



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KIYI BÖLGELERDE KLASİK-RTK ve AĞ-RTK ÖLÇME
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şeri Dilan OĞUZ

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Kemal YURT

AKSARAY, 2023

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ONAY BELGESİ

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 192306417 numaralı Yüksek Lisans/Doktora öğrencisi, “Şeri Dilan OĞUZ”, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ **KIYI BÖLGELERDE KLASİK-RTK ve AĞ-RTK ÖLÇME YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI** ” adlı tezini, aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Kemal YURT

.....

Aksaray Üniversitesi

Jüri Üyeleri : Dr. Öğr. Üyesi Cemil GEZGİN

.....

Aksaray Üniversitesi

Jüri Üyeleri : Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Tarık TORUN

.....

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 19/06/2023

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Doç. Dr.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullanışmada alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

İmza

Şeri Dilan OĞUZ



TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın başlangıcından bitimine bilgi ve deneyimiyle bana yol gösteren, tezimin hazırlanmasında yardımlarını ve yönlendirmeleriyle büyük katkı sağlayan değerli tez danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Kemal YURT' a sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim. Tezimin her aşamasında karşılaştığım sorunların çözümünde desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Cemil GEZGİN' e katkılarından dolayı yürekten teşekkür ederim.

Eğitim hayatımda beni her zaman destekleyen, çok kıymetli abim Ali Kendal OĞUZ' a ve canım ablam Narin ÇELİK' e teşekkürü bir borç bilirim. Bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan sevgili annem Hediye OĞUZ' a babam Hacı OĞUZ' a, ve bana her zaman güç veren ailemin bütün fertlerine sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.



İÇİNDEKİLER

SİMGELER ve KISALTMALAR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1.GİRİŞ.....	1
2.KÜRESEL NAVİGASYON UYDU SİSTEMLERİ (GNSS UYDU SİSTEMLERİ).....	7
2.1 Global Konum Belirleme Sistemi (GPS)	7
2.1.1 GPS' in bölümleri	8
2.2 GLONASS.....	11
2.3 GALİLEO.....	12
2.4 GPS, GLONASS ve GALİLEO Sistemlerinin Karşılaştırılması	13
2.5 Diğer Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri.....	13
3. GNSS İLE KONUM BELİRLEME YÖNTEMLERİ.....	14
3.1 Statik Ölçme Yöntemi	16
3.2 Hızlı Statik Ölçme Yöntemi	17
3.3 Dur-Git Ölçme Yöntemi.....	17
3.4 Tekrarlı Ölçme Yöntemi	18
3.4.1 Merkezsel baz	18
3.4.2 Travers ölçme yöntemi	18
3.5 Kinematik Ölçme Yöntemi	19
4. GERÇEK ZAMANLI KİNEMATİK ÖLÇME YÖNTEMİ (RTK)	20
4.1 Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik (Klasik-RTK) Ölçme Yöntemi.....	20
4.2 Ağ-RTK (Network-RTK).....	22
5.TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GNSS İSTASYONLARI AĞI-AKTİF (TUSAGA-AKTİF/CORS-TR)	25
5.1 Sanal Referans Düzeltme Parametreleri Yöntemi (VRS tekniği)	29
5.2 Alan Düzeltme Parametreleri Yöntemi (FKP)	31
5.3 Ana-Yardımcı Referans İstasyonları Yöntemi (MAC)	32
6.UYGULAMA.....	36
6.1 Çalışmanın Konusu	36
6.2 Nokta Konumlarının Gösterilmesi	38
6.3 Statik Ölçme Oturumlarının Yapılması.....	40
6.5 Klasik-RTK ve Ağ-RTK Ölçme Yöntemleriyle Ölçümlerin Yapılması.....	43
6.6 Çalışmada Kullanılan GNSS Ekipman ve Donanımları.....	49
6.7 Statik Ölçme Verilerinin Değerlendirilmesi ve Dengelenmesi	51
7. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	57
7.1 Klasik-RTK ve Ağ-RTK Ölçme Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	57
8. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	70
KAYNAKLAR.....	73
ÖZGEÇMİŞ.....	78

SİMGELER ve KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AB	Avrupa Birliği
CAD	Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CORS	Continuously Operating Reference Stations
DGPS	Differential Global Positioning System
ECEF	Earth Centered Earth-Fixed Coordinate System
FKP	Flächen Korrektur Paramete
GALILEO	Global Navigation Satellite System
GEONET	GPS Earth Observation Network System
GLONASS	Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema
GPS	Global Positioning System
GPRS	General Package Radio Service
HGK	Harita Genel Komutanlığı
IGS	International GPS Service for Geodynamics
ITRF	International Terrestrial Reference Frame
IRNSS	Indian Regional Navigation Satellite System
İKÜ	İstanbul Kültür Üniversitesi
KBS	Kent Bilgi Sistemleri
KKTC	Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti
KML	Keyhole Markup Language
MAC	Master-Auxiliary Concept
NGS	National Geodetic Survey
TUSAGA	Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TKGM	Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
RİNX	Receiver Independent Exchange Format
RTCM	The Radio Technical Commission for Maritime Services
RTK	Real Time Kinematic
SAPOS	Satelliten Positionierungsdienst
SBAS	Satellite Based Augmentation Systems
SOPAC	Scrips Orbit and Parmanent Arry Center
UHF	Ultra High Frequency
UMTS	Universal Mobile Telecommunicaiton Service
UTM	Universal Transverse Mercator
VRS	Virtual Referance Station
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System
WGS84	World Geodetic System 1984
°	Derece
$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$	Konum Bileşeni Farkları(Düşey, Yatay, Yükseklik değerleri farkları)
X	Konum Koordinatı-Boylam
Y	Konum Koordinatı-Enlem
Z	Konum Koordinatı-Yükseklik
Ppm	Mesafeye Bağlı Olarak Değişen Doğruluk Birimi (Milyonda bir)
Sn	Saniye

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KIYI BÖLGELERDE KLASİK-RTK ve AĞ-RTK ÖLÇME
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Şeri Dilan OĞUZ

Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kemal YURT

ÖZET

İnsan yaşamının başlangıcından bu yana konumunu bilmek istemiştir ve bundan dolayı nerede olduğunu ve nereye gideceğini bulmaya çalışmıştır. Bu duruma yön veren araştırmalar ve buluşlar birbirini takip etmiştir. Bu buluşlardan en dikkat çekicisi GPS (Global Positioning Systems)'tir. Uydularla konum belirleme daha sonraları büyüyerek GNSS (Global Navigation Satellite Systems) sistemini oluşturmuştur. Konum belirleme çalışmaları için Statik ölçme ve Klasik-Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yöntemleri daha önceleri daha çok kullanılırken son zamanlarda giderek kullanımı yaygınlaşan Ağ-RTK ölçme yöntemi oldukça dikkat çekmektedir. Bu çalışmada “Kıyı Bölgelerde Klasik-RTK ile Ağ-RTK ölçme yöntemlerinin karşılaştırılması” üzerine bir araştırma yapılmıştır. Daha önce bu GNSS ölçme yöntemleriyle elde edilen konum doğruluklarının araştırılması TUSAGA-Aktif noktalarının oluşturduğu ağın iç bölgelerinde yapılmış olmasına karşın kenar kısımlarda yapılmamıştır. Bu çalışmada ağın kenar kısımlarında ölçüler yapılarak Klasik-RTK ve Ağ-RTK arasında doğruluk araştırması yapılmıştır. Bunun için kıyı bölgesinde Aydın-Didim ve Muğla-Fethiye’de yüz ölçümleri yaklaşık 3.078 km² ve 1.346 km²’lik iki ayrı çalışma alanı oluşturularak 12 adet nokta yeri belirlenmiştir. AYD2-DİDİ-MUG1 ve FETH-KAAS-FINI sabit TUSAGA-Aktif noktaları arasında bir baz oluşturulduğunda N4, N5, N6, IN1, IN2, IN3 noktaları ağ yapısının iç kısmında N1, N2, N3, DN1, DN2, DN3 noktaları ise ağ yapısının dış kısmında yer almıştır. Statik, Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçme yöntemleri ile her iki bölgedeki çalışma alanlarında yer alan 12 adet noktada ölçümler yapılmıştır. Öncelikle 12 adet noktada statik ölçme yapılmış ve bu ölçü değerleri kesin ölçü değerleri olarak kabul edilerek bu ölçü değerlerine göre Klasik-RTK ölçme yöntemi yapılmıştır. Statik ölçme değerleri ile Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçme yöntemleri ile elde edilen ölçü değerlerinin sırasıyla farkları alınmıştır. Bu ölçü farkları çeşitli yönlerden incelenerek karşılaştırılmıştır. Ölçü farkları incelendiğinde Klasik-RTK için 9 adet ölçü noktasının yatayda ortalama farkı 0.0489 m, düşey yönde ortalama farkı 0.0382 m; Ağ-RTK için 12 adet ölçü noktasının yatayda ortalama farkı 0.1678 m, düşey yönde ortalama farkı 0.0382 m olduğu ve bu sonuçlara göre Klasik-RTK ölçme yöntemi ile elde edilen ölçü değerlerinin statik ölçme değerlerine daha yakın olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: GNSS, Klasik-RTK, Ağ-RTK, Statik

Haziran, 2023;78 sayfa

MASTER THESIS
COMPARISON OF CLASSICAL-RTK and NETWORK-RTK
MEASUREMENT METHODS IN COASTAL REGIONS

Şeri Dilan OĞUZ

Aksaray University
Institute of Science and Technology
Department of Geographic Engineering

Supervisor: Assistant Professor Kemal YURT

ABSTRACT

Since the beginning of human life, human beings have wanted to know their position and have therefore tried to find out where they are and where they are going. Researches and inventions that have shaped this situation have followed one another. The most remarkable of these inventions is GPS (Global Positioning Systems). Positioning by satellites later grew to form the GNSS (Global Navigation Satellite Systems) system. While Static surveying and Classical-Real Time Kinematic surveying methods have been used more for position determination studies, the Network-RTK surveying method, which has recently become increasingly widespread, has attracted much attention. In this study, a research on "Comparison of Classical-RTK and Network-RTK surveying methods in Coastal Regions" was conducted. Previously, the position accuracies obtained with these GNSS measurement methods have been investigated in the inner regions of the network formed by TUSAGA-Active points, but not in the edges. In this study, measurements were made at the edges of the network and the accuracy between Classical-RTK and Network-RTK was investigated. For this purpose, two separate study areas with a surface area of approximately 3.078 km² and 1.346 km² were established in Aydın-Didim and Muğla-Fethiye in the coastal region and 12 point locations were determined. When a base was created between AYD2-DIDI-MUG1 and FETH-KAAS-FINI fixed TUSAGA-Active points, N4, N5, N6, IN1, IN2, IN3 points were located in the inner part of the network structure and N1, N2, N3, DN1, DN2, DN3 points were located in the outer part of the network structure. Static, Classical-RTK and Network-RTK measurement methods were used at 12 points in the study areas in both regions. First of all, static measurements were made at 12 points and these measurement values were accepted as exact measurement values and the Classical-RTK measurement method was made according to these measurement values. The differences of the static measurement values and the measurement values obtained by Classical-RTK and Network-RTK measurement methods were taken respectively. These measurement differences were analyzed and compared in various aspects. When the measurement differences were analyzed, it was seen that the average difference of 9 measurement points for Classical-RTK was 0.0489 m horizontally and 0.0382 m vertically; the average difference of 12 measurement points for Network-RTK was 0.1678 m horizontally and 0.0382 m vertically, and according to these results, the measurement values obtained with the Classical-RTK measurement method were closer to the static measurement method.

Keywords: GNSS, Classic-RTK, Network-RTK, Static

June, 2023; 78, page

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. GPS Uyduları.....	8
Şekil 2. 2. GPS'in bölümleri.....	8
Şekil 2. 3. Uzay bölümü.....	9
Şekil 2. 4. Kontrol bölümü.....	10
Şekil 3. 1. Bir uydu ve alıcı arasındaki mesafe	14
Şekil 3. 2. İki uydu ve alıcı arasındaki mesafe	15
Şekil 3. 3. Üç uydu ve alıcı arasındaki mesafe	15
Şekil 3. 4. GNSS ile konum belirleme yöntemleri	16
Şekil 3. 5. Statik Ölçme Yöntemi	17
Şekil 3. 6. Hızlı statik ölçme yöntemi.....	17
Şekil 3. 7. Kinematik ölçme yöntemi	19
Şekil 5. 1. Türkiye Ulusal Temel GNSS İstasyonları Ağı-Aktif	25
Şekil 5. 2. Sanal referans düzeltme parametreleri yöntemi	30
Şekil 5. 3. VRS tekniği	30
Şekil 5. 4. FKP tekniği.....	31
Şekil 5. 5. MAC yöntemi	32
Şekil 5. 6. ABD CORS dağılımı	34
Şekil 6. 1. Birinci bölge I. çalışma alanı	37
Şekil 6. 2. İkinci bölge II. çalışma alanı	38
Şekil 6. 3. Birinci bölge I. çalışma alanında yer alan noktaların Google Earth görüntüsü.....	39
Şekil 6. 4. İkinci Bölge II. çalışma alanında tesis edilen noktaların Google Earth görüntüsü.....	40
Şekil 6. 5. Eğik anten ölçümü.	41
Şek il 6. 6. Statik ölçme oturumları uygulamasından görüntüler.	42
Şekil 6. 7. İkinci bölge II. çalışma alanında yapılan Ağ-RTK uygulamasından görüntüler.	44
Şekil 6. 8. Ölçüm anındaki el ünitesinin görüntüsü	46
Şekil 6. 9. I.Çalışma alanındaki N3 noktasında kurulan sabit GNSS alıcısı	47
Şekil 6. 10. I.Çalışma alanında N2 noktasındaki gezici GNSS alıcısı.....	47
Şekil 6. 11. TOPCON GR-5 GNSS alıcısı ve FC-500 el ünitesi.	49
Şekil 6. 12. Topcon Receiver Utility programı veri aktarımı.	52
Şekil 6. 13. Leica Geo Office 7.0 yazılımında I. Çalışma alanında yer alan 6 noktanın sabit	55
Şekil 6. 14. Leica Geo Office 7.0 yazılımında II. Çalışma alanında yer alan 6 noktanın sabit FETH, KAAS ve FINI TUSAGA-Aktif istasyonlarına dayalı dengelenmesi	55
Şekil 6. 15. Birinci bölge I. çalışma alanındaki 6 adet noktanın dengelenmiş statik ölçü değerleri.....	56
Şekil 6. 16. İkinci bölge II. çalışma alanındaki 6 adet noktanın dengelenmiş statik ölçü değerleri.....	56
Şekil 7. 1. N1 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik .	62
Şekil 7. 2. N2 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik .	63
Şekil 7. 3. N3 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik .	64
Şekil 7. 4. N4 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik .	64
Şekil 7. 5. N5 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik .	65
Şekil 7. 6. N6 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik .	66

Şekil 7. 7. IN1 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik.....	66
Şekil 7. 8. IN2 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik.....	67
Şekil 7. 9. IN3 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik.....	67
Şekil 7. 10. DN1 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik	68
Şekil 7. 11. DN2 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik	68
Şekil 7. 12. DN3 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik	69



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2. 1. GPS, GLONASS ve GALILEO sistemlerinin karşılaştırılması.....	13
Çizelge 5. 1. TUSAGA-Aktif sabit istasyonlarından kullanım amaçlarına göre yararlanılan kurum ve kuruluşlar.....	27
Çizelge 6. 1. I.Çalışma alanında yer alan 6 adet noktada yapılan statik ölçümü oturum bilgileri.....	42
Çizelge 6. 2. II. Çalışma alanında yer alan 6 adet noktada yapılan statik ölçümü oturum bilgileri.....	43
Çizelge 6. 3. Birinci bölge I. çalışma alanında bulunan 6 adet noktanın Ağ-RTK ölçü değerleri.....	45
Çizelge 6. 4. İkinci bölge II. çalışma alanında bulunan 6 adet noktanın Ağ-RTK ölçü değerleri.....	45
Çizelge 6. 5. Birinci bölge I. çalışma alanında bulunan 6 adet noktanın Klasik-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen projeksiyon sistemindeki koordinat değerleri.	48
Çizelge 6. 6. İkinci bölge II. çalışma alanında bulunan 6 adet noktanın Klasik-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen projeksiyon sistemindeki koordinat değerleri.	48
Çizelge 6. 7. TOPCON GR-5 GNSS alıcısı teknik özellikleri	50
Çizelge 6. 7 (devam). TOPCON FC500 el kontrol ünitesi teknik özellikleri.....	51
Çizelge 6. 9. 11 Ağustos ve 29 Ekim günlerine ait GNSS takvimi.	53
Çizelge 6.10. TUSAGA-Aktif istasyonlarının ITRF 96 2005.0 sistemindeki güncel Kartezyen koordinat ve hızları.....	54
Çizelge 6. 11. TUSAGA-Aktif noktalarının referans epoğundaki koordinatları ölçü epoğuna ötelenmesi sonucunda değişmez alınan TUSAGA-AKTİF istasyonlarının projeksiyon koordinat değerleri	54
Çizelge 7. 1. I. Çalışma alanında yer alan 6 adet noktanın Statik– Klasik-RTK ölçü farkları	58
Çizelge 7. 2. I. Çalışma alanında yer alan 6 adet noktanın Statik–Ağ-RTK ölçü farkları	59
Çizelge 7. 3. II.Çalışma Alanında yer alan 6 adet noktanın Statik ile Klasik-RTK ölçü farkları	59
Çizelge 7. 4. II. Çalışma Alanında yer alan 6 adet noktanın Statik ile Ağ-RTK ölçü farkları	60
Çizelge 7. 5. Her iki çalışma alanında ağın iç kısmında yer alan 6 adet noktanın Statik ile Klasik-RTK ölçü farkları	60
Çizelge 7. 6. Her iki çalışma alanında ağın iç kısmında yer alan 6 adet noktanın Statik ile Ağ-RTK ölçü farkları.....	61
Çizelge 7. 7. Her iki çalışma alanında ağın dış kısmında yer alan 6 adet noktanın Statik ile Klasik-RTK ölçü farkları	61
Çizelge 7. 8. Her iki çalışma alanında ağın dış kısmında yer alan 6 adet noktanın Statik ile Ağ-RTK ölçü farkları.....	62

1.GİRİŞ

İnsanoğlu yaşamı boyunca nerede olduğunu ve nereye gideceğini bulmaya çalışmış, bunun için insanlık tarihinin başlangıcına baktığımızda bir yerden bir yere gidip geri dönerken yönlerini tekrar bulmak için bazı yerleri çeşitli yöntemlerle işaretlemişlerdir [1]. Fakat bu işaretleme yöntemleri yaşadıkları yerlerden çok uzaklara gitmelerini engellemiştir. Çünkü kullanılan işaretler rüzgar, yağmur, kar gibi çeşitli doğa olaylarından etkilenerek kısa sürede bozulup yok olduğundan kullanılan işaretleme yöntemleri etki olmadığından bulundukları yerlerde daha kalıcı yöntemler bulmaya çalışmışlardır. Daha sonraki zamanlarda bu defa yıldızlardan yararlanılmış fakat bu yöntemde de gözlem gücü ve zaman açısından kısıtlayıcı özellikler barındırdığından dolayı istenilen boyutta yararlanılamamıştır [2]. Bütün bunlardan anlaşılacağı gibi insan yaşamının başlangıcından bu yana konumunu bilmek istemiş ve bu duruma yön verecek olan çalışmaların, buluşların birbirini takip ettiği süreçler yaşanmıştır. Zamanla değişen ve gelişen şartlar ile birlikte konuma ihtiyaç duyan alanlar artmış ve günden güne konum bilgisine daha fazla ihtiyaç duyulmuştur. Bu duruma paralel olarak teknolojinin gelişmesi ve ilerlemesiyle konum belirleme sistemleri de geliştirilmiştir. İhtiyaçlara cevap verecek nitelikte bir sistem oluşturmaya yönelik atılan ilk adım 1940'lı yıllara dayanmaktadır. 1940'tan bu yana birbirini takip eden buluşlar, konum belirleme çalışmaları için geliştirilen sistemlerin temelini oluşturmuştur. Günümüze kadar birçok değişime uğramış ve çok yönlü gelişerek büyümesi devam etmektedir. Geliştirilen sistemlerin başında GPS (Global Positioning Systems)' in geldiği söylenebilir. Amerika Birleşik Devletleri, ordularının bulundukları mevzilerde daha koordineli çalışabilmesini hedefleyen bu sistem ve bu yönde geliştirdiği küresel konumlama sistemleri önceleri yalnızca askeri amaçlı kullanımı mümkündü. 1980'li yıllarda sivil kullanıma izin verilerek haritacılık, ölçme faaliyetleri, jeodezik uygulamalar, yerkabuğu hareketlerine bağlı oluşan değişimlerin takibi, araç navigasyon sistemleri, mühendislik hizmetleri gibi farklı alanlarda araştırmaların önü açılmıştır [3].

Amerika Savuma Dairesi'nin geliştirmiş olduğu GPS uydusu ile başlangıçta yalnızca konum koordinatları elde ediliyordu. Daha sonraları hızla gelişen teknolojiyle birlikte GPS uyduları da geliştirilen yeni özellikleriyle beraber değişimini ve gelişimini devam ettirmektedir. Öte yandan zamanla GPS uydularına eşlik eden

farklı uydular diğer ülkeler tarafından geliştirilerek uydu sistemleri oluşturulmuş ve kısaca GNSS (Global Navigation Satellite System) olarak ifade edilmiştir. GNSS olarak adlandırılan uydu sistemleri GPS, GLONASS, GALILEO, COMPASS /BEIDOU vd.' den oluşmaktadır [2]. Dünyanın önde gelen ülkeleri olarak bilinen Amerika, Rusya, Avrupa Birliği, Çin, Japonya ve Hindistan'ın kendilerine ait geliştirdikleri uyduların sayıları gün geçtikçe artmıştır. Gökyüzünün açık olduğu tüm mevkilerde, arazi ve atmosferik etkilerden bağımsız olarak alıcılarla anlık ve sürekli olarak konum bilgisine, GNSS sistemiyle kolayca ulaşabilir. GNSS, kullanıcılarına yüksek doğrulukta konum bilgisini, hızlı ve düşük maliyetli konum belirleme yöntemleri, sunar [4].

Dünden bugüne birçok değişime uğrayan, çok yönlü gelişen, dünya çapında kullanıcıları olan GNSS' in sınırı olmayan birçok kuruluşun ve kullanıcının vazgeçilmez unsuru haline geldiği söylenebilir [3].

Tarih boyunca konum bilgisine ulaşmak için kullanılan yöntemler her geçen gün biraz daha gelişim göstermiştir. Bu gelişmeler daha ergonomik cihazlarla daha hızlı ve hassas konum bilgisi elde etme olanağı sunmuştur [5]. GNSS sistemlerinin geliştirilmiş birçok özelliği ile birlikte jeodezik araştırmaların da önünü açacak nitelikte olduğu ve bu araştırmaların da bu sayede ivme kazandığı saptanmıştır. Ayrıca bu duruma paralel geliştirilen farklı ölçme yöntemlerinin bilinen kısıtlayıcı özellikleri, minimum seviyeye indirgenmesi hedeflenmiştir. Daha önceleri Statik ve Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yöntemleri kullanılarak yapılan ölçümlerin sonucunda elde edilen bilgiler ancak çeşitli yazılımlarda değerlendirilerek kullanılabilir hale gelebiliyordu. Söz konusu olan bu durum da her çalışmanın amacına uygun düşmüyordu [6].

Son zamanlarda konum belirleme yöntemlerinde önemli gelişmeler meydana gelmiştir. Kısa zamana çok işi sığdırmak çağın gerekliliği haline gelmişken, özellikle zaman kullanımının çok fazla önem arz ettiği mühendislik uygulamalarında zamanın verimli kullanılmasını sağlayarak ön plana çıkan, Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yöntemi; ölçümlerin yapılması için arazideki sabit referans alıcıdan veriler gezici alıcıya gönderilerek konum bilgisine ölçme yapılan anda arazide elde edilmesine olanak tanıyan ve hassas sonuçların kısa zamanda elde edilmesini

sağlayan Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik veya kısaca GZK olarak tanımlanan bir GNSS ölçme yöntemidir [7].

Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yöntemi kendinden önceki GNSS ölçme yöntemlerine fark atmış ve kısa zamanda yaygınlaşarak imar uygulamaları, kanal, boru hattı, kent bilgi sistemleri ve yol projelerinde, navigasyon, aplikasyon, imar uygulamaları gibi çok geniş bir kullanım alanına yayılmış ve konum belirleme yöntemleri arasında yer bulmuştur [8]. Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yöntemi üzerinde bazı deneme çalışmaları yapılarak farklı birçok çalışma alanında kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yapılan araştırmalar göstermiştir ki Statik ölçme ve klasik yersel ölçme yöntemlerine yakın doğrulukta ölçme sonuçlarını verdiği ve bunun yanında Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yönteminin aynı zamanda hem daha hızlı hem de ölçme süreci uzun zamana yayıldığında daha az maliyetli olduğu gözlemlenmiştir [9].

Diğer ölçme yöntemlerine (Statik Ölçme ve klasik yersel ölçme yöntemleri) göre daha pratik olan Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yönteminde gezici alıcının, sabit referans istasyonuna bağımlı olması ve bu sabit istasyona olan uzaklığın bir sınırının olması bu ölçme yönteminde kısıtlayıcı bir durum oluşturmuştur. Bu yöntemde var olan sınırlılıkları aşmak için farklı fikirler ve buluşlar geliştirilmiştir. Bunlardan bir tanesi de çok sayıda referans istasyonunun kurulmasıdır. Bu fikirler ışığında var olan sınırlayıcı durumları aşabilecek Ağ-RTK (Network-RTK) veya CORS (Continuously Operating Reference Station) olarak adlandırılan yeni bir konum belirleme yöntemi geliştirilerek var olan konum belirleme yöntemlerine alternatif bir sistem halini almıştır [10, 11]. Sabit referans istasyonuna olan bağımlılık ve mesafe problemi Ağ-RTK ölçme yöntemi ile aşılmış, ayrıca güvenilir ve hassas konum doğruluğunun elde edilmesi, uzaklığa bağlı oluşabilecek hatalardan kaçınma ve uygulamalarda kısa zamanda maximum verimlilik sağlayan bu yöntem, Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yönteminde bulunan kısıtlayıcı durumları neredeyse minimum seviyesine düşürerek, alternatif bir ölçme yöntemi rolünü üstlenmiştir [12].

Çok sayıda ülke Ağ-RTK ya da CORS (Continuously Operating Reference Station) olarak da bilinen bu tekniği kullanmak için kendi içerisinde sürekli gözlem yapacak sabit istasyonları ağı oluşturmuşlardır. Bu tekniği ülkemiz 2009 yılından bu yana

ülkenin tamamını kapsayacak şekilde 158 sabit referans istasyonundan oluşan TUSAGA-AKTİF (Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Ağı-Aktif) ya da CORS-TR olarak adlandırılan bir sistem oluşturulmuştur [13].

Geçmişten bu yana konum bilgisine erişim için izlenen yolları ve bunun için yapılan araştırmalar keşfedilen ve geliştirilen yöntemler incelendiğine bu durumlara paralel olarak mühendislik uygulamalarının ve jeodezik araştırmaların günden güne daha fazla önem kazandığı, konum bilgisine ihtiyaç duyulan alanların genişlediği, haritacılık faaliyetlerinin giderek yaygınlaştığı görülmüştür. Gelişen ve değişen koşulların getirmiş olduğu yeni durumlar yeni konum belirleme yöntem ve teknikler keşfedilmesine zemin hazırlamış ve bu GNSS sistemlerine dahil edilerek yer edinmiştir [3]. GNSS ölçme yöntem ve teknikleri ile ilgili geçmişten günümüze bir çok araştırma çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları şöyledir:

- Tek Bazlı RTK GNSS Yönteminin Ağ RTK'sına Karşı Performansı araştırılmıştır. CORS-TR ağı ve RTK çözümü aynı noktalarda kullanılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu çalışma 2 aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, YLDZ istasyonunun koordinatları belirlenmiştir. VRS kullanılarak yapılan gerçek zamanlı ölçümlerle CORS-TR ağı yöntemi kullanılmıştır. Bu ölçüm sonucunda, koordinatların hassasiyeti ve YLDZ noktasının standart sapmaları CORS-TR' de hesaplanmıştır. İkinci aşamada, YLDZ tek üssünden sırasıyla 10, 15, 25, 40 ve 50 kilometrelik mesafelerdeki istasyonlardan 5 tekrarlı test edilmiş ve kıyaslamalar gerçekleştirilmiştir. CORS-TR ağı ile kıyaslama noktalarında yapılan ölçümler sonucunda bilinen ve ölçülen koordinatlar arasındaki farklar yatayda ve düşeyde 3-4 cm'nin altındadır. Standart sapmaların çoğu yatay olarak 1 cm'ye yakın veya altında ve düşey olarak da 3-4 cm olduğu gözlemlenmiştir. İki RTK çözümü tarafından belirlenen koordinat farkları, ölçülen epokların %99'unda 1.5 cm'nin altında kalmıştır [14].
- Başka bir çalışmada 100 noktalı bir test alanı oluşturulmuştur. Nokta koordinatları hızlı statik yöntem, CORS-TR, Klasik RTK ve Total Station ile belirlenmiştir. Hızlı statik yöntemle belirlenen koordinatlar esas alınarak Total Station, Ağ-RTK, Klasik-RTK ölçme yöntemleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. GNSS ile konum belirleme yöntemlerinden Hızlı statik

ölçme yöntemi ile Total Station tekniği karşılaştırıldığı zaman 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 Hızlı statik ölçülerine en yakın değerleri, Total Station sonuçları vermiştir [15].

- Farklı bir çalışmada, otuzar noktalı 10 bölgede yerleri belirlenen noktaların konumları, yalnızca GPS uyduları ve GPS , GLONASS uyduları kullanılarak iki farklı şekilde belirlenmiştir. Farklı bölgelerde yer alan 300 adet noktanın ölçü sonuçları, bir bütün olarak karşılaştırılması yapılmıştır. Ortalama hatalar ± 2.21 cm ± 7.81 cm arasında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek farkların ise yüksekliklerde olduğu görülmüştür [16].
- Bir başka çalışma örneğinde, RTK ve NRTK teknikleri göz önünde bulundurularak GNSS kitlesel Pazar alıcıların kadastro çalışmaları için kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bunun için 4 farklı alan belirlenerek 16 adet noktada İki farklı teknik araştırılmıştır. Dört farklı alanda (A, B, C, D olarak adlandırılan), kadastro parsellerinin farklı sınırları boyunca 16 nokta dikkate alınmış ve tek bazlı bir RTK araştırması gerçekleştirilmiştir. Kitlesel pazar ana cihazı, gezici sahadan yaklaşık 1, 3, 5, 8 ve 10 km uzaklıkta iyi bilinen bir noktaya yerleştirilmiştir. Tek bazlı konumlandırma için kullanılan aynı noktalar dikkate alınarak, NRTK araştırması, VRS düzeltmesi kullanılarak yapılmıştır. Ana ve gezici alıcılar arasındaki mesafe 5 km'den azsa, tek bazlı bir metodolojiden yararlanılabilirken, istasyonlar arası mesafe artarsa ancak bir CORS ağı mevcutsa NRTK konumlandırması kullanımının daha iyi olacağı sonucuna varılmıştır [17].
- Bir diğer çalışmada, Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri (GNSS) alıcılarının doğruluğu ve hassasiyeti farklı düzeltme tekniklerine bağlı olarak belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 12 saatlik GNSS gözlemleri SLCK-Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (SLCK-TNFGN) noktasında gerçekleştirilmiştir. Dört farklı alıcı kullanılarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde, aynı çalışma ekibi, aynı atmosferik koşullar ve aynı uydu konfigürasyonu kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, alıcıların doğruluk ve 2D konumlandırma ve yükseklikteki alıcıların hassasiyeti düzeltme tekniğine bağlı olarak değiştiği görülmüştür [18].

Dünyada kıyıya yakın bölgelerde yerleşim oldukça rağbet gören bir kesimi oluşturmaktadır. Kıyı bölgeleri turizm, ulaşım, sanayi, yerleşim gibi birçok

farklı alanda tercih edilebilmektedir. Bu durum ülkemizde de aynı şekilde fazlaca tercih edilmekte olup ve buna bağılı olarak aynı zamanda bazı zararlar da oluşabildiğı gözle görülebilir şekildedir [19]. Yeryüzünde meydana gelen değışimler sonucunda herhangi bir yerin anlık konumu, bu değışimden etkilenir ve belirlenecek konumun hassasiyetini de buna göre değıştirebilmektedir. Konum hassasiyeti yapılacak olan çalışmanın amacına göre de değışim gösterebilmektedir. Bu tez çalışmasında “Kıyı Bölgelerde Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yöntemi ile Ağ-RTK ölçme yöntemlerinin karşılaştırılması” üzerine bir çalışma yapılmıştır. Daha önce bu GNSS ölçme yöntemleriyle elde edilen konum doğruluklarının araştırılması TUSAGA-Aktif noktalarının oluşturduğu ağıın iç bölgelerinde yapılmış olmasına karşın kenar kısımlarda yapılmamıştır. Bu çalışmada ağıın kenar kısımlarında ölçüler yapılarak Klasik-RTK ve Ağ-RTK arasında doğruluk araştırması yapılmıştır. Bunun için kıyı bölgesinde iki farklı alanda 12 adet noktada statik ölçme yapılarak bu yöntemle elde edilen ölçüm sonuçlarına göre Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yöntemi ile Ağ-RTK ölçme yöntemleri karşılaştırılmıştır [15].

2.KÜRESEL NAVİGASYON UYDU SİSTEMLERİ (GNSS UYDU SİSTEMLERİ)

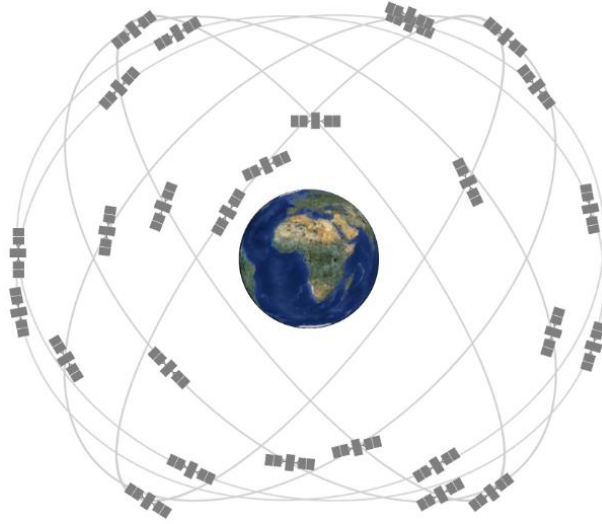
Önceleri yalnızca Amerika Birleşik Devletleri tarafından üretilmiş olan GPS uydu sistemi ile belirlenen uydu-bazlı konum belirleme sistemi daha sonraları diğer bazı ülkelerin geliştirdikleri;

- GPS (Global Positioning System; Küresel Konumlama Sistemi- ABD).
- GLONASS (Global Navigation Satellite System; Küresel Uydu Konumlandırma Sistemi - RUSYA).
- GALİLEO (Alternatif Uydu Yönleyici Sistemi - AVRUPA BİRLİĞİ).
- COMPASS, BeiDou-2, (BeiDou Navigation Satellite System; BeiDou Uydu Navigasyon Sistemi - ÇİN).
- BeiDou-1 (BeiDou Navigation Satellite System; BeiDou Uydu Navigasyon Sistemi - ÇİN).
- IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System; Hint Bölgesel Navigasyon Uydu Sistemi); NAVIC (Navigation Indian Constellation - HİNDİSTAN).
- QZSS (Quasi-Zenith Satellite System-JAPONYA).

sistemlerin dünyada yerini alması ile genişleyen bu küresel sistem GNSS (Global Navigation Satellite System) olarak isimlendirilmiştir. Sivil ve askeri vb. birçok alanda kullanılan Küresel Uydu Konum Belirleme Sistemleri gün geçtikçe gelişmekte olup ve bu duruma paralel olarak bu sistemi kullanan kullanıcı sayısı her geçen gün arttığı söylenebilir [53].

2.1 Global Konum Belirleme Sistemi (GPS)

İlk olarak askeri amaçlar için Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı tarafından 1973 yılında geliştirilen NAVSTAR (NAVigation System Using Time And Ranging) GPS; uydularından yayınlanan radyo sinyalleri yardımıyla gece, gündüz, ekonomik, hızlı, hava şartlarından bağımsız hassas doğruluğa sahip 3 boyutlu konum belirleme sistemidir. Konum bilgisi dışında ayrıca zaman ve hız bilgilerini bir arada sunan bu sistem 3 bölümden oluşmaktadır [20]. Dünya orta yörüngesinde MEO (Medium Earth Orbit) bulunan GPS uyduları verilmiştir (Şekil2.1) [54].

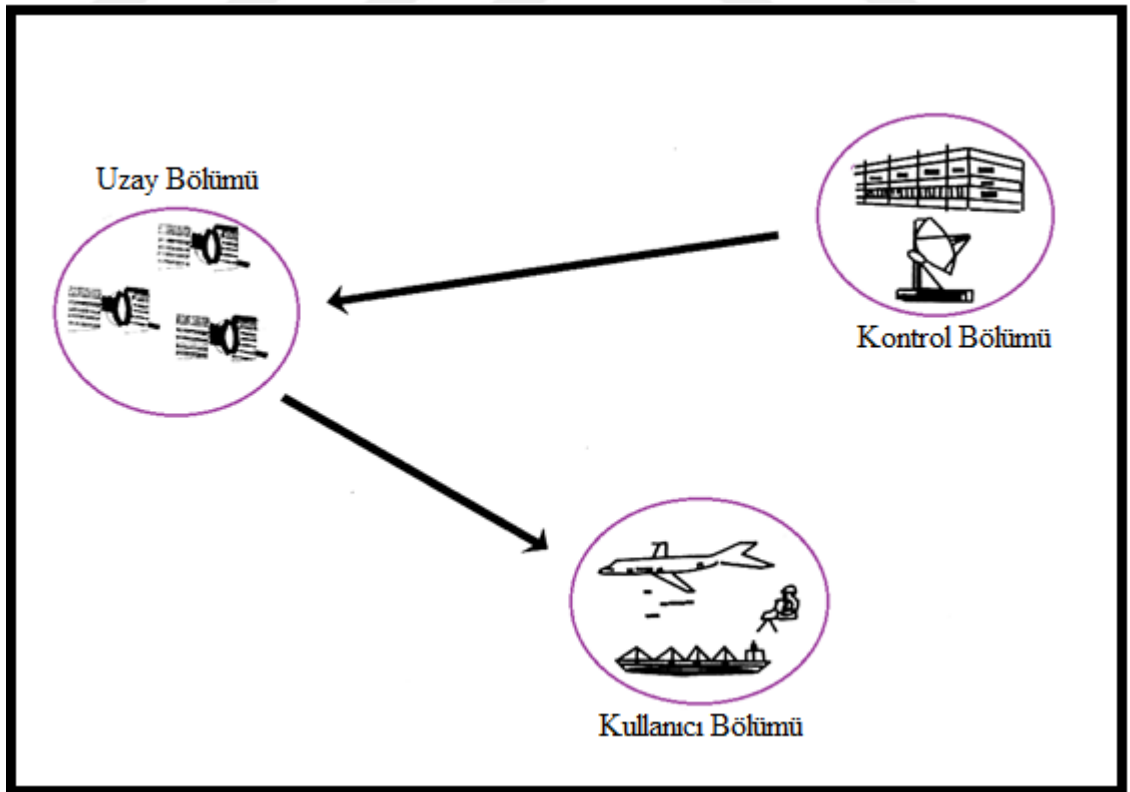


Şekil 2. 1. GPS Uyduları.

2.1.1 GPS' in bölümleri

GPS sistemi 3 ana bölümden meydana gelmektedir (Şekil 2.2). Bunlar;

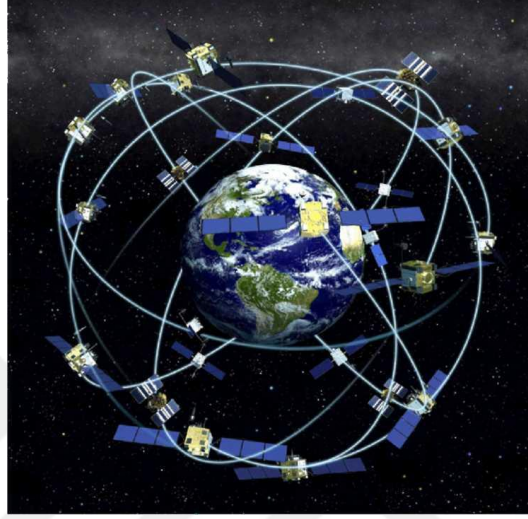
- Uzay Bölümü
- Kontrol Bölümü
- Kullanıcı Bölümü'dür [21].



Şekil 2. 2. GPS' in bölümleri.

2.1.1.1 Uzay bölümü

GPS sisteminin uzay bölümü önceleri, L1 ve L2 diye iki farklı frekans üzerinden faz ve kod ölçüleri ile birlikte kendi yörünge bilgilerini yayımlayan uydulardan oluşmaktaydı. Daha sonraları modernize edilen GPS'e L2C, L5 ve L1C frekans bantları eklenerek sinyaller daha güçlü hale getirilmiştir ve bu sayede daha hassas konum bilgisinin elde edilmesi sağlanmıştır (Şekil2.3).



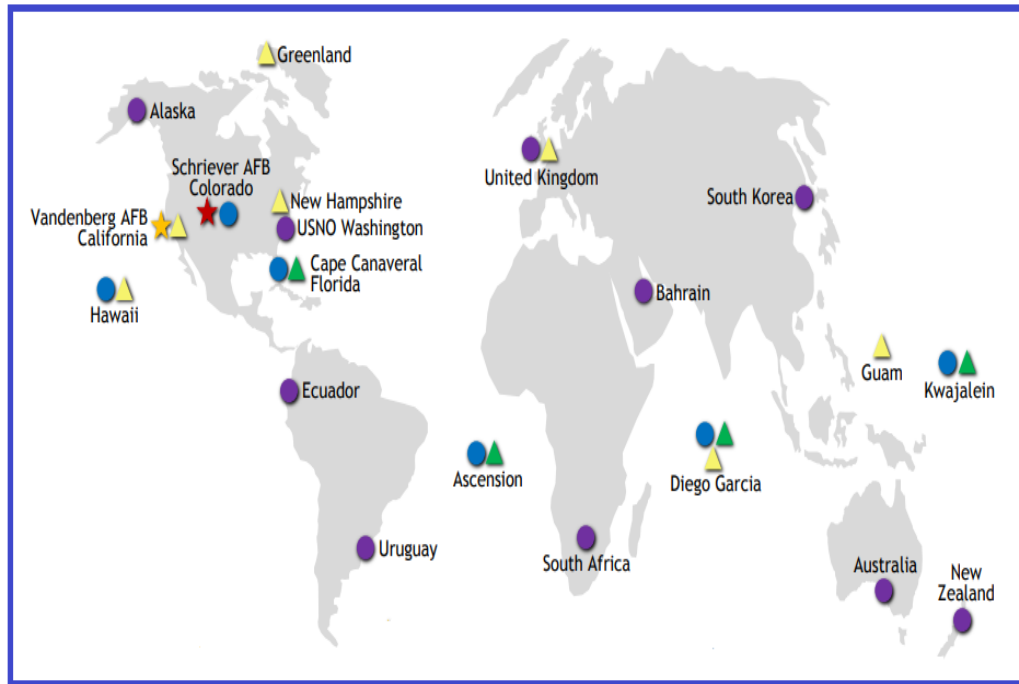
Şekil 2. 3. Uzay bölümü.

Uydular, navigasyon bilgilerini ve eş zamanlı sinyalleri taşıyıcı frekans üzerinden iletir. 1973 tarihinden bu yana uzaya çok sayıda GPS uydusu fırlatılmıştır. Yapılan planlamalara göre öngörülenden daha fazla GPS uydusu hizmet vermeye başlamıştır. Son güncellemelere göre GPS sisteminin 32 adet uydusu bulunmaktadır. Yerden yüksekliği yaklaşık olarak 20200 km olan ve 55°'lik açı ile dünyanın 6 farklı yörüngesine yerleştirilmiş olan GPS uyduları ayrıca dünyanın çevresini yaklaşık olarak 12 saatlik periyotlarla tamamlamaktadır. Hassas konum bilgisine, dünyanın herhangi bir yerinden en az 4 uyduya bağlanılarak tasarlanan bu sistem ile ulaşılabilir. Günümüzde artan GPS uyduları sayesinde daha fazla uydu ile daha hassas konum bilgisi elde etmek mümkün hale gelmiştir. Uzaya fırlatılış tarihlerine göre GPS uyduları kronolojik olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre; 1978-1998 yılları arasında fırlatılmış birinci grup uydulara Block I bu tarihten sonrası için fırlatılmış olan uydular sırasıyla Block II, Block IIA, Block IIR, Block IIR-M, Block IIR-44, Block IIF, Block III diye isimlendirilmiştir. Tarihlerine göre bu uydulara bakacak olursak her uydu kendisinden bir öncekine göre daha iyi bir teknolojiyle tasarlanmış ve daha gelişmiş özelliklerle donatılmıştır. Modernizasyon

alışmaları devam eden bazı güncellenen uyduların frekanslarına ek olarak, askeri M kodu eklenmiş, güncellenen kimi uydulara da L5 sivil frekansı eklenerek can güvenliği hizmetleri için kullanılması planlanmıştır [22, 23, 55].

2.1.1.2 Kontrol bölümü

Dünyanın farklı yerlerinde bulunan 5 izleme ve 1 ana istasyonundan oluşan kontrol bölümü, 5 izleme istasyonu Ascension, Cape Canavaral, Dieogo Garcia, Hawaii ve Kwajalein’de ana istasyon ise Colorado’da (ABD) yer almaktadır (şekil 2.4). Dünya zerine farklı yerlere dağılmış ve konumları bilinen GPS uyduları, 6 farklı sabit izleme istasyonundan izlenmektedir. Kontrol bölümü, uyduların günlük olarak sağlıklı bir şekilde çalışmasını sağlamak, uydu saat düzeltmelerini yapmak, toplanan veriler yardımıyla uydu yörüngelerini belirlemek ve SA (Selective Availability) etkilerini belirleyip uydulara yüklemektedir. Bütün sistemi kontrol eden ana kontrol istasyonu, uydu efemeris bilgilerini, saat düzeltme hesaplarını her bir uydu için düzenler ve hesaplar. Uydu efemeris bilgilerinin toplanması ve gözlem istasyon görevini diğer 5 izleme istasyonu yapar.



şekil 2. 4. Kontrol bölümü.

2.1.1.3 Kullanıcı bölümü

Anten ve alıcıdan oluşan kullanıcı bölümü kullanım amaçları göz önüne alınarak sınıflandırılmıştır. Bunlar;

- 1) Kullanım Amaçlarına Göre
 - (i) Bilimsel amaçlı alıcılar
 - (ii) Pratik amaçlı alıcılar
- 2) Kullanım Alanlarına Göre
 - (i) Askeri amaçlı alıcılar
 - (ii) Sivil tip alıcılar
- 3) Yapılarına Göre
 - (i) Frekansına göre: Tek ve çift frekanslı alıcılar

Ayrıca GPS sinyallerini kaydeden aletlerin 7 bölümü bulunmaktadır. Bunlar;

- Anten ve güçlendirici
- Sinyal değerlendirme bölümü
- Mikroişlemci
- Data Kayıt
- Dış iletişim
- Enerji kaynağı
- Osilatör [24].

2.2 GLONASS

GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema), Küresel Uydu Konumlandırma Sistemi ifadesiyle Türkçedeki karşılığını bulan bir uydu konumlandırma sistemidir. Bu uydu konumlandırma sisteminin yapımı ve tasarımı SSCB tarafından geliştirilmiş ve tamamlanmıştır. Sistemin ilk uydusu 12 Ekim 1982’de SSCB tarafından uzaya fırlatılmıştır. 1991 yılında SSCB’nin dağılmasından dolayı sistem bir süre yalnızca 7 uydu ile hizmet verebilmiştir. Sistemin gelişimi SSCB’nin tarihinde meydana gelen önemli olaylardan kaynaklı olarak bazı aksaklıklara uğramış olsa da bu sistemi geliştirme çalışmaları 2000 yılından itibaren tekrar hız kazanmıştır. Önceleri Sovyet ordularının füze seyir konumlarını belirlemek amaçlı oluşturulan bu sistem daha sonraları sivil kullanıma açılan 2. nesil uydu konumlandırma sistemi olarak literatüre geçmiştir [25]. GLONASS, tıpkı GPS gibi uzay, kontrol ve kullanıcı diye 3 bölüm şeklinde incelenebilir.

Uzay bölümü; Yaklaşık 64.8°lik bir açı ile 3 dairesel yörüngesi olan ve her yörüngede 8 uydusu olan 3'ü yedek toplamda 27 uydusu bulunmaktadır. Yerden yaklaşık olarak 19100 km uzaklığa düşen uyduların yörünge periyodu 11 saat 15 dakika sürer. GLONASS uyduları, hassas olarak hesaplanan kendi konumu, sürekli olarak Yer-Merkezli-Yer-Sabit (ECEF=Earth-Centered-Earth-Fixed) koordinatlar ve ekstrapolasyon terimleri formundadır. GPS sistemindeki uyduların enerji kaynağı güneş panelleri yardımıyla sağlandığı gibi bu sistemde de yer alan uyduların enerji kaynağı yine aynı şekilde güneştir. GLONASS uydularının L bandında kullandığı 2 taşıyıcı sinyal L1 ve L2'dir [26].

Kontrol bölümü; Bütün sistemi yöneten ve koordine eden bu merkez GPS 'in ana kontrol merkezine benzetilebilir. Rusya Federasyonu sınırları içerisinde 8 tane yer kontrol istasyonu bulundurmaktadır. Yer izleme istasyonları ile uyduların uzaklıkları ve yörüngesel hareketlerini ölçer.

Kullanıcı Bölümü; ilk defa 1996 yılında kullanıcıların kullanımına açılan sistem şu anda navigasyon uygulamaları için aktif olarak yararlanabilmektedirler. Tüm bilgiler GLONASS'ta açık olup GPS'te bulunan seçimli doğruluk erişimine benzer bir kısıtlayıcı özelliği bulunmamaktadır. Kullanıcılar yalnızca C/A kodunu veya her iki frekansı P-kodunu kullanabilir. Alıcıların geliştirilerek gelecekte daha fazla sayıda bağımsız GLONASS alıcısının kullanıcıya sunulması hedeflenmektedir. GLONASS uydularının hassas yörünge bilgilerine ulaşmak için GLONASS alıcılarından yararlanılması gerekir ve GLONASS alıcılarının birçoğu GPS ile uyumludur [27]. Koordinat sistemi olarak GLONASS yer parametre sistemi 1990'ı (PZ-90/Earth Parameter System 1990) kullanmaktadır. WGS84 koordinat sisteminin yer modeline benzer parametreleri bulunan PZ-90 ile dönüşüm matrisi kullanılarak bu iki farklı koordinat sistemi arasında dönüşüm yapılabilir [28].

2.3 GALİLEO

GPS ve GLONASS sistemlerine alternatif olması düşünülen Avrupa Birliği tarafından 2000 yılında geliştirilen bu sistemin ilk uydusu 2005 yılında yörüngeye yerleştirilmiştir. Üçü yedek olmak üzere toplam 30 uydusu bulunmaktadır. Bu uyduların yeryüzünden yüksekliği 23616 km olup ekvatorla 56°lik açı yapmıştır. Avrupa kaynaklı olarak tasarlanan bu sistemde GTRF (Galileo Terrestrial Reference

Frame) referans koordinat sistemi kullanılarak GPS' in referans koordinat sistemi olan WGS84'ten birkaç santimetre de olsa fark olduğu görülmüştür. Galileo sistemi nanosaniyeler mertebesinde GPS'in referans zamanından farklılıklar gösteren GST (Galileo System Time) kullanılmaktadır [29].

2.4 GPS, GLONASS ve GALILEO Sistemlerinin Karşılaştırılması

GPS, GLONASS ve GALILEO sistemlerinin uydu ve yörünge sayıları, yörünge eğimi, yörünge yüksekliği sırasıyla Çizelge 2.1'de gösterilmiştir [24] .

Çizelge 2. 1. GPS, GLONASS ve GALILEO sistemlerinin karşılaştırılması.

	GPS	GLONASS	GALILEO
Uydu Sayısı	32	27	30
Yörünge Sayısı	6	3	3
Yörünge Eğimi	55°	67.8°	56°
Yörünge Yüksekliği	20.200 km	19.100 km	23.616 km

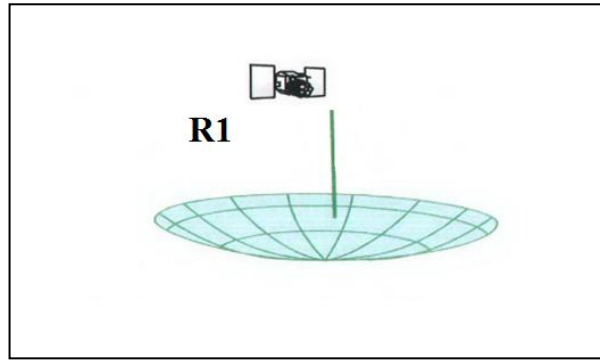
2.5 Diğer Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri

İlk defa 1983 yılında Çin uydu sistemini deniz araçlarının navigasyonu için başlatılmıştır. 1994 yılında ise BeiDou'nun temeli atılmaya başlanmıştır ve ilk uydusu 2000 yılında uzaya fırlatılmıştır. Daha sonraları ise ismi COMPAS olarak değiştirilmiş ve bu yeni adıyla küresel dünya içinde yerini almıştır. Bu sistemin uydularının yerden yüksekliği 21500 km'dir. Ekvatorla 55°'lik açıda olup uydular 12 saat 35 dakikada periyotlarını tamamlar. B1, B1-2, B2, ve B3'ten COMPAS uydu sinyalleri 4 frekans bandı üzerinden taşınır. Bunların dışında ayrıca Japonya QZSS sistemini; GPS verilerinin hassasiyetini geliştirmek ve kendi sistemini kurup geliştirmeyi amaçlayan Hindistan ülkesi de IRNSS sistemlerini tasarlamıştır [30].

3. GNSS İLE KONUM BELİRLEME YÖNTEMLERİ

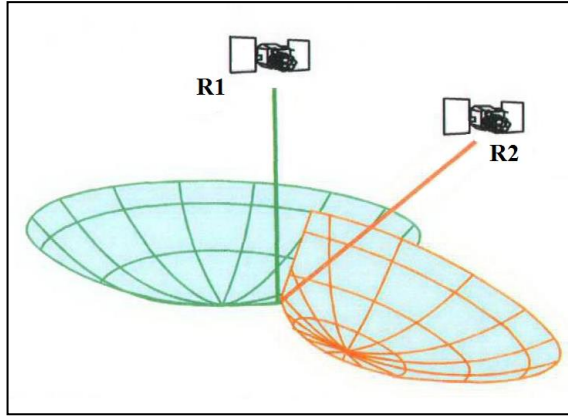
Konum bilgisine ihtiyaç duyulduğunda belirli bir süre yalnızca GPS' ten yararlanılmıştır. Daha sonraları ise konum bilgisine ulaşabileceğimiz farklı yapay uydular da geliştirilerek konum bilgisi için büyük bir sistem oluşturulmuştur. Geliştirilen bu sistemlerin farklı olmasının yanında temelde aynı amaca hizmet ettikleri için aynı alanlarda benzer altyapılar kullanmış olmaları muhtemeldir. Bu sistemlerin konum belirleme yöntemleri için öncelikle bu sistemlerin öncüsü olan GPS' in konum belirleme şekline, çalışma prensibine bakılacak olunursa; kullanıcıya, uydular aracılığı ile veri akışı elektromanyetik dalgalar kullanılarak sağlanır. L1 ve L2 (link1 ve link2) diye çift frekansa sahip olan GPS sistemi, L1 frekansının kesilmesi durumunda sistemde yedek görevi gören L2 sinyali devreye girecektir.

Dünya üzerinde herhangi bir yerin konumu belirlenirken önce GNSS alıcısı uydularla bağlantıya geçer. Bu bağlantının sağlıklı olabilmesi için GNSS alıcısının gök yüzünü açık bir şekilde görmesi çoğu zaman yeterlidir. Uydular ile GNSS alıcısı arasında bağlantı sağlandıktan sonra kesin konum bilgisinin nasıl belirlendiğini somutlaştırarak anlatmak için uzayda merkezi uydu olan, alıcı-uydu arasındaki mesafe yarıçap varsayılan hayali bir küre canlandırıldığında uydunun, uzayda oluşan bu hayali kürenin neresine düşeceği tam olarak belli değildir (Şekil3.1).



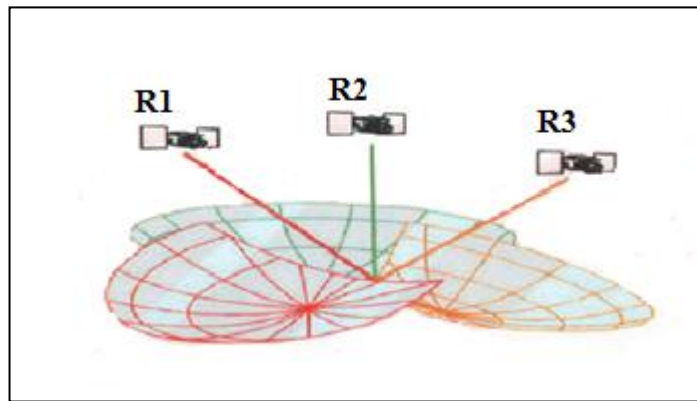
Şekil 3. 1. Bir uydu ve alıcı arasındaki mesafe.

Aynı şekilde alıcı-uydu arasındaki mesafe yarıçap varsayılan ikinci bir uydunun uzayda oluşturduğu hayali küre ile olan uzaklık ölçülüp iki hayali kürenin kesişimindeki ara kesitte kalan bölgede konum bilgisine ulaşılacak istediğinde belirtilen alanda konum bilgisinin belirsizliği devam edecektir (Şekil 3.2).



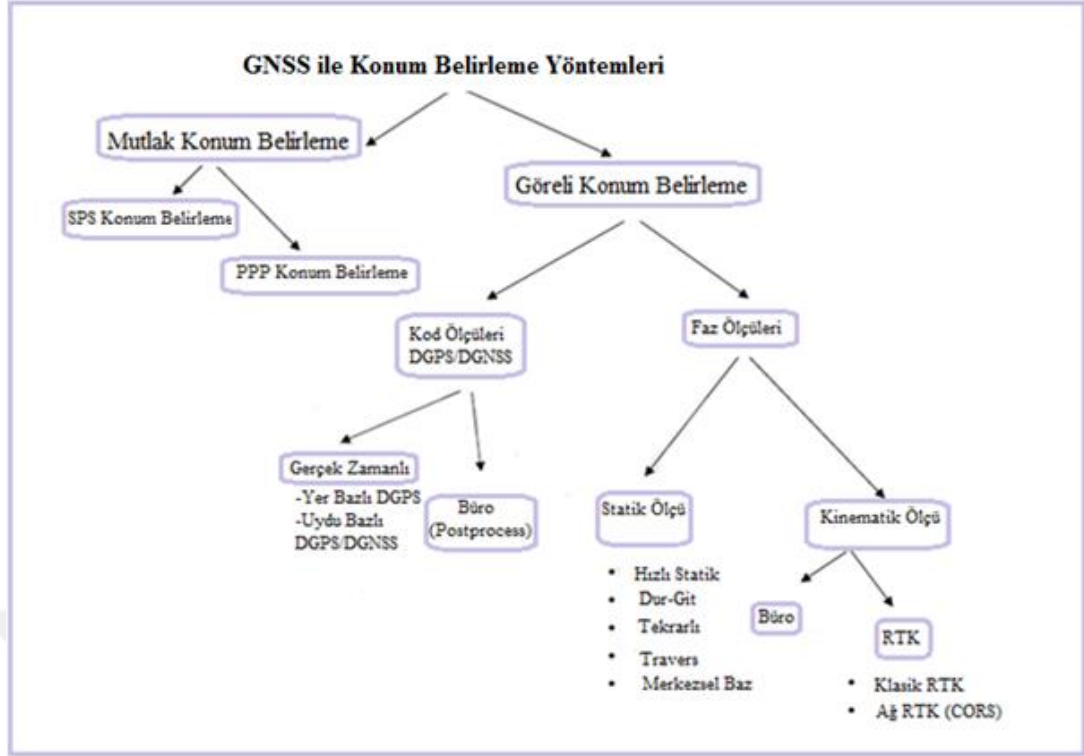
Şekil 3. 2. İki uydu ve alıcı arasındaki mesafe.

Bu defa üçüncü bir uydu daha bu duruma dahil edilecek olunursa uzayda hayali üç kürenin kesişmeleriyle elde edilen alanda konum belirsizliği, iki hayali kürenin oluşturduğu alandaki konum belirsizliğine göre alanı daha fazla daralttığı için bu belirsizlik azalarak iki noktaya indirgenmiş olacaktır. Fakat bu iki noktadan hangisinin kesin doğru konum bilgisini verdiğini belirlemek için dördüncü bir uyduya daha ihtiyaç duyulacaktır (Şekil 3.3). Temel olarak zaman bilgisi olmadan GNSS alıcıların konum bilgisine ulaşılmaz, belirtilen örnekte uzaklıkların zaman olarak düşünülmesi ve böylece en az 4 farklı GNSS uydusundan alınan zaman bilgisiyle GNSS alıcıların kesin konum bilgisine ulaşılabilir (GNSS uydularından yayınlanan navigasyon mesajı üzerinden, saat bilgilerini de alır. Bu saat bilgisi ile kendi saat bilgileri arasındaki farkı hesaplayarak sinyallerin uzayda geçirdiği süreyi belirler ve böylece konum bilgisine ulaşılır).



Şekil 3. 3. Üç uydu ve alıcı arasındaki mesafe.

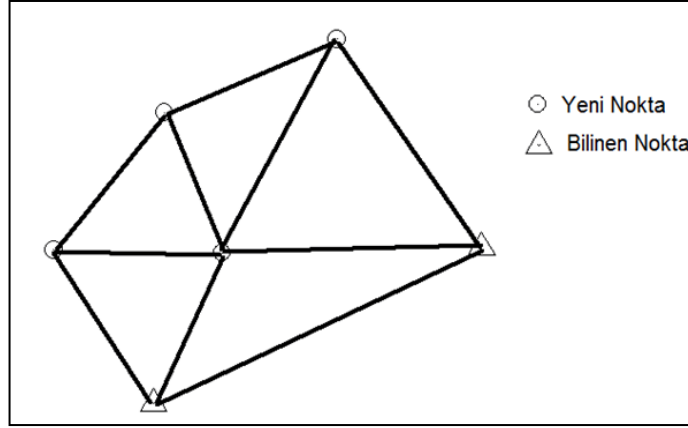
İki farklı konum belirme yöntemi ve bu yöntemlerin de kendi içlerinde farklı ölçme teknikleri bulunur (Şekil 3.4).



Şekil 3. 4. GNSS ile konum belirleme yöntemleri.

3.1 Statik Ölçme Yöntemi

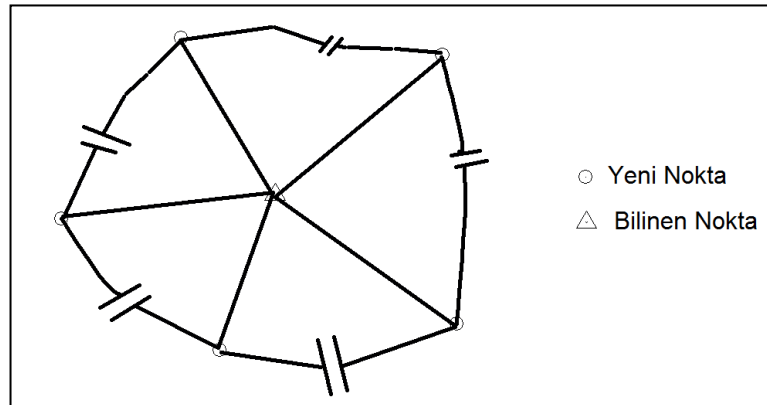
Çoğunlukla çok hassas doğruluk isteyen ve baz mesafelerinin uzun olduğu durumlarda tercih edilen bir ölçme yöntemidir (Şekil 3.5). Mevcut şartların farklı ölçme tekniklerin kullanılmasını kısıtlayan uydu geometrisi gibi sınırlılıkları ortadan kaldırmaya yarayan klasik ölçme yöntemlerinden biri olan statik ölçme yöntemi birçok yönüyle ön plana çıkmaktadır. Ayrıca bilimsel ve teknik çalışmalar, yer kabuğu hareketleri, plaka hareketlerinin incelenmesi, bazı sistematik hataların giderilmesinde oldukça etkin bir ölçme yöntemidir. Bu yöntemde birden fazla alıcı ile eş zamanlı olarak en az bir saat veya daha fazla ölçü süresiyle mm düzeyinde hassas konum bilgisine ulaşılabilir ve bu ölçme yönteminin konum hassasiyeti yaklaşık olarak 5mm+1ppm arasında değişkenlik göstermektedir. Özellikle yüksek doğruluk gerektiren çalışmalar için uzun ölçü süreleriyle sonuç alınması beklenir [31].



Şekil 3. 5. Statik Ölçme Yöntemi.

3.2 Hızlı Statik Ölçme Yöntemi

Hızlı statik ölçme yönteminin ölçü süresinin statik ölçme yöntemine göre daha kısa olması ve bu ölçü yönteminin statik ölçme yöntemine göre daha kısa baz uzunluklarında tercih edilmesiyle öne çıkan bir GNSS ölçme yöntemidir. Ekonomik, hassas yüksek doğrulukta sonuçlar elde edilmesini hedefler. Bu yöntemde çözüm tekniği olarak hızlı başlangıç faz belirsizliği bulunmaktadır. Ölçü doğruluğunun yüksek olması için sinyaldeki multipath (çok yolluluk) etkisinin minimum ve uygun bir uydu geometrisi gerekmektedir. Ölçme yönteminde doğruluk yaklaşık olarak 5-10 mm+1ppm düzeyinde olup baz uzunlukları 20 km ile sınırlı tutulmuştur (Şekil 3.6) [31, 32].



Şekil 3. 6. Hızlı statik ölçme yöntemi.

3.3 Dur-Git Ölçme Yöntemi

Bu teknikte sabit referans noktasında bulunun bir alıcı bulunurken diğer alıcı veya alıcılar diğer ölçülecek noktaları gezer. Faz belirsizliğini çözmek için Dur-Git ölçmesine başlarken ilk noktada birkaç dakika durakladıktan sonra statik ölçü yapılır

ve faz belirsizliği özölürken bağlanan uydular izlenebilir ve ölölülecek diğer noktalara birkaç epokluk ölölü yapılır. Faz belirsizliğinin uydu sayısının dördün altına dölşmesi durumunda yeniden özölmesi gerekmektedir. Bu durumda ölölmeye ilk başlanan duruma geri dölölürölöl ilk noktaya göre ikinci noktada daha uzun süre durularak yeniden faz belirsizliği özölür. Ölölölerin hassasiyeti yaklaşık olarak 1-2 cm ve +1ppm arasında değişebilir. Ayrıca Dur-Git ölölme yöntemi, birbirine yakın olan noktaların ölölümü için tercih edildiğinde ideal düzeyde hassas ölölü sonuçlarını verebilir [31].

3.4 Tekrarlı Ölölme Yöntemi

Bu GNSS ölölme yönteminde noktalarda en az iki defa 1- 4 saatlik zaman diliminde birkaç dakikalık süre ile değişen uydu geometrisinden yararlanılarak ölölüm gerçekleştirilir. Bu yöntemin statik ve kinematik ölölme yöntemlerine benzerlik gösteren yanları mevcuttur. Tek frekanslı alıcıların kullanıldığı durumlarda ve uydu geometrisinin düşük olduğu zamanlarda uygun sonuçlara ulaşabilmek adına başvurulanan bir ölölme yöntemidir. Yöntemin ölölme hassasiyeti yaklaşık olarak 10 mm ve +1ppm arasında değişebilmektedir. Dur-Git ölölme yöntemi kendi içinde 2 farklı ölölme yöntemini, Merkezsel Baz ve Travers ölölme yöntemini barındırır. Bu iki yöntemde de olası hata kaynağı, alıcıların homojen olmamasından dolayı ortaya çıkar. Bu hatayı minimal seviyeye getirebilmek için tekrarı yapılacak ölölüm anında aynı alıcının aynı noktada olması sağlanarak gerçekleştirilebilir [31-33].

3.4.1 Merkezsel baz

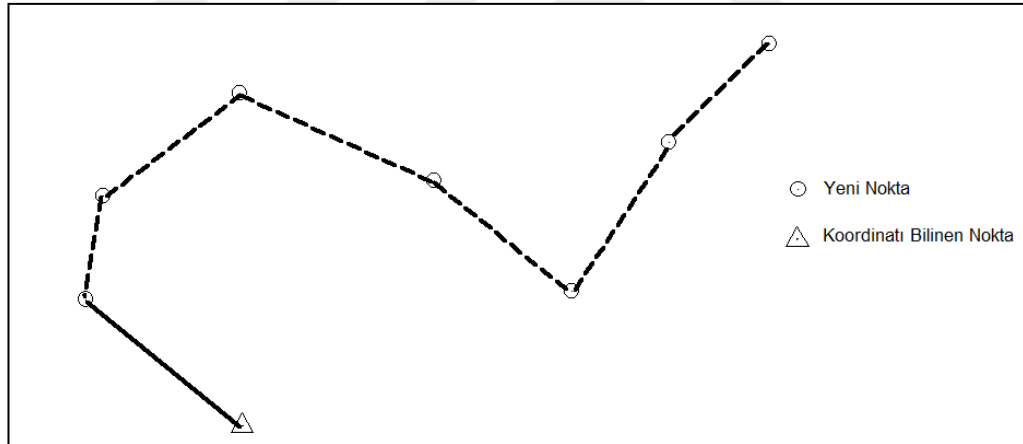
Bir GNSS alıcısı sabitken diğer alıcılar ölölümü yapılacak noktaları gezerek hızlı statik ölölme yöntemindeki gibi referans istasyonu ile birlikte ölölümü yapılmış noktalar ile elde edilen baz vektörleriyle özölüm belirlenmeye çalışılır.

3.4.2 Travers ölölme yöntemi

Atlamalı olarak gerçekleştirilen Travers ölölme yönteminde alıcıların hepsi sabit olup hareketli alıcı bulunmamaktadır. Bir dizi boyunca ardışık komşu baz vektörlerinin ölölümü yapılır.

3.5 Kinematik Ölçme Yöntemi

Kinematik ölçme yönteminde bir alıcı önceden koordinatı bilinen noktada statik ölçme yapmak üzere sabit bırakılırken diğer ikinci alıcı ise koordinatı belirlenecek noktaya kurulur. Belirsizlik parametresi çözümü için 3-5 dakika sabit bir şekilde yerinde bırakılır. Belirsizlik parametresi belirlendiğinde 4 uydudan alınan bağlantı kaybedilmeden bir an önce ölçülecek noktalara doğru hareket ettirilerek ölçümü yapılacak noktalarda 5-10 saniye bekleyerek bu noktaların konumları belirlenebilir. Kullanılan sinyalin 4 uydunun altına düşmesi durumunda başlangıçtaki gibi belirsizlik parametresi durumunun yeniden çözülmesi gerekir aksi durumda ölçme sonuçlarının etkileyebilir bir durum söz konusu olabilmektedir. Bu yöntemde koordinatı bilinen sabit noktadan diğer ölçü noktalarına olan uzaklığın 5 km'ye kadar sınırlaması vardır. Ölçme sonuçları doğrudan kullanılamadığı için alıcılardaki bilgilerin uygun bir programla bilgisayarda koordinat hesabı için değerlendirilmesi şarttır (Şekil 3.7) [31].



Şekil 3. 7. Kinematik ölçme yöntemi.

Çoğunlukla aplikasyon, halihazır haritaları için detay ölçmelerinde hidrografik ölçmeler ve güzergah tayini için kullanılan bu yöntemde faz ve kod ölçülerinin kullanımlarına göre faz ölçüleri kullanıldıysa hassas kinematik yöntemi kod ölçüleri kullanılmış ise DGPS (Diferansiyel GPS Ölçme Yöntemi) olarak isimlendirilir [34-36].

4. GERÇEK ZAMANLI KİNEMATİK ÖLÇME YÖNTEMİ (RTK)

4.1 Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik (Klasik-RTK) Ölçme Yöntemi

Bu ölçme yönteminde kesin koordinatları bilinen referans istasyonu ile gezici alıcıdan oluşan sistem ilkesel olarak Kinematik ölçme yöntemi gibidir. Yöntemde kullanılan taşıyıcı faz gözlemleri sayesinde çok hassas konum bilgisi elde etmek mümkündür [16, 37, 38]. Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik (Klasik-RTK) ölçme yönteminde, referans istasyonunda bulunan sabit GNSS alıcı ile GNSS gezici-alıcı arasında radyo frekansı üzerinden, sabit noktada hesaplanan hata düzeltmelerini, gezici alıcıya ulaştırır. Bu şekilde düzeltmeyi alan gezici-alıcılar, konumu belirlenecek her noktanın koordinatını, ölçüm esnasında GNSS alıcısı ekranında anlık görüntülenebilir bir şekilde hafızaya kaydeder [37].

Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yönteminde koordinatı bilinen bir noktada GNSS alıcılarından biri sürekli gözlem yaparken diğer GNSS alıcısı veya alıcıları da konumu belirlenecek diğer noktaları gezerek anlık konum koordinatlarını belirler. Koordinatı bilinen sabit durulan noktadaki ölçümler ile yeni noktalardaki bütün eş zamanlı ölçümler birlikte değerlendirilerek sabit noktalardan yeni noktalara hesaplamalar yapılır. Duyarlılık, hesaplarda taşıyıcı faz veya kodların tercih edilmesine bağlı olarak değişebilir. Taşıyıcı faz ile çalışan Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yönteminin kullanıldığı uygulamalarda duyarlı konum bilgisi elde edebilmek için gezici alıcıların referans alıcısındaki bilgiler yardımıyla tamsayı değerinin hesaplanması gerekir. Bu şekilde cm hassasiyetinde ölçme sonuçları elde edilir [39].

Klasik Gerçek Zamanlı ölçme yönteminin kullanıldığı uygulamalarda konum doğruluğunu etkileyen bazı faktörlerden söz edilebilir. Bunlar,

- Referans sabit noktası ile alıcılar arasındaki uzaklık.
- Referans noktasının konum bilgisinin doğruluğu.
- Kullanılan referans istasyon sayısı.
- Veri aktarımı için kullanılan donanım ve yazılım.
- Yazılımda kullanılan çözüm algoritmaları.
- Çevresel etkenler, noktaların bulundukları bölge.
- Gezici alıcılardaki hareketlilik vs. şeklinde sıralanabilir.

Gezici alıcılara ulaştırılan taşıyıcı faz ölçülerine uygulanacak olan düzeltme oranı hesaplaması, alıcıyla uydu arasında herhangi bir zaman epöğunda belirlenen taşıyıcı faz uzunluğu ve uydu-alıcı arasındaki koordinat farklarıyla belirlenen geometrik uzunluk karşılaştırılarak yapılır [40]. Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yönteminde ölçüme başlarken ambiguitiy çözümü (başlangıç faz belirsizliği) yapılmalıdır.

Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yönteminde beş uydu ile initialization (başlangıç ölçüsü) yapıldıktan sonra en az dört uyduyla ölçmeye devam edilebilir. Yapılacak olan çalışmadan beklenen ile elde edilecek ölçüm sonuçlarının doğruluk hassasiyetinin aynı olmasında bağlantı sağlanan uydu sayısı, oldukça etkili bir durumdur. Doğruluğu etkileyen ve aynı zamanda bu ölçme yöntemini sınırlandıran en önemli faktörlerden biri de gezen alıcı veya alıcılar ile sabit referans istasyonu arasındaki mesafedir. Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yönteminde hassas sonuçlar alabilmek için referans istasyonu ile gezici alıcı arasında belirlenen bu mesafe yaklaşık olarak 10-15 km arasında değişim gösterebilmektedir [38, 41-43].

Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yönteminin avantajlı durumları;

- Sonradan hesap gerektirmez.
- Ölçüm yapılan noktalarda hassas konum bilgisi verir.
- Uydulardan aldığı sinyalin kesilmesi durumunda anlık olarak görüntüleneceğinden bu durumun önüne geçilerek ölçüme devam edilebilir.
- Birden fazla noktanın (üç ve yukarısı) ülke koordinat sisteminde konum bilgisi mevcutta var ise uygulama bölgesinde istenilen diğer noktaların da ülke koordinat sistemine koordinat dönüşümü yapılabilir.
- Navigasyon ve aplikasyon (santimetre düzeyinde) yapılabilir vb. unsurlar avantajları olarak gösterilebilir [44].

Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yönteminin dezavantajlı durumları;

- Tek bir referans istasyonuna bağımlılık.
- Kontrol edememe.
- Kurulum hataları.
- Üretim kaybı.

- Güç kaynakları.
- İletişim.
- Referans istasyonuna olan mesafenin sınırlı olması (Atmosferik koşullar) gibi durumlar dezavantajlar olarak sıralanabilir.

Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yöntemiyle elde edilen konum doğruluğu çoğu haritacılık faaliyetine yeterli olacak düzeyde cm hassasiyetindedir. Düzeltme bilgileri yalnız bir referans istasyonundan hesaplanıp kullanıcıya gönderildiğinden dolayı atmosferik etkiler ve yörünge hatalarının etkisinin minimum olabilmesi için referans istasyonu ile kullanıcı arasındaki mesafe en fazla yaklaşık 15-20 km kadar olabilmektedir [41].

Bu ölçme yönteminde sabit GNSS referans istasyonu ile gezici GNSS alıcı arasındaki mesafe ölçme kalitesini etkileyen bir dezavantaj olduğundan bu dezavantajı ortadan kaldırmak için Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yöntemi geliştirilerek Ağ-RTK ölçme yöntemi keşfedilmiş ve mevcut kısıtlayıcı durumlar iyileştirilmeye çalışılmıştır.

4.2 Ağ-RTK (Network-RTK)

Sürekli olarak gelişerek değişen teknoloji dünyası GPS ölçme yöntemlerini de pozitif yönde etkileyerek genişlemesini sağlamıştır. Bu amaçla araştırmalar bir önceki yöntemin zorunlu kısıtlayıcı hallerini kaldırmaya yönelik hedefler doğrultusunda çok sayıda araştırma çalışmaları gerçekleştirmiş ve bu araştırma süreçleri halen devam etmektedir. Bu araştırma çalışmalarından biri de Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yönteminin sınırlılıklarını ortadan kaldırmaya ve geliştirmeye yönelik yapılmış ve Ağ-RTK (Network-RTK) veya diğer adıyla CORS ölçme yöntemi ortaya çıkarılmıştır. Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yönteminin en belirgin kısıtlayıcı özelliği olan sabit referans istasyon ile gezici alıcı arasında bulunan mesafe en fazla 10-15 km arasında olabiliyordu bunun için birçok sabit referans istasyon ağı oluşturulması fikri ile yola çıkılarak Ağ-RTK tekniği oluşturulmuştur [10].

Ağ-RTK sisteminin işleyişi; hızlı bir şekilde faz belirsizliği çözülerek atmosferik düzeltmeler hesaplanır (düzeltmelerin daha doğru elde edilmesi gezici alıcıya en yakın referans istasyonlar seçilerek kolaylaştırılabilir.) ve koordinat düzeltmelerini

uygun veri aktarma yöntemleri ile gezici alıcılara iletimi sağlanır. Bu düzeltmeleri alan gezici alıcı hassas nokta konumlarını belirler.

Gerçek zamanlı konum belirleme yöntemi olan Ağ-RTK sistemi Gerçek Zamanlı Kinematik yöntemi ile karşılaştırılırsa Ağ-RTK sistemi birçok yönden daha üstün gelecektir. Bu durumlar şöyle sıralanabilir;

- Koordinat sistemi homojen ve anlamlıdır.
- Mesafeye bağımlılık oldukça düşüktür.
- Ölçüm sonuçları yüksek doğrulukta ve anlık olarak elde edilebilir.
- Atmosferik model ile bütün ağ için yapılan düzeltmeler tüm ölçü noktaları için ayrı ayrı hesaplanabilir.
- Oldukça uzun baz uzunluklarında (50-100 km) yüksek doğrulukta sonuçlar almak mümkündür.
- Aynı büyüklükteki bir alanda ihtiyaç duyulacak referans istasyon sayısı daha azdır. Örneğin Gerçek Zamanlı Kinematik (Klasik-RTK) ölçme yöntemin kullanılacağı rastgele seçilen bir alanda 6-5 arasında referans istasyonuna ihtiyaç varken bu sayı Ağ-RTK ölçme yöntemini kullanıldığı zaman yaklaşık olarak tek referans istasyonuna kadar düşer.
- Konum bilgisi, anlık olarak gezicinin aldığı veri sayesinde hesaplanır .
- Daha az maliyetli ölçümler gerçekleştirmek mümkündür.
- ITRF WGS84 vb. gibi ülke uzay referans datumunda sürekli olarak veriler saklanmaktadır.
- Kullanıcıların hepsine aynı doğruluk sunulur.

Kısa süre içerisinde ambiguity çözümü yapılır. Birçok referans istasyonu ile oluşturulan bu sistem sayesinde, uydu geometrisinden kaynaklı hatalar minimal bir seviyeye indirgenmiştir. Uydu sistemlerinin gözlem teknikleri ile ağ yapısı birleşiminden ortaya çıkarılan Ağ-RTK sistemi, referans istasyonlarına olan uzaklıktan kaynaklı ortaya çıkan hataların modellenmesi, gerekli düzeltmelerin gözlemlere uygulanarak hassas konum doğruluğun elde edilmesi gibi özellikleri sağlamaya çalışmıştır. Sabit referans istasyonların hepsinden alınan gözlemlerin düzeltme hesapları, hesap merkezinde yapılarak, kullanıcılar ile paylaşılır. Kullanıcılar internet, radyo, modem veya GSM (Global System for Mobile Communications) üzerinden ağlara bağlanabilir. Gezici GNSS, GNSS alıcılara

farklı yöntemlerle veri gönderimi yapabilir. Bu tekniğin ülkemizde en belirgin kullanım şekli ülkenin tamamını kapsayan belirli sıklıkta kurulan sabit referans istasyonlarından oluşmaktadır [38, 45].



5.TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GNSS İSTASYONLARI AĞI-AKTİF (TUSAGA-AKTİF/CORS-TR)

TKGM (Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü) ve HGM (Harita Genel Müdürlüğü) ortaklığında devam ettirilen TÜBİTAK tarafından desteklenen bir AR-GE projesi olarak yürütülen Türkiye Ulusal Temel GNSS İstasyonları Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif) veya CORS-Tr diğer adıyla da bilinir. Bu proje için ilk adım 2006 yılında atılmıştır.

Bu proje kapsamında Türkiye ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) genelinde 158 tane sabit GNSS istasyonu kurulmuştur (Şekil5.1). Kontrol ve analiz merkezleri TKGM ve HGM’de bulunur. Türkiye ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti’nde yeterli sayıda GNSS uydusu ile bağlantı kurulabildiği zaman, iletişim imkanları uygun olduğunda rastgele bir yer ve zaman diliminde saniyeler içinde konum bilgisi elde edilebilir [56].



Şekil 5. 1. Türkiye Ulusal Temel GNSS İstasyonları Ağı-Aktif.

TUSAGA-Aktif istasyonları tesis edilirken bazı kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Bunlar;

- Uygun haberleşme koşullarının bulunması,
- Özellikle kullanıcı nüfusu bakımından yoğun şehirlerin seçimine dikkat edilmiştir,
- En fazla mesafenin <100 km mesafede olması,

- Lojistik ve enerji desteği alabilmesi,
- Yer hareketlerini takip etmeye imkan tanınması,
- Sağlam zeminin olması ayrıca ülke ve bölge şartları baz alınarak toprak zeminde beton pilye şeklinde, çatılarda ise teraslarda büyük çapa sahip elik pilyeler şeklinde iki farklı şekilde ülkemizde 158 adet sabit TUSAGA- Aktif istasyonu tesis edilmiştir [46].

Sabit istasyonlar dışında 2 adet kontrol merkezi de bu proje içerisinde bulunmaktadır. 2008 yılında tamamlanan kontrol merkezi ayrıca daha sonra güncellenmiştir. Kontrol merkezi, TUSAGA- Aktif sisteminde birçok işleve sahiptir. Sistemin verileri bu merkeze gönderilir. Kontrol merkezlerinin yerine getirdiği bazı işlevler şöyle sıralanabilir;

- İstasyon gözlemlerinin transferi,
- Kullanıcıların izlenmesi,
- WEB servisi,
- Veri depolama,
- Düzeltmelerin hesaplanması ve yayınlanması,
- GNSS sabit istasyonları gözlemlerinin transferi ve koordinatlarının belirlenmesi,
- Hataların modellenmesi, gibi.

TUSAGA-Aktif sistemi kullanıcılara oldukça düşük maliyetli, hızlı ve ekonomik gerçek zamanlı konum belirlemesine yönelik hizmet sunmaktadır. Bu sistemin olanaklarından farklı amaçlarla yararlanan birçok kurum ve kuruluş bulunmaktadır. Bu kurum ve kuruluşlar kullanım amaçlarıyla birlikte gösterilmiştir (izelge 5.1).

Çizelge 5. 1. TUSAGA-Aktif sabit istasyonlarından kullanım amaçlarına göre yararlanan kurum ve kuruluşlar.

– Harita Genel Müdürlüğü
1. ED–50/WGS–84 gibi farklı koordinat sistemleri arasında dönüşüm parametrelerinin belirlenmesi için kullanılır. 2. Jeodezik uygulamaların (koordinat alımı, nokta hızlarının, aktif tektonik hareketlerin belirlenmesi vb.) gerçekleştirilmesi için kullanılır. 3. Tüm GPS çalışmalarında referans koordinat sistemi için kullanılır.
– Belediyeler
1. Halihazır haritalar için kullanılır. 2. Coğrafi çalışmalar için kullanılır. 3. Alt yapı çalışmaları için kullanılır. 4. E-Belediye için kullanılır.
– Özel Kuruluşlar ve Vatandaşlar
1. Vatandaş 2. Özel Harita Büroları 3. Şirketler
– Bilimsel Kuruluşlar ve Üniversiteler
1. Türkiye Uzay Ajansı Geliştirme ve Ar-Ge Faaliyetleri Destek Programı

Bu proje, yaşanan bölgelerin gelişimini hedefleyerek yapılacak olan projelerin tasarlanması ve uygulanması için temelde konum bilgisine ihtiyaç duyulacak alanlara yönelik özelliklerle;

- Kadastro ve haritacılık çalışmaları,
- Alt ve üst yapı hizmetleri,
- Mekânsal projelerin yürütülmesi ve yönetimi,
- Meteorolojik tahminlerin yapılabilmesi,
- Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) çalışmaları,
- Kent Bilgi Sistemleri (KBS) çalışmaları,
- Plaka hareketlerinin ülke genelinde izlenmesi,
- Coğrafi altıkların oluşturulması vs.

gibi benzeri alanlarda arazi ve araziye yönelik coğrafi altıkların kullanımının zorunlu olduğu durumlarda, teknolojinin olanakları kullanılarak geliştirilen, TUSAGA-AKTİF projesinin hızlı bir şekilde, yüksek doğrulukta konum bilgisinin elde edilmesine yönelik hizmet sunması beklenmiştir.

TUSAGA-AKTİF projesi, GNSS 'in bütün ülkede kullanımını daha verimli hale gelmesini sağlayarak hızlı, ekonomik bir şekilde hizmet vermesi planlanmıştır. Bu projenin genel amaçları şöyle sıralanabilir;

- Hava, deniz ve karada navigasyon bilgisi sağlamak.
- Harita ve harita bilgisi üreten kurum ve kuruluşların ihtiyacı olan nokta tesislerini, yersel ölçmeleri ve kadastro ölçmelerini gerçekleştirmek.
- Ülke kalkınmasına yönelik coğrafi bilgilerin üretilmesini sağlamak.
- Bu sistemi kullanarak yersel ölçmeleri yapmak.
- Önceden deprem tespiti oluşturabilmek ve erken uyarı sistemleri için plaka hareketlerinin sürekli izlenmesini sağlamak.
- Bilimsel projelerin çalışmasına ve gelişmesine katkıda bulunmak.
- Bütün harita bilgisi ve harita üretimini gerçekleştiren kurum ve kuruluşların sorunlarından biri olan datum dönüşümü için ulusal hücresel dönüşüm parametrelerini sağlamak.
- Gerçek zamanlı cm mertebesinde hızlı ve ekonomik bir şekilde bütün ülke geneli konum bilgisi sağlamak.
- Ulusal güvenlik savunma ve kalkınma hedeflerine hizmet etmek.
- Atmosfer ve iyonosferi Türkiye'nin bulunduğu bölgeyi kapsayan yerlerde modelleyerek daha doğru meteorolojik tahminlerin yapılmasını sağlamak.
- Bu proje kapsamında bütün ülkeye Ağ prensibine sahip sabit GNSS alıcı istasyonları kurulması ve bütün kullanıcıların tüm kurulacak merkezlerden gerçek zamanlı hizmet almasını sağlanmak [47].

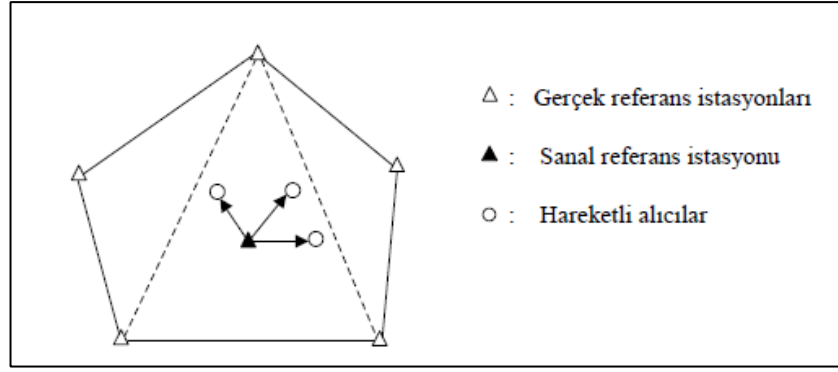
Haritacılık yer tesisi zorunluluğunu TUSAGA-Aktif sistemi sayesinde önemli derecede aşmıştır. ITRFyy datumuna sahip Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA) ile TUSAGA-Aktif sistemi birbirine entegre edilmiştir. İnternet tabanlı

olan bu sistem aynı zamanda ölçü sonrası büro değerlendirmesine (post-processing) de olanak verir. Ülkenin tamamını kapsayan, konumları ve atmosferik düzeltmeleri sürekli olarak hesaplanmasıyla birlikte ayrıca, atmosfer ve konum düzeltmelerini, ülkenin tamamı için modelleyebilen, kontrol merkezine bağlı olan TUSAGA-AKTİF istasyonları, sayesinde GNSS ile konum belirleme yöntemlerinin ölçü süreleri, saniyelere kadar düşmüştür. TUSAGA-AKTİF açısından, kullanıcıların aktif bir şekilde yararlanabilmesinin temel koşulu, merkezden yapılan hesaplama yöntemleri ile yayınlanan düzeltmelerin gerçek zamanlı olarak iletilmesi gerekmektedir ve bunun için gezici GNSS alıcılara, veri iletiminde kullanılan veri aktarma formatı kısıtlamasının önüne geçilmesinin sağlanması gerekir ki bunun için de TUSAGA-AKTİF sistemi vb. ağlarda çok sayıda yazılım ve donanımla çözüm sağlayan servis ağları bulunmaktadır. Gezici alıcıların hesaplanan düzeltme verilerini kullanabilmesi için gözlem uzayının modellenmesini sağlayan yöntemler kullanılmaktadır. TUSAGA-AKTİF modellemelerinde yaygın olarak 3 farklı yöntem ve teknik kullanılmaktadır. Bunlar;

- Sanal Referans Düzeltme Parametreleri Yöntemi (Virtual Reference Station VRS tekniği).
- Alan Düzeltme Parametreleri Yöntemi (Flachen Korrektur Parameter-FKP tekniği).
- Ana-Yardımcı Referans İstasyonları Yöntemi (Master Auxiliary Concept-MAC tekniği) [38-48].

5.1 Sanal Referans Düzeltme Parametreleri Yöntemi (VRS tekniği)

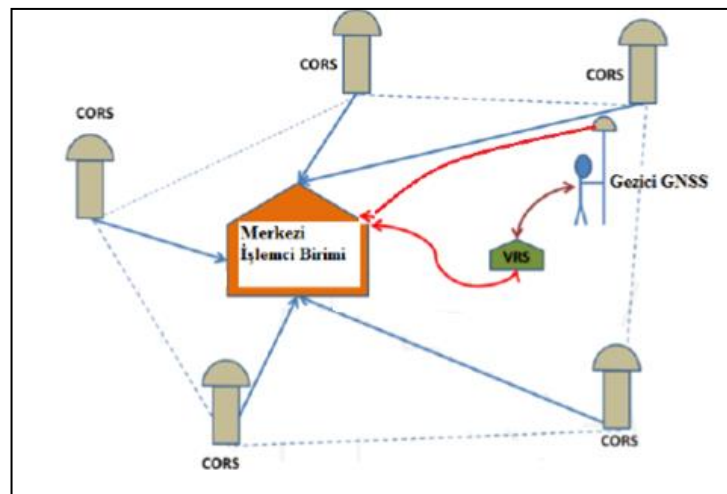
Bu yöntemde, belirli bir bölge içinde kalan referans istasyonları ile oluşturulan sanal bir referans istasyonun verilerine göre, hareketli alıcıların konumlarının belirlenmesi sağlanır (Şekil 5.2).



Şekil 5. 2. Sanal referans düzeltme parametreleri yöntemi.

Bu tekniğin uygulanabilmesindeki en önemli kriter, referans istasyonları ile gezen alıcılar arasında çift yönlü iletişimin olmasıdır. Bu yöntemin işlem adımları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Bir saniye aralıklarla TUSAGA istasyonlarından veriler hesap ve kontrol merkezine aktarılır.
- Kendi yaklaşık konumunu gezen alıcılar kontrol ve hesap merkezine iletimini sağlar.
- Gezen alıcının yaklaşık konumu kontrol ve hesap merkezi tarafından belirlenerek gezen alıcının koordinatları ile VRS verisi belirlenmiş olur.
- Belirlenen VRS verisi RTCM formatında gezen alıcılara iletilir.
- VRS verileri yardımıyla gezici alıcıların yeniden belirlenen konumları hesap ve kontrol merkezine gönderilerek sırasıyla belirtilen işlemler tekrar edilir [48-52] (Şekil5.3).

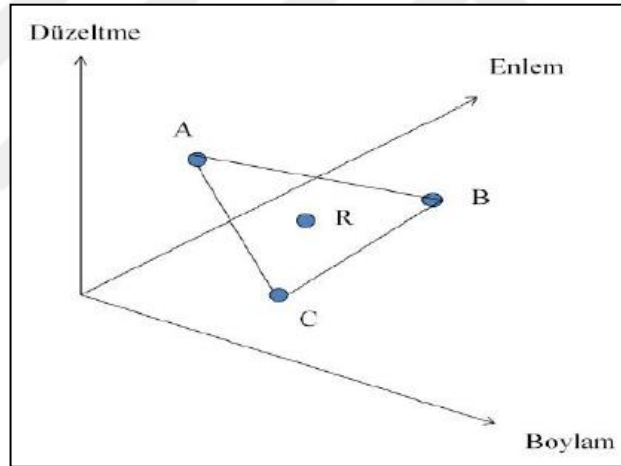


Şekil 5. 3. VRS tekniği.

5.2 Alan Düzeltme Parametreleri Yöntemi (FKP)

Bu yöntemin öne çıkan özellikleri;

- Kullanıcılarla hesap merkezinden tek yönlü iletişim vardır.
- Analiz ve değerlendirmelere uğrayan referans istasyon verileri hesap merkezinde toplanır.
- Gezen alıcıların konumlarının belirlenmesini sağlayan açısal değişim parametreleri (gradyen) biçiminde, düzeltmeler yayınlanır.
- Tek yönlü iletişim yeterli ve gezen alıcılarda bir sınırlama bulunmamaktadır.
- Düzeltmeler istek doğrultusunda enterpolasyon ve VRS şeklinde iki farklı amaçla kullanılabilir.
- Bu teknikte veri iletimi hacmi büyüktür.
- Ağa ait düzenlemiş modellenmiş iyonosferik düzeltme katsayıları ve referans istasyonları verileri yayınlanır (Şekil 5.4).



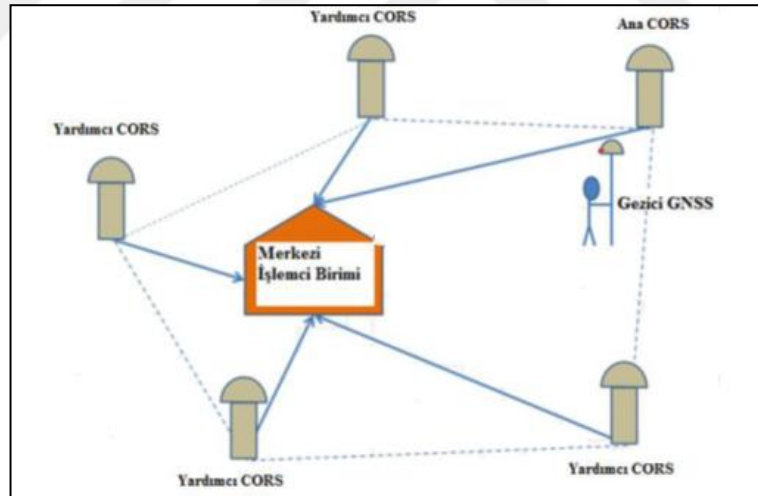
Şekil 5. 4. FKP tekniği.

Kuruluşu Almanya ülkesi olan SAPOS (Satellite Positioning) tarafından ortaya çıkarılan bu yöntem referans istasyonlarındaki verilerin gezen alıcılara iletilmesine dayalı bir çalışma biçimine sahiptir ve aynı zamanda tabanda VRS tekniğiyle benzer bir yöntemdir. Bu yöntemde gezen alıcıların konumlarının bilinmesine gerek olmadığından tek yönlü iletişim yeterli olmaktadır [38, 48].

5.3 Ana-Yardımcı Referans İstasyonları Yöntemi (MAC)

Bu yöntemde bir bütün şeklinde gezen alıcılara gözlemlerin ve GNSS ağına ait hata verisinin iletimi sağlanır. Bu yöntemde amaç referans istasyonlarındaki başlangıç faz belirsizliğinin ortak bir seviyeye indirgenmesi ve ağ modellenmesi yapılmasıdır. Yayınlanan düzeltmeler sayesinde faz belirsizliğinin hızlı bir şekilde çözülmesi sağlanır ve bu duruma bağlı olarak uydulara bağlanma süresi de kısa sürer. Bundan dolayı ölçüm aşaması daha az zaman alır.

Diğer yöntemlerde ana istasyonun gezen alıcılara olabildiğince yakın mesafede olma durumunun, bu yöntem için geçerli olmaması dikkat çekicidir (Şekil 5.5). Bir diğer farklı özelliği de ana istasyonlar düzeltme hesaplamalarından değil de düzeltmelerin yayınlanmasından sorumludurlar. Ağ düzeltmeleri, ana istasyonlarında meydana gelen bir aksaklık nedeniyle oluşturulamaz ise yardımcı istasyonlar devreye girerler. Tek yönlü iletişim yoluyla kullanıcılara düzeltme bilgileri gönderilebilir bir dizayna sahiptir [48, 49].



Şekil 5. 5. MAC yöntemi.

Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yöntemiyle elde edilen ölçülerin hassas olması ile TUSAGA-AKTİF sistemi performansının iyi olması birbiriyle ilişkili durumlardır. TUSAGA-AKTİF projesi hem jeodezi bilimi hem de iletişimin iç içe geçtiği bir projedir. Bu sistemin kontrol merkezine veri iletimi, tasarlanmış iletişim modeli ile kesintisiz veri aktarımı, VPN ağıyla sağlanır. Uydu alıcılarında bulunan GPRS modem ve SIM kartın interneti ile TUSAGA-AKTİF kontrol merkezi ile

bağlantı kurulur. Hassas konum bilgisine bu sistemle ulaşabilmek için kontrol merkezinden düzeltme verilerinin alınması gerekmektedir.

Ölçme anında uydu geometrisinin modellenmesi, iletişim modelinin kesintisiz bir bağlantı gerçekleştirmesine bağlı gerçekleşebilir. İnternet gücünde oluşacak bir zayıflama bağlantı sorununa neden olacağı için kullanıcıya veri iletimi anlık sağlanamayabilir ve bu durumda da sistemin performansı kötü yönde etkilenebilmektedir [56].

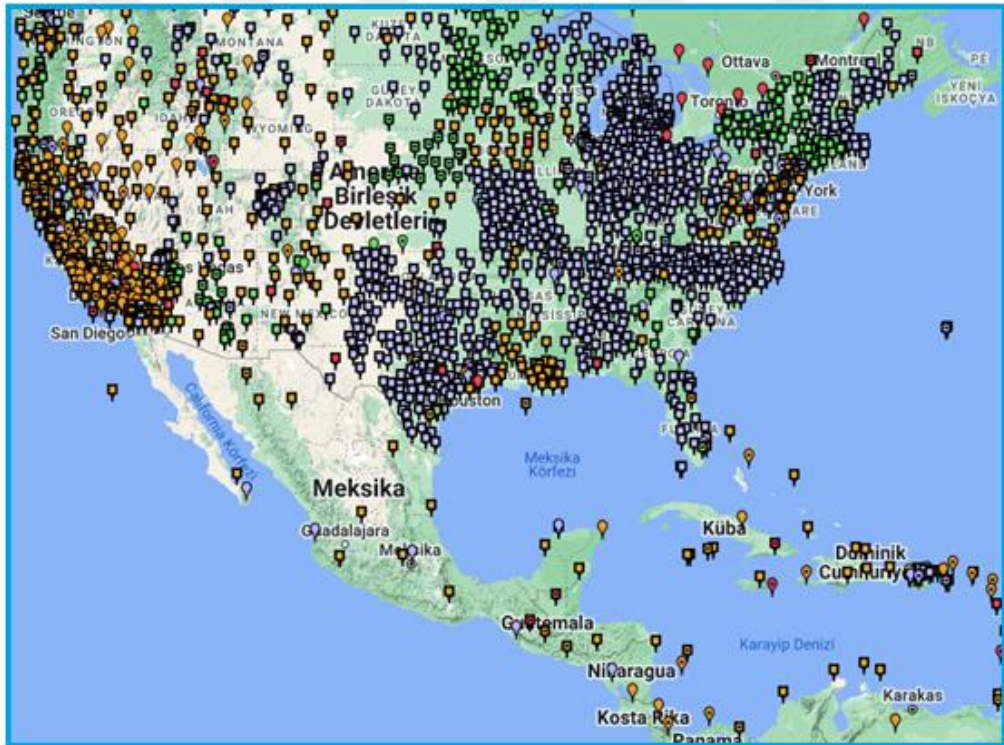
TUSAGA-AKTİF sistemi ile elde edilen konum bilgisinin güvenilirliği, uydu geometrisi ve veri iletişim modeli ile ilişkilendirilebilir. Uzaydan geriden kestirme hesabını temel alan GNSS, konum belirlerken, konum belirleme yöntemlerinde bazı hatalar meydana gelebilmekte olup, ölçme anında kullanılan modellemeler ve donanımlar bu hataları gidermede etkili olabilmektedir. Ayrıca uydu geometrisi ile birlikte ölçüler Ağ-RTK ölçme yöntemi kullanılarak ölçü değerleri elde edilmiş ise veri iletişim modeli de hassas konum bilgisini etkileyen bir diğer faktör olarak sayılabilir. Konumları bilinen GNSS uydularından değerlendirme verilerini alan GNSS alıcısı, uydu sinyalleri alırken, bazen atmosferik etkilere maruz kalabildiğinden bu atmosferik etkilerin modellenmesi sonucunda ancak hassas konum bilgisi elde edilebilmektedir. Ağ-RTK düzeltme verisi olarak kullanıcı alıcılara iletilen verilerin atmosferik modellenmesi TUSAGA-AKTİF sisteminde kontrol istasyonlarına gelen verilerin hesaplanması ile yapılır.

Bu durumun benzeri Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik sisteminde yaşandığında ise referans ve gezici alıcılarının ikisinin de aynı atmosferik etkiler maruz kaldığı varsayılarak, aynı atmosfer modellemesi yapılır ve gezici alıcılara, sabit koordinatı bilinen referans istasyonundan hesaplanan düzeltme verileri, tek noktadan gönderilir.

TUSAGA-AKTİF sisteminde gezici alıcılar kontrol merkezi ile karşılıklı iletişim halindedir. Yaklaşık konum gezici alıcılar tarafından GNSS uydularından hesaplanarak kontrol merkezine gönderir. Düzeltme verilerini hesaplayan kontrol merkezi bu verileri gezici alıcılarla paylaşır. Sabit istasyonlar ile gezici alıcılar arasında karşılıklı veya tek yönlü iletişim olmamaktadır.

Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yönteminin sisteminde ise referans istasyonunda hesaplan düzeltme verileri gezici alıcılara iletilir ve gezici alıcılardan referans istasyonlarına herhangi bir verinin gönderimi söz konusu değildir. Yalnızca tek taraflı bir iletişim söz konusudur.

Ülkemizde hizmete sunulan TUSAGA-Aktif projesine, dünyadaki birçok ülkede, benzer örneklerine rastlanır. Dünyada yaklaşık olarak 35'ten fazla TUSAGA-Aktif projesine yakın örnek bulunmaktadır. TUSAGA-Aktif sistemi ülkeden ülkeye yeryüzünde farklı bir şekilde dağılımdadır. Bazı ülkelerde referans istasyonları lokal bir dağılımla konumlandırılmışken, bazı ülkelerde de ülkemizdeki gibi bütün ülkeyi kapsayacak şekilde bir dağılım ile konumlandırılmış referans istasyonlarından oluşmaktadır. TUSAGA-Aktif projesini, özel veya müşterek yürüten ya da devlet bünyesinde yürüten ülkeler bulunmaktadır. TUSAGA-Aktif projesi kapsamında tesis edilen referans istasyonlarının arasındaki uzaklık 100-150 km arası olan örnekleri mevcuttur (Şekil 5.6). İstasyonlar arasındaki uzaklığa bağlı konum belirleme hızı ve duyarlılığı, farklılık gösterebilmektedir [33, 47, 56].



Şekil 5. 6. ABD CORS dağılımı.

Dünyadaki diğer ülkelerdeki CORS örnekleri;

- NGS CORS-Amerika.
- SAPOS-Almanya.
- AGNES-İsviçre.
- APOS-Avusturya.
- NETPOS-Hollanda.
- GEONET-Deprem CORS-Japonya.
- KSA CORS- S.Arabistan.
- KSACON- S.Arabistan Dönüşüm Parametreleri.
- NADCON-ABD Dönüşüm Parametreleri.
- REGENTE-İspanya dönüşüm parametreleri [57].

6.UYGULAMA

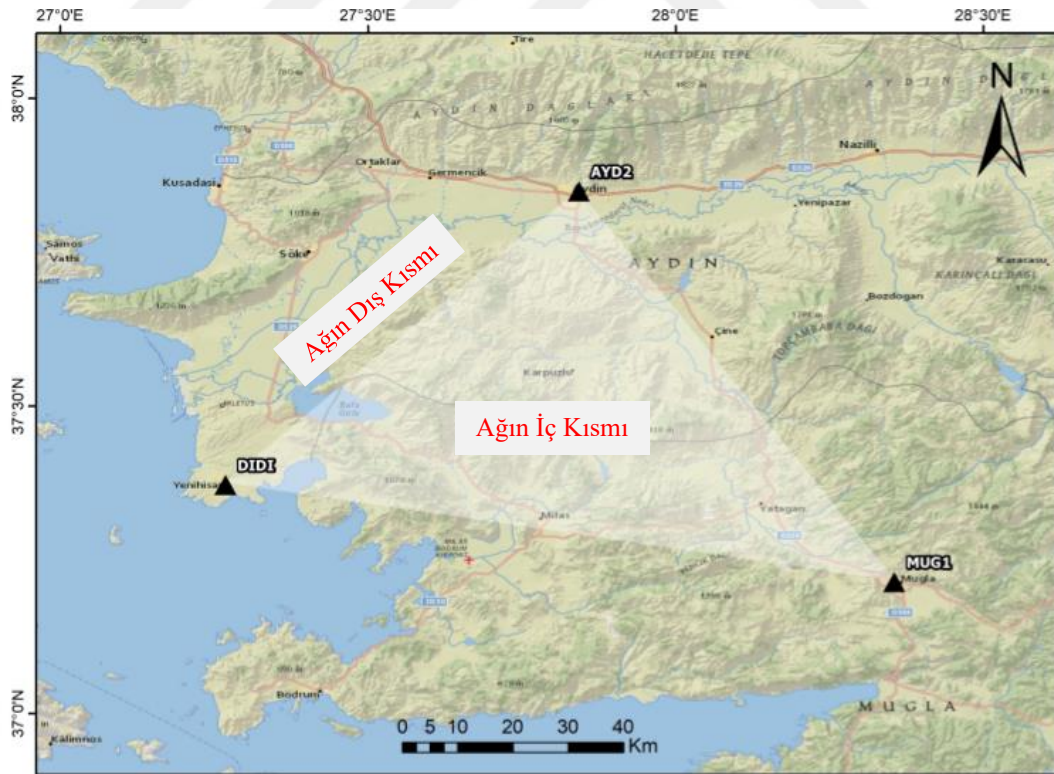
6.1 Çalışmanın Konusu

Bu yüksek lisans çalışmasının konusu olan “Kıyı Bölgelerde Klasik-RTK ve Ağ-RTK Ölçme Yöntemlerinin Karşılaştırılması” için araştırma yapılmıştır. Daha önce GNSS ölçme yöntemleriyle elde edilen konum doğruluklarının araştırılması TUSAGA-Aktif noktalarının oluşturduğu ağın iç bölgelerinde yapılmış olmasına karşın ağın dışında kalan kenar kısımlarda yapılmamıştır. Bu çalışmada ağın dışındaki kenar kısımlarında da ölçümler yapılarak Klasik-RTK ve Ağ-RTK arasında doğruluk araştırması yapılmıştır. Bunun için iki farklı bölgede iki ayrı çalışma alanı oluşturulmuştur. Bu iki çalışma alanı da kendi içinde iç ve dış kısım (CORS-TR Ağının iç ve dışındaki kenar kısımları) şeklinde ikiye ayrılmıştır. Belirlenen bu alanlarda bir ön araştırma çalışması yapılarak araştırma konusunun amacını gerçekleştirmek için en uygun çalışma alanları belirlenerek ölçüm yapılacak nokta yerleri tespit edilmiştir. Nokta yerleri belirlenirken Google Earth ve Harita Genel Müdürlüğünün sayfasından Türkiye Jeodezik Ağlar Haritası yardımıyla Türkiye geneli tesis edilmiş TUSAGA-Aktif sabit istasyonların yerlerinden yararlanılmıştır. İki farklı bölgede bu sabit istasyonlardan birer üçgen ağ şeklinde kapalı güzergahlar oluşturulmuş ve bu bölgeler harita üzerinde gösterilmektedir. AYD2-DİDİ-MUG1 ve FETH-KAAS-FINI sabit TUSAGA-AKTİF istasyonlarından yararlanılarak oluşturulan üçgen ağların meydana getirdiği kapalı güzergah alanları, sırasıyla birinci bölge I. çalışma alanı ve ikinci bölge II. çalışma alanı olarak isimlendirilmiştir. Aydın-Didim-Muğla ve Fethiye-Kaş-Finike arasında kalan birinci ve ikinci bölge olarak (Şekil 6.1) ve (Şekil 6.2) gösterilmektedir. Birinci bölgenin alanı yaklaşık 3.078 km² yüz ölçümünde olup ikinci bölgenin alanı da yaklaşık 1.346 km²’lik bir yüz ölçümüne sahiptir.

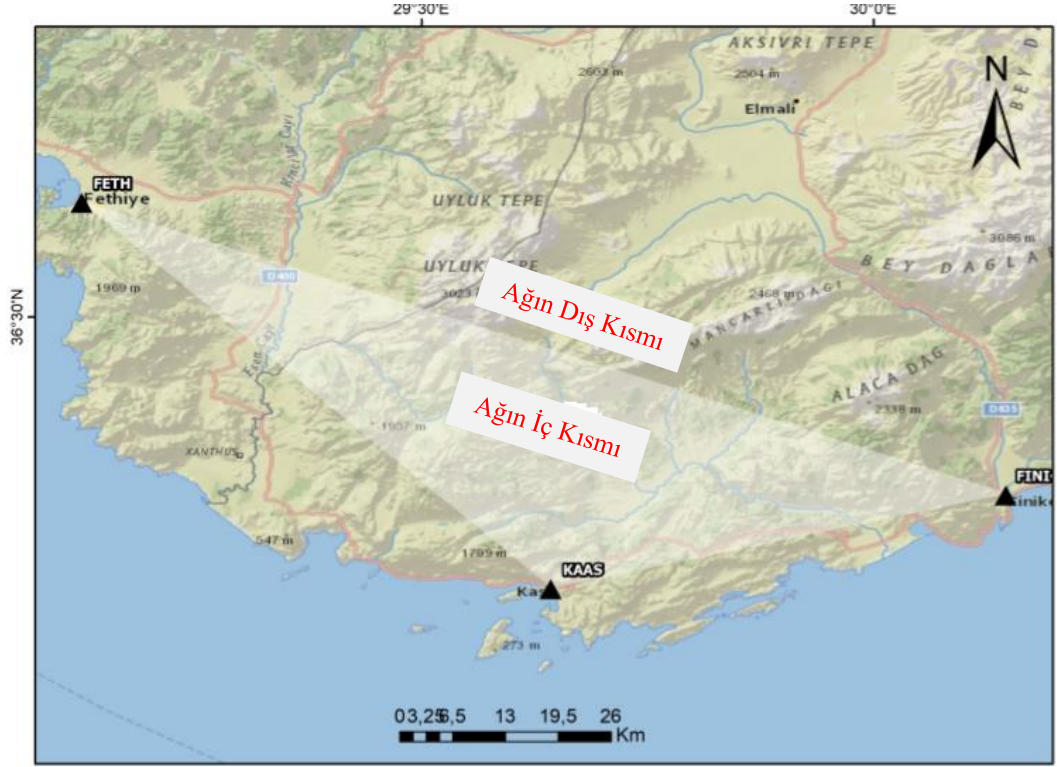
Bu üçgen ağların oluşturduğu kapalı güzergah alanları iç kısım ve dış kısım (CORS-TR Ağının iç ve dışındaki kenar kısımları) diye ikiye ayrılarak farklı ölçme yöntemleri ile hassas konumları belirlenecek olan ölçü noktaların çalışma alanında ağın iç ve dış kısımda yer alacak şekilde ikiye ayrılmıştır. Çalışma alanının dış kısmı olarak nitelendirilen alan deniz kıyı yönünde seçilmiştir. Oluşturulan alanların iç kısımlarında (CORS-TR Ağının iç kısımları) 3 adet nokta ve dış kısımda (CORS-TR Ağının dışında kenar kısımları) 3 adet nokta olmak üzere her bir çalışma alanında

6 adet nokta olacak şekilde her iki bölgede toplamda 12 adet noktanın yeri belirlenmiştir. Noktaların yerleri tayin edilirken birbirlerine olan mesafeleri yaklaşık 1 km veya üstü olacak şekilde belirlenmiştir.

Her iki çalışma alanında bulunan 12 adet noktada farklı zamanlarda Statik ölçme oturumları gerçekleştirilmiştir. GNSS alıcılarıyla 12 adet noktada Statik ölçme, Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçme yöntemleri ile ölçümler üç etapta tamamlanmıştır. Her iki çalışma alanında belirlenen 12 noktada ilk olarak Statik ölçme oturumları yapılmıştır. Daha sonra her iki bölgede statik ölçme yöntemi ile elde edilen ham veriler Leica Geo Office 7.0 yazılımında iki ayrı proje olarak değerlendirilmiştir. AYD2-DİDİ-MUG1 ve FETH-KAAS-FINI sabit TUSAGA-Aktif istasyonları değişmez nokta alınarak zorlamasız dayalı dengeleme hesabı yapılmıştır. Bu değerlendirme sonucunda elde edilen konum koordinatları kesin koordinat değerleri olarak nitelendirilmiş ve Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ve Ağ-RTK ölçme yöntemlerinin birbirleriyle karşılaştırması her iki bölgedeki farklı çalışma alanlarında yer alan 6 adet noktanın kesin konum koordinat değerlerine göre yapılmıştır.



Şekil 6. 1. Birinci bölge I. çalışma alanı.

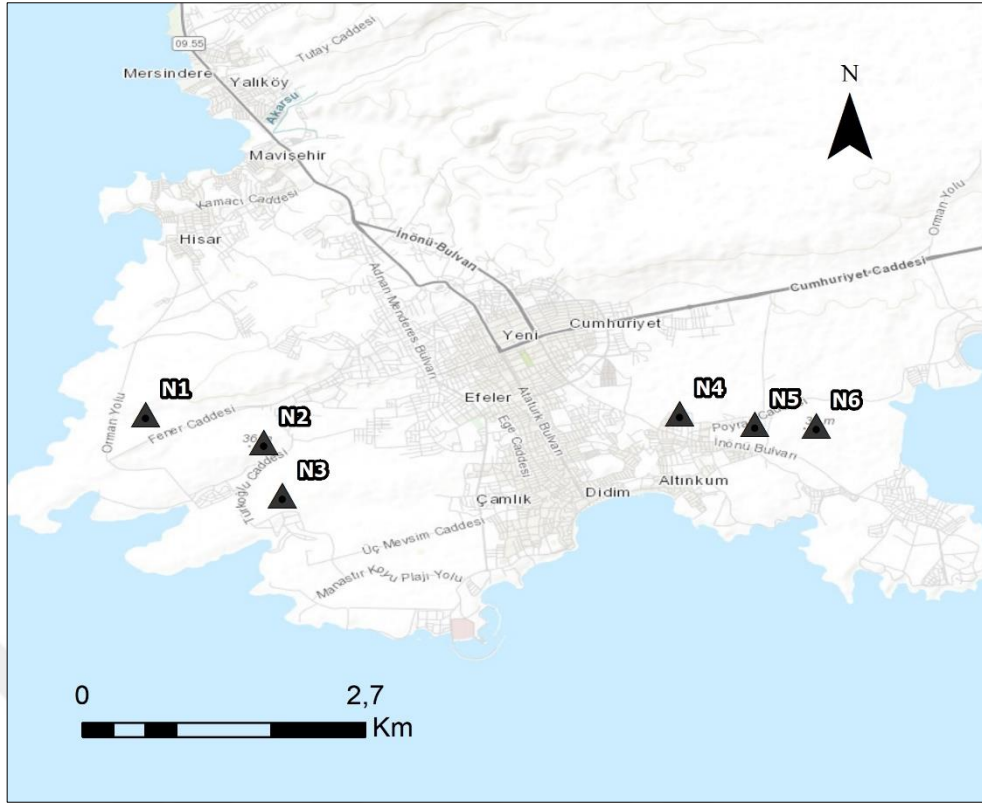


Şekil 6. 2. İkinci bölge II. çalışma alanı.

6.2 Nokta Konumlarının Gösterilmesi

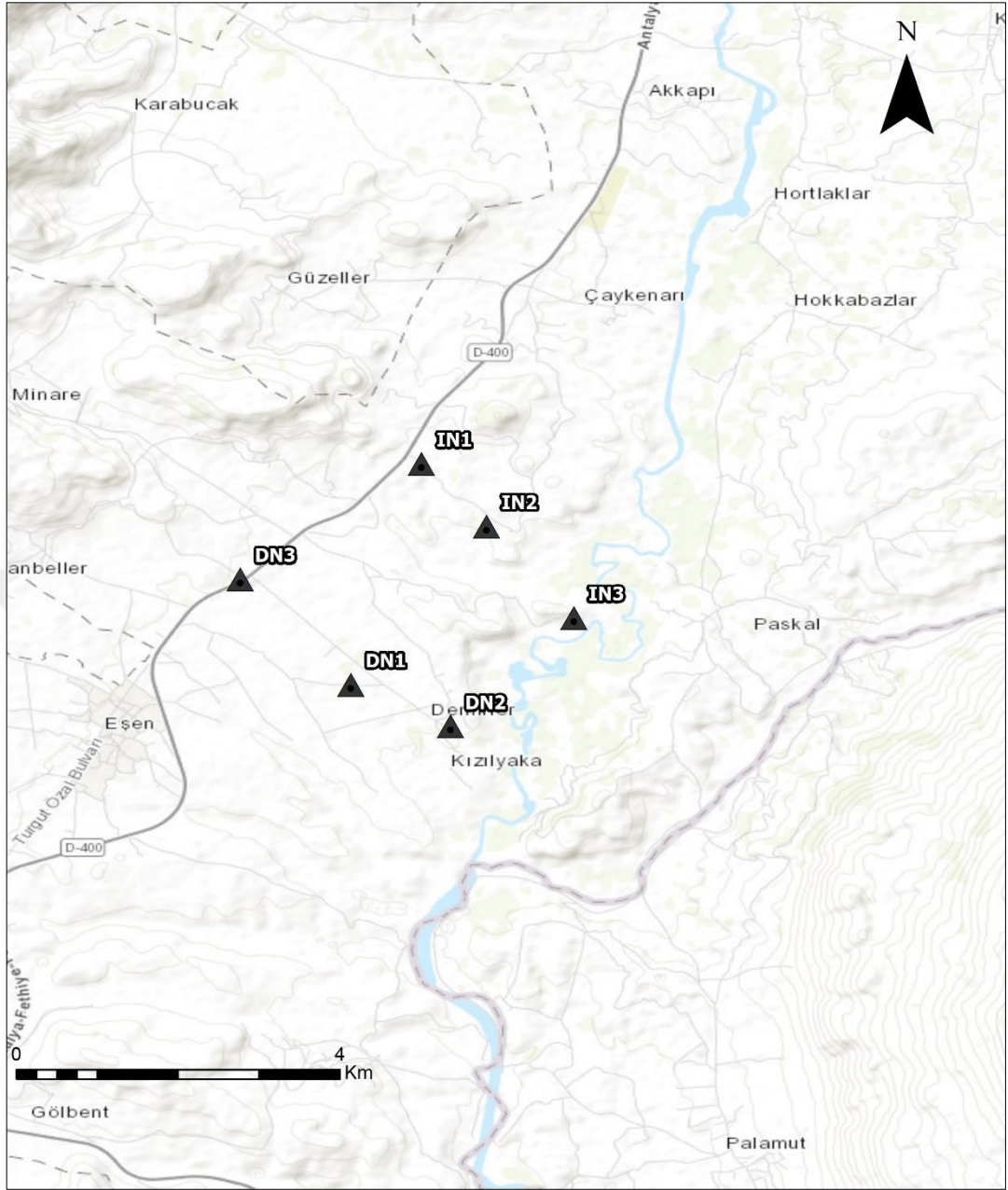
Her iki çalışma bölgesinde yer alan noktaların yerleri belirlenirken coğrafi özellikler, noktaların birbirlerine olan mesafeleri ve sabit TUSAGA-Aktif istasyonlarından yararlanılarak oluşturulan sınır güzergah çizgisine olan mesafeleri göz önüne alınarak belirlenmiştir. 12 adet noktanın Ağ-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen ITRF datumundaki ölçü değerleri NETCAD programına aktararak (Google Earth'ün üzerine yüklenecek dosyanın KML uzantılı olması gerektiği için) KML formatında dosyalar oluşturulmuştur. KML uzantılı dosyalar Google Earth içerisine yüklenerek 12 adet noktanın yerleri gösterilerek haritalandırılmıştır.

AYD2-DİDİ-MUG1 sabit TUSAGA-AKTİF istasyonlarından oluşan üçgen ağının meydana getirdiği kapalı güzergah alanı birinci bölge I. çalışma alanı olarak isimlendirilmiştir. I. çalışma alanında ağın iç kısmında N4, N5, N6 adlı 3 adet nokta yer alırken; N1, N2, N3 adlı 3 adet nokta da bu çalışma alanında ağın dış kısmında bulunmaktadır. Bu 6 adet noktanın yerleri Şekil 6.3'de işaretli olarak gösterilmektedir.



Şekil 6. 3. Birinci bölge I. çalışma alanında yer alan noktalar.

FETHİYE-FİNİKE-KAŞ sabit TUSAGA-AKTİF istasyonlarından oluşan üçgen ağının meydana getirdiği kapalı güzergah alanı ikinci bölge II. çalışma alanı olarak isimlendirilmiştir. II. çalışma alanında ağın içinde IN1, IN2, IN3 adlı 3 adet nokta bulunurken; DN1, DN2, DN3 adlı diğer 3 adet nokta da bu çalışma alanında ağın dışı olarak nitelendirilen alanda bulunmaktadır. İkinci bölge II. çalışma alanında yer alan 6 adet nokta Şekil 6.4’de işaretli olarak gösterilmiştir.

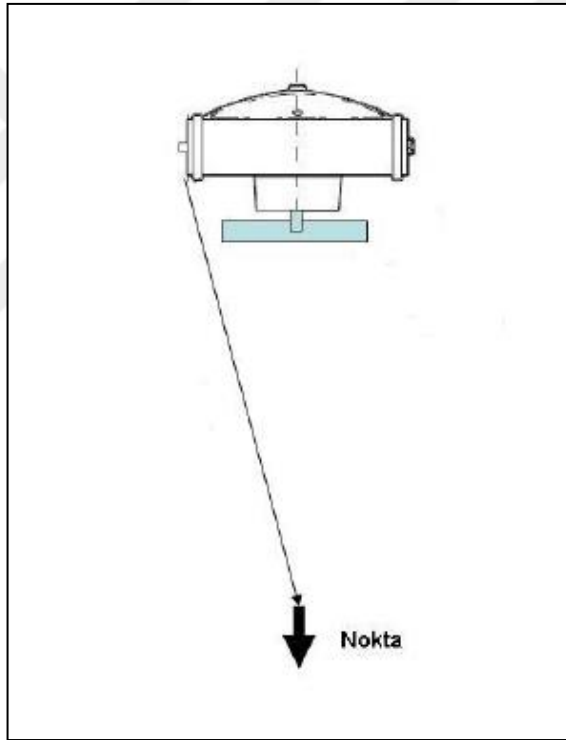


Şekil 6. 4. İkinci Bölge II. çalışma alanında yer alan 6 adet nokta.

6.3 Statik Ölçme Oturumlarının Yapılması

Aydın-Didim ve Muğla-Fethiye bölgelerinde bulunan 12 adet noktanın hassas konum bilgisini belirlemek üzere iki farklı Topcon marka GNSS alıcılarla 29.10.2022 ve 11.09.2022 tarihlerinde bu noktalarda ilk olarak statik ölçme oturumları yapılarak veriler toplanmıştır. Statik ölçmelerde gözlem parametreleri olarak uydu yükseklik açısı 15° , 1 saniye kayıt aralığında alıcılarla ve gözlenen uydu sayısı en az 4 olacak şekilde ölçümler tamamlanmıştır.

Birinci çalışma alanında yer alan 6 adet noktanın statik ölçme oturumları, 29 Ekim 2022 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Her bir ölçü noktasında statik ölçme yöntemiyle yaklaşık bir buçuk saatlik oturumlar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma alanındaki ilk statik ölçme oturumu N4 adlı noktada gerçekleştirilmiştir. Birinci bölge I. çalışma alanına en yakın bulunan sabit DİDİ TUSAGA-AKTİF referans istasyonunun yaklaşık 1.9 km güney doğusunda yer alan N4 noktasına GNSS alıcısı sehpa üzerine kurulumu gerçekleştirildikten sonra GNSS alıcısının ön yüzünde bulunan işaretli yerin ucundan metre ile noktaya 4 taraftan eğik yükseklik okunmuştur. Bu işlem her noktadaki ölçüm başlangıcı ve bitiminde yapılmıştır. Eğik yüksekliğin nasıl belirlendiği Şekil 6.5’de gösterilmektedir. Bir ölçü noktasında belirlenen 4 eğik yüksekliğin ortalaması alınarak eğik anten yüksekliği belirlenmiştir.



Şekil 6. 5. Eğik anten ölçümü.

N5 noktasının, DİDİ sabit referans TUSAGA-AKTİF istasyonuna olan yaklaşık uzaklığı 2.8 km, eğik anten yüksekliğinin ortalaması 1.564 m olarak belirlenmiş ve ölçme oturumu gerçekleştirilmiştir. N6 noktasının DİDİ sabit referans TUSAGA-AKTİF referans istasyonuna olan yaklaşık uzaklığı 3.6 km, dik anten yüksekliği 2.00 m olarak belirlendikten sonra ölçme oturumu gerçekleştirilmiştir. I. çalışma alanındaki ağın içinde yer alan 3 adet noktanın statik ölçme oturumlarında olduğu gibi ağın dışında yer alan 3 adet nokta içinde statik ölçme oturumları yine aynı

şekilde yapılmıştır (Şekil6.6). Birinci bölge I. çalışma alanında yer alan 6 adet noktada yapılan ölçme oturumlarında kullanılan GNSS alıcı tipi, ölçme yöntemi, anten yüksekliği, ölçme oturumunun başlangıç ve bitiş zamanı, ölçme tarihi Çizelge 6.1’de gösterilmektedir.



Şekil 6. 6. Statik ölçme oturumları uygulamasından görüntüler.

Çizelge 6. 1. I. Çalışma alanında yer alan 6 adet noktada yapılan statik ölçümü oturum bilgileri.

Nokta Adı	GNSS Alıcı Tipi	Ölçme Yöntemi	Ölçüm Başlangıç-Bitiş Saati	Ölçüm Tarihi
N1	Topcon-GR3	Statik	17.36-19.10	29.10.2022
N2	Topcon-GR3	Statik	18.43-20.44	29.10.2022
N3	Topcon-GR3	Statik	16.39-18.11	29.10.2022
N4	Topcon-GR3	Statik	11.31-13.28	29.10.2022
N5	Topcon-GR3	Statik	14.05-15.55	29.10.2022
N6	Topcon-GR3	Statik	14.53-16.09	29.10.2022

Birinci bölge I. çalışma alanının dış kısmında yer alan N1, N2, N3 noktaları, sabit DİDİ TUSAGA-AKTİF referans istasyona olan yaklaşık mesafeleri sırasıyla 4.8 km, 3.4 km, 3.5 km olup bu referans istasyonun kuzeybatısında yer almaktadırlar. İkinci bölge II. çalışma alanında ilk statik ölçme oturumu bu çalışma alanının dış kısmında yer alan DN1 noktasında 11 Ağustos 2022 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma alanına en yakın bulunan FETH sabit referans TUSAGA-Aktif istasyonuna olan yaklaşık uzaklığı 25 km’dir. DN1 noktasının eğik anten yüksekliği okumalarının

ortalaması 1.595 m olarak belirlendikten sonra ölçme oturumu gerçekleştirilmiştir. İkinci çalışma alanında ağın dışında yer alan DN2, DN3 ve ağın iç kısmında yer alan IN1, IN2, IN3 noktalarının çalışma alanına en yakın olarak belirtilen referans istasyonuna olan yaklaşık mesafeleri sırasıyla 26 km, 23 km, 23 km, 24 km, 26 km'dir. Bu bölgede yer alan noktalardaki statik ölçme oturumları sırasıyla aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. İkinci bölge II. çalışma alanında yer alan 6 adet noktada gerçekleştirilen statik ölçme oturumlarında kullanılan GNSS alıcı tipi, ölçme yöntemi, anten yüksekliği, ölçme oturumunun başlangıç ve bitişi zamanı, ölçme tarihi Çizelge 6.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 6. 2. II. Çalışma alanında yer alan 6 adet noktada yapılan statik ölçümü oturum bilgileri.

Nokta Adı	GNSS Alıcı Tipi	Ölçme Yöntemi	Ölçüm Başlangıç-Bitiş Saati	Ölçüm Tarihi
DN1	Topcon-GR5	Statik	14.41-16.16	11.08.2022
DN2	Topcon-GR5	Statik	16.42-17.44	11.08.2022
DN3	Topcon-GR5	Statik	18.17-19.19	11.08.2022
IN1	Topcon-GR5	Statik	19.42-20.45	11.08.2022
IN2	Topcon-GR5	Statik	21.36-22.39	11.08.2022
IN3	Topcon-GR5	Statik	22.56-00.01	11.08.2022

6.5 Klasik-RTK ve Ağ-RTK Ölçme Yöntemleriyle Ölçümlerin Yapılması

Ağ-RTK ve Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yöntemleri ile her iki bölgedeki çalışma alanlarında yer alan 12 adet noktada ölçümler yapılmıştır. Bu doğrultuda iki farklı bölgede belirlenen çalışma alanlarında yer alan Statik ölçme yöntemiyle kesin koordinatları belirlenmiş 12 nokta arasından seçilen 3 noktada sabit GNSS alıcısı kurulmuş ve eş zamanlı olarak gezici alıcıyla bu sabit alıcı bağlantı sağlanarak Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçümü yapılmıştır.

Türkiye'de aktif kullanımına sahip TUSAGA-Aktif sistemine bağlanılarak iki bölgedeki çalışma alanlarında yer alan 12 adet noktada Ağ-RTK ölçümleri birinci bölge I. çalışma alanında 29 Ekim 2022 tarihinde ikinci bölge II. çalışma alanında 11 Ağustos 2022 tarihinde yapılmıştır. Ağ-RTK ölçme yöntemi uygulamasından görüntüler Şekil 6.7'de verilmiştir.

Ağ-RTK ölçme yöntemiyle 12 adet noktada, 1 sn kayıt aralığında, epok sayısı 15 ve 10° yükseklik açısıyla ölçüm yapılmıştır. Birinci bölgedeki çalışma alanında yer alan

6 adet noktada Ağ-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen ölçü değerleri, ITRF-96 projeksiyon koordinat sisteminde 3°genişlikli UTM (Universal Transverse Mercator) dilim orta meridyeni 27 iken ikinci bölgedeki çalışma alanında yer 6 adet noktanın ITRF-96 projeksiyon koordinat sisteminde, 3° genişlikli UTM dilim orta meridyeni 30'dur. Her iki bölgedeki I. ve II. çalışma alanlarında yer alan 12 adet noktanın, Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçme yöntemleri ile elde edilen projeksiyon sistemindeki koordinat değerleri yatay, düşey, ve yükseklik değerleri sırasıyla Y, X ve H şeklinde belirtilmiştir (Çizelge 6.3).



Şekil 6. 7. İkinci bölge II. çalışma alanında yapılan Ağ-RTK uygulamasından görüntüler.

Çizelge 6. 3. Birinci bölge I. çalışma alanında bulunan 6 adet noktanın Ağ-RTK ölçü değerleri.

NN	Yatay Değer(Y)	Düşey Değer(X)	Elipsoidal Yükseklik(H)
N1	519158.9710	4135832.2130	37.720
N2	520606.8410	4135409.3760	36.940
N3	520832.9120	4134594.5530	38.874
N4	525678.5990	4135861.8960	54.451
N5	526600.4320	4135701.7410	40.434
N6	527348.9500	4135682.7240	36.005

İkinci bölgedeki II. çalışma alanında bulunan 6 adet noktada Ağ-RTK ölçme yöntemiyle yapılan ölçümlerin sonucunda elde edilen ölçü değerleri Çizelge 6.4’de verilmiştir.

Çizelge 6. 4. İkinci bölge II. çalışma alanında bulunan 6 adet noktanın Ağ-RTK ölçü değerleri.

NN	Yatay Değer(Y)	Düşey Değer(X)	Elipsoidal Yükseklik(H)
IN1	438845.9130	4039560.8810	124.399
IN2	439488.2840	4038782.5020	124.418
IN3	440346.7100	4037649.3980	100.537
DN1	438121.2000	4036838.6590	111.414
DN2	439111.2620	4036317.6980	107.488
DN3	437030.6890	4038148.8790	133.197

Klasik-RTK ölçme yöntemiyle yapılan ölçümlerde, GNSS alıcısı, 1 sn veri toplama aralığında ölçü epogu, 15 ve gözlemlenen GPS uydu sayısı, en az 8 olacak şekilde ölçümler tamamlanmıştır. Birinci bölgedeki I. çalışma alanında yer alan 6 adet noktanın bilinen kesin koordinat değerleri, GNSS el ünitesine girilmiştir. Bu çalışma alanında ağın içinde yer alan N4 adlı noktada sabit GNSS alıcı kurulumu ve ayarlamaları ölçüm yapmaya hazır hale getirilmiştir (Şekil 6.8). Eş zamanlı olarak çalışma alanında yer alan diğer ölçü noktalarına gidilerek, gezici GNSS alıcıyla durulmuş ve sabit GNSS alıcısı arasında bağlantı sağlandıktan sonra ölçümler yapılmıştır. Kontrol edilen GNSS alıcıları, ölçüme hazır hale getirilerek açık gökyüzü sayesinde, GPS ve GLONAS uyduları ile bağlantı kurabilmiştir.



Şekil 6. 8. Ölçüm anındaki el ünitesinin görüntüsü.

Gezici GNSS alıcısı ile önce N5 noktasına gidilerek, N4 noktasında bulunan sabit GNSS alıcısına bağlantı sağlanmıştır ve Klasik-RTK ölçme yöntemiyle N5 noktasının koordinatları belirlenmiştir. Daha sonrasında ise N6 noktasına gidilmiş ve bu noktanın da Klasik-RTK ölçme yöntemiyle konum koordinatları belirlenmiştir. Birinci çalışma alanında ağın iç kısmında yer alan N4, N5, N6 noktalarının Klasik-RTK ölçme yöntemiyle koordinatları belirlendikten sonra N4 noktasındaki sabit GNSS alıcısına bağlantı kurmak üzere gezici alıcı ile çalışma alanının dış kısmında yer alan N1, N2, N3 noktalarında durulmuş fakat gezici GNSS alıcıda görüntülenen GNSS uydu sayısının 4'ün altına düşmesinden dolayı GNSS alıcısında, Fix moduna geçiş sağlanamamıştır. Bundan dolayı ikinci sabit GNSS alıcısı birinci çalışma alanının dış kısmında yer alan N3 noktasında kurularak (Şekil 6.9), bu çalışma alanının dış kısmında yer alan diğer iki N1, N2 noktalarında gezici GNSS alıcısıyla eş zamanlı durulmuş (Şekil 6.10) ve bu noktalarda, Klasik-RTK ölçme yöntemiyle hassas konum koordinatları elde edilmiştir.



Şekil 6. 9. I. Çalışma alanındaki N3 noktasında kurulan sabit GNSS alıcısı.



Şekil 6. 10. I. Çalışma alanında N2 noktasındaki gezici GNSS alıcısı.

Birinci bölge I. çalışma alanında yer alan noktaların Klasik-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen projeksiyon sistemindeki koordinat değerleri, Çizelge 6.5'te yer almaktadır.

Çizelge 6. 5. Birinci bölge I. çalışma alanında bulunan 6 adet noktanın Klasik-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen koordinat değerleri.

NN	Yatay Değer(Y)	Düşey Değer(X)	Elipsoidal Yükseklik(H)
N1	519159.0590	4135831.9770	37.5080
N2	520607.0830	4135409.1170	36.7290
N3	520833.0480	4134594.3495	38.6980
N4	525678.6957	4135861.6737	54.2300
N5	526600.5310	4135701.4700	40.2340
N6	527349.1280	4135682.5350	35.7950

Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yöntemi ile İkinci bölge II. çalışma alanında yer alan 6 adet noktada 27 Kasım 2022 tarihinde ölçümler yapılmıştır. Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçme yöntemi için önceden belirlenmiş kesin konum koordinat değerleri kullanılarak yapılacağından önce GNSS el ünitesine, bilinen bu koordinat değerleri girilmiştir. Sabit GNSS alıcısı yalnızca bir noktada, bu çalışma alanında ağın dış kısmında yer alan DN1 noktasında kurulmuştur. DN2, DN3, IN1, IN2, IN3 noktalarındaki durulan gezici GNSS alıcısıyla DN1 noktasındaki sabit GNSS alıcısı ile arasındaki yaklaşık mesafeleri sırasıyla 2.82 km, 2.38 km, 2.37 km, 1.12 km, 1.71 km'dir. DN1 noktasındaki sabit GNSS alıcısı ile II. çalışma alanında ağın dış ve iç kısımlarında yer alan DN2, DN3 ve IN1, IN2, IN3 noktalarına gezici GNSS alıcısıyla sırasıyla gidilmiş ve bu sabit GNSS alıcısı üzerinden bu 5 adet noktanın hassas konum koordinatları Klasik-RTK ölçme yöntemiyle belirlenmiştir (Çizelge 6.6).

Çizelge 6. 6. İkinci bölge II. çalışma alanında bulunan 6 adet noktanın Klasik-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen koordinat değerleri.

NN	Yatay Değer(Y)	Düşey Değer(X)	Elipsoidal Yükseklik(H)
IN1	438846.1800	4039560.8040	124.2100
IN2	439488.5110	4038782.4410	124.4430
IN3	440346.8870	4037649.3410	100.5280
DN1	438121.3946	4036838.5625	111.2580
DN2	439111.4010	4036317.5700	107.8650
DN3	437030.8800	4038148.8340	133.1810

6.6 Çalışmada Kullanılan GNSS Ekipman ve Donanımları

Her iki bölgenin çalışma alanlarında ağın iç ve dış kısımlarında bulunan 12 adet noktada, 3 farklı ölçme yöntemi ile ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümler için birinci bölge I. çalışma alanında, GNSS alıcısı olarak 1 adet TOPCON GR-5 ve FC-500 el ünitesi kullanılarak ağın iç ve dış kısımlarda bulunan noktalarda statik ölçme oturumları, Ağ-RTK ve Klasik-RTK ölçümleri tamamlanmıştır (Şekil 6.11). TOPCON GR-5 GNSS alıcısı ve FC-500 el ünitesi teknik özellikleri Çizelge 6.7 ve Çizelge 6.8 ayrıntılı bir şekilde belirtilmiştir. İkinci bölge II. çalışma alanında ağın iç ve dış kısmında bulunan 6 adet noktanın statik ölçme oturumları ve Ağ-RTK ölçümleri için GNSS alıcısı olarak TOPCON GR-3 ve FC-200 el ünitesi teknik cihazları kullanılırken, Klasik-RTK ölçme yöntemiyle yapılan ölçümlerde ise GNSS alıcısı TOPCON GR-5 ve FC-500 el ünitesi kullanılmıştır.



Şekil 6. 11. TOPCON GR-5 GNSS alıcısı ve FC-500 el ünitesi.

Çizelge 6. 7. TOPCON GR-5 GNSS alıcısı teknik özellikleri.

GNSS	
GPS	L1, L1C*, L2, L2C, L5*
GLONASS	L1, L2
Galileo*	E1, E5a, E5b, AltBOC
BeiDou*	B1, B2
SBAS	L1 C/A WAAS/MSAS/ EGNOS
QZSS	L1 C/A, L1C*, L2C
Kanal Sayısı	Universal Kanal İzleme ile Sayısı 226 Kanallı Vanguard Teknolojisi
Anten tipi	Entegre Fence Anten™
HASSASİYET	
RTK	H: 5 mm + 0.5 ppm V: 10 mm + 0.8 ppm
Statik	H: 3.0 mm + 0.1 ppm V: 3.5 mm + 0.4 ppm
BAĞLANTI	
	Opsiyonel Radyo Tipi Entegre UHF/FH915 Sabit Radyo Çıkışı 1.0 W, İsteğe bağlı
Opsiyonel GSM	Entegre HSPA/CDMA
I/O Bağlantıları	Sınıf 2 Bluetooth® USB ve Serial
VERİ ve HAFIZA	
Hafıza	Çıkarılabilir SD/SDHC
RTK Veri Çıkış Formatı	TPS, RTCM 2.x, 3.x, CMR, CMR+
ÇEVRESEL	
Kaplama	Toz ve su korumalı I Beam magnezyum alaşım kaplama
Çalışma Sıcaklığı	-30°C + 70°C -30C +60C
Darbe	2m jalondan betona düşmelere ve darbelere karşı dayanıklı IEC 60068-2-29 IEC 60068-2-28
Titreşim	MIL-STD ile uyumlu 810F - 514.5 - Cat.24

Çizelge 6.7 (devam). TOPCON FC500 el kontrol ünitesi teknik özellikleri.

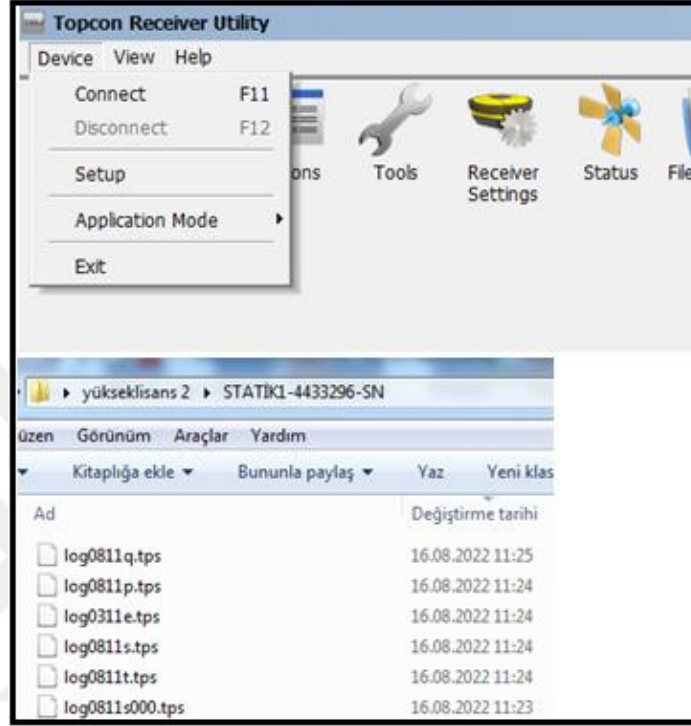
DONANIM	
İşlemci	1 GHz ARM Cortex A8 i.MX53
İşletim Sistemi	Microsoft® Windows Mobile 6.5
Hafıza ve Veri Depolama	8 GB flash bellek Micro-USB
Kamera (Geo, Geo 3G)	5 megapixel çözünürlük oto-fokus ve LED Flaş Işığı ile video çekimi
BAĞLANTI	
Portlar	COM1 RS-232C (D-sub 9pin) 5V DC Power USB Host (Full A) USB Client (Micro)
Kablosuz Bağlantı	Bluetooth® Wi-Fi 802.11 b/g/n
GSM Bağlantısı	Dünya geneli ile uyumlu 800/850, 900, 1800 1900, 2100 MHz, UMTS/HSPA+
EKRAN	
	4.3 in. güneş ışığında okunabilir geniş ekran
BATARYA	
Tipi	Lityum İyon
Voltaj/Kapasite	12/24V DC Güç girişi Akıllı 3.6V DC at 10600 mAh
Şarj süresi	Bir saat kadar az bir zamanda %50 şarj
DAYANIKLILIK	
	IP68 sertifika , tozdan koruyan ve ünitenin bir metreye kadar su geçirmez.

6.7 Statik Ölçme Verilerinin Değerlendirilmesi ve Dengelenmesi

Statik ölçme verilerinin değerlendirilmesi ve dengelenmesi işlemi 3 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar;

1. Statik ölçme oturumları ile toplanan ham verilerin bilgisayara aktarılması.
2. Verilerin RINEX (The Receiver Independent Exchange Format) formatına dönüşüm ve nokta isimlerine göre yeniden düzenlenmesi.
3. Leica Geo Office 7.0 yazılımında değerlendirme ve dengeleme.

1- Her iki bölgedeki çalışma alanında bulunan 12 adet noktada gerçekleştirilen statik ölçme oturumları sonucunda elde edilen ham verilerin Topcon Receiver Utility programı aracılığıyla Device menüsünden connect komutu seçilerek bilgisayar ve alıcı arasında bağlantı kurulmuştur (Şekil 6.11). Daha sonra veriler bilgisayarda bir klasör içerisine aktarılmıştır.



Şekil 6. 12. Topcon Receiver Utility programı veri aktarımı.

2-GNSS alıcı donanımları ile elde edilen ham verilerin, alıcıdan bağımsız bir formata dönüşümünün RINEX sağlanması gerekmektedir. Ham verileri RINEX formatına çevirmek için kullanılabilecek çok sayıda program bulunmaktadır. Ham verilerinin RINEX formatına dönüşümünde Topcon Link ve RINEX Converter programı kullanılmıştır. Değerlendirmede kullanılan tüm veri dosyaları RINEX formatına dönüştürülmüş ve nokta isimlerine göre yeniden düzenlenmiştir.

Leica Geo Office 7.0, Leica firmasının GNSS ile yapılan her tür jeodezik ölçmelerini değerlendirebilen, ticari bir yazılımdır. Bu yazılımın içeriği ve kullanıcıya sunduğu bazı özellikler şöyledir;

- File, Import, View, Tools, Export ve Help menülerinden oluşan program pencereleri yer almaktadır.
- LGO yazılıma; Leica firması GNSS alıcılarının ham dataları ile ortak data formatı olan RINEX dataları yüklenebilir.

- Yazılımın işlem parametreleri menüsünde yayın efemeris ve hassas efemeris kullanılabilmektedir.
- LGO yazılımı ile serbest dengeleme ve dayalı dengeleme yapılabilmektedir.
- Proje sonuç koordinatları, WGS84 sisteminde veya kullanıcının belirleyebildiği projeksiyon sisteminde de alınabilmekte ayrıca kullanıcı isteğine göre dengeleme ile ilgili bilgiler dengeleme sonrasında raporlanabilmektedir.

3-Her iki bölgede yapılan uygulama için GNSS ölçümlerin değerlendirilmesi Leica Geo Office 7.0 yazılımında her çalışma bölgesi için 2 ayrı proje olarak yapılmıştır. LGO yazılımında değerlendirme için öncelikle gerekli olan uydu ve yörünge bilgileri toplanmıştır. Ölçme yapılan 11 Ağustos 2022 ve 29 Ekim 2022 günlerine ait hassas yörünge (efemeris) verisinin indirilmesi amacıyla GNSS Takvimi (GNSS Calendar) uygulamasından Jülyen Günü Numarası, Yılın Günü, GPS Haftası ve GPS Hafta Numarası bilgileri elde edilmiştir (Çizelge 6.9). Hassas yörünge bilgisi, Uluslararası GPS Servisi (IGS) tarafından SP3 formatında, SOPAC'ın internet sitesinden alınmıştır [58].

Çizelge 6. 8. 2022 yılı 11 Ağustos ve 29 Ekim günlerine ait GNSS takvimi.

11 Ağustos	
Jülyen Günü Numarası	2459802.5
Yılın Günü	223
GPS Haftası	2222
GPS Hafta Numarası	22224
29 Ekim	
Jülyen Günü Numarası	2459881.5
Yılın Günü	302
GPS Haftası	2233
GPS Hafta Numarası	22336

İki bölgede yapılan ölçümlerin ortak bir koordinat sisteminde değerlendirilmesi amacıyla iki proje için de datum ITRF koordinat sistemi ve GRS80 elipsoidi seçilerek projelere datum tanımlanmıştır. Koordinat sistemi tanımlandıktan sonra

statik ölçüm yapılan noktaların ham verileri ve aynı günlere ait DIDI, AYD2 ve KAAS, FINI, FETH TUSAGA-Aktif sabit istasyonlarının ham verileri programa yüklenmiştir. Veriler bu yazılım içerisinde tanımlanan projeye aktarıldıktan sonra, her bir sabit ölçüm ham verisine ilişkin dosya adı, ölçüm başlangıç ve bitiş saati, kayıt aralığı, ölçüm tipi ve anten tipine ait kayıtlar ekrana gelen bilgiler ile görüntülenmiştir. LGO yazılımında çözüm tipi olarak sadece fix kullanılmıştır. Nokta bilgileri, anten tipi ve yükseklik değerleri kontrol edilmiştir. İki farklı bölgede uygulama yapıldığından LGO yazılımındaki dengeleme (adjusted) hesabı iki farklı proje olarak yapılmıştır. 2005.0 referans epoğunda olan birinci bölgedeki ölçü noktaları ve sabit DIDI, AYD2 TUSAGA-Aktif noktaları ile ikinci bölgedeki ölçü noktaları ve sabit KAAS, FINI, FETH TUSAGA-Aktif noktalarının koordinatları sırasıyla 2022.83 ve 2022.61 ölçü epoklarına ötelenmiştir (Çizelge 6.10).

Çizelge 6. 9. TUSAGA-Aktif istasyonlarının ITRF 96 2005.0 sistemindeki güncel Kartezyen koordinat ve hızları.

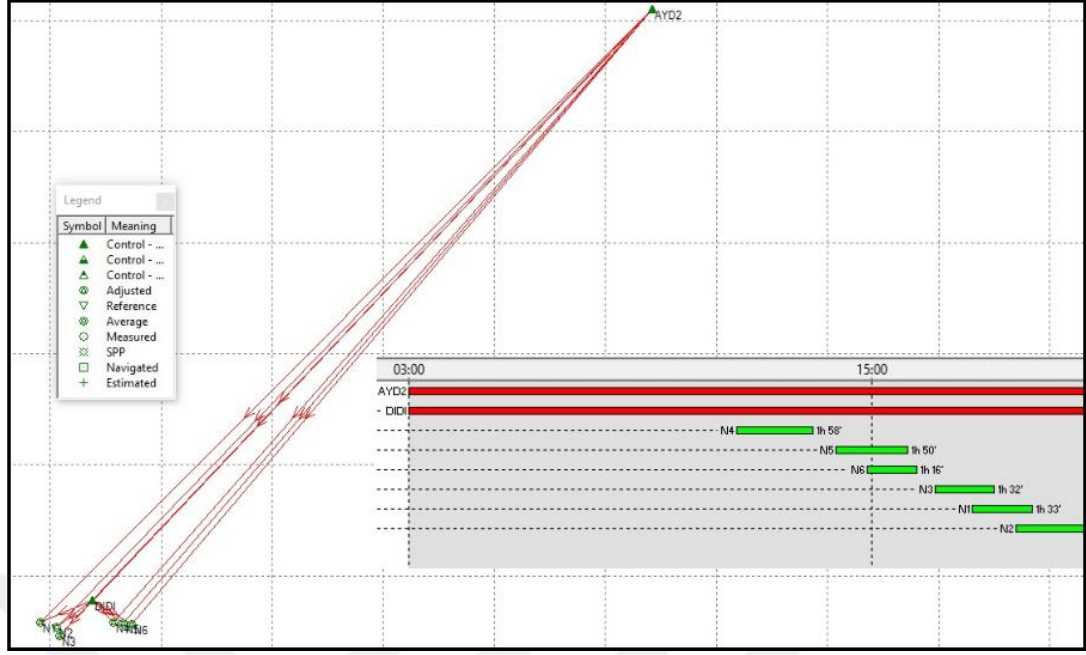
İstasyon Adı	X (m)	Y (m)	Z (m)	vx (m/y)	vy(m/y)	vz (m/y)
DIDI	4511088.9885	2325222.7805	3850343.5115	0.00293	0.00766	-0.0124
AYD2	4459046.8636	2355256.0190	3892274.7363	-0.00041	0.00409	-0.00589
FETH	4476942.2368	2494267.7523	3784205.8430	-0.00464	0.00938	-0.00612
FINI	4450189.5956	2584502.8672	3755291.1475	-0.01112	0.01147	0.00268
KAAS	4478651.8581	2548692.5105	3746010.9599	-0.00942	0.01305	-0.00063

İlk önce sabit DIDI, AYD2 KAAS, FINI, FETH TUSAGA-Aktif noktalara, serbest dengeleme yapılmıştır. Daha sonrasında, ölçü epoğuna ötelenen, referans alınan TUSAGA-Aktif noktalarına, zorlamasız dayalı dengeleme yapılmıştır (Çizelge 6.11).

Çizelge 6. 10. Ölçü epoğuna ötelenen değişmez alınan TUSAGA-AKTİF istasyonlarının koordinat değerleri.

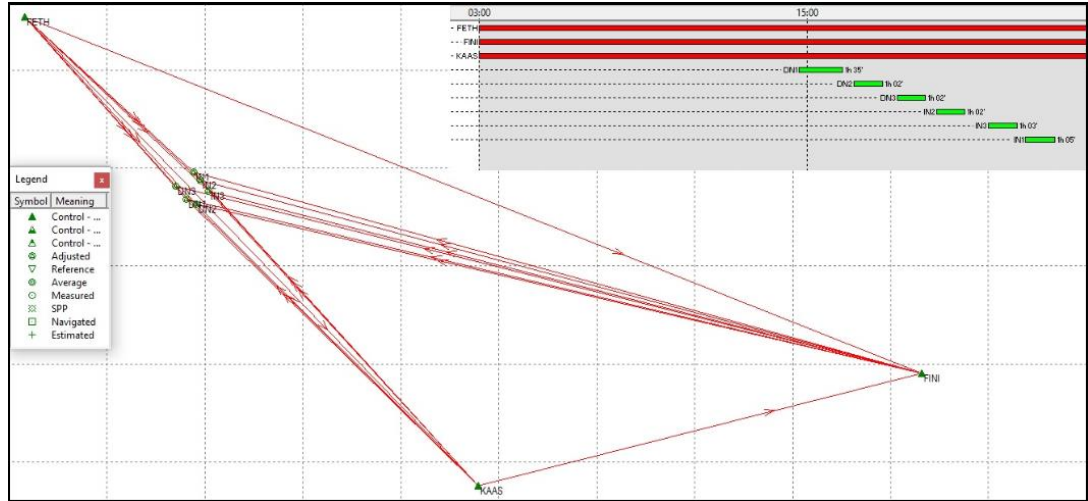
TUSAGA-Aktif İstasyon Adı	Yatay(Y)	Düşey(X)	Yükseklik(H)
DIDI	523797.0365	4137844.0176	79.2214
AYD2	574185.5199	4191040.3377	125.456
KAAS	467906.8160	4007615.5482	54.4002
FINI	513150.5580	4019087.2919	36.3310
FETH	421624.8165	4055387.1945	37.2701

LGO yazılımında DIDI, AYD2 TUSAGA-Aktif sabit noktaları değişmez alınarak yapılan dayalı dengeleme Şekil 6.13'te gösterilmektedir.



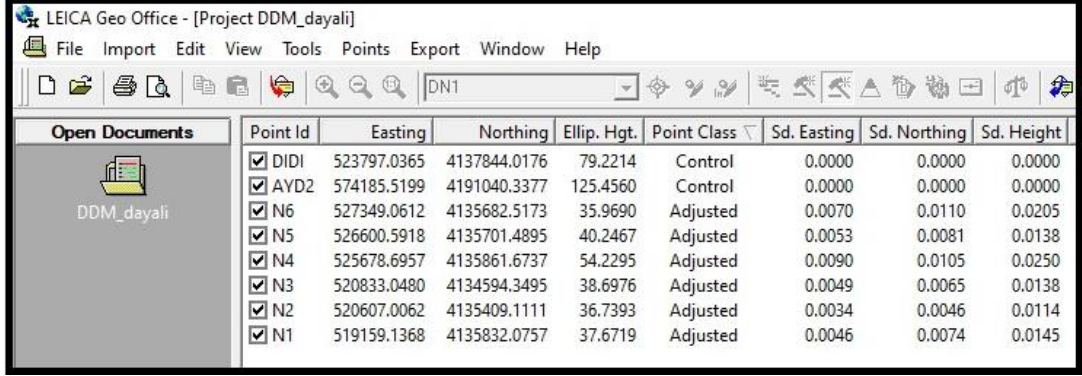
Şekil 6. 13 . Leica Geo Office 7.0 yazılımında I. Çalışma alanında yer alan 6 noktanın sabit AYD2 ve DIDI TUSAGA-Aktif istasyonlarına dayalı dengelenmesi.

LGO yazılımında KAAS, FINI, FETH TUSAGA-Aktif noktaları değişmez alınarak yapılan dayalı dengeleme Şekil 6.14'te gösterilmektedir.



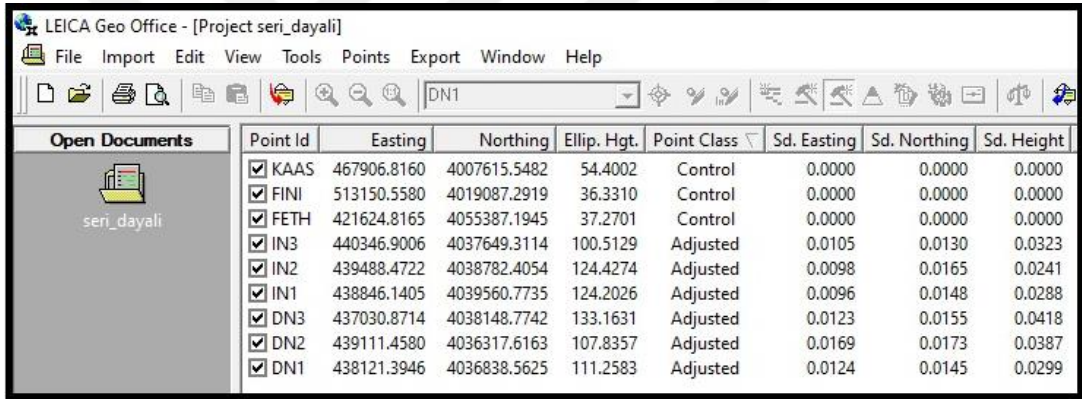
Şekil 6. 14. Leica Geo Office 7.0 yazılımında II. Çalışma alanında yer alan 6 noktanın sabit FETH, KAAS ve FINI TUSAGA-Aktif istasyonlarına dayalı dengelenmesi.

Serbest ağ ve dayalı dengeleme olmak üzere 2 aşamadan oluşan bu işlem sonucunda noktaların dengelenmiş koordinatlarına ve standart sapma değerlerine ulaşılmıştır (Şekil 6.15) ve (Şekil 6.16).



Point Id	Easting	Northing	Ellip. Hgt.	Point Class	Sd. Easting	Sd. Northing	Sd. Height
☒ DIDI	523797.0365	4137844.0176	79.2214	Control	0.0000	0.0000	0.0000
☒ AYD2	574185.5199	4191040.3377	125.4560	Control	0.0000	0.0000	0.0000
☒ N6	527349.0612	4135682.5173	35.9690	Adjusted	0.0070	0.0110	0.0205
☒ N5	526600.5918	4135701.4895	40.2467	Adjusted	0.0053	0.0081	0.0138
☒ N4	525678.6957	4135861.6737	54.2295	Adjusted	0.0090	0.0105	0.0250
☒ N3	520833.0480	4134594.3495	38.6976	Adjusted	0.0049	0.0065	0.0138
☒ N2	520607.0062	4135409.1111	36.7393	Adjusted	0.0034	0.0046	0.0114
☒ N1	519159.1368	4135832.0757	37.6719	Adjusted	0.0046	0.0074	0.0145

Şekil 6. 15. Birinci bölge I. çalışma alanındaki 6 adet noktanın dengelenmiş statik ölçü değerleri.



Point Id	Easting	Northing	Ellip. Hgt.	Point Class	Sd. Easting	Sd. Northing	Sd. Height
☒ KAAS	467906.8160	4007615.5482	54.4002	Control	0.0000	0.0000	0.0000
☒ FINI	513150.5580	4019087.2919	36.3310	Control	0.0000	0.0000	0.0000
☒ FETH	421624.8165	4055387.1945	37.2701	Control	0.0000	0.0000	0.0000
☒ IN3	440346.9006	4037649.3114	100.5129	Adjusted	0.0105	0.0130	0.0323
☒ IN2	439488.4722	4038782.4054	124.4274	Adjusted	0.0098	0.0165	0.0241
☒ IN1	438846.1405	4039560.7735	124.2026	Adjusted	0.0096	0.0148	0.0288
☒ DN3	437030.8714	4038148.7742	133.1631	Adjusted	0.0123	0.0155	0.0418
☒ DN2	439111.4580	4036317.6163	107.8357	Adjusted	0.0169	0.0173	0.0387
☒ DN1	438121.3946	4036838.5625	111.2583	Adjusted	0.0124	0.0145	0.0299

Şekil 6. 16. İkinci bölge II. çalışma alanındaki 6 adet noktanın dengelenmiş statik ölçü değerleri.

Her iki bölgedeki çalışma alanlarında yer alan 12 adet noktan dengelendikten sonra elde edilen koordinatlar kesin konum koordinatları olarak alınmıştır.

7. BULGULAR ve TARTIŞMA

7.1 Klasik-RTK ve Ağ-RTK Ölçme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Her iki bölgedeki çalışma alanlarında yapılan Statik ölçüm sonuçlarının dengelenmesi sonucunda belirlenen kesin koordinat değerleri ile Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçme teknikleriyle elde edilen ölçüm sonuçlarının sırası ile farkları alınmıştır.

Her noktada elde edilen konum bilgisi yatay (Y), düşey (X), yükseklik (H), ölçü farkları ise Δy , Δx , Δz olarak belirtilmiştir. Ölçü farklarının matematiksel değerleri mutlak değer içinde kabul edilmiş ve buna göre farklarının ortalamaları alınarak irdelenmiştir. Ölçü noktalarından N3, N4 ve DN1 noktaları Klasik-RTK ölçümlerinde sabit nokta olarak alındığı için Klasik-RTK ölçme yöntemi için yapılan karşılaştırmalara tabi tutulmamıştır.

Yapılan ölçümler sonucu elde edilen değerler, iki aşamaya ayrılarak irdelenmiştir, birinci aşamadaki irdellemeler şu şekildedir:

- I. çalışma alanında yer alan 6 adet noktanın dengelenmiş statik ölçme sonuçları ile Klasik-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen ölçü sonuçlarının farkları (Çizelge 7.1).
- I. çalışma alanında yer alan 6 adet noktanın dengelenmiş statik ölçme sonuçları ile Ağ-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen ölçü sonuçlarının farkları (Çizelge 7.2).
- II. çalışma alanında yer alan 6 adet noktanın dengelenmiş statik ölçme sonuçları ile Klasik-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen ölçü sonuçlarının farkları (Çizelge 7.3).
- II. çalışma alanında yer alan 6 adet noktanın dengelenmiş statik ölçme sonuçları ile Ağ-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen ölçü sonuçlarının farkları (Çizelge 7.4).
- Her iki çalışma alanında ağın içinde yer alan 6 adet noktanın dengelenmiş statik ölçme sonuçları ile Klasik-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen sonuçlarının farkları (Çizelge 7.5).
- Her iki çalışma alanında ağın içinde yer alan 6 adet noktanın dengelenmiş statik ölçme sonuçları ile Ağ-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen sonuçlarının farkları (Çizelge 7.6).

- Her iki çalışma alanında ağın dışında yer alan 6 adet noktanın dengelenmiş statik ölçme sonuçları ile Klasik-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen sonuçlarının farkları (Çizelge 7.7).
- Her iki çalışma alanında ağın dışında yer alan 6 adet noktanın dengelenmiş statik ölçüm sonuçları ile Ağ-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen sonuçlarının farkları (Çizelge 7.8).

Birinci bölgedeki çalışma alanında yer alan N1, N2, N5 ve N6 noktalarının Statik ölçü değerleri ile Klasik-RTK ölçme yöntemiyle elde edilen ölçü değerlerinin farkları incelendiğinde, yatayda en büyük fark 0.0778 m, en küçük fark 0.0608 m, ortalama fark 0.0706 m, düşey yönde en büyük fark 0.0987 m, en küçük fark 0.0059 m, ortalama fark 0.0355 m, yükseklik değerindeki en büyük fark 0.1740 m, en küçük fark 0.0103 m, ortalama fark 0.0902 m sınırlarında olduğu görülmüştür (Çizelge 7.1).

Çizelge 7. 1. I. Çalışma alanında yer alan 6 adet noktanın Statik– Klasik-RTK ölçü farkları.

NN	Δy	Δx	Δz
N1	0.0778	0.0987	0.1639
N2	-0.0768	-0.0059	0.0103
N3	0.0000	0.0000	0.0000
N4	0.0000	0.0000	0.0000
N5	0.0608	0.0195	0.0127
N6	-0.0668	-0.0177	0.1740

Birinci bölgedeki çalışma alanında yer alan N1, N2, N3, N4, N5 ve N6 noktalarının Statik ölçü değerleri ile Ağ-RTK ölçü değerlerinin farkları incelendiğinde yatayda en büyük fark 0.1658 m, en küçük fark 0.0967 m, ortalama fark 0.1391 m, düşey yönde en büyük fark 0.2649 m, en küçük fark 0.1373 m, ortalama fark 0.2144 m, yükseklik değerindeki en büyük fark 0.2215 m, en küçük fark 0.0360 m, ortalama fark 0.1450 m sınırlarında, olduğu görülmüştür (Çizelge 7.2).

Çizelge 7. 2. I. Çalışma alanında yer alan 6 adet noktanın Statik–Ağ-RTK ölçü farkları.

NN	Δy	Δx	Δz
N1	0.1658	-0.1373	-0.0481
N2	0.1652	-0.2649	-0.2007
N3	0.1360	-0.2035	-0.1764
N4	0.0967	-0.2223	-0.2215
N5	0.1598	-0.2515	-0.1873
N6	0.1112	-0.2067	-0.0360

İkinci bölgedeki çalışma alanında yer alan IN1, IN2, IN3, DN2 ve DN3 noktalarının Statik ölçü değerleri ile Klasik-RTK ölçü değerlerinin farkları incelendiğinde yatayda en büyük fark 0.0570 m, en küçük fark 0.0086 m, ortalama fark 0.0315 m, düşey yönde en büyük fark 0.0598 m, en küçük fark 0.0296 m, ortalama fark 0.0404 m, yükseklik değerindeki en büyük fark 0.0293 m, en küçük fark 0.0074 m, ortalama fark 0.0171 m sınırlarında, olduğu görülmüştür (Çizelge 7.3).

Çizelge 7. 3. II. Çalışma Alanında yer alan 6 adet noktanın Statik ile Klasik-RTK ölçü farkları.

NN	Δy	Δx	Δz
IN1	-0.0395	-0.0305	-0.0074
IN2	-0.0388	-0.0356	-0.0156
IN3	0.0136	-0.0296	-0.0151
DN1	0.0000	0.0000	0.0000
DN2	0.0570	0.0463	-0.0293
DN3	-0.0086	-0.0598	-0.0179

İkinci bölgedeki çalışma alanında yer alan IN1, IN2, IN3, DN1, DN2 ve DN3 noktalarının Statik ölçü değerleri ile Ağ-RTK ölçü değerlerinin farkları incelendiğinde yatayda en büyük fark 0.2275 m en küçük fark 0.1824 m ortalama fark 0.1966 m düşey yönde en büyük fark 0.1075 m en küçük fark 0.0817 m ortalama fark 0.0956 m yükseklik değerindeki en büyük fark 0.3477 m en küçük fark 0.0094 m ortalama fark 0.1279 m sınırlarında, olduğu görülmüştür (Çizelge 7.4).

Çizelge 7. 4. II. Çalışma Alanında yer alan 6 adet noktanın Statik ile Ağ-RTK ölçü farkları.

NN	Δy	Δx	Δz
IN1	0.2275	-0.1075	-0.1964
IN2	0.1882	-0.0966	0.0094
IN3	0.1906	-0.0866	-0.0241
DN1	0.1946	-0.0965	-0.1557
DN2	0.1960	-0.0817	0.3477
DN3	0.1824	-0.1048	-0.0339

Her iki çalışma alanında ağın iç kısmında yer alan N5, N6, IN1, IN2, ve IN3 noktalarının Statik ölçü değerleri ile Klasik-RTK ölçü değerlerinin farkları incelendiğinde yatayda en büyük fark 0.0668 m en küçük fark 0.0136 m ortalama fark 0.0439 m, düşey yönde en büyük fark 0.0356 m en küçük fark 0.0177 m ortalama fark 0.0266 m, yükseklik değerindeki en büyük fark 0.1740 m en küçük fark 0.0074 m ortalama fark 0.0450 m sınırlarında, olduğu görülmüştür (Çizelge 7.5).

Çizelge 7. 5. Her iki çalışma alanında ağın iç kısmında yer alan 6 adet noktanın Statik ile Klasik-RTK ölçü farkları.

NN	Δy	Δx	Δz
N4	0.0000	0.0000	0.0000
N5	0.0608	0.0195	0.0127
N6	-0.0668	-0.0177	0.1740
IN1	-0.0395	-0.0305	-0.0074
IN2	-0.0388	-0.0356	-0.0156
IN3	0.0136	-0.0296	-0.0151

Her iki çalışma alanında ağın iç kısmında yer alan N4, N5, N6, IN1, IN2, ve IN3 noktalarının Statik ölçü değerleri ile Ağ-RTK ölçü değerlerinin farkları incelendiğinde yatayda en büyük fark 0.2275 m en küçük fark 0.0967 m ortalama fark 0.1623 m, düşey yönde en büyük fark 0.2515 m en küçük fark 0.0866 m ortalama fark 0.1619 m, yükseklik değerindeki en büyük fark 0.2215 m en küçük fark 0.0094 m ortalama fark 0.1125 m sınırlarında, olduğu görülmüştür (Çizelge 7.6).

Çizelge 7. 6. Her iki çalışma alanında ağın iç kısmında yer alan 6 adet noktanın Statik ile Ağ-RTK ölçü farkları.

NN	Δy	Δx	Δz
N4	0.0967	-0.2223	-0.2215
N5	0.1598	-0.2515	-0.1873
N6	0.1112	-0.2067	-0.0360
IN1	0.2275	-0.1075	-0.1964
IN2	0.1882	-0.0966	0.0094
IN3	0.1906	-0.0866	-0.0241

Her iki çalışma alanında ağın dış kısmında yer alan N1, N2, N3, DN2, ve DN3 noktalarının Statik ölçü değerleri ile Klasik-RTK ölçü değerlerinin farkları incelendiğinde yatayda en büyük fark 0.0570 m en küçük fark 0.0086 m ortalama fark 0.0551 m, düşey yönde en büyük fark 0.0987 m en küçük fark 0.0059 m ortalama fark 0.0527 m, yükseklik değerindeki en büyük fark 0.1639 m en küçük fark 0.0103 m ortalama fark 0.0554 m sınırlarında, olduğu görülmüştür (Çizelge 7.7).

Çizelge 7. 7. Her iki çalışma alanında ağın dış kısmında yer alan 6 adet noktanın Statik ile Klasik-RTK ölçü farkları.

NN	Δy	Δx	Δz
N1	0.0778	0.0987	0.1639
N2	-0.0768	-0.0059	0.0103
N3	0	0	0
DN1	0	0	0
DN2	0.0570	0.0463	-0.0293
DN3	-0.0086	-0.0598	-0.0179

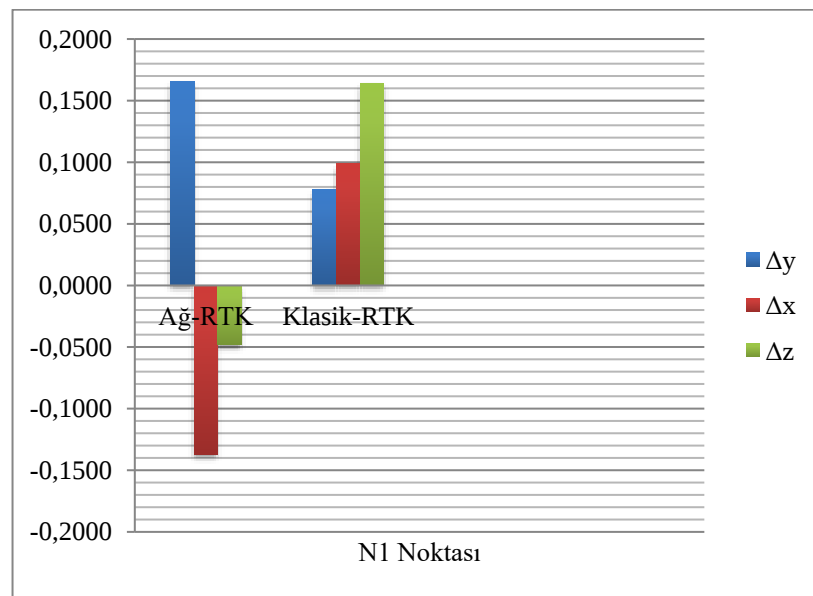
Her iki çalışma alanında ağın dış kısmında yer alan N1, N2, N3, DN1, DN2, ve DN3 noktalarının Statik ölçü değerleri ile Ağ-RTK ölçü değerlerinin farkları incelendiğinde yatayda en büyük fark 0.1960 m en küçük fark 0.1360 m ortalama fark 0.1733 m, düşey yönde en büyük fark 0.2649 m en küçük fark 0.0817 m ortalama fark 0.1481 m, yükseklik değerindeki en büyük fark 0.3477 m en küçük fark 0.0339 m ortalama fark 0.1604 m sınırlarında, olduğu görülmüştür (Çizelge 7.8).

Çizelge 7. 8. Her iki çalışma alanında ağın dış kısmında yer alan 6 adet noktanın Statik ile Ağ-RTK ölçü farkları.

NN	Δy	Δx	Δz
N1	0.1658	-0.1373	-0.0481
N2	0.1652	-0.2649	-0.2007
N3	0.1360	-0.2035	-0.1764
DN1	0.1946	-0.0965	-0.1557
DN2	0.1960	-0.0817	0.3477
DN3	0.1824	-0.1048	-0.0339

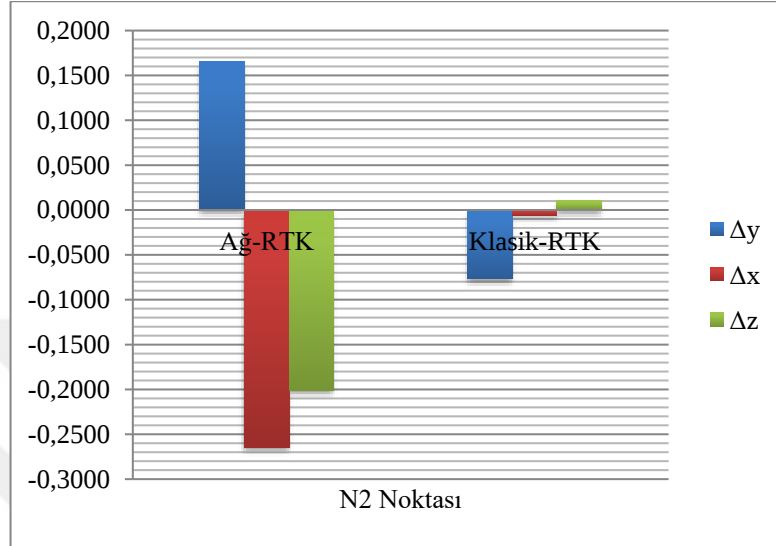
İkinci aşamadaki irdelemeye geçildiğinde, birinci aşamada her iki bölgede dengelenmiş statik ölçüm sonuçları ile sırasıyla Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçme yöntemleri ile elde edilen ölçü sonuçları arasındaki farklar grafiksel olarak gösterilmiştir ve bu farklara göre Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçme yöntemlerinin konum hassasiyetinin karşılaştırılması, her ölçü noktası için irdelenmiştir. Ölçü farkları irdelenirken ölçü farkları matematiksel olarak mutlak değer içinde kabul edilmiştir.

Birinci bölge I. çalışma alanında ağın dış kısmında yer alan N1 noktasının konum bileşenleri farklarına bakıldığında en büyük ölçü farklarının yatayda 0.1658 m ve düşey yönde 0.1373 m sınırında, Ağ-RTK ölçü farklarında olduğu görülürken en büyük yükseklik farkının ise 0.1658 m sınırında, Klasik-RTK ölçü farkında, olduğu görülmüştür (Şekil 7.1).



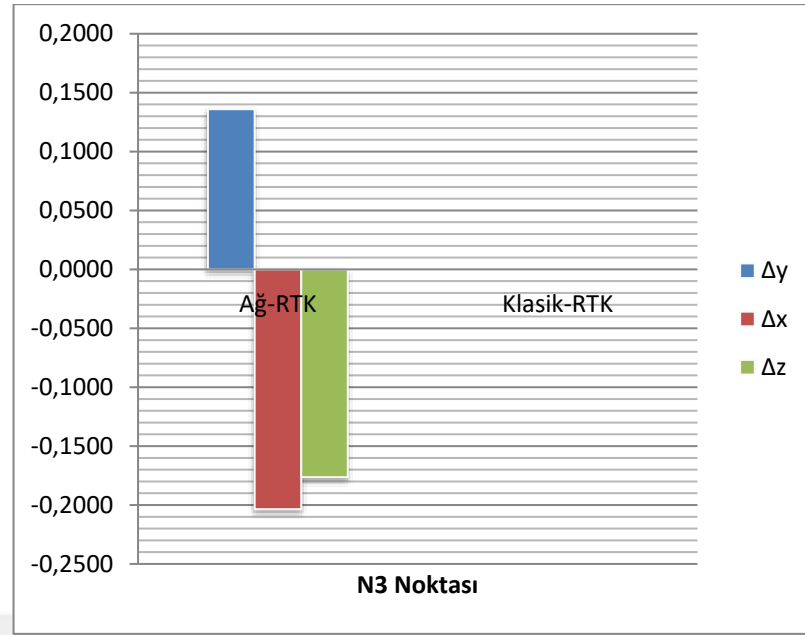
Şekil 7. 1. N1 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik.

Birinci bölge I. çalışma alanında ağın dış kısmında yer alan N2 noktasının konum bileşenleri farklarına bakıldığında en büyük ölçü farklarının yatayda 0.1652 m, düşey yönde 0.2649 m ve yükseklik değerinde 0.2007 m sınırında, Ağ-RTK ölçü farklarında olduğu görülmüştür. En küçük konum bileşen farklarının ise Klasik-RTK ölçü farklarında olduğu görülmüştür (Şekil 7.2).



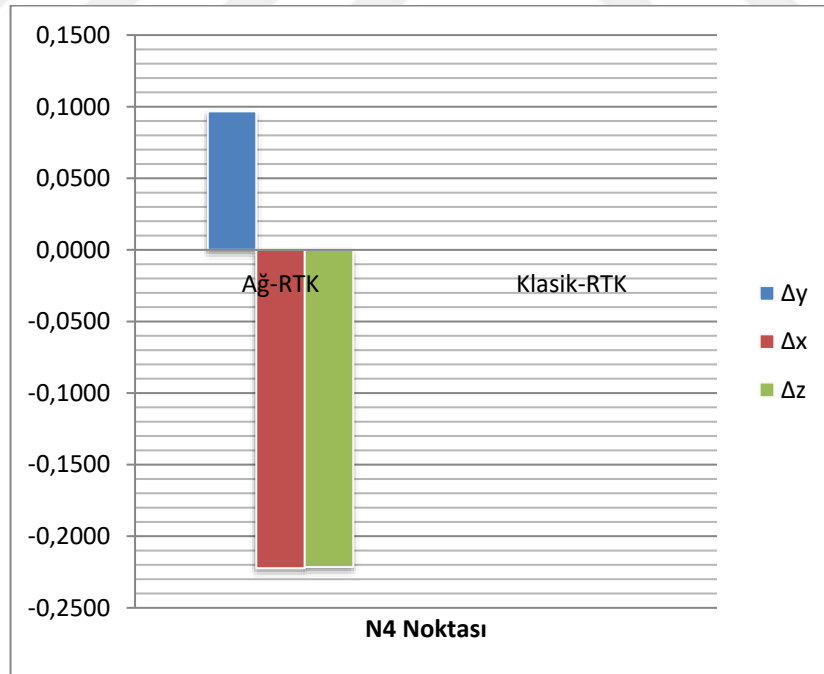
Şekil 7. 2. N2 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik.

Birinci bölge I. çalışma alanında ağın dış kısmında yer alan N3 noktasına, Klasik-RTK ölçü uygulamasında, sabit GNSS alıcısı kurulduğundan bu noktadaki konum bileşenlerinin farkları, doğal olarak sıfır çıkmıştır. Bundan dolayı bu noktada, Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçme yöntemleriyle elde edilen ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması yapılmamıştır (Şekil 7.3).



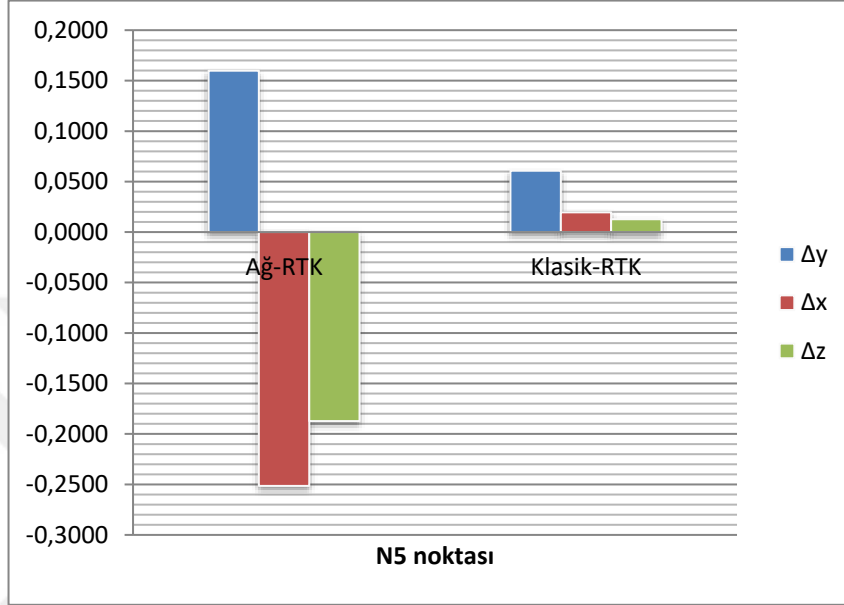
Şekil 7. 3. N3 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik.

Birinci bölge I. çalışma alanında ağın iç kısmında yer alan N4 noktasına, Klasik-RTK ölçme uygulamasında, sabit GNSS alıcısı kurulduğundan bu noktadaki konum bileşenlerinin farkı, doğal olarak sıfır çıkmıştır. Bundan dolayı bu noktada, Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü karşılaştırılması yapılmamıştır (Şekil 7.4).



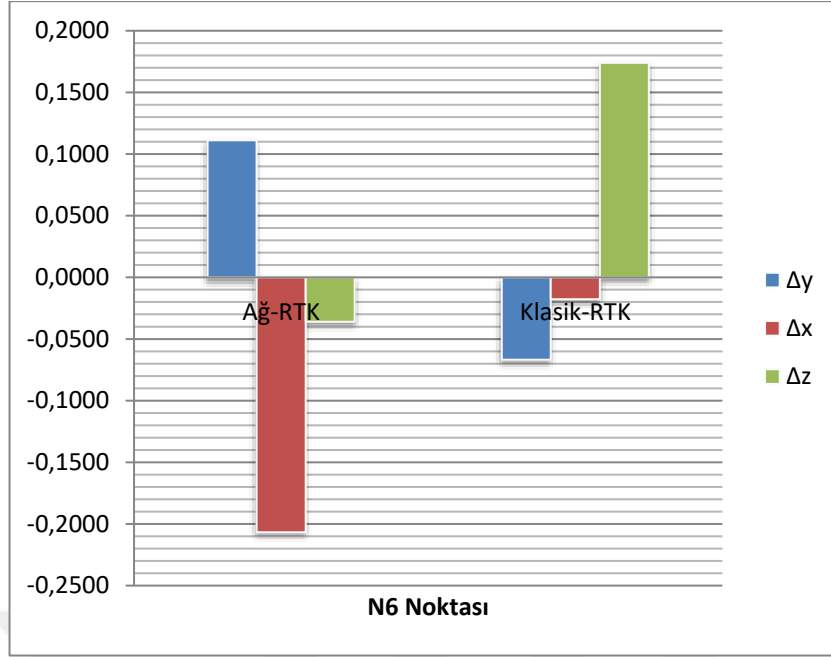
Şekil 7. 4. N4 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik.

Birinci bölge I. çalışma alanında ağın iç kısmında yer alan N5 noktasının konum bileşenleri farklarına bakıldığında, en büyük ölçü farklarının yatayda 0.1598 m, düşey yönde 0.2515 m ve yükseklik değerinde 0.1873 m sınırında, Ağ-RTK ölçü farklarında olduğu görülmüştür. En küçük konum bileşen farklarının ise Klasik-RTK ölçü farklarında olduğu görülmüştür (Şekil 7.5).



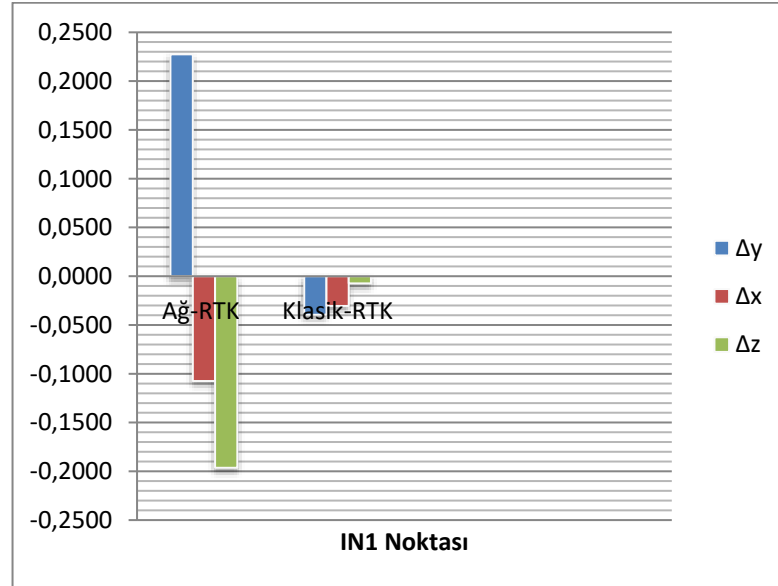
Şekil 7. 5. N5 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik.

Birinci bölge I. çalışma alanında ağın iç kısmında yer alan N6 noktasının konum bileşenleri farklarına bakıldığında en büyük ölçü farklarının yatayda 0.1112 m ve düşey yönde 0.2067 m sınırında, Ağ-RTK ölçü farklarında olduğu görülürken en büyük yükseklik farkının ise 0.1740 m sınırında, Klasik-RTK ölçü farkında olduğu görülmüştür (Şekil 7.6).



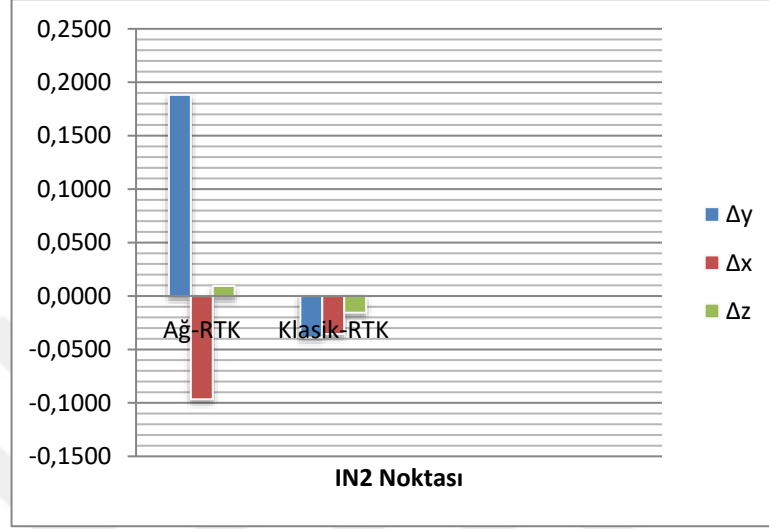
Şekil 7. 6. N6 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik.

İkinci bölge II. çalışma alanında ağın iç kısmında yer alan IN1 noktasının konum bileşenleri farklarına bakıldığında en büyük ölçü farklarının yatayda 0.2275 m, düşeyde 0.1075 m ve yükseklik değerinde 0.1964 m sınırında, Ağ-RTK ölçü farklarında olduğu görülmüştür. En küçük konum bileşen farklarının ise Klasik-RTK ölçü farklarında, olduğu görülmüştür (Şekil 7.7).



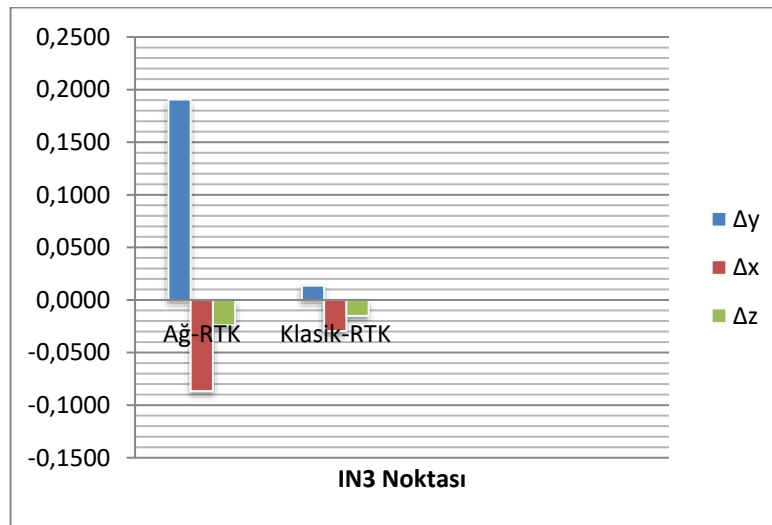
Şekil 7. 7. IN1 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik.

İkinci bölge II. çalışma alanında ağın iç kısmında yer alan IN2 noktasının konum bileşenleri farklarına bakıldığında, en büyük ölçü farklarının yatayda 0.1882 m ve düşey yönde 0.0966 m sınırında, Ağ-RTK ölçü farklarında olduğu görülürken en büyük yükseklik farkının ise 0.0156 m sınırında, Klasik-RTK ölçü farkında olduğu görülmüştür (Şekil 7.8).



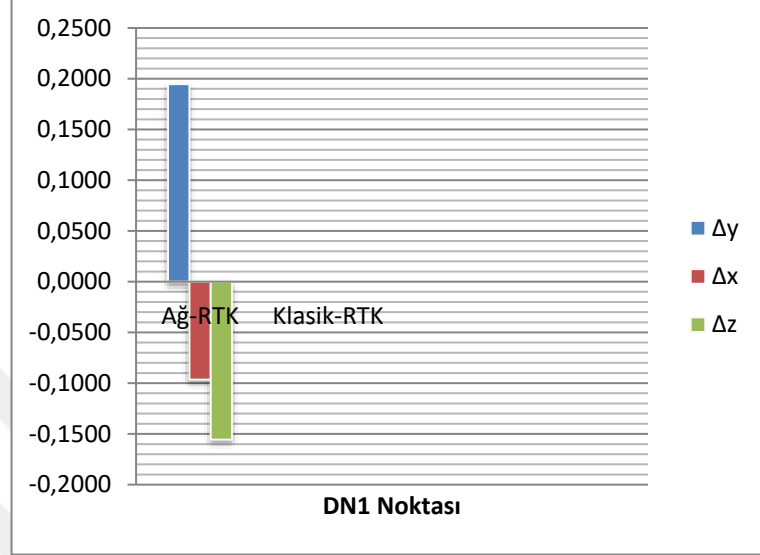
Şekil 7. 8. IN2 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik.

İkinci bölge II. çalışma alanında ağın iç kısmında yer alan IN1 noktasının konum bileşenleri farklarına bakıldığında, en büyük ölçü farklarının yatayda 0.1906 m, düşey yönde 0.0866 m ve yükseklik değerinde 0.0241 m sınırında Ağ-RTK ölçü farklarında olduğu görülmüştür. En küçük konum bileşen farklarının ise Klasik-RTK ölçü farklarında olduğu görülmüştür (Şekil 7.9).



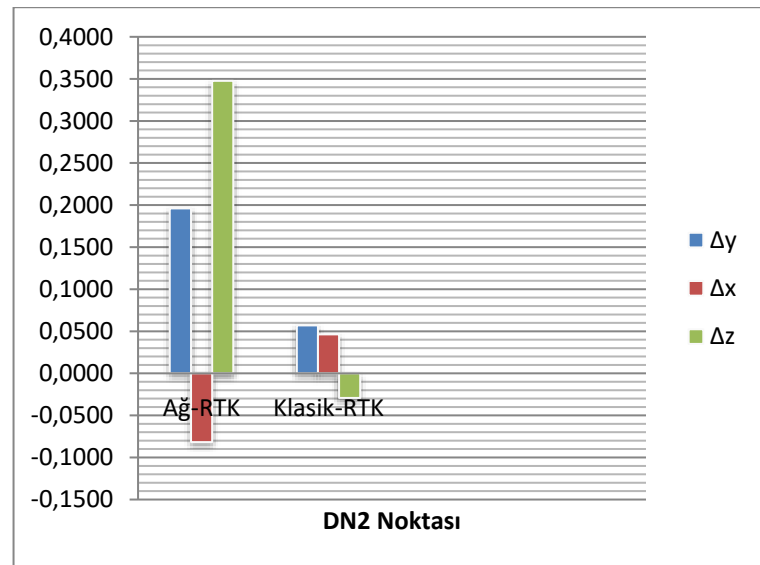
Şekil 7. 9. IN3 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik.

İkinci bölge II. çalışma alanında ağın dış kısmında yer alan DN1 noktasına Klasik-RTK ölçü uygulamasında sabit GNSS alıcısı kurulduğundan bu noktadaki konum bileşenlerinin farkları doğal olarak sıfır çıkmıştır. Bundan dolayı bu noktada Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü karşılaştırılması yapılmamıştır (Şekil 7.10).



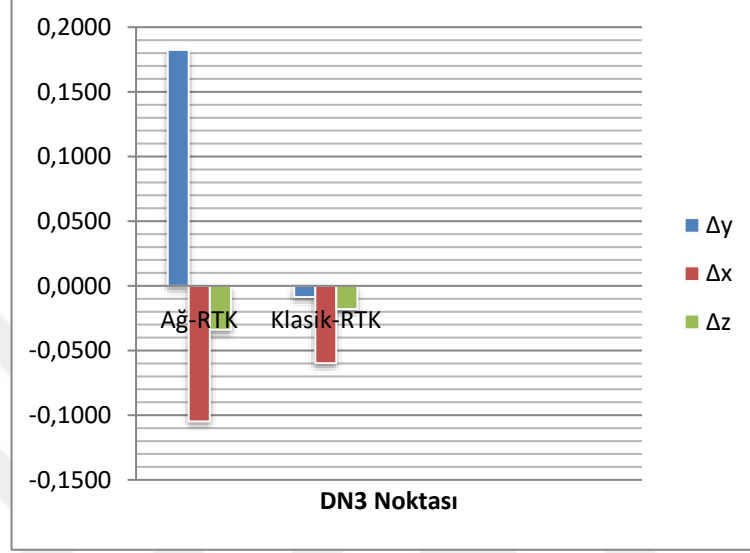
Şekil 7. 10. DN1 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik.

İkinci bölge II. çalışma alanında ağın dış kısmında yer alan DN2 noktasının konum bileşenleri farklarına bakıldığında, en büyük ölçü farklarının yatayda 0.1960 m, düşey yönde 0.0817 m ve yükseklik değerinde 0.3477 m sınırında, Ağ-RTK ölçü farklarında olduğu görülmüştür. En küçük konum bileşen farklarının ise Klasik-RTK ölçü farklarında olduğu görülmüştür (Şekil 7.11).



Şekil 7. 11. DN2 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik.

İkinci bölge II. çalışma alanında ağın dış kısmında yer alan DN3 noktasının konum bileşenleri farklarına bakıldığında, en büyük ölçü farklarının yatayda 0.1824 m, düşey yönde 0.1048 m ve yükseklik değerinde 0.0339 m sınırında, Ağ-RTK ölçü farklarında olduğu görülmüştür. En küçük konum bileşen farklarının ise Klasik-RTK ölçü farklarında olduğu görülmüştür (Şekil 7.12).



Şekil 7. 12. DN3 Noktasının Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçü farklarını gösteren grafik.

8. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ülkemiz, 1990'lı yıllarda tanıştığı GNSS teknolojisine, hızlı bir giriş yapmıştır. Yenilikçi projeler ile ülkemizde verimsiz kullanılan sistemleri, daha verimli hale getirmeyi hedefleyen TUSAGA-Aktif projesi, kullanıcılar ile 2009 yılında buluşturulmuştur. Bu proje öncesinde birçok açıdan ekonomik olmayan ölçme yöntemleri kullanılmıştır. Proje ile ülke genelinde konumları, 24 saat süreyle dakikalarda, hatta saniyelerde gerçek zamanlı veya sonradan hesaplarla cm'ler doğruluğunda hızlı, ekonomik ve sağlıklı olarak belirlemek mümkün olmuştur.

GNSS, gelişen teknolojiye paralel olarak gelişen yöntem teknikleri sayesinde, konum bilgisine, ulaşmayı daha kolay hale getirmiştir. GNSS gözlemlerinin ölçme sonrası büroda değerlendirilmesi ile gerçek zamanlı konum belirleme tekniklerine göre (DGPS, RTK, vb.) çok daha güvenilir, doğru koordinat belirlenebilmektedir. Değerlendirmeler için ölçme öncesi ve sonrasına ilişkin IGS istasyonu, hassas efemeris ve hassas anten faz merkezleri verileri ile hesaplanan ölçü değerleri daha hassas doğrulukla elde edilmiş olur.

Nihayetinde birinci bölgedeki I. çalışma alanında yapılan statik ölçümlerin değerlendirmesi sonucunda standart sapmalar yatayda 0.0090 m, düşey yönde 0.0110 m ve yüksekliklerde 0.0250 m'yi geçmemektedir. İkinci bölgedeki II. çalışma alanında ise standart sapmalar yatayda 0.0169 m, düşey yönde 0.0173 m ve yüksekliklerde 0.0418 m'yi geçmemektedir. Gerçek zamanlı koordinat belirlemede ise yayınlanan düzeltmeler (RTK vb.) sadece ölçme anından birkaç saniye önceki belirli bir epoka ait tahmin değerleridir. Bu nedenlerden ötürü statik ölçme oturumlarından elde edilen koordinatlar, kesinleştirilmiş doğru koordinat değerleri olarak kabul edilmiştir.

Bu tez çalışmasında noktaların yerleri, kıyı kesiminde coğrafi özelliklere ve şartlara bağlı olarak ayrıca noktaların birbirlerine olan mesafelerine dikkat edilerek hassas bir şekilde belirlenmiştir. Didim ilçesinde yaklaşık 307 hektarlık bir çalışma alanında, 6 noktada ve Fethiye-Kaş mevkiileri arasında kalan 131 hektarlık bir çalışma alanında 6 noktada, Statik, Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Ölçü noktalarından N3, N4 ve DN1 noktaları Klasik-RTK ölçümlerinde sabit nokta olarak alındığı için karşılaştırılmaya tabi tutulmamıştır. Diğer 9 adet noktaya bakıldığında Klasik-RTK için yatayda en büyük fark 0.0778 m en küçük fark 0.0086 m ortalama fark 0.0489 m, düşey yönde en büyük fark 0.0987 m en küçük fark 0.0059 m ortalama fark 0.0382 m ve yükseklik değerindeki farkların en büyüğü 0.1740 m en küçük fark 0.0074 m ortalama fark 0.0496 m olduğu görülmüştür.

Ağ-RTK için 12 adet ölçü noktasının yatayda en büyük farkı 0.2275 m en küçük fark 0.0967 m ortalama fark 0.1678 m, düşey yönde en büyük fark 0.2649 m en küçük fark 0.0817 m ortalama fark 0.1550 m ve yükseklik değerindeki farkların en büyüğü 0.3477 m en küçük fark 0.0094 m ortalama fark 0.1364 m olduğu görülmüştür.

TUSAGA-Aktif noktaları arasında bir baz oluşturulduğunda N4, N5, N6, IN1, IN2, IN3 noktaları ağ yapısının iç kısmında N1, N2, N3, DN1, DN2, DN3 noktaları ise dış kısmında yer almıştır.

Her iki çalışma alanının alanında ağın dışında yer alan N1, N2, DN2, DN3 noktalarının koordinat farklarına (N4, N3, ve DN1 noktaları hariç Klasik-RTK ölçümlerinde sabit nokta olarak alındığı için karşılaştırılmaya tabi tutulmamıştır.) bakıldığında Klasik-RTK için yatayda en büyük fark 0.0778 m en küçük fark 0.0086 m ortalama fark 0.0550 m, düşey yönde en büyük fark 0.0987 m en küçük fark 0.0059 m ortalama fark 0.0527 m ve yükseklik değerindeki farkların en büyük farkı 0.1639 m en küçük farkı 0.103 m ortalama farkı 0.0554 m olduğu görülmüştür.

Her iki çalışma alanında ağın dışında yer alan noktaların koordinat farklarına N1, N2, N3, DN1, DN2, DN3 noktalarının Ağ-RTK için yatayda en büyük fark 0.1960 m en küçük fark 0.1360 m ortalama fark 0.1733 m, düşey yönde en büyük fark 0.2649 m en küçük fark 0.0965 m ortalama fark 0.1481 m ve yükseklik değerindeki farkların en büyük farkı 0.3477 m en küçük farkı 0.0339 m ortalama farkı 0.1604 m olduğu görülmüştür.

Her iki çalışma alanında ağın içinde yer alan N5, N6, IN1, IN2 ve IN3 noktalarının koordinat farklarına bakıldığında Klasik-RTK için yatayda en büyük fark 0.0668 m en küçük fark 0.0136 m ortalama fark 0.0439 m, düşey yönde en büyük fark 0.0356 m en küçük fark 0.0177 m ortalama fark 0.0266 m ve yükseklik değerindeki farkların

en büyük farkı 0.1740 m en küçük fark 0.0074 m ortalama fark 0.0450 m olduğu görülmüştür.

Her iki çalışma alanında ağın içinde yer alan N5, N6, IN1, IN2 ve IN3 noktalarının koordinat bakıldığında Ağ-RTK için yatayda en büyük fark 0.2275 m en küçük fark 0.0967 m ortalama fark 0.1623 m, düşey yönde en büyük fark 0.2515 m en küçük fark 0.0866 m ortalama fark 0.1619 m ve yükseklik değerindeki farkların en büyük fark 0.2215 m en küçük fark 0.0094 m ortalama fark 0.1125 m olduğu görülmüştür.

Çalışma alanlarının deniz kıyısında bulunması ve bu alanların içerisinde hem yerleşim alanların bulunması hem de bazı yerlerinin sık ağaçlı ve topoğrafyasının dağlık olması gibi özelliklerinden kaynaklı olarak Klasik-RTK ve Ağ-RTK ölçmelerine sinyal yansımalarının karıştığı ve bu ölçme sonuçlarının, Statik ölçme sonuçlarıyla arasındaki farkı artırdığı söylenebilir.

TUSAGA-AKTİF noktaları kendi içerisinde dengelenirken bu ağın kenar ve dışındaki noktaların hata elipsleri, ağın içerisinde kalan noktaların hata elipslerine göre daha büyük olacaktır. Bu çalışmada da hata elipsleri, ağda yer alan ölçü noktalarına homojen olarak dağılmadığı görülmüştür. Hata elipslerin, daha çok ağın kenarlarında ve dışında kalan noktalara yüklendiği ve bu nedenle bazı noktalarda daha büyük ölçü farklarına ulaşılmasına yol açmıştır.

Klasik-RTK ölçme uygulaması için gerekli sabit noktalar, belirlenen çalışma alanlarındaki ölçü noktalarının olması, sabit noktalara yüklenecek hata değerlerinin çalışma alanlarında yer alan diğer ölçü noktalarına yüklenmesine neden olduğu gözlemlenmiştir.

Bu sonuçlara göre Klasik-RTK ölçme yöntemi ile elde edilen ölçü değerlerinin çoğunlukla statik ölçüm değerlerine daha yakın olduğu ve genel anlamda Klasik-RTK ölçme yönteminde elde edilen sonuçların Ağ-RTK ölçme yönteminde elde edilen sonuçlara göre daha iyi olduğu anlaşılmıştır.

Ağ yapısından uzaklaştıkça Ağ-RTK ile elde edilen konum doğruluğunun azaldığı görülmektedir. Bu durumlarda kıyı kesimine yaklaştıkça daha doğru konum bilgisi elde edebilmek için Ağ-RTK ölçme yöntemi yerine Klasik-RTK ölçme yöntemi tercih edilebilir

KAYNAKLAR

1. Koca, B. ve Ceylan, A., 2018. Uydu Konum Belirleme Sistemlerindeki (GNSS) Güncel Durum ve Son Gelişmeler, Geomatik Dergisi., 3, 1, 63-73.
2. Cansız, Y., 2013. Ağ-RTK Uygulamalarında Uydu Yükseklik Açısı ve Epok Sayısının Konum Duyarlılığına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
3. Telli, A.K., Pırtı, A., ve Hoşbaş, R.G., 2009. Yeni Nesil Ölçme Sistemi ve Evrik GNSS, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 101,2.
4. Mutlu, İ., 2019. GNSS Uydu Dağılımının Statik GNSS Ölçülerinde ve Gerçek Zamanlı Konum Belirlemedeki Önemi, Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
5. Sickle, V.J., 2015. GPS for Land Surveyors, 4th Edition, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA.
6. Leick, A., 1995. DGPS and WADGPS, ACSM Bulletin, Mart/Nisan.
7. Lachapelle, G. Ryan, S. And Rizos, C., 2002. "Servicing The GPS User", chapter 14 in Manuel of Geospatial Science and Tecnology, J. Bossler, J. Jenson, R. McMaster & C Rizos (eds.), Taylor &Francis Inc., 201-215.
8. Mekik, Ç., 2007. Mühendislik Uygulamalarında Tek Bazlı Gerçek Zamanlı Kinematik (GZK) GPS'ten ve GZK Ağından Yararlanma, TUJK-Mühendislik Ölçmelerinde Jeodezik Ağlar Çalıştayı, Ekim 2007, 217-222, Zonguldak.
9. Mekik, Ç. ve Arslanoğlu, M., 2003. Gerçek Zamanlı Kinematik GPS Konumlarının Doğruluk Analizi ve Bir Örnek Uygulama, 9. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Nisan 2003,437-445, Ankara.
10. 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.
11. Landau, H., Vollath, U., Chen, X., 2002. Virtual Reference Station Systems, Journal of Global Positioning System, 1, 2, 137-143, Kanada.
12. Mekik, Ç., 2004. Gerçek Zamanlı Kinematik GPS Ağı (Network RTK) ile Konumlama, TUJK-Mühendislik Ölçmeleri Jeodezik Ağlar Çalıştayı, IV.Oturum, 202-207, Zonguldak, Ekim 2004.
13. Kalkan, Y. ve Alkan, R. M., 2005. Mühendislik Yapılarında Deformasyon Ölçmeleri, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 64-74.

14. Aykut, N. O., Güral, E., and Akpınar, B., 2015. Performance of Single Base RTK GNSS Method versus Network RTK, Earth Sciences Research Journal, 19, 2, 135-139.
15. Bülbül, S., İnal, C., ve Yıldırım, Ö., 2015. Nokta Konumlarının Belirlenmesinde GZK, Ağ GZK ve Total Station Verilerinin Karşılaştırılması, Harita Teknolojileri, Elektronik Dergisi, 7, 2, 27-35.
16. İnal, C. Gündüz, A.M. ve Bülbül, S., 2014. Klasik RTK ve Ağ-RTK Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Selçuk Üniversitesi Müh. Bilim ve Teknik Dergisi, 2, 2, 19-29.
17. Dabove, P., 2019. The usability of GNSS mass-market receivers for cadastral surveys considering RTK and NRTK techniques Geodesy and Geodynamics journal of, 10 282-289.
18. Inal, C., Bulbul, S., Bilgen, B., 2018, Statistical analysis of accuracy and precision of GNSS receivers used in network RTK Arabian Journal of Geosciences, (2018) 11: 227.
19. Aykut, N. O., Doğan, U., Ata, E., ve Arı, A., 2005. GPS İle Kıyı Çizgisinin Belirlenmesi, Karaburun Örneği, 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 23-25
20. Wells, D.E. Beck, N. Delikaraoğlu, D. Kleusberg, A. Krakiwsky, E. E. Lachapelle, G. Langey, R.B. Nakiboğlu, M. Schwarz, K.P. Tranquilla, and J.M. Vanicek, P., 1987. Guide To GPS Positioning, Second Edition, Canadian GPS Associates, New Brunswick, Canada
21. Kahveci, M. ve Yıldız, F., 2001. GPS Global Konum Belirleme Sistemi Teori-Uygulama, Nobel Yayın Dağıtım, 184, Ankara.
22. Hofmann, W. Lichtenegger, ve H. Collins, J., 1998. GPS Theory and Practice, Springer-Verlag, New York.
23. İnal, C. ve Uyar, K., 2004. Küresel Konum Belirleme Sisteminin Geleceği, Mülkiyet Dergisi, Sayı 54, 9-11.
24. Aydın, Ö., 2004. GPS Tekniği, Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Jeodezi Anabilim Dalı, İstanbul.
25. Koca. B., 2019. GNSS Sistemlerindeki Güncel Durum ve Son Gelişmelerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
26. BAZAROV Y., 1996. Introduction to Global Navigation Satellite System, AGARD Lecture Series 207, 2, 1-21, NATO yayını, Kanada.
27. Zarraoa, N., Mai, W., and Jungstand, A., 1997. Das Russische Satellitengestützte Navigationssystem GLONASS, ZfV, 9, 425-432.

28. Çınar, F., 2021. 21.07.2017 Bodrum-Kaş Depremi Sonrası Bölgedeki GNSS Nokta Koordinatlarının Güncellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
29. Tekiç Rahmanlar, S., 2019. Doğru Hız Kestirimi İçin Aylık GPS Kampanyalarının Performansı Üzerine Bir İnceleme, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
30. Aladoğan K., 2017. Kuzey Anadolu Fayı Bolu-Çorum Segmenti Boyunca Yer Kabuğu Hareketlerinin GNSS Yöntemiyle İzlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
31. Kahveci, M., ve Yıldız, F., 2007. GPS (Global Konum Belirleme Sistemi), Nobel Yayın Dağıtım, 3. Baskı, 1-215, Ankara.
32. Tiryakioğlu, İ. Güllü, M. Baybura, T. ve Erdoğan, S. 2005. GPS Sinyal Yansımasının (Multipath) Nokta Konumlarına Etkisinin Araştırılması, 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 23-25 Kasım 2005, İTÜ, İstanbul.
33. Kahraman, K. M., 2015. Kinematik Ölçü Yöntemlerinden Klasik RTK İle Ağ-RTK (CORS-TR) Yönteminin Konum Doğruluğu Açısından Test Edilmesi: Sayısal İşletme Projelerinde Uygulanmaları Kaan Mithat Uzmanlık Tezi. İller Bankası Genel Müdürlüğü.
34. Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H. ve Clins, J., 2001. Global Positioning System: Theory and Practise, Fifthy Revise Edition, Springer Science & Business Media, New York.
35. Yaprak, S. ve Yaprak, H., 2005. Comparison of GPS Stop and Go Method and Electronic Tacheometry Technique In Map Production, G.Ü Fen Bilimleri Dergisi, 18, 4, 627-637.
36. Kahveci, M. ve Yıldız, F., 2012. GPS/GNSS Uydularla Konum Belirleme Sistemleri Teori ve Uygulama, 5. Baskı, Nobel Yayın, Ankara.
37. Sezer, S., 2008. Sabit GPS İstasyonlarına Ait Verilerin Bilgisayar Ortamında Düzenlenmesi, İnternet Ortamında Sunulması Amacıyla Veri Tabanı ve Web Sayfası Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
38. Kahveci, M., 2009. Kinematik GNSS ve RTK CORS Ağları, 1. Baskı, Zerpa Yayın, Ankara.
39. R. Lemmon T., 1999. The Influence of the Number of Satellites on the Accuracy of RTK GPS Positions, The Australian Surveyor, 44, 1, 64-70.
40. Ata E., 2001. RTK GPS Yönteminin Poligon Ölçmeleri ve Detay Alımında Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

41. Pektaş F., 2010. Gerçek Zamanlı Ulusal ve Yerel Sabit GNSS Ağlarına Dayalı Kinematik Konumlama (TUSAGA AKTİF – İSKİ UKBS Ağlarının Yerel Ölçekte Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
42. Hofmann, B. Lichtenegger, H. ve Wasle, E., 2008. GNSS – Global Navigation Satellite Systems GPS, Galileo and More, Springer Science & Business Media, Avusturya.
43. Mekik, Ç. ve Arslanoğlu, M., 2003. Gerçek Zamanlı Kinematik GPS Konumlarının Doğruluk Analizi ve Bir Örnek Uygulama, 9. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 31 Mart – 04 Nisan 2003, 549-558, Ankara.
44. Mekik, Ç., 2001. Gerçek Zamanlı Kinematik GPS, Seminer çalışması, ZKÜ, Zonguldak, 11 s.
45. Bahşi, N., 2010. internet ve GSM Teknolojileri Kullanılarak Tek Sabit Referans İstasyonlu RTK GPS Tekniğinin Açık Alanlarda Uygulanabilirliğinin Güncellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
46. Eren, K. Uzel, T. Gülal, E. Yıldırım, O. ve Cingoz, A., 2009. CORS-TR Ağında kapsamlı bir GNSS testinin sonuçları, Vaka Çalışması, Harita Mühendisliği Dergisi, 1-10.
47. Uzel, T. ve Eren, K. 2008. Ulusal CORS Sisteminin Kurulması ve Datum Dönüşümü Projesi, TUSAGA-AKTİF (CORS-TR), 3. Çalıştay (28–29 Kasım 2008).
48. Bütün, Ö. F., 2010. TUSAGA- AKTİF (CORS-TR) İstasyonlarından Elde Edilen Nokta Koordinat Doğruluğunun İncelenmesi, Yüksek Lisans, Tezi Afyon Kocatepe Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
49. Öğütçü, S., 2017. Ağ Bazlı RTK Tekniklerinin (VRS, FKP, MAC) Baz Uzunluğu ve Epok Sayısına Bağlı Doğruluk ve Duyarlık Modellerinin Oluşturulması Üzerine Bir Çalışma, Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
50. Euler, H. J., Keenan, C. R., Zebhauser, B. E. ve Wübbena, G., 2001. Study of a simplified approach in utilizing information from permanent reference station arrays, ION GPS, 9, 11-14, Salt Lake City, USA,
51. Vollath, U. Buecherl, A. Landau, H. Pagels, C. and Wagner, B., 2000. Multi-Base RTK Positioning Using Virtual Reference Stations, Proceedings of 13th International Technical Meeting of the Satellite of the ION, 123-131, Salt Lake City, USA.
52. Landau, H. Vollath, U. and Chen, X., 2003. Virtual Reference Station Systems, Journal of Global Positioning Systems, 1, 2, 137-143.

53. URL-1 < <https://www.gps.gov/systems/gnss/>>, Erişim tarihi: 30.01.2023
54. URL-2 < <https://www.gps.gov/systems/gps/space/>>, Erişim tarihi: 30.01.2023
55. URL-3<<https://www.gps.gov/systems/gps/space/#generations>>,Erişimtarihi:
30.01.2023
- 56.URL-4 <https://www.tusagaaktif.gov.tr/Web/SSS_Teknik.aspx >, Erişim tarihi:
09.09.2022
- 57.URL-5 < https://geodesy.noaa.gov/CORS_Map/ >, Erişim tarihi: 02.09.2022
- 58.URL-6
<https://cddis.nasa.gov/Data_and_Derived_Products/GNSS/broadcast_ehemeris_data.html >, Erişim tarihi: 29.10.2022



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Şeri Dilan OĞUZ

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Harita Mühendisliği	ASÜ	Devam Ediyor
Lisans	Radyo Televizyon ve Sinema	ADÜ	Devam Ediyor
Formasyon	Eğitim Bilimler	GAÜN	2017
Lisans	Harita Mühendisliği	ASÜ	2014

MESLEKİ DENEYİM

Firma/Kurum	Görevi	Yıl
MEB	Öğretmen	Halen
Salini Impregilo	Harita Mühendisliği	2016

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

1. Oğuz, Ş. D. ve Yurt, K., 2023. Kıyı Bölgelerde Klasik-RTK ve Ağ-RTK Ölçme Yöntemlerinin Karşılaştırılması, 9. Uluslararası Mühendislik Ve Teknoloji Yönetimi Kongresi.
2. Oğuz, Ş. D., ve Yurt, K., 2023. Kıyı Bölgelerde Klasik-RTK ve Ağ-RTK Ölçme Yöntemlerinin Karşılaştırılması, TURKGEO Dergisi, 4, 1.