KİNEMATİK ÖLÇÜ YÖNTEMLERİNDEN KLASİK RTK İLE AĞ-RTK (CORS-TR) YÖNTEMİNİN KONUM DOĞRULUĞU AÇISINDAN TEST EDİLMESİ: SAYISAL İŞLETME PROJELERİNDE UYGULANMALARI

Kaan Mithat KAHRAMAN

UZMANLIK TEZİ

İLLER BANKASI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

EKİM 2015

İLBANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ

KİNEMATİK ÖLÇÜ YÖNTEMLERİNDEN KLASİK RTK İLE AĞ-RTK (CORS-TR) YÖNTEMİNİN KONUM DOĞRULUĞU AÇISINDAN TEST EDİLMESİ: SAYISAL İŞLETME PROJELERİNDE UYGULANMALARI

Kaan Mithat KAHRAMAN

UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı (Kurum)
Dr. Fatih KOÇYİĞİT

Tez Danışmanı (Üniversite)
Doç. Dr. Alper BÜYÜKKARAGÖZ

ETİK BEYAN

İller Bankası Genel Müdürlüğü Uzmanlık Tezi Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

KAAN MİTHAT
KAHRAMAN

KİNEMATİK ÖLÇÜ YÖNTEMLERİNDEN KLASİK RTK İLE AĞ-RTK (CORS-TR) YÖNTEMİNİN KONUM DOĞRULUĞU AÇISINDAN TEST EDİLMESİ: SAYISAL İŞLETME PROJELERİNDE UYGULANMALARI

(Uzmanlık Tezi)

Kaan Mithat KAHRAMAN

İLLER BANKASI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Ekim 2015

ÖZET

Bu çalışmada kinematik ölçü yöntemlerinden olan Klasik RTK (Real Time Kinematik) ve Ağ-RTK (Cors-TR) yöntemleri konum doğruluğu açısından karşılaştırılmış ayrıca elde edilen yükseklik değerleri geometrik nivelman değerleriyle karşılaştırılmıştır. Bu amaçla Siirt ili Kurtalan İlçesinde 74 noktadan oluşan bir test alanında her iki yöntemle de ölçümler yapılmıştır. Ayrıca aynı noktalara geometrik nivelman yoluyla kot verilmiş ve ölçüler değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda x eksenindeki farklar 1,8 cm 9,72 cm arasında, y ekseninde 1,00 cm ile 9,33 cm arasında ve z ekseninde 0,10 cm ile 8,30 cm arasında bulunmuştur.Her iki ölçü yöntemiyle elde edilen yükseklik değerleri (kotlar), geometrik nivelmanla elde edilen ortometrik kotlarla karşılaştırıldığında Klasik RTK ile Geometrik Nivelman arasındaki farklar 0,7 cm ile 3,94 cm arasında; Ağ RTK (Cors-TR) ile Geometrik Nivelman arasındaki farklar ise 2,24 cm ile 8,6 cm arasında değişmektedir. Çalışma alanının jeoid yüzeyinin düzgün olması atmosferik şartların ve çevresel engellerin az olması Cors-TR ile yapılan ölçülerin doğruluğuna katkıda bulunmuştur. Ancak yine de Klasik RTK ile yapılan ölçüler daha hassas ve tutarlıdır.

AnahtarKelimeler : Ağ-RTK, Cors-TR, Klasik RTK, Geometrik Nivelman, Sayısal İşletme Projesi, GNSS,GPS

Sayfa Adedi : 103

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Alper BÜYÜKKARAGÖZ

TESTİNG CLASİC RTK AND NETWORK-RTK (CORS-TR)WHİCH ARE THE METHODS OF KİNEMATİK GPS SURVEYİNG FOR POİNT POSİTİONİNG ACCURACY: APPLİCATİONS ON AS-BUİLT PROJECTS

(Expertise Thesis)

Kaan Mithat KAHRAMAN

ILLER BANKASI A. Ş.

October 2015

ABSTRACT

In this study; Classic RTK (Real Time Kinematik) and Network- RTK which are the methods of kinematik GPS surveying were compared for point positioning also the hights are compared with the hights measured with geometric levelling. To this end, measurements are made in both methods in 74 points consisting test region in Kurtalan-Siirt. Also the hights of points were measured with geometric levelling and the measurements were evaluated. In the result of evaluation the differences between Classic RTK and Network- RTK were found in the direction of x between 1,8 cm and 9,72 cm, in the direction of y between 1,00 cm and 9,33 cm and in the direction of z (h) between 0,10 cm and 8,30 cm. When the hights which measured with both methods were compared with the hights measured with Geometric Levelling; differances between Classic RTK and Geometric Levelling were between 0,7 cm and 3,94 cm; differances between Network RTK and Geometric Levelling were between 2,24 cm and 8,6 cm. The straight geoid surface, convenient atmospheric conditions and less environmental obstacles in the test region were contributed the accuracy of the measurements made by CORS-TR. But still the measurements made with Clasic RTK are more precision and accurate .

Keywords	:	Network RTK, Cors-TR, Clasic RTK, GeometricLevelling, As-BuiltProjects, GNSS,GPS
Page Number	:	103
Sopervisor	:	Assoc.Prof. Alper BÜYÜKKARAGÖZ

TEŞEKKÜR

Kinematik Ölçü Yöntemlerinden Klasik Rtk İle Ağ-Rtk (Cors-Tr) Yönteminin Konum Doğruluğu Açısından Test Edilmesi: Sayısal İşletme Projelerinde Uygulanmaları konulu uzmanlık tezimde danışmanlığımı üstlenen, yaptığım çalışmalar süresince bilgi, görüş ve eleştirilerinden faydalandığım kurum danışmanım ve müdürüm sayın Dr. Fatih KOÇYİĞİT'e ve danışman hocam sayın Doç. Dr. Alper BÜYÜKKARAGÖZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarım esnasında ölçümlerin yapılması ve alet tedariki konusunda desteklerini esirgemeyen Mordem Harita Müh. ve İnş. Şirketi çalışanlarına teşekkür ederim.

Yine bu süreçte bana her konuda yardımcı olan Diyarbakır Bölge Müdürlüğü'ndeki değerli mesai arkadaşlarıma, manevi açıdan desteklerini esirgemeyen aileme ve dostlarıma teşekkür ederim.

Tezim süresince bana destek olan sevgili eşim Yasemin KAHRAMAN'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....iv

ABSTRACT.....v

TEŞEKKÜR.....vi

İÇİNDEKİLER.....vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....xi

ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....xii

RESİMLERİNLİSTESİ.....xiv

SİMGELER VE KISALTMALAR.....xv

1.GİRİŞ.....1

2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....3

2.1.Önceki Çalışmalar.....3

3.UYDULARLA KONUM BELİRLEME SİSTEMLERİ(GNSS).....5

3.1.Geriden Kestirme Hesabı.....5

4. GPS BİLEŞENLERİ.....7

4.1.Uzay Bölümü.....7

4.2. Kontrol Bölümü.....7

4.3.Kullanıcı Bölümü.....8

5. GPS ÇALIŞMA PRENSİPLERİ.....9

5.1.GPS Sinyalleri.....9

5.1.1 P Kod Precise.....9

5.1.2 C/A Kod.....10

6. Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA-99) 11
6.1.Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı (Tudka) 12
7. UYDULARLA KONUM BELİRLEME YÖNTEMLERİ 15
7.1.Mutlak Konum Belirleme 16
7.1.1 Standart Positioning Service (SPS) Konum Belirleme 16
7.1.2. PPP Konum Belirleme 17
7.2.Göreli Konum Belirleme 17
7.2.1 KOD Ölçüleri 17
7.2.1.1. Gerçek Zamanlı.. 17
7.2.1.1.1 Yer Bazlı DGPS 18
7.2.1.1.2 Uydu Bazlı DGPS 18
7.2.1.2. Büro (Post-process) 18
7.2.2. Faz Ölçüleri 19
7.2.2.1. Statik Ölçü Yöntemi 19
7.2.2.1.1 Hızlı Statik Ölçme Yöntemi 19
7.2.2.1.2. Dur-Git Ölçme Yöntem 19
7.2.2.1.3. Tekrarlı Ölçme Yöntemi 20
7.2.2.1.4. Merkezsel Baz Ölçme Yöntemi 20
7.2.2.1.5. Travers Ölçme Yöntemi. 20
7.2.2.2. Kinematik Ölçme Yöntemi 20
7.2.2.2.1. Büro (Postprocess) 21
7.2.2.2.2. (Real Time Kinematic-RTK) 21
7.2.2.2.2.1. Klasik RTK 23
7.2.2.2.2.2. Ağ RTK. 24
8. TUSAGA AKTİF (CORS-TR) 25

8.1 TUSAGA-Aktif İstasyonları 27

8.2. TUSAGA-Aktif Kontrol Merkezi 30

8.3. TUSAGA-Aktif Kullanıcıları 30

8.4. Dünyadaki CORS Örnekleri 32

9. GPS İLE YÜKSEKLİK ÖLÇMELERİ 35

9.1. Ortaometrik Yükseklik 37

9.1.1.Ortaometrik Düzeltme 38

9.2. Elipsoidal Yükseklik 38

9.3.Koordinat Sistemleri, Datum ve Projeksiyonlar 39

9.3.1.Datum 40

9.3.1.1.Yatay Datum –Düşey Datum 40

9.3.1.2 Datum parametreleri 41

9.3.2Koordinat Sistemleri 42

9.3.2.1 Yer Merkezli İnersiyal Koordinat Sistemi 43

9.3.2.2. Yer Merkezli Yer Sabit Koordinat Sistemi 44

9.3.2.3. Dünya Jeodezik Sistemi – WGS84 45

9.3.2.4. Universal TransverseMercator (UTM) Sistemi 46

10.GPS ÖLÇÜ VE HESAPLARINI ETKİLEYEN HATA KAYNAKLARI 49

10.1. Uydu Efemeris (Yörünge Bilgisi) Hataları 50

10.2. Uydu – Alıcı Saati Hatası 50

10.3. Atmosferik Etkiler 51

10.3.1 İyonosfer Etkisi 51

10.3.2 Troposfer Etkisi 51

10.4. Sinyal Yansıma Etkisi (Multipath) 52

10.5. Alıcı Anteni Faz Merkezi Hatası 53
10.6. Taşıyıcı Dalga Faz Belirsizliği ve Faz Kesiklikleri 53
10.7. Uydu Geometrisi 53
11. ALTYAPI İŞLERİ SAYISAL İŞLETME PROJELERİ 55
11.1. Sayısal İşletme Projeleri 55
11.1.2. Sayısal İşletme Planlarının Hazırlanmasında Arazi Çalışmaları 56
11.1.3. Sayısal İşletme Planlarının Hazırlanma Esasları 57
11.1.4. Kot ve Koordinat Ölçümleri 58
12. ÖRNEK BİR UYGULAMA 59
12.1. Materyal 59
12.2 Yöntem 60
12.3 Bulgular ve Değerlendirme 60
13.SONUÇ VE ÖNERİLER 61
KAYNAKLAR 67
EKLER 69
EK-1 Cors-Tr Olçü Yöntemi Koordinat Listesi 70
EK-2 RTK Ölçü Yöntemi Koordinat Listesi 72
EK-3 CORS-TR ve RTK Koordinat Fark Listesi 74
EK-4 Kot Ölçümleri Ve Farklar Listesi 76
EK-5.1 Nivelman Okumaları (RN1-RN2) 78
EK-5.2 Nivelman Okumaları (RN2-AN3) 83
EK-6.1 CORS Ham Data Verileri 1 86
EK-6.2 CORS Ham Data Verileri 2 87
ÖZGEÇMİŞ 88

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge5.1. Frekans ve dalga boyuna göre GPS sinyalleri.....10

Çizelge 6.1 TUTGA-99 Teknik Verileri.....11

Çizelge8.1 Dünya'da kullanılan CORS sistemleri ve özellikleri.....33

Çizelge9.1 Referans elipsoidi ve parametreleri.....41

Çizelge9.2. Datum ve elipsoidleri.....41

Çizelge12.1 Ölçü Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....61

Çizelge13.1 Geometrik Nivelman ve diğer yöntemler arasındaki farklar.....64

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil.3.1 Geriden Kestirme Yöntemi 5

Şekil 4.1 GPS Bileşenleri.....7

Şekil 4.2 GPS Kontrol İstasyonları 8

Şekil 5.1 GPS Sinyal Yapısı 9

Şekil 6.1 TUTGA-99 Noktalarının Ülke Genelinde Dağılımı.....12

Şekil7.1 Uydularla Konum Belirleme Yöntemleri 15

Şekil 7.2 Mutlak Konum Belirleme Yöntemi 16

Şekil 7.3 Göreli Konum Belirleme Yöntemi 17

Şekil 7.4 Kinematik Ölçü Yöntemi.....21

Şekil 8.1Tusaga-Aktif İstasyonlarının Dağılımları.....28

Şekil 9.1Jeodezik Uygulamalar için yüzeyler.....35

Şekil 9.2 Jeoid (Dünyanın Gerçek Matematiksel Modeli).....36

Şekil 9.3Ortometrik Yükseklik 37

Şekil 9.4 Ortometrik, Elipsoidal ve Jeoid yükseklikleri Arasında İlişki.....39

Şekil 9.5 Geometrik Yüzeyler.....39

Şekil 9.6 Fiziksel Yüzeyler. 40

Şekil 9.7 Dünya Üzerinde Yaygın Olarak Kullanılan Datumlar 42

Şekil 9.8 ECI koordinat sistemi 44

Şekil 9.9ECEF Koordinat Sistemi 45

Şekil 10.1Sinyal Yansıma Etkisi.....52

Şekil 10.2a-) Kötü Uydu Geometrisi 54

Şekil 10.2 b-) İdeal Uydu Geometrisi 54

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim **Sayfa**

Resim 8.2. Iğdır Tusaga Aktif İstasyonu. 28

Resim 8.3. Diyarbakır TusagaAktif İstasyonu. 29

Resim 8.4. Viranşehir TusagaAktif İstasyonu. 29

Resim 11.1. Kanalizasyon Sayısal İşletme Planı Örneği. 55

Resim 11.2 Kanalizasyon Sayısal İşletme Planı Lejantı.....56

Resim 12.1 Çalışma Alanı. 59

KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CORS	Continiously Operating ReferanceStationts
CORS-TR	Continiously Operating ReferanceStationts -Turkey
DGPS	Differential Global Positioning System
ED50	EuropianDatum 1950
ECI	Earth CenteredİnertialCoordinateSystem
ECEF	Earth Centered- Earth FixedCoordinateSystem
GNSS	Global NavigationSatelliteSystem
GPRS	General PocketRadio Service
GPS	Global Positioninig Service
HGK	Harita Genel Komutanlığı
ITRF	International TerrestialReferanceFrame
NAD83	North AmericanDatum 1983
RINEX	ReceiverIndependent Exchange Service
RTK	Real Time Kinematik
TKGM	Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
TUSAGA-AKTİF	Gerçek Zamanlı Türkiye Ulusal GPS Ağı
TUTGA	Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı
TUDKA	Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı
UTM	Universal TransverseMercator
WGS 84	World GeodeticSystem 1984

1.GİRİŞ

Yüksek doğruluk gerektiren mühendislik uygulamaları ve bilimsel çalışmalarında statik ölçü yöntemi kullanılmakta ve elde edilen ölçüler büroda uygun GNSS yazılımları ile değerlendirilerek nokta konumları belirlenmektedir. Ancak Mühendislik uygulamalarında nokta konumlarının gerçek zamanlı belirlenmesi gerekmektedir. Klasik RTK (Real Time Kinematic) yöntemi ile bu ihtiyaç karşılanmış ve gerçek zamanlı konum bilgilerinin cm hassasiyetinde elde etmek mümkün olmuştur. Ancak Klasik RTK yönteminde referans alınacak yüksek hassasiyetli sabit istasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca sabitin başında bekleyecek birine ve sabit istasyondan 15–20 km'den fazla uzaklaşmayacak bir veya daha fazla geziciye ihtiyaç duyulmaktadır.

Klasik RTK yöntemindeki bu sınırlamalardan kaçınmak için birden çok sabit istasyon kurulması fikri ortaya atılmıştır (Raquet, 1998; Landau ve diğ., 2002). Sonraki yıllarda bu fikir geliştirilmiş ve Ağ-RTK kavramı ortaya çıkmıştır. Ağ-RTK sistemi ile tek bir sabit referans istasyonuna olan bağımlılık ortadan kalkmış, birçok referans istasyonundan alınan anlık verilerle atmosferik modelleme yapılması olanağı da sağlanmıştır. Bu modelleme ile GPS ölçülerini etkileyen en önemli hata kaynaklarından birisi olan atmosferik hatalar, düşük seviyeye indirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı Klasik RTK ile Ağ-RTK yöntemini konum doğruluğu ve hassasiyet açısından karşılaştırmak ve Ağ-RTK (Cors-TR) yönteminin kurumumuzun yaptırdığı ve kontrollüğünü üstlendiği altyapı projelerinin ölçümlerinde kullanılıp kullanılamayacağını irdelemektir. Bu çalışmada GNSS ve GPS ile ilgili genel ve teknik bilgiler verilmiş, ülkemizde kullanılan Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA) ve Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı (TUDKA) ve Tusaga- Aktif (Cors-TR) sistemi anlatılmıştır. GPS ile yükseklik ölçmeleri ve jeodezik yükseklik sitemleri anlatılmış, koordinat sistemleri ve datumlar açıklanmıştır. Sayısal işletme projeleri ve bu projelerin kot ve koordinat ölçümlerinde dikkat edilecek hususlar ve aranan konum hassasiyetleri belirtilmiştir. Bu kapsamda test alanında belli aralıklarla noktalar tesis edilmiş ve bu noktalara hem Klasik RTK yöntemiyle hem de Ağ-RTK (Cors TR) yöntemiyle ölçüler yapılmış daha sonra bu noktalara geometrik nivelman yapılarak elde edilen kot ve koordinat değerleri ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Klasik RTK (Real Time Kinematik) yöntemi ve Ağ-RTK (Cors-TR) yöntemi kullanıcılara hem zaman hem de işgücü açısından büyük avantajlar sağlamaktadır. Ancak bu yöntemlerden Ağ-RTK (Cors-TR) yöntemi Klasik RTK yöntemine göre zaman ve işgücü açısından avantaj sağlasa da konum doğruluğu ve yükseklik değerleri açısından her zaman tutarlılık göstermemektedir. Cors-TR yönteminin hassas mühendislik uygulamaları ve inşaat projelerinde kullanımı, kurumumuz İlbank A.Ş. dahil birçok kurum ve kuruluşta tartışılmaktadır. Özellikle yüksek hassasiyet gerektiren kanalizasyon projeleri ve cazibeli içme suyu projelerinde Cors-TR 'nin kullanımı kot değerlerinde elde edilen ve 15 cm'ye ulaşan farklar nedeniyle uygun değildir. Ancak yatay konum belirlenmesinde tecviz değerleri içerisinde ölçüler elde etmek mümkün olmuştur. Ayrıca Cors-TR'nin GSM operatörlerinin çekmediği yerde çekmemesi ve her bölgede aynı hassasiyeti vermemesi, elipsoidal yüksekliklerin ortometrik yüksekliğe dönüştürülmesi sırasında yaşanan sıkıntılar hassas mühendislik uygulamalarında kullanımının henüz mümkün olmadığını göstermektedir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1 Önceki Çalışmalar

Cevat İNAL, Ahmet Mete GÜNDÜZ ve Sercan BÜLBÜL' ün Çalışması

Yazarlar yaptıkları bu çalışmada Klasik RTK yöntemiyle sabit istasyona olan uzaklıklar 1–10 km. arasında oluşturulan otuzar noktalı 10 bölgede, hem GPS hem de GPS+GLONASS uyduları kullanılarak nokta konumları belirlemişlerdir. Elde edilen koordinatlar her bölgede yapılan ölçüler sonucu elde edilen Ağ-RTK koordinatlarıyla ve bölge ayrımı yapılmaksızın tüm noktaların koordinatları bir bütün olarak karşılaştırılmıştır. Test alanında yapılan ölçülerin değerlendirilmesi sonucu Ağ RTK ve Klasik RTK koordinatları arasındaki x ve y yönündeki farklar 0,2 cm – 9,0 cm, ortalama hatalar ±1,28 cm - ±4,39 cm, z yönündeki farklar ise 0,1 cm – 15,7 cm, ortalama hatalar ise ±2,21 cm - ±7,81 cm arasında farklar bulunmuştur (İnal ve ark. 2014).

Sercan BÜLBÜL, Cevat İNAL ve Ömer YILDIRIM' ın Çalışması

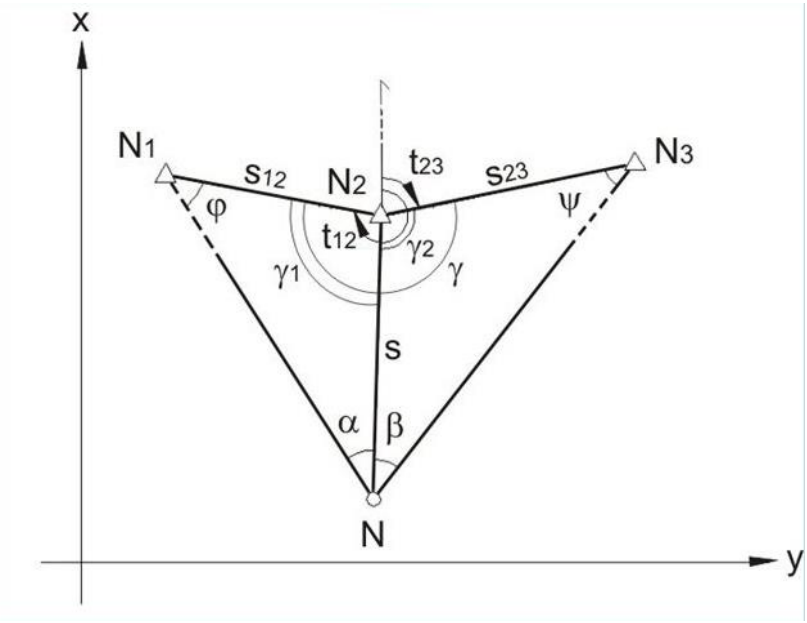
Bu çalışmada hızlı statik yöntemle diğer yöntemlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Selçuk Üniversitesi kampus alanında 100 noktalı bir test alanı oluşturulmuş, nokta koordinatları hızlı statik yöntem, CORS-TR, Klasik RTK ve Total Station ile belirlenmiş, hızlı statik yöntemle belirlenen koordinatlar esas alınarak farklar hesaplanmıştır. Hızlı statik yöntem ile CORSTR karşılaştırılmasında x ve y yönündeki koordinat farklar 3,7 cm ile +4,5 cm arasında değişmektedir. Farkların standart sapması ile ±1,26 ile ± 1,59 cm arasında değişmektedir. Hızlı statik yöntem ile Klasik RTK değerleri karşılaştırıldığında x ve y yönündeki koordinat farklar 1,60 cm ile +3,20 cm arasında değişmektedir. Farkların standart sapması ile ±0,93 ile ± 1,53 cm arasında değişmektedir. Hızlı statik yöntem ile Total Station tekniği karşılaştırıldığında x ve y yönündeki koordinat farklar 1,78 cm ile +2,60 cm arasında değişmektedir. Farkların standart sapması ile ±0,70 ile ± 0,88 cm arasında değişmektedir. Bütün karşılaştırmalarda, yükseklikteki ve ortalama hatadaki farklar x ve y yönündeki değerlerin iki katına çıkmaktadır. Sonuçlardan görüldüğü üzere Total Station verilerinin hızlı statik sonuçlarına daha iyi bir yaklaşım gösterdiği görülmektedir. Bütün yöntemlerde, x ve y yönündeki koordinat farkları 5 cm.'nin, yükseklikteki farklar ise 10 cm.'nin altında olduğu sonuçları bulunmuştur (Bülbül ve ark.2014).

3.UYDULARLA KONUM BELİRLEME SİSTEMLERİ (GLOBAL NAVİGATİON SATELLİTE SYSTEMS) (GNSS)

Herhangi bir zamanda, dünyanın herhangi bir yerinde bulunan bir kullanıcının konumunu belirleyen ve en az 4 uydudan kod-faz varış zamanının ölçülmesi esasına dayanan bir uydu ölçme sistemidir. Amerika Savunma Bakanlığı tarafından navigasyon amaçlı geliştirilmiş ve bilim adamlarının çabasıyla jeodezik problemlerin çözümünde kullanılmaya başlanmıştır. Ülke jeodezik ağlarının ölçülmesi ve sıklaştırılması, detay ölçmeleri, aplikasyon uygulamaları, CBS için veri toplama gibi birçok alanda kolaylık sağlayan, çalışmalara hız ve ekonomi getiren bir yöntemdir. Sistem, temel olarak jeodezideki en eski tekniklerden biri olan "geriden kestirme" esasına dayanır.

3.1.Geriden Kestirme Hesabı

N1, N2 ve N3 sabit noktalarının koordinatları biliniyor. N noktasında α ve β açıları ölçülüp N noktasına yeni koordinatları verilmektedir (Kaestner Yöntemi) (Şekil 3.1).



(http://slideplayer.biz.tr/slide/2795897/)

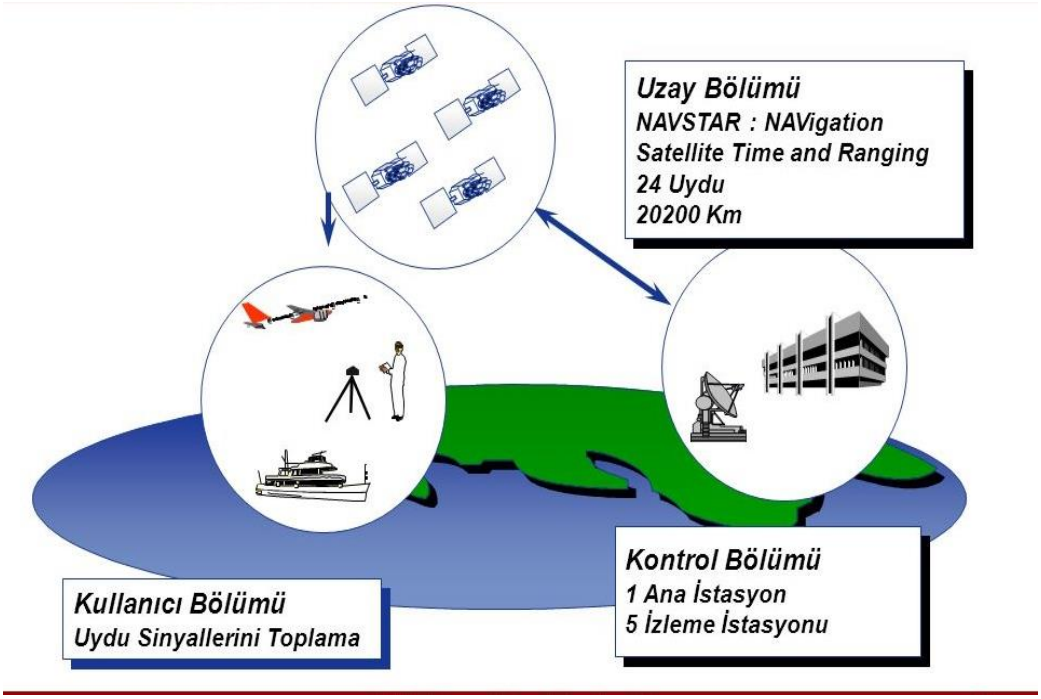
Şekil.3.1 Geriden kestirme yöntemi

Geriden kestirme, konumu bilinmeyen bir noktadan konumu bilinen noktalara yapılan gözlem ve hesapları kapsar. Konumu bilinen noktalar GPS uydularıdır. Bilinmeyenler, bulunulan noktanın yer merkezli (earth-fixed) kartezyen koordinatlarıdır (X,Y,Z). Matematik kuralı olarak bu 3 bilinmeyenin çözümü için 3 ölçü değeri yetiyor gibi gözükse de, saat hatalarını ortadan kaldırmak için en az 4 tane konumu bilinen uyduya ihtiyaç vardır. GPS, 4 boyutlu bir sistemdir (3D+zaman).

Uydularla konum belirlemede uydu sinyallerinin bir alıcı tarafından kaydedilerek, sinyalin uydudan yayınlandığı an ile alıcıda kaydedildiği an arasında geçen süre çok hassas olarak ölçülür. Bu süre, sinyalin yayılma hızı ile çarpılarak uydu ile alıcı arasındaki mesafe belirlenir, uydunun koordinatları zamana bağlı olarak bilindiğinden, alıcının konumu hesaplanabilir. Uydular, yüksek doğruluklu atomik saatler içerirler.

4. GPS BİLEŞENLERİ

GPS temel olarak 3 bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; uydulardan oluşan uzay bölümü, uydu saat ve yörüngelerini düzenleyen kontrol bölümü ve GPS verilerini kullanan kullanıcı bölümüdür (Şekil 4.1) .



(http://images.slideplayer.biz.tr/7/1958430/slides/slide_24.jpg)

Şekil 4.1 GPS bileşenleri

4.1. Uzay Bölümü

GPS uydularından oluşmaktadır. Birbirleri ile 60° ve ekvatorla 55° açı yapan 6 yörüngedeki 24 uydu, 12 saatte yörüngesini tamamlamaktadır. Bu sayede kullanıcı, dünyanın herhangi bir yerinden herhangi bir zamanda en az 5–8 uyduya ulaşabilmektedir. Uyduların Yer yüzeyinden yüksekliği 20,200 km'dir

4.2. Kontrol Bölümü

Yeryüzündeki belirli istasyonlar, uydu yörüngelerini ve uydu saat düzeltmelerini hesaplar. Amerika'daki ana kontrol istasyonu düzeltilmiş bilgileri uydulara yükler. Bu istasyonlar dünyanın belli bölgelerinde konumlanmıştır (Şekil 4.2).

(http://320volt.com/wp-content/uploads/2008/10/gps-kontrol-uzay-dagilimi.png)

Şekil 4.2. GPS kontrol istasyonları

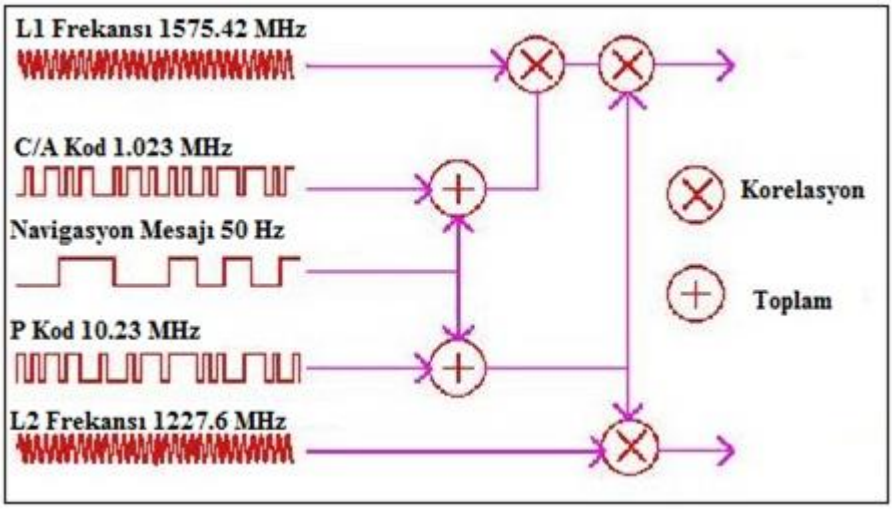
4.3. Kullanıcı Bölümü

Kullanıcı kısmı GPS sinyallerini konum belirlemesine dönüştürmek için gerekli aletlerden (alıcı+anten sistemi) oluşmaktadır. Anlık konum tespiti için, kullanıcı 4 veya daha fazla uydudan (3 uydu konum tespiti ve 1 uydu da uydu-alıcı saat farkının çözümü için) gelen sinyalleri ölçerek hem zamanı, hem kendisinin üç boyutlu konumunu ve hem de (şayet hareket halindeyse) hızını hesaplayabilir.

5. GPS ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

5.1. GPS Sinyalleri

GPS uyduları 2 tür kod ve navigasyon mesajı ile modüle edilmiş 2 temel taşıyıcı sinyali göndermektedir. Uydular bu sinyallerle faz ve kod ölçüleri ile kendi konum bilgilerini (efemeris) yayınlarlar. L1 sinyali = 1575,42 MHz ve L2 sinyali = 1227,60 MHz. Böylece L1 sinyali yaklaşık 0,19 m ve L2 sinyali de yaklaşık 0,24 m dalga boyuna sahiptir. Bu sinyaller uydu içindeki atom saatlerince oluşturulan f_o = 10,23MHz temel frekanstan üretilmektedir. Temel frekansı 154 ile çarparak L1 ve 120 ile çarparak L2 frekansları elde edilmektedir (Şekil 5.1) .Taşıyıcı dalgalar üzerine kod (Pseudo Random Noise –PRN) ve yörünge bilgileri modüle edilmiştir. L1 üzerine P-kod ve C/A-kod; L2 üzerine ise yalnızca P-Kodu modüle edilmiştir.



(http://www.haritaonline.com/2014/11/gps-sinyalinin-ozellikleri.html)

Şekil 5.1. GPS sinyal yapısı

5.1.1. P kod (precise)

Askeri kullanıcılar için tasarlanmış bu kod, W kod adı verilen bir kod ile şifrelenmiş, sadece askeri amaçlı GPS alıcılarının doğrudan çözebileceği Y kod ortaya çıkmıştır. Bu özellik de AntiSpoofing olarak adlandırılmaktadır.

5.1.2. C/A kod (coarse acquisition):

Sivil amaçlı kullanıcılar için tasarlanmış bu kod "Selective Availability" adı verilen bir yöntem ile hassasiyeti 100 m. olacak şekilde uydu saati ve yörünge bilgileri kasıtlı olarak bozulmuştur (delta ve epsilon etkisi). Selective Availability 2 Mayıs 2000 tarihinde kaldırılmış ve konum belirleme hassasiyeti 15 m.'ye kadar inmiştir. C/A kod aracılığı ile yürütülen bu hizmete "Standart Positioning Service" (SPS) adı verilir.

Lw frekansı, L1 ve L2 frekanslarının farkı alınarak, 347,82 MHz frekansında ve 86,2 cm dalga boyunda elde edilir. Ln frekansı ise L1 ve L2 frekanslarının toplamı sonucu, 2803,02 MHz frekansında ve 10,7 cm dalga boyunda elde edilmektedir (Tablo 5.1). Uygulamada, orta ve uzun bazlarda, başlangıç faz belirsizliğinin çözümü için bu frekanslar kullanılabilmektedir (Hofmann.,1997). Lc frekansı yine orta ve uzun bazlarda iyonosferik etkiyi azaltmak için kullanılabilmektedir (Kahveci ve Yıldız, 2005).

Çizelge 5.1. Frekans ve dalga boyuna göre GPS sinyalleri

Sinyaller	Frekans (MHz)	Dalga Boyu
Temel Frekans (L)	10,23	30 cm
L1 taşıyıcısı	1575,42	19 cm
L2 taşıyıcısı	1227,6	24 cm
P kodu	10,23	30 m
C/A kodu	1,023	300 m
Navigasyon mesajı	50 Hz	

L1 ve L2 taşıyıcıları uydu tarafından yayınlanan uydu mesajı veya navigasyon mesajını taşımaktadır. Bu navigasyon mesajı; uydu saati, uydu yörüngesi, uydunun performansını ve verilere getirilecek çeşitli düzeltmeleri içerir. Bu mesajlar alıcı tarafından çözümlenir ve gerçek zaman içerisinde konum belirleme amacı ile kullanılır.

6. TUTGA-99 (TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GPS AĞI)

Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı tanım olarak; ITRF (International Terrestrial Reference Frame) koordinat sisteminde 1–3 cm doğruluğunda, üç boyutlu koordinatları (X, Y, Z) ve bu koordinatların zamana bağlı değişimleri (hızları; Vx, Vy, Vz) ile uygun yükseklik sisteminde yükseklik (H) ve jeoid yüksekliği (N) bilinen, nokta aralığı 25–50 km jeoidin hızlı değişim gösterdiği bölgelerde 15 km olan olabildiğince homojen dağılımda 594 noktadan oluşan ağdır. (Harita Dergisi, Mayıs 2002)

Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı 1997–1999 yılları arasında Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü adına Harita ve Genel Komutanlığı ile imzalanan bir protokol kapsamında Harita Genel Komutanlığı Jeodezi Dairesi tarafından gerçekleştirilmiştir. Gelişen harita ve harita bilgilerinin üretim teknolojilerine altlık oluşturan önemli bir jeodezik altyapıdır. 4D olarak tasarlan TUTGA (Anonim 2002) küçük ölçekli/düşük çözünürlüklü tüm çalışmalara altlık oluşturabilecek özelliktedir. Ayrıca ITRF (Uluslararası Yersel Referans Sistemi) datumunda olması dolayısıyla TUTGA'ya bağlı üretilen harita ve harita bilgileri global düzeyde kullanılabilir ve paylaşılabilir özelliktedir. Bununla beraber büyük ölçekli/yüksek çözünürlüklü çalışmalarda sorunsuz kullanılabilmesi için sıklaştırılması gerekmektedir. Henüz onay aşamasında olan Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği TUTGA'nın sıklaştırılmasına ilişkin standartları da içermektedir. Bu sıklaştırma Kent Bilgi Sistemlerini oluşturmayı hedefleyen bilinçli yerel yönetimlerce 1990'lı yılların ortasından beri yapılmaktadır.

Çizelge 6.1. TUTGA–99 Teknik Verileri

Datum	İTRF96	SLR nokta sayısı	5
Elipsoit	GRS80		
Toplam nokta sayısı	594		
Ülke Ağı ile çakışık	91		
Jeodinamik çalışmalarla ortak	53	Noktalar arası uzaklıklar	25 ile 70 km
Nivelman yüksekliği olan		Ortalama	1315 km2/nokta

Ayrıca farklı yıllarda ölçülen toplam 594 noktanın ülke genelinde dağılımları Harita 6.1'de gösterilmektedir.

(*http://www.hgk.msb.gov.tr/images/dergi/c9cdb31dba480a4.pdf)*

Şekil 6.1. TUTGA–99 Noktalarının ülke genelinde dağılımı

TUTGA'da tasarımı itibarıyla ülkemizin büyük bir yüz ölçüme sahip olması dolayısıyla Türkiye Ulusal Nirengi Ağı gibi hiyerarşik bir ağ yapısına sahiptir. Bununla beraber 4D tasarımındaki 4. boyut zaman boyutudur. Bu boyutu sayesinde TUTGA'nın ülkenin tektonik yapısına karşı duyarlı olması ve güncellenebilmesi hedeflenmektedir. TUTGA'nın sadece ilk periyot ölçüsü tamamlanmış olmasına kaşın tasarımında jeodinamik amaçlı ağları içermesi sayesinde 4. boyutu modellenebilmiştir. Bu durumda TUTGA'nın hız modeli çok daha sağlıklı ve doğru biçimde üretilebilecektir. TUTGA'nın seyrekliğinin yanı sıra en zayıf noktalarından biri, Türkiye Ulusal Nirengi Ağı ile ortak noktalarının sayısının azlığı ve ülkenin özellikle doğusunda ve kuzeydeki yetersiz dağılımıdır. Bu nedenle de nirengi ağıyla ortaklığını artıracak sıklaştırma çalışmalarının yapılması bir zorunluluktur. Ancak bu yolla yüksek çözünürlüklü geçmiş bilgileri geleceğe doğru ve güvenilir olarak taşımak mümkün olabilecektir.

6.1. Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı (TUDKA)

Türkiye'de Düşey Kontrol (Nivelman) Ağı ile ilgili çalışmalar 1935 yılında Antalya mareograf (deniz seviyesi ölçer) istasyonunun kurulması ile başlamıştır. Ana karayolları ve demiryolları boyunca 2,5–3 km de bir oluşturulan I. ve II. derece nivelman noktaları

arasındaki ölçmeler, Akdeniz, Karadeniz ve Eğe Denizindeki mareograf istasyonlarına bağlı olarak gidiş-dönüş yapılmıştır. I. derece nivelman halkasının çevresi 650–1400 km ve bunların kapanma hataları 10–15 cm'dir. II. derece nivelman noktaları, I. derece geçkilerin aralarını doldurmak ve bunları birbirine bağlamak amacı ile yapılmıştır. III. Derece nivelman noktaları sıklaştırma amacı ile yapılmışlardır. Ölçmeler Wild N3 ve 1988 'den itibaren Zeiss Ni 002 nivoları ile invar miralar kullanılarak yapılmıştır. 1955 yılında İstanbul Boğazı'ndan (860 m) ve Çanakkale Boğazı'ndan (1450 m) vadi geçiş nivelmanı ile karşı tarafa geçilmiştir (Şerbetçi, 1995).

1965 yılında ülke nivelman ağı için dengeleme çalışmalarında, mareograf istasyonları arasında çıkan bazı farklılıklar nedeniyle, Ülkenin ortasındaki bir noktaya mareograf istasyonlarından yükseklik taşınarak bunların ortalaması, ülke nivelman ağının başlangıç kotu olarak seçilmiştir (Şerbetçi 1992).

Ancak ayrı bölgelerden yükseklik verilen ortak noktalarda önemli farklar olduğu görülerek bu uygulamadan vazgeçilmiştir. Mareograf istasyonları arasındaki yükseklik farklarından dolayı ülke nivelman ağına, Doğu Akdeniz Bölgesi hariç, Antalya Mareograf İstasyonunun 1936–1958 yılları arasındaki 22 yıllık gözlemlerinin aritmetik ortalaması alınarak ortalama deniz seviyesine göre yükseklik değeri verilmiştir. Dengeleme etütlerinde yerçekimi ölçülerinin önemi anlaşıldığından; I. ve II. derece noktalardan oluşan ülke temel nivelman ağının iyileştirilmesi ve uluslararası standartlara uygun duruma getirilmesi çalışmalarına hız verilmiştir. Bu amaçla 1983 yılında eski mareograf istasyonları iptal edilerek bunların yerine başta Antalya, İzmir/Menteş, Bodrum ve Erdek'te olmak üzere yeni istasyonlar kurulmuştur.

158 tane I. derece ve 87 tane II. derece geometrik nivelman geçkisinin ilk faz ölçümleri 1970 yılına kadar yapılarak Düşey Kontrol Ağı tesis edilmiştir. Gravite ağı ile ilgili çalışmalar 1956 yılında başladığından 1970 yılına kadar düşey kontrol noktalarında gravite ölçülmemiştir. 1973 yılından itibaren ikinci faz geometrik nivelman ölçmeleri başlatılmıştır. Bu kapsamda günümüze kadar sürdürülen çalışmalarda daha önce tesis edilen geçki ölçümleri yenilenmiş, alt yapı nedeniyle tahrip olan geçkiler yerine yenileri, gerek duyulan yerlerde ise yeni geçkiler tesis edilmiş ve düşey kontrol noktalarında gravite ölçülmüştür. 1993 yılına kadar gerçekleştirilen ölçme çalışmaları ile 151 adet I. derece ve 39 adet II. derece geçki ölçümü yenilenmiş, 2 yeni II. derece geçki tesis edilerek ölçülmüştür. 1985–1992 yıllarında yapılan çalışmalarla, 1973–1991 yıllarında ölçümü

yenilenen 151 adet I. derece ve 35 adet II. derece geçki ile 1970 yılından önce ölçülen 5 adet I. derece geçkinin, gravite değerleri ile birlikte ilk değerlendirmesi yapılarak Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı–1992 (TUDKA92) oluşturulmuştur. Ölçümü yenilenmemiş 52 II. derece geçki bu değerlendirmeye alınmamıştır (Demir ve Cingöz).

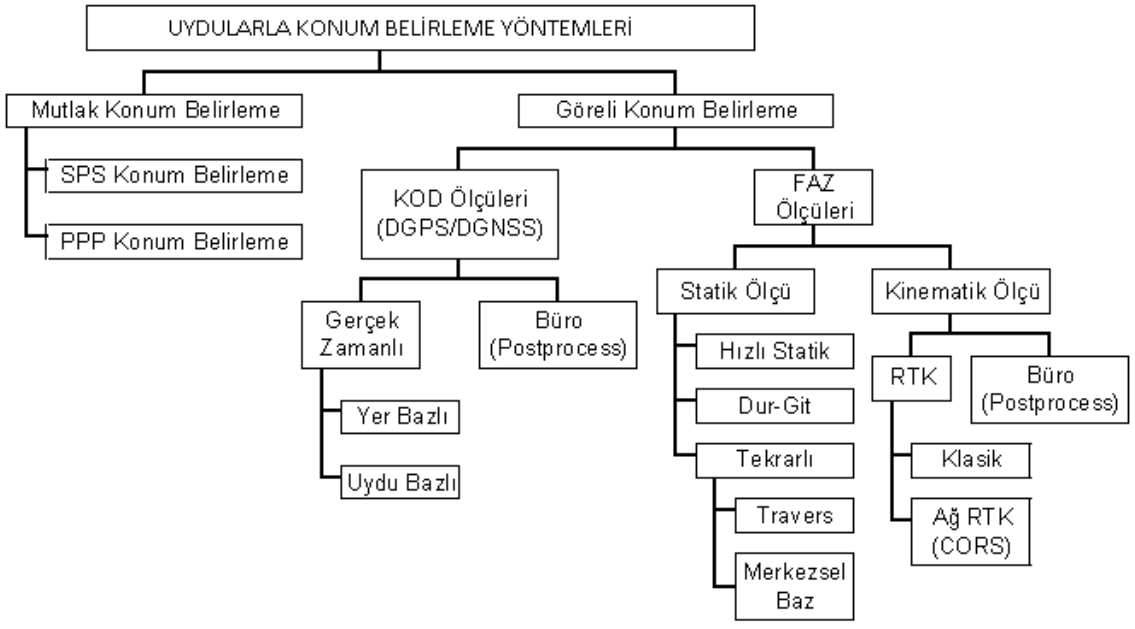
TUDKA92 oluşturulurken dengeleme sonrası yapılan istatistik analizde, uyuşumsuz olduğu saptanan üç adet geçki değerlendirme dışı bırakılmıştır. Sonraki yıllarda, uyuşumsuz bulunan üç geçkiden iki tanesi (biri tamamen, diğerinin bir bölümü) ölçülmüştür. Ayrıca 1993 yılında dört eski ve iki yeni olmak üzere altı adet II. derece geçki ölçümü yapılmıştır. Diğer taraftan daha önce değerlendirme dışı bırakılan 52 adet II. derece geçkiden 44 ‘ünün ağa bağlantısı gerçekleştirilmiş ve bu geçkilerdeki noktaların tamamında gravite değerleri prediksiyonla kestirilmiştir. Ağa bağlantısı sağlanamayan diğer 8 adet eski II. derece geçki değerlendirme dışı tutulmuştur. Daha sonra tüm geçkilerdeki noktaların koordinatları (enlem ve boylam) 1/25000 ölçekli haritalardan sayısallaştırılarak elde edilmiş ve mevcut tüm veriler (gravite, enlem, boylam, geometrik yükseklik farkı, uzaklık) kontrol edilmiştir.

Söz konusu kontrol işlemleri tamamlandıktan sonra, yapılan ek ölçülerin de katılımı ile TUDKA dengelemesi tekrardan yapılarak, TUDKA99 oluşturulmuştur. Bu değerlendirmeye 1970 yılından sonra ölçülen 151 adet I. derece ve 41 adet II. derece ile 1970 yılından önce ölçülen 7 adet I. derece ve 44 adet II. derece geçki olmak üzere toplam 243 adet I. ve II. derece geçki dahil edilmiştir. TUDKA99 toplam 29316 km uzunluğunda, 243 geçki ve 25680 noktadan oluşan ağın dengelenmesiyle oluşturulmuştur.

7.UYDULARLA KONUM BELİRLEME YÖNTEMLERİ

Uydularla konum belirlemede birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler kullanılarak elde edilen çözümler farklı veri yapılarına, alıcı modellerine, veri toplama sıklığına, matematiksel modellemelere vb. dayanmakta olup her bir çözüm yönteminin amacı ve hedef kitlesi farklı olabilmektedir (Kahveci ve ark., 2011). 1978 yılında ilk GPS uydusu yörüngeye yerleştirildiğinde yaklaşık 150 m doğruluğunda konum elde edilebilmekteydi. Zamanla yöntemler geliştirildi ve günümüzde cm hassasiyetinde standart bir uygulama haline gelmiştir. Hızla devam eden çalışmalar sonucunda yeni GPS sinyalleri (L2c, L5) ve faklı ülkelere ait yeni uydu sistemleri ve bunların sinyalleri kullanılmaya başlanılmıştır (Kahveci, 2010).

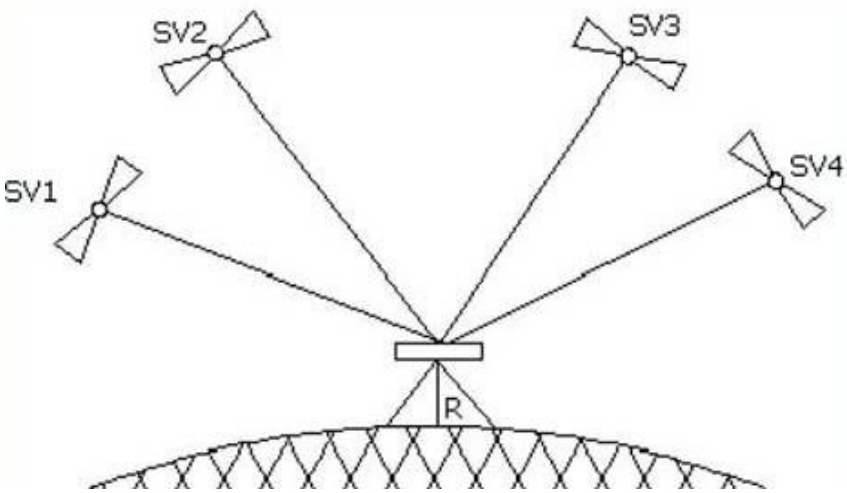
GPS, alıcı ve uydu arasındaki mesafenin bulunması ile uzay geriden kestirme yöntemi ile koordinat hesaplar. Yani alıcılar, tüm yönlerden gelen sinyalleri toplar ve bunlardan mesafe hesabı gerçekleştirilir. X, Y, Z olmak üzere 3 adet bilinmeyen koordinat bileşenlerine ek olarak zaman bilinmeyeni de hesaplanmaktadır. Buradan anlaşıldığı üzere 4 bilinmeyen vardır. Bu yüzdendir ki üç boyutlu koordinat hesaplanabilmesi için en 4 uydudan veri alınması gerekmektedir. GPS ile konum belirleme yöntemleri hesaplamada kullanılan gözlem verisine (kod ya da faz), doğru bir çözüm elde edebilmek için gerekli epok sayısına ve alıcı sayısına bağlı olarak aşağıda belirtilen şekildedir (Şekil 7.1).



Şekil 7.1. Uydularla konum belirleme yöntemleri

7.1. Mutlak Konum Belirleme

Tek bir alıcı ile en az 4 uydudan kod gözlemleri yapılarak alıcının bulunduğu noktanın koordinatı belirlenir (Şekil 7.1). Bu sistem genelde el GPS'leri, araç takip sistemlerine ait navigasyon amaçlı GPS'ler için kullanılmaktadır.



(http://www.haritaonline.com/2014/12/gps-ile-konum-belirleme-yontemleri.html)

Şekil 7.2. Mutlak konum belirleme yöntemi

7.1.1. Standart positioning service (sps) konum belirleme

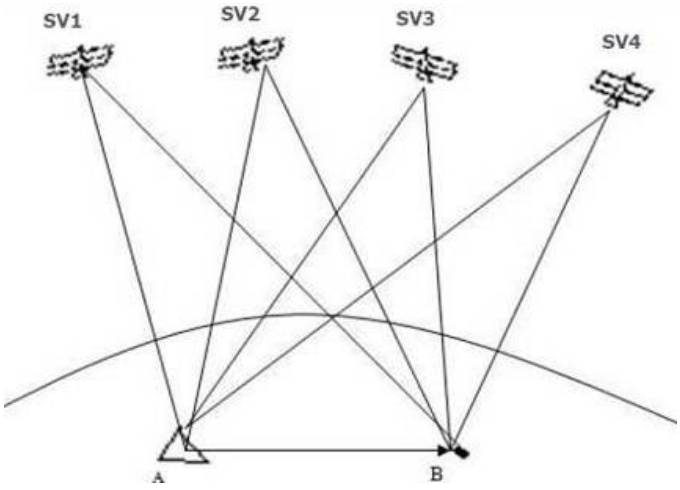
Tek bir alıcıda toplanan C/A kod kullanılarak hesaplanır ve genelde navigasyon amaçlı bir çözümdür. SPS yatay düzlemde 100 m ve düşey düzlemde 156 m doğruluklarında hizmet vermekteydi. SPS'nin düşük doğruluğunun en başta gelen nedeni ABD Savunma Bakanlığının SPS servisine uyguladığı SA yönteminden kaynaklanıyordu. Bundan amaçlanan SPS'nin konum belirleme doğruluğunun Precise Point Positioning (PPP) ile aynı düzeye gelmesini önlemekti. Fakat ABD, 1 Mayıs 2001 tarihi itibarı ile SPS'de SA bozucu etkisini kaldırmıştır. Böylece SPS ile yaklaşık on kat daha hassas çalışma imkânı doğmuştur.

7.1.2. PPP konum belirleme

Tek bir alıcıda birkaç dakikadan saatlere uzanan kod ve faz verisi toplanmasına dayanır.

7.2. Göreli Konum Belirleme

Koordinatı bilinen bir veya birden fazla noktanın referans alınarak koordinatları bilinmeyen noktanın koordinatlarının hesaplanması şeklindedir (Şekil 7.2). Bu yöntem 6 farklı şekilde gerçekleştirilmektedir.



(http://www.haritaonline.com/2014/12/gps-ile-konum-belirleme-yontemleri.html)

Şekil 7.3. Göreli konum belirleme

7.2.1. KOD ölçüleri

Belirli bir uydudan belirli bir anda çıkan sinyallerin, alıcı tarafından alınması ve yine alıcı tarafından üretilen aynı sinyalle karşılaştırılması ile uydudan alınan sinyalin uydudan çıkış anından alıcıya ulaştığı ana kadar geçen zamanın, ışık hızı ile ölçeklendirilmesinden elde edilen uydu-alıcı uzaklığıdır.

7.2.1.1 Gerçek zamanlı

Differential Global Positioning System (DGPS) tekniği, GPS tekniği ile elde edilen konum verisinin doğruluğunu artırmak, GPS'in hata kaynaklarının bir kısmını gidermek ve bir kısmının etkisini azaltmak için uygulanan bir yöntemdir. Uydu hataları iyonosferik ve troposferik gecikmeler, multipath, alıcı saat hatası, yörünge hataları, uydu sinyal

doğruluğunun ABD Savunma Bakanlığı'nca azaltılması olarak bilinen ve 1 Mayıs 2000 tarihinde uygulamadan kaldırılan Selective Availability (SA), hata kaynaklarından bazılarıdır. DGPS tekniğinde referans ve gezen alıcı arasındaki korelasyonlu hataların giderilmesi ya da en aza indirilmesi söz konusudur. DGPS'in temelinde, belli bir alan içerisindeki nokta konum hatalarının birbirine benzer olduğu düşüncesi yatar. Yüksek performanslı alıcılarla, koordinatları bilinen noktalarda yapılan GPS ölçüleri kullanılarak hatalar belirlenir ve konumu aranan noktalara düzeltme olarak getirilir (Güney ve ark., 2002).

7.2.1.1.1. Yer bazlı DGPS

Denizcilik Hizmetleri Radyo Teknik Kurulu (Radio Technical Commission for Maritime Services) tarafından görevlendirilmiş 104 sayılı özel bir komitenin (SC–104) belirlemiş olduğu standartlar, Radio Technical Commission for Maritime (RTCM SC–104) çerçevesinde tanımlanmış düzeltme mesajları ile konum belirlemedir. Büyük çoğunlukta, uydular gibi fakat yerden C/A kod sinyali yayınlayan taklit uydu (Pseudolite) standartları için belirlenen standartlardır (Pehlivan, 2001).

7.2.1.1.2. Uydu bazlı DGPS

Bu servisler yersel baz istasyonları yerine iletişim uydularını kullanarak ürettikleri düzeltme verilerini kullanıcılara ulaştırmaktadır (Güney ve ark., 2002).

7.2.1.2. Büro (post-process)

Bazı DGPS uygulamaları prezisyonlu konuma anında gereksinim duymayabilir. Sabit alıcılar tarafından her bir uydu için hesaplanan düzeltme değerleri ve gezici alıcılar tarafından hesaplanan kendi konumları veya doğrudan GPS ölçü değerleri kayıt edilir. Bu veriler, sonradan, referans istasyonda, gezici istasyonun ölçüm yaptığı süre içerisinde kayıt edilen düzeltme verileri ile birleştirilerek, düzeltilmiş veriye ulaşılır. Post-Process DGPS'in en büyük özelliği gözlem sonrası kullanılacak bir yazılıma gereksinim duyulmasıdır (Güney ve ark., 2002)

7.2.2. FAZ ölçüleri

Alıcı ile uydu arasında ilk irtibat kurulmasından itibaren, taşıyıcı dalgaların (L1, L2) alıcıya giren tepe noktaları sayısı ölçülmektedir. Başka bir değişle taşıyıcı dalga faz ölçüsü, uydu osilatöründe sürekli olarak üretilen sinyalin fazı ile bu sinyalin alıcıya ulaştığı anda alıcıda aynı özellikte üretilen sinyalin fazı arasındaki farktır.

7.2.2.1. Statik ölçü yöntemi

Çok yüksek doğruluk gerektiren durumlarda ve uzun nirengi kenarlarının ölçümü söz konusu olduğunda (>15 km) kullanılır. Bu yöntemde 2 adet alıcı (A,B) koordinatı önceden bilinen noktaya kurulur, 3. alıcı (C) eş zamanlı olarak koordinatı hesaplanacak noktaya kurulur ve en az 1 saatlik gözlem yapılır. 2 adet koordinat ve 3 adet kenar yardımı ile (kenar-kenar-kenar üçgen çözümü) C noktasının koordinatları maksimum 1 cm duyarlılıkla hesaplanır (Ana nirengi ölçümü).

7.2.2.1.1. Hızlı statik ölçme yöntemi

Bu yöntemin farkı ölçü süresinin 7–20 dakika arasında olmasıdır. Bu sayede 10 km‘den kısa kenarlar, 3–8 cm duyarlıkta koordinat hesaplanabilir (dizi nirengi ve poligon ölçümü).

Genel olarak alıcılardan biri, referans noktası üzerinde sabit bırakılarak sürekli gözlem yaparken başka alıcı ya da alıcılar tüm diğer noktalara çok kısa süreler için kurularak eş zamanlı gözlemler yapılır. Hızlı statik yöntemin uygulanmasında, konumu belirlenecek olan yeni noktalar arasında alıcı taşınırken açık olması gerekmemektedir. Bu da pratik açıdan büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu yöntemde ölçü süresi noktalar arası uzaklığa ve uydu geometrisine bağlı olup uydu sayısı arttıkça aynı uzunluktaki bazda ölçü süresi azaltılabilir.

7.2.2.1.2. Dur-Git ölçme yöntemi

Bu yöntemde de bir alıcı, sabit bir referans istasyonunda bulunmakta ve diğer alıcı veya alıcılar ise ölçülecek noktaları gezmektedir. Dur-git ölçüsüne başlarken ilk noktada birkaç dakikalık statik ölçü yapılarak faz belirsizliği çözülmekte ve alıcı kapatılmadan aynı uyduları izlerken diğer noktalar birkaç epokluk veri ile ölçülmektedir. Uydu sayısının 4‘ün

altına düşmesi durumunda faz belirsizliğinin yeniden çözülmesi gerekmektedir. Bunun için ölçülere başlangıçtan itibaren yeniden başlanır veya bir sonraki noktada daha uzun süre beklenerek faz belirsizliği yeniden belirlenir. Yöntem özellikle birbirine çok yakın noktaların ölçülmesinde uygun sonuçlar vermektedir. Doğruluğu ise 1–2 cm+1 ppm civarındadır.

7.2.2.1.3. Tekrarlı Ölçme Yöntemi

Değişen uydu geometrisinden yararlanarak ölçülecek noktaların 1–4 saatlik zaman aralığında, birkaç dakikalık süre ile en az iki kez ölçülmesi ile gerçekleştirilen bir GPS ölçme yöntemidir. Gerek statik yönteme gerekse kinematik yönteme benzerlik gösteren bu yöntem, özellikle uydu geometrisinin zayıf olduğu durumlarda veya tek frekanslı alıcıların kullanıldığı durumlarda uygun sonuçlar vermektedir. Yöntem merkezsel baz veya travers yöntemi olarak ikiye ayrılabilir. Her iki yöntemde ölçü tekrarı sırasında aynı alıcının aynı noktada bulunması sağlanarak alıcıların homojen olmamasından kaynaklanan birtakım hatalar indirgenebilir. Yöntemin doğruluğu 5–10 mm+1 ppm civarındadır.

7.2.2.1.4. Merkezsel baz ölçme yöntemi

Merkezsel baz yönteminde alıcılardan birisi sabit kalmakta diğer alıcılar ölçülecek noktalarda gezdirilerek hızlı statik yönteme benzer şekilde referans istasyonu ile ölçülen noktalar arası baz vektörleri elde edilerek çözüm sağlanır.

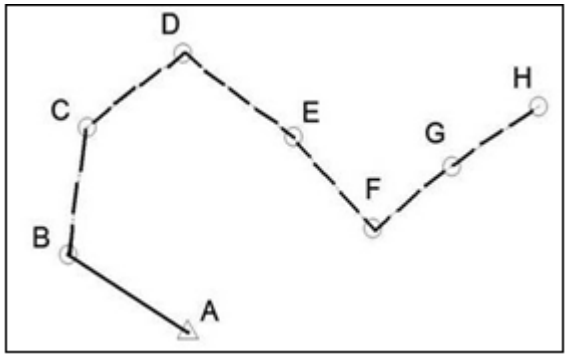
7.2.2.1.5. Travers ölçme yöntemi

Travers yönteminde sabit alıcı yoktur, her iki alıcı da hareketlidir. Bu yöntemde ölçüler atlamalı olarak yapılmaktadır. Bu şekilde birbirine komşu ardışık baz vektörleri bir dizi boyunca ölçülmektedir

7.2.2.2. Kinematik ölçme yöntemi

Bu yöntemde 1. alıcı koordinatı bilinen noktada (A) statik ölçü yaparken 2. alıcı koordinatı hesaplanacak noktaya (B) kurulur ve yaklaşık 3–5 dk. belirsizlik parametresinin tespiti için (initializing) yerinde sabit kalır. Alıcı bu parametreyi belirledikten sonra 4 uydudan aldığı sinyalleri kaybetmeden hareket etmeye başlar ve koordinatı hesap edilecek noktalarda (C,D,E,F,G,H) 5–10 saniye bekleyerek alım yapar. 4 uydudan alınan sinyalin

kaybolması durumunda belirsizlik parametresinin yeniden tespiti gerekecektir. Bu yöntem koordinatı bilinen noktadan 5 km‘ye kadar mesafede poligon ve detay ölçülmesinde kullanılır. Ancak koordinat hesabı için alıcılardaki bilgilerin bilgisayar ortamında uygun bir programla değerlendirilmesi gerekir.



Δ Koordinatı Bilinen Nokta

○ Yeni Nokta

Şekil – 7.4. Kinematik ölçü yöntemi

7.2.2.2.1. Büro (postprocess)

Büroda ölçü değerlendirmenin arazide gerçek zamanlı konum belirlemeye göre başlıca üstünlüğü verilerin kalite kontrolünün yapılabilmesi olanağıdır. Büroda kullanılan yazılımlarda alıcı içerisinde RTK yazılımlarına göre çok daha gelişmiş düzeltme ve hata modelleri ile dengeleme algoritmaları kullanılmaktadır. Büroda ham verileri önce çok sayıda filtreleme işleminden geçirerek düzgünleştirmek (smooth) ve bu verilerle çözüm yapmak standart bir uygulamadır. Eğer ara aşamaların birinde hata yapıldığı fark edilirse hesaplamalarda geriye dönüş her zaman olanaklıdır. Çünkü arazide toplanan ham veriler arşivde her zaman mevcuttur. Yıllar sonra da olsa arşivdeki tüm verileri yeni algoritmalar ve modellemeler kullanarak tekrar hesaplamak ve güvenilir sonuçlara ulaşmak olanaklıdır (Kahveci ve ark., 2011).

7.2.2.2.2. Gerçek zamanlı kinematik yöntem (real time kinematic-RTK)

Bu yöntem prensip olarak kinematik yöntem ile aynıdır. Ancak A ve B noktasındaki alıcılarda radyo alıcı-vericileri vardır ve birbirleri ile belirli bir radyo frekansı üzerinden haberleşir. A noktasında hesaplanan hata düzeltmeleri geziciye gönderilir, bu

düzeltmeleri alan gezici alet durduğu her noktadaki koordinatı alıcıdaki ekrandan görüp hafızasına kaydeder. Kaydedilen bu koordinatlar, büroda doğrudan harita çizimi için kullanılır.

RTK - GPS yöntemi yeni bir GPS ölçme yöntemidir. Bu yöntemle nokta konumları cm doğrulukla gerçek zamanda belirlenebilmektedir. RTK alıcısından alınan temel çıktılar jeodezik koordinatlar (elipsoidal enlem, elipsoidal boylam ve yükseklik), WGS 84 koordinat sistemine göredir. Bütün RTK sistemlerinin temelinde GPS alıcılarının eş zamanlı olarak 5 ortak uyduyu gözlem yapabilme şartı vardır. Ek olarak da, RTK sisteminin "eş zaman" unsuru gezici ve referans alıcı arasındaki radyo bağlantısına bağlıdır.

RTK GPS Ölçme ilkesi klasik GPS ölçme ilkeleri ile aynıdır. Burada da başlangıçtaki tam sayı belirsizlikleri çözümlenmeli ve 5 veya daha fazla uyduya sürekli gözlem yapılmalıdır. RTK uygulamalarında koordinatları bilinen bir noktada bir GPS alıcısı sürekli gözlem yaparken, bir veya daha fazla gezici GPS alıcısı da, hızlı bir şekilde, konum çözümünü gerçekleştirir.

Referans istasyonundaki alıcı ile uydu arasındaki herhangi bir t epoğunda ölçülen taşıyıcı fazdan hesaplanan uydu-alıcı arasındaki uzunluk ile uydu – alıcı arasındaki koordinat farklarından hesaplanan geometrik uzunluk karşılaştırılır ve taşıyıcı faz ölçülerine getirilecek düzeltme ve düzeltme oranı hesaplanarak gezici alıcılara iletilir. Gezici alıcılar, kodlanarak radyo dalgaları üzerine modüle edilmiş olan bu düzeltmeleri alarak kendi taşıyıcı faz ölçülerine düzeltme olarak getirirler. Gezicideki düzeltilmiş pseudorange ölçülerinin kullanılmasıyla da konum doğruluğu daha da artırılabilir.

Uydular yeryüzünden yaklaşık 20200 km uzaklıktadır. Baz uzunlukları ne kadar kısa ise hata miktarı azalacaktır. Bu bakımdan gezici alıcının bulunduğu noktalarda alınan düzeltmeler, referans noktasında hesaplanan düzeltme değerleridir ve referans noktasında hesaplanan bu düzeltme değerleri aynen gezici alıcılara aktarılır. Başka bir deyişle referans noktasındaki düzeltme değerleriyle, gezici alıcının bulunduğu noktadaki düzeltme değerleri eşit kabul edilir. Bunun yanında düzeltmelerin gönderilmesinde kullanılan veri iletişim donanımları genellikle radyo modemlerin veri iletme uzaklıkları ile sınırlıdır. RTK sisteminde kullanılan yazılımlar tüm hesaplarını Gauss-Kruger projeksiyon düzlemi üzerinde yapmaktadır. Oysa yeryüzü bir düzlem değildir. Tüm bu anlatılan kısıtlamalar

dikkate alınarak RTK sistemlerinin uygulama alanları yaklaşık 15 km ile iyonosfer ve troposfer etkisinden dolayı sınırlandırılmıştır.

7.2.2.2.2.1. Klasik RTK

RTK ile konum belirleme, gezen alıcılar tarafından uydulardan (GPS/GLONASS) kaydedilen faz gözlemlerine ve aynı anda referans bir istasyondan gerçek zamanlı olarak gezen alıcıya gönderilen ham ölçü ya da düzeltme bilgilerine (konum, pseudorange, atmosfer vb.) dayalı olarak gerçekleştirilen, hesaplamaların ise gezen alıcıda yapıldığı bir konum belirleme tekniğidir (Kahveci, 2009).

Klasik RTK tekniğinde, hem referans ve hem de gezici istasyonda çift frekanslı GPS alıcıları kullanılır. Ayrıca bu metotta, statik ve kinematik GNSS ölçü yöntemlerinde kullanılan donanımdan farklı olarak bazı ek donanımlar gerekir; sabit istasyonda, hesaplanan taşıyıcı dalga faz ölçü düzeltmelerini yayımlayan bir radyo vericisi ve gezici birimde de gönderilen bu düzeltmeleri alan bir radyo alıcısı kullanılır (Mekik, 2001).

Klasik RTK uygulamasında bir referans istasyonda hesaplanan düzeltme bilgileri gezen alıcıya gönderilmektedir. Gönderilen düzeltme mesajları belli bir formata uygun olmalıdır. Her alıcı firması gerçek zamanlı uygulamalar için kendi özel formatını üretmiştir. Fakat bu durumda farklı formatlardaki veriler farklı alıcılar tarafından kullanılamaz. Bu problemi önlemek amacıyla Teknik Radyo Komisyonu Denizcilik Servisi, Özel Komitesi (Radio Technical Commision for Maritime Services, Special Committee 104) referans alıcı ile gezici alıcı arasında düzeltme verilerinin yayınlanması amacıyla standart bir format yayınlamış ve bu format RTCM SC–104 olarak isimlendirilmiştir (Hofmann ve diğ., 1997). RTCM SC–104 formatı hemen hemen GPS navigasyon mesaj formatının aynısıdır. Deneyimler RTCM SC–104 veri formatı ve mesaj yapısının genellikle güvenilir olduğunu göstermiştir (Arslanoğlu ve Mekik, 2003).

Doğal olarak, referans ve gezici alıcıları ne kadar çok sayıda uydu izlerse, tamsayı sabitleme işlemleri de o kadar hızlanır ve konumlama doğrulukları o kadar artar. GPS sinyallerine ek olarak, GLONASS sinyalleri kullanan sistemlerden de bu doğrultuda yararlanılabilir. Ancak, çift frekanslı GPS sistemlerinin birkaç kilometreden uzun bazlarda tek frekanslı GPS/GLONASS ikili sistemlerine göre üstünlüğü vardır. GPS/GLONASS ikili sistemleri de açık havza madenleri, şehir kanyonları, nehir vadileri ve orman

sınırlarının tespiti gibi, sınırlı gökyüzü açıklığı olan bölgelerde daha avantajlıdır (Arslanoğlu ve Mekik, 2003) .

Klasik RTK uygulamasında bir referans istasyonunda hesaplanan düzeltme bilgileri kullanıcıya gönderilir. Sistematik hatalardan (atmosferik etkiler, yörünge hatası etkisi vb.) kaçınmak için referans istasyonu ile kullanıcı arasındaki 15–20 km.'yi geçmemesi gerekmektedir. RTK GPS tekniği ile cm mertebesinde elde edilen doğruluk, pek çok haritacılık uygulamaları için yeterli olmaktadır. (Pektaş, 2010).

7.2.2.2.2.2. Ağ RTK

Tek referans alıcısıyla yapılan Klasik RTK'nın kısıtlamasını aşmak amacıyla bilim ve teknoloji dünyası sürekli arayış içinde olmuş ve bu arayışların sonucunda Ağ RTK yöntemi geliştirilmiştir. Ağ-RTK sisteminde, tek bir referans istasyonuna olan bağımlılık ortadan kalkmış, ayrıca, çok sayıda referans istasyonuna ait verilerden yararlanarak belirli bir bölgeye ait atmosferik modelleme yapılması olanağı sağlanmış, GNSS gözlem tekniklerinin gücü ile ağ yapısının üstünlükleri (ağ dengelemesi) birleştirilmiştir. Sonuç olarak Ağ-RTK, Klasik RTK tekniğine göre daha uzun baz uzunluklarında (50 -100 km) faz gözlemlerine dayalı olarak cm doğruluğunda ve gerçek zamanlı konum belirleme tekniğidir (Kahveci, 2009).

Ağ-RTK sistemindeki gezici alıcı, sunucuya tek veya iki farklı yol ile bağlanır (radyo modem, GSM (Global System for Mobile Communications) veya internet gibi). Gezici, gerçek zamanlı kinematik veriyi alır almaz uygun bir algoritmaya göre bulunduğu konumu hesaplar. Ağ verilerinin gezicilere aktarılmasında da farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler düzeltmelerin referans istasyonunda ya da gezicide yapıldığına, gönderilecek bilgilerin kapsamına, veri aktarma protokolüne (formatına) ve veri aktarma ortamına (telsiz, GPRS vb.) bağlı olarak değişmektedir (Pektaş, 2010).

Ağ RTK'nın Klasik RTK'ya göre üstünlükleri vardır. Ağ RTK ile nokta koordinatları tek anlamlı ve homojen bir koordinat sisteminde belirlenmekte, yüksek kalitede sonuçlar elde edilmekte ve tüm ağ için oluşturulan atmosferik modelden yararlanılarak ölçü noktası için gerekli düzeltmeler enterpolasyon ile hesaplanabilmektedir (Kahveci, 2009).

8. TUSAGA-AKTİF (TÜRKİYE ULUSAL SABİT GPS AĞI-AKTİF)

Ağ RTK tekniğinin günümüzde en fazla uygulanan şekli sabit GNSS ağlarıdır. Ülkemizde bu amaçla 146 noktadan oluşan CORS-TR (Continuously Operating Reference Stations-TR) ağı kurulmuştur. CORS-TR projemizde aktif CORS yaklaşımı benimsenmiştir. Burada tüm ülkeyi kapsayan CORS istasyonları bir kontrol merkezine bağlı olup istasyonların konumları ve atmosferik düzeltmeler sürekli hesaplanmaktadır. Böylece atmosfer ve konum düzeltmeleri ülke genelinde modellenebilmektedir. Bunun sonucunda, saatler gerektiren GNSS ölçü süreleri, dakikalara ve hatta saniyelere inmektedir; baz uzunlukları da yaklaşık olarak 10 misli büyümektedir (Eren ve Uzel, 2008).

Sabit GNSS ağlarının kurulmasıyla haritacılık dışındaki alanlarda da bunlardan yararlanma oranı gittikçe artmaktadır. Bu nedenle, gerçek zamanlı GNSS, DGNSS ve RTK uygulamalarındaki artış ulusal haritacılık kuruluşları olan Harita Genel Komutanlığı ile Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nü, TÜBİTAK desteği ve İKÜ (İstanbul Kültür Üniversitesi) yürütücülüğünde, kadastro, jeodezik ve diğer amaçlar (navigasyon, meteorolojik vb.) için de kullanılmak üzere sabit GNSS ağları kurmaya yöneltmiştir. Kurulmakta olan bu ağa **TUSAGA-Aktif** (Türkiye Ulusal Sabit GPS Ağı-Aktif) yada İngilizce olarak "**CORS-TR**" adı verilmiştir. Bu proje TÜBITAK sponsorluğunda resmen Mayıs 2006 tarihinde başlamış ve Mayıs 2009 tarihinde tamamlanmıştır. Bu ağın amaçları genel olarak;

a. Ülke savunması ve kalkınması amacıyla coğrafi bilgi ve belgelerin üretilebilmesi için gerekli hassas koordinat bilgilerinin hızlı ve ekonomik bir şekilde elde edilmesi,

b. Her türlü navigasyon ve araç izleme için hassas ve güvenilir konum belirlemek, bunları ilgili kullanıcılara sağlamak,

c. Tüm Türkiye için hücresel dönüşüm parametrelerinin (ED50-ITRF yy) belirlenmesi,

ç. Türkiye'deki tektonik hareketlerin sürekli ve hassas olarak izlenmesi,

d. Türkiye için atmosferik modelleme yapılmasıdır.

“Sürekli Gözlem Yapan GNNS İstasyonları Ağı ve Ulusal Datum Dönüşümü Projesi (TUSAGA-Aktif /CORS-TR)” İstanbul Kültür Üniversitesi (IKÜ) yürütücülüğünde, Harita Genel Komutanlığı (HGK) ve Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) müşterek müşteri olmak üzere, 08 Mayıs 2006 tarihinde başlamış olup, Aralık 2008 itibariyle tamamlanmasıyla faaliyete geçmiştir. TUSAGA-Aktif sisteminin isletilmesi ve düzeltme parametrelerinin hesaplanması kontrol ve analiz merkezlerinde yapılmaktadır.

Tüm istasyonlardan toplananın veriler ADSL ve GPRS/EDGE (ADSL çalışmadığı zamanlarda devreye girecek) yolu ile veri merkezlerine aktarılmakta ve burada düzeltme parametreleri hesaplanarak tüm kullanıcılara sunulmaktadır. Gerçek Zamanlı Kinematik (RTK) düzeltme verileri RTCM (Radio Technical Commission for Aeronautics) iletişim formatında olup ve GSM, GPRS, NTRIP (Internet Protokolü Üzerinden RTCM Verisinin Ağ Dağıtımı) vasıtalarından biri veya birkaçı yardımıyla gezici alıcılara gönderilmektedir .

TUSAGA-Aktif istasyonlarının yerlerinin seçiminde zemin yapısı, elektrik, telefon, Internet ve güvenlik hususları dikkate alınmış ve tüm Türkiye’de gerçekleştirilen arazi kesifleri neticesinde Devlet Meteoroloji İsleri Genel Müdürlüğü Meteoroloji İstasyonları, Üniversiteler, Belediyeler ile Kamu Kurum ve Kuruluşlarına ait bina ve araziler seçilmiştir. Proje kapsamında kurulan istasyonlarda birer adet GNSS (GPS+GLONASS) alıcısı ve alıcıya bağlı bir jeodezik GNSS anteni bulunmaktadır. Sistemde, sabit GPS istasyonları ile kontrol merkezleri arasındaki iletişim ADSL üzerinden sağlanmaktadır. Ayrıca, ADSL hattında meydana gelebilecek veri kesikliklerinde mevcut bir Router ile GPRS modem devreye giren ve veri iletimi GPRS/EDGE ile yapılmaktadır.

Kontrol merkezlerinde bulunan sunucular (server) tüm istasyonlardan gelen anlık verilerden yararlanarak atmosferik modelleme yapmakta ve DGPS/RTK düzeltme verileri hesaplamaktadır. Söz konusu düzeltme verileri ise arazide bulunan gezici alıcılara GPRS üzerinden aktarılmaktadır. Bu şekilde tek frekanslı bir GPS alıcısı DGPS verisini kullanarak metre altı doğrulukta, çift frekanslı bir GPS alıcısı ise RTK verisini kullanarak 1–10 santimetre doğrulukta konum belirlemektedir. Veri aktarım formatı olarak NTRIP kullanılacaktır.

8.1 TUSAGA-Aktif İstasyonları

Türkiye koşullarında istasyon noktaları için ;

- Optimum mesafenin <100km olması,
- Kullanıcıların yoğun olduğu il merkezlerinde kurulması,
- Sağlam zeminlerde olması,
- Lojistik destek sağlanabilmesi,
- Enerji ve haberleşme olanaklarının uygun olması,
- Plaka hareketlerinin izlemesine olanak sağlanması koşulları göz önünde bulunduruluştur. (Eren vd., 2009)

Bu kriterlere göre Türkiye'de toplam 146 adet TUSAGA-Aktif istasyonu yeri belirlenmiştir. Bu sabit istasyonların dağılımları gelişi güzel olmayıp 100–150 km aralıklarla tampon bölgeler oluşacak şekilde dağıtılmıştır. Cors-TR kullanımı durumunda baz istasyonundan 75 km uzaklığa kadar çözüm sağlanabilmektedir. Aşağıdaki haritada Cors-TR istasyonlarının ülkemize dağılımı gösterilmektedir (Harita 8.1). Bu sayede gezici alıcısının hiçbir zaman veri alamaması söz konusu olmamaktadır. Sistem, aynı zamanda web / internet tabanlı da olarak kullanıcıların post-processing amaçlı kullanımlarına hizmet etmektedir (Uzel ve Eren, 2006).

Zemin tesisleri ülke ve bölge koşullarına uygun olarak planlanmıştır. Sonuç olarak iki türlü zemin tesisi yapımına karar verilmiştir:

- Toprak zeminde beton yer pilyesi,
- Çatı ve teraslarda büyük çaplı, galvaniz kaplı çelik pilyeler.

(http://www.turksatglobe.com/Files/Documents/CORS-TR%20(TURKSAT).pdf)

Şekil 8.1. Tusaga-Aktif istasyonlarının dağılımları

Aşağıdaki resimlerde bazı Tusaga-Aktif istasyonları gösterilmiştir.

(http://geomatik.beun.edu.tr/mekik/files/2012/12/HKMO-TUSAGA-AKT.pdf)

Resim 8.1. Iğdır Tusaga Aktif istasyonu

(http://geomatik.beun.edu.tr/mekik/files/2012/12/HKMO-TUSAGA-AKT.pdf)

Resim 8.2. Diyarbakır Tusaga Aktif istasyonu

(http://geomatik.beun.edu.tr/mekik/files/2012/12/HKMO-TUSAGA-AKT.pdf)

Resim 8.3. Viranşehir Tusaga Aktif istasyonu

8.2. TUSAGA-Aktif Kontrol Merkezi

TUSAGA-Aktif Projesi kapsamında 2 adet kontrol merkezi kurulmuştur. Tüm TUSAGA-Aktif istasyon verileri, otomatik olarak bu merkeze iletilmekte ve burada yapılan CORS ağ hesapları ve düzeltmeler buradan kullanıcılara ulaştırılmaktadır. Kontrol merkezi 2008 yılında kurulmuş olup 2014 sonunda yazılım ve donanımları güncellenmiştir. Kontrol merkezi yazılımının başlıca fonksiyonları aşağıdaki gibi sıralanabilir ;

- Hataların modellenmesi,
- Sabit istasyon gözlemlerinin transferi,
- Düzeltme parametrelerinin hesaplanması ve yayınlanması,
- Sabit GNSS istasyonlarının koordinatlarının hesaplanması,
- WEB servisi,
- Kullanıcıların izlenmesi,
- Veri depolama,

8.3. TUSAGA-Aktif Kullanıcıları

TUSAGA-Aktif Sistemi aktif kayıt ile kullanılabilmektedir. Sistem tarafından yayınlanan düzeltme parametreleri alıcıdan bağımsız olarak yayınlanmaktadır. CORS yayınlarına uygun olan her türlü alıcı TUSAGA-Aktif sisteminin yayınlarını alabilmektedir ve gerçek zamanda konum bilgilerini elde edebilmektedir. Bu amaçla sistemden faydalanmak isteyen alıcılar GSM modemi ile 212.156.70.42 numaralı IP'den düzeltme parametrelerini alabilmektedir. 15 Temmuz 2010 itibarı ile TUSAGA-Aktif Sistemini aktif olarak 3200 den fazla kayıtlı alıcı kullanmaktadır. TUSAGA-Aktif sisteminin kullanıcılara daha verimli hizmet vermesini sağlamak amacıyla TKGM tarafından 3000 kullanıcı kapasiteli APN tüneli oluşturulmuş ve hizmete sokulmuştur. TUSAGA-Aktif Sistemi kullanıcılarına daha aktif hizmet verebilmek kullanım koşulları, abonelik ve diğer konularda 24 saat yardım sağlamak amacıyla www.tkgm.gov.tr/tusaga adresinde bir web sayfası hizmete sunulmuştur.

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü 2005 yılından bu yana özel sektörden hizmet alımı yolu ile Sayısal Kadastro işlerinin yaptırmaktadır. 2009 yılına kadar GNSS Sistemlerinden alışıla gelmiş yöntemler ile yararlanmıştır. Ancak Tusaga-Aktif Sisteminin

aktif olmasından sonra iletişim sorunları yaşanmayan bölgelerde tüm kullanıcıları daha ekonomik olan TUSAGA-Aktif Sisteminin kullanılmasına yönlendirilmiştir. Böylece daha fazla maliyet ve iş gücü gerektiren Statik çalışmalar yerine gerçek zamanda konum belirlenmiştir. TKGM dışında Tusaga-Aktif sistemini kullanan diğer kurum ve kuruluşlar, kullanım amaçları ile birlikte aşağıdaki gibi listelenebilir;

Harita genel Komutanlığı ;

• Farklı koordinat sistemleri (ED–50/WGS–84) arasındaki dönüşüm parametrelerinin belirlenmesinde,

• Jeodezik uygulamaların (koordinat alımı, nokta hızlarının, aktif tektonik hareketlerin belirlenmesi vb.) gerçekleştirilmesinde,

• Tüm GPS çalışmalarında referans koordinat sistemi belirsizliğini giderecek sabit nokta hizmeti olarak,

Belediyeler;

• Halihazır haritalar

• Altyapı ve diğer coğrafi çalışmalar

• e-belediye

Bakanlıklar ;

• Milli Savunma Bakanlığı ve Harita Genel Komutanlığı

• Orman – Çevre Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı ve diğer Bakanlıklar

• e-devlet ve Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri

Diğer Kuruluşlar;

• Haritacılık, coğrafi bilgi ve altyapı ile uğraşan tüm diğer kurum ve kuruluşlar

Özel Kuruluşlar ve Vatandaşlar ;

• Harita şirketleri ve büroları

• Diğer Şirketler

• Vatandaşlar

Bilimsel kuruluşlar ve Üniversiteler ;

• Yer bilimleri ve coğrafi bilgi sistemleri araştırmaları

8.4. Dünyadaki CORS Örnekleri

Ülkemizde olduğu gibi Dünya'da ve Avrupa'da da CORS kullanımı yaygın olarak gözlenmektedir. Dünya ve Avrupa'da kullanılan bazı CORS örnekleri şunlardır :

- NGS CORS-Amerika
- SAPOS-Almanya
- GEONET-Deprem CORS-Japonya
- KSA CORS- S.Arabistan
- NADCON-ABD dönüşüm parametreleri
- REGENTE- İspanya dönüşüm parametreleri
- KSACON- S.Arabistan dönüşüm parametreleri
- AGNES-İsviçre
- APOS-Avusturya
- NETPOS-Hollanda

Dünya genelinde şimdiye kadar kullanılan CORS uygulamalarında referans istasyonları arasındaki mesafeler 20 km'den (Japonya) ; 100 – 150 km'ye (Fransa, İsveç) kadar değişmektedir. İstasyonlar arası uzaklık ne kadar az olursa konum belirleme o kadar hızlı ve duyarlı olmaktadır. Dünya'da 35'ten fazla ülkede örneği bulunan CORS sistemi bazı ülkelerde tüm ülke çapında dağılırken, bazı ülkelerde lokal olarak konumlandırılmıştır. Bazı ülkelerde devlet bünyesinde yürütülürken bazı ülkelerde özel ya da müşterek olarak yürütülmektedir. CORS sistemi; RTK (Gerçek Zamanlı Kinematik), DGPS (Diferansiyel Global Pozisyonlama Sistemi, Post Processing) olarak

kullanılmaktadır. Dünyadaki bazı ülkelerde kullanılan CORS sistemleri ile ilgili bilgiler Çizelge 8.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 8.1. Dünya'da kullanılan CORS sistemleri ve özellikleri

No	Ülke	Kapsama Alanı	İşleten Kuruluşlar	İstasyon Adedi	Verilen Hizmet	Yüzölçümü
1	A.B.D.	Tüm Ülke	Devlet,özel	1800 +	RTK, DGPS, PP	9,629,091 km²
2	Çin	Tüm Ülke	Devlet	132	PP	9,598,094 km²
3	Kolombiya	Tüm Ülke	Devlet	16	PP	911,698 km²
4	Türkiye	Tüm Ülke	Devlet	146	RTK, DGPS, PP	780,576 km²
5	Şili	Tüm Ülke	Devlet	15	PP	756,945 km²
6	İsveç	Tüm Ülke	Devlet	270	RTK, DGPS, PP	449,964 km²
7	İspanya	Tüm Ülke	Özel	70	RTK, DGPS, PP	504,030 km²
8	Japonya	Tüm Ülke	Devlet	1240	RTK, DGPS, PP	377.835 km²
9	Almanya	Tüm Ülke	Devlet	300	RTK, DGPS, PP	357,021 km²
10	İtalya	Tüm Ülke	Özel	194	RTK, DGPS, PP	301,300 km²
11	Yeni Zelanda	Tüm Ülke	Devlet	37	PP	270,534 km²
12	Güney Kore	Tüm Ülke	Devlet	44	RTK, DGPS, PP	98,480 km²
13	Çek Cumhuriyeti	Tüm Ülke	Özel	14	RTK, PP	78,864 km²
14	Hollanda	Tüm Ülke	Devlet	33	RTK, DGPS, PP	42,437 km²
15	Hollanda	Tüm Ülke	Özel	27	RTK, DGPS, PP	42,437 km²
16	Tayvan	Tüm Ülke	Devlet	12	RTK, PP	35,980 km²
17	Hong Kong	Tüm Ülke	Devlet	12	RTK, DGPS, PP	1,104 km²
18	Singapur	Tüm Ülke	Devlet	5	RTK, DGPS, PP	718 km²
19	İspanya	Madrid	Devlet	9	RTK, PP	
20	İspanya	Belli Bölgelerde	Özel	24	RTK, DGPS, PP	
21	Polonya	Belli Bölgelerde	Özel	5	RTK, DGPS, PP	
22	Norveç	Belli Bölgelerde	Özel	10	RTK	
23	Litvanya	Belli Bölgelerde	Özel	3	RTK, DGPS, PP	
24	İtalya	Belli Bölgelerde	Devlet	79	RTK, DGPS, PP	
25	İtalya	Belli Bölgelerde	Özel	15	RTK, DGPS, PP	
26	Çin	Belli Bölgelerde	Özel	188	RTK, DGPS, PP	
27	Kanada	Belli Bölgelerde	Özel	19	RTK, PP	
28	Avusturya	Belli Bölgelerde	Özel	25	RTK, DGPS, PP	
29	Avustralya	Belli Bölgelerde	Özel	44	RTK, DGPS, PP	

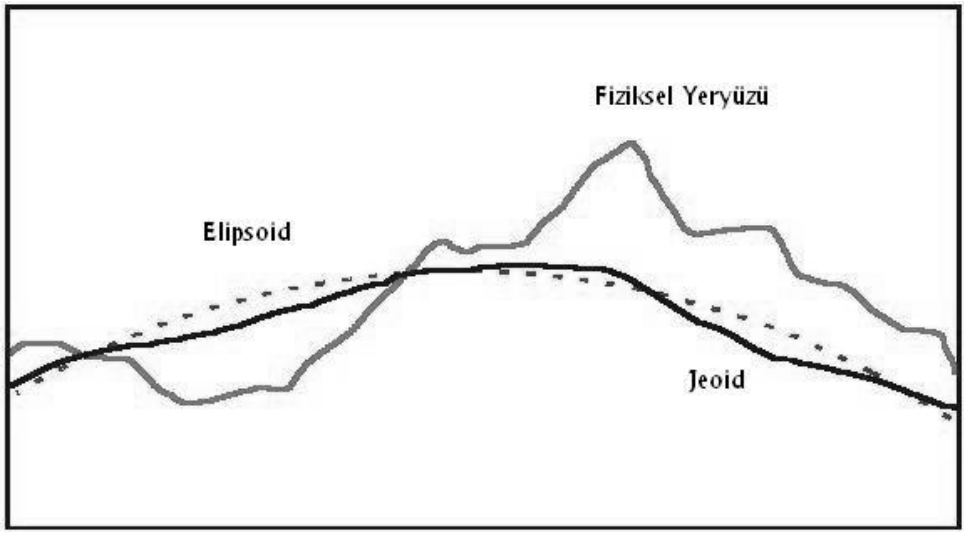
Dünyadaki CORS sistemlerinden en önemlileri en çok katılımcı kuruluşla 1800'den fazla istasyona sahip olan ve bu istasyonları her geçen gün arttıran Amerika Birleşik Devletleri ve 1240 istasyon sayısı olan ve her geçen gün arttırmaya devam eden Japonya'dır. Amerika Birleşik Devletleri'nde 1994 yılında başlanan CORS ağı tüm bu

kuruluşların katkısıyla 2011 itibariyle 1800'den fazla bir sayıya ulaşmıştır ve sadece devlet ve özel sektör eliyle değil özel kuruluşlarca da desteklenmektedir.

Japonya ulusal haritacılık kuruluşu olan GSI (Geographical Survey Institute) tarafından 1993 yılında yaklaşık 110 GPS istasyonu ile başlayan çalışmalar bugün yaklaşık 1240 noktalı bir RTK ağına ulaşmıştır. Bu ağ GEONET (GPS Earth Observation NETwork system) olarak bilinmektedir. GEONET ağının referans istasyonları arasındaki uzaklık 25–30 km arasında değişmektedir. GEONET ağı başlangıçta yerkabuğu hareketlerinin incelenmesi amacıyla kurulmuş, ancak GRAPES projesi ile birlikte deprem anındaki yer değiştirmelerinin de belirlenebileceği sonucuna varılmıştır. GEONET ile volkanik patlamaların da izlenebileceği sonucuna varılmıştır. Bunlara ilave olarak günümüzde GEONET; jeodezik ölçmeler, kadastro ve mühendislik ölçmeleri, meteorolojik çalışmalar vb. amaçlarla yoğun şekilde kullanılmaktadır (Kahveci,2009).

9. GPS İLE YÜKSEKLİK ÖLÇMELERİ (GPS NİVELMANI)

Fiziksel veya görünen yeryüzü, katı veya sıvı dünya kitlesinin, atmosfer ile olan arakesitidir. Katı kısım girinti ve çıkıntılardan dolayı düzgün bir yüzey değildir. Bu nedenle bu yüzeyin, basit bir matematik formülle açıklanması da olanaksızdır. Dolayısıyla ancak üzerinde alınacak noktaların koordinatları hesaplanabilmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmalar sonucunda, dünyanın şeklinin, jeoid adı verilen ve yerin eş potansiyelli yüzeylerinden ortalama deniz yüzeyi ile çakışan bir yüzey olduğu anlaşılmıştır. Şekil 9.1' de jeodezik uygulamalar için kullanılan yüzeyler gösterilmiştir.



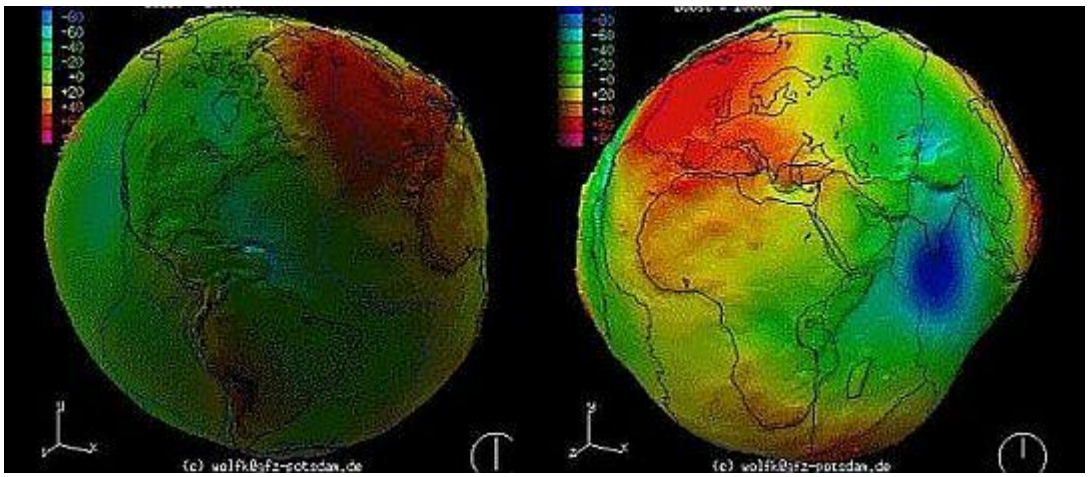
(http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/BMBR_7322ed717dedf1e_ek.pdf)

Şekil 9.1. Jeodezik uygulamalar için yüzeyler

GPS ile noktaların global jeosentrik bir koordinat sisteminde enlem, boylam ve elipsoid yükseklikleri belirlenmektedir. Elipsoid yüksekliğinin, uygulamada, mühendislik ve projelendirme çalışmalarında kullanılabilmesi için ortometrik yüksekliğe dönüştürülmesi gereklidir. Ortometrik yüksekliklerin hassasiyeti ise noktaların jeoid ondülasyonlarına bağlıdır. Pratikte noktaların yüksekliklerin belirlenmesi için yapılan nivelman işlemi hem zaman alıcı hem de yorucudur. Bu olumsuzluğu GPS gözlemleri ile çözebilmek için ve hesaplanan ortometrik yüksekliklerin hassasiyetinden emin olabilmek için jeoid ondülasyonlarının hassas olarak belirlenmesi gerekir. Tüm dünya için uygulamalara yeterli hassasiyeti sağlayacak bir jeoidin belirlenip ortaya konması mümkün olmadığından her bölge için yerel jeoidin belirlenmesine çalışılmaktadır. Yükseklikler,

fiziksel ve geometrik cisimlerin doğal boyutlarından olduğundan, isteğe bağlı olarak tanımlanamazlar. Yeryüzündeki bir noktanın yüksekliğinden, o nokta ile bir nivo yüzeyi olan jeoid arasındaki ilişki anlaşılır. Bu şekilde tanımlanmış olan yükseklik sistemleri, çok yönlü teorik ve pratik ihtiyaçlara cevap verebilirler. Noktanın yüksekliğini saptayabilmek için ilk olarak başlangıç yüzeyinin tanımlanması ve buna dik doğruların belirlenmesi gerekir. Yeryüzü noktaları için en kolay belirlenebilen doğrultular çekül doğrultularıdır. Fiziksel yeryüzündeki bir noktadan sarkıtılan çekül eğrisinin jeoide değdiği nokta ile fiziksel yeryüzündeki nokta arasındaki çekül eğrisi boyu yüksekliklerin bir geometrik tanımıdır.

Yükseklikler, fiziksel ve geometrik cisimlerin doğal boyutlarından olduğundan, isteğe bağlı olarak tanımlanamazlar. Yeryüzündeki bir noktanın yüksekliğinden, o nokta ile bir nivo yüzeyi olan jeoid arasındaki ilişki anlaşılır. Bu şekilde tanımlanmış olan yükseklik sistemleri, çok yönlü teorik ve pratik ihtiyaçlara cevap verebilirler. Noktanın yüksekliğini saptayabilmek için ilk olarak başlangıç yüzeyinin tanımlanması ve buna dik doğruların belirlenmesi gerekir. Yeryüzü noktaları için en kolay belirlenebilen doğrultular çekül doğrultularıdır. Fiziksel yeryüzündeki bir noktadan sarkıtılan çekül eğrisinin jeoide değdiği nokta ile fiziksel yeryüzündeki nokta arasındaki çekül eğrisi boyu yüksekliklerin bir geometrik tanımıdır (Şekil 9.2).



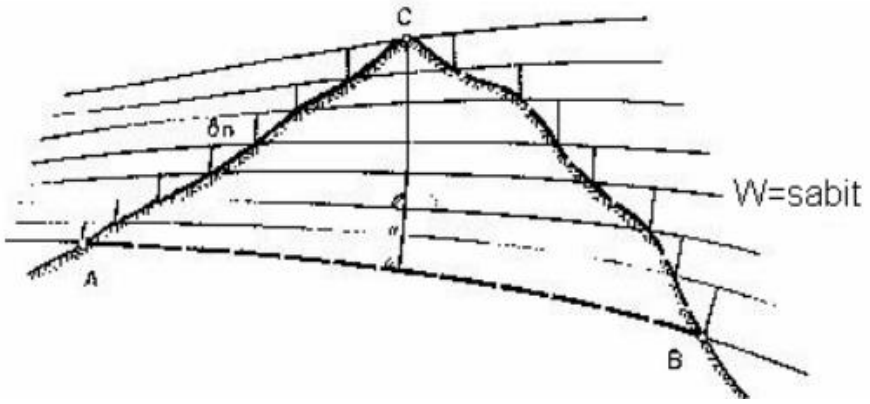
(*http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/14_06_00_22f7a.jpg)*

Şekil 9.2. Jeoid (dünyanın gerçek matematiksel modeli)

9.1. Ortaometrik Yükseklik

Fiziksel yeryüzündeki bir noktanın ortometrik yüksekliği, noktadan geçen çekül eğrisi boyunca jeoide olan normalin uzunluğudur. Ortometrik yükseklik kavramı geometrik bir ifadeden daha çok fiziksel anlam taşır. Çünkü ortometrik yükseklik noktanın üzerinde bulunduğu coğrafi enleme yani gravite değerine bağlıdır. Aynı nivo yüzeyi üzerindeki farklı iki noktanın ortometrik yükseklikleri farklıdır. Ortometrik yükseklikler fiziksel yeryüzü ile jeoid arasındaki çekül eğrileri boyunca ağırlık değerlerinin dağılımına ilişkin olarak bir varsayımdan hareketle elde edildiklerinden, gerçek değerlerden az ya da çok sapan değerlerdir.

Yeryüzündeki bir noktanın ortometrik yüksekliği doğrudan doğruya ölçülemez. Geoit üzerindeki bir A noktasından C noktasına yapılan nivelman sonunda elde edilen yükseklik farkı [Δh], nivelman yoluna ve dolayısıyla g yer çekimi ivmesine bağlıdır. Yine geoit üzerindeki diğer bir B noktasından C noktasına yapılan nivelman sonunda bulunan yükseklik farkı [Δh'] dır. Böylece C noktası için A dan ve B den farklı nivelman yükseklikleri bulunmuş olur. Nivo yüzeyleri birbirlerine paralel olmadıkları için C noktasının nivelmanla bulunan yükseklikleri [Δh] ve [Δh'], bu noktanın ortometrik yüksekliği olan H 'ya eşit değildir. Çünkü nivelmandan bulunan kot değeri, nivo yüzeylerinin paralel olmaması nedeniyle olması gereken miktarlarından farklıdır. Çekül eğrilerinin yeryüzü ile geoit arasında kalan noktalarında ağırlıkları ölçmek ya da g ortalama değerini ölçümle belirlemek olanaksız olduğundan ortalama ağırlık ivmesi, çeşitli yollardan hesaplanabilir.



(https://iujfk.files.wordpress.com/2012/03/yukseklikolcmeleri_halilerkaya.pdf)

Şekil 9.3. Ortometrik Yükseklik

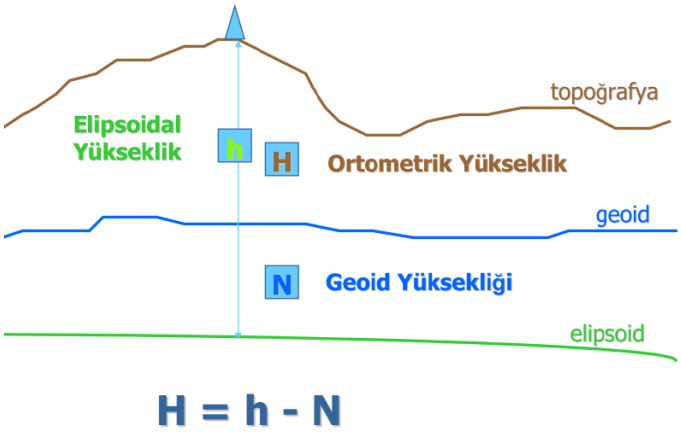
9.1.1. Ortaometrik düzeltme

Ortometrik yükseklikler, geometrik nivelmanla bulunan yükseklik farklarına, bir düzeltme getirilerek bulunur. Deniz seviyesinden oldukça yüksek olan bölgelerde, kuzey-güney doğrultusunda bu düzeltmeler hissedilir derecede büyük değerlere ulaşabilir. Uygulamada ortometrik düzeltmelerin toplam nivelman boyu yerine, iki röper noktası arasındaki her parça için uygulanması uygundur (Özgen, 1984).

İki nokta arasındaki yükseklik farkını hesaplamak için belirlenen geometrik yükseklik farklarına nivelman boyunun her iki ucu arasındaki yerçekimi ivmesi değişimlerini göz önünde bulunduran küçük bir düzeltme yapılmalıdır. Geometrik nivelmanda yapılan bu düzeltmeye ortometrik düzeltme adı verilir. Deniz seviyesinden oldukça yüksek olan bölgelerde kuzey-güney doğrultusunda bu düzeltmeler hissedilir derecede büyük değerler alır.

9.2. Elipsoidal Yükseklik

Uygulamada, geometrik nivelman ve gravite ölçülerine dayalı olarak hesaplanan ortometrik yükseklikler kullanılır. GPS ölçüleri ile üç boyutlu geosentrik bir koordinat sisteminde seçilen başlangıç elipsoidine göre elipsoidal yükseklik h, belirlenmekte olup elipsoidal yükseklik ile ortometrik yükseklik arasında, $h = H + N$ ilişkisi bulunur. Burada, H ortometrik yükseklik, h elipsoidal yükseklik ve N geoit yüksekliği (geoit ondülasyonunu) olup geoit ile elipsoit arasındaki uzaklıktır. Elipsoidal yükseklikler, yerin çekim alanından tamamen bağımsızdır. Hâlihazırda komşu GPS noktaları arasındaki 4 ile 10 mm' lik yükseklik inceliği, hassas nivelman noktalarının inceliğine yetişemez. Verilen elipsoide ilişkin GPS yükseklikleri ile ağırlık alanında nivelmanla belirlenmiş yüksekliklerin birlikte değerlendirilmesi için geoidin hassas bilgileri gereklidir. GPS gözlemlerinden türetilen ortometrik yükseklikler, elipsoidal ve geoit yükseklikleri arasındaki ilişkilerin hassasiyetine bağlıdır. Yükseklik belirlemesinin doğruluk istemlerine uygun yerel bir geoit kullanılırsa, mühendislik ölçmeleri için GPS yükseklikleri kullanılabilir.



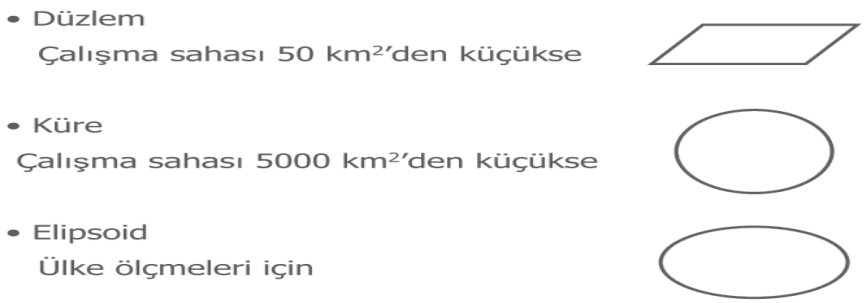
(http://www.gokgozharita.com/attachments/Image/TNM7C.JPG?1392918135906)

Şekil 9.4. Ortometrik, elipsoidal ve jeoid yükseklikleri arasında ilişki

9.3. Koordinat Sistemleri, Datum ve Projeksiyonlar

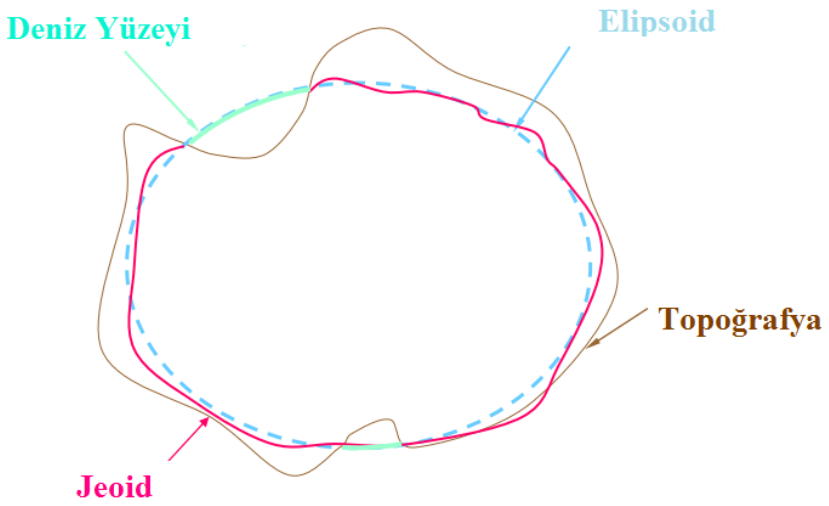
Jeodezi; Yeryuvarının şekil, boyut ve gravite alanı ile zamana bağlı değişimlerinin 3 boyutlu bir koordinat sisteminde tanımlanmasını amaçlayan bir bilim dalıdır. Yeryuvarı şeklinin ve çekim alanının belirlenmesi ve yerkabuğu değişimlerinin izlenerek, jeodinamik sorunların çözümünde önemli yer tutan bilgiler üretmek Jeodezinin bilimsel amacıdır. Yeryüzü parçalarının bir sistemde belirlenmesi ve değişik amaçlar için veri üretimi de jeodezinin uygulamaya dönük faaliyet alanına girer. Jeodezinin temel konuları ise; ölçme yöntem ve donanımları ile teorik esas ve hesaplamalardır. Dünyanın gerçek şekli "jeoid" dir. Jeoid; karaların altında da devam ettiği varsayılan durgun deniz yüzeyleridir.

Geometrik olarak tanımlanamayan geoid üzerinde işlem yapılamayacağı için, hesap yüzeyine daha uygun geometrik yüzeyler kullanılır (Şekil 9.5.).



(http://jeodezi.boun.edu.tr/files/dosyalar/files/JEODEZI_BUKRDAE_GED.pdf)

Şekil.9.5. Geometrik yüzeyler



(http://jeodezi.boun.edu.tr/files/dosyalar/files/JEODEZI_BUKRDAE_GED.pdf)

Şekil 9.6. Fiziksel yüzeyler

9.3.1. Datum

Datum; herhangi bir noktanın yatay ve düşey konumunu tanımlamak için başlangıç alınan referans yüzeyidir. Datum, aynı zamanda Yer'in şeklini ve boyutunu tanımlayan bir referans sistemidir. Datumlar koordinat sistemlerinin oryantasyonunu sağlar. Çok sayıda datum vardır yerin şekline en uygun datumun kullanılması en doğru sonuçları verecektir. Bir datum; elipsoidi, enlem-boylam oryantasyonu ve fiziksel bir orijin ile tanımlanır.

9.3.1.1 Yatay datum –düşey datum

Yatay datum; Koordinatlar için referans alınan başlangıç yüzeyidir.

Düşey datum ise yükseklikler için referans alınan başlangıç yüzeyidir. Haritadan okunan eğriler (münhaniler), ortalama deniz seviyesinden ölçülen yüksekliği tanımlamaktadır. Ülkemizde kullanılan düşey datum Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı'nın (TUDKA) başlangıcı Antalya deniz seviyesi ölçme istasyonunda belirlenen 36 yıllık deniz yüzeyi gözlemleridir. Bir datum; elipsoidi, enlem-boylam oryantasyonu ve fiziksel bir orijin ile tanımlanır.

9.3.1.2 Datum parametreleri

Datum parametreleri; referans elipsoidi ve başlangıç noktasının koordinatları ve dönüklükleridir. Çizelge 9.1' de referans elipsoidi ve parametreleri; Çizelge 9.2' de datum ve elipsoitleri gösterilmiştir.

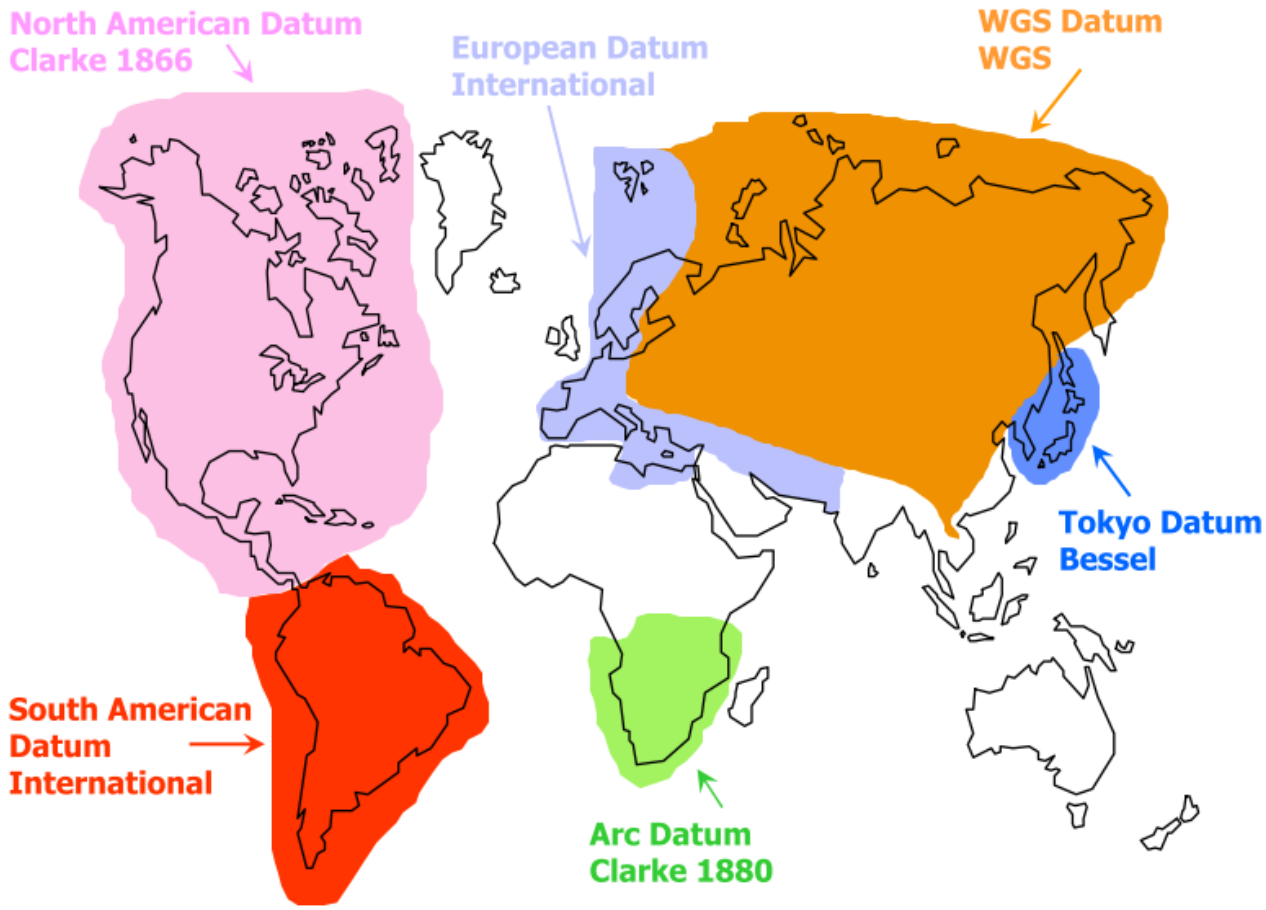
Çizelge 9.1. Referans elipsoidi ve parametreleri

Elipsoid	Büyük-yarı eksen	Basıklık
Clarke 1866	6378206,40	294,9786982
International	6378388,00	297,00
GRS 80	6378137,00	289,257222101
WGS 84	6378137,00	289,257223563

Çizelge 9.2. Datum ve elipsoitleri

Datum	Alan	Başlangıç Noktası	Başlangıç.N.Koor.	Elipsoidi
NAD 27	Kuzey Amerika	Kansas, Meades Ranch	39 13 26.686N 98 32 30.506W	Clarke 1866
ED 50	Avrupa, Orta Doğu, Kuzey Afrika	Postdam,Helmert Tower	52 22 51.4456N 13 03 58.9283E	International
WGS 84	Global	Yerin Kütle Merkezi		WGS 84
ITRF	Global	Yerin Kütle Merkezi		GRS 80

Dünya üzerinde farklı bölgelerde farklı elipsoitler ve datumlar kullanılmaktadır. Dünya üzerinde yaygın olarak kullanılan datum ve elipsoitler Şekil 9.7'de gösterilmiştir.



(http://jeodezi.boun.edu.tr/files/dosyalar/files/JEODEZI_BUKRDAE_GED.pdf)

Şekil 9.7. Dünya üzerinde yaygın olarak kullanılan datumlar

Ülke ölçmelerinde hesap yüzeyi olarak alınacak elipsoid, söz konusu ülkedeki geoid yüzeyine en yaklaşık elipsoid olmalıdır.

9.3.2. Koordinat sistemleri

Jeodezi'nin en önemli amaçlarından birisi de yeryüzündeki noktaların 3 boyutlu konumlarının belirlenmesidir. Söz konusu nokta konumları belirli bir koordinat sistemine dayalı olarak tanımlanmaktadır.

Bir nirengi ağının mutlak veya bağıl yerleştirme ve yöneltimini belirleyen parametreler grubuna "jeodezik datum" denir (Ünal, 1981).

Yeryüzünün tümünün veya bir parçasının fiziksel şeklini belirlemek için, önceden tanımlanmış bir koordinat sisteminde koordinatı bilinen noktalara gerek vardır. Nirengi

noktası dediğimiz bu noktaların konumları, yatay ve düşey konumun bir arada ele alındığı üç boyutta belirlenebileceği gibi, yatay ve düşey konum ayrı ayrı ele alınarak iki boyutta da belirlenebilir. Bu durumda, yatay ve düşey konuma esas olacak bir yüzey seçmek gerekir.

Koordinatlar, bir noktanın belirli bir referans sisteminde konumunu tanımlayan doğrusal ve açısal büyüklüklerdir. Bir koordinat sistemini tanımlamak için:

- Başlangıç noktasını (origin)
- Dönüklüğünü (orientation)
- Birimini (units)

tanımlamak gerekir.

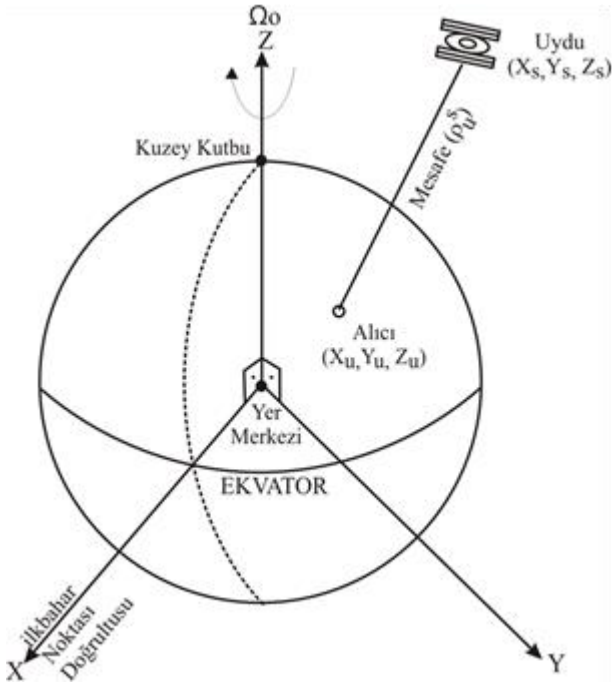
Genel olarak iki temel koordinat sistemi mevcut olup, bunlar uzay sabit (inertial, spacefixed) ve yer sabit (earth-fixed) koordinat sistemidir. Günümüzde referans sistemleri International Earth Rotation Service (IERS) tarafından belirlenip takibi yapılmaktadır (Kahveci ve Yıldız, 2005).

9.3.2.1. Yer merkezli inersiyal koordinat sistemi (ECI; Earth-centered inertial coordinate system)

GPS uydu yörüngelerinin ölçülmesi ve belirlenmesinde ECI koordinat sistemi kullanılmaktadır (Mekik, 2010).

- +X ekseni yeryüzü kitle merkezinden ilkbahar noktası (vernal equinox) doğrultusundadır.
- +Y ekseni +X eksenine 900 olacak şekilde sağ el koordinat sistemi kurallarına göre seçilmiştir.
- +Z ekseni kuzey kutbu doğrultusunda XY düzlemine diktir.

ECI koordinat sisteminin başlangıç noktası yeryüzü kitle merkezidir. ECI sisteminde, yeryüzü etrafındaki yörüngelerde hareket eden GPS uyduları Newton'un hareket ve yerçekimi kanunlarına uymaktadır. ECI koordinat sistemi Şekil 9.7 'de gösterilmektedir.



(http://images.slideplayer.biz.tr/7/1962655/slides/slide_15.jpg)

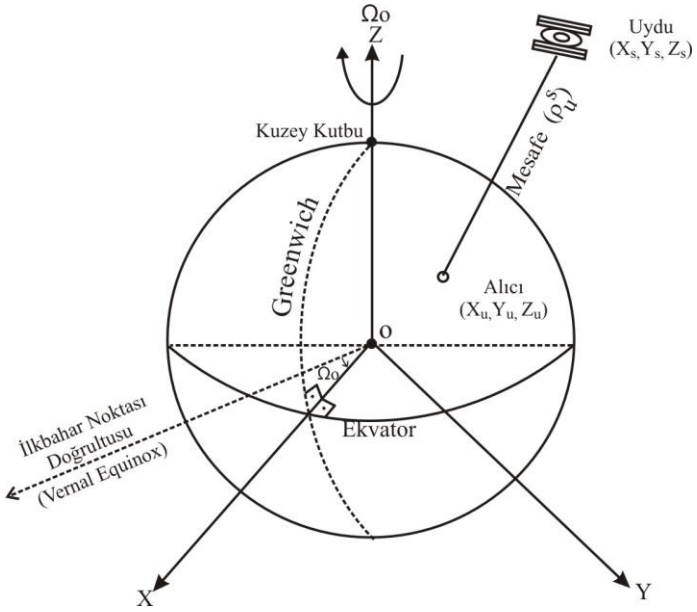
Şekil 9.8. ECI koordinat sistemi

9.3.2.2. Yer merkezli yer sabit koordinat sistemi (ECEF; earth-centered earth-fixed coordinate system)

ECI koordinat sistemi (TCRS ve CCRS) yıldızlara göre sabit inersiyal bir koordinat sistemi olup uydu yörüngelerinin ve dolayısıyla uydu koordinatlarının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Bu sistemlerin yıldızlara göre sabit olmasının anlamı, yeryüzü ile birlikte dönmemesi (non-rotating) demektir. Diğer taraftan üzerinde ölçü yapılan nokta koordinatları yeryüzü ile birlikte dönen bir koordinat sisteminde tanımlanmalıdır. Bu koordinat sistemine Yer Merkezli Yer Sabit (ECEF ; Earth-Centered Earth-Fixed) Koordinat Sistemi denmektedir. Bu koordinat sistemi aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır;

- ECEF koordinat sisteminin merkezi yerin kitle merkezi ile çakışık,
- Z-ekseni, coğrafi kuzey kutbu doğrultusunda Ekvator düzlemine diktir.
- X-ekseni Ortalama Greenwich meridyeni ile çakışık olup doğrultusu sıfır derece boylamıdır.

- Y-ekseni, 90^0 Doğu boylamı doğrultusundadır ve sağ el koordinat sistemi oluşturmaktadır.



(http://images.slideplayer.biz.tr/7/1962655/slides/slide_18.jpg)

Şekil 9.9. ECEF koordinat sistemi

ECEF koordinat sisteminin temel amacı, yeryüzünde GPS ölçüsü yapan ve bunun sonucunda zamana bağlı koordinat elde eden kullanıcının ulaşabileceği uygun bir koordinat sistemi oluşturmaktır (Mekik, 2010).

ECEF sistemi uygulamada kullanılmamakta olup bunun yerine yeryüzünde tesis edilmiş 60 adet yer kontrol noktasında yapılan ölçüler sonucu belirlenen yine yermerkezli (jeosentrik) International Terrestrial Reference Frame (ITRF) kullanılmaktadır. ITRF belli yıllarda güncellendiğinden, ITRF kısaltması günümüzde ITRFyy şeklinde yazılmaktadır. Buradaki "yy" ilgili yılın son iki hanesini ifade etmektedir. Türkiye'nin yönetmeliği olan Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğinde de ITRF96 sistemi yer almaktadır (Mekik,2010).

9.3.2.3. Dünya jeodezik sistemi – 1984 (world geodetic system–1984,WGS–84)

GPS sisteminin işletiminden sorumlu olan ABD Savunma Dairesi (DoD: Department of Defence) GPS ile ilgili konum belirlemede yersel referans sistemi olarak WGS–84 sistemini kullanmaktadır. GPS uydularından yayınlanan Navigasyon Mesajı içerisindeki uydu yörünge bilgileri (efemeris) WGS–84 sistemindedir.

Yukarıda bahsedilen koordinat sistemleri arasında dönüşümler yapılmaktadır. Örneğin 29 Eylül 1996 tarihinde elde edilen sonuçlar ile ITRF–96 ve WGS–84 sistemleri arasında genel bir dönüşüm hesaplanmış olup koordinat bileşenlerinde ± 5 cm uyum sağlandığı görülmüştür.

9.3.2.4. Universal transverse mercator (UTM) sistemi

Merkator projeksiyonu kürenin, kendisine ekvatorda teğet olan silindire izdüşümüdür. Gauss-Kruger projeksiyonu ise kürenin, bir başlangıç meridyenine teğet olan silindire izdüşümüdür. Bu nedenle Gauss-Kruger projeksiyonuna Transversal (yatık eksenli) Merkator projeksiyonu da denir. UTM ise American Military Services tarafından üretilmiş, TM projeksiyonunu kullanan bir projeksiyondur. Projeksiyonda, teğet meridyen boyunca dünya üzerindeki uzunluklar projeksiyondaki uzunluklara eşit olur. Teğet meridyenden uzaklaştıkça deformasyon artar. Buna göre dünya, başlangıç meridyenleri 6^o'de bir değişen 60 dilime (zone) ayrılır ve referans enlemi ekvatordur. Her dilimin ayrı bir koordinat sistemi vardır. Dilim orta meridyenleri X ekseni, ekvator da Y eksenidir. İkisinin kesişimi başlangıç noktasıdır. X değerleri dünyadaki uzunluklarla aynı, Y değerleri ise dünyadakinden biraz büyüktür. Bu farkı azaltmak için X,Y değerleri mo = 0,9996 ile çarpılır. Y değeri başlangıç meridyeninin solunda negatif olur. Bundan kurtulmak için Y değerine 500000 eklenir. Bu durumda koordinatlara Sağa değer (Y_g) ve Yukarı değer (X_g) denir. Uzunluk birimi metredir. Yukarı değerler ekvatordan başladığı için 4000000m civarındadır.

Sağa değerler, Başlangıç meridyeni
6^o için: 200000-800000m arasında,
3^o için: 350000-650000m arasındadır.

Gauss-Kruger projeksiyonu ile UTM projeksiyonu aynıdır. Gauss-Kruger projeksiyonunda başlangıç meridyenleri 6^o ve 3^o'de bir değiştirilir. 3^o'lik dilimlerde mo=1'dir. Türkiye, 26^o-45^o doğu boylamları ve 36^o-42^o kuzey enlemleri arasındadır. Boylam farkı 19^o'dir. Bu nedenle, 6^o'lik 4 dilim (4 ayrı koordinat sistemi) ve 3^o'lik 7 dilim (7 ayrı koordinat sistemi) vardır.

Özet olarak bu sistemleri açıklamak istersek ;

- Jeoit ve Elipsoit → Yeri modellemek için

- Datum → Modeli ölçmek için
- Koordinat Sistemleri → Model üzerinde konum belirlemek için
- Harita Projeksiyonları → Modelin 3 boyuttan 2 boyuta geçişi için

kullanılır.

10. GPS ÖLÇÜ VE HESAPLARINI ETKİLEYEN HATA KAYNAKLARI

GPS ölçülerinden elde edilen sonuçları da etkileyen bazı rastlantısal ve sistematik etkiler söz konusudur. Bunların bazıları göreli konum belirleme yöntemlerinin kullanılması durumunda bile bozucu etkilerini sürdürmektedir. Kullanılacak alana ve istenilen doğruluk payına göre hesaba katacağımız hata kaynaklarını 2'ye ayırabiliriz;

Genel Mühendislik Uygulamaları İçin ;

• Uydu Efemeris Hataları

• Uydu Saat Hataları

• Atmosferik Etkiler (İyonesferik Etki , Troposferik Etki)

• Sinyal Yansıma (Multipath) Etkisi

• Anten Faz Merkezi Hataları

• Taşıyıcı Dalga Faz Belirsizliği ve Faz Kesiklikleri

Daha hassas bilimsel ölçümlerde dikkate alınması gereken ve doğrulukta etkisi olan diğer hata kaynakları ise aşağıdaki gibi toparlanabilir;

• Dönme parametreleri (ERP: Earth Rotation Parameters)

• Kutup gezinmesi/kutup gelgiti (Polar Motion/Polar Tides)

• Okyanus yüklemesi (Ocean Loading)

• Katı yeryuvarı gelgiti

• Uydu faz dönmesi

• İstasyon hızları

Kod ve faz gözlemlerinden yararlanılarak oluşturulan farklar yardımı ile

alıcı saati hataları, uydu saati hataları ve faz başlangıç belirsizliği hata kaynakları giderilmektedir (Tiryakioğlu, 2010).

10.1. Uydu Efemeris (Yörünge Bilgisi) Hataları

GPS Navigasyon Mesajı içerisinde yayınlanan uydu konum bilgilerinin doğruluğunun düşük olduğu yada kasıtlı olarak yanlış yayınlanması durumunda karşılaşılan hataya efemeris hatası denir. Efemeris hatasının büyüklüğü, Kontrol Bölümü tarafından uydulara yapılan en son yükleme zamanından uzaklaştıkça artacaktır. Kullanıcı açısından durum irdelendiğinde, Δr büyüklüğündeki yörünge hatasının (uydu konum hatası) b uzunluğundaki bazın baz bileşenlerinde (Δb) neden olacağı hata; (Δb) / b(km) = Δr (m)/(ρ^{SV}_{R}) eşitliğinden hesaplanabilir. Eşitlikte (ρ^{SV}_{R}) uydu-alıcı uzaklığını ifade eder.

Buna göre Uydu-alıcı (ρ^{SV}_{R}) uzaklığı yaklaşık 20200 km kabul edilirse, eşitlikten yararlanarak farklı efemeris hataları için farklı baz uzunluklarındaki hatalar elde edilebilir.

Örn. Δr = 2,5 m ise 100 km deki baz hatası Δb = 1,2 cm dir

10.2. Uydu – Alıcı Saati Hatası

GPS ile konum belirlemenin temelini zaman ölçümü oluşturduğundan konum belirlemede en büyük hata kaynağını uydu - alıcı saati hataları oluşturmaktadır. Uydu saatinden kaynaklanan hata ölçü yapılan tüm noktalardaki alıcılar için aynı büyüklüğe sahiptir. Örneğin Uydu saatindeki 0,000000009 saniyelik bir hata uydu-alıcı uzaklığında 3 m'lik hataya neden olmaktadır. Bu nedenle uydularda çok yüksek doğruluklu atomik saatler kullanılmaktadır. Alıcılarda bu şekilde atomik saatler kullanılarak hatalar minimize edilebilir fakat bu alıcıyı çok pahalı bir duruma getirir. Alıcı saat hataları en belirgin hata kaynağı olup, minimum sayıdan fazla uyduya gözlem yapılarak giderilebilmektedir. 3 boyutlu konum bilgisi (X,Y,Z) için gerekli uydu sayısı 3 iken bu sayı 4 e çıkarılarak saat hatası da bir bilinmeyen olarak çözülür. Bu sebepten dolayı konum belirlemede en az 4 uyduya gözlem yapılır.

10.3. Atmosferik Etkiler

10.3.1. İyonosfer etkisi

İyonosferin elektromanyetik dalgalar üzerindeki etkisi gündüz daha fazla olmaktadır. GPS sinyallerinin iyonosferdeki ilerleme hızı sinyal frekansına bağlıdır. Dolayısıyla, iyonosfer tabakasının GPS sinyallerine olan etkileri çift frekanslı ölçülerle büyük oranda giderilebilmektedir. İyonosfer, yeryüzünden 100 km. ‘den 1000 km. ‘ye kadar olan ve yeryüzü etrafındaki küresel bir kabuk olarak düşünülebilir. İyonosfer saçıcıdır (dispersif) ve nötr moleküllerin solar radyasyondan dolayı iyonlaşmasından kaynaklanan serbest elektronlar içerir. İyonosferin GPS sinyallerine olan gecikme etkisi elektron yoğunluğuna bağlıdır. Elektron yoğunluğu yaklaşık 300–400 km. yüksekliğe kadar artar ve sonra tekrar azalmaya başlar. Bunun nedeni alçalan yükseklikle azalan solar radyasyon yoğunluğuyla ve artan yükseklikle azalan atmosferik yoğunluğuyla açıklanabilir. İyonosfer boyunca seyahat eden bir elektromanyetik sinyal iki biçimde etkilenir. Faz hızı artarken grup hızı yavaşlar. Her iki etki de büyüklük olarak aynı fakat ters işaretlidir. Diğer bir deyişle GPS kod ölçmeleri gecikir, fakat taşıyıcı faz ölçmeleri ise hızlanır. Bu yüzden uydu ile alıcı arasındaki geometrik uzunluğa kıyasla kod ön-uzunlukları (pseudoranges) daha uzun, taşıyıcı faz ön-uzunlukları (pseudoranges) daha kısa ölçülür .Her ikisinde de boyut aynıdır. Tek frekans ölçmeleriyle iyonosferik gecikmeleri hesaplayan modeller kullanarak elde edilen sonuçlar oldukça iyi olmasına rağmen çift-frekanslı ölçmelerin kullanılması halinde en iyi sonuçlar elde edilir (Mekik, 1999).

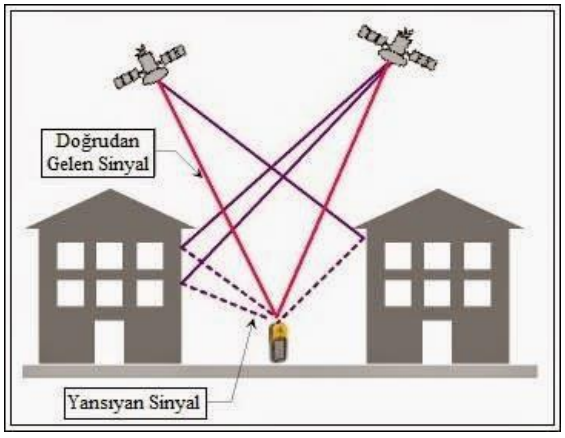
10.3.2. Troposfer etkisi

Nötr atmosfer, yeryüzünden 100 km yukarısına kadar uzanan yaklaşık küresel bir kabuktur. Bu alt kısım, sıcaklığın yükseklikle azaldığı troposfer (0–10 km.), sıcaklığın sabit kaldığı tropopause (10 km.) ve sıcaklığın yükseklikle arttığı stratosfer (10–50 km)'den meydana gelir. Troposfer toplam gecikmenin %80'nini oluşturduğundan, atmosferin nötr kısmından geçen sinyalin uğradığı gecikme genel olarak 'troposferik gecikme' olarak adlandırılır. Troposferik gecikme iki parçaya ayrılır: kuru ve ıslak. Kuru bileşeni yüzey meteorolojik ölçmelerinden türetilen birçok troposferik gecikme modelleriyle yüksek doğrulukla belirlenebilir. Troposferin kuru kısmı hidrostatik dengede olduğundan, ideal gazlar yasası kolayca uygulanabilir. Islak kısmı ise troposferde hem yatay hem de düşey olarak sıvı su ve su buharının düzensiz dağılımından dolayı

hesaplanması (tahmin edilmesi) zordur. Gecikmenin ıslak bileşeni toplam etkinin %10 kadar kısmını oluşturmasına rağmen toplam gecikme için çok hassas bir çözüm bulmada kısıtlayıcı rol oynayan bir belirsizliğe neden olmaktadır. Uydu ile alıcı arasında seyahat eden sinyalin yükseklik (eğim) açısı 15° 'nin altında olduğu durumlarda troposferik gecikme çok büyük boyutlara ulaşmakta ve modellemesi daha da zorlaşmaktadır. Troposferik gecikmenin zenitteki değeri (uydunun yükseklik açısındaki değerine eşlenmemiş durumu, kısaca sinyalin başucu doğrultusundaki gecikme değeri) 2,2 m civarında olurken yatayda yani yükseklik açısının 0°'ye yakın olduğu durumlarda 25-85m arasında değişebilmektedir. Bu yüzden GPS ölçmeleri yapanlardan troposferden ve sinyal yolu eğrilinden fazla etkilenmemeleri için gözlemlerini 15° 'nin altına inen (buna ölçmeyi kesme açısı, cut-off angle veya mask angle denilmektedir) uydularla yapmamaları önemle önerilir. (Mekik, 1999).

10.4. Sinyal Yansıma Etkisi (Multipath)

GPS alıcıları ile birlikte kullanılan antenlerin hemen tamamı tüm yönlerden gelen uydu sinyallerini eş zamanlı alabilme özelliğine sahiptir. Antenin kurulduğu arazi yapısına ve sinyal yükseklik açısına (cut-off angle) bağlı olarak kaydedilen uydu sinyallerine arzu edilmeyen sinyal yansımalarının da karışması söz konusudur. Uydulardan yayınlanan sinyallerin yeryüzünde herhangi bir noktada kurulu olan antene, bir veya daha fazla sayıda yol izleyerek ve esas sinyale karışarak ulaşmasına sinyal yansıma (multipath) etkisi denir. Alıcı anteni çevresinin neden olduğu yansımaların olası kaynakları ise yapılar, araçlar, su yüzleri (deniz, göl) ve diğer yansıtıcı yüzeylerdir.



(http://www.aboutcivil.org/imajes/multipath-effects-GPS.jpg)

Şekil 10.1. Sinyal yansıma etkisi

10.5. Alıcı Anteni Faz Merkezi Hatası

Alıcı anteni faz merkezi GPS sinyallerinin antene ulaştığı nokta olup bu nokta genellikle geometrik faz merkezinden farklıdır. Uygulamada, uydu sinyalinin azimut ve yükseklik açısına bağlı olarak jeodezik antenlerin faz merkezlerinde küçük değişimler gözlenmektedir. Söz konusu değişimler L1 ve L2 sinyalleri için farklıdır. Anten faz merkezi değişimleri antenin yapısına bağlı olarak bir kaç mm ile 1–2 cm arasında değişmektedir. Bu nedenle, özellikle yüksek doğruluk gerektiren çalışmalarda anten faz merkezi değişimlerinin de GPS ölçülerinin değerlendirilmesinde dikkate alınması gerekmektedir

10.6. Taşıyıcı Dalga Faz Belirsizliği ve Faz Kesiklikleri

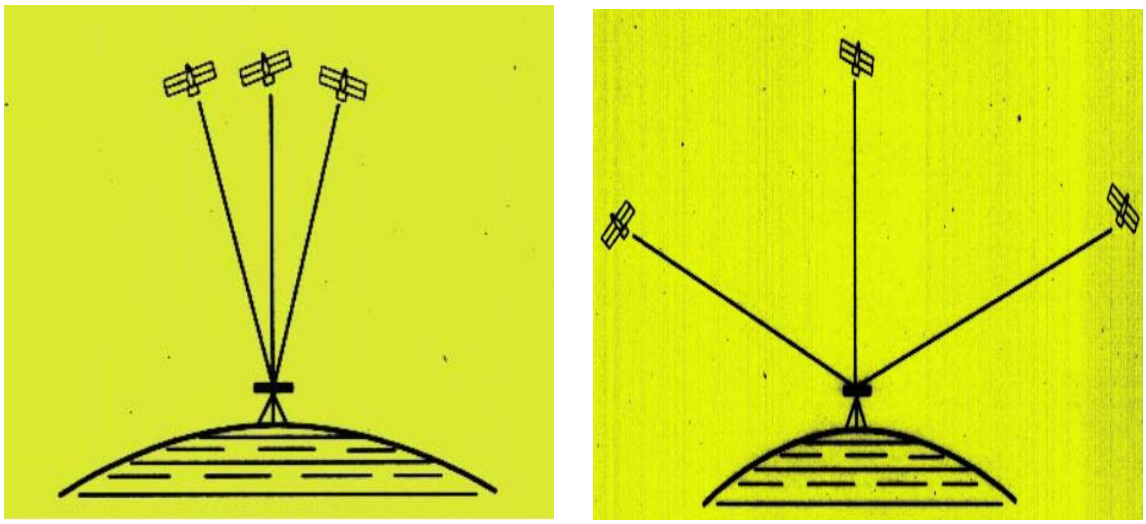
Taşıyıcı dalga fazı gözlemlerinde temel prensip kod ölçüleri ile aynı olmasına karşın, kod gözlemlerinde kodun "chip" uzunluğu ölçülürken faz gözlemlerinde taşıyıcı dalganın dalga boyları sayılmaktadır. Kod gözlemlerinde alıcı kodun hangi bölümünü kaydettiğini hemen çözer. Oysa her dalga boyu (cycle) birbirinin benzeri olduğundan faz ölçüsünde alıcı kaydettiği sinyalin neresinde olduğunu bilemez. GPS alıcısı ölçü anında yalnızca uydu sinyali ile alıcı sinyali arasındaki fazı ölçer. Ancak, ilk epok (başlangıç anı) için uydu alıcı arasındaki taşıyıcı dalga fazının kaç tane tam dalga içerdiği bilinmemektedir. Bu bilinmeyene Taşıyıcı Dalga Faz Başlangıcı Belirsizliği (Initial Phase Ambiguity) yada kısaca faz belirsizliği (ambiguity) adı verilmektedir. GPS gözlemi devam ederken uydu sinyallerinin alınmasında karşılaşılacak herhangi bir problem nedeniyle meydana gelecek sinyal kesikliklerine faz kesiklikleri yada faz kayıklıkları (cycle slips) adı verilmektedir. Bu durumda, uydu sinyal kesikliğinin meydana geldiği andan sonraki gözlemler oluşan kayma miktarı kadar düzeltilmelidir. Faz kesikliklerinin genel nedenleri, ölçü noktası çevresindeki ağaç, bina, köprü, dağ vb. uydu sinyallerinin alıcıya ulaşmasını engelleyen nesneler, kötü iyonosferik şartlar, Sinyal yansıma etkisi ve Alıcı yazılımında oluşabilecek arızalar şeklinde sayılabilir.

10.7. Uydu Geometrisi

Ölçü yapılan uyduların uzaydaki dağılımı da koordinat hesaplamalarını etkilemektedir. Örneğin, gözlenen uyduların hepsi birbirine çok yakınsa elde edilecek koordinat doğruluğu düşük, eğer dört bir doğrultuya homojen olarak dağılmışsa elde

edilecek doğruluk yüksek olacaktır. Geometrik hatalar, Geometrik Hassasiyet Bozulması (Geometric Dilution of Precision, GDOP) olarak ifade edilir. GDOP, konumdaki bozulmayı ifade eden PDOP (Positional Dilution of Precision), düşey konumdaki bozulmayı ifade eden VDOP (Vertical Dilution of Precision) ve zaman içerisindeki bozulmayı ifade eden TDOP (Time Dilution of Precision) olarak ifade edilir. GDOP'taki küçük değerler uyduların, o an uzaydaki dağılımının iyi olduğunu, başka bir ifade ile konum doğruluğunun uydu geometrisine bağlı olan hatalarının düşük olacağını ifade etmektedir.

$$GDOP = \sqrt{qxx + qyy + qzz + qtt}$$



(a) (b)

(http://www.iski.gov.tr/Web/UserFiles/Image/harita_mud/GNSS/12.JPG)

Şekil 10.2 a-) Kötü uydu geometrisi b-) İdeal uydu geometrisi

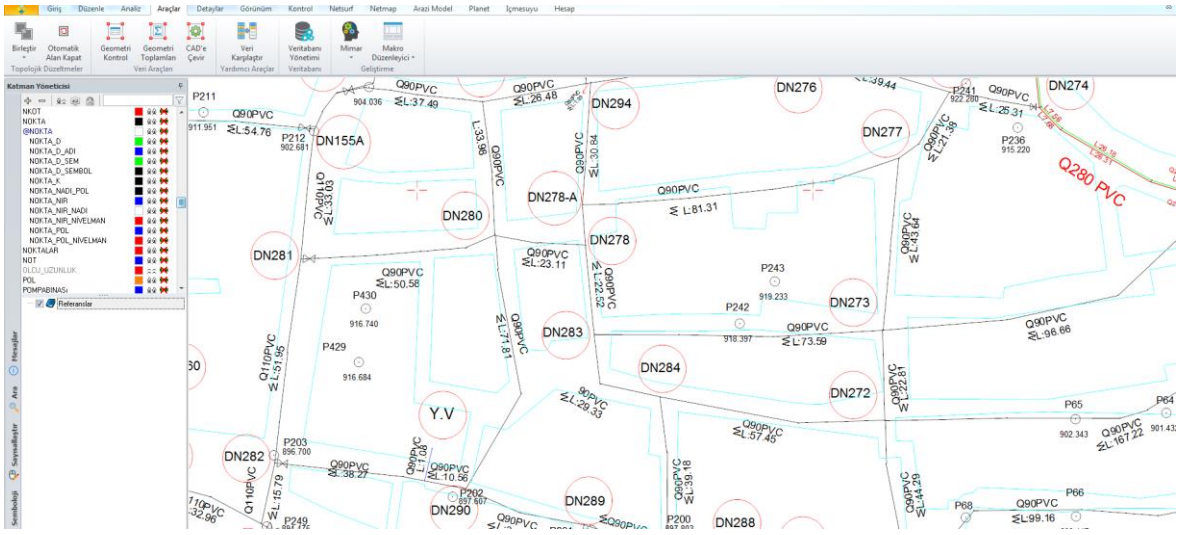
Görsel olarak uydu geometrisine bağlı konum doğruluğu, uydulardan alıcıya oluşturulan uzaysal kirişlerle meydana gelen çok kenarlı cismin hacmi olarak düşünülebilir. Buna göre daha büyük hacimli bir geometrinin daha iyi konum doğruluğu vereceği söylenebilir.

11. ALTYAPI İŞLERİ SAYISAL İŞLETME PROJELERİ

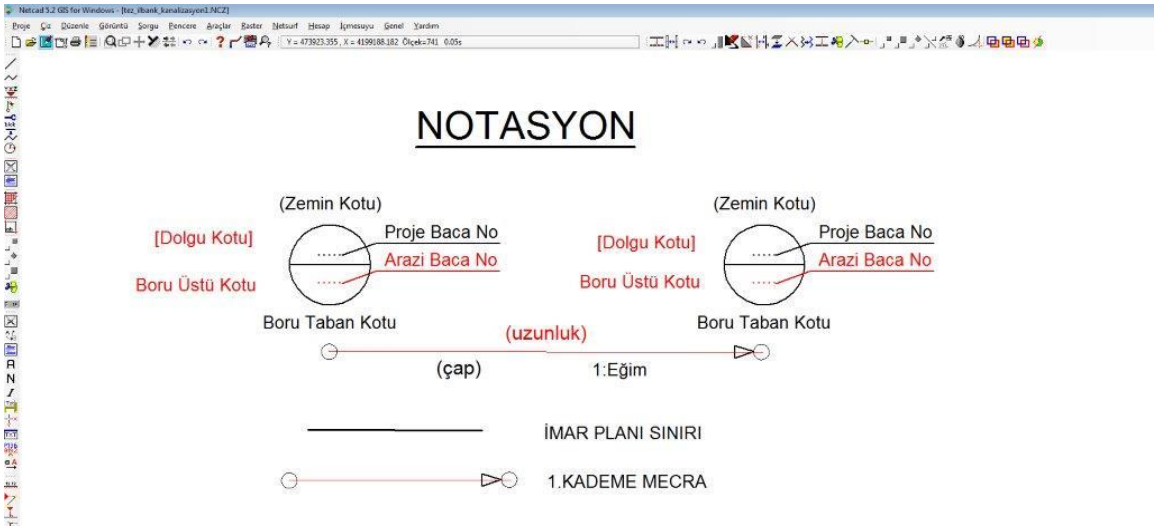
Bir yerleşim alanındaki insanların temel ihtiyaçlar arasında bulunan; içme suyu, atık su, yağmursuyu, doğalgaz, telefon, elektrik, ısıtma, akaryakıt, ulaşım ve trafik işaretleme ile ilgili, yer altında veya yer üstünde gerçekleştirilen her türlü iletim hatları ve yardımcı tesisleri altyapı olarak tanımlayabiliriz. Bilindiği üzere İlbank Bank A.Ş. uzun yıllardır ihtiyacı olan il, ilçe ve beldelerde içme suyu, kanalizasyon ve yağmursuyu iletim hatları ve yardımcı tesisleri yapım işlerini üstlenmektedir. Kurumumuz altyapı işlerinin projesinin yaptırılmasından, ihale edilmesine, inşaatının yapılmasından bitişine kadar tüm aşamalarını yaptırmakta ve kontrol etmektedir. Bölge müdürlükleri olarak inşaatı başlayan ve yapımı devam eden altyapı işlerinde kontrol görevi üstlenmekteyiz.

11.1. Sayısal İşletme Projeleri

Sayısal İşletme Projesi; kanalizasyon, içme suyu veya yağmur drenajı projelerinde yapılan imalatın detaylarının gösterildiği en son halidir. Uygulama projesinde yapılan, ilave imalat veya imalat değişikliklerinin tümünü; bu imalatların, işletme ve bakım için gerekli olan güzergâh ve kullanıldığı yerleri de belirterek gösterir.



Resim 11.1. Kanalizasyon sayısal işletme planı örneği



Resim11.2. Sayısal işletme projesi lejantı

11.1.2. Sayısal işletme planlarının hazırlanmasında arazi çalışmaları

İçme suyu ve kanalizasyon tesisleri ile ilgili olarak "İçme Suyu İşletme Planlarına Esas Sayısal Harita İşleri Özel Teknik Şartnamesi" ile "Kanalizasyon İşletme Planlarına Esas Sayısal Harita İşleri Özel Teknik Şartnamesi", İller Bankası Genel Müdürlüğü Yönetim Kurulunun 27.11.2002 tarih ve 31/505 sayılı kararı ile uygun görülerek uygulamaya konulmuştur.

15 Temmuz 2005 tarih ve 25876 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 2005/9070 karar sayılı 'Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği' hükümleri uyarınca, yukarıdaki İçme suyu ve Kanalizasyon 'İşletme Planlarına Esas Sayısal Harita İşleri Özel Teknik Şartnameleri' uygulamadan kaldırılmış ve yeni yönetmeliğe uygun olarak 'Sayısal İşletme Projeleri Özel Teknik Şartnamesi' adıyla birleştirilerek yeniden düzenlenmiş olup, 4734 sayılı Kamu İhale Kanununun Şartnamelerle ilgili 12. Maddesinde idarelere verilen yetkiye istinaden; bu kanun uyarınca yapılacak ihale-yapım işlerinde kullanılmak üzere söz konusu Sayısal İşletme Projeleri Özel Teknik Şartnamesi'nin İller Bankası A.Ş. Genel Müdürlüğü Yönetim Kurulunun 15/02/2006 tarih ve 6/71 sayılı kararı ile uygulamaya konulması uygun görülmüştür.

Sayısal İşletme Projeleri Özel Teknik Şartnamesi içme suyu ve kanalizasyon tesislerine ait sayısal işletme projelerinin oluşturulması için yürürlükteki Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği ile İller Bankası A.Ş. Harita Özel Teknik

Şartnamelerine uygun olarak yapılacak tüm harita çalışmalarında (Tesis, ölçü, hesap ve çizim işlerinde) kullanılmaktadır.

11.1.3. Sayısal işletme planlarının hazırlanma esasları

İlbank A.Ş. Sayısal İşletme Projeleri Özel Teknik Şartnamesi'nde Sayısal İşletme Planı yapılmasından uygulanacak hususlar şu şekilde belirtilmiştir:

- Terfi merkezleri, klor binaları, depolar, tel çitler, kaptaj ve toplama odaları gibi büyük ebatlı sanat yapılarının köşe noktasında,
- Bu sanat yapıları ile pınar kaptaj, maslak, vantuz, tahliye, boru hattı ayırım noktaları (branşman), tahliye ayağı gibi ünitelerde boru giriş-çıkışı yapılan noktalarında,
- Tüm boru hatlarında, arazinin durumu da dikkate alınarak projedeki düğüm noktası belirtilen noktada.
- Düğüm noktalarının arası uzun olması halinde, boru boyu için yeterli sıklıkta nokta okunacak ancak 150m. de bir nokta dikkate alınacaktır.
- Projedeki **(S)** dirsek noktalarında, ayrıca dirsek (**S**) konulmadan boru esnetilerek dönüş yapılmış ise boru hattı belli olacak şekilde ve sıklıkta (tasdikli proje veya ferşiyat ataşmanındaki ad ve numaralarıyla belirtilen) nokta ölçüsü yapılacaktır.
- İmalatı yapılan hatlar kapatılmadan önce ölçülmesi gereken unsurlar, poligonlara dayalı kutupsal yöntemle (total satatıon ile) veya GPS ile RTK olarak ölçülerek (X,Y) koordinatlandırılacaktır.
- Kanalizasyon hatlarının yapımında bütün muayene bacaları, parsel bacaları, (C) parçaları, vantuz ve tahliye yerleri, sifon yapıları ve dere geçiş yerleri, terfi merkezlerinin giriş çıkış noktaları, Vana odası, ızgara, kum tutucu, fosseptik, v.b yapılarının giriş çıkış noktaları ve köşe noktaları ile terfi hattı ve basınçlı hat üzerinde poligonlara dayalı kutupsal yöntemle (total satatıon ile) veya GPS ile RTK olarak ölçülerek (X,Y) koordinatlandırılacaktır.
- Parsel ile C parçalarına birden başlayarak bağımsız numara verilir.

11.1.4. Kot ve koordinat ölçümleri

- İsale, terfi ve şebeke hatlarında tanımlanan tesislere ait yapılacak ölçüler, köşeleri ölçülebilecek yapıların köşelerinden, diğer tesislerin merkezlerinden, hat üzerindeki ölçüler boru ekseni üzerinden yapılacaktır.
- Yapılacak kontrollerde detay noktalarının konum doğruluğu **± 15 cm'yi** geçmeyecektir. Kanalizasyon ve yağmur suyu hatlarının eğimleri, yapıların giriş çıkışları muayene bacalarının akar kotları nivelman ile belirlenecek ve yapılan kontrollerde proje kotu ile kontrol kotu arasındaki fark **± 3 cm' yi** geçmeyecektir.
- İşletme planları genelde 1/1.000 ölçeğinde ozalite aktarılacak, ancak büyük alanları kapsayan şebekelerde, 1/2.000 ölçeğinde ozalite aktarılarak verilebilecektir.
- Ölçüm yapılan ve projede yer alan birim ünitelerinin adı, kot adı gibi tüm ayrıntılara ait bilgileri,
- İsale, terfi ve basınçlı hatlarda, döşenen boruya ait cins, çap, atü ve debisi gibi proje bilgileri,
- İmalatı yapılan özel parçalara ait (içme suyu şebeke düğüm noktasında yer alan yangın musluğu, vana, vb. ile kanalizasyon tesisi vana odaları gibi ünitelerdeki) adı, kot adı, sembolleri gibi bilgileri,
- Projelendirme esnasında işletme planlarına işlenecektir.
- Tüm bu noktalara ait bilgilerin, bilgisayarda o nokta üzerine gidildiğinde ayrıntılı olarak gösterimi sağlanacaktır.
- İşin bitiminde yüklenici tarafından yapılan tüm ölçüler ve çizim dosyaları (harita çizim programı ve DXF formatında veya idarece istenmesi halinde UVDF (ncz, dwg.) formatında) CD'ye kaydedilerek İller Bankası A.Ş.'ne teslim edilecektir.
- Ara hakedişlerde düzenlenecek röleve planları, işin imalat durumuna göre ayarlanacak ve ilgili detay noktalarına ait koordinat listeleri de buna eklenecektir.
- Tanzim edilen işletme planları, grid noktaları dikkate alınarak (aksi söylenmedikçe1/1000 ölçekli) işin durumuna göre paftalandırılacaktır.

12. ÖRNEK BİR UYGULAMA

12.1. Materyal

Klasik RTK ve Ağ-RTK yönteminin karşılaştırılması amacıyla seçilen test alanında yapılacak ölçümlerde; Klasik RTK için 1 adet sabit ve 1 adet gezici olmak üzere 2 adet Leica GS–15 marka GPS, Ağ-RTK için gezici Cors olarak kullanılan 1 adet Topcon Hyper 2 marka GPS ve geometrik nivelman ölçümlerinde kullanılan Sokia marka dijital nivo kullanılmıştır. Ayrıca belli aralıklarla yere çakılan pullu çiviler ve sprey boya kullanılmıştır.

Çalışma alanı olarak Siirt ilinin Kurtalan ilçesi Beykent Caddesi üzerinde yaklaşık 2 km lik bir test alanı seçilmiştir. Test alanı seçilirken GPS ölçülerini etkileyecek engellerin fazla olmaması ve Cors-TR' nin çekebileceği bir alan olması dikkate alınarak seçilmiştir.
(Resim12.1)

(Google Earth Ekran Alıntısı)

Resim 12.1. Çalışma alanı

12.2. Yöntem

Öncelikle çalışma alanında sabitin kurulacağı koordinatları bilinen hassas noktalar araştırılmıştır ve ölçümün nasıl yapılacağı planlanmıştır. Kurtalan ilçesinin hali hazır haritası 2012 yılında kurumumuz İlbank A.Ş. tarafından yaptırılmış olduğundan onaylı noktalar bulunmuş ve sabit olarak M473H872 Nolu C3 derece nirenginin, sabitin kurulacağı referans noktası olarak kullanılması kararlaştırılmıştır. Daha sonra çalışma alanında 2 km'lik hatta belli aralıklarla 10 adet poligon, 16 kazık, 48 tane de some noktası olmak üzere 74 adet pullu çivi çakılmıştır. Sabit kurulduktan sonra belirlenen noktalar ve güzergah üzerindeki poligonlar öncelikle Klasik RTK yöntemiyle ölçülmüştür. Daha sonra sabit kaldırılmış ve Cors-TR özelliğine sahip GPS alıcısıyla aynı noktalar Ağ-RTK yöntemiyle ölçülmüştür. Daha sonra Hali hazır haritanın onaylı AN3 (Bronz-RS) noktasından çıkış alınarak geometrik nivelman yöntemiyle noktalara kot verilmiş ve RN2 noktasına bağlanmıştır. Cors-TR yöntemiyle elde edilen yükseklikler elipsoidal yükseklikler olduğu için kotu önceden bilinen onaylı noktalardan RTK ile okumalar yapılmış ve test alanında indirgemede kullanılacak ondülasyon değeri hesaplanmıştır. Cors-TR yöntemiyle elde edilen kotlara bu ondülasyon değeri ile indirgeme yapılmış ve ortometrik kotlar elde edilmiştir.

12.3. Bulgular ve Değerlendirme

Gerçekleştirilen ölçümler sonrasında GPS alıcılarından ölçüm dataları bilgisayara aktarılmış ve excel tablosu şeklinde hazırlanmıştır. Ağ RTK (Cors-TR) yöntemi ve Klasik RTK yöntemi ile gerçekleştirilen ölçülere ait koordinatlar ve iki ölçü yöntemi arasındaki koordinat farkları Ek–1 'de gösterilmiştir. Her iki yöntemden elde edilen kot değerleri ve bunların geometrik nivelmanla elde edilen ortometrik kot değerleriyle farkları da Ek–2' de gösterilmiştir. Ayrıca yapılan nivelman okumaları ve değerler Ek–3 'de sunulmuştur. Koordinat farkları x, y ve z eksenlerinde ayrı ayrı hesaplanmış, farkların ortalaması ve standart sapması hesaplanmıştır. Her iki yöntem kendi arasında karşılaştırıldıktan sonra yükseklik değerleri geometrik nivelman yöntemiyle elde edilen ortometrik kot değerleriyle kıyaslanmıştır. Yapılan hesaplamalar ve değerlendirmeler sonucunda Tablo 12.1 'de gösterilen istatiksel verilere ulaşılmıştır.

Çizelge 12.1. Ölçü Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Karşılaştırılan Ölçü Yöntemi	Farklar	Maksimum (cm)	Ortalama (cm)	Minimum (cm)	Standart Sapma
Klasik RTK Ağ RTK (Cors-TR)	ΔX	9,71	2,83	1,8	± 1,89
	ΔY	9,33	2,72	1,00	± 2,83
	ΔZ	8,30	2,91	0,10	± 2,83
Geo, Nivelman Ağ RTK (Cors-TR)	ΔZ	8,6	2,24	1,00	± 3,52
Geo. Nivelman Klasik RTK	ΔZ	3,94	0,67	0,70	± 2,04

Çizelge 12.1'den görüldüğü üzere Klasik RTK ile Ağ RTK ölçü yöntemleri arasında x ekseninde 2,83 cm, y ekseninde 2,72 cm ve z yani h ekseninde 2,91 cm ortalama farklar bulunmuştur. Bu farklar x ekseninde maksimum 9,71 cm minimum 1,8 cm , ± 1,89 standart sapma, y ekseninde maksimum 9,33 cm, minimum 1,00 cm, ± 2,83 standart sapma ve z ekseninde maksimum 8,30 cm, minimum 0,10 cm, ± 2,83 standart sapma arasındadır.

Her iki ölçü yöntemiyle elde edilen yükseklik değerleri (kotlar), geometrik nivelmanla elde edilen ortometrik kotlarla karşılaştırıldığında Klasik RTK ile Geometrik Nivelman arasındaki farklar maksimum 3,94 cm, minimum 0,7 cm arasında; Ağ RTK (Cors-TR) ile Geometrik Nivelman arasındaki farklar maksimum 8,6 cm, minimum 2,24 cm arasında değişmektedir.

Bu sonuçlar incelendiğinde iki yöntem arasında yatay konum ve yükseklik farklarının tutarlı ve kabul edilebilir olduğu görülmektedir. Ancak maksimum farklara bakıldığında yatay da tecviz sınırlarında kalmasına rağmen yükseklik değerlerindeki maksimum farklar tecviz sınırlarını aşmaktadır. Ayrıca en hassas yükseklik ölçme yöntemi olarak kabul edilen geometrik nivelman yöntemi ile elde edilen kotlar doğru kabul edilip farklar incelendiğinde Klasik RTK daha tutarlı ve tecviz sınırları içinde görülmektedir. Klasik RTK ile elde edilen yükseklik değerleri ile Geometrik Nivelmanla elde edilen değerler arasındaki maksimum farklar bile sayısal işletme projelerinde istenen ± 3 cm sınırına çok yakın olduğu görülmektedir. Öte yandan Ağ-RTK yöntemi yatay eksende ne kadar tutarlı sonuçlar verse yükseklik değerlerinde yeterli hassasiyeti sağlayamamaktadır. Ayrıca Ağ-RTK yönteminde elde edilen yükseklikler elipsoidal yükseklikler olduğundan

bunların ortometrik yüksekliğe dönüştürülmesi esnasında yaşanacak hata payları da dikkate alındığında hassas mühendislik uygulamalarında kullanımı zorlaşmaktadır.

13. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Klasik RTK ile Ağ-RTK yöntemi yatay konum doğruluğu ve yükseklik değerleri açısından karşılaştırılmış ve Ağ-RTK (Cors-TR) yönteminin hassas altyapı işlerinin ölçümlerinde kullanılıp kullanılamayacağı irdelenmiştir. Bu kapsamda test alanında belli aralıklarla noktalar tesis edilmiş ve bu noktalara hem Klasik RTK yöntemiyle hem de Ağ-RTK (Cors TR) yöntemiyle ölçüler yapılmış daha sonra bu noktalara geometrik nivelman yapılarak elde edilen kot ve koordinat değerleri ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Yapılan değerlendirme sonucunda Klasik RTK ile Ağ RTK ölçü yöntemleri arasında x ekseninde 2,83 cm, y ekseninde 2,72 cm ve z yani h ekseninde 2,91 cm ortalama farklar bulunmuştur. Bu farklar x ekseninde maksimum 9,71 cm minimum 1,8 cm , ± 1,89 standart sapma, y ekseninde maksimum 9,33 cm, minimum 1,00 cm, ± 2,83 standart sapma ve z ekseninde maksimum 8,30 cm, minimum 0,10 cm, ± 2,83 standart sapma olarak bulunmuştur. Her iki ölçü yöntemi ile elde edilen yükseklik değerleri (kotlar), geometrik nivelmanla elde edilen ortometrik kotlarla karşılaştırıldığında Klasik RTK ile Geometrik Nivelman arasındaki farklar maksimum 3,94 cm, minimum 0,7 cm arasında; Ağ RTK (Cors-TR) ile Geometrik Nivelman arasındaki farklar maksimum 8,6 cm, minimum 2,24 cm arasında değişmektedir.

Sonuçlar yorumlandığında Klasik RTK ile Ağ RTK (Cors-TR) yönteminde yapılan ölçümlerin yatay konumda x ve y farklarının maksimum değerlerde bile 10 cm'yi aşmadığı, ortalama farkların ise 3 cm'yi geçmediği görülmektedir. Aynı şekilde yükseklik değerleri farklarının her iki yöntem arasında maksimum 10 cm aşmadığı ve ortalama da 3 cm'yi aşmadığı görülmektedir. Her iki yöntemle de elde edilen yükseklik değerleri geometrik nivelman değerleri ile karşılaştırıldığında ise Cors-TR yöntemi ile elde edilen yükseklik değerleri farkları Klasik RTK yöntemi ile elde edilen farkların nerdeyse 2 katına ulaşmaktadır (Çizelge 13.1)

Çizelge 13.1 Geometrik Nivelman ve diğer yöntemler arasındaki farklar

Geo. Nivelman Ağ RTK (Cors-TR)	ΔZ	8,6	2,24	1,00	± 3,52
Geo. Nivelman Klasik RTK	ΔZ	3,94	0,67	0,70	± 2,04

Çizelge 13.1'den de anlaşılacağı üzere yükseklik değerlerinde Klasik RTK, Geometrik Nivelman değerleriyle daha uyuşumlu ve tutarlı değerler vermektedir. Yükseklik ölçmelerinde en hassas yöntem olarak kabul edilen Geometrik Nivelman değerleri baz alındığında Cors-TR değerleri farkları bazı yerlerde 10 cm'ye yaklaşmaktadır. Bu değerler altyapı işlerinde akarın sağlanabilmesi için gerekli olan tecviz sınırlarının dışına çıkmaktadır.

Sayısal İşletme Projeleri Özel Teknik Şartnamesi'nde Kot ve Koordinat Ölçümleri başlığında : "Yapılacak kontrollerde detay noktalarının konum doğruluğu **± 15 cm'yi** geçmeyecektir. Kanalizasyon ve yağmur suyu hatlarının eğimleri, yapıların giriş çıkışları muayene bacalarının akar kotları nivelman ile belirlenecek ve yapılan kontrollerde proje kotu ile kontrol kotu arasındaki fark **± 3 cm' yi** geçmeyecektir." yazmaktadır. Buna göre yapılan bu çalışma sonucunda Klasik RTK ve Ağ-RTK (Cors-TR) yöntemlerinin her ikisinin de konum doğruluğu açısından kabul edilebilir sınırlarda olduğu görülmektedir. Ancak kotlar arasındaki fark 3 cm gibi küçük bir değerle sınırlandırıldığı için hassas bir ölçü yöntemi kullanılmalıdır. Bunun için geometrik nivelman veya Klasik RTK yöntemi tercih edilmesi daha doğru bir tercih olacaktır.

GPS ile noktaların global jeosentrik bir koordinat sisteminde enlem, boylam ve elipsoid yükseklikleri belirlenmektedir. Harita yapımı ve mühendislik çalışmalarında ise noktaların ortometrik yüksekliklerinin kullanılması gerekmektedir. Ortometrik yükseklikler klasik olarak Ulusal Düşey Kontrol Ağına bağlı olarak geometrik nivelman ölçüleri ile belirlenmektedir. Ancak bu durum GPS teknolojisinin sağladığı 3-boyutta koordinat belirleme olanağının tam olarak kullanılamaması anlamına gelmektedir. Bu nedenle GPS ile elde edilen elipsoid yüksekliklerinin doğrudan ortometrik yüksekliğe dönüştürülebilmesi için uygun jeoid modellerinin belirlenmesi ve kullanıma sunulması gerekmektedir. Böylece çalışma alanı için gerekli olan ondülasyon değeri (N= h-H) elde edilebilecektir. Bu çalışmada ondülasyon değeri kotu bilinen onaylı noktaların Cors-TR ile okunarak farkların alınması ile bulunmuş bir değerdir. Bu yöntemin tercih edilmesinin

sebebi ise Cors-TR kullanıcılarının genel olarak bu yöntemi kullanmasıdır. Sonuç olarak kurumun Cors-TR yöntemini kabul etmesi durumunda, kullanıcıların ondülasyonu hesaplayıp ortometrik kota indirgeyecekleri yöntem yine bu olacaktır. Bu çalışma ile haritacıların sık olarak kullandığı bu yöntem de test edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında test alanında Cors-TR yöntemiyle yapılan yükseklik ölçümlerinde kullanılan ondülasyon değerinin tutarlı olduğu gözlenmiştir. Çalışma yapılan bölgenin kısa bir mesafe olması, ani jeoid yüksekliklerinin olmaması, jeoid yüzeyinin düzgün olması ve atmosferik koşulların ölçüm için uygun olması bu değerlerin tutarlı çıkmasında önemli rol oynamıştır. Ancak jeoid yüzeyleri ve modelleri her yerde aynı tutarlılıkta olmayabilir. Ani jeoid değişikliklerinin olduğu yerlerde, engebenin ve engellerin fazla olduğu ve CORS istasyonlarına mesafenin arttığı yerlerde bu değerlere ulaşmak zorlaşmaktadır. CORS yöntemi ile hassa yükseklik değerleri elde edebilmek için çalışma alanına özel bir jeoid yüzeyi oluşturulmalıdır yada HGK'dan bu bölge ile ilgili ondülasyon değerleri alınmalıdır. Elipsoid yüksekliklerinin ortometrik yüksekliklere dönüştürülmesinde kullanılan bazı yüzey programları mevcuttur ancak bunlar güncelliği ve her bölgede aynı hassasiyette değerler verip vermediği tartışmaya açıktır. Bu nedenle CORS-TR 'nin yatay konumlamada istenilen değerlere ulaşabileceği ancak yükseklik ölçümlerinde istenilen hassasiyette değerler alınamayabileceği görülmektedir. CORS sistemi teorik olarak ne kadar faydalı bir sistem olsada Türkiye'deki CORS sistemi olan TUSAGA-AKTİF sistemi ile ilgili kullanıcılar birçok sıkıntı yaşamaktadır. Sistemin işletilmesi ile ilgili sıkıntılar ve istasyon yetersizliğinden kaynaklı sıkıntılar kullanıcıları doğrudan etkileyebilmektedir. Sistem yoğunluktan dolayı bazen kullanılamamaktadır. Bu durumlarda TKGM kullanıcılara mesaj yollamaktadır. Ayrıca TUSAGA-AKTİF yönetmeliğinde bu sistemden elde edilecek koordinatlardan kullanıcılar sorumlu tutulmuştur.

Tüm bu aksaklıklara rağmen Tusaga-Aktif sisteminin Klasik RTK'ya göre sağladığı faydalar aşağıda sıralanmıştır;

- Klasik RTK ölçümlerinde sabit istasyonda alet ve personel bulundurma zorunluluğunu kaldırmıştır.

- Yapılan ölçümler ve elde edilen koordinatlar doğrudan ITRF sisteminde elde edilmektedir.
- Klasik RTK için zorunlu olan sabit referans istasyonu arama ve bulma zorunluluğunu kaldırmıştır.

- Gerçek zamanlı olarak 3 boyutlu koordinatlar vermektedir.
- Tusaga-Aktif koordinatları sürekli izlenip, deformasyon halinde güncellenmektedir.
- Bu ağın verileri birçok bilimsel çalışmaya (plaka ve tektonik hareketler gibi) altlık oluşturmaktadır.

Sonuç olarak ülkemizdeki Tusaga-Aktif istasyonlarının sayısının da arttırılması ve yaygınlaşması ile bu sistem çok daha kullanışlı hale gelecektir. 780,576 km² yüzölçümüne sahip ülkemizde 146 adet CORS istasyonu varken A.B.D' de 1800'ün üzerinde, ülkemizin yarısı büyüklüğündeki Japonya'da 1240 adet, Almanya'da 300 adet, İsveç'te 270 adet, İtalya'da 194 adet istasyon bulunmaktadır. Ülkemizdeki istasyon sayısının yüzölçümüne göre en az 250 adet olması yaşanan sıkıntıları büyük ölçüde giderecektir. Böylece 80 km' ye ulaşan istasyon uzaklıkları yarıya inecek ve yaşanan bağlantı sorunları azalacak ve hassasiyet artacaktır. Tusaga-Aktif sistemi ne kadar kullanışlı ve pratik bir yöntem olsa da Klasik RTK ölçü yönteminin ulaştığı hassas değerlere ve güvenirliğe ulaşamamaktadır. Ancak uygun şartlarda yatay konum (X,Y) belirlemede proje ve sayısal işletme projelerinde kullanılması uygundur. Ancak yükseklik ölçmelerinde CORS yöntemi ile ortometrik yükseklikler elde edilmediğinden ve her zaman tutarlı ölçüler yapılamadığından öncelikle Geometrik Nivelman veya Klasik RTK yönteminin tercih edilmesi daha doğru olacaktır.

KAYNAKLAR

ARSLANOĞLU, MEKİK, Ç., (2003). *Gerçek Zamanlı Kinematik GPS Konumlarının Doğruluk Analizi ve Bir Örnek Uygulama,* 9. Türkiye Harita ve Bilimsel Teknik Kurultayı, Ankara, 549-558, 2003.

DEMİR, C., (2002). *Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı (TUDKA-99)*, Cingöz, A. http://www.hgk.mil.tr.

EREN K., UZEL T., GULAL E. (2007). *"CORS-TR Benchmark Test Results"*, Istanbul Kultur University, Turkey.

GÜNEY, C., AVCI, Ö., DOĞRU, A.Ö., KILIÇ, C., ve ÇELİK, R. N., (2002). *Filo Yönetim Sistemi Tasarimi*. S.Ü. Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yol Sempozyumu

HOFMANN-WELLENHOF, B., LİCTENEGGER, H. And COLLİNS, J., (1997). *GPS Theory and Practice*, New York.

İNAL, C., GÜNDÜZ, A.M., BÜLBÜL., S. (2014). *Klasik RTK ve Ağ-RTK Yöntemlerinin Karşılaştırılması,* HKMO- Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 7. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, Hitit Üniversitesi, Çorum

İNAL, C., BÜLBÜL., S. YILDIRIM., Ö. (2014). *Nokta Konumlarının Belirlenmesinde Klasik RTK, Ağ RTK Ve Total Statıon Tekniklerinin Karşılaştırılması*, HKMO-Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 7. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, Hitit Üniversitesi, Çorum

KAHVECI, M. ve YILDIZ, F., (2005). *GPS Global Konum Belirleme Sistemi*, Genişletilmiş 2. Baskı, Ankara.

KAHVECi, M., (2010). *GPS/GNSS Gözlemlerini Değerlendirme Yöntemlerinde Son Gelişmeler*. HKM Jeodezi ve Jeoinformasyon Arazi Yönetimi Dergisi.

KAHVECi, M., KARAGÖZ, H., SELBESOĞLU, M. O., (2011). HKM Jeodezi ve Jeoinformasyon Arazi Yöntemi Dergisi Sayı 104.

MEKİK. Ç. (1999). Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Dergisi, sayı: 86, syf:14-20.

MEKİK, Ç., (2001). *Gerçek Zamanlı Kinematik GPS,* Seminer çalışması, ZKÜ,11s, Zonguldak.

MEKİK, Ç., (2010). *Temel Jeodezi, Koordinat Sistemleri ve GPS Ders Notu*, ZKÜ, Zonguldak

ÖZGEN, M.G. (1984). *Topoğrafya (Ölçme Bilgisi),* İstanbul -1984

PEHLİVAN, H., 2001. *GPS ile Araç Takip Sistemleri*. Y.T.Ü. . Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı

PEKTAŞ, F., (2010), *Gerçek Zamanlı Ulusal Ve Yerel Sabit Gnss Ağlarında Dayalı Kinematik Konumlama*, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ FBE, İstanbul

RAQUET J.,(1998), *Development of a Method for Kinematic GPS Carrier-Phase Ambiguity Resolution Using Multiple Reference Receivers*. PhD Thesis, UCGE 20116, University of Calgary, Canada

ŞERBETÇİ, M., (1995) **,** *Türk Haritacılığı Tarihi* s:65, Trabzon

ŞERBETÇİ, M., (1995) **,** *Ülke Temel Jeodezik Ağın Tarihçesi, Nirengi, Nivelman ve Gravite Ağları*, Harita ve Kadastro Mühendisliği 1992 sayı 72

TİRYAKİOĞLU, İ., (2010), *Küresel Konumlama Sistemi (GPS) ve Hata Kaynakları*. A.K.Ü. Harita Mühendisliği Ders Notları

EREN K, UZEL T, GÜLAL E, YILDIRİM O, CİNGOZ A**.,** (2009), *Results from a Comprehensive GNSS Test in the CORS-TR Network*: Case Study , Journal of Surveying Engineering, February 2009

ÜNAL, T., (1981), *Ülke Nirengi Ağlarını Yerleştirme,Yöneltme Ve Dengeleme Yöntemleri*, Doçentlik Tezi, Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Harita Kadastro Fakültesi, İstanbul.

EKLER

EK-1 Cors-Tr Olçü Yöntemi Koordinat Listesi

CORS-TR OLÇÜ YÖNTEMİ KOORDİNAT LİSTESİ			
Nokta Adı	Y	X	Z
S40	473458,9380	4197199,2120	790,8510
K13	473451,9070	4197157,5910	792,9920
K14	473516,7110	4197255,3980	795,6030
K15	473552,4650	4197369,6210	798,3680
K16	473556,0940	4197630,9460	790,1970
K17	473621,2880	4197754,3620	777,1410
K18	473669,9640	4197742,5100	774,3370
K19	473732,6330	4197723,3860	770,5240
K20	473861,4870	4197774,7380	761,0900
K21	473904,8630	4197799,1350	758,8590
K22	473948,5260	4197823,8270	757,1690
K23	473928,4350	4198113,3740	746,1270
K24	473821,1570	4198284,8090	741,3920
K25	473818,0510	4198492,5340	729,8880
K26	473824,2870	4198545,0450	728,8950
K28	473830,2780	4198594,6750	727,8020
P8	473560,3750	4197297,2960	798,6620
P9	473551,1050	4197545,3300	796,6200
P10	473589,2880	4197792,5580	775,9670
P11	473637,4670	4197725,3770	778,9740
P12	473864,4600	4197812,8670	758,2120
P13	473976,6900	4197858,5020	754,7300
P14	473965,3800	4198050,2390	746,8110
P15	473804,2200	4198295,1010	740,9020
P16	473806,3770	4198460,9010	731,8880
P17	473832,6920	4198672,8540	725,8350
S41	473474,6430	4197227,6970	791,1670
S42	473531,1300	4197265,1220	797,0580
S43	473549,5580	4197285,7400	798,2860
S44	473554,4890	4197299,0690	798,4070
S45	473556,4240	4197319,0480	798,5500
S46	473547,0770	4197419,1770	797,5140
S47	473541,4130	4197474,3070	800,2940
S48	473542,9030	4197504,0370	799,8100

Nokta Adı	Y	X	Z
S49	473528,8230	4197501,9730	801,8530
S50	473544,5280	4197524,0660	798,4320
S51	473552,1050	4197548,4750	796,4390
S52	473552,2460	4197581,3490	794,4400
S53	473556,9760	4197642,9790	789,3080
S54	473559,5400	4197697,1220	784,8980
S55	473561,6540	4197719,6180	782,7960
S56	473573,0810	4197766,7090	778,6880
S57	473677,9390	4197740,4090	773,5520
S58	473761,5640	4197721,1230	769,1940
S59	473810,2990	4197715,9730	767,9720
S60	473817,7700	4197750,4880	764,4820
S61	473985,4760	4197844,5760	755,9220
S62	473981,4100	4197858,1880	754,6390
S63	473982,5310	4197896,2570	752,0300
S64	473985,1230	4197916,4190	750,6220
S66	473988,6040	4197952,0750	748,9710
S67	473989,5910	4197977,3780	748,1860
S68	473988,5170	4197991,1480	747,8140
S69	473985,5610	4198005,2890	747,5250
S70	473981,0420	4198020,3780	747,3350
S71	473974,7200	4198034,5270	747,2310
S72	473954,6000	4198070,7230	746,4530
S73	473904,5620	4198152,6250	745,8730
S74	473891,9540	4198167,6100	745,5690
S75	473873,2890	4198196,7110	745,2600
S76	473844,6260	4198240,6930	743,4880
S77	473816,7580	4198292,9500	741,2260
S78	473812,1310	4198308,1240	740,6360
S79	473806,0370	4198337,9180	739,4110
S80	473803,9850	4198353,1060	738,5330
S81	473804,1650	4198370,7090	737,4050
S82	473805,2530	4198400,9610	735,5030
S83	473811,9540	4198442,9440	733,2480
S84	473818,5050	4198495,3100	729,7800
S85	473830,6440	4198597,3770	727,7070
S86	473832,3210	4198615,1560	727,1960
S87	473832,8490	4198647,0590	726,3920
S88	473828,5870	4198689,9740	725,3640
S89	473818,7670	4198734,5030	724,6780

EK-2 RTK Ölçü Yöntemi Koordinat Listesi

RTK ÖLÇÜ YÖNTEMİ KOORDİNAT LİSTESİ			
NOKTA ADI	Y	X	H
S40	473458,9795	4197199,1691	790,8090
K13	473451,9550	4197157,5150	792,9240
K14	473516,7461	4197255,3262	795,5481
K15	473552,4859	4197369,5431	798,3261
K16	473556,1418	4197630,9307	790,1504
K17	473621,3259	4197754,3273	777,1270
K18	473669,9927	4197742,4662	774,3242
K19	473732,6744	4197723,3623	770,4756
K20	473861,5325	4197774,7039	761,0494
K21	473904,8930	4197799,1099	758,8620
K22	473948,5238	4197823,8180	757,1570
K23	473928,4691	4198113,3599	746,0849
K24	473821,1908	4198284,8215	741,3143
K25	473818,0785	4198492,5161	729,8572
K26	473824,3378	4198545,0305	728,8458
K28	473830,3225	4198594,6651	727,7471
P.8	473560,3920	4197297,2060	798,6620
P.9	473551,1070	4197545,2720	796,6550
P.10	473589,3100	4197792,5320	775,9310
P.11	473637,5010	4197725,3420	778,9710
P.12	473864,4990	4197812,8360	758,1950
P.13	473976,7310	4197858,4860	754,7050
P.14	473965,4040	4198050,2200	746,7850
P.15	473804,2440	4198295,0870	740,8550
P.16	473806,4150	4198460,8910	731,8770
P.17	473832,7170	4198672,8320	725,8100
S41	473474,6656	4197227,6584	791,1560
S42	473531,1625	4197265,0479	797,0166
S43	473549,5667	4197285,6467	798,2599
S44	473554,4945	4197298,9832	798,4139
S45	473556,4466	4197318,9819	798,5098
S46	473547,0729	4197419,1015	797,4928
S47	473541,4215	4197474,2361	800,2927
S48	473542,9132	4197503,9511	799,8115
S49	473528,8138	4197501,8804	801,8892
S50	473544,5536	4197524,0641	798,4319
S51	473552,1144	4197548,4396	796,4271

NOKTA ADI	Y	X	H
S52	473552,2729	4197581,3315	794,4052
S53	473557,0175	4197642,9447	789,2327
S54	473559,5908	4197697,0713	784,8281
S55	473561,6970	4197719,5681	782,7251
S56	473573,1057	4197766,6753	778,6303
S57	473677,9744	4197740,3842	773,5173
S58	473761,6021	4197721,1065	769,1612
S59	473810,3266	4197715,9356	767,9423
S60	473817,8161	4197750,4538	764,4635
S61	473985,4980	4197844,5626	755,8860
S62	473981,4442	4197858,1873	754,6125
S63	473982,5547	4197896,2455	752,0045
S64	473985,1544	4197916,4075	750,5882
S66	473988,6459	4197952,0629	748,9434
S67	473989,6129	4197977,3749	748,1634
S68	473988,5272	4197991,1237	747,8026
S69	473985,5835	4198005,2797	747,5036
S70	473981,0576	4198020,3774	747,3068
S71	473974,7582	4198034,5221	747,1955
S72	473954,6228	4198070,7266	746,3937
S73	473904,5782	4198152,5998	745,8007
S74	473891,9799	4198167,6190	745,5161
S75	473873,3260	4198196,7077	745,1891
S76	473844,6526	4198240,7074	743,4192
S77	473816,8060	4198292,9484	741,1430
S78	473812,0981	4198308,1221	740,6221
S79	473806,0352	4198337,9151	739,3734
S80	473803,9896	4198353,1080	738,4961
S81	473804,1900	4198370,7091	737,3503
S82	473805,2622	4198400,9311	735,4921
S83	473812,0011	4198442,9164	733,2572
S84	473818,5227	4198495,2977	729,7632
S85	473830,6840	4198597,3883	727,6730
S86	473832,3499	4198615,1399	727,1453
S87	473832,9461	4198647,0485	726,4735
S88	473828,6696	4198689,9987	725,3734
S89	473818,8072	4198734,4866	724,6744

EK-3 CORS-TR ve RTK Koordinat Fark Listesi

(CORSTR - RTK) KOORDİNAT FARK CETVELİ			
NOKTA ADI	ΔY	ΔX	ΔH
S40	-0,0415	0,0429	0,0420
K13	-0,0480	0,0760	0,0680
K14	-0,0351	0,0718	0,0549
K15	-0,0209	0,0779	0,0419
K16	-0,0478	0,0153	0,0466
K17	-0,0379	0,0347	0,0140
K18	-0,0287	0,0438	0,0128
K19	-0,0414	0,0237	0,0484
K20	-0,0455	0,0341	0,0406
K21	-0,0300	0,0251	-0,0030
K22	0,0022	0,0090	0,0120
K23	-0,0341	0,0141	0,0421
K24	-0,0338	-0,0125	0,0777
K25	-0,0275	0,0179	0,0308
K26	-0,0508	0,0145	0,0492
K28	-0,0445	0,0099	0,0549
P8	-0,0170	0,0900	0,0000
P9	-0,0020	0,0580	-0,0350
P10	-0,0220	0,0260	0,0359
P11	-0,0340	0,0350	0,0030
P12	-0,0390	0,0310	0,0170
P13	-0,0410	0,0160	0,0250
P14	-0,0240	0,0190	0,0260
P15	-0,0240	0,0140	0,0470
P16	-0,0380	0,0100	0,0110
P17	-0,0250	0,0220	0,0250
S41	-0,0226	0,0386	0,0110
S42	-0,0325	0,0741	0,0414
S43	-0,0087	0,0933	0,0261
S44	-0,0055	0,0858	-0,0069
S45	-0,0226	0,0661	0,0402
S46	0,0041	0,0755	0,0212
S47	-0,0085	0,0709	0,0013
S48	-0,0102	0,0859	-0,0015
S49	0,0092	0,0926	-0,0362
S50	-0,0256	0,0019	0,0001

NOKTA ADI	ΔY	ΔX	ΔH
S51	-0,0094	0,0354	0,0119
S52	-0,0269	0,0175	0,0348
S53	-0,0415	0,0343	0,0753
S54	-0,0508	0,0507	0,0699
S55	-0,0430	0,0499	0,0709
S56	-0,0247	0,0337	0,0577
S57	-0,0354	0,0248	0,0347
S58	-0,0381	0,0165	0,0328
S59	-0,0276	0,0374	0,0297
S60	-0,0461	0,0342	0,0185
S61	-0,0220	0,0134	0,0360
S62	-0,0342	0,0007	0,0265
S63	-0,0237	0,0115	0,0255
S64	-0,0314	0,0115	0,0338
S66	-0,0419	0,0121	0,0276
S67	-0,0219	0,0031	0,0226
S68	-0,0102	0,0243	0,0114
S69	-0,0225	0,0093	0,0214
S70	-0,0156	0,0006	0,0282
S71	-0,0382	0,0049	0,0355
S72	-0,0228	-0,0036	0,0593
S73	-0,0162	0,0252	0,0723
S74	-0,0259	-0,0090	0,0529
S75	-0,0370	0,0033	0,0709
S76	-0,0266	-0,0144	0,0688
S77	-0,0480	0,0016	0,0830
S78	0,0329	0,0019	0,0139
S79	0,0018	0,0029	0,0376
S80	-0,0046	-0,0020	0,0369
S81	-0,0250	-0,0001	0,0547
S82	-0,0092	0,0299	0,0109
S83	-0,0471	0,0276	-0,0092
S84	-0,0177	0,0123	0,0168
S85	-0,0400	-0,0113	0,0340
S86	-0,0289	0,0161	0,0507
S87	-0,0971	0,0105	-0,0815
S88	-0,0826	-0,0247	-0,0094
S89	-0,0402	0,0164	0,0036

EK-4 Kot Ölçümleri Ve Farklar

KOT ÖLÇÜMLERİ VE FARKLAR							
CORS-TR		RTK		GEOMETRİK NİVELMAN		FARK CETVELİ (CORS - GEOMETRİK)	FARK CETVELİ (RTK - GEOMETRİK)
S40	790.8510	S40	790.8090	S40	790.7920	0.0590	0.0170
K13	792.9920	K13	792.9240	K13	792.9060	0.0860	0.0180
K14	795.6030	K14	795.5481	K14	795.5810	0.0220	-0.0329
K15	798.3680	K15	798.3261	K15	798.3480	0.0200	-0.0219
K16	790.1970	K16	790.1504	K16	790.1640	0.0330	-0.0136
K17	777.1410	K17	777.1270	K17	777.0910	0.0500	0.0360
K18	774.3370	K18	774.3242	K18	774.3410	-0.0040	-0.0168
K19	770.5240	K19	770.4756	K19	770.5090	0.0150	-0.0334
K20	761.0900	K20	761.0494	K20	761.0900	0.0000	-0.0406
K21	758.8590	K21	758.8620	K21	758.8820	-0.0230	-0.0200
K22	757.1690	K22	757.1570	K22	757.1910	-0.0220	-0.0340
K23	746.1270	K23	746.0849	K23	746.0610	0.0660	0.0239
K24	741.3920	K24	741.3143	K24	741.3190	0.0730	-0.0047
K25	729.8880	K25	729.8572	K25	729.8510	0.0370	0.0062
K26	728.8950	K26	728.8458	K26	728.8310	0.0640	0.0148
K28	727.8020	K28	727.7471	K28	727.7520	0.0500	-0.0049
P8	798.6620	P.8	798.6620	P8	798.6830	-0.0210	-0.0210
P9	796.6200	P.9	796.6550	P9	796.6410	-0.0210	0.0140
P10	775.9670	P.10	775.9310	P10	775.9110	0.0560	0.0200
P11	778.9740	P.11	778.9710	P11	778.9920	-0.0180	-0.0210
P12	758.2120	P.12	758.1950	P12	758.2140	-0.0020	-0.0190
P13	754.7300	P.13	754.7050	P13	754.7240	0.0060	-0.0190
P14	746.8110	P.14	746.7850	P14	746.8130	-0.0020	-0.0280
P15	740.9020	P.15	740.8550	P15	740.8710	0.0310	-0.0160
P16	731.8880	P.16	731.8770	P16	731.8910	-0.0030	-0.0140
P17	725.8350	P.17	725.8100	P17	725.8310	0.0040	-0.0210
S41	791.1670	S41	791.1560	S41	791.1720	-0.0050	-0.0160
S42	797.0580	S42	797.0166	S42	797.0020	0.0560	0.0146
S43	798.2860	S43	798.2599	S43	798.2540	0.0320	0.0059
S44	798.4070	S44	798.4139	S44	798.4070	0.0000	0.0069
S45	798.5500	S45	798.5098	S45	798.5310	0.0190	-0.0212
S46	797.5140	S46	797.4928	S46	797.4980	0.0160	-0.0052
S47	800.2940	S47	800.2927	S47	800.2940	0.0000	-0.0013
S48	799.8100	S48	799.8115	S48	799.8340	-0.0240	-0.0225
S49	801.8530	S49	801.8892	S49	801.8750	-0.0220	0.0142
S50	798.4320	S50	798.4319	S50	798.4420	-0.0100	-0.0101
S51	796.4390	S51	796.4271	S51	796.4420	-0.0030	-0.0149
S52	794.4400	S52	794.4052	S52	794.3870	0.0530	0.0182

CORS-TR		RTK		GEOMETRİK NİVELMAN		FARK CETVELİ (CORS - GEOMETRİK)	FARK CETVELİ (RTK - GEOMETRİK)
S53	789.3080	S53	789.2327	S53	789.2370	0.0710	-0.0043
S54	784.8980	S54	784.8281	S54	784.8460	0.0520	-0.0179
S55	782.7960	S55	782.7251	S55	782.7510	0.0450	-0.0259
S56	778.6880	S56	778.6303	S56	778.6610	0.0270	-0.0307
S57	773.5520	S57	773.5173	S57	773.5220	0.0300	-0.0047
S58	769.1940	S58	769.1612	S58	769.1920	0.0020	-0.0308
S59	767.9720	S59	767.9423	S59	767.9610	0.0110	-0.0187
S60	764.4820	S60	764.4635	S60	764.4900	-0.0080	-0.0265
S61	755.9220	S61	755.8860	S61	755.8570	0.0650	0.0290
S62	754.6390	S62	754.6125	S62	754.6310	0.0080	-0.0185
S63	752.0300	S63	752.0045	S63	752.0180	0.0120	-0.0135
S64	750.6220	S64	750.5882	S64	750.6120	0.0100	-0.0238
S66	748.9710	S66	748.9434	S66	748.9140	0.0570	0.0294
S67	748.1860	S67	748.1634	S67	748.1310	0.0550	0.0324
S68	747.8140	S68	747.8026	S68	747.7820	0.0320	0.0206
S69	747.5250	S69	747.5036	S69	747.5410	-0.0160	-0.0374
S70	747.3350	S70	747.3068	S70	747.3100	0.0250	-0.0032
S71	747.2310	S71	747.1955	S71	747.1760	0.0550	0.0195
S72	746.4530	S72	746.3937	S72	746.3930	0.0600	0.0007
S73	745.8730	S73	745.8007	S73	745.8210	0.0520	-0.0203
S74	745.5690	S74	745.5161	S74	745.5420	0.0270	-0.0259
S75	745.2600	S75	745.1891	S75	745.2140	0.0460	-0.0249
S76	743.4880	S76	743.4192	S76	743.4280	0.0600	-0.0088
S77	741.2260	S77	741.1430	S77	741.1140	0.1120	0.0290
S78	740.6360	S78	740.6221	S78	740.6270	0.0090	-0.0049
S79	739.4110	S79	739.3734	S79	739.3510	0.0600	0.0224
S80	738.5330	S80	738.4961	S80	738.5120	0.0210	-0.0159
S81	737.4050	S81	737.3503	S81	737.3310	0.0740	0.0193
S82	735.5030	S82	735.4921	S82	735.5240	-0.0210	-0.0319
S83	733.2480	S83	733.2572	S83	733.2910	-0.0430	-0.0338
S84	729.7800	S84	729.7632	S84	729.7810	-0.0010	-0.0178
S85	727.7070	S85	727.6730	S85	727.6790	0.0280	-0.0060
S86	727.1960	S86	727.1453	S86	727.1410	0.0550	0.0043
S87	726.3920	S87	726.4735	S87	726.4910	-0.0990	-0.0175
S88	725.3640	S88	725.3734	S88	725.3340	0.0300	0.0394
S89	724.6780	S89	724.6744	S89	724.6910	-0.0130	-0.0166

EK-5.1 Nivelman Okumaları (RN1-RN2)

DL-503	RN1RN2	OKUMA)	GERİ	İLERİ	TOPLAM MESAFE	KOT
RN1(P.6)		1	0.657		5.14	850.780
22		1		4.400		847.037
		2	0.784		6.33	
23		1		3.686		844.135
		2	1.245		3.88	
K11		1		3.090		842.290
		2	0.985		8.57	
24		1		4.033		839.242
		2	0.624		13.15	
25		1		4.021		835.845
		2	0.786		7.57	
26		1		3.784		832.847
		2	0.986		6.99	
27		1		3.754		830.079
		2	0.745		6.42	
28		1		3.686		827.138
		2	0.852		5.78	
29		1		3.451		824.539
		2	0.798		5.61	
30		1		3.287		822.050
		2	0.985		13.53	
K12		1		3.565		819.470
		2	0.975		8.18	
S30		1		3.935		816.510
		2	0.641		5.01	
30A		1		3.926		813.225
		2	1.123		5.34	
S31		1		3.008		811.340
		2	0.985		34.91	

S32		1		3.025		809.300
		2	1.124		39.03	
S33		1		1.874		808.550
		2	1.987		46.53	
S34		1		1.397		809.140
		2	0.987		28.66	
S35		1		1.607		808.520
		2	1.124		32.58	
S36		1		1.994		807.650
		2	1.546		5.95	
P.7		1		1.467		807.729
		2	1.245		29.35	
S37		1		3.764		805.210
		2	1.124		26.04	
S38		1		4.014		802.320
		2	0.412		29.55	
S39		1		4.412		798.320
		2	0.657			
31		1		3.579	28.35	795.398
		2	0.789		21.98	
K13		1		3.281		792.906
		2	1.245		42.24	
S40		1		3.359		790.792
		2	1.568		32.52	
S41		1		1.188		791.172
		2	3.645		30.98	
32		1		0.875		793.942
		2	2.645		19.38	
K14		1		1.006		795.581
		2	2.245		17.39	
S42		1		0.824		797.002
		2	2.421		27.62	
S43		1		1.169		798.254

		2	1.789		15.84	
P.8		1		1.360		798.683
		2	1.456		6.16	
S44		1		1.732		798.407
		2	1.561		20.09	
S45		1		1.437		798.531
		2	1.425		50.72	
K15		1		1.608		798.348
		2	1.245		49.85	
S46		1		2.095		797.498
		2	3.785		55.42	
S47		1		0.989		800.294
		2	1.426		29.75	
S48		1		1.886		799.834
		2	3.245		14.25	
S49		1		1.204		801.875
		2	0.789		27.20	
S50		1		4.222		798.442
		2	1.012		22.20	
P.9		1		2.813		796.641
		2	1.652			
S51		1		1.851	3.32	796.442
		2	0.896		32.89	
S52		1		2.951		794.387
		2	0.756		34.74	
33		1		3.520		791.623
		2	1.023		15.09	
K16		1		2.482		790.164
		2	1.235		12.05	
S53		1		2.162		789.237
		2	1.032		30.10	
34		1		2.974		787.295
		2	0.986		24.14	

S54		1		3.435		784.846
		2	1.012		22.60	
S55		1		3.107		782.751
		2	0.865		23.18	
35		1		3.306		780.310
		2	1.212		25.31	
S56		1		2.861		778.661
		2	0.986		30.51	
P.10		1		3.736		775.911
		2	2.456		49.85	
K17		1		1.276		777.091
		2	3.120		33.19	
P.11		1		1.219		778.992
		2	0.214		36.73	
K18		1		4.865		774.341
		2	1.031		8.25	
S57		1		1.850		773.522
		2	0.689		57.29	
K19		1		3.702		770.509
		2	1.245		29.02	
S58		1		2.562		769.192
		2	1.123		49.00	
S59		1		2.354		767.961
		2	0.645		35.32	
S60		1		4.116		764.490
		2	0.789		49.96	
K20		1		4.189		761.090
		2	0.895		39.28	
P.12		1		3.771		758.214
		2	2.145		43.04	
K21		1		1.477		758.882
		2	0.986			
K22		1		2.677	50.14	757.191

		2	1.024		42.40	
S61		1		2.358		755.857
		2	0.986		14.21	
S62		1		2.212		754.631
		2	1.457		4.72	
P.13		1		1.364		754.724
		2	0.987		38.21	
S63		1		3.693		752.018
		2	1.124		20.33	
S64		1		2.530		750.612
		2	1.456		35.71	
S65		1		1.826		750.242
		2	1.234		48.06	
S66		1		2.562		748.914
		2	1.754		25.33	
S67		1		2.537		748.131
		2	1.456		13.79	
S68		1		1.805		747.782
		2	1.256		14.46	
S69		1		1.497		747.541
		2	1.089		15.76	
S70		1		1.320		747.310
		2	1.654		15.48	
S71		1		1.788		747.176
		2	1.426		18.27	
RN2(P.14)		1		1.789		746.813
Toplam Mesafe		1927.77				
Toplam Delta-h Geri		99.564				
Toplam Delta-h İleri		203.531				
		-103.967				

EK-5.2 Nivelman Okumaları (RN2-AN3)

DL-503	RN2AN3	OKUMA	GERİ	İLERİ	TOPLAM MESAFE	KOT
RN2(P.14)		1	1.235		23.17	746.813
S72		1		1.655		746.393
		2	1.345		50.01	
K23		1		1.677		746.061
		2	1.675		45.94	
S73		1		1.915		745.821
		2	1.562		19.60	
S74		1		1.841		745.542
		2	1.862		34.56	
S75		1		2.190		745.214
		2	1.024		52.52	
S76		1		2.810		743.428
		2	1.120		49.97	
K24		1		3.229		741.319
		2	1.456		9.23	
S77		1		1.661		741.114
		2	1.458		12.74	
P.15		1		1.701		740.871
		2	1.687		15.22	
S78		1		1.931		740.627
		2	1.578		30.40	
S79		1		2.854		739.351
		2	1.456		15.33	
S80		1		2.295		738.512
		2	1.245		17.60	
S81		1		2.426		737.331
		2	0.986		30.24	
S82		1		2.793		735.524
		2	1.010		41.79	

S83		1		3.243		733.291
		2	1.325		19.52	
P.16		1		2.725		731.891
		2	1.014		33.71	
K25		1		3.054		729.851
		2	1.456		0.82	
S84		1		1.526		729.781
		2	1.235		50.07	
K26		1		2.185		728.831
		2	1.124		50.01	
K28		1		2.203		727.752
		2	1.456		2.22	
S85		1		1.529		727.679
		2	1.245		18.35	
S86		1		1.783		727.141
		2	1.136		31.91	
S87		1		1.786		726.491
		2	0.987			
P.17		1		1.647	25.78	725.831
		2	1.425		17.64	
S88		1		1.922		725.334
		2	1.325		45.57	
S89		1		1.968		724.691
		2	1.014		109.77	
35		1		2.851		722.854
		2	0.867		80.40	
36		1		3.112		720.609
		2	0.986		138.13	
37		1		2.738		718.857
		2	1.245		100.75	
AN3		1		1.789		718.313
Toplam Mesafe		1172.97				
Toplam Delta-h Geri		38.539				

Toplam Delta-h İleri	67.039				
(Delta-h Geri) - (Delta-h İleri)	-28.500				

EK-6.1 CORS Ham Data Verileri 1

, Cri:0.50m [FIX]/ ZW:3°,

NOKTA NO	Oturum Zamanı (UTC)	Epok Sayısı	Veri Toplama Aralığı	Uydu Sayısı (GPS+GLONASS)	RMS (m)	PDOP	Tam Sayı Belirsizlik Çözüm Durumu	Mountpoint (VRS,FKP,MAC) TUSAGA-Aktif Sistemi Yayın Bağlantı Noktası	Anten Yükseklik Okuması	Kesin Koordinat(ITRF-TM 3°42° E)		
										Sağa Değer (Y) (m)	Yukarı Değer (X) (m)	Elipsoid Yüksekliği (h) (m)
p8	30 09 2015 16:00:09	6	1	12	0.013	1.100	FIX	VRS	2.000	473560.375	4197297.296	820.852
p9	30 09 2015 16:09:28	6	1	12	0.014	1.100	FIX	VRS	2.000	473551.105	4197545.329	818.810
540	30 09 2015 15:53:14	1	1	13	0.010	1.100	FIX	VRS	2.000	473458.938	4197199.212	813.041
k13	30 09 2015 15:52:16	1	1	14	0.011	1.100	FIX	VRS	2.000	473451.907	4197157.591	815.182
k14	30 09 2015 15:58:14	1	1	13	0.012	1.100	FIX	VRS	2.000	473516.712	4197255.398	817.793
k15	30 09 2015 16:01:27	1	1	12	0.011	1.200	FIX	VRS	2.000	473552.465	4197369.621	820.558
k16	30 09 2015 16:19:59	1	1	11	0.010	1.100	FIX	VRS	2.000	473556.094	4197630.947	812.387
k17	30 09 2015 16:30:08	1	1	13	0.013	1.200	FIX	VRS	2.000	473621.288	4197754.362	799.331
k18	30 09 2015 16:36:15	1	1	12	0.010	1.100	FIX	VRS	2.000	473669.963	4197742.510	796.527
k19	30 09 2015 16:39:38	1	1	12	0.013	1.100	FIX	VRS	2.000	473728.241	4197741.700	791.506
k19	30 09 2015 16:57:09	1	1	11	0.011	1.200	FIX	VRS	2.000	473732.633	4197723.387	792.714
k20	30 09 2015 17:04:35	1	1	12	0.010	1.100	FIX	VRS	2.000	473861.487	4197774.738	783.280
k21	30 09 2015 17:11:55	1	1	13	0.011	1.100	FIX	VRS	2.000	473904.863	4197799.136	781.049
k22	30 09 2015 17:17:01	1	1	13	0.014	1.100	FIX	VRS	2.000	473948.526	4197823.827	779.359
k23	30 09 2015 17:28:10	1	1	13	0.011	1.300	FIX	VRS	2.000	473928.435	4198113.375	768.317
k24	30 09 2015 17:31:43	1	1	15	0.009	1.200	FIX	VRS	2.000	473821.157	4198284.810	763.582
k25	30 09 2015 17:40:57	1	1	14	0.012	1.200	FIX	VRS	2.000	473818.051	4198492.534	752.078
k26	30 09 2015 17:42:13	1	1	15	0.011	1.200	FIX	VRS	2.000	473824.287	4198545.045	751.085
k28	30 09 2015 17:43:59	1	1	15	0.009	1.300	FIX	VRS	2.000	473830.278	4198594.675	749.992
p10	30 09 2015 16:28:28	6	1	12	0.013	1.200	FIX	VRS	2.000	473589.289	4197792.558	798.157
p11	30 09 2015 16:33:12	6	1	11	0.014	1.200	FIX	VRS	2.000	473637.467	4197725.377	801.164
p12	30 09 2015 17:09:09	6	1	12	0.011	1.100	FIX	VRS	2.000	473864.460	4197812.867	780.402
p13	30 09 2015 17:21:08	6	1	13	0.012	1.100	FIX	VRS	2.000	473976.689	4197858.502	776.920
p14	30 09 2015 17:26:53	6	1	14	0.011	1.100	FIX	VRS	2.000	473965.380	4198050.239	769.001
p15	30 09 2015 17:33:25	6	1	14	0.013	1.100	FIX	VRS	2.000	473804.219	4198295.101	763.092
p16	30 09 2015 17:39:44	8	1	12	0.017	1.300	FIX	VRS	2.000	473806.377	4198460.902	754.078
p17	30 09 2015 17:46:56	6	1	15	0.012	1.200	FIX	VRS	2.000	473832.692	4198672.854	748.025
s40	30 09 2015 15:57:24	1	1	13	0.011	1.100	FIX	VRS	2.000	473474.643	4197227.697	813.357
s42	30 09 2015 15:58:51	1	1	13	0.011	1.100	FIX	VRS	2.000	473531.130	4197265.122	819.248
s43	30 09 2015 15:59:18	1	1	13	0.011	1.100	FIX	VRS	2.000	473549.558	4197285.741	820.476
s44	30 09 2015 15:59:41	1	1	12	0.010	1.100	FIX	VRS	2.000	473554.489	4197299.069	820.597
s45	30 09 2015 16:00:38	1	1	12	0.024	1.100	FIX	VRS	2.000	473556.424	4197319.049	820.740
s46	30 09 2015 16:02:16	1	1	13	0.011	1.200	FIX	VRS	2.000	473547.077	4197419.177	819.704
s47	30 09 2015 16:03:31	1	1	12	0.009	1.200	FIX	VRS	2.000	473541.413	4197474.307	822.484
s48	30 09 2015 16:04:43	1	1	13	0.011	1.200	FIX	VRS	2.000	473542.902	4197504.037	822.000
s49	30 09 2015 16:07:44	1	1	11	0.011	1.600	FIX	VRS	2.000	473528.822	4197501.973	824.043
s50	30 09 2015 16:10:42	1	1	11	0.009	1.100	FIX	VRS	2.000	473552.104	4197548.481	818.577
s50	30 09 2015 16:16:50	1	1	12	0.011	1.100	FIX	VRS	2.000	473544.528	4197524.066	820.622

ser

Geomatics Group [RTK Format [5.1.3.5] - C:\Users\User\Desktop\sertac.JXL]

Sayfa : 1/2

EK-6.2 CORS Ham Data Verileri 2

Cri.:0.50m [FIX]/ ZW:3°

NOKTA NO	Oturum Zamanı (UTC)	Epok Sayısı	Veri Toplama Aralığı	Uydu Sayısı (GPS+GLONASS)	RMS (m)	PDOP	Tam Sayı Belirsizlik Çözüm Durumu	Mountpoint (VRS,FKP,MAC) TUSAGA-Aktif Sistemi Yayın Bağlantı Noktası	Anten Yükseklik Okuması	Kesin Koordinat(ITRF-TM 3°42° E)		
										Sağa Değer (Y) (m)	Yukarı Değer (X) (m)	Elipsoid Yüksekliği (h) (m)
s51	30 09 2015 16:17:17	1	1	12	0.011	1.100	FIX	VRS	2.000	473552.105	4197548.475	818.629
s52	30 09 2015 16:18:25	1	1	12	0.011	1.100	FIX	VRS	2.000	473552.246	4197581.348	816.630
s53	30 09 2015 16:20:51	1	1	11	0.011	1.100	FIX	VRS	2.000	473556.976	4197642.979	811.498
s54	30 09 2015 16:22:23	1	1	11	0.009	1.100	FIX	VRS	2.000	473559.540	4197697.123	807.088
s55	30 09 2015 16:23:43	1	1	11	0.011	1.100	FIX	VRS	2.000	473561.654	4197719.617	804.986
s56	30 09 2015 16:25:18	1	1	11	0.009	1.100	FIX	VRS	2.000	473573.081	4197766.710	800.878
s57	30 09 2015 16:38:07	1	1	11	0.010	1.100	FIX	VRS	2.000	473677.939	4197740.409	795.742
s58	30 09 2015 16:58:38	1	1	11	0.008	1.400	FIX	VRS	2.000	473761.564	4197721.124	791.384
s59	30 09 2015 17:00:07	1	1	11	0.009	1.400	FIX	VRS	2.000	473810.299	4197715.973	790.162
s60	30 09 2015 17:01:43	1	1	11	0.011	1.300	FIX	VRS	2.000	473817.770	4197750.488	786.672
s61	30 09 2015 17:18:50	1	1	14	0.009	1.100	FIX	VRS	2.000	473985.477	4197844.577	778.112
s62	30 09 2015 17:21:47	1	1	13	0.009	1.200	FIX	VRS	2.000	473981.411	4197858.189	776.829
s63	30 09 2015 17:22:25	1	1	14	0.010	1.100	FIX	VRS	2.000	473982.530	4197896.257	774.220
s64	30 09 2015 17:22:48	1	1	14	0.011	1.100	FIX	VRS	2.000	473985.122	4197916.419	772.812
s66	30 09 2015 17:23:31	1	1	14	0.011	1.100	FIX	VRS	2.000	473988.604	4197952.076	771.161
s67	30 09 2015 17:24:02	1	1	14	0.009	1.100	FIX	VRS	2.000	473989.591	4197977.377	770.376
s68	30 09 2015 17:24:25	1	1	13	0.006	1.200	FIX	VRS	2.000	473988.517	4197991.148	770.004
s69	30 09 2015 17:24:46	1	1	14	0.010	1.100	FIX	VRS	2.000	473985.561	4198005.289	769.715
s70	30 09 2015 17:25:16	1	1	14	0.009	1.100	FIX	VRS	2.000	473981.042	4198020.379	769.525
s71	30 09 2015 17:25:38	1	1	13	0.009	1.100	FIX	VRS	2.000	473974.720	4198034.528	769.421
s72	30 09 2015 17:27:23	1	1	14	0.009	1.100	FIX	VRS	2.000	473954.600	4198070.723	768.643
s73	30 09 2015 17:29:23	1	1	16	0.013	1.100	FIX	VRS	2.000	473904.562	4198152.626	768.063
s74	30 09 2015 17:29:49	1	1	15	0.010	1.100	FIX	VRS	2.000	473891.955	4198167.610	767.759
s75	30 09 2015 17:30:17	1	1	15	0.009	1.100	FIX	VRS	2.000	473873.289	4198196.711	767.450
s76	30 09 2015 17:30:58	1	1	15	0.016	1.200	FIX	VRS	2.000	473844.625	4198240.692	765.678
s77	30 09 2015 17:32:12	1	1	14	0.011	1.200	FIX	VRS	2.000	473816.758	4198292.950	763.416
s78	30 09 2015 17:33:57	1	1	14	0.019	1.200	FIX	VRS	2.000	473812.131	4198308.124	762.826
s79	30 09 2015 17:34:31	1	1	14	0.010	1.200	FIX	VRS	2.000	473806.037	4198337.919	761.601
s80	30 09 2015 17:34:51	1	1	14	0.009	1.200	FIX	VRS	2.000	473803.985	4198353.106	760.723
s81	30 09 2015 17:35:12	1	1	13	0.009	1.300	FIX	VRS	2.000	473804.165	4198370.708	759.595
s82	30 09 2015 17:35:48	1	1	14	0.009	1.200	FIX	VRS	2.000	473805.253	4198400.961	757.693
s83	30 09 2015 17:37:28	1	1	14	0.023	1.300	FIX	VRS	2.000	473811.954	4198442.944	755.438
s84	30 09 2015 17:41:16	1	1	15	0.016	1.300	FIX	VRS	2.000	473818.505	4198495.311	751.970
s85	30 09 2015 17:44:17	1	1	13	0.013	1.300	FIX	VRS	2.000	473830.644	4198597.376	749.897
s86	30 09 2015 17:44:36	1	1	16	0.017	1.200	FIX	VRS	2.000	473832.321	4198615.156	749.386
s87	30 09 2015 17:45:08	1	1	15	0.013	1.200	FIX	VRS	2.000	473832.849	4198647.059	748.582
s88	30 09 2015 17:47:45	1	1	15	0.012	1.200	FIX	VRS	2.000	473828.586	4198689.975	747.554
s89	30 09 2015 17:48:26	1	1	15	0.011	1.300	FIX	VRS	2.000	473818.767	4198734.503	746.868

Geomatics Group [RTK Format [5.1.3.5] - C:\Users\User\Desktop\sertac.JXL]

ser

Sayfa : 2/2

GPS RIK

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı,adı : KAHRAMAN, Kaan Mithat

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri : 1984 HAKKARİ

Medeni hali : Evli

Telefon : 0539 514 65 00

Faks :

e-mail : kaan-kahraman@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans		
Lisans	Zonguldak Karaelmas Üniversitesi	
	Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği	2010
Lise	Hakkari Anadolu Lisesi	2003

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2010-2011:	Özel Harita Bürosu	Harita Mühendisi
2010-2011	Kırklareli Doğalgaz As-Built İşi	Harita Mühendisi
2011-2012	Şırnak Üniveristesi Yapı İşleri Daire Baş.	Harita Mühendisi
2012-	İller Bankası A.Ş. Diyarbakır Bölge Müdürlüğü	Harita Mühendisi

YabancıDil

İngilizce (İyi)

İLBANK

TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ