

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GPS ÖLÇMELERİNDE UYGUN ÖLÇME SÜRESİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Sevki VURAL

Anabilim Dalı : JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ

Programı : GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ

MAYIS 2005

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GPS ÖLÇMELERİNDE UYGUN ÖLÇME SÜRESİNİN BELİRLENMESİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Sevki VURAL
(501021408)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29 Haziran 2005
Tezin Savunulduğu Tarih : 1 Haziran 2005**

**Tez Danismanı : Doç. Dr. Gaye KIZILSU
Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Muhammet SAHİN
Doç. Dr. Halil ERKAYA**

MAYIS 2005

ÖNSÖZ

Günümüzde diğer mesleklerde olduğu kadar haritacılık uygulamalarında da teknolojinin yer edinmeye başladığını görmekteyiz. Klasik haritacılık uygulamaları yerlerini yavaş yavaş daha pratik, daha ekonomik ve duyarlıklı olan teknolojik uygulamalara bırakmaktadır. İşte bu gelişen teknoloji içinde adı en çok duyulan teknik GPS'tir. Diğer bir deyişle uydular yardımıyla üç boyutlu konum belirlemeye yarayan Küresel Konum Belirleme Sistemi' dir. Bu pratik ve uygulaması kolay olan ölçme tekniğinin daha duyarlıklı ve daha kullanışlı hale getirilebileceği konusunda bir çok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmada, GPS ölçmelerinin nasıl daha ekonomik hale getirilebileceği, ölçüm süreleri açısından araştırılmıştır.

Bu çalışmayı yöneten ve bu kısa maratonda benden desteğini esirgemeyen hocam Doç. Dr. Gaye Kızılsu'ya ve değerli yardımlarından dolayı Prof. Dr. Muhammet Şahin ve Doç. Dr. Reha Metin Alkan'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmaya devam ettiğim sürece bana destek olan anne ve babama, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisi adayı olan kardesim Emre Vural' a ve Jeodezi ve Fotogrametri Yüksek Mühendisi Can Mertcan'a ayrıca bu tezin oluşturulması sırasında bana sabırla yardımcı olan arkadaşım Eda Efendigil' e teşekkür ederim.

Mayıs, 2005

Sevki Vural

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
SEKİL LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	x
ÖZET	xi
SUMMARY	xii
1. KÜRESEL KONUM BELİRLEME SİSTEMİ	1
1.1 GPS Hakkında	1
1.2 Küresel Konum Belirleme Sistemi Birimleri	2
1.2.1 Uzay birimi	2
1.2.2 Kontrol birimi	4
1.2.3 Kullanıcı birimi	4
1.3 GPS' te Kullanılan Sinyal Yapısı	5
1.4 Sistemin Uydu Yörüngeleri	5
1.4.1 Yayın efemerisi	6
1.4.2 Duyarlı efemeris	7
1.5 GPS Oturumları Öncesi Planlamalar	7
1.6 GPS ile Yapılan Ölçme Yöntemleri	9
1.6.1 Mutlak konum belirleme	9
1.6.2 Bağıl konum belirleme	10
1.6.2.1 Statik ölçme yöntemi	10
1.6.2.2 Hızlı Statik ölçme yöntemi	11
1.6.2.3 Tekrarlı ölçme yöntemi	11
1.6.2.4 Dur - Git ölçme yöntemi	12
1.6.2.5 Kinematik ölçme yöntemi	12
1.7 GPS Ölçmelerini Etkileyen Hata Kaynakları	12
1.7.1 Yörüngesel hatalar	13
1.7.2 Uydu ve alıcı saat hataları	14
1.7.3 Atmosferden kaynaklanan hatalar	15
1.7.4 Sinyal yansımalarından kaynaklanan hatalar	16
1.7.5 Faz sıçramalarından kaynaklanan hatalar	17
1.7.6 Anten faz merkezi kayıklığından kaynaklanan hatalar	18
1.7.7 Alıcılardaki gürültü (noise) etkisi	18
1.8 Ağ Ölçme Teknikleri	18
1.8.1 Radyal ölçmeler	18
1.8.2 Kapalı ağ ölçmeleri	19

1.9 GPS Ölçmelerinde Yapılan Gözlemler ve Gözlem Modelleri	19
1.9.1 Pseudorange (Kaba Kenar) ölçmeleri	20
1.9.2 Tasiyici faz ölçmeleri	22
1.10 GPS Gözlemlerinde Fark Alma Teknikleri	24
1.10.1 Tekli fark alma teknigi	24
1.10.2 Ikili fark alma teknigi	25
1.10.3 Üçlü fark alma teknigi	26
1.11 Duyarlikla Ilgili Terimler (DOP Degerleri)	27
1.12 Rinex Veri Formatı	29
2. GPS ÖLÇMELERİNİN DEGERLENDIRILMESI	30
2.1 GPS Yazilimleri	31
3. DIFERANSİYEL GPS	33
4. UYGULAMA	35
4.1 SCIGN (Güney Kaliforniya Entegre GPS ağı)	35
4.2 Uygulamada Kullanılan Donanımlar	37
4.3 Test Aglarının Olusturulması	38
4.4 Test Aglarının Ski Programıyla Degerlendirilmesi	39
4.4.1 SKI 2.3 GPS verileri degerlendirme programi	39
4.5 Test Aglarının Karsilastirilmesi	45
4.6 Test Aglari	46
4.6.1 Ag – 1	46
4.6.2 Ag – 2	48
4.6.3 Ag – 3	49
4.7 Sonuçlara Uygulanan Testler	50
4.7.1 Hotelling' in çok degiskenli t^2 testi	50
4.7.2 Hotelling' in çok degiskenli t^2 testi sonuçlari	52
4.8 Maliyet Analizi	54
5. SONUÇ	57
KAYNAKLAR	59
EKLER	61
ÖZGEÇMİS	110

KISALTMALAR

DGPS	: Diferansiyel GPS
DOP	: Duyarlilik Kaybi
GDOP	: Uydu Geometrisinin Hesaplanan Koordinatlarına ve Alici Saati Bilinmeyenine Toplam Etkisi
GKEGA	: Güney Kaliforniya Entegre GPS Ağı
GPS	: Küresel Konum Belirleme Sistemi
HDOP	: Uydu Geometrisinin Hesaplanan Yatay Koordinatlara (enlem ve boylam) Etkisi
IERS	: International Earth Rotation Service
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
NOAA	: National Oceanic and Atmospheric Administration
PDOP	: Uydu Geometrisinin Yatay ve Düşey Koordinatlara Etkisi
PRN	: Pseudo Random Noise
RINEX	: Receiver Independent Exchange Format
SCIGN	: Güney Kaliforniya Entegre GPS Ağı
SKI	: Leica Firmasına Ait Ticari GPS Yazılımı
SOPAC	: Scripps Orbit and Permanent Array Center
SPS	: Standart Konum Belirleme Servisi
TDOP	: Uydu Geometrisinin Zaman Bilgisine Etkisi
VDOP	: Uydu Geometrisinin Hesaplanan Nokta Yüksekliğine Etkisi
WGS84	: Dünya Jeodezik Sistemi-1984

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Yayın efemerisi parametreleri	6
Tablo 1.2. Tavsiye edilen DOP değerleri	28
Tablo 2.1. GPS yazılımının çalışma süreci	32
Tablo 3.1. DGPS ve GPS' te hata büyüklüğü karşılaştırılması	34
Tablo 4.1. Ag – 1' de kullanılan bazlar	47
Tablo 4.2. Farklı gözlem süreleri için Ag – 1'e ait dengeleme sonrası standart sapma sonuçları	47
Tablo 4.3. Ag – 2' de kullanılan bazlar	48
Tablo 4.4. Farklı gözlem süreleri için dengeleme sonrası standart sapma sonuçları	49
Tablo 4.5. Ag – 3' te kullanılan bazlar ve uzunlukları	50
Tablo 4.6. Örnek koordinat farkları	51
Tablo 4.7. Ag 1'e ait ve test sonuçları	53
Tablo 4.8. Ag 2'e ait test sonuçları ve dengeleme sonrası standart Sapmalar	53
Tablo 4.9. Ag – 1' e ait maliyet analizi	55
Tablo 4.10. Ag – 2' ye ait maliyet analizi	55
Tablo 4.11. Ag – 1 ile Ag – 3' ün karşılaştırılması	56
Tablo A.1. Ag – 1'in orta noktasına ait DOP Değerleri	62
Tablo A.2. Ag – 1' e 30 dakikalık gündüz gözlemlerine ait dengeleme Sonuç Dosyası	63
Tablo A.3. Ag – 1' e 30 dakikalık gece gözlemlerine ait dengeleme Sonuç Dosyası	65
Tablo A.4. Ag – 1' e 30 dakikalık yüksek GDOP gözlemlerine ait dengeleme Sonuç Dosyası.....	67
Tablo A.5. Ag – 1' e 1 saatlik gözlemlere ait dengeleme Sonuç Dosyası	69
Tablo A.6. Ag – 1' e 2 saatlik gözlemlere ait dengeleme Sonuç Dosyası	71
Tablo A.7. Ag – 1' e 3 saatlik gözlemlere ait dengeleme Sonuç Dosyası	72
Tablo A.8. Ag – 1' e 24 saatlik gözlemlere ait dengeleme Sonuç Dosyası	74
Tablo B.1. Ag 2' in orta noktasına ait DOP değerleri.....	80
Tablo B.2. Ag – 2 30 dakikalık ölçmelere ait dengeleme sonuçları	81
Tablo B.3. Ag – 2 30 dakikalık gece ölçmelerine ait dengeleme sonuçları	82

Tablo B.4.	Ag – 2 30 dakikalik yüksek GDOP ölçmelerine ait dengeleme Sonuçlari	83
Tablo B.5.	Ag – 2 1 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonuçlari	85
Tablo B.6.	Ag – 2 2 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonuçlari	86
Tablo B.7.	Ag – 2 3 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonuçlari	87
Tablo B.8.	Ag – 2 24 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonuçlari	88
Tablo C.1.	Ag – 3 30 dakikalik ölçmelerin dengeleme sonrası sonuçlari	93
Tablo D.1.	İller Bankası 2002 Yılı Birim Fiyatları	97
Tablo E.1.	Ag – 1 için 24 ve 2 saatlik baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi	98
Tablo E.2	Ag – 1 için 24 ve 3 saatlik baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi hesapları	99
Tablo E.3.	Ag – 1 için 24 ve 30 dakikalik baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi hesapları	100
Tablo E.4.	Ag – 1 için 24 ve 1 saatlik baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi hesapları	101
Tablo E.5.	Ag – 1 için 24 ve 30 dk.gece ölçmeleri baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi hesapları	102
Tablo E.6.	Ag – 1 için 24 ve 30 dk.yüksek GDOP ölçmeleri baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi hesapları	103
Tablo E.7.	Ag – 2 için 24 ve 30 dk. ölçmeleri baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi hesapları	104
Tablo E.8.	Ag – 2 için 24 ve 1 sa. ölçmeleri baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi hesapları	105
Tablo E.9	Ag – 2 için 24 ve 2 sa. ölçmeleri baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi hesapları	106
Tablo E.10.	Ag – 2 için 24 ve 3 sa. ölçmeleri baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi hesapları	107
Tablo E.11.	Ag – 2 için 24 ve 30 dk. gece ölçmeleri baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi hesapları	108
Tablo E.12.	Ag – 2 için 24 ve 30 dk. yüksek GDOP ölçmeleri baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi hesapları	109

SEKIL LISTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Sekil 1.1 : GPS' in Birimleri	2
Sekil 1.2 : GPS uydu yörüngeleri	6
Sekil 1.3 : Mutlak Konum Belirleme	10
Sekil 1.4 : Bagil Konum Belirleme	10
Sekil 1.5 : GPS sinyalinin atmosferde aldığı yol	16
Sekil 1.6 : Çok yolluluk hatasının oluşumu	17
Sekil 1.7 : Choke Ring anten	17
Sekil 1.8 : Radyal Ag Örneği	19
Sekil 1.9 : Kapalı Ag Örneği	19
Sekil 1.10 : Alicidan 4 uyduya yapılan kaba kenar ölçmeleri	22
Sekil 4.1 : Güney Kaliforniya Entegre GPS Ağı	36
Sekil 4.2 : SOPAC veri arşivinden dosyaların indirilmesi	36
Sekil 4.3 : Ağılarda kullanılacak noktalar hakkında bilgiler	37
Sekil 4.4 : Survey Design programı uydu görülebilirlik tablosu (1)	40
Sekil 4.5 : Survey Design programı uydu görülebilirlik tablosu (2)	41
Sekil 4.6 : Ski 2.3 programı ana menüsü	42
Sekil 4.7 : Rinex dosyalarının Ski programına eklenmesi	42
Sekil 4.8 : Ski 2.3 programın veri değerlendirme penceresi	43
Sekil 4.9 : Ski 2.3 programı dengeleme modülü	44
Sekil 4.10 : Dengeleme sonrasında hata elipsleri	44
Sekil 4.11 : Ag – 1	46
Sekil 4.12 : Ag – 2	48
Sekil 4.13 : Ag – 3	50
Sekil A.1 : Ag – 1 30 dk. gündüz ölçmelerine ait dengeleme sonrası hata elipsleri	76
Sekil A.2 : Ag – 1 30 dk. gece ölçmelerine ait dengeleme sonrası hata elipsleri	76
Sekil A.3 : Ag – 1 30 dk. yüksek GDOP ölçmelerine ait dengeleme sonrası hata elipsleri	77
Sekil A.4 : Ag – 1 1 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrası hata elipsleri	77
Sekil A.5 : Ag – 1 2 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrası hata elipsleri	78

Sekil A.6	: Ag – 1 3 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrası hata elipsleri	78
Sekil A.7	: Ag – 1 24 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrası hata elipsleri	79
Sekil B.1	: Ag – 2 30 dakikalik ölçmelere ait dengeleme sonrası hata elipsleri	89
Sekil B.2	: Ag – 2 30 dakikalik gece ölçmelerine ait dengeleme sonrası hata elipsleri	89
Sekil B.3	: Ag – 2 30 dakikalik yüksek GDOP ölçmelerine ait dengeleme sonrası hata elipsleri	90
Sekil B.4	: Ag – 2 1 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrası hata elipsleri	90
Sekil B.5	: Ag – 2 2 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrası hata elipsleri	91
Sekil B.6	: Ag – 2 3 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrası hata elipsleri	91
Sekil B.7	: Ag – 2 24 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrası hata elipsleri	92
Sekil C.1	: Ag – 3 30 dakikalik ölçmeler dengeleme sonrası hata elipsleri	96

SEMBOL LİSTESİ

Δr	: Uydu yörünge hatası
Δb	: Sonuçta baza etki edecek hata
r	: Uydu alıcı arası kaba uzaklık
b	: Baz uzunluğu
s	: Uydu
r	: Alıcı
t^s	: Uydudan gönderilen sinyalin çıkış zamanı
C	: Işık hızı
dt^s	: Uydu saat hatası
dt_R	: Alıcı saat hatası
N	: Tam sayı belirsizliği
S^1	: Uydu
Φ^s	: S uydusuna yapılan taşıyıcı faz ölçümü
j	: Üretilen taklit faz
j^{s1}	: GPS sinyalinin fazi
f_0	: Başlangıç frekansı
$T(t)$	: Saat zamanı
l_o	: Temel dalga boyu
$L_A^J(T_A)$	: Taşıyıcı faz
(I_A^J)	: İyonosferik gecikme
Z_A^J	: Troposferik gecikme
T	: Hotelling'in çok değişkenli t^2 test değeri
n	: Ölçme sayısı
p	: Değişken sayısı
m_0	: Ümit değeri

GPS ÖLÇMELERİNDE UYGUN ÖLÇME SÜRESİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Günümüzün gelişen teknolojisi ölçme tekniği alanında da kullanılmakta ve pratik çözümler sunmaktadır. Küresel konum belirleme sistemi GPS, dünyanın herhangi bir yerinde herhangi bir hava koşulunda duyarlıklı olarak konum belirlenmesine olanak sağlayan bir sistemdir. Gerek sivil kullanıcılar, gerekse askeri uygulamalar için bir çok kolaylık sağlamaktadır.

Yüksek duyarlılık gerektiren ölçme tekniği uygulamaları ve jeodezik uygulamalar, diğer yöntemlere göre daha duyarlıklı sonuçlar veren statik GPS tekniği ile yapılmaktadır. Bu ölçme yönteminde sabit duran bir alıcı ve bu alıcı ile eş zamanlı ölçüm yapan diğer alıcılar söz konusudur. Çok duyarlılık gerektirmeyen ölçmeler için ise GPS' in sunduğu Hızlı Statik, Dur-Git ve Tekrarlı Ölçme teknikleri pratik ve hızlı sonuçlar vermektedir. GPS tekniğinde kod ölçmeleri ya da faz ölçmeleri yapılarak konum belirlenmektedir. Bu gözlemlerden en duyarlıklı sonuçlar veren yöntem faz ölçmeleridir. Proje amacına göre seçilen gözlem tekniği bu gözlemlerin lineer kombinasyonları yani farkları kullanılarak istenmeyen bir takım hatalardan temizlenip daha duyarlıklı şekilde kullanılabilir.

Bu tezin amacı, pratik GPS ölçmeleri için uygun ölçme süresinin belirlenmesidir. Uygun ölçme süresi belirlenirken ağı geometrisi, gözlenen uyduların ufukta oluşturduğu geometri ve ölçmenin yapıldığı zamanın gece ya da gündüz olmasının nokta konum hataları üzerindeki etkileri de incelenmiştir.

Tezin 1. bölümünde GPS hakkında detaylı bilgilere yer verilmiştir. 2. bölümde GPS verilerinin değerlendirilmesi ve GPS yazılımları hakkında genel bilgilere değinilmiştir. 3. bölümde DGPS konusundan bahsedilmiştir. Uygulamanın verildiği 4. bölümde ise Güney Kaliforniya Entegre GPS Ağı'ndan seçilen noktalar ile oluşturulan 3 farklı GPS ağına ait 10 Eylül 2004 tarihinde yapılan ölçmelerin irdelenmesi gerçekleştirilmiş olup sonuç ve öneriler bölümünde de irdelenmenin sonucunda pratik ölçme sürelerine ait bir takım yorumlar yapılmıştır.

DETERMINING THE OPTIMUM OBSERVATION PERIOD OF GPS SURVEYING

SUMMARY

The developments in technology directly affect surveying techniques and offer many practical solutions. Nowadays, GPS has been used most commonly in surveying applications. GPS is a system which determines position for any point on earth in every weather condition with high precision. In addition, GPS technique provides many easiness not only for the civilian applications but also for the military applications.

Static survey is used for geodetic applications in which high precision is needed. The highest precision of all GPS surveying can be achieved with this technique. The basis of this survey is that there is a reference station and a rover station. Both stations' surveys are done in the same observation window. For the applications in which high precision is not needed; rapid-static, stop and go surveying can be used. These techniques are more practical and faster than static survey. In GPS surveying there are two methods for determining the position, code and phase measurements. The highest precision for determining the position can be achieved by phase measurements

The purpose of this study is to determine the optimum time session of GPS surveying. While determining the optimum time session of GPS surveying, the effects of point positioning are examined due to the geometry of network, the geometry of the satellites in view and the time of field survey (day or night).

In the first part, the information about GPS, how the system works, and the mathematical theories used in the study are overviewed. In the second part, the process of GPS data and general information about the software used in processing the data are examined. The information about differential GPS, similarities and differences from other GPS surveying techniques are introduced in the third part. In the fourth part, three Networks which are designed with points in the South California Integrated GPS Network are stated. The surveys done on September 10, 2004 for these three different Networks are compared. After the comparison of these surveys some comments are stated for the optimum time session of GPS surveying in this study. The application that is done for this study is also given in the fourth part.

1. KÜRESEL KONUM BELİRLEME SİSTEMİ (GPS)

1.1. GPS Hakkında

İnsanoglu ilk çağlardan bu yana bir çok sebeple kendi konumunu belirleme ihtiyacı duymuş, zaman içinde konum belirlemede çeşitli kesiflerde bulunulmuştur. Pusulanın icadi konum belirleme çalışmalarında teknolojik bulusların ilklerinden sayılabilir. Pusula konum belirlemede bir çok kolaylıklar sağlamasına rağmen kesin çözüm olamamıştır. Ölçme yöntemlerinin kesifleriyle beraber yıldız yapılan gözlemlerle konum ve zaman belirlenmeye başlanmıştır. Bu gözlemlerin sadece gece yapılabilmesi ise en büyük engeli oluşturmıştır. Fakat tüm bu yapılan kesifler insanoglunun konum belirlemeye olan ihtiyacını gidermede yeterli olamamıştır. Gün geçtikçe ilerleyen teknoloji konum belirleme sistemlerinde de yeni ufuklar açılmasına sebep olmuştur.

4 Ekim 1957' de uzaya fırlatılan ilk yapay uydu olan SPUTNIK- 1 konum belirlemede uydu temelli çalışmaların öncüsü olmuştur. Küresel Konum Belirleme Sistemi (NAVSTAR/GPS) günümüzde hem askeri hem de sivil amaçlı kullanılan ve Amerikan Savunma Dairesi tarafından geliştirilen bir sistemdir.

GPS alicisi bulunan herhangi bir kullanıcının, uydu sinyalleri yardımıyla;

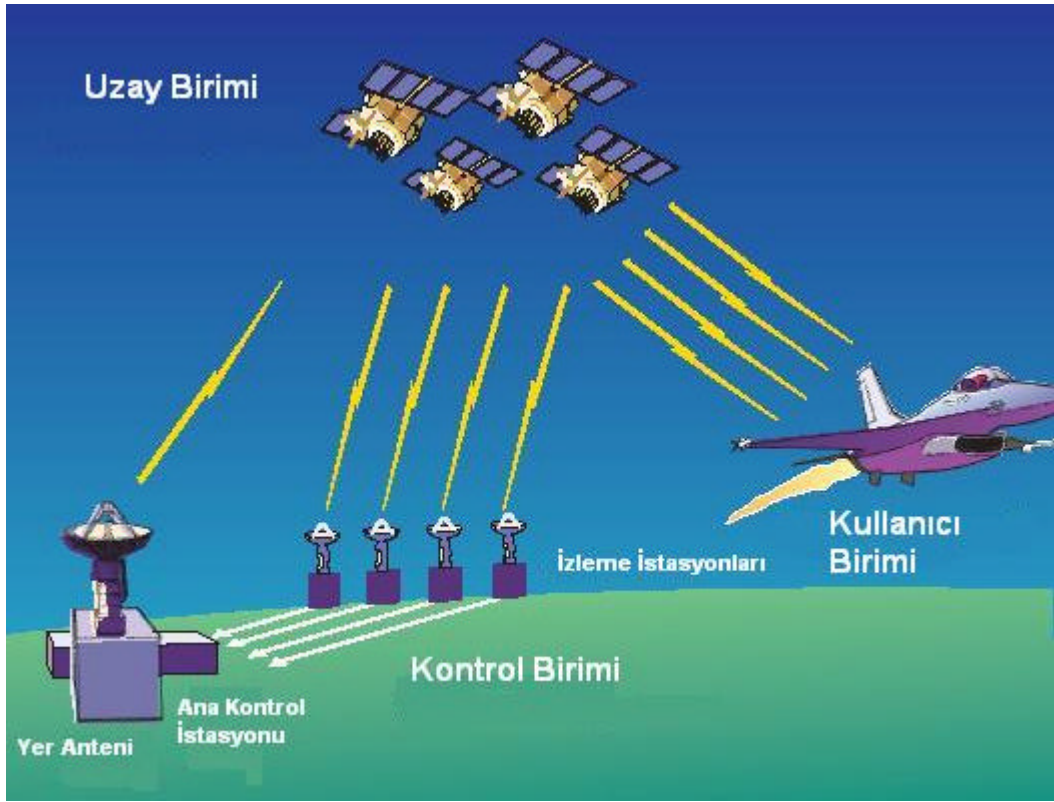
- Herhangi bir yer ve zamanda,
- Her türlü hava koşullarında,
- Global bir koordinat sisteminde,
- Yüksek duyarlılıkta,
- Ekonomik olarak,
- Anında ve sürekli konum, hız ve zaman belirlemesine olanak veren bir radyo navigasyon sistemidir **(Kahveci ve Yıldız, 2001)**.

GPS sisteminde kullanılan uydular yeryüzünden yaklaşık olarak 20.200 km yükseklikte yer alırlar. Temel navigasyon prensibi, kullanıcı ve 4 uydu arasında gerçekleştirilen pseudo kenar ölçmelerine dayanır. Koordinatları bilinen uydulardan kullanıcının bulunduğu noktanın koordinatları belirlenir. Temelde 3 adet kaba kenar ölçmesi yeterli olsa da alıcı ve uydu saat hataları yüzünden bir kenar ölçmesine daha gerek vardır. Bu sebepten dolayı en az dört uydunun gözlenmesi gerekir. Ölçülen bu kenarlara pseudo kenar denmesinin birinci sebebi, sinyalin atmosferik

etkilerden dolayı ışık hızında gidememesidir. İkinci sebep ise uydu ve alıcı saatlerinde olan kaçınılmaz hatalardır. Sistem, uydudan kullanıcıya (aliciya) olan mesafeyi, sinyalin yol aldığı süreyi ışık hızıyla çarparak hesaplar. Uydudan sinyalin çıktığı andaki süre kaydedilerek aliciya iletilir. Fakat bu süre, uydu ve alıcı saatleri birbirleriyle senkronize olmadıkları için sağlıklı olarak ölçülemez. Bu iki sebepten dolayı söz konusu hesaptan bulunacak mesafe de kaba bir mesafe olur.

1.2 Küresel Konum Belirleme Sistemi Birimleri

GPS sistemi uzay birimi, kontrol birimi ve kullanıcı birimlerinden oluşur.



Sekil 1.1: GPS' in Birimleri (The Aerospace Corporation)

1.2.1 Uzay birimi

Uzay birimi toplam 28 adet uydudan oluşur. Bu uydular ekvator ile 55 derecelik eğim yapan 6 yörünge düzlemi üzerine yerleştirilmiş yedek ve aktif uydulardır. Yedek uyduların bulunmasının amacı, görevini geçici olarak yerine getiremeyen aktif uyduların yerine devreye girmesidir. Tüm GPS uyduları uydu saat hatasını da içeren navigasyon mesajını, diğer uydulara ait konum bilgilerini, yörünge parametrelerine

iliskin bilgileri iki farkli tasiyici frekanstan yayinlar (L1, L2) ve kontrol bölümü tarafından yayinlanan bilgileri alır.

- Uydular yer merkezinden yaklasik olarak 26500 km, yer yüzeyinden yaklasik olarak 20200 km uzakliktadirlar.
- Yeryüzünde herhangi bir zamanda gözlenecek uydu sayisi 4 tür. Her uydu yaklasik 5 saat ufuk hattinda gözlenebilir. Türkiye bölgesinde enleme göre gözlenebilecek uydu sayisi degismekte olup birlikte gözlenebilecek uydu sayisi en çok 10' dur.
- Ortalama yildiz zamani ve ortalama güneş zamani arasinda günlük 4 dakikalik fark nedeniyle her uydu bir sonraki gün 4 dakika erken gözlenmektedir **(Kahveci ve Yildiz, 2001)**.

GPS uydularinin toplam alti farkli tipi mevcuttur. Bunlardan Blok I, II, IIA, IIR, uydulari su anda aktif olarak görev yapmaktadirlar. Blok IIF uydularinin yörüngeye yerlestirilmesi için planlanan zaman 2005 ve 2010 yillari arasindadir. Blok III uydulari ise henüz tasarim asamasinda olup 2011 yilindan itibaren yörüngelerine yerlestirilmesi düşünülmektedir.

Her uydu ana kontrol birimi tarafından hesaplanan ve yer antenleri vasitasiyla gönderilen kendi yörünge bilgilerini alır. Düzeltimis zaman bilgilerini de içeren sinyali, kullanicilarin almasi için yayinlar. Yayinda kullanılan temel frekans 10,23 MHz' liktir. L1 sinyali $154 \times 10,23 \text{ MHz} = 1575,42 \text{ MHz}$ ' tir ve 0,190 m' lik bir dalga boyuna sahiptir. L2 sinyali ise $120 \times 10,23 \text{ MHz} = 1227,60 \text{ MHz}$ ' tir ve 0,244 m' lik bir dalga boyuna sahiptir. Uydular her iki frekansta sinyaller göndermektedirler. L1 sinyali P Kod ve C/A kodlariyla modüle edilmektedir. L2 sinyali ise sadece P kodu ile modüle edilmektedir. 2005 yilindan itibaren yörüngeye yerlestirilmesi planlanan Blok IIF uydulari yeni L5 sinyalini L1 ve L2 sinyalleri ile beraber yayinlamaya baslayacaklardir. L5 sinyalinin frekansi ise 1176.45 MHz' dir **(Adams, 2004)**.

Alicilarin uydulari sorunsuz olarak algilaması ve hesaplamalarda bir karisiklik olusmaması için uydularin birbirlerinden kesin olarak ayirt edilmeleri gerekmektedir. Bunun için, NASA katalog numarasi, PRN (Pseudo Random Noise) kodlari, yörünge konum numaralari gibi çeşitli numaralandirma yöntemleri kullanilmistir. Bunlar içinden en çok kullanılanı uydu PRN kodlarına göre yapılan numaralandirmadir. Bu PRN kodlari ayrıca RINEX verilerinde de kullanılmaktadır.

1.2.2 Kontrol birimi

Kontrol birimi, dünya üzerinde, farklı bölgelere kurulmuş, tüm GPS sisteminin izlenmesinden ve kontrolünden sorumlu 5 adet yer kontrol istasyonundan oluşmaktadır;

- Schriever Air Force Base, Colorado
- Kwajalein, Pasifik Okyanusu
- Diego Garcia, Hint Okyanusu
- Ascension, Atlantik Okyanusu
- Hawai, Pasifik Okyanusu.

Colorado' da bulunan istasyon ana kontrol istasyonudur. Kwajalein, Diego Garcia ve Ascension istasyonları yer gözlem merkezleridir. Hawai' de bulunan istasyon ise uydu gözlem amaçlı çalışmaktadır.

Tüm bu kontrol merkezleri uydu sistemini izleyip kontrol etmek, uydu bilgilerini ve saatlerini denetlemek, uydu yörünge bilgilerini güncellemek ve sistem zamanını belirlemek gibi görevleri yerine getirirler. Ana kontrol istasyonu dışında kalan istasyonlarda ayrıca uydulara gerekli efemeris bilgilerini ve saat sapma düzeltmelerini göndermek için kullanılan yer antenleri de mevcuttur.

1.2.3 Kullanıcı birimi

GPS sisteminin kullanıcı birimi, ordu ve sivil amaçlı kullanılan ve GPS sinyallerini alan alıcılardan oluşmaktadır. GPS' in temel olarak kullanıcılara sunduğu 3 ana fonksiyonu bulunmaktadır. Bunlardan birincisi olan navigasyon yada basit yön belirleme işlevini gemiler, uçaklar, taksiler vb. taşıtlar kullanmaktadır. Hassas konum belirleme işlevi, tektonik hareketlerin saptanması, deformasyon ölçmeleri ve yeryüzü ölçmeleri amaçlı çalışmalarda kullanılmaktadır. Zaman ve frekans dağıtma işlevleri ise astronomik gözlemlerde ve telekomünikasyon hizmetlerinde kullanılmaktadır. Tüm bu kolaylıklardan sivil ve ordunun çeşitli birimleri faydalanmaktadır.

GPS alıcıları gözlediği veri tipine göre dörde ayrılır;

- C/A Kod kaydeden alıcılar
- C/A kod ile L1 fazını kaydeden alıcılar
- C/A kod ile L1 ve L2 fazlarını kaydeden alıcılar

- C/A kod, P kod/Y kod ve L1, L2 fazlarını kaydeden alıcılar.

GPS alıcıları, kanallarının teknik özelliklerine göre;

- Çok kanallı alıcılar
- Sıra izlemeli alıcılar
- Hızlı sıra izlemeli alıcılar olarak üçe ayrılırlar.

1.3 GPS' te Kullanılan Sinyal Yapısı

GPS sisteminde uydular 2 farklı mikrodalga sinyal yayarlar. Bunlar daha önce de bahsedildiği gibi

- L1 (1575.42 MHz)
- L2 (1227.60 MHz)' dir

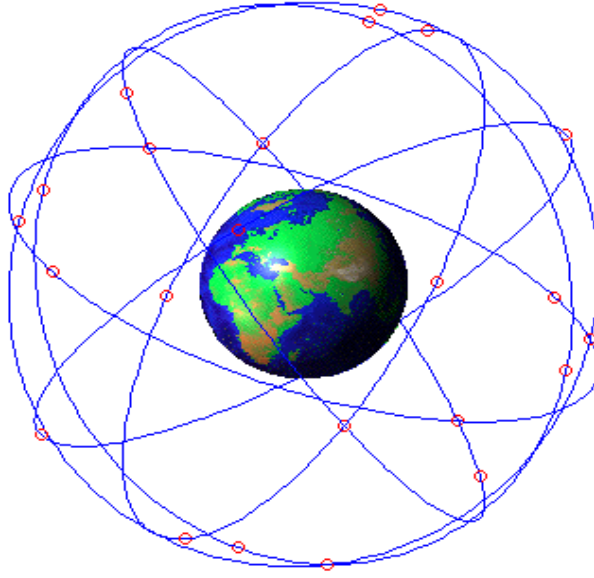
İki farklı frekansta sinyal kullanılmasının faydaları bulunmaktadır. L1 frekansının herhangi bir sebeple kesilmesi durumunda L2 frekansı yedek frekans olarak görev yapabilmektedir. Ayrıca bu iki sinyal iyonosferde farklı miktarlarda gecikmeye uğrayacaklarından dolayı iyonosferik gecikmeler ve bunlara bağlı düzeltmeler kolaylıkla hesaplanabilmektedir.

L1 ve L2 sinyalleri navigasyon mesajları ve kodlarla modüle edilmiştir. Bu frekanslar bu modülasyonlarla uydu saat hataları, yörünge düzeltmeleri gibi verileri kullanıcılara gönderirler. Bu modülasyonda ayrıca uydulara PRN (Pseudo Random Noise) adlı birer kod numarası da verilmiştir.

1.4 Sistemin Uydu Yörüngeleri

GPS uydu yörüngelerine efemeris denir. Bu efemerisler navigasyon mesajının bir parçası olarak bu mesaj içinde yer alır. Bu efemeris verileri anlık konum belirleme çalışmalarında kullanılabilir. GPS verilerinde duyarlılık konum belirleme için oturumlar sonrası büroda veri işleme yapılmaktadır. Bu veri işleme sırasında kullanılacak uydu efemeris verileri, navigasyon mesajında bulunan veriler değil, daha duyarlı uydu yörünge bilgileridir. Bu duyarlı efemeris bilgilerine GPS oturumları

sonrasi internet ortamından navigasyon mesajlarıyla beraber ulasilabilmektedir. Efemeris verileri ile ilgili dosyalar sp3 uzantilidir.



Sekil 1.2: GPS uydu yörüngeleri (Visibility of GPS Satellites)

1.4.1 Yayın efemerisi

Yayın efemeris bilgileri GPS kontrol istasyonlarından toplanan kaba kenar gözlemlerinden üretilmektedir. Yayın efemerisi WGS84 sistemindedir. Yayın efemerisi anlık olarak yayınlanmakta ve 12 ile 36 saat arasında bir süre için geçerli olmaktadır. Bu geçerlilik süresi her yayın efemerisi içinde kullanıcıya bildirilmektedir. Yayın efemerisi parametreleri tablo (1.1) ' de gösterilmiştir.

Tablo 1.1: Yayın efemeris parametreleri

Parametre	Açıklaması
AODE (IODE)	Efemeris verileri geçerlik süresi
T_{oe}	Efemeris referans epoku
$\sqrt{a}, e, M_o, w_o, i_o, \Omega_o$	Toe anındaki Kepler elemanları
Δn	Ortalama hareketin hesaplanan degerden farkı
$di / dt(IDOT)$	Egim açisi degisim orani
Ω	Yükselen düğüm noktası rektasansiyonundaki degisim orani
C_{uc}, C_{us}	Perige argümanı için düzeltme katsayıları
C_{rc}, C_{rs}	Jeosentrik uzaklık için düzeltme katsayıları
C_{ic}, C_{is}	Egim açisi için düzeltme katsayıları

Yayın efemerisi sayısal integrasyon yöntemiyle hesaplanmakta, hesaplanan yeni elemanlar her iki saatte bir yayınlanmaktadır (**Kahveci ve Yildiz, 2001**).

1.4.2 Duyarlı efemeris

Duyarlı efemeris verileri daha önce de bahsedildiği gibi duyarlı sonuçlar elde etmek için kullanılan, herkese açık verilerdir. Bu verilerin üretilmesinden ABD NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) sorumludur.

Duyarlı efemeris verileri IERS noktalarına ait (garner.ucsd.edu) duyarlı koordinatlar kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu veriler günümüze kadar bir çok değişik formatlarda kullanıcıya sunulmuştur. SP1, ECF1, SP2, ECF2, EF13 formatları bunlardan ilk kullanılanlarıdır. İkinci jenerasyon olarak adlandırılan veri formatları ise SP3, ECF3, EF18' dir. Bu formatlardan veri işlemede en çok kullanılanı SP3 formatıdır. Günümüzde bu formatın yeni versiyonu olan SP3c formatı da kullanılmaya başlanmıştır.

Örneğin; SP3 formatında bir veri "lgs12865.sp3" şeklindedir. Burada 1286 GPS haftasını, 5 rakamı ise bu GPS haftasının 6. güne ait duyarlı uydu yörünge bilgilerini içerdiğini göstermektedir.

1.5 GPS Oturumları Öncesi Planlamalar

Bu bölümde GPS ölçmeleri öncesi yapılacak planlamalar ve ölçü doğruluğunu arttırmak için gereken adımlardan kısaca bahsedilecektir. GPS ölçme yöntemi günümüzde kullanım kolaylığından dolayı diğer jeodezik ölçme yöntemlerine göre daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır. Jeodezik amaçlı yapılan ölçmelerde konum doğruluğunun diğer ölçmelere göre daha yüksek olması gerekmektedir. GPS ölçülerinde de planlama doğru ve yüksek konum duyarlılığı sağlanacak şekilde yapılmazsa istenilen presizyona hiçbir zaman erişilemez. GPS ölçmeleri diğer ölçmelerden çok farklıdır. Hava koşullarından klasik ölçmeler kadar etkilenmez ve noktaların klasik yöntemlerde olduğu gibi birbirini görmesi gerekmez. Bu nedenle GPS ölçmeleri farklı bir planlama ve değerlendirme tekniği gerektirir. Yapılacak proje ne amaçla olursa olsun ağ noktalarının yerleri ve ölçüm zamanları seçilirken aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir.

- Ölçüm yapılacak noktaların sağlam zeminde olmalarına dikkat edilmelidir.

- Eger mümkünse noktalar seçilirken kolay ulaşılabilir yerlerde olmalarına dikkat edilmelidir.
- Noktaların yakınlarında yüksek gerilim hattı olmamasına özen gösterilmelidir.
- Sık ağaçların yada binaların bulunduğu bölgelerde mümkün olduğu kadar ölçme yapılmamalıdır.
- 15° yükseklik eğim açısı yada daha üzerinde gökyüzünün açık olması gerekmektedir.
- Ölçme yapılacak gün ve saat seçilirken önceden hazırlanan ve bulunulan bölgeye ait o zaman içindeki uyduların gökyüzünde olan dağılımları ve ölçme süresince gözlenecek uydu sayılarını gösteren kaynaklar incelenip bu kriterler içerisinde bir seçim yapılmalıdır. Uydu sayısının 4 veya üzeri, ayrıca uyduların gökyüzüne dağılımlarının homojen olduğu saatler seçilmelidir. İzlenecek olan uyduların her birinin farklı bir çeyrek dairelere yayılmış olması en sağlıklı sonuçların elde edilmesi için önemli bir etkidir.

GPS ölçmesi seansına başlamadan önce yukarıda verilen genel esaslar dışında aşağıda yazılı olan etkenlere de dikkat edilmelidir. Ancak böylece istenilen doğruluk standartlarına ulaşılmış olur **(Acharya, 1994)**.

- Olabilecek en fazla sayıda yatay ve dikey kontrol noktası kullanılmalıdır.
- Ağ kontrol noktalarının konumu iyi seçilmiş olmalıdır.
- Mevcut kontrol noktalarına olan doğrudan uzaklık, kontrol noktasının konum doğruluğuyla orantılı olmalıdır. (Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğine göre kontrol noktalarına olan uzaklık 30 km ise kontrol noktası A derece, 10 km ise B derece, 5 km ise C derece olmalıdır.)
- Kullanılacak alıcıların tipi ölçme amacına uygun olmalıdır.
- Es zamanlı ölçme yapacak ağların sayısı iyi belirlenmelidir.
- Ölçme oturumlarının periyotları uygun düzeyde seçilmiş olmalıdır.
- Tekrarlı baz ölçmelerine karar verilmelidir.
- Meteorolojik veriler ölçülmelidir.

- Anten tiplerinin amaca göre seçilmesine ve dikkatli kurulmasına özen gösterilmelidir.

Oturumlar öncesinde yapılacak planlamanın önemli bir adımı yukarıda da bahsedildiği gibi günlük ölçme periyodu ve bu periyodun yapılacağı saat aralıklarının seçilmesi işlemidir. Aynı anda maksimum uydu sayısının görülebildiği gözlem penceresi en uygun ölçme zamanlarıdır. En doğru sonuçların alınabilmesi için tespit edilmesi gereken optimum pencere, GPS firmalarınca üretilen yazılımlar ve azimut yükseklik tabloları kullanılarak belirlenebilmektedir.

Alici tarafından izlenen uydular kümesinin ufukta oluşturduğu 3 boyutlu şekil, nokta konum doğruluklarına doğrudan etki etmektedir. Bu 3 boyutlu şekil için GDOP bir ölçü olarak kabul edilmektedir. GDOP sadece bir noktaya ait anlık geometriyi göstermektedir. GDOP altıdan küçük olduğu zamanlarda iyi, altıdan büyük olduğu zamanlarda ise kötü olarak değerlendirilmektedir.

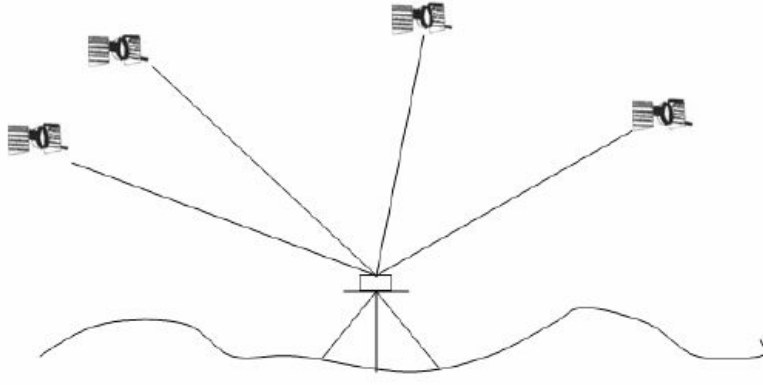
1.6 GPS ile Yapılan Ölçme Yöntemleri

GPS ile konum belirlemede temel, alıcı-uydu uzaklıklarının hesaplanması ve bu hesap sonucu bulunan değerin uzay geriden kestirmede kullanılmasıdır. GPS ile konum belirlemede amaca göre kullanılacak bir çok yöntem mevcuttur.

1.6.1 Mutlak konum belirleme

Mutlak konum belirleme adından da anlaşılabileceği gibi tek bir alıcı kullanarak 4 ya da daha fazla uyduya yapılan kod gözlemleri ile alıcının konumunun belirlenmesidir.

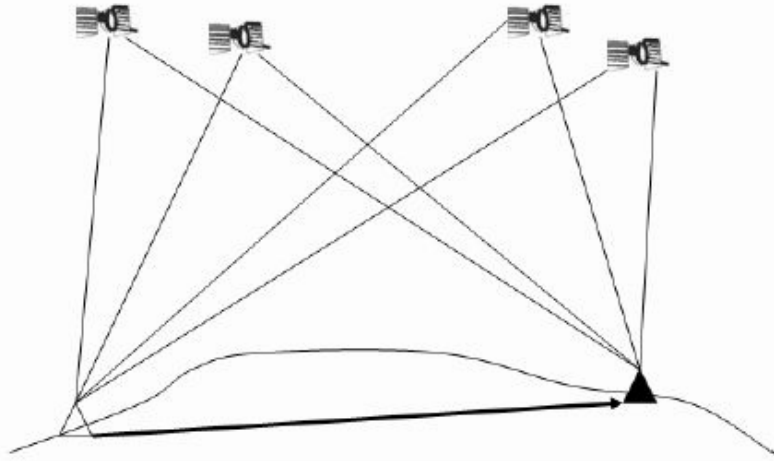
Bu yöntemde uydudan çıkan sinyalin alıcıya varana kadar geçirdiği zaman belirlenir. Bu zaman ışık hızıyla çarpılarak uydu ile alıcı arasındaki uzaklık hesaplanır. Daha sonra bu uzaklık ve uyduların belli bir koordinatları kullanılarak uzay geriden kestirme ile noktanın konumu belirlenmiş olur. Burada belirlenen alıcı konumu uyduların gökyüzündeki dağılımı ile orantili olarak hesaplanır. Bu yöntemde alıcı hareketli ise kinematik konum belirleme adını almaktadır.



Sekil 1.3: Mutlak Konum Belirleme (Mertcan, 2005)

1.6.2 Bagil Konum Belirleme

Bagil konum belirlemede koordinati bilinen bir noktaya bagli olarak diger noktanin koordinatlari belirlenir. Yani bu iki nokta arasi baz vektörü belirlenmis olur. Bu yöntemde iki farkli noktada bulunan alicilarin es zamanli yapilmis kod yada faz ölçmeleri kullanilir. Bagil konum belirlemede elde edilen dogruluk, mutlak konum belirlemede elde edilen dogruluga göre daha iyidir.



Sekil 1.4: Bagil Konum Belirleme (Mertcan, 2005)

1.6.2.1 Statik ölçme yöntemi

Statik ölçme yöntemi temelde bagil ölçme yöntemidir. Iki yada daha fazla alicidan es zamanli ölçmeler yapilir. Istenirse sabit olan noktalarda bir tanesi tüm oturumlar

boyunca açık tutulur ve ölçmeye devam edilir. Bu esgüdümlü ölçmeler çeşitli varyasyonlarda kullanilip istenilen bazlar ölçülür.

Statik ölçme yöntemi günümüzde en çok kullanılan ve yüksek doğruluklu (5mm+1ppm) sonuçlar elde edilmesine olanak sağlayan bir ölçme yöntemidir. Statik ölçme yöntemiyle, uyduların gökyüzünde olan dağılımları uygun olmadığı zamanlarda veya çok uzun bazlar söz konusu olduğunda bile yüksek doğruluklar elde edilebilmektedir.

Statik Ölçmeler, yüksek doğruluk gerektiren bir çok bilimsel çalışmada (yerkabugu hareketlerinin belirlenmesi, deformasyon analizi) kullanılmaktadır. Oturum süreleri istenen duyarlılığa göre değişmesine rağmen genelde en az bir saat olmaktadır. Değerlendirme işlemi ise ticari yada bilimsel bir yazılımla oturumlar sonrası büroda yapılmaktadır.

1.6.2.2 Hızlı statik ölçme yöntemi

Bu yöntemde koordinati bilinen referans noktası üzerindeki alıcı tüm ölçümler boyunca açık olur ve veri toplamaya devam eder. Bu ölçümler esnasında diğer alıcılar da bu oturumlar süresince diğer noktalarda çok kısa süreli ölçümler yaparlar. Bu yöneme hızlı statik denmesinin sebebi, referans noktası dışında noktalarda alıcıların çok kısa süreli ölçümler yapmasıdır. Ölçüm sürelerinin kısa olmasından dolayı ekonomik bir yöntemdir. Ayrıca referans noktası dışındaki noktalarda yapılan ölçüm süreleri, uydu sayılarının artmasıyla azaltılabilir. Uygun şartlarda bu yöntemin baz ölçüm doğruluğu (5mm – 10mm + 1 ppm) 'dır. Bu yöntemde ölçüm süreleri çok kısa olduğundan tamsayı belirsizliğini çözmek için Fara algoritması gibi özel algoritmalar geliştirilmiştir.

1.6.2.3 Tekrarlı ölçme yöntemi

Bu yöntemle aynı süre içinde kinematik yöntemdekine oranla daha az, statik yöntemdekine oranla ise daha fazla nokta ölçülebilmektedir. Bu yöntem, bir yada iki saatlik bir ölçme süresinin başında ve sonunda, değişen uydu geometrisinden yararlanabilmek için, bir noktanın birkaç dakika süreyle iki defa ölçülmesi esasına dayanır. Bir noktadan diğerine gidilirken alıcıların uyduyu izlemeye devam etmesi gibi bir zorunluluğu yoktur. Ölçme zamanı olarak PDOP değerinin en küçük olduğu periyotlar seçilmelidir. Bu yöntem en iyi sonuçları 10 km' ye kadar olan bazlarda vermektedir. Her bir nokta en az 10'ar dakikalık süreler ile iki defa ölçülmeli ve iki

ölçü arasında en az bir saat fark olmalıdır. İki ölçü en fazla 4 saat içerisinde tekrar edilmelidir. Bu yöntem izlenen uyduların olusturduğu kümenin 3 boyutlu geometrisinin zayıf olduğu durumlarda veya tek frekanslı alıcılar kullanılırken uygun bir ölçme tekniğidir. Bu ölçme yönteminde doğruluk uygun şartlarda (10 mm + 1 ppm) ' dir (Kahveci ve Yıldız, 2001).

1.6.2.4 Dur - Git ölçme yöntemi

Bu ölçme yönteminde yine bir alıcı koordinatı bilinen bir noktada sabit ve sürekli ölçüm yapar konumda kalır. İkinci alıcı ise diğer noktalarda teker teker dolasıp 10-15 saniyelik ölçmeler yapar. Fakat başlangıçta faz belirsizliğini çözebilmek amacı ile ilk noktada birkaç dakikalık ölçme yapılır, ölçme yapıldıktan daha sonra alet hiç kapatılmadan diğer noktalardaki ölçmelere başlanır. Eğer bu noktalar arası dolasma sırasında veri toplamada bir kesilme olursa yada gözlenen uydu sayısı dörtten aşağı düşecek olursa ilk noktadaki faz belirsizliği diğer noktalara tasınamayacağından dolayı bir sonraki noktada yine bir kaç dakikalık ölçüm yapılarak faz belirsizliğini çözmek için yeterli veri toplanır ve ölçmeye devam edilir. Bu yöntemde elde edilebilecek baz ölçme doğruluğu (1-2 cm + 1 ppm)' dir.

1.6.2.5 Kinematik ölçme yöntemi

Dur-git ölçme yöntemine biraz benzemektedir. Burada amaç dur-git yönteminde olduğu gibi daha önceden belirlenen noktaların koordinatlarını belirlemek değildir. İkinci alıcının gezdiği güzergah üzerinde belirli zaman aralıkları ile nokta konumları belirlenmektedir. Dur-git yönteminde olduğu gibi faz belirsizliğinin çözümü önemlidir. Bu belirsizliği çözebilmek için ölçme başlangıcında ve ölçmenin kesintiye uğradığı yerlerde birkaç dakikalık ölçmelerin yapılması gerekmektedir. Hızlı ölçme işlemlerinden de anlaşılabileceği gibi eğer projenin amacına uygun ise bu yöntemde, zaman açısından oldukça ekonomik bir yöntemdir. Bu yöntemle elde edilebilecek baz ölçme doğruluğu (1-2 cm + 1 ppm)' dir.

1.7 GPS Ölçmelerini Etkileyen Hata Kaynakları

Küresel konum belirleme sisteminde hataları oluşturan bir çok kaynak vardır. Bu hatalar genel olarak şu şekilde sıralanabilir.

- Yörüngesel Hatalar

- Uydu ve Alıcı Saat Hataları
- Atmosferden Kaynaklanan Hatalar
- Çok Yolluluktan Kaynaklanan Hatalar
- Faz Sıçramalarından Kaynaklanan Hatalar
- Anten Faz Merkezinden Kaynaklanan Hatalar
- Alıcıların Gürültü (Noise) Hataları (**Arpin, 2002**).

1.7.1 Yörüngesel hatalar

Daha önceki uydu yörüngeleri konusunda denildiği gibi alıcı tarafından toplanan navigasyon mesajı içerisinde bulunan uydu yörünge bilgilerinin doğruluğu düşük ve jeodezik amaçlar için kullanılmaya uygun değildir. Bu düşük duyarlıklı olan navigasyon mesajından kaynaklanan konum hatası yörüngesel hatadır. Uydu yörüngelerinden kaynaklanan hatalar diğer hatalar gibi kolaylıkla elenemez ve fark edilmesi zordur. Bu hatanın yok edilmesi uydu yörüngelerinin daha duyarlıklı olarak hesaplanması ile mümkündür.

GPS kontrol birimi uydulara konum bilgilerini belirli aralıklarla yüklemekte, uydu konumları bu birimler tarafından yapılan kestirimler sonucu belirlenmektedir. En son yükleme yapılan zamandan ne kadar uzaklaşırsa yapılan kestirimdeki hata bu ölçüde artacaktır.

Kullanıcılar açısından uydu yörünge hatalarının aşağıdaki bağıntıda olduğu gibi bir etkisi olmaktadır.

$$\frac{\Delta b(m)}{b(km)} = \frac{\Delta r(m)}{r(km)} \quad (1.1)$$

(**Kahveci ve Yıldız, 2001**). Burada;

Δr = uydu yörünge hatası,

Δb = sonuçta baza etki edecek hata,

r = uydu alıcı arası kaba uzaklık,

b = baz uzunlugunu göstermektedir.

Burada uydu alici arasindaki mesafe yaklasik olarak 20000 km olarak alinirsa 10 km ye kadar olan bazlarda, 2.5 m' lik efemeris hatasi 1 mm konum hatasina sebep olmakta bu nedenle göz ardi edilebilmektedir. Fakat baz mesafesi arttikça ayni yörünge hatasi daha büyük bir baz ölçüm hatasina neden olmaktadır. Büyük mesafeli bazlarda olusan büyük hatalar jeodezik çalışmalar için çok fazladir.

Uydu yörüngesinin dogru olarak hesaplanmamasindan kaynaklanan hatalar uyduya etki eden kuvvetlerin çok iyi düşünülerek modellenmesi ve hesapların bu sartlar altında yapılması ile elemine edilebilir yada olabilecek en az seviyeye indirilebilir.

1.7.2 Uydu ve alici saat hatalari

GPS' te ölçülen mesafelerin dogruluğu zamanin duyarlikli olarak ölçülmesi ile dogru orantilidir. Hem uydular hem de alicilar kendi saatleri ile donatilmistir. GPS uydularında kullanılan atom saatleri nitelikli ve yüksek duyarlikli saatlerdir. Bu atom saatlerine nazaran alicılarda kullanılan quartz saatleri daha az duyarlikli saatlerdir. Alicılarda daha az duyarlikli saatlerin kullanilmasının ana nedeni alicıların maliyetlerini mümkün olduğunca azaltabilmektir.

Uydu saat hatasi hem P kod hem de C/A kod kullanıcılarını ayni şekilde olumsuz yönde etkilemektedir. Bu etki uydunun konumu ve dogrultusundan bagimsizdir. Uydu saat hatasının uydunun konumu ve dogrultusundan bagimsiz olması daha sonra anlatılacak olan Diferansiyel GPS gözlemleri için önemlidir **(Wormley, 2004)**.

Uydu saat hatasi Kontrol Bölümü tarafından denetlenmekte ve saat düzeltmeleri olarak navigasyon mesajına yüklenmektedir. Kontrol bölümünün bu hatayı sürekli olarak denetlemesinin ve arastirmasının sebebi, alici ile uydu arasindaki mesafeyi daha duyarlikli hesaplarken oluşabilecek hatayı mümkün olduğunca azaltmak ve GPS zamanı ile arasindaki 30 nanosaniyelik senkronizasyonu saglamaktır.

Uydulara yerlestirilmiş olan saatlerin prezisyonu sistemin kendi iç dogruluğunu göstermektedir. Blok I ve Blok II uydularında atomik saatler kullanılmaktadır. Bu uydulara iki adet rubidyum ve iki adet cesium saat yerlestirilmistir. Blok II uyduları Blok I uydularına göre daha yüksek saat duyarlılığına sahiptirler **(Hoffman ve Wellenhopf, 1993)**. Yeni jenerasyon olarak adlandırılan Blok IIR uydularda ise

hidrojen maserler¹ kullanılmaktadır ve diğer uydu saatlerine göre on kat daha hassastır.

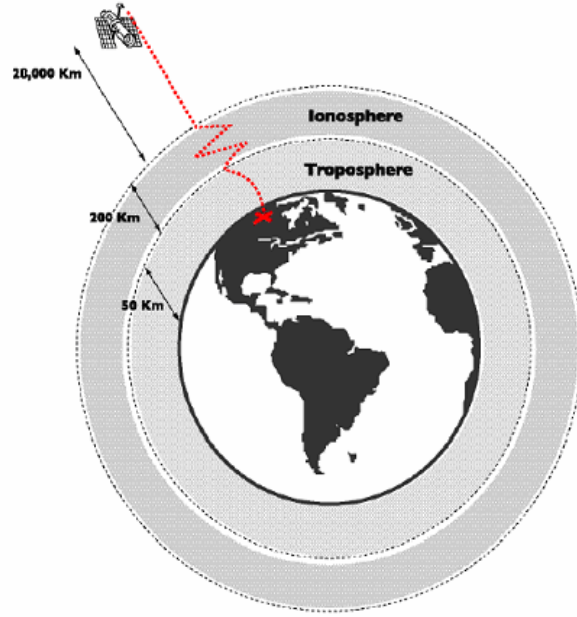
Başlıkta bahsedilen alıcı saat hatası ise uydu saat hatasına göre farklı yöntem kullanılarak hesaplanabilmektedir. Alıcı saat hatasını bilinmeyen olarak dengelemeye sokarak bu hatayı da hesaplamak mümkündür.

1.7.3 Atmosferden kaynaklanan hatalar

GPS uydusundan çıkan sinyal yaklaşık olarak 20000 km'lik bir yol kat etmekte ve bu yolculuk sırasında yeryüzünün iyonosfer ve troposfer tabakalarından geçmektedir. Atmosferin farklı tabakaları arasındaki farklı kırılma indisleri nedeniyle atmosferden geçen bu sinyalin hızında, frekansında ve doğrultusunda değişimler olmakta bu değişimler ve sapmalar, yükseklikte önemli hatalara sebep olmaktadır. Özellikle troposferde oluşabilecek 1 cm'lik gecikme yüksekliğin belirlenmesinde 3 cm'lik bir hataya neden olmaktadır. Şekil (1.5) de görüldüğü gibi GPS sinyalinin atmosferde ilk uğradığı tabaka iyonosfer tabakasıdır. İyonosfer adından da anlaşılacağı gibi içerisinde serbest elektronlar içermektedir. Bu elektronların yoğunluğu elektromanyetik dalgaların yayılmasına etki edecek kadar fazladır ve mevcut elektron yoğunluğu GPS sinyalinin yayılmasını olumsuz yönde etkilemektedir.

Gözlenen uyduların yükseklik açılarının iyonosferde oluşan sapmanın büyüklüğü üzerinde bir etkisi vardır. Düşük olan yükseklik açıları iyonosferde daha büyük sapmalara neden olmaktadır.

¹ Maser : Elektromanyetik dalgalar meydana getiren ya da bu dalgaları kuvvetlendiren bir aygıt



Sekil 1.5: GPS sinyalinin atmosferde aldigi yol (Arpin, 2002)

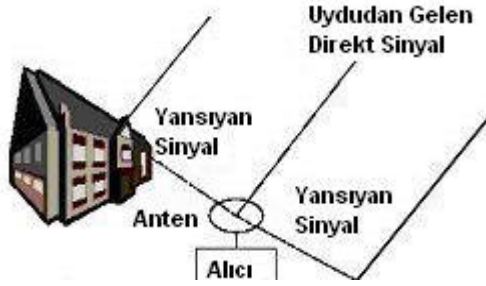
İyonosferde oluşan sapmalar sinyalin frekansına bağlı olarak değişmektedir. Yani farklı frekanslı sinyaller iyonosferde farklı olarak sapmaya uğramaktadırlar. Bu özellik iyonosferde oluşan gecikmeyi analiz etmek için iki farklı frekanslı sinyalin yeterli olacağını anlatmaktadır. GPS sinyallerinden L1 ve L2'yi beraber kullanarak yani kod ve faz ölçmeleri beraber kullanılarak iyonosferde oluşan sapmalar tespit edilebilir.

Yukarıda anlatıldığı gibi sinyalin ilk uğradığı tabaka iyonosferdir. Daha sonra sırasıyla mezosfer, stratosfer ve troposfer tabakalarından geçmektedir. Troposfer tabakasında gecikmeye uğrayan sinyalin analizini yapmak iyonosferde olduğu gibi kolay değildir. Çünkü troposferde oluşan sapmalar sinyalin hızına ya da frekansına bağlı olarak değişmemektedir. Buradan da anlaşılabileceği gibi çift sinyal kullanılarak bu tabakada oluşan gecikme tespit edilememektedir. Troposferde oluşan sapmaların tespiti oluşturulan bazı modeller yardımıyla yapılabilmektedir. Bunlar, Saastomian, Basitleştirilmiş Hopfield, Chao ve İleri Hopfield Modelleridir.

1.7.4 Sinyal yansımalarından (Multipath) kaynaklanan hatalar

Küresel Konum Belirleme Sisteminde tespit edilmesi ve yok edilmesi zor olan hatalardan birisi de çok yolluluk etkisidir. Çok yolluluk uydudan direkt olarak gönderilen sinyalin başka cisimlere çarpmak suretiyle yolu uzadıktan sonra alıcı tarafından alınmasıdır. Bu etki iki farklı GPS ölçmesini de olumsuz yönde etkiler. Bu

etkiden dolayı hem faz ölçmelerinde hem de kaba kenar ölçmelerinde sinyalin yolu uzayacağından yansıyan sinyal ile direkt gelen sinyal arasında bazı sapmalar oluşacak, bu sapmalar da hesapları olumsuz yönde etkileyecektir. Bu etkiyi engellemek için geliştirilmiş, nitelikli antenler (choke ring) kullanılmaktadır (Şekil 1.7). Bu antenin şekilde de görüldüğü gibi iç içe geçmiş halkalı bir yapısı vardır. Fakat bu antenler nitelikli ve maliyetli oldukları için her zaman kullanmak mümkün olmadığından çok yolluluk etkisini engellemek için alıcıları ağaç, bina ve bunlar gibi sinyali yansıtabilecek nesnelerden uzakta kurmak gerekmektedir (**GPS Error Sources**).



Sekil 1.6 Çok yolluluk hatasının oluşumu



Sekil 1.7 Choke Ring anten
(Thales Navigation Inc, 2003)

1.7.5 Faz sıçramalarından kaynaklanan hatalar

Faz sıçramaları adından da anlaşılacağı gibi faz ölçmelerinde ortaya çıkan bir sorundur ve uydudan alınan sinyal ile alıcıda üretilen örnek sinyal arasındaki faz farkının ölçülmesinden ibarettir. Bu ölçmelerde tam sayı belirsizliği (N) adı verilen ve belirlenmesi gereken bir sayı vardır. Alınan GPS sinyalinin kesikliğe uğramadan ve sürekli olarak gelmesi tam sayı belirsizliğinin belirlenmesinde en önemli konudur. Faz sıçramaları uydudan gönderilen sinyalin herhangi bir şekilde kesikliğe uğraması demektir. Uydudan alıcıya gelen sinyal herhangi bir sebepten (araya giren bir cisim, iyonosferik aktiviteler, çok yolluluk, yada GPS alıcısındaki yazılımda bir hata vb.) dolayı kesikliğe uğradığında yeni bir tam sayı belirsizliği belirlenmesi gerekmektedir, çünkü bu sayı sıçrama ile değişmiştir.

1.7.6 Anten faz merkezi kayikligindan kaynaklanan hatalar

Tüm GPS ölçmeleri, GPS uydusunun elektriksel merkezi ile alıcının elektriksel merkezi arasındaki mesafe yada dalga sayıları ile ilgilenmektedir. İdeal olarak tercih edilen elektriksel merkezin antenin fiziksel merkezi ile çakışık olmasıdır. Fakat bu iki merkez arasında bir kayıklık vardır. Bu demektir ki hesaplanan bütün mesafeler uydu ve alıcı antenleri elektrik merkezlerine göre hesaplanmaktadır. Fakat alıcı antenleri antenin fiziksel merkezine göre nokta üzerine konumlandırılmaktadır. Kullanılan uyduların yörüngedeki koordinatları da bu uyduların fiziksel merkezlerine göre hesaplanır. Sonuç olarak uydu ve alıcı arasındaki mesafeye uydu anteni faz merkezi hatası ve alıcı faz merkezi hatasının eklenmesi gerekmektedir.

1.7.7 Alıcılardaki gürültü (Noise) etkisi

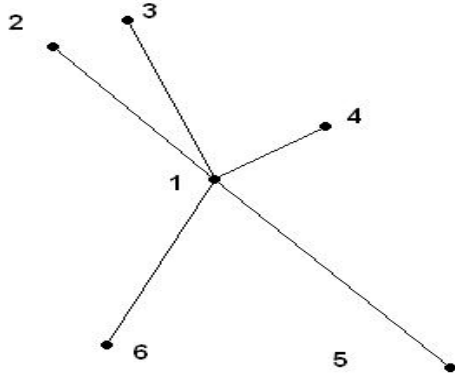
Bu hata alıcının kalitesiyle doğru orantılıdır. Alıcının fiyatı düşükçe elektronik ekipmanlarının da kalitesi düşmektedir. Tüm elektronik aletlerde görülen elektronik gürültü bu şekilde düşük kaliteli ekipmanlarda daha fazla görüleceğinden ölçmeler bu etkiden olumsuz olarak etkilenecektir.

1.8 Ağ Ölçme Teknikleri

1.8.1 Radyal ölçmeler

Bir alıcı noktalardan birinde sabit dururken, diğer alıcılar başka noktalarda gezici olarak hareket ederler ve sabit noktadan diğer noktalara bazlar ölçülür. Bu tip ölçmelerin planlanması için yakın noktaların doğrudan gözlemlerle birleştirilmesinden başka geometrik bir koşul yoktur **(Aktas, 1998)**.

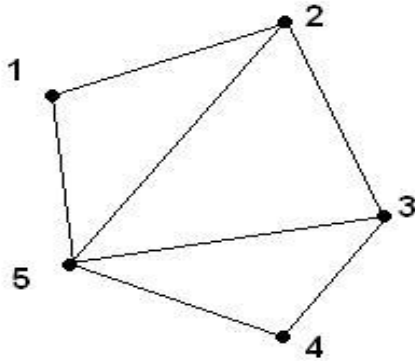
Genellikle kinematik ölçmeler radyal ölçmelerdir ve birçok pseudokinematik ölçmeler radyal yöntemle yapılır. Radyal yöntemle kurulan noktaların geometrik olarak kontrolü yoktur, çünkü her noktanın konumu sadece tek bir noktadan (örneğin 1 numaralı nokta) hesaplanır. Bu sebepten statik ölçmelerde tercih edilen bir yöntem değildir. Şekil (1.8) Radyal Ağ ölçmelerine bir örnektir. **(Aktas, 1998)**.



Sekil 1.8: Radyal Ag Örneği (Aktas, 1998)

1.8.2 Kapali ag ölçmeleri

Kapali ag ölçmeleri pratikte en çok kullanılan yöntemdir. Bu dizaynda olusturulan aglar kapali sekillerden olusur. Bu kapali sekiller sayesinde agdaki noktalarin konumlari birkaç farkli yönden hesaplanacagi için olusabilecek hatalar, lup kapanmalarinda kendini gösterecektir. Bu tip aglardaki iç kontrol kolayliklarindan dolayı statik ölçmelerde kapali ag ölçmeleri siklikla kullanilmaktadır. Bu çalışmada testleri yapılacak olan tüm aglar kapali ag ölçmelerine uygun olacak sekilde dizayn edilmistir. Sekil (1.9) de bir kapali ag örneği gösterilmistir.



Sekli 1.9: Kapali Ag Örneği (Aktas, 1998)

1.9 GPS Ölçmelerinde Yapılan Gözlemler ve Gözlem Modelleri

GPS ölçmelerinde iki farklı gözlem vardır. Bunlar;

- Kaba Kenar Ölçmeleri,
- Tasiyici Faz Ölçmeleridir.

Yüksek doğruluk gerektiren uygulamalarda ve bilimsel amaçlı çalışmalarda faz ölçüleri, navigasyon amaçlı anlık (real-time) uygulamalarda ise kaba kenar (pseudorange) ölçüleri kullanılmaktadır. Jeodezik amaçlı GPS ölçülerinde doğrudan faz ölçülerini kullanmak yerine bunlardan yararlanarak elde edilen lineer kombinasyonlar ve fark gözlemleri kullanılmaktadır (Kahveci ve Yıldız, 2001).

1.9.1 Pseudorange (Kaba Kenar) ölçmeleri

Bu yöntemde esas olarak, sinyalin GPS uydusundan çıktığı ve alıcı tarafından alındığı zaman ölçülmekte ve bu zaman ışık hızıyla çarpılarak sinyalin aldığı mesafe basit olarak hesaplanmaktadır. Bu mesafede çarpan ışık hızı gibi çok büyük bir değer olduğundan sinyalin yol alış süresinin çok hassas biçimde hesaplanması gerekmektedir. Fakat daha önceki konularda da bahsedildiği gibi hem uydu saatinde hem de alıcı saatinde olan hatalardan dolayı mümkün değildir. Bu ölçme kendi içerisinde kaçınılmaz olan saat hataları, atmosferik hatalar vb. hatalar barındırdığı için Türkçe'ye çevrilirken "kaba kenar" terimi tercih edilmiştir.

Kaba kenar ölçmeleri şu şekilde modellenmektedir;

$$\rho_r^s = (t_r - t^s) \cdot C \quad (1.2)$$

s = uydu,

r = alıcı,

t^s = uydudan gönderilen sinyalin çıkış zamanı, (atom saati değeri)

t^r = alıcının sinyali aldığı zamanı, (atom saatinin gösterdiği değer)

C = ışık hızıdır.

Fakat hem uydu hem de alıcı saatleri kendi hatalarını barındırdığından dolayı bu model;

$$\rho_R^s = c \cdot [(t_R - dt_R) - (t^s - dt^s)] \quad (1.3)$$

şeklini alır.

Bu arada modele yeni giren değişkenler;

dt^S = uydu saat hatası

dt_R = alici saat hatasıdır.

Alici ve uydu koordinatlarını kullanarak kaba kenar

$$r_R^S = \sqrt{(x^S - x_R)^2 + (y^S - y_R)^2 + (z^S - z_R)^2} \quad (1.4)$$

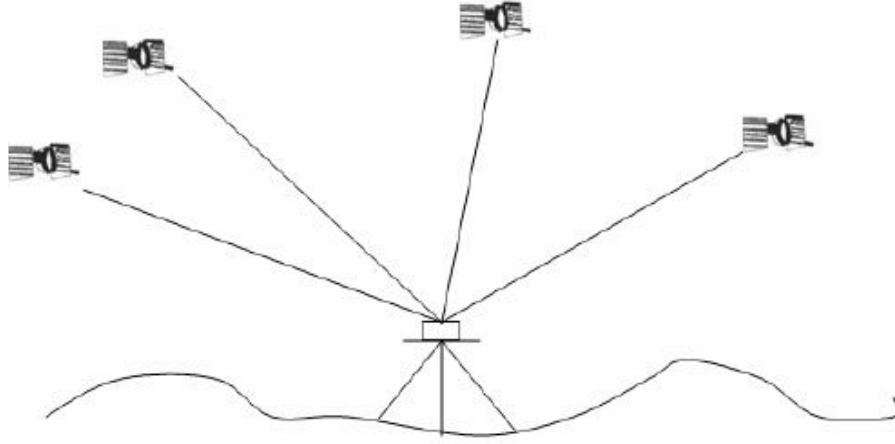
bagintisinden hesaplanabilir. Bu esitlik (1.3) esitliginde yerine konulacak olursa;

$$c.(t_R - t^S) = \sqrt{(x^S - x_R)^2 + (y^S - y_R)^2 + (z^S - z_R)^2} + c.(\Delta t^S - \Delta t_R) \quad (1.5)$$

seklene dönüşür. Bu esitlikte bilinmeyen terimler, uydu ve alici koordinatları ile uydu ve alici saat hatalarıdır. Uydu koordinatları efemeris verilerinden elde edilmektedir. Uydu saat hatası da kontrol istasyonu tarafından devamlı takip edildiği için bu hata düzeltilebilmektedir. Sonuçta alıcının üç boyutlu koordinatları ve alici saat hatası bilinmeyen olarak kalmıştır. Tüm bu bilinmeyenleri çözebilmek için (1.5) esitliginden en az dört tane daha olusturulması gerekmektedir (1.6). Bu da en az dört tane uyduya gözlemle mümkün olur. Kaba kenar ölçmelerinde alici saat hatasını da yok etmek için alıcının minimum gözlemesi gereken uydu sayısı dört olmalıdır.

$$\left. \begin{aligned} r_R^{S1} &= \sqrt{(x^{S1} - x_R)^2 + (y^{S1} - y_R)^2 + (z^{S1} - z_R)^2} + c.dt_R \\ r_R^{S2} &= \sqrt{(x^{S2} - x_R)^2 + (y^{S2} - y_R)^2 + (z^{S2} - z_R)^2} + c.dt_R \\ r_R^{S3} &= \sqrt{(x^{S3} - x_R)^2 + (y^{S3} - y_R)^2 + (z^{S3} - z_R)^2} + c.dt_R \\ r_R^{S4} &= \sqrt{(x^{S4} - x_R)^2 + (y^{S4} - y_R)^2 + (z^{S4} - z_R)^2} + c.dt_R \end{aligned} \right\} \quad (1.6)$$

Minimum dört uydu denmesinin sebebi bilinmeyenlerin basit bir şekilde bulunmasıdır. En küçük kareler yöntemine göre dengelemenin yapılabilmesi için dörtten fazla uyduya gözlem yapılmalıdır (Şekil 1.10). Böylelikle gözlem sayısı bilinmeyenden fazla olur.



Sekil 1.10: Alicidan 4 uyduya yapılan kaba kenar ölçmeleri (Mertcan, 2005)

1.9.2 Tasiyici faz ölçmeleri

Tasiyici faz ölçmelerinin çalışma prensibi iki benzer dalga karşılaştırılarak aradaki uzaklığın ölçülmesidir. Uydudan gönderilen tasiyici sinyal, alıcı tarafından yaratılan taklit sinyal ile çarpılır ve karma sinyal elde edilir. Elde edilen karma sinyalin fazi, taklit sinyal ile GPS sinyali fazları arasındaki farka eşittir. Bu durum, GPS sinyali başka bilgilerle modüle edildiği zaman da geçerlidir. Fakat bunun için taklit sinyalin de modüle edilmesi gerekmektedir (Sanli, 2000).

Tasiyici faz farkı (1.7) eşitliği ile ifade edilebilir.

$$\Phi^S + N = j_R - j_G \quad (1.7)$$

Burada Φ , faz farkının ondalık kısmını göstermektedir. Artık kısma N tane dalga ekleyerek GPS alıcısının ölçtüğü faz farkı ifade edilebilir. Modelleme, N ' in yapılan tüm ölçüler için tek bir değer alması açısından uygundur. Eğer sinyalin alıcı tarafından izlenmesi bir şekilde kesintiye uğramışsa o zaman yeni bir tamsayı belirsizliği tanımlanmalıdır (Sanli, 2000).

GPS tasiyici faz ölçmelerinin değerlendirilmesinde, gözlem modelleri faz yada tamsayı belirsizliği göz önüne alınarak geliştirilirler. Tam dalga boyu sayısı N , dengelemede bilinmeyen olarak kestirilir.

S^1 uydusuna yapılan tasiyici faz gözlemi olan Φ^S ,

$$\Phi^{S1}(T) = j(T) - j^{S1}(T) - N^S \quad (1.8)$$

sekinde modellenir. j üretilen taklit faz, j^{S1} GPS sinyalinin fazidir. Parantez içlerindeki T degiskeni ise ölçümün T zamaninda yapıldigini göstermektedir.

Saat zamani, faz ve baslangiç frekansinin fonksiyonu olarak;

$$T(t) = \frac{j(t) - j_0}{f_0} \quad (1.9)$$

sekinde yazilabilir.

$$\left. \begin{aligned} j(T) &= f_0 T + j_0 \\ j_{gönderilen}^S(T^S) &= f_0 T_{gönderilen}^S + j_0^S \end{aligned} \right\} \quad (1.10)$$

Tasiyici faz ölçümü;

$$\left. \begin{aligned} \Phi^{S1}(T) &= f_0 T + j_0 - f_0 T^{S1} - j_0^{S1} - N^{S1} \\ \Phi^{S1}(T) &= f_0 (T - T^{S1}) + j_0 - j_0^{S1} - N^{S1} \end{aligned} \right\} \quad (1.11)$$

sekinde elde edilir.

Burada saat zamanlari, sinyalin gönderildigi ve alindigi zamanlar için farklı farklıdır. S üst indisine sahip olan terimler her bir uydu için farklı, diğerleri ise aynıdır. Alıcılar, faz sabiti j_0 tüm uydular için aynı olacak şekilde tasarlanmıştır. Esitlikteki son üç terim sabittir ve birbirinden ayrılmazlar. Bu terimlerin tümü taşıyıcı faz kayikligi olarak adlandırılırlar (**Sanli, 2000**).

Tasiyici faz ölçmeleri kenarlar biçiminde de ifade edilebilmektedir. Bunun için denklemin tüm elemanlari l_0 temel dalga boyuyla çarpilir.

$$\left. \begin{aligned} L_A^J(T_A) &\equiv l_0 \Phi_A^J(T_A) \\ L_A^J(T_A) &\equiv l_0 f_0 (T_A - T^J) + l_0 (j_{0A} - j_0^J - N_A^J) \\ L_A^J(T_A) &\equiv c(T_A - T^J) + l_0 (j_{0A} - j_0^J - N_A^J) \\ L_A^J(T_A) &\equiv c(T_A - T^J) + B_A^J \end{aligned} \right\} \quad (1.12)$$

$L_A^J(T_A)$ tasiyici faz olarak adlandirilir. Birimi metredir.

$B_A^J = l_0(j_{0A} - j_0^J - N_A^J)$ degiskeninin birimi de metredir.

Tasiyici faz modelindeki birinci terim kaba kenar, ikinci terim de sabittir. Model iyonosferik ve troposferik gecikmeler eklendiginde (1.13) seklini alır.

$$\left. \begin{aligned} L_A^J(T_A) &\equiv c(T_A - T^J) + B_A^J + Z_A^J - I_A^J \\ L_A^J(T_A) &\equiv r_A^J(t_A, t^J) + cdt_A - cdt^i + B_A^J + Z_A^J - I_A^J \end{aligned} \right\} \quad (1.13)$$

Bu modelde iyonosferik gecikmenin (I_A^J) isaretinin eksi (-) olarak alınmasinin sebebi fazin iyonosferde hizlanmasidir.

1.10 GPS Gözlemlerinde Fark Alma Teknikleri

GPS ölçmelerinde yapılacak projenin amacina göre duyarligi artirmak, bir takim bilinmeyenleri yok etmek amaciyla gözlemlerin lineer kombinasyonlari kullanilmaktadir. Bu lineer kombinasyonlara fark alma teknikleri denmektedir.

Fark alma teknikleriyle alici saat hatalari, uydu saat hatalari ve faz baslangiç belirsizlikleri gibi ölçmeleri olumsuz yönde etkileyen bilinmeyenler yok edilebilmektedir.

Fark alma teknikleri,

- Tekli fark alma teknigi,
- Ikili fark alma teknigi,
- Üçlü fark alma teknigidir.

1.10.1 Tekli fark alma teknigi

Tekli fark alma teknigi iki farkli alicidan ayni uyduya es zamanli olarak yapılan gözlemlerin farklarinin alınmasidir.

Tekli fark alma tekniginin amaci uydu saat hatasini yok etmektir. Basitçe anlatilacak olursa ayni uyduya yapılan gözlemlerde iki alici için de ayni uydu saat hatasi

olacaktır. Bu gözlemlerin farklari alinirsa, her iki alicidan yapılan gözlemler için aynı olan uydu saat hatasi böylece yok edilmiş olur.

$$\left. \begin{aligned} \Delta L_{AB}^J &= L_A^J - L_B^J \\ L_A^J &= r_A^J + cdt_A - cdt^J + Z_A^J - I_A^J + B_A^J \\ L_B^J &= r_B^J + cdt_B - cdt^J + Z_B^J - I_B^J + B_B^J \end{aligned} \right\} \quad (1.14)$$

Gözlem modelleri bu şekilde kurulduktan sonra bu gözlemlerin farki alınarak iki gözlemde de aynı olan cdt^J (uydu saat hatasi) yok edilir.

$$\Delta L_{AB}^J = \Delta r_{AB}^J + c\Delta dt_{AB} + \Delta Z_{AB}^J - \Delta I_{AB}^J + \Delta B_{AB}^J \quad (1.15)$$

Tekli fark almanın etkileri;

- Uydu saat hatasi ile birlikte 20 km' den küçük bazlar için atmosferik etkiler de büyük ölçüde giderilir.
- Gözlem hatalari ve çok yolluluk hatasi $\sqrt{2}$ kat artar.
- Bu yöntem ile ancak bağıl konum belirleme yapılabilir (**Sanli, 2000**).

1.10.2 İkili Fark Alma Tekniği

Bu fark alma tekniği, iki tekli farkın farki olarak düşünülebilir. İki alicidan bir uyduya gözlem yapıp farki alınır. Aynı işlem başka bir uyduya yapılan gözlem için de yapılır. Bulunan tekli farkların farki alınarak ikili fark alma uygulanmış olur.

Temel prensip olarak belirli bir istasyona özgü saat hatasi herhangi bir anda izlenen istasyonlar için aynıdır. Tekli farkların farki alınarak alıcı saat hatalari da giderilmiş olur.

Bu fark tekniği için gözlem modeli şu şekilde yazılabilir:

$$\left. \begin{aligned} \nabla \Delta L_{AB}^{JK} &= \Delta L_{AB}^J - \Delta L_{AB}^K \\ \Delta L_{AB}^J &= \Delta r_{AB}^J + c\Delta dt_{AB} + \Delta Z_{AB}^J - \Delta I_{AB}^J + \Delta B_{AB}^J \\ \Delta L_{AB}^K &= \Delta r_{AB}^K + c\Delta dt_{AB} + \Delta Z_{AB}^K - \Delta I_{AB}^K + \Delta B_{AB}^K \\ \nabla \Delta L_{AB}^{JK} &= \nabla \Delta r_{AB}^{JK} + \nabla \Delta Z_{AB}^{JK} - \nabla \Delta I_{AB}^{JK} + \nabla \Delta B_{AB}^{JK} \end{aligned} \right\} \quad (1.16)$$

Bu modelde görüldüğü gibi iki tekli farkta da aynı olan alıcı saat hatası $c\Delta t_{AB}$ fark alma işleminden sonra yok edilmektedir. Burada kullanılan $(\nabla\Delta)$ fark alma operatörü tekli farkın farkının alındığını göstermektedir. İkili fark alma tekniğinin gözlemler üzerinde etkileri olmaktadır;

- Tekli fark yönteminde oluşan tüm etkiler bu fark tekniğinde de oluşmaktadır.
- Alıcı saat hataları giderilir.
- Ölçme ve çok yolluluk hataları $\sqrt{2}$ kat daha artar (Sanli, 2000).

1.10.3 Üçlü fark alma tekniği

Üçlü fark alma tekniği, iki farklı epokta oluşturulan ikili farkların arasındaki fark alma olarak yorumlanabilir. Bu tekniğin uygulanmasının baslıca amacı tam sayı belirsizliğini yok etmektir. Bu fark gözlemleri, faz sıçramasına rastlanmayan ölçmeler için modellenmiştir.

$$\left. \begin{aligned} \nabla\Delta L_{AB}^{JK}(i) &= \nabla\Delta r_{AB}^{JK}(i) + \nabla\Delta Z_{AB}^{JK}(i) - \nabla\Delta I_{AB}^{JK}(i) + \nabla\Delta B_{AB}^{JK} \\ \nabla\Delta L_{AB}^{JK}(i+1) &= \nabla\Delta r_{AB}^{JK}(i+1) + \nabla\Delta Z_{AB}^{JK}(i+1) - \nabla\Delta I_{AB}^{JK}(i+1) + \nabla\Delta B_{AB}^{JK} \end{aligned} \right\} \quad (1.17)$$

Yukarıdaki modelde i ve $i+1$ epok numaralarını göstermektedir. Bu denklemlerin farkı alınırsa üçlü fark denklemi bulunur.

$$d(i,i+)\nabla\Delta L_{AB}^{JK} \equiv d(i,i+)\nabla\Delta r_{AB}^{JK}(i) + d(i,i+)\nabla\Delta Z_{AB}^{JK}(i) - d(i,i+)\nabla\Delta I_{AB}^{JK}(i) \quad (1.18)$$

Bu fark alma tekniğinin etkileri şunlardır;

- İkili fark alma tekniğindeki tüm etkiler giderilir.
- Tam sayı belirsizliği elenir.
- Faz sıçramaları uyumsuz ölçüler olarak kendini gösterir.
- Stokastik model daha karmaşık bir hal alır. Bütün veriler arasında korelasyon oluşur.
- Dengeleme çözüm duyarlılığı düşer (Korelasyon arttıkça verilerin ağırlıkları küçülür).

- Bu fark alma yöntemi duyarlık gerektiren işler için uygun değildir. Fakat ikili farklar için başlangıç değerlerinin bulunmasında oldukça etkindir **(Sanli, 2000)**.

1.11 Duyarlıkla İlgili Terimler (DOP Değerleri)

DOP değerleri, izlenecek uydular kümesinin oluşturduğu 3 boyutlu geometrinin navigasyon çözümlerinden elde edilen doğruluklar üzerindeki etkilerini ifade etmekte kullanılan ölçütlerdir. DOP 'lar, alıcı ile gözlem yapılan uyduların birbirine göre olan konumlarına bağlı olarak tanımlanan ve ölçü noktasına ait konum parametrelerinin pseudorange hataları ile ilişkisini kuran doğruluk sınırlayıcı geometrik faktörlerdir. DOP değerleri genel anlamda dengeleme sonrası elde edilen kofaktör (veya varyans-kovaryans) matrisinin köşegen elemanlarının fonksiyonu olarak elde edilmektedir **(Kahveci ve Yıldız, 2001)**.

$$\underline{C}_X = s^{-2} (A^T A)^{-1} \quad (1.19)$$

$$\underline{C}_X = s^{-2} \begin{bmatrix} s_x^2 & s_{xy} & s_{xz} & s_x \frac{dtr}{dr} \\ s_{yx} & s_y^2 & s_{yz} & s_y \frac{dtr}{dr} \\ s_{zx} & s_{zy} & s_z^2 & s_z \frac{dtr}{dr} \\ s_{dtr^x} & s_{dtr^y} & s_{dtr^z} & s_{dtr}^2 \end{bmatrix} \quad (1.20)$$

Varyans-kovaryans matrisi Yermerkezli Kartezyen Koordinat Sistemindedir. Genelde sıkça kullanılan koordinat sistemi Yerel Toposentrik Koordinat Sistemi olduğundan dolayı Yermerkezli Kartezyen Koordinat Sisteminden, Yerel Toposentrik Koordinat sistemine dönüşüm yapılmalıdır. Bunu gerçekleştirebilmek için varyans-kovaryans matrisi hata yayılma kuralı uygulanarak dönüştürülür **(Sanli, 2000)**.

Dönüşüm sonrası Yerel Toposentrik Koordinat Sistemindeki kofaktör matrisi, Yermerkezli Kartezyen Koordinat Sistemindeki matrisin 3x3 boyutlu bir alt matrisi olarak eşitlik (1.21)' teki gibi elde edilir.

$$\underline{C}_L = s^{-2} \begin{bmatrix} s_n^2 & s_{ne} & s_{nh} \\ s_{en} & s_e^2 & s_{eh} \\ s_{hn} & s_{he} & s_h^2 \end{bmatrix} \quad (1.21)$$

DOP degerleri, varyans-kovaryans matrisinin kösegen elemanlari kullanilarak asagidaki esitlikler yardimiyla elde edilir.

$$VDOP = S_h \quad (1.22)$$

$$HDOP = \sqrt{s_n^2 + s_e^2} \quad (1.23)$$

$$PDOP = \sqrt{s_n^2 + s_e^2 + s_h^2} \quad (1.24)$$

$$TDOP = S_{dtr} \quad (1.25)$$

$$GDOP = \sqrt{s_n^2 + s_e^2 + s_h^2 + c^2 s_{dtr}^2} \quad (1.26)$$

VDOP, uydu geometrisinin hesaplanan nokta yüksekligine etkisi

HDOP, uydu geometrisinin hesaplanan yatay koordinatlara (enlem ve boylam) etkisi

PDOP, uydu geometrisinin yatay ve düsey koordinatlara etkisi

TDOP, uydu geometrisinin zaman bilgisine etkisi

GDOP, uydu geometrisinin hesaplanan koordinatlara ve alici saati bilinmeyenine toplam etkisidir.

Tablo (1.2)' de DOP degerleri için kabul edilebilir sinirlar yeraltmaktadir.

Tablo (1.2): Tavsiye edilen DOP limitleri.

DOP	LIMIT
GDOP	< 6
PDOP	< 6
HDOP	= 4
VDOP	= 4,5
TDOP	< 2

1.12 Rinex Veri Formatı

Rinex veri formatı tüm GPS alıcıları ve yazılımları tarafından tanınan bir veri formatıdır. Alıcıdan bağımsız dosya değişim formatı (Receiver INdependent Exchange format) kelimelerinin kısaltılmışıdır.

Bir çok duyarlık gerektiren GPS uygulamaları için ölçüler sonrası değerlendirme vazgeçilmezdir. Ölçümden sonra büroda yapılacak değerlendirme için alıcıda kaydedilen veriler (binary) her alıcı firmaya göre formatında farklılıklar göstermektedir. Bu verileri değerlendirmek için her üretici firmanın binary formattaki verilerini okuyabilecek ayrı ayrı yazılımlar gereklidir. Bu da kolaylık sağlayan bir durum değildir. Bu yüzden tüm alıcıların içinde tutulan verilerin bağımsız bir formata dönüştürülmesi gerekmektedir. Rinex veri formatı bu sebepten dolayı bulunmuş ve uygulamaya konmuştur. Rinex veri formatı aşağıdaki gereksinimlerden dolayı dizayn edilmiştir.

- Farklı sistemler arasında kolay veri değişimleri yapılabilmesi
- Kullanıcılar ve her türlü yazılım tarafından kolayca okunabilmesi,
- Olabilecek en küçük veri büyüklüğü olması,
- Gereksiz bilgilerden arınmış olması,
- Yeni gözlem tipleri için kolay genişletilebilir olması.

Rinex dosyasının içinde;

- Gözlem veri dosyası (Ölçme verilerini içerir)
- Navigasyon mesajı dosyası (Efemeris, uydu saati ve iyonosferik parametreleri içerir.)
- Meteorolojik veri dosyası (Yüksek duyarlıklı değerlendirme için basınç, sıcaklık, nemlilik verileri) bulunmaktadır (**Dogru, 2002**).

2.GPS ÖLÇMELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

GPS ölçmelerinin değerlendirilmesi alıcının kendi hafızasında bulunan, arazide toplanan verilerin değerlendirme yapılacak dijital ortama aktarılması işlemiyle başlar. Alıcıların kendi hafızasında bulunan verilerin bilgisayara aktarma işlemi oturumlar sonunda yada her gün sonunda yapılmaktadır. Bunun yapılmasının sebebi alıcının hafızasının mümkün olduğu kadar boş bırakılıp oturumlar esnasında oluşabilecek aksaklıkların önüne geçmektir.

Alicida bulunan veriler navigasyon mesajı ve gözlemlerden oluşmaktadır. Alicinin hafızasında bulunan binary (alici yazılımı dışında başka bir yazılımla okunamayan) veriler alıcının üretici firmasının ürettiği yardımcı bir yazılımla (GPS Toolkit vb.) Rinex genel formatına dönüştürülür. Bu işlemden sonra gözlemlerin değerlendirilmesi için amaca uygun olarak seçilecek bir değerlendirme yazılımına ihtiyaç vardır. Bilgisayara aktarıldıktan sonra tüm gözlemlerin bir proje altında birleştirilmesi aşamasına gelinir. Birleştirilen bu gözlemlerde arazide girilmemiş veya hatalı girilmiş verilerin düzeltilmesi işlemleri yapılır. Bu aşamaya gözlem parametrelerinin düzenlenmesi (edit) denilebilir. Bu düzenlemeler arazide her oturum için ayrı ayrı tutulan gözlem notlarından yapılmaktadır. (Bu gözlem notlarında alıcı anten yükseklikleri ve çizim semaları, ölçüm yapılan GPS günü ve saati, basit meteorolojik veriler yer almaktadır.)

GPS ölçmelerinin değerlendirmesinde daha önce anlatılan ikili fark ve üçlü fark teknikleriyle birlikte en küçük kareler yöntemine göre dengeleme kullanılır.

GPS verisi değerlendirilmesi;

- GPS projesinin her vektörü noktalar arasındaki ΔX , ΔY , ΔZ koordinat farkları WGS 84 datumunda hesaplanır.
- Kötü bazları çıkarmak için ağırlıklı geometrisi kapalı şekillerle oluşturulur.
- Baz vektörleri, tekrar üç boyutlu dengeleme programlarıyla dengelenir ve mutlak konum doğruluğu, hata elipsi gibi dengeleme sonrası kontrol bilgileri çıkarılır.

- Koordinatların datum transformasyonları bir harita projeksiyon düzleminde gerçekleştirilir.

2.1 GPS Yazılımları

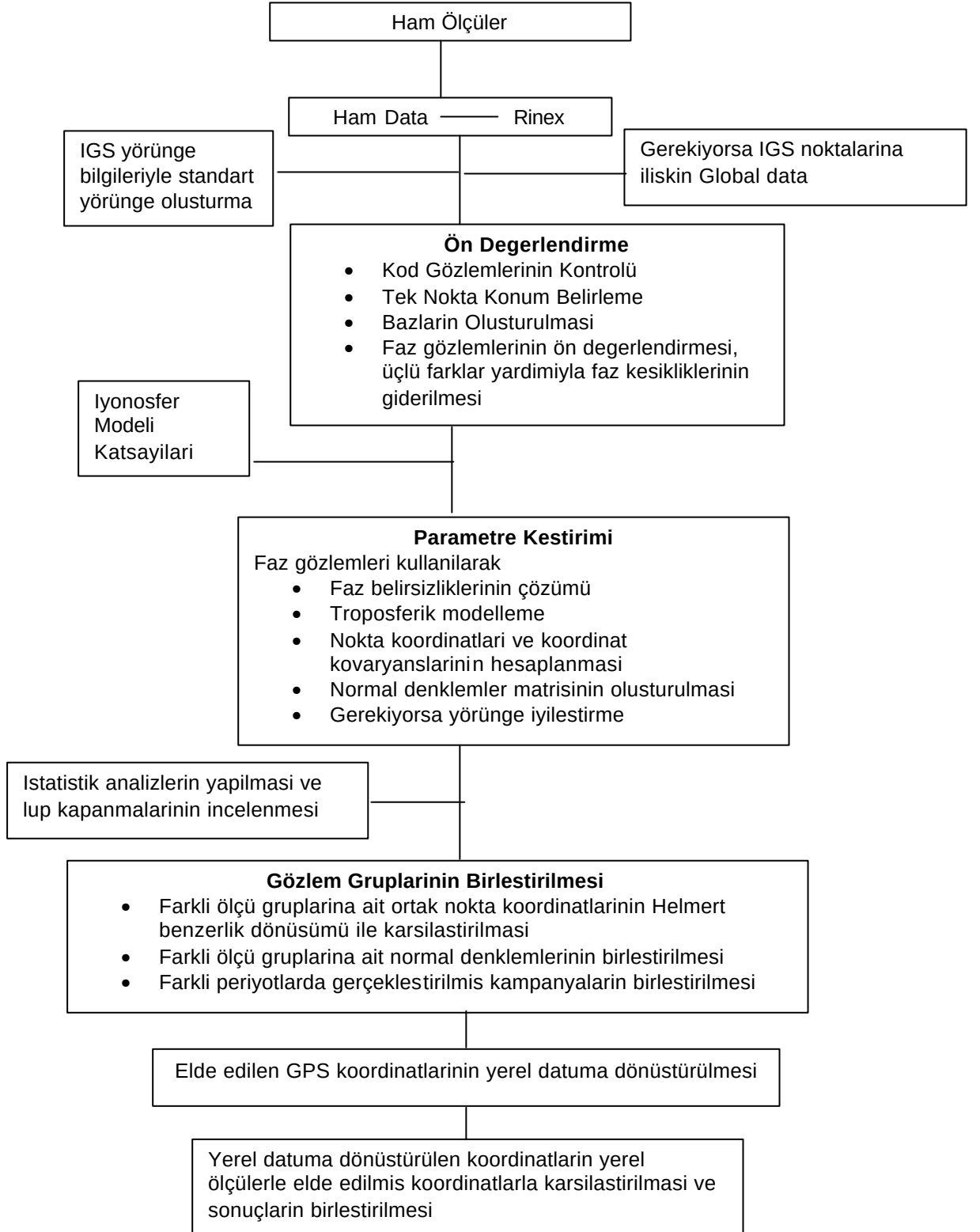
GPS yazılımları Rinex dosyalarını okuyabilen genelde tanınan üretici firmaların tasarladığı değerlendirme programlarıdır. Bu programlar ticari ve bilimsel yazılımlar olarak ikiye ayrılabilir.

Adından da anlaşılabileceği gibi ticari yazılımlar daha az duyarlıklı çalışan, değerlendirme esnasında programdaki bir çok degiskene müdahale edilemeyen yazılımlardır. Bu yazılımlar GPS alicisini üreten firmalar tarafından hazırlanmıştır.

Bilimsel amaçlı kullanılan yazılımlar ise çok duyarlık isteyen GPS uygulamaları için kullanılan, meteorolojik veriler dahil olmak üzere gözlemlerle ilgili bir çok degiskenin, kullanıcı tarafından degistirilmesine olanak tanıyan yazılımlardır. Bu yazılımların en çok kullanılanlarından ikisi Gamit ve Bernese' dir.

Tablo (2.1)' de bilimsel amaçlı olarak kullanılan bir yazılımın çalışma süreci seması yer almaktadır. Bu sema genel olarak ticari yazılımlarda da uygulanmasına rağmen bazı basamaklar kullanıcıya kolaylık getirecek şekilde otomatik hale getirilmiştir.

Tablo 2.1: GPS yazılımının çalışma süreci (Kahveci ve Yildiz, 2001).



3. DIFERANSİYEL GPS

Zaman içinde GPS sisteminin kullanım alanları çok çeşitlenmiş, navigasyon amaçlı kullanımlar teknolojik gelişmeyle beraber oldukça yaygınlaşmıştır. Fakat GPS' in günümüzde bize sunduğu anlık konum belirlemedeki hassasiyet navigasyon amaçlı birçok uygulama için bile yeterli değildir. Bu gereksinimden yola çıkılarak Diferansiyel GPS oluşturulmuştur. Diferansiyel GPS 'te hareketli ve konumu navigasyon amaçlı kullanılacak olan bir alıcı ve bir de referans istasyonu mevcuttur. Bu referans istasyonu yardımıyla, hareketli olan alıcıların konumunun navigasyon için yeterli bir hassasiyetle belirlenmesi işlemine Diferansiyel GPS (DGPS) denmektedir.

DGPS tekniginde kullanılan sabit referans noktası konumlarının istenilen duyarlılıkta belirlenmesinde en önemli etkidir. Hem sabit referans noktasında hem de gezici noktada en az dört uyduya gözlem yapılarak ayrı ayrı konumlar belirlenir. Referans noktasının konumu hassas olarak önceden bilinmektedir. Anlık yapılan ölçme sonucunda bu referans noktasının koordinatları hesaplanır. Referans noktasında anlık ölçmede yapılan hata bilinen koordinatlar ile anlık ölçme sonucunda bulunan koordinatların farkı alınarak bulunabilmektedir. Bu koordinat farkı aynı şekilde gezici olan alıcıya da eklenir ve gezici olan alıcının konumu istenilen hassasiyetle belirlenmiş olur. Bu uygulama tekniginden dolayı DGPS' te ulaşılan doğruluk, yalın GPS uygulamalarından çok daha fazladır. Ayrıca bu fark teknigiyle sistemin performans ve doğruluğunu olumsuz etkileyen daha önceden bahsedilen bazı hata kaynaklarının etkisi, belirli bir alanda tüm alıcılar için aynı olduğundan dolayı daha küçük seviyelere indirilir. Referans noktasından yeterli uzaklıkta olan tüm alıcılar bu hata kaynaklarından referans istasyonundakine yakın değerlerde etkileneceklerinden dolayı, koordinat farkının eklenmesi bu hataları da çok düşük seviyelere indirir. Tablo (3.1) de GPS teknigindeki hata kaynaklarının etkileri ile DGPS teknigindeki etkilerin karşılaştırması verilmektedir. Tabloda da görüldüğü gibi anlık DGPS uygulaması ile elde edilen sonuçlar anlık GPS uygulaması ile elde edilen sonuçlardan daha duyarlıklı olmaktadır. Tabloda verilen DGPS uygulamasında elde edilecek doğruluk, referans istasyonundan 50 km uzaklıktaki bir SPS (Standart Konum Belirleme Servisi) kullanıcısı için verilmiştir.

Tablo 3.1: DGPS ve GPS' te hata büyüklüğü karşılaştırılması (Kahveci ve Yıldız, 2001)

Hata Kaynağı	GPS Hata Büyüklüğü (SPS Kullanıcısı İçin) (metre; 1s)	DGPS Hata Büyüklüğü (SPS Kullanıcısı İçin) (metre; 1s)
Efemeris Hatası	2,1	0,0
Uydu Saati Hatası	20,0	0,7
İyonosferik Hata	4,0	0,5
Troposferik Hata	0,7	0,5
Çok Yolluluk Hatası	1,4	1,4
Alici Ölçü hatası	0,5	0,2
Sabit Nokta Konum Hatası	0,0	0,4

DGPS tekniğinde yukarıda bahsedilen anlık diferansiyel düzeltme yöntemi dışında gözlem sonrası yapılan değerlendirmeler ile koordinatlara düzeltme getirme yöntemi de mevcuttur. Anlık koordinat düzeltmesi tekniğiyle aynı prensipte çalışır. Fakat burada referans istasyonunda da gezici alıcıda da gözlem verileri, hafızalarına kaydedilir ve koordinatlara getirilecek düzeltmeler bu işlemlerden sonra hesaplanır. Bu yöntem navigasyon amaçlı konum belirleme çalışmaları için uygun değildir.

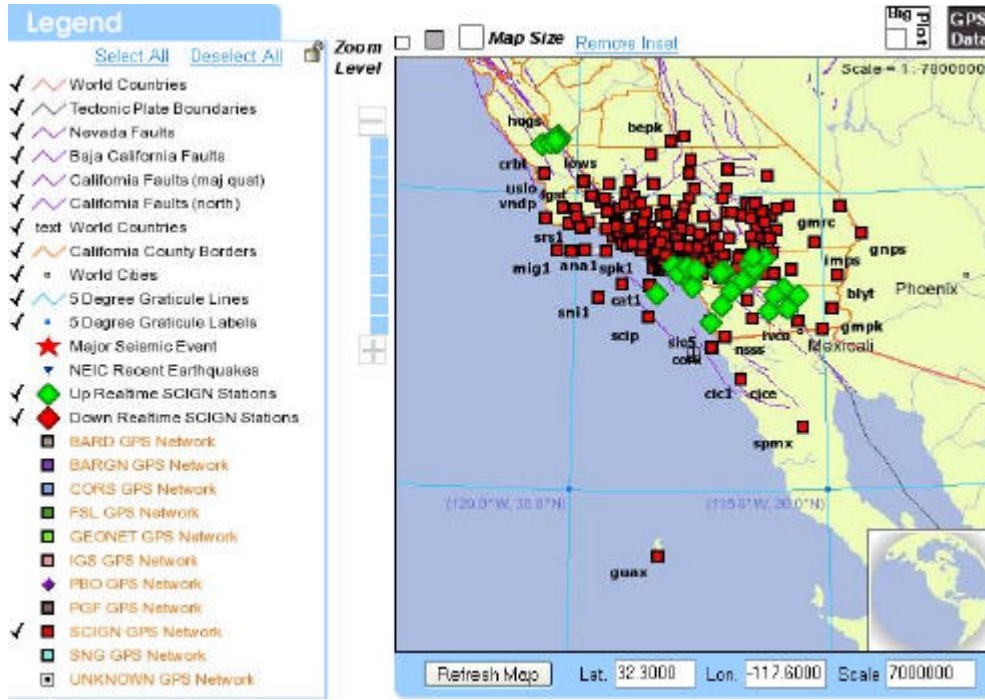
4. UYGULAMA

Bu alısmada, GPS lmelerinde uygun lme süresinin seçilmesi üzerine bir araştırma yapılmıştır ve bu araştırmanın amacı, pratikte yapılan GPS lmelerine bir isik tutmak ve sonuçta pratik alısmalar için faydalı sonuçlar elde etmektir. lme süresi üzerine bir takım testler yapılırken söz konusu ağın geometrik seklinin ve ölçmenin günün hangi saatinde yapıldığının ve uydu dağılımlarının ölçmeler üzerindeki etkileri incelenmiştir.

lme süresi, GPS ile yürütülecek bir projenin maliyeti ve süresi üzerinde doğırudan etkilidir. Bu nedenle lme süresinin, projenin doğırluğunu etkilemeyecek şekilde belirlenmesi pratikte zamandan yapılan kazancı arttıracaktır. Bu amaçla yapılan uygulamada, Güney Kaliforniya Entegre GPS Ağı 'na (SCIGN) ait noktalar kullanılmıştır. Sekil (4.1) de Güney Kaliforniya Entegre GPS Ağı' nin genel görüntüsü yer almaktadır. Bu görüntüde olan kırmızı noktalar, olusturulacak herhangi bir ağda kullanılabilinecek lme noktalarıdır. Bu noktalar şekilde sağı st kısımda yazan lęi daha düsük değerlere getirerek, isimleri ile beraber noktalar daha yakından görülebilmektedir. Noktaların bulunduğu koordinatlar ve ölçek, bu ara yüzde seklin altında yer almaktadır. Noktalara ait koordinatlar, uydu görülebilirliği ve GDOP değerlerinin tespitinde kullanılacaktır.

4.1 SCIGN (Güney Kaliforniya Entegre GPS ağı)

Güney Kaliforniya Entegre GPS Ağı Güney Kaliforniya bölgesinde tektonik hareketlerin tespit edilmesi için olusturulmuştur ve yaklaşık 250 noktadan meydana gelmektedir. Bu GPS ağında ölçmeler sürekli olarak yapılmaktadır. lmelere ait veriler ise, günlük olarak internet ortamında paylaşıma sunulmuştur (**SOPAC Data Archive**). Bu veriler sekil (4.2)' de gösterilen bir ara yüzle bilgisayara yüklenmektedir. Ara yüzde görüldüğü gibi kullanılacak noktaların dört haneli kodları yazılarak noktalar ile ilgili gözlem, navigasyon ve meteorolojik verilere ulaşılabilmektedir.



Sekil 4.1: Güney Kaliforniya Entegre GPS Ağı

Rinex Data Browser: By GPS Site Code / Array Code

[Documentation](#) [Convert Date Utility](#) [Data access problems?](#) [Direct FTP Access](#)

Start Day: 255 Start Year: 2004

End Day: 260 End Year: 2004

4-character Site Codes (separated by spaces): chms bgis pmhs

and/or Array Codes (separated by spaces):

Data Type: obs

Data Availability (obs) - 255, 2004 to 260, 2004

Instructions: click on a percent complete value to download the corresponding obs file. Some browsers may require you to right-click the value and select "Save Link As" to download.

Using Internet Explorer, and still unable to download? Try these [browser setting instructions](#)

Alert: all RINEX obs files listed use the [hatanaka](#) (d file) format.

site	2004 255	2004 256	2004 257	2004 258	2004 259	2004 260
bgis	99	99	99	99	99	99
chms	99	99	99	99	99	99
pmhs	99	99	-	-	-	-

Codes used:

[1-100]: rinex/obs data available for % of day
 [N]: nav data available for day
 [A]: no site nav data available for day, substitute [auto file](#) available

Sekil 4.2: SOPAC veri arsivinden dosyaların indirilmesi

SOPAC' in sitesinde, kullanılacak noktalar ile ilgili her türlü bilgilerin alınabildiği bir site bilgi sorgulaması bulunmaktadır. Şekil (4.3)' de görüldüğü gibi ağda kullanılacak herhangi bir nokta ile ilgili jeolojik, karakteristik, anten yükseklikleri, ölçmelerde kullanılan araçlar (alici tipi, anten kodu ve modeli, anten kablosu modeli) gibi birçok veriye bu ara yüz sayesinde kolaylıkla ulaşılabilmektedir.

Site: Cross Sections of Information By GPS Site Code / Network Code

1. Choose site(s)

☐ Use all sites in SOPAC database
☐ Limit to sites in Earthscope/PBO region
☒ I'll specify sites or network codes below

Site Codes | **Network Codes**

bgis, chms, pmhs, 1101, 11as | all, AKDA, ARGN, BARD, BARGN, CALPAN, CORS, EBRV, ERVA

2. Select return information

Antenna Adaptor Divot Distance
Antenna Adaptor Model Code
Antenna Adaptor Serial Number
Antenna Cable Description
Antenna Cable Length
Antenna Cable Type
Antenna East Eccentricity
Antenna Height
Antenna Model Code
Antenna North Eccentricity

3. Select request type

☐ Show entire history of selected attribute(s)
☒ Show only current value of selected attribute(s)

4. Select output format

Output type: ☒ HTML ☐ CSV

Submit Request

* Note: This utility uses SOPAC's production database, which is kept as up-to-date with site logs and other information as best as we can. Nevertheless, we cannot guarantee the accuracy nor the completeness of all information (or lack thereof) presented through this interface.

Site Code	Site Name	Information Type	Information Value	Effective Date
bgis	Bell Gardens Intermediate School	Receiver Model Code	ASHTECH Z-XI3	1999-04-08:00:00
chms	Challenger Middle School	Receiver Model Code	ASHTECH Z-XI3	1999-09-01:21:00
1101	Llano Zero 1	Receiver Model Code	ASHTECH Z-XI3	2000-08-15:00:00
11as	Lake Los Angeles School	Receiver Model Code	ASHTECH UZ-12	2004-06-09:00:00
pmhs	Paramount High School	Receiver Model Code	ASHTECH Z-XI3	1999-08-05:00:00

Şekil 4.3: Ağlarda kullanılacak noktalar hakkında bilgiler

4.2 Uygulamada Kullanılan Donanımlar

Bu çalışmada tamamiyle Güney Kaliforniya Entegre GPS Ağı (GKEGA) verileri kullanılmıştır. Bu veriler ASHTECH ZXII3 alıcıları tarafından toplanmaktadır. Bu alıcılar için yapılan araştırmalara göre uzunluğu 7 km' den az olan bazlardaki tam sayı belirsizliğinin % 92,78 'inin, % 99,9 güven aralığında çözüldüğü görülmüştür. Daha uzun bazlar ile yapılan çalışmalarda da tam sayı belirsizliği başarı ile çözülebilmektedir (**Han ve Johnson, 2001**). Bu araştırmalardan da anlaşıldığı gibi yapılacak çalışma için ASHTECH Z-XII3 alıcısı oldukça yeterlidir.

GKEGA' ndan elde edilen verilerin değerlendirilmesi için Leica-Ski 2.3 yazılımı, gözlem pencerelerine karar verilirken ise Leica-Survey Desing programı kullanılmıştır. Ski 2.3 GPS değerlendirme yazılımı Celeron 1.2 Ghz, 256 Ram,

donanımlarına sahip olan PC platformunda kullanılmıştır ve hem değerlendirme hem de dengeleme uygulamalarının sorunsuz olarak bitirilmesinde yeterli olabilmistir.

4.3 Test Aglarının Olusturulması

Test agları oluşturulurken Büyük Ölçekli Haritalar Yapım Yönetmeliği Taslağının ilgili kısımlarından da faydalanılmıştır ve C1 derece Ana GPS Ağı AGA'nın oluşturulması esaslarına göre, bazı uzunlukları 20 km'yi aşmayacak şekilde tasarlanmış ve en fazla dört kenarlı ve kapalı şekiller oluşturacak şekillerle kapalı kapanmalarının denetlenmesi ön görülmüştür.

Test ağı olarak 2 farklı ağ seçilmiş ve bu seçilen ağlar için farklı değerlendirme stratejileri de denenerek bu stratejilerin ağına dengeleme sonuçlarına etkisi araştırılmıştır. Ağlar, öncelikle kötü ve iyi geometriye sahip olmak üzere gruplandırılmışlardır. İyi geometriye sahip ağda geometrik kontrolün yapılabilmesi için ağ kapalı üçgenlerden oluşturulmuş ve bu üçgen açılarının 30° ile 130° arasında olmalarına dikkat edilmiştir (**Wu, Tang ve Chen, 2004**). Ağ - 1 ve Ağ - 2, iyi ve kötü geometriye sahip ağlardan çıkacak sonuçların karşılaştırılması amacıyla oluşturulmuştur. Ağ - 1 iyi bir geometriye sahip Ağ - 2 ise kötü bir geometriye sahip ağ örneğidir. Ağ 3 ile Ağ 1' de kullanılan tüm noktalar aynıdır. Aralarındaki tek fark, Ağ - 1 de birbirini kesmeyen üçgenlerin oluşmaması için göz ardı edilen ve uzunluğu 20 km'yi geçmeyen yeni eklenmiş bazlardır. Bu yeni eklenen bazlar ile Ağ - 3' de ulaşılabilecek dengeleme sonuçları ile Ağ - 1 de ulaşılabilecek dengeleme sonuçları karşılaştırılacaktır. Ağ - 1 ve Ağ - 2 için gece ölçmelerinin değerlendirmesi de yapılmıştır. Gece yapılan ölçmelerin değerlendirilmesindeki amaç gece yapılan ölçmelerin dengeleme sonuçları üzerindeki etkilerini araştırabilmektir. Gece değerlendirilecek ölçmelerin gözlem pencerelerine karar verilirken de GDOP değerlerinin en düşük olduğu aralıklar tercih edilmiştir. Tüm bunlara ek olarak 2 ağı gün içinde GDOP değerlerinin en yüksek olduğu gözlem pencereleri de seçilmiş ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Ağ - 1 ve Ağ - 2 için yapılan gece ölçmeleri, yüksek GDOP değerlerinin olduğu ölçmeler ve Ağ - 3 için yapılan ölçmeler, çalışma, pratik uygulamalara yardımcı olma amacını taşıdığı için 30 dakikalık gözlem süreleri için değerlendirilmiştir.

4.4 Test Aglarının Ski Programıyla Değerlendirilmesi

Test ağlarının noktaları tamamıyla Güney Kaliforniya GPS Ağına ait noktalardan seçilmiştir. Noktalara ait veriler yeni bir sıkıştırma formatı olan Hatanaka formatı ile sıkıştırılmış şekilde internet ortamından bilgisayara indirilebilmektedir. Bu dosya formatını açabilen bir program sayesinde tüm veriler RINEX formatına çevrilerek, GPS verileri değerlendirme programı olan Ski 2.3 programı tarafından kullanılabilir hale getirilmiştir.

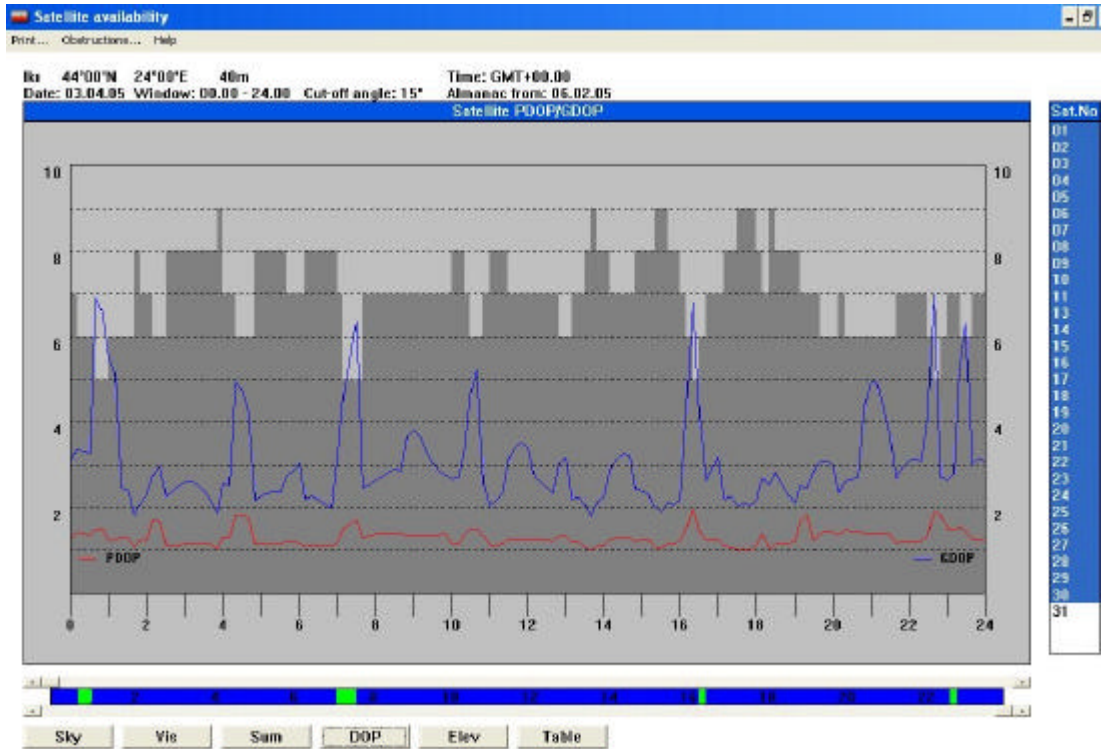
Değerlendirmeler yapılırken tüm test ağları için aynı stratejilerin oluşturulmasına özen gösterilmiştir. Tüm noktalar için ayrı ayrı önce mutlak değerlendirme yapılmıştır. Daha sonra oluşturulan ağda tasarlanan her baz için ayrı ayrı yapılan değerlendirmeler daha önceden belirlenen gözlem pencereleri için yapılmıştır. Gözlem pencerelerinin seçimi yapılırken ağ için GDOP değerlerinin en düşük olduğu aralıklar seçilmiştir. Minimum ölçme süresine karar verilirken, önceden yapılan çalışmalar incelenmiştir (**Rizos, 1999**). 30 dakikalık ölçme süresi minimum ölçme süresi olarak seçilmiştir. Uygun ölçme süresini belirlemek amacıyla ağlar 30 dakika, 1 saat, 2 saat ve 3 saatlik gözlem süreleri için değerlendirilmiştir. Ölçme sürelerinin karşılaştırılabilmesi için ağların tümünde 24 saatlik gözlemlerin değerlendirmesi de yapılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda ağın dengelemesi yapılırken uyumsuz ölçüler testi yapılmış ve uyumsuz ölçüler çıkması halinde bu ölçü yada ölçüler dengelemeden çıkarılarak dengeleme tekrarlanmıştır. Burada bahsedilen bu değerlendirme stratejisi tüm test ağları için yapılan değerlendirmelerde eksiksiz olarak uygulanmıştır.

4.4.1 SKI 2.3 GPS verileri değerlendirme programı

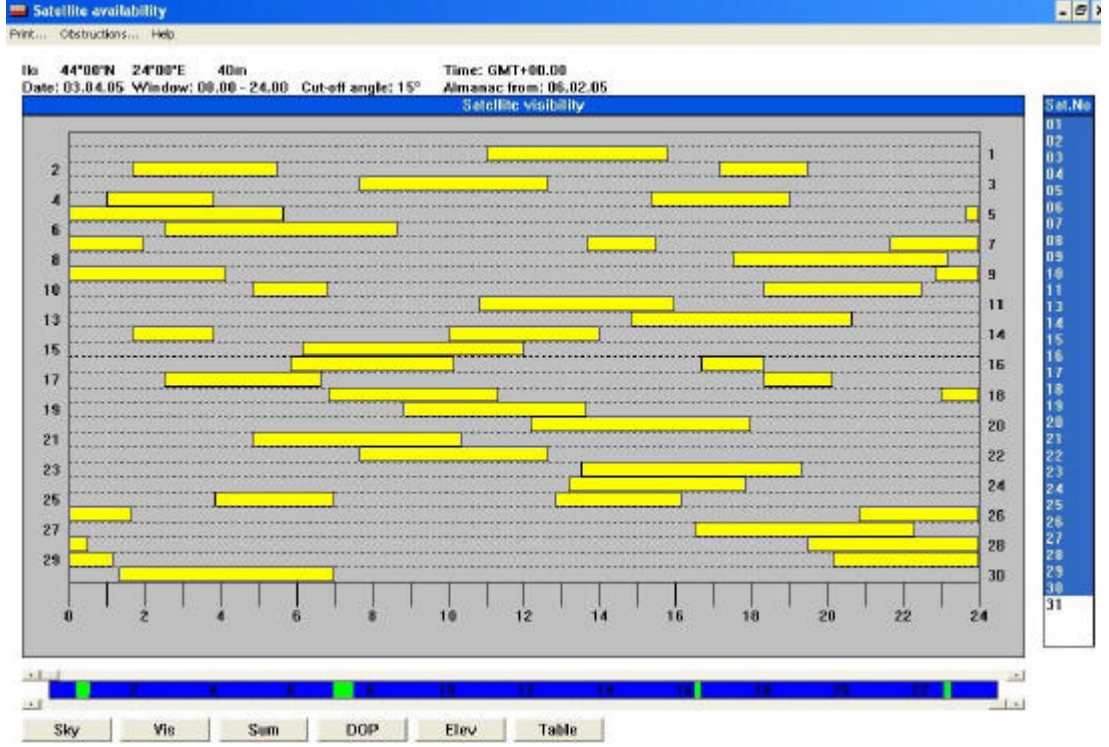
Bu çalışmada pratik GPS ölçmeleriyle ilgili sonuçlar üretilmesi ve pratik ölçmelere katkıda bulunulması benimsendiği için kullanılan GPS verileri değerlendirme programı seçilirken bilimsel yazılımlar tercih edilmemiştir. Bu bilimsel yazılımlar yerine daha pratik olan ticari yazılımlar tercih edilmiştir. Ticari yazılımlardan Leica-Ski 2.3 programı bu çalışmada kullanılmıştır.

Değerlendirmelerden önce gözlem yapılan günler için gözlem pencerelerinin seçilmesi işlemi gelmektedir. Bu işlem bir çok ticari yazılım programının içinde hazır olarak gelen yardımcı bir program sayesinde yapılabilmektedir. Bu çalışmada gözlem pencerelerine karar verilirken Survey Design 2.3 programı kullanılmıştır. Öncelikle programa ölçme yapılacak gün için olan almanak dosyasının yüklenmesi

gerekmektedir. Daha sonra kullanıcı tarafından ağı bütün noktalarına ait enlem boylam ve yükseklik verileri ayrı ayrı girilir ve her nokta için uydu görülebilirlik tabloları program tarafından oluşturulur. Uydu görülebilirlikleri şekil (4.4) ve şekil (4.5)' de görüldüğü gibi farklı farklı tablolar şeklinde kullanıcıya sunulmaktadır. Bu tablolarda sağ üst köşede seçilen noktanın enlem boylam ve yükseklik bilgileri, uyduların saatlere göre girilen enlem, boylam ve yükseklikler için görülebilirlik süreleri, gözlenecek uydu numaraları ve görülebilecek toplam uydu sayıları bilgileri yer almaktadır.



Sekil 4.4: Survey Design programi uydu görülebilirlik tablosu (1).

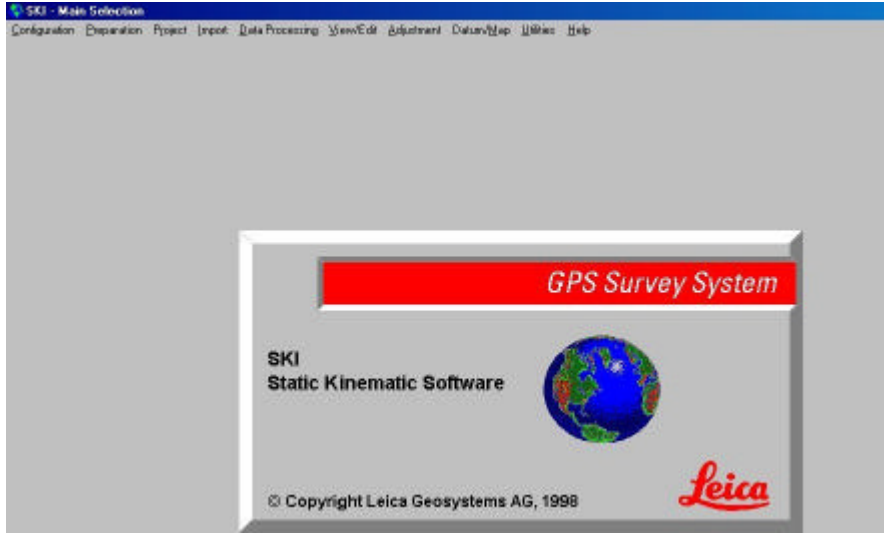


Sekil 4.5: Survey Design programi uydu görülebilirlik tablosu (2).

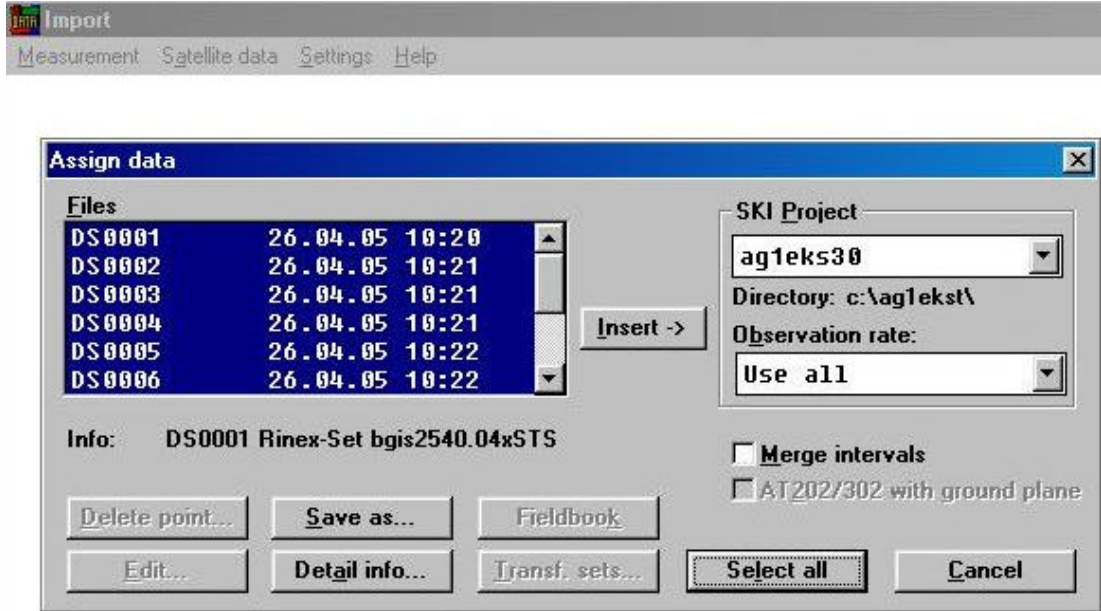
Sekil (4.4) ve sekil (4.5)' te görüntülerden yola çıkılarak seçilen ölçme süreleri için en uygun GDOP değerlerinde olan zaman aralıklarına karar verilir.

Gözlem pencerelerinin seçimi yapıldıktan sonra gözlem verilerinin değerlendirilmesi için Ski 2.3 yazılımına geçilir. Ski yazılımı ilk olarak baslatıldığında sekil (4.6)' da görünen ana pencere görünmektedir. Bu ana pencereden yapılacak olan işlemle ilgili olarak menülere ulaşılabilir. İlk olarak Hatanaka formatında olan GPS gözlem verileri, Ski programının kullanabileceği Rinex formatına çevrilmiştir. Bu dönüşüm işlemi için kullanılan program internet adresinden indirilebilmektedir. (http://anonymous@garner.ucsd.edu/pub/software/rnxcmp/dos/exe_win2000)

Gözlem verilerinin Rinex veri formatına dönüştürülmesinden sonra, Rinex verileri Ski programına yüklenmiştir. Bu yükleme işlemi sekil (4.7)' de verilen ara yüz sayesinde yapılabilmektedir.



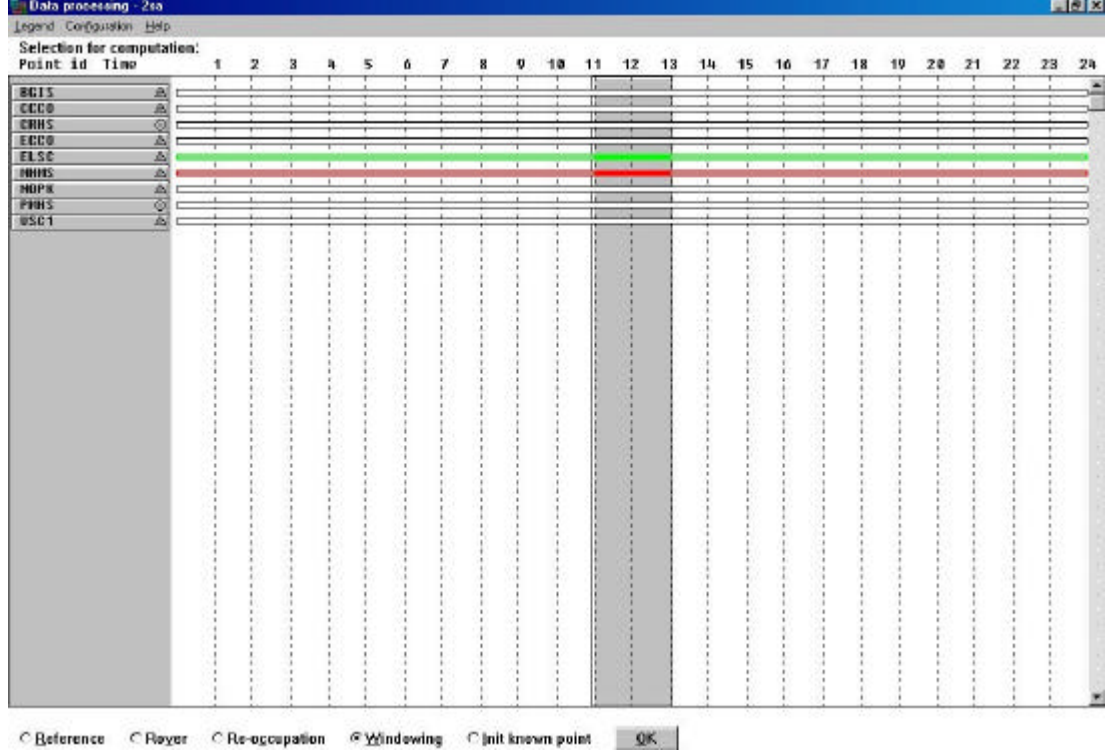
Sekil 4.6: Ski 2.3 programi ana menüsü



Sekil 4.7: Rinex dosyalarının Ski programına eklenmesi

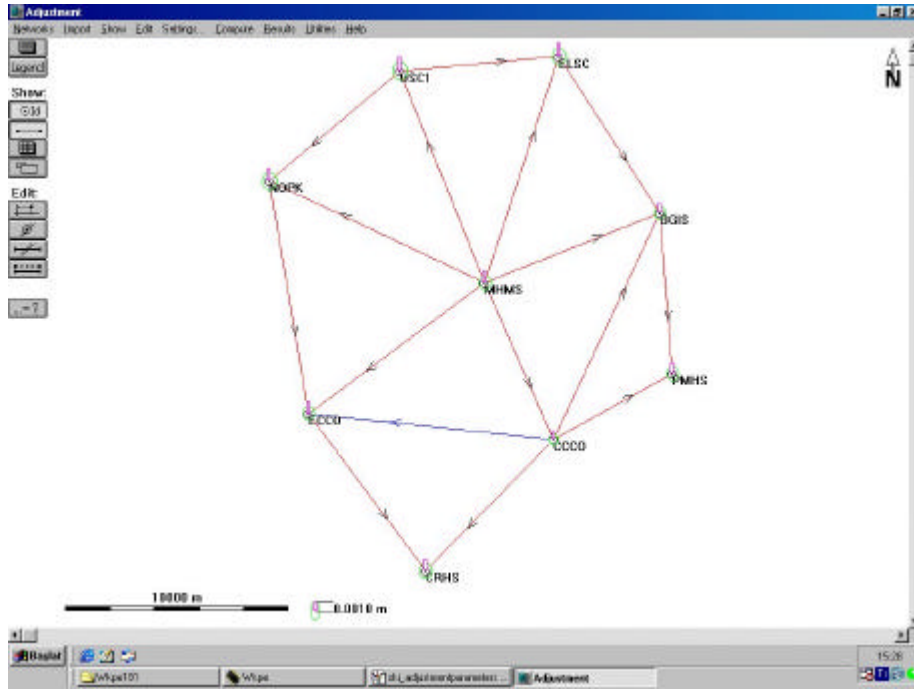
Rinex dosyaları programa yüklendikten sonra verilerin değerlendirilmesi işlemine geçilir. Bu işlem önceden de anlatıldığı gibi oluşturulan ağ içindeki tüm noktalar için önce mutlak (Single point) konum belirleme ile başlar. Mutlak konum belirleme çalışmasından sonra ağda oluşturulan her baz için ayrı ayrı değerlendirme yapılır. Sekil (4.8) de bu çalışmada kullanılan, ELSC – MHMS bazına ait 2 saatlik ölçme süresi için yapılan değerlendirme verilmektedir. Sekil (4.8)' den de anlaşılabileceği gibi gözlem penceresi olarak 11:00 – 13:00 aralığı seçilmiş ve bu bazın değerlendirilmesi yapılırken MHMS noktası referans (Reference), ELSC noktası ise gezici (Rover)

olarak seçilmiştir. Gözlem penceresinde seçim yapmak için ara yüzün alt kısmında yer alan butonlar (Windowing butonu) kullanılmaktadır.



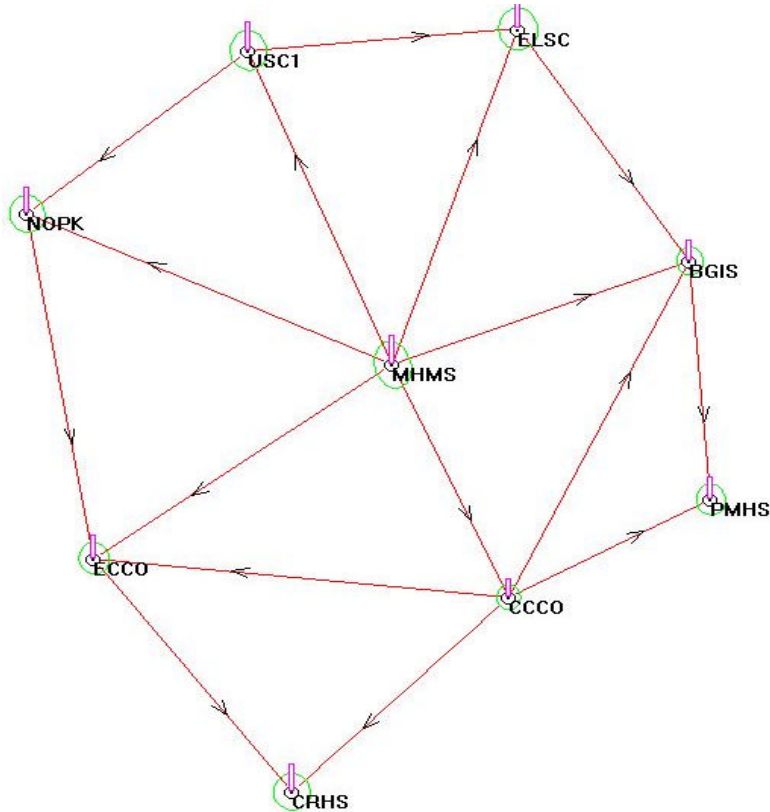
Sekil 4.8: Ski 2.3 programın veri değerlendirme penceresi

Ağda yer alan bütün bazların tek tek değerlendirmesinin yapılmasının ardından ağın dengelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada tüm ağların dengelemeleri iki iterasyon ile yapılmıştır. Dengelemeye başlamadan önce programın dengeleme modülü açılarak çalışma bu module yüklenir ve ağın şekli ile değerlendirmesi yapılmış olan bazların yer aldığı Sekil (4.9) program tarafından oluşturulur. Dengeleme modülü tarafından çizilen şekilde, dengelemeye dahil edilmesi istenmeyen bazların göz ardı edilmesi (Omit) işlemi kolaylıkla yapılabilmektedir. Sekil (4.9)' da ECCO – CCCO bazı dengeleme dışına alınmıştır.



Sekil 4.9: Ski 2.3 programi dengeleme modülü

Dengeleme islemi yapıldıktan sonra sekil (4.10)' da oldugu gibi program tarafından her nokta için hata elipslerinin gösterildiği yeni sekil olusturulur.



Sekil 4.10: Dengeleme sonrasinda hata elipsleri

Dengeleme islemi uyusumsuz ölçülerin çıkması durumunda, o uyusumsuz ölçülerin dengelemeden çıkarılması ile tekrardan yapılır. Dengelemenin yapılmasının ardından dengeleme ile ilgili dengelenmiş koordinatlar, noktalara eklenen düzeltmeler, dengelemede kullanılan bazların uzunlukları gibi verileri içeren dengeleme veri dosyası (Log file) alınarak verilerin değerlendirilmesi işlemi bitirilir.

4.5 Test Ağlarının Karsılaştırılması

Dengeleme sonucu hesaplanan karesel ortalama hata, ölçmelerin ne doğrulukta yapıldığının bir göstergesidir. Fakat test ağlarının karsılaştırılması için sadece dengeleme sonrası karesel ortalama hata değerleri yeterli olmamaktadır. Bu çalışmada gözlem sürelerinin ölçmeler üzerindeki etkileri araştırılırken karsılaştırma kriteri olarak, her baz için dengeleme sonrası hesaplanan baz vektörleri kullanılmıştır. Hesaplanan baz vektörlerinden 24 saatlik ölçmelerin sonucunda ortaya çıkan koordinat farkları doğru olarak kabul edilmiştir. 30 dakika, 1 saat, 2 saat ve 3 saatlik ölçmelerin sonucunda hesaplanan baz vektörlerinin, 24 saatlik ölçmeler sonucunda hesaplanan baz vektörlerinden farkı alınıp bir kıyaslama kriteri belirlenmiştir. Bu şekilde tüm bu gözlemler birbirleri ile kıyaslanmıştır. Daha sonra oluşan farklar için Çoklu Olasılıksal Degisken Analizi Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi ile (Multivariate Analysis - Hotelling one-sample T^2 tests) uygulanmış ve bu analiz sonucunda oluşan bu farkların anlamlı olup olmadığı araştırılmıştır. Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi ile X, Y, Z gibi bir ölçmeye ait bir çok degisken aynı anda test edilebilmektedir. Karsılaştırma kriteri olarak kullandığımız baz vektörleri bir biri ile korelasyonlu oldukları için bu değerlerin tek tek test edilmesi sonucunda anlamlı sonuçlar çıkmayacaktır. Bu sebepten dolayı karsılaştırma analizinde Hotelling' in Çoklu Degiskenli T^2 Testi tercih edilmiştir.

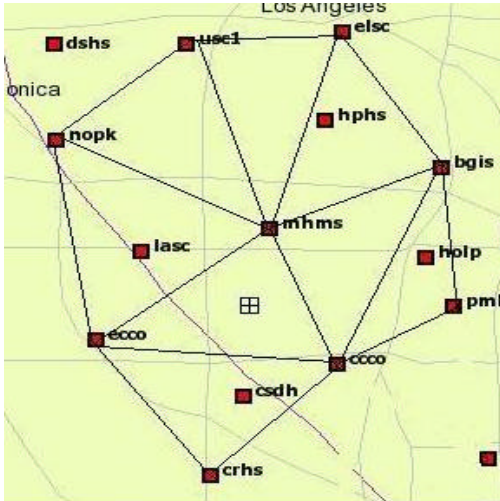
Tüm ağlar için yapılan ölçmelerde 30 dakikalık ölçme süresi minimum ölçme süresi olarak seçilmiştir. Bu sebebi en az 4 uydunun gözlemlendiği standart statik GPS uygulamalarında minimum ölçme süresi 30 dakikadır (**Rizos, 1999**). Bunun sebebi tam sayı belirsizliğinin çözülmesi için en az 30 dakikalık bir süre gerekmesidir.

4.6 Test Aglari

4.6.1 Ag – 1

Degerlendirmelerde Ag – 1 olarak adlandirilan ag, 9 noktadan olusmaktadır. Bu noktalar NOPK, USC1, ELSC, BGIS, MHMS, ECCO, CRHS, CCCO ve PMHS' tir. Ag-1 santral ag biçimde dizayn edilmiş olup lup kapanmalarinin kontrolü için kapali üçgenlerden olusmustur. Ag dizayn edilirken birbirine yakin büyüklükteki eskenar üçgenlerden olusmasina, bu üçgenlerin kenarlarinin birbirini kesmeyecek sekilde düzenlenmesine ve degerlendirmelerde kullanilacak bazların 20 km' yi geçmemesine dikkat edilmistir.

Ag – 1 için kullanilacak gözlem pencereleri seçilirken GDOP degerlerinin en düşük oldugu saat araliklari seçilmistir. 30 dakikalik gözlemler için 14:00 – 14:30, 1 saatlik gözlemler için 14:00 - 15:00, 2 saatlik gözlemler için 11:00 - 13:00, 3 saatlik gözlemler için ise 11:00 - 14:00 araliklarında yapilmis gözlemler kullanilmistir. Ag – 1' in ayrica gece gözlemleri için ve gün içinde GDOP degerlerinin en yüksek oldugu gözlem pencereleri için degerlendirmeleri de yapilmistir. Gece yapilan gözlemler için 23:30 – 00:00, yüksek GDOP degerine sahip ölçmeler için ise 2:30 – 3:00 araliklari seçilmistir. Ag – 1 için 10 Eylül 2004 tarihinde yapilan ölçmelerin verileri kullanilmistir. Ag – 1 de Tablo 4.1' de belirtilen bazlar kullanilmistir. Bu tabloda ayrica bazlara ait mesafeler de yer almaktadır.



Sekil 4.11: Ag - 1

Ag – 1 de farklı gözlem süreleri ile yapılan değerlendirmelerin tamamında tam sayı belirsizliği çözülmüştür. Dengelemelerde ise 2 ve 3 saatlik ölçmelerde uyusumsuz ölçüler tespit edilmiştir. Ag – 1' in 2 saatlik gözlem süresi ile değerlendirilmesinde CCCO – ECCO bazında uyusumsuz ölçü olduğu tespit edilmiş ve dengeleme, bu uyusumsuz ölçünün ayıklanmasından sonra yapılmıştır. 3 saatlik gözlem süresi ile yapılan dengelemede ise MHMS – CCCO bazının uyusumsuz olduğu tespit edilmiştir. Dengeleme işlemi, bu uyusumsuz bazın çıkarılmasından sonra tekrarlanmıştır. Tablo 4.2 de Ag – 1'in farklı gözlem süreleri için yapılan dengeleme sonrası standart sapma sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.1: Ag – 1' de kullanılan bazlar

Bazlar		Uzunluklar (metre)
CCCO	PMHS	6.071,31
USC1	ELSC	7.111,19
BGIS	PMHS	7.174,20
MHMS	CCCO	7.602,17
USC1	NOPK	7.603,75
CCCO	CRHS	8.167,52
ELSC	BGIS	8.277,48
MHMS	BGIS	8.402,70
ECCO	CRHS	8.736,34
MHMS	ECCO	9.761,81
MHMS	USC1	10.149,84
NOPK	ECCO	10.462,29
MHMS	ELSC	10.585,64
MHMS	NOPK	10.609,03
CCCO	ECCO	10.962,60
BGIS	CCCO	11.146,61

Tablo 4.2: Farklı gözlem süreleri için Ag – 1'e ait dengeleme sonrası standart sapma sonuçları

Gözlemler	Den. Son. Std Sapma
30 Dk.	3,2 mm
1 Sa.	2,8 mm
2 Sa.	1,3 mm
3 Sa.	0,7 mm
24 Sa.	0,8 mm
30 Dk. (yüksek GDOP)	9,1 mm
30 Dk. Gece	2,6 mm

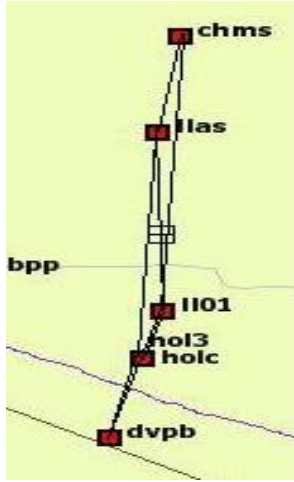
Ag – 1 de yapılan gözlemler sonucunda ortaya çıkan koordinat farkları ve bu farkların farklı ölçme sürelerinde olan değişimleri Ek - A bölümünde verilmiştir.

4.6.2 Ag – 2

Ag – 2 olarak adlandırılan ag, geometrik olarak kötü bir şekilde dizayn edilmiş ağların GPS gözlemleri üzerinde olabilecek etkilerini araştırmak amacıyla seçilmiştir. Tüm noktalar mümkün olduğunca jeodezide istenmeyen şekilde dar açılı üçgenlerden ve yaklaşık olarak bir doğru üzerinde olan noktalardan oluşmaktadır. Bu noktalar, DVPB, HOLC, LL01, LLAS ve CHMS' tir. Şekil (4.12) de gösterilen Ag – 2 5 noktadan oluşmaktadır. Bu noktalar arasında üçgenler oluşturacak şekilde 7 baz tasarlanmıştır. Söz konusu bazlar ve bu bazların mesafeleri tablo 4.3' de yer almaktadır.

Tablo 4.3: Ag – 2' de kullanılan bazlar

Bazlar	Uzunluklar (metre)
HOLC LL01	3.176,34
DVPB HOLC	5.158,41
LLAS CHMS	6.117,82
LL01 DVPB	8.332,53
LL01 LLAS	11.157,19
LLAS HOLC	14.200,05
LL01 CHMS	17.212,04



Sekil 4.12: Ag – 2

Ag – 2 için ölçmelerin gözlem saatlerine karar verilirken daha önceden de söylendiği gibi gün içinde GDOP' ların en iyi olduğu zamanlar seçilmiştir. 30 dakikalık gözlemler için 14:00 – 14:30, 1 saatlik gözlemler için 14:00 – 15:00, 2 saatlik gözlemler için 14:00 – 16:00 ve 3 saatlik gözlemler için ise 13:00 – 16:00 aralıkları seçilmiştir. Bunlara ek olarak yapılan gece ölçmeleri için 23:30 – 0:00, yüksek GDOP değerine sahip ölçmeler için ise 2:30 – 3:00 aralıkları seçilmiştir.

Ag – 2 de yapılan gözlemler için Ag – 1 de olduğu gibi 10 Eylül 2004 tarihi seçilmiştir. Bu agda farklı gözlem süreleri için yapılan tüm değerlendirmelerde tam sayı belirsizliği çözülmüştür. Tablo 4.4' te farklı gözlem süreleri için yapılan dengeleme sonucunda hesaplanan standart sapma değerleri bulunmaktadır.

Tablo 4.4: Farklı gözlem süreleri için dengeleme sonrası standart sapma sonuçları

Gözlemler	Sigma (s)
30 dakika	1,8 mm
1 saat	1,9 mm
2 saat	1,7 mm
3 saat	1,2 mm
24 saat	0,2 mm
30 dk. Gece	0,7 mm
30 dakika Yüksek GDOP	2,5 mm

Ag – 2 de yapılan gözlemler sonucunda ortaya çıkan koordinat farkları ve bu farkların farklı ölçme sürelerinde olan değişimleri Ek - B bölümünde verilmiştir.

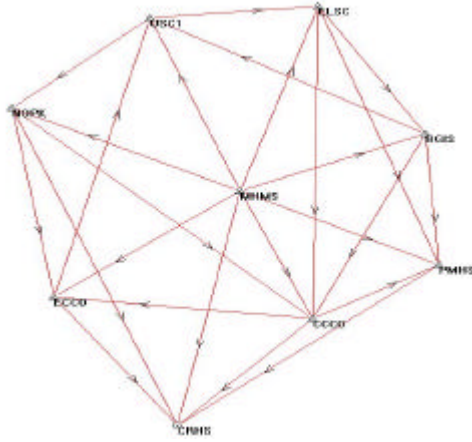
4.6.3 Ag – 3

Ag – 3 olarak dizayn edilen ag Ag – 1' de kullanılan noktalardan oluşmaktadır. Bu ağı Ag – 1' den olan farkı eklenen bazlardır. Eklenen bazlar ile Ag – 1' de olduğu gibi birbirini kesmeyen üçgenlerden oluşan kapalı bir şekil yoktur. Tüm eklenen bazlar diğer üçgenleri kesmektedir (Şekil 4.13). Ag – 3' ün oluşturulmasındaki amaç, bir agda mümkün olan tüm bazların ölçülmesinin (20 km' den küçük olan) dengeleme sonuçları üzerinde nasıl bir etkisinin olduğunu araştırmaktır. Ag – 3 için yapılacak değerlendirme 30 dakikalık bir gözlem penceresi için yapılmıştır. Bu gözlem penceresi 14:00 – 14:30 aralığıdır.

Ag – 3' te 24 baz kullanılmıştır. Bu bazlar tablo 4.5' de verilmiştir. Daha fazla eklenebilecek baz olasılığı mevcut olmasına karşın 30 dakikalık gözlem süresi ile diğer eklenmeyen bazlara ait tam sayı belirsizliği çözülememiştir. Bu sebepten olası diğer bazlar eklenmemiştir.

Tablo 4.5: Ag – 3’ te kullanılan bazlar ve uzunlukları

Bazlar		Uzunluklar
CCCO	PMHS	6.071,32
USC1	ELSC	7.111,18
BGIS	PMHS	7.174,20
MHMS	CCCO	7.602,17
USC1	NOPK	7.603,75
CCCO	CRHS	8.167,52
ELSC	BGIS	8.277,49
MHMS	BGIS	8.402,69
ECCO	CRHS	8.736,34
MHMS	PMHS	9.288,14
MHMS	ECCO	9.761,82
MHMS	USC1	10.149,85
NOPK	ECCO	10.462,30
MHMS	ELSC	10.585,63
MHMS	NOPK	10.609,04
CCCO	ECCO	10.962,60
BGIS	CCCO	11.146,60
BGIS	USC1	13.191,22
PMHS	CRHS	14.087,22
ELSC	PMHS	14.978,81
ECCO	USC1	15.750,30
ELSC	CCCO	17.025,72
NOPK	CCCO	17.081,24
NOPK	CRHS	18.674,74



Sekil 4.13: Ag – 3

4.7 Sonuçlara Uygulanan Testler

4.7.1 Hotelling’ in çok degiskenli t^2 testi

Jeodezik çalışmalarda ölçme sonrası sonuçların anlamlı olup olmadığını analiz etmek için kullanılan testlerde her değişken ayrı ayrı test edilmektedir. Bu testlerden en çok kullanılanı T testidir. Ölçme sonrası çıkan sonuçlarda tüm değişkenlerin

birbiri ile korelasyonlu olması durumunda, her degiskene ayrı ayrı uygulanan testler ile sağlıklı sonuçlar alınamamaktadır. Bunun için tüm degiskenleri aynı anda teste tabi tutmak gerekir. Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi ile tüm degiskenler aynı anda test edilebilmektedir.

dX , dY gibi 2 degisken için bu testin uygulandığı düşünülürse;

Tablo 4.6: Örnek koordinat farkları

	dX	dY
	dx_i	dy_i
	dx_{i+1}	dy_{i+1}
		
Ortalama	dX_{ort}	dY_{ort}

Tüm degiskenler için ortalamalar hesaplanıp (4.1) formülü uygulanırsa

$$\left. \begin{aligned} A_i &= dx_i - dx_{ort} \\ B_i &= dy_i - dy_{ort} \end{aligned} \right\} \quad (4.1)$$

Varyans kovaryans matrisi;

$$S = \begin{bmatrix} A_i A_i & A_i B_i \\ B_i A_i & B_i B_i \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

bulunur. Test değeri ise

$$T = [(n - p) / p] d' S^{-1} d \quad (4.3)$$

bağıntısından hesaplanır. Bu bağıntıda ;

n = ölçme sayısı

p = degisken sayısıdır.

d matrisi ise;

$$d = \bar{X} - m_0 \quad (4.4)$$

şeklinde hesaplanır. Burada;

m_0 = ümit değeridir.

Bu alısmada ümit değeri 0 seçilmiştir. (4.3)' te hesaplanan test değeri için bir karşılaştırma değeri bulunması gerekmektedir. Bu değeri F tablosunda elde edilir (Sahin, 2003).

F tablosunda $F_{n,n-p,\%95}$ için olan değeri, hesaplanan test değerinden büyük çıkması gerekmektedir. Aksi takdirde sıfır hipotezi reddedilir ve testin uygulandığı ölçmelerin birbiri yerine kullanılamayacağı sonucu çıkarılır. Bu alısmaya ilgili yapılan Hotelling' in Çok Değişkenli T^2 Test hesapları Ek – E ' de verilmiştir.

4.7.2 Hotelling' in çok değişkenli t^2 testi sonuçları

Bu alısmada kısa oturumlar için, ağların geometrisinin, ölçmelerin yapıldığı zamanın, fazla yapılan ölçülerin, etkileri araştırılmıştır. Bu araştırmanın yapılabilmesi için oluşturulan ağlar için daha önce de bahsedildiği gibi 30 dakika, 1 saat, 2 saat, 3 saat ve 24 saatlik gözlem pencereli ölçmeler için değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu gözlem pencereleri dışında gün içinde GDOP değerinin en yüksek olduğu gözlem penceresi için ve gece saatlerinde seçilen düşük GDOP değerli bir gözlem penceresi için de söz konusu ağlar için değerlendirmeler yapılmıştır.

Tablo 4.7 ve 4.8' de Ag – 1 ve Ag – 2' ye ait Hotelling' in Çok Değişkenli T^2 test sonuçları, baz vektör farklarına ait standart sapma değerleri ve dengeleme sonrası standart sapma değerleri bulunmaktadır. Hesaplanan Değer başlıklı sütun 4.3 bagintisinden hesaplanmaktadır. Bu değeri karşılaştırılmasının yapılması için kullanılan tablo değeri ise % 95 güven aralıklı F tablosundan ($F_{n,n-p,\%95}$) alınmaktadır.

Tablo 4.7: Ag 1'e ait ve test sonuçlari ve dengeleme sonrasi standart sapmalar

	T degeri		Std. Sapma			Dng. Sonrasi
	Hesaplanan	F tablo Degeri	Dx	Dy	Dz	Std. Sapma
	Deger	95%	(mm)			(mm)
30 dakika GDOP =1,8	0,342	3,41	11,2	12,4	11,3	3,2
1 saat	0,370	3,41	10,8	11,3	7,3	2,8
2 saat	0,232	3,49	6,3	14,8	9,2	1,3
3 saat	0,088	3,49	4,1	7,8	3,8	0,7
30 dakika (gece)	0,089	3,41	7,7	14,0	9,5	2,6
30 dakika GDOP =4,6	0,004	3,41	9,4	6,6	6,4	9,1

Tablo 4.8: Ag 2'e ait test sonuçlari ve dengeleme sonrasi standart sapmalar

	T degeri		Std. Sapma			Dng. Sonrasi
	Hesaplanan	F Tablo Degeri	Dx	Dy	Dz	Std. Sapma
	Deger	95%	(mm)			(mm)
30 dakika GDOP =1,7	0,069	6,59	9,5	17,7	10,1	1,8
1 saat	0,091	6,59	8,4	13,5	11,0	1,9
2 saat	0,087	6,59	8,8	12,1	16,3	1,7
3 saat	0,088	6,59	8,1	11,9	8,2	1,2
30 dakika (gece)	0,040	9,28	17,4	14,5	19,7	0,7
30 dakika GDOP =4,7	0,001	6,59	12,7	26,8	18,3	2,5

Tablo 4.7 ve 4.8' de görüldüğü hem iyi geometriye sahip hem de kötü geometriye sahip ağırlarda tüm gözlem pencereleri için hesaplanan Hotelling' in Çok Degiskenli T^2 Testi sonuçlari, % 95 olasilikli olan F tablosu degerlerinden küçük çıkmistir. Bu sonuçlardan da anlasildigi gibi tüm gözlem pencereleri birbirleri yerine kullanabilir. Tabloda yer alan baz vektör farklarına ait standart sapma degerleri uzun süreli ölçmelerde daha küçük degerler almaktadır. Dengeleme sonrasi standart sapma degerleri de baz vektör farklarının standart sapma degerlerinde olduğu uzun ölçme sürelerinde daha küçük degerlere ulasmaktadırlar. Gün içinde GDOP degerinin en yüksek olduğu gözlem penceresi için yapılan degerlendirmelerde Tablo 4.7 ve 4.8' e bakilacak olursa her iki ag içinde baz vektör farklarına ait standart sapma degerleri GDOP degerleri yükseldikçe artmaktadır. Dengeleme sonrasi standart sapma

değerleri de GDOP değeri yükseldikçe artmaktadır. Gece ölçmeleri için yapılan incelemelerde ise gece ölçmelerinin gündüz ölçmelerine göre daha başarılı sonuçlar verdiği Tablo 4.7 ve 4.8' deki bazı vektör farklarına ait standart sapma ve dengeleme sonrası standart sapma değerleri incelendiğinde görülmektedir. Ag – 2 için hesaplanan bazı vektör farklarının standart sapma değerleri Ag – 1 için hesaplanan değerlere oranla daha yüksek çıkmıştır ve bunun sebebi Ag – 2'nin kötü geometriye sahip bir ağ olmasıdır.

Ag – 1 ile Ag – 3' ün karşılaştırılmasının yapılmasındaki amaç Ag – 3 oluşturulurken Ag – 1' e eklenen bazıların ölçme doğruluklarını ne ölçüde etkileyeceği ve pratik ölçmeler için bu eklenen bazıların gerekli olup olmadığı konusunda bir karar vermektir. Ag – 3' değerlendirmesi sadece 30 dakikalık gözlem penceresi için yapılmıştır. Bu sebepten dolayı Ag – 1 ile Ag – 3' ü karşılaştırırken Hotelling' in Çok Değişkenli T^2 testi yerine maliyet analizi verileri ile dengeleme sonrası standart sapma değerleri kullanılmıştır. İlgili karşılaştırma tablolarına 4.8' daki maliyet analizi bölümünde yer verilmiştir.

4.8 Maliyet Analizi

Test ağları için yapılan tüm karşılaştırmaların sonunda her gözlem penceresi için ayrı ayrı maliyet analizleri çıkarılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan noktalar SCIGN' e ait noktalar olmasına rağmen maliyet analizi Türkiye koşullarına göre hesaplanmıştır. Bunun yapılmasında ki gaye ise bu ölçmelere benzer ölçmeler Türkiye' de yapılmış olsaydı bu ölçmelerin getireceği mali yükün ne olacağını belirlemektir. Bu analiz yapılırken İller Bankasına' nin 2002 yılına ait olan birim fiyatlar kullanılmıştır.

Maliyet analizi yapılırken her ağ için bir ölçme planı yapılmış bu ölçme planı her gözlem penceresi için uygulanmıştır. Her ağda yapılacak ölçmeler için 3 harita teknisyeni ve 1 harita mühendisi ile ölçmelerin yürütüleceği ve ölçmelerde kullanılacak olan 3'lü GPS setinin kiralanacağı öngörülmüştür. Ag – 1 ölçmeleri için 2, Ag – 2 ölçmeleri için ise 1 aracın ulaşım amaçlı kiralanacağı düşünülmüştür. Ölçmelerin yazıldığı hücrelerde parantez içinde yazan (1 gün, 2 gün) yazılar ölçmelerin o gözlem süreleri için kaç gün sürdüğünü göstermektedir.

Tablo 4.9: Ag – 1' e ait maliyet analizi

Ölçme Süresi	30 dakika	1 saat	2 saat
Proje Süresi	(1 gün)	(1 gün)	(2 gün)
Eleman Ücretleri	303 Milyon	400 Milyon	486 Milyon
Alet Ücretleri	270 Milyon	432 Milyon	918 Milyon
Ulasim Ücretleri	66 Milyon	66 Milyon	132 Milyon
TOPLAM	639 Milyon	898 Milyon	1,536 Milyon
Oranlar	Sabit	40%	140%
		(1sa/30dk)	(2sa/30dk)

Tablo 4.10: Ag – 2'ye ait maliyet analizi

Ölçme Süresi	30 dakika	1 saat	2 saat
Proje Süresi	(1 gün)	(1 gün)	(1 gün)
Eleman Ücretleri	154 Milyon	199.5 Milyon	291 Milyon
Alet Ücretleri	94.5 Milyon	175 Milyon	337.5 Milyon
Ulasim Ücretleri	21 Milyon	27 Milyon	39.5 Milyon
TOPLAM	269.5 Milyon	401.5 Milyon	668 Milyon
Oranlar	Sabit	49%	148%
		(1sa/30dk)	(2sa/30dk)

Tablo 4.9 ve 4.10' de görüldüğü gibi maliyet açısından en ekonomik ölçmeler, ölçme sürelerinin kısa olmasından dolayı 30 dakikalık ölçmelerdir. Maliyet değerleri 2002 yılına ait olduğu için karşılaştırma yapmak için sonuç maliyetlerini birbirine oranlayarak karşılaştırmak ve yorumlarda bulunmak daha tutarlı sonuçlar verecektir. Bu oranlara göre 30 dakikalık gözlem pencereli ölçmelerin maliyet sonuçları sabit alınacak olursa Ag – 1 için, 1 saatlik gözlem pencereli ölçmeler % 40, 2 saatlik gözlem pencereli ölçmeler % 140 oranla bir mali yük getirmektedir. Bu değerler Ag-2 için de hesaplanacak olursa 1 saatlik ölçmeler % 49 ve 2 saatlik ölçmeler % 148 lik oranla 30 dakikalık ölçmelerden daha fazla bir maliyet yükü getirmektedir.

Maliyet analizi ayrıca Ag – 1 ile Ag – 3' ün karşılaştırması için kullanılmıştır. Bu karşılaştırma ile Ag – 3' te yapılan fazla ölçmelerin gerekli olup olmadığı araştırılmıştır.

Tablo 4.11: Ag – 1 ile Ag – 3' ün karsilastirilmesi

	30 dakika	30 d. Gece	30 dk. Yüksek GDOP	30 dk. Ag – 3
Dengeleme	3,2 mm	2,6 mm	9,1 mm	2,6 mm
sonrasi std.				
sapma				
Maliyetler	Sabit	Sabit	Sabit	~ % 20
Kazanc				(Zarar)
Nokta Konum	Sabit	~ % 40	~ - % 205	~ % 70
Hatalarina Göre				
iyilesme				

Tablo 4.11' den de anlasildigi gibi Ag – 1' e eklenen fazla bazlar maliyet açisindan % 20' lik bir yük getirmistir. Bu eklenen fazla bazlarla olusan Ag – 3' te nokta konum hatalari diger 30 dakikalik ölçmelere nazaran % 70 oranla iyilesmistir. Bu sonuç tüm haritacilik çalışmalariinda beklendigi gibi normal bir sonuçtur. Fazla ölçmeler nokta konum hatalarini iyilestirmistir. Bu iki ag için yapılan karsilastirmada üzerinde durulmasi gereken asil nokta, eklenen bazlariin nokta konum hatalarina getirdigi iyilestirmenin ve fazla ölçmelerin getirdigi mali yükün irdelenmesidir. Bu çalışmada pratik GPS ölçmeleri için sonuçlar üretilmek amaçlandigindan dolayi nokta konum hatalarina gelen iyilesme düşük duyarlikli olan pratik uygulamalar için göz ardi edilebilir bir iyilesmedir.

5. SONUÇ

GPS ölçmeleri günümüzde hem jeodezik hem de klasik haritacılık uygulamaları için tercih edilmeye başlanan en yeni ölçme tekniklerinden biridir. Bu ölçme tekniğinde ölçmeler sonucunda elde edilebilecek duyarlık, ölçme sürelerinin diğer bir deyişle oturumların uzunluğu ile doğru orantılıdır. Pratik ölçmelerde ise oturumlar kısa olduğundan dolayı planlanmadan seçilen gözlem pencereleri için yapılan ölçmelerde istenen sonuçları almak her zaman mümkün olmamaktadır.

Bu çalışmada kısa oturum süreli GPS ölçmeleri için uygun ölçme süresinin belirlenmesi amaçlanmış ve ağı geometrik şekli, ölçmenin günün hangi saatinde yapıldığı ve gözlenen uyguların oluşturduğu 3 boyutlu geometri gibi etkenlerin ölçme sonuçlarına olan etkileri incelenmiştir.

Bu çalışmada değerlendirmeler sonucunda elde edilen verilerin irdelenmesi ile aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- İyi bir ağı geometrisine sahip olan ve kötü bir ağı geometrisine sahip olan ağıda 30 dakika, 1 saat, 2 saat, 3 saat için yapılan testler sonucunda % 95 güvenle tüm gözlem pencereleri için bulunan test değerleri tablo değerlerinden küçük çıkmıştır. Buradan da bu çalışma için 30 dakikalık farkların yeterli olduğu sonucu çıkarılmıştır.
- Gece saatlerinde seçilen gözlem pencereleri için yapılan değerlendirmelerde hem kötü geometrili ağıda hem de iyi geometrili ağıda diğer 30 dakikalık ölçmelere göre daha iyi sonuçlar çıkmıştır. Baz vektör farkları, hesaplanan test değerleri ve dengeleme sonrası standart sapma değerleri diğer 30 dakikalık ölçmelerden daha düşük çıkmıştır.
- Kötü geometrili ağıda da değerlendirmesi yapılan tüm gözlem pencereleri için bulunan baz vektör farkları için hesaplanan test değerleri tablo değerlerinden küçük çıkmıştır. Bu sonuçlara göre kötü geometrili ağıda da 30 dakikalık ölçmeler yeterli kabul edilmiştir. Kötü geometrili ağı için baz vektör farklarının standart sapma değerleri iyi geometrili ağına nazaran daha yüksek çıkmıştır.

- GDOP degerlerinin kötü oldugu saatlerde seçilen gözlem pencereleri için yapılan degerlendirmelerde ise diger 30 dakikalik ölçmelere kiyasla daha kötü sonuçlar çıkmistir. Baz vektör farklari, dengeleme sonrasi nokta konum hatalari, T test degerleri ve dengeleme sonrasi standart sapma degerleri diger 30 dakikalik ölçmelerden daha yüksek çıkmistir.
- 16 bazdan olusan santral ag seklinde dizayn edilmiş ag ve bu aga fazla ölçmeler eklenerek tasarlanmış 24 bazdan olusan ag için yapılan karsilastirma sonuçlarına göre 24 baz ölçmesi olan agda fazladan ölçülen bazlar pratik amaçlı GPS ölçmeleri için gerekli görülmemistir. Fazladan yapılan ölçmelerin nokta konum hatalarına bir iyilesme getirmelerine ragmen bu iyileşmelerin pratik GPS ölçmeleri için göz ardı edilebilecek olduğuna karar verilmiştir.

Bu çalışmada ulaşılan sonuçlara göre yapılacak benzer çalışmalar için aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur.

- Pratik GPS ölçmelerinde ölçme planlari yapılmadan önce ve gözlem pencerelerine karar verilirken gün içinde GDOP degerlerinin en düşük oldugu saatler seçilmelidir. Bu ölçmeler sonucunda elde edilecek doğruluklari olumlu yönde etkileyecektir.
- Gece saatlerinde ölçmelerin yapılması, kısa süreli ölçmelerde de sonuçta elde edilecek doğrulugu artırmaktadır. Yapılacak olan ölçmelerin amacına göre ve elde edilmesi amaçlanan doğruluga göre, gece saatlerine rast gelen bir gözlem penceresi seçilebilir.
- Kısa oturumlu ölçmelerin yapılacağı ağın tasarımı yapılacaksa ölçmelerin kontrolü amacıyla ağ kapalı şekillerden oluşmalı ve oluşacak kapalı şekillerin iç açılarının 30° ile 130° arasında olmasına dikkat edilmelidir. İyi geometriye sahip ağlarda daha duyarlıklı sonuçlar alınmaktadır.

KAYNAKLAR

- Kahveci, M., Yildiz, F.,** 2001. Global Konum Belirleme Sistemi Teori-Uygulama, Nobel Yayin Dagitim, Ankara.
- Sanli, D.U.,** 2000. Uydu Verilerinin Degerlendirilmesi, Ders Notlari, YTÜ, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisligi Bölümü, Jeodezi Anabilim Dalı, Istanbul.
- Hoffman-Wellenhof, B., Kichtenegger, H. ve Gllins, J.,** 1993. Global Positioning System Theory and Practice, Fifth Revise Edition, Springer, New York.
- Acharya, Popp, R,** 1994. Project Planning for GPS Geodetic Control Network, Surveying and Land Information System, Kathmandu.
- Arpin, Claude,** 2002. Global Positioning System (GPS) Errors & Limitations For Vehicle Tracking, Quebec.
- Wormley, Samuel J.,** 2004. GPS Errors & Estimating Your Receiver's Accuracy, Iowa.
- Aktas, Ertugrul,** 1998. GPS Ölçmelerinin Planlanmasi ve Ag Tasarimi, *Yüksek Lisans Tezi*, ITÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Istanbul.
- Dogru, Ahmet Özgür,** 2003. GPS Ölçmelerinin Analizi, *Yüksek Lisans Ders Sunumu*, ITÜ. Istanbul
- Mertcan, Can,** 2005. Gözlem Süresinin GPS Yükseklik Bileseni Duyarlighi Üzerine Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, ITÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Istanbul.
- Adams, Charlotte,** 2004. The Issues Orbiting Galileo, (<http://www.aviationtoday.com>).
- Shaowei Han, Rod Johnson,** 2001. Survey Quality Real-Time GPS: Solving the Time to Fix vs. Reliability Paradox, Utah.
- Rizos, C.,** 1999, Satellite Navigation and Positioning Group (SNAP): Principles and Practice of GPS surveying, (<http://www.gmat.unsw.edu.au>).

Jicang Y Q CHEN WU, Conrad TANG, 2004. First-order Optimization for GPS
Crustal Deformation Monitoring, Hong Kong.

Sahin, Muhammet, 2003. State Models, Kalman Filtering & Smoothing Lecture
Notes, ITÜ (<http://atlas.cc.itu.edu.tr/~sahin/>).

SOPAC Data Archive, 2004, (<http://sopac.ucsd.edu>).

Visibility of GPS Satellites, 2004, (<http://gips.leipzig.ifag.de>).

The Aerospace Corporation (<http://www.aero.org>).

GPS Error Sources, 2004 (User Dependent And User Independent),
(www.cmmacs.ernet.in/cmmacs/pdf/gpserrors.pdf).

EKLER

Ek A : Ag – 1' e Ait Veriler ve Degerlendirme Sonuçlari

Tablo A.1: Ag – 1'in orta noktasina ait DOP Degerleri

I GPS-CMPGN I	GPS	DILUTION OF PRECISION	I BKG-GIBS I
=====			
I LATITUDE : N 33 55 23.000		DATE: 10. 9.2004 I	
I LONGITUDE: E 241 44 46.000		DAY OF YEAR: 254 I	
I EL-HEIGHT: 11.000		ELEVATION CUT: 10 I	

I TIME I	I	I	I
T (UT) I	VISIBLE SATELLITES	*=BEST GEOMETRY(7)	I GDOP PDOP HDOP I

I 0: 0 I	7* 8* 11* 19* 26* 27* 28* 29		I 2.2 1.9 1.1 I
I 0:30 I	7* 8* 11* 26* 27* 28* 29*		I 3.2 2.7 1.4 I
I 1: 0 I	7* 8* 11* 26* 27* 28* 29*		I 3.4 2.9 1.5 I
I 1:30 I	7* 8* 11* 26* 27* 28* 29*		I 2.7 2.3 1.2 I
I 2: 0 I	4* 7* 8 9* 11* 26 27* 28* 29*		I 1.8 1.6 .9 I
I 2:30 I	4* 7* 8* 9* 26* 28* 29*		I 2.8 2.5 1.1 I
I 3: 0 I	2* 4* 7* 9* 26* 28* 29*		I 4.6 4.0 1.5 I
I 3:30 I	2* 4* 5* 7 9* 17* 26* 28*		I 2.3 2.1 1.1 I
I 4: 0 I	2* 4* 5* 7* 9* 17* 28*		I 2.4 2.1 1.0 I
I 4:30 I	2* 4* 5 7* 9* 17 24* 28* 30*		I 1.8 1.6 1.0 I
I 5: 0 I	2* 4* 5* 7* 9 17* 24* 30*		I 2.4 2.0 1.1 I
I 5:30 I	2* 4* 5 7* 9* 10* 17* 24 30*		I 2.3 2.0 1.2 I
I 6: 0 I	2 4* 5* 6* 9* 10* 17* 24* 30		I 2.2 1.9 1.1 I
I 6:30 I	2 4* 5* 6* 9* 10* 17* 24* 30		I 2.0 1.7 1.1 I
I 7: 0 I	2 4* 5* 6* 10* 17* 21* 24* 30		I 2.0 1.8 1.2 I
I 7:30 I	2* 5* 6* 10* 17 21* 24* 30*		I 2.9 2.4 1.3 I
I 8: 0 I	2* 5* 6 10* 17 18* 21* 24 29* 30*		I 2.3 2.0 1.2 I
I 8:30 I	2* 5 6* 10 17 18* 21* 24* 26 29* 30*		I 2.9 2.6 1.3 I
I 9: 0 I	5* 6* 10 16* 17* 18* 21* 24* 26 29 30		I 2.0 1.8 1.0 I
I 9:30 I	6* 10 15* 16* 17* 18* 21* 22 24 26 29 30*		I 1.8 1.6 1.0 I
I 10: 0 I	6* 15* 16* 18* 21* 22* 24* 26 29		I 2.4 2.1 1.3 I
I 10:30 I	6* 15* 16* 18* 21* 22* 24* 26 29		I 2.4 2.1 1.3 I
I 11: 0 I	3* 6* 14* 15 16 18* 21* 22 24* 26 29*		I 1.8 1.6 1.0 I
I 11:30 I	3 6* 14 15 16* 18* 21* 22* 26* 29*		I 1.9 1.7 1.1 I
I 12: 0 I	3 6* 9* 14* 15 18* 19* 21* 22*		I 1.9 1.7 1.0 I
I 12:30 I	3* 9* 14* 15* 18* 19* 21 22*		I 2.5 2.2 1.3 I
I 13: 0 I	1* 3 9* 14* 15* 18 19* 21* 22*		I 2.1 1.8 1.1 I
I 13:30 I	1* 3 9* 14* 15* 18 19* 21* 22*		I 2.2 1.9 1.1 I
I 14: 0 I	1 3* 9* 11* 14* 15* 18 19 21* 22 25*		I 1.7 1.5 .9 I
I 14:30 I	1* 3* 11* 14* 15* 18* 19 22 25*		I 2.0 1.8 1.0 I
I 15: 0 I	1* 11 14* 15* 19* 20* 22* 25*		I 2.5 2.2 1.1 I
I 15:30 I	1* 11 14* 15* 19* 20* 22* 25*		I 2.2 1.9 1.0 I
I 16: 0 I	1* 11* 14* 20* 22* 23* 25*		I 2.2 1.9 1.3 I
I 16:30 I	1* 11* 14* 16* 20* 23* 25*		I 2.3 2.0 1.2 I
I 17: 0 I	1* 11* 14* 16* 20* 23* 25*		I 2.5 2.2 1.2 I
I 17:30 I	1* 11* 13* 16* 20* 23* 25*		I 3.1 2.7 1.2 I
I 18: 0 I	1* 11* 13* 16* 20* 23* 25*		I 2.8 2.4 1.1 I
I 18:30 I	1* 11* 13* 16* 20* 23* 25*		I 2.3 2.0 1.1 I
I 19: 0 I	1* 13* 16* 20* 23* 25* 27*		I 2.1 1.9 1.2 I
I 19:30 I	1* 3* 8* 13* 16* 20* 23* 27		I 2.3 2.0 1.2 I
I 20: 0 I	3* 8* 13* 16* 20* 23* 27*		I 2.6 2.3 1.2 I
I 20:30 I	3 8* 13* 16* 19* 20* 23* 27*		I 2.2 1.9 1.0 I
I 21: 0 I	3 8 13 19 23 27		I I
I 21:30 I	3* 8* 13* 19* 23* 27* 28*		I 2.7 2.4 1.2 I
I 22: 0 I	3* 8* 10* 13* 19 23* 27* 28*		I 2.3 2.0 1.0 I
I 22:30 I	3* 8* 10* 13* 19 23* 27* 28*		I 2.1 1.8 1.0 I
I 23: 0 I	7* 8* 10* 13* 19* 27* 28*		I 2.5 2.2 1.1 I
I 23:30 I	7* 8* 10 11* 13 19 26* 27* 28* 29*		I 1.8 1.6 1.1 I
I 24: 0 I	7* 8* 11* 19* 26* 27* 28* 29		I 2.3 2.0 1.1 I

Tablo A.2: Ag – 1' e 30 dakikalik gündüz gözlemlerine ait dengeleme Sonuç Dosyası (Ski v2.3 Log File)

Adjustment type : Free						
Number of observations : 48						
Number of unknowns : 27						
Degrees of freedom : 24						
Datum defect : 3						
Number of groups : 1						
Sigma a priori : 0,0032 [m]						
Sigma a posteriori : 0,0032 [m]						
Vectors:						
From point	To point	Obs no,	DX	DY	DZ	Length

ELSC	BGIS	01_001	2157,268	-5507,191	-5790,839	8277,486
MHMS	BGIS	01_002	7697,835	-2160,132	2585,024	8402,689
CCCO	BGIS	01_003	6846,242	2693,473	8373,825	11146,603
MHMS	CCCO	01_004	851,594	-4853,608	-5788,807	7602,171
CCCO	CRHS	01_005	-6559,432	-170,369	-4863,456	8167,520
ECCO	CRHS	01_006	2732,783	-5906,435	-5828,334	8736,335
CCCO	ECCO	01_007	-9292,216	5736,063	964,880	10962,604
MHMS	ECCO	01_008	-8440,629	882,451	-4823,915	9761,818
NOPK	ECCO	01_009	-1167,323	-5862,425	-8586,563	10462,300
USC1	ELSC	01_010	6393,194	-3064,225	553,588	7111,178
MHMS	ELSC	01_011	5540,568	3347,073	8375,845	10585,631
USC1	NOPK	01_012	-6420,674	333,596	-4059,631	7603,746
MHMS	NOPK	01_013	-7273,299	6744,880	3762,641	10609,041
BGIS	PMHS	01_014	-1388,805	-3772,436	-5942,143	7174,198
CCCO	PMHS	01_015	5457,438	-1078,961	2431,682	6071,315
MHMS	USC1	01_016	-852,624	6411,286	7822,273	10149,853

Adjusted geodetic coordinates:

BGIS	Lat: 33 58 1,847489 N $\pm$ 0,00070 [m]
	Lon: 118 9 34,934786 W $\pm$ 0,00058 [m]
	Hgt: 7,0130 $\pm$ 0,00156 [m]
CCCO	Lat: 33 52 34,758123 N $\pm$ 0,00063 [m]
	Lon: 118 12 40,337362 W $\pm$ 0,00052 [m]
	Hgt: -12,7654 $\pm$ 0,00140 [m]
CRHS	Lat: 33 49 24,837532 N $\pm$ 0,00094 [m]
	Lon: 118 16 21,983944 W $\pm$ 0,00080 [m]
	Hgt: -19,3702 $\pm$ 0,00219 [m]
ECCO	Lat: 33 53 12,532108 N $\pm$ 0,00078 [m]
	Lon: 118 19 44,521103 W $\pm$ 0,00066 [m]
	Hgt: -15,1786 $\pm$ 0,00181 [m]
ELSC	Lat: 34 1 47,263979 N $\pm$ 0,00105 [m]
	Lon: 118 12 30,384376 W $\pm$ 0,00087 [m]
	Hgt: 65,3826 $\pm$ 0,00233 [m]
MHMS	Lat: 33 56 20,820176 N $\pm$ 0,00117 [m]
	Lon: 118 14 38,902685 W $\pm$ 0,00081 [m]
	Hgt: 1,7069 $\pm$ 0,00218 [m]
NOPK	Lat: 33 58 47,272861 N $\pm$ 0,00093 [m]
	Lon: 118 20 52,869045 W $\pm$ 0,00077 [m]
	Hgt: 37,2672 $\pm$ 0,00208 [m]
PMHS	Lat: 33 54 9,705524 N $\pm$ 0,00077 [m]
	Lon: 118 9 13,297020 W $\pm$ 0,00064 [m]
	Hgt: -6,9701 $\pm$ 0,00173 [m]
USC1	Lat: 34 1 26,446345 N $\pm$ 0,00099 [m]
	Lon: 118 17 6,440146 W $\pm$ 0,00081 [m]
	Hgt: 26,0992 $\pm$ 0,00217 [m]

Tablo A.3: Ag – 1' e 30 dakikalik gece gözlemlerine ait dengeleme Sonuç Dosyası
(Ski v2.3 Log File)

Adjustment type : Free						
Number of observations : 48						
Number of unknowns : 27						
Degrees of freedom : 24						
Datum defect : 3						
Number of groups : 1						
Sigma a priori : 0.0026 [m]						
Sigma a posteriori : 0.0026 [m]						
Vectors:						
From point	To point	Obs no.	DX	DY	DZ	Length

ELSC	BGIS	01_001	2157.277	-5507.162	-5790.847	8277.475
MHMS	BGIS	01_002	7697.858	-2160.116	2585.004	8402.700
CCCO	BGIS	01_003	6846.241	2693.475	8373.810	11146.592
MHMS	CCCO	01_004	851.612	-4853.596	-5788.801	7602.162
CCCO	CRHS	01_005	-6559.423	-170.369	-4863.454	8167.511
ECCO	CRHS	01_006	2732.791	-5906.422	-5828.343	8736.335
MHMS	ECCO	01_009	-8440.604	882.447	-4823.914	9761.796
NOPK	ECCO	01_010	-1167.314	-5862.404	-8586.558	10462.283
CCCO	ECCO	01_011	-9292.215	5736.047	964.890	10962.596
USC1	ELSC	01_012	6393.185	-3064.243	553.593	7111.179
MHMS	ELSC	01_013	5540.578	3347.046	8375.851	10585.632
USC1	NOPK	01_014	-6420.675	333.575	-4059.617	7603.737
MHMS	NOPK	01_015	-7273.288	6744.865	3762.644	10609.025
CCCO	PMHS	01_016	5457.433	-1078.954	2431.673	6071.305
BGIS	PMHS	01_017	-1388.808	-3772.429	-5942.136	7174.189
MHMS	USC1	01_019	-852.611	6411.295	7822.256	10149.844

Adjusted geodetic coordinates:

BGIS	Lat: 33 58 1.776150 N $\pm$ 0.00049 [m]
	Lon: 118 9 34.571577 W $\pm$ 0.00058 [m]
	Hgt: 25.9384 $\pm$ 0.00122 [m]
CCCO	Lat: 33 52 34.688309 N $\pm$ 0.00044 [m]
	Lon: 118 12 39.973881 W $\pm$ 0.00051 [m]
	Hgt: 6.1651 $\pm$ 0.00107 [m]
CRHS	Lat: 33 49 24.768592 N $\pm$ 0.00065 [m]
	Lon: 118 16 21.619654 W $\pm$ 0.00075 [m]
	Hgt: -0.4488 $\pm$ 0.00158 [m]
ECCO	Lat: 33 53 12.462581 N $\pm$ 0.00061 [m]
	Lon: 118 19 44.155919 W $\pm$ 0.00069 [m]
	Hgt: 3.7502 $\pm$ 0.00150 [m]
ELSC	Lat: 34 1 47.191782 N $\pm$ 0.00066 [m]
	Lon: 118 12 30.020173 W $\pm$ 0.00079 [m]
	Hgt: 84.3297 $\pm$ 0.00165 [m]
MHMS	Lat: 33 56 20.749435 N $\pm$ 0.00081 [m]
	Lon: 118 14 38.539008 W $\pm$ 0.00083 [m]
	Hgt: 20.6482 $\pm$ 0.00195 [m]
NOPK	Lat: 33 58 47.201883 N $\pm$ 0.00070 [m]
	Lon: 118 20 52.503201 W $\pm$ 0.00081 [m]
	Hgt: 56.2030 $\pm$ 0.00171 [m]
PMHS	Lat: 33 54 9.635106 N $\pm$ 0.00055 [m]
	Lon: 118 9 12.934392 W $\pm$ 0.00064 [m]
	Hgt: 11.9588 $\pm$ 0.00135 [m]
USC1	Lat: 34 1 26.374670 N $\pm$ 0.00071 [m]
	Lon: 118 17 6.075196 W $\pm$ 0.00083 [m]
	Hgt: 45.0173 $\pm$ 0.00174 [m]

Tablo A.4: Ag – 1' e 30 dakikalik yüksek GDOP gözlemlerine ait dengeleme Sonuç Dosyası (Ski v2.3 Log File)

Adjustment type	: Free					
Number of observations	: 48					
Number of unknowns	: 27					
Degrees of freedom	: 24					
Datum defect	: 3					
Number of groups	: 1					
Sigma a priori	: 0.0057 [m]					
Sigma a posteriori	: 0.0091 [m]					
Vectors:						
From point	To point	Obs no.	DX	DY	DZ	Length

ELSC	BGIS	01_001	2157.274	-5507.167	-5790.850	8277.479
MHMS	BGIS	01_002	7697.888	-2160.108	2584.995	8402.723
CCCO	BGIS	01_003	6846.253	2693.493	8373.814	11146.607
MHMS	CCCO	01_004	851.627	-4853.607	-5788.823	7602.186
CCCO	CRHS	01_005	-6559.424	-170.370	-4863.447	8167.508
ECCO	CRHS	01_006	2732.783	-5906.442	-5828.325	8736.334
NOPK	ECCO	01_007	-1167.308	-5862.402	-8586.574	10462.295
CCCO	ECCO	01_008	-9292.207	5736.073	964.878	10962.602
USC1	ELSC	01_009	6393.201	-3064.240	553.593	7111.192
MHMS	ELSC	01_010	5540.606	3347.054	8375.849	10585.648
ECCO	MHMS	01_011	8440.616	-882.465	4823.951	9761.826
USC1	MHMS	01_012	852.598	-6411.303	-7822.245	10149.839
USC1	NOPK	01_013	-6420.678	333.575	-4059.621	7603.742
MHMS	NOPK	01_014	-7273.281	6744.878	3762.629	10609.023
CCCO	PMHS	01_015	5457.447	-1078.951	2431.674	6071.318
BGIS	PMHS	01_016	-1388.806	-3772.443	-5942.140	7174.199
Adjusted geodetic coordinates:						
BGIS	Lat: 33 58 1.648140 N ± 0.00184 [m]					
	Lon: 118 9 34.667837 W ± 0.00183 [m]					
	Hgt: 7.0745 ± 0.00580 [m]					

	Hgt: 7.0745 ± 0.00580 [m]
CCCO	Lat: 33 52 34.558770 N ± 0.00158 [m]
	Lon: 118 12 40.070659 W ± 0.00157 [m]
	Hgt: -12.6746 ± 0.00498 [m]
CRHS	Lat: 33 49 24.638599 N ± 0.00216 [m]
	Lon: 118 16 21.716987 W ± 0.00215 [m]
	Hgt: -19.2786 ± 0.00683 [m]
ECCO	Lat: 33 53 12.333110 N ± 0.00187 [m]
	Lon: 118 19 44.254051 W ± 0.00187 [m]
	Hgt: -15.1101 ± 0.00587 [m]
ELSC	Lat: 34 1 47.064618 N ± 0.00228 [m]
	Lon: 118 12 30.116851 W ± 0.00227 [m]
	Hgt: 65.4596 ± 0.00719 [m]
MHMS	Lat: 33 56 20.621264 N ± 0.00291 [m]
	Lon: 118 14 38.636320 W ± 0.00305 [m]
	Hgt: 1.7999 ± 0.00924 [m]
NOPK	Lat: 33 58 47.073764 N ± 0.00253 [m]
	Lon: 118 20 52.601708 W ± 0.00249 [m]
	Hgt: 37.3488 ± 0.00790 [m]
PMHS	Lat: 33 54 9.506091 N ± 0.00199 [m]
	Lon: 118 9 13.030244 W ± 0.00200 [m]
	Hgt: -6.8925 ± 0.00633 [m]
USC1	Lat: 34 1 26.247209 N ± 0.00248 [m]
	Lon: 118 17 6.173023 W ± 0.00246 [m]
	Hgt: 26.1579 ± 0.00781 [m]

Tablo A.5: Ag – 1' e 1 saatlik gözlemlere ait dengeleme Sonuç Dosyası (Ski v2.3 Log File)

Adjustment type : Free

Number of observations : 48

Number of unknowns : 27

Degrees of freedom : 24

Datum defect : 3

Number of groups : 1

Sigma a priori : 0,0028 [m]

Sigma a posteriori : 0,0028 [m]

Vectors:

From point	To point	Obs no,	DX	DY	DZ	Length

ELSC	BGIS	01_001	2157,266	-5507,191	-5790,839	8277,485
MHMS	BGIS	01_002	7697,835	-2160,134	2585,016	8402,687
CCCO	BGIS	01_003	6846,242	2693,474	8373,822	11146,602
MHMS	CCCO	01_004	851,595	-4853,608	-5788,811	7602,174
CCCO	CRHS	01_005	-6559,431	-170,367	-4863,454	8167,518
ECCO	CRHS	01_006	2732,784	-5906,434	-5828,331	8736,332
CCCO	ECCO	01_007	-9292,215	5736,066	964,879	10962,605
MHMS	ECCO	01_008	-8440,625	882,450	-4823,927	9761,821
NOPK	ECCO	01_009	-1167,321	-5862,420	-8586,565	10462,300
USC1	ELSC	01_010	6393,194	-3064,232	553,588	7111,182
ELSC	MHMS	01_011	-5540,572	-3347,073	-8375,839	10585,628
USC1	NOPK	01_012	-6420,674	333,590	-4059,629	7603,744
MHMS	NOPK	01_013	-7273,298	6744,879	3762,637	10609,038
BGIS	PMHS	01_014	-1388,802	-3772,437	-5942,143	7174,198
CCCO	PMHS	01_015	5457,441	-1078,961	2431,678	6071,316
MHMS	USC1	01_016	-852,623	6411,288	7822,263	10149,846

Adjusted geodetic coordinates:

BGIS	Lat: 33 58 1,843863 N ± 0,00054 [m]
	Lon: 118 9 34,920600 W ± 0,00049 [m]
	Hgt: 5,3558 ± 0,00154 [m]
CCCO	Lat: 33 52 34,754491 N ± 0,00047 [m]
	Lon: 118 12 40,323241 W ± 0,00043 [m]
	Hgt: -14,4208 ± 0,00137 [m]

CRHS	Lat: 33 49 24,833955 N $\pm$ 0,00076 [m] Lon: 118 16 21,969879 W $\pm$ 0,00071 [m] Hgt: -21,0272 $\pm$ 0,00224 [m]
ECCO	Lat: 33 53 12,528492 N $\pm$ 0,00056 [m] Lon: 118 19 44,507091 W $\pm$ 0,00053 [m] Hgt: -16,8379 $\pm$ 0,00172 [m]
ELSC	Lat: 34 1 47,260423 N $\pm$ 0,00077 [m] Lon: 118 12 30,370175 W $\pm$ 0,00071 [m] Hgt: 63,7248 $\pm$ 0,00221 [m]
MHMS	Lat: 33 56 20,816778 N $\pm$ 0,00105 [m] Lon: 118 14 38,888634 W $\pm$ 0,00082 [m] Hgt: 0,0542 $\pm$ 0,00242 [m]
NOPK	Lat: 33 58 47,269327 N $\pm$ 0,00069 [m] Lon: 118 20 52,855023 W $\pm$ 0,00064 [m] Hgt: 35,6124 $\pm$ 0,00204 [m]
PMHS	Lat: 33 54 9,701828 N $\pm$ 0,00061 [m] Lon: 118 9 13,282756 W $\pm$ 0,00056 [m] Hgt: -8,6282 $\pm$ 0,00178 [m]
USC1	Lat: 34 1 26,442885 N $\pm$ 0,00077 [m] Lon: 118 17 6,426167 W $\pm$ 0,00070 [m] Hgt: 24,4381 $\pm$ 0,00220 [m]

Tablo A.6: Ag – 1' e 2 saatlik gözlemlere ait dengeleme Sonuç Dosyası (Ski v2.3 Log File)

Adjustment type : Free						
Number of observations : 45						
Number of unknowns : 27						
Degrees of freedom : 21						
Datum defect : 3						
Number of groups : 1						
Sigma a priori : 0,0013 [m]						
Sigma a posteriori : 0,0013 [m]						
Vectors:						
From point	To point	Obs no,	DX	DY	DZ	Length

MHMS	BGIS	01_001	7697,852	-2160,096	2584,991	8402,686
CCCO	BGIS	01_002	6846,246	2693,489	8373,812	11146,601
ELSC	BGIS	01_003	2157,262	-5507,188	-5790,835	8277,479
MHMS	CCCO	01_004	851,604	-4853,588	-5788,819	7602,169
CCCO	CRHS	01_005	-6559,423	-170,363	-4863,455	8167,512
ECCO	CRHS	01_006	2732,781	-5906,441	-5828,330	8736,336
MHMS	ECCO	01_008	-8440,598	882,488	-4823,943	9761,808
NOPK	ECCO	01_009	-1167,319	-5862,413	-8586,558	10462,289
USC1	ELSC	01_010	6393,188	-3064,244	553,593	7111,182
MHMS	ELSC	01_011	5540,592	3347,092	8375,822	10585,631
USC1	NOPK	01_012	-6420,680	333,572	-4059,624	7603,746
MHMS	NOPK	01_013	-7273,276	6744,907	3762,609	10609,031
BGIS	PMHS	01_014	-1388,814	-3772,454	-5942,133	7174,201
CCCO	PMHS	01_015	5457,434	-1078,962	2431,679	6071,310
MHMS	USC1	01_016	-852,597	6411,337	7822,229	10149,848
Adjusted geodetic coordinates:						
BGIS	Lat: 33 58 1,672396 N ± 0,00040 [m]					
	Lon: 118 9 34,820640 W ± 0,00034 [m]					
	Hgt: 14,6444 ± 0,00094 [m]					
CCCO	Lat: 33 52 34,583521 N ± 0,00038 [m]					
	Lon: 118 12 40,222888 W ± 0,00032 [m]					
	Hgt: -5,1068 ± 0,00088 [m]					
CRHS	Lat: 33 49 24,663415 N ± 0,00047 [m]					
	Lon: 118 16 21,868938 W ± 0,00039 [m]					
	Hgt: -11,7184 ± 0,00110 [m]					
ECCO	Lat: 33 53 12,357776 N ± 0,00053 [m]					
	Lon: 118 19 44,405692 W ± 0,00045 [m]					
	Hgt: -7,5457 ± 0,00130 [m]					
ELSC	Lat: 34 1 47,088530 N ± 0,00050 [m]					
	Lon: 118 12 30,269550 W ± 0,00043 [m]					
	Hgt: 73,0053 ± 0,00116 [m]					

MHMS	Lat: 33 56 20,645408 N $\pm$ 0,00044 [m]
	Lon: 118 14 38,787985 W $\pm$ 0,00036 [m]
	Hgt: 9,3878 $\pm$ 0,00107 [m]
NOPK	Lat: 33 58 47,097772 N $\pm$ 0,00054 [m]
	Lon: 118 20 52,753329 W $\pm$ 0,00046 [m]
	Hgt: 44,8960 $\pm$ 0,00128 [m]
PMHS	Lat: 33 54 9,530626 N $\pm$ 0,00047 [m]
	Lon: 118 9 13,183008 W $\pm$ 0,00040 [m]
	Hgt: 0,6894 $\pm$ 0,00108 [m]
USC1	Lat: 34 1 26,271215 N $\pm$ 0,00054 [m]
	Lon: 118 17 6,325028 W $\pm$ 0,00045 [m]
	Hgt: 33,7012 $\pm$ 0,00127 [m]

Tablo A.7: Ag – 1' e 3 saatlik gözlemlere ait dengeleme Sonuç Dosyası (Ski v2.3 Log File)

Adjustment type : Free						
Number of observations : 45						
Number of unknowns : 27						
Degrees of freedom : 21						
Datum defect : 3						
Number of groups : 1						
Sigma a priori : 0,0007 [m]						
Sigma a posteriori : 0,0007 [m]						
Vectors:						
From point	To point	Obs no,	DX	DY	DZ	Length

ELSC	BGIS	01_001	2157,265	-5507,186	-5790,838	8277,481
MHMS	BGIS	01_002	7697,850	-2160,103	2584,996	8402,686
CCCO	BGIS	01_003	6846,248	2693,488	8373,814	11146,602
MHMS	CCCO	01_004	851,600	-4853,593	-5788,816	7602,169
CCCO	CRHS	01_005	-6559,425	-170,365	-4863,455	8167,513
CRHS	ECCO	01_006	-2732,782	5906,437	5828,332	8736,335

CCCO	ECCO	01_007	-9292,207	5736,071	964,879	10962,601
USC1	ELSC	01_009	6393,193	-3064,236	553,590	7111,183
ELSC	MHMS	01_010	-5540,585	-3347,082	-8375,834	10585,634
USC1	NOPK	01_011	-6420,680	333,574	-4059,625	7603,746
ECCO	NOPK	01_012	1167,318	5862,412	8586,560	10462,290
MHMS	NOPK	01_013	-7273,286	6744,895	3762,620	10609,034
BGIS	PMHS	01_014	-1388,811	-3772,449	-5942,136	7174,200
CCCO	PMHS	01_015	5457,436	-1078,960	2431,679	6071,312
MHMS	USC1	01_016	-852,608	6411,319	7822,244	10149,850
Adjusted geodetic coordinates:						
BGIS	Lat: 33 58 1,719806 N ± 0,00021 [m]					
	Lon: 118 9 34,830358 W ± 0,00017 [m]					
	Hgt: 11,8868 ± 0,00044 [m]					
CCCO	Lat: 33 52 34,630749 N ± 0,00018 [m]					
	Lon: 118 12 40,232772 W ± 0,00014 [m]					
	Hgt: -7,8687 ± 0,00036 [m]					
CRHS	Lat: 33 49 24,710526 N ± 0,00024 [m]					
	Lon: 118 16 21,878976 W ± 0,00019 [m]					
	Hgt: -14,4787 ± 0,00049 [m]					
ECCO	Lat: 33 53 12,404956 N ± 0,00023 [m]					
	Lon: 118 19 44,415840 W ± 0,00018 [m]					
	Hgt: -10,2985 ± 0,00049 [m]					
ELSC	Lat: 34 1 47,136089 N ± 0,00028 [m]					
	Lon: 118 12 30,279432 W ± 0,00022 [m]					
	Hgt: 70,2543 ± 0,00057 [m]					
MHMS	Lat: 33 56 20,692743 N ± 0,00026 [m]					
	Lon: 118 14 38,797890 W ± 0,00020 [m]					
	Hgt: 6,6202 ± 0,00055 [m]					
NOPK	Lat: 33 58 47,145151 N ± 0,00027 [m]					
	Lon: 118 20 52,763553 W ± 0,00021 [m]					
	Hgt: 42,1488 ± 0,00056 [m]					
PMHS	Lat: 33 54 9,577946 N ± 0,00024 [m]					
	Lon: 118 9 13,192715 W ± 0,00019 [m]					
	Hgt: -2,0752 ± 0,00050 [m]					
USC1	Lat: 34 1 26,318682 N ± 0,00029 [m]					
	Lon: 118 17 6,335089 W ± 0,00023 [m]					
	Hgt: 30,9589 ± 0,00061 [m]					

Tablo A.8: Ag – 1' e 24 saatlik gözlemlere ait dengeleme Sonuç Dosyası (Ski v2.3 Log File)

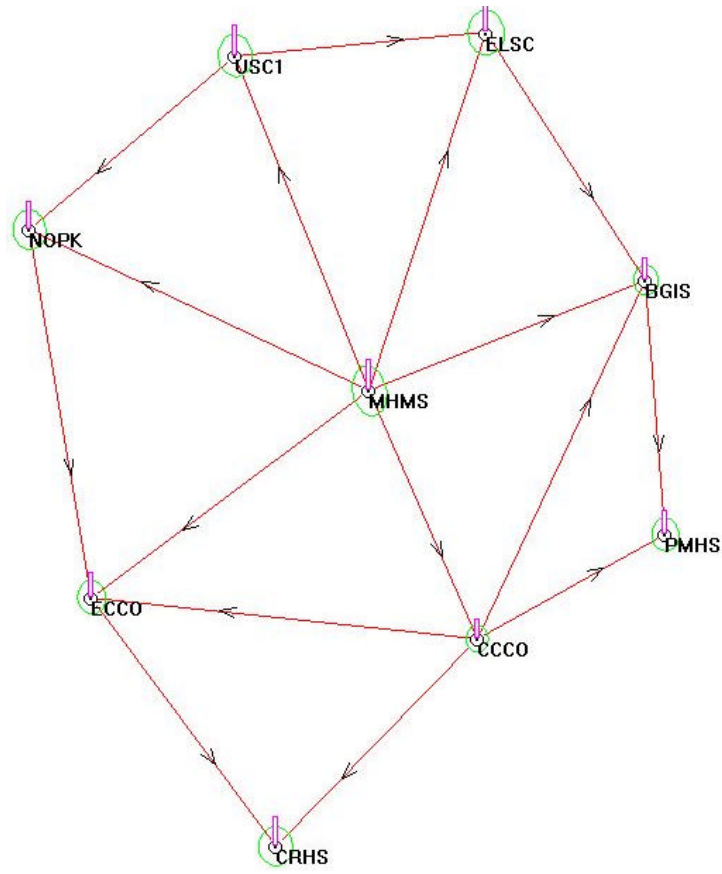
Adjustment type	:	Free
Number of observations	:	48
Number of unknowns	:	27
Degrees of freedom	:	24
tum defect	:	3
Number of groups	:	1
Sigma a priori	:	0,0004 [m]
Sigma a posteriori	:	0,0008 [m]
Vectors:		
From point	To point	Obs no, DX DY DZ Length

ELSC	BGIS	01_001 2157,267 -5507,179 -5790,841 8277,479
MHMS	BGIS	01_002 7697,858 -2160,110 2584,998 8402,696
MHMS	CCCO	01_003 851,607 -4853,598 -5788,815 7602,173
BGIS	CCCO	01_004 -6846,252 -2693,488 -8373,813 11146,605
CCCO	CRHS	01_005 -6559,430 -170,370 -4863,454 8167,517
ECCO	CRHS	01_006 2732,779 -5906,441 -5828,330 8736,335
CCCO	ECCO	01_007 -9292,209 5736,069 964,876 10962,601
MHMS	ECCO	01_008 -8440,604 882,470 -4823,938 9761,810
NOPK	ECCO	01_009 -1167,319 -5862,410 -8586,566 10462,294
USC1	ELSC	01_010 6393,198 -3064,235 553,590 7111,186
MHMS	ELSC	01_011 5540,590 3347,067 8375,841 10585,637
USC1	NOPK	01_012 -6420,679 333,580 -4059,626 7603,746
MHMS	NOPK	01_013 -7273,287 6744,877 3762,627 10609,026
BGIS	PMHS	01_014 -1388,814 -3772,447 -5942,135 7174,199
CCCO	PMHS	01_015 5457,439 -1078,959 2431,679 6071,314

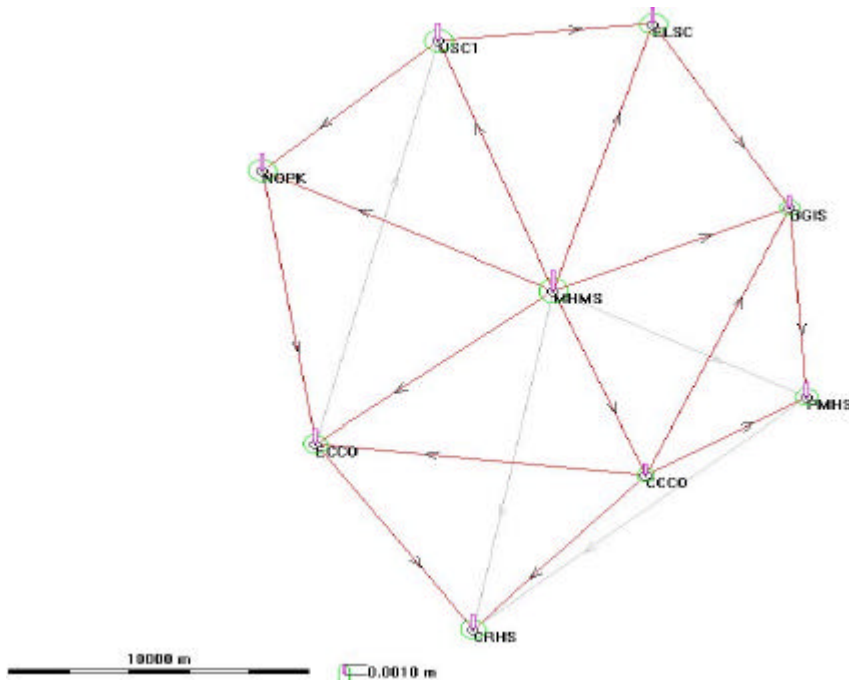
MHMS	USC1	01_016	-852,608	6411,302	7822,251	10149,844
------	------	--------	----------	----------	----------	-----------

Adjusted geodetic coordinates:

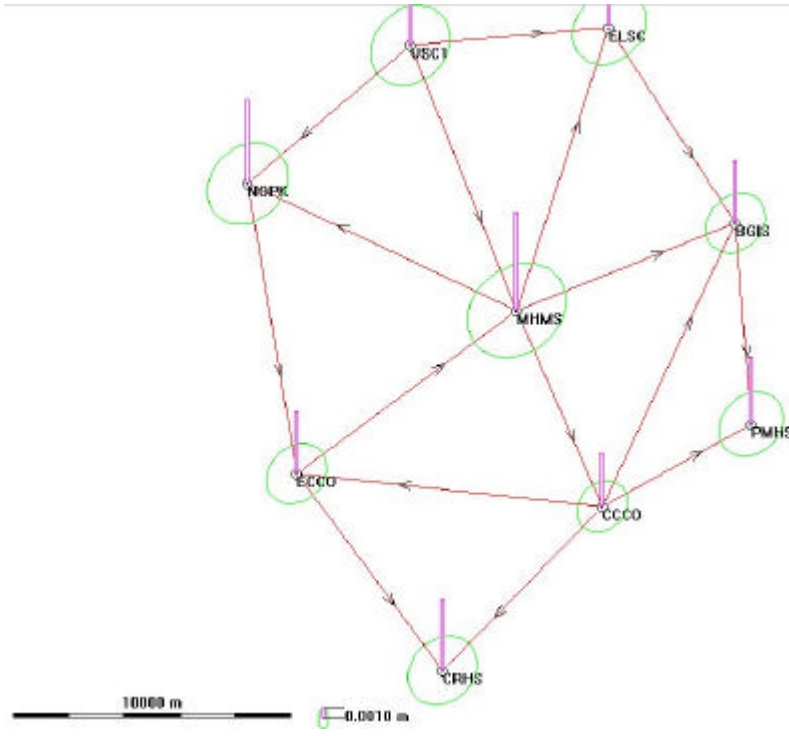
BGIS	Lat: 33 58 1,715251 N ± 0,00023 [m]
	Lon: 118 9 34,838161 W ± 0,00021 [m]
	Hgt: 1,0309 ± 0,00052 [m]
CCCO	Lat: 33 52 34,625612 N ± 0,00019 [m]
	Lon: 118 12 40,241039 W ± 0,00017 [m]
	Hgt: -18,7230 ± 0,00044 [m]
CRHS	Lat: 33 49 24,704940 N ± 0,00026 [m]
	Lon: 118 16 21,887699 W ± 0,00024 [m]
	Hgt: -25,3261 ± 0,00060 [m]
ECCO	Lat: 33 53 12,399755 N ± 0,00024 [m]
	Lon: 118 19 44,424868 W ± 0,00021 [m]
	Hgt: -21,1509 ± 0,00054 [m]
ELSC	Lat: 34 1 47,131868 N ± 0,00030 [m]
	Lon: 118 12 30,287510 W ± 0,00026 [m]
	Hgt: 59,4075 ± 0,00068 [m]
MHMS	Lat: 33 56 20,688001 N ± 0,00028 [m]
	Lon: 118 14 38,806637 W ± 0,00022 [m]
	Hgt: -4,2395 ± 0,00064 [m]
NOPK	Lat: 33 58 47,140631 N ± 0,00032 [m]
	Lon: 118 20 52,772653 W ± 0,00028 [m]
	Hgt: 31,3018 ± 0,00073 [m]
PMHS	Lat: 33 54 9,573016 N ± 0,00026 [m]
	Lon: 118 9 13,200578 W ± 0,00024 [m]
	Hgt: -12,9310 ± 0,00059 [m]
USC1	Lat: 34 1 26,314347 N ± 0,00032 [m]
	Lon: 118 17 6,343756 W ± 0,00028 [m]
	Hgt: 20,1160 ± 0,00072 [m]



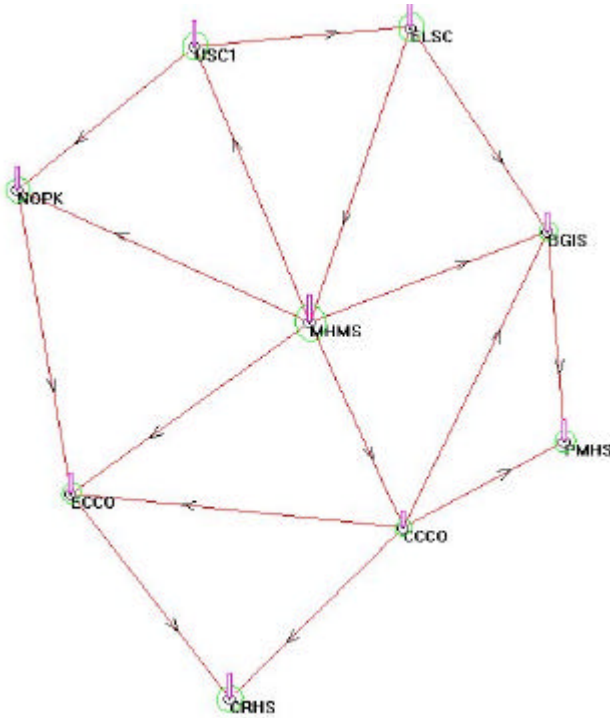
Sekil A.1: Ag – 1 30 dk. gündüz ölçmelerine ait dengeleme sonrası hata elipsleri



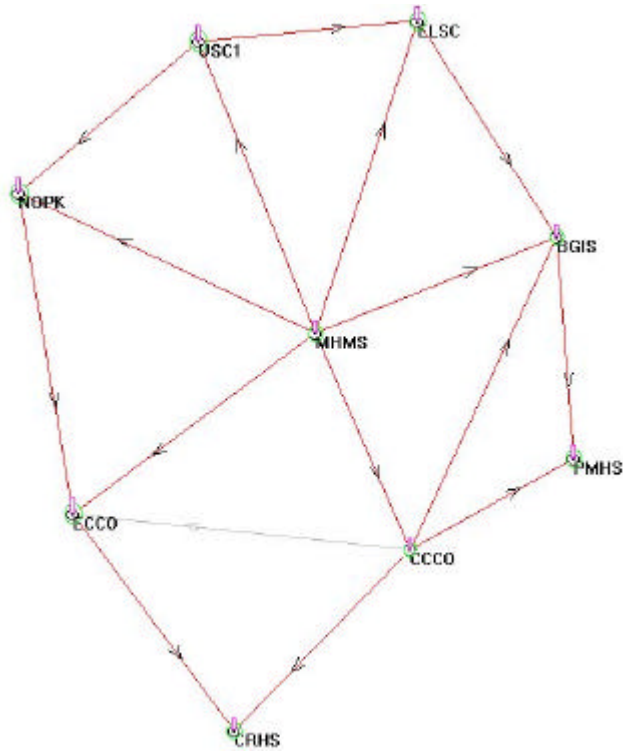
Sekil A.2: Ag – 1 30 dk. gece ölçmelerine ait dengeleme sonrası hata elipsleri



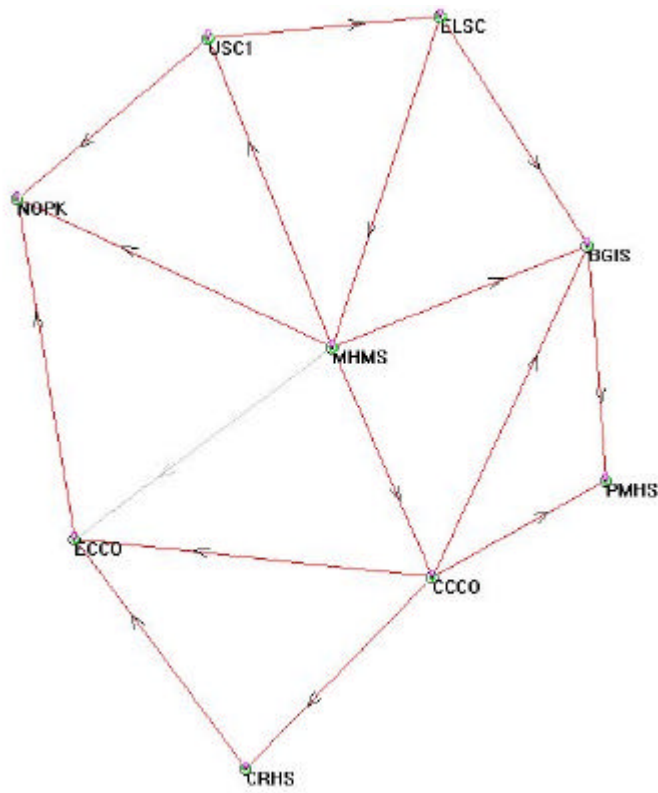
Sekil A.3: Ag – 1 30 dk. yüksek GDOP ölçmelerine ait dengeleme sonrası hata elipsleri



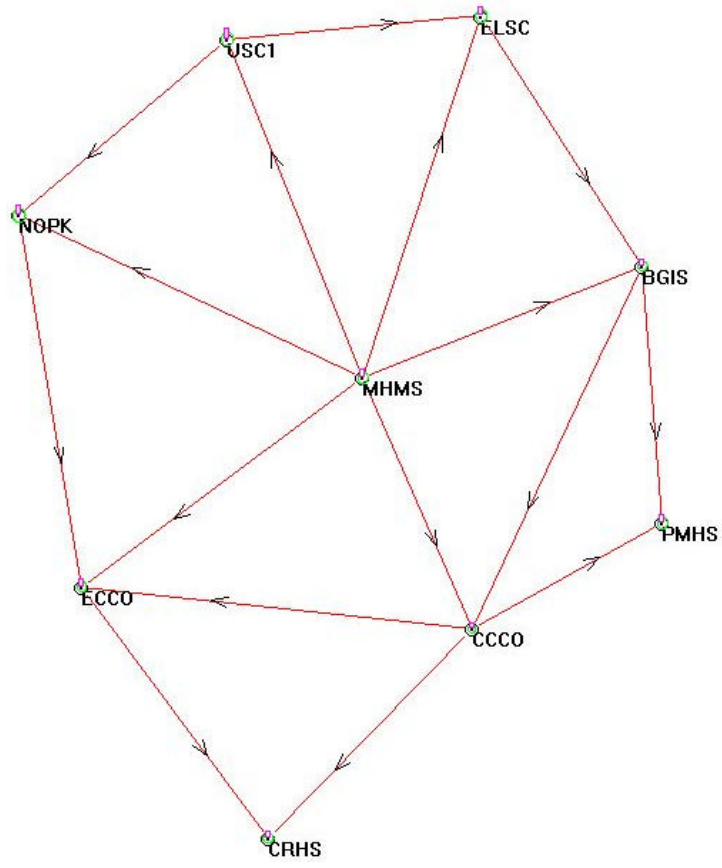
Sekil A.4: Ag – 1 1 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrası hata elipsleri



Sekil A.5: Ag – 1 2 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrası hata elipsleri



Sekil A.6: Ag – 1 3 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrası hata elipsleri



Sekil A.7: Ag – 1 24 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrasi hata elipsleri

Ek B : Ag – 2’ ye Ait Veriler ve Degerlendirme Sonuçlari

Tablo B.1: Ag 2’ in orta noktasina ait DOP degerleri

I GPS-CMPGN I										GPS				DILUTION OF PRECISION				I BKG-GIBS I			
I LATITUDE : N 34 31 44.000														DATE: 10. 9.2004 I							
I LONGITUDE: E 242 9 48.000														DAY OF YEAR: 254 I							
I EL-HEIGHT: 50.000														ELEVATION CUT: 10 I							
I TIME I														I							
T (UT) I										VISIBLE SATELLITES				*=BEST GEOMETRY(7)				I GDOP PDOP HDOP I			
I 0: 0 I	I 7*	I 8*	I 11*	I 19*	I 26*	I 27*	I 28*	I 29						I 2.2	I 1.9	I 1.1	I				
I 0:30 I	I 7*	I 8*	I 11*	I 26*	I 27*	I 28*	I 29*							I 3.2	I 2.7	I 1.5	I				
I 1: 0 I	I 7*	I 8*	I 11*	I 26*	I 27*	I 28*	I 29*							I 3.4	I 2.9	I 1.5	I				
I 1:30 I	I 7*	I 8*	I 11*	I 26*	I 27*	I 28*	I 29*							I 2.7	I 2.3	I 1.2	I				
I 2: 0 I	I 4*	I 7*	I 8	I 9*	I 11*	I 26	I 27*	I 28*	I 29*					I 1.8	I 1.6	I .9	I				
I 2:30 I	I 4*	I 7*	I 8*	I 9*	I 26*	I 28*	I 29*							I 2.9	I 2.5	I 1.1	I				
I 3: 0 I	I 2*	I 4*	I 7*	I 9*	I 26*	I 28*	I 29*							I 4.7	I 4.1	I 1.5	I				
I 3:30 I	I 2*	I 4*	I 5*	I 7*	I 9*	I 17*	I 28*							I 2.4	I 2.1	I 1.0	I				
I 4: 0 I	I 2*	I 4*	I 5*	I 7*	I 9*	I 17*	I 28*							I 2.4	I 2.1	I 1.0	I				
I 4:30 I	I 2*	I 4*	I 5	I 7*	I 9*	I 17	I 24*	I 28*	I 30*					I 1.8	I 1.6	I 1.0	I				
I 5: 0 I	I 2*	I 4*	I 5*	I 7*	I 9	I 17*	I 24*	I 30*						I 2.3	I 2.0	I 1.1	I				
I 5:30 I	I 2*	I 4*	I 5	I 9*	I 10*	I 17*	I 24*	I 30*						I 2.8	I 2.3	I 1.3	I				
I 6: 0 I	I 2	I 4*	I 5*	I 6*	I 9*	I 10*	I 17*	I 24*	I 30					I 2.2	I 1.9	I 1.1	I				
I 6:30 I	I 2	I 4*	I 5*	I 6*	I 9*	I 10*	I 17*	I 24*	I 30					I 2.0	I 1.7	I 1.1	I				
I 7: 0 I	I 2	I 4*	I 5*	I 6*	I 10*	I 17*	I 21*	I 24*	I 30					I 2.0	I 1.8	I 1.2	I				
I 7:30 I	I 2*	I 5*	I 6*	I 10*	I 17	I 21*	I 24*	I 30*						I 2.9	I 2.4	I 1.3	I				
I 8: 0 I	I 2*	I 5*	I 6	I 10*	I 17	I 18*	I 21*	I 24	I 29*	I 30*					I 2.3	I 2.1	I 1.2	I			
I 8:30 I	I 2*	I 5	I 6*	I 10	I 17	I 18*	I 21*	I 24*	I 26	I 29*	I 30*					I 2.9	I 2.6	I 1.3	I		
I 9: 0 I	I 5*	I 6*	I 10	I 16*	I 17*	I 18*	I 21*	I 24*	I 26	I 29	I 30					I 2.0	I 1.8	I 1.0	I		
I 9:30 I	I 6*	I 10*	I 15*	I 16*	I 17*	I 18	I 21*	I 22	I 24	I 26	I 29	I 30*					I 1.8	I 1.6	I 1.0	I	
I 10: 0 I	I 6*	I 15*	I 16*	I 18*	I 21*	I 22*	I 24*	I 26	I 29					I 2.4	I 2.1	I 1.3	I				
I 10:30 I	I 6*	I 15*	I 16*	I 18*	I 21*	I 22*	I 24*	I 26	I 29					I 2.4	I 2.1	I 1.3	I				
I 11: 0 I	I 3*	I 6*	I 15	I 16*	I 18*	I 21*	I 22	I 24*	I 26	I 29*					I 1.9	I 1.7	I 1.0	I			
I 11:30 I	I 3	I 6*	I 14	I 15	I 16*	I 18*	I 21*	I 22*	I 26*	I 29*					I 1.9	I 1.7	I 1.2	I			
I 12: 0 I	I 3	I 6*	I 9*	I 14*	I 15	I 18*	I 19*	I 21*	I 22*					I 1.9	I 1.7	I 1.0	I				
I 12:30 I	I 3*	I 9*	I 14*	I 15*	I 18*	I 19*	I 21	I 22*						I 2.6	I 2.2	I 1.3	I				
I 13: 0 I	I 1*	I 3	I 9*	I 14*	I 15*	I 18	I 19*	I 21*	I 22*					I 2.2	I 1.9	I 1.1	I				
I 13:30 I	I 1*	I 3	I 9*	I 14*	I 15*	I 18	I 19*	I 21*	I 22*					I 2.2	I 1.9	I 1.1	I				
I 14: 0 I	I 1	I 3*	I 9*	I 11*	I 14*	I 15*	I 18	I 19	I 21*	I 22	I 25*					I 1.7	I 1.5	I .9	I		
I 14:30 I	I 1*	I 3*	I 11*	I 14*	I 15*	I 18*	I 19	I 22	I 25*					I 2.0	I 1.8	I 1.0	I				
I 15: 0 I	I 1*	I 11	I 14*	I 15*	I 19*	I 20*	I 22*	I 25*						I 2.5	I 2.2	I 1.1	I				
I 15:30 I	I 1*	I 11	I 14*	I 15*	I 19*	I 20*	I 22*	I 25*						I 2.2	I 1.9	I 1.0	I				
I 16: 0 I	I 1*	I 11*	I 14*	I 20*	I 22*	I 23*	I 25*							I 2.1	I 1.9	I 1.3	I				
I 16:30 I	I 1*	I 11*	I 14*	I 16*	I 20*	I 23*	I 25*							I 2.2	I 2.0	I 1.2	I				
I 17: 0 I	I 1*	I 11*	I 14*	I 16*	I 20*	I 23*	I 25*							I 2.5	I 2.2	I 1.2	I				
I 17:30 I	I 1*	I 11*	I 13*	I 16*	I 20*	I 23*	I 25*							I 3.1	I 2.7	I 1.3	I				
I 18: 0 I	I 1*	I 11*	I 13*	I 16*	I 20*	I 23*	I 25*							I 2.8	I 2.4	I 1.1	I				
I 18:30 I	I 1*	I 11*	I 13*	I 16*	I 20*	I 23*	I 25*							I 2.3	I 2.0	I 1.1	I				
I 19: 0 I	I 1*	I 13*	I 16*	I 20*	I 23*	I 25*	I 27*							I 2.1	I 1.9	I 1.2	I				
I 19:30 I	I 1*	I 3*	I 13*	I 16*	I 20*	I 23*	I 27*							I 2.5	I 2.2	I 1.2	I				
I 20: 0 I	I 3*	I 8*	I 13*	I 16*	I 20*	I 23*	I 27*							I 2.5	I 2.2	I 1.1	I				
I 20:30 I	I 3	I 8*	I 13*	I 16*	I 19*	I 20*	I 23*	I 27*						I 2.1	I 1.9	I 1.0	I				
I 21: 0 I	I 3	I 8	I 13	I 19	I 23	I 27								I			I				
I 21:30 I	I 3*	I 8*	I 13*	I 19*	I 23*	I 27*	I 28*							I 2.7	I 2.3	I 1.2	I				
I 22: 0 I	I 3*	I 8*	I 10*	I 13*	I 19	I 23*	I 27*	I 28*						I 2.3	I 2.0	I 1.0	I				
I 22:30 I	I 3*	I 8*	I 10*	I 13*	I 19	I 23*	I 27*	I 28*						I 2.1	I 1.8	I 1.0	I				
I 23: 0 I	I 7*	I 8*	I 10*	I 13*	I 19*	I 27*	I 28*							I 2.4	I 2.1	I 1.1	I				
I 23:30 I	I 7	I 8*	I 10*	I 11*	I 13*	I 19*	I 26*	I 27	I 28*	I 29					I 1.8	I 1.7	I 1.0	I			
I 24: 0 I	I 7*	I 8*	I 11*	I 19*	I 26*	I 27*	I 28*	I 29						I 2.3	I 2.0	I 1.1	I				

Tablo B.2: Ag – 2 30 dakikalik ölçmelere ait dengeleme sonuçları

Adjustment type	: Free					
Number of observations	: 21					
Number of unknowns	: 15					
Degrees of freedom	: 9					
Datum defect	: 3					
Number of groups	: 1					
Sigma a priori	: 0,0019 [m]					
Sigma a posteriori	: 0,0018 [m]					
Vectors:						
From point	To point	Obs no,	DX	DY	DZ	Length

LL01	DVPB	01_001	-4321,868	-3227,654	-6350,973	8332,536
LLAS	HOLC	01_002	-4503,503	-7105,046	-11440,211	14200,058
DVPB	HOLC	01_003	2603,182	1981,496	3988,276	5158,413
CHMS	LL01	01_004	-5237,913	-8495,373	-14023,117	17212,057
HOLC	LL01	01_005	1718,683	1246,156	2362,699	3176,338
CHMS	LLAS	01_006	-2453,093	-2636,481	-4945,603	6117,817
LL01	LLAS	01_007	2784,820	5858,891	9077,512	11157,197
CHMS	Lat: 34 38 25,863476 N ± 0,00038 [m]					
	Lon: 117 49 39,772435 W ± 0,00033 [m]					
	Hgt: 765,4845 ± 0,00088 [m]					
DVPB	Lat: 34 24 48,484830 N ± 0,00037 [m]					
	Lon: 117 51 36,506703 W ± 0,00031 [m]					
	Hgt: 1436,0630 ± 0,00083 [m]					

HOLC	Lat: 34 27 29,670229 N $\pm$ 0,00060 [m]
	Lon: 117 50 42,627621 W $\pm$ 0,00052 [m]
	Hgt: 1243,3548 $\pm$ 0,00138 [m]
LL01	Lat: 34 29 7,847931 N $\pm$ 0,00026 [m]
	Lon: 117 50 5,886265 W $\pm$ 0,00022 [m]
	Hgt: 1010,5237 $\pm$ 0,00060 [m]
LLAS	Lat: 34 35 9,709765 N $\pm$ 0,00034 [m]
	Lon: 117 50 16,599687 W $\pm$ 0,00029 [m]
	Hgt: 817,6422 $\pm$ 0,00077 [m]

Tablo B.3: Ag – 2 30 dakikalik gece ölçmelerine ait dengeleme sonuçları

Adjustment type : Free						
Number of observations : 18						
Number of unknowns : 15						
Degrees of freedom : 6						
Datum defect : 3						
Number of groups : 1						
Sigma a priori : 0.0006 [m]						
Sigma a posteriori : 0.0007 [m]						
Vectors:						
From point	To point	Obs no.	DX	DY	DZ	Length

LLAS	CHMS	01_001	2453.084	2636.476	4945.604	6117.812
LL01	DVPB	01_002	-4321.853	-3227.661	-6350.989	8332.543
DVPB	HOLC	01_003	2603.158	1981.491	3988.299	5158.417
LLAS	HOLC	01_004	-4503.509	-7105.056	-11440.206	14200.061
LL01	HOLC	01_005	-1718.696	-1246.170	-2362.691	3176.344
LL01	LLAS	01_006	2784.813	5858.886	9077.515	11157.195

Adjusted geodetic coordinates:

CHMS Lat: 34 38 25.869011 N $\pm$ 0.00011 [m]
 Lon: 117 49 39.399423 W $\pm$ 0.00013 [m]
 Hgt: 782.4901 $\pm$ 0.00027 [m]

DVPB Lat: 34 24 48.492462 N $\pm$ 0.00011 [m]
 Lon: 117 51 36.133461 W $\pm$ 0.00012 [m]
 Hgt: 1453.0380 $\pm$ 0.00025 [m]

HOLC Lat: 34 27 29.677674 N $\pm$ 0.00008 [m]
 Lon: 117 50 42.255080 W $\pm$ 0.00009 [m]
 Hgt: 1260.3597 $\pm$ 0.00020 [m]

LL01 Lat: 34 29 7.855203 N $\pm$ 0.00007 [m]
 Lon: 117 50 5.513535 W $\pm$ 0.00009 [m]
 Hgt: 1027.5117 $\pm$ 0.00018 [m]

LLAS Lat: 34 35 9.716012 N $\pm$ 0.00007 [m]
 Lon: 117 50 16.226616 W $\pm$ 0.00008 [m]
 Hgt: 834.6381 $\pm$ 0.00017 [m]

Tablo B.4: Ag – 2 30 dakikalık yüksek GDOP ölçmelerine ait dengeleme sonuçları

Adjustment type : Free

Number of observations : 21

Number of unknowns : 15

Degrees of freedom : 9

Datum defect : 3

Number of groups : 1

Sigma a priori : 0.0025 [m]

Sigma a posteriori : 0.0025 [m]

Vectors:

From point	To point	Obs no.	DX	DY	DZ	Length
LLAS	CHMS	01_001	2453.086	2636.476	4945.605	6117.814
LL01	CHMS	01_002	5237.891	8495.320	14023.140	17212.043

LL01	DVPB	01_003	-4321.857	-3227.634	-6350.980	8332.527
HOLC	DVPB	01_004	-2603.169	-1981.481	-3988.277	5158.402
LLAS	HOLC	01_005	-4503.488	-7104.995	-11440.234	14200.047
LL01	HOLC	01_006	-1718.691	-1246.159	-2362.698	3176.342
LL01	LLAS	01_007	2784.806	5858.845	9077.533	11157.187
Adjusted geodetic coordinates:						
CHMS	Lat: 34 38 25.676300 N $\pm$ 0.00060 [m]					
	Lon: 117 49 39.554456 W $\pm$ 0.00060 [m]					
	Hgt: 770.6480 $\pm$ 0.00191 [m]					
DVPB	Lat: 34 24 48.299055 N $\pm$ 0.00061 [m]					
	Lon: 117 51 36.289368 W $\pm$ 0.00061 [m]					
	Hgt: 1441.1653 $\pm$ 0.00195 [m]					
HOLC	Lat: 34 27 29.483988 N $\pm$ 0.00074 [m]					
	Lon: 117 50 42.410405 W $\pm$ 0.00075 [m]					
	Hgt: 1248.4734 $\pm$ 0.00245 [m]					
LL01	Lat: 34 29 7.661633 N $\pm$ 0.00043 [m]					
	Lon: 117 50 5.668856 W $\pm$ 0.00042 [m]					
	Hgt: 1015.6424 $\pm$ 0.00135 [m]					
LLAS	Lat: 34 35 9.522846 N $\pm$ 0.00054 [m]					
	Lon: 117 50 16.381676 W $\pm$ 0.00054 [m]					
	Hgt: 822.8025 $\pm$ 0.00172 [m]					

Tablo B.5: Ag – 2 1 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonuçları

Adjustment type : Free

Number of observations : 21

Number of unknowns : 15

Degrees of freedom : 9

Datum defect : 3

Number of groups : 1

Sigma a priori : 0,0019 [m]

Sigma a posteriori : 0,0019 [m]

Vectors:

From point	To point	Obs no,	DX	DY	DZ	Length
LLAS	CHMS	01_001	2453,091	2636,478	4945,602	6117,814
LL01	DVPB	01_002	-4321,867	-3227,652	-6350,969	8332,531
LLAS	HOLC	01_003	-4503,494	-7105,028	-11440,207	14200,043
DVPB	HOLC	01_004	2603,183	1981,496	3988,272	5158,411
CHMS	LL01	01_005	-5237,908	-8495,363	-14023,108	17212,043
HOLC	LL01	01_006	1718,683	1246,155	2362,699	3176,337
LL01	LLAS	01_007	2784,818	5858,884	9077,505	11157,188

Adjusted geodetic coordinates:

CHMS	Lat: 34 38 25,589372 N ± 0,00036 [m]
	Lon: 117 49 39,715973 W ± 0,00033 [m]
	Hgt: 779,0980 ± 0,00101 [m]
DVPB	Lat: 34 24 48,213088 N ± 0,00036 [m]
	Lon: 117 51 36,450041 W ± 0,00033 [m]
	Hgt: 1449,7056 ± 0,00099 [m]
HOLC	Lat: 34 27 29,398043 N ± 0,00071 [m]
	Lon: 117 50 42,571075 W ± 0,00063 [m]
	Hgt: 1256,9868 ± 0,00177 [m]
LL01	Lat: 34 29 7,575455 N ± 0,00027 [m]
	Lon: 117 50 5,829821 W ± 0,00024 [m]
	Hgt: 1024,1554 ± 0,00072 [m]
LLAS	Lat: 34 35 9,436186 N ± 0,00035 [m]
	Lon: 117 50 16,543126 W ± 0,00031 [m]
	Hgt: 831,2613 ± 0,00095 [m]

Tablo B.6: Ag – 2 2 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonuçları

Adjustment type : Free

Number of observations : 21

Number of unknowns : 15

Degrees of freedom : 9

Datum defect : 3

Number of groups : 1

Sigma a priori : 0,0009 [m]

Sigma a posteriori : 0,0017 [m]

Vectors:

From point	To point	Obs no,	DX	DY	DZ	Length
LL01	CHMS	01_001	5237,909	8495,354	14023,090	17212,024
LLAS	CHMS	01_002	2453,096	2636,484	4945,590	6117,809
DVPB	HOLC	01_003	2603,177	1981,492	3988,271	5158,405
HOLC	LL01	01_004	1718,688	1246,156	2362,690	3176,334
DVPB	LL01	01_005	4321,862	3227,647	6350,962	8332,521
LL01	LLAS	01_006	2784,813	5858,870	9077,499	11157,174
HOLC	LLAS	01_007	4503,505	7105,031	11440,191	14200,035

Adjusted geodetic coordinates:

CHMS	Lat: 34 38 25,898732 N $\pm$ 0,00064 [m]
	Lon: 117 49 39,686585 W $\pm$ 0,00061 [m]
	Hgt: 758,7102 $\pm$ 0,00165 [m]
DVPB	Lat: 34 24 48,520714 N $\pm$ 0,00058 [m]
	Lon: 117 51 36,421394 W $\pm$ 0,00052 [m]
	Hgt: 1429,2848 $\pm$ 0,00140 [m]
HOLC	Lat: 34 27 29,705996 N $\pm$ 0,00054 [m]
	Lon: 117 50 42,542363 W $\pm$ 0,00044 [m]
	Hgt: 1236,5826 $\pm$ 0,00133 [m]
LL01	Lat: 34 29 7,883613 N $\pm$ 0,00041 [m]
	Lon: 117 50 5,800802 W $\pm$ 0,00038 [m]
	Hgt: 1003,7472 $\pm$ 0,00099 [m]
LLAS	Lat: 34 35 9,745104 N $\pm$ 0,00055 [m]
	Lon: 117 50 16,513977 W $\pm$ 0,00050 [m]
	Hgt: 810,8770 $\pm$ 0,00132 [m]

Tablo B.7: Ag – 2 3 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonuçları

Adjustment type : Free

Number of observations : 21

Number of unknowns : 15

Degrees of freedom : 9

Datum defect : 3

Number of groups : 1

Sigma a priori : 0,0012 [m]

Sigma a posteriori : 0,0012 [m]

Vectors:

From point	To point	Obs no,	DX	DY	DZ	Length
LL01	CHMS	01_001	5237,911	8495,363	14023,116	17212,051
LL01	DVPB	01_002	-4321,870	-3227,654	-6350,972	8332,536
LLAS	HOLC	01_003	-4503,507	-7105,035	-11440,211	14200,054
DVPB	HOLC	01_004	2603,173	1981,486	3988,280	5158,408
HOLC	LL01	01_005	1718,696	1246,166	2362,690	3176,342
CHMS	LLAS	01_006	-2453,099	-2636,488	-4945,599	6117,820
LL01	LLAS	01_007	2784,812	5858,875	9077,516	11157,190

Adjusted geodetic coordinates:

CHMS	Lat: 34 38 25,843995 N $\pm$ 0,00039 [m]
	Lon: 117 49 39,783647 W $\pm$ 0,00030 [m]
	Hgt: 758,3765 $\pm$ 0,00092 [m]
DVPB	Lat: 34 24 48,464615 N $\pm$ 0,00038 [m]
	Lon: 117 51 36,518190 W $\pm$ 0,00029 [m]
	Hgt: 1428,9518 $\pm$ 0,00088 [m]
HOLC	Lat: 34 27 29,650091 N $\pm$ 0,00058 [m]
	Lon: 117 50 42,639236 W $\pm$ 0,00046 [m]
	Hgt: 1236,2554 $\pm$ 0,00138 [m]
LL01	Lat: 34 29 7,827983 N $\pm$ 0,00027 [m]
	Lon: 117 50 5,897599 W $\pm$ 0,00021 [m]
	Hgt: 1003,4098 $\pm$ 0,00062 [m]
LLAS	Lat: 34 35 9,689989 N $\pm$ 0,00034 [m]
	Lon: 117 50 16,611020 W $\pm$ 0,00027 [m]
	Hgt: 810,5448 $\pm$ 0,00080 [m]

Tablo B.8: Ag – 2 24 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonuçları

Adjustment type : Free

Number of observations : 21

Number of unknowns : 15

Degrees of freedom : 9

Datum defect : 3

Number of groups : 1

Sigma a priori : 0,0002 [m]

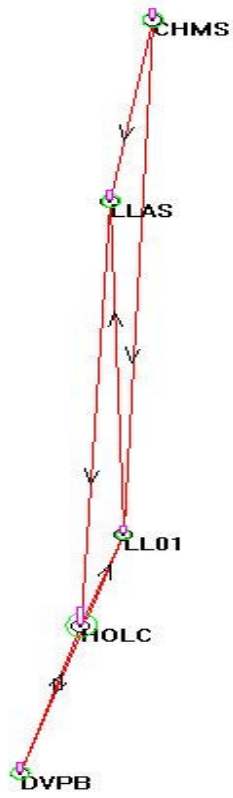
Sigma a posteriori : 0,0002 [m]

Vectors:

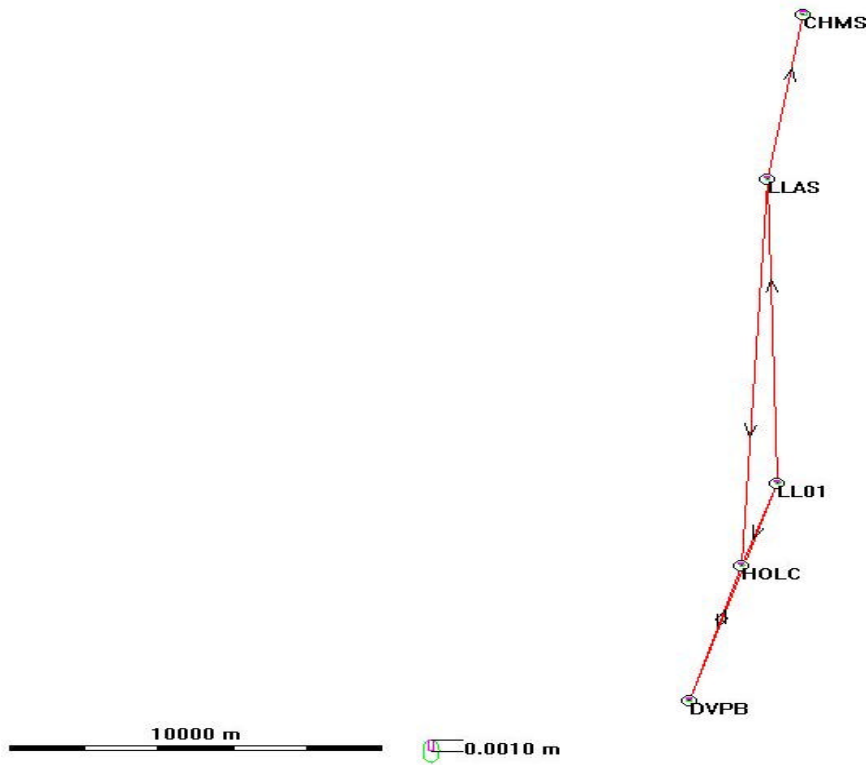
From point	To point	Obs no,	DX	DY	DZ	Length
LLAS	CHMS	01_001	2453,094	2636,479	4945,602	6117,816
LL01	CHMS	01_002	5237,900	8495,343	14023,123	17212,043
LL01	DVPB	01_003	-4321,878	-3227,670	-6350,956	8332,534
DVPB	HOLC	01_004	2603,184	1981,500	3988,271	5158,412
LLAS	HOLC	01_005	-4503,500	-7105,035	-11440,206	14200,047
HOLC	LL01	01_006	1718,694	1246,170	2362,685	3176,339
LL01	LLAS	01_007	2784,806	5858,865	9077,521	11157,187

Adjusted geodetic coordinates:

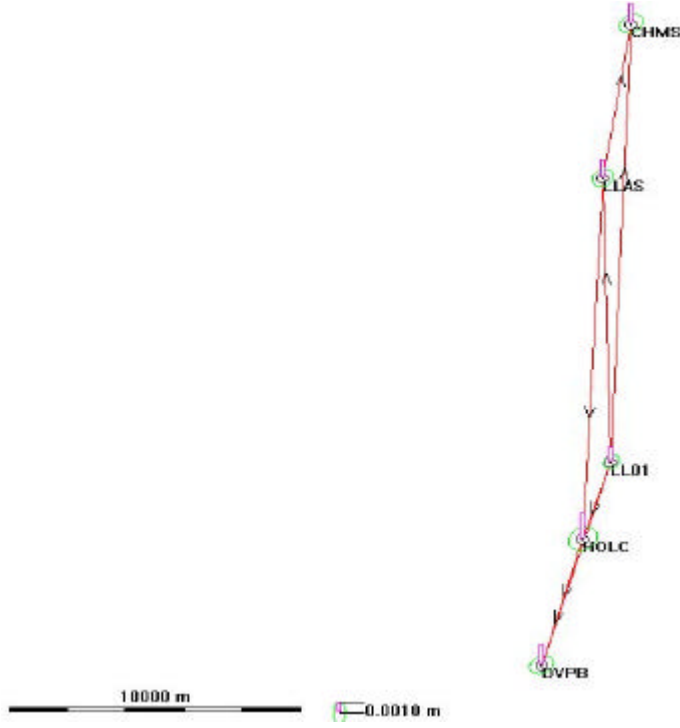
CHMS	Lat: 34 38 25,762081 N ± 0,00006 [m]
	Lon: 117 49 39,662996 W ± 0,00006 [m]
	Hgt: 765,7642 ± 0,00014 [m]
DVPB	Lat: 34 24 48,383997 N ± 0,00007 [m]
	Lon: 117 51 36,397677 W ± 0,00007 [m]
	Hgt: 1436,3494 ± 0,00016 [m]
HOLC	Lat: 34 27 29,569318 N ± 0,00009 [m]
	Lon: 117 50 42,518582 W ± 0,00007 [m]
	Hgt: 1243,6348 ± 0,00019 [m]
LL01	Lat: 34 29 7,746953 N ± 0,00004 [m]
	Lon: 117 50 5,777097 W ± 0,00004 [m]
	Hgt: 1010,7811 ± 0,00010 [m]
LLAS	Lat: 34 35 9,608453 N ± 0,00006 [m]
	Lon: 117 50 16,490395 W ± 0,00006 [m]
	Hgt: 817,9232 ± 0,00013 [m]



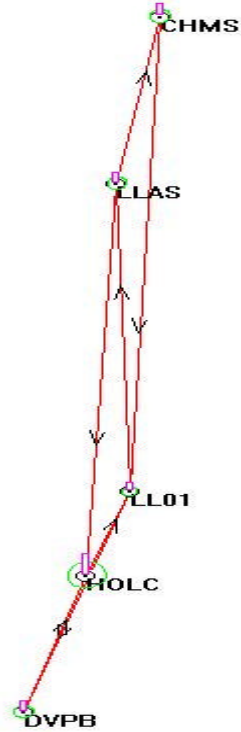
Sekil B.1: Ag – 2 30 dakikalik ölçmelere ait dengeleme sonrasi hata elipsleri



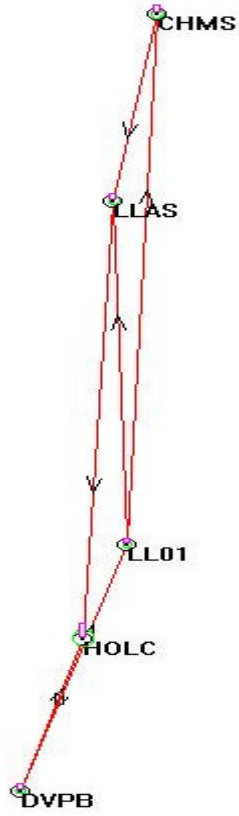
Sekil B.2: Ag – 2 30 dakikalik gece ölçmelerine ait dengeleme sonrasi hata elipsleri



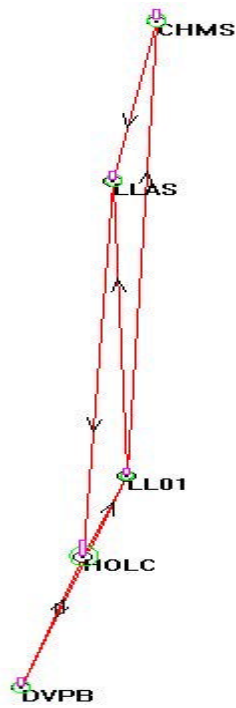
Sekil B.3: Ag – 2 30 dakikalik yüksek GDOP ölçmelerine ait dengeleme sonrası hata elipsleri



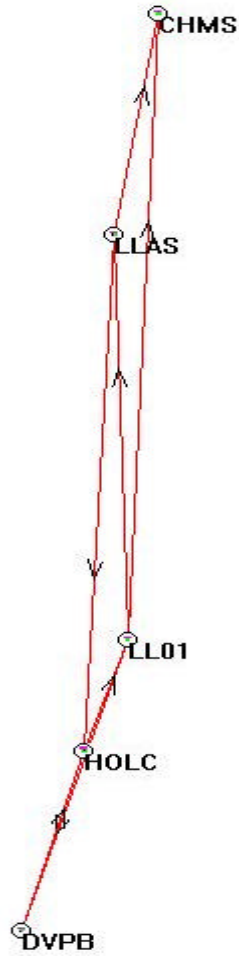
Sekil B.4: Ag – 2 1 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrası hata elipsleri



Sekil B.5: Ag – 2 2 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrasi hata elipsleri



Sekil B.6: Ag – 2 3 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrasi hata elipsleri



Sekil B.7: Ag – 2 24 saatlik ölçmelere ait dengeleme sonrasi hata elipsleri

Ek C: Ag – 3' e Ait Degerlendirme Sonuçlari

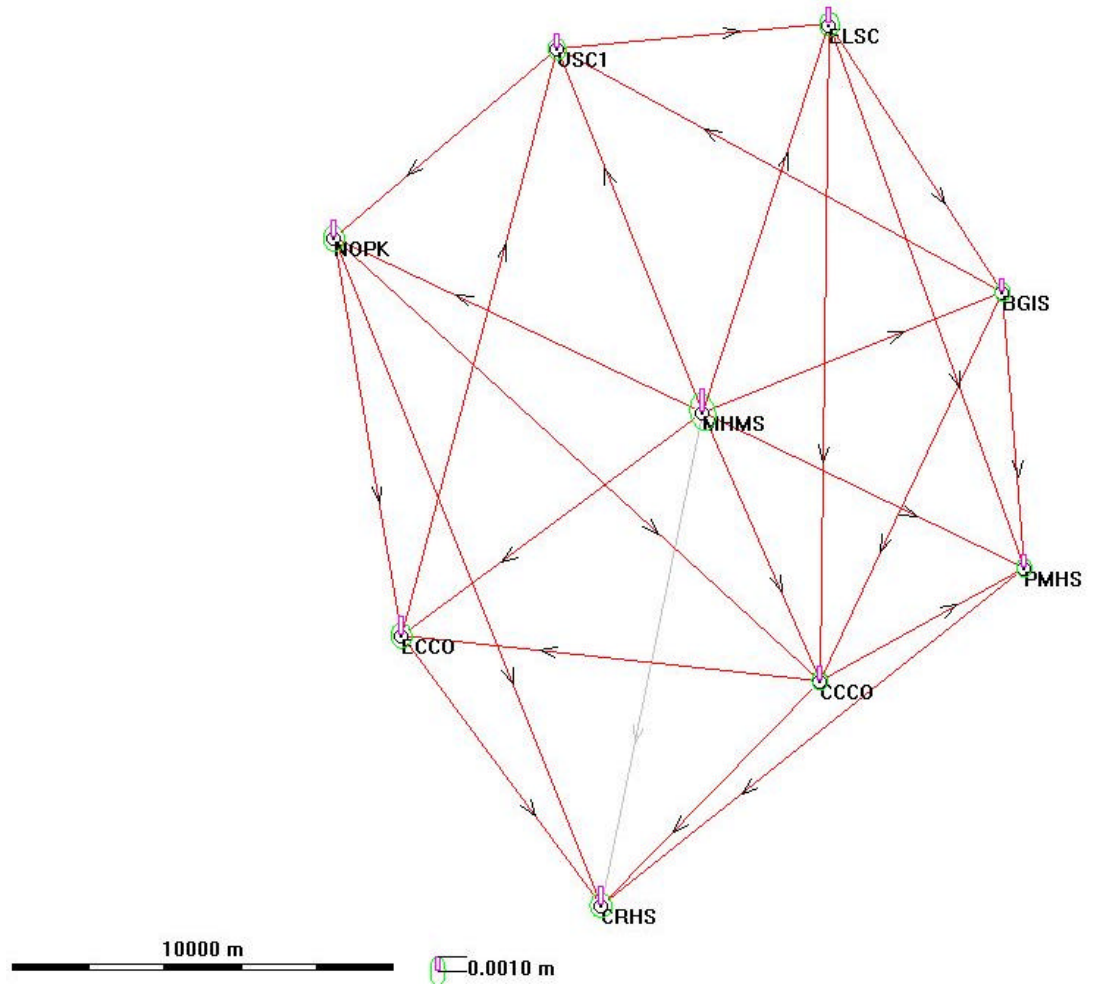
Tablo C.1: Ag – 3 30 dakikalik ölçmelerin dengeleme sonrasi sonuçlari

Adjustment type : Free						
Number of observations : 72						
Number of unknowns : 27						
Degrees of freedom : 48						
Datum defect : 3						
Number of groups : 2						
Sigma a priori : 0.0027 [m]						
Sigma a posteriori : 0.0026 [m]						
Vectors:						
From point	To point	Obs no.	DX	DY	DZ	Length

ELSC	BGIS	01_001	2157.268	-5507.191	-5790.839	8277.486
MHMS	BGIS	01_002	7697.835	-2160.132	2585.024	8402.689
MHMS	CCCO	01_003	851.594	-4853.608	-5788.807	7602.171
BGIS	CCCO	01_004	-6846.242	-2693.473	-8373.825	11146.603
ELSC	CCCO	01_005	-4688.978	-8200.669	-14164.660	17025.719
NOPK	CCCO	01_006	8124.892	-11598.487	-9551.444	17081.243
CCCO	CRHS	01_007	-6559.433	-170.370	-4863.456	8167.520
ECCO	CRHS	01_008	2732.783	-5906.435	-5828.334	8736.335
PMHS	CRHS	01_010	-12016.872	908.590	-7295.136	14087.219
NOPK	CRHS	01_011	1565.456	-11768.862	-14414.897	18674.743

MHMS	ECCO	01_012	-8440.629	882.451	-4823.915	9761.818
NOPK	ECCO	01_013	-1167.323	-5862.425	-8586.563	10462.300
CCCO	ECCO	01_014	-9292.217	5736.063	964.881	10962.604
USC1	ELSC	01_015	6393.194	-3064.225	553.588	7111.178
MHMS	ELSC	01_016	5540.568	3347.073	8375.845	10585.631
USC1	NOPK	01_017	-6420.674	333.596	-4059.631	7603.746
MHMS	NOPK	01_018	-7273.299	6744.880	3762.641	10609.041
CCCO	PMHS	01_019	5457.438	-1078.961	2431.681	6071.315
BGIS	PMHS	01_020	-1388.804	-3772.436	-5942.143	7174.198
ELSC	PMHS	02_001	768.461	-9279.628	-11732.980	14978.813
MHMS	PMHS	02_002	6309.034	-5932.563	-3357.122	9288.137
MHMS	USC1	02_003	-852.624	6411.286	7822.273	10149.853
ECCO	USC1	02_004	7587.998	5528.831	12646.192	15750.297
BGIS	USC1	02_005	-8550.458	8571.421	5237.249	13191.223
Adjusted geodetic coordinates:						
BGIS	Lat: 33 58 1.852231 N $\pm$ 0.00042 [m]					
	Lon: 118 9 34.947030 W $\pm$ 0.00035 [m]					
	Hgt: 7.0888 $\pm$ 0.00093 [m]					
ECCO	Lat: 33 53 12.536851 N $\pm$ 0.00056 [m]					
	Lon: 118 19 44.533327 W $\pm$ 0.00047 [m]					
	Hgt: -15.1018 $\pm$ 0.00129 [m]					
ELSC	Lat: 34 1 47.268718 N $\pm$ 0.00053 [m]					
	Lon: 118 12 30.396579 W $\pm$ 0.00044 [m]					
	Hgt: 65.4569 $\pm$ 0.00118 [m]					
MHMS	Lat: 33 56 20.824908 N $\pm$ 0.00083 [m]					
	Lon: 118 14 38.914922 W $\pm$ 0.00058 [m]					
	Hgt: 1.7831 $\pm$ 0.00155 [m]					
PMHS	Lat: 33 54 9.710277 N $\pm$ 0.00042 [m]					

	Lon: 118 9 13.309259 W $\pm$ 0.00034 [m]
	Hgt: -6.8953 $\pm$ 0.00093 [m]
USC1	Lat: 34 1 26.451092 N $\pm$ 0.00048 [m]
	Lon: 118 17 6.452382 W $\pm$ 0.00040 [m]
	Hgt: 26.1737 $\pm$ 0.00108 [m]
CCCO	Lat: 33 52 34.762870 N $\pm$ 0.00042 [m]
	Lon: 118 12 40.349600 W $\pm$ 0.00035 [m]
	Hgt: -12.6897 $\pm$ 0.00093 [m]
CRHS	Lat: 33 49 24.842272 N $\pm$ 0.00059 [m]
	Lon: 118 16 21.996181 W $\pm$ 0.00050 [m]
	Hgt: -19.2927 $\pm$ 0.00137 [m]
NOPK	Lat: 33 58 47.277608 N $\pm$ 0.00057 [m]
	Lon: 118 20 52.881275 W $\pm$ 0.00047 [m]
	Hgt: 37.3430 $\pm$ 0.00127 [m]



Sekil C.1: Ag – 3 30 dakikalik ölçmeler dengeleme sonrasi hata elipsleri

Ek D: Maliyet Analizinde Kullanılan Birim Fiyatlar

Tablo D.1: İller Bankası 2002 Yılı Birim Fiyatları

Harita Mühendisi (Program Bilgili)	81 YTL (1 günlük)	10,13 YTL (1 saatlik)
Harita Teknisyeni (Program Bilgili)	54 YTL (1 günlük)	6,75 YTL (1 saatlik)
Oto (Cip veya Pikap)	33 YTL (1 günlük)	4,13 YTL (1 saatlik)
3 alicidan Olusan GPS Seti 1 saatlik Fiyati	54 YTL (1 günlük)	-

Ek E: Tüm Aglar İçin Hotelling' In Çok Degiskenli T2 Testi Hesapları

Tablo E.1: Ag – 1 için 24 ve 2 saatlik baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T2 Testi

AG 1										
24 - 2 saatlik farklar için										
BAZLAR		A (dx – xort)	B (dy - yort)	C (dz - zort)	A*A	B*B	C*C	A*B	A*C	B*C
ELSC	BGIS	0.004139	0.002917	-0.00914	0.00001713	0.00000851	0.00008352	0.00001207	-0.00003782	-0.00002666
MHMS	BGIS	0.005139	-0.020083	0.00386	0.00002641	0.00040334	0.00001491	-0.00010321	0.00001984	-0.00007754
MHMS	CCCO	0.002139	-0.016083	0.00086	0.00000457	0.00025867	0.00000074	-0.00003440	0.00000184	-0.00001385
BGIS	CCCO	-0.006861	-0.005083	-0.00414	0.00004707	0.00002584	0.00001713	0.00003488	0.00002840	0.00002104
CCCO	CRHS	-0.007861	-0.013083	-0.00214	0.00006180	0.00017117	0.00000457	0.00010285	0.00001681	0.00002798
ECCO	CRHS	-0.002861	-0.006083	-0.00314	0.00000819	0.00003701	0.00000985	0.00001741	0.00000898	0.00001909
CCCO	ECCO	UYUSUMSUZ ÖLÇÜ								
MHMS	ECCO	-0.006861	-0.024083	0.00186	0.00004707	0.00058001	0.00000346	0.00016524	-0.00001277	-0.00004482
NOPK	ECCO	-0.000861	-0.003083	-0.01114	0.00000074	0.00000951	0.00012407	0.00000266	0.00000959	0.00003434
USC1	ELSC	0.009139	0.002917	-0.00614	0.00008352	0.00000851	0.00003769	0.00002666	-0.00005610	-0.00001791
MHMS	ELSC	-0.002861	-0.031083	0.01586	0.00000819	0.00096617	0.00025157	0.00008893	-0.00004538	-0.00049302
USC1	NOPK	0.000139	0.001917	-0.00514	0.00000002	0.00000367	0.00002641	0.00000027	-0.00000071	-0.00000985
MHMS	NOPK	-0.011861	-0.036083	0.01486	0.00014069	0.00130201	0.00022085	0.00042799	-0.00017627	-0.00053624
BGIS	PMHS	-0.000861	0.000917	-0.00514	0.00000074	0.00000084	0.00002641	-0.00000079	0.00000443	-0.00000471
CCCO	PMHS	0.004139	-0.003083	-0.00314	0.00001713	0.00000951	0.00000985	-0.00001276	-0.00001299	0.00000968
MHMS	USC1	-0.011861	-0.041083	0.01886	0.00014069	0.00168784	0.00035574	0.00048729	-0.00022371	-0.00077488
				TOPLAM	0.00060396	0.00547260	0.00118679	0.00121508	-0.00047587	-0.00188733

d	0.00086111
	0.00608333
	0.00313889
S	0.000604
	0.001215
	-0.000476
S(1)	3047.413759
	-565.163447
	323.168623

dt	0.00086111	0.00608333	0.00313889
T	0.23179581		
std sapma			
dx	0.00627922		
dy	0.01478320		
dz	0.00919472		

Tablo E.2: Ag – 1 için 24 ve 3 saatlik baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T² Testi hesapları

AG 1										
24 - 3 saatlik farklar için										
		A (dx - xort)	B (dy - yort)	C (dz - zort)	A*A	B*B	C*C	A*B	A*C	B*C
ELSC	BGIS	0.001223	0.003482	-0.00401	0.00000150	0.00001213	0.00001607	0.00000426	-0.00000490	-0.00001396
MHMS	BGIS	0.007223	-0.010518	0.00099	0.00005217	0.00011063	0.00000098	-0.00007597	0.00000716	-0.00001042
MHMS	CCCO	0.006223	-0.008518	-0.00001	0.00003873	0.00007255	0.00000000	-0.00005301	-0.00000006	0.00000008
BGIS	CCCO	-0.004777	-0.003518	-0.00001	0.00002282	0.00001238	0.00000000	0.00001680	0.00000004	0.00000003
CCCO	CRHS	-0.005777	-0.008518	-0.00001	0.00003337	0.00007255	0.00000000	0.00004921	0.00000005	0.00000008
ECCO	CRHS	-0.003777	-0.007518	0.00099	0.00001426	0.00005652	0.00000098	0.00002839	-0.00000374	-0.00000745
CCCO	ECCO	-0.002777	-0.005518	-0.00401	0.00000771	0.00003045	0.00001607	0.00001532	0.00001113	0.00002212
MHMS	ECCO	UYUSUMSUZ ÖLÇÜ								
NOPK	ECCO	-0.001777	-0.001518	-0.00701	0.00000316	0.00000230	0.00004913	0.00000270	0.00001245	0.00001064
USC1	ELSC	0.004223	-0.002518	-0.00101	0.00001784	0.00000634	0.00000102	-0.00001063	-0.00000426	0.00000254
MHMS	ELSC	0.004223	-0.018518	0.00599	0.00001784	0.00034291	0.00003589	-0.00007820	0.00002530	-0.00011094
USC1	NOPK	0.000223	0.002482	-0.00201	0.00000005	0.00000616	0.00000404	0.00000055	-0.00000045	-0.00000499
MHMS	NOPK	-0.001777	-0.021518	0.00599	0.00000316	0.00046302	0.00003589	0.00003823	-0.00001064	-0.00012892
BGIS	PMHS	-0.003777	-0.001518	-0.00001	0.00001426	0.00000230	0.00000000	0.00000573	0.00000003	0.00000001
CCCO	PMHS	0.002223	-0.002518	-0.00101	0.00000494	0.00000634	0.00000102	-0.00000560	-0.00000224	0.00000254
MHMS	USC1	-0.000777	-0.020518	0.00599	0.00000060	0.00042098	0.00003589	0.00001594	-0.00000465	-0.00012292
				TOPLAM	0.00023241	0.00161756	0.00019698	-0.00004628	0.00002522	-0.00036156

S	0.000232	-0.000046	0.00003
	-0.000046	0.001618	-0.00036
	0.000025	-0.000362	0.00020

Si	4363.399415	-0.060268	-558.76392
	-0.060268	1048.324023	1924.21527
	-558.763923	1924.215265	8680.02424

d	0.00077679
	0.00351786
	0.00100893

dt	0.00077679	0.00351786	0.00100893
----	------------	------------	------------

T	0.14889946
---	------------

	std sapma
dx	0.00407431
dy	0.00782669
dz	0.00375056

Tablo E.3: Ag – 1 için 24 ve 30 dakikalik baz vektör farklari için Hotelling' in Çok Degiskenli T² Testi hesaplari

AG 1

24 - 30 Ddk için farklar

		A (dx - xort)	B (dy - yort)	C (dz - zort)	A*A	B*B	C*C	A*B	A*C	B*C
ELSC	BGIS	-0.007250	0.009875	-0.00675	0.00005256	0.00009752	0.00004556	-0.00007159	0.00004894	-0.00006666
MHMS	BGIS	0.016750	0.019875	-0.03075	0.00028056	0.00039502	0.00094556	0.00033291	-0.00051506	-0.00061116
MHMS	CCCO	0.006750	0.007875	-0.01275	0.00004556	0.00006202	0.00016256	0.00005316	-0.00008606	-0.00010041
BGIS	CCCO	-0.016250	-0.017125	0.00725	0.00026406	0.00029327	0.00005256	0.00027828	-0.00011781	-0.00012416
CCCO	CRHS	-0.004250	-0.003125	-0.00275	0.00001806	0.00000977	0.00000756	0.00001328	0.00001169	0.00000859
ECCO	CRHS	-0.010250	-0.008125	-0.00075	0.00010506	0.00006602	0.00000056	0.00008328	0.00000769	0.00000609
CCCO	ECCO	0.000750	0.003875	-0.00875	0.00000056	0.00001502	0.00007656	0.00000291	-0.00000656	-0.00003391
MHMS	ECCO	0.018750	0.016875	-0.02775	0.00035156	0.00028477	0.00077006	0.00031641	-0.00052031	-0.00046828
NOPK	ECCO	-0.002250	0.012875	-0.00775	0.00000506	0.00016577	0.00006006	-0.00002897	0.00001744	-0.00009978
USC1	ELSC	-0.002250	-0.012125	-0.00275	0.00000506	0.00014702	0.00000756	0.00002728	0.00000619	0.00003334
MHMS	ELSC	0.015750	-0.008125	-0.00875	0.00024806	0.00006602	0.00007656	-0.00012797	-0.00013781	0.00007109
USC1	NOPK	-0.011250	-0.018125	0.00025	0.00012656	0.00032852	0.00000006	0.00020391	-0.00000281	-0.00000453
MHMS	NOPK	0.005750	-0.005125	-0.01875	0.00003306	0.00002627	0.00035156	-0.00002947	-0.00010781	0.00009609
BGIS	PMHS	-0.015250	-0.013125	0.00325	0.00023256	0.00017227	0.00001056	0.00020016	-0.00004956	-0.00004266
CCCO	PMHS	-0.005250	-0.000125	-0.00775	0.00002756	0.00000002	0.00006006	0.00000066	0.00004069	0.00000097
MHMS	USC1	0.009750	0.013875	-0.02675	0.00009506	0.00019252	0.00071556	0.00013528	-0.00026081	-0.00037116
				TOPLAM	0.00189100	0.00232175	0.00334300	0.00138950	-0.00167200	-0.00170650

S	0.001891	0.001390	-0.00167	d	0.00625000	dt	0.00625000	0.00212500	0.00475000
	0.001390	0.002322	-0.00171		0.00212500				
	-0.001707	-0.001707	0.00334		0.00475000				
Si	1182.092954	-436.771664	368.26460	std sapma dx dy dz	0.01122794	T	0.34183299		
	-422.420639	845.434218	220.29500		0.01244120				
	387.789651	208.609826	599.57432		0.01125167				

Tablo E.4: Ag – 1 için 24 ve 1 saatlik baz vektör farklari için Hotelling' in Çok Degiskenli T² Testi hesapları

		AG 1								
		24 - 1 SAAT için farklar								
		A (dx - xort)	B (dy - yort)	C (dz - zort)	A*A	B*B	C*C	A*B	A*C	B*C
ELSC	BGIS	-0.004000	0.009500	-0.00419	0.00001600	0.00009025	0.00001754	-0.00003800	0.00001675	-0.00003978
MHMS	BGIS	0.018000	0.012651	-0.02533	0.00032400	0.00016005	0.00064172	0.00022772	-0.00045598	-0.00032048
MHMS	CCCO	0.007000	0.010000	-0.00400	0.00004900	0.00010000	0.00001600	0.00007000	-0.00002800	-0.00004000
BGIS	CCCO	-0.015000	-0.014000	0.00900	0.00022500	0.00019600	0.00008100	0.00021000	-0.00013500	-0.00012600
CCCO	CRHS	-0.004000	-0.003000	0.00000	0.00001600	0.00000900	0.00000000	0.00001200	0.00000000	0.00000000
ECCO	CRHS	-0.010000	-0.007000	0.00100	0.00010000	0.00004900	0.00000100	0.00007000	-0.00001000	-0.00000700
CCCO	ECCO	0.001000	0.003000	-0.00300	0.00000100	0.00000900	0.00000900	0.00000300	-0.00000300	-0.00000900
MHMS	ECCO	0.016000	0.020000	-0.01100	0.00025600	0.00040000	0.00012100	0.00032000	-0.00017600	-0.00022000
NOPK	ECCO	-0.003000	0.010000	-0.00100	0.00000900	0.00010000	0.00000100	-0.00003000	0.00000300	-0.00001000
USC1	ELSC	-0.001000	-0.003000	0.00200	0.00000100	0.00000900	0.00000400	0.00000300	-0.00000200	-0.00000600
MHMS	ELSC	0.012000	-0.006000	0.00200	0.00014400	0.00003600	0.00000400	-0.00007200	0.00002400	-0.00001200
USC1	NOPK	-0.010000	-0.010000	0.00300	0.00010000	0.00010000	0.00000900	0.00010000	-0.00003000	-0.00003000
MHMS	NOPK	0.006000	-0.002000	-0.01000	0.00003600	0.00000400	0.00010000	-0.00001200	-0.00006000	0.00002000
BGIS	PMHS	-0.017000	-0.010000	0.00800	0.00028900	0.00010000	0.00006400	0.00017000	-0.00013600	-0.00008000
CCCO	PMHS	-0.007000	0.002000	0.00100	0.00004900	0.00000400	0.00000100	-0.00001400	-0.00000700	0.00000200
MHMS	USC1	0.010000	0.014000	-0.01200	0.00010000	0.00019600	0.00014400	0.00014000	-0.00012000	-0.00016800
				TOPLAM	0.00171500	0.00156230	0.00121426	0.00115972	-0.00111923	-0.00104626

S	0.001715	0.00116	-0.00111923
	0.001160	0.00156	-0.00104626
	-0.001119	-0.00105	0.00121426

d	0.00500000
	0.00250000
	0.00218750

Si	1598.424754	-472.51447	1066.19163507
	-472.514467	1653.01177	988.77236849
	1066.191635	988.77237	2658.26710553

dt	0.00500000	0.00250000	0.00218750
----	------------	------------	------------

	std sapma
dx	0.01077033
dy	0.01134901
dz	0.00733229

T	0.36979342
---	------------

Tablo E.5: Ag – 1 için 24 ve 30 dk.gece ölçmeleri baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T² Testi hesapları

		AG 1								
		24 - 30dk gece için farklar								
		A (dx - xort)	B (dy - yort)	C (dz - zort)	A*A	B*B	C*C	A*B	A*C	B*C
ELSC	BGIS	-0.011188	-0.018437	0.000562	0.00012516	0.00033994	0.00000032	0.00020627	-0.00000629	-0.00001037
MHMS	BGIS	-0.001188	0.004562	-0.011437	0.00000141	0.00002082	0.00013082	-0.00000542	0.00001358	-0.00005218
MHMS	CCCO	-0.006188	-0.003438	-0.019437	0.00003829	0.00001182	0.00037782	0.00002127	0.00012027	0.00006682
BGIS	CCCO	-0.012188	-0.014437	-0.008438	0.00014854	0.00020844	0.00007119	0.00017596	0.00010283	0.00012182
CCCO	CRHS	-0.008188	-0.002438	-0.005438	0.00006704	0.00000594	0.00002957	0.00001996	0.00004452	0.00001325
ECCO	CRHS	-0.013188	-0.020438	0.007562	0.00017391	0.00041769	0.00005719	0.00026952	-0.00009973	-0.00015456
CCCO	ECCO	0.004812	0.020563	-0.019438	0.00002316	0.00042282	0.00037782	0.00009896	-0.00009354	-0.00039968
MHMS	ECCO	-0.001188	0.021562	-0.029438	0.00000141	0.00046494	0.00086657	-0.00002561	0.00003496	-0.00063475
NOPK	ECCO	-0.006188	-0.007437	-0.013437	0.00003829	0.00005532	0.00018057	0.00004602	0.00008314	0.00009994
USC1	ELSC	0.011812	0.006562	-0.008437	0.00013954	0.00004307	0.00007119	0.00007752	-0.00009967	-0.00005537
MHMS	ELSC	0.010812	0.019563	-0.015438	0.00011691	0.00038269	0.00023832	0.00021152	-0.00016692	-0.00030200
USC1	NOPK	-0.005188	0.003562	-0.014438	0.00002691	0.00001269	0.00020844	-0.00001848	0.00007489	-0.00005143
MHMS	NOPK	-0.000188	0.010563	-0.022437	0.00000004	0.00011157	0.00050344	-0.00000198	0.00000421	-0.00023700
BGIS	PMHS	-0.007188	-0.019438	-0.004437	0.00005166	0.00037782	0.00001969	0.00013971	0.00003189	0.00008625
CCCO	PMHS	0.004813	-0.006438	0.000563	0.00002316	0.00004144	0.00000032	-0.00003098	0.00000271	-0.00000362
MHMS	USC1	0.001812	0.005562	-0.010438	0.00000329	0.00003094	0.00010894	0.00001008	-0.00001892	-0.00005806
				TOPLAM	0.00097869	0.00294794	0.00324219	0.00119431	0.00002794	-0.00157094

S	0.000979	0.00119	0.00002794	d	0.00118750		
	0.001194	0.00295	-0.00157094		0.00143750		
	0.000028	-0.00157	0.00324219		0.00543750		
Si	3212.345632	-1774.31872	-887.39121890	dt	0.00118750	0.00143750	0.00543750
	-1774.318718	1437.32894	711.71823480				
	-887.391219	711.71823	660.92918955				
std sapma							
dx	0.00769605						
dy	0.01401889						
dz	0.00948661						
TABLO DEGERI							
T	0.08948339		3.41				

Tablo E.6: Ag – 1 için 24 ve 30 dk.yüksek GDOP ölçmeleri baz vektör farklari için Hotelling' in Çok Degiskenli T² Testi hesaplari

		AG 1								
		24 - 30dk Yüksek GDOP için farklar								
		A (dx - xort)	B (dy - yort)	C (dz - zort)	A*A	B*B	C*C	A*B	A*C	B*C
ELSC	BGIS	-0.014438	-0.012187	0.007375	0.00020844	0.00014854	0.00005439	0.00017596	-0.00010648	-0.00008988
MHMS	BGIS	-0.037437	-0.002188	0.001375	0.00140157	0.00000479	0.00000189	0.00008189	-0.00005148	-0.00000301
MHMS	CCCO	-0.027437	0.008812	0.006375	0.00075282	0.00007766	0.00004064	-0.00024179	-0.00017491	0.00005618
BGIS	CCCO	-0.006438	0.004813	-0.000625	0.00004144	0.00002316	0.00000039	-0.00003098	0.00000402	-0.00000301
CCCO	CRHS	-0.013438	-0.000188	-0.008625	0.00018057	0.00000004	0.00007439	0.00000252	0.00011590	0.00000162
ECCO	CRHS	-0.011437	0.000813	-0.006625	0.00013082	0.00000066	0.00004389	-0.00000929	0.00007577	-0.00000538
CCCO	ECCO	-0.009438	-0.004187	-0.003625	0.00008907	0.00001754	0.00001314	0.00003952	0.00003421	0.00001518
MHMS	ECCO	0.004563	0.004812	0.011375	0.00002082	0.00002316	0.00012939	0.00002196	0.00005190	0.00005474
NOPK	ECCO	-0.018437	-0.008187	0.006375	0.00033994	0.00006704	0.00004064	0.00015096	-0.00011754	-0.00005220
USC1	ELSC	-0.010437	0.004812	-0.004625	0.00010894	0.00002316	0.00002139	-0.00005023	0.00004827	-0.00002226
MHMS	ELSC	-0.023437	0.012812	-0.009625	0.00054932	0.00016416	0.00009264	-0.00030029	0.00022559	-0.00012332
USC1	NOPK	-0.008438	0.004812	-0.006625	0.00007119	0.00002316	0.00004389	-0.00004061	0.00005590	-0.00003188
MHMS	NOPK	-0.013438	-0.001187	-0.003625	0.00018057	0.00000141	0.00001314	0.00001596	0.00004871	0.00000430
BGIS	PMHS	-0.015438	-0.004187	0.003375	0.00023832	0.00001754	0.00001139	0.00006464	-0.00005210	-0.00001413
CCCO	PMHS	-0.015437	-0.008188	0.003375	0.00023832	0.00006704	0.00001139	0.00012639	-0.00005210	-0.00002763
MHMS	USC1	-0.017437	-0.001188	0.004375	0.00030407	0.00000141	0.00001914	0.00002071	-0.00007629	-0.00000520
				TOPLAM	0.00485619	0.00066044	0.00061175	0.00002731	0.00002937	-0.00024587

S	0.004856	0.00003	0.00002937
	0.000027	0.00066	-0.00024587
	0.000029	-0.00025	0.00061175

d	0.00743750
	0.00018750
	0.00162500

Si	206.098361	-14.35564	-15.66625586
	-14.355639	1781.57838	716.74259410
	-15.666256	716.74259	1923.48064010

dt	0.00743750	0.00018750	0.00162500
----	------------	------------	------------

	std sapma	T
dx	0.00936638	
dy	0.00663545	
dz	0.00638618	

TABLO DEGERI	
0.00382165	3.41

Tablo E.7: Ag – 2 için 24 ve 30 dk. ölçmeleri baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T² Testi hesapları

AG 2										
24 sa ve 30 dk farklar için										
		A (dx - xort)	B (dy - yort)	C (dz - zort)	A*A	B*B	C*C	A*B	A*C	B*C
LLAS	CHMS	0.00385714	0.00442857	-0.00342857	0.00001488	0.00001961	0.00001176	0.00001708	-0.00001322	-0.00001518
LL01	CHMS	-0.01014286	-0.02357143	0.00357143	0.00010288	0.00055561	0.00001276	0.00023908	-0.00003622	-0.00008418
LL01	DVPB	-0.00714286	-0.00957143	0.01457143	0.00005102	0.00009161	0.00021233	0.00006837	-0.00010408	-0.00013947
DVPB	HOLC	0.00485714	0.01042857	-0.00742857	0.00002359	0.00010876	0.00005518	0.00005065	-0.00003608	-0.00007747
LLAS	HOLC	0.00585714	0.01742857	0.00257143	0.00003431	0.00030376	0.00000661	0.00010208	0.00001506	0.00004482
HOLC	LL01	0.01385714	0.02042857	-0.01642857	0.00019202	0.00041733	0.00026990	0.00028308	-0.00022765	-0.00033561
LL01	LLAS	-0.01114286	-0.01957143	0.00657143	0.00012416	0.00038304	0.00004318	0.00021808	-0.00007322	-0.00012861
				TOPLAM	0.00054286	0.00187971	0.00061171	0.00097843	-0.00047543	-0.00073571

S	0.00054286	0.00097843	-0.00047543
	0.00097843	0.00187971	-0.00073571
	-0.00047543	-0.00073571	0.00061171

d	-0.002857143
	-0.006428571
	0.002428571

Si	139817.0055	-57146.77876	39935.7972
	-57146.77876	24362.5095	-15113.8617
	39935.7972	-15113.8617	14495.55005

dt	-0.002857143	-0.006428571	0.002428571
----	--------------	--------------	-------------

	std sapma
dx	0.009511897
dy	0.017699879
dz	0.010097147

TABLO DEG.	
T	0.069490134 6.59

Tablo E.8: Ag – 2 için 24 ve 1 sa. ölçmeleri baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T² Testi hesapları

AG 2										
24 sa ve 1 sa farklar için										
		A (dx - xort)	B (dy - yort)	C (dz - zort)	A*A	B*B	C*C	A*B	A*C	B*C
LLAS	CHMS	0.006142857	0.007285714	-0.004285714	0.0000377	0.0000531	0.0000184	0.0000448	-0.0000263	-0.0000312
LL01	CHMS	-0.004857143	-0.013714286	0.010714286	0.0000236	0.0001881	0.0001148	0.0000666	-0.0000520	-0.0001469
LL01	DVPB	-0.007857143	-0.011714286	0.008714286	0.0000617	0.0001372	0.0000759	0.0000920	-0.0000685	-0.0001021
DVPB	HOLC	0.004142857	0.010285714	-0.005285714	0.0000172	0.0001058	0.0000279	0.0000426	-0.0000219	-0.0000544
LLAS	HOLC	-0.002857143	-0.000714286	-0.003285714	0.0000082	0.0000005	0.0000108	0.0000020	0.0000094	0.0000023
HOLC	LL01	0.014142857	0.021285714	-0.018285714	0.0002000	0.0004531	0.0003344	0.0003010	-0.0002586	-0.0003892
LL01	LLAS	-0.008857143	-0.012714286	0.011714286	0.0000784	0.0001617	0.0001372	0.0001126	-0.0001038	-0.0001489
				TOPLAM	0.0004269	0.0010994	0.0007194	0.0006617	-0.0005217	-0.0008704

S	0.0004269	0.0006617	-0.0005217
	0.0006617	0.0010994	-0.0008704
	-0.0005217	-0.0008704	0.0007194

d	-0.003142857
	-0.006285714
	0.004285714

Si	35168.15192	-23162.01953	-2520.272877
	-23162.01953	36849.79162	27787.54667
	-2520.272877	27787.54667	33182.18533

dt	-0.003142857	-0.006285714	0.004285714
----	--------------	--------------	-------------

	std sapma
dx	0.008434623
dy	0.013536547
dz	0.010950103

	TABLO DEG.	
T	0.091224927	6.59

Tablo E.9: Ag – 2 için 24 ve 2 sa. ölçmeleri baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T² Testi hesapları

AG 2										
24 sa ve 2 sa farklar için										
		A (dx - xort)	B (dy - yort)	C (dz - zort)	A*A	B*B	C*C	A*B	A*C	B*C
LLAS	CHMS	0.000285714	-0.001285714	0.004428571	0.000000082	0.000001653	0.000019612	-0.000000367	0.000001265	-0.000005694
LL01	CHMS	-0.006714286	-0.007285714	0.025428571	0.000045082	0.000053082	0.000646612	0.000048918	-0.000170735	-0.000185265
LL01	DVPB	-0.013714286	-0.019285714	-0.001571429	0.000188082	0.000371939	0.000002469	0.000264490	0.000021551	0.000030306
DVPB	HOLC	0.009285714	0.011714286	-0.007571429	0.000086224	0.000137224	0.000057327	0.000108776	-0.000070306	-0.000088694
LLAS	HOLC	0.007285714	-0.000285714	-0.022571429	0.000053082	0.000000082	0.000509469	-0.000002082	-0.000164449	0.000006449
HOLC	LL01	0.008285714	0.017714286	-0.012571429	0.000068653	0.000313796	0.000158041	0.000146776	-0.000104163	-0.000222694
LL01	LLAS	-0.004714286	-0.001285714	0.014428571	0.000022224	0.000001653	0.000208184	0.000006061	-0.000068020	-0.000018551
				TOPLAM	0.000463429	0.000879429	0.001601714	0.000572571	-0.000554857	-0.000484143

S

0.000463429	0.000572571	-0.000554857
0.000572571	0.000879429	-0.000484143
-0.000554857	-0.000484143	0.001601714

d

-0.002285714
-0.003714286
0.007571429

Si

20994.90536	-11594.69247	3768.266113
-11594.69247	7767.401283	-1668.753354
3768.266113	-1668.753354	1425.306856

dt

-0.002285714	-0.003714286	0.007571429
--------------	--------------	-------------

TABLO DEG.

T

0.086815423	6.59
-------------	------

	std sapma
dx	0.008788521
dy	0.012106669
dz	0.016338677

Tablo E.10: Ag – 2 için 24 ve 3 sa. ölçmeleri baz vektör farkları için Hotelling' in Çok Degiskenli T² Testi hesapları

AG 2										
24 sa ve 3 sa farklar için										
		A (dx - xort)	B (dy - yort)	C (dz - zort)	A*A	B*B	C*C	A*B	A*C	B*C
LLAS	CHMS	-0.003	-0.003714286	-0.000142857	0.000009000	0.000013796	0.000000020	0.000011143	0.000000429	0.000000531
LL01	CHMS	-0.009	-0.014714286	0.003857143	0.000081000	0.000216510	0.000014878	0.000132429	-0.000034714	-0.000056755
LL01	DVPB	-0.006	-0.010714286	0.012857143	0.000036000	0.000114796	0.000165306	0.000064286	-0.000077143	-0.000137755
DVPB	HOLC	0.013	0.019285714	-0.012142857	0.000169000	0.000371939	0.000147449	0.000250714	-0.000157857	-0.000234184
LLAS	HOLC	0.009	0.005285714	0.001857143	0.000081000	0.000027939	0.000003449	0.000047571	0.000016714	0.000009816
HOLC	LL01	6.49641E-14	0.009285714	-0.008142857	0.000000000	0.000086224	0.000066306	0.000000000	0.000000000	-0.000075612
LL01	LLAS	-0.004	-0.004714286	0.001857143	0.000016000	0.000022224	0.000003449	0.000018857	-0.000007429	-0.000008755
				TOPLAM	0.000392000	0.000853429	0.000400857	0.000525000	-0.000260000	-0.000502714

S	0.000392000	0.000525000	-0.000260000
	0.000525000	0.000853429	-0.000502714
	-0.000260000	-0.000502714	0.000400857

d	-0.002
	-0.005285714
	0.003142857

Si	21797.96063	-19447.72652	-10250.98406
	-19447.72652	21835.69175	14770.11297
	-10250.98406	14770.11297	14368.93676

dt	-0.002	-0.005285714	0.003142857
----	--------	--------------	-------------

TABLO DEG.

T	0.088191708	6.59
---	-------------	------

	<i>std sapma</i>
dx	0.008082904
dy	0.011926361
dz	0.008173709

Tablo E.11: Ag – 2 için 24 ve 30 dk. gece ölçmeleri baz vektör farklari için Hotelling' in Çok Degiskenli T² Testi hesapları

AG 2										
24 sa ve 30 d gece farklar için										
		A (dx - xort)	B (dy - yort)	C (dz - zort)	A*A	B*B	C*C	A*B	A*C	B*C
LLAS	CHMS	0.008166667	0.0025	-0.0025	0.000066694	0.000006250	0.000006250	0.000020417	-0.000020417	-0.000006250
LL01	CHMS	UYUSUMSUZ ÖLÇÜ								
LL01	DVPB	-0.026833333	-0.0095	0.0325	0.000720028	0.000090250	0.001056250	0.000254917	-0.000872083	-0.000308750
DVPB	HOLC	0.024166667	0.0085	-0.0285	0.000584028	0.000072250	0.000812250	0.000205417	-0.000688750	-0.000242250
LLAS	HOLC	0.007166667	0.0205	-0.0005	0.000051361	0.000420250	0.000000250	0.000146917	-0.000003583	-0.000010250
HOLC	LL01	-0.003833333	-0.0005	-0.0065	0.000014694	0.000000250	0.000042250	0.000001917	0.000024917	0.000003250
LL01	LLAS	-0.008833333	-0.0215	0.0055	0.000078028	0.000462250	0.000030250	0.000189917	-0.000048583	-0.000118250
				TOPLAM	0.001514833	0.001051500	0.001947500	0.000819500	-0.001608500	-0.000682500

S	0.001514833	0.000819500	-0.001608500
	0.000819500	0.001051500	-0.000682500
	-0.001608500	-0.000682500	0.001947500

d	0.001833333
	0.0005
	0.0005

Si	9454.417723	-2977.234084	6765.324079
	-2977.234084	2168.587406	-1699.009047
	6765.324079	-1699.009047	5505.751018

dt	0.001833333	0.0005	0.0005
----	-------------	--------	--------

	std sapma
dx	0.017405938
dy	0.014501724
dz	0.019735754

Tablo Degeri	
T	0.03979126
	9,28

Tablo E.12: Ag – 2 için 24 ve 30 dk. yüksek GDOP ölçmeleri baz vektör farklari için Hotelling' in Çok Degiskenli T² Testi hesaplari

AG 2										
24 sa ve 30 YÜKSEK GDOP farklar için										
		A (dx - xort)	B (dy - yort)	C (dz - zort)	A*A	B*B	C*C	A*B	A*C	B*C
LLAS	CHMS	0.007714286	0.003	-0.003142857	0.000059510	0.000009000	0.000009878	0.000023143	-0.000024245	-0.000009429
LL01	CHMS	0.008714286	0.023	-0.017142857	0.000075939	0.000529000	0.000293878	0.000200429	-0.000149388	-0.000394286
LL01	DVPB	-0.021285714	-0.036	0.023857143	0.000453082	0.001296000	0.000569163	0.000766286	-0.000507816	-0.000858857
DVPB	HOLC	0.014714286	0.019	-0.006142857	0.000216510	0.000361000	0.000037735	0.000279571	-0.000090388	-0.000116714
LLAS	HOLC	-0.012285714	-0.04	0.027857143	0.000150939	0.001600000	0.000776020	0.000491429	-0.000342245	-0.001114286
HOLC	LL01	0.002714286	0.011	-0.013142857	0.000007367	0.000121000	0.000172735	0.000029857	-0.000035673	-0.000144571
LL01	LLAS	-0.000285714	0.02	-0.012142857	0.000000082	0.000400000	0.000147449	-0.000005714	0.000003469	-0.000242857
				TOPLAM	0.000963429	0.004316000	0.002006857	0.001785000	-0.001146286	-0.002881000

S

0.000963429	0.001785000	-0.001146286
0.001785000	0.004316000	-0.002881000
-0.001146286	-0.002881000	0.002006857

d

0.000285714
3.2482E-14
0.000142857

Si

4980.993153	-3855.848346	-2690.304993
-3855.848346	8537.339038	10053.61541
-2690.304993	10053.61541	13394.38031

dt

0.000285714	3.2482E-14	0.000142857
-------------	------------	-------------

TABLO DEG

T

0.0006138	6,59
-----------	------

dx

dy

dz

std sapma

0.012671678

0.02682039

0.01828869

ÖZGEÇMİŞ

23 Nisan 1980 tarihinde İstanbul doğdu. İlk ve orta ve lise öğrenimini Antalya'da tamamladıktan sonra 1997 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri bölümüne girmeye hak kazandı. Lisans öğrenimini, hazırlık ve buna ek dört yıl olarak toplam beş yılda tamamladıktan sonra 2002 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Geomatik Mühendisliği Yüksek Lisans Programına başladı. Yüksek Lisans öğrenimi esnasında Sistem İnşaat A.Ş. şirketinde Kent Bilgi Sistemi Şefi olarak çalışmaya başlamıştır. Sistem İnşaat A.Ş' den 2004 yılında ayrıldı. Halen Yüksek Lisans çalışmasına devam etmektedir ve aynı zamanda SOM Kurumsal Gayrimenkul Değerleme şirketinde Tasınmaz Değerlemesi Uzman Yardımcısı olarak çalışmaktadır.