bir mouse düğmesine basmakla elde edilmektedir.

AOSS çeşitli GPS alıcılarının datalarını alır, grafik ortamda işler ve üç boyutlu dengeleme yapar. Noktalar coğrafi ve plan koordinatlarında (sağa-yukarı değer) sabit alınabilir. Yazılımın grafik analizi ve editleme özelliği, geniş çaplı ölçme modellerinde büyük bir kolaylık sağlar. Özel projelerde, statik, rapid-statik ve kinematik ölçme tiplerinin verilerini en uygun şartlarda değerlendirir.

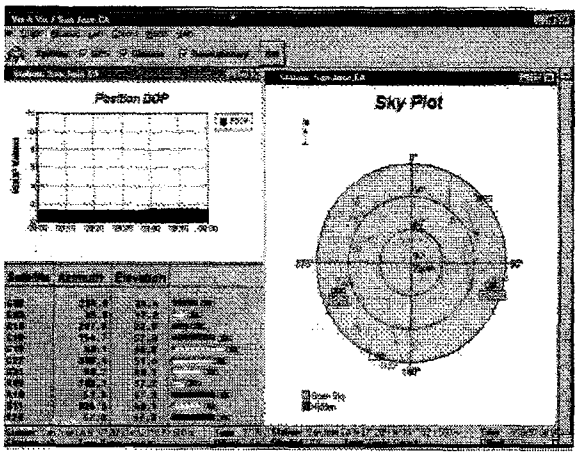
Yazılım içinde çok sayıda datum ve projeksiyon sistemleri vardır. Bunun yanında kullanıcının da yeni değerlerle herhangi bir datum veya porjeksiyon oluşturmasına izin verir. Raporlar istenen formatta düzenlenebilir ve dengeleme sonucu oluşan tüm kesin değer bilgilerini içerir.

Yazılım her bir nokta, baz vektörü, oturum, sonuç, OBS vektörü ve EPH dosyasını 1 obje olarak görmektedir. Bu yüzden yazılımın kapasite limiti artmakta ve yine PC konfigurasyonuna bağlı olarak 16.555.730 objelik limitle çalışabilmektedir. 1300 vektörlü, 250 noktalı bir projenin 15000 objeyi ihtiva ettiği ve böyle bir projeden 1103 tanesini aynı anda değerlendirip dengeleyebileceği düşünülürse yazılımın limitinin ne kadar çok olduğu görülür. Ayrıca Total Station aletleri ile arayüz olabilmektedir. C ve C++ programlama dilleri ile yazılımda birtakım özellikler ilave edilebilir ve geliştirilebilir. (Harita ve Kadostro Mühendisliği Dergisi, Temmuz 1998,Sayı:84)

Sistem Gerekleri; Bilgisayar sistemi; IBM PC veya uyumlu diğer bileşenleri (en az 16 MB RAM ile 486 işlemci) + 1 mouse, Windows 95, Windows NT

5.2.3. Ashtech Office Suite For Survey Yazılımının Bazı Menüleri ve Özellikleri;

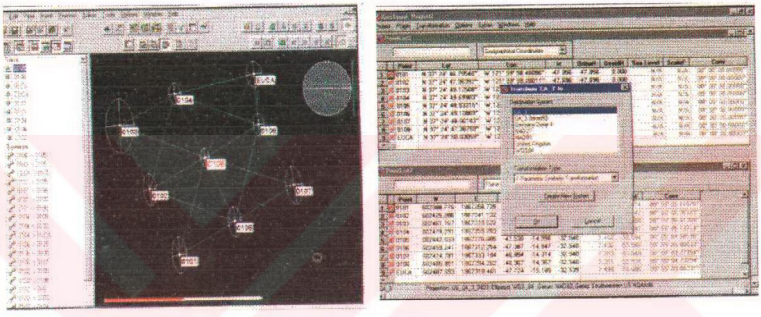
Şekil 5.3, bir ölçme planı yapmadan önceki kullanılabilecek uyduları ve PDOP, işlem açısı, azimut gibi değerlerini veren tablodur.



Şekil 5.3. AOSS yazılımı sky plot menüsü. (Ashtech tanıtım katoloğu)

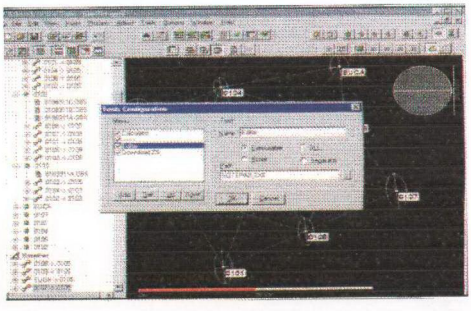
Araçlar çubuğu ile istenilen fonksiyonlar yüklenebilir. Ayrıca yeni kullanılan fonksiyonları oluşturabilir. GPS ağının noktalarını ve hata elipslerini gösterir. Daha dikkatli bir analiz için hatalı olan noktalar farklı renklidir. GPS edit menüsü, grafik olarak analiz etmeyi sağlar (Şekil 5.4).

Programın değerlendirme unsurları, fix/standart sapma veya vektör varyans /covaryans ağırlıklarını düzenleyebilir.



Şekil 5.4. AOSS yazılımı edit / view modülü.

Transformasyon modülü (Şekil 5.5), elde edilen sonuç datayı ağ dengelemesi çıktı dosyasından alıp genel bir rapor şeklinde istenilen koordinat sistemine dönüştürerek verir.



Şekil 5.5. AOSS yazılımı transformasyon modülü.
(Internet:http://www.ashtech.com)

5.3. Topcon GPS Değerlendirme Yazılımı

Değerlendirme yazılımı Windows tabanlıdır. İstasyon koordinatları süratli bir şekilde hesaplanır. Otomatik olarak iyonosferik düzeltmeler yapılır. Statik, rapid statik, stop-go ve kinematik ölçümler değerlendirilir. Planlama modülü ile bilgi toplama, işlem ve dengelemeler etkin bir şekilde otomatik olarak planlanır.

5.4. Geotracer System 2000 Post-Process Yazılımı

Geotracer Post Processing yazılımı statik veya kinematik modda ve çeşitli alıcı tiplerinde oluşan karışık dataları çok kolaylıkla değerlendirebilir. Bu yazılım otomatik olarak gözlem zamanlarına göre oturumları düzenler ve işleme alır. Process işleminin her basamağında işlemin özelliği ve nasıl daha kolaylıkla yapılabilirliği menülerde gösterilmiştir. Çalışma alanı process işleminin başlangıcından sonuca kadar her basamağında grafik ekran ile donatılmıştır. Dolaysıyla işlemler kolay ve hızlıdır. Bir mouse hareketiyle istenilen bilgiye ulaşmak imkanı vardır. Elde edilen gözlem dosyalarına bağlı olarak, yazılım bir jeodezi ağı çizer ve kullanıcıya bunun üzerinde edit yapma imkanı sağlar.

Ayrıca kullanıcı bütün bazları veya özel bir bazı bir mouse hareketiyle seçebilir. Grafik ekranda seçilen baz için edit işlemleri kolaylıkla yapılabilir. Cycle slips testini otomatik olarak yapar. Bu program aşağıda verilen GPS data çeşitlerini değerlendirebilir;

— C/A Kod
— P Kod
— Full cycle carrier
— squared carrier
— Cross correlated
— Ionosphere free combinations

5.4.1. Geotracer System 2000 Post-Processing Yazılımının Bazı Menüleri ve Özellikleri

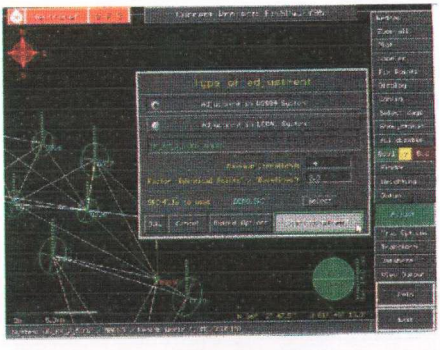
— Hızlı GPS baz oluşumunu sağlar. Ephemeris doğrularına bağlı olarak ± 5 mm +1 ppm veya daha doğru baz oluşturması mümkündür.

— İşlem modu ve frekans seçiminde tam bir serbestlik pseudo static, kinematik ve seçimli on-the-fly gibi bütün ana prcessing modlarında değerlendirme yapma imkanı vardır (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. Geotracer yazılımı sky plot menüsü. (Geotracer tanıtım katoloğu)

— Bir mouse düğmesine basmakla ağ dengelemesi yapmak mümkündür. Variance / covariance matrisin tamamı göz önünde tutulur ve istatistik test yapılabilir. Local sistemde de dengeleme yapma imkanı vardır. UTM, ulusal ve uluslararası projeksiyon sistemleri ile çok sayıda datum kullanabilir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7. Geotracer yazılımı ağ dengeleme modülü.

— Seçimli On-the-Fly ambiguity çözümü ile kinematik uygulama yapma imkanı vardır. Bunu cm doğruluğunda statik bir referans olmadan yapar. Bu 10 cm ve daha hassasiyet gerektiren fotogrametri ve diğer mobil uygulamalarda kullanılır.

— Gözlem planlarının yapılmasında, hızlı ve kullanışlı sky plot, PDOP, uydu erişebilirliği gibi menülari sayesinde hassas proje planlaması yapılabilir. Bütün gerekli veriler grafik ortamında kullanıcıya sunulmuştur.

İnternet : http//www.geotronics.se
e-mail: "info@goetronics.se"

Sistem Gereçleri:

— IBM PC 386, 486, Pentium (matematiksel işlemci ile), 4 MB RAM
— Hard Disk, bir Floppy disk
— VGA monitör ve MS-DOS 6.2 veya daha ileri versiyon

5.5. Sercel GPS Ölçme Yazılımı

Şekil 5.8'de sky plot menüsü görülen yazılımın genel özellikleri şunlardır;

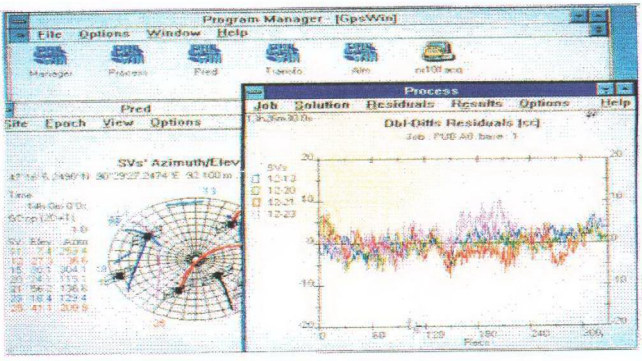
- Sercel GpsWin bütün GPS ölçü tiplerinin datalarını değerlendirebilir. En az data ile en yüksek hassasiyet sağlar.

- Skyplots, satellite availability gibi modülleri ile ölçü planı yapılabilen 3 boyutlu grafik ortama sahiptir.

- 2 – 15 dakikalık bir gözlem ile mm düzeyinde bir hassasiyet sağlanabilir (Rapid-static metotda).

- Yanlızca L1 fazındaki C/A kod yardımı ile kontrol noktası üretimi sağlanabilir.

- Problemli datalar mümkün olduğunca otomatik olarak düzeltilir. Bütün sonuçlar GIS yazılımı veya GEOLAP gibi diğer Windows uygulamarına aktarılabilir. Ayrıca grafik Windows ortamında da iyi sonuçlar görülebilir



Şekil 5.8. Sercel yazılımı sky plot menüsü. (Sercel tanıtım katoloğu)

Önemli Fonksiyonları;

— 3 boyutlu Windows ortamı,

— Oturum planı, koordinat transformasyonu,

— Statik işlemlerde post-processing işlemi,

— Alınan rawdataların düzenlenmesi,

— Nokta koordinatları, baz vektörlerinin ve uzunlukların hesaplanması,

— Problemlerin giderilmesi ve sonuçların düzenlenmesi,

— Baz doğruluğu 5 mm + 1 ppm

— Baz uzunluğuna bağlı olarak gözlem zamanı; rapid statik modda 2 – 15 dakika, statik modda 45 – 75 dakika.

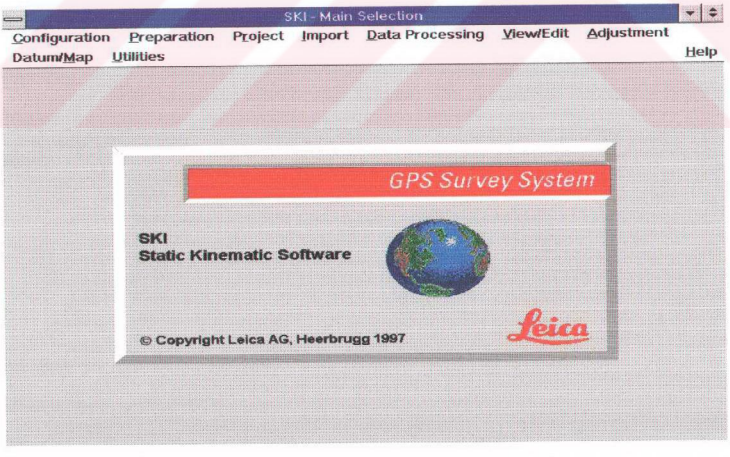
5.6. Leica GPS Değerlendirme Yazılımı: SKI-Static Kinematic Software

5.6.1. Sistem gerekleri

SKI, en iyi tablo 5.1' deki şartların varlığında çalışır.

Tablo 5.1. SKI yazılımı sistem gerekleri. (SKI yazılımı manual kitapçığı)

Bölüm	Tavsiye Edilen	Minimum
Bilgisayar	IBM, IBM uyumlu Pentium, 80486 DX işlemci veya matematik işlemcili 80486 8 MB ve daha fazla RAM 250MB veya daha fazla harddisk 3.5" Disket Sürücüsü 9 pin RS232 Seri Port Paralel Port (kilit için)	IBM veya uyumlu matematik işlemcili 80386 4MB RAM 60 MB Harddisk 3.5" Disket Sürücüsü 9 pin RS232 Seri Port Paralel Port (Kilit için)
Ekran	VGA veya yüksek çözünürlü diğer	VGA
Fare	Kurulmuş ve PC de çalışır.	Kurulmuş ve PC de çalışır.
DOS Versiyon	5.0 veya daha yeni	3.1
Windows Versiyon	3.1 veya daha yeni	3.1



Şekil 5.9. SKI Programı ana menüsü.

5.6.2. SKI yazılımı bölümleri

SKI yazılımındaki satandart bölümler (Şekil 5.9);

Configuration

Preparation

Import

Data Processing

View/Edit

Utilities

Seçilebilir Opsiyonlar:

Adjustment Component

Datum/Map Component

RINEX Data Format Import

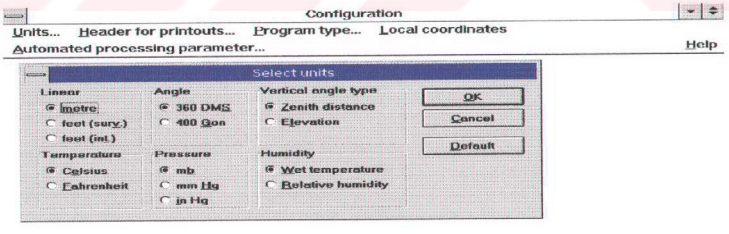
Auto Program Option

AROF - Ambiguity Resolution On the Fly Option

Yardım

5.6.2.1. Configuration bölümü

Bu bölüm, kullanacağınız birimleri ve SKI'den çıktı aldığınız tüm dosyaların başına istediğiniz bir başlık satırı belirlemenizi sağlar. (Şekil 5.10)



Şekil 5.10. SKI -Konfigürasyon menüsü.

5.6.2.2 . Preparation bölümü

Bu bölüm, aşağıdaki 3 alt ana menüyü içerir;

Survey Desing

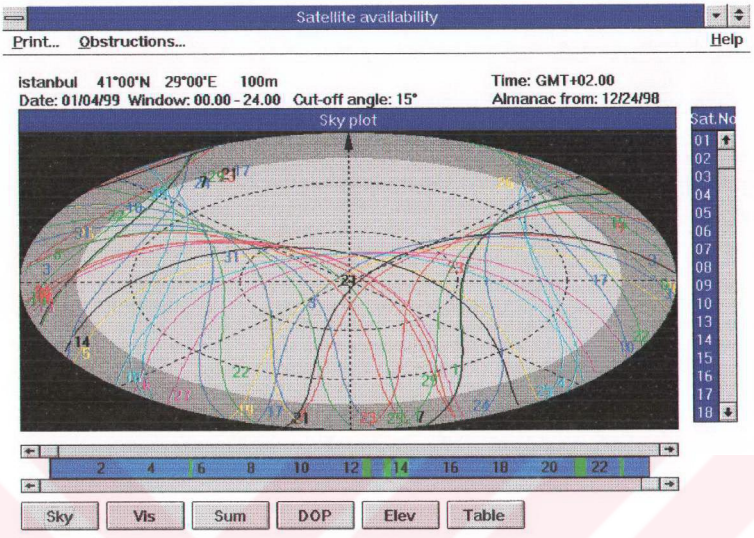
Attributes

Waypoints

Survey Desing; bir bölge için en uygun uydu ölçüm sürelerini bulmak, oradaki çevreyi belirlemek ve bunların görüntülenip yazıcıdan alınmasını sağlamak amacıyla kullanılır. Nokta bilgilerinin bulunduğu bir liste hazırlanıp kontrol ünitesine aktarılabilir. Aşağıdaki şekil 5.11 ve 5.12'de uygulumada kullanılan projelerden birisi olan İGNA 98 Projesi değerlendirme sırasında görülebilir uydu sayısı ve sky plot menüleri bulunmaktadır.



Şekil 5.11. SKI-görülebilir uydu sayısı



Şekil 5.12. SKI-sky plot.

5.6.2.3 . Project bölümü

Bir projede elde edilen tüm GPS verileri, SKI'de bir proje altında toplanır. Project Manager'den yeni bir proje açılabilir, düzeltme yapılabilir veya proje listesinde belirtilmeyen yeni bir proje tanımlanabilir.

SKI dışında hiçbir şekilde bir proje veya projenin bir kısmı silinmez. İstenmeyen projeleri silmek için daima project manager kullanılmalıdır. Aksi takdirde, düzeltilmeyecek Databese hataları oluşabilir.

5.6.2.4 . Import bölümü

Bu bölüm, verileri SKI'ye aktarmak için kullanılır.Alıcılardan gelen ham veriler gibi Real Time RT-SKI opsiyonunda kaydedilmiş koordinatlar da aktarılabilir. Aşağıdaki ortamlardan veri alınır;

–GPS Kontrol ünitesinin kendisinden

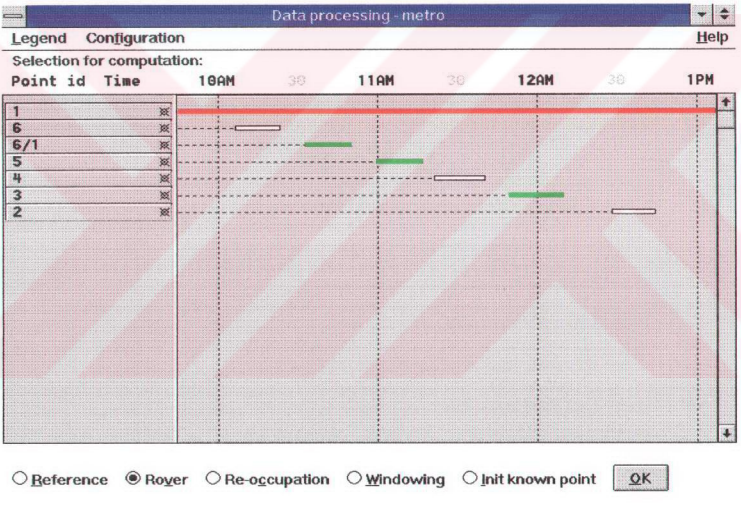
–Kart okuyucusu kullanılarak hafızaya karttan

–Back-up disketi veya PCMCIA sürücüsüyle PCMCIA kartından

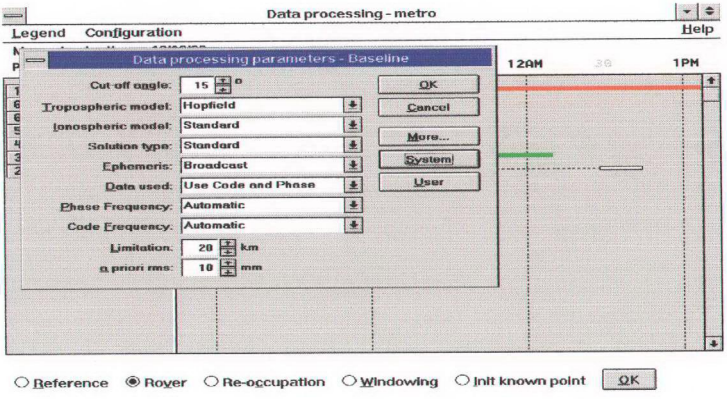
Alternatif olarak, uydu ve verilerin kesin efemerisini alma kolaylığı da verir.

5.6.2.5 Data processing bölüm

Bu bölüm, WGS 84 koordinatları ve onların nispi hassasiyetlerini bulmak için arazide kaydedilen GPS ölçümlerinin çözümlenmesine yarar. Static, Stop and Go, Single Point verileri çözümlenebilir. (Şekil 5.13 ve 5.14)



Şekil 5.13. SKI-data process menüsü.



Şekil 5.14. SKI-Data Process işleminde parametre seçimi.

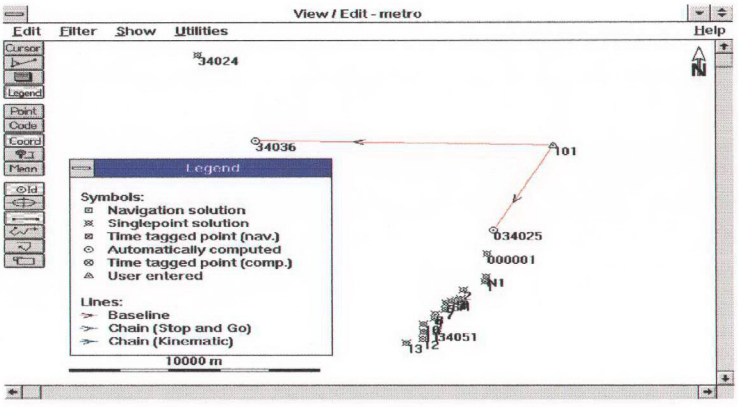
5.6.2.6 View/edit bölümü

Bu bölümle projedeki veriler grafik olarak görüntülenip düzenlenebilir. Bu bölümde veri bilgilendirmesi ve düzeltmesi yapılabilecek şeyler şunlardır (Şekil 5.15);

— Noktalar arası bağlantıların görüntülenmesi (Azimut ve Mesafe gibi),

— Görülmek istenmeyenlerin filitrelenerek kaldırılması,

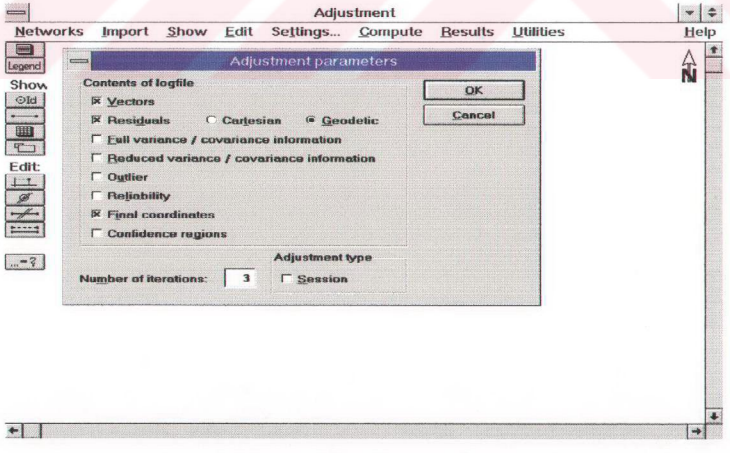
— Bilgilendirmeyi değişik formatlarda kaydetmek.



Şekil 5.15. SKI - View / Edit menüsü.

5.6.2.7 Adjustment bölümü (opsiyonel)

Bu bölüm, kullanıcıya WGS 84 sistemindeki baz vektörlerini en küçük kareler yöntemine göre dengelemesini yapma imkanını sağlar. Veri direkt SKI projesinden veya uygun formatlı ASCII dosyadan alınabilir. Serbest veya zorlamalı (dayalı) dengelemeler yapılabilir. (Şekil 5.16)



Şekil 5.16. SKI-Adjustment menüsü

5.6.2.8 Datum/Map bölümü (opsiyonel)

GPS ile elde edilen koordinatlar WGS 84 sisteminde olduğundan çoğu kullanıcı bu koordinatları kendi sistemine dönüştürme gereksinimi duyar. Dtum/Map dönüşüm parametrelerinin bulunması ve koordinatların dönüştürülmesi için kullanışlı bir bölümdür.

5.6.2.9 Utilities bölümü

Bu bölüm, kontrol ünitesi ve alıcı sistemlerini upgrade için gerekli aktarım programlarını içerir.

5.6.3 SKI azılımındaki bazı önemli opsiyonlar

RINEX Opsiyonu; RINEX, alıcıdan bağımsız dönüşüm formatı ve GPS verisi için standart bir formattır. SKI içinde RINEX çıktısı standarttır.

Auto Program Opsiyonu; SKI'nin yüksek otomatik modda çalışmasını sağlayan bir opsiyondur. Aşağıdaki işlemlerin tümü veya bir kısmı otomatik modda çalışabilir;

— Alınan verinin Backup'ı (yedeklenmesi),
— Veri alımından hemen sonra baz çözümlenmesi ve baz seçimi ,
— Baz çözüm sonuçlarının kaydedilmesi,
— Sonuçların SKI formatında veya diğer yazılım formatında kaydedilmesi.

AROF Opsiyonu; On the Fly belirsizlik çözümleri için veri çözüleme bölümünün opsiyonudur. Kinematik on the Fly metoduyla çalışan kontrol ünitelerinin kaydettiği verilerin çözümlenmesini sağlar. Kinematik on the Fly metodu Static initialise'ye gerek duymaz.

Veri Çözümlenmesi (Data Processing); Başlangıç noktası olarak bir referans noktasının seçimi ve ağın bu noktaya bağlı çözümlenmesi yapılabilecek en iyi şeydir. Kabaca bu metot, aşağıdaki hesaplamalardan oluşur;

1. Referans istasyonunun koordinatlarını, WGS 84 sisteminde 10 m veya daha iyi hassasiyette elde etmek.

2. İleride referans noktası olarak kullanılacak noktalara oluşan bazların çözümlenmesini yapmak.

3. Referans ve rover istasyonları arasında oluşan bazların çözümlemesini yapmak.

Referans İstasyonunun Koordinatlarını Bulmak; Her baz hesaplanmasında; bir noktanın referans koordinatları sabit tutulur, diğer noktanın koordinatları (rover) ona göre hesaplanır. Sonuçlar, sistematik hatalarla beraber bulunduğundan, bazdaki sabit noktanın koordinatları WGS 84'te 20 m. hassasiyet bilmek zorunludur. Mümkünse bu koordinatlar 10 m hassasiyete bilinmelidir. Aksi takdirde hata miktarı 1-2 pmm artacaktır. Eğer bir nokta için WGS 84 koordinatları bilinmiyor ve hesaplanamıyorsa, SKI'deki Tek Nokta Konum Belirlemesi (Single Point Position computation) bölümü kullanılabilir. Bu yöntem kullanıldığında, seçimli gereçlerin genellikle açık olduğu unutulmamalıdır. Tek nokta konum hesaplama esnasında seçimli geçerliğinin etkilerini kaldırabilmek için noktaya ait uzun zamanlı ölçü yapılmış olması gerekir.

SKI'de Baz Seçimi; SKI'de baz seçimi prosedürü, aşağıdaki basamaklardan oluşur:

1. Projenizi açın ve verilerinizi projeye aktarın. Bundan sonra veri çözümlemesi (Data Processing) bölümüne girilebilir.

2. Çalışma sahası belirleyin. Öçlüm yapılan günler görüntülenir. Hangi günlerde çözümleme yapılacaksa, o günlere fare tıklatılır. Eğer gece yarısında ölçüm yapılmışsa, 2 gün görünür. Veri birleşik olduğundan iki gün seçilir.

3. Yapılacak işlem otomatik veya elle yapılabilir.

4. Ekranın alt kısmında bulunan referans belirleme işlemi seçilir ve referans noktaları olarak kullanılmak istenilen noktalar, o noktaya ait kutulara tıklayarak seçilir. Bundan sonra, ekranın alt kısmında Rover seçme bölümü tıklanır ve Rover olarak işleme tabi tutmak istenilen noktalar, o noktalara ait kutulara tıklayarak belirlenir.

Compute

5. Hesaplama seçimi bölümü tekrar görüntülenir. Başka bir günde otomatik veya el ile düzenleme yapılabilir. Hesaplamayı aktif hale getirmek için Compute tuşuna tıklanır.

Result — 6. Hesaplama, seçilen bütün bazları, kullanıcının müdahalesine gerek kalmadan hesaplar. Bittiği zaman sonuç (Result) tuşu aktif duruma gelir. Sonuçları görmek için bu tuş tıklanır.

Sonuçlar Paneli; Hesaplama bitip "Results" tuşuna tıklandığında rover noktasındaki standart sapma (metre cinsinden), rover noktasına ait belirsizliklerin çözümlenip çözümlenmediği, sonuçların kaydedilip kaydedilmediği ve kullanılan ölçüm tipi görüntülenebilir.

◉ Select — Ekranın altında, Select ve Details olarak iki tane dairesel tuş vardır. Select seçildiğinde, kayıt yapacağınız hatları seçebilir veya iptal edilebilirsiniz. Belirsizlikleri çözülmüş olan hatların otomatik olarak seçildiğini unutmayın!

◉ Detalls — Bu tuş, noktalar hakkında daha geniş bilgi almanızı sağlar. Bu tuş seçildikten sonra kursör "i" 'ye dönüşür. Geniş bilgi almak istediğiniz noktalanın bulunduğu satıra tıklayın.

Log — Hesaplama sonuçlarını gösteren bir rapor oluşturur.

File — Seçilen bilgilerin ASCII dosyaya kaydedilmesine yarar. Datum Map'te belirlenen dönüşüm parametrelerini kullanarak, kendi sistemlerindeki koordinatları kaydeder.

Store — Sonuçlar, SKI'nin bölümlerinde kullanılabilecek şekilde kaydedilir.

Residuals — Uydu ölçümü seçerek hesaplama yapmayı sağlar.

Belirsizlik Belirlenmesi; Ambiguity Resolution anlamına gelir. Uydu ile GPS alıcısı arasında ölçüm esnasındaki tam dalga boyu sayısının belirlenmesi demektir. Kısa ölçüm süresinde, bu değer santimetreye kadar çıkabilir. SKI'de sadece 20 km ve daha küçük olan hatlarda belirsizlikler çözümlenebilir. Uzun hatlarda belirsizlik çözümlemesi yapılmaz. 20 km den uzun hatlarda daha sağlıklı sonuçlar alabilmek için uzun süreli ölçmeler yapılmalıdır. Bu durumda, belirsizlikler çözümlenmese

bile hassasiyetin yeterince iyi olacağını unutmayınız. Belirsizlik çözümlemesi kolonunda (A), (SKI sonuç ekranında) aşağıdakilerden birsi görülebilir;

Y - SKI'nın belirsizlikleri çözebildiğini belirtir.

Y* - Arazide yapılan ölçümün, belirsizlik çözümlemesi için gerekli olan zamandan daha az olduğunu belirtir. SKI, bazı zorluklarla karşılaşmış, sonuçta belirsizliği çözmüştür. Ama bazı farklılıklar olabilir.

N - SKI'nin belirsizlikleri çözemediğini belirtir.

? - Belirsizliklerin çözümlenmesine uğraşılmadığını belirtir.

Eğer belirsizlik çözülmemiş veya çözülmeye uğraşılmamışsa, sebebi bulmak için Logfile'ye bakabilirsiniz.

Sonuç Kayıt Dosyası; Sonuç kayıt dosyası, hesaplar hakkında detaylı bilgi verir. Hesaplama esnasında oluşan problemlerin görülüp düzeltilmesi için düzenlenmiş bir dosyadır. Aşağıdaki bölümleri içerir;

GE_PS Proje Sabit Değerleri

GE_PP Çözümleme Parametreleri

GE_SS Uydu seçimleri

GE_IC Hassas koordinatlar

Baz Sonuçları

Baz Bilgilendirmesi; Baz bilgilendirmesi aşağıdaki bölümlerden oluşur:

a) FARA Statikleri; Bu bölüm, hızlı belirsizlik çözüm yaklaşımının (FARA) karakteristik değerini verir. Dosyadaki kısaltmaların anlamı şöyledir:

SVid	Uydu Numarası
Ref Svid	Referans Uydu Numarası
Carrier	Belirsizliklerin çözüleceği dalga boyu
	— L1'den
	— L2'den
	— L3'ten (wide laning)

Wavelength factor, dalga boyu faktörlerinin göz önünde bulunduracağı ölçüm moduna bağlıdır.

Not: Ölçüm süresi, (GDOP=<8), tavsiye edilen süreden uzun olmalıdır. Aksi takdirde Y* görülebilir ve; "warning: Observation time (GDOP=<8) less than recommendation" mesajı alınabilir.

FARA'nın bir şartı, wide laning çözüm metotlu çift frekanslı ölçüm yapılmalıdır. Böylece, onlara ait 3 hipotez test edilir:

1) rms float < rms a priori,

2) rms fix < rms a priori,

3) rms float < rms fix 2.

Belirsizlik çözümlemesinin yapılabilmesi için bu testlerin başarıyla geçilmesi gerekmektedir. Bu testler, tek frekanslı ölçümler için kullanılır. Eğer, 1. test başarısız olursa, rms a priori yükseltilebilir. Bu işlem çok dikkatli yapılsa bile, kısa ölçüm süreleri için (10-15 dakika), bu olay tavsiye edilmez. 1 saat veya daha fazla olan ölçüm periyodunda ve uzun mesafelerde, bu değerin iki katına çıkarılmasında bir tehlike yoktur. Eğer son test başarısız olursa, belirsizlik çözülemez. Bunun sebebi kullanılabilir iki belirsizlik değerinin eşit olmasıdır.

b) Cycle Slip (Faz sıçraması) Bilgilendirmesi; Eğer, faz sıçraması olursa, SKI'de düzeltilmelidir. Toplam faz sıçraması sayısı ve her faz sıçraması için aşağıdaki bilgiler verilir;

Time : Epoch'un tarih ve zamanı

Time From Start : İlk epoch'un alınmasından, o ana kadar geçen süre (saniye)

SV : Uydu numarası

Freq : Faz sıçramasının oluştuğu taşıyıcı

1) L1 taşıyıcısı

2) L2 taşıtıcısı

Slip Value : Sıçramanın tam sayı değeri

Fraction : Kısmi bölüm

c) Sonuç Koordinatlar; Son koordinatlar ve standart sapmalar, kartezyen (X,Y,Z) ve jeodezik (enlem boylam, H) koordinat sisteminde en iyi şekilde verilir. Eğik mesafe ve standart sapma, bu dengelemelerden bulunur. Standart sapma, varyans-covaryans kurallarının, varyans-covaryans matrislerine veya alan vektörüne uyulmasıyla bulunur.

d) Variyans - Covariyans Matrix; Bu bölümde verilen varyans - covaryans değerlerinin kullanılan değerler olmadığını unutmayınız. Bilgilendirme, rms, a

posteriori ve kofaktör matrislerinin her elementi squared a posteriori değeriyle çarpmak gerekir.

Düzeltmelerin Hesaplaması; Bütün ölçülerin, her uydu için düzeltmelerini hesaplayabilirsiniz. Sonuçlar ekranından "Residuals" tuşuna tıklayın. Hesaplanan bütün bazları içeren bir panel görünecektir. Düzeltmelerini hesaplamak istediğiniz bazları, üzerine tıklayarak seçin.

Compute	Seçimi bitirdiğiniz zaman Compute tuşuna tıklayın.
Show	Hesaplama bitiği zaman Show tuşu aktif hale gelecektir. hesaplanan düzeltmeleri görüntületmek için Show tuşunu tıklayın. Bundan sonra, hangi tip sonuçlar görmek istediğiniz sorulur. Seçiminizi yapın ve OK tuşuna tıklayın

Düzeltme Tablosu; Düzeltme tablosu görüntülendiğinde, Proje sabitleri, çözümleme parametreleri ve uydu seçimleri ilk önce verilir. Bundan sonra, hesaplanan düzeltmeler görüntülenir. Ölçülen her uydu için düzeltmeler sıralı görüntülenir.Ölçülerin yapıldığı tarih; yıl, ay, gün olarak görüntülenir. Sonra, ölçülen uydu numaraları gelir. Uydu numaralarından önce gelen "R", o uydunun referans uydusu olarak kullanıldığını belirtir. Onun altında, her ölçüm için zaman ve ona ait GDOP değeri başlığı bulunur. Bundan sonraki satırlarda, raporun ana bölümü vardır. Her epoch'ta GDOP ve her uydu için düzeltmeler (m cinsinden) verilir.

A=N Olduğunda ne Yapılmalıdır?; SKI, kesin noktalar için belirsizlikleri, değişik sebeplerden dolayı çözemeyebilir. Bu durumda, belirsizlik satırında (A), hayır (N) görünür. Belirsizliklerin çözülmesi için (A=Y) gereken şartlar aşağıdadır;

1) rms float a prriori rms'ten küçük olmalı

2) rms fix 1 a prriori rms'ten küçük olmalı (genellikle rms fix 1,rms float'tan büyüktür.)

3) rms float 1, rms fix 2'den küçük olmalıdır.

4) Baz uzunluğu, limit değerden küçük olmalıdır.

Tüm bu bilgiler, rapor dosyasının FARA istatistikleri bölümünde bulunabilir.

Limit Değeri Aşıp Çözülmeyen Hatlar; Limit değerden (default=20 km) uzun hatlar için, ölçüm periyodunun uzun hatları için gerekli olandan uzun olduğunda sonuçlar, gereken hassasiyetle karşılaştırılır.

a) Limit Değerin Altındaki Çözülmeyen Bazlar; Limit değeri altında olup, SKI'de belirsizliklerin çözülemediği bazlarda, bir veya değişik kombine faktörler vardır. Bundan sonraki bölümler, limit değerin altındaki bazlar için öneriler içerir. Bu bazlarda belirsizlik çözümünün başarısız olmasının sebepleri;

1) Zayıf uydu geometrisi (GDOP)
2) Ölçüm süresinin kısa olması
3) Gürültülü, yarım veya kesilmiş veri

b) Referans Nokta; Başarılı belirsizlik çözümlemesi için, bazdaki referans nokta hassas WGS 84 koordinatlarına sahip olmalıdır. Yetersiz koordinatlar, belirsizlik çözümlemesinin başarısız olmasına sebep olabilir.

c) Epoch'ların Başlangıç ve Bitimi; Referans ve rover noktalarda, yapılan ölçümün süresini bulmak için rapor dosyasının bu bölümüne bakılır. Baz için gerekli olup olmadığı kontrol edilir.

Uydu Bilgilendirmesi; Bu bölüm her uydudan alınan sinyallerin her birinin ölçüm sayısını verir. İdeal olan, uydulardan alınan sinyallerin her birinin ölçüm sayının aynısı olmasıdır. Pratikte bu olmayabilir. Genellikle, alıcı L1 sinyalini, L2' den önce çalıştırır. Bu yüzden, her uydudan alınan L1 ve L2 ölçümlerinin aynı olmadığını görmek normaldir. Uydu silmeyi ve tekrar hesaplamayı deneyin.

Yükseklik/Azimut Açıları; Raporun bu bölümü, her epohc'ta ölçülen uyduların yükseklik ve azimut açısıyla GDOP değerini gösterir. İdeal olan 5 veya daha fazla uydu ve GDOP'nin 8'den küçük olmasıdır. Eğer bir uydu, aralıklarla ölçülmüşse, o uydu azimut/yükseklik açıları listesinden bazen kaybolur. Bu durum, problemlere sebep olabilir. Böyle durumların bulunduğu zamanlar, elle baz seçimi yaparken (veri çözülmesinde) "windows" tuşunu tıklayarak iptal etmeye çalışılır. Uydu durumu baz uzunluğu gibi faktörlere göre, belirsizlik çözümü için belli bir ölçüm süresi gerekir. En az 4 uydunun olmasına ve GDOP'nin 8 veya daha küçük olmasına dikkat edlir.

FARA İstatistikleri; rms flot ve/veya rms fix 1'in a prioiri, rms' ten büyük olduğu durumlarda belirsizlik çözümlemesi yapılmaz. Bu bilgiler, rapor dosyasının FARA istatistikleri bölümünde bulunabilir. A prioiri, rms için default değeri 10 mm dir. A prioiri rms'yi artırarak baz tekrar hesaplanmalıdır. Ama aşağıdaki notlar alınmalıdır:

- 15 dakikaya kadar olan ölçüm sürelerinin olduğu bazlar için a prioiri rms'yi 10 mm den fazla yapmak, yanlış çözümlemelerin yapılabileceğinden tavsiye edilmez.
- En az 30 dakika ölçüm süresi olan bazlar için a prioiri rms'i arttırabilir, risksiz olarak baz hesaplaması tekrarlanmalıdır.

Faz Sıçraması Bilgilendirmesi; Rapor dosyasının bu bölümü, faz sıçraması sayısını, oluşum sürelerini ve sebep olan uyduyu gösterir. Eğer bazı uydularda fazla faz sıçraması varsa, o uyduyu iptal edip tekrar hesaba gidilir. Bunu yaparken en az 4 uyduya gereksinim olduğu unutulmamalıdır. Alternatif olarak, eğer faz sıçramaları ölçümün başında veya sonunda ise, o zaman aralığı iptal ederek tekrar hesaplama denenmelidir. Bunu yaparken baz uzunluğu ve uydu numarasına göre değişen ve hesaplama için gerekli olan zaman göz önünde bulundurulmalıdır.

Düzeltmeler; Düzeltmeler hesaplanıp görüntülenebilir. L2 faz düzenlemelerini görüntülerken değerler mm mertebesinde olmalıdır. Eğer uzun zaman sürersince bu olmuyorsa, bir problemin varlığını belirtir. Daha önce de tavsiye edildiği gibi sorunlu zaman aralığı iptal edilir. Bu yapılırken en az 4 uydu bulunması ve GDOP=<8 olması göz önünde bulundurulur.

Veri Çözümleme Stratejisi- Kullanışlı İpuçları; Bu bölüm veri çözümlemesi esnasında kullanılabilecek bazı ip uçları verir.

İlk Referans Noktası; Daha önce açıklandığı gibi, bir noktanın WGS 84 koordinatlarının 10-20 m hassasiyetle bilinmesi çok önemlidir. Bu nokta, ağın merkezi olarak kullanılır. Hatlar, referans noktaları, direk veya dolaylı olarak bu noktaya bağlıdır. Ağ, bu noktaya bağlı olarak çözülür. Ağı bu yolla hesaplamanın bazı avantajları vardır. Bunlar;

— Her bazın referans noktası bu noktaya bağlıdır. Böylece baz homojen, referans noktalarının koordinatları yeterli hassasiyette olacaktır.

— Bir noktanın koordinatları, değişik bazlardan hesaplanabilir. Bu, View/Edit'te "mean" tıklayarak kontrol edilebilir.

— Bir çok aplikasyon için bu yolla dikkatlice hesaplanan küçük bir ağın dengelemesine gerek duyulmaz.

Farklı Uzunluklardaki Bazlar; Çok farklı uzunluklardaki bazlar hesaplanacaksa, onları aynı anda hesaplamak gerekir. Limit değeri aşan bazlar için bir veya birden fazla hesaplama yapılmalıdır.

Çözümleme Modunun Seçimi; Genel bir kural olarak, "Baseline" (Baz) çözümleme metodunu kullanmak daima en iyidir. Diğer ölçüm modelleri ve dengelemesinin gerekli olduğu durumlarda kullanılabilir.

İyonosferik Model; Limit değeri aşan bazlar için iyonosferik modelsiz L3 çözümüyle hesaplama yapılır. Limit değerden kısa bazlar için, standart iyonosferik model (sistem default) kullanılır (normalde). Hesaplanan iyonosferik model, her referansta en az 45 dakikalık ölçüm varsa seçilebilir.

Değişik Ölçüm Tipinin Çözümlemesi; Aynı projede, Rapid Statik, Dur ve Git (Stop and Go) veya kinematik ölçülerin kombinesi varsa önce Statik ve Rapid Statik bazlar hesaplanır. Bundan sonra Dur ve Git, Kinematik ve AROF ölçümlerini hesaplamak en iyisidir.

5.7. GePos CEO Yazılımı

Her türlü GPS ölçmesi uygulamalarında kullanılmak üzere Carl Zeiss firması tarafından GePoS CEO isimli değerlendirme programı geliştirilmiştir. Açılımı; Geodetic Positioning System Coordinate Evaluation of Satellite Observatoins şeklindedir.

5.7.1 Program İçeriği

GePoS CEO çeşitli bilgisayar konfigürasyonları için uyumlu bir çalışma sistemi oluşturur. Bütün modüllerdeki programların kolay kullanımı hem standart GPS

uygulamalarında hem de bütün ölçme uygulaması çeşitlerinde güvenli bir şekilde kullanılabilir. Ayrıca GePoS özel kullanıcı ihtiyaçlarına cevap verecek bir program sisteminde oluşturulmuş ve bunların yüksek performans özelliklerini kapsayacak şekilde dizayn edilmiştir. GePoS çok büyük ve çok küçük GPS ağları çözümünde hem otomatik hem de manuel çözüm sunar.

Yalnızca Carl Zeiss ve Ashtech alıcılarından elde edilen dataları değil, diğer bütün üretici firmaların RİNEX formatındaki datalarını da kullanabilir. Ayrıca bir başka programdan elde edilen bazları alıp bir projeye dahil etme imkanı vardır. Öreneğin bir Ashtech GPPS yazılımlarından alınan bazlar değerlendirilebilir. Özellikle GPPS programı verilerini daha hızlı değerlendirebilmek için ayrı bir menü oluşturulmuştur. GePoS açık bir sistem olduğu için, bütün çıktı dosyalar ASCII formatında düzenlenmiştir.

5.7.2 Performans

GePoS, farklı bilgisayar özelliklerinde ve işletim sistemlerinde bu günün isteklerini karşılamak amacıyla hızlı ve esnek bir GPS program sistemi için geliştirilmiştir. MS-DOS versiyonunu uygun laptoplarda kullanmak mümkündür. Başka bir adaptasyona veya girişime ihtiyaç olmadan, aynı kullanım alanında programın DOS veya UNIX versiyonunu çeşitli proje hesaplarında kullanabilirsiniz. UNIX veya ULRIX altında çok istasyonlu computurlarda yüksek performansda GPS hesabı yapılabilir.

Diğer GPS program sistemlerinden farklı olarak, GePoS'un ana özelliği, data processing işleminin farkları alınmamış (single, double, thriple differences gibi) gözlemlere dayanıyor olmasıdır. Bu yaklaşım, C/A cod, P code veya Y code gibi her iki frekansdaki (L1 ve L2) bilgileri değerlendirmeye katabilir. Farkları alınmamış kod ve taşıyıcı faz ölçmelerini kullanma kabiliyeti, GPS ölçülerinin değerlendirmesinde çok kullanışlı bir özelliktir. Bu yüzden baz hesaplamalarından farklı olarak, bu hesaplama metodunda hiçbir bilgi kaybedilmez ve değerlendirilir. Sonuçta, varyans-kovaryans matrisleriyle birlikte bütün elemanlar için gerekli olan istatistiki bilgilerin tamamına ulaşabilir.

Bir oturumda bulunan alıcılar farklı ölçüm tekniklerinde kullanılabilir. Sonunda bir yöntem belirlenir ve sabit kalan GPS alıcısı referans gibi kullanılır ve oturum boyunca bu şekilde tanımlanır. Aynı ölçüde kullanılan alıcılar birbirlerinden bağımsız olarak işlem yapabilir. GePoS CEO kullanılan ölçü metodunu otomatik olarak düzenler, hesaplama için ölçü metodunun belli özelliklerini seçer. Programın geoid bilgilerini de içeren görüntü modülü ve transformasyon kabiliyeti sayesinde, koordinat dönüşümü kullanıcı tarafından kolaylıkla yapılabilir.

(Internet:http://www.zeiss.de)

Bazları oluştururken, çok büyük olmayan ölçü kopukluklarını, tekli veya çiftli fark oluştururken gerekli ise kopukluğu giderir. Bu ikiden fazla alıcı kullanıldığında çok iyi sonuç verir. Özellikle zor ve kısıtlı gözlem yapılabilen noktalarda ölçü zamanının azaltmasını ve koordinatların sağlıklı elde edilmesini sağlar. Bunun güvenliği GePoS' daki çift frekanslı datalar için lineer kombinasyonları tarafından sağlanır. Ölçülen datalar RINEX formatında database sistemine alınabilir. GePoS satatic, rapid static, reoccupation, stop and go ve kinematik öçlü tiplerini değerlendirebilir. Bu yolla bir GPS oturumunda alıcılar farklı ölçü metodlarında kullanılabilirler. Referans genellikle, oturum boyunca devam eden ölçü modundadır. Diğer alıcılar birbirinden bağımsız olarak ölçüm yaparlar. GePoS'da kullanıcı tarafından seçilmiş ölçü metodu ve uygulama zamanını dolaylı olarak gösterir. Yani ölçü zamanına ve tipine göre her nokta için bazı default değerleri oluşturur. Bunlar kullanıcı tarafından değiştirilebilir. Örneğin uzun süreli (yaklaşık 1 saat) statik ölçmelerde her nokta için "Local referans" şeklinde gelen default değeri program kullanıcısı tarafından ya aynen kabul edilir veya değiştirilebilir. Bir oturumda kullanılan alıcı sayısı kullanım sistemine ve bilgisayarın gücüne bağlıdır. Örneğin, MS-DOS altında her bir alıcı için bir dosya olmak üzere yaklaşık 50 alıcılı bir oturum değerlendirilebilir. GePoS CEO'nun ayrıntılı kapasitesi ise aşağıdaki şekildedir;

— Her bir proje en fazla 128 oturum.

— Her bir günde en fazla 34 oturum.

— Her bir günde en fazla 100 gözlem (alıcı)

— Her bir oturumda en fazla 50 gözlem.

— Her bir gözlemde 225 giriş (stop and go)

5.7.3 Programın kullanılması

GePoS aşağıdaki bilgisayar ortamında kullanılabilir:

Comuter Sistem	Kurulma Koşulları
PC ve birbirine uygun olnlar	En az 386 işlemci,
Microsoft Mouse	6 MB RAM,
Digital Elektronik Computer (DEC)	DEC istasyonu
	ULTRİX + X- Windows
	Diskdrive / streamer

GePoS aşağıdaki işletim sistemlerini kullanabilir ;

İşletim Sitemi	Kurulma Koşulları
MS-DOS	versiyon: 3.3, 5.0, 5.0, 6.22
DR-DOS	Tavsite edilmiyor.
DEC-ULTRİX	X-Windows

ULTRİX : Bir işletim sistemi ve UNİX versiyonlarından birisidir.

5.7.4 GePoS ile GPS hesabı

Gerçek bir GePoS hesabına geçmeden önce, uygun data aktarımı programları seçilmesi gerekir. Bu ASHTECH için HOSE programıdır. ZEISS GePoS alıcılarının üretmiş olduğu rawdatalarda her nokta için ; MES dosyasında kod ve taşıyıcı fazı, broadcast ephemeris bulunduğu ORB dosyası, nokta bilgilerinin (numarası, yüksekliği.... gibi) bulunduğu STN dosyası vardır. Bu dosyalar ortak kullanım formatı olan rinex formatına dönüştürülür.

5.7.4.1 Bir projeye başlama

Bir projenin hesabına başlamak için özellikle proje düzenleme modülünü açmanız veya bir proje tanımlamanız gerekir. Aynı zamanda, kullanıcı koordinatlarının

bulunduğu transformasyon tiplerini ve açılacak projenin depolanacağı dizinin oluşturulmalısı gerekir. Data-base'e girmek için kullanılan projeye bir kod ismi, koordinat sistemi için kod ismi, orijinal projenin tahsis edildiği kontrol noktalarıyla birlikte bir proje isminin kodu ve istenen koordinat sisteminin kod ismi girilmelidir.

5.7.4.2 Dataların işlenmesi

Uygun bir kurulum ve projeye dataların aktarımı için, ölçülen rawdataları alıcılardan PC ortamına aktarımın sağlanması gerekir. Programın içinde proje kurulumu sırasında bu dataların bulunduğu yol ismi görülebilir. Rawdata şeklinde bir dosya açılıp gün bazında değerler içine atılmalıdır. Bu sırada görünen menüden istenmeyen datalar elenip, projeye alınmaz. Sonra <start> tuşuna mous ile basarak kuruluma başlanır.

GePoS'a alınacak datalar hakkında herhangi bir bilgi araştırılabilir ve bu durum kolay kontrol etmemizi sağlar. Eğer bu kuruluş sırasında her bir nokta için oluşturulan nokta bilgileri (nokta numarası, alet yüksekliği, ölçü zamanı, ölçen ekip, ölçen aletin numarası, oturum ve gün numarası gibi bilgiler) arazide tutulan GPS ölçü protokolleriyle uyum sağlıyorsa GePoS programının içine alınır ve projeye dahil edilir. İhtiyaç olduğunda ölçülen rawdatalardan orbit bilgileri görülebilir. (Toplam epoch miktarına göre). Girilen dataların doğruluğu projenin data-base fonksiyonundan görülebilir veya printer çıkışı alınabilir. Bu XOB (Occupation file) ve XST (Approximate koordinat file) yaklaşık koordinatların bulunduğu dosyalardan elde edilebilir.

5.7.4.3 Otomatic process

GePoS CEO'nun yeni versiyonu (2.0), bütün işlemlerin yapılmasına ve ölçülerin otomatik olarak hesaplanmasına imkan veren otomatik process modunu içermektedir. Bu modda dataların projeye alımından sonra gelen diğer process işlemleri görülmez. Örneğin, tek nokta çözümü (singlestation), çok nokta çözümü (multistation solution), ambiguity solution gibi işlem basamakları görülmez. Otomatic mod, kendi bağımsız hesaplama stretejisini sürdürür. Process sırasında müdahale etmek söz konusu

değildir. Hesaplamanın bitiminde process basamaklarını görmek imkanı vardır. İşaretlenen bölümde yapılan işlemler görülebilir.

5.7.4.4 Single station solution (tek nota çözümü)

Öncelikle bir projedeki bütün datalar ön process işlemi için kurulur. Sonra bütün gözlemlere ait tek nokta çözümlerinin hesaplanması gerekir. Bu processde, kaydedilmiş bütün gözlem tipleri (pseudoranges ve taşıyıcı faz ölçümleri) içine alınarak düzeltilmiş yaklaşık koordinatlar hesaplanabilir. Ancak bunu, uygun bir option seçimi ile yaklaşık koordinatların sağlandığı durumlarda yapılabilir. Bunun yanında bu process, kötü dataları, sinyal kaymaları ve alıcılardaki saat hataları gibi aksaklıları giderdiği gibi bundan sonra yapılacak olan çok noktalı çözüm için gerekli olan ön process de yapılmış olur. Burada birbiriyle ilgili olan datalar kendi orijinal bölümlerine konulur ve bütün sinyal kaymaları temizlenir.

Başarılı bir tek nokta çözümü olduğu, her noktaya ait dosya boyutlarından (size) ve dosyaların oluşma tarihlerinden anlaşılabilir. Son durum rapor dosyasından görülebilir.

5.7.4.5 Çok nokta çözümü (sesion solution)

Rawdataların çözümü sesion (oturum)lar içinde organize edilir. Bir oturumun süresi, kullanılan ölçü metoduna veya aynı anda yapılan ölçülerin peryodlarına bağlı olarak tanımlanır. Öncelikle çok oturumlu bir projeden bir session seçip onaylamak gerekir. Böylece bu oturumdaki bütün gözlemler ekranın sağ tarafında görülür ve istenmeyen gözlemler hesap dışına atılabilir. GePoS'daki çok nokta çözümü (sesion) farkları alınmamış gözlemlere dayanacak şekilde düzenlenmiştir. Böylece bir referans noktası için herhangi bir baz veya tanıtım seçmek zorunda kalınmaz. Eş zamanlı yapılan ölçümler, ölçüm noktalarında karşılıklı oluşan ambiguity (belirsizlik) çözümlerini otomatik olarak yapar. Ancak bu 3 veya daha fazla alıcının aynı anda ölçüm yapması şartına bağlıdır. Ölçülerin belli bir düzene konması ve jeodezik ağ içerisine yerleştirilmesi, tek nokta çözümünden sonra düzenlenen çok nokta çözümü

içinde yapılır. Gözlemler arasında çiftli fark oluşturulması yerine, GePoS, genellikle sizin istediğiniz her hangi bir kombinasyonda (tekli, ikili, üçlü farklar gibi) ayrı ayırı belirsizliklerin (ambiguities) çözümlemesine ve tanımlanmasına izin verir. Çift frekanslı datalarda, faz belirsizliklerinin daha hızlı çözümü için çift frekansların farklı lineer kombinasyonları kullanılabilir. Bu da ölçüm zamanını azaltır. 10 km'ye kadar olan kısa mesafelerde, otomatic process tarafından en iyi çözüm yapılır. Çok uzun bazlarda veya kötü iyonosfrik koşullarda en iyi kullanım, faz belirsizliklerinin çözümü için farklı durumlarda yapılabilir. Seçmeli kontrol parametrelerinin geniş bir çeşitliliği mevcuttur ve bu gerçekte bütün uygulama durumaları için iyi bir çözüm bulmanızı sağlar. Ne olursa olsun, frekans veya lineer kombinasyonu hesaplanmış her bir session tanımlaması için seçme bölümünü kullanmak gerekir. Çok nokta çözümü referans noktalarının koordinatları gibi kısıtlayıcı değerler girilmeden bir serbest ağ dengelemesi gibi hesaplanabilir. Bu tercihin yanı sıra özellikle AS (Antispoofing Status) durumu, suni kirlenmesi olduğu durumlarda başlangıç bilgilerindeki ana pozisyon (durum) hatalarıyla birlikte en iyi WGS-84 koordinatlarının girilmesi tavsiye edilmektedir. Eğer bunlar biliniyorsa, tek nokta çözümünden koordinatlar girilebilir. Referans noktası gibi en fazla ölçünün yapıldığı bir nokta bu amaç için en uygun seçilmiş olan noktadır.

İhtiyaçları karşılayacak uygun opsiyonların kullanılmasından sonra, birbiriyle ilişkili olanları seçerek ve OK tuşuna basarak çok nokta çözümüne başlanabilir. Sonuçta, hassas bir ağ dengelemesi için gerekli olan, bir sessiondaki ölçülen bütün noktaların tamamının varyans-kovaryans matrixleri ile birlikte WGS 84 sistemindeki üç boyutlu kartezyen koordinatları (X,Y,Z) elde edilir.

5.7.4.6 Çok sessionlu (oturumlu) çözüm veya serbest ağ dengelemesi

Çok nokta hesabından elde edilen koordinatlar, çok hassas oturum hesabının yapılması için bu program modülünde bir araya getirilir. İşleme alınan noktaların ve sessionların sayısı öncelikle bilgisayarın kapasitesine bağlıdır (16 MB Ram'da ancak bir oturumda 20 noktanın hesabı yapılırken 32 MB Ram kullanıldığında bu nokta sayısı 40 ve daha yukarısı olabilir). Bütün sessionların hassas bir matematiksel dengelemesi GPS ağının içindeki kısıtlanmamış aynı pozisyonlarla birlikte bitmiş

kovaryans matrix hesabının içine alınarak düzenlenir. Bu işleme fotogrametride blok dengelemesi denir. Eğer session birden fazla referans veya bağlama (tie point) noktasına sahip ise (ölçülen noktaların tamamındaki fazlalık gibi) aynı zamanda bu çok sesion (oturum) çözümü serbest ağ dengelemesini üretir. Burada en fazla kapanmama hatası bağlama ve referans noktalarında ortaya çıkar. Bu kapanmamalar en iyi yol olan en küçük kareler yöntemine göre dağıtılır.

Bu sonuçlar ve kapanmama hataları özel bir sonuç dosyası menüsü kullanarak görülür ve çıktı alınabilir. Çok oturumlu hesabın sonuç raporu, girilen proje için birbiriyle uyumlu bütün dataların GPS referans sistemindeki (WGS 84) üç boyutlu koordinatların kaydedildiği bir listedir.

5.7.4.7 İterasyon

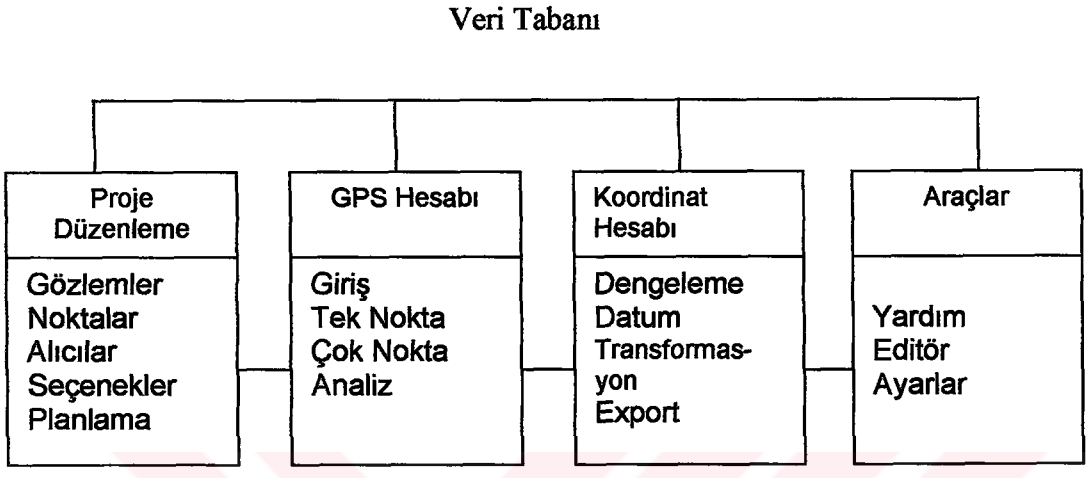
Daha önceki bölümlerde sözü edildiği gibi GPS ölçümlerindeki suni kirlenme sonucu kötü başlangıç ve yaklaşık koordinatların meydana gelmesi problemi oluşur. Aslında, complex GPS hesaplama işleminde hataların yayılma miktarını tahmin etmek çok zordur. Bu kötü bir topografik düzenleme ile başlayabilir ve sonunda sayısal hatalarla birlikte model dengelemesinin kötü bir lineerizasyonu ortaya çıkar. Bu problemi önlemek için, GePoS yaklaşık koordinatlarda kapalı bir lup içerisinde dengelenmiş proje sonuçlarına ulaştırır. Elde edilen birbiriyle ilişkili iyi yaklaşık koordinatlar ard arda kullanarak oturum çözümleri tekrarlanır ve sonra da sonuç dengeleme elde edilir.

5.7.4.8 Koordinat transformasyonu

Datum transformasyonundan farklı olarak, koordinat transformasyonu, bilinen değişim faktörleri kullanılarak hazırlanan farklı bir formda koordinatların hassas bir matematiksel değişimidir. Burada kullanılan parametreler, kullanıcı (istenen) koordinat sistemi seçildiğinde projenin başlangıcında belirlenir.

5.7.5 GePoS CEO Yazılımının Diğer Bazı Özellikleri

GePoS Veri Tabanı Sistemi; GePoS veri tabanı sistemi, hesaplama basamakları ve bütün program modülleri işlemini kontrol eder ve ekrana yansıtır. Bu aşağıdaki 4 tabakada hiyerarşik bir sırayla organize edilir.



Şekil 5.17: GePoS CEO – veri tabanı. (Tanıtım kataloğu)

Şekil 5.17'deki şemada görülen GePoS CEO'nun veri tabanı sistemi bütün program modülleri arasında kontrol ilişkisini sağlama ve bunları görsel olarak belirleme kapasitesine sahiptir. Bu modüller arasındaki iletişim "büyükten küçüğe" prensibi ile organize edilmiştir. Dosyaların bütün tipleri kısaltılmış isimler tarafından birbirleriyle ilişkilendiren bir hiyerarşik tabakada maksimum bir şekilde oluşturulur.

GePoS Kullanıcı Yüzeyi; Kullanma yüzeyi en kolay çalışma için bir dizgi üzerinde yapılacak işlem basamaklarının sırasına göre yerleştirilmiştir. Bununla birlikte, aşağıda tarif edildiği gibi çeşitli program modülleri için düzenli kurallar tanımlanmıştır. Program ilk açıldığında sürekli görülen modül şu bilgileri içerir;

Birinci çizgi : Hangi modülün etkin olduğunu gösterir, bilgi bölümü, GePoS Logosu, zaman, saat

İkinci çizgi : Program modülleri

Üçüncü çizgi : Birinci yardım düzeyi

Dördüncü çizgi : Dizgi numaraları veya fonksiyon tuşları

Kullanma Yüzeyi İşlemi; Parantezler içindeki ekran numarasını içeren bir başlıkla bütün ekranlar tanımlanmıştır. Operasyon konumları ekranın en altında gösterilmiştir. Eğer dosya ekrandan büyük ise aşağı yukarı hareketle dosya sonu görülebilir. Ekran içeriği farklı renklerde tanımlanmıştır.

— Mavi ⟶ Her zamandaki standart ekran rengi,

— Kırmızı ⟶ Uyarı ve hata mesajları için,

— Yeşil ⟶ İşlemlerin devam ettiğini gösterir,

— Beyaz ⟶ ACII dosyası geldiğinde ve devam eden programların işlem mesajlarını gösterir.

Company / Inst : Proje - serbest proje kullanımı için tabaka,

Project : Yalnız Proje - birbiriyle ilgili data tabakası,

Session : Üst üste gelmiş tutarlı ölçü alanı için tabaka,

Veri tabanı girişimleri, onarım girişimlerine bağlı olarak bir veya iki tabakada depolanır. Örneğin alıcı tipi her zaman Global'dır, bir gözlem her zaman project - related'dir. Bir kampanya tabakasındaki bir alıcı dosyası, sık sık kullanılan ve bir kampanyaya ait olan, onların kod isimlerini ve alıcıların özelliklerinin girilmesini sağlar.

GePoS bir kampanyadaki farklı firmaların alıcılarını otomatik olarak organize eder. Yeni bir alıcı kullanıldığında yeni bir giriş yapılıp o alıcının tanımlanması yeterlidir. Bu hiyerarşik prensip, kod ismiyle görülen bütün tabakalardaki parametrelerin ve dataların düzenlenmesine imkan verir. Ancak başlangıç datasının tanımlanması veya girilmesi gerekir. Alışılagelmiş özel data process işlemi küçükten büyüğe olan bu çalışma ve hiyerarşik prensibi tersine çevirir. Yani özel tanımlar, genel parametrelerin ve default değerlerinin üzerine yapılır. Bu program, özel seçeneklerde herhangi bir kısıtlama yapmaksızın özel oturumların girilen proje çözümlerinin otomatik çözümlenmesine imkan verir.

Program Seçenekleri; Seçeneklerde GPS hesabı kontrol edilebilir. Bunlar genel ihtiyaçlara göre değil, bazı hesapların özel şartları için seçimlidir. Her bir program grubu kendi seçenek menüsüne sahiptir. Bu hesaplama başlangıçta özel datalar için uyum sağlanmasına izin verir. Bütün seçenekler sistem tarafından kullanılan default değerlerine sahiptir. Farklı seçenekler, normalde otomatik olarak oluşturulan bir seçenek kodu altında depolanabilir. Ayrıca bu, aynı oturumun diğer gözlemlerinin

aynı seçenek kodlarına tahsis edilebilir. Birbiriyle ilişkili alt menüleri açmak için bu seçenek alanları kullanılır. Bu seçeneklerden bazıları seçim grupları içerisine yerleştirilmiştir. Seçenek seçimleri yapıldıktan sonra, <OK> ile bu ekrandan çıkılır. Girilen veri tabanı otomatik olarak kaydedilir. Eğer girilen bir seçenek önceden aynı isim altında oluşturulmuş ise, uyarı almaksızın giriş öncekinin üzerine yazılır.

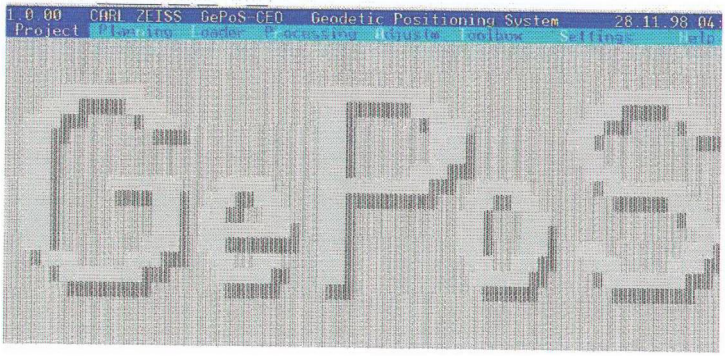
Menü Fonksiyonları; Çeşitli GePoS menülerinde aynı fonksiyona sahip olan menü alanları her zaman bulunur. Bu alandaki fonksiyonların genel bir tanımlaması aşağıda verilmiştir;

— Rapor oluşturma
— Dosya seçimi
— Veri grubu seçimi
— Veri tabanı girişlerinin seçimi
— Veri tabanı girişlerinin silinmesi

5.7.6. Gepos Ceo yazılımında akış şemasının oluşan menüleriyle gösterilmesi

Bir proje Oluşturmak; GPS ağlarının hesabı projelerin formlarında organize edilir. Rawdatalar belli bir dizinin altında toplanır. Kaydedilen bütün dataların bir GPS projesi altında veya bir GPS prosedürü içinde birlikte bulundurulması tavsiye edilir.

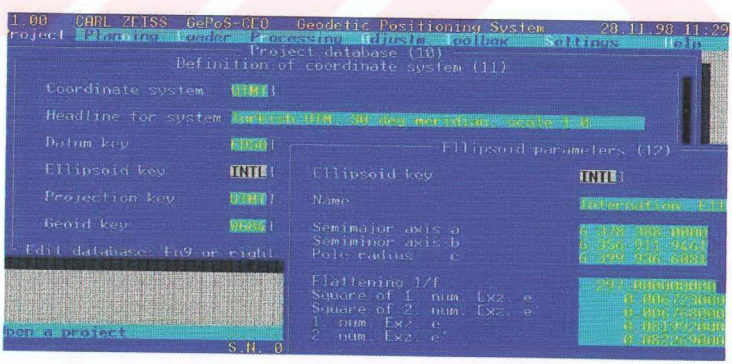
Bir Projenin Açılması; Projeler kod isimleriyle bilinir (igna, dene, tez1 gibi.) Programı çağırdığınızda kod ismini de vermeniz gerekir. Örneğin; rungepos dene gibi. Burada kontrol bilgileri ve ihtiyaç duyulan bütün parametrelerle birlikte girilerek sitemin veri tabanı oluşturulur. Girişlerin veri tabanına transfer edilmesi gerekir. Bunun için <OK> tuşuna basmanız yeterlidir. Şekil 5.18 yazılımın ana menüsü görülmektedir.



Şekil 5.18. GePoS CEO – Ana Menü.

Bir Projenin Tanımlanması; Burada açılacak projenin anahtar ismi (4 alfanumerik karakterden oluşur), çıktı dosya başlıklarında görülecek program başlığı (İGNA projesi gibi.), data için veri tabanı oluşturma (C:\GPSPRJ98\igna gibi), koordinat sistemi (UTM gibi) parametreleri girilir.

Kullanıcı koordinat sisteminin tanımlanması; GPS koordinatlarının kullanıcı koordinat sistemine dönüşümü için gerekli parametrelerin tanımı yapılır. Örneğin ; koordinat sistemi UTM, datum key ED50, projeksiyon key GK (Gauss-Kruger) gibi paremetreler belirlenir. (Şekil 5.19)



Şekil 5.19. GePoS CEO – koordinat sisteminin tanımlanması ve elipsoid parametrelerinin belirlenmesi.

Elipsoid Tanımı; Bütün GPS hesapları WGS84 sistemine dayalıdır. WGS84 koordinatlarını kullanıcı koordinatlarına dönüştürebilmek için onun referans elipsoidini tanımlamanız gerekir (1/f, a, b ve e gibi bir elipsoidin belirleyici parametreleri gibi). Diğer parametreler otomatik olarak hesaplanır.

Projeksiyon Tanımlanması; Bir referans yüzeyindeki üç boyutlu koordinatların haritaya aktarımı için, bir projeksiyon sisteminin tanımlanması gerekir. Bunlar ;

<GAUSS>'a uydurulmuş projeksiyon,

<STER> Stereografik (3 boyutlu) projeksiyon,

<LAMB> Lambert'e uydurulmuş projeksiyon,

<SOLD> Soldner projeksiyon, şeklindedir.

Geoid Tanımı; Bir geoid için öncelikle onun grid yüzeyini ve genişliğini tanımlamak gerekir. İnterpolasyon metodunu kullanarak, geoid ondulasyonları ve düzeltmeleri, koordinat transformasyonu süresince enterpole edilir ve uygulanır. GePoS default olarak WGS84 Geoidini kullanır. Interpolasyon tipi olarak aşağıdaki programlar mevcuttur;

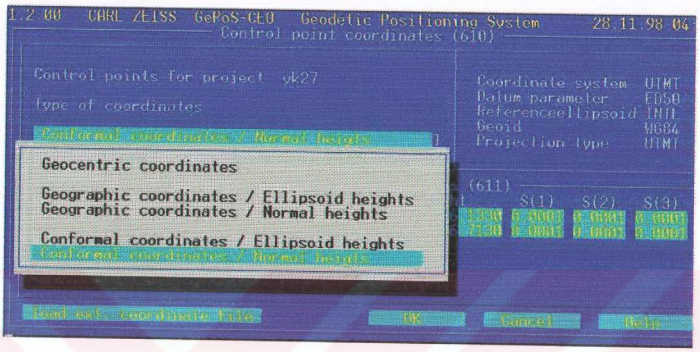
<BILINT> :Bilineer grid interpolasyonu.

<MUQUIN> :Bazlara olan uzunluk - ağırlık bakımından olan değer.

Geodezik Datum Parametrelerinin Tanımlanması; WGS84 koordinatlarının kullanıcı koordinat sistemine dönüşümü 7 parametre ile sağlanabilir. Bu parametrelerin boyutu da değiştirilebilir. Ayrıca 3 adet her iki sistemde koordinatı olan nokta kullanılarak 7 transformasyon parametresi tanımlanabilir. Seçilen noktaların kod isimleri geodezik dutumun sonradan eklenen bir özelliği gibi girilebilir.

Kontrol noktası koordinatlarının kullanılması; Kontrol noktaları program dışına çıkmadan girilir. Çalışılan projenin sabit ismi <ANSL> dir. Koordinat girişi ekranında bir liste şeklinde koordinatlar girilebilir. Bunlar geocentric, coğrafi veya conformal koordinatlar olabilir. Koordinat girişi yapıldıktan ve onların standart sapmaları belirlendikten sonra <OK> tuşu ile bu ekrandan çıkılır. Girilen data kullanıcı sistemindeki geocentric koordinatlara dönüştürülür. Böylece WGS84 'den

kullanıcı sistemine olan datum transformasyonu için istenildiği zaman ulaşım sağlanabilir. (Şekil 5.20)



Şekil 5.20. GePoS CEO – Kontrol nokta tipinin seçilmesi ve koordinat değerlerinin girilmesi.

Veri Tabanı Girişlerinin Görülmesi ve Editlenmesi; Veri tabanındaki bütün veri dosyaları ASCII formatında kaydedilir. Böylece verilere ulaşmak ve düzeltme yapmak mümkündür. Aşağıdaki data tipleri veri tabanında girilebilir, editlenebilir ve kuruluşu yapılabilir;

Gözlemler; gözlem prosedürü,

Noktalar; noktalar ve yaklaşık koordinatları,

Seçenekler; projedeki ilgili programların seçimi,

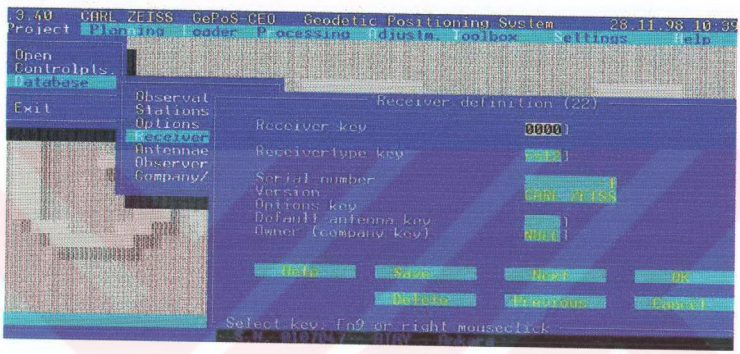
Alıcılar; GPS alıcıların özellikleri,

Gözlemler; gözlem veri ve isimleri,

Kullanıcılar; kullanıcı ve şirketlerin veri ve isimleri,

Alıcı Tipi Seçimi; Global alıcı dosyası, GePos CEO versiyonları tarafından oluşturulan bütün GPS alıcı tiplerini içerir. Alıcı tiplerinin kod isimleri listede belirtilen alıcı özelliklerine bir referanstır. Bu liste sonradan değiştirilebilir. Her alıcının özel tip parametreleri menüden alınabilir. Böyle bir özellik Leica firmasının SKI yazılımında yoktur.

Özel Alıcıların Tanımlanması; GePos CEO çok geniş bir alandaki GPS alıcılarını kullanabilir. Ancak farklı alıcıların tanımlanması gerekir. Alıcı özelliklerini alıcı dosyasından özel kodunu kullanarak tanımlayabilirsiniz (Şekil 5.21). Gerekli tanımlamalar yapıldıktan sonra GePOs CEO, ister global isterse özel olsun bütün alıcıların raw datalarını değerlendirebilecek performanstadır. Kuruluş sırasında herhangi bir alıcı tanımı yapılmadıysa bu bilgi alıcı datalarından elde edilebilir.

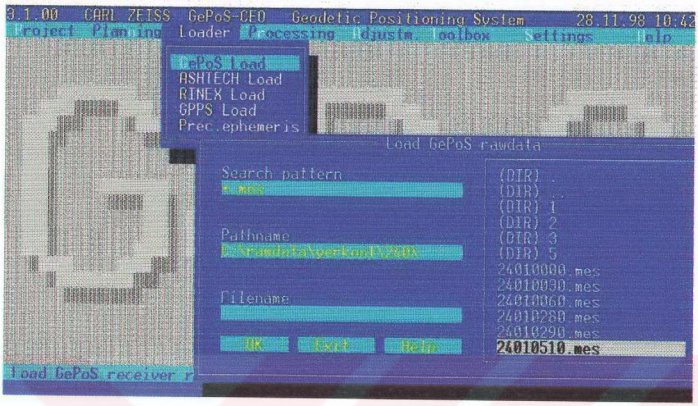


Şekil 5.21. GePoS CEO – Alıcı tipinin belirlemesi.

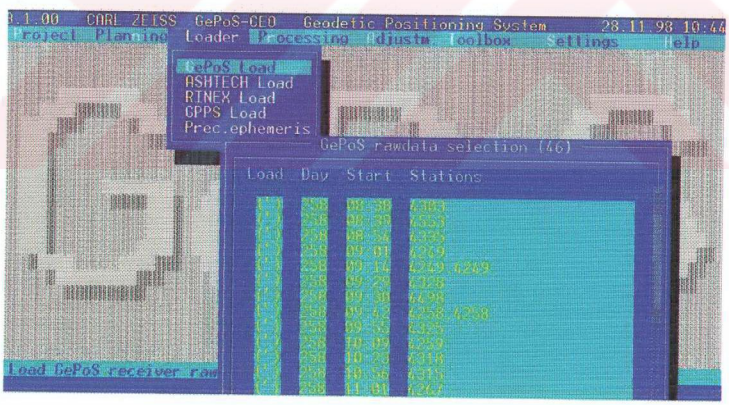
Anten Tipinin Seçilmesi; Yukarıda anlatılan aynı yolla çeşitli anten tipleri GePos tarafından kullanılabilir. Ve yeni tipler tanımlanıp anten veri tabanına dahil edilebilir. Global anten dosyasından ihtiyaç olunan anten tipi seçilebilir.

Proje Seçeneklerinin Tanımlanması; Bu menü girilen projenin seçenek değerlerinin neler olduğunu gösterir. Örneğin tek nokta çözümü için 15° lik uydu görme açısı ihtiyaç olduğu zaman gerekli düzeltmeler buradan yapılabilir. Bu seçenekler özellikle otomatik mod için default değeri gibi kullanılır veya datum transformasyon parametrelerinin seçimi de bu şekilde tanımlanabilir.

Rawdataların projeye alınması;



Şekil 5.22. GePoS CEO – Kuruluş için rawdatanın bulunduğu dizinin seçilmesi.

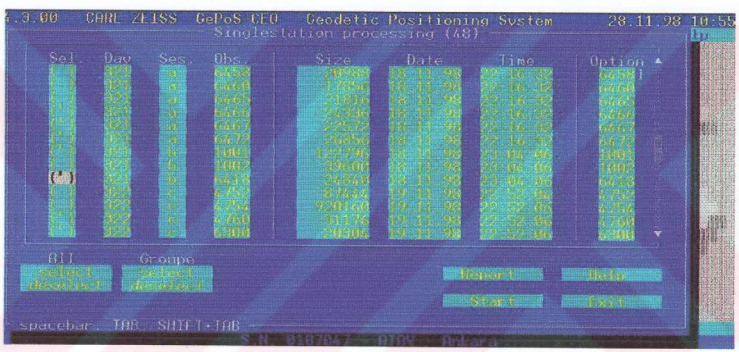


Şekil 5.23. GePoS CEO – Dataların projeye alınması (import).

Şekil 5.22 ve 5.23'deki yazılım menülerinde görüldüğü gibi ilgili dizindeki rawdatalar proje içine alınır. Değerlendirmeye alınmak istenmeyen noktaların

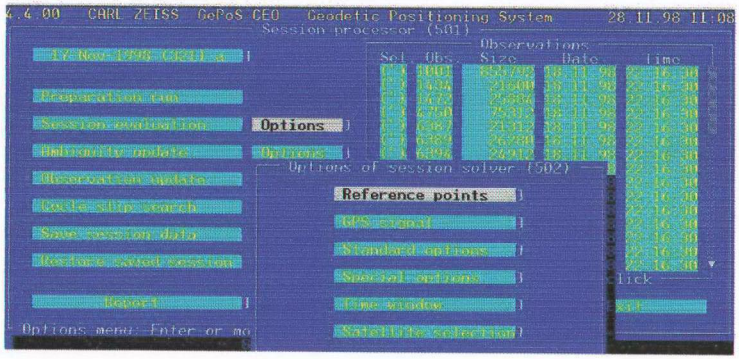
önündeki <ok> işaretinin kaldırılması yeterlidir. Ashtech alıcılarının raw datalarını kullanabilir. Ayrıca Ashtech firmasının geliştirdiği GPPS yazılımından elde edilen bazlar da alınıp bir projeye dahil edilebilir.

Tek nokta değerlendirmesi (singlestation solution): Dataların editlemesi bittikten sonra tek nokta çözümüne geçilir. Burada seçilen gün ve o güne ait noktalar menüde görünür (Şekil 5.24). <OK> tuşuna basmakla işlem başlatılır ve oluşan rapor dosyasından her noktaya ait uydu bilgileri, alınan sinyallerin kalitesi, başlangıç koordinatları, varsa sinyal kaymalarının hangi uydularda meydana geldiği gibi bilgiler öğrenilebilir.



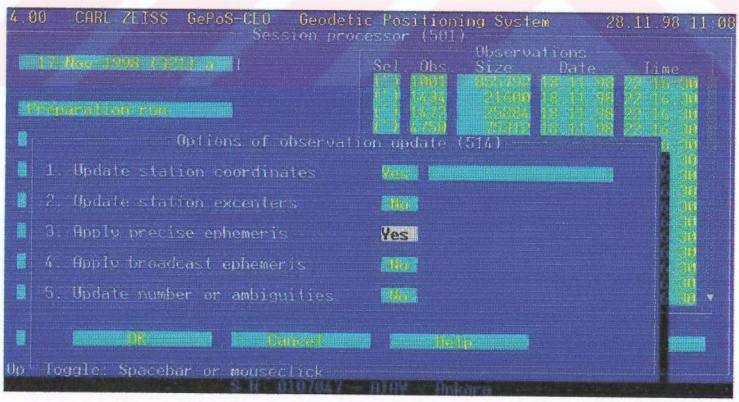
Şekil 5.24. GePoS CEO – tek nokta çözümü.

Tek Oturum Çözümü (session solution) : Tek nokta çözümünden sonra session (oturum) çözümüne geçilir. Aşağıdaki şekilden de görüldüğü gibi menüden bir session işaretlenir. Referans noktası ve rover noktaları seçilir. Referans noktasının standart sapması belirlenir. <OK> tuşuna basarak işlem başlatılır. <exit > tuşuna basarak bu moddan çıkılır (Şekil 5.25).



Şekil 5.25. GePoS CEO – Tek oturum çözümü (session solution).

Tek oturum opsiyonlarının belirlenmesi; Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi tek oturum çözümünün (session solution) bazı paremetreleri bu menüden belirlenir. Her bir opsiyonun karşısında seçimin onaylanma durumunu gösteren bir bölüm vardır (Şekil 5.26).



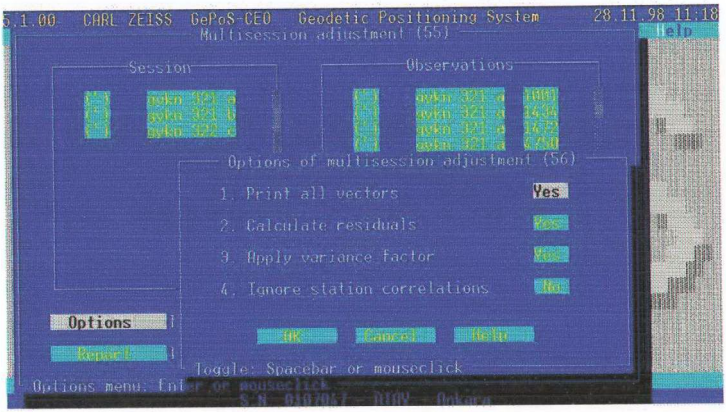
Şekil 5.26. GePoS CEO - Tek oturum opsiyonlarının seçimi.

Çok oturum çözümü (multisession adjustment); Tek oturum çözümleri (single station ssolution) bir araya getirilerek şekil 5.27'de görüldüğü gibi dengelemeye alınır. Projeye ait dengelenmiş WGS84 sisteminde jeosentrik kartezyen veya elipsoidal koordinatlar elde edilir.



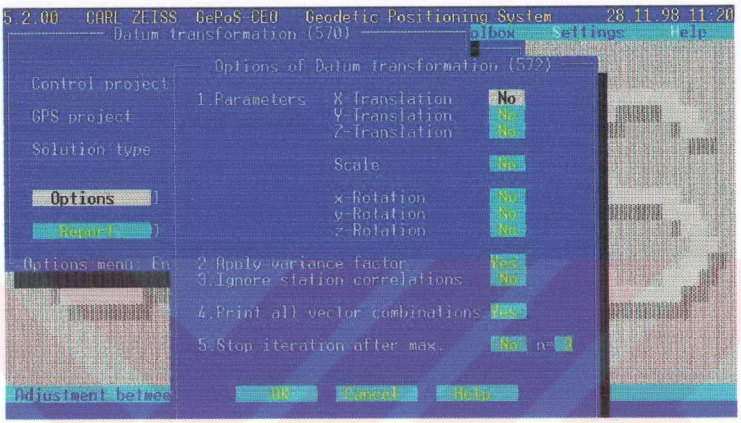
Şekil 5.27. GePoS CEO - Çok oturum çözümü veya serbest dengeleme (multisession adjustment).

Serbest dengeleme opsiyonları; serbest dengelemede kullanılacak opsiyonlar şekil 5.28'de görüldüğü gibi, menüden işaretlenerek alınır veya iptal edilir. Serbest veya dayalı dengeleme onucu oluşan rapor dosyasında işaretlenen opsiyonların sonuçları görülebilir.



Şekil 5.28. GePoS CEO - Serbest dengelemede kullanılacak opsiyonları gösteren menü.

Datum transformasyonu; Gerçek bir GPS hesabı, girilen proje için gerekli olan sabit dataların hepsini içeren GPS referans sistemindeki (WGS 84) üç boyutlu koordinatları oluşturur. Datum transformasyonu (change of reference system) her iki sistemde de koordinatları bilinen benzer kontrol noktaları kullanarak yapılan bir değişim için uygun parametreleri tanımlar. Sonuç 7 parametre içerir. Bunlar 3 kayıklık, 3 dönüklük ve 1 ölçektir. Aşağıdaki şekil 5.29'da görüldüğü gibi, parametreler ve opsiyon seçimleri ilgili yapılır. Bu işlem fotogrametride arazi tamamlama olarak bilinir. Datum transformasyonu 3 boyutlu kartezyen koordinatlarında dengeli olarak yapılır. Sonuçta kontrol noktalarının koordinatları kontrol modülünde ve istenen dönüşüm modülünde girilmesi gerekir. Datum transformasyonu sonucu, kontrol noktalarındaki kapanmamaları ve GPS sisteminden kullanıcı sistemine dönüştürülmüş koordinatlarla birlikte yeni noktaları ve standart sapmalarını içeren bir koordinat dosyasıdır.



Şekil 5.29. GePoS CEO - Datum Transformasyonu için parametrelerin seçimi.

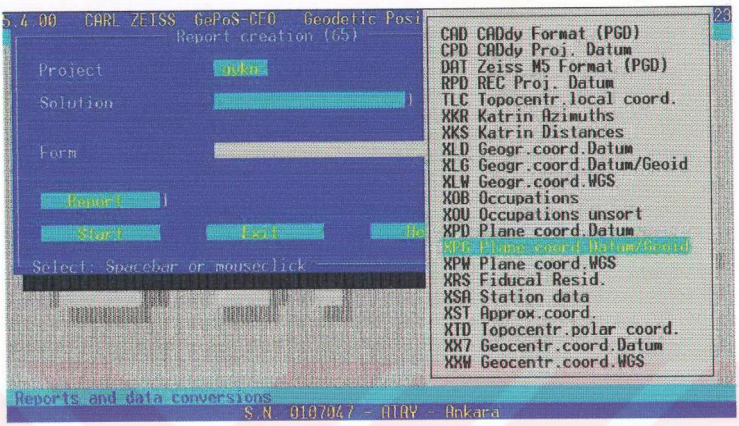
Sonuçların Çıktı Olarak Alınması; Bir process bitirildiğinde, sonuçlar kolayca export modülünden istenilen formatta elde edilebilir. Çıktı formatı "formlar" şeklinde isimlendirilerek düzenlenmiştir (Şekil 5.30). Koordinat transformasyonu için gerekli bir form seçildiğinde, otomatik olarak başlama sistemi için bir kullanım listesi düzenlenir. Dosya fonksiyonlarını içeren ekranlar renkli kodlanmıştır.;

— Açık mavi üzerinde sarı : Giriş ve seçim dosyaları

— Beyaz üzerine siyah : Aktif giriş veya seçim dosyaları

— Koyu mavi üzerine beyaz : Gösterim dosyası

GePoS sabit (f) ve seçmeli (o) fonksiyon tuşlarını kullanır. Sabit fonksiyon tuşları her zaman kullanılabilmesine rağmen, seçimli fonksiyon tuşları yalnızca özel ekranlarda aktif durumdadır.



Şekil 5.30. GePoS CEO - Sonuçlardan istenen formatta çıktı alınmasını sağlayan menü.

6. UYGULAMA

6.1. Giriş

Arazi üzerinde, sürekli kalıcı olaması da göz önünde bulundurularak işaretlenen, bir koordinat sisteminde koordinatların hesaplanmasına olanak veren, jeodezik ölçülerle birbirlerine bağlanmış noktalar, nirengi noktaları veya kontrol noktaları adını alır.

Nirengiler, amaçları ve nitelikleri değişik olarak da tanımlanabilen, haritalara altlık olan dayanak noktalarıdır. Nirengiler üretilecek haritalardan beklenen doğrulukları direkt olarak etkiledikleri için, kendilerinden amaçlanan doğruluğun sağlanması beklenir. Diğer yönden, nirengiden, kapsadığı alan içinde, üretilecek tüm haritalara dayanak olmasını beklemek de ekonomi gereğidir. Bu nedenle, bir alanda, nirengi ağı bir kez olurunca geniş doğruluk talebine yanıt verebilecek biçimde tesis edilmelidir. Bu alan, ülke yüzeyi olarak alındığında, ülkedeki tüm harita çalışmaları, hatta günümüzde yerel olarak tekil planlanmakta olan bilgi sistemlerinin koordinasyonu da, nirengi ağları sayesinde mümkün olur. (AYAN T., İzmir Metropolitan GPS Nirengi Ağı Sıklaştırma ve İyileştirme Projesi Rapor Dosyası, İ.T.Ü. 1996, İstanbul)

Günümüzün ekonomi anlayışı içinde, harita projelerinin de kısa sürede ve daha az maliyet ile sonuçlandırılması önem kazanmıştır. Bunun için, gelişen teknolojilerin kullanılması gerekir. Son yıllarda, gerek maliyet ve gerekse süre bakımından büyük avantajlar sağlayan GPS tekniği klasik yöntemlere göre daha çok kullanılır hale gelmiştir. Ancak bu tekniğin prensiplerini çok iyi bilmek ve uygulamak gerekir.

Atmosferdeki manyetik dalgaların etkisi, yansıma, ölçü süresinin yetersiz olması v.b. nedenlerle GPS sonuçları da bazen hatalı olabilmektedir. Bu nedenle GPS sonuçlarının deneyimli kişiler tarafından ayrıntılı olarak değerlendirmesi gerekmektedir. GPS gözlemlerinin değerlendirmesi için piyasada yaygın olarak kullanılan yazılımlardan bazıları önceki bölümlerde kısaca anlatılmıştır. Burada,

uygulama datalarından yaralanılan, İGNA 98 ve Zonguldak 96 GPS Projeleri'nin amaçları ve genel özellikleri kısaca aşağıdaki gibi özetlenebilir.

6.2. Uygulama Projelerinin Tanıtımı;

6.2.1 İGNA 98 GPS Projesi;

Uygulamada ele alınan projelerden birisi olan İstanbul Ana GPS Nirengi Ağı (İGNA 98) Projesi'nin amacı;

— Her türlü bilgi sistemine altlık oluşturacak,

— GPS tekniği ile, Standart Uluslararası Yersel Sistem ITRF'de ve Ülke Koordinat Sistemi ED-50'de nokta sıklaştırmasını sağlayacak,

— GPS tekniği ile Ülke Yükseklik Sisteminde yükseklik üretebilmek için gerekli olan JEOİD'in belirlenmesine altlık oluşturacak,

doğru ve güvenilir koordinatları elde etmektir. (İstanbul GPS Ağı Teknik Şartnamesi, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi 1998)

Bu amaçları gerçekleştirebilmek için öncelikle 1/50000 ölçekli bir harita üzerinde tasarım kanavası hazırlanmıştır. Seçilen noktalar içerisinde metropolitan, ülke I. ve II. dereceli nirengi noktaları ile ülke GPS noktalarından ağa katılması mümkün olanların alınmasına özel önem gösterilmiştir. Tüm ağ noktalarında GPS alıcıları ile kayıt yapılacağından noktaların yerlerinin seçiminde;

— Çevrede uydulardan gelen sinyalleri yansıtacak yüzeylerin (duvar, su yüzeyi gibi) bulunmamasına,

— Alıcıların sinyal alma yüksekliklerinin (cut-off-angle) 15° olmasına ,

— Nokta yakınlarında yüksek gerilim hatları, radyo, televizyon veya radar iletişim antenlerinin bulunmamasına,

— Özellikle vasıta ile kolay ulaşılabilir olmasına,

— Sağlam zeminde uzun süre hizmet verebilecek olmasına,

özel önem verilmiştir. Bunlar gibi şartnamenin istemiş olduğu diğer koşullar da yerine getirilmiştir.

İGNA 98 Projesi'nin GPS ölçmeleri, Ana Ağ Ölçmeleri ve Sıklaştırma Ağı Ölçmeleri olmak üzere, iki hiyerarşik adımda gerçekleşmiştir. Sıklaşmatırma Ağı; İGNA içinde Ana Ağ noktaları dışındaki noktaların oluşturduğu ağdır. Ana Ağın geometrisini ve oturum planlamasını gösteren bir kanava Ek A1'de verilmiştir. Burada görüldüğü gibi ana ağ 56 noktadan meydana gelmektedir. Ana ağ ölçmeleri çift frekanslı 5 adet GePoS RD24 alıcıları ile gerçekleştirilmiştir. Statik olarak yapılan ölçmelerde ölçme süresi 60 dakika, kayıt aralığı (epoch) 15 saniye ve minimum uydu yüksekliği (cut-off-angle) 15° olarak belirlenmiştir. Oturum planlaması teknik şartnamenin öngördüğü koşulları sağlayacak biçimde hazırlanmıştır. Oturumlar 5'er nokta üzerinden, eş zamanlı statik ölçülerle gerçekleştirilmiş ve bir önceki oturumdan en az iki nokta veya bir bazın ortak olmasına dikkat edilmiştir.

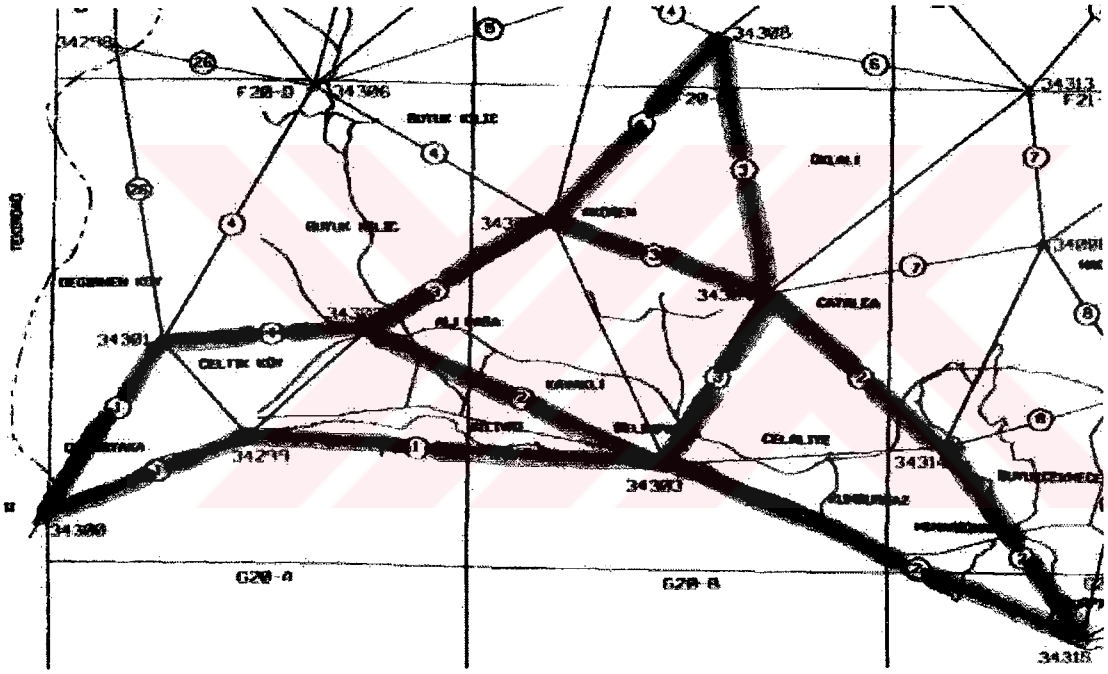
6.2.2. Zonguldak 96 GPS Projesi;

<< Zonguldak GPS Ağı Projesi Raporu >>'nda (Haziran 1996 – İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi) proje ile ilgili aşağıdaki bilgiler verilmiştir;

Zonguldak 1996 Kampayası'nda, hem GPS ölçmeleri ile nokta sıklaştırmasında günlük ölçümlerde referans noktası (sabit istasyon) görevini üstlenecek hem de GPS sisteminde (WGS84) elde edilen koordinatların ülke sistemine (ED50) tronsformasyonunu sağlayacak bir ana ağ oluşturması fikri benimsenmiş ve Kozlu Zonguldak (merkez)- Kilimli, Muslu, Hisarönü ve Çatalağzını içerisine alan 14 noktalı bir ana ağ seçilmiştir. Bu ana ağ noktaları seçilirken, ufku açık, günlük ölçümlerde çevresinde bulunan çok sayıda noktanın ölçülmesinde referans görevi görebilir, GPS ölçülmesine uygun olan noktalar olmasına ve ülke sistemine transformasyonu sağlamak için ülke sisteminde koordinatları bilinen noktalar olmasına dikkat edilmiştir. Ana ağı oluşturan noktalar; 0006, 0711, 0004, 0652, 0702, 0657, 0676, 0666, 0693, 0025, 0726, 0631, 4004 ve 2002 dir. Bunlardan 0006, 0004, 0025, 4004, 2002, numaralı noktalar Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen ülke nirengi ağı sıkıştıma noktaları, 0631 numaralı nokta ise dizi nirengi noktasıdır ve ülke sisteminde koordinatları bilinmektedir. Ana ağı oluşturan diğer noktalar yeni noktalardır.

6.3. İGNA 98 GPS Projesindeki Datalarla Yapılan Uygulamalar;

Yukarıda belirtilen şartlarda elde edilen İstanbul Ana GPS Nirengi Ağı (İGNA 98) Projesi'ne ait ilk üç oturumdan (dördüncü oturumdan da bir baz alınarak) oluşan doğuda Selimpaşa ve Büyükçekmece – Gürpınar, batıda Marmara Ereğlisi ve Değirmenköy, kuzeyde Çatalca ilçesi ve Akören Köyü, güneyde ise Marmara Denizi ile çevrili olan bölgeyi içine alan toplam 10 noktalı GPS ağı uyulamada kullanılmıştır. Bu uygulama ağına ait datalar ZEISS firmasına ait GePoS RD24 GPS alıcıları kullanarak elde edilmiştir. Aşğıdaki şekil 6.1'de İGNA –98 Projesi'nde uyglamaya alınan sözkonusu bölge görülmektedir.



Şekil 6.1. İGNA 98 GPS Projesi Uygulama Alanı.

Öncelikle ugulama bölgesine ait rawdatalar diğer ölçülerden farklı bir dosyaya kaydedildi. Her bir bazın değerlendirilmesinde en uygun opsiyonlar kullanıldı. Burada esas amaç ambiguity çözümünün GePoS CEO için % 100 veya buna yakın (en az %95), SKI yazılımı için de Y olması idi. Her iki yazılım programında da mevcut olan baz değerlendirme opsiyonları kullanılarak hedeflenen amaca ulaşıldı.

Bu sırada kullanılan opsiyonların iki program için de aynı olmasına dikkat edildi. İstenen durum İGNA 98 uygulama projesinde sağlandı. Oluşan bazlara ait liste tablo 6.1'de verilmiştir..

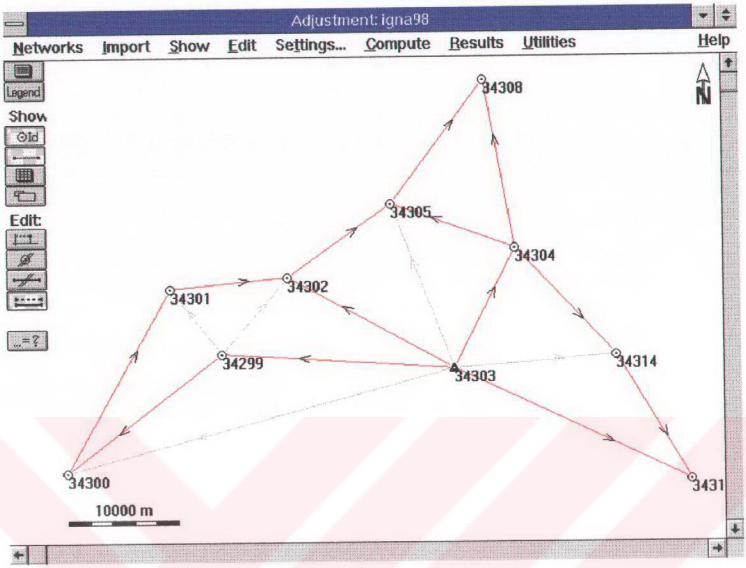
GePoS CEO yazılımında view / edit menüsü olmadığı için değerlendirmelerle ilgili olarak uygulama projelerinde oluşan bazlara ait görüntü penceresi verilemedi. Sonuç bölümünde de belirtildiği gibi bu yazılımın en büyük eksikliği, görüntü penceresinin olmaması ve dolayısıyla bütün edit işlemlerinin rakamsal ifadelerle yapılmasıdır. Bu durum hem büyük bir zaman ve emek kaybına neden olmakta ve hem de maliyeti artırmaktadır.

GePoS CEO yazılımında, baz değerlendirme işleminden sonra elde edilen 34300 – 34303 bazının örnek sonuç dosyası aşağıda verilmiştir. Buna göre ambiguity çözümü % 100 olup, belirlenen 36 ambiguitynin tümü çözülmüştür. Elde edilen baz vektörlerinin rms değerleri de 0,0009 – 0,0013 m arasında olmuştur. Baz tablosunda da görüldüğü gibi bu bazın iki program çözümü arasında – 0,1267 m'lik bir fark vardır. Bu fark 34300 nolu noktanın koordinatlarına da yansımıştır. Bu duruma neden olan en önemli faktör her iki noktanın da deniz kenarında dalga kıran üzerinde olmasıdır. Deniz yüzeyinin neden olduğu multipath (sinyal yansıması) burada etkili olmuştur. İki programının koordinat sonuçları arasında da bu etki bariz bir şekilde görülmektedir. Elde edilen bazların kullanılmasıyla Selimpaşa dalga kıran üzerindeki ITRF sisteminde koordinatları bilinen 34303 nolu noktanın koordinatları sabit alınarak dayalı dengeleme yapılmıştır. SKI yazılımı ile dengelemede uyuşumsuz ölçüler testi yapılmakta, uyuşumsuz baz bileşenleri belirlenmektedir. 34303 nolu noktaya dayalı dengelemede 34303-34300 bazı uyuşumlu çıkmıştır. Buna karşılık GePoS CEO yazılımında uyuşumşuz ölçü testi yoktur. Baz bileşenlerinin düzeltmeleri ve kapanmalar incelenerek bir sonuca gidilebilir. 34303-34300 bazındaki farktan kaynaklanan koordinat farkları GePoS CEO ile bulunan bu bazın uyuşumsuz olmasındandır. Her iki yazılım sonuçlarına göre bulunan WGS84 sistemindeki dengeli jeosentrik kartezyen koordinat sonuçları tablo 6.2'de ve üç boyutlu elipsoidal coğrafi koordinatları da tablo 6.3'de verilmiştir.

Özellikle her bir tablo ile ilgili şekillere bakıldığında sonuçlar daha iyi yorumlanabilmektedir. Örneğin; şekil 6.3'deki jeosentrik kartezyen koordinat

farklarına baktığımızda en büyük farkın Marmara Ereğlisi dalga kıran üzerindeki 34300 nolu noktada olduğu görülmektedir. Bunun yanında ikinci en büyük farkın 34308 nolu noktada olması, bu noktaya yakın bir radyo link istasyonunun bulunmasındandır. Dolayısıyla 34300 nolu noktanın deniz kenarında olması ve 34308 nolu noktanın da radyo link istasyonuna yakın olması bu iki noktanın ölçülerinde multipath (sinyal yansıması) etkisinin görülmesine neden olmuştur. Önceki baz hesaplarında da farkların oluşması koordinatlarda da böyle bir farklılığın oluşacağını göstermekte idi. Çünkü koordinatların hesaplanması doğrudan bazların hassasiyetine bağlıdır. Bunun en güzel örneği şekil 6.3'deki grafiktir. Sözkonusu bu durumu elipsoidal coğrafi kordinatlardaki enlem, boylam veyükseklik farklarını gösteren şekil 6.4'de de görmek mümkündür.

Kullanılan rawdataların tümü rinex formatına dönüştürülerek SKI yazılımında da değerlendirmeye alındı. Her bir baz için GePoS CEO yazılımında kullanılan opsiyonların aynen SKI yazılımında da kullanılmasına dikkat edildi. Bu yazılım Windows tabanlı olduğu için editleme işlemleri kolaylıkla ve görsel olarak yapılabildi. Örneğin aşağıdaki şekil 6.2'de yazılımın view / edit menüsünde görüldüğü gibi istenen baz üzerinde işlem yapmak çok kolaydır. Bir mouse işaretiyle kullanılan bazın tüm değerlendirme özelliklerini görmek mümkündür. Yani cut-off angle, ölçü başlangıç ve bitiş zamanlarının kısaltılması, istenmeyen uyduların atılması veya sinyal kayması olan bölgelerin değerlendirme dışı bırakılması gibi işlemler çok kolaydır. Bu işlemleri GePoS CEO yazılımında yapmak için çok fazla zaman harcamak gerekir. Çünkü her bir opsiyonun bulunduğu yere ulaşmak için en az 3-4 menü açıp kapamak gerekir. Bu hem zaman ve hem de büyük emek kaybına neden olmektadır. Bu bazların kullanılmasıyla Selimpaşa dalga kıran üzerindeki ITRF sisteminde koordinatları bilinen 34303 nolu noktanın koordinatları sabit alınarak dayalı dengeleme yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo 6.2 ve 6.3'de verilmiştir.



Şekil 6.2. SKI Yazılımında İGNA 98 Projesi dengeleme menüsü.

Tablo 6.3'de görülen her iki yazılım sonuçlarından elde edilen WGS84 sistemindeki jeosentrik elipsoidal coğrafi koordinatlar arasındaki farkların metrik sistemde gösterilebilmesi için, uygulama projesindeki her bir noktaya ait hesaplamalar aşağıdaki gibi yapılmıştır;

WGS84 elipsoidi parametreleri;

a = 6 378 137.000 m.

b = 6 356 752.3141 m.

c = 6 399 593.6259 m.

f = 1 / 298.257223563

e^2 = 0.00669437999

$é^2$ = 0.0067394967883

sabit değerleriyle,

$V = \sqrt{1+é^2 * \cos^2\varphi}$ (6.1)

$M = c / v^3$, $N = c / v$ (6.2)

$\rho° = 180 / \pi = 57°.2957795$ (6.3)

$\rho'' = 206264.81$

$dx = M*dB'' / \rho''$ (6.4)

$dy = N*\cos B''*dL'' / \rho''$ (6.5)

formülleri kullanılmış ve 34299 nolu nokta için;

$\triangle B = \triangle\varphi = 0.00008''$ ve $\triangle\lambda = \triangle L = 0.005159''$

$M = c / v^3 = 6362990.9133$ m. (6.6)

$N = c / v = 6387369.3864$ m. (6.7)

dx $= M*dB'' / \rho'' = 6362990.9133 * 0.00008'' / 206264.81 =$ **0.00247 m**. (6.8)

dy $= N*\cos B*dL / \rho = 6387369.3864 * 0.7539783 * 0.005159'' / 206264.81$ (6.9)

$=$ **0.120454 m**.

dx ve dy değerleri bulunmuştur. Aynı işlem diğer noktalar için de tekrarlanmış ve sonuçlar tablo 6.3'de belirtilmiştir.

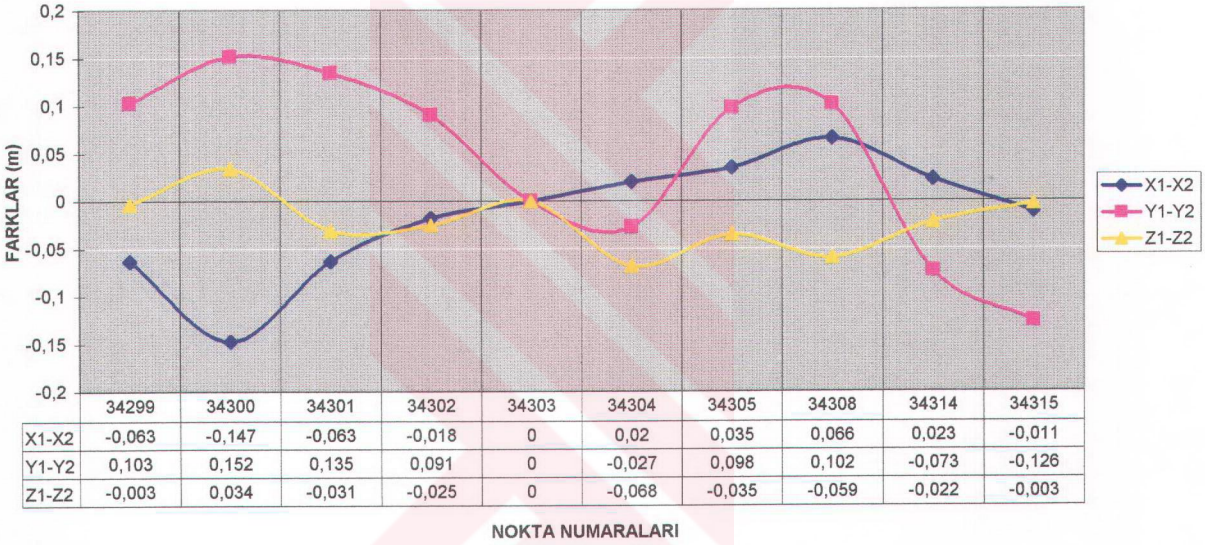
Tablo 6.1. İGNA 98 Projesi'nde uygulamaya alınan ve GePos CEO - SKI programları ile edlde edilen bazlar ve rms değerleri.

		GePOs CEO Yazılımı Sonuçları				SKI Yazılımı Sonuçları				GePos CEO - SKI
STA1	STA2	DX (m)	DY (m)	DZ (m)	DS (m)	DX (m)	DY (m)	DZ (m)	DS (m)	ΔS (m)
		SX	SY	SZ	SS	SX	SY	SZ	SS	
34303	34305	-5544.2485 0.0012	-9200.1886 0.0010	-10942.6594 0.0010	15333.7522 0.0008	-5544.2417 0.0014	9200.2053 0.0010	10942.6914 0.0010	15333.7826 0.0009	-0.0304
34301	34300	13407.2640 0.0008	-3232.8285 0.0005	-12243.9539 0.0008	18442.3511 0.0005	-13407.2414 0.0007	3232.8564 0.0004	12244.0391 0.0007	18442.3962 0.0003	-0.0451
34300	34299	12387.7399 0.0008	-8895.3508 0.0005	-7846.3373 0.0008	17150.7543 0.0004	12387.7322 0.0007	8895.3580 0.0005	7846.3467 0.0007	17150.7568 0.0003	-0.0025
34303	34299	-8921.7215 0.0008	18371.6233 0.0006	-1039.3354 0.0009	20449.7891 0.0006	18921.7271 0.0010	18371.6325 0.0007	1039.3533 0.0010	20449.8007 0.0005	-0.0116
34303	34302	2382.4021 0.0007	-15268.8044 0.0005	6045.7507 0.0008	16594.0751 0.0005	2382.4132 0.0006	-15268.7879 0.0003	6045.7665 0.0005	16594.0892 0.0003	-0.0141
34303	34300	21309.3642 0.0013	-27266.9685 0.0010	-6807.0201 0.0011	35269.1380 0.0009	21309.5259 0.0018	-27267.0069 0.0015	6807.0166 0.0019	35269.2647 0.0012	-0.1267
34303	34315	-4319.7060 0.0011	21382.3768 0.0008	-7320.2546 0.0011	23009.8245 0.0007	-4319.7200 0.0011	21382.3823 0.0007	7320.2573 0.0010	23009.8331 0.0005	-0.0086
34314	34315	3128.9395 0.0008	9120.5161 0.0005	-8184.1739 0.0009	12647.3230 0.0005	3128.9423 0.0007	9120.5170 0.0004	-8184.1694 0.0006	12647.3214 0.0004	0.0016

34314	34304	-974.9976 0.0008	-10665.6221 0.0006	7250.7933 0.0008	12933.6816 0.0005	974.9628 0.0007	10665.6065 0.0004	-7250.8367 0.0006	12933.6904 0.0003	-0.0088
34303	34304	-8423.6411 0.0009	1596.2387 0.0006	8114.7180 0.0009	11804.8446 0.0005	-8423.6220 0.0008	1596.2596 0.0005	8114.7517 0.0007	11804.8569 0.0004	-0.0123
34301	34302	-5519.7962 0.0007	8765.2976 0.0005	608.7240 0.0006	10376.3740 0.0004	-5519.8356 0.0007	8765.3073 0.0005	608.7052 0.0007	10376.4020 0.0003	-0.0280
34301	34299	1019.5272 0.0006	5662.4955 0.0004	-4397.6586 0.0006	7241.7327 0.0004	-1019.5097 0.0006	-5662.5020 0.0004	4397.6917 0.0006	7241.7554 0.0003	-0.0227
34302	34299	6539.3415 0.0006	-3102.7929 0.0004	-5006.3733 0.0006	8800.8002 0.0003	-6539.3456 0.0005	3102.8052 0.0003	5006.3969 0.0005	8800.8210 0.0002	-0.0208
34305	34304	-2879.4586 0.0012	10796.4339 0.0010	-2828.0053 0.0009	11526.1390 0.0007	2879.4440 0.0012	10796.4339 0.0009	2827.9839 0.0009	11526.1408 0.0006	-0.0018
34302	34305	-7926.6368 0.0011	6068.6100 0.0009	4896.9333 0.0008	11119.3324 0.0005	-7926.6059 0.0008	6068.6266 0.0006	4896.9547 0.0006	11119.3289 0.0003	0.0035
34304	34308	-7219.1570 0.0021	-6910.9643 0.0017	10975.5457 0.0016	14843.8627 0.0013	-7219.1516 0.0012	6911.3009 0.0009	10975.4491 0.0009	14843.9453 0.0007	-0.0826
34305	34308	-10098.6047 0.0009	3885.1352 0.0006	8147.4790 0.0008	13544.6486 0.0005	-10098.6109 0.0007	3885.1386 0.0004	8147.4713 0.0006	13544.6496 0.0004	0.0010
34303	34314	-7448.6593 0.0007	12261.8660 0.0005	863.9098 0.0008	14372.9685 0.0004	-7448.6615 0.0006	12261.8661 0.0004	863.9133 0.0006	14372.9699 0.0003	-0.0014

Tablo 6.2. İGNA 98 Projesi'nde uygulamaya alınan bazlarla elde edilen WGS84 Jeodezik Sistemi'ndeki jeosentrik kartezyen koordinatları ve her iki program sonuçları arasındaki farklar.

	GePoS CEO Yazılımı Sonuçları			**SKI Yazılımı Sonuçları**			**GePoS CEO - SKI**		
Nokta N.	X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	ΔX (m)	ΔY (m)	ΔZ (m)
34299	4247436.922	2270071.667	4167831.973	4247436.985	2270071.560	4167831.976	-0.063	0.1070	-0.003
34300	4259824.579	2261176.354	4159985.657	4259824.726	2261176.202	4159985.623	-0.147	0.152	0.034
34301	4246417.415	2264409.197	4172229.636	4246417.478	2264409.062	4172229.667	-0.063	0.135	-0.031
34302	4240897.621	2273174.464	4172838.353	4240897.639	2273174.373	4172838.378	-0.018	0.091	-0.025
34303	4238515.229	2288443.190	4166792.618	4238515.229	2288443.190	4166792.618	0.000	0.000	0.000
34304	4230091.618	2290039.422	4174907.294	4230091.598	2290039.449	4174907.362	0.020	-0.027	-0.0680
34305	4232971.064	2279243.097	4177735.298	4232971.029	2279242.999	4177735.333	0.035	0.098	-0.035
34308	4222872.504	2283128.247	4185882.744	4222872.438	2283128.145	4185882.803	0.066	0.102	-0.058
34314	4231066.588	2300704.983	4167656.506	4231066.565	2300705.056	4167656.528	0.023	-0.073	-0,022
34315	4234195.497	2309825.447	4159472.356	4234195.508	2309825.573	4159472.359	-0.011	-0.126	-0.003



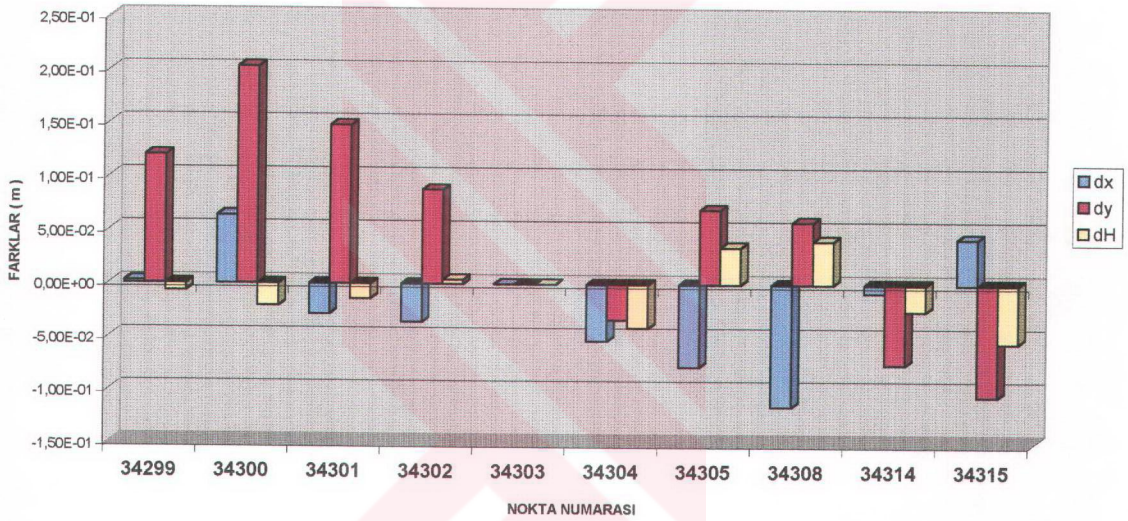
	34299	34300	34301	34302	34303	34304	34305	34308	34314	34315
X1-X2	-0,063	-0,147	-0,063	-0,018	0	0,02	0,035	0,066	0,023	-0,011
Y1-Y2	0,103	0,152	0,135	0,091	0	-0,027	0,098	0,102	-0,073	-0,126
Z1-Z2	-0,003	0,034	-0,031	-0,025	0	-0,068	-0,035	-0,059	-0,022	-0,003

Şekil 6.3. İGNA 98 Projesi GePoS CEO ve SKI yazılım sonuçlarına göre jeosentrik kartezyen koordinat farkları

Tablo 6.3. İGNA 98 Projesi'nde uygulamaya alınan bazlarla elde edilen WGS84 Jeodezik Sistemi'ndeki jeosentrik elipsoidal coğrafi koordinatları ve her iki program sonuçları arasındaki farklar.

	GePoS CEO Yazılımı Sonuçları			SKI Yazılımı Sonuçları			GePoS CEO - SKI		
N. N.	B (D)	L (D)	H (m)	B (D)	L (D)	H (m)	ΔB (") dx (m)	ΔL (") dy (m)	ΔH (m)
34299	41 3 49.762078	28 7 21.287291	94.573	41 3 49.761998	28 7 21.282132	94.580	0.00008 0.00247	0.00515 0.12046	-0.007
34300	40 58 14.215171	27 57 36.027311	39.395	40 58 14.213083	27 57 36.018600	39.416	0.00209 0.06391	0.00871 0.20341	-0.021
34301	41 6 53.174136	28 4 7.839188	297.158	41 6 53.175059	28 4 7.832802	297.172	-0.00092 -0.02850	0.00639 0.14857	-0.014
34302	41 7 23.709636	28 11 30.725413	143.651	41 7 23.710806	28 11 30.721619	143.647	-0.00117 -0.03590	0.00379 0.08820	0.004
34303	41 3 6.590957	28 21 55.189367	41.092	41 3 6.590954	28 21 55.189362	41.092	0.00003 0.00017	0.00005 0.00001	0.000
34304	41 8 46.529088	28 25 47.027389	363.471	41 8 46.530826	28 25 47.028825	363.512	-0.00174 -0.05330	-0.00144 -0.03354	-0.041

34305	41 10 50.914245	28 18 0.869206	270.947	41 10 50.916749	28 18 0.866211	270.912	-0.00250 -0.07746	0.00299 0.07017	0.035
34308	41 16 39.982315	28 23 53.559671	344.134	41 16 39.986029	28 23 53.557160	344.093	-0.00371 -0.11494	0.00251 0.05863	0.041
34314	41 3 42.771752	28 32 8.844307	74.976	41 3 42.771991	28 32 8.847520	75.001	-0.00024 -0.00754	-0.00321 -0.07520	-0.025
34315	40 57 51.336894	28 36 47.576157	69.296	40 57 51.335501	28 36 47.580653	69.351	0.00139 0.04314	-0.00449 -0.10529	-0.055



Şekil 6.4. İGNA 98 GPS Projesi GePoS CEO ve SKI yazılım sonuçlarına göre elipsoidal coğrafi koordinat farkları.

GePoS CEO yazılımı baz çözümleri rapor dosyası örneği;

CARL ZEISS - GePoS CEO Geodetic Positioning System

---

igna - Projekt

Time of calculations 21-DEC-98 19:18

Program call:

GEONAP selm 210 e 4300,4303 +GC:\NURI\igna\dat\210\e -N -r +X -R -Pi -v-
Lsng,vdd -k10 -F4303,1.000

Used options:

Dual frequency processing

Station 4303 fixed with 1.000 m tolerance

Use ambiguity search algorithm

Use ambiguity search with combinations sng vdd

Minimal contrast for ambiguity fixing: 10

Eliminate singular ambiguities

Use only combinations with reference station

Data path: C:\NURI\igna\dat\210\e

Statistics:

Unknowns	64
Redundancy	5261
Error of weight unit	1.474
Standard deviation before ambiguity solution	14.7 mm = 100 %
Standard deviation after ambiguity evaluation	18.7 mm = 127 %
Standard deviation after ambiguity search	18.7 mm = 127 %
Unresolved ambiguities	0
Resolved ambiguities	36 = 100 %

Observation schedule

Station	Observation	Starttime
4300	4300	09:46:45
4303	4303	09:46:45

Coordinates and accuracies [m]

STAT	X	Y	Z
	sX	sY	sZ
4300	4259817.127	2261219.000	4160048.487
	0.711	0.734	0.751
4303	4238507.763	2288485.968	4166855.507
	0.710	0.735	0.751

Vectors and accuracies [m]

STA1	STA2	dX	dY	dZ	S
		sX	sY	sZ	sS
4303	4300	21309.3642	-27266.9685	-6807.0201	35269.1380
		0.0013	0.0010	0.0011	0.0009

Ambiguity table

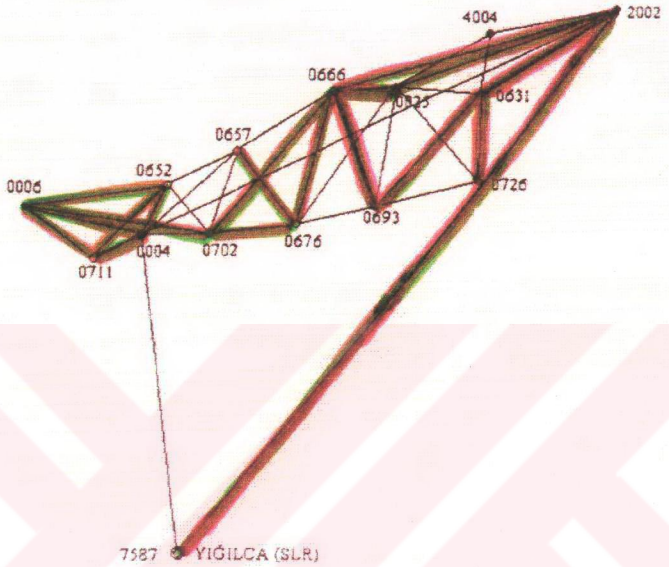
OBS\PRN	1	3	14	15	21
		23	25	29	31
4300	0	4	-9	11	5
	31	-11	3	-1	
4300	0:	3:	-7:	12:	4:
	27:	-7:	4:	-1:	
4303	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
4303	0:	0:	0:	0:	0:
	0:	0:	0:	0:	0:

m.mm s.ss unsolved ambiguity m.mm with standard deviation s.ss

m solved ambiguity m

: L2-ambiguity

6.4. Zonguldak 96 GPS Projesindeki Datalarla Yapılan Uygulamalar



Şekil 6.5: Zonguldak 96 GPS Projesi Uygulama Bazları.

Zonguldak 96 GPS Projesi'ne ait rinex formatındaki datalar GePoS CEO yazılımında değerlendirmeye alınmadan önce her bir ölçü grubu için, tarih ve session numarasına göre bir liste oluşturuldu. Böylece aynı bazın tekrarlı ölçülerinin hangi tarihte ve hangi alıcı kullanarak yapıldığı kolayca görüldü. Bundaki diğer bir amaç da bu projede kullanılmış olan değişik markalardaki GPS alıcılarının datalarında her iki programın değerlendirme kapasitesini ölçmekti. Çünkü bu projede hem Ashtech Z-12 ve hem de Leica SR399 tipi alıcılar kullanılmıştır.

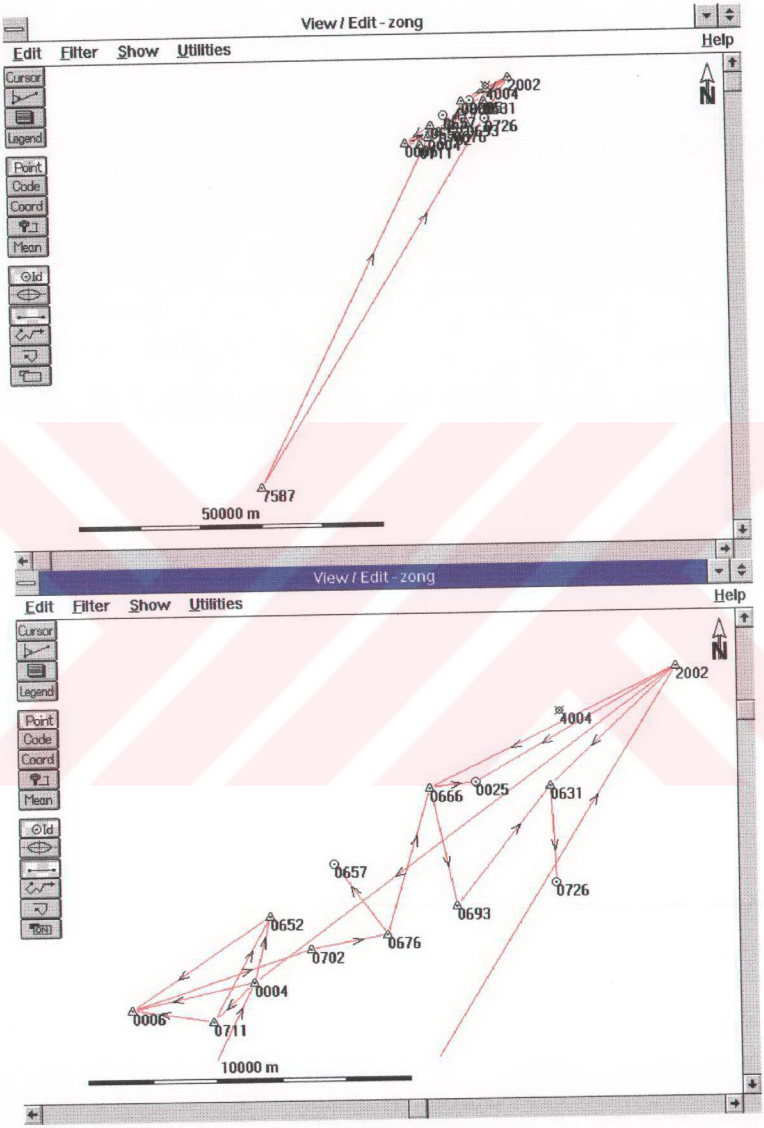
Rinex formatındaki dataların GePoS CEO yazılımında değerlendirilmesi sırasında çok büyük zorluk yaşanmış ve istenen tüm bazlar oluşturulamamıştır. Çünkü bazı bazların değerlendirilmesi sırasında ya program kilitlenmiş veya çok kötü ambiguity

çözümlü (% 50 – 60 gibi) sonuçlar elde edilmiştir. Bu yüzden şekil 6.5'de görüldüğü gibi Zonguldak 96 Projesi ana ağına ait bazı bazlar uygulamaya alınamamıştır. Dolayısıyla uygun bir GPS ağı oluşturulamadığı için elde edilen bazlarla bir dengeleme yapılamamıştır. Sonuçta bu uygulama projesi ile ilgili olarak sadece baz sonuçlarına göre bir karşılaştırma söz konusu olmuştur. İGNA 98 Projesi'de olduğu gibi bazların çözümünde genelde L1 ve L2'nin birlikte kullanıldığı çift frekanslı çözümler yapılmıştır.

SKI yazılımı Ashtech Z – 12 alıcısının rinex formatındaki datalarını gayet kolaylıkla ve sorunsuz çözmüştür. Aynı durum GePoS RD24 alıcılarının datalarını dğerlendirirken de söz konusudur. Burada da hiçbir zorlukla karşılaşılmamıştır. Bu da göstermektedir ki SKI yazılımının rinex formatındaki dataları kullanma kabiliyeti GePoS CEO yazılımına göre daha fazladır.

Bu uygulama projesi ile ilgili baz çözüm sonuçları tablo 6.4'de verilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere GePoS CEO – SKI farkı genelde (-)'li çıkmıştır. Bu da bize iki program arasında bir ölçek farkının bulunduğunu göstermektedir. Bu durum bir sonraki bölümde bulunan değişik uzunlukdaki baz farklarının tablo ve grafiklerle gösterimi sırasında daha açık bir şekilde görülmektedir. Bu durum özellikle uzun bazlarda daha fazla dikkat çekmektedir.

Aşağıdaki şekil 6.6'da Zonguldak 96 uygulama projesinde kullanılan bazların SKI yazılımı edit / view menüsündeki durumu görülmektedir.



Şekil 6.6: Zonguldak 96 uygulama projesi bazlarının SKI yazılımı edit/view menüsündeki durumu.

Tablo 6.4. Zonguldak 96 Gps Projesi'nde uygulamaya alınan GePos CEO - SKI Programları ile elde edilen bazlar ve rms değerleri.

		GePOs CEO Yazılımı Sonuçları				**SKI Yazılımı Snuçları**				**GePoS CEO – SKI**
STA1	STA2	DX (m)	DY (m)	DZ (m)	DS (m)	DX (m)	DY (m)	DZ (m)	DS (m)	ΔS (m)
		SX	SY	SZ	SS	SX	SY	SZ	SS	
2002	0666	5924.0101 0.0007	-5247.4510 0.0005	-2853.2061 0.0006	8412.5158 0.0004	5923.9974 0.0003	-5247.4581 0.0003	-2853.2272 0.0004	8412.5185 0.0002	-0.0027
0004	0711	1232.9839 0.0005	-732.2707 0.0004	-1010.7243 0.0007	1754.4325 0.0004	1232.9654 0.0005	-732.2808 0.0004	-1010.7374 0.0006	1754.4312 0.0003	0.0013
0652	0711	2794.2972 0.0004	-384.0931 0.0004	-2326.4373 0.0007	3656.2187 0.0004	-2794.3118 0.0004	384.0838 0.0004	2326.4143 0.0005	3656.2155 0.0003	0.0032
0652	0004	1561.3160 0.0009	348.1832 0.0008	-1315.7044 0.0006	2071.2357 0.0007	-1561.3424 0.0008	-348.1960 0.0005	1315.6824 0.0005	2071.2438 0.0006	-0.0081
0676	0657	-412.0383 0.0012	-2167.6200 0.0011	1582.8044 0.0014	2715.4414 0.0009	-412.0464 0.0008	-2167.6193 0.0006	1582.7928 0.0014	2715.4353 0.0006	0.0061
0676	0702	1429.3254 0.0012	-1880.2655 0.0010	-387.7029 0.0015	2393.4667 0.0007	-1429.3148 0.0008	1880.2661 0.0006	387.7076 0.0014	2393.4616 0.0004	0.0051
0652	0006	3876.9311 0.0008	-2636.1400 0.0007	-2039.4458 0.0012	5112.6478 0.0007	3876.9476 0.0009	-2636.1241 0.0007	-2039.4323 0.0016	5112.6468 0.0005	0.0010
0006	0004	-2315.6133 0.0010	2984.3141 0.0008	723.7369 0.0013	3846.0357 0.0007	2315.6105 0.0012	-2984.3186 0.0008	723.7364 0.0020	3846.0374 0.0006	-0.0017

0006	0711	-1082.6293 0.0009	2252.0456 0.0008	-286.9833 0.0013	2515.1849 0.0006	1082.6383 0.0006	-2252.0415 0.0004	286.9955 0.0011	2515.1861 0.0004	-0.0012
0666	0676	3262.2846 0.0007	452.4904 0.0006	-3249.2147 0.0007	4626.5154 0.0004	-3262.2862 0.0008	452.4965 0.0006	3249.2041 0.0007	4626.5097 0.0005	0.0057
0666	0025	-672.1342 0.0008	1251.0354 0.0006	314.7176 0.0010	1454.6137 0.0005	-672.1208 0.0006	1251.0549 0.0004	314.7348 0.0005	1454.6280 0.0003	-0.0143
0666	0693	1868.9734 0.0007	2116.4638 0.0005	-2401.2805 0.0009	3706.5656 0.0005	1869.0049 0.0006	2116.4929 0.0004	2401.2485 0.0005	3706.5774 0.0003	-0.0118
0631	0693	3798.3650 0.0007	-1033.8642 0.0006	-2459.3786 0.0007	4641.6586 0.0004	-3798.4195 0.0006	1033.7761 0.0005	2459.3181 0.0005	4641.6516 0.0004	0.0070
2002	0025	5251.9162 0.0007	-3996.3819 0.0007	-2538.4482 0.0009	7070.8848 0.0005	5251.9043 0.0006	3996.3767 0.0004	2538.4343 0.0009	7070.8680 0.0003	0.0168
0702	0006	3944.4834 0.0006	-4042.6795 0.0003	-1284.7360 0.0004	5792.4739 0.0003	-3944.5007 0.0004	4042.6739 0.0003	1284.7315 0.0004	5792.4807 0.0002	-0.0068
0631	0726	1682.9436 0.0003	1222.8608 0.0002	-2075.3330 0.0003	2938.4851 0.0002	1682.9568 0.0003	1222.8708 0.0002	2075.3164 0.0003	2938.4851 0.0002	0.0000
2002	7587	58671.3112 0.0016	-12119.4566 0.0010	-48817.3737 0.0018	77280.9159 0.0021	-58671.7363 0.0018	12119.123 0.0012	48817.056 0.0016	77280.9857 0.0014	-0.0698
0631	2002	-3994.5891 0.0005	2097.1497 0.0003	2795.0855 0.0004	5307.2857 0.0003	3994.5739 0.0002	-2097.1571 0.0001	-2795.0954 0.0002	5307.2824 0.0001	0.0033

6.5 GePoS CEO ve SKI Yazılımı İle Değerlendirilen Değişik Uzunluklardaki Bazların Karşılaştırılması

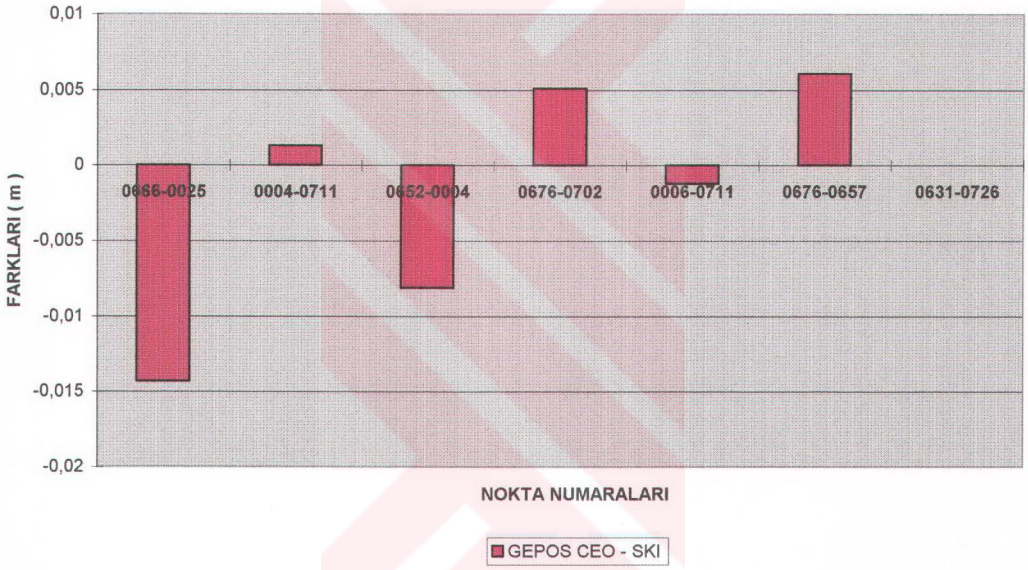
İGNA 98 Projesi'nde elde edilen en uzun baz Marmara Eğerlisi'ndeki 34300 nolu nokta ile Selimpaşa dalga kıran üzerindeki 34303 nolu noktalar arasındaki bazdır. Bu bazın uzunluğu GePoS CEO'daki çözüm sonuçuna göre; 35269.1380 m olarak bulunmuştur. GePoS CEO verilerine göre %100'luk bir ambiguity çözümü vardır. Bazın rms değeri ise 0,0009'dir. Bu bazdan daha uzun bir baz da Zonguldak 96 GPS Projesi'nde elde edilmiştir. GePoS CEO yazılımının verilerine göre baz uzunluğu 77280.9159 m dır. Ancak bu bazın standart sapması 0,0021 gibi büyük bir değerde çıkmıştır. Bunun yanında ambiguity çözümü de %82 dir. Sonuçta 52 ambiguity çözümüne karşılık 11 ambiguity çözümlenememiştir. GePoS CEO yazılımı ambiguity çözüm toblosunda (export file) bu şekilde sonuçlar sunmaktadır. SKI porgramında ise bu bazın ambiguity çözümü için Y ifadesi vardır. Bu da, baz ambiguity çözümünün % 100 olarak yapıldığını ve çözülmemiş ambiguity kalmadığını gösteriyor. Yukarıda verilen örneklerde olduğu gibi değişik uzunluktaki bazların sınıflandırıldığı tablolar ve onlara ait grafikler aşağıdaki bölümlerde kısa bazlardan uzunlara doğru sıralanarak verilmiştir.

1 – 3 km Arasındaki Bazlar İçin;

Aşağıdaki tabloda da görüldüğü gibi, uygulamaya alınan projeler arasında 1 – 3 km arasında baz uzunluğana sahip olan proje Zonguldak 96 Projesi'dir. Tablo 6.5'de 7 tane bazın her iki program sonuçları sunulmuştur. Sözkonusu bazlara ait farkların ppm değerleri de hesaplanmış ve aynı tablolarda belirtilmiştir. Tablo 6.5'de görüldüğü gibi iki program ile bulununan uzunluklar arasındaki farklar düzenli değildir. Yani negatif ve pozitif farklarda bir düzensizlik söz konusudur. Bu durum şekil 6.7'de daha iyi görülmektedir. Şekilde göze çarpan en büyük değer 0666-0025 noktaları arasındaki yaklaşık 1454. 62 m'lik bazdadır.

Tablo 6.5. 1 – 3 km arası bazlarda GePoS CEO – SKI yazılım sonucu farkları.

PROJE ADI	STA1	STA2	GEPOS CEO YAZILIM SONUÇLARI (m)	SKI YAZILIM SONUÇLARI (m)	GEPOS – SKI Δs (m)	(ppm)
Zonguldak 96 GPS Projesi	0666	0025	1454.6137	1454.6280	- 0.0143	-9.83
//	0004	0711	1754.4325	1754.4312	0.0013	0.74
//	0652	0004	2071.2357	2071.2438	- 0.0081	-3.91
//	0676	0702	2393.4667	2393.4616	0.0051	2.13
//	0006	0711	2515.1849	2515.1861	- 0.0012	-0.48
//	0676	0657	2715.4414	2715.4353	0.0061	2.25
//	0631	0726	2938.4851	2938.4851	0.0000	0.00



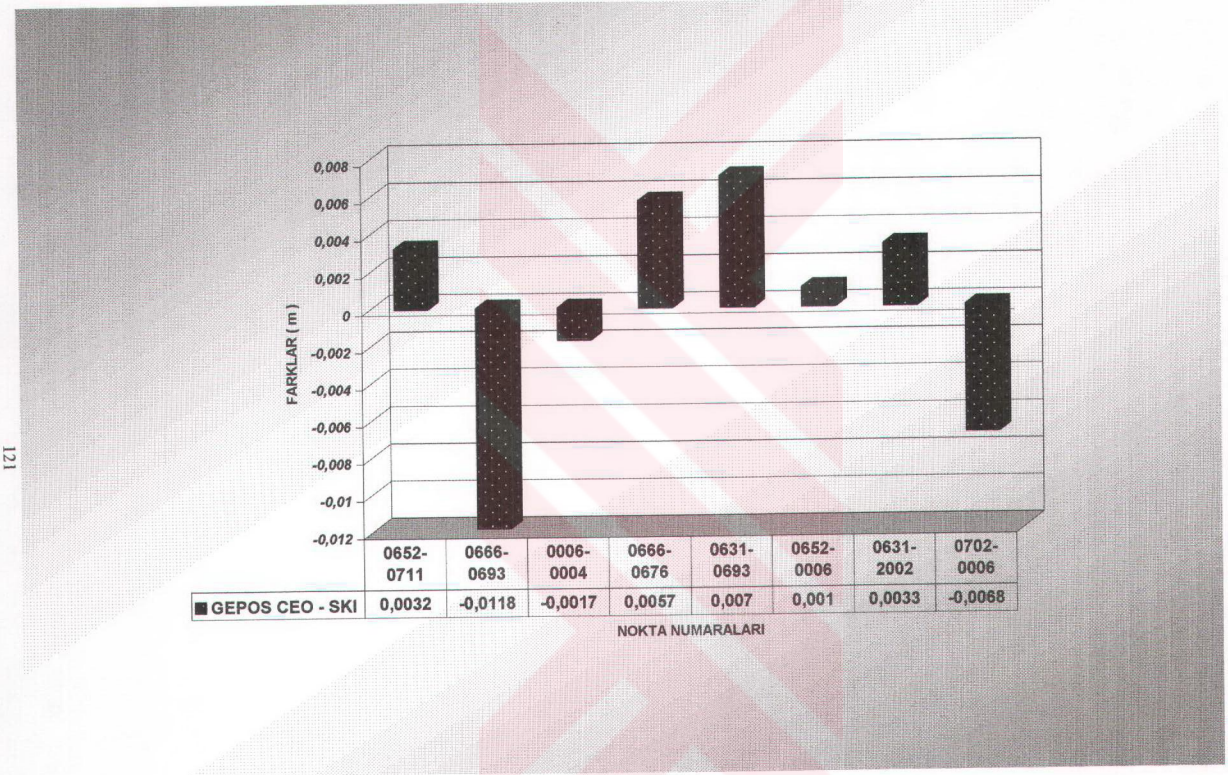
Şekil 6.7. 1-3 km arası bazlarda GePoS CEO-SKI yazılım sonucu farkları

3 – 6 km Arasındaki Baz Uzunlukları;

Aşağıdaki tablo 6.6'da da görüldüğü gibi, uygulamaya alınan projeler arasında 3 – 5 km arasında baz uzunluğana sahip olan proje sadece Zonguldak 96 Projesi'dir. Sözkonusu tabloya ve onunla ilişkili olan şekil 6.8'de bakıldığında en büyük farkın 0666-0693 bazında olduğu görülür.

Tablo 6.6. 3 – 6 km arası bazlarda GEPOS CEO – SKI yazılım sonucu farkları.

PROJE ADI	STA1	STA2	GEPOS CEO YAZILIM SONUÇLARI (m)	SKI YAZILIM SONUÇLARI (m)	GEPOS CEO – SKI	
					Δs (m)	(ppm)
Zonguldak 96 GPS Projesi	0652	0711	3656.2187	3656.2155	0.0032	0.87
//	0666	0693	3706.5656	3706.5774	-0.0118	-3.18
//	0006	0004	3846.0357	3846.0374	-0.0017	-0.44
//	0666	0676	4626.5154	4626.5097	0.0057	1.23
//	0631	0693	4641.6586	4641.6516	0.0070	1.51
//	0652	0006	5112.6478	5112.6468	0.0010	0.19
//	0631	2002	5307.2857	5307.2824	0.0033	0.62
//	0702	0006	5792.4739	5792.4807	-0.0068	-1.17



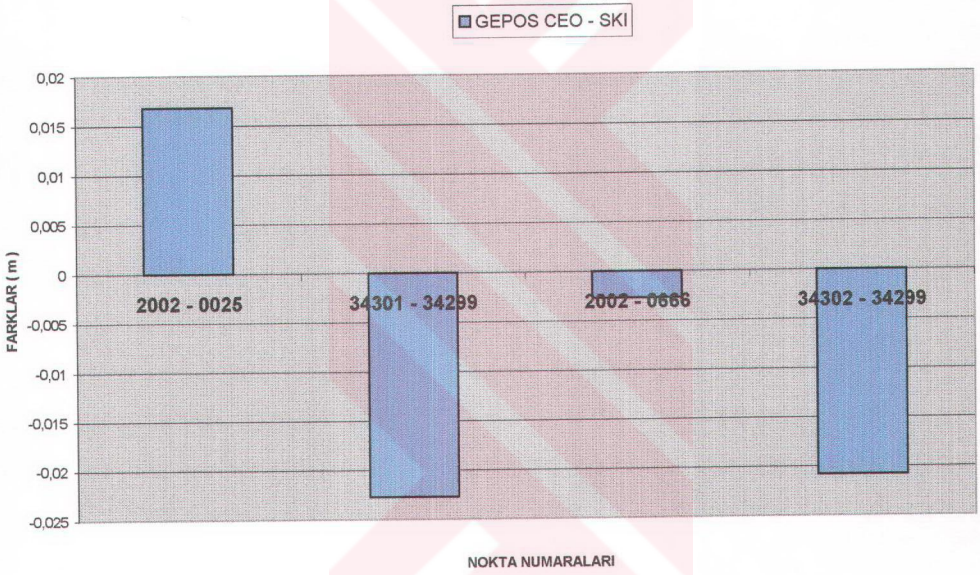
Şekil 6.8. 3-6 km arası bazlarda GePoS CEO -SKI yazılım sonucu farkları.

6 – 10 km Arasındaki Baz Uzunlukları;

Tablo 6.7'de görüldüğü gibi baz uzunlukları arttıkça baz farklarının işareti negatif olmaktadır. Özellikle şekil 6.9'a dikkat edildiğinde bu negatif yönlü baz farkları daha iyi görülmektedir. Bu da bize iki programın baz çözümleri arasında bir ölçek farkının olduğunu göstermektedir.

Tablo 6.7. 6 – 10 km arası bazlarda iki yazılım sonucu arasındaki farklar.

PROJE ADI	STA1	STA2	GEPOS CEO YAZILIM SONUÇLARI (m)	SKI YAZILIM SONUÇLARI (m)	GEPOS-SKI Δs (m)	(ppm)
Zongul dak 96 GPS Projesi	2002	0025	7070.8848	7070.8680	0.0168	2.38
İGNA 98 GPS Projesi	34301	34299	7241.7327	7241.7554	- 0.0227	-3.13
Zongul dak 96 GPS Projesi	2002	0666	8412.5158	8412.5185	- 0.0027	-0.32
İGNA 98 GPS Projesi	34302	34299	8800.8002	8800.8210	- 0.0208	-2.36



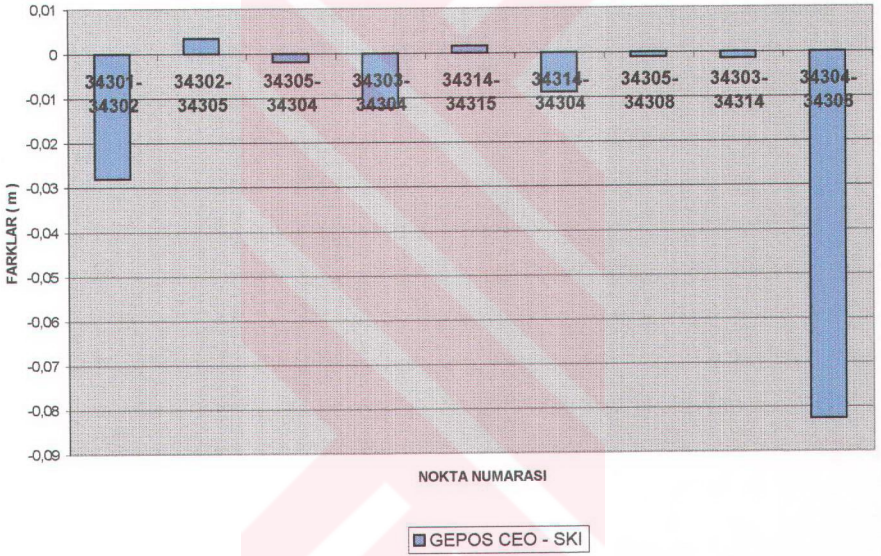
Şekil 6.9 6-10 km arası bazlarda GePoS CEO-SKI yazılım sonucu farkları.

10 – 15 km Arasındaki Baz Uzunlukları;

Bir önceki bölümde işaret edilen iki programın baz çözüm sonuçları arasındaki ölçek farklılığı burada da söz konusudur. Çünkü tablo 6.8 ve şekil 6.10 incelendiğinde, bazlar arasındaki farkın genelde negatif yönlü olduğu görülmektedir. Bu da; iki yazılımın baz çözümleri arasındaki ölçek farklılığını kesin bir şekilde ortaya koymaktadır.

Tablo 6.8. 10 – 15 km arası bazlarda iki yazılım sonuçları arasındaki farklar.

PROJE ADI	STA1	STA2	GEPOS CEO YAZILIM SONUÇLARI (m)	SKI YAZILIM SONUÇLARI (m)	GEPOS-SKI Δs (m)	(ppm)
İGNA 98 GPS Projesi	34301	34302	10376.3740	10376.4020	- 0.0280	-2.70
İGNA 98 GPS Projesi	34302	34305	11119.3324	11119.3289	0.0035	0.31
İGNA 98 GPS Projesi	34305	34304	11526.1390	11526.1408	- 0.0018	-0.16
İGNA 98 GPS Projesi	34303	34304	11804.8446	11804.8569	- 0.0123	-1.04
İGNA 98 GPS Projesi	34314	34315	12647.3230	12647.3214	0.0016	0.13
İGNA 98 GPS Projesi	34314	34304	12933.6816	12933.6904	- 0.0088	-0.68
İGNA 98 GPS Projesi	34305	34308	13544.6486	13544.6496	- 0.0010	-0.07
İGNA 98 GPS Projesi	34303	34314	14372.9685	14372.9699	- 0.0014	-0.09
İGNA 98 GPS Projesi	34304	34308	14843.8627	14843.9453	- 0.0826	-5.56



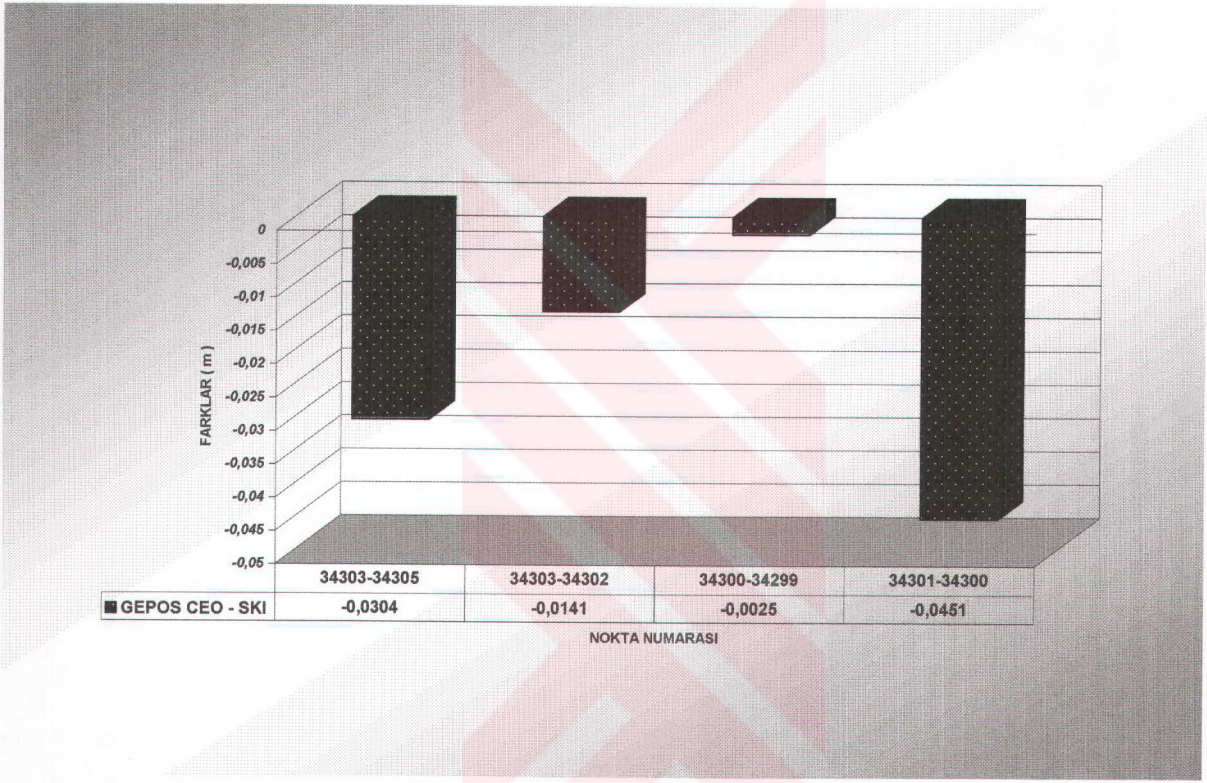
Şekil 6.10. 10-15 km arası bazlarda GePoS CEO ve SKI yazılım sonuçları farkları

15 – 20 km Arasındaki Baz Uzunlukları;

Yukarıdaki tezimizi doğrular tarzdaki sonuçları tablo 6.9 ve şekil 6.11'de tekrar görmek mümkündür. Çünkü 15 km'den sonraki tüm baz farkları negatif yönlüdür. Bu da iki programın baz çözümleri arasında bir ölçek farkı olduğunun en iyi kanıtıdır.

Tablo 6.9. 15 – 20 km arası bazlarda iki yazılım sonuşlarının farkları

PROJE ADI	STA1	STA2	GEPOS CEO YAZILIM SONUÇLARI (m)	SKI YAZILIM SONUÇLARI (m)	GEPOS-SKI	
					Δs (m)	ppm
İGNA 98 GPS Projesi	34303	34305	15333.7522	15333.7826	- 0.0304	-1.98
İGNA 98 GPS Projesi	34303	34302	16594.0751	16594.0892	- 0.0141	-0.85
İGNA 98 GPS Projesi	34300	34299	17150.7543	17150.7568	- 0.0025	-0.15
İGNA 98 GPS Projesi	34301	34300	18442.3511	18442.3962	- 0.0451	-2.45



Şekil 6.11. 15-20 km arası bazlarda GePoS CEO-SKI yazılım sonuçlarının farkları

20 km ve Daha Büyük Baz Uzunlukları;

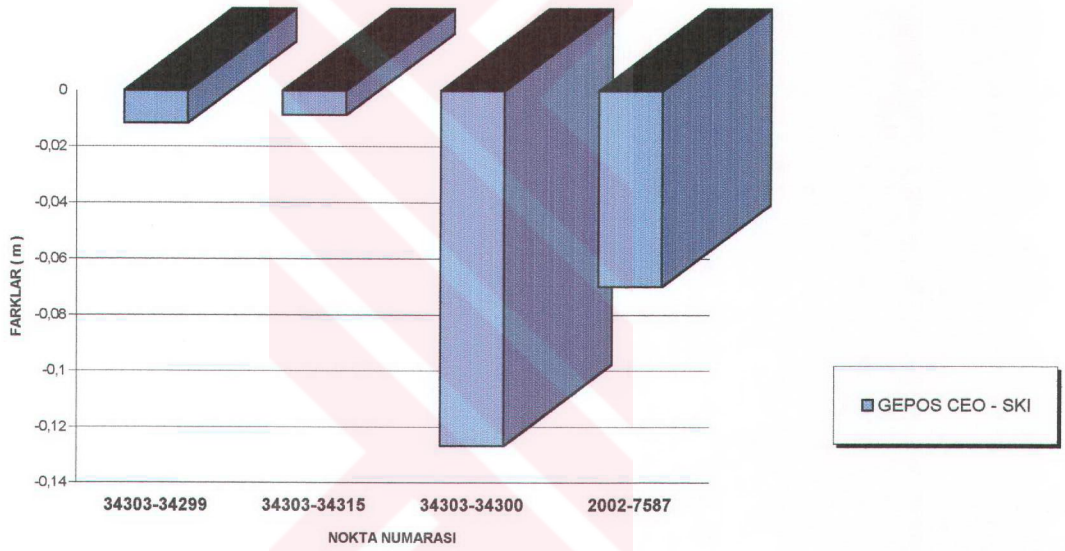
Değerlendirmeler sırasında kullanılan projelerden birisi olan Zonguldak 96 GPS Projesi'ndeki 2002 – 7587 noktaları arasındaki baz uzunluğu tablo 6.10'da; GEPOS CEO yazılım sonucuna göre 77280.9159 m ve SKI yazılım sonucuna göre ise 77280.9857 m olarak bulunmuştur. Sonuçlar arasındaki fark ise 0.0698 m'dir. Bu bazlar arasındaki yaklaşık 7 cm'lik fark GPS değerlendirme sisteminde oldukça büyüktür.

Tablo 6.10. 20 km ve daha uzun bazlarda iki yazılımın sonuçları arasındaki farklar.

PROJE ADI	STA1	STA2	GEPOS CEO YAZILIM SONUÇLARI (m)	SKI YAZILIM SONUÇLARI (m)	GEPOS-SKI Δs (m)	ppm
İGNA 98 GPS Projesi	34303	34299	20449.7891	20449.8007	- 0.0116	-0.57
İGNA 98 GPS Projesi	34303	34315	23009.8245	23009.8331	- 0.0086	-0.37
İGNA 98 GPS Projesi	34303	34300	35269.1380	35269.2647	- 0.1267	-3.59
Zonguldak 96 GPS Projesi	2002	7587	77280.9159	77280.9857	- 0.0698	-0.90

Burada dikkati çeken en önemli noktalardan birisi, bazların standart sapmalarıdır (rms = square main error). Çünkü; GEPOS CEO yazılımından elde edilen bazın rms değeri 0.0021 m, SKI yazılımından elde edilen bazın rms değeri ise 0.0014 m'dir. Her iki programda da, değerlendirme sırasında aynı parametreler kullanılmıştır. Kullanılan ortak parametreleri; cut-off angle 15°, tropospheric model Hopfield, ephemeris broadcast, cod ve faz ölçülerinin ikisi de kullanılmıştır, L1 ve L2 frekanslarının ikisi de değerlendirmeye alınmıştır. Ancak GEPOS CEO yazılımında ambiguity'lerin ancak % 82'lik bir kısmı çözülebilmiştir. Ambiguity çözüm oranının

% 100 olması gerekirken bu şekilde düşük olması GPOS CEO yazılımının uzun bazlarda tam güvenilir bir sonuç vermediğini ortaya koyar. Buna karşılık SKI yazılımı değerlendirme sonucu ise daha güvenilir bir durumdadır. Çünkü ambiguity çözümü % 100'dür. Yani A = Y olması çözülemeyen ambiguity kalmadığını göstermektedir. Bunlar da bize incelenen örnekteki bazda olduğu gibi çok uzun bazlarda SKI yazılımı sonuçlarının daha güvenli ve hassas olduğunu göstermektedir. Ayrıca şekil 6.12'ye göre iki programın yazılım sonuçları arasındaki fark negatif yönlüdür. Yukarıdaki diğer grafiklerde de görüldüğü gibi belli bir uzunluktan sonraki (yaklaşık 3 km) baz çözümlerinde negatif yönlü bir fark vardır. Bu durum şekil 6.12'de daha iyi görülmektedir. Söz konusu grafiğe göre en büyük fark 34300-34303 baz çözümündedir. Tablo 6.1 ve 6.2'deki İGNA-98 uygulama projesi kartezyen ve elipsoidal coğrafi koordinat çözümlerine bakıldığında 34300 nolu noktanın koordinatlarında da en büyük farkın olduğu görülür.



Şekil 6.12. 20 ve daha uzun bazlarda GePoS CEO-SKI yazılım sonuçlarının farkları

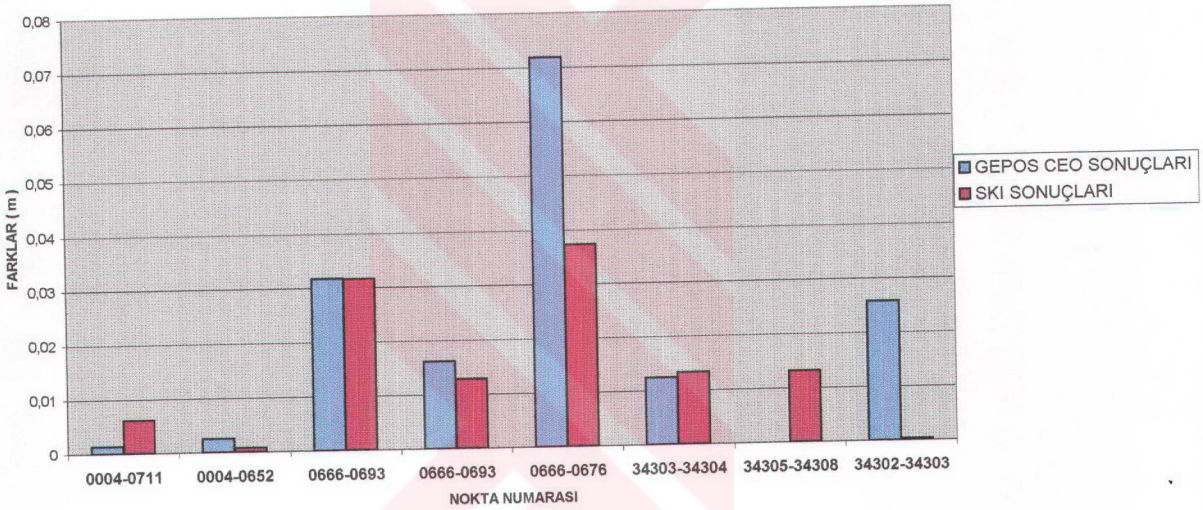
6.6. Aynı Bazların Tekrarlı Çözümlerinin Karşılaştırılması ;

Aşağıdaki tablo 6.11'de her iki projede bulunan tekrarlı bazların (aynı bazın değişik günlerdeki ölçü tekrarı) ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Tablodaki bazlar kısadan uzuna doğru sıralanmıştır. İki programın sonuçları arasındaki farklar, m biriminde tabloda verilmiş ve şekil 6.14'de de grafik olarak gösterilmiştir. Tablo 6.11'e baktığımızda SKI yazılım sonuçlarının her bir baz için ortalamaya yakınlığı GePoS CEO yazılımınna göre daha fazladır. Özellikle ilgili tabloya göre 0666-0676 bazında GePoS sonuçlarında ortalama değerden olan farklar çok büyüktür. Söz konusu bazın ortalama değeri 4626.4795 m olmasına rağmen birinci ölçü değeri 4626.4435 m, ikinci ölçü değeri ise 4626.5154 m olarak bulunmuştur. İki ölçü arasında 0.0714 m'lik bir fark vardır. Birinci ölçünün ortalama değerden farkı 0.0360 m, ikinci ölçünün ortalama değerden farkı ise 0.0359 m'dir. Yani her iki ölçünün ortalama değerden 3,5 cm farklı olduğu görülüyor. Bu değer yaklaşık 4-5 km'lik bir baz için büyük bir farktır. Oysa aynı baz için SKI sonuçlarına baktığımızda iki ölçü arasındaki farkın 0.0373 m olduğu görülür. GePoS CEO yazılımı için bulunan 0.0719 m'lik farka göre bu baz farkı oldukça küçüktür. Bu durum her iki yazılımının sonuçları arasında genelde böyledir. SKI yazılım sonuçlarının birbirlerine ve ortalamaya yakınlıkları GePoS CEO yazılım sonuçlarına göre daha fazladır. Dolayısıyla SKI yazılımı daha iyi sonuçlar veriyor diyebiliriz.

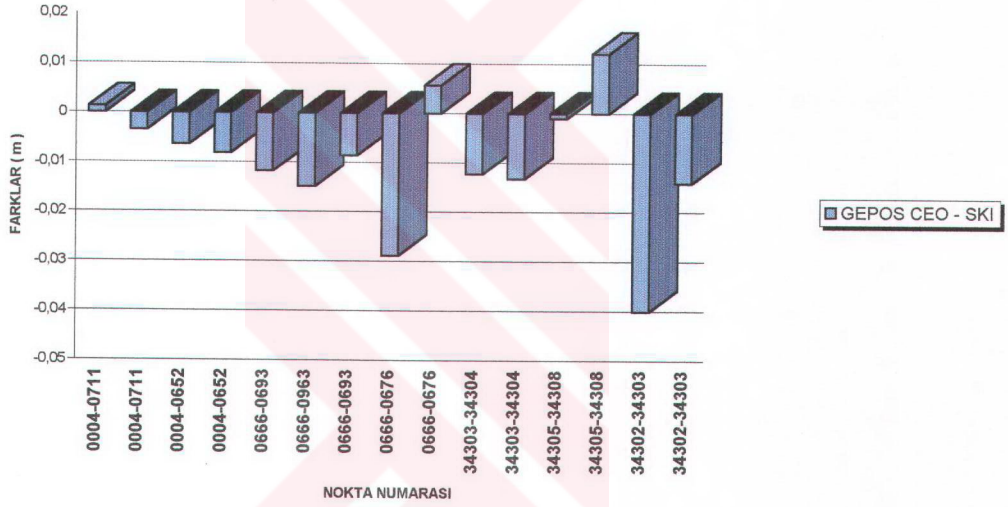
Tablo 6.11'e göre her bir baz için mutlak değer olarak GePoS CEO farkları ve SKI farkları elde edilmiş ve sonuçlar şekil 6.13'de verilmiştir. 0666-0693 bazındaki üç sonuç ikişer ikişer fark alarak gösterilmiştir.

Tablo 6.11. Tekrarlı bazlarda GEPOS CEO – SKI yazılım sonuçları farkları.

PROJE ADI	STA1	STA2	ÖLÇÜM TARİHİ	ÖLÇÜM ZAMANI	GEPOS CEO YAZILIM SONUÇLARI (m)	SKI YAZILIM SONUÇLARI (m)	GEPOS-SKI Δs (m)
Zongl. 96 GPS Projesi	0004	0711	04.01.96	01:33:50 pm	1754.4325	1754.4312	0.0013
			07.01.96	09:02:00 pm	1754.4338	1754.4373	-0.0035
				Ortalama =	1754.4332	1754.4343	
Zongl. 96 GPS Projesi	0004	0652	04.01.96	01:33:20 pm	2071.2382	2071.2446	- 0.0064
			04.01.96	02:45:50 pm	2071.2357	2071.2438	-0.0081
				Ortalama =	2071.2370	2071.2442	
Zongl. 96 GPS Projesi	0666	0693	05.01.96	09:57:00 am	3706.5656	3706.5774	- 0.0118
			08.01.96	09:07:10 am	3706.5339	3706.5458	- 0.0149
			09.01.96	09:00:00 am	3706.5500	3706.5586	-0.0086
				Ortalama =	3706.5498	3706.5606	
Zongl. 96 GPS Projesi	0666	0676	04.01.96	04:20:30 pm	4626.4435	4626.4724	- 0.0289
			05.01.96	09:32:40 am	4626.5154	4626.5097	0.0057
				Ortalama =	4626.4795	4626.4911	
İGNA 98 GPS Projesi	34303	34304	29.07.98	04.28.30 pm	11804.8446	11804.8569	- 0.0123
			30.07.98	02.18.30 pm	11804.8570	11804.8702	-0.0132
				Ortalama =	11804.8580	11804.8636	
İGNA 98 GPS Projesi	34305	34308	30.07.98	05:17:30 pm	13544.6486	13544.6496	- 0.0010
			30.07.98	02:19:15 pm	13544.6486	13544.6365	0.0121
				Ortalama =	13544.6486	13544.6431	
İGNA 98 GPS Projesi	34302	34303	29.07.98	04:13:45 pm	16594.0751	16594.0892	- 0.0141
			30.07.98	02:20:30 pm	16594.0494	16594.0895	-0.0401
				Ortalama =	16594.0623	16594.0894	



Şekil 6.13. Tekrarlı bazlarda GePoS CEO-SKI yazılım sonuçlarının kendi arasındaki farklar.



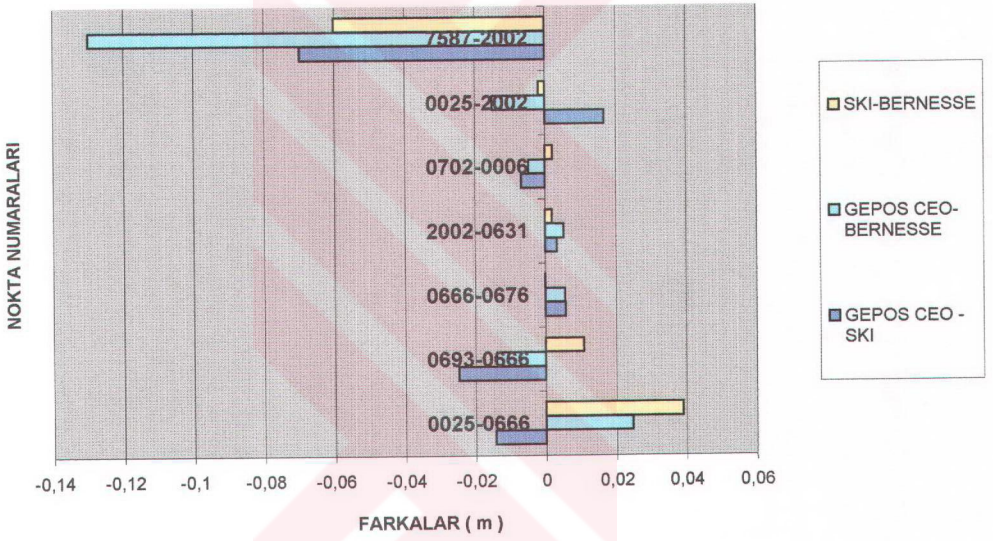
Şekil 6.14. Tekrarlı bazlarda GePoS CEO-SKI yazılım sonuçları farkları.

6.7 Zonguldak 96 GPS Projesindeki Bazı Bazların GEPOS CEO ve SKI Yazılımlarından Elde Edilen Sonuçlarının BERNESSE Yazılımı Sonuçlarıyla Karşılaştırılması

Tablo 6.12. Her iki yazılım sonuçlarının Bernesse yazılım sonuçlarıyla farkları.

STA1	STA2	A= GEPOS CEO YAZILIM SONUCU (m)	B = SKI YAZILIM SONUCU (m)	C = BERNESE YAZILIM SONUCU (m)	A – B (m) ppm	A – C (m) ppm	B – C (m) ppm
0025	0666	1454.6137	1454.6280	1454.5890	-0.0143	0.0247	0.0390
		0.0005	0.0003	0.0035	-9.83	16.98	26.81
0693	0666	3706.5339	3706.5586	3706.5478	-0.0247	-0.0139	0.0108
		0.0001	0.0002	0.0002	-6.66	-3.75	2.91
0666	0676	4626.5154	4626.5097	4626.5098	0.0057	0.0056	-0.0001
		0.0004	0.0005	0.0004	1.23	1.21	-0.02
2002	0631	5307.2857	5307.2824	5307.2805	0.0033	0.0052	0.0019
		0.0003	0.0033	0.0001	0.62	0.98	0.36
0702	0006	5792.4739	5792.4807	5792.4786	-0.0068	-0.0047	0.0021
		0.0003	0.0002	0.0003	-1.17	-0.81	0.36
0025	2002	7070.8848	7070.8680	7070.8698	0.0168	-0.0150	-0.0018
		0.0005	0.0003	0.0006	2.36	-2.12	-0.25
7587	2002	77280.9159	77280.9857	77281.0458	-0.0698	-0.1299	-0.0601
		0.0021	0.0014	0.0011	-0.90	-1.68	-0.78

Tablo 6.12'ye göre, SKI ile bulunan sonuçların, Bernesse ile bulunan sonuçlara GePoS CEO ile bulunan sonuçlardan (0025-0666 bazı hariç) daha yakın olduğu görülmektedir. Bernesse yazılımı bilimsel amaçlı güçlü bir yazılımdır. Bu yazılımda elde edilen sonuçların daha tutarlı olduğu söylenebilir. SKI yazılımı mühendislik hizmetleri için geliştirilmiş bir yazılımdır. Bunun verdiği sonuçların Bernesse sonuçlarına, GePoS CEO sonuçlarından daha yakın olması SKI yazılımının GePoS CEO yazılımından daha iyi sonuçlar verdiği şeklinde yorumlanabilir. Şekil 6.15'deki yzılımlar arasındaki farkların gösterildiği grafik de bu tezimizi doğrulamaktadır.



Şekil 6.15. Zonguldak 96 GPS Projesi'ndeki bazı bazlara ait GePoS CEO-SKI-Bernesse yazılım sonuçlarının farkları

6.8. Sonuç ve Öneriler

Her iki program arasında en önemli fark; GePoS CEO'nun Windows altındaki DOS ortamında, SKI yazılımının da Windows altında çalışıyor olmasıdır. Bu durum GePoS CEO programının işlem kabileyetini ve hızını tamamen kısıtlamaktadır.

İkinci en önemli fark ise, SKI yazılımının tamamen grafik ekranalara sahip olmasıdır. Bu durum kullanımında çok büyük kolaylıklar ve hız kazandırıyor. Çünkü GePoS CEO ile harcanan zaman ve dikkatin yaklaşık yarısını harcayarak aynı bazlar elde edildi. Söz konusu yazılımında değerlendirme sırasında çok dikkatli olunmalıdır. Çünkü grafik ortam almadığı için sürekli rakamlarla uğraşmak gerekir. Özellikle rawdataların ilk girişi yapılırken her bir nokta için zaman, kullanıcı, alıcı ve anten bilgileri girilmeli ve hangi noktaların eş zamanlı ölçüldüğünü görmek için bir kağıda o noktalara ait zaman bilgileri yazılmalıdır. Çünkü eş zamanlı ölçüler hangi zaman aralığında ve hangi noktada olduğu ancak bu şekilde görülebilir. Bunun yanında en büyük zorluklardan birisi de nokta numarasının kısa ve uzun isim olarak iki şekilde isteniyor olmasıdır. Belki bir yönden bu bir avantaj gibi gözükse de çok noktalı projelerde bu büyük karışıklıklara neden olabilir. Bunu önlemek için aynı noktanın 4 haneli ilk numarası, uzun ismi kısmına da gerçek 5-6 rakamlı numarası girilir. Bu da belli bir zaman ve emek kaybının daha başta meydana gelmesine neden olmaktadır. Oysa SKI programında istediğiniz büyüklükte nokta numarası verebilirsiniz. Baz oluşumu sırasında her bir session (oturum) için GePoS CEO'da ayrı bir rawdata girişi yapmanız gerekir. Bu durum büyük bir zaman ve emek kaybına neden olmaktadır. İlk proje açıldığında girilen data günler altında çağrılmakta ve istenilen bazlar oluşturup database kaydedilmektedir. Oysa SKI yazılımında her bir session için takrar rawdata girişi yapılmasına gerek yoktur. Oluşturulan her bir alternatif çözüm farklı bir isimle database kaydedilir ve ilerde kullanılabilir.

İGNA 98 Projesi rinex dataların çözümünde, SKI rinex data girişi ve değerlendirmesinde hiçbir zorluk yaşanmamıştır. GePoS CEO'daki gibi kitlenme veya programdan çıkma gibi bir şey söz konusu olmamıştır. Uygulamalardaki bazların elde edilmesi sırasında değerlendirme süresi bakımından SKI yazılımında daha az bir süre harcanmıştır.

Herhangi bir projenin tamamını kapsayan oturum kanavası, SKI programında View/Edit menüsünde oluşturulan bazlar ve nokta numaraları ile görmek mümkündür. Mouse ile noktanın üzerine tıklandığında o nokta hangi noktaların bazlarından hesaplanmışsa her birinin koordinat değerlerini, baz uzunluklarını görme imkanı vardır. Bu bize çok büyük kolaylılar sağlar. Çünkü hatalı bazlar ve sonuçta o noktalardan oluşan koordinatları kolaylıkla görme imkanı verir.

İGNA 98 GPS Projesi'de kullanılan alıcıların tümü Zeiss firmasına ait RD24 GPS alıcıları olduğu için SKI programında ancak RINEX formatındaki datalar değerlendirilmiştir. Böylece SKI yazılımının RINEX data değerlendirme performansı ölçülmüştür. Yapılan değerlendirmede SKI programının RINEX data kullanma kapasitesinin GePoS CEO yazılımına göre çok daha hızlı ve verimli olduğu görülmüştür. Çünkü GePoS CEO yazılımı ile uygulamada kullanılan bir diğer proje olan Zonguldak 96 GPS Projesi'ne ait gerek Leica System 300 ve gerekse Ashtech Z-12 alıcılarının RINEX dataları değerlendirilmiştir. Bu sırada söz konusu program zaman zaman kilitlenmiştir. Dolayısıyla bu dataların değerlendirmesi çok uzun zaman almış ve Zonguldak 96 GPS Projesi'ne ait bazların tamamı değerlendirilememiştir. Değerlendirilebilen datalardan elde edilen bazlar tablo 6.4'de SKI programından elde edilen sonuçlarla birlikte verilmiştir. Değerlendirme sonuçları göstermiştir ki; koordinatların sağlıklı elde edilmesi doğrudan doğruya bazların hassasiyetine bağlıdır. Bu yüzden her iki programdan elde edilen İGNA 98 Projesi'ne ait 34303 nolu Selimpaşa dalgakıran üzerindeki noktanın ITRF koordinatları sabit alınarak dayalı dengelemeyle bulunan WGS84 Jeodezik Sistemindeki jeosentrik kartezyen koordinatları tablo 6.2'de ve elipsoidal coğrafi koordinatları tablo 6.3'de gösterilmiştir. Her iki programdan elde edilen koordinat değerleri arasındaki maksimum ve minimum farklar da ilgili tabloda verilmiştir. Selimpaşa'daki nokta deniz kenarındaki dalga kıran üzerinde olduğu için bu noktaya ait dataların değerlendirilmesinde bazı sıkıntılar yaşanmıştır. Çünkü deniz yüzeyinden dolayı meydana gelen yansımalar toplanan sinyallerin bazı kısımlarında multipath (yansıma) etkisini göstermiştir.

Yapılan uygulamalar göstermiştir ki; SKI yazılımı, özellikle büyük GPS projelerinde, kullanışlı View / Edit menüsü ve hassasiyeti nedeniyle GePoS CEO yazılımına tercih edilmelidir.

KAYNAKALAR

Aksoy, A., 1998. Prof Dr. H.C.Ekrem Ulusoy'un 60. Hizmet Yılını Kutlama Töreni,23 Ekim , İstanbul

Ayan, T., 1996. İzmir Metropolitan GPS Nirengi Ağı Sıkıştırma ve İyileştirme Projesi Rapor Dosyası, İ.T.Ü. İstanbul

Işık, B.C., 1997. Küresel Astronominin Konusu ve Uydu Konumlama Sistemleri (GPS – GLONASS), *TMMOB Harita ve Kadastro ve Mühendisleri Odası Yayın Organı Dergisi*, Mayıs, Sayı; 82.

Ersoy, N., 1998. GPS Yöntemiyle Halihazır Harita Üretimi, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Yayın Organı*, Aralık 1998, Sayı;85

Seeber,G., 1993. Satellite Geodesy, Foundations, Methods, and Applications, Walter de Gruyter, Berlin – New York

Uzel, T., 1990. GPS Uyduları Yardımıyla Konum Belirleme Ders Notu, İstanbul.

Yaprak, S., 1998. GPS ve GPS'nin Detay Alımlarında Kullanılması, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

İstanbul GPS Ağı Teknik Şartnamesi, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi 1998

GIBS, Newsletter GPS Information- and Boebachtungs system Number 36 Noveber +Dezember 1998

Unavco Acedemic Research Infrastructure (ARI) Receiver And Antenna Test Report *Internet Adresi*: http//ftp.Unavco.ucar/pub/Unavco.doc/ARI test/ari test.ps

Zonguldak GPS Ağı Projesi Raporu, Haziran 1996 – İ.T.Ü.İnşaat Fakültesi

GePoS CEO, GPS Software Operating Instructions User Handbook

Leica GPS Alıcıları ve SKI (Static KinematicSoftware) *Manuel Kullanım Kitabı*

Internet : http://www.geotronics.se
e-mail: info@geotronics.se

Internet : http://www.ashtech.com

Internet : http://www.host.cc.utas.edu/ftp/pub/grg/graft/notes/gps.html

Internet : http://www.leica.com

ÖZGEÇMİŞ

10.03.1971 tarihinde İzmir'in Ödemiş ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ödemiş Lisesi'nde tamamladı. Lisans öğrenimini 1995 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı.

Şu anda özel bir şirkette Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisi olarak görev yapmaktadır.