



**T.C.**  
**NECMETTİN ERBAKAN**  
**ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**HASSAS NOKTA KONUMLAMA (PPP) HATA**  
**KAYNAKLARININ KONUM**  
**DOĞRULUĞUNA ETKİLERİ**

**Nezih Furkan ERBAŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Aralık-2021**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Nezih Furkan ERBAŞ tarafından hazırlanan “HASSAS NOKTA KONUMLAMA (PPP) HATA KAYNAKLARININ KONUM DOĞRULUĞUNA ETKİLERİ” adlı tez çalışması 16/12/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Prof. Dr. Tamer BAYBURA

.....

#### Danışman

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI

.....

#### Üye

Doç. Dr. Salih Sermet ÖĞÜTCÜ

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../20.. gün ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI  
FBE Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Nezih Furkan ERBAŞ

Tarih:

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### HASSAS NOKTA KONUMLAMA (PPP) HATA KAYNAKLARININ KONUM DOĞRULUĞUNA ETKİLERİ

Nezih Furkan ERBAŞ

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim KALAYCI

2021, 76 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI

Prof. Dr. Tamer BAYBURA

Doç. Dr. Salih Sermet ÖĞÜTCÜ

Son yıllarda Hassas Nokta Konumlama (PPP) yöntemi ile gerçek zamanlı değerlendirme ve ölçü sonrası değerlendirme uygulamaları yaygın kullanım haline gelmiştir. PPP yöntemi diğer konum belirleme teknikleri ile karşılaştırıldığında, bu yöntemde koordinatı bilinen bir ya da daha fazla referans istasyonuna ihtiyaç duyulmamasıdır. Bu yöntemde, hassas uydu yörünge ve saat bilgileri ve bir GNSS alıcısıyla dm mertebesinde konum üretilmekte ve bu durumda maliyet ve zaman açısından büyük bir avantaj sağlanmaktadır. Çalışmada, Post-Process (Büroda/Ölçü sonrası) yöntemiyle 5 adet TUSAGA-Aktif istasyonu (BALK, SINP, YOZ1, IGR1 ve ONIY) seçilmiştir. CSRS-PPP servisiyle statik modu ve ölçü epöğü verileriyle ilgili günlerde istasyonların 24 saatlik gerçek olarak kabul edilen referans koordinat sistemi ve gözlem dosyaları elde edilmiştir. PPP hata kaynaklarını kapsayan ve Matlab tabanlı yazılım olan PPPH (A MATLAB-based Software for Multi-GNSS Precise Point Positioning Analysis) yazılımdan elde edilen sonuçlar gerçek koordinat sistemiyle karşılaştırılarak doğruluk ve hassasiyet bakımından incelenmiştir. Uygulamada yapılan Matlab tabanlı PPPH yazılımından elde edilen kartezyen koordinatları ile CSRS-PPP'den elde edilen gerçek/referans koordinatlar kullanılarak kartezyen koordinat sisteminden toposentrik koordinat sistemine yani Kuzey (N), Doğu (E), Yukarı (U) bileşenlerine dönüşümler gerçekleştirilmiştir. 5 adet TUSAGA-aktif istasyonlarının 30 saniye epok aralıklarında 3.04.2021-12.04.2021 10 günlük zaman dilimlerinde CSRS-PPP yazılımdan elde edilen kartezyen koordinatlar gerçek/referans koordinat sistemleri belirlenmiştir. Aynı zamanda, PPP hata kaynaklarının Kuzey (N), Doğu (E), ve Yukarı (U) bileşenlerinin ortalama hata miktarları, PPPH kartezyen (yer merkezli) koordinatlar ve PPPH yazılım içerisindeki hata kaynakları arasındaki farklılıklar analiz edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** CSRS-PPP, PPP, PP-PPP, PPPH

## **ABSTRACT**

### **MS THESIS**

#### **EFFECTS OF PPP SOURCES OF ERROR ON LOCATION ACCURACY**

**Nezih Furkan ERBAŞ**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF NECMETTİN  
ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE OF PHILOSOPHY  
IN MECHANICAL ENGINEERING**

**Advisor: Prof. Dr. İbrahim KALAYCI**

**2021, 76 Pages**

**Jury**

**Prof. Dr. İbrahim KALAYCI**

**Prof. Dr. Tamer BAYBURA**

**Doç. Dr. Salih Sermet ÖĞÜTCÜ**

In recent years, Precision Point Positioning (PPP) method, real-time evaluation (RT), and post-measurement evaluation applications have been widely used. When the PPP method is compared to other positioning determination techniques is that this method does not require one or more reference stations known coordinate. In this method, a position in degree dm with precise satellite orbit and time information and a GNSS receiver is produced, and at this stage, a great advantage is provided in terms of cost and time. In the study, 5 TUSAGA-Active stations (BALK, SINP, YOZ1, IGR1, and ONIY) were selected with the Post-Process (In the Office/After Measurement) method. The static mode with the CSRS-PPP service, and the reference coordinate system of the stations, which are accepted as 24-hour real on the days related to ITRF96 data, and the observation files were obtained. The results obtained from the PPPH (A MATLAB-based Software for Multi-GNSS Precise Point Positioning Analysis) software, which covers PPP error sources and is a Matlab-based software, were compared with the real coordinate system and examined in terms of accuracy and precision. In practice by using the Cartesian coordinates obtained from the Matlab-based PPPH software and the real/reference coordinates obtained from the CSRS-PPP, transformations from the Cartesian coordinate system to the topocentric coordinate system, namely, to the North (N), East (E), Upper (U) components, were carried out. Coordinate systems were assigned as a reference from CSRS-PPP software in 10-day time periods between 3.04.2021-12.04.2021 at 30-second epoch intervals of 5 CORS-TR active stations. Furthermore, the mean error amounts of the North (N), East (E), and Upper (U) components of the PPP error sources, the PPPH cartesian coordinates, and the differences between the error sources in the PPPH software were analyzed.

**Keywords:** CSRS-PPP, PPP, PP-PPP, PPPH

## ÖNSÖZ

Yüksek Lisans ve akademik kariyer planlarımda beni bu günlere ulaştıran yüce Allah'ıma sonsuz hamd-u senalar olsun.

Çalışmalarımda bilgi ve tecrübeleriyle beni aydınlatan, tez çalışmasının araştırılmasında, planlanmasında ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen beraber çalışmaktan ve her zaman öğrencisi olmaktan gurur duyduğum değerli danışman hocam Prof. Dr. İbrahim KALAYCI'ya sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca tezimin hazırlanıp tamamlanmasında çok büyük rolü olan, bilgi ve birikimleriyle destekçi olan tez çalışmasındaki PPPH yazılımını öğrenmemi ve kullanmamı sağlayan, ihtiyacım olduğu yerlerde bana yardımcı olan Arş. Gör. Ömer Faruk ATİZ'e ve PPPH yazılımını uygulayan ve geliştiren Arş. Gör. Berkay BAHADUR hocama teşekkürü borç bilirim.

Son olarak da, tüm hayatım boyunca benim yanımda olan, aldığım kararları her zaman destekleyen, sadece bu çalışma sürecinde değil tüm hayatım boyunca beni cesaretlendiren moral veren hayatta en büyük şansım olan kıymetli ve fedekâr annemin ve babamın ellerinden öper, kız kardeşlerime sonsuz şükranlarımı sunarım.

Nezih Furkan ERBAŞ  
KONYA - 2021

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının uygulama kısmında PPPH (A MATLAB-based Software for Multi-GNSS Precise Point Positioning Analysis) yazılımında kullanmış olduğum gerçek/referans koordinat sistemleri için Kanada Mekansal Referans Sistemi Hassas Nokta Konumlandırma CSRS-PPP (Canadian Spatial Reference System- Precise Point Positioning) servisi Natural Resources Canada (NRCan) kuruluşu tarafından Kanada Jeodezi Araştırma Merkezine teşekkür ederim.

Nezih Furkan ERBAŞ  
KONYA - 2021

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
KISALTMALAR .....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xi
ÇİZELGELER LİSTESİ .....	xiii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	8
4. HASSAS NOKTA KONUMLAMA (PRECISE POINT POSITIONING-PPP) YÖNTEMİ .....	14
4.1. Uydularla Konum Belirleme Sistemleri.....	16
4.1.1. Mutlak Konum Belirleme .....	16
4.1.2. Bağıl (Rölatif/Görel) Konum Belirleme.....	17
5. PPP (PRECISE POINT POSITIONING) HATA KAYNAKLARININ ARAŞTIRILMASI.....	18
5.1. Solid Earth Tide .....	18
5.2. Uydu Anteni Faz Merkezi Kayıklıkları .....	19
5.3. Alıcı Anteni Faz Merkezi Kayıklıkları .....	19
5.4. Uydu Faz Dönmesi (Wind-up) .....	20
5.5. Okyanus Yüklemesi .....	20
5.6. İyonosferik Gecikme .....	20
5.7. Troposferik Gecikme .....	21
5.8. Yer Dönme Parametresi (ERP) .....	21
5.9. Alıcı Saat Hatası ve Alıcı Gürültüsü .....	22
5.10. Uydu Saat Hatası.....	22
5.11. Yansıma Etkisi (Multipath) .....	22
6. MULTİ-GNSS İÇİN MATLAB TABANLI HASSAS NOKTA KONUMLAMA ANALİZİ (A MATLAB-BASED SOFTWARE FOR MULTİ-GNSS PRECISE POINT POSITIONING ANALYSIS-PPPH).....	23
6.1. Data Importing (Veri Girişi).....	25
6.1.1. Observation File (Gözlem Dosyası) .....	25

6.1.2. Orbit File (Yörünge Dosyası).....	25
6.1.3. Clock File (Saat Dosyası).....	26
6.1.4. Differential Code Bias File (Diferansiyel Kod Hatası Dosyası).....	26
6.1.5. Antenna File (Anten Dosyası).....	26
6.2. Preprocessing (Ön İşleme).....	26
6.3. Modelling Options (Modelleme Seçenekleri).....	27
6.4. Filtering Options (Filtreleme Seçenekleri).....	27
6.5. Analysis (Analiz).....	28
7. UYGULAMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	30
7.1. Precise Point Positioning-PPP TUSAGA-Aktif İstasyonları.....	30
7.1.1. PPPH (A MATLAB-based Software for Multi-GNSS Precise Point Positioning Analysis) Yazılımı Hata Kaynakları.....	30
7.2. Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının Edilmesi Sonucundaki TUSAGA-Aktif İstasyonlarında Kartezyen ve Toposentrik Koordinatlar.....	31
7.2.1. BALK (Balıkesir) İstasyonu.....	31
7.2.2. SINP (Sinop) İstasyonu.....	31
7.2.3. YOZ1 (Yozgat) İstasyonu.....	32
7.2.4. ONIY (Osmaniye) İstasyonu.....	33
7.2.5. IGR1 (Iğdır) İstasyonu.....	33
7.3. Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının TUSAGA-Aktif İstasyonlarında Konum Doğruluklarına Etkilerinin İncelenmesi.....	35
7.3.1. BALK (Balıkesir) İstasyonu Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının Etkileri.....	35
7.3.2. IGR1 (Iğdır) İstasyonu Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının Etkileri.....	36
7.3.3. ONIY (Osmaniye) İstasyonu Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının Etkileri.....	37
7.3.4. SINP (Sinop) İstasyonu Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının Etkileri.....	38
7.3.5. YOZ1 (Yozgat) İstasyonu Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının Etkileri.....	39

<b>7.4. Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi Sonucu TUSAGA-Aktif İstasyonlarında Koordinatlar Arasındaki Farkların İncelenmesi.....</b>	<b>40</b>
7.4.1. BALK (Balıkesir) İstasyonu .....	40
7.4.2. IGR1 (Iğdır) İstasyonu.....	40
7.4.3. ONIY (Osmaniye) İstasyonu .....	41
7.4.4. SINP (Sinop) İstasyonu .....	41
7.4.5. YOZ1 (Yozgat) İstasyonu .....	42
<b>7.5. Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının TUSAGA-Aktif İstasyonlarında Koordinatlar Arasındaki Farkların İncelenmesi .....</b>	<b>43</b>
7.5.1. BALK (Balıkesir) İstasyonu .....	43
7.5.2. IGR1 (Iğdır) İstasyonu.....	44
7.5.3. ONIY (Osmaniye) İstasyonu .....	45
7.5.4. SINP (Sinop) İstasyonu .....	46
7.5.5. YOZ1 (Yozgat) İstasyonu .....	47
<b>7.6. Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının 10 (On) Gündeki Karesel Ortalama Hata (KOH) Değerleri .....</b>	<b>48</b>
7.6.1. Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi.....	48
7.6.2. Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi.....	49
7.6.3. Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi .....	50
7.6.4. Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi .....	51
7.6.5. Troposferik Düzeltme .....	52
7.6.6. Rölativistik Mesafe Düzeltmesi .....	53
7.6.7. Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi .....	54
<b>8. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>55</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>59</b>

## KISALTMALAR

BEIDOU	: Chinese Global Navigation Satellite System
C/A	: Coarse / Acquisition
CORS	: Continously Operating Reference Stations
CSRS-PPP	: Canadian Spatial Reference System-Precise Point Positioning
DOP	: Dilution Of Precision
DGNSS	: Differential Global Navigation Satellite System
DGPS	: Differential Global Positioning System
GDOP	: Geometric Dilution Of Precision
GNSS	: Global Navigation Satellite System
GPS	: Global Positioning System
GLONASS	: Russian Globalnaya Navigazionnaya Sputnikovaya Sistema
GALILEO	: European Global Navigation Satellite System
ICRS	: International Celestial Reference System (ICRS)
IGS	: International GNSS Service
ITRF	: International Terrestrial Reference Frame (ITRF)
JPL	: Jet Propulsion Laboratory
NMEA	: National Marine Electronics Association
NRCan	: Natural Resources Canada
NTRIP	: Networked Transport of RTCM via Internet Protocol
PDOP	: Position Dilution Of Precision
PPP	: Precise Point Positioning
PPPH	: A MATLAB-based Software for Multi-GNSS Precise Point Positioning Analysis
PP-PPP	: Post Process Precise Point Positioning
RINEX	: Receiver Independent Exchange
RMS	: Root Mean Square
RT	: Real Time
RTCM	: Radio Technical Commission For Maritime Services
RTK	: Real-Time Kinematic
RTK GNSS System	: Real-Time Kinematic Global Navigation Satellite System
RTK GPS	: Real-Time Kinematic Global Positioning System
RT-PPP	: Real Time Precise Point Positioning
SPP	: Single Point Positioning
TDOP	: Time Dilution Of Precision
TUSAGA	: Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı
TUSAGA-Aktif	: Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı Aktif
TDOP	: Time Dilution Of Precision

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. GNSS Takvimi ve Uygulaması .....	8
Şekil 3.2. Verilerin indirileceği Earthdata Girişi .....	9
Şekil 3.3. Earthdata verileri .....	9
Şekil 3.4. Earthdata uydu saat ve yörünge dosyaları .....	10
Şekil 3.5. Çalışmadaki TUSAGA-Aktif istasyonları.....	10
Şekil 3.6. CSRS-PPP servisi ara yüzü .....	11
Şekil 3.7. CSRS-PPP'den gönderilen veriler.....	12
Şekil 3.8. CSRS-PPP verilerin içeriği .....	12
Şekil 3.9. CSRS-PPP'ye gönderilen istasyon bilgileri .....	12
Şekil 3.10. PPPH gözlem dosyaları .....	13
Şekil 3.11. Gözlem dosyası PPPH yazılımı.....	13
Şekil 4.1. Taşıyıcı dalga faz belirsizliği (Aktuğ, 2019).....	15
Şekil 4.2. Uydu Konum Belirleme Sistemleri (Kahveci ve ark., 2011) .....	16
Şekil 4.3. Mutlak konum belirleme yöntemi (URL4, 2017) .....	17
Şekil 4.4. Bağıl konum belirleme yöntemi (URL4, 2017) .....	17
Şekil 5.1. GPS/PPP hata kaynaklarının seviyeleri (Aktuğ, 2019).....	18
Şekil 5.2. Katı-gelgit hatası (Abdel-salam, 2005) .....	19
Şekil 5.3. Uydu faz merkezi kayıklığı (Kahveci, 2010) .....	19
Şekil 6.1. PPPH yazılımın açılacağı MATLAB sürümü .....	23
Şekil 6.2. MATLAB sürümü üzerinde PPPH yazılım görünümü .....	24
Şekil 6.3. PPPH yazılımı beş ana bileşeni .....	24
Şekil 6.4. PPPH Data Importing .....	25
Şekil 6.5. PPPH Preprocessing .....	26
Şekil 6.6. PPPH Modeling Options .....	27
Şekil 6.7. PPPH Filtering Options .....	28
Şekil 6.8. PPPH'den elde edilen bir çıktı dosyası örneği.....	28
Şekil 6.9. PPPH Analysis .....	29
Şekil 6.10. PPPH'nin standart çıktı dosyasının açıklaması (Bahadur, 2018) .....	29
Şekil 7.1. Uygulamada kullanılan beş adet TUSAGA-Aktif istasyonu .....	30
Şekil 7.2. Beş istasyona ait Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi KOH değerlerinin grafiksel gösterimi .....	48

<b>Şekil 7.3.</b> Beş istasyona ait Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi KOH değerlerinin grafiksel gösterimi .....	49
<b>Şekil 7.4.</b> Beş istasyona ait Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi KOH değerlerinin grafiksel gösterimi .....	50
<b>Şekil 7.5.</b> Beş istasyona ait Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi KOH değerlerinin grafiksel gösterimi .....	51
<b>Şekil 7.6.</b> Beş istasyona ait Troposferik Düzeltme KOH değerlerinin grafiksel gösterimi .....	52
<b>Şekil 7.7.</b> Beş istasyona ait Rölativistik Mesafe Düzeltmesi KOH değerlerinin grafiksel gösterimi .....	53
<b>Şekil 7.8.</b> Beş istasyona ait Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi KOH değerlerinin grafiksel gösterimi .....	54



## ÇİZELGELER LİSTESİ

<b>Çizelge 7.1.</b> BALK istasyonuna ait kartezyen koordinatlar ile toposentrik koordinatlar .....	31
<b>Çizelge 7.2.</b> SINP istasyonuna ait kartezyen koordinatlar ile toposentrik koordinatlar .....	32
<b>Çizelge 7.3.</b> YOZ1 istasyonuna ait kartezyen koordinatlar ile toposentrik koordinatlar .....	32
<b>Çizelge 7.4.</b> ONIY istasyonuna ait kartezyen koordinatlar ile toposentrik koordinatlar .....	33
<b>Çizelge 7.5.</b> IGR1 istasyonuna ait kartezyen koordinatlar ile toposentrik koordinatlar .....	34
<b>Çizelge 7.6.</b> BALK istasyonuna ait toposentrik koordinatlar ve konum doğrulukları.....	35
<b>Çizelge 7.7.</b> IGR1 istasyonuna ait toposentrik koordinatlar ve konum doğrulukları.....	36
<b>Çizelge 7.8.</b> ONIY istasyonuna ait toposentrik koordinatlar ve konum doğrulukları.....	37
<b>Çizelge 7.9.</b> SINP istasyonuna ait toposentrik koordinatlar ve konum doğrulukları.....	38
<b>Çizelge 7.10.</b> BALK istasyonuna ait toposentrik koordinatlar ve konum doğrulukları.....	39
<b>Çizelge 7.11.</b> BALK istasyonuna ait referans koordinatlar ile kartezyen koordinatlar arasındaki farklar .....	40
<b>Çizelge 7.12.</b> IGR1 istasyonuna ait referans koordinatlar ile kartezyen koordinatlar arasındaki farklar .....	40
<b>Çizelge 7.13.</b> ONIY istasyonuna ait referans koordinatlar ile kartezyen koordinatlar arasındaki farklar .....	41
<b>Çizelge 7.14.</b> SINP istasyonuna ait referans koordinatlar ile kartezyen koordinatlar arasındaki farklar .....	41
<b>Çizelge 7.15.</b> YOZ1 istasyonuna ait referans koordinatlar ile kartezyen koordinatlar arasındaki farklar .....	42
<b>Çizelge 7.16.</b> BALK istasyonuna ait PPP hata kaynakları sonucu koordinatlar arası farklar .....	43
<b>Çizelge 7.17.</b> IGR1 istasyonuna ait PPP hata kaynakları sonucu koordinatlar arası farklar.....	44
<b>Çizelge 7.18.</b> ONIY istasyonuna ait PPP hata kaynakları sonucu koordinatlar arası farklar.....	45
<b>Çizelge 7.19.</b> SINP istasyonuna ait PPP hata kaynakları sonucu koordinatlar arası farklar.....	46

<b>Çizelge 7.20.</b> YOZ1 istasyonuna ait PPP hata kaynakları sonucu koordinatlar arası farklar .....	47
<b>Çizelge 7.21.</b> Beş istasyona ait Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi KOH değerleri .....	48
<b>Çizelge 7.22.</b> Beş istasyona ait Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi KOH değerleri .....	49
<b>Çizelge 7.23</b> Beş istasyona ait Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi KOH değerleri .....	50
<b>Çizelge 7.24.</b> Beş istasyona ait Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi KOH değerleri .....	51
<b>Çizelge 7.25.</b> Beş istasyona ait Troposferik Düzeltme KOH değerleri .....	52
<b>Çizelge 7.26.</b> Beş istasyona ait Rölativistik Mesafe Düzeltmesi KOH değerleri .....	53
<b>Çizelge 7.27.</b> Beş istasyona Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi KOH değerleri .....	54

## 1. GİRİŞ

Global Navigation Satellite Systems (GNSS) uydu konum belirleme yönteminde kullanılan uzaydan gelen sinyaller ve alıcının bulunduğu konum sinyallerini alarak enlem, boylam, yükseklik ve yerel saati geriden kestirme yöntemine dayanarak geliştirilen bir konum belirleme yöntemidir. Küresel Konum Belirleme Sistemi Amerika Birleşik Devletlerinde GPS, Avrupa Birliği ülkeleri tarafından GALILEO, Rusya tarafından GLONASS ve Çin Halk Cumhuriyeti'nde BeiDou olarak karşılık gelmektedir. Türkiye'de ulusal ölçekte istasyonlar Milli Savunma Bakanlığı Harita Genel Müdürlüğü ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü tarafından yönetilmekte olup Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif) olarak adlandırılmıştır. Teknolojik ilerlemelerden uzak olmamak gibi kara, deniz ve hava savunma araçlarının navigasyon uygulamasında, arazi sınırlarının belirlenmesi, tapu ve kadastro ölçümlerinde, deprem büyüklüğü, araç takip sistemleri, askeri hedefler ve amaçlar vb. sivil ve bilimsel amaçlar için kullanılmıştır. Jeodezik çalışmalarda her türlü hava koşulunda çalışabilmesi, noktaların birbirini görmesini gerektirmemesi, gece-gündüz gözlem yapılabilmesi ve hassas konum bilgisinin elde edilebilmesi gibi katkılarından dolayı günümüzde farklı nitelikteki pek çok uygulamada tercih edilmektedir. Arazide toplanan GPS/GNSS verilerinin koordinatları hem post-processing (ofiste/büroda hesaplama) yöntemiyle hem de gerçek zamanlı kinematik (RTK) veya Diferansiyel GPS/GNSS (DGPS/DGNSS) yöntemiyle hesaplanabilir. Burada uydularla konum belirleme sistemlerinde DGPS/DGNSS yönteminde sadece kod gözlemleri kullanılarak metre seviyesinde konum doğrulukları belirlenebilirken, gerçek zamanlı kinematik (RTK) yönteminde ise kod gözlemlerinin yerine faz gözlemleri kullanılır. Faz gözlemleri kod gözlemlerine göre daha karışık, uygulanması zor ve taşıyıcı dalga faz belirsizliği olduğu için faz belirsizliği/kesikliği problemi vardır. Kod gözlemlerinde ise faz belirsizliği/kesikliği olmadığından araziden toplanan verilerin doğrulukları metre seviyesindedir. Bu bağlamda cm ve/veya mm mertebesinde konum doğrulukları için faz gözlemleri kullanılarak faz belirsizliği probleminin doğru bir şekilde çözülmesini gerektirdiğinden yüksek doğruluk isteyen uygulamalarda bu sorunlarla birlikte GPS/GNSS donanım ve yazılımlarının gelişmesiyle daha yüksek doğruluklu gerçek zamanlı kinematik uygulamalarda yapılmasını sağlayan RTK GPS/GNSS adı verilen gerçek zamanlı kinematik GPS/GNSS ortaya çıkmıştır. Büroda hesaplama (post-processing) değerlendirme yönteminin RTK/DGPS değerlendirme

yönteminden farkı ise; ölçme yapıldıktan belli bir zaman geçtikten sonra konum belirleyebilir, RTK/DGPS'e göre yüksek doğruluk elde edilmesi daha mümkündür, uygulamalardaki çok sayıda istasyon verileri ücretsiz olarak kullanılır ve datum sıkıntısı yoktur. GPS/GNSS yapısı içerisinde farklı konum belirleme teknikleri, algoritmalarının geliştirilmesi ve hızla devam eden GNSS sistemlerindeki çalışmalar sonucunda tek bir alıcı ile cm seviyesinde konum doğruluğuna ulaşabilmek mümkün hale gelmiştir. Son yıllarda bu doğruluğu artırmak için yeni algoritmalar üzerinde çalışmalar yoğun hale gelmiştir. Zamanla konum belirleme sistemlerinde hassasiyet artarken maliyet azalması ve zaman tasarrufunun sağlanması hassas nokta konum belirleme tekniğindeki araştırmaları da beraberinde getirmiştir. Konum belirleme sistemlerinin ve teknolojinin gelişmesiyle hassas uydu yörünge bilgileri ve uydu saat düzeltmelerindeki doğruluğun artırılması sağlanmıştır. Bu bağlamda, Hassas Nokta Konumlama (Precise Point Positioning-PPP) adı verilen sistemle zamanla taşıyıcı faz ölçüleri ve/veya kod ölçülerinin kullanılmasıyla tek bir alıcıyla metre seviyesinden cm seviyesine kadar oldukça yüksek hassasiyet ve doğruluklarda nokta konumlamaları belirlenmiştir.

Hassas Nokta Konumlama (PPP) yöntemiyle çift frekanslı tek bir GPS/GNSS alıcısıyla global referans çerçevesinde ölçüm süresi ve kullanılan veriye (kod/taşıyıcı faz – tek frekans/çift frekans) bağlı olarak iyonosferden bağımsız kombinasyonlarla (ionosphere-free) fark almaksızın dm/cm düzeyinde nokta konum doğruluğu elde edilmektedir. Hassas uydu saat hataları, hassas uydu yörüngeleri, wind-up etkisi, troposferik gecikme, iyonosferik gecikme, katı yeryuvar gelgiti, uydu anteni faz dönmesi, alıcı anteni faz merkezi offset değerleri gibi birçok faktörde doğruluk ve hassasiyet açısından önemli olduğunu göstermektedir. PPP yönteminin olumsuz tarafı; uyduların geometrik yapısı, uydu sayısı ve tam sayı belirsizliğinin (float ambiguity) bilinmeyen (faz belirsizliğinin kesirli sayı seçilmesi) olarak kabul edilmesidir. Diğer taraftan GNSS Service (IGS) olmak üzere, NRCan (Natural Resources Canada), Center for Orbit Determination in Europe (CODE), Jet Propulsion Laboratory (JPL) gibi uluslararası kurum ve kuruluşlar başlangıç faz belirsizliğinin çözümüne katkı sağladıkları gibi, hassas uydu yörüngede ve uydu saat bilgilerinin hesaplanması araştırmalara yön verip Hassas Nokta Konumlama (PPP) tekniği yöntemi ortaya çıkmıştır. Doğruluk değerleri kullanılacak veriye (kod/faz, tek frekans/çift frekans) ve ölçme süresine dayanarak metre veya cm arasında farklılık göstermektedir. Tek frekanslı alıcılarla metre mertebesinde konum doğruluğu elde edilirken, çift frekanslı

alıcılarla dm veya cm düzeyinde konum doğruluğu elde edilmektedir. (Arıkan, 2019; Turgut, 2019).

PPP metoduyla konum belirlemek için Bernese, PPPH vb. gibi farklı yazılımlarla erişim sağlanabilir. Sonradan web tabanlı PPP değerlendirme yazılımları da kullanılmaya başlanmıştır. Kullanıcılar statik/kinematik ölçüm modlarını ve NAD83/ITRF96 referans sistemlerini CSRS-PPP servisine göndermelidir. 5 adet TUSAGA-Aktif istasyonundan CSRS-PPP servisinden elde edilen gerçek/referans koordinat sistemleri ve Matlab tabanlı PPPH yazılımından elde edilen kartezyen (yer merkezli) koordinat sistemleri kullanılarak topocentrik koordinat sistemlerine yani Kuzey (N), Doğu (E) ve Yukarı (U) bileşenlerine dönüşümler yapılarak ortalama hata değerleri hesaplanır. Bunun sonucunda PPP (Precise Point Positioning) hata kaynaklarının dahil edilmesi ve PPP hata kaynaklarının ayrı ayrı değerlendirilerek cm mertebesinde karesel ortalama hataları (KOH) hesaplanarak 5 adet TUSAGA-Aktif istasyonunun 10(on) günlük zaman dilimi içerisindeki değerlerin minimum ve maksimum olarak konum doğruluğuna etkileri bulunmuş olur. Post-Process PPP (Ölçü Sonrası/Büroda Değerlendirme Hassas Nokta Konumlama) yöntemiyle 3-12 Nisan 2021 tarihleri arasında 10 gün boyunca Türkiye’de bulunan beş adet TUSAGA-Aktif istasyonunda toplanan günlük gözlem dosyaları MATLAB tabanlı PPPH (A MATLAB-based Software for Multi-GNSS Precise Point Positioning Analysis) yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Beyerle (2009), Carrier phase wind-up in GPS reflectometry çalışmasında uygulamasında uydu faz dönüklüğünün birkaç cm seviyesinde doğruluğunu elde etmiştir.

Kayı (2013), yapılan çalışmada uçaktan gelen GNSS/IMU verileri PPP yöntemiyle çözümlenmesi yapılmış ve çözüm farkları sunulmuştur. GNSS/IMU verileriyle yapılan dengeleme işlemi Match\_AT 5.5 versiyonunda gerçekleşmiş ve PPP çözümünün kullanılması ağ yapılı çözümlerde ise ağın yarıçapının 80 km den fazla olması durumunda PPP den elde edilen doğrulukla aynı olduğu gözlenmiştir.

Ceylan ve ark., (2014), çalışmada üç farklı güzergâhta Kinematik-PPP ve Post Process kinematik yöntemlerinin performansları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, farklı topoğrafik yapıya sahip üç güzergâhta PPP ile tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Datum aykırılığını ortadan kaldırmak için sabit alıcının gözlem verileri CSRS-PPP yazılımının statik modülü kullanılarak değerlendirilmiş ve elde edilen koordinatlar Post-Process Kinematik yönteminde sabit noktanın koordinatları olarak kullanılmıştır. Kinematik-PPP sonuçları CSRS-PPP yazılımı ile, Post- Process kinematik sonuçları ise Leica Geo Office 5.0 yazılımı kullanılarak elde edilmiştir. Post-Process Kinematik yöntemi ile özellikle yüksek binaların bulunduğu güzergâhlarda sinyal bozukluklarına bağlı olarak zaman zaman anlamsız değerler elde edilmiştir.

İnal ve ark., (2014), yapılan çalışmada gerçek zamanlı kinematik GPS ile belirlenen nokta konumları ile CORSTR ile belirlenen gerçek zamanlı nokta konumları karşılaştırılmış ve analiz edilmiştir. CORS-TR ile hem gerçek zamanlı hem de post-process ile nokta konumları yüksek duyarlılıkta belirlenmektedir. Ayrıca GPS ve GPS+GLONASS ölçülerinin birbirleriyle ve CORS-TR ölçüleriyle uyumlu olduğu görülmüştür. İyonosfer ve troposfer hataları, konum belirleme uygulamaları için en düşük seviyeye indirilmiş olmaktadır.

Alkan ve ark., (2015), PPP/Hassas Nokta Konumlama olarak bilinen tekniğin, kinematik uygulamadaki kullanılabilirliği ve bu yöntemle ulaşılabilecek doğruluklar araştırılmıştır. Yapılan iki kinematik uygulamadan elde edilen sonuçlar, bu yöntem ile web-tabanlı servislerle yapılan değerlendirmeler sonucunda bir kaç dm'lik doğrulukla 3B konum belirlemenin mümkün olduğunu göstermiştir. Elde edilen bu doğruluklar, International Hydrographic Organization, (IHO), International Maritime Organization (IMO), Canadian Hydrographic Service (CHS), United States Army Corps of Engineers

(USACE), Land Information New Zealand (LINZ) ve Swedish Maritime Administration (SMA) gibi uluslararası kurumların deniz haritaları yapımında talep ettikleri konum doğruluğunu karşılayabilecek düzeydedir. PPP'nin, çözümün yakınsaması için uzun süre gereksinimi ve hassas ürünlerin elde edilmesi için geçen sürenin bazı uygulamalar için uzun olması belirtilmiştir.

İlçi ve Ozulu (2016), son yıllarda teknolojik gelişmelere bağlı olarak GNSS ve insansız hava araçlarıyla yapılan fotogrametri yöntemleri gibi yeni ölçme yöntemleri arkeolojik kazı alanlarının haritalanmasında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemlere sağlayacağı kullanım kolaylığı, yüksek doğruluk, tek bir GNSS alıcısı kullanılarak uygulanabilmesi, ileri GNSS bilgisi gerektirmemesi ve maliyetinin az olması gibi sebeplerle eklenebilecek diğer bir yöntem de PPP yöntemidir. PPP yönteminin üç boyutlu nokta konum bilgisi üretmesi, yüksek doğruluk sağlaması, ileri seviyede GNSS bilgisi, fazla zaman ve işgücü gerektirmemesi avantajları nedeniyle arkeolojik kazı çalışmalarında kullanımının uygun olduğu görülmektedir.

Yiğit ve ark., (2016), çalışmada CSRS-PPP yazılımı kullanılarak uzun dönemli zaman serileri üretilmiş ve bu zaman serileri kullanılarak nokta hızları kestirilmiştir. CSRS-PPP yazılımı ile günlük verilere bağlı olarak üretilen zaman serileri kullanılarak kestirilen nokta hızları ve KOH değerleri, JPL zaman serileri ve Geliştirilme süreci devam eden "Quick-PPP" yazılımının; zaman serilerinden hız kestirimi, ani koordinat değişimlerinin tespiti ve nokta hız bilgisinin güncellenmesi, (c) yer kabuğundaki değişimlerin izlenmesi v.b. projelerde etkin bir şekilde kullanılabilir bir program haline dönüştürülmesi hedeflenmektedir. bu zaman serileri kullanılarak kestirilmiş nokta hızları ve KOH değerleriyle karşılaştırılmıştır.

Bahadır ve Nohutcu (2017), yaptıkları çalışmada Çoklu-GNSS yazılımıyla PPP hata kaynaklarının giderilme teknikleri incelenmiştir. Bu amaçla ANKR ve İSTA istasyonlarından toplanmış 24 saatlik GNSS verisi GFZ tarafından yayınlanan hassa ürünler kullanılmıştır. Çoklu-GNSS kombinasyonları PPP performansını iyileştirmesi ve Galileo ve BeiDou sistemlerinin PPP anlamından önemli fırsatlar olacağı belirtilmiştir.

Erdoğan ve ark., (2017), PPP tekniğinin statik ve kinematik modda ölçü sonrası (PP) ve gerçek zamanlı (RT) analizlerinden yararlanılmış ve sonuçlar irdelenmiştir. Statik PP-PPP tekniği çözümü GIPSY-OASIS II v6.4 yazılımı yardımıyla SOPAC'dan (Scripps Orbit and Permanent Array Center) temin edilen İSTA istasyonuna ait 24 saatlik ve 30 saniye aralıklı RINEX verinin değerlendirilmesi ile gerçekleştirilmiştir. GIPSY-OASIS II v6.4 yazılımı yardımıyla BNC v2.11.2

yazılımından elde edilen gerçek zamanlı ölçü anındaki 1 saniye aralıklı RINEX veri kullanılarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

Aydın ve ark., (2018), bu çalışmada, GNSS-PPP ile elde edilen düşey yerdeğiştirmenin doğruluğu, T=2 saat ile T=12 saat arasında değişen farklı gözlem sürelerine bağlı olarak farklı gözlem ve yörünge koordinat türleri için analiz edilmiştir. Doğruluk analizi için, G-lever adı verilen cihaz yardımıyla üretilen düşey yerdeğiştirmeler, GNSSPPP ile gözlenmiştir. Üretilen yerdeğiştirmeler hatasız kabul edilerek, PPP ile elde edilen düşey yerdeğiştirmelerin hataları belirlenmiştir. Bu hatalar yardımıyla karesel ortalama hatalar elde edilmiştir.

Alçay (2019), çalışmada RT-PPP yönteminin performansı konum doğruluğu ve ZTD bakımında incelenmiştir. Bu amaçla farklı coğrafi bölgelerden seçilen 7 istasyon kullanılmıştır. Yaklaşık 1 saatlik gözlem süresine ait 1 saniye epok aralığında elde edilen koordinat değerleri incelendiğinde, yakınsama süresi göz ardı edildiğinde (20 dk) genelde 10 cm den daha iyi ortalama bir doğruluğun elde edilebileceği görülmüştür. Elde edilen sonuçlar RT-PPP yönteminin birçok avantajının olmasına rağmen, jeodezik uygulamalarda kullanılabilmesi için daha iyi seviyede bir konum doğruluğu sağlaması gerektiğini göstermiştir.

Bezicioğlu ve ark., (2019), çalışmada geleneksel PPP ve PPP-AR yönteminin hidrografik yada oşinografi uygulamalarındaki performansı gerçekleştirilmiştir. GPS/GLONASS uydu kombinasyonları ile elde edilen veriler kinematik moda CSRS-PPSonuçlar, Alkan vd (2017)'de belirtildiği gibi hidrografik-oşinografik ölçmeler için Uluslararası Hidrografik Organizasyonu (International Hydrographic Organization-IHO) tarafından beklenen minimum konumsal doğruluk değerlerine ulaşıldığını göstermektedir. P servisinin eski (Geleneksel PPP) ve yeni (PPP-AR) versiyonu ile belirtilmiştir.

Erdoğan ve ark., (2019), yapılan çalışmada PPP çözümlerinden elde edilen VKV matrislerinin güvenilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla daha gerçekçi VKV matrisi elde edebilmek için iki farklı modelde iki farklı strateji kullanılarak ÖF değerleri hesaplanmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde birinci modelden hesaplanan değerlerin norm değerleri bazında ikinci modele göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Ayrıca, PPP tekniğine ilişkin doğruluk fonksiyonlarının gözlem süresine bağlı olarak değiştiği düşünüldüğünde, gözlem süreleri dikkate alınarak tüm istasyonların verilerine dayalı gerçekleştirilen hesaplamalar dikkate alındığı durumlardaki ÖF değerlerinin kullanımının daha anlamlı olduğu görülmüştür.

Turgut (2019), PPP metodunun saat hatası, uydu yörünge hataları ve atmosferik hatalardan meydana gelen tamsayı belirsizliği çözümünden yakınsama gerçekleşene kadar dm mertebesinde etkilendiği görülmüştür. Bu ürünlerin farklı çeşitleri olup mm doğrulukta konumlama yapmaya karar vermemektedir. Bu amaçla tamsayı bilinmeyen çözümünden sonra gerçekleşecek uygulamalarda cm doğruluklu olarak düşey bileşenin elde edilmesi mümkün olduğu belirtilmiştir.

Turgut ve Alçay (2019), yaptıkları çalışmada a RT-PPP yönteminin konumlama ve ZTD kestirimi açısından performansı test edilmiştir. Bu amaçla ISTA istasyonuna ait yalnız GPS ve GPS+GLONASS gözlemleri eş zamanlı kullanılarak ikişer saatlik üç zaman diliminde 1 saniye aralıklarla koordinatlar elde edilmiştir. RT-PPP yönteminin sağladığı konum doğruluğu açısından henüz jeodezik çalışmalarda kullanılamayacağını göstermiştir.

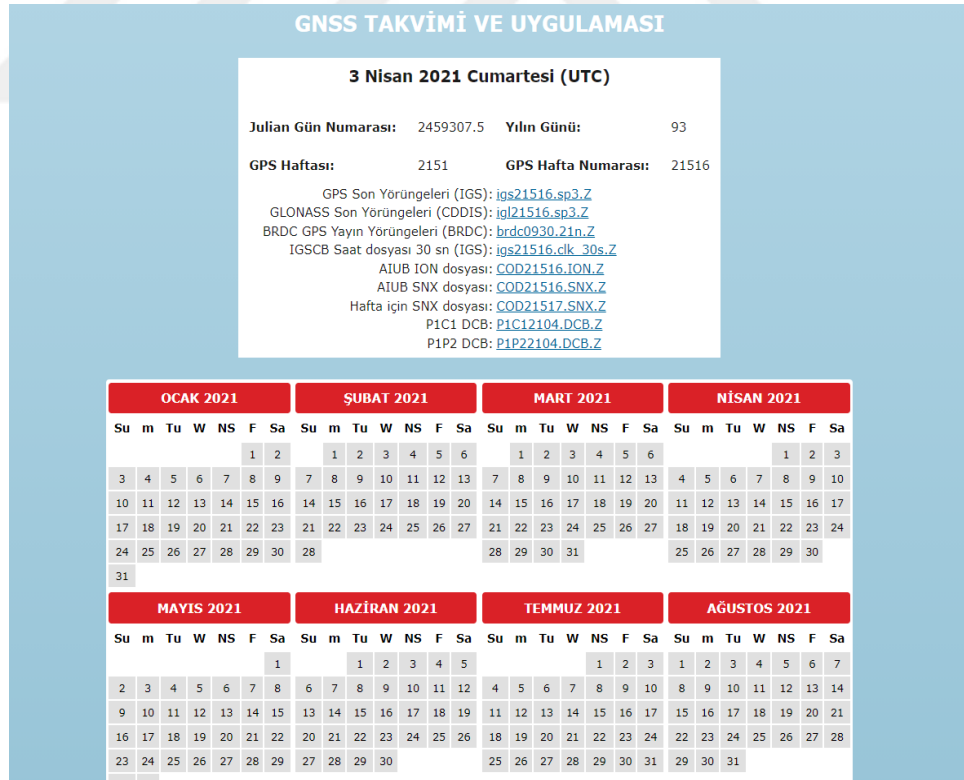
Turgut ve Alçay (2019), çalışmada Elde edilen RT-PPP koordinat değerleri CSRS-PPP yazılımı kullanılarak 24 saatlik statik değerlendirme sonucunda elde edilen koordinat değerleri ile karşılaştırmalı yaklaşımla verilmiştir. Sonuçlara göre ilk yakınsama süresi (~20 dk) dikkate alınmadığında özellikle GPS+GLONASS ile tüm bileşenlerde çoğunlukla 10 cm den daha iyi bir doğruluk elde etmişlerdir.

Alçay ve Atiz (2020), ISTA IGS/RTS istasyonunun yaklaşık 25 saatlik gözlem süresine ait 1 saniye epok aralıklı koordinat değerleri doğruluk ve tekrarlılık açısından incelenmiştir. Doğruluk ve tekrarlılık açısından tüm bileşenlerde en iyi sonuçlar RTKLIB yazılımı ile elde edilmiştir. PPP-WIZARD yazılımı ile tüm epoklarda koordinat değerleri elde edilememiş olup, doğruluk oldukça düşüktür. avantajı referans bir alıcıya gereksinim duyulmadan tek bir GNSS alıcısı ile gerçek zamanlı koordinat elde edilebilmesi olup, günümüzdeki en büyük dezavantajı olarak yakınsama süresinin uzun olması belirtilmiştir.

Impact of Attitude Model, Phase Wind-Up and Phase Center Variation on Precise Orbit and Clock Offset Determination of GRACE-FO and CentiSpace-1 (2021), çalışmasında uydu faz dönüklüğü ortalama yaklaşık 2 cm mertebesinde hassasiyet ve doğruluğuna ulaşmışlardır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Matlab tabanlı PPPH yazılımında işlem yapmadan önce TUSAGA-Aktif istasyonlarının zaman dilimleri kesinleştirilerek GNSS Takvimi ve uygulamasından ilgili tarihin veya zamanın GPS haftası ve GPS hafta numarası belirlenir. İlk gündeki zaman seçilerek GPS hafta ve GPS hafta numarasıyla uydu yörünge dosyaları ve uydu saat dosyaları ortaya çıkarılır. Daha sonra PPPH yazılımdan istenen uydu yörünge ve saat bilgileri Crustal Dynamics Data Information System adresinden uydu yörünge ve saat dosyaları yüklenerek PPPH yazılımı için eklenir. TUSAGA-Aktif uygulamasından beş istasyon 30 saniye ölçü aralıklarında yüklenir. TUSAGA-Aktif istasyonlarıyla RINEX formatında CSRS-PPP (Canadian Spatial Reference System) servisinden gerçek olarak kabul ettiğimiz referans kartezyen koordinat sistemi elde edilir. CSRS-PPP gerçek olarak kabul edilen referans koordinatlar ile PPPH yazılımında elde edilen kartezyen koordinatların farkıyla toposentrik koordinatlara (N,E,U)'a dönüşüm gerçekleştirilir.



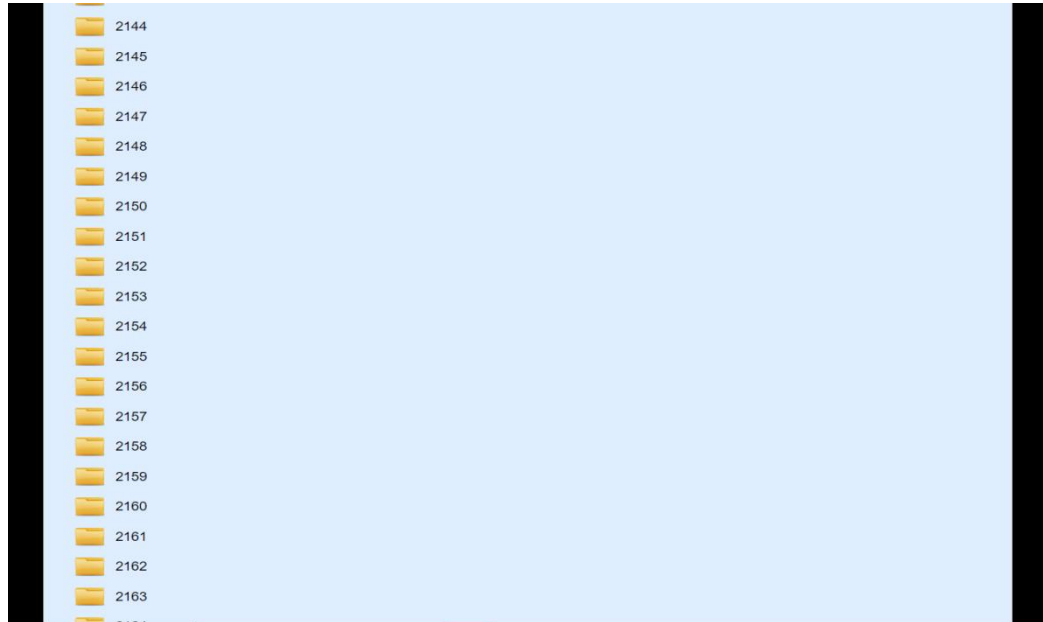
Şekil 3.1. GNSS Takvimi ve Uygulaması

Araştırma 3.04.2021 – 12.04.2021 zaman aralığında olduğu için ilk olarak 3.04.2021 tarihli zaman seçilerek GPS Haftası ve GPS Hafta Numarası öğrenilerek

indireceğimiz uydu yörünge dosyası (.sp3) ve uydu saat dosyası (.clk) bilgileri verilir. Uydu yörünge dosyası ve uydu saat dosyasının yüklenebileceği için GPS Hafta numaralarının yer aldığı <https://urs.earthdata.nasa.gov/> erişiminden öncelikle üye olunması gerekir.

Şekil 3.2. Verilerin indirileceği Earthdata Girişi

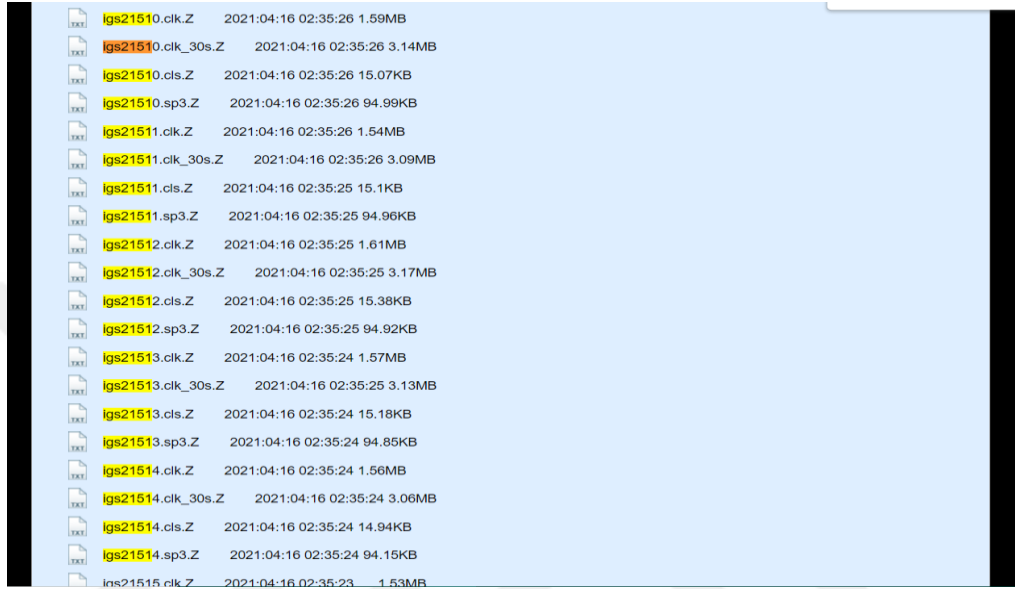
Üye olunduktan sonra da <https://cddis.nasa.gov/archive/gnss/products/> erişiminden GPS Hafta numaralarına ulaşılır.



Şekil 3.3. Earthdata verileri

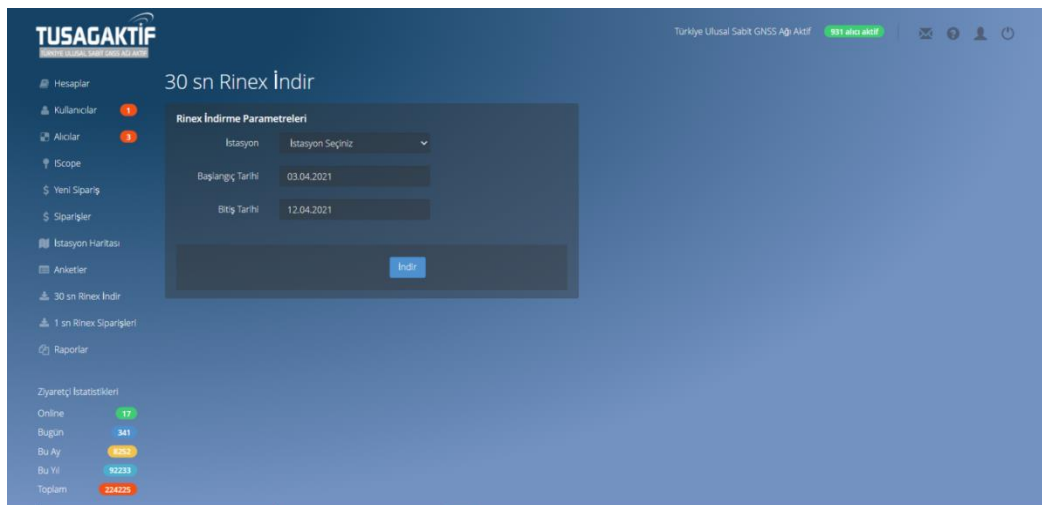
İlgili zamanın GPS Hafta numarası girilerek uydu saat dosyası ve uydu yörünge dosyaları yüklenir. GPS Hafta numarasında uydu saat dosyası (sp3) için PPPH

yazılımında önceki gün, gözlem günü ve gelecek günler istendiği için sp3 dosyası için önceki ve sonraki günlerin sp3 dosyaları da yüklenir. Ancak uydu saat dosyası o güne ait saat dosyasıdır yani önceki ve sonraki günlerdeki saat dosyalarının yüklenmesine gerek yoktur. Örneğin; 3.04.2021 zamanı için 2.04.2021 sp3 dosyası ve 4.04.2021 sp3 dosyalarının da yüklenmesi gerekir.



Şekil 3.4. Earthdata uydu saat ve yörünge dosyaları

Gerekli dosyalar yüklendikten sonra TUSAGA-Aktif (Türkiye Ulusal Sabit GPS Ağı Aktif) 10 günlük zaman dilimlerindeki 5 adet TUSAGA-Aktif istasyonu için 30 saniyelik epok aralıklarında RINEX dosyaları indirilir.



Şekil 3.5. Çalışmadaki TUSAGA-Aktif istasyonları

RINEX dosyaları statik veri değerlendirmesinde (post-processing) ve arşivinde kullanıldığı için RINEX veri formatında yüklenerek CSRS-PPP (Canadian Spatial

Reference System-Precise Point Positioning) servisinden Statik işleme modu, ITRF Koordinat dönüşümü ve 30 saniye aralıklarla indirilen RINEX dosyaları 'zip' veya 'rar' formatında olacak şekilde veriler PPP (Precise Point Positioning)'e gönderilerek gerçek olarak kabul ettiğimiz Referans kartezyen koordinat sistemine dönüşür.

CSRS-PPP, kullanıcıların sadece üye olarak ücretsiz olarak hizmete sunulan, GPS uydulardan statik veya kinematik modda toplanan verilerin oldukça hızlı bir zamanda değerlendirilmesini sağlayan, toplanan verinin gününe ait hassas uydu yörünge (efemeris) ve uydu saat bilgilerini kullanarak GPS/PPP hata kaynaklarına imkan veren dünyada en yaygın kullanılan servislerden birisidir. Servis, çift frekanslı alıcılarda toplanan verilerin L1 ve L2 kod, taşıyıcı faz ölçülerinden yararlanarak daha yüksek doğruluklu çözüm sağlarken, tek frekanslı alıcılarda yalnızca L1 kod ölçümünün çözümü yapılır. Kullanıcılar RINEX veri formatında verilerini yükler, statik/kinematik ölçme modundan sabit bir alıcı olduğu için statik mod ve NAD83/ITRF referans sistemlerinden de NAD83 Kuzey Amerika datumu olduğundan ITRF (International Terrestrial Reference Frame) seçilerek kullanıcının sonuçları göreceği gerekli e-mail adresleri girilir ve CSRS-PPP servisinden gönderilen zip. dosyaları ilgili e-mail adresine gönderilir.

▶ [CSRS PPP Yardımı \( Güncellendi 2021-03-26.\)](#)
Profil oturumu Kapat

Sonuçlar için e-posta (gerekli)

**İşleme modu**

Statik  Kinematik

NAD83  ITRF

- Dönem, GPS verileriyle aynı olacaktır.
- Boylamdan bir UTM bölgesi hesaplanacaktır.

**Dikey veri**

**Pasif kontrol bakıma katkıda bulunuyor musunuz? ( Bu nedir? )**

CSRS-PPP gönderimini ve çözümünü arşivlemek ve yayınlamak için Kanada Jeodezi Araştırması'na (CGS) yetki verin

**Resmî işaretleyici istasyon adı**

▶ Daha fazla seçenek

**RINEX gözlem dosyası/dosyaları, maksimum 300 MB (.zip, .gz, .Z, .tar, .???)**

Not: Tek bir .zip veya .tar arşivinde birden fazla RINEX dosyası gönderilebilir.

Dosya seçilmedi

CSRS-PPP çözümü PDF raporundan grafikleri kaldırın ( [Neden?](#) )

Kanada Jeodezi Araştırma ürünlerinin ve verilerinin kullanımı [Açık Devlet Lisansına](#) tabidir - [Kanada Jeodezik Referans Sistemleri Bilgileri](#)

Değiştirilme tarihi: 2021-06-03

**Şekil 3.6.** CSRS-PPP servisi ara yüzü

001_YOZ10930_full_output.zip	1,510,572	1,497,392	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	313DF96E
002_YOZ10930_full_output.zip	1,510,565	1,497,398	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	A83B2862
003_YOZ10940_full_output.zip	1,589,128	1,576,332	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	709D279E
004_YOZ10940_full_output.zip	1,589,156	1,576,323	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	E04604BB
005_YOZ10950_full_output.zip	1,544,603	1,531,663	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	A8B21304
006_YOZ10950_full_output.zip	1,544,573	1,531,652	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	CEEED6C6
007_YOZ10960_full_output.zip	1,540,755	1,527,754	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	03B9FE25
008_YOZ10960_full_output.zip	1,540,716	1,527,720	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	F541CAFO
009_YOZ10970_full_output.zip	1,645,798	1,632,953	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	977E0B2D
010_YOZ10970_full_output.zip	1,645,754	1,632,978	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	26846639
011_YOZ10980_full_output.zip	1,635,893	1,623,932	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	F81E9432
012_YOZ10980_full_output.zip	1,635,957	1,624,061	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	4F62E826
013_YOZ10990_full_output.zip	1,458,579	1,444,968	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	BB5C123C
014_YOZ10990_full_output.zip	1,458,601	1,445,000	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	C18BCFE0
015_YOZ11000_full_output.zip	1,592,599	1,579,399	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	D696AA46
016_YOZ11000_full_output.zip	1,592,496	1,579,282	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	DFC54B74
017_YOZ11010_full_output.zip	1,554,729	1,541,378	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	CE1429CE
018_YOZ11010_full_output.zip	1,555,007	1,541,654	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	FA6EC588
019_YOZ11020_full_output.zip	1,598,200	1,584,909	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	EE834A47
020_YOZ11020_full_output.zip	1,598,469	1,585,179	WinRAR ZIP arşivi	11.09.2021 07:41	6C9B7404

Şekil 3.7. CSRS-PPP'den gönderilen veriler

CSRS-PPP servisinden gönderilen dosyaların bilgilerine ulaşarak referans koordinatlar alınarak PPPH yazılımı Analysis sekmesinde gerçek koordinatlar girilerek dönüşüm gerçekleştirilir.

YOZ10930.clk	231,182	53,737	CLK Dosyası	11.09.2021 07:40	EC0E8BC7
YOZ10930.csv	204,153	23,484	Microsoft Excel Vir...	11.09.2021 07:40	FC0668D1
YOZ10930.pdf	1,731,567	1,367,536	Microsoft Edge PD...	11.09.2021 07:40	9F00D2C0
YOZ10930.pos	585,557	50,776	POS Dosyası	11.09.2021 07:40	B80F7D99
YOZ10930.sum	9,394	2,512	SUM Dosyası	11.09.2021 07:40	9999C7CD
YOZ10930.tro	196,483	11,809	TRO Dosyası	11.09.2021 07:40	DC4EF449

Şekil 3.8. CSRS-PPP verilerin içeriği

RINEX dosyasının doluluk oranı %95'ten büyük olanlar processlerde kullanıldığı için Matlab tabanlı PPPH yazılımından gönderilen rar. dosyalarından içerisinde .pdf dosyasından minimum 23 saat gözlem süresi değerlendirmesi yapılır. 23 saatten altındaki zaman durumu olmayan günün başka gündeki tekrardan en az 23 saatlik zamanlara bakılır.

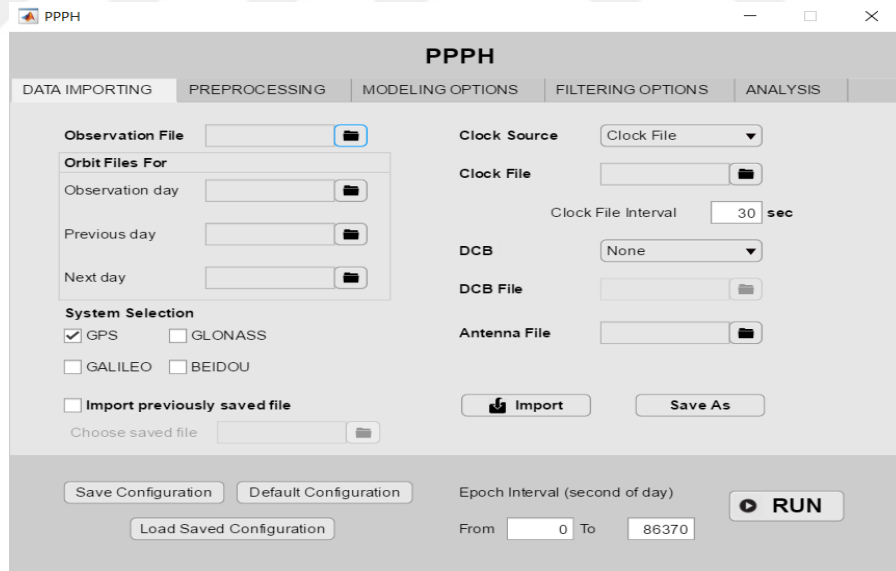
CSRS-PPP 3.50.0 (2021-03-10)	
YOZ10930.210 YOZ1	
<b>Data Start</b> 2021-04-03 00:00:00.00	<b>Data End</b> 2021-04-03 23:59:30.00
<b>Processing Time</b> 11:35:59 UTC 2021/09/11	<b>Duration of Observations</b> 23:59:30
<b>Observations</b> Phase and Code	<b>Product Type</b> NRCan/IGS Final
<b>Elevation Cut-Off</b> 7.5 degrees	<b>Frequency</b> Double
<b>Antenna Model</b> TRM55971.00 NONE	<b>Mode</b> Static
<b>Rejected Epochs</b> 0.00 %	<b>Fixed Ambiguities</b> 98.63 %
<b>APC to ARP</b> L1 = 0.067 m L2 = 0.058 m	<b>Estimation Steps</b> 30.00 sec
<b>ARP to Marker</b> H:0.087m / E:0.000m / N:0.000m	
(APC = antenna phase center; ARP = antenna reference point)	

Şekil 3.9. CSRS-PPP'ye gönderilen istasyon bilgileri

TUSAGA-AKTİF’den 30 saniye epok aralıklarında alınan rar. dosya formatındaki bilgilere erişilir. PPPH yazılımı gözlem dosyası RINEX formatındaki ‘O’ veri yapısını desteklediği için sıkıştırılmış hatanaka formatına (D) dönüşümü klavyeden ‘SHIFT’ tuşuna uzunca basılarak mouse’a sağ tıklayıp ‘CRX2RNX’ uygulamasıyla dönüştürülür.

YOZ10930.21D	3.04.2021 23:59	21D Dosyası	1,812 KB
YOZ10940.21D	4.04.2021 23:59	21D Dosyası	1,826 KB
YOZ10950.21D	5.04.2021 23:59	21D Dosyası	1,845 KB
YOZ10960.21D	6.04.2021 23:59	21D Dosyası	1,838 KB
YOZ10970.21D	7.04.2021 23:59	21D Dosyası	1,828 KB
YOZ10980.21D	8.04.2021 23:59	21D Dosyası	1,757 KB
YOZ10990.21D	9.04.2021 23:59	21D Dosyası	1,817 KB
YOZ11000.21D	10.04.2021 23:59	21D Dosyası	1,817 KB
YOZ11010.21D	11.04.2021 23:59	21D Dosyası	1,810 KB
YOZ11020.21D	12.04.2021 23:59	21D Dosyası	1,829 KB
YOZ10930.21O	11.05.2021 11:57	21O Dosyası	5,463 KB
YOZ10940.21O	10.05.2021 09:06	21O Dosyası	5,498 KB
YOZ10950.21O	10.05.2021 09:07	21O Dosyası	5,555 KB
YOZ10960.21O	10.05.2021 09:07	21O Dosyası	5,525 KB
YOZ10970.21O	10.05.2021 10:17	21O Dosyası	5,503 KB
YOZ10980.21O	10.05.2021 10:29	21O Dosyası	5,271 KB
YOZ10990.21O	10.05.2021 10:39	21O Dosyası	5,495 KB
YOZ11000.21O	10.05.2021 10:52	21O Dosyası	5,496 KB
YOZ11010.21O	10.05.2021 11:01	21O Dosyası	5,474 KB
YOZ11020.21O	10.05.2021 11:08	21O Dosyası	5,514 KB

Şekil 3.10. PPPH gözlem dosyaları



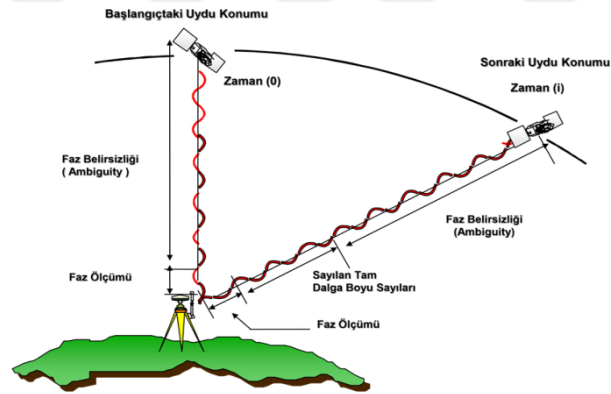
Şekil 3.11. Gözlem dosyası PPPH yazılımı

PPPH yazılımı RINEX dosyalarını ‘O’ veri yapısında desteklediği için dönüştürülen veri yapısı ilgili günün gözlem dosyası girildiğinde otomatik olarak dosya görülüp açılacaktır.

#### 4. HASSAS NOKTA KONUMLAMA (PRECISE POINT POSITIONING-PPP) YÖNTEMİ

PPP tekniğinin tarihsel gelişim süreci Anderle, R.J. (1976) ile başlamıştır. Anderle bu araştırmasında kutup hareketlerinin belirlenmesi için uydu Doppler (Transit) ölçmelerinde hassas yörünge çözümlerini sabit (fixed) olarak almıştır. PPP' nin GPS ile bağlantısını içeren ilk araştırma Zumberge vd.(1997) tarafından elde edilmiştir. Bu çalışmada hem taşıyıcı faz hem de kod gözlemlerini kullanarak iyonosfer - bağımsız kombinasyonlar ile PPP'ye modelleme yapılmış ve kuramsal temelini oluşturmuşlardır. Zumberge vd. (1997) PPP' nin tanımını SPP (Tek Nokta Konumlama) ilkesi yaklaşımıyla kıyaslanarak yapmışlardır. SPP; Navigasyon mesajı içerisinde yayınlanan uydu yörünge parametrelerinin sabit (fixed) alındığı, kod gözlemlerine dayalı ölçülerin kullanıldığı ve tek bir alıcı kullanılarak mutlak konumlama ile nokta konumunun kestirildiği bir tekniktir. PPP uydu yörünge ve saat hatası, iyonosferik – troposferik gecikme ve diğer modellenmemiş hataları bozulmaları gideremeyen veya en aza indiremeyen SPP (Tek Nokta Konumlama) yönteminin geliştirilmiş sistemidir. PPP yönteminden farkı; hassas uydu yörünge ve saat bilgilerinin PPP yönteminde cm mertebelerinde hataların olması, kod ve faz ölçülerinin kullanılması, SPP tekniğinde ise sadece C/A kod gözlemleri kullanılarak mm mertebesinde hatalar veya bozulmaların olmasıdır. Konum belirleme için başta uydu yörünge/saat düzeltme bilgileri ve diğer düzeltme modelleriyle birlikte tek bir GNSS alıcısı ile mutlak konum belirleme ilkesine dayalı olarak geliştirilen PPP (Precise Point Positioning) tekniği güncel olarak kullanılan bir GNSS ölçü yöntemidir. Taşıyıcı dalga faz gözlemleri ile kod gözlemlerinin kullanıldığı mutlak konumlama tekniği olarak bilinen Hassas Nokta Konumlama yöntemi sıfır fark yönteminin özel bir durumu olup sabit istasyona ve dolayısıyla eş zamanlı gözleme gereksinim duyulmamaktadır. PPP hassas yörünge (ultra-rapid, rapid, final) ve uydu saat değerleri yayın efemerisi yerine kullanılmaktadır. PPP yöntemi, yer kabuğu hareketlerin belirlenmesinde, deprem uyarı sistemlerinde, kara, deniz ve havada hareketli nesnelerin konum bilgilerinde ve birçok askeri, sivil ve bilimsel uygulamalarda kullanılmaktadır. Ölçme süresine ve kullanılacak veriye bağlı olarak elde edilebilen doğruluk değişmektedir. PPP yöntemi diğer konum belirleme tekniklerinden biri olan konum belirleme teknikleri ile karşılaştırılacak olursa bu yöntemin en büyük avantajı koordinatı bilinen bir ya da daha fazla referans istasyonuna bu teknikte gerek duyulmamasıdır. IGS, CODE, JPL gibi kuruluşlardan yayınlanan

hassas yörünge ve saat bilgileri ile tek bir GNSS alıcısı ile cm mertebesinde konum üretilmekte ve bu durum da maliyet yönünden fayda sağlamaktadır. PPP tekniği sadece konumlandırma olarak değil, diğer uygulamalarda da kullanılabilir. Örneğin; troposferik etki parametrelerinin tahmininde yer alır. PPP tekniğini kullanırken bu durum real time uygulamalarda kullanım alanını daraltmaktadır. Bu yöntemde koordinatı bilinen referans istasyonuna ihtiyaç olmadığından yapılacak uygulamalarda maliyet yönünden avantaj sağlamaktadır. PPP yönteminin dezavantajı; tam sayı belirsizliğinin (float ambiguity) bilinmeyen (faz belirsizliğinin kesirli sayı seçilmesi) olarak kabul edilmesidir. Tam sayı belirsizliğinde alıcı, uyduyla iletişime geçtiğinde alınan faz ölçüsü uydu alıcı arasındaki mesafede konumu belirleyememektedir. Bağlantı kurulan bu faz ölçüsü ilk anda tam bir dalga boyunun kesirli kısmına denk gelmektedir. Daha sonra alıcı tarafından artan ve/veya azalan tam dalga sayısı uydunun konumlarına göre belirlenmiş olur. Faz ölçüsünde başlangıçta bir belirsizlik söz konusu olduğu için alıcı ilk temas anında kesirli kısmını ölçtüğü zaman başlangıçtaki tam dalga sayısında belirsizlik oluşur (Aktuğ, 2019; Arıkan, 2019).

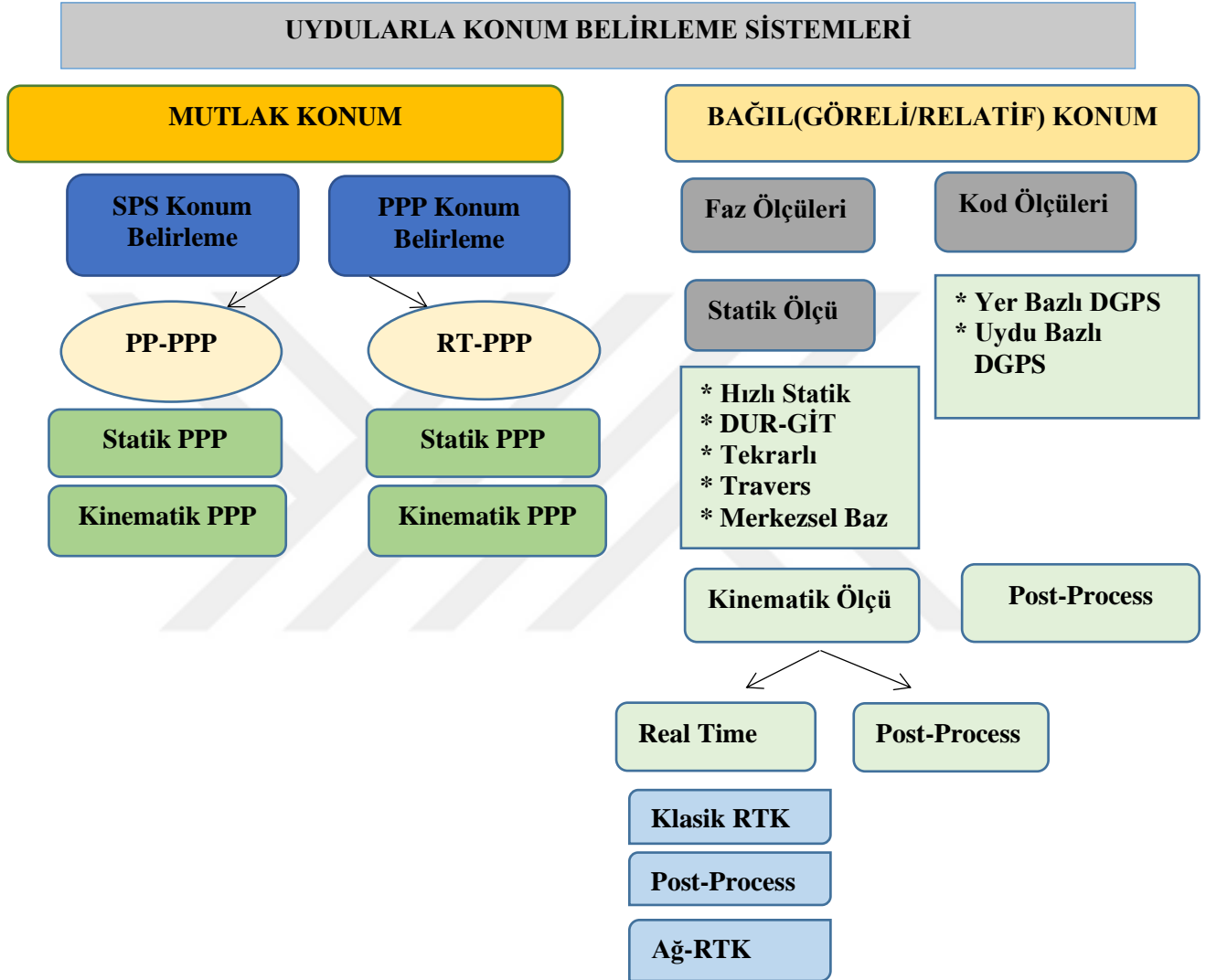


Şekil 4.1. Taşıyıcı dalga faz belirsizliği (Aktuğ, 2019)

PPP için çok sayıda sistemin bir arada kullanımı yörünge parametrelerinde ve bu parametrelerin taşıyıcı frekans modülasyonlarında farklılığa neden olmaktadır. Kod ve faz gözlemlerinde bu farklar hatalara neden olmakta dolayısıyla konum doğruluğu olumsuz olarak etkilenmektedir. Bu olumsuzluğun giderilebilmesi için cm seviyesindeki konumlama varasyonları için fark alınmamış (un-differenced) taşıyıcı faz gözlemleri ile kod gözlem bias'larında da çeşitli düzeltme modellerinin kullanılması gerekmektedir. PPP yönteminde konum doğruluğunun artırılabilmesi için okyanus yüklemesi, katı yeryüzü gelgiti, faz dönmesi (phase wind-up) etkisi, uydu anteni faz merkezi kayıklıkları vb. gibi düzeltmeleri içeren modellerinde kullanılması gerekir.

#### 4.1. Uydularla Konum Belirleme Sistemleri

Uydu konum belirleme sistemleri Mutlak konum belirleme ve Bağıl konum belirleme olmak üzere Şekil 3'te görüldüğü gibi iki ana başlık ve bunların alt başlığı altında incelenmiştir.

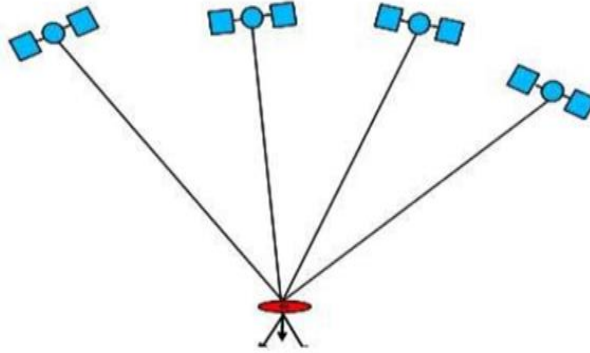


Şekil 4.2. Uydu Konum Belirleme Sistemleri (Kahveci ve ark., 2011)

##### 4.1.1. Mutlak Konum Belirleme

Mutlak konum belirleme, tek bir alıcı ile en az 4 adet uyduya gözlem yapılarak alıcının kod ölçüleri yapılmasıyla kurulduğu noktanın kartezyen koordinatlar ve coğrafi koordinatlar belirlenir. Alıcı uydu ile olan mesafesini C/A kod ve P kod gözlemiyle yapar. Mutlak konum belirleme Post Process-PPP (PP-PPP) ve Real Time-PPP (RT-PPP) yöntemlerini içerir. Gerçek zamanlı(Real-time) yöntemler RTCM veri

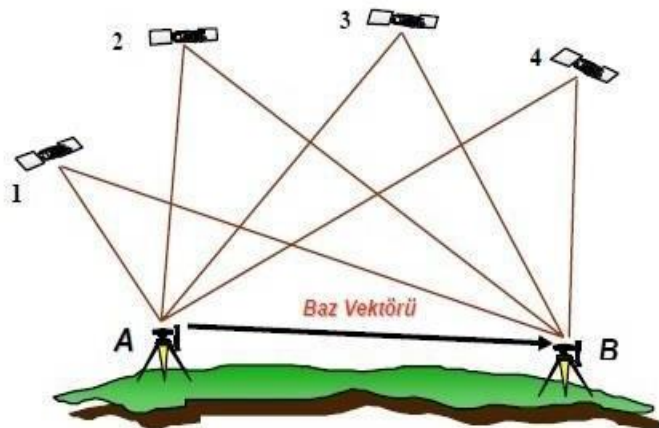
formatındadır. Post-process(Büro/Ölçü sonrası) işlemleri için genellikle “binary” veri formatında bazı kurum ve kuruluşlar tarafından da “ASCII” veri formatı da kullanılır. “ASCII” veri formatı RINEX’e çevrilebilir ve son sürüm RINEX 3.03’tür. En bilinen veri formatları ise; RINEX, RTCM, NMEA, CMR/CMR+, RTCA, SP3 vb. (Yozgatlı, 2016).



Şekil 4.3. Mutlak konum belirleme yöntemi(URL1, 2017)

#### 4.1.2. Bağıl (Rölatif/Görel) Konum Belirleme

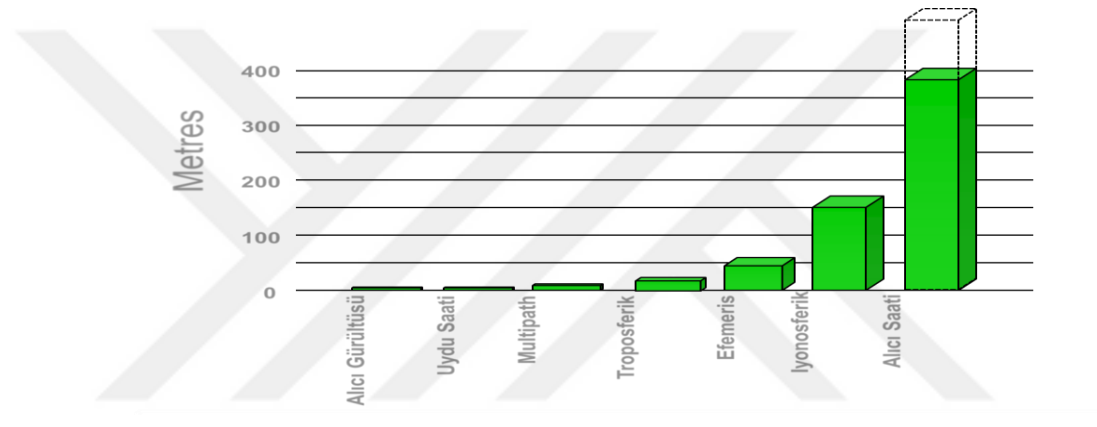
Bağıl konum belirleme yönteminde, koordinatları bilinen bir noktaya göre veya iki ya da daha fazla uydulara gözlemler yapılarak diğer nokta veya noktaların belirlenmesi işlemidir. İki alıcıdan bir tanesi referans olarak belirlenir ve bu noktanın koordinatlarının hassas olarak belirlenmesi gerekir. Gezici olarak bilinen diğer alıcının koordinatları bilinmemektedir. Kullanım türleri bakımından kullanıcıların ve alıcıların isteklerine göre değişiklik gösterebilir. Arazi ölçümlerinden sonra ölçülerin daha hassas sonuçlar ve çözümlerin elde edilmesi için post-processing (büroda değerlendirilmesi) bağıl konum belirlemede mümkündür (URL1, 2017; URL2, 2017).



Şekil 4.4. Bağıl konum belirleme yöntemi (URL2, 2017)

## 5. PPP (PRECISE POINT POSITIONING) HATA KAYNAKLARININ ARAŞTIRILMASI

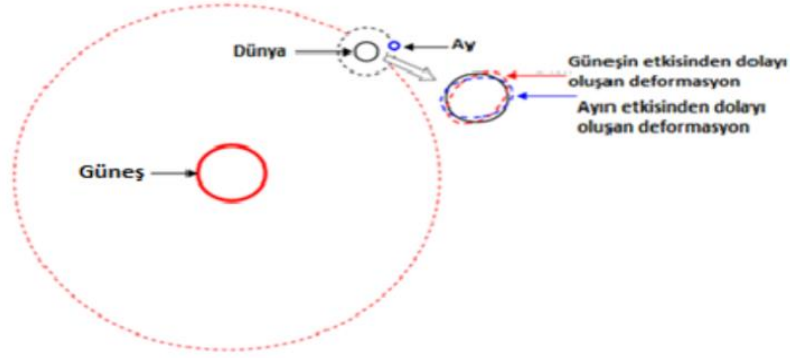
PPP ile konum belirlemede birçok bozucu etki vardır. Bu bozucu etkilerin bir kısmı ihmal edilebilir seviyelerdeyken bir kısmı ölçülere yapılacak düzeltmelerin hesaplanması ve modellenmesiyle mümkündür. PPP hata kaynakları solid earth tide, uydu anteni faz merkezi kayıklıkları, alıcı anteni faz merkezi kayıklıkları, uydu faz dönmesi (Wind-up), okyanus yüklemesi, iyonosferik gecikme, troposferik gecikme, yer dönme parametresi (ERP), alıcı saat hatası ve alıcı gürültüsü, uydu saat hatası ve yansıma etkisi (Multipath) hatası alt başlıklar altında incelenir.



Şekil 5.1. GPS/PPP hata kaynaklarının seviyeleri (Aktuğ, 2019)

### 5.1. Solid Earth Tide

Katı yeryuvarı gelgiti, gök cisimlerinin diğer gök cisimlerine uyguladığı kütle çekiminin oluşturduğu şekil bozulması şeklinde tanımlanabilir ve oldukça esnek bir yapıya sahiptir. Bu bağlamda Dünyamızın da sert bir yapısı olmadığından dolayı hassas şekilde tepki vererek oluşturduğu etkinin hataları da katı yeryuvarı gelgiti olarak adlandırılır. Katı yeryuvarı gelgiti enleme, boylama ve yükseliğe bağlı olarak değişir. İstasyon konumlandırmalarında mm mertebesinde doğruluklar hedeflenmesinde önemli olan bir etkidir. Bu gelgit düzeltmesi sabit bölüm ve periyodik bölüm olmak üzere iki kısma ayrılır. Periyodik bölüm bir günlük gözlem süresiyle ortalama bir değere ulaşılırken, sabit bölüm bir günlük gözlem süresiyle ortalama değere ulaşamayabilir. Bu gelgitin önemsenmemesi özellikle de Hassas Nokta Konum Belirleme (PPP) yönteminde sistematik hatalara sebep olacaktır. Gelgitin ihmal edilmesiyle uzun süreli ölçümler yapılırsa da cm hata mertebesinin yükselmesine neden olabilir.



Şekil 5.2. Katı-gelgit hatası (Abdel-salam, 2005)

### 5.2. Uydu Anteni Faz Merkezi Kayıklıkları

Uydunun yörüngesinde kullanılan kuvvetlerin modellenmesi uydunun ağırlık merkezine göre yapıldığı için uydulara bağlı düzeltmeler uydunun ağırlık merkezi ile uydu faz merkezi arasında fark meydana gelir. Ayrıca IGS uydu yörünge bilgileri ve saat bilgileri de uydu ağırlık merkezine bağlıdır. Uydu gözlemleri de uydu anten faz merkezine göre yapılır. Bunun sonucunda ağırlık merkezi faz merkezi arasındaki değerlerin hesaplanabilir ve modellenabilir yapısının olması faydalı olacaktır.



Şekil 5.3. Uydu faz merkezi kayıklığı (Kahveci, 2010)

### 5.3. Alıcı Anteni Faz Merkezi Kayıklıkları

Alıcı anten faz merkezinin konumu GPS/GNSS sinyalleri her düzlemde geçtiğinden dolayı alıcı antenleri uydu antenlerine kıyasla daha fazla karışık olmasına sebep olur. Bunun sonucunda uydu anten faz merkezi değişimleri alıcı anteni faz merkezi konumu bu durumlara bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu değişiklikler anten tipine bağlı olarak farklılık gösterirler. Bu etkinin önemsiz olması durumunda genel olarak

istasyon yüksekliğinde 10 cm'ye kadar hataların görülmesine sebep olur. Uygulama da farklı anten örnekleri için alıcı anteni faz merkezi kayıklıkları değerlerini kapsayan .atx dosyasının kullanılmasıyla ve .atx dosyası içerisinde ölçmedeki anten örneğine ilişkin herhangi bir bilginin olmaması durumunda ‘‘sıfır’’ veya ‘‘alıcı anteni faz merkezi kayıklıkları’’ yönteminin kullanılmasıdır. Ayrıca, PPP yöntemiyle konum belirlemede de alıcı anten faz merkezi kayıklıkları dosyasının mutlaka olması gerekir.

#### **5.4. Uydu Faz Dönmesi (Wind-up)**

Uydu faz dönmesi etkisi, uydu anteni veya alıcı antenin kendi ekseni etrafında bir tur dönmesi sonucu taşıyıcı dalga fazının bir dalga boyu kadar kaymasına sebep olur. GNSS ölçümlerinde bu ve bunun gibi hata kaynakları gerçek zamanlı kinematik GNSS (RTK) hariç diğer ölçümler genel olarak kuzey yönü göstermektedir. Ancak uydu antenleri güneşe doğru yönlendirilirken küçük hatalara sebep olmakta ve olumsuz etkilere maruz kalmaktadır. Bu nedenle uydu anteninde faz dönmesi meydana gelir ve faz ölçümlerinin doğrulanması gerekir. Bu etkide IGS saat bilgisi hatasız olarak kabul edildiği için PPP yönteminde tercih edilebilir. Bunun önemsenmemesi veya dikkate alınmaması IGS uydu yörünge ve saat bilgilerinin hatasız olarak belirlenmesi konum hesabında dm seviyesinde hatalara sebep olmaktadır.

#### **5.5. Okyanus Yükleme**

Okyanus gelgitlerinin basınç uygulayarak Güneş ve Ayın konumlarındaki değişimlerle birlikte kütle çekimlerinde meydana gelen farklılıklar sonucunda deniz seviyesinde alçalmalar veya yükselmeler oluşmasıyla yeryüzünde okyanus yüklemesi adı verilen periyodik hareketler oluşur. Okyanus med cezirlerinin taşküne üzerine yapmış olduğu basıncı şeklinde tanımlanır. Günlük dalgalanmalar gösterebilir. Yeryüzüne göre etkisi daha azdır ve sabitlenmiş bir bölümü yoktur. Özellikle uydu alıcı saat hesapları ve troposferik bileşenlerde bir günlük ölçümlerde dikkat edilmesi gereken etkidir. Aksi takdirde okyanus yüklemesi olmadığı için sonuç troposferik etki ve uydu alıcı saat hatası olarak görülür (Gurturk, 2016).

#### **5.6. İyonosferik Gecikme**

Dünyamız; troposfer, stratosfer, mezosfer, termosfer, ekzosfer, iyonosfer ve magnetosfer atmosfer tabakalarından oluşmaktadır. Bunlardan troposfer ve iyonosfer

GNSS sinyallerini bozucu ve dağıtıcı etkisi özelliğine sahiptir. İyonosfer atmosferin elektromanyetik dalgaları yantıtacak değerde iyonların ve elektronların bulunduğu Dünya yüzeyinden yaklaşık 100-1000 km arasında olan yeryüzü çevresindeki küresel bir tabakadır. İyonosfer saçıcı olduğu için serbest elektronlar içerir. Serbest elektronun miktarı coğrafi konum, mevsim, zaman, yerkaşu hareketleri ve güneş ışınlarına bağı olarak sivil-askeri uygulamalarda radyo dalgalarını yansıtarak uzak bölgelerle iletişime geçilmesini sağlar. İyonosferin gecikme etkisi elektronun yoğunluğuna bağıdır, yoğunluğu da özellikle güneş ışınının fazla olduğu zaman dilimlerinde artarken belirli bir yüksekliğe kadar artarken genellikle geceleri güneş ışınının az olduğu zamanda azalmaktadır. Elektron yoğunluğu uydunun sinyallerinde iyonosferik gecikmelere yol açmıştır. Bu bağlamda gecikme payı iyonosferden geçen sinyalin frekansına göre farklılık gösterir. Çift frekanslı (L1 ve L2) ölçmelerin tek frekanslı ölçmelere göre daha doğru sonuçlar verdiği ve hatalar en aza indirilebilmiştir (URL3, 2018; URL4, 2018).

### **5.7. Troposferik Gecikme**

Troposfer; atmosferin ve gazların temas ettiği yerden yükseldikçe sıcaklığın azaldığı yeryüzünün en alt katmanını oluşturur. Atmosferden geçen sinyalin uğradığı gecikme troposferik gecikme olarak tanımlanır. (Hopfield, 1970). Troposfer saçıcı olmadığı için troposferik gecikme hatası frekanslara bağı olarak farklılık göstermez. İyonosferik gecikmeden farklı olarak hataların modellendirilerek yapılmasıdır. Troposferin ıslak ve kuru bileşeni bulunur. Islak bileşen meteorolojik değişimlerle birlikte sinyallerin kırılmasını yaklaşık %10'unu oluşturarak sıvı su ya da su buharı düzensiz dağıldığı için hesaplanması ve modellenmesi oldukça zordur dolayısıyla bu da kısıtlayıcı olarak belirsizliğe yol açmıştır. Kuru bileşeni ise birçok troposferik gecikme modellemeleriyle belirlenir ve elemine edilir (Mekik,1999; Gurturk, 2016).

### **5.8. Yer Dönme Parametresi (ERP)**

Yersel Koordinat Sistemi (ITRF) ve göksel koordinat sistemi (ICRS) arasındaki dönüşüm farklılığından meydana gelen bir hata kaynağıdır. Bu dönüşüm parametrelerinin bulunmasıyla ICRF ve ITRF aynı referans sistemine getirilerek bu hata kaynağı en aza indirilmiş olur ( Gurturk, 2016).

### **5.9. Alıcı Saat Hatası ve Alıcı Gürültüsü**

Alıcı saat hataları en önemli bozucu etkenlerden birisidir. Uydulardan gönderilen sinyalin alıcıya ulaştığı andaki farkın ışık hızıyla çarpılmasıyla mesafe elde edilir. Fakat uydu saati ile alıcı saatinin GPS zamanına göre ayarlanması gerekir. Alıcıların saatlerinde uydularda bulunan saatlere göre daha az hassasiyet ve duyarlılıkta kristal quartz saatler kullanarak alıcılar saatlerini GPS zamanına göre otomatik olarak ayarlarlar. Alıcı saat hataları uyduya gözlem yapan alıcılarda ortak etkiye sahiptir. Alıcı gürültüsü ise anlık olarak konumlamada giderilemeyen ve alıcı elektroniği (termal gürültü vb.) ile ilgili bir hata kaynağıdır. Dolayısıyla donanımın geliştirilmesiyle ve/veya ölçümlerin uzun süre yapılmasıyla hatanın etkisinin en aza indirilmesi mümkün olabilir (Maraş, 2010; Aktuğ, 2019).

### **5.10. Uydu Saat Hatası**

Uydu saat hatalarının hassasiyeti ve duyarlılıkları oldukça düşük seviyededir. Uydu saatlerinin durumu ve düzeltme değeri yer kontrol merkezi tarafından düzenli ve sürekli olarak kontrol edilmektedir. Uydu saat hataları ve düzeltme değerleri navigasyon mesajında yayınlanarak giderilmektedir. Bu bağlamda nokta konumlama yöntemlerinde uydu saat hataları ihmal edilebilir bir seviyededir (El-Rabbany, 2006).

### **5.11. Yansıma Etkisi (Multipath)**

GPS alıcıları genelde uydu gelen sinyallerin kısa sürede gelmesini bekler. Yansıtıcı yüzeyler (bina, direk vb.) sebebiyle uydu sinyalleri alıcıya ulaşmadan önce multipath etkisi meydana gelir. Multipath uydu sinyalleri ile alıcı arasındaki mesafeyi değiştirdiği için konumlamada etkili bir kaynaktır. Multipath etkisini elemine etmek veya en aza indirmek için ölçüm yapılan noktanın etrafında engel olmayacak biçimde seçmek gerekir. Kod ölçülerinde etkisi dalga boyunda metre seviyelerine ulaşabilirken, faz ölçülerinde etkisi genel olarak dalga boyunun  $\frac{1}{4}$ 'ünü aşamaz (Aktuğ, 2019).

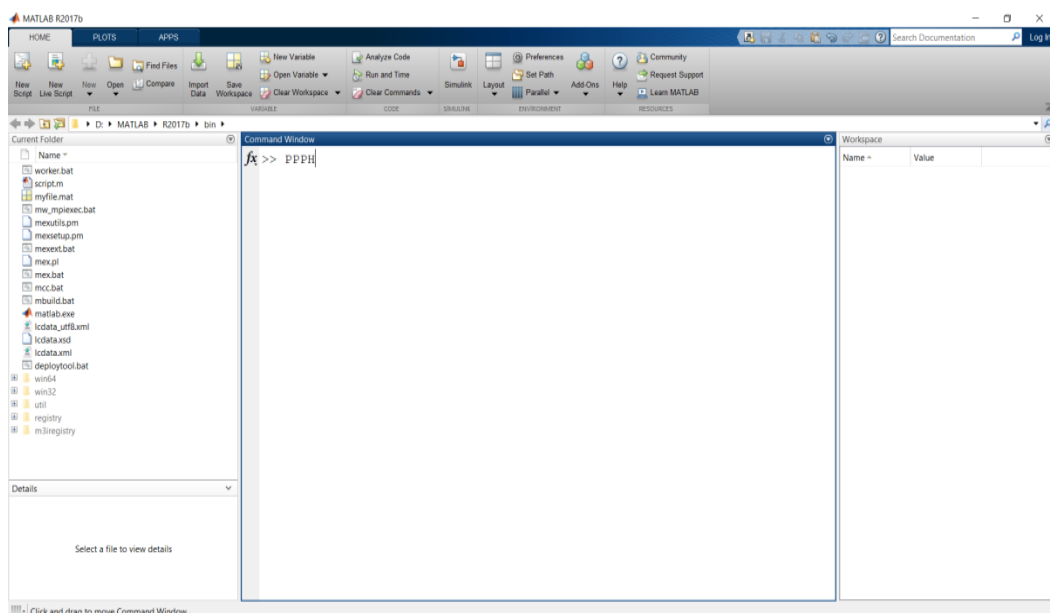
## 6. MULTİ-GNSS İÇİN MATLAB TABANLI HASSAS NOKTA KONUMLAMA ANALİZİ (A MATLAB-BASED SOFTWARE FOR MULTİ-GNSS PRECISE POINT POSITIONING ANALYSIS-PPPH)

Berkay BAHADUR tarafından uygulanan ve geliştirilen PPPH (A MATLAB-based Software for Multi-GNSS Precise Point Positioning Analysis) çoklu işlem yapabilen bir GNSS PPP yazılımıdır. GNSS PPP, GPS, GLONASS, Beidou ve Galileo gözlemlerini işleyerek analiz eder. GPS'te navigasyon amaçlı ölçütler olarak kullanılan DOP-Duyarluk Kaybı (Dilution of Precision) adı verilen uydu geometrisinin navigasyon ölçümlerinin doğruluklar üzerindeki etkilerde kullanılan bir ölçüttür.

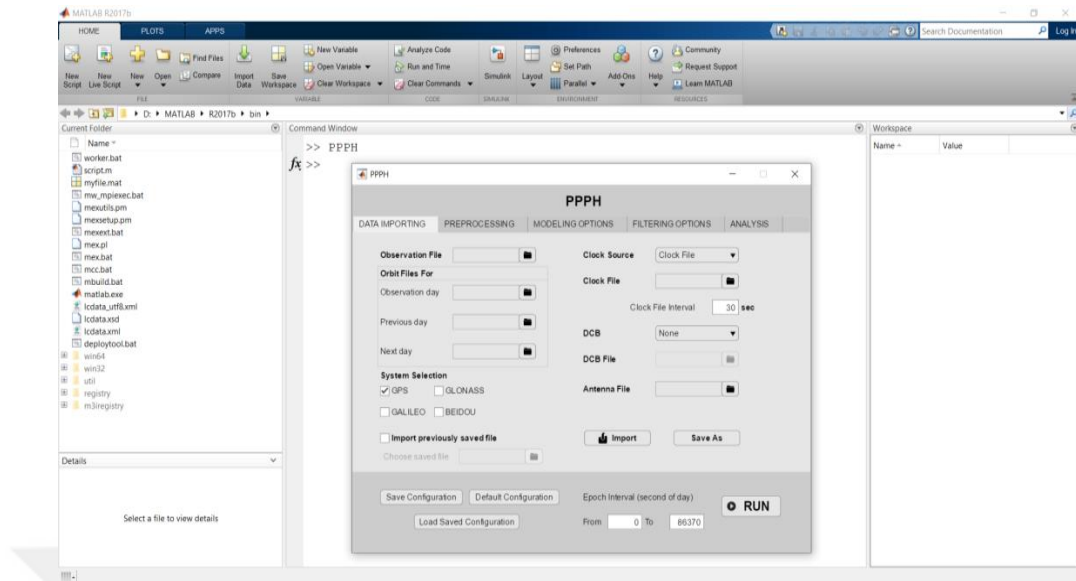
DOP-Duyarluk Kaybı GDOP, PDOP, TDOP, HDOP ve VDOP şeklinde faktörlere ayrılır. GDOP, uydu geometrisinin nokta koordinatlarına ve alıcı saat bilinmeyene etkisini, PDOP, uydu geometrisinin yatay ve düşey koordinatlarına etkisini, HDOP, uydu geometrisinin yatay koordinatlara etkisini, VDOP, uydu geometrisinin nokta yüksekliğine etkisini ve TDOP, uydu geometrisinin zaman bilgisine etkisini tanımlamaktadır. Genel olarak DOP değeri uydu geometrisinin doğru konum belirleme için uygun olmadığını yani uyduların birbirine çok yakın olduğunu ifade ederken düşük DOP değeri ise uydu geometrisindeki uydu dağılımının iyi olduğunu ifade eder.

PPPH, kullanıcı arayüzü sayesinde kullanıcıların PPP süreciyle ilgili seçenekler, parametreler ve modeller sunar. PPPH, matris tabanlı yapısından dolayı MATLAB sisteminde geliştirilmiştir ve grafik hesaplama, modelleme, görselleştirme, analiz ve programlama için çok uygun bir GNSS PPP yazılımıdır. PPPH, MATLAB çekirdeği dışında herhangi bir araç kutusu veya işlevi gerektirmez. PPPH'nin kullanıcı arayüzünü açmak ve çalıştırmak için öncelikle MATLAB 2016a veya daha yeni bir sürümün yüklenmesi gerekir. (Bahadur, 2017; Kahveci, 2019).

Arayüzü açabilmek için; PPPH'nin kodlarını içeren klasör MATLAB arama yoluna eklenir ve daha sonra MATLAB komut satırına PPPH yazılır. Windows, Mac, Inux/L (Bahadur, 2018).



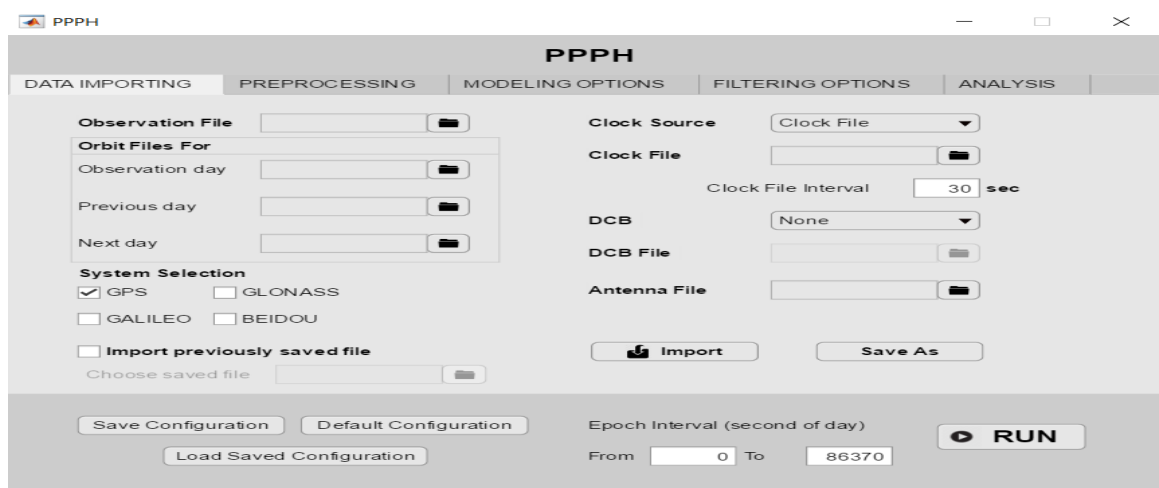
Şekil 6.1. PPPH yazılımının açılacağı MATLAB sürümü



Şekil 6.2. MATLAB sürümü üzerinde PPPH yazılım görünümü

PPPH, GPS, GLONASS, Galileo ve BeiDou gözlemleri kullanarak analiz eder. PPPH, farklılaştırılmamış iyonosfer içermeyen çoklu GNSS PPP yazılımıdır. PPPH, PPP işlemle ilgili seçeneklerin, parametrelerin ve modellerin belirlenmesine izin verir (Bahadur, 2018).

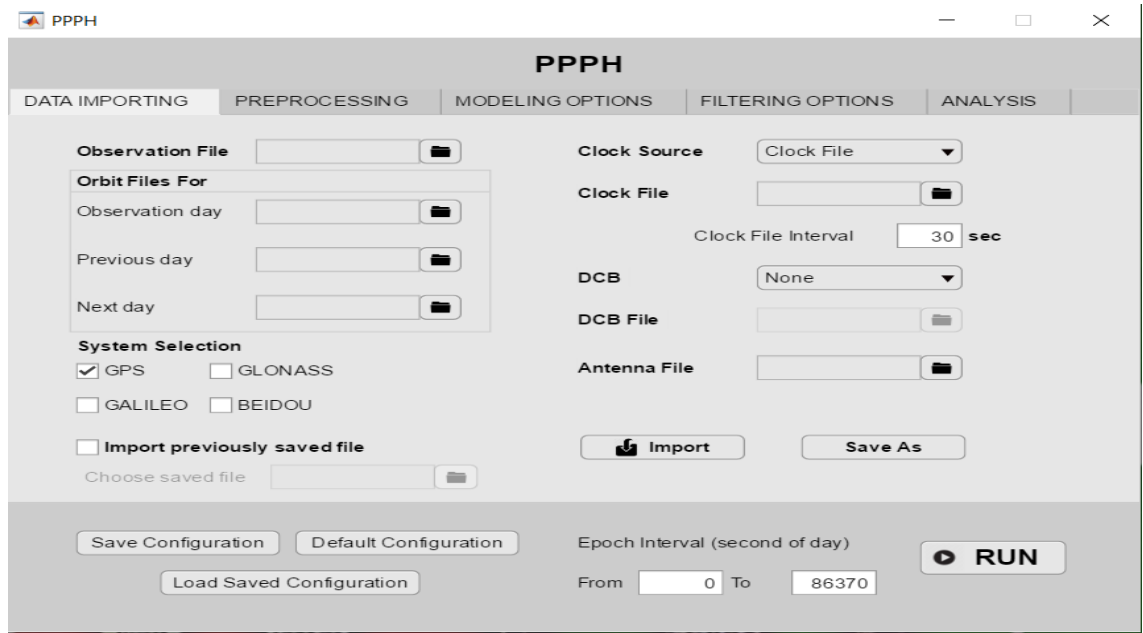
PPPH, Veri Girişi, Ön İşleme, Modelleme Seçenekleri, Filtreleme Seçenekleri ve Analiz olmak üzere beş ana bileşenden oluşur. Veri Girişi, Ön İşleme, Modelleme Seçenekleri ve Filtreleme Seçenekleri bileşenleri ilgili modelleri ve teoriyi kullanırken, Analiz bileşeni ise değerlendirme ve görselleştirmek için kullanılır. Beş ana bileşen Şekil 3.te gösterildiği üzere ana pencerenin üst kısmında yer alır. Epoch seçim aracı, yapılandırma seçenekleri ve RUN düğmesi de alt kısımda yer alır. Dosyalar/veriler ilgili yerlere yüklendikten sonra RUN düğmesine basılarak çalıştırılır ve dosyalar/veriler kaydedilir (Bahadur, 2018).



Şekil 6.3. PPPH yazılımı beş ana bileşeni

## 6.1. Data Importing (Veri Girişi)

PPPH'nin ilk bileşeni olup PPP sürecini yazılım formatında gerçekleştirerek GNSS gözlemci dosyaları, uydu yörüngeleri, uydu saatleri ve anten faz düzeltmeleri ve diferansiyel kod gözlemleri (kullanıcının tercihine bağlı olarak) PPPH yazılımına aktarılır. RINEX, SP3, CLK, ATX vb. standart değişim formatları girilerek yazılım çalıştırılır (Bahadur, 2018).



Şekil 6.4. PPPH Data Importing

### 6.1.1. Observation File (Gözlem Dosyası)

RINEX (Receiver Independed Exchange Format), GNSS için standart bir formattır. PPPH, GPS, GLONASS, Galileo ve BeiDou RINEX 2 veya 3 formatında verilmiştir. RINEX'teki herhangi bir gözlem dosyası format seçim kutusu olarak seçilebilir (Bahadur, 2018).

### 6.1.2. Orbit File (Yörünge Dosyası)

GNSS uydusunun yörüngesi için standart değişim formatı SP3'tür. PPPH, SP3'teki tüm yörünge dosyalarından bilgileri okuyabilir ve çıkarabilir. IGS ve MGEX analiz merkezlerinin ürünlerini içeren formattır. Gözlem günü, önceki gün ve sonraki gündeki SP3 formatları ayrı ayrı girilir (Bahadur, 2018).

### 6.1.3. Clock File (Saat Dosyası)

PPPH'de uydu saat düzeltmeleri iki farklı kaynaktan alınabilir. İlk seçenek, uydu saat düzeltmelerini elde etmek için SP3 dosyasını kullanmaktır. Uzun örnekleme aralığı nedeniyle SP3'ten elde edilen uydu saati düzeltmelerinin kullanılması genellikle tavsiye edilmez, bunu yerine CLK dosyası yüksek oranlı saat verileri dahil olmak üzere uydu saat düzeltmeleri için kullanılabilir. (Bahadur, 2018).

### 6.1.4. Differential Code Bias File (Diferansiyel Kod Hatası Dosyası)

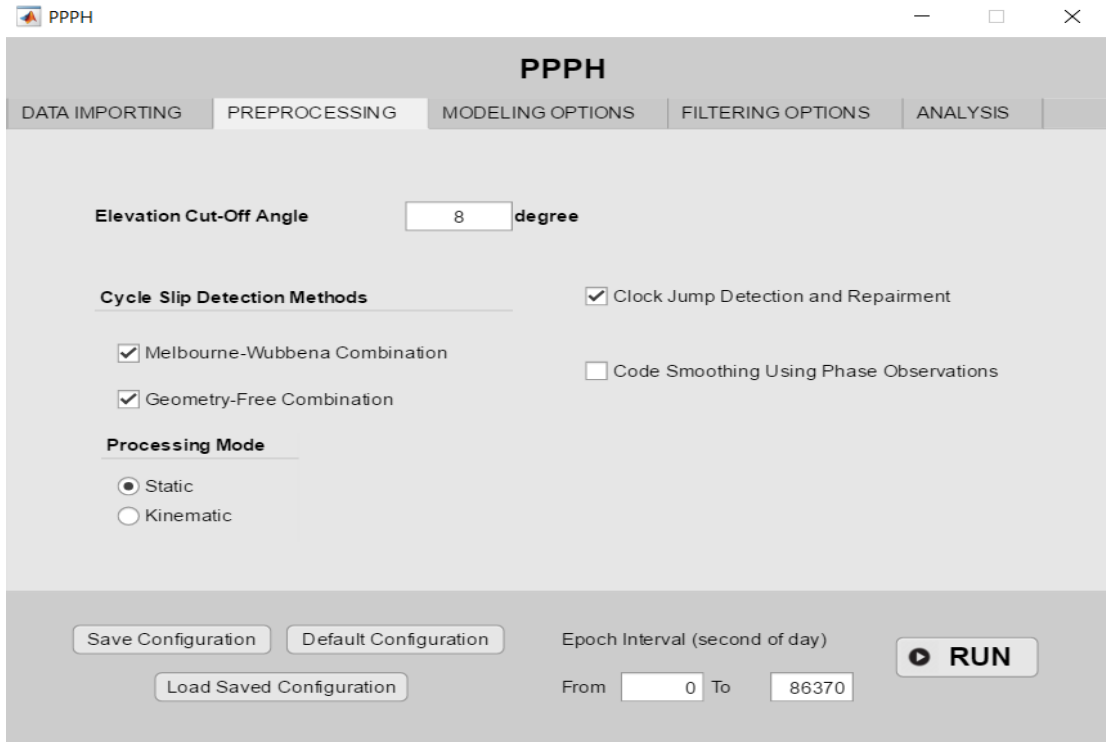
Uydu ve alıcı arasında oluşan farklılığın meydana getirdiği seyahat süresi arasındaki farklılığa denir. DCB seçeneği düzeltmesi P1-C1 kod üzerinde yapıldığından seçilip DCB dosyası yazılıma aktarılır. (Bahadur, 2018).

### 6.1.5. Antenna File (Anten Dosyası)

Uydu için anten faz merkez ofsetleri (PCO'lar) ve varyasyonları (PCV'ler) alıcı, IGS mutlak anten modeline dayanan ATX dosyası kullanılarak düzeltilir. Gerekli veriler ve dosyalar girildikten sonra İMPORT seçeneğine tıklanıp, RUN düğmesinden çalıştırılıp kaydedilir.

## 6.2. Preprocessing ( Ön İşleme)

Önişleme sekmesinde Elevation Cut-off Angle (uydu yükseklik açısı), 8 dereceden yukarı gelen sinyalleri kullandığı için minimum 8 derece olarak seçilir. Processing Mode Static veya Kinematic olarak belirlenir.



Şekil 6.5. PPPH Preprocessing

### 6.3. Modeling Options (Modelleme Seçenekleri)

PPPH'nin modelleme bileşeni, hangi hata kaynaklarını kullanacağımızı ve bu hatalardan hangi sonuçların çıkarılacağını belirlediği kısımdır.

The screenshot shows the 'PPPH' software interface with the 'MODELING OPTIONS' tab selected. The interface is organized into four columns of options:

- Satellite:**
  - Clock Offset Correction
  - Mass Center to Antenna Phase Center Correction
  - Windup Correction
- Atmosphere:**
  - Tropospheric Correction
  - Estimate Tropospheric Gradients
  - Ionospheric Correction
- Receiver:**
  - Antenna Phase Center Correction
  - Antenna Reference Point Correction
- Other:**
  - Relativistic Clock Correction
  - Relativistic Path Range Correction
  - Solid Tide Correction

At the bottom of the window, there are several controls:

- Buttons: 'Save Configuration', 'Default Configuration', 'Load Saved Configuration', and a large 'RUN' button.
- Epoch Interval (second of day): A field with 'From' and 'To' sub-fields. 'From' is set to '0' and 'To' is set to '86370'.

Şekil 6.6. PPPH Modeling Options

### 6.4. Filtering Options (Filtreleme Seçenekleri)

PPPH, uyarlanabilir Kalman filtreleme yöntemini kullanır ve gözlemlerdeki eşdeğer ağırlık matrisi ve ayrıca ölçüm ve tahmin edilen parametrelerin katkılarını dengelemek için uyarlanabilir. Kalman filtresi, iyi tanımlanmış hem bilinmeyen parametrelerin hem de ölçümlerin istatistiksel özelliklerini belirler. PPPH etkinleştirilerek Kalman filtresinin seçeneklerini ve parametrelerini Filtreleme Seçenekleri aracılığıyla gerçekleştirir (Bahadur, 2018).

PPPH

DATA IMPORTING | PREPROCESSING | MODELING OPTIONS | FILTERING OPTIONS | ANALYSIS

Determine Initial Parameters Using Least Squares

**Select Initial Uncertainty Parameters**

Position: 1.0 e 2 m  
 Receiver Clock: 1.0 e 5 m  
 Troposphere: 0.5 e 0 m  
 Phase Ambiguities: 2.0 e 1 m  
 System Time Difference: 1.0 e 2 m

**Select Process Uncertainty Parameters**

Position: 0.0 e 0 m2/sec  
 Receiver Clock: 1.0 e 5 m2/sec  
 Troposphere: 1.0 e -9 m2/sec  
 Phase Ambiguities: 0.0 e 0 m2/sec  
 System Time Difference: 1.0 e -7 m2/sec

**A Priori Position Source**: RINEX

X: 0.000  
 Y: 0.000  
 Z: 0.000

**Measurement Noise and Weight**

Weight Method: Elevation Dependent

Measurement Standart Deviation  
 Code Meas.: 3.000 m Phase Meas.: 0.003 m

Save Configuration | Default Configuration | Load Saved Configuration

Epoch Interval (second of day): From 0 To 86370

**RUN**

Şekil 6.7. PPPH Filtering Options

## 6.5. Analysis (Analiz)

Analysis sekmesinde CSRS-PPP'den gerçek olarak kabul edilen referans koordinatlar(X,Y,Z) 'dan Toposentrik koordinatlara(N,E,U) dönüşüm gerçekleştirilir. Çıktı dosyası, her biri için tahmini parametrelerden oluşur. Çıktı dosyasının açıklaması Şekil 6.8'te verilmiştir.

3.txt - Not Defteri

Dosya	Düzen	Biçim	Görünüm	Yardım	(X)	(Y)	(Z)	(DT)	(TH)	(TW)	(TT)
2021	93	0	3520584.190	3406164.000	4072282.777	-21.933	2.088	0.035	2.123		
2021	93	30	3520588.724	3406176.856	4072291.577	-9.942	2.088	-0.085	2.003		
2021	93	60	3520586.872	3406177.785	4072291.699	-9.699	2.088	0.008	2.096		
2021	93	90	3520586.972	3406177.798	4072292.086	-9.073	2.088	-0.004	2.084		
2021	93	120	3520586.187	3406177.754	4072292.020	-9.303	2.088	0.046	2.135		
2021	93	150	3520586.016	3406177.799	4072291.892	-9.136	2.088	0.015	2.103		
2021	93	180	3520585.783	3406177.771	4072291.633	-9.282	2.088	0.032	2.120		
2021	93	210	3520585.456	3406177.833	4072291.428	-9.321	2.088	0.051	2.139		
2021	93	240	3520585.004	3406177.774	4072291.271	-9.498	2.088	0.064	2.152		
2021	93	270	3520584.944	3406177.782	4072291.210	-9.474	2.088	0.067	2.155		
2021	93	300	3520584.767	3406177.736	4072291.129	-9.543	2.088	0.084	2.172		
2021	93	330	3520584.340	3406177.798	4072291.026	-9.717	2.088	0.106	2.194		
2021	93	360	3520584.230	3406177.843	4072291.009	-9.776	2.088	0.106	2.194		
2021	93	390	3520583.920	3406177.899	4072290.923	-10.022	2.088	0.123	2.211		
2021	93	420	3520583.890	3406177.969	4072290.908	-10.014	2.088	0.122	2.210		
2021	93	450	3520583.736	3406177.960	4072290.886	-10.096	2.088	0.135	2.223		
2021	93	480	3520583.624	3406177.998	4072290.856	-10.158	2.088	0.148	2.236		
2021	93	510	3520583.663	3406178.017	4072290.897	-10.138	2.088	0.147	2.235		
2021	93	540	3520583.704	3406178.038	4072290.943	-10.079	2.088	0.146	2.234		
2021	93	570	3520583.835	3406178.038	4072290.996	-9.992	2.088	0.136	2.225		
2021	93	600	3520583.994	3406178.041	4072291.072	-9.824	2.088	0.124	2.212		
2021	93	630	3520584.161	3406178.049	4072291.149	-9.672	2.088	0.110	2.199		
2021	93	660	3520584.400	3406178.032	4072291.240	-9.516	2.088	0.091	2.179		
2021	93	690	3520584.545	3406178.026	4072291.305	-9.385	2.088	0.078	2.167		
2021	93	720	3520584.690	3406178.017	4072291.365	-9.248	2.088	0.068	2.156		
2021	93	750	3520584.768	3406178.012	4072291.408	-9.191	2.088	0.061	2.150		
2021	93	780	3520584.936	3406178.006	4072291.477	-9.038	2.088	0.045	2.133		
2021	93	810	3520584.982	3406178.005	4072291.509	-8.909	2.088	0.040	2.128		
2021	93	840	3520585.014	3406177.991	4072291.522	-8.805	2.088	0.038	2.126		
2021	93	870	3520585.053	3406177.984	4072291.536	-8.741	2.088	0.034	2.122		
2021	93	900	3520585.081	3406177.977	4072291.550	-8.636	2.088	0.030	2.118		
2021	93	930	3520585.098	3406177.980	4072291.561	-8.535	2.088	0.028	2.116		
2021	93	960	3520585.096	3406177.979	4072291.560	-8.467	2.088	0.028	2.116		

St 1, Stn 1 | 100% | Windows (CRLF) | UTF-8

Şekil 6.8. PPPH'den elde edilen bir çıktı dosyası örneği

The screenshot shows the PPPH software interface in the ANALYSIS tab. It includes the following elements:

- Ground Truth:** Input fields for X (0.000), Y (0.000), and Z (0.000).
- Calculate:** A button to perform calculations.
- Pos. Error (cm) RMS (cm):** Input fields for North, East, and Up errors and their respective RMS values.
- Convergence Time (epoch):** Input field for CT (0).
- Choose Plot Interval:** Input fields for 'From' (0) and 'To' (86370).
- Plot Options:** Buttons for NEU Positioning Error, Horizontal Positioning Error, 3D Positioning Error, Tropospheric Zenith Total Delay, Receiver Clock Estimation, Satellite Number, and Dilution of Precision.
- Configuration:** Buttons for Save Configuration, Default Configuration, and Load Saved Configuration.
- Epoch Interval (second of day):** Input fields for 'From' (0) and 'To' (86370).
- RUN:** A large button to execute the analysis.

Şekil 6.9. PPPH Analysis

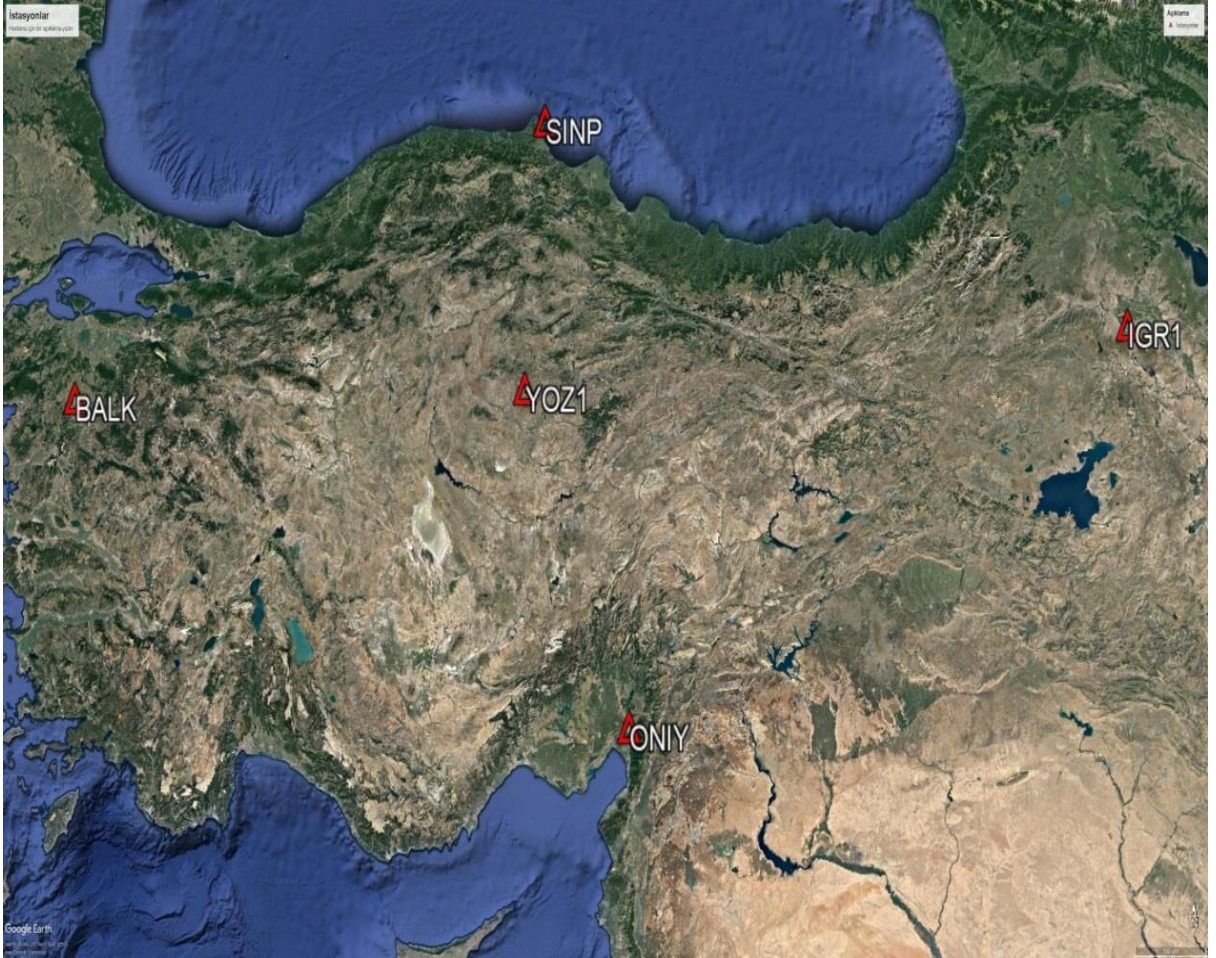
Column	Description	Format
Year	Year of the observation day	%4d
DOY	Day of the year	%3d
SOD	Second of the day	%5d
X	X coordinate of the station in ECEF coordinate system	%13.3f
Y	Y coordinate of the station in ECEF coordinate system	%13.3f
Z	Z coordinate of the station in ECEF coordinate system	%13.3f
DT	Receiver clock error	%10.3f
TH	Hydrostatic part of tropospheric delay	%7.3f
TW	Wet part of tropospheric delay	%7.3f
TH	Tropospheric zenith total delay	%7.3f
TGN	North horizontal gradient	%7.4f
TGE	East horizontal gradient	%7.4f
SDR	GLONASS system time difference parameter with respect to GPS time	%7.3f
SDE	Galileo system time difference parameter with respect to GPS time	%7.3f
SDC	BeiDou system time difference parameter with respect to GPS time	%7.3f

Şekil 6.10. PPPH'nin standart çıktı dosyasının açıklaması. (Bahadır, 2018)

## 7. UYGULAMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 7.1. Precise Point Positioning-PPP TUSAGA-Aktif İstasyonları

Uygulamada Matlab 2017a tabanlı PPPH yazılımı tercih edilerek Post Process-PPP (Ölçü sonrası/Büroda Değerlendirme) metoduyla beş adet TUSAGA-Aktif istasyon (BALK, SINP, YOZ1, IGR1 ve ONIY) kullanılıp 10 günlük (03.04.2021-12.04.2021) zaman dilimlerinde 30 saniyelik epok (ölçü) aralıklarında PPP hata kaynaklarının birbirleriyle hassasiyetleri, koordinatlar arasındaki farklar ve konum doğrulukları karşılaştırılıp incelenmiştir.



Şekil 7.1. Uygulamada kullanılan beş adet TUSAGA-Aktif istasyonu

#### 7.1.1. PPPH (A MATLAB-based Software for Multi-GNSS Precise Point

#### Positioning Analysis-PPPH) Yazılımı Hata Kaynakları

- Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi
- Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi
- Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi
- Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi
- Troposferik Düzeltme
- Rölativistik Mesafe Düzeltmesi
- Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi

## 7.2. Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının Edilmesi Sonucundaki TUSAGA-Aktif İstasyonlarında Kartezyen ve Toposentrik Koordinatlar

### 7.2.1. BALK (Balıkesir) İstasyonu

BALK istasyonu tüm hata kaynakları göz önünde bulundurularak yani yedi adet hata kaynağı dahil edilerek değerlendirilmesi yapılır. Canadian Spatial Reference System-Precise Point Positioning (CSRS-PPP) referans olarak kabul ettiğimiz kartezyen koordinatlar (X,Y,Z) ile PPPH yazılımından elde ettiğimiz kartezyen koordinatlar (X,Y,Z) karşılaştırılarak toposentrik koordinatlara (N,E,U) ulaşılır. TUSAGA-Aktif istasyonların 3.04.2021-12.04.2021 zaman dilimlerindeki değerleri Çizelge 7.1.'de gösterilmektedir.

Çizelge 7.1. BALK istasyonuna ait kartezyen koordinatlar ile toposentrik koordinatlar

BALK	CSRS-PPP			PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi Sonucu			Toposentrik Koordinatlar		
	X	Y	Z	X	Y	Z	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)
4/3/2021	4347714.3499	2301283.2917	4046513.0933	4347714.3410	2301283.3040	4046513.0920	0.00	1.50	-0.20
4/4/2021	4347714.3524	2301283.2943	4046513.0974	4347714.3490	2301283.3110	4046513.1040	0.30	1.60	0.80
4/5/2021	4347714.3527	2301283.2948	4046513.0974	4347714.3360	2301283.2950	4046513.0930	0.60	0.80	-1.30
4/6/2021	4347714.3563	2301283.2970	4046513.0993	4347714.3500	2301283.3010	4046513.0990	0.20	0.60	-0.30
4/7/2021	4347714.3559	2301283.2945	4046513.0971	4347714.3420	2301283.3300	4046513.1010	0.00	3.80	0.60
4/8/2021	4347714.3516	2301283.2939	4046513.0945	4347714.3390	2301283.2940	4046513.0930	0.60	0.60	-0.90
4/9/2021	4347714.3486	2301283.2924	4046513.0917	4347714.3320	2301283.2940	4046513.0900	0.70	0.90	-1.20
4/10/2021	4347714.3497	2301283.2927	4046513.0934	4347714.3330	2301283.2940	4046513.0850	0.20	0.90	-1.60
4/11/2021	4347714.3461	2301283.2925	4046513.0939	4347714.3290	2301283.2900	4046513.0820	0.10	0.50	2.00
4/12/2021	4347714.3485	2301283.2922	4046513.0941	4347714.3330	2301283.2880	4046513.0850	0.30	0.40	-1.80

### 7.2.2. SINP (Sinop) İstasyonu

SINP istasyonu tüm hata kaynakları göz önünde bulundurularak yani yedi adet hata kaynağı dahil edilerek değerlendirilmesi yapılır. Canadian Spatial Reference System-Precise Point Positioning (CSRS-PPP) referans olarak kabul ettiğimiz kartezyen koordinatlar (X,Y,Z) ile PPPH yazılımından elde ettiğimiz kartezyen koordinatlar (X,Y,Z) karşılaştırılarak toposentrik koordinatlara (N,E,U) ulaşılır. TUSAGA-Aktif istasyonların 3.04.2021-12.04.2021 zaman dilimlerindeki değerleri Çizelge 7.2.'de gösterilmektedir.

Çizelge 7.2. SINP istasyonuna ait kartezyen koordinatlar ile toposentrik koordinatlar

SINP	CSRS-PPP			PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi Sonucu			Toposentrik Koordinatlar		
	X	Y	Z	X	Y	Z	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)
4/3/2021	3879379.2151	2731934.0978	4248135.6120	3879379.2080	2731934.1160	4248135.6200	0.30	1.90	0.90
4/4/2021	3879379.2175	2731934.1004	4248135.6158	3879379.2110	2731934.1120	4248135.6190	0.10	1.40	0.30
4/5/2021	3879379.2208	2731934.1028	4248135.6195	3879379.2130	2731934.1130	4248135.6290	0.80	1.30	0.60
4/6/2021	3879379.2167	2731934.1010	4248135.6136	3879379.2080	2731934.1150	4248135.6220	0.60	1.60	0.60
4/7/2021	3879379.2173	2731934.0997	4248135.6136	3879379.2080	2731934.1130	4248135.6220	0.60	1.60	0.60
4/8/2021	3879379.2158	2731934.0987	4248135.6129	3879379.2010	2731934.1010	4248135.6100	0.50	1.10	-1.00
4/9/2021	3879379.2127	2731934.0969	4248135.6096	3879379.2020	2731934.1070	4248135.6160	0.70	1.40	0.20
4/10/2021	3879379.2134	2731934.0966	4248135.6110	3879379.2010	2731934.1080	4248135.6100	0.20	1.70	-0.30
4/11/2021	3879379.2101	2731934.0954	4248135.6097	3879379.2020	2731934.1020	4248135.6020	-0.40	1.00	-0.80
4/12/2021	3879379.2145	2731934.0985	4248135.6132	3879379.1980	2731934.1070	4248135.6100	0.30	1.60	-0.80

### 7.2.3. YOZ1 (Yozgat) İstasyonu

YOZ1 istasyonu tüm hata kaynakları göz önünde bulundurularak yani yedi adet hata kaynağı dahil edilerek değerlendirilmesi yapılır. Canadian Spatial Reference System-Precise Point Positioning (CSRS-PPP) referans olarak kabul ettiğimiz kartezyen koordinatlar (X,Y,Z) ile PPPH yazılımından elde ettiğimiz kartezyen koordinatlar (X,Y,Z) karşılaştırılarak toposentrik koordinatlara (N,E,U) ulaşılır. TUSAGA-Aktif istasyonların 3.04.2021-12.04.2021 zaman dilimlerindeki değerleri Çizelge 7.3.'te gösterilmektedir.

Çizelge 7.3. YOZ1 istasyonuna ait kartezyen koordinatlar ile toposentrik koordinatlar

YOZ1	CSRS-PPP			PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi Sonucu			Toposentrik Koordinatlar		
	X	Y	Z	X	Y	Z	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)
4/3/2021	4026234.9059	2802970.0127	4064563.8120	4026234.9020	2802970.0190	4064563.8150	0.20	0.70	0.20
4/4/2021	4026234.9036	2802970.0146	4064563.8117	4026234.9010	2802970.0220	4064563.8160	0.20	0.70	0.50
4/5/2021	4026234.9000	2802970.0118	4064563.8101	4026234.8880	2802970.0170	4064563.8080	0.30	1.10	-0.70
4/6/2021	4026234.9040	2802970.0167	4064563.8126	4026234.8980	2802970.0240	4064563.8190	0.50	1.00	0.30
4/7/2021	4026234.9066	2802970.0183	4064563.8146	4026234.9010	2802970.0280	4064563.8220	0.50	1.10	0.60
4/8/2021	4026234.9080	2802970.0160	4064563.8149	4026234.8980	2802970.0220	4064563.8170	0.50	1.10	-0.20
4/9/2021	4026234.9076	2802970.0120	4064563.8142	4026234.8970	2802970.0240	4064563.8180	0.30	1.60	0.10
4/10/2021	4026234.9080	2802970.0105	4064563.8158	4026234.9000	2802970.0210	4064563.8180	0.20	1.30	0.10
4/11/2021	4026234.9025	2802970.0092	4064563.8123	4026234.8900	2802970.0180	4064563.8060	-0.10	1.40	-0.80
4/12/2021	4026234.9047	2802970.0110	4064563.8121	4026234.8910	2802970.0230	4064563.8070	0.10	1.80	-0.70

#### 7.2.4. ONIY (Osmaniye) İstasyonu

ONIY istasyonu tüm hata kaynakları göz önünde bulundurularak yani yedi adet hata kaynağı dahil edilerek değerlendirilmesi yapılır. Canadian Spatial Reference System-Precise Point Positioning (CSRS-PPP) referans olarak kabul ettiğimiz kartezyan koordinatlar (X,Y,Z) ile PPPH yazılımından elde ettiğimiz kartezyen koordinatlar (X,Y,Z) karşılaştırılarak toposentrik koordinatlara (N,E,U) ulaşılır. TUSAGA-Aktif istasyonların 3.04.2021-12.04.2021 zaman dilimlerindeki değerleri Çizelge 7.4'te gösterilmektedir.

Çizelge 7.4. ONIY istasyonuna ait kartezyen koordinatlar ile toposentrik koordinatlar

ONIY	CSRS-PPP			PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi Sonucu			Toposentrik Koordinatlar		
	X	Y	Z	X	Y	Z	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)
4/3/2021	4107229.9258	3011971.0479	3826521.5425	4107229.9230	3011971.0600	3826521.5450	-0.10	1.20	0.50
4/4/2021	4107229.9249	3011971.0495	3826521.5415	4107229.9170	3011971.0560	3826521.5410	0.10	1.00	-0.30
4/5/2021	4107229.9296	3011971.0506	3826521.5473	4107229.9290	3011971.0440	3826521.5460	0.20	-0.50	-0.40
4/6/2021	4107229.9268	3011971.0504	3826521.5436	4107229.9260	3011971.0660	3826521.5480	-0.20	1.30	1.00
4/7/2021	4107229.9269	3011971.0498	3826521.5425	4107229.9220	3011971.0560	3826521.5470	0.40	0.80	0.30
4/8/2021	4107229.9248	3011971.0485	3826521.5423	4107229.9170	3011971.0510	3826521.5450	0.50	0.70	-0.20
4/9/2021	4107229.9285	3011971.0504	3826521.5459	4107229.9320	3011971.0610	3826521.5500	-0.30	0.70	1.00
4/10/2021	4107229.9272	3011971.0475	3826521.5448	4107229.9210	3011971.0600	3826521.5460	0.00	1.40	0.20
4/11/2021	4107229.9243	3011971.0480	3826521.5443	4107229.9180	3011971.0620	3826521.5470	0.10	1.40	0.50
4/12/2021	4107229.9253	3011971.0484	3826521.5439	4107229.9110	3011971.0580	3826521.5410	0.10	1.60	-0.60

#### 7.2.5. IGR1 (İğdır) İstasyonu

IGR1 istasyonu hata kaynakları göz önünde bulundurularak yani yedi adet hata kaynağı dahil edilerek değerlendirilmesi yapılır. Canadian Spatial Reference System-Precise Point Positioning (CSRS-PPP) referans olarak kabul ettiğimiz kartezyan koordinatlar (X,Y,Z) ile PPPH yazılımından elde ettiğimiz kartezyen koordinatlar (X,Y,Z) karşılaştırılarak toposentrik koordinatlara (N,E,U) ulaşılır. TUSAGA-Aktif istasyonların 3.04.2021-12.04.2021 zaman dilimlerindeki değerleri Çizelge 7.5'te gösterilmektedir.

Çizelge 7.5. IGR1 istasyonuna ait kartezyen koordinatlar ile topocentrik koordinatlar

IGR1	CSRS-PPP			PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi Sonucu			Topocentrik Koordinatlar		
	X	Y	Z	X	Y	Z	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)
4/3/2021	3520584.6186	3406178.0012	4072291.3829	3520584.6070	3406177.9910	4072291.3730	0.20	0.00	-1.80
4/4/2021	3520584.6208	3406178.0053	4072291.3877	3520584.6150	3406178.0040	4072291.3810	-0.10	0.40	-0.20
4/5/2021	3520584.6232	3406178.0015	4072291.3889	3520584.6120	3406177.9920	4072291.3740	-0.20	0.10	-2.10
4/6/2021	3520584.6209	3406178.0027	4072291.3830	3520584.6140	3406178.0080	4072291.3880	0.40	0.90	0.20
4/7/2021	3520584.6188	3406178.0025	4072291.3836	3520584.6050	3406177.9940	4072291.3710	0.00	0.40	-2.00
4/8/2021	3520584.6211	3406178.0066	4072291.3866	3520584.6070	3406178.0080	4072291.3810	0.10	1.10	-1.10
4/9/2021	3520584.6209	3406178.0035	4072291.3859	3520584.6080	3406177.9950	4072291.3720	-0.10	0.30	-2.10
4/10/2021	3520584.6202	3406178.0027	4072291.3866	3520584.5990	3406177.9980	4072291.3740	0.20	1.10	-2.20
4/11/2021	3520584.6149	3406177.9980	4072291.3807	3520584.5940	3406178.0240	4072291.3780	-0.40	3.30	0.10
4/12/2021	3520584.6173	3406178.0001	4072291.3832	3520584.6030	3406178.0010	4072291.3750	0.00	1.10	-1.30

### 7.3. Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının TUSAGA-Aktif

#### İstasyonlarında Konum Doğruluklarına Etkilerinin İncelenmesi

Uygulamada beş adet TUSAGA-Aktif istasyonu için 3.04.2021-12.04.2021 zaman dilimlerinde PPP hata kaynaklarından PPPH yazılımından elde edilen toposentrik koordinatlar kullanılarak (N,E,U) noktaların hassasiyeti ve konum doğrulukları elde edilmiştir.

#### 7.3.1. BALK (Balıkesir) İstasyonu Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının Etkileri

Çizelge 7.6. BALK istasyonuna ait toposentrik koordinatlar ve konum doğrulukları

BALK	PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi Sonucu				Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi				Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi			
	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
4/3/2021	0.00	1.50	-0.20	1.51	-0.90	-4.30	6.80	8.10	0.30	0.90	-1.10	1.45
4/4/2021	0.30	1.60	0.80	1.81	-0.60	-4.40	5.90	7.38	0.60	0.90	-1.30	1.69
4/5/2021	0.60	0.80	-1.30	1.64	-0.10	-3.70	5.50	6.63	0.80	1.00	-1.70	2.13
4/6/2021	0.20	0.60	-0.30	0.70	-0.50	-4.00	5.60	6.90	0.40	1.00	-1.50	1.85
4/7/2021	0.00	3.80	0.60	3.85	-1.30	-4.50	7.50	8.84	0.80	0.70	-0.80	1.33
4/8/2021	0.60	0.60	-0.90	1.24	0.00	-4.10	5.60	6.94	0.90	0.70	-1.60	1.96
4/9/2021	0.70	0.90	-1.20	1.66	-0.30	-3.60	5.90	6.92	1.00	1.30	-1.70	2.36
4/10/2021	0.20	0.90	-1.60	1.85	-0.60	-3.50	5.90	6.89	0.50	1.60	-1.40	2.18
4/11/2021	0.10	0.50	2.00	2.06	-0.60	-4.10	5.80	7.13	0.40	1.10	-1.70	2.06
4/12/2021	0.30	0.40	-1.80	1.87	-0.50	-3.40	6.10	7.00	0.60	1.30	-2.10	2.54
	Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi				Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi				Troposferik Düzeltme			
	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
4/3/2021	0.30	1.30	7.70	7.81	0.00	1.50	8.30	8.43	0.20	1.10	12.00	12.05
4/4/2021	0.60	0.70	7.40	7.46	0.30	0.90	8.10	8.16	0.40	1.90	12.00	12.16
4/5/2021	0.70	0.50	6.50	6.56	0.40	0.70	7.20	7.24	0.50	1.20	10.50	10.58
4/6/2021	0.40	0.00	6.90	6.91	0.10	0.10	7.50	7.50	0.20	0.60	10.70	10.72
4/7/2021	0.50	0.40	8.10	8.13	0.20	0.60	8.70	8.72	0.40	0.70	12.00	12.03
4/8/2021	1.00	-0.10	6.30	6.38	0.70	0.00	6.90	6.94	0.50	0.70	10.10	10.14
4/9/2021	0.90	0.70	6.50	6.60	0.60	0.80	7.10	7.17	0.70	0.90	10.10	10.16
4/10/2021	0.50	0.30	6.70	6.73	0.20	0.40	7.40	7.41	0.20	0.70	10.20	10.23
4/11/2021	0.40	0.30	6.00	6.02	0.10	0.50	6.60	6.62	0.10	0.40	9.30	9.31
4/12/2021	0.60	-0.10	6.20	6.23	0.30	0.10	6.80	6.81	0.30	0.50	9.80	9.82
	Rölativistik Mesafe Düzeltmesi				Kati-yer Gelgiti Düzeltmesi							
	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)				
4/3/2021	0.00	1.50	0.10	1.50	-2.20	0.10	-4.70	5.19				
4/4/2021	0.30	0.90	-0.20	0.97	-2.20	2.00	-2.50	3.88				
4/5/2021	0.40	0.70	-1.00	1.28	-2.80	3.10	-2.80	5.03				
4/6/2021	0.10	0.10	-0.80	0.81	-3.10	3.30	-2.00	4.95				
4/7/2021	0.20	0.60	0.50	0.81	-3.50	5.20	-1.40	6.42				
4/8/2021	0.70	0.00	-1.30	1.48	-2.20	3.90	-4.60	6.42				
4/9/2021	0.60	0.90	-1.10	1.54	-1.90	3.20	-5.80	6.89				
4/10/2021	0.20	0.40	-0.90	1.00	-2.00	2.20	-6.30	6.97				
4/11/2021	0.10	0.50	-1.70	1.77	-1.40	2.00	-6.60	7.04				
4/12/2021	0.30	0.10	-1.40	1.44	-0.50	0.60	-8.90	8.93				

### 7.3.2. IGR1 (İğdır) İstasyonu Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının Etkileri

Çizelge 7.7. IGR1 istasyonuna ait toposentrik koordinatlar ve konum doğrulukları

IGR1	PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi Sonucu				Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi				Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi			
	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
4/3/2021	0.20	0.00	-1.80	1.81	0.10	-3.10	3.60	4.75	0.70	1.50	-1.60	2.30
4/4/2021	-0.10	0.40	-0.20	0.46	0.00	-3.80	3.50	5.17	0.70	1.70	-2.00	2.72
4/5/2021	-0.20	0.10	-2.10	2.11	-0.50	-2.90	3.60	4.65	0.40	1.60	-2.20	2.75
4/6/2021	0.40	0.90	0.20	1.00	-0.40	-4.10	4.70	6.25	1.20	2.20	-1.40	2.87
4/7/2021	0.00	0.40	-2.00	2.04	-0.90	-3.80	3.90	5.52	0.70	1.90	-1.20	2.35
4/8/2021	0.10	1.10	-1.10	1.56	-0.20	-3.30	3.60	4.89	0.70	1.90	-2.20	2.99
4/9/2021	-0.10	0.30	-2.10	2.12	-0.60	-3.80	3.20	5.00	0.60	2.20	-1.50	2.73
4/10/2021	0.20	1.10	-2.20	2.47	-1.10	-2.50	4.50	5.26	0.70	2.60	-1.40	3.03
4/11/2021	-0.40	3.30	0.10	3.33	-1.00	-3.20	4.20	5.37	0.30	1.60	-1.20	2.02
4/12/2021	0.00	1.10	-1.30	1.70	-0.80	-2.50	3.60	4.46	0.50	2.20	-2.20	3.15
	Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi				Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi				Troposferik Düzeltme			
	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
4/3/2021	0.60	-0.40	5.00	5.05	0.40	-0.30	6.00	6.02	0.10	0.50	7.10	7.12
4/4/2021	0.20	-0.10	6.10	6.10	-0.10	0.10	7.10	7.10	-0.20	1.30	8.30	8.40
4/5/2021	0.20	-0.20	4.50	4.51	-0.10	0.00	5.60	5.60	-0.20	0.40	6.70	6.71
4/6/2021	0.80	0.90	7.30	7.40	0.50	1.10	8.30	8.39	0.30	1.30	7.10	7.22
4/7/2021	0.40	0.30	5.40	5.42	0.10	0.40	6.40	6.41	0.00	1.20	6.10	6.22
4/8/2021	0.50	0.90	5.70	5.79	0.20	1.10	6.70	6.79	0.10	1.30	6.90	7.02
4/9/2021	0.10	0.00	4.90	4.90	-0.10	0.20	5.90	5.90	-0.20	0.50	6.40	6.42
4/10/2021	0.60	0.70	4.70	4.79	0.30	0.90	5.70	5.78	0.30	1.20	7.10	7.21
4/11/2021	-0.20	1.70	6.50	6.72	-0.40	1.90	7.50	7.75	-0.40	2.00	7.10	7.39
4/12/2021	0.20	0.50	5.70	5.73	0.00	0.70	6.70	6.74	0.00	1.10	7.00	7.09
	Rölativistik Mesafe Düzeltmesi				Katu-yer Gelgiti Düzeltmesi							
	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)				
4/3/2021	0.40	-0.30	-2.30	2.35	-1.70	-0.80	-7.40	7.63				
4/4/2021	-0.10	0.10	-1.10	1.11	-3.20	0.00	-5.50	6.36				
4/5/2021	-0.10	0.00	-2.70	2.70	-3.60	0.20	-5.60	6.66				
4/6/2021	0.50	1.10	0.10	1.21	-2.80	0.90	-4.30	5.21				
4/7/2021	0.10	0.40	-1.90	1.94	-3.30	0.70	-5.40	6.37				
4/8/2021	0.20	1.10	-1.60	1.95	-2.60	0.80	-5.90	6.50				
4/9/2021	-0.20	0.10	-2.20	2.21	-3.10	0.00	-5.30	6.14				
4/10/2021	0.30	0.90	-2.50	2.67	-1.50	1.70	-7.80	8.12				
4/11/2021	-0.40	1.80	-0.80	2.01	-2.10	3.00	-6.60	7.55				
4/12/2021	0.00	0.70	-1.60	1.75	-1.70	3.20	-7.00	7.88				

### 7.3.3. ONIY (Osmaniye) İstasyonu Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının Etkileri

Çizelge 7.8. ONIY istasyonuna ait toposentrik koordinatlar ve konum doğrulukları

ONIY	PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi Sonucu				Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi				Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi			
	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
4/3/2021	-0.10	1.20	0.50	1.30	-0.70	-3.30	6.10	6.97	0.40	1.00	-1.00	1.47
4/4/2021	0.10	1.00	-0.30	1.05	-0.60	-3.40	5.80	6.75	0.20	1.30	-0.90	1.59
4/5/2021	0.20	-0.50	-0.40	0.67	-0.50	-3.20	6.40	7.17	0.30	1.30	-1.30	1.86
4/6/2021	-0.20	1.30	1.00	1.65	-0.40	-3.50	6.70	7.57	0.40	1.00	-0.70	1.28
4/7/2021	0.40	0.80	0.30	0.94	-0.20	-4.20	6.20	7.49	0.80	0.80	-1.40	1.80
4/8/2021	0.50	0.70	-0.20	0.88	-0.20	-5.30	4.30	6.83	0.70	0.60	-1.40	1.68
4/9/2021	-0.30	0.70	1.00	1.26	-0.90	-4.50	6.80	8.20	0.20	1.00	-0.70	1.24
4/10/2021	0.00	1.40	0.20	1.41	-1.00	-4.20	6.60	7.89	0.20	1.50	-1.10	1.87
4/11/2021	0.10	1.40	0.50	1.49	-0.70	-4.10	6.20	7.47	0.50	1.40	-1.30	1.97
4/12/2021	0.10	1.60	-0.60	1.71	-0.40	-4.20	5.60	7.01	0.50	1.60	-1.90	2.53
	Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi				Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi				Troposferik Düzeltme			
	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
4/3/2021	0.10	1.20	8.30	8.39	-0.20	1.30	9.00	9.10	-0.10	1.00	12.00	12.04
4/4/2021	0.60	0.50	7.30	7.34	0.30	0.60	7.90	7.93	-0.20	1.30	10.90	10.98
4/5/2021	0.50	-0.30	7.30	7.32	0.20	-0.20	8.00	8.00	0.10	0.20	10.60	10.60
4/6/2021	0.10	1.10	8.60	8.67	-0.20	1.30	9.20	9.29	0.00	1.10	12.30	12.35
4/7/2021	0.70	0.60	8.40	8.45	0.40	0.80	9.00	9.04	0.40	0.90	12.10	12.14
4/8/2021	0.70	0.40	7.70	7.74	0.40	0.50	8.40	8.42	0.40	0.70	11.70	11.73
4/9/2021	-0.10	0.60	8.80	8.82	-0.30	0.80	9.40	9.44	-0.20	0.90	12.20	12.23
4/10/2021	0.10	1.40	7.60	7.73	-0.20	1.60	8.20	8.36	-0.10	2.00	12.70	12.86
4/11/2021	0.30	1.30	8.30	8.41	0.00	1.40	8.90	9.01	0.20	1.40	12.60	12.68
4/12/2021	0.40	1.30	7.70	7.82	0.10	1.40	8.40	8.52	0.20	1.50	11.80	11.90
	Rölativistik Mesafe Düzeltmesi				Kati-yer Gelgiti Düzeltmesi							
	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)				
4/3/2021	-0.20	1.30	0.70	1.49	-2.90	1.00	-4.70	5.61				
4/4/2021	0.30	0.60	-0.40	0.78	-2.90	0.10	-3.90	4.86				
4/5/2021	0.20	-0.20	-0.30	0.41	-3.90	1.20	-2.50	4.79				
4/6/2021	-0.20	1.30	1.00	1.65	-4.00	1.80	-0.10	4.39				
4/7/2021	0.40	0.80	0.80	1.20	-3.30	2.50	-0.60	4.18				
4/8/2021	0.40	0.50	0.10	0.65	-1.80	1.50	-4.70	5.25				
4/9/2021	-0.30	0.80	1.20	1.47	-3.10	1.10	-2.00	3.85				
4/10/2021	-0.20	1.60	-0.10	1.62	-2.30	3.60	-3.10	5.28				
4/11/2021	0.00	1.50	0.70	1.66	-1.80	3.30	-4.60	5.94				
4/12/2021	0.10	1.40	0.00	1.40	-1.20	3.20	-6.40	7.26				

### 7.3.4. SINP (Sinop) İstasyonu Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının Etkileri

Çizelge 7.9. SINP istasyonuna ait toposentrik koordinatlar ve konum doğrulukları

SINP	PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi Sonucu				Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi				Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi			
	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
4/3/2021	0.30	1.90	0.90	2.12	-0.70	-4.10	6.60	7.80	1.00	1.20	-0.70	1.71
4/4/2021	0.10	1.40	0.30	1.44	-0.90	-3.80	6.80	7.84	0.70	1.30	-0.90	1.73
4/5/2021	0.80	1.30	0.60	1.64	-0.20	-4.20	5.90	7.24	1.30	1.10	-1.30	2.14
4/6/2021	0.60	1.60	0.60	1.81	-0.40	-4.30	6.10	7.47	1.20	1.30	-1.20	2.14
4/7/2021	0.60	1.60	0.60	1.81	-0.30	-3.90	6.00	7.16	1.00	1.30	-0.80	1.82
4/8/2021	0.50	1.10	-1.00	1.57	-0.40	-3.80	5.60	6.78	1.00	1.20	-1.40	2.10
4/9/2021	0.70	1.40	0.20	1.58	-0.40	-4.30	5.80	7.23	1.00	1.50	-0.80	1.97
4/10/2021	0.20	1.70	-0.30	1.74	-0.60	-4.00	5.90	7.15	0.70	1.40	-1.60	2.24
4/11/2021	-0.40	1.00	-0.80	1.34	-1.20	-4.30	6.70	8.05	0.20	1.70	-1.00	1.98
4/12/2021	0.30	1.60	-0.80	1.81	-1.10	-5.00	5.70	7.66	0.90	1.90	-1.50	2.58
	Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi				Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi				Troposferik Düzeltme			
	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
4/3/2021	0.50	0.90	7.60	7.67	0.30	1.00	8.20	8.27	0.20	1.70	11.60	11.73
4/4/2021	0.60	-0.10	7.30	7.33	0.30	0.10	7.90	7.91	0.10	1.30	10.90	10.98
4/5/2021	1.00	1.30	8.40	8.56	0.70	1.40	9.10	9.23	0.80	1.30	11.30	11.40
4/6/2021	0.80	1.60	7.60	7.81	0.60	1.80	8.30	8.51	0.70	1.30	10.30	10.41
4/7/2021	0.70	1.50	8.30	8.46	0.40	1.70	8.90	9.07	0.60	1.20	11.20	11.28
4/8/2021	0.80	0.80	6.70	6.79	0.50	0.90	7.40	7.47	0.70	1.80	10.90	11.07
4/9/2021	0.90	1.10	8.10	8.22	0.60	1.30	8.80	8.92	0.40	2.20	12.20	12.40
4/10/2021	0.50	1.00	6.90	6.99	0.20	1.10	7.60	7.68	0.50	1.10	11.50	11.56
4/11/2021	0.10	-0.30	6.90	6.91	-0.20	-0.10	7.50	7.50	-0.30	1.70	11.00	11.13
4/12/2021	0.60	1.00	6.60	6.70	0.30	1.10	7.20	7.29	0.40	1.30	10.10	10.19
	Rölativistik Mesafe Düzeltmesi				Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi							
	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)				
4/3/2021	0.30	1.00	0.00	1.04	-1.50	0.30	-6.10	6.29				
4/4/2021	0.30	0.00	-0.40	0.50	-3.30	1.60	-5.00	6.20				
4/5/2021	0.70	1.40	0.80	1.76	-2.50	1.60	-5.00	5.81				
4/6/2021	0.60	1.80	0.00	1.90	-3.60	2.50	-2.70	5.15				
4/7/2021	0.40	1.70	0.70	1.88	-0.20	1.30	-6.40	6.53				
4/8/2021	0.50	0.90	-0.90	1.37	-0.50	0.70	-7.90	7.95				
4/9/2021	0.60	1.30	0.50	1.52	-1.20	1.30	7.10	7.32				
4/10/2021	0.20	1.10	-0.70	1.32	-1.30	0.90	-7.20	7.37				
4/11/2021	-0.20	-0.10	-0.70	0.73	-1.90	3.80	-6.60	7.85				
4/12/2021	0.30	1.10	-1.00	1.52	-1.30	2.90	-7.80	8.42				

### 7.3.5. YOZ1 (Yozgat) İstasyonu Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının Etkileri

Çizelge 7.10. BALK istasyonuna ait topocentrik koordinatlar ve konum doğrulukları

YOZ1	PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi Sonucu				Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi				Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi			
	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
4/3/2021	0.20	0.70	0.20	0.75	-0.70	-4.10	6.00	7.30	0.50	0.70	-1.10	1.40
4/4/2021	0.20	0.70	0.50	0.88	-0.90	-4.30	5.60	7.12	0.70	1.10	-0.90	1.58
4/5/2021	0.30	1.10	-0.70	1.34	-0.50	-4.00	5.30	6.66	0.90	1.00	-1.50	2.01
4/6/2021	0.50	1.00	0.30	1.16	-0.30	-4.00	5.90	7.13	0.80	0.90	-1.20	1.70
4/7/2021	0.50	1.10	0.60	1.35	-0.30	-4.10	6.10	7.36	0.80	1.00	-0.90	1.57
4/8/2021	0.50	1.10	-0.20	1.22	-0.60	-4.20	5.70	7.11	0.70	0.90	-1.30	1.73
4/9/2021	0.30	1.60	0.10	1.63	-0.30	-4.40	5.40	6.97	0.70	0.90	-1.60	1.96
4/10/2021	0.20	1.30	0.10	1.32	-0.60	-4.40	5.90	7.38	0.40	1.20	-1.50	1.96
4/11/2021	-0.10	1.40	-0.80	1.62	-0.70	-4.50	5.80	7.37	0.40	1.10	-1.60	1.98
4/12/2021	0.10	1.80	-0.70	1.93	-0.60	-4.40	5.50	7.07	0.40	1.40	-1.70	2.24
	Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi				Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi				Troposferik Düzeltme			
	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
4/3/2021	0.40	0.70	8.20	8.24	0.10	0.90	8.80	8.85	0.20	0.80	9.30	9.34
4/4/2021	0.30	1.00	8.00	8.07	0.00	1.10	8.70	8.77	0.10	0.90	9.90	9.94
4/5/2021	0.40	0.70	6.80	6.85	0.20	0.90	7.40	7.46	0.20	1.20	9.00	9.08
4/6/2021	0.80	0.60	8.00	8.06	0.50	0.80	8.60	8.65	0.50	0.90	9.40	9.46
4/7/2021	0.60	1.50	8.50	8.65	0.30	1.70	9.20	9.36	0.30	1.50	10.00	10.12
4/8/2021	0.70	0.70	7.00	7.07	0.40	0.80	7.60	7.65	0.30	1.50	9.20	9.33
4/9/2021	0.40	1.20	7.40	7.51	0.20	1.30	8.10	8.21	0.30	1.40	9.70	9.81
4/10/2021	0.20	1.30	7.50	7.61	-0.10	1.50	8.20	8.34	0.10	1.50	10.00	10.11
4/11/2021	0.20	1.20	6.90	7.01	-0.10	1.30	7.50	7.61	-0.10	1.80	9.60	9.77
4/12/2021	0.30	1.50	6.80	6.97	0.00	1.60	7.40	7.57	0.10	1.70	9.60	9.75
	Rölativistik Mesafe Düzeltmesi				Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi							
	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)				
4/3/2021	0.10	0.90	0.50	1.03	-2.40	-0.30	-7.10	7.50				
4/4/2021	0.00	1.10	0.40	1.17	-2.40	-0.10	-4.40	5.01				
4/5/2021	0.20	0.90	-0.90	1.29	-2.80	0.30	-4.10	4.97				
4/6/2021	0.50	0.80	0.40	1.02	-3.00	2.00	-2.40	4.33				
4/7/2021	0.30	1.70	0.90	1.95	-0.20	1.10	-6.90	6.99				
4/8/2021	0.40	0.80	-0.60	1.08	-1.30	1.20	-6.00	6.26				
4/9/2021	0.20	1.30	-0.20	1.33	-0.30	2.60	-7.40	7.85				
4/10/2021	-0.10	1.50	-0.10	1.51	-1.80	4.00	-5.40	6.96				
4/11/2021	-0.10	1.30	-0.70	1.48	-1.70	3.60	-6.70	7.79				
4/12/2021	0.00	1.60	-0.80	1.79	-1.10	3.80	-6.70	7.78				

## 7.4. Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi Sonucu TUSAGA-Aktif İstasyonlarında Koordinatlar Arasındaki Farkların İncelenmesi

### 7.4.1. BALK (Balıkesir) İstasyonu

Çizelge 7.11. BALK istasyonuna ait referans koordinatlar ile kartezyen koordinatlar arasındaki farklar

BALK	CSRS-PPP			PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi			Kartezyen Koordinat Farkları		
	X	Y	Z	X	Y	Z	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$
4/3/2021	4347714.3499	2301283.2917	4046513.0933	4347714.3410	2301283.3040	4046513.0920	0,89	-1,23	0,13
4/4/2021	4347714.3524	2301283.2943	4046513.0974	4347714.3490	2301283.3110	4046513.1040	0,34	-1,67	-0,66
4/5/2021	4347714.3527	2301283.2948	4046513.0974	4347714.3360	2301283.2950	4046513.0930	1,67	-0,02	0,44
4/6/2021	4347714.3563	2301283.2970	4046513.0993	4347714.3500	2301283.3010	4046513.0990	0,63	-0,40	0,03
4/7/2021	4347714.3559	2301283.2945	4046513.0971	4347714.3420	2301283.3300	4046513.1010	1,39	-3,55	-0,39
4/8/2021	4347714.3516	2301283.2939	4046513.0945	4347714.3390	2301283.2940	4046513.0930	1,26	-0,01	0,15
4/9/2021	4347714.3486	2301283.2924	4046513.0917	4347714.3320	2301283.2940	4046513.0900	1,66	-0,16	0,17
4/10/2021	4347714.3497	2301283.2927	4046513.0934	4347714.3330	2301283.2940	4046513.0850	1,67	-0,13	0,84
4/11/2021	4347714.3461	2301283.2925	4046513.0939	4347714.3290	2301283.2900	4046513.0820	1,71	0,25	1,19
4/12/2021	4347714.3485	2301283.2922	4046513.0941	4347714.3330	2301283.2880	4046513.0850	1,55	0,42	0,91

### 7.4.2. IGR1 (İğdır) İstasyonu

Çizelge 7.12. IGR1 istasyonuna ait referans koordinatlar ile kartezyen koordinatlar arasındaki farklar

IGR1	CSRS-PPP			PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi			Kartezyen Koordinat Farkları		
	X	Y	Z	X	Y	Z	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$
4/3/2021	3520584.6186	3406178.0012	4072291.3829	3520584.6070	3406177.9910	4072291.3730	1,16	1,02	0,99
4/4/2021	3520584.6208	3406178.0053	4072291.3877	3520584.6150	3406178.0040	4072291.3810	0,58	0,13	0,67
4/5/2021	3520584.6232	3406178.0015	4072291.3889	3520584.6120	3406177.9920	4072291.3740	1,12	0,95	1,49
4/6/2021	3520584.6209	3406178.0027	4072291.3830	3520584.6140	3406178.0080	4072291.3880	0,69	-0,53	-0,50
4/7/2021	3520584.6188	3406178.0025	4072291.3836	3520584.6050	3406177.9940	4072291.3710	1,38	0,85	1,26
4/8/2021	3520584.6211	3406178.0066	4072291.3866	3520584.6070	3406178.0080	4072291.3810	1,41	-0,14	0,56
4/9/2021	3520584.6209	3406178.0035	4072291.3859	3520584.6080	3406177.9950	4072291.3720	1,29	0,85	1,39
4/10/2021	3520584.6202	3406178.0027	4072291.3866	3520584.5990	3406177.9980	4072291.3740	2,12	0,47	1,26
4/11/2021	3520584.6149	3406177.9980	4072291.3807	3520584.5940	3406178.0240	4072291.3780	2,09	-2,60	0,27
4/12/2021	3520584.6173	3406178.0001	4072291.3832	3520584.6030	3406178.0010	4072291.3750	1,43	-0,09	0,82

### 7.4.3. ONIY (Osmaniye) İstasyonu

Çizelge 7.13. ONIY istasyonuna ait referans koordinatlar ile kartezyen koordinatlar arasındaki farklar

ONIY	CSRS-PPP			PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi			Kartezyen Koordinat Farkları		
	X	Y	Z	X	Y	Z	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$
4/3/2021	4107229.9258	3011971.0479	3826521.5425	4107229.9230	3011971.0600	3826521.5450	0,28	-1,21	-0,25
4/4/2021	4107229.9249	3011971.0495	3826521.5415	4107229.9170	3011971.0560	3826521.5410	0,79	-0,65	0,05
4/5/2021	4107229.9296	3011971.0506	3826521.5473	4107229.9290	3011971.0440	3826521.5460	0,06	0,66	0,13
4/6/2021	4107229.9268	3011971.0504	3826521.5436	4107229.9260	3011971.0660	3826521.5480	0,08	-1,56	-0,44
4/7/2021	4107229.9269	3011971.0498	3826521.5425	4107229.9220	3011971.0560	3826521.5470	0,49	-0,62	-0,45
4/8/2021	4107229.9248	3011971.0485	3826521.5423	4107229.9170	3011971.0510	3826521.5450	0,78	-0,25	-0,27
4/9/2021	4107229.9285	3011971.0504	3826521.5459	4107229.9320	3011971.0610	3826521.5500	-0,35	-1,06	-0,41
4/10/2021	4107229.9272	3011971.0475	3826521.5448	4107229.9210	3011971.0600	3826521.5460	0,62	-1,25	-0,12
4/11/2021	4107229.9243	3011971.0480	3826521.5443	4107229.9180	3011971.0620	3826521.5470	0,63	-1,40	-0,27
4/12/2021	4107229.9253	3011971.0484	3826521.5439	4107229.9110	3011971.0580	3826521.5410	1,43	-0,96	0,29

### 7.4.4. SINP (Sinop) İstasyonu

Çizelge 7.14. SINP istasyonuna ait referans koordinatlar ile kartezyen koordinatlar arasındaki farklar

SINP	CSRS-PPP			PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi			Kartezyen Koordinat Farkları		
	X	Y	Z	X	Y	Z	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$
4/3/2021	3879379.2151	2731934.0978	4248135.6120	3879379.2080	2731934.1160	4248135.6200	0,71	-1,82	-0,80
4/4/2021	3879379.2175	2731934.1004	4248135.6158	3879379.2110	2731934.1120	4248135.6190	0,65	-1,16	-0,32
4/5/2021	3879379.2208	2731934.1028	4248135.6195	3879379.2130	2731934.1130	4248135.6290	0,78	-1,02	-0,95
4/6/2021	3879379.2167	2731934.1010	4248135.6136	3879379.2080	2731934.1150	4248135.6220	0,87	-1,40	-0,84
4/7/2021	3879379.2173	2731934.0997	4248135.6136	3879379.2080	2731934.1130	4248135.6220	0,93	-1,33	-0,84
4/8/2021	3879379.2158	2731934.0987	4248135.6129	3879379.2010	2731934.1010	4248135.6100	1,48	-0,23	0,29
4/9/2021	3879379.2127	2731934.0969	4248135.6096	3879379.2020	2731934.1070	4248135.6160	1,07	-1,01	-0,64
4/10/2021	3879379.2134	2731934.0966	4248135.6110	3879379.2010	2731934.1080	4248135.6100	1,24	-1,14	0,10
4/11/2021	3879379.2101	2731934.0954	4248135.6097	3879379.2020	2731934.1020	4248135.6020	0,81	-0,66	0,77
4/12/2021	3879379.2145	2731934.0985	4248135.6132	3879379.1980	2731934.1070	4248135.6100	1,65	-0,85	0,32

### 7.4.5. YOZ1 ( Yozgat) İstasyonu

**Çizelge 7.15.** YOZ1 istasyonuna ait referans koordinatlar ile kartezyen koordinatlar arasındaki farklar

YOZ1	CSRS-PPP			PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi			Kartezyen Koordinat Farkları		
	X	Y	Z	X	Y	Z	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$
4/3/2021	4026234.9059	2802970.0127	4064563.8120	4026234.9020	2802970.0190	4064563.8150	0,39	-0,63	-0,30
4/4/2021	4026234.9036	2802970.0146	4064563.8117	4026234.9010	2802970.0220	4064563.8160	0,26	-0,74	-0,43
4/5/2021	4026234.9000	2802970.0118	4064563.8101	4026234.8880	2802970.0170	4064563.8080	1,20	-0,52	0,21
4/6/2021	4026234.9040	2802970.0167	4064563.8126	4026234.8980	2802970.0240	4064563.8190	0,60	-0,73	-0,64
4/7/2021	4026234.9066	2802970.0183	4064563.8146	4026234.9010	2802970.0280	4064563.8220	0,56	-0,97	-0,74
4/8/2021	4026234.9080	2802970.0160	4064563.8149	4026234.8980	2802970.0220	4064563.8170	1,00	-0,60	-0,21
4/9/2021	4026234.9076	2802970.0120	4064563.8142	4026234.8970	2802970.0240	4064563.8180	1,06	-1,20	-0,38
4/10/2021	4026234.9080	2802970.0105	4064563.8158	4026234.9000	2802970.0210	4064563.8180	0,80	-1,05	-0,22
4/11/2021	4026234.9025	2802970.0092	4064563.8123	4026234.8900	2802970.0180	4064563.8060	1,25	-0,88	0,63
4/12/2021	4026234.9047	2802970.0110	4064563.8121	4026234.8910	2802970.0230	4064563.8070	1,37	-1,20	0,51

## 7.5. Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının TUSAGA-Aktif İstasyonlarında Koordinatlar Arasındaki Farkların İncelenmesi

### 7.5.1. BALK (Balıkesir) İstasyonu

Çizelge 7.16. BALK istasyonuna ait PPP hata kaynakları sonucu koordinatlar arası farklar

BALK	PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi			Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi			Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi		
	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$
4/3/2021	0,89	-1,23	0,13	-7.11	1.07	-3.67	1.39	-0.23	0.43
4/4/2021	0,34	-1,67	-0,66	-6.36	1.63	-3.26	1.64	-0.17	0.44
4/5/2021	1,67	-0,02	0,44	-5.53	1.28	-3.46	2.17	-0.02	0.54
4/6/2021	0,63	-0,40	0,03	-5.97	1.40	-3.17	1.73	-0.20	0.63
4/7/2021	1,39	-3,55	-0,39	-7.91	0.95	-3.79	1.29	-0.15	-0.19
4/8/2021	1,26	-0,01	0,15	-5.74	1.59	-3.55	1.96	0.19	0.35
4/9/2021	1,66	-0,16	0,17	-5.84	0.94	-3.63	2.36	-0.26	0.37
4/10/2021	1,67	-0,13	0,84	-6.03	0.77	-3.26	1.97	-0.73	0.54
4/11/2021	1,71	0,25	1,19	-6.19	1.35	-3.21	1.91	-0.25	0.79
4/12/2021	1,55	0,42	0,91	-6.05	0.72	-3.49	2.35	-0.28	0.91
	Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi			Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi			Troposferik Düzeltme		
	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$
4/3/2021	-4.51	-3.93	-5.07	-5.01	-4.33	-5.27	-7.51	-5.23	-7.87
4/4/2021	-4.36	-3.17	-5.16	-4.96	-3.57	-5.36	-7.06	-5.87	-7.96
4/5/2021	-3.83	-2.62	-4.76	-4.33	-3.02	-4.86	-6.33	-4.72	-7.06
4/6/2021	-4.47	-2.30	-4.67	-4.97	-2.80	-4.87	-6.87	-4.30	-6.97
4/7/2021	-5.01	-3.15	-5.59	-5.51	-3.55	-5.69	-7.61	-4.85	-7.89
4/8/2021	-3.84	-1.91	-4.75	-4.34	-2.31	-4.95	-6.24	-4.11	-6.85
4/9/2021	-3.54	-2.66	-4.83	-4.14	-3.16	-5.03	-6.04	-4.26	-6.93
4/10/2021	-4.13	-2.53	-4.66	-4.73	-2.93	-4.86	-6.53	-4.33	-6.66
4/11/2021	-3.69	-2.35	-4.11	-4.19	-2.75	-4.31	-6.09	-3.65	-6.01
4/12/2021	-3.95	-1.98	-4.39	-4.45	-2.48	-4.59	-6.35	-3.88	-6.49
	Rölativistik Mesafe Düzeltmesi			Kati-yer Gelgiti Düzeltmesi					
	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$			
4/3/2021	0.59	-1.33	-0.07	1.99	0.97	4.73			
4/4/2021	0.74	-0.67	-0.06	1.34	-1.47	3.34			
4/5/2021	1.27	-0.12	0.34	1.77	-2.62	3.94			
4/6/2021	0.63	0.20	0.33	1.23	-3.10	3.63			
4/7/2021	0.09	-0.65	-0.49	1.39	-5.15	3.51			
4/8/2021	1.36	0.69	0.25	3.76	-2.41	4.65			
4/9/2021	1.56	-0.16	0.27	4.36	-1.26	5.17			
4/10/2021	0.97	-0.03	0.44	4.17	-0.23	5.54			
4/11/2021	1.41	0.25	0.99	4.61	0.15	5.29			
4/12/2021	1.15	0.52	0.71	6.05	2.42	6.11			

## 7.5.2. IGR1 (İğdır) İstasyonu

Çizelge 7.17. IGR1 istasyonuna ait PPP hata kaynakları sonucu koordinatlar arası farklar

IGR1	PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi			Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi			Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi		
	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$
4/3/2021	1,16	1,02	0,99	-4,04	0,42	-2,41	2,26	0,12	0,49
4/4/2021	0,58	0,13	0,67	-4,62	0,83	-2,23	2,68	0,13	0,77
4/5/2021	1,12	0,95	1,49	-4,28	-0,05	-1,91	2,52	0,25	1,09
4/6/2021	0,69	-0,53	-0,50	-5,61	0,27	-2,70	2,89	-0,33	0,00
4/7/2021	1,38	0,85	1,26	-5,22	0,25	-1,74	2,28	-0,45	0,16
4/8/2021	1,41	-0,14	0,56	-4,39	0,36	-2,14	2,91	0,16	0,86
4/9/2021	1,29	0,85	1,39	-4,71	0,75	-1,61	2,69	-0,45	0,49
4/10/2021	2,12	0,47	1,26	-4,78	-1,13	-2,04	2,92	-0,83	0,36
4/11/2021	2,09	-2,60	0,27	-5,01	-0,40	-1,93	1,99	-0,40	0,57
4/12/2021	1,43	-0,09	0,82	-4,17	-0,49	-1,68	2,93	-0,19	1,12
	Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi			Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi			Troposferik Düzeltme		
	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$
4/3/2021	-2,74	-2,08	-3,71	-3,34	-2,88	-4,11	-3,54	-4,08	-4,61
4/4/2021	-3,32	-3,07	-4,03	-3,92	-3,87	-4,53	-3,72	-5,37	-5,13
4/5/2021	-2,58	-2,25	-3,01	-3,08	-2,95	-3,51	-3,48	-3,95	-4,11
4/6/2021	-3,01	-4,13	-5,30	-3,61	-4,93	-5,70	-2,81	-4,63	-4,80
4/7/2021	-2,62	-2,85	-3,74	-3,12	-3,65	-4,24	-2,52	-4,05	-3,94
4/8/2021	-2,29	-3,44	-4,04	-2,89	-4,24	-4,44	-2,89	-4,54	-4,54
4/9/2021	-2,61	-2,65	-3,21	-3,21	-3,35	-3,71	-3,31	-3,85	-4,01
4/10/2021	-1,88	-2,73	-3,44	-2,38	-3,53	-3,94	-2,98	-4,43	-4,74
4/11/2021	-2,51	-4,70	-4,03	-3,01	-5,50	-4,53	-2,71	-5,40	-4,23
4/12/2021	-2,67	-3,29	-3,78	-3,27	-4,09	-4,28	-3,07	-4,49	-4,48
	Rölativistik Mesafe Düzeltmesi			Kati-yer Gelgiti Düzeltmesi					
	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$			
4/3/2021	1,26	1,52	1,19	2,76	3,72	5,99			
4/4/2021	0,68	0,53	0,77	1,58	1,53	5,97			
4/5/2021	1,42	1,45	1,79	1,52	1,25	6,39			
4/6/2021	0,99	-0,53	-0,40	1,69	0,37	4,90			
4/7/2021	1,38	0,75	1,06	1,98	0,95	5,96			
4/8/2021	1,71	0,16	0,86	2,61	1,36	5,76			
4/9/2021	1,19	1,05	1,59	1,49	1,45	5,79			
4/10/2021	2,12	0,77	1,36	4,82	2,27	6,16			
4/11/2021	1,49	-1,10	0,77	4,79	0,40	5,87			
4/12/2021	1,33	0,31	1,02	5,33	0,61	5,82			

### 7.5.3. ONIY (Osmaniye) İstasyonu

Çizelge 7.18. ONIY istasyonuna ait PPP hata kaynakları sonucu koordinatlar arası farklar

ONIY	PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi			Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi			Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi		
	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$
4/3/2021	0,28	-1,21	-0,25	-6,22	-0,51	-3,15	1,48	-0,21	0,25
4/4/2021	0,79	-0,65	0,05	-6,01	-0,15	-2,95	1,39	-0,55	0,35
4/5/2021	0,06	0,66	0,13	-6,24	-0,64	-3,47	1,76	-0,24	0,53
4/6/2021	0,08	-1,56	-0,44	-6,62	-0,56	-3,74	1,18	-0,36	0,06
4/7/2021	0,49	-0,62	-0,45	-6,51	0,38	-3,55	1,69	0,28	0,25
4/8/2021	0,78	-0,25	-0,27	-6,02	2,15	-2,37	1,58	0,45	0,33
4/9/2021	-0,35	-1,06	-0,41	-7,45	0,14	-3,41	1,15	-0,36	0,19
4/10/2021	0,62	-1,25	-0,12	-7,18	-0,15	-3,12	1,72	-0,65	0,58
4/11/2021	0,63	-1,40	-0,27	-6,77	0,20	-3,17	1,83	-0,40	0,43
4/12/2021	1,43	-0,96	0,29	-6,27	0,64	-3,01	2,43	-0,26	0,79
	Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi			Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi			Troposferik Düzeltme		
	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$
4/3/2021	-4,62	-4,91	-5,05	-5,12	-5,41	-5,25	-7,12	-6,51	-7,15
4/4/2021	-4,11	-3,55	-4,85	-4,61	-4,15	-5,05	-6,31	-6,25	-6,45
4/5/2021	-4,64	-3,04	-4,77	-5,14	-3,54	-4,97	-6,64	-5,14	-6,57
4/6/2021	-4,82	-4,96	-5,24	-5,32	-5,46	-5,44	-7,22	-6,66	-7,44
4/7/2021	-4,71	-4,22	-5,55	-5,11	-4,72	-5,75	-7,01	-6,22	-7,65
4/8/2021	-4,42	-3,65	-5,27	-4,92	-4,25	-5,37	-6,92	-5,95	-7,37
4/9/2021	-5,25	-4,66	-5,21	-5,75	-5,16	-5,41	-7,45	-6,56	-7,21
4/10/2021	-3,98	-4,65	-4,62	-4,48	-5,15	-4,82	-6,98	-7,65	-7,62
4/11/2021	-4,47	-4,90	-5,17	-4,87	-5,40	-5,37	-7,17	-7,10	-7,77
4/12/2021	-4,07	-4,56	-5,01	-4,47	-5,06	-5,11	-6,57	-6,76	-7,31
	Rölativistik Mesafe Düzeltmesi			Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi					
	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$			
4/3/2021	0,28	1,51	-0,25	2,18	0,39	5,15			
4/4/2021	0,79	-0,25	-0,05	1,09	0,65	4,65			
4/5/2021	0,16	0,36	0,03	0,46	-1,24	4,63			
4/6/2021	-0,02	-1,56	-0,44	-0,82	-2,86	3,26			
4/7/2021	0,19	-0,82	-0,75	0,29	-2,92	2,95			
4/8/2021	0,38	-0,35	-0,37	2,98	0,35	4,33			
4/9/2021	-0,45	-1,26	-0,41	0,45	-1,06	3,69			
4/10/2021	0,82	-1,25	0,18	3,02	-2,35	3,68			
4/11/2021	0,43	-1,50	-0,37	4,03	-1,10	4,23			
4/12/2021	0,83	-1,06	-0,11	5,43	-0,06	4,79			

### 7.5.4. SINP (Sinop) İstasyonu

Çizelge 7.19. SINP istasyonuna ait PPP hata kaynakları sonucu koordinatlar arası farklar

SINP	PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi			Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi			Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi		
	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$
4/3/2021	0,71	-1,82	-0,80	-6,69	0,18	-3,90	1,61	-0,32	-0,20
4/4/2021	0,65	-1,16	-0,32	-6,75	-0,06	-3,82	1,65	-0,36	0,08
4/5/2021	0,78	-1,02	-0,95	-6,12	0,88	-3,75	2,08	0,18	-0,05
4/6/2021	0,87	-1,40	-0,84	-6,33	0,80	-3,84	2,07	-0,10	-0,04
4/7/2021	0,93	-1,33	-0,84	-6,07	0,47	-3,84	1,73	-0,43	-0,24
4/8/2021	1,48	-0,23	0,29	-5,82	0,57	-3,41	2,08	-0,03	0,19
4/9/2021	1,07	-1,01	-0,64	-6,23	0,89	-3,54	1,97	-0,51	-0,24
4/10/2021	1,24	-1,14	0,10	-6,26	0,56	-3,50	2,14	-0,24	0,50
4/11/2021	0,81	-0,66	0,77	-7,19	0,24	-3,53	1,71	-0,86	0,47
4/12/2021	1,65	-0,85	0,32	-6,95	1,25	-2,98	2,55	-0,55	0,32
	Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi			Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi			Troposferik Düzeltme		
	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$
4/3/2021	-3,79	-3,72	-5,50	-4,29	-4,22	-5,70	-5,89	-6,32	-7,90
4/4/2021	-4,15	-2,86	-5,32	-4,55	-3,26	-5,52	-5,85	-5,76	-7,32
4/5/2021	-3,82	-4,32	-6,35	-4,32	-4,82	-6,55	-5,62	-5,62	-8,15
4/6/2021	-3,23	-4,30	-5,74	-3,63	-4,80	-5,94	-5,13	-5,20	-7,34
4/7/2021	-3,77	-4,53	-6,04	-4,27	-5,03	-6,24	-5,77	-5,53	-7,94
4/8/2021	-3,22	-3,23	-5,11	-3,62	-3,73	-5,31	-5,22	-5,93	-7,81
4/9/2021	-3,83	-4,01	-6,14	-4,23	-4,51	-6,34	-5,83	-6,81	-8,44
4/10/2021	-3,36	-3,54	-5,00	-3,86	-4,04	-5,20	-6,06	-5,64	-8,00
4/11/2021	-4,29	-2,66	-4,63	-4,79	-3,16	-4,83	-5,89	-6,16	-7,13
4/12/2021	-3,15	-3,45	-4,88	-3,55	-3,95	-5,08	-5,15	-5,15	-7,08
	Rölativistik Mesafe Düzeltmesi			Katu-ver Gelgiti Düzeltmesi					
	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$			
4/3/2021	0,71	-0,72	-0,20	3,01	1,78	5,20			
4/4/2021	0,45	0,24	-0,02	2,15	-0,46	5,78			
4/5/2021	0,68	-1,22	-1,05	2,58	-0,12	5,25			
4/6/2021	1,37	-1,30	-0,44	1,07	-2,30	4,46			
4/7/2021	0,83	-1,53	-0,74	4,53	1,57	4,46			
4/8/2021	1,38	-0,23	0,19	4,98	2,57	5,69			
4/9/2021	0,77	-1,01	-0,84	4,47	1,49	5,66			
4/10/2021	1,24	-0,54	0,30	4,14	1,76	5,80			
4/11/2021	0,31	0,34	0,67	5,11	-0,96	5,77			
4/12/2021	1,45	-0,35	0,52	5,75	0,45	6,22			

### 7.5.5. YOZ1 (Yozgat) İstasyonu

Çizelge 7.20. YOZ1 istasyonuna ait PPP hata kaynakları sonucu koordinatlar arası farklar

YOZ1	PPP Hata Kaynaklarının Dahil Edilmesi			Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi			Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi		
	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$
4/3/2021	0,39	-0,63	-0,30	-6,51	0,47	-3,30	1,39	0,07	0,30
4/4/2021	0,26	-0,74	-0,43	-6,44	0,76	-2,93	1,56	-0,24	0,07
4/5/2021	1,20	-0,52	0,21	-5,90	0,78	-3,09	2,00	0,18	0,31
4/6/2021	0,60	-0,73	-0,64	-6,20	0,57	-3,54	1,70	0,07	0,16
4/7/2021	0,56	-0,97	-0,74	-6,34	0,53	-3,64	1,56	-0,07	-0,04
4/8/2021	1,00	-0,60	-0,21	-6,30	0,70	-3,21	1,70	0,10	0,29
4/9/2021	1,06	-1,20	-0,38	-6,04	1,20	-3,28	1,96	0,20	0,52
4/10/2021	0,80	-1,05	-0,22	-6,50	0,85	-3,32	1,90	-0,15	0,58
4/11/2021	1,25	-0,88	0,63	-6,55	0,82	-3,17	1,85	-0,08	0,73
4/12/2021	1,37	-1,20	0,51	-6,23	0,90	-3,09	2,07	-0,20	0,71
	Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi			Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi			Troposferik Düzeltme		
	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$
4/3/2021	-4,51	-4,03	-5,50	-5,01	-4,53	-5,70	-5,31	-4,73	-6,10
4/4/2021	-4,34	-4,24	-5,33	-4,84	-4,74	-5,53	-5,64	-5,04	-6,43
4/5/2021	-3,60	-3,42	-4,69	-4,10	-3,92	-4,89	-4,90	-4,82	-5,99
4/6/2021	-4,30	-3,73	-5,74	-4,70	-4,23	-5,94	-5,20	-4,63	-6,34
4/7/2021	-4,24	-4,77	-5,84	-4,64	-5,27	-6,04	-5,24	-5,47	-6,64
4/8/2021	-3,60	-3,40	-5,01	-4,10	-3,90	-5,21	-4,80	-5,20	-6,11
4/9/2021	-3,84	-4,10	-5,08	-4,24	-4,50	-5,28	-5,24	-5,30	-6,48
4/10/2021	-3,90	-4,35	-5,02	-4,30	-4,85	-5,22	-5,40	-5,55	-6,52
4/11/2021	-3,55	-3,88	-4,57	-4,05	-4,38	-4,77	-5,15	-5,68	-6,07
4/12/2021	-3,33	-4,10	-4,59	-3,73	-4,60	-4,79	-5,03	-5,60	-6,29
	Rölativistik Mesafe Düzeltmesi			Kati-yer Gelgiti Düzeltmesi					
	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta Y(\text{cm})$	$\Delta Z(\text{cm})$			
4/3/2021	0,19	-0,93	-0,40	3,09	2,47	6,40			
4/4/2021	0,36	-1,04	-0,33	1,46	1,06	4,67			
4/5/2021	1,10	-0,32	0,41	1,30	0,48	4,71			
4/6/2021	0,50	-0,63	-0,64	0,01	-1,73	3,86			
4/7/2021	0,56	-1,67	-0,84	4,86	2,03	4,56			
4/8/2021	1,10	-0,30	0,09	3,80	1,20	4,89			
4/9/2021	0,96	-0,90	0,02	5,96	1,00	5,02			
4/10/2021	0,90	-1,15	0,08	4,70	-1,55	4,88			
4/11/2021	1,15	-0,78	0,53	5,35	-0,58	5,53			
4/12/2021	1,47	-0,90	0,51	5,77	-0,60	5,11			

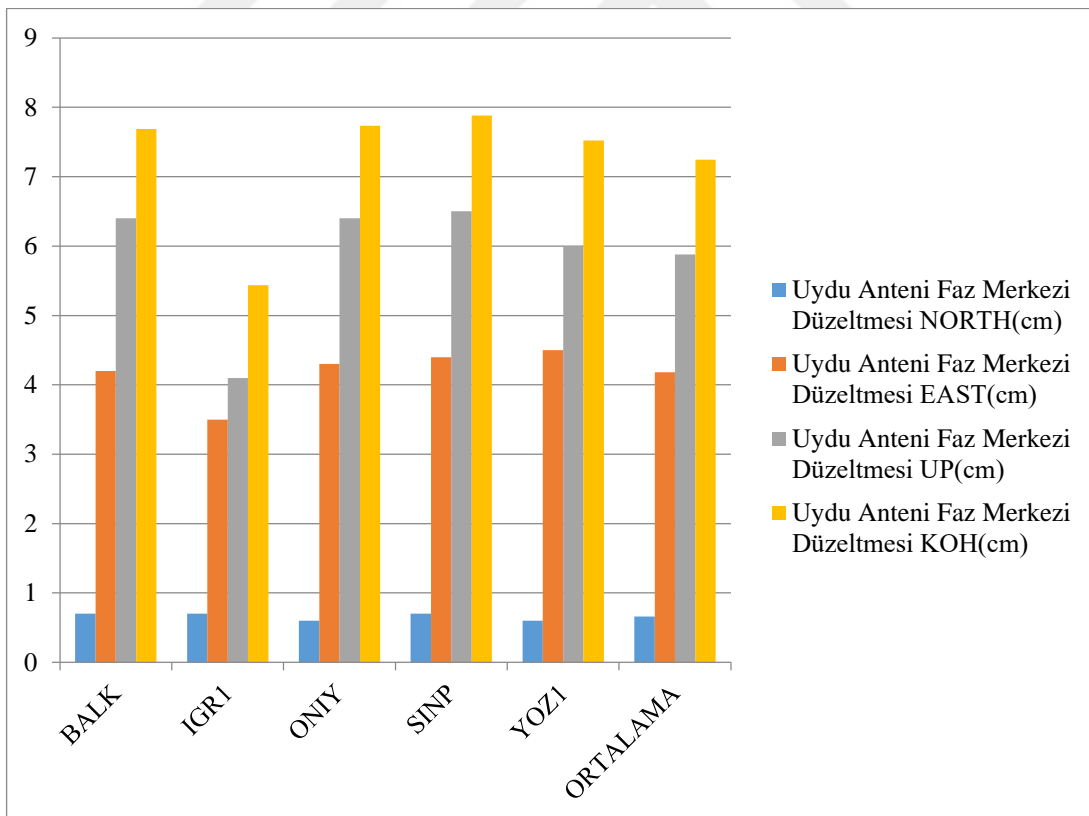
## 7.6. Precise Point Positioning-PPP Hata Kaynaklarının 10 (On) Gündeki Karesel Ortalama Hata (KOH) Değerleri

PPP hata kaynaklarının kullanılmasıyla her bir istasyon için cm mertebesindeki hassasiyet ve konum doğruluklarında North, East ve Up bileşenlerinin karesel ortalama değerleri ve bunların toplam ortalama değerleri çizelgelerde ve grafiklerde gösterilmiştir.

### 7.6.1. Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi

Çizelge 7.21. Beş istasyona ait Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi KOH değerleri

Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi				
cm	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
<b>BALK</b>	0.7	4.2	6.4	7.687
<b>IGR1</b>	0.7	3.5	4.1	5.436
<b>ONİY</b>	0.6	4.3	6.4	7.734
<b>SINP</b>	0.7	4.4	6.5	7.880
<b>YOZ1</b>	0.6	4.5	6	7.524
<b>ORTALAMA</b>	0.7	4.2	5.9	7.244

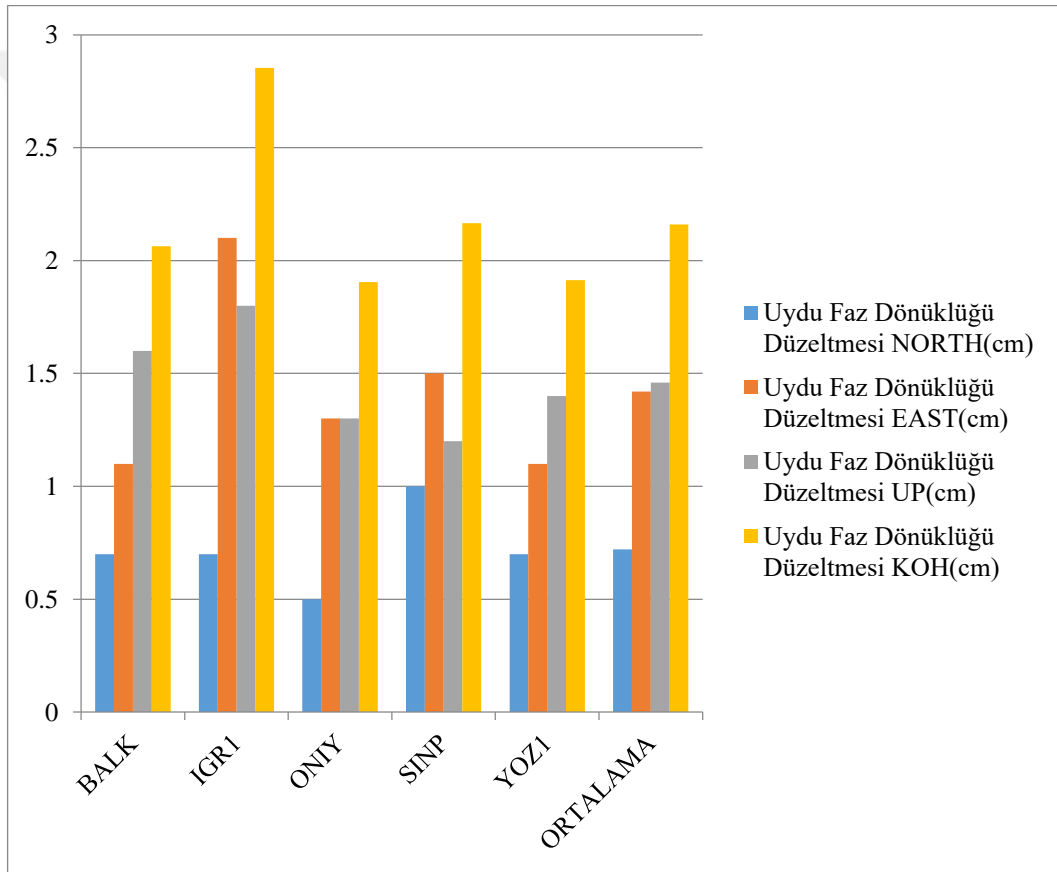


Şekil 7.2. Beş istasyona ait Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi KOH değerlerinin grafiksel gösterimi

## 7.6.2. Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi

Çizelge 7.22. Beş istasyona ait Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi KOH değerleri

Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi				
cm	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
BALK	0.7	1.1	1.6	2.064
IGR1	0.7	2.1	1.8	2.853
ONİY	0.5	1.3	1.3	1.905
SINP	1	1.5	1.2	2.166
YOZ1	0.7	1.1	1.4	1.913
ORTALAMA	0.7	1.4	1.5	2.160

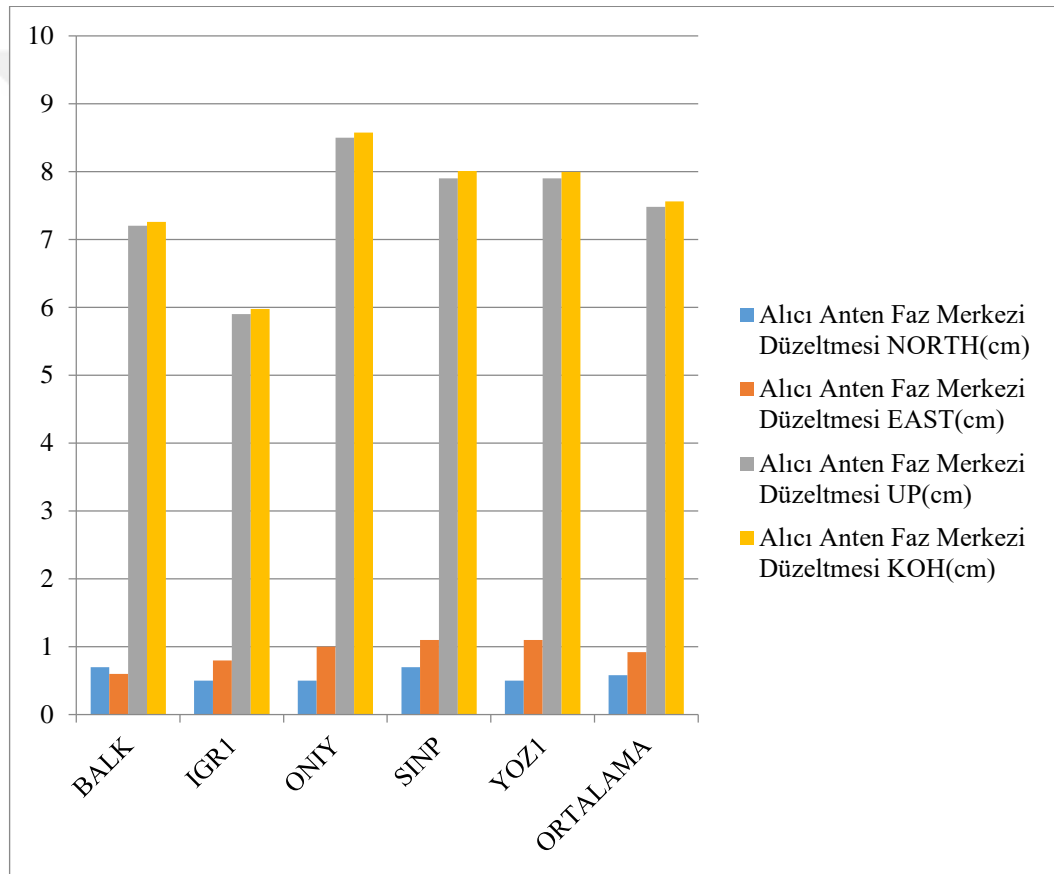


Şekil 7.3. Beş istasyona ait Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi KOH değerlerinin grafiksel gösterimi

## 7.6.3. Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi

Çizelge 7.23. Beş istasyona ait Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi KOH değerleri

Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi				
cm	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
BALK	0.7	0.6	7.2	7.259
IGR1	0.5	0.8	5.9	5.975
ONİY	0.5	1	8.5	8.573
SINP	0.7	1.1	7.9	8.007
YOZ1	0.5	1.1	7.9	7.992
ORTALAMA	0.6	0.9	7.5	7.559

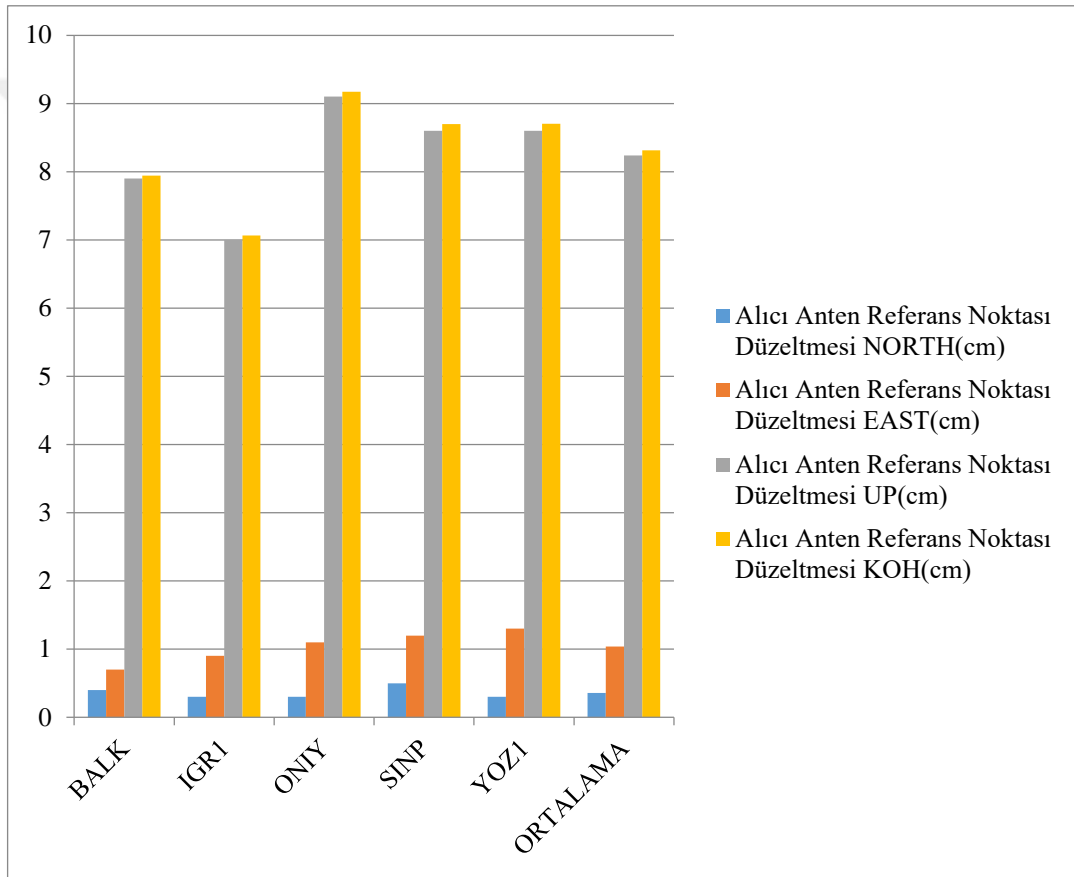


Şekil 7.4. Beş istasyona ait Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi KOH değerlerinin grafiksel gösterimi

## 7.6.4. Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi

Çizelge 7.24. Beş istasyona ait Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi KOH değerleri

Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi				
cm	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
<b>BALK</b>	0.4	0.7	7.9	7.941
<b>IGR1</b>	0.3	0.9	7	7.064
<b>ONIY</b>	0.3	1.1	9.1	9.171
<b>SINP</b>	0.5	1.2	8.6	8.698
<b>YOZ1</b>	0.3	1.3	8.6	8.703
<b>ORTALAMA</b>	0.4	1.0	8.2	8.313

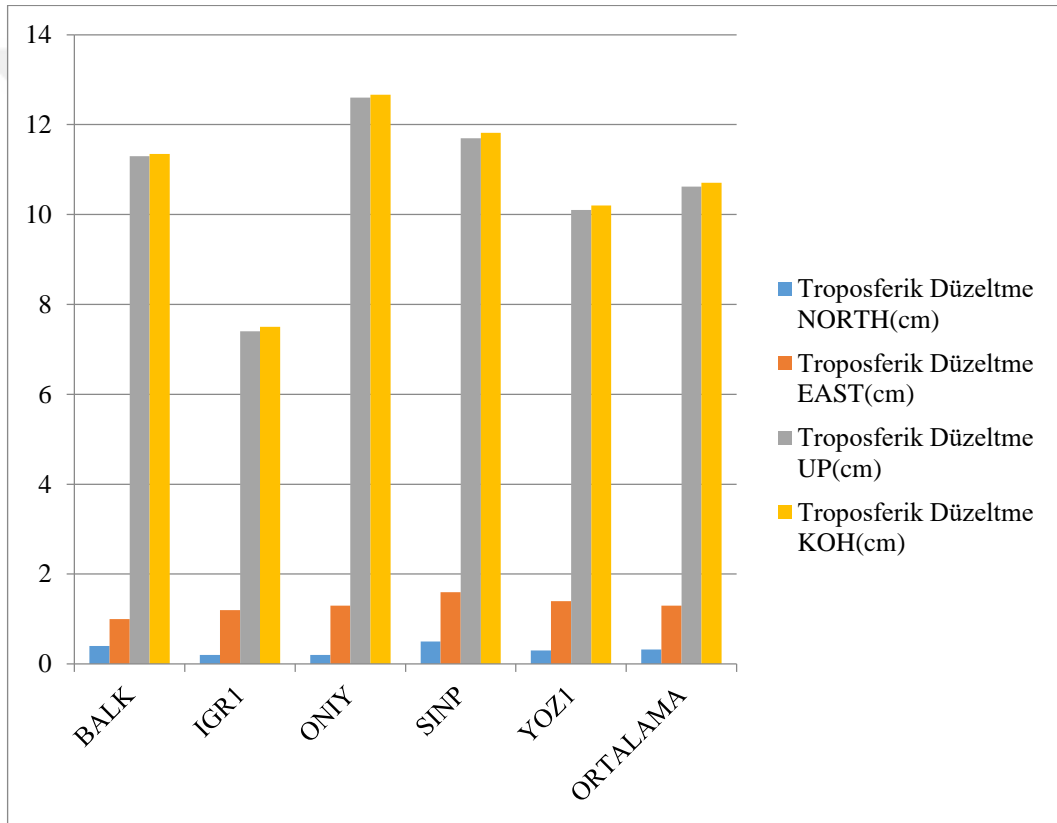


Şekil 7.5. Beş istasyona ait Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi KOH değerlerinin grafiksel gösterimi

## 7.6.5. Troposferik Düzeltme

Çizelge 7.25. Beş istasyona ait Troposferik Düzeltme KOH değerleri

Troposferik Düzeltme				
cm	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
<b>BALK</b>	0.4	1	11.3	11.351
<b>IGR1</b>	0.2	1.2	7.4	7.499
<b>ONİY</b>	0.2	1.3	12.6	12.668
<b>SINP</b>	0.5	1.6	11.7	11.819
<b>YOZ1</b>	0.3	1.4	10.1	10.201
<b>ORTALAMA</b>	0.3	1.3	10.6	10.704

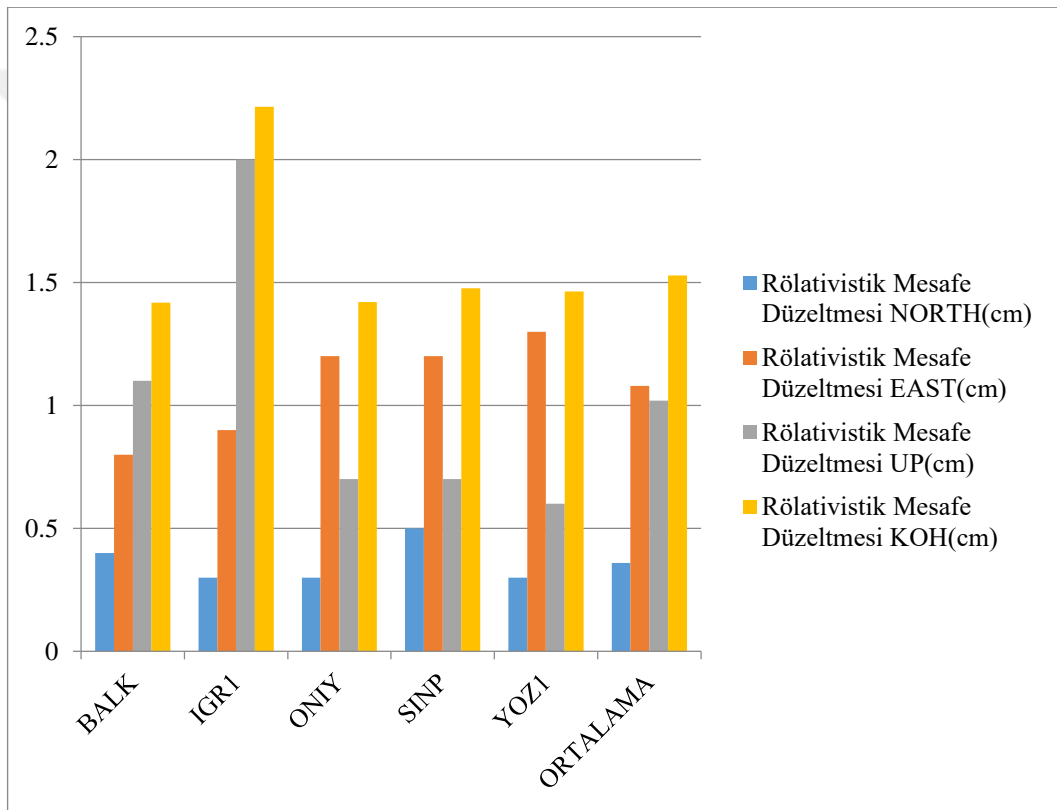


Şekil 7.6. Beş istasyona ait Troposferik Düzeltme KOH değerlerinin grafiksel gösterimi

## 7.6.6. Rölöativistik Mesafe Düzeltmesi

Çizelge 7.26. Beş istasyona ait Rölöativistik Mesafe Düzeltmesi KOH değerleri

Rölöativistik Mesafe Düzeltmesi				
cm	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
<b>BALK</b>	0.4	0.8	1.1	1.418
<b>IGR1</b>	0.3	0.9	2	2.214
<b>ONİY</b>	0.3	1.2	0.7	1.421
<b>SINP</b>	0.5	1.2	0.7	1.476
<b>YOZ1</b>	0.3	1.3	0.6	1.463
<b>ORTALAMA</b>	0.4	1.1	1.0	1.529

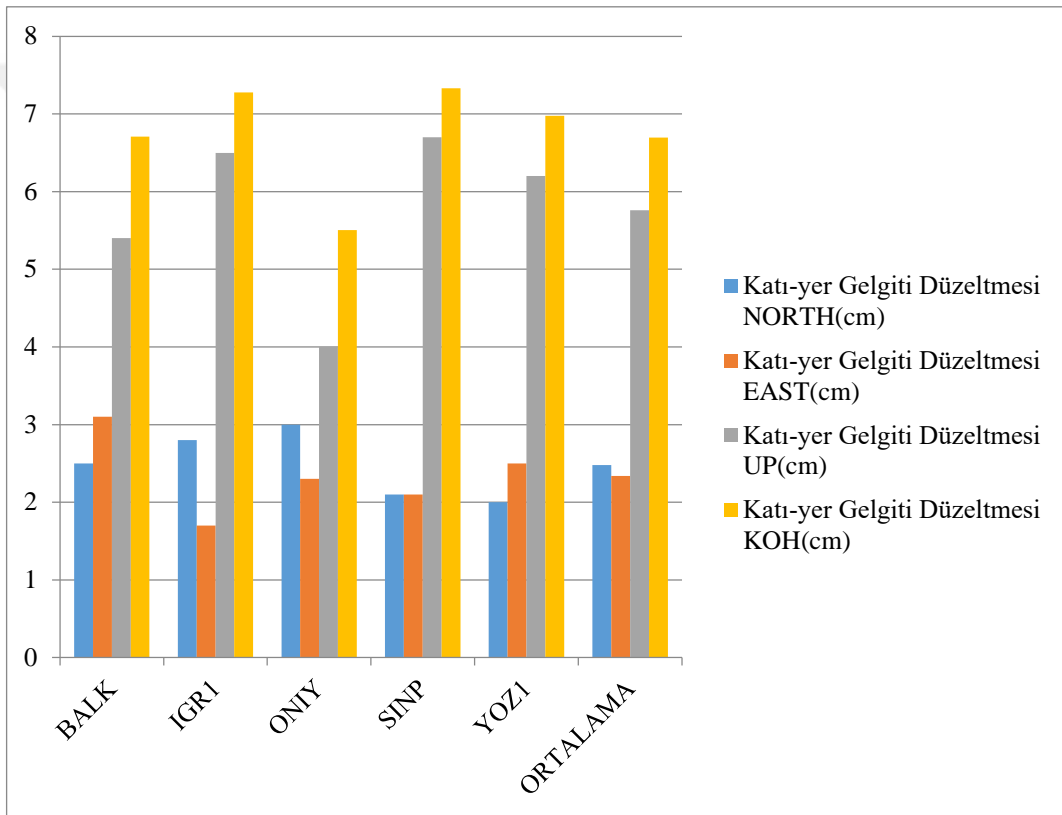


Şekil 7.7. Beş istasyona ait Rölöativistik Mesafe Düzeltmesi KOH değerlerinin grafiksel gösterimi

## 7.6.7. Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi

Çizelge 7.27. Beş istasyona Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi KOH değerleri

Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi				
cm	NORTH(cm)	EAST(cm)	UP(cm)	KOH(cm)
<b>BALK</b>	2.5	3.1	5.4	6.710
<b>IGR1</b>	2.8	1.7	6.5	7.279
<b>ONİY</b>	3	2.3	4	5.504
<b>SINP</b>	2.1	2.1	6.7	7.329
<b>YOZ1</b>	2	2.5	6.2	6.978
<b>ORTALAMA</b>	2.5	2.3	5.8	6.694



Şekil 7.8. Beş istasyona ait Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi KOH değerlerinin grafiksel gösterimi

## 8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Konum belirleme sistemleri doğruluk ve hassasiyet bakımından metre, desimetre veya santimetre mertebelerinde farklılıklar oluşabilir. Ancak Hassas Nokta Konumlama – Precise Point Positioning (PPP) yönteminin başka bir istasyondan alınan verilere ihtiyaç duymadan tek bir alıcıyla alınan verilerden konum belirleme yeteneğine sahip olması, buna bağlı olarak arazi ölçme çalışma maliyetlerinin düşük olması, zaman konusunda oldukça tasarruf sağlaması ve yaptığı yüksek doğruluk sebebiyle son yıllarda konum belirleme ve ölçme uygulamalarında kullanılabilecek bir duruma gelmiştir.

Precise Point Positioning-PPP yönteminin Post-Process (ofiste/büroda değerlendirme) performansı ile test etmek amacıyla 5 adet TUSAGA-Aktif istasyonu kullanılmıştır. PPPH (A MATLAB-based Software for Multi-GNSS Precise Point Positioning Analysis) yazılımı kullanılarak elde edilen sonuçlar hem doğruluk hem de hassasiyet bakımından incelenmiştir. Değerlendirmede, her bir istasyon için 10 günlük periyotlarda 30 saniye epok aralıklarında koordinat değerleri yazılımla elde edilmiştir. Daha sonra CSRS-PPP yazılımıyla statik modu ve ITRF96 datum tipi yapılmasıyla ilgili günlerdeki istasyonların 24 saatlik gerçek olarak kabul edilen referans koordinat sistemi ve gözlem dosyaları elde edilmiştir. Her bir epokta yapılan PPPH yazılımı koordinat değerleri ile CSRS-PPP referans koordinat değerleri kullanılarak ve karşılaştırılarak X,Y,Z Kartezyen (yer merkezli) koordinat sisteminden Kuzey (N), Doğu (E), Yukarı (U) bileşenleri toposentrik koordinat sistemine dönüşümler ve koordinat sistemleri arasındaki farklar elde edilmiştir. Yapılan çalışmada, PPP hata kaynakları (Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi, Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi, Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi, Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi, Troposferik Düzeltme, Rölativistik Mesafe Düzeltmesi ve Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi)'nin konum doğruluğuna etkileri araştırılmıştır.

Çalışmada beş adet TUSAGA-Aktif istasyonlarından Matlab tabanlı PPPH yazılımı kullanılarak Precise Point Positioning-PPP hata kaynaklarından;

Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi hata kaynağındaki NORTH bileşeninde minimum 0.6 cm hata ile ONIY ve YOZ1 istasyonlarında maximum 0.7 cm hata ile BALK, IGR1 ve SINP istasyonlarında, EAST bileşeninde minimum 3.5 cm hata ile IGR1 istasyonunda maximum 4.5 cm hata ile YOZ1 istasyonunda, UP bileşeninde minimum 4.1 cm hata ile IGR1 istasyonunda maximum 6.5 cm hata ile SINP istasyonuna ait olduğu gözlenmiştir.

Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi hata kaynağındaki NORTH bileşeninde minimum 0.5 cm hata ile ONIY istasyonu maksimum 1.0 cm hata ile SINP istasyonunda, EAST bileşeninde minimum 1.1 cm hata ile BALK ve YOZ1 istasyonları maksimum 2.1 cm hata ile IGR1 istasyonunda, UP bileşeninde minimum 1.2 cm hata ile SINP istasyonu maksimum 1.8 cm hata ile IGR1 istasyonuna ait olduğu gözlenmiştir.

Alıcı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi hata kaynağındaki NORTH bileşeninde minimum 0.5 cm hata ile IGR1, ONIY ve YOZ1 istasyonlarında maksimum 0.7 cm hata ile BALK ve SINP istasyonlarında, EAST bileşeninde minimum 0.6 cm hata ile BALK istasyonu maksimum 1.1 cm hata ile SINP ve YOZ1 istasyonlarında, UP bileşeninde minimum 5.9 cm hata ile IGR1 istasyonu maksimum 8.5 cm hata ile ONIY istasyonuna ait olduğu gözlenmiştir.

Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi hata kaynağındaki NORTH bileşeninde minimum 0.3 cm hata ile IGR1, ONIY ve YOZ1 istasyonu maksimum 0.5 cm hata ile SINP istasyonunda, EAST bileşeninde minimum 0.7 cm hata ile BALK istasyonu maksimum 1.3 cm hata ile YOZ1 istasyonunda, UP bileşeninde minimum 7.0 cm hata ile IGR1 istasyonu maksimum 9.1 cm hata ile ONIY istasyonuna ait olduğu gözlenmiştir.

Troposferik Düzeltme hata kaynağındaki NORTH bileşeninde minimum 0.2 cm hata ile IGR1 ve ONIY istasyonu maksimum 0.5 cm hata ile SINP istasyonunda, EAST bileşeninde minimum 1.0 cm hata ile BALK istasyonu maksimum 1.6 cm hata ile SINP istasyonunda, UP bileşeninde minimum 10.1 cm hata ile YOZ1 istasyonu maksimum 12.6 cm hata ile ONIY istasyonuna ailt olduğu gözlenmiştir.

Rölativistik Mesafe Düzeltmesi hata kaynağındaki NORTH bileşeninde minimum 0.3 cm hata ile IGR1, ONIY ve YOZ1 istasyonları maksimum 0.5 cm hata ile SINP istasyonunda, EAST bileşeninde minimum 0.8 cm hata ile BALK istasyonu maksimum 1.3 cm hata ile YOZ1 isyasyonunda, UP bileşeninde minimum 0.6 cm hata ile YOZ1 istasyonu maksimum 2.0 cm hata ile IGR1 istasyonuna ait olduğu gözlenmiştir.

Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi hata kaynağındaki NORTH bileşeninde minimum 2.0 cm hata ile YOZ1 istasyonu maksimum 3.0 cm hata ile ONIY istasyonunda, EAST bileşeninde minimum 1.7 cm hata ile IGR1 istasyonu maksimum 3.1 cm hata ile BALK istasyonunda, UP bileşeninde minimum 4.0 cm hata ile ONIY istasyonu maksimum 6.7 cm hata ile SINP istasyonuna ait olduğu tespit edilmiştir.

Beş adet TUSAGA-Aktif istasyonlarının PPPH yazılımı kullanılarak Precise Point Positioning-PPP hata kaynaklarının konum doğrulukları incelendiğinde;

Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi hata kaynağında, 12.04.2021 zamanında IGR1 istasyonunda minimum 4,46 cm düzeyinde konum doğruluğu, 7.04.2021 zamanında BALK istasyonunda maksimum 8,84 cm düzeyinde konum doğruluğu elde edilmiştir.

Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi hata kaynağında, 9.04.2021 zamanında ONIY istasyonunda minimum 1,24 cm seviyesinde konum doğruluğu, 12.04.2021 zamanında IGR1 istasyonunda maksimum 3,15 cm seviyesinde konum doğruluğu elde edilmiştir.

Alicı Anten Faz Merkezi Düzeltmesi hata kaynağında, 5.04.2021 zamanında IGR1 istasyonunda minimum 4,51 cm mertebesinde konum doğruluğu, 9.04.2021 zamanında ONIY istasyonunda maksimum 8,82 cm mertebesinde konum doğruluğu elde edilmiştir.

Alicı Anten Referans Noktası Düzeltmesi hata kaynağında, 5.04.2021 zamanında IGR1 istasyonunda minimum 5,60 cm düzeyinde konum doğruluğu, 9.04.2021 zamanında ONIY istasyonunda maksimum 9,44 cm düzeyinde konum doğruluğu elde edilmiştir.

Troposferik Düzeltme hata kaynağında, 7.04.2021 zamanında IGR1 istasyonunda minimum 6,22 cm seviyesinde konum doğruluğu, 10.04.2021 zamanında ONIY istasyonunda maksimum 12,86 cm seviyesinde konum doğruluğu elde edilmiştir.

Rölativistik Mesafe Düzeltmesi hata kaynağında, 5.04.2021 zamanında ONIY istasyonunda minimum 0,41 cm mertebesinde konum doğruluğu, 5.04.2021 zamanında IGR1 istasyonunda maksimum 2,70 cm mertebesinde konum doğruluğu elde edilmiştir.

Son olarak Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi hata kaynağında, 9.04.2021 zamanında ONIY istasyonunda minimum 3,85 cm düzeyinde konum doğruluğu, 12.04.2021 zamanında BALK istasyonunda maksimum 8,93 cm düzeyinde konum doğruluklarının olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada Precise Point Positioning (PPP) yöntemi hata kaynaklarının en fazla PPP kaynağını barındıran MATLAB tabanlı PPPH yazılımıyla beş adet TUSAGA-Aktif (CORS-TR) istasyonları haritada Doğu, Batı, Kuzey, Güney ve orta bölgelerinde PPP hata kaynaklarının bu istasyonlar üzerinde ne kadar etkili olduğunu ve/veya konum doğruluğunu ne kadar etkilediğini, 10(on) günlük zaman dilimi içerisinde istasyonların hangi zamanda minimum ve maksimum konum doğruluğuna sahip olduğunu,

istasyonların birbirleri arasındaki koordinat farklarının hassasiyet ve konum doğruluğuna ne kadar etkisi olduğu belirlenmiştir.

Batı'dan Doğu'ya doğru gidildikçe; Uydu Anteni Faz Merkezi Düzeltmesi ve Troposferik Düzeltme hata kaynaklarının konum doğruluklarında artma meydana gelirken, Rölativistik Mesafe Düzeltmesi ve Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi hata kaynaklarının konum doğruluklarında azalma olduğu görülmüştür.

Kuzey'den Güney'e doğru gidildikçe ise; Uydu Faz Dönüklüğü Düzeltmesi, Rölativistik Mesafe Düzeltmesi ve Katı-yer Gelgiti Düzeltmesi hata kaynaklarının konum doğruluklarında artma olurken, Alıcı Anten Referans Noktası Düzeltmesi hata kaynağının konum doğruluğunda azalma olduğu görülmüştür.

PPP yönteminde güçlü bir uydu geometrisi - uydu sayısının olması, kullanılan alıcı anten donanımının kaliteli olması, ölçü süresi, uydu görünürlük koşulları, yöntemde dışardan gelen bilgilerin doğruluğu, yazılımın modelleme-algoritma başarısı ve tamsayı belirsizliğinin çözümü kapsamında Hassas Nokta Konumlama – Precise Point Positioning (PPP) yönteminde cm ve hatta cm altında hassasiyet ve konum doğruluklara ulaşılabilir. PPPH yazılımının kullanışlı, kullanımının kolay olması ve kullanıcılara ücretsiz hizmet sunarak maliyet açısından düşük zamandan avantaj ve/veya tasarruf etmesiyle CORS-TR istasyonların birbirleri arasındaki hataları, hassasiyetleri ve doğrulukları incelenmiştir.

Hassas Nokta Konumlama – Precise Point Positioning (PPP) yöntemiyle araştırılan hata kaynaklarından konum doğruluğunda etkisi fazla olan troposferik hata kaynağında; Gerçek Zamanlı Hassas Nokta Konumlama (RT-PPP) Yönteminin Konumlama ve Zenit Troposferik Gecikme (ZTD) Bakımından Karşılaştırmalı Analizi çalışmasında yaklaşık 10 cm konum doğruluğunda, tez uygulamasında PPPH yazılımında yapılan sonuçla yakın bir sonuç elde edilmiştir. Impact of Attitude Model, Phase Wind-Up and Phase Center Variation on Precise Orbit and Clock Offset Determination of GRACE-FO and CentiSpace-1 yaklaşık 2 cm konum doğruluğuyla bir sonuç elde edilmiştir. Carrier phase wind-up in GPS reflectometry adlı çalışmada PPP uydu faz dönüklüğü hata kaynağının birkaç cm mertebesinde konum doğruluğu elde edilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Abdel-salam, M.A.-t., 2005, Precise point positioning using un-differenced code and carrier phase observations, Doktora Tezi, *University of Calgary*, Calgary.
- Akdemir, B., Güneş, S. and Genç, A., 2009, Artificial neural network training models in prediction of concrete compressive strength using euclidean normalization method, 3rd Int. Conf. on Complex Systems and Applications-ICCSA 2009, Le Havre-France, 160-165.
- Aktuğ, B., 2019, JFM232 Konumsal Ölçmeler, *Ders Notu*, Ankara.
- Alçay, S., 2019, Gerçek Zamanlı Hassa Nokta Konumlama (RT-PPP) Yönteminin Konum Belirleme Performansının Doğruluk ve Hassasiyet Bakımından İncelenmesi, *Geomatik Dergisi*, Konya.
- Alçay, S., Atiz, Ö.F., 2020, Farklı Yazılımlar Kullanılarak Gerçek Zamanlı Hassas Nokta Konum Belirleme (RT-PPP) Yönteminin Performansının İncelenmesi, *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Konya.
- Alkan, R.M., Kalkan, Y., 2011, Precise Point Positioning-PPP (Hassas Nokta Konumlama) Tekniğinin Hidrografik Ölçmelerde Kullanılabilirliği, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, İstanbul.
- Alkan, R.M., Ozulu, İ.M., İlçi, V., 2015, Deniz Uygulamalarında Hassas Nokta Konumlama Tekniğinin (PPP) Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma, *Harita Dergisi*, İstanbul.
- Aydın, C., Aykut, N.O., Akpınar, B., 2018, GNSS-PPP ile Elde Edilen Düşey Yerdeğiştirmenin Doğruluğu, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, İstanbul.
- Bahadır, B., 2018, PPPH A MATLAB-based Software for Multi-GNSS Precise Point Positioning Analysis, *Araştırma Makalesi*, Ankara.
- Bahadır, B., Nohutcu, M., 2017, Türkiye için Çoklu-GNSS PPP Performansının Değerlendirilmesi, *TUJK 2017 Yılı Bilimsel Toplantısı*, Ankara.
- Bar-Sever, Y.E., 1996, A new model for GPS yaw attitude, *Journal of Geodesy*, 70:11, 714-723, 1996.
- Bezicioğlu, M., Yiğit, C.Ö., Bodur, M.N., 2019, Kinematik PPP-AR ve Geleneksel PPP Yöntemlerin Performanslarının Değerlendirilmesi: Antarktika Yarımadası Örneği, *Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Kocaeli.
- Beyerle, G., 2009, Carrier phase wind-up in GPS reflectometry, *GFZ Alman Yer Bilimleri Araştırma Merkezi*, Germany.

- Ceylan, A., Yiğit, C.Ö., Alçay, S., Özdemir, B.N., 2014, Kinematik - PPP ve Post - Process Kinematik Yöntemlerinin Kırsal ve Meskun Alanlardaki Performanslarının Karşılaştırılması, *HKMO 7. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*, Konya.
- El-Rabbany, A., 2006, "Introduction to GPS-The Global Positioning System" Artech House, Boston, London.
- Erdoğan, B., Karlıtepe, F., Öcalan, T., 2017, GPS Kinematik PPP'nin Gerçek Zamanlı PPP (RT-PPP) Çözümleri İle Karşılaştırılması Üzerine Bir Çalışma, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Tokat.
- Erdoğan, B., Kayacık, O., Doğan, A.H., 2019, Hassas mutlak nokta konumlamada GIPSY-OASIS II v6.4 yazılımı ile elde edilen varyans kovaryans matrisinin güvenilirliğinin araştırılması, *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, İstanbul.
- Gurturk, M., 2016, Hava Gns Verilerinin Değerlendirilmesinde Hassas Kinematik Nokta Konumlama, , *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- İlçi, V., Ozulu İ.M., 2016, PPP Yönteminin Arkeolojik Amaçlı Ölçme Uygulamalarında Kullanılabilirliği: Şapınuva Kazı Alanı Örneği, *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, Çorum.
- İnal, C., Gündüz A.M., Bülbül, S., 2014, Klasik RTK ve Ağ RTK Yöntemlerinin Karşılaştırılması, *Mühendislik Bilim ve Teknolojileri Dergisi* Konya.
- Kahveci, M., 2009, Kinematik GNSS ve RTK CORS Ağları, *1. Baskı, Zerpa Yayın*, Ankara.
- Kahveci, M., 2010, GPS/GNSS Gözlemlerini Değerlendirme Yöntemlerinde Son Gelişmeler, *Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Jeodezi Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi* 2010/1 Sayı 102, Ankara.
- Kahveci, M., Mutlu İ., 2019, GNSS Uydu Dağılımının Gerçek Zamanlı Kinematik GNSS ve Ağ-RTK Ölçülerindeki Önemi. *Araştırma Makalesi*, Konya.
- Kahveci, M., Yıldız, F., 2001, GPS Global Konum Belirleme Sistemi Teori-Uygulama, *Nobel Yayın Dağıtım*, 184, Ankara.
- Kahveci, M., Karagöz., H. Selbesoğlu M.O., Statik ve RTK GNSS Ölçüm ve Hesaplamalarının Karşılaştırılması, *Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi* 2011/1 Sayı 104.
- Kayı, A., 2013, Tek Nokta Ağ Yapısı ve PPP Yöntemleriyle GNSS Çözümlerinin Doğrudan Algılayıcı Yönelmesi Doğruluğuna Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Aksaray.
- Kızıllarslan, M., 2014, Gps-Ppp Ve Gps/Glonass-Ppp Yöntemlerinin Konum Belirleme Performansının Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, s.6, 8, 9

- Kouba, J., 2015, A guide to using International GNSS Service (IGS) products, [http://kb.igs.org/hc/en-us/articles/201271873-A-Guide-to-Using the-IGS-Products](http://kb.igs.org/hc/en-us/articles/201271873-A-Guide-to-Using-the-IGS-Products), 2015.
- Maraş, S.S., 2010, Web Tabanlı Otomatik Veri İşleme Sistemi Tasarımı, *Doktora Tezi*, Konya.
- Mekik, Ç., 1999, GPS'te Atmosferin Etkileri, *Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Dergisi*, sayı: 86, syf:14-20, 1999. Ankara.
- Ocalan, T., 2015, GNSS Ağlarında GPS Hassas Nokta Konumlama (GPS-PPP) Tekniği Yaklaşımli Çözümler, *Doktora tezi*, İstanbul.
- Ocalan, T., 2015, Ölçme Bilgisi III (HRT 2322). *Ders Notları*, İstanbul.
- Ocalan, T., Soycan, M., 2011, GNSS Verisinin Gerçek Zamanlı İletimi İçin Uluslar arası Standartlar ve Gelişmeler, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara.
- Ocalan, T., Soycan, M., 2012, RTCM/SSR Mesajları İle Gerçek Zamanlı Hassas Nokta Konumlama (PPP-RTK) Tekniği, *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(2), 30- 41.
- Petit, G., Luzum, B., 2010, IERS Conventions 2010, Technical Note No. 36, [//www.iers.org/TN36/](http://www.iers.org/TN36/), Frankfurt, 2010.
- Saastamoinen, J., 1973, Contributions to the theory of atmospheric refraction, *Bulletin G'eod'esique*, 107, 13-34.
- Turgut, M., 2019, Gerçek Zamanlı Hassas Nokta Konumlama (RT-PPP) Yönteminin Performansının İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Konya.
- Turgut, M., Alçay, S., 2019, Gerçek Zamanlı Hassas Nokta Konumlama (RT-PPP) Yönteminin Konumlama ve Zenit Troposferik Gecikme (ZTD) Bakımından Karşılaştırmalı Analizi, *17. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Konya.
- URL1, BUKRDAE (Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü). [http://jeodezi.boun.edu.tr/files/dosyalar/files/GPS\\_BUKRDAE\\_GED.pdf](http://jeodezi.boun.edu.tr/files/dosyalar/files/GPS_BUKRDAE_GED.pdf) [Ziyaret Tarihi: 09 Nisan 2017]
- URL2, Gns Notları <http://www.yildiz.edu.tr/~egulal/dosyalar/GNSSNotlari.pdf> [Ziyaret Tarihi: 15 Haziran 2017]
- URL3, GNSS Hata Kaynakları <http://aves.ktu.edu.tr/ImageOfByte.aspx?Resim=8&SSNO=26&USER=6958> [Ziyaret Tarihi: 20 Mayıs 2018]

- URL4, Ionolab,  
<http://ionolab.org/index.php?page=ionosphere&language=tr>  
 [Ziyaret Tarihi: 12 Aralık 2018]
- Yiğit, C.Ö., Kızıllarslan M., Çalışkan E., 2016, GPS-PPP ve GPS/GLONASS-PPP Yöntemlerinin Konum Belirleme Performanslarının Ölçü Süresine Bağlı Olarak Değerlendirilmesi, *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi* Cilt: 8, No: 1, 2016 (22-39), İstanbul.
- Yuan, J., Zhou, S., Hu, X., Yang, L., Cao, J., Li, K., Liao M., 2021, Impact of Attitude Model, Phase Wind-Up and Phase Center Variation on Precise Orbit and Clock Offset Determination of GRACE-FO and CentiSpace-1, *Açık Erişim Bilimsel Dergisi*, China
- Yüksel, H., 2015, Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.  
<http://www.geoinfo.ait.ac.th/gps/index.php/download>  
 [Ziyaret Tarihi: 20 Mayıs 2018]
- Yozgatlı, H.H., 2016, TUSAGA AKTİF Sistemi, Sistemin Harita Sektöründeki Yeri ve Önemi, Sistemin Sürdürülebilirliği Açısından Alınacak Tedbir ve Önlemler, *Müfettiş Yardımcılığı Yetiştirme Programı Araştırma Çalışması*, Ankara
- Zumberge, J.F., Heflin M.B., Jefferson D.C., Watkins M.M., Webb F.H., 1997, Precise point positioning for the efficient and robust analysis of GPS data from large networks, *J Geophys Res* 102:5005–5017.
- Wu, J., Wu, S., Hajj, G., Bertiger, W., Liechten, S., 1993, Effects of antenna orientation on GPS carrier phase, *Manuscripta Geodaetica*, 18, 91-98, Anonim, 2006, Tarım istatistikleri özeti, DİE Yayınları, No;12, Ankara, 22-23.