



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



WEB TABANLI GNSS DEĞERLENDİRME
YAZILIMLARININ PERFORMANSLARI

Nevriye GÜL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak -2025
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Nevriye GÜL tarafından hazırlanan “Web Tabanlı GNSS Değerlendirme Yazılımlarının Performansları” adlı tez çalışması 07/01/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan- Danışman

Prof. Dr. Cevat İNAL

(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Üye

Doç. Dr. Sercan BÜLBÜL

(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Burhaneddin BİLGİN

(Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi)

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN

Enstitü 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.

Nevriye GÜL

07/01/2025

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

WEB TABANLI GNSS DEĞERLENDİRME YAZILIMLARININ PERFORMANSLARI

Nevriye GÜL

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cevat İNAL

2025, 119 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Cevat İNAL
Doç. Dr. Sercan BÜLBÜL
Dr. Öğr. Üyesi Burhaneddin BİLGEN

Web tabanlı GNSS değerlendirme yazılımları son zamanlarda araştırmacıların ilgisini çeken ve birçok bilimsel çalışmaya konu olan, klasik değerlendirme yöntemlerine bir seçenek olarak geliştirilmiştir. Web tabanlı GNSS yazılımları kullanıcıların cm/dm doğrulukta koordinat elde etmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda, bu yazılımların genel olarak ücretsiz olması, internet tarayıcısı ve bağlantısının olduğu her yerde erişim imkanı sağlaması, kullanıcıların yüksek düzeyde GNSS bilgisine sahip olmasını gerektirmemesi, son derece basit kullanıcı arayüzüne sahip olmaları gibi birçok avantaj bu yazılımların tercih edilmesini sağlamaktadır.

Bu çalışmada web tabanlı ve açık kaynak kodlu GNSS yazılımlarının performansları araştırılmıştır. Çalışma kapsamında farklı enlemlerde/boylamlarda beş adet IGS istasyonu (NOT1, SULP, ANK2, BOR1 ve MIKL) seçilmiştir. İlk olarak, GNSS ölçüleri üzerine olumsuz etkisi olan Uzay İklim Koşulları indislerinden Kp, Dst, F10.7, Bz (GSE, GSM)'nin etkisi araştırılmıştır. Seçilen tarih aralığında Uzay İklim koşullarının hepsinin genel olarak sakin kaldığı görülmüştür. Bunun sonucunda, IGS noktalarındaki ölçüler kullanılarak 24 saatlik RINEX verileri 6 ve 12 saatlik dilimlere ayrılarak, web tabanlı (CSRS-PPP, MagicGNSS, APPS, Trimble-RTX, IBGE-PPP, IGN-PPP, AUSPOS, OPUS) ve açık kaynak kodlu değerlendirme yazılımları (raPPPid, PPPH) ile değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerde, elde edilen koordinatlar, referans değerlerle doğruluk açısından karşılaştırılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır. Tüm saatlik dilimlerde yapılan değerlendirmeler karşılaştırıldığında web tabanlı CSRS-PPP ve APPS yazılımları ile açık kaynak kodlu raPPPid yazılımının diğer yazılımlara kıyasla daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Sonuç olarak, Uzay İklim Koşullarının sakin kaldığı ve seçilen istasyon noktaları dikkate alındığında web tabanlı GNSS değerlendirme yazılımlarının açık kaynak kodlu yazılımlara göre kullanımının kolay olduğu, hesaplanan koordinatların referans koordinatlara daha iyi yaklaşım gösterdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: CSRS-PPP, MagicGNSS, raPPPid, APPS, Trimble-RTX, AUSPOS, OPUS, IBGE-PPP, IGN-PPP, PPPH.

ABSTRACT

MS THESIS

PERFORMANCE OF WEB-BASED GNSS PROCESSING SOFTWARE

Nevriye GÜL

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Geomatics Engineering**

Advisor: Prof. Dr. Cevat İNAL

2025, 119 Pages

Jury

**Prof. Dr. Cevat İNAL
Doç. Dr. Sercan BÜLBÜL
Dr. Öğr. Üyesi Burhaneddin BİLGEN**

Web-based GNSS processing software has been developed as an alternative to classical processing methods, which have recently attracted the attention of researchers and have been the subject of many scientific studies. Web-based GNSS software allows users to obtain coordinates with cm/dm accuracy. At the same time, many advantages such as the fact that these software are generally free of charge, can be accessed anywhere with an internet browser and connection, do not require users to have a high level of GNSS knowledge, and have a very simple user interface make these software preferred.

In this study, the performance of web-based and open source GNSS software have been investigated. Five IGS stations (NOT1, Sulp, ANK2, BOR1 and MIKL) at different latitudes/longitudes were selected for the study. Firstly, the effect of the Space Weather Condition indices which have a negative effect on GNSS measurements (Kp, Dst, F10.7, Bz (GSE, GSM)) was investigated. It was observed that all of the Space Weather conditions remained generally quiet during the selected date range. As a result, 24-hour RINEX data were divided into 6- and 12-hour segments using measurements at IGS stations and processed with web-based (CSRS-PPP, MagicGNSS, APPS, Trimble-RTX, IBGE-PPP, IGN-PPP, AUSPOS, OPUS) and open source (raPPPid, PPPH) processing software. In the evaluations, the coordinates obtained were compared with reference values for accuracy and the results were interpreted. Comparing the evaluations in all hourly periods, it was observed that the web-based CSRS-PPP and APPS software and the open source raPPPid software gave more successful results than other software. As a result, it was seen that web-based GNSS processing software is easier to use than open source software, and the calculated coordinates show better approximation to the reference coordinates when the space weather conditions remain calm and the selected stations are taken into consideration.

Keywords: CSRS-PPP, MagicGNSS, raPPPid, APPS, Trimble-RTX, AUSPOS, OPUS, IBGE-PPP, IGN-PPP, PPPH.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam boyunca bilgi, birikim, tecrübe ve manevi destekleri ile bana her zaman anlayışlı ve sabırlı bir şekilde yol gösteren, beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum değerli danışman hocam Prof. Dr. Cevat İNAL' a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunuyorum.

Yaptığım çalışma boyunca bana destek olan, sabırlı bir şekilde beni dinleyen ve yönlendirmeleri ile çalışmamın ilerlemesine katkı sağlayan Doç. Dr. Sercan BÜLBÜL, Dr. Öğr. Üyesi Burhaneddin BİLGİN ve Arş. Gör. Ali Utku AKAR hocalarıma en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu süreçte yanımda olduklarını her zaman hissettiren, hayatım boyunca beni cesaretlendirip motive eden, aldığım kararları her zaman destekleyen aileme de sonsuz teşekkür ederim.

Nevriye GÜL
KONYA-2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Kaynak Araştırması.....	3
1.2. Tezin Bölümleri	16
2. WEB TABANLI GNSS DEĞERLENDİRME YAZILIMLARI	18
3. MUTLAK KONUMLAMA İLE DEĞERLENDİRME YAPAN WEB TABANLI YAZILIMLAR.....	21
3.1. CSRS-PPP (Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning) ..	21
3.2. MagicGNSS	25
3.3. APPS (Automatic Precise Positioning Service)	31
3.4. Trimble-RTX (CentrePoint RTX Post-Processing)	33
3.5. IBGE-PPP	35
3.6. IGN-PPP (Institut Geographique National-PPP)	38
4. BAĞIL (GÖRELİ) KONUMLAMA İLE DEĞERLENDİRME YAPAN WEB TABANLI YAZILIMLAR.....	40
4.1. AUSPOS (Australian Online GPS Processing Service).....	40
4.2. OPUS (Online Positioning User Service)	42
5. AÇIK KAYNAK KODLU YAZILIMLAR	44
5.1. raPPPid.....	44
5.2. PPPH (A MATLAB-based Software for Multi-GNSS Precise Point Positioning Analysis)	50
5.2.1. Data importing (Veri girişi)	52
5.2.2. Preprocessing (Ön işleme)	53
5.2.3. Modeling options (Modelleme seçenekleri)	54
5.2.4. Filtering options (Filtreleme seçenekleri)	54
5.2.5. Analysis (Analiz)	55
6. UZAY İKLİM KOŞULLARI VE İNDİSLERİ	57
6.1. Uzay İklim Koşulları	57
6.2. İndisler.....	58

6.2.1. Güneş aktivite indisleri	58
6.2.1.1. Güneş akısı indisi (SFI- Solar flux index) (F10.7)	58
6.2.2. Jeomanyetik fırtına ve jeomanyetik aktivite indisleri	59
6.2.2.1. Jeomanyetik fırtına indisi (K_p)	59
6.2.2.2. Jeomanyetik aktivite indisi (Dst)	61
6.2.3. Manyetik alan değişim indisleri (B_x , B_y , B_z)	62
7. UYGULAMA	64
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	97
8.1. Sonuçlar	97
8.2. Öneriler	101
9. KAYNAKLAR	103
EKLER	109

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

X_T, Y_T, Z_T	Referans koordinat değerleri
X_i, Y_i, Z_i	Web tabanlı ve açık kaynak kodlu GNSS değerlendirme yazılımlarından elde edilen koordinat değerleri
$\varepsilon_{X_i}, \varepsilon_{Y_i}, \varepsilon_{Z_i}$	Hesaplanan farklar
$m_{x_i}, m_{y_i}, m_{z_i}$	Karesel ortalama hatalar
n	Saatlik dilimlere göre yazılımlardan elde edilen koordinat sayısı

Kısaltmalar

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AE	Auroral Electrojet
ANOVA	Analysis of Variance
ap	Equivalent Range Index
APPS	Automatic Precise Positioning Service
AUSPOS	Australian Online GPS Processing Service
Bz	Magnetic Field Changes (Manyetik Alan Değişim İndisi)
CORS	Continuously Operating Reference Stations
CSRS-PPP	Canadian Spatial Reference System- Precise Point Positioning Service
DCB	Differential Code Bias
DGPS	Differential GPS
DOP	Dilution of Precision (Duyarlık Kaybı)
Dst	Disturbance storm time (Jeomanyetik Aktivite İndisi)
E	Electric Field
EKKY	En Küçük Kareler Yöntemi
ETRS	European Terrestrial Reference System
EUV	Solar Extreme Ultraviolet (Güneş Aşırı Ultraviyole)
F10.7	Solar Flux Index (Güneş Akısı İndisi)
FTP	File Transfer Protocol
GAMIT/GLOBK	GNSS at MIT/Global Kalman Filter
GAPS	GPS Analysis and Positioning Software
GIM	Global Ionosphere Maps
GIPSY/OASIS	GNSS-Inferred Positioning System and Orbit Analysis Simulation Software Package
GLONASS	Russian Global Navigation Satellite System
GMV	GMV Innovating Solutions Inc.
GNSS	Global Navigation Satellite Systems (Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri)
GPS	Global Positioning System (Küresel Konum Belirleme Sistemi)
GS	Geomagnetic Storm (Jeomanyetik Fırtına)
GSE	Geocentric Solar Ecliptic
GSM	Geocentric Solar Magnetospheric
GUI	Graphical User Interface (Grafik Kullanıcı Arayüzü)
HGM	Harita Genel Müdürlüğü
IGS	International GNSS Service (Uluslararası GNSS Servisi)

IGN-PPP	Institut Geographique National-PPP
IRI	The International Reference Ionosphere
IRNSS	Indian Regional Navigation Satellite System
ITRF	International Terrestrial Reference Frame (Uluslararası Yersel Referans Çerçevesi)
JPL	NASA the Jet Propulsion Laboratory
Kp	Geomagnetic Storm (Jeomanyetik Fırtına)
KOH	Karesel Ortalama Hata
MATLAB	Matrix Laboratory
MGEX	Multi-GNSS Experiment
NAD83	North American Datum (Kuzey Amerika Datumu)
NGS	National Geodetic Survey
Np	Proton Density (Proton Yoğunluğu)
NRCan	Natural Resources Canada
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration (Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi)
nT	nanoTesla
OPUS	Online Positioning User Service
P	Solar Wind Dynamic Pressure (Güneş Rüzgarı Dinamik Basıncı)
PDF	Portable Document Format
PPP	Precise Point Positioning (Hassas Nokta Konumlama)
PPPH	A MATLAB-based Software for Multi-GNSS Precise Point Positioning Analysis
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System
R	Correlation Constant (Korelasyon Sabiti)
RINEX	Receiver Independent Exchange (Alıcıdan Bağımsız Veri Değişim Formatı)
RMSE	Root Mean Square Errors
RTK	Real Time Kinematic (Gerçek Zamanlı Kinematik)
SF	Single Frequency
sfU	Solar Flux Units
SIRGAS	Geodetic Reference System for the Americas (Amerika Kıtası İçin Jeosentrik Referans Sistemi)
SPP	Single Point Positioning
SWC	Space Weather Conditions Indices (Uzay Hava Koşulları İndisleri)
SWp	Solar Wind Parameters (Güneş Rüzgarı Parametreleri)
T	Tesla
TEC	Total Electron Content
Trimble-RTX	CentrePoint RTX Post-Processing
TUSAGA-Aktif	Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Ağı
URL	Uniform Resource Locator
v	Flow Speed
YSA	Yapay Sinir Ağı
ZGi	Zonal Geomagnetic Indices (Bölgesel Jeomanyetik İndeksler)

1. GİRİŞ

Günümüzde küresel konumlama çalışmalarında, farklı ülkelerin geliştirdiği uydu sistemleri aktif olarak kullanılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nin Global Positioning System (GPS)'i, Rusya'nın Global Navigation Satellite System (GLONASS)'ı, Avrupa Birliği'nin Galileo'su ve Çin'in BeiDou uyduları, bu kapsamda en yaygın kullanılan sistemlerdir. Tüm bu sistemler bir arada GNSS (Global Navigation Satellite Systems/Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri) olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca, bölgesel kapsama sağlayan sistemler de mevcuttur; Hindistan'ın Indian Regional Navigational Satellite System (IRNSS) ve Japonya'nın Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) bu sistemlere örnek olarak gösterilebilir (İnal ve ark., 2023).

Hava koşullarından etkilenmeden sürekli gözlem yapabilen, hızlı ve yüksek doğrulukta konum belirlemeye imkan sağlayan GNSS, küresel konumlama ve navigasyon sistemidir (Kahveci ve Yıldız, 2017).

GNSS, genel olarak mutlak ve bağıl olmak üzere iki temel yöntemi kullanarak konum bilgisi elde edilmesine olanak tanır. Bu yöntemlerle doğru konum bilgisine ulaşabilmek için sahada toplanan verilerin analiz edilmesi gereklidir. Bu amaçla, bilimsel ve ticari yazılımlara alternatif olarak, son yıllarda web tabanlı ve açık kaynak kodlu yazılımlar da yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bağıl konum belirlemede GNSS alıcı sayısının en az iki olması, mutlak konum belirlemede GNSS alıcı sayısının tek olması konum bilgisi elde edilebilmesi için yeterli olmaktadır. Bağıl konum belirleme, genellikle daha yüksek doğruluk sağlasa da birden fazla alıcı gereksinimi, maliyet açısından dezavantaj oluşturmaktadır. Web tabanlı ve açık kaynak kodlu yazılımların geliştirilmesiyle bu olumsuz durum büyük ölçüde ortadan kalkmaktadır. Bu servisler sayesinde kullanıcılar, ikinci bir alıcıya veya GNSS değerlendirme yazılımına gereksinim duymadan, ücretsiz bir şekilde bağıl konumlama hizmetinden yararlanabilmektedir (Alçay ve İmren, 2017).

GNSS alıcıları ile toplanan verilerin değerlendirilmesinde kullanılan çeşitli bilimsel ve ticari yazılımların kullanılabilmesi için iyi bir program bilgisi ve yazılımların belirli bir ücret karşılığında satın alınması gerekmektedir. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak adına bazı araştırma merkezleri, üniversiteler, kurumlar ve firmalar tarafından web tabanlı çevrimiçi veri değerlendirme yazılımları geliştirilmiştir. Tek bir GNSS alıcısı ile yapılan ölçmeler sonucu elde edilen veriler geliştirilen bu yazılımlar sayesinde, mutlak veya bağıl (görelî) çözüm yöntemleriyle değerlendirilebilmektedir. Ayrıca, bu yazılımlar

kullanıcılara genel olarak ücretsiz bir şekilde sınırsız kullanım olanağı sağlamaktadır (Özdemir, 2022).

Resmi olarak 1 Ocak 1994 tarihinde kullanılmaya başlayan IGS (International GNSS Service), kurulduğu tarihten itibaren yüksek kalitede pek çok GNSS ürününü (farklı gecikme süreleri ve doğruluklarında üretilen hassas uydu yörünge ve saat ürünleri, yer dönme parametreleri, IGS nokta koordinatları ve hızları, sabit istasyonlara ilişkin saat bilgileri) bilim dünyasının kullanımına sunmuştur. Bu ürünler, bilimsel araştırmalarda, mühendislik projelerinde, jeodezik ve jeofizik amaçlı birçok GNSS uygulamasında yaygın olarak kullanılmakta olup, uydu- bazlı konum belirlemede yeni algoritmaların ve tekniklerin geliştirilmesine de katkı sağlamıştır. Bu teknikler arasında en yaygın kullanılanı, Precise Point Positioning (Hassas Nokta Konumlama-PPP) tekniğidir (Kahveci ve Yıldız, 2012).

Güneş sistemi içinde veya dışında iyonosferde meydana gelen düzensiz ve beklenilmeyen değişimler Uzay İklim Koşullarını meydana getirmektedir. Uzay iklimini daha iyi anlamak, incelemek ve yorumlamak için bazı indisler kullanılmaktadır ve bunlar Uzay İklim Koşulları İndisleri olarak ifade edilmektedir. Uzay İklim Koşulları haberleşme, uydu ve GNSS sistemleri gibi birçok alanı olumsuz anlamda etkilemektedir. Oluşan bu olumsuz etkileri bilmek, en aza indirmek ve planlar geliştirmek için Uzay İklim Koşullarının ve bu koşullara ait indislerin incelenmesi son derece önemlidir (Güngör, 2022).

Bu çalışmada, web tabanlı ve açık kaynak kodlu GNSS yazılımlarının performansları araştırılmıştır. Çalışma kapsamında farklı enlemlerde/boylamlarda beş adet IGS istasyonu NOT1, SULP, ANK2, BOR1 ve MIKL olarak seçilmiştir. İlk olarak, GNSS ölçüleri üzerine olumsuz etkisi olan Uzay İklim Koşulları indislerinden Kp (geomagnetic storm/jeomanyetik fırtına) indisi, Dst (disturbance storm time/jeomanyetik aktivite indisi), F10.7 (solar flux index/güneş akısı indisi), Bz (GSE, GSM) (magnetic field changes/manyetik alan değişim indisi)' nin etkisi araştırılmıştır. Daha sonrasında, seçilen IGS noktalarındaki ölçüler kullanılarak 24 saatlik RINEX (Receiver Independent Exchange Format) verileri 6 (4 değerlendirme), 12 (2 değerlendirme) ve 24 (1 değerlendirme) saatlik dilimlere ayrılarak CSRS-PPP (Canadian Spatial Reference System- Precise Point Positioning), MagicGNSS, APPS (Automatic Precise Positioning Service), Trimble-RTX (CentrePoint RTX Post-Processing), IBGE-PPP, IGN-PPP (Institut Geographique National-PPP), AUSPOS (Australian Online GPS Processing Service), OPUS (Online Positioning User Service), raPPPid, PPPH (A MATLAB-based

Software for Multi-GNSS Precise Point Positioning Analysis) yazılımları ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucu elde edilen koordinatlar, referans değerlerle doğruluk açısından karşılaştırılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır.

1.1. Kaynak Araştırması

Web tabanlı ve açık kaynak kodlu yazılımlarla konum belirleme ve bu yazılımların performanslarının belirlenmesine yönelik pek çok bilimsel çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmalar;

Cai ve Gao (2007) yapmış oldukları çalışmada, GPS ve GLONASS uydu sistemlerini kullanarak PPP' nin doğruluk performansını, yalnızca GPS ve GPS+GLONASS proses arasındaki konum doğruluğunu ve yakınsama sürelerini değerlendirmişlerdir. GPS+GLONASS çözümünün, GPS çözümüne göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Alçay ve ark. (2013) yapmış oldukları çalışmada, CSRS-PPP, MagicGNSS ve APPS yazılımlarının statik PPP modüllerini karşılaştırmışlardır. Farklı enlemlerde seçilen üç IGS istasyonunun 24, 8, 4 ve 2 saatlik gözlem sürelerine ait koordinatları PPP yöntemiyle web tabanlı CSRS-PPP, MagicGNSS ve APPS yazılımları ile değerlendirilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Her üç yazılımında yaklaşık olarak benzer sonuçlar verdiği fakat CSRS-PPP ve APPS yazılımlarının, MagicGNSS yazılımına kıyasla daha benzer sonuçlar ürettiği görülmüştür. Çalışmanın sonucuna göre her ne kadar bu iki yazılım arasında benzerlik olduğu görülsede genel olarak sonuçlar incelendiğinde aralarında anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür.

Alkan ve ark. (2014) yapmış oldukları çalışmada, PPP yönteminde GPS ve GLONASS uydularının kullanımının nokta konum doğruluğuna etkisini araştırmışlardır. Çalışma kapsamında, Çorum İli' nde mümkün merteye şehir merkezinde, yoğun yerleşime sahip bölgelerde seçilmiş olan jeodezik noktalarda GPS ve GLONASS uydu sistemlerinden veri toplayabilen alıcılarla statik ölçmeler yapılmış ve bu toplanan veriler CSRS-PPP yazılımı ile GPS ve GPS+GLONASS verileri kullanılarak değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucu elde edilen koordinatlar noktaların statik ölçmelerle toplanan verilerin diferansiyel yöntemle elde edilen ve doğru olarak kabul edilen koordinatlarıyla karşılaştırılmıştır. CSRS-PPP servisi ile 1 saatlik ölçmelerin değerlendirilmesi sonucunda 1-2 dm' lik doğruluklara ulaşılabilceği görülmüştür.

Özellikle şehir içinde yapılan ölçmelerde, GLONASS uydularının kullanımının konum ve yükseklik bilgisinde dm ve altı doğrulukların elde edilmesine olumlu katkı sağladığı görülmüştür. GPS+GLONASS sonuçlarının sadece GPS verilerinin kullanılmasından elde edilen sonuçlara göre daha doğru sonuçlar verdiği, rapid ve final hassas yörünge verilerinin kullanılmasının, elde edilen sonuçlar üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığı görülmüştür.

Guo (2015) yapmış olduğu çalışmada, statik konumlandırma ve troposferik gecikme tahmininde web tabanlı PPP yazılımlarının (APPS, GAPS (GPS Analysis and Positioning Software), CSRS-PPP ve MagicGNSS) karşılaştırmasını ve analizini yapmıştır. Çalışma kapsamında 23 IGS ve 1 GNSS CORS (Continuously Operating Reference Stations) istasyonu kullanılmıştır. APPS, GAPS, CSRS-PPP ve MagicGNSS yazılımlarının tek istasyonda, statik modda, uzun gözlem süresinde santimetre hatta milimetre düzeyinde doğruluk sağladığı görülmüştür. Web tabanlı PPP yazılımları ile kullanıcıların, tek bir alıcı kullanarak, yüksek hassasiyette ve milimetre doğruluğunda sonuçlar elde edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Alkan ve ark. (2016) yapmış oldukları çalışmada, web tabanlı GNSS yazılımlarının doğruluk performanslarını değerlendirmişlerdir. Çalışma kapsamında 03 Aralık 2014 tarihinde Çorum İli'nde bulunan ÇORU Tusaga-Aktif (Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Ağı) istasyonuna ait 24 saatlik veri seti kullanılmıştır. Tusaga-Aktif noktasındaki bir günlük veri 1, 2, 4, 6 ve 12 saatlik dilimler halinde, statik (bağıl/ görel) konum belirleme tekniğine dayalı Trimble- RTX, OPUS ve AUSPOS yazılımları ile PPP tekniğine dayalı CSRS-PPP, MagicGNSS ve APPS yazılımları kullanılarak değerlendirilmiştir. 1 saatlik veriler için 24 değerlendirme, 2 saatlik veriler için 12 değerlendirme, 4 saatlik veriler için 6 değerlendirme, 6 saatlik veriler için 4 değerlendirme ve 12 saatlik veriler için 2 değerlendirme yapılmıştır. Sonuçlar karşılaştırıldığında PPP tekniğine dayalı CSRS-PPP ve APPS yazılımlarının birbirine benzer ve iyi sonuçlar verdiği, bağıl yöntemle dayalı Trimble-RTX ve AUSPOS yazılımlarının ise 1 saatlik veri setlerinde dahi çok yüksek doğrulukta sonuç verdiği görülmüştür.

Duman (2016) hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde, bağıl ve mutlak konumlama tekniklerine göre tekrarlı GPS gözlemlerinden elde edilen nokta hız doğruluklarını incelemiştir. Çalışmada, 18 adet IGS istasyonunun yıllık yer değiştirme doğruluklarını değerlendirmek amacıyla, 2000 ile 2015 yılının ortalarına kadar, istasyonların yatay bileşenlerini sorgulamak için her yılın Ekim ayından ardışık üç gün

ve düşey bileşen için ise ilgili yılların her ayından ardışık üç gün seçilmiştir. İlk olarak GPS verileri 8 ve 12 saatlik dilimlere bölünmüştür. Değerlendirme işlemleri GAMIT/GLOBK (GNSS at MIT/Global Kalman Filter) v10.6 ve GIPSY-OASIS (GNSS-Inferred Positioning System and Orbit Analysis Simulation Software package) II v6.3 yazılımları ile yapılmıştır. Koordinat değerlerinden her bir bileşen için hızlar En Küçük Kareler Yöntemi (EKKY) yardımıyla hesaplanmıştır. Tüm saatlik dilimlere ait veriler GAMIT/GLOBK ve GIPSY-OASIS yazılımları ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. GAMIT/GLOBK ve GIPSY/OASIS II yazılımları kullanılarak 24 saatlik verilerden kestirilen hızlarının birbiriyle uyumlu olduğu ancak her iki yazılımın 8 ve 12 saat gözlemlerden karşılıklı olarak kestirilen hızlarının zaman zaman birbirinden farklı olduğu gözlenmiştir.

Özdemir (2016) yüksek lisans tezinde, internet tabanlı PPP yazılımlarının araştırılması ve belirsizlik analizi konusunu incelemiştir. Bu çalışmada YLDZ sabit GNSS istasyonu kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan 24 saatlik veri, 1, 2, 3, 6 ve 12 saatlik veri setlerine bölünmüştür. Daha sonra veriler web tabanlı CSRS-PPP, AUSPOS, OPUS, APPS, GAPS, MagicGNSS yazılımları kullanılarak değerlendirilmiştir. Yazılımlardan elde edilen değerler ile YLDZ sabit GNSS noktasının gerçek koordinatları karşılaştırılmıştır. 1 saatlik dilimdeki verilerden, 24 saatlik dilimdeki verilere doğru konum doğruluğunun arttığı gözlemlenmiştir. APPS yazılımının, tüm bileşenlerde en iyi sonuçları verdiği görülmüştür.

Adam (2017) yapmış olduğu çalışmada, bir GPS pasif istasyonunun hassasiyetini artırmak için çevrimiçi ve çevrimdışı değerlendirme servislerinin kullanımını araştırmıştır. Çalışma kapsamında 121 saatlik GPS verisini beş günlük gözlemi kapsayan, her biri 1 sn' lik epokta 6, 12, 24 saatlik 36 alt dosyaya bölmüş, online yazılım olan CSRS-PPP, OPUS ve AUSPOS ile Nottingham Üniversitesi' ndeki doktora adayı tarafından çevrimdışı olarak geliştirilen bir hassas nokta konumlandırma yazılımı kullanarak verileri değerlendirmiştir. Sonuçlar yatay ve düşey karesel ortalama hatanın (KOH) gözlem süresi arttıkça azaldığını göstermiştir.

Alçay ve İmren (2017) yapmış oldukları çalışmada, OPUS ve AUSPOS GPS servislerinin statik değerlendirme performanslarını, uzun (24 saat) ve kısa (2 saat) gözlem sürelerini dikkate alarak test etmişlerdir. Çalışma kapsamında dünyanın farklı bölgelerinde bulunan 8 adet IGS istasyonu seçilmiştir. OPUS ve AUSPOS yazılımlarının doğruluğunu gözlemlemek için sonuçlar, noktaların ITRF 2008 (International Terrestrial Reference Frame) referans sistemindeki ölçü epok koordinatlarıyla karşılaştırılmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde, AUSPOS yazılımı ile elde edilen sonuçların OPUS yazılımına kıyasla özellikle 2 saat gibi kısa gözlem sürelerinde doğruluk açısından daha iyi olduğunu görülmüştür. Sonuçların tekrarlılığını test etmek için hesaplanan standart sapma değerleri incelendiğinde ise bazı aykırı sonuçlar çıkarıldığında, AUSPOS yazılımının OPUS yazılımına kıyasla bir miktar daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Bahadur (2017) hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde, çoklu GNSS kombinasyonunun PPP üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma kapsamında, PPPH yazılımının sonuçlarını doğrulamak için açık kaynak kodlu yazılımlar (PPPH) ile web tabanlı PPP yazılımları arasında karşılaştırma yapılmıştır. Bu analizlerin sonucunda, PPPH' ın statik modda santimetre seviyesinde konum doğruluğu sağladığı ve online PPP servislerine benzer yakınsama süresine ulaştığı görülmüştür.

Gülmez ve Tuşat (2017) yapmış oldukları çalışmada, farklı gözlem sürelerindeki GPS verilerini web tabanlı online GNSS değerlendirme yazılımları kullanarak karşılaştırmışlardır. Çalışma kapsamında 6 adet CORS-TR istasyonuna ait (ANRK, CANK, CMLD, KIRS, KKAL, SUNL) 24 saatlik RINEX formatındaki veriler AUSPOS, Magic-GNSS ve OPUS yazılımları kullanılarak değerlendirilmiştir. Yazılımlar karşılaştırıldığında 24 saatlik verilerden elde edilen sonuçların birbirleri ile benzer sonuçlar gösterdiği görülmüştür. Çalışmanın ikinci aşamasında ise veriler 12, 6 ve 2 saatlik dilimlere ayrılmış, elde edilen sonuçlar 24 saatlik veriler ile karşılaştırılmıştır. Gözlem süresinin daha kısa olduğu 6 ve 2 saatlik dilimlerdeki doğruluk değerinin, 24 ve 12 saatlik dilimlerdeki doğruluğa göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Najmuldeen (2017) yüksek lisans tezinde, web tabanlı GNSS değerlendirme servislerinde PPP tekniğini incelemiştir. Çalışmanın ilk aşamasında IGS noktalarına ait GPS ve GPS+GLONASS ölçülerini, CSRS-PPP ve MagicGNSS yazılımlarını kullanarak değerlendirmiştir. İkinci aşamasında ise 4 IGS noktası için bir haftalık veri seti (Ocak ve temmuz aylarına ait), CSRS-PPP ve MagicGNSS yazılımlarında PPP yöntemine göre statik olarak değerlendirilerek atmosferik koşulların sonuçlar üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Uygulamanın ilk aşamasında CSRS-PPP ve MagicGNSS yazılımlarından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve CSRS-PPP yazılımından elde edilen sonuçların MagicGNSS yazılımı ile elde edilen sonuçlara kıyasla daha duyarlıklı olduğu görülmüştür. Uygulamanın ikinci aşamasında ise atmosferik değişimin ölçüler üzerindeki etkisine bakıldığında her iki dönemde de benzer sonuçlar elde edilirken temmuz ayı ölçü değerlerinin daha başarılı sonuç verdiği bilgisine ulaşılmıştır.

Bahadur ve Nohutcu (2018) yapmış oldukları çalışmada, çoklu GNSS hassas nokta konumlandırma analizi için geliştirdikleri MATLAB (Matrix Laboratory) tabanlı PPPH yazılımını tanıtmışlardır. Yazılımın performansını ve çoklu GNSS' in PPP üzerindeki potansiyel faydalarını değerlendirmek için deneysel testler gerçekleştirilmiştir. 8 IGS istasyonundan 1 hafta boyunca elde edilen RINEX formatındaki 24 saatlik veriler, PPPH ve GAPS servisleri ile değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır. PPPH yazılımının hem genel PPP standartları hem de GAPS yazılımı ile karşılaştırılabilir PPP çözümleri sağlayabildiği sonucuna varılmıştır.

Gelişkan ve ark. (2018) yapmış oldukları çalışmada, BERNESE v5.2 yazılımı ile web tabanlı CSRS-PPP ve MagicGNSS yazılımlarından elde edilen sonuçların doğruluklarını karşılaştırmışlardır. Çalışmada test noktası olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Kütahya İl Müdürlüğü bahçesinde sütun şeklinde kurulan nokta kullanılmıştır. Oluşturulan bir mekanizma üzerinde GNSS alıcısı doğu-batı yönünde 1 cm aralıklarla kaydırılarak PPP yöntemi ile nokta konumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Veriler toplanırken kayıt aralığı 30 saniye, oturum süresi ise 24 saat olarak alınmış ve BERNESE v5.2 GNSS yazılımı ve web tabanlı PPP yazılımları ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda elde edilen koordinatlar 1cm, 2cm, 3cm, 4cm ve 5cm farkları ile karşılaştırılmıştır. En iyi sonuçların sırasıyla 1 cm, 2 cm, 3 cm ve 5cm' de CSRS-PPP, MagicGNSS ve BERNESE v5.2 yazılımı tarafından alındığı görülmüştür.

Oluyori ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada, DGPS (differential GPS) gözlemlerinin OPUS, CSRS-PPP ve MagicGNSS yazılımlarını kullanarak karşılaştırmasını yapmışlardır. Yazılımlardan elde edilen sonuçları analiz etmek için ANOVA (Analysis Of Variance) ve T testi kullanılmıştır. Hesaplanan test değerleri tablo değerleri ile karşılaştırılarak hipotez testleri yapılmıştır. Sıfır hipotezi, üç yazılım arasında hiçbir fark bulunmadığını ve dolayısıyla jeoid modelleme için elipsoidal yükseklik belirlemede birbirinin yerine kullanılabileceğini göstermiştir.

Şahin (2019) hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde, yükseklik değişiminin PPP' ye etkisini araştırmıştır. Bu amaçla farklı yüksekliklerde seçilen 20 adet IGS istasyonuna ait 24 saatlik veriler kullanılmıştır. Daha sonra bu veriler web tabanlı CSRS-PPP (statik PPP tekniğiyle) yazılımı ve akademik yazılım BERNESE (BPE modülüyle) ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar her iki yazılımla da incelenmiş ve yükseklik arttıkça duyarlılıkta herhangi bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Diğer yandan duyarlılık açısından değerlendirildiğinde ise BERNESE yazılımının CSRS-PPP yazılımına kıyasla daha başarılı sonuç verdiği belirlenmiştir.

Herbert ve ark. (2020) yapmış oldukları çalışmada, web tabanlı GNSS değerlendirme yazılımları ve ticari yazılımların doğruluk değerlendirmesini araştırmışlardır. Bir saatlik gözlem süresi ile 3 günlük veri kullanılmıştır. Doğrulukları değerlendirmek ve kontrol istasyonlarının koordinatlarını tahmin etmek için online değerlendirme servislerinden AUSPOS ve CSRS-PPP, ticari yazılım olarak ise Compass Post-Processing Software ve GNSS Solutions Software kullanılmıştır. X, Y ve Z yönünde, en iyi doğruluk Compass Post-Processing Software ticari yazılımında elde edilmiştir. Ticari yazılımlar ve online GNSS değerlendirme yazılımlarından üretilen koordinatların birbirlerine yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.

İnyurt ve Ulukavak (2020) yapmış oldukları çalışmada, web tabanlı CSRS-PPP ve Trimble-RTX yazılımlarının performanslarını karşılaştırmışlardır. Bu kapsamda, 01.01.2014-01.02.2014 tarihleri arasında seçilen; ANRK, ANTL, IZMI, SINP ve VAN1 Tusaga-Aktif istasyonlarına ait 30 günlük RINEX verileri 1, 4, 8, 12, 16, 20 ve 24 saatlik dilimlere ayrılmış, CSRS-PPP ve Trimble-RTX yazılımlarına gönderilerek sonuçlar değerlendirilmiştir. Her güne ilişkin yazılımlardan elde edilen ITRF 2008 gözlem epoğundaki koordinatların ortalaması alınarak, kartezyen koordinat sistemine dönüşüm yapılmıştır. Yazılımlar ile değerlendirilen X, Y ve Z koordinatları ile aynı istasyonlara ait Harita Genel Müdürlüğü' nün (HGM) yayınlamış olduğu kartezyen koordinatlar arasındaki farklar alınarak incelenmiştir. Yazılımlar arasında yapılan karşılaştırmada, CSRS-PPP yazılımının HGM' nin çözümlerine daha yakın sonuçlar verdiği sonucuna varılmıştır.

Alkan ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada, PPP tekniğinin doğruluk performansına etki eden farklı GNSS uydu sistemlerini incelemişlerdir. Bu amaçla, İstanbul Teknik Üniversitesi Ayazağa Kampüsü içerisinde açık alan (3 adet nokta), orman alanı (3 adet nokta), su kıyısı (3 adet nokta), yoğun yerleşim alanı (3 adet nokta) olmak üzere dört farklı bölgede jeodezik noktalar tesis etmişlerdir. Bu noktalarda GPS, GLONASS, Galileo ve BeiDou uyduları ile ölçmeler yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda ölçüm yapılan noktalardaki fiziki koşulların, uydu sayısının ve uydu geometrisinin PPP yöntemi ile elde edilen doğrulukları etkilediği ve değiştirdiği görülmüştür. Farklı uydu kombinasyonları kullanılarak yapılan ölçmelerin de (özellikle uydu görünürlüğü kısıtlı noktalarda) sonuçları olumlu anlamda etkilediği ve iyileştirici rol oynadığı ortaya konmuştur.

Başçiftçi (2021a) yapmış olduğu çalışmada, 24. Güneş Döngüsünde meydana gelen jeomanyetik fırtınaların (GS-Geomagnetic Storm) şiddetini ve dağılımını beş

seviyeden oluşan G ölçeğini kullanarak incelemiştir. Çalışma kapsamında veri olarak, Jeomanyetik Fırtına İndeksi, Jeomanyetik Aktivite İndisi ve güneş döngüsündeki ortalama güneş lekeleri sayıları kullanılmıştır. Yakın zamanda tamamlanan 24. Güneş Döngüsünün, uzay araştırmaları döneminde (1957' den sonrası) büyük olması bakımından en zayıf olan döngü olduğu, en düşük fırtına sayısının 24. Güneş döngüsünde meydana geldiği, önceki döngülerle karşılaştırıldığında orta şiddetteki fırtınalarda yaklaşık olarak %15–34, yoğun fırtınalarda yaklaşık olarak %49–75 oranında azalma olduğu ve Nisan 1954 ile Ekim 1964 yılları arasını kapsayan 19. Güneş Döngüsünün ise en aktif döngü olduğu sonucuna varmıştır.

Basciftci (2021b) yapmış olduğu çalışmada, 23. Güneş Döngüsünün son süper jeomanyetik fırtınasını analiz (15 Mayıs 2005, Dst: –247 nT (nanoTesla)) etmiştir. Çalışmanın değişkenleri güneş rüzgarı parametreleri (Bz, E (electric field), P (solar wind dynamic pressure), Np (proton density), v (flow speed)) ve bölgesel jeomanyetik indeksler (Dst, ap (equivalent range index), AE (auroral electrojet)) olarak belirlenmiştir. Değişkenlerin sapmaları ve değer aralığı tanımlayıcı analiz ile belirlenmiş ve verilerin ikili ilişkileri kovaryans matrisi ile gösterilmiştir. Veriler matematiksel olarak analiz edilerek modeller oluşturulmuştur. Son olarak P, Np ve ap indeksi arasında doğrusal olmayan bir model ile çalışma tamamlanmıştır. 15 Mayıs 2005 tarihinde yaşanan jeomanyetik fırtınanın modellesinin %87,5 oranında başarılı olduğu ve tüm sonuçların %95 güven aralığında yer aldığı görülmüştür.

Bulbul ve ark. (2021) yapmış oldukları çalışmada, PPP' nin çeşitli gözlem koşulları altında performansını değerlendirmişlerdir. Çalışma kapsamında PPP' nin doğruluğu oturum süreleri, online web servisleri, uydu görünürlüğü ve şehirleşme açısından araştırılmıştır. Konut, yarı konut ve konut dışı alanlarda 3 adet CORS-TR istasyonu seçilmiştir. İstasyonların 2019 yılına ait ardışık 31 günlük RINEX formatındaki verileri elde edilmiştir. Veriler AUSPOS yazılımı ile değerlendirmiş ve değerlendirme sonucu elde edilen koordinatların ortalaması gerçek koordinat değeri olarak kabul edilmiştir. Daha sonra RINEX formatındaki veriler 1, 2, 4 ve 6 saatlik dört gruba ayrılarak web tabanlı PPP yazılımları (CSRS-PPP, MagicGNSS, APPS) ile değerlendirilmiştir. Değerlendirilen koordinatlar, gerçek koordinat değeri ile karşılaştırılmıştır. En iyi sonucu konut dışı alanda, CSRS-PPP yazılımının (tüm oturum sürelerinde) verdiği görülmüştür.

Bulbul ve Basciftci (2021) yapmış oldukları çalışmada, Sivrice-Elazığ depremi (24 Ocak 2020, Mw: 6,8) öncesi ve sonrasında gözlemlenen TEC (Total Electron Content) anomalilerini araştırmışlardır. Sivrice-Elazığ depreminin 10 gün öncesini, 10

gün sonrasını ve deprem gününü kapsayan 21 günlük zaman aralığında GNSS alıcılarından elde edilen iyonosferik TEC (RIM-TEC), CODE-GIM (Global Ionosphere Maps) ve IRI-2016' dan elde edilen deprem dış merkezinin TEC değerleri ve F10.7, Dst ve Kp ile karşılaştırılmıştır. Depremden önceki ve sonraki 10 günü kapsayan süreçte meydana gelen iyonosferik anomaliler incelendiğinde Kp indeksinin maksimum +3 düzeyinde olduğu, Dst indeksinin stabil ve oldukça düşük olduğu, F10.7 indeksleri incelendiğinde ise tüm zaman aralığında -67 ile -73 nT aralığında olduğu yani şiddetli bir fırtınanın olmadığı sonucuna varılmıştır.

Erbaş (2021) yüksek lisans tezinde, PPP hata kaynaklarının konum doğruluğuna etkilerini araştırmıştır. Çalışmada, 5 adet TUSAGA-Aktif istasyonu (BALK, SINP, YOZ1, IGR1 ve ONIY) Post-Process (Büroda/Ölçü sonrası) yöntemiyle belirlenmiştir. CSRS-PPP yazılımı ile istasyonlara ait gerçek kabul edilen 24 saatlik referans koordinatları ve gözlem dosyaları elde edilmiştir. MATLAB tabanlı PPPH yazılımı ile elde edilen ve PPP hata kaynaklarını kapsayan sonuçlar gerçek koordinat sistemiyle karşılaştırılarak doğruluk/hassasiyet açısından analiz edilmiştir. Uygulama kapsamında, PPPH yazılımından elde edilen kartezyen koordinatlar ile CSRS-PPP yazılımından elde edilen referans (gerçek) koordinatlar kullanılarak, kartezyen koordinat sisteminden toposentrik koordinat sistemine (Kuzey-N, Doğu-E, Yukarı-U bileşenleri) dönüşüm yapılmıştır. Çalışmada, TUSAGA-aktif istasyonlarının 30 saniye epok aralığında ve 10 günlük zaman diliminde (3.04.2021-12.04.2021) CSRS-PPP yazılımından elde edilen kartezyen koordinatlardan referans (gerçek) koordinat sistemleri belirlenmiştir. Ayrıca, PPP hata kaynaklarının N, E, ve U bileşenlerindeki ortalama hata miktarları, PPPH kartezyen (yer merkezli) koordinatları ve hata kaynakları arasındaki farklılıklar analiz edilmiştir.

Erol (2021) yapmış olduğu çalışmada, web tabanlı CSRS-PPP yazılımının farklı uydu sistemleri üzerindeki performansını araştırmak amacıyla, dünya üzerinde dağılmış 5 MGEX (Multi-GNSS Experiment) istasyonundan toplanan GNSS gözlem verilerini (10 günlük) değerlendirmiştir. CSRS-PPP yazılımının veri değerlendirme aşamasında kullandığı GPS ve GLONASS (GPS, GLONASS ve GPS+GLONASS) uyduları ile 1 ile 30 saniye aralıklarla toplanmış gözlem verilerinin 15 dakikadan (en az) 24 saate kadar olan gözlem süresinde ve farklı iyonosferik koşullar altındaki performansını değerlendirmiştir. 15 dakikadan 24 saate kadar olan oturum sürelerinde, tek başına GPS sisteminin, GLONASS sisteminden (her üç bileşende) daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Uydu sistemlerinin birlikte değerlendirildiği çözümlerin 15, 30 ve 45 dakika

gibi kısa gözlem sürelerinde önemli hale geldiği, 2 saat ve üzeri gözlem sürelerinde ise çözüm doğruluklarının birbirine yakınsamaya başladığı görülmüştür.

Özbulat (2021) yüksek lisans tezinde, PPP yönteminin ölçü süresine bağlı olarak konum doğruluğuna etkisini araştırmıştır. Çalışmada, konumları birbirine yakın olan sekiz adet CORS-TR GNSS istasyonlarının 24 saatlik RINEX verileri temin edilerek, GAMIT/GLOBK ve web tabanlı CSRS-PPP yazılımı ile değerlendirilmiştir. Ayrıca elde edilen veriler, CSRS-PPP yazılımı ile altı aylık periyotlar hâlinde 2, 4, 6, 8, 12 saatlik zaman dilimlerinde değerlendirilmiştir. GAMIT/ GLOBK yazılımı ile değerlendirilen 24 saatlik verilerden elde edilen sonuçlar doğru kabul edilerek CSRS-PPP ile elde değerlendirilen 2, 4, 6, 8, 12 ve 24 saatlik veriler ile karşılaştırılmıştır. Değerlendirme sonucunda elde edilen koordinatlar karşılaştırılarak farkları alınmış ve KOH değerleri hesaplanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde ölçü süresi azaldıkça sistemin gönderdiği standart sapma değerlerinin arttığı, ölçü süresi kısaldıkça da sistemin gönderdiği standart sapma değişim aralığının 1-2 mm' den 10-20 mm' ye yükseldiği sonucuna varılmıştır.

Sezer ve ark. (2021) hazırladıkları araştırma makalesinde, web tabanlı yazılımlar ile Çoklu-GNSS çözüm doğruluklarının belirlenmesini amaçlamışlardır. Bu kapsamda, 10 adet noktaya ait Çoklu-GNSS verileri (2, 4, 6, 8, 12 ve 24 saatlik) Trimble-RTX yazılımı ile değerlendirilmiştir. Konum doğrulukları GPS (G), GPS/GLONASS (GR), GPS/GLONASS/Galileo (GRE) ve GPS/GLONASS/Galileo/BeiDou (GREC) olmak üzere dört farklı senaryo ile incelenmiştir. Nokta enlem bilgisi ve gözlem süresinin, Çoklu-GNSS çözüm doğruluğuna etkisini araştırmak amacıyla doğruluk fonksiyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında Galileo ve BeiDou uydu sistemlerinin GPS ve GLONASS uydu sistemlerine konum doğruluğu açısından olumlu katkı sağladığı, doğruluğu arttırabilmek (özellikle kısa süreli gözlemlerde) için sadece GPS ölçülerini kullanmak yerine farklı uydu kombinasyonlarının da tercih edilebileceği görülmüştür. Bununla birlikte Trimble-RTX yazılımının mm mertebesinde konum doğruluğu sağlaması, yüksek hassasiyet gerektiren mühendislik uygulamalarında kullanılabileceğini göstermiştir.

Basciftci (2022) yapmış olduğu çalışmada, 23. güneş döngüsünde gerçekleşen iki süper jeomanyetik fırtınayı (20 Kasım 2003 (Dst= -422 nT) ve 08 Kasım 2004 (Dst= -374 nT)) araştırmış ve karşılaştırmıştır. Çalışma, zonal geomagnetic indices (ZGi- bölgesel jeomanyetik indeksler) ve solar wind parameters (SWp-güneş rüzgarı parametreleri) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her iki jeomanyetik fırtına için yapay sinir ağlarının (YSA) performansı, R (correlation constant) ve RMSE (root mean square

errors) (nT) ölçümleri kullanılarak değerlendirilmiştir. %88' e varan R değeri ve 4,78 nT' ye kadar düşen RMSE değeriyle ağ modelinin güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Bilgen ve ark. (2022) yapmış oldukları çalışmada, web tabanlı çevrimiçi PPP hizmetlerinin doğruluklarını istatistiksel olarak karşılaştırmışlardır. Araştırma iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, jeomanyetik aktivitenin yüksek ve sessiz olduğu 2 gün seçilmiştir. Yüksek jeomanyetik aktivite gününde Kp endeksi 7' nin üzerinde ve Dst -170 nT' nin altında çıkmıştır. APPS, CSRS-PPP ve MagicGNSS yazılımları kullanılarak jeomanyetik aktivitenin etkisi ortaya çıkarılmıştır. İkinci aşamada ise, önemli jeomanyetik aktivitenin olmadığı ardışık 31 gün seçilerek, APPS, CSRS-PPP, MagicGNSS ve Trimble-RTX yazılımları kullanılarak 1, 2, 4, 6 ve 24 saatlik koordinatlar elde edilmiştir. Elde edilen koordinatlar AUSPOS ve OPUS yazılımlarından elde edilen referans koordinatlarıyla karşılaştırılmıştır. Sonuçlar karşılaştırıldığında, 3D (3 boyutlu) RMSE' nin azaldığı dolayısıyla da konum doğruluğunun arttığı tespit edilmiştir. Genel olarak AUSPOS yazılımından türetilmiş referans koordinatları ile yapılan karşılaştırma sonucunda elde edilen konumlandırma doğruluklarının OPUS yazılımından türetilmiş referans koordinatlara göre daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Bilgen ve ark. (2022) yapmış oldukları çalışmada, Trimble-RTX yazılımının farklı uydu kombinasyonlarında nokta konumlandırma performansını incelemişlerdir. Bu amaçla seçilen 2 IGS istasyonuna ait (EBRE ve MERS) 31 günlük RINEX verileri 4 farklı uydu kombinasyonu ile (GPS, GPS+GLONASS, GPS+GALILEO, GPS+GLONASS+GALILEO) Trimble-RTX yazılımı ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme işleminden sonra elde edilen koordinatlar IGS tarafından yayınlanan koordinatlar ile karşılaştırılmış, her uydu kombinasyonu için koordinatların doğrulukları ve hassasiyetleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, farklı uydu kombinasyonlarından elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılığın olmadığı sonucuna varılmıştır.

Özdemir (2022) hazırladığı araştırma makalesinde, web tabanlı yazılımların doğruluk performanslarını farklı çözüm yaklaşımları ile incelemiştir. Mutlak konumlama ile değerlendirme yapan MagicGNSS ile CSRS-PPP yazılımları ve bağıl konumlama ile değerlendirme yapan AUSPOS ile OPUS yazılımlarının, farklı gözlem süreleri ve farklı günlerdeki verileri dikkate alınarak test edilmiştir. Bu amaçla AJAC IGS istasyonu, ITRF 2014 referans sisteminde ölçü epok koordinat verileriyle karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlara göre 3 saat üstü yapılan veri çözümlerinde mm bazında doğruluk elde edilmiştir. 3 saat ve altı veri çözümlerinde ise kadastral çalışmalarda ve birçok ölçme

uygulamasında fayda sağlayabilecek, cm bazında çözüm sağladıkları görülmüştür. Mutlak ve bağıl konum yaklaşımı sunan değerlendirme servislerinden yüksek doğrulukta sonuçlar elde edilebildiği ve bu yazılımlar ile pratik, ekonomik ve doğru konum bilgisi elde edilebileceğinin mümkün olduğu gözlemlenmiştir.

Pırtı ve Yazıcı (2022) yapmış oldukları çalışmada, ölçü süresinin konum doğruluğuna etkisini, AUSPOS, CSRS-PPP ve Trimble-RTX web tabanlı yazılımlarını kullanarak araştırmışlardır. Çalışma kapsamında kullanılacak olan istasyonlar İSTA, İZMİ, TUBİ olarak seçilmiş ve bu istasyonlara ait RINEX dosyaları (5 günlük) temin edilmiştir. Temin edilen dosyalardan 1, 4, 6, 8, 12, 16, 20 ve 24 saatlik gözlem dosyaları Notepad++ kullanılarak oluşturulmuş ve AUSPOS, CSRS-PPP ve Trimble-RTX yazılımlarına gönderilerek değerlendirme işlemi yapılmıştır. Yazılımlardan elde edilen coğrafi koordinatlar ile 3 derecelik Gauss-Kruger koordinatlarına dönüşüm gerçekleştirilmiştir. CSRS-PPP ve Trimble-RTX yazılımlarına kıyasla AUSPOS yazılımının daha yüksek doğrulukta sonuçlar verdiği görülmüştür.

Basciftci (2023) yapmış olduğu çalışmada, 2015 yılında meydana gelen dört orta dereceli jeomanyetik fırtınanın (mGS) incelenmesinde YSA' nın kullanılmasını incelemiştir. Makalede, yıllık ZGi olan Dst (nT), ap (nT) ve AE (nT) indisleri bulunmaktadır. Çalışmada ayrıca SWp ve ZGi parametreleri arasındaki matematiksel ilişki ortaya konulmuştur. ZGi tahmininde, YSA' nın %90' nın üzerinde uyumlu olduğu görülmüştür.

Basciftci ve Bulbul (2023) yapmış oldukları çalışmada, yoğun jeomanyetik fırtınaların hem bölgesel ve hem de küresel iyonosfer modelleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Yoğun bir jeomanyetik fırtınanın iki gün öncesi, manyetik fırtına günü (26 Ağustos 2018) ve manyetik fırtına gününün iki gün sonrasına ait 5 günlük GNSS ölçümleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler, Türkiye' nin Konya İli' nde bulunan 8 adet CORS-TR istasyonu için gerçekleştirilmiştir. Jeomanyetik fırtınanın iyonosfer tabakasında neden olduğu değişim, TEC değerleri açısından analiz edilmiştir. Analiz, manyetik fırtınanın olduğu gün, bir önceki ve bir sonraki gün pozitif ve negatif anomalilerin meydana geldiğini ortaya koymuştur. Bölgesel ve küresel iyonosfer modelleri arasında istatistiksel testler ve korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. GNSS ölçümlerinden elde edilen bölgesel değerler CODE, IRI-2016 (The International Reference Ionosphere) ve IRI-Plas ile karşılaştırılarak bölgesel modele en iyi uyum sağlayan küresel model belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, bölgesel TEC değerleri

kullanılarak bulunan iyonosfer modeline en iyi uyum sağlayan küresel modelin CODE olduğu sonucuna varılmıştır.

Bengül (2023) hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde, mevsimsel değişimlerin GNSS konum doğruluğuna etkilerini incelemiştir. Çalışma kapsamında yıllık iklim değişim raporları dikkate alınarak sıcaklık ve yağış miktarının en az ve en yoğun olduğu bölgelerde bulunan 19 adet TUSAGA-Aktif istasyonunun GNSS verileri kullanılmıştır (2017-2021 yılları arasında). Mevsimsel değişimlerin sebep olduğu etkilerin belirlenmesinde AUSPOS ve CSRS-PPP yazılımlarının doğruluk performanslarının belirlenmesi için bu servislerden elde edilen istasyonlara ilişkin konumların zamansal değişimleri ile BERNESE v5.2 yazılımından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yazılımlardan elde edilen koordinatların toposentrik sistemde Kuzey-Güney, Doğu-Batı ve Yükseklik bileşenleri için KOH değerleri hesaplanmıştır. AUSPOS yazılımı ile elde edilen değerlerin CSRS-PPP yazılımına kıyasla, BERNESE v5.2 yazılımı ile daha uyumlu olduğu görülmüştür. GNSS veri değerlendirme yazılımlarının, mevsimsel değişimlerin GNSS konum doğruluğuna etkilerinin araştırılmasında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Bulbul (2023) yapmış olduğu çalışmada, uzay hava koşullarına bağlı olarak deprem öncesi/sonrası iyonosferik anomalilerin olası nedenlerini araştırmıştır. Bu kapsamda GPS-TEC anomalileri, güneş aktivitesi (EUV (Solar Extreme Ultraviolet) ve F10.7), jeomanyetik aktivite gibi space weather conditions (SWC- uzay hava koşulları) indislerine dayalı iyonosferik anomalilerin olası nedenleri birlikte incelenmiştir. Dst, Kp, Bz, Np değişimleri ile 24 Ocak 2020 tarihinde meydana gelen Sivrice-Elazığ depremi (Mw 6.8) ve 30 Ekim 2020 tarihinde Ege Denizi Seferihisar-İzmir açıklarında meydana gelen Seferihisar (İzmir) depremleri (Mw 6.6) incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda SWC indislerinin oluşumunun TEC anomalilerine neden olduğu, oluşan bu anomalilerin depremin merkez üssünde ve depremin etki alanı dışında kısa ve anlık anomali oluşturduğu görülmüştür. Gerek Sivrice-Elazığ depreminde gerekse Seferihisar-İzmir depreminde yapılan çalışmalarda şiddeti 6,5' ten büyük depremlerin, depremden yaklaşık 1 ile 3 hafta önce art arda günlük anomalilere neden olduğu ve depremlerden önce ortaya çıkan sismo-iyonosferik GPS-TEC anomalilerinin analiz edilmesinin büyük depremlerin neden olduğu can ve mal kayıplarını azaltacağı sonucuna varılmıştır.

Diouf ve ark. (2023) yapmış oldukları çalışmada, çeşitli GNSS gözlem süreleri için online PPP yazılımlarından CSRS-PPP, Trimble-RTX, MagicGNSS, IGN-PPP ve açık kaynak kodlu RTKLIB yazılımının performansını karşılaştırmışlardır. Çalışma

kapsamında 24 saat, 6 saat, 2 saat ve 1 saatlik gözlem verileri kullanılmıştır. 24 ve 6 saatlik gözlem verilerinde, CSRS-PPP, Trimble-RTX, MagicGNSS, IGN-PPP ve RTKLIB yazılımlarının referans kabul edilen ITRF koordinatları ile neredeyse benzer düzeyde performans gösterdiği, 2 ve 1 saatlik gözlem verilerinde ise CSRS-PPP, Trimble-RTX yazılımlarının 24 ve 6 saatlik değerlendirme sonuçlarına benzer sonuç verdiği IGN-PPP ve RTKLIB yazılımlarının da diğer yazılımlara göre daha başarısız olduğu sonucuna varılmıştır.

Erbaş ve Kalaycı (2023) yapmış oldukları çalışmada, PPP hata kaynaklarının konum doğruluğuna etkisini, PPPH yazılımı kullanarak belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu kapsamda TUSAGA-Aktif ağlarına ait BALK, YOZ1, ONIY, IGR1 ve SINP istasyonlarının 3.04.2021-12.04.2021 tarihleri arasındaki gözlem verileri değerlendirilmiş ve PPPH yazılımını ile değerlendirilen koordinatlar, istasyonların CSRS-PPP yazılımının referans koordinat değerleriyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, konum doğruluğunda en fazla etkiye troposferik gecikme düzeltilmesi hata kaynağının, en az etkiye ise rölativistik mesafe düzeltilmesi hata kaynağının sebep olduğu sonucuna varılmıştır.

Glaner ve Weber (2023) yapmış oldukları çalışmada, çeşitli PPP yaklaşımlarında tek ila üç frekanslı GNSS gözlemlerini değerlendirmek için uygun olan, açık kaynak kodlu raPPPid yazılımını tanıtmışlardır. raPPPid yazılımı, jeodezik ekipmandan akıllı telefonlara kadar değişen yüksek ila düşük kaliteli gözlem verilerini işleyebilmektedir. Tipik olarak raPPPid yazılımının, yüksek kaliteli gözlemler ve belirsizlik giderme ile yaklaşık 1 dakika veya altında koordinat yakınsama sürelerine ulaştığı görülmüştür. Akıllı telefon verileri ve basitleştirilmiş bir PPP yaklaşımı ile, 2-3 dakikada metre seviyesinde veya altında 2D konum doğruluğu elde edilmiştir.

İnal ve ark. (2023) yapmış oldukları çalışmada, Galileo uydu sisteminin nokta konumlamaya etkisini ölçü süresine bağlı olarak araştırmışlardır. Bu kapsamda, seçilen 7 adet TUSAGA istasyonuna ait RINEX verileri (1 günlük) ve 14 adet IGS istasyonuna ait RINEX verilerinden yararlanılmıştır. RINEX verileri 2, 4 ve 12 saatlik dilimlere ayrılmış ve çözümler GAMIT/GLOBK ile GPS (G), GLONASS (R), Galileo (E) ve GPS+GLONASS+Galileo (GRE) gibi farklı uydu sistemleri (kombinasyonları) ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme işlemi sonucunda GPS ile elde edilen günlük koordinatlar esas alınarak diğer uydu kombinasyonlarının bu koordinatlara yaklaşımı analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, ölçü süresi uzadıkça doğruluğun arttığı görülmüştür.

GPS koordinatlarına en iyi yaklaşımı sırasıyla, GRE., Galileo ve GLONASS uydu kombinasyonlarının sağladığı görülmüştür.

Shehata ve ark. (2023) yapmış oldukları çalışmada, web tabanlı online yazılımlar (AUSPOS, IBGE-PPP, MagicGNSS, CSRS-PPP) ve açık kaynak kodlu yazılımların (GSIPOST, PPPH) farklı uydu sistemlerinde (GPS, GPS+GLONASS) performanslarını karşılaştırmışlardır. Çalışma kapsamında seçilen 3 IGS istasyonuna ait (ABMF, BADG, DAEJ) 30 sn' lik RINEX formatındaki veriler yazılımlara gönderilerek değerlendirilmiştir. Elde edilen koordinatlar IGS tarafından yayınlanan koordinatlar ile karşılaştırılmıştır. Web tabanlı yazılımların kendi içerisinde birbirlerine daha yakın sonuçlara verdiği anlamlı bir farklılığın olmadığı görülürken, açık kaynak kodlu yazılımlara göre daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

1.2. Tezin Bölümleri

Tez dokuz bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde GNSS, GNSS ile konum belirleme yöntemleri, web tabanlı ve açık kaynak kodlu yazılımların geliştirilmesinin sağladığı faydalar, IGS ve Uzay İklim Koşulları hakkında kısa bir bilgi verildikten sonra, web tabanlı ve açık kaynak kodlu yazılımlar kullanılarak yapılan bazı çalışmalar açıklanmıştır. İkinci bölümde, web tabanlı GNSS yazılımlarının kullanılabilmesi için gerekli olan faktörlerden bahsedildikten sonra bu servislerin avantaj ve dezavantajlarından bahsedilmiştir. Mutlak ve bağıl konumlama yaklaşımı ile değerlendirme yapan online yazılımlar kendi içlerinde sınıflandırılmış ve bu servislerin bazı özellikleri belirtilmiştir. Üçüncü bölümde, mutlak konumlama ile değerlendirme yapan yazılımların (CSRS-PPP, MagicGNSS, APPS, Trimble-RTX, IBGE-PPP, IGN-PPP) her biri ayrı ayrı açıklanarak, yazılımlara erişimin nasıl sağlanacağı, veri değerlendirme işlemi için hangi parametrelerin gerekli olduğu, değerlendirme sürecinin nasıl ilerlediği ve sonuç dosyalarının nasıl elde edildiği gibi birçok işlem adımı hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde bağıl konumlama ile değerlendirme yapan yazılımlar (OPUS, AUSPOS), beşinci bölümde ise açık kaynak kodlu yazılımlar (raPPPid, PPPH), üçüncü bölümdeki gibi detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Altıncı bölümde Uzay İklim Koşulları ve İndisleri hakkında bilgi verilmiştir. F10.7, Kp, Dst ve Bz indislerinin ne olduğu, hangi amaçlar için kullanıldıkları ve eşik değerlerinin ne olması gerektiği gibi birtakım özellikleri belirtilmiştir. Yedinci bölümde tez kapsamında gerçekleştirilen uygulama detaylıca anlatılmıştır. Yazılımlarla değerlendirme işlemi

yapıldıktan sonra elde edilen koordinatlar istatistik yöntemlerle karşılaştırılmış ve grafik verileri ile desteklenmiştir. Uzak İklim Koşulları İndislerinin ilgili tarihteki GNSS ölçülerini olumsuz etkileyecek bir etkisinin olup olmadığı da bu bölümde açıklanmıştır. Sekizinci bölümde, uygulama sonuçları irdelenerek, yazılımlar doğruluk açısından, Uzak İklim Koşullarının da etkisi dikkate alınarak yorumlanmıştır. Dokuzuncu ve son bölümde ise yapılan çalışma kapsamında kullanılmış olan tüm kaynaklar belirtilmiştir.



2. WEB TABANLI GNSS DEĞERLENDİRME YAZILIMLARI

GNSS ölçmeleri ile arazide yapılan çalışmalar sonucu elde edilen veriler, büroda bilimsel (akademik) ya da ticari yazılımlarla değerlendirilmektedir. Bunlardan ilki, üniversiteler ve kurumlar tarafından geliştirilmiş bilimsel yazılımlardır. Bu yazılımlar, tektonik hareketlerin izlenmesi, deprem araştırmaları ve yüksek doğruluk gerektiren jeodezik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. İkincisi ise, çözüm süreçlerini büyük ölçüde otomatikleştiren ve standart çözüm algoritmaları sunan ticari yazılımlardır. Bazı ticari yazılımlar, modelleme ve algoritmalarını geliştirerek bilimsel amaçlı çalışmalar için de kullanılabilir hale getirilmiştir. Son yıllarda, GNSS verilerinin değerlendirilmesi için kullanılan yazılımların yüksek bilgi düzeyi gerektirmesi, maliyetlerinin fazla olması ve kullanımlarını öğrenebilmek için gereken eğitim ihtiyacını da azaltmak amacıyla üniversiteler, kurumlar ve özel firmalar genel olarak ücretsiz ve online GNSS veri değerlendirme servisleri geliştirmiştir. Bu yazılımlar, kullanıcılara daha kolay erişim sağlayarak GNSS verilerinin analizini yapmalarını mümkün kılmıştır. Bu yazılımlara erişim, kullanıcıların internet üzerinden RINEX formatındaki GNSS verilerini sisteme yüklemesiyle başlamaktadır. Yazılımlar, değerlendirme işleminde kullanılacak olan verilerin kalitesine ve ölçü süresine bağlı olarak kullanıcılara genel olarak ücretsiz bir şekilde çözümler sunmaktadır. Yazılımların en büyük avantajları arasında, alanında uzman ve tecrübeli personel ihtiyacını ortadan kaldırması, bilimsel ve ticari yazılımlara getirilen güncellemeleri takip etme zorunluluğunu gereksiz hale getirmesi ve internet bağlantısının bulunduğu her yerden kolayca erişim imkanı sağlaması yer almaktadır (Özdemir, 2022).

İnternet tarayıcısı, internete bağlı bir bilgisayar ve geçerli e-mail hesabı olan her kullanıcı bu yazılımlardan yararlanabilmektedir. Kullanıcı dostu arayüzlerle tasarlanan bu yazılımlar ile değerlendirme işlemi yapmak oldukça basittir. Arazide toplanan GNSS verilerinin yazılımların arayüzlerinden faydalanarak değerlendirilebilmesi için; e-mail veya FTP yoluyla yüklenmesi, statik ya da kinematik değerlendirme seçeneğinin seçilmesi, anten tipi ve anten yüksekliğinin girilmesi, datum seçimi ve koordinatların hangi sistemde istendiği gibi temel bilgiler yeterli olmaktadır. Kullanıcıların GNSS ve karmaşık yapıya sahip değerlendirme stratejilerini bilmesine gerek duymadan, temel düzeyde teknik bilgiye sahip olması bu yazılımları kolay bir şekilde kullanabilmelerini sağlamaktadır. Veri yükleme işlemi tamamlandıktan sonra yazılımlar otomatik olarak değerlendirme sürecine başlamakta ve genellikle birkaç dakika içerisinde sonuçlarla

birlikte değerlendirme işlemine ait bilgileri içeren raporu, kullanıcı tarafından belirtilen e-mail adresine göndermektedir. Bu yazılımlardan bazıları sadece GPS verilerini değil diğer uydu sistemlerinin (GLONASS, Galileo, QZSS, BeiDou v.b) verilerini de işleyebilmektedir. Bu sayede kullanıcıların daha esnek ve yüksek doğrulukta konum belirleme hizmetinden yararlanabilmelerini sağlamaktadır.

Benzer işlev ve kullanıma sahip olan yazılımların genel olarak sahip oldukları avantaj ve dezavantajları Çizelge 2.1’ de verilmiştir (Alkan ve ark., 2017).

Çizelge 2.1. Web tabanlı online servislerin avantaj ve dezavantajları

AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
- Değerlendirme işlemi için ticari veya bilimsel GNSS değerlendirme yazılımına gerek duyulmaması, - Ticari/bilimsel değerlendirme yazılımlarına kıyasla daha basit arayüze sahip olmaları, minimal kullanıcı girdisi ile kullanımlarının kolay olması, - Temel düzeyde GNSS bilgisinin yeterli olması, - Yazılımların genel olarak en son algoritma ve modellemelerle güncel tutulması sebebiyle, kullanıcıların yazılım güncellemelerini takip etme zorunluluğunu ortadan kaldırması, - İnternet bağlantısının olduğu her yerden, ek bir yazılıma ihtiyaç duyulmadan kullanılabilmeleri, - Değerlendirme sonucunda, kullanıcıya detaylı raporlar sunarak sonuçların daha kolay anlaşılmasını sağlamaları, - Değerlendirme süreci otomatik olduğundan sonuçların çok kısa bir sürede ve cm/dm doğrulukta elde edilmesi, - Referans alıcısı ile veri toplama zorunluluğunu ortadan kaldırması nedeniyle arazide ölçme maliyetlerini azaltması, - Ticari/bilimsel yazılımlara kıyasla genel olarak ücretsiz ve sınırsız kullanım olanağı sunmaları.	- Yazılımların sağladığı seçeneklere ek alternatif bir seçenek olmaması ve/veya kısıtlı olması, - Ticari ve bilimsel yazılımların genel olarak sağladığı CAD özellikleri, ağ dengelemesi veya koordinat dönüşümü gibi farklı çözüm seçeneklerin bulunmaması, - İnternet bağlantısının olmaması veya kısıtlı olması durumunda büyük verilerin gönderilmesinde, sonuçların alınmasında gecikme, kesinti gibi sorunların yaşanması, - Sistemlerde güncelleme çalışmaları yapılırken veya herhangi bir sebepten kesintiye uğraması halinde erişimin sağlanamaması, - Kalite kontrol süreçlerinin ve çözüm stratejilerinin farklı olması sebebiyle, aynı verilerin çözümünde birbirinden farklı sonuçların elde edilebilmesi, - Bazı durumlarda yazılımlardan elde edilen doğruluğun, bilimsel/ticari yazılımlarla elde edilen doğrulukla eşleşmemesi.

Bu avantaj ve dezavantajlar, yazılımların kullanım amacına ve kullanıcıların ihtiyaçlarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Yazılımların sağladığı kolaylık GNSS ölçülerinin değerlendirilmesinde büyük bir avantaj sağlamış ve çeşitli disiplinlerde hızla benimsenmesine olanak tanımıştır.

Söz konusu bu yazılımlar iki farklı yaklaşımla değerlendirme işlemi gerçekleştirmektedir. Bunlardan CSRS-PPP, MagicGNSS, GAPS, APPS, IGN-PPP, IBGE-PPP ve Trimble-RTX gibi yazılımlar PPP tekniğini kullanarak mutlak yöntem ile konum belirlerken; AUSPOS, OPUS ve SCOUT gibi yazılımlar ise bağıl (görelî) yöntemi kullanarak konum belirlemektedir. Değerlendirme sürecinde PPP tekniği ile konum belirleyen web tabanlı yazılımlar IGS başta olmak üzere birçok farklı kurum tarafından üretilen hassas uydu yörünge ve saat bilgilerini kullanmaktadır. Bağıl yöntem ile değerlendirme yapan web tabanlı yazılımlar ise, verinin toplandığı ülkeye bağıl olarak IGS ve/veya Lokal CORS ağlarına ait sabit istasyon noktalarını referans olarak nokta koordinatlarını bu noktalara bağıl olarak değerlendirmektedir (Alkan ve ark., 2017).

Web tabanlı GNSS değerlendirme yazılımlarının; cm/dm doğrulukta konum belirleme imkanı sunması, arazi veya ofis ortamında gerçekleştirilen çalışmalarda kolaylık sağlamaları gibi birçok avantajı dünya genelinde kullanımlarını hızla artırmıştır. Bu yazılımlar, kullanıcı dostu arayüzleri ve erişim kolaylıkları sayesinde farklı alanlarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Web tabanlı GNSS veri değerlendirme yazılımlarının bazı temel özellikleri Çizelge 2.2’ de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Web tabanlı GNSS veri değerlendirme yazılımlarının özellikleri

Servisler	Konumlama Yaklaşımı	Kuruluş	Desteklediği Uydu Verisi
CSRS-PPP	Mutlak	Natural Resources Canada	GPS, GLONASS
MagicGNSS	Mutlak	GMV Innvation Solutions	GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, QZSS
GAPS	Mutlak	University of New Brunswick	GPS, GALILEO, BEIDOU
APPS	Mutlak	Jet Propulsion Laboratory	GPS
Trimble RTX	Mutlak	Trimble	GPS, GLONASS, QZSS, BEIDOU, GALILEO
IBGE-PPP	Mutlak	Natural Resources Canada	GPS, GLONASS
IGN-PPP	Mutlak	Institut National De L’information Geographique et Forestiere	GPS
AUSPOS	Bağıl	Geoscience Australia	GPS
OPUS	Bağıl	American National Geodetic Survey	GPS
SCOUT	Bağıl	Scripps Orbit and Permanent Array Center	GPS

3. MUTLAK KONUMLAMA İLE DEĞERLENDİRME YAPAN WEB TABANLI YAZILIMLAR

Mutlak konum belirleme, tek bir alıcı ile en az dört adet GNSS uydusundan gözlem yapılarak nokta koordinatlarının belirlenmesi işlemidir. Yöntemde, sinyalin uydudan çıkıp alıcıya ulaşana kadar geçen zaman ile ışık hızı çarpılarak uydu alıcı faz merkezleri arasındaki mesafe hesaplanmaktadır (Kahveci ve Yıldız, 2017). Mutlak konum belirleme yöntemi, kullanılan ürünler ve gözlenen ölçü tipine göre SPP (Single Point Positioning) ve PPP olarak birbirlerinden ayrılmaktadır.

SPP tekniği, GNSS ile konum belirleme işleminin en temel ve en basit biçimidir. SPP, tek frekanslı (SF: Single Frequency) bir alıcı ile kod ölçülerinin kullanıldığı mutlak bir gözlem tekniğidir. Kullanıcı bu teknikte basit bir ekipman ile büyük bir çaba sarf etmeden, kolaylıkla konumlama yapabilmektedir. Yöntemde alıcılar tarafından kaydedilen kod ölçüleri kullanılmaktadır ve GNSS' deki temel hata kaynakları nedeniyle elde edilen konum doğruluğu metre seviyesindedir. Cep telefonları, el GPS' leri gibi tek frekanslı alıcılar bu esasa göre konumlandırma yapmaktadır (Öcalan, 2015).

PPP tekniği, tek bir GNSS alıcısı ile uydu yörünge ve saat düzeltmelerini kullanarak mutlak ve cm/dm doğrulukta konum belirlemeyi sağlayan bir tekniktir. Bu teknik, çift frekanslı GNSS alıcıları ile yapılan kod ve taşıyıcı faz gözlemlerini kullanarak cm/dm seviyesinde konum doğruluğu sağlamaktadır. Ancak bu düzeyde bir doğruluk sağlanabilmesi için birçok hata kaynağının (alıcı saat hatası, troposferik gecikme, uydu anten ofsetleri, taşıyıcı faz etkisi, gelgit etkileri v.b) etkilerinin dikkate alınması ve giderilmesi gerekmektedir. (Gelişkan, 2019).

PPP tekniği kullanılarak yapılan değerlendirmelerde gerekli olan düzeltmeler anlık olarak alınmadığından elde edilen ölçü verileri ham verilerdir. Bu ham verilerin büro hesaplamaları için, işlenmesi ve değerlendirilmesi web tabanlı online PPP değerlendirme yazılımları ile yapılmaktadır.

3.1. CSRS-PPP (Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning)

CSRS-PPP, Geodetic Survey Division of Natural Resources Canada (NRCan) tarafından işletilen web tabanlı bir GNSS değerlendirme yazılımıdır. Yazılımın kullanılabilmesi için ilk önce üye olunması gerekmektedir. 2003 yılında kullanıma sunulmuş olan yazılım, tüm dünyadaki kullanıcılara ücretsiz bir şekilde hizmet vermekte

ve tek/çift frekanslı GNSS gözlemlerini (GPS ve GLONASS), statik veya kinematik olarak PPP tekniği kullanarak değerlendirmektedir. (Alkan ve ark., 2021).

Bu sistemin kullanılabilmesi için kayıt olunması gerekmektedir. Kullanıcı kaydı oluşturma işlemi <https://webapp.csrscs-nrcan-rncan.gc.ca/geod/account-compte/register-appliquer.php> adresinden yapılmaktadır. Şekil 3.1’ de görülen ara yüzden üyelik işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Programın giriş ekranı Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Yazılıma kayıt olunup giriş yapıldıktan sonra Şekil 3.3’ de görülen veri giriş ekranı açılmaktadır. Veri giriş ekranında sonuçların gönderileceği mail adresinin girilmesi gerekmektedir. ‘Processing mode’ kısmından, tek veya çift frekanslı gözlem dosyalarının statik veya kinematik modda değerlendirilmesi için seçim yapılmaktadır. Ayrıca yazılımın kullanıcı arayüzünden referans sistemi NAD83 (North American Datum) veya ITRF olarak da seçilebilmektedir.

NAD83 datumu seçilmiş olunursa epok seçimi ve Vertical (düşey) Datum seçimi de yapılması gerekmektedir. ITRF datumu seçilmiş olunursa GPS verisinde olduğu gibi ölçü epoğunda çözümleme yaptığı için epok seçimi yapılması gerekmemektedir. Dosya seç butonu ile ilgili RINEX gözlem verisi dosyası (.zip, .gz, .Z, .tar, .??O formatlarında) seçilerek koordinatlar değerlendirilmesi için gönderilmektedir. Sonuçlar görsel çıktılar ve genişletilmiş analiz raporları ile birlikte kullanıcılara e-posta yoluyla iletilmektedir (Bülbül, 2023).

Create an account

Required fields are marked with a *

Email *

Password(between 5 and 32 characters) *

Confirm password *

Organization Type *

Country or Territory *

Province (Canada only)

This information is used by the Canadian Geodetic Survey to administer the website and fulfill visitor requests.

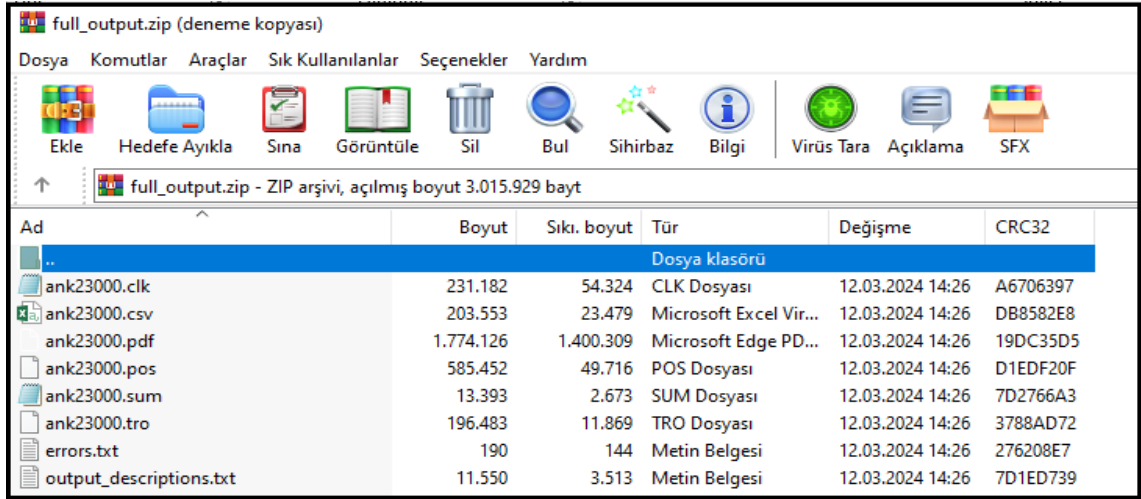
Submit

Şekil 3.1. CSRS-PPP kullanıcı kaydı oluşturma

Şekil 3.2. CSRS-PPP sisteme giriş ekranı

Şekil 3.3. CSRS-PPP veri giriş ekranı

CSRS-PPP yazılımında değerlendirilen koordinatlara ait sonuç dosyası Şekil 3.4’ de görülmektedir. Şekil 3.4’ de görülen .clk uzantılı dosyada anten ve saat bilgileri, .csv uzantılı dosyada her bir epok için saat ve konum bilgileri, .pos uzantılı dosyada her bir epok için konumlama bilgisi (başlangıç epoğundan bitiş epoğuna kadar, sırasıyla ilgili enlem ve boylam farkları, bunlara ait ortalama hatalar v.b), .tro uzantılı dosyada her bir epok için troposfer ve zenit gecikme parametreleri, .sum uzantılı dosyada ise özet ve sonuç dosyaları yer almaktadır (Bülbül, 2023).



Şekil 3.4. CSRS-PPP sonuç dosyası

.sum uzantılı dosyada özetle aşağıdaki bilgiler verilmektedir:

- İlk bölüm, değerlendirme aşamasında kullanılan giriş, çıkış ve dosya isimlerini içeren bir özet dosyasıdır.
- İkinci bölüm, değerlendirmede kullanılan veriler ve parametreler hakkındaki bilgileri içerir. Bunlar; (a) faz sıçraması, (b) uydu anten faz merkezi kayıklıkları, (c) kullanıcı anteni faz merkezi kayıklığı, (ç) ITRF ve NAD83 datumları arasındaki dönüşüm parametreleri, (d) okyanus yüklemesi katsayıları ve (e) meteorolojik veriler bulunur.
- Üçüncü bölümde, (a) değerlendirme seçenekleri (b) oturum bilgileri (c) koordinat tahminleri (ç) koordinat farkları (d) alıcı saat tahminleri ve (e) gözlem kalıntıları raporlanır (Alçay, 2016).

Şekil 3.4' de görülen output tanım dosyası (Şekil 3.5) açıldığında ise hangi dosyanın içinde ne tür bilgileri barındırdığı bilgisine ulaşılabilir.

```

output_descriptions.txt - Not Defteri
Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım
service.
*****
*****/

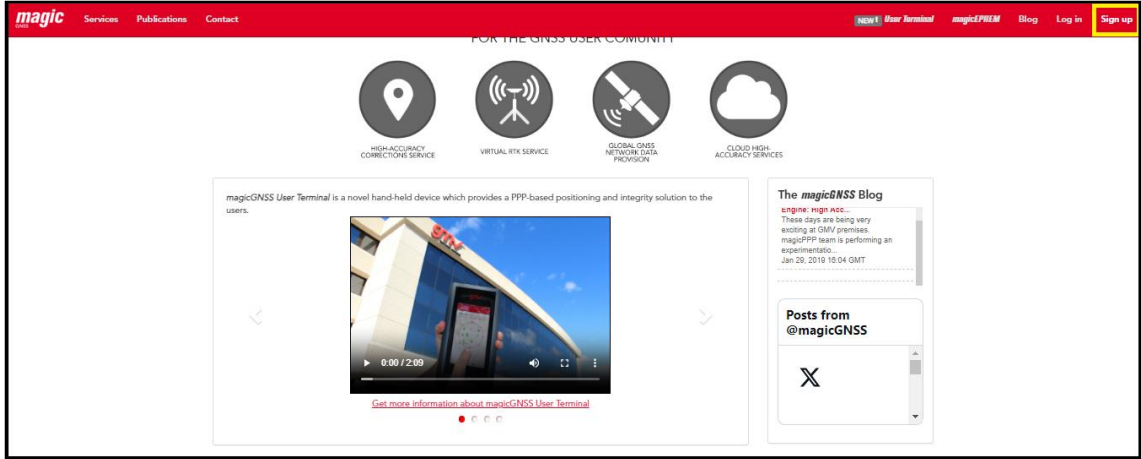
*****
* -- This file describes the contents of CSRS-PPP outputs. *
* *
* 1- SUM file : Contains the parameters and the results of the PPP *
* processing. *
* *
* 2- POS file : Contains the positioning information for each epoch *
* processed. *
* *
* 3- CSV file : A comma-separated (.csv) format text file containing *
* the positioning and clock information for each epoch *
* processed. *
* *
* 4- TRO file : Contains dry and wet zenith path delay and tropospheric *
* gradient for each epoch processed. *
* *
* 5- CLK file : A RINEX_CLOCK format file containing the receiver clock offset *
* and the clock offset sigma (95%) for each epoch processed. *
* *
* Note: For more CSRS-PPP documentation and for PDF report description, *
* please visit: https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php *
*****
/*****

```

Şekil 3.5. CSRS-PPP output tanım dosyası

3.2. MagicGNSS

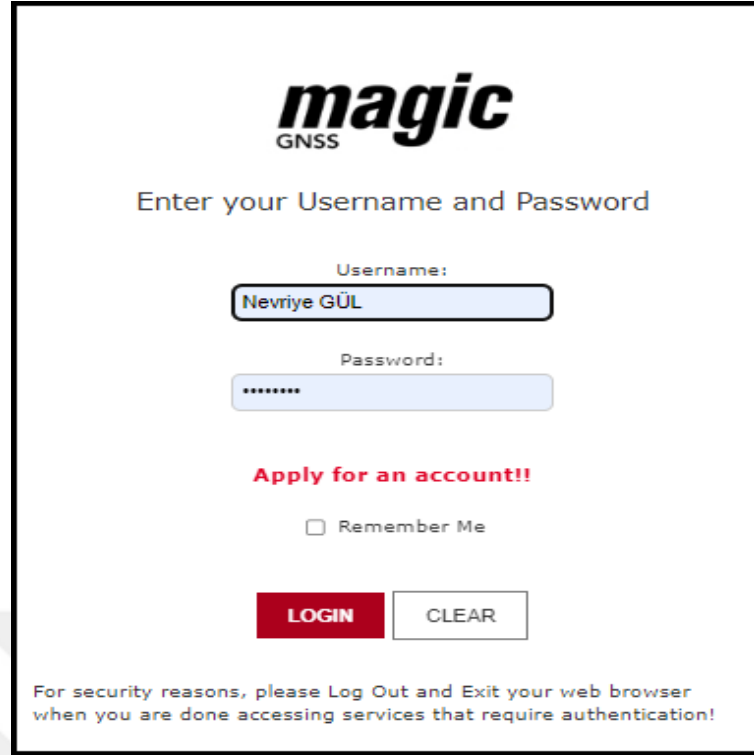
MagicGNSS, İspanya menşeli GMV Aerospace and Defense Company tarafından geliştirilmiş ve 2008 yılında kullanıma sunulmuş bir web tabanlı GNSS değerlendirme yazılımıdır. Yazılım farklı kullanıcı gereksinimlerini karşılayacak şekilde ücretli ve ücretsiz seçenekler sunmaktadır. Kullanıcılar, ücretsiz olan kısmında sadece GPS ve GLONASS verileri değerlendirilebilirken, belirli ücret karşılığında ise GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou ve QZSS uydu sistemlerinden alınan verileri de değerlendirebilmektedir. Yazılım, RINEX 2.xx ve 3.xx formatlarındaki GNSS verilerini desteklemektedir. Statik ve kinematik değerlendirme seçenekleri sunan yazılımda, gönderilen çift frekanslı GNSS verilerini değerlendirmek için, IGS ve GMV' nin ürettiği uydu yörünge ve saat ürünleri kullanılmaktadır. Veri değerlendirme işleminin ardından PPP koordinatları gibi pek çok istatistiksel bilgiyi içeren rapor ve grafikler, e-posta yoluyla kullanıcılara kısa bir sürede gönderilmektedir (Alkan ve ark., 2021). Servisin web sayfasına <https://magicgnss.gmv.com/> adresinden erişim mümkündür (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. MagicGNSS web sayfası

Şekil 3.6’ da “Sign up” butonu tıklandıktan sonra Şekil 3.7’ deki kullanıcı kaydı oluşturma ekranı açılır. İstenen bilgiler (oluşturulacak kullanıcı adı, şifre, şifreyi doğrulama, isim, firma adı/okul adı, telefon, ülke, e-posta adresi) girildikten sonra ekranın alt bölümündeki “Sign up” butonu tıklanır ve seçilen e-posta adresine gelen mail aracılığıyla üyelik doğrulaması yapılır. Üyelik doğrulaması yapıldıktan sonra Şekil 3.6’ daki ekrandan “Log in” butonuna tıklandığında Şekil 3.8’ deki sisteme giriş ekranı görüntülenir.

Şekil 3.7. MagicGNSS kullanıcı kaydı oluşturma



magic
GNSS

Enter your Username and Password

Username:
Nevriye GÜL

Password:

Apply for an account!!

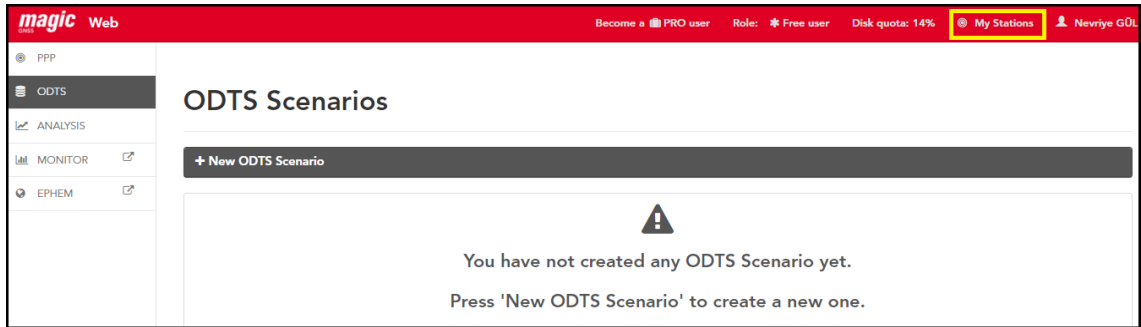
☐ Remember Me

LOGIN **CLEAR**

For security reasons, please Log Out and Exit your web browser when you are done accessing services that require authentication!

Şekil 3.8. MagicGNSS sisteme giriş ekranı

Yazılıma kayıt olunup giriş yapıldıktan sonra Şekil 3.9’ da gösterilen “My Stations” butonuna tıklanarak Şekil 3.10’ daki veri giriş ekranı görüntülenir.



magic Web

Become a PRO user Role: Free user Disk quota: 14% **My Stations** Nevriye GÜL

PPP

ODTS

ANALYSIS

MONITOR

EPHEM

ODTS Scenarios

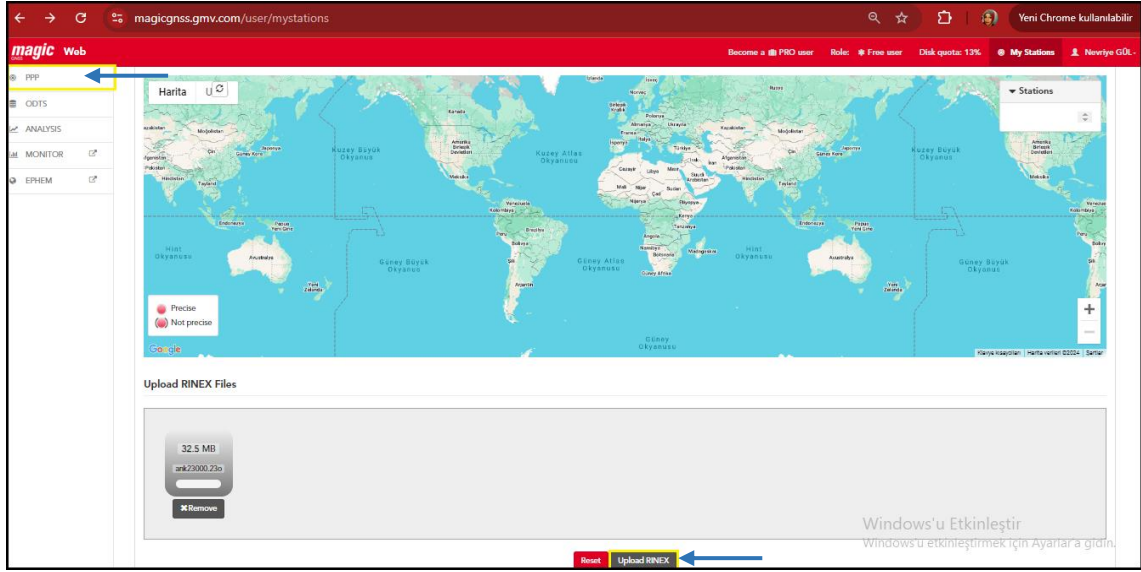
+ New ODTS Scenario

!

You have not created any ODTS Scenario yet.

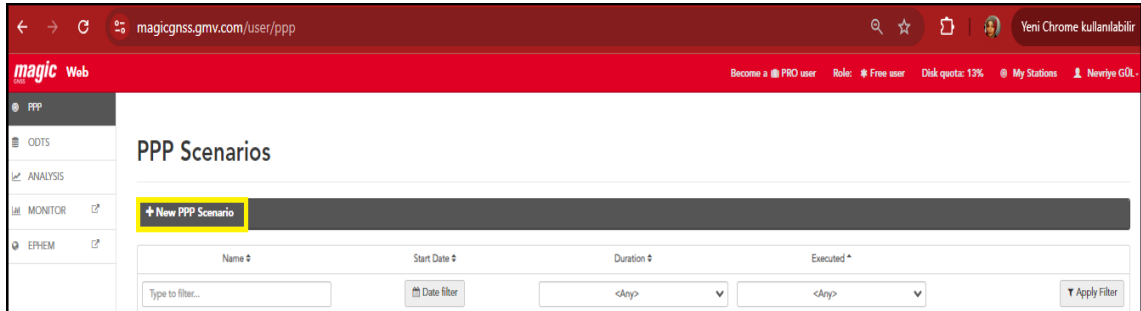
Press 'New ODTS Scenario' to create a new one.

Şekil 3.9. MagicGNSS kullanıcı girişi



Şekil 3.10. MagicGNSS veri giriş ekranı

Şekil 3.10’ da ilgili RINEX dosyasının seçimi yapılır. Haritada istasyonun yaklaşık konumu gösterilince “Upload RINEX” butonuna tıklanarak veri yükleme işlemi gerçekleştirildikten sonra “PPP” butonunu tıklanarak Şekil 3.11’ deki senaryo oluşturma ekranı açılır. Şekil 3.11’ de sarı kutucukla gösterilen “New PPP Scenario” butonu tıklandığında veri işleme ayarları penceresi açılır.



Şekil 3.11. MagicGNSS senaryo oluşturma ekranı

Şekil 3.12’ de “Start Date” kısmına işlenecek verinin tarihi girilir. “PPP Mode” kısmından verinin statik ya da kinematik yöntemle toplanmış olmasına göre uygun seçim yapılır. “Constellations” kısmından çözümde kullanılacak uydu sistemlerinin seçimi yapılır. Son olarak “Products” kısmından ise “IGS rapid” veya “GMV rapid” seçeneği işaretlendikten sonra “Save&Next” butonuna tıklanır.

PPP Scenario: "22/10/2024 14:24:12"

Definition	Stations	Settings
Name	22/10/2024 14:24:12	
Description		
Start Date	27/10/2023 00:00:00	DOY 300
Duration	1 day	
PPP Mode	☒ Static ☐ Kinematic	
Constellations	☒ GPS ☒ GLONASS	
Products	From product source IGS Rapid	From ODIS Scenario [Empty]
Return		Save & Next

Şekil 3.12. Veri işleme parametrelerinin ayarlanması

Veri işleme parametreleri ayarlandıktan sonra açılan pencerede (Şekil 3.13) verileri işlenecek olan istasyonlar seçilir ve “Save & Next” butonuna tıklanarak devam edilir. Şekil 3.14’ de “Data Sampling Rate” kısmından RINEX verisinin kayıt aralığı seçilir ve “Process” butonuna tıklandığında veriler işlenmeye başlanır.

PPP Scenario: "22/10/2024 14:37:28"

Definition	Stations	Settings
My Stations ☒ Type to filter... ank2 ☒ Public Stations	Number of Rines: 1 Number of Stations: 1 Harita Uydur Selected Not selected	Discard & Previous Save & Next

Şekil 3.13. Verisi işlenecek olan istasyonların seçimi

PPP Scenario: "22/10/2024 14:37:28"

Definition Stations Settings

Data Sampling Rate: 30 sec

Minimum Elevation Angle (deg):

Number of Iterations:

Update my station coordinates: ☐

Discard & Previous Process

Şekil 3.14. Veri işleme parametrelerinin ayarlanması

PPP Scenarios

+ New PPP Scenario

Name	Start Date	Duration	Executed	
22/10/2024 14:37:28	27/10/2023 00:00:00	1 day	✓ 0	Download
25/04/2024 19:29:18	29/10/2023 00:00:00	1 day	✓ 0	Download
25/04/2024 19:21:41	29/10/2023 00:00:00	1 day	✓ 0	Download
25/04/2024 19:19:21	29/10/2023 00:00:00	1 day	✓ 0	Download
25/04/2024 19:14:27	29/10/2023 00:00:00	1 day	✓ 0	Download
25/04/2024 19:11:01	29/10/2023 00:00:00	1 day	✓ 0	Download

Şekil 3.15. Sonuç dosyasının indirilmesi

Veri işleme süreci tamamlandıktan sonra 3.15’ de sarı kutucukla gösterilen butona tıklanarak sonuç dosyası .zip formatında indirilir. MagicGNSS yazılımında değerlendirilen koordinatlara ait sonuç dosyası Şekil 3.16’ da görülmektedir. Şekil 3.16’ da görülen .clk uzantılı dosyada tahmin edilen saat düzeltmeleri, .txt uzantılı dosyada troposferik gecikmeleri, .pdf uzantılı sonuç raporu, .snx uzantılı dosyalarda ise istasyon koordinatlarının ITRF20 ve kendi koordinat sistemi olan ETRS89 (European Terrestrial Reference System)’ da ki koordinat bilgileri yer almaktadır (Bülbül, 2023).

magicgnss_ppp_164807.zip (deneme kopyası)

Dosya Komutlar Araçlar Sık Kullanılanlar Seçenekler Yardım

Ekle Hedefe Ayıkla Sına Görüntüle Sil Bul Sihirbaz Bilgi Virüs Tara Açıklama SFX

magicgnss_ppp_164807.zip - ZIP arşivi, açılmış boyut 660.018 bayt

Ad	Boyut	Sıkı. boyut	Tür	Değişme	CRC32
..			Dosya klasörü		
estimated_station_clocks_164807.clk	228.222	33.031	CLK Dosyası	25.04.2024 16:01	EFB23F2D
estimated_ztd_3010_164807.txt	156.746	15.795	Metin Belgesi	25.04.2024 16:01	47D8D144
ppp_report_164807.pdf	273.130	208.495	Microsoft Edge PD...	25.04.2024 16:01	1C70DB37
station_coords_164807_ETRS89.snx	1.134	313	SNX Dosyası	25.04.2024 16:01	100D8DD0
station_coords_164807_ITRF20.snx	786	302	SNX Dosyası	25.04.2024 16:01	88B734D4

Şekil 3.16. MagicGNSS sonuç dosyası

3.3. APPS (Automatic Precise Positioning Service)

APPS, NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL) tarafından işletilen bir GNSS değerlendirme yazılımıdır. Özellikle hassas konumlama ve GNSS verilerini değerlendirme ihtiyaçlarına yönelik tasarlanmış olan bu yazılım JPL' in bilimsel altyapısını kullanarak yüksek doğruluklu sonuçlar sunmaktadır. APPS, GIPSY 6.4 bilimsel yazılımını kullanarak statik veya kinematik (kayıtlı kullanıcılar için) yöntemlerle GPS uydularından elde edilen çift frekanslı verileri değerlendirerek PPP koordinatlarını hesaplamaktadır. Yazılım, RINEX 2, RINEX 2.11 ve RINEX 3 formatlarındaki GNSS verilerini desteklemektedir. Veriler, (<http://apps.gdgps.net>) web sayfası aracılığıyla sınırlı seçeneklerle veya e-posta/FTP ile gönderilebilmektedir. Değerlendirme yapılırken, JPL tarafından üretilen hassas uydu yörünge ve saat ürünlerinden (real-time, ultra-rapid, rapid ve final) yararlanılmaktadır. Gönderilen veriler ITRF14 ve ITRF20 datumunda hesaplanarak, gerekli olan diğer ek bilgiler ile kullanıcılara iletilmektedir (Alkan ve ark., 2017).

Bu sistemi kullanabilmek için kullanıcı kaydı oluşturulması gerekmektedir. Üyelik kaydı işlemleri <https://pppx.gdgps.net/accountsignup/> adresinden yapılmaktadır. Şekil 3.17' de görülen arayüzden gerekli bilgiler girildikten sonra üyelik kaydı işlemi gerçekleştirilir.

Şekil 3.17. APPS kullanıcı kaydı oluşturma

Programın giriş ekranı Şekil 3.18’ de gösterilmiştir. Yazılıma kayıt olunup giriş yapıldıktan sonra Şekil 3.19’ da sarı kutucuk ile gösterilen “Upload” butonuna tıklandığında veri giriş ekranı açılmaktadır. Veri giriş ekranında; erişimin nasıl olacağı, veri işleme modu (statik veya kinematik), GNSS yörünge ve saat durumu, troposfer modeli, uydu yükseklik açısı, çözünürlük periyodu gibi seçenekleri kullanıcının belirlemesi mümkün olmaktadır.

Şekil 3.18. APPS sisteme giriş ekranı

Şekil 3.19. APPS veri giriş ekranı

Veri işleme süreci tamamlandıktan sonra 3.20’ de kırmızı kutucukla gösterilen butona tıklanarak değerlendiren koordinatlara ait sonuç dosyaları görüntülenir. Sonuç dosyaları .zip formatında indirilir. APPS yazılımında değerlendirilen koordinatlara ait sonuç dosyası Şekil 3.21’ de görülmektedir. Şekil 3.21’ de görülen .tdp ve .gdcov uzantılı dosya smooth yapılmış (yumuşatılmış) final dosyalarını, .txt uzantılı dosya ise özet dosyasını içermektedir (Bülbül, 2023).

How to use APPS	Name	Time	Positioning	Status
Account	ank23000.23o	12 Mart 2024 23:34:42 GMT+3		✓
Under The Hood	miki3020.23o	27 Şubat 2024 18:55:46 GMT+3		✓
Documentation	bor1302s.23o	25 Şubat 2024 14:12:19 GMT+3		✓
Submissions	Name	Time	Positioning	Status
Upload	Showing 1 to 3 of 3 entries			
			Previous	1 Next

Şekil 3.20. Sonuç dosyasının indirilmesi

ank23000.23o_results.tar.gz (deneme kopyası)						
Dosya	Komutlar	Araçlar	Sık Kullanılanlar	Seçenekler	Yardım	
Ekle	Hedefe Ayıkla	Sına	Görüntüle	Sil	Bul	Sihirbaz
					Bilgi	Virüs Tara
ank23000.23o_results.tar.gz\run - TAR+GZIP arşivi, açılmış boyut 1.317.986 bayt						
Ad	Boyut	Sıklı. boyut	Tür	Değişme	CRC32	
..			Dosya klasörü			
smoothFinal.gdcov	292	?	GDCOV Dosyası	12.03.2024 23:35		
detail.json	1.403	?	JSON Dosyası	12.03.2024 23:35		
ANK2.kml	458	?	KML Dosyası	12.03.2024 23:35		
APPS_summary.txt	44.727	?	Metin Belgesi	12.03.2024 23:35		
gd2e_summary.txt	1.026	?	Metin Belgesi	12.03.2024 23:35		
smoothFinal.tdp	1.270.080	?	TDP Dosyası	12.03.2024 23:35		

Şekil 3.21. APPS sonuç dosyası

3.4. Trimble-RTX (CentrePoint RTX Post-Processing)

Trimble-RTX, santimetre seviyesinde konum doğruluğu elde edilmesine imkan sağlayan küresel bir GNSS teknolojisidir. Trimble tarafından geliştirilen bu teknoloji, kullanıcılara tamamen ücretsiz bir şekilde internet erişimi olan her yerden veri değerlendirme hizmeti sunmaktadır.

Yazılım GPS, GLONASS, QZSS, BEIDOU ve GALILEO uydu sistemlerinden alınan verileri değerlendirebilmektedir. Trimble şirketinin geliştirmiş olduğu bu servis, kendilerinin oluşturmuş olduğu 100’ den fazla noktayı kapsayan küresel

bir referans ağ ile desteklenmektedir. Yazılımın desteklediği uydulara ait hassas yörünge ve saat bilgileri de oluşturdukları bu ağ ile elde edilmektedir. Bu uygulama, GNSS gözlem dosyalarını Trimble-RTX yazılımına yüklemeyi ve konumlandırma hesaplamalarını almayı sağlamaktadır.

Koordinat hesaplamaları sonucu elde edilen veriler, 23 Mart 2017 tarihinden önce ITRF2008 datumunda ve 23 Mart 2017 tarihinden sonra ise ITRF2014 datumunda hesaplanmaktadır. Yazılım RINEX 2.x, RINEX 3.x, Trimble T01, T02 ve DAT veri formatlarını desteklemekte ve ayrıca koordinat sistemi ile tektonik plaka seçimini de kullanıcıların tercihine bırakmaktadır. Gözlem dosyalarının seçiminde; veri dosyalarının sadece statik modda olmasına, veri formatının minimum 60 dakika ve maksimum 24 saat olmasına ve ayrıca çift frekanslı pseudorange ve taşıyıcı faz gözlemlerini (L1 ve L2) içermesine dikkat edilmelidir. Kullanıcı gözlem dosyalarını sisteme yükledikten sonra sonuçları içeren raporu kısa bir süre içerisinde e-mail aracılığıyla pdf (Portable Document Format) formatında almaktadır (Pırtı ve Yazıcı, 2022).

Bu sistemi kullanabilmek için ilk olarak kullanıcı kaydı oluşturulması gerekmektedir. Üyelik kaydı işlemleri <https://www.trimblertx.com/Register.aspx> adresinden yapılmaktadır. Şekil 3.22’ de görülen arayüzden gerekli bilgiler girildikten sonra üyelik kaydı işlemi gerçekleştirilir.

Trimble
CenterPoint RTX Post-Processing

Post-Processing Register Support Contact Us

REGISTRATION

Fields marked with * are mandatory:

First name: * Nevriye

Last name: * Gül

Company: *

E-mail address: * nevriye.gul8893@gmail.com

Address line 1: Gülzade

Address line 2: 9

City/Town: Cekmeköy

State/Province/Region: İstanbul

ZIP/Postal Code:

Country: * Turkey

Contact Phone:

Type of organization: * Other

Main Application: Other

Size of the organization: -- Select size of organization --

☐ I would like to receive product updates and promotional materials from Trimble.

Submit

Şekil 3.22. Trimble-RTX kullanıcı kaydı oluşturma

Programın veri giriş ekranı Şekil 3.23’ de gösterilmiştir. Kolay bir kullanıcı arayüzüne sahip olan yazılımda, farklı sistemlerde     mler yapılabilmektedir. Yazılım farklı bir koordinat sistemi ve tektonik plaka seçimi sunmaktadır. Yazılım tektonik plaka seçimini otomatik olarak yaklaşık konuma göre kendi belirlemektedir. Veri giriş ekranından ilgili RINEX dosyasının seçimi yapılp, sonuçların gönderileceği mail adresi girildikten sonra “Process” butonu ile veriler değerlendirilmeye gönderilir. Sonuç dosyası pdf formatında e-mail adresine gelmektedir. Sonuç dosyasında, kullanılan ön bilgiler ve daha sonra da dengeleme sonucunda elde edilen koordinat bilgileri sunulmaktadır (Bülbül, 2023).

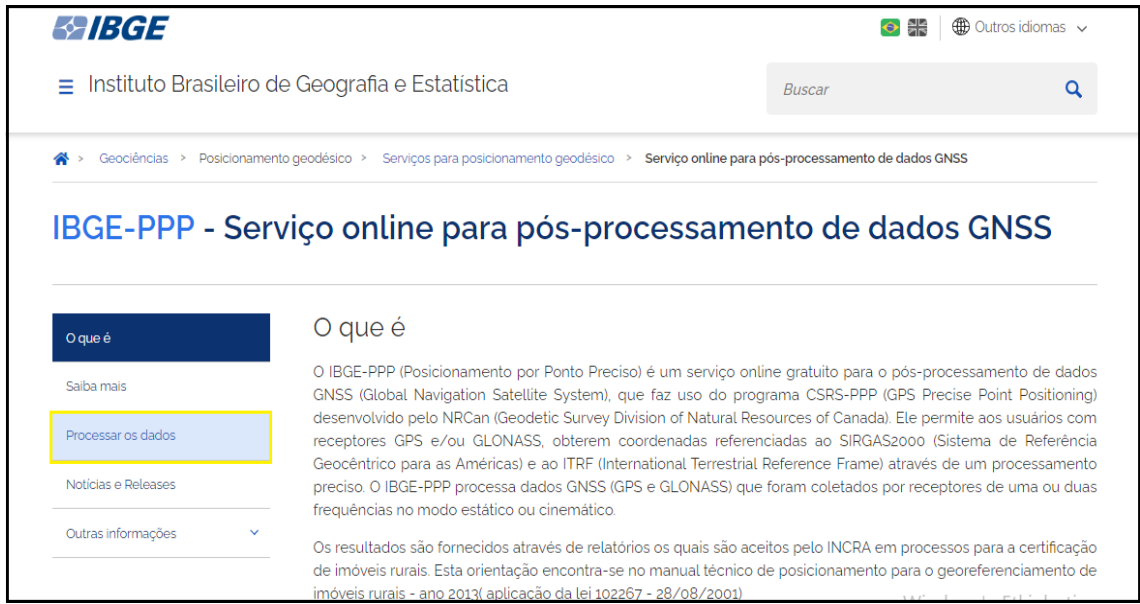
Şekil 3.23. Trimble-RTX veri giriş ekranı

3.5. IBGE-PPP

IBGE-PPP, Natural Resources Canada (NRCan) tarafından geliştirilen CSRS-PPP programını kullanan, GNSS verilerinin sonradan işlenmesi için ücretsiz bir  evrimi i hizmettir. GPS ve/veya GLONASS alıcılarına sahip kullanıcıların, hassas veri işleme yoluyla SIRGAS2000 (Geodetic Reference System for the Americas) ve ITRF referanslı koordinatları elde etmesine olanak tanır. IBGE-PPP, tek veya çift frekanslı alıcılar tarafından statik veya kinematik modda toplanan GNSS verilerini (GPS ve GLONASS) işler. Kullanıcının yalnızca RINEX veya HATANAKA formatındaki gözlem dosyasını, ölçülerin statik veya kinematik modda gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğini, kullanılan antenin modelini, anten yüksekliğini ve geçerli bir e-postayı sağlaması gerekir. İşleme

sonunda, sonuçları içeren dosyaların elde edilebileceği bir bağlantı sağlanacaktır (URL, 6).

Servisin web sayfasına <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html> adresinden erişim mümkündür (Şekil 3.24). Şekil 3.24’ de sarı kutucuk ile gösterilen “Processar os dados” butonu tıklandıktan sonra Şekil 3.25’ deki veri giriş ekranı açılır.



Şekil 3.24. IBGE-PPP web sayfası

Şekil 3.25. IBGE-PPP veri giriş ekranı

Şekil 3.25’ de sarı kutucuk ile gösterilen kısımda ölçüler statik yöntemle toplanmışsa “Estatico”, kinematik yöntemle toplanmışsa “Cinematico” seçeneği işaretlenir. Kırmızı kutucuk ile gösterilen kısımda “Dosya seç” butonuna tıklandıktan sonra açılan pencerede RINEX dosyası seçilerek “Aç” butonuna tıklanır. RINEX dosyasının seçiminde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

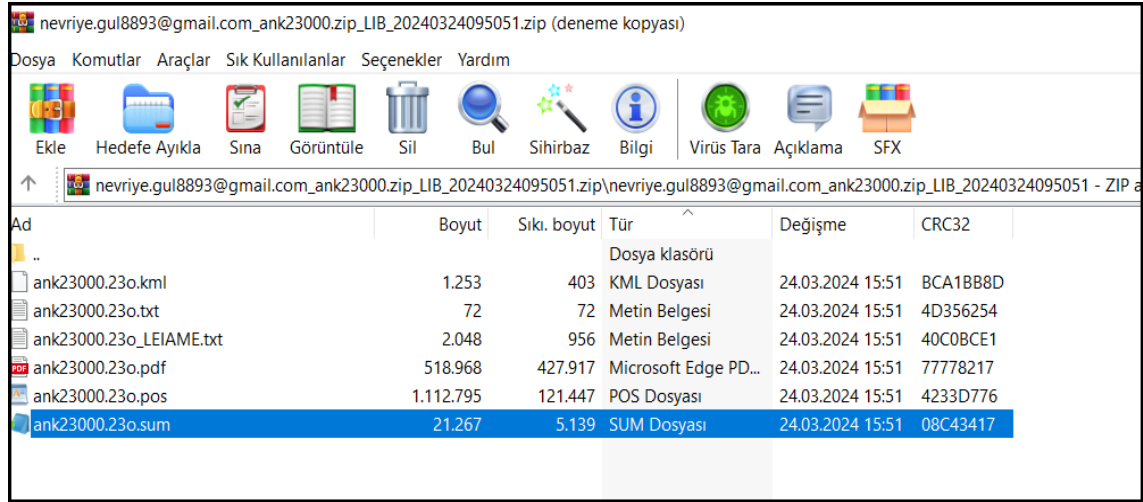
- Dosya uzantıları “.05o a .24o, .05O a .24O, .05d a .24d, .05D a .24D, .obs, .OBS, .zip, .ZIP, .tar, .TAR, .tgz, .TGZ, .gz, .GZ, .rnx, .RNX, .crx, .CRX, .7z, .7Z” olabilir.
- Seçilen dosyanın boyutu 20 mb’ den büyük olmamalıdır.
- Hizmet GPS ve/veya GLONASS gözlemlerini çözümlemeye kullandığı için diğer uydu sistemlerine ait verilerin dosyada bulunmasına gerek yoktur (URL, 7).

Şekil 3.25’ de mavi kutucuk ile gösterilen kısım RINEX dosyası içerisinde anten yüksekliği ve anten modeli bulunmuyorsa veya anten yüksekliği ve anten modeli değiştirilmek isteniyorsa kullanılmalıdır. Eğer bu kısma yeni bir anten yüksekliği girilirse “A altura da antena somente será alterada se esta caixa estiver marcada.” kutucuğunun işaretli olması gerekmektedir. Son olarak yeşil kutucuk ile gösterilen kısma mail adresi girildikten sonra “Processar” butonuna tıklanarak veriler değerlendirilmeye gönderilir. Yazılımda verilerin işlenmesi 4-5 dakika sürebilmektedir. İşlem tamamlandığında “Resultado do processamento” başlığı altında sonuç dosyasını indirmek için Şekil 3.26’ da kırmızı kutucuk ile gösterilen “Download dos resultados” butonuna tıklandığında sonuç dosyaları indirilir.

The screenshot displays the IBGE-PPP web interface. On the left, there is a sidebar with navigation links: "Processar os dados", "Noticias e Releases", "Outras informações", and "Estatísticas de uso". The main content area is titled "Processar os dados" and includes a form for user email, a checkbox for data usage consent, and a "Nota" (Note) about processing time. Below the form are buttons for "Processar" and "Limpar Dados". The "Resultado do processamento" section shows a log of the processing steps, including file upload, processing initiation, antenna verification, and successful completion. At the bottom of this section, a red box highlights the "Download dos resultados" button.

Şekil 3.26. IBGE-PPP sonuçların indirilmesi

IBGE-PPP yazılımında değerlendirilen koordinatlara ait sonuç dosyası Şekil 3.27’ de görülmektedir. Şekil 3.27’ de görülen .pos uzantılı dosyada her bir epok için konumlama bilgisi (başlangıç epoğundan bitiş epoğuna kadar, sırasıyla ilgili enlem ve boylam farkları, bunlara ait ortalama hatalar v.b), .sum uzantılı dosya ise özet dosyasını içermektedir.



Şekil 3.27. IBGE-PPP sonuç dosyası

3.6. IGN-PPP (Institut Geographique National-PPP)

Institut National De L’information Geographique et Forestiere tarafından hizmete sunulmuş online GNSS PPP servisi. IGN-PPP, dünyanın herhangi bir yerinden statik veya kinematik gözlemler için yalnızca çift frekanslı GPS verilerini işleyebilmektedir (Diouf ve ark, 2023). Servisin web sayfasına https://rgp.ign.fr/SERVICES/ppp_online.php adresinden erişim mümkündür. Programın veri giriş ekranı Şekil 3.28’ de gösterilmiştir. Veri giriş ekranından ilgili RINEX dosyasının seçimi yapılır. RINEX dosyasının seçiminde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Dosya adı uzantıları Zip sıkıştırılmalı (.yzo.zip) Rinex 2 formatı (.yzo) veya Hatanaka (.yyd) veya Hatanaka+Z (.yyd.Z) veya Hatanaka+gz (.yyd.gz) olmalıdır. 2022 ve sonrası için: Tek sıkıştırılmalı (.crx) veya çift sıkıştırılmalı (.crx.gz) Rinex 3 formatı (.rnx) olmalıdır.
- Gözlem türleri statik veya kinematik çift frekanslı gözlemler olabilir.
- Gözlem süresi minimum 30 dakika olmalıdır (önerilen: 2 saat).
- Maksimum dosya boyutu 50 mb olmalıdır (URL, 8).

Sonuçların gönderileceği mail adresi de girildikten sonra, “Entrez les quatre lettres” kısmına sol taraftaki harfler yazılarak, sarı kutucuk ile gösterilen “ENVOYER LA DEMANDE” butonu tıklanarak veriler değerlendirilmeye gönderilir. Sonuç dosyası .zip formatında e-mail adresine gelmektedir (Şekil 3.29). Sonuç dosyası içerisinde bulunan report.txt isimli dosya özet dosyasını içermektedir.

Avant de soumettre un fichier, veuillez vous assurer qu'il respecte les règles définies dans l'aide sur le service de calcul PPP en ligne, en particulier les éléments suivants :

- Format : format RINEX 2 (.yyz) avec compression zip (.yyz.zip) ou Matanaka (.yyz) ou Matanaka2 (.yyz2) ou Matanaka.gz (.yyz.gz)
- Nouveauté 2022 : format RINEX 3 (.roq) avec simple compression (.crk) ou double compression (.crk.gz)
- Type d'observations : Observations bi-fréquence statiques ou cinématiques
- Temps d'observation : 2h conseillées (minimum 30 min)
- Echantillonnage : 1s conseillée (cinématique) ou inférieure (statique)
- Le nom du fichier ne doit pas contenir d'espace.
- A titre informatif, une évaluation du calcul PPP en statique sur les trois composantes.

Fichiers d'observation au format RINEX :

RINEX : taille maximale : 50 Mo

Adresse Email, où vous sera envoyé le rapport de calcul :

Afin d'éviter les demandes générées par des robots, merci de recopier les quatre lettres de la vignette ci-dessous :

Si vous rencontrez des difficultés pour lire la vignette vous pouvez demander un nouveau jeu de caractères en cliquant sur la double flèche bleue.

 Entrez les quatre lettres :

L'IGN ne serait être tenu pour responsable de toutes conséquences directes ou indirectes liées à l'utilisation des résultats.

L'IGN ne s'engage pas sur un support en cas d'échec du calcul (y compris si ce dernier est dû à un dysfonctionnement du service).

Aide sur le service de calcul PPP en ligne : [ENVOYER LA DEMANDE](#)

Şekil 3.28. IGN-PPP veri giriş ekranı

ank23000_000.tar.gz (deneme kopyası)

Dosya Komutlar Araçlar Sık Kullanılanlar Seçenekler Yardım

Ekle Hedeye Ayıkla Sına Görüntüle Sil Bul Sihirbaz Bilgi Virüs Tara

ank23000_000.tar.gz - TAR+GZIP arşivi, açılmış boyut 1.392.729 bayt

Ad	Boyut	Sıkı. boyut	Tür	Değişme	CRC32
..			Dosya klasörü		
xkinppp_final.kml	106.874	?	KML Dosyası	26.03.2024 17:17	
report.txt	6.930	?	Metin Belgesi	26.03.2024 17:17	
xkinppp_final.txt	429.319	?	Metin Belgesi	26.03.2024 17:17	
h_t.pdf	544.748	?	Microsoft Edge PD...	26.03.2024 17:17	
res.pdf	304.858	?	Microsoft Edge PD...	26.03.2024 17:17	

Şekil 3.29. IGN-PPP sonuç dosyası

4. BAĞIL (GÖRELİ) KONUMLAMA İLE DEĞERLENDİRME YAPAN WEB TABANLI YAZILIMLAR

Bağıl konum belirleme, birden fazla GNSS alıcısının aynı anda yaptığı gözlemleri birleştirerek, alıcılar arasında ortak olan hataların azaltıldığı veya tamamen ortadan kaldırıldığı bir konum belirleme yöntemidir.

Bağıl konum belirleme yönteminin temel amacı, farklı noktalarda aynı anda ölçüm yapan GNSS alıcıları ile elde edilen verilerdeki farkları kullanarak ortaya çıkan hata kaynaklarını minimize etmek veya tamamen ortadan kaldırmaktır. Bu yöntem, GNSS ölçümlerinde yüksek doğruluk sağlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır ve en başarılı doğruluklara da taşıyıcı faz gözlemleriyle ulaşılmaktadır. Bağıl konum belirleme yöntemi ilk etapta, sahada gerçekleştirilen ölçüleri ofis ortamında uygun bir GNSS yazılımı ile değerlendirmek (post-proses) amacıyla tasarlanmış olsa da ilerleyen süreçte bu yöntem özellikle haritacılıkta, yer bilimlerinde ve cm/dm doğruluk gerektiren mühendislik projelerinde etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde, bağıl konum belirleme yöntemi baz uzunluklarının gerçek zamanlı olarak hesaplanmasını sağlayan RTK (Real Time Kinematic) tekniğinin ortaya çıkmasını sağlamıştır (Bilgen, 2017).

4.1. AUSPOS (Australian Online GPS Processing Service)

AUSPOS, Geoscience Australia kuruluşu tarafından geliştirilen, BERNESE v5.2 bilimsel yazılımını kullanarak yüksek doğrulukta konum belirlemeye olanak tanıyan online GPS/GNSS veri işleme yazılımıdır. AUSPOS, hesaplamalarda bağıl yöntemle noktaların konumlarını belirleyebilmek için, ölçüm yapılan noktaya en yakın 15 IGS istasyonunun verilerinden faydalanmakta ve mevcut en güncel IGS ürünlerini de kullanarak değerlendirme yapmaktadır. Yazılımın web sayfasına <https://gnss.ga.gov.au/auspos> adresinden erişim mümkündür. Kullanıcı en basit haliyle RINEX formatındaki veriyi yazılımın veri giriş ekranından ilgili kısma yükleyip, sonuçların gönderileceği geçerli bir e-mail adresi girdikten sonra anten tipi ve yüksekliliğini dilerse manuel dilerse de 'scan' komutuna tıklayarak otomatik bir şekilde sisteme yüklenmesini sağlayarak veri değerlendirme sürecini başlatabilmektedir. Ayrıca kullanıcı veri dosyalarını ftp (file transfer protocol) servisleri aracılığı ile de sisteme yükleyebilmektedir.

AUSPOS yazılımı ile işlenecek verilerin, statik yöntemle ve çift frekanslı GNSS alıcıları tarafından 30 saniye aralıklarla (IGS standardında) toplanmış olması gerekmektedir. Sistem, RINEX formatının yanı sıra başka sıkıştırılmış dosya formatlarını (GZip, Bzip, Zip ve/veya Hatanaka) da desteklemektedir.

AUSPOS, GPS ve GNSS uydularını destekleyen bir servis olduğundan, yalnızca bu sistemlerden elde edilen veriler göz önünde bulundurulmaktadır. Kullanıcı, RINEX formatındaki gözlem dosyasını sisteme yükledikten kısa bir süre sonra (genellikle yaklaşık 10 dakika) değerlendirme sonuçlarını içeren bir rapor e-posta adresine gönderilmektedir. Bu rapor, pdf formatında olup işlenen verilerin analizini ve sonuçlarını içermektedir (Pırtı ve Yazıcı, 2022).

Programın veri giriş ekranı Şekil 4.1’ de gösterilmiştir. Şekil 4.1’ de ‘Load RINEX Files (gözlem dosyası)’ kısmından çözümü yapılacak olan dosya seçildikten sonra ‘Scan’ denildiğinde anten tipi ve anten yüksekliği otomatik olarak gelmektedir. Sonuçların gönderileceği mail adresi de girildikten sonra “Submit” butonu ile veriler değerlendirilmeye gönderilir. Sonuç dosyası pdf formatında e-mail adresine gelmektedir.

Şekil 4.1. AUSPOS veri giriş ekranı

Sonuç pdf dosyası açıldığında ilk sayfada AUSPOS yazılımının tanıtıldığı bölüm gelmektedir. Raporun devamında ise ilgili istasyonun dünya üzerindeki konumu, referans alınan IGS istasyonları, ITRF2014 datumundaki kartezyen ve jeodezik koordinatlar ile hata büyüklükleri hakkında bilgiler bulunmaktadır. Sonuç dosyasında hesaplanmış kartezyen koordinatlara ait kısımda istasyona ait veriler, geri kalanında ise çözümlemede kullanılmış istasyonların verileri yer almaktadır (Bülbül, 2023).

4.2. OPUS (Online Positioning User Service)

OPUS, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) tarafından geliştirilmiş ve National Geodetic Survey (NGS) tarafından işletilen bir GNSS veri işleme yazılımıdır. Yazılım kullanıcılara <https://www.ngs.noaa.gov/OPUS/> web adresinden ücretsiz bir şekilde erişim imkanı sağlamaktadır. Veriler RINEX2, RINEX3, .zip, .gzip ve hatanaka formatında yüklenmektedir. Verinin toplandığı istasyon, ABD dışında bir konumda yer alıyorsa çözüm için en yakın 3 IGS noktası referans olarak kullanılmaktadır. Eğer istasyon ABD içinde ise, çözümlemelerde CORS ağındaki istasyonlar referans olarak tercih edilmektedir. OPUS, gözlem süresine bağlı olarak iki farklı çözüm yöntemi kullanmaktadır. 15 dakika ile 2 saat arasındaki gözlemler için hızlı statik yöntem, 2 ile 48 saat arasındaki gözlemler için ise statik yöntem kullanarak çözüm yapmaktadır (Özdemir, 2022).

Programın veri giriş ekranı Şekil 4.2’ de gösterilmiştir. Oldukça kolay kullanıcı arayüzüne sahip bu serviste kullanıcı veri dosyasını sisteme yükleyip, anten tipi ve yüksekliğini manuel olarak girdikten sonra sonuç dosyasının gönderileceği e-mail adresini de belirtip veri değerlendirme işlemini tamamlamış olmaktadır. Veri yükleme işlemi tamamlandıktan sonra, işlem başarılı bir şekilde gerçekleştirilmişse Şekil 4.3’ de gösterildiği gibi onay ekranı açılmaktadır. Çözüm sonuçlarını içeren rapor ek bir dosya olmadan e-mail adresine gelmektedir. OPUS yazılımında, anten tipinin veya yüksekliğinin yanlış girilmesi, olumsuz atmosferik koşullar sonuçları olumsuz yönde etkilemektedir (Bülbül, 2023).

OPUS: Online Positioning User Service
National Geodetic Survey

[& Imagery](#) [Tools](#) [Surveys](#) [Science & Education](#) [Search](#)

OPUS-S is currently experiencing very high demand. Processing times will be significantly longer than usual.

Upload your data file.
Solve your GPS position & tie it to the National Spatial Reference System.
What is OPUS? FAQs

ank23000.23o
* **data file** of dual-frequency GPS observations. [sample](#)

ZEPHYR 3 GEODETIC
antenna - choosing wrong may degrade your accuracy.

meters above your mark.
antenna height of your antenna's reference point.

* **email address** - your solution will be sent here. [Privacy Act Statement](#)

to **customize** your solution.

for data 15 min. - 2 hrs. for data 2 hrs. - 48 hrs.

[sample solutions](#)

Şekil 4.2. OPUS veri giriş ekranı

OPUS: Online Positioning User Service
National Geodetic Survey

[Data & Imagery](#) [Tools](#) [Surveys](#) [Science & Education](#) [Search](#)

 **Upload successful!**
You will receive an email when processing is complete.

uploaded:		Solving with:	
data file	ank23000.23o	solution format	Standard
converted to	ank2300a.23o (RINEX format)	base sta. used	--
antenna	TRM115000.00 NONE	base sta. excluded	--
antenna height	0.042 meters	state plane zone	--
email address	nevriye.gul8893@gmail.com		
processor	Static	project ID	--

Thank you for using OPUS!

Şekil 4.3. OPUS veri yükleme onay ekranı

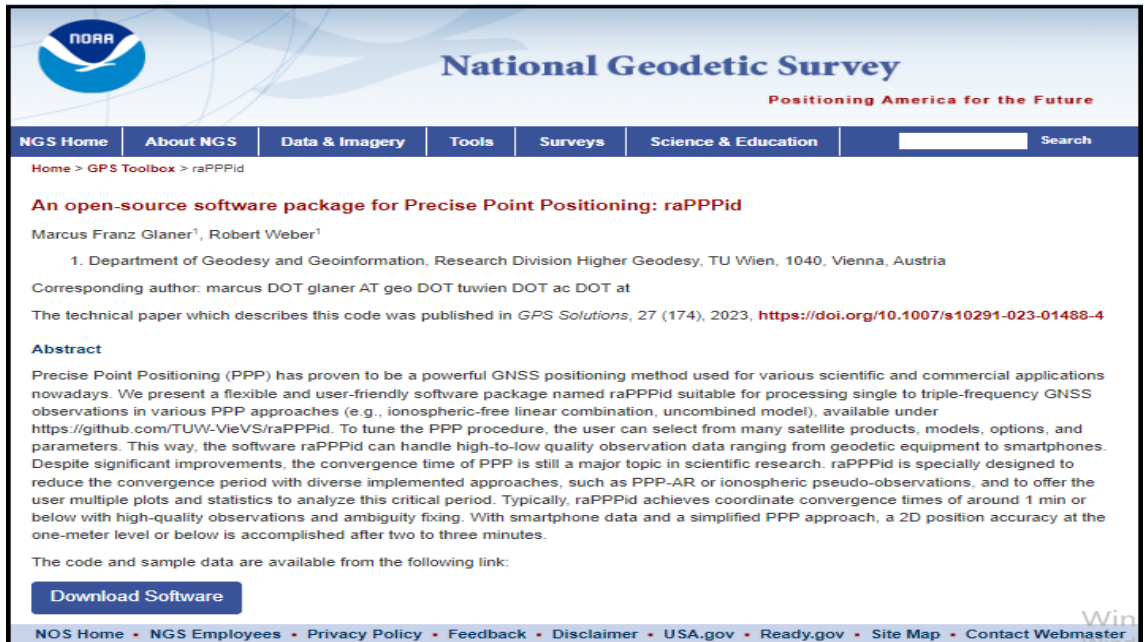
5. AÇIK KAYNAK KODLU YAZILIMLAR

Açık kaynak kodlu yazılımlara raPPPid ve PPPH örnek olarak gösterilebilir. Bu yazılımlar matris tabanlı olduğu için MATLAB programlama dilindedir. raPPPid yazılımı Marcus Franz Glaner tarafından, PPPH yazılımı ise Berkay Bahadur ve Metin Nohutcu tarafından geliştirilmiştir. Her iki yazılım da GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou uydu sistemlerini desteklemektedir.

5.1. raPPPid

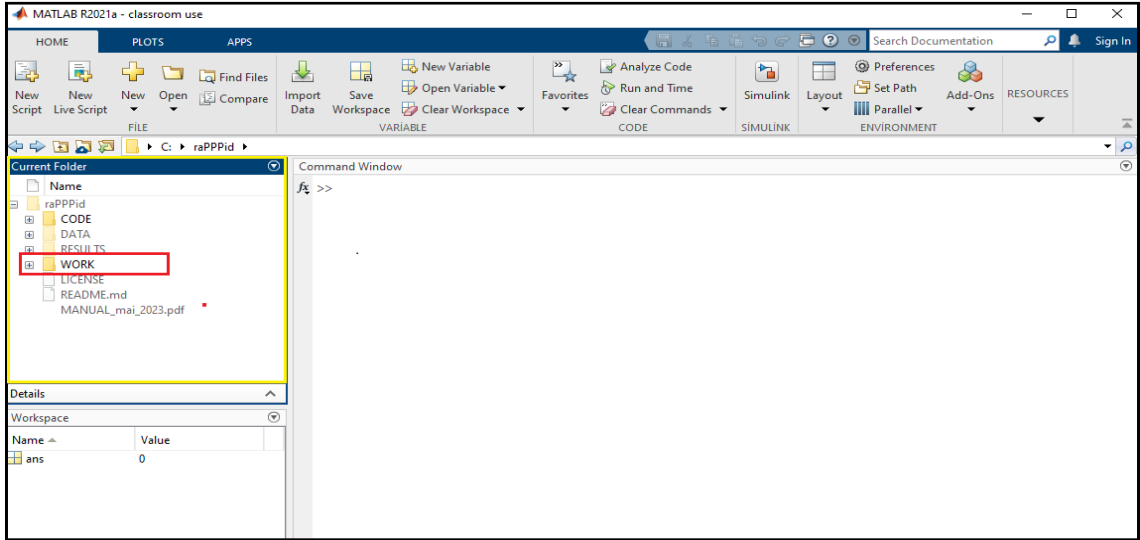
raPPPid, Marcus Franz Glaner (TU Wien, Yüksek Jeodezi) tarafından geliştirilmiş, açık kaynak kodlu bir yazılımdır. Çeşitli PPP yaklaşımlarında tek ila üç frekanslı GNSS gözlemlerini işlemek için uygun olan raPPPid kullanıcı dostu bir yazılım paketidir. Kullanıcı, PPP prosedürünü ayarlamak için birçok uydu ürünü, modeli, seçeneği ve parametresi arasından seçim yapabilmektedir. Yazılım bu şekilde, jeodezik ekipmandan akıllı telefonlara kadar değişen yüksek ve düşük kalitedeki gözlem verilerini işleyebilmektedir (Glaner ve Weber, 2023).

Bu yazılımı kullanabilmek için <https://geodesy.noaa.gov/gps-toolbox/rapppid.shtml> web sayfasından (Şekil 5.1) indirilmesi ve bilgisayarda MATLAB programının yüklü olması gerekmektedir.



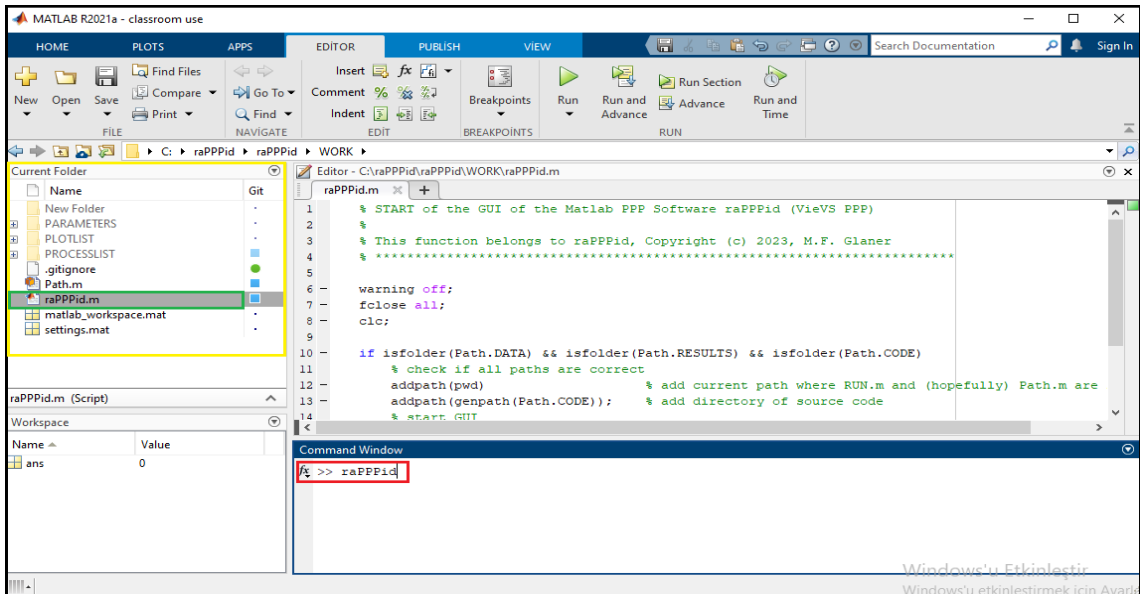
Şekil 5.1. raPPPid programının indirilmesi

MATLAB ana penceresi Şekil 5.2’ de gösterilmiştir. MATLAB ana penceresinde sarı kutucuk ile gösterilen “Current Folder” kısmında bilgisayara indirilmiş olan raPPPid klasörünün içerisindeki dosyalar gösteriliyor olmalıdır. “Current Folder” kısmından “WORK” klasörüne çift tıklanarak klasör açılır.

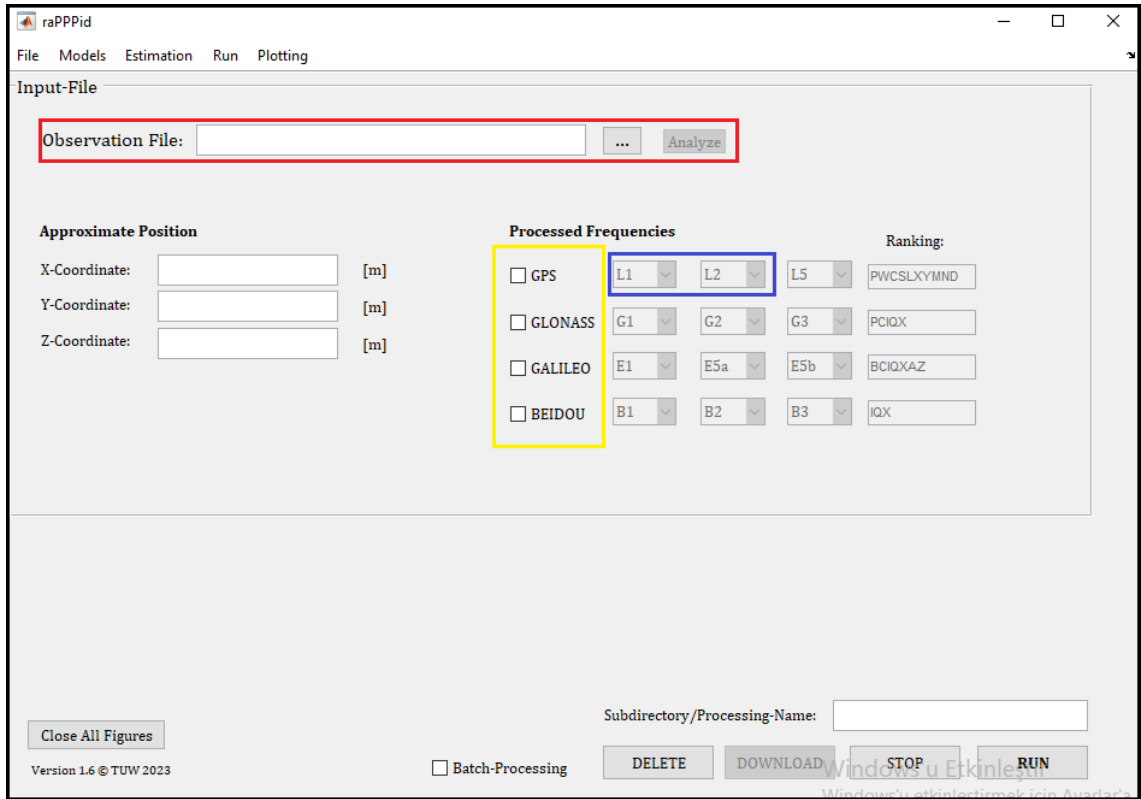


Şekil 5.2. MATLAB ana penceresi

İlgili klasör açıldıktan sonra Şekil 5.3’ de yeşil kutucuk ile gösterilen “RaPPPid.m” işleviyle Graphical User Interface (GUI-Grafik Kullanıcı Arayüzü) başlatılır. “Command Window” penceresine “raPPPid” komutu yazılarak yazılımın kullanıcı arayüzü görüntülenir (Şekil 5.4).



Şekil 5.3. MATLAB grafik kullanıcı arayüzü



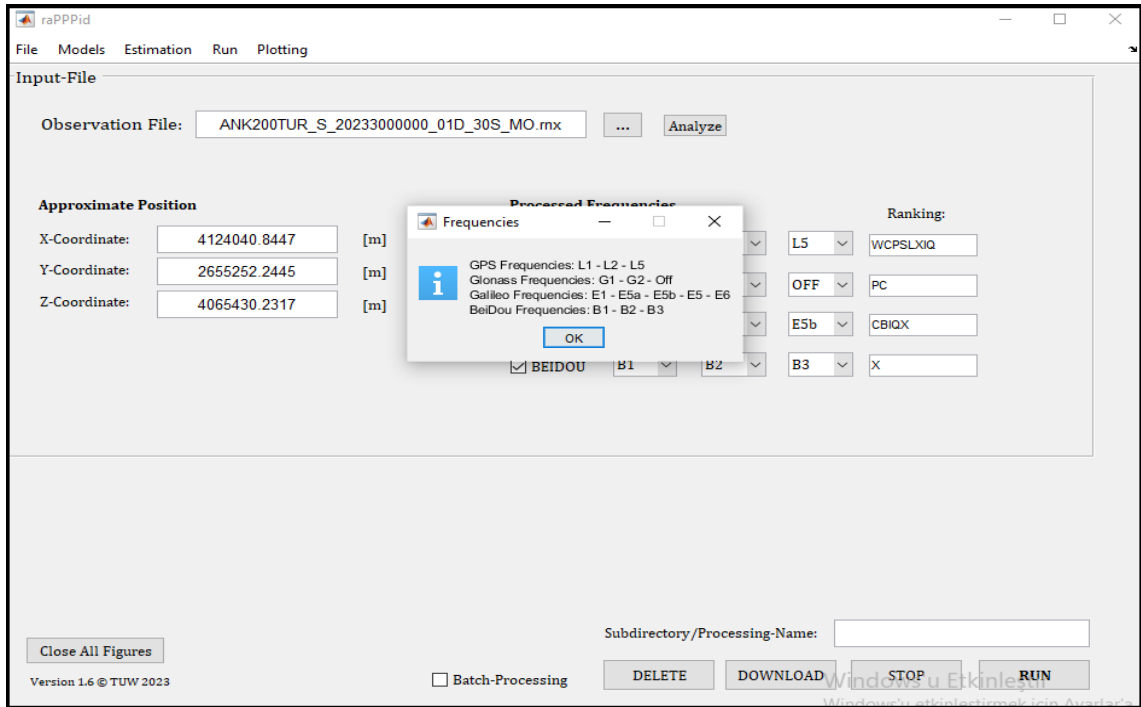
Şekil 5.4. raPPPid kullanıcı arayüzü

raPPPid yazılımı ile çözüm yapabilmesi için Şekil 5.5’ de gösterilen dört farklı dosyanın indirilmesi ve internete bağlı bir bilgisayarın olması gerekmektedir. Şekil 5.5’ de bulunan birinci dosya RINEX gözlem dosyası (.rxn), 2. dosya Wuhan University tarafından üretilen bias dosyası (.BIA), 3. dosya hassas efemeris dosyası (.SP3) ve 4. dosya ise saat dosyasıdır (.CLK).

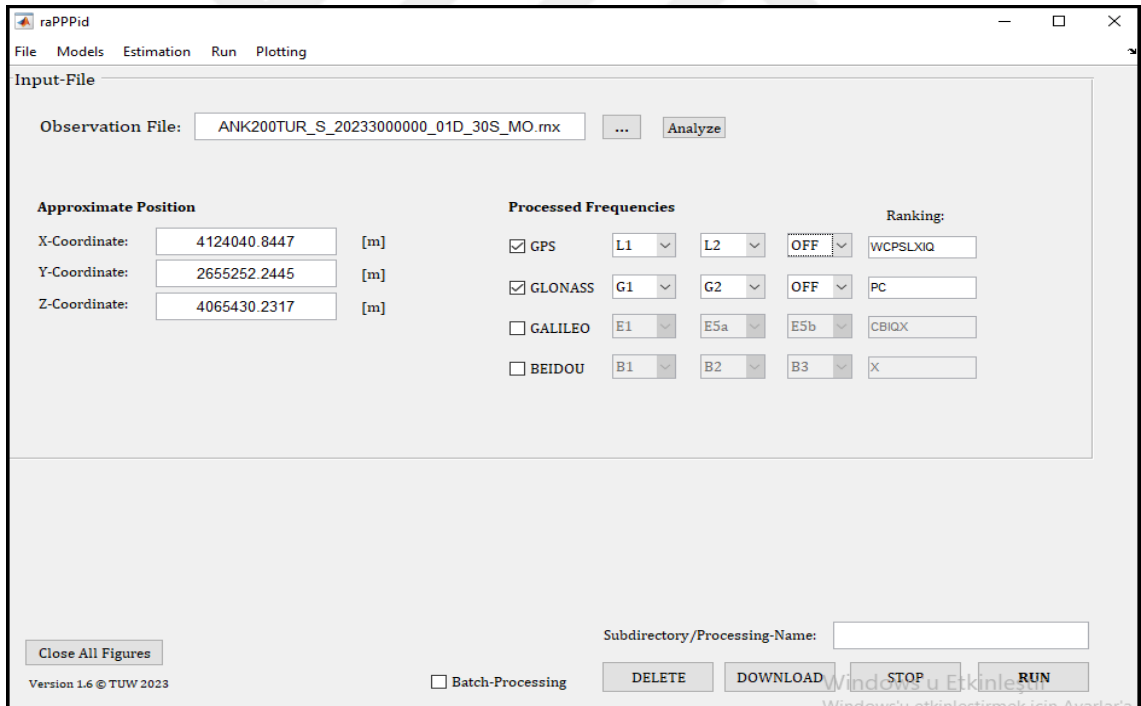
Ad	Değiştirme tarihi	Tür
ANK200TUR_S_20233000000_01D_30S_MO.rnx	17.04.2024 12:38	RNX Dosyası
WUMOMGXFIN_20233000000_01D_01D_05B.BIA	28.10.2023 15:49	BIA Dosyası
WUMOMGXFIN_20233000000_01D_05M_05B.SP3	28.10.2023 15:49	SP3 Dosyası
WUMOMGXFIN_20233000000_01D_30S_CLK.CLK	28.10.2023 15:49	CLK Dosyası

Şekil 5.5. raPPPid yazılımında veri işleme için gerekli dosyalar

Gerekli dosyalar indirildikten sonra Şekil 5.4’ de kırmızı kutucuk ile gösterilen kısımdan çözümü yapılacak RINEX dosyası seçilir. Bu RINEX dosyasının v3 olması tercih edilmelidir. RINEX dosyası seçilince ekran Şekil 5.6’ daki gibi olacaktır. “Ok” butonuna tıklandıktan sonra, Şekil 5.4’ de sarı kutucuk ile gösterilen kısımda GNSS onay kutuları kullanılarak GPS ve GLONASS hariç diğer tüm sistemler devre dışı bırakılır ve yalnızca ilk iki GPS frekansı (L1 ve L2) etkinleştirilir (Şekil 5.7).

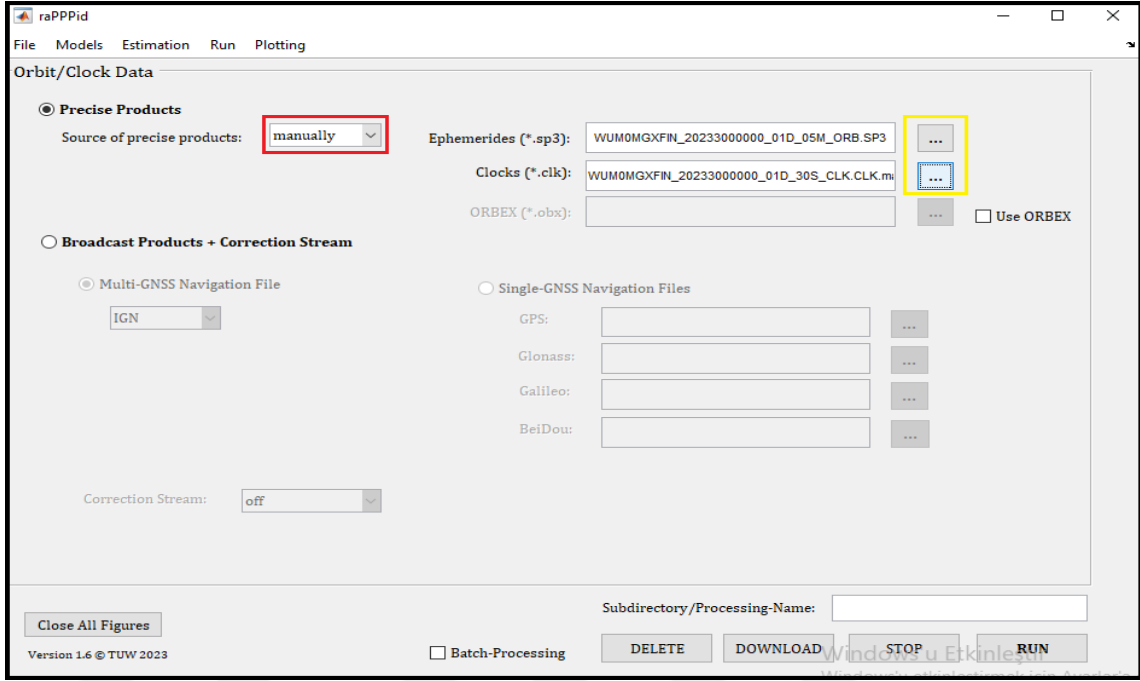


Şekil 5.6. raPPPid yazılımına gözlem dosyasının yüklenmesi



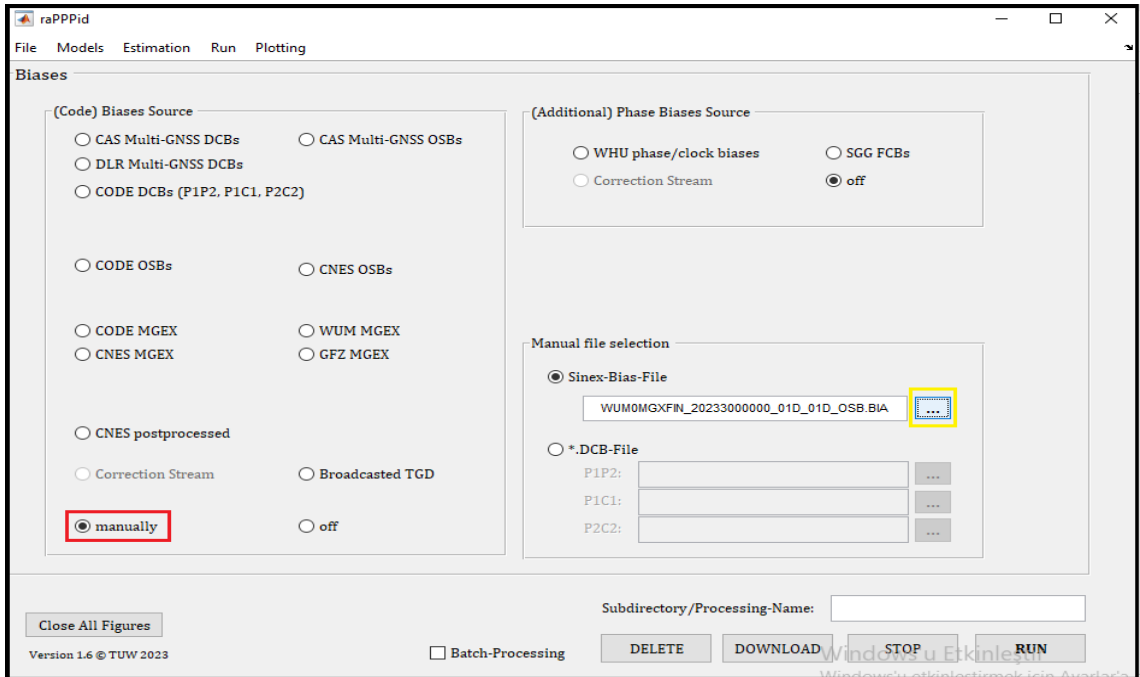
Şekil 5.7. raPPPid yazılımına GNSS onay kutularının seçilmesi

Şekil 5.7’ de sol üst bölümde görülen “Models” sekmesinden “Orbit/Clock Data” menüsüne tıklanarak şekil 5.8’ deki pencere görüntülenir. Şekil 5.8’ de kırmızı kutucuk ile gösterilen kısımdan “manually” seçeneği işaretlenir ve sarı kutucuk ile gösterilen kısımdan ise hassas efemeris ve saat dosyası seçilir.

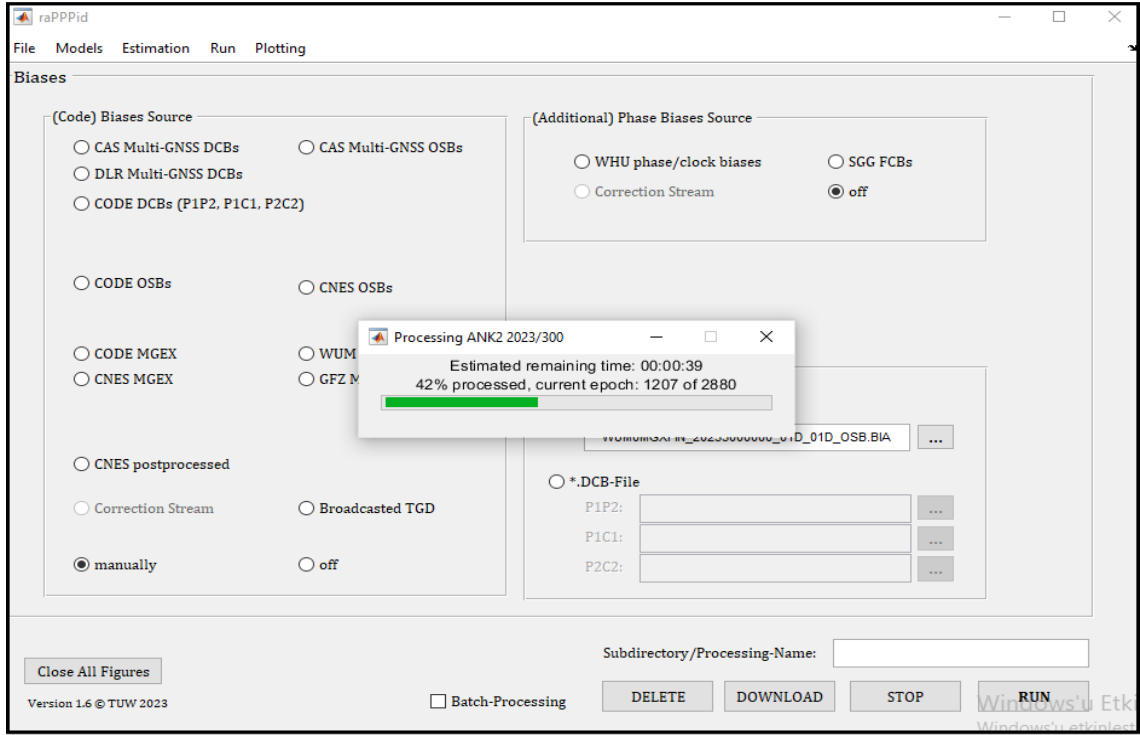


Şekil 5.8. Yörünge ve saat bilgilerinin seçilmesi

Daha sonra “Models” sekmesine gelinerek “Biases” menüsüne tıklanarak Şekil 5.9’ daki pencere görüntülenir. Şekil 5.9’ da kırmızı kutucuk ile gösterilen kısımdan “manually” seçeneği işaretlenir ve sarı kutucuk ile gösterilen kısımdan bias dosyası seçilir. “RUN” butonuna tıklanır ve yazılım internet bağlantısı vasıtası ile gerekli ilave dosyaları da indirdikten sonra verileri çözmeye başlar (Şekil 5.10).

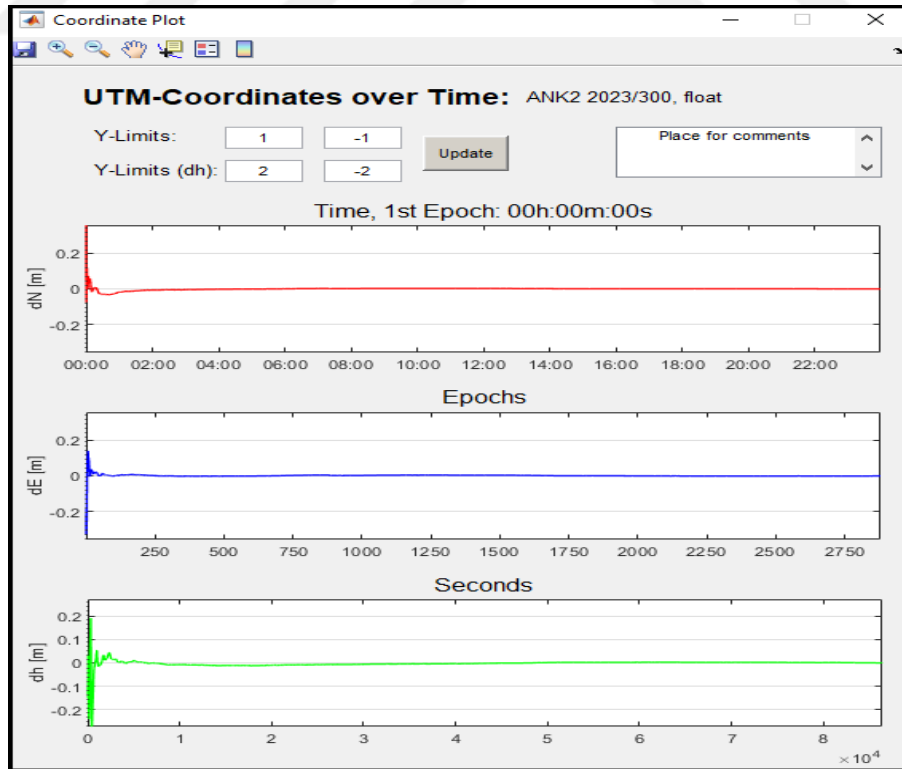


Şekil 5.9. Bias dosyasının seçilmesi



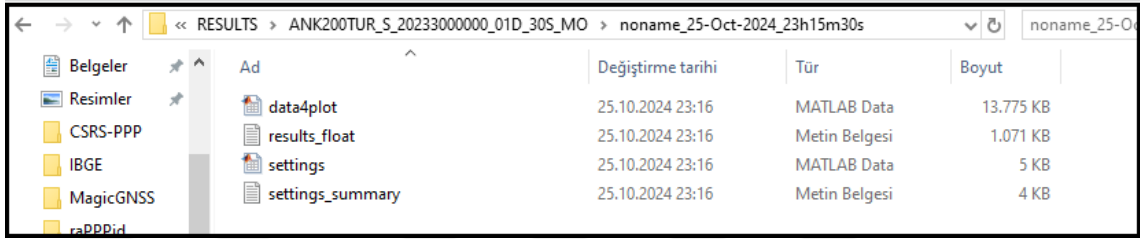
Şekil 5.10. Verilerin çözülmesi

Çözüm tamamlandıktan sonra şekil 5.11’ deki gibi grafikler görüntülenir.



Şekil 5.11. Çözüm sonucu çizilen grafikler

Çizilen grafikler kapatıldıktan sonra, “raPPPid” program klasörü içerisinde “RESULTS” isimli çözüm klasörü açılır. Sonuç dosyası içerisindeki “results_float.txt” isimli dosya özet dosyasını içermektedir. (Şekil 5.12). Elde edilen özet dosyası içerisinde 24 saatlik 30 saniye kayıt aralıklı bir RINEX dosyası için alt alta 2880 tane koordinat bulunmaktadır. Bir güne ait tek bir koordinat elde etmek gerekiyorsa bu dosyadaki koordinatların excel veya farklı bir yazılım yardımıyla ortalaması alınmalı ve 24 saatlik çözüm için tek bir koordinat elde edilmelidir.



Ad	Değiştirme tarihi	Tür	Boyut
data4plot	25.10.2024 23:16	MATLAB Data	13.775 KB
results_float	25.10.2024 23:16	Metin Belgesi	1.071 KB
settings	25.10.2024 23:16	MATLAB Data	5 KB
settings_summary	25.10.2024 23:16	Metin Belgesi	4 KB

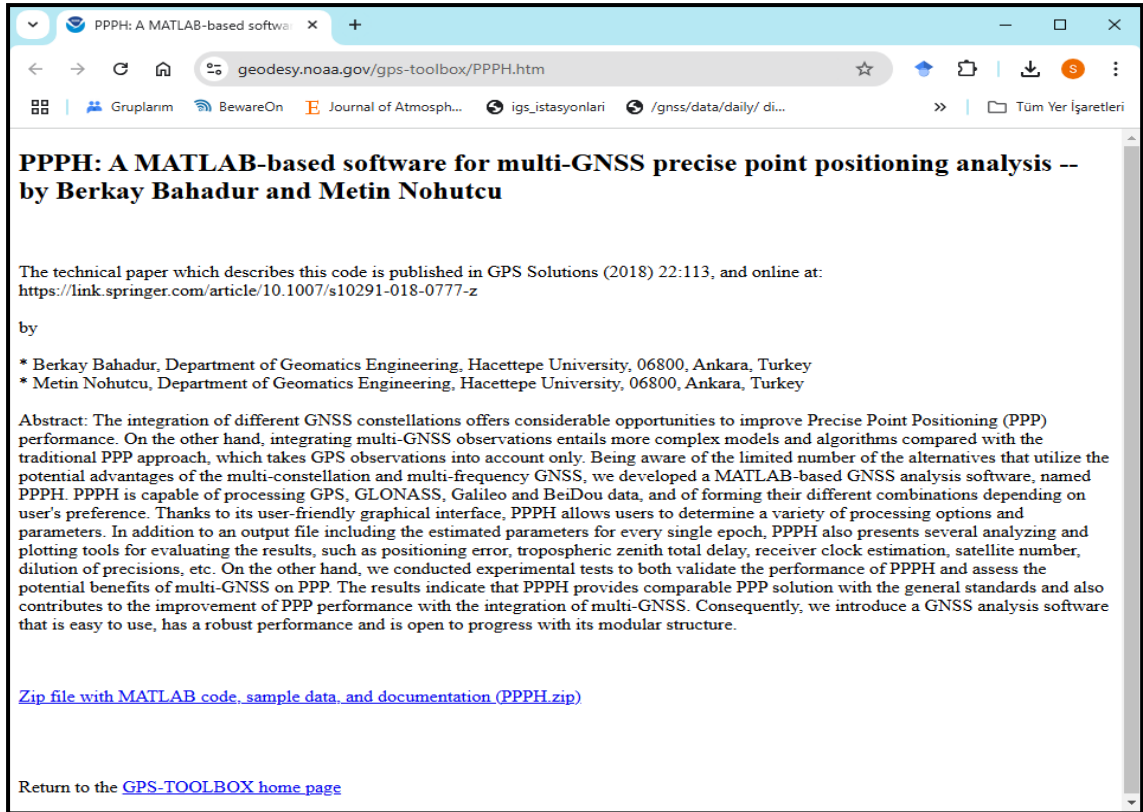
Şekil 5.12. raPPPid sonuç dosyası

5.2. PPPH (A MATLAB-based Software for Multi-GNSS Precise Point Positioning Analysis)

PPPH yazılımı, verileri GPS, GLONASS, Galileo ve BeiDou gibi çoklu-GNSS uydu sistemlerini kullanarak işleyen, kullanıcılara kolaylık sağlayan bir GNSS-PPP yazılımıdır. Yazılım, Duyarlık Kaybı (Dilution of Precision, DOP) adı verilen navigasyon ölçümlerinin konum doğruluğu üzerindeki etkilerini ve uydu geometrisini analiz etmek için kullanılmaktadır.

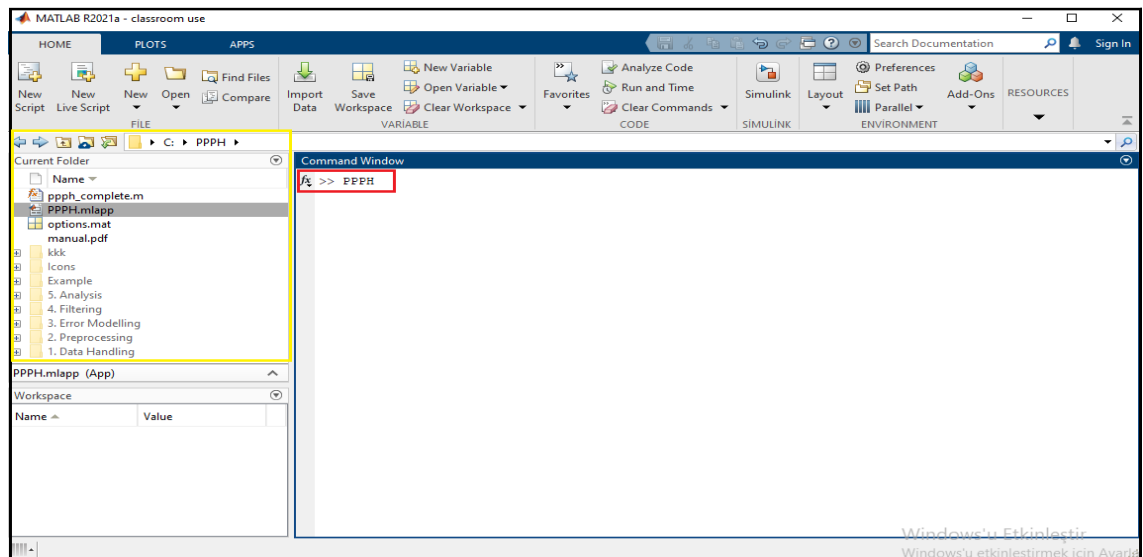
Yazılım, PPP aşamasına yönelik modellemeleri, parametreleri, filtreleri ve bazı seçenekleri kullanıcılara sunmaktadır. Matris tabanlı bir yazılım olduğunu için MATLAB programlama dili kullanılarak geliştirilmiş ve yazılımın kullanılabilmesi için bu programla dili dışında başka bir araç kutusu veya işleve gerek bulunmamaktadır. Yazılımın arayüzünün kolaylıkla okunması ve sorunsuz bir şekilde çalışabilmesi için MATLAB 2016a veya daha yeni bir sürüm kullanılması gerekmektedir (Bahadır, 2018).

Bu yazılımı kullanabilmek için <https://geodesy.noaa.gov/gps-toolbox/PPPH.htm> web sayfasından (Şekil 5.13) indirilmesi ve bilgisayarda MATLAB programının yüklü olması gerekmektedir.

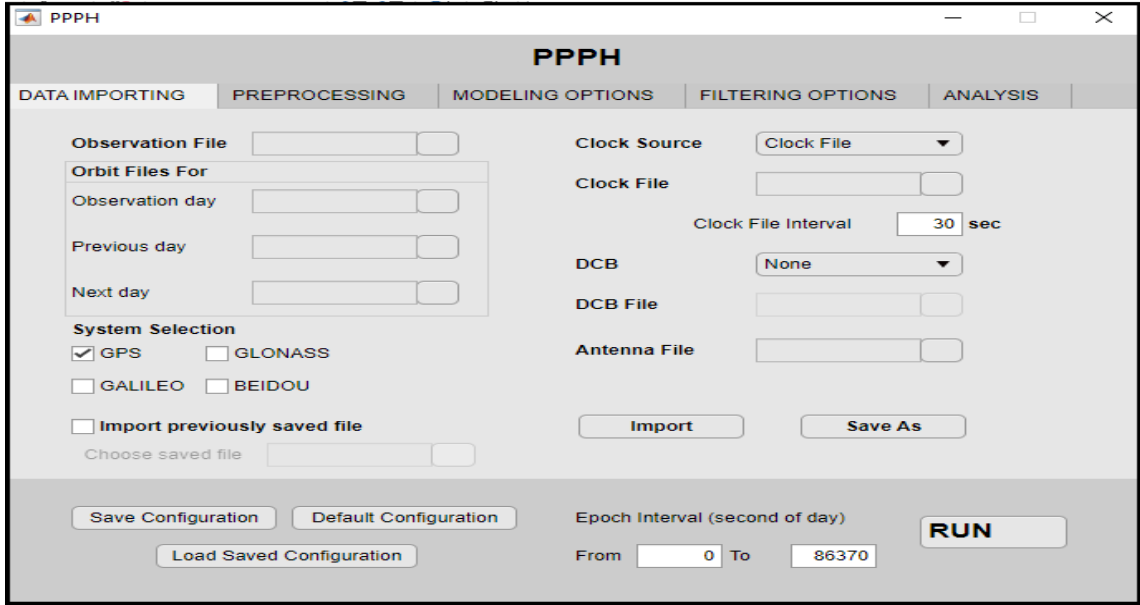


Şekil 5.13. PPPH programının indirilmesi

MATLAB grafik kullanıcı arayüzünü açabilmek için, Şekil 5.14' de sarı kutucuk ile gösterilen “Current Folder” kısmında PPPH’ nin kodlarını içeren klasörün içerisindeki dosyalar gösteriliyor olmalıdır. Grafik kullanıcı arayüzden “Command Window” penceresine “PPPH” komutu yazılarak yazılımın kullanıcı arayüzü görüntülenir (Şekil 5.15).



Şekil 5.14. MATLAB grafik kullanıcı arayüzü



Şekil 5.15. PPPH kullanıcı arayüzü

PPPH, beş ana bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler veri girişi, ön işleme, modelleme seçenekleri, filtreleme seçenekleri ve analiz olarak sıralanmaktadır. İlk dört bileşen, ilgili model ve teoriyi baz alırken, analiz bileşeni elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ve görselleştirilmesi için kullanılmaktadır (Bahadur, 2018).

5.2.1. Data importing (Veri girişi)

PPPH' nin ilk bileşeni olan veri girişi, PPP değerlendirme sürecini yazılım formatında gerçekleştirmeyi sağlar. Bu aşamada, GNSS gözlem dosyaları, hassas yörünge ve saat bilgileri, anten faz düzeltmeleri ve isteğe bağlı olarak diferansiyel kod gözlemleri yazılıma aktarılır. Yazılım standart veri formatlarını desteklemekte olup, RINEX gözlem dosyası (.rxn), yörünge dosyası (.SP3), saat dosyası (.CLK) ve anten dosyası (.ATX) gibi girdilerle çalıştırılır (Bahadur, 2018).

PPPH yazılımı ile çözüm yapılabilmesi için Şekil 5.16' da "Observation File" kısmından çözümü yapılacak RINEX dosyası, "Orbit Files For" kısmından yörünge dosyaları (ölçüm yapılan güne, ölçüm yapılan günden bir önce ve bir sonraki güne), "Clock File" kısmından saat dosyası, "DCB (Differential Code Bias) File" kısmından diferansiyel kod hatası dosyası (kullanıcının tercihinine bağlı olarak) ve son olarak "Antenna File" kısmından anten dosyası seçilir. Değerlendirme işleminde kullanılacak olan veriler ve dosyalar sisteme yüklendikten sonra "Import" seçeneğine tıklanıp, "RUN" düğmesinden çalıştırılıp kaydedilir.

PPPH

DATA IMPORTING PREPROCESSING MODELING OPTIONS FILTERING OPTIONS ANALYSIS

Observation File C:\Users\user\De

Orbit Files For

Observation day C:\Veri 300. gün\

Previous day C:\Veri 300. gün\

Next day C:\Veri 300. gün\

System Selection

☒ GPS ☐ GLONASS

☐ GALILEO ☐ BEIDOU

☐ Import previously saved file

Choose saved file

Clock Source Clock File

Clock File C:\Veri 300. gün\

Clock File Interval 30 sec

DCB None

DCB File

Antenna File C:\Veri 300. gün\

Import Save As

Save Configuration Default Configuration

Load Saved Configuration

Epoch Interval (second of day)

From 0 To 86370

RUN

Şekil 5.16. PPPH Data Importing

5.2.2. Preprocessing (Ön işleme)

Ön işleme sekmesinde yer alan “Elevation Cut-off Angle (uydu yükseklik açısı)” kısmında, 8 derece ve üzerindeki sinyallerin kullanılması sağlanır. Bu nedenle minimum yükseklik açısı 8 derece olarak seçilir. “Processing Mode” kısmından ise ölçüler statik yöntemle toplanmışsa “Static”, kinematik yöntemle toplanmışsa “Kinematic” seçeneği işaretlenir (Şekil 5.17), (Bahadır, 2018).

PPPH

DATA IMPORTING PREPROCESSING MODELING OPTIONS FILTERING OPTIONS ANALYSIS

Elevation Cut-Off Angle 8 degree

Cycle Slip Detection Methods

☒ Melbourne-Wubben Combination

☒ Geometry-Free Combination

Processing Mode

☒ Static

☐ Kinematic

☒ Clock Jump Detection and Repairment

☐ Code Smoothing Using Phase Observations

Save Configuration Default Configuration

Load Saved Configuration

Epoch Interval (second of day)

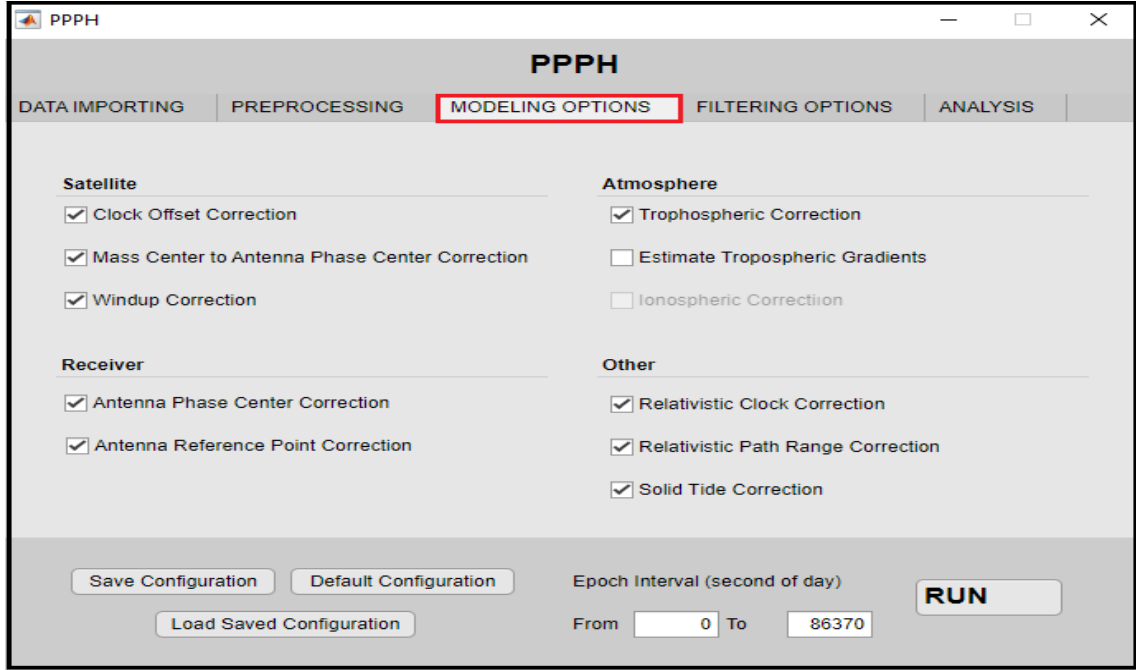
From 0 To 86370

RUN

Şekil 5.17. PPPH Preprocessing

5.2.3. Modeling options (Modelleme seçenekleri)

PPPH yazılımının modelleme bileşeni, hata kaynaklarının modellenmesi ve PPP çözüm sürecine etkilerinin değerlendirilebilmesi için, hangi hata kaynaklarının dikkate alınacağı ve bu hatalardan hangi sonuçların elde edileceğinin belirlendiği bölümdür (Bahadır, 2018). PPPH’ nin modelleme seçenekleri Şekil 5.18’ de gösterilmiştir.



Şekil 5.18. PPPH Modeling Options

5.2.4. Filtering options (Filtreleme seçenekleri)

PPPH yazılımı ölçüm verilerindeki eşdeğer ağırlık matrisini, Kalman filtreleme yöntemini kullanarak düzenler. Bu ölçüm verileri ile tahmin edilen parametrelerin etkilerini dengelemek için gerçekleştirilmektedir. Kalman filtresi hem bilinmeyen parametrelerin hem de yapılan ölçümlerin istatistiksel özelliklerini modellemek üzere tasarlanmıştır. PPPH, filtreleme sürecini optimize etmek için Kalman filtresinin seçenek ve parametrelerini Filtreleme Seçenekleri bileşeni aracılığıyla yapılandırabilmektedir (Bahadır, 2018). PPPH’ nin filtreleme seçenekleri Şekil 5.19’ da gösterilmiştir.

Şekil 5.19’ da “A Priori Position Source” kısmı RINEX olarak seçilirse, alıcının ‘a priori’ konumu gözlem dosyasından elde edilir. Ayrıca, alıcının ‘a priori’ konumu “Specify” seçeneği aracılığıyla manuel olarak da belirtilebilmektedir. PPPH

“Measurement Noise and Weight” kısmından, kullanıcıların ölçüm gürültüsünü ve ağırlık modelini belirlemelerine olanak tanır. Kod (Code Meas) ve faz (Phase Meas) ölçümü alanları, kod ve faz ölçümleri için gürültülerin metre cinsinden ayrı ayrı belirlenmesini sağlar. Ayrıca, kullanıcılar ağırlık metodunu (weight method) yüksekliğe bağlı (Elevation Dependent) veya eşit (Equal) olarak seçebilmektedir. Eşit seçeneği ölçümlere eşit ağırlıklar atarken, yüksekliğe bağlı seçeneği ölçümlerin ağırlıklarını uyduların yükseklik açılarına bağlı olarak belirler (Bahadur, 2018).

Şekil 5.19. PPPH Filtering Options

5.2.5. Analysis (Analiz)

Analysis sekmesinde CSRS-PPP servisinden sağlanan gerçek olarak kabul edilen referans koordinatlardan (X, Y, Z), toposentrik koordinatlara (Kuzey-N, Doğu-E, Yukarı-U bileşenleri), dönüşüm gerçekleştirilir. Bunu sebebi ise yapılan dönüşümlerin referans değerlerden olan farkları temsil etmesidir. Çıktı dosyası, her koordinat değeri için tahmini parametrelerden oluşmaktadır.

PPPH' nin analiz sekmesinde, istatistiksel hesaplama aracı sayesinde kullanıcılar konumlandırma hatası, RMS hatası ve yakınsama süresini hesaplayabilmektedir. Bu istatistiklerin hesaplanabilmesi için yazılımda bir yer gerçeğinin (Ground Truth) belirtilmesi gerekmektedir (Bahadur, 2018).

PPPH

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

Ground Truth

X: 0.000

Y: 0.000

Z: 0.000

Pos. Error (cm) RMS (cm) Convergence Time (epoch)

North: 0.0 North: 0.0 CT: 0

East: 0.0 East: 0.0

Up: 0.0 Up: 0.0

Calculate

Choose Plot Interval

From: 0 To: 86370

NEU Positioning Error

Receiver Clock Estimation

Horizontal Positioning Error

Satellite Number

3D Positioning Error

Dilution of Precision

Tropospheric Zenith Total Delay

Save Configuration Default Configuration

Epoch Interval (second of day)

From: 0 To: 86370

RUN

Load Saved Configuration

Şekil 5.20. PPPH Analysis

PPPH yazılımının ait sonuç dosyası Şekil 5.21’ de gösterilmiştir. Sonuç dosyası içerisindeki .txt uzantılı dosya özet dosyasını içermektedir. Elde edilen özet dosyası içerisinde 24 saatlik 30 saniye kayıt aralıklı bir RINEX dosyası için alt alta 2880 tane koordinat bulunmaktadır. Bir güne ait tek bir koordinat elde etmek gerekiyorsa bu dosyadaki koordinatların excel veya farklı bir yazılım yardımıyla ortalaması alınmalı ve 24 saatlik çözüm için tek bir koordinat elde edilmelidir.

Ad	Boyut	Sıklı. boyut	Tür	Değişme	CRC32
Dosya klasörü					
ANK2_0-6H.txt	72.922	8.219	Metin Belgesi	19.05.2024 18:56	78D49FF8
ANK2_0-12H.txt	145.642	12.163	Metin Belgesi	19.05.2024 18:58	C6FD2BBC
ANK2_6-12H.txt	72.922	5.133	Metin Belgesi	19.05.2024 18:56	4BD45063
ANK2_12-18H.txt	72.922	6.778	Metin Belgesi	19.05.2024 18:57	9E8CF0DC
ANK2_12-24H.txt	145.541	10.833	Metin Belgesi	19.05.2024 18:59	685B8BA4
ANK2_18-24H.txt	72.821	5.965	Metin Belgesi	19.05.2024 18:58	378F3759
ANK2_24H.txt	290.981	20.381	Metin Belgesi	19.05.2024 18:54	0BEA637B

Şekil 5.21. PPPH sonuç dosyası

6. UZAY İKLİM KOŞULLARI VE İNDİSLERİ

6.1. Uzak İklım Koşulları

Güneş veya Güneş dışı sebeplerden iyonosfer tabakasında oluşan düzensiz ve beklenilmeyen değışimler Uzak İklım Koşullarını meydana getirmektedir. Bu koşullar:

- Galaktik kozmik ışınlar
- Güneş radyasyon fırtınası
- İyonosferik parıldama
- Güneş aşırı ultraviyole ışınımı
- Kutup ışıkları
- Gezici iyonosferik bozucu etki
- Koronal delikler
- Jeomanyetik fırtınalar
- Taçküre kütle atımı
- Radyasyon kuşakları
- Güneş patlamaları
- Güneş rüzgârı

olarak sıralanabilir (Alçay ve Gungor, 2020). Şekil 6.1 Uzak İklım Koşullarından bazıları ve bu koşulların etkileri göstermektedir.



Şekil 6.1. Uzak iklim koşulları etkileri (URL, 13)

6.2. İndisler

Uzay iklimini daha iyi anlamak, incelemek ve yorumlamak için bazı indisler kullanılmaktadır. Bu indisler Uzay İklim Koşullarını izlemek ve değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş ölçütlerdir ve genel itibariyle Uzay İklim Koşulları İndisleri olarak ifade edilmektedir. Uzay ikliminin etkilerini takip ve analiz etmek için kritik öneme sahip olan bu indisler; güneş aktivite indisleri (F10.7 ve EUV), jeomanyetik fırtına indisi (Kp), jeomanyetik aktivite indisi (Dst), manyetik alan değişim indisleri (Bx, By, Bz), plazma yoğunluğu, proton akı ve AE indisi olarak sıralanabilir (Güngör, 2022).

6.2.1. Güneş aktivite indisleri

Güneş' ten gelen ultraviyole ışınları ve X-ışınları, özellikle orta ve düşük enlemler üzerindeki iyonlaşmanın temel kaynağıdır. Bu yüzden iyonosfer katmanındaki değişimleri daha iyi takip etmek ve anlayabilmek için iyonosferik parametreler ile güneş aktivitesi arasındaki ilişkiyi tanımlamak çok önemlidir. Ultraviyole akı ile ilgili verilerin sınırlı olmasından dolayı, güneş aktivite indisleri bu veriler yerine kullanılabilmektedir. Bu indislerin en önemlileri güneş akısı indisi, güneş parlaklık indisi ve güneş lekesi sayısı indisidir (İnce ve ark. 2013).

6.2.1.1. Güneş akısı indisi (SFI- Solar flux index) (F10.7)

Güneş akısı indisi, 10.7 cm (2800 MHz) dalga boyunda ortaya çıkan ışıma miktarını belirten ve Uzay İklim Koşullarının karakterize edilmesinde kullanılan bir ölçüttür. Bu indis değeri Güneş' ten yayılan UV ve X-ışınlarının miktarını ölçerek, Güneş aktivitelerinin iyonosferde üzerinde oluşturduğu değişimlerin araştırılmasında kullanılmaktadır. Güneş akısı indisi, uzay iklimiyle ilgili önemli bilgiler sunarak, iyonosferdeki etkilerin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır (Ulukavak ve Yalçınkaya, 2016).

F10.7 indisinin birimi Solar Flux Units' dir (sfU). 1 sfU=10-22Wm-2Hz-1' e eşittir (URL, 14). F10.7 indis değerleri geniş bir aralıkta değişmektedir. Bu indis değeri, Güneş lekesinin minimum veya maksimum olduğu zamanlarda 50 sfU kadar düşebilirken, 300 sfU' ya kadar da çıkabilmektedir. F10.7 indisi için belirlenen eşik değeri 150 sfU' dur. Söz konusu bu indis değeri, 150 sfU' dan küçük ise zayıf güneş

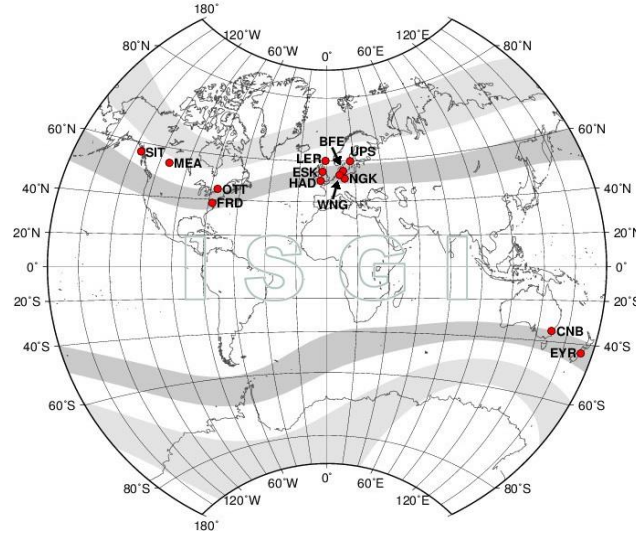
aktivitesi, 150 sfU' dan büyük ise yüksek güneş aktivitesi durumu görülmektedir (Alçay ve Gungor, 2020).

6.2.2. Jeomanyetik fırtına ve jeomanyetik aktivite indisleri

Jeomanyetik fırtına, Güneş' ten Dünya' nın jeomanyetik alanına ulaşan Güneş plazmasının yoğunluğuna bağlı olarak Dünya' nın manyetik alanında oluşturduğu geçici anomalilerdir. Jeomanyetik fırtınalar iyonosferdeki elektron yoğunluğunda değişimlere sebep olarak GPS sinyalleri ve diğer iletişim sistemlerinde olumsuz değişimlere, küresel elektrik alanının dengesinde bozulmalara yol açabilmektedir. Dünya' nın manyetik alanında meydana gelen değişimlerin araştırılabilmesi amacıyla jeomanyetik fırtına indisi ve jeomanyetik aktivite indisi kullanılmaktadır. Bu indisler, jeomanyetik fırtınaların ve aktivite değişimlerinin değerlerini göstermektedir (Köz, 2022).

6.2.2.1. Jeomanyetik fırtına indisi (Kp)

Jeomanyetik fırtına indisi, Dünya' nın manyetik alanında meydana gelen değişimleri izlemek, ölçmek, araştırmak ve oluşan bozuklukların şiddetini belirleyebilmek için kullanılan, gerçekleşen jeomanyetik aktivitelere neyin sebep olduğunun araştırılmasına yardımcı olan, diğer bir ifadeyle 'Gezegen İndisi' anlamına gelen bir ölçüttür. Kp indisi, 13 yer tabanlı manyetik gözlemevi (Şekil 6.2) tarafından izlenmekte ve 3 saat aralıklarla türetilmektedir. Bu indis iki yatay manyetik alan bileşenindeki jeomanyetik bozulma seviyelerinin ortalama değerini ifade etmektedir (Menvielle ve Berthelier, 1991). Kp indisinin eşik değeri 0 ile 9 arasında değişmektedir. 0 olduğu zamanlarda minimum jeomanyetik aktivite, 9 olduğu zamanlarda ise aşırı jeomanyetik aktivite söz konusudur. Uzun İklım Koşullarının ve Dünya' nın manyetik alanındaki değişikliklerin değerlendirilmesinde Kp indisi önemli rol oynamaktadır (URL, 16).



Şekil 6.2. Kp gözlemlerinin dağılımı (URL,15)

Kp gözlemlerindeki istasyonlar, ölçülen jeomanyetik aktiviteyle ilişkili olarak K indisini, yer aldığı enleme göre kalibre ederek manyetometre biriminde oluşturmaktadır. K indisi belirlenen zaman ve konumdaki jeomanyetik aktivitenin üç saatlik aralıklarla oluşturulan yarı-logaritmik yerel indisidir. Global Kp indisi ise her istasyondan alınan K değerlerinin birleştirilmesiyle hesaplanmaktadır. Global Kp indisi, dünya genelindeki jeomanyetik aktiviteyi daha geniş bir kapsamda değerlendirerek, küresel düzeydeki manyetik bozulmaların şiddetini göstermektedir (URL,16).

G ölçeği, gözlemlenen ve tahmin edilen jeomanyetik aktivitenin boyutunu belirtmek için kullanılan beş seviyeden oluşan bir sistemdir. Jeomanyetik fırtınanın ciddiyeti bu ölçek sayesinde hızlı bir şekilde belirlenmektedir. G ölçeği, G1 (en düşük düzey) ile G5 (en yüksek düzey) aralığında değişmektedir. Fırtına seviyesinin altındaki jeomanyetik aktivite G0 ile gösterilmektedir. Her G düzeyinin kendisi ile alakalı bir Kp değeri bulunmaktadır. Kp=5 için G1' den Kp=9 için G5' e kadar değişim göstermektedir. Jeomanyetik fırtınanın derecesine karşılık gelen G ölçeği ve Kp indis değerleri Çizelge 6.1' de gösterilmiştir (URL, 16).

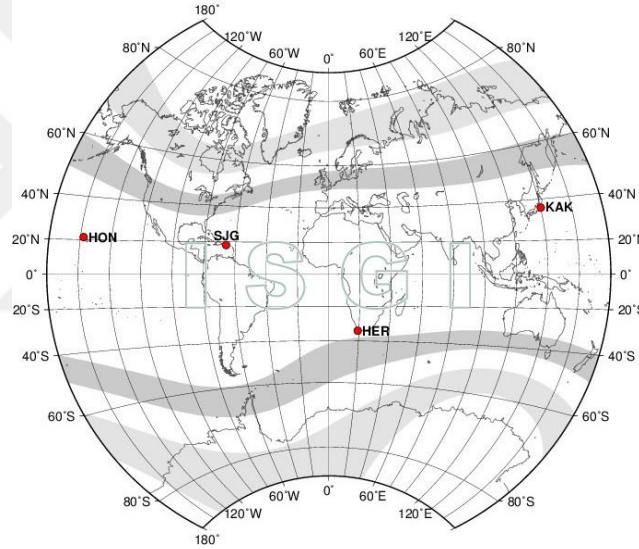
Çizelge 6.1. G ölçeği ile Kp indisi sınır değerleri ve fırtına etkisi

G Ölçeği	Kp İndisi	Fırtına Etkisi
G0	4 ve altı	Fırtına Seviyesinin Altında
G1	5	Zayıf Fırtına
G2	6	Orta Şiddetli Fırtına
G3	7	Güçlü Fırtına
G4	8	Şiddetli Fırtına
G5	9	Aşırı Fırtına

6.2.2.2. Jeomanyetik aktivite indisi (Dst)

Jeomanyetik aktivitenin karakterize edilmesinde yaygın olarak kullanılan indislerden biri de Dst' dir ve birimi nanoTesla' dır. Dst indisi, oluşan manyetik fırtına esnasında fırtınanın şiddetini ve jeomanyetik alanda meydana getirdiği değişiklikleri ölçen bir parametredir. Dst, Dünya' nın manyetik alan kuvvetinin yatay bileşeni (H bileşeni) üzerindeki bozulmaların ortalamasını alarak, saatlik aralıklarla hesaplamaktadır (Myagkova ve ark. 2021).

Fırtınanın meydana gelip gelmediğini belirleyen Dst indisi, Honolulu, Kakioka, San Juan ve Hermanus olmak üzere 4 gözlemevinden (Şekil 6.3) alınan 1 saatlik veriler kullanılarak hesaplanmaktadır (URL, 17).



Şekil 6.3. Dst gözlemevlerinin dağılımı (URL,17)

Dst indis değerlerine göre jeomanyetik fırtınalar sınıflandırılmaktadır. Dst değeri $-30 \text{ nT} \leq \text{Dst}$ (sakin) ve $\text{Dst} \leq -350 \text{ nT}$ (aşırı fırtına) arasında değişmektedir. Dst indis değerleri Çizelge 6.2' de gösterilmiştir.

Çizelge 6.2. Dst indisi sınır değerleri ve fırtına etkisi

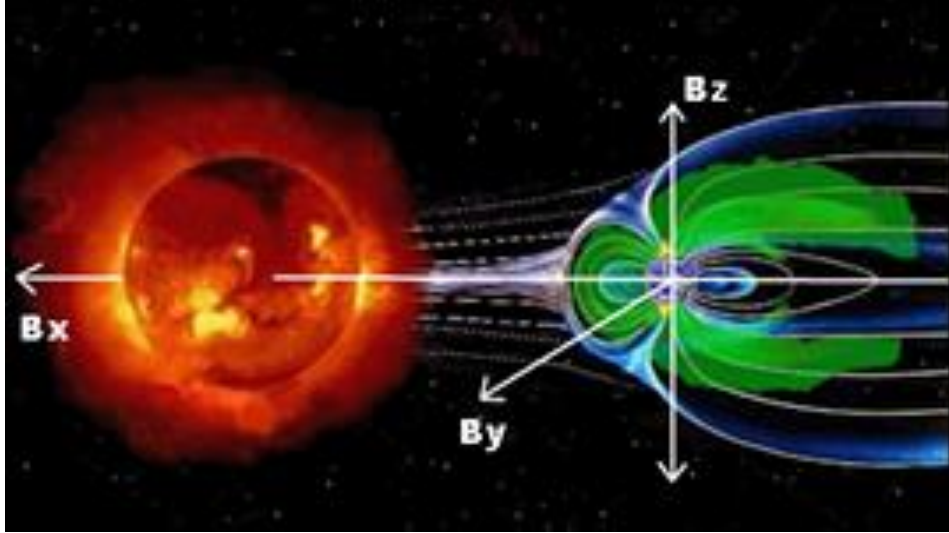
Dst Aralığı (nT)	Fırtına Etkisi
$\text{Dst}_{\min} \geq -30$	Sakin
$-30 > \text{Dst}_{\min} \geq -50$	Zayıf Fırtına
$-50 > \text{Dst}_{\min} \geq -100$	Orta Şiddette Fırtına
$-100 > \text{Dst}_{\min} \geq -200$	Güçlü (yoğun) Fırtına
$-200 > \text{Dst}_{\min} \geq -350$	Şiddetli (çok yoğun) Fırtına
$-350 > \text{Dst}_{\min}$	Aşırı Fırtına

6.2.3. Manyetik alan değişim indisleri (B_x , B_y , B_z)

Manyetik alan değişim indeksleri Geocentric Solar Ecliptic (GSE) ve Geocentric Solar Magnetospheric (GSM) sistemlerine göre hesaplanır. GSE sisteminde X eksenini Dünya' dan Güneş' e doğru, Y eksenini ekliptik düzlemde gün batımına doğru (karşıt gezegen hareketi) ve Z eksenini ekliptik kutba paraleldir. Eylemsiz bir sisteme göre, bu sistem yıllık bir dönüş geçirir. Öte yandan, GSM sisteminin X eksenini de Dünya' dan Güneş' e doğru hizalanmıştır. Y eksenini Dünya' nın manyetik dipolüne dik olacak şekilde tanımlanır, böylece X-Z düzlemi dipol eksenini içerir. Pozitif Z eksenini manyetik kuzey kutbu ile aynı yönde hizalanır. GSM sistemi ile GSE arasındaki fark esasen X eksenini etrafında bir dönüşten ibarettir. X eksenini hem GSE hem de GSM' de aynı yönü gösterdiğinden, B_x endeksinin değerleri her iki sistemde de aynı şekilde hesaplanır. Ancak B_y ve B_z endeksleri GSE ve GSM sistemlerinde farklı hesaplanmaktadır (Miroshnichenko, 2023).

Jeomanyetik alan, Dünya' yı çevreleyen manyetik güç alanıdır. Dünya' nın çekirdeğindeki erimiş demir ve Dünya' nın dönüş hareketi jeomanyetik alanı oluşturan etkenlerdir. Bu manyetik alan Güneş fırtınalarından gelen yüksek enerjili parçacıkları yakalayarak Van Allen kuşaklarını oluşturur. Manyetik alan indüksiyonu (B) ile gösterilir ve birimi Tesla (T)' dir ($1 \text{ Tesla} = 10^{-9} \text{ nT}$). Jeomanyetik alanda meydana gelen değişimlerin araştırılabilmesi için 3 boyutlu jeosentrik solar manyetosferik bir koordinat sistemi tanımlanmıştır (Köz, 2022).

Gezegenler arası manyetik alan indisleri, vektörel büyüklüklerdir ve üç bileşenden oluşmaktadır. B_x ve B_y bileşenleri yörünge düzlemine paralel, B_z bileşeni ise yörünge düzlemine diktir. Bu bileşenler, gezegenler arası manyetik alanın yönünü ve şiddetini belirlemek için kullanılır. Güneş rüzgarlarının Dünya üzerindeki etkilerini analiz etmek adına kritik öneme sahiptir (Ulukavak, 2016) (Şekil 6.4).



Şekil 6.4. Manyetik alan değişim indisleri (Ulukavak, 2016)

Manyetik alanın B_z bileşeni, Dünya' nın manyetik alanının zamanla değişen yönünü ve şiddetini anlamada önemli bir rol oynamaktadır. Sakin gün koşullarında B_z bileşeni kuzey yönünde olurken, manyetik fırtınanın başlangıcında B_z bileşeni güneye döner ve bu dönüş fırtınanın gerçekleşmesine sebep olur. Manyetik fırtınaların ana sebebi ise güneye yönelen B_z bileşenidir. Gonzalez ve ark. (1994) B_z indisini üç farklı şiddet seviyesinde sınıflandırmıştır. Kuvvetli fırtına (-10 nT), hafif fırtına (-5 nT) ve zayıf fırtına (-3 nT) (Çizelge 6.3). Bu sınıflandırma manyetik fırtınaların ciddiyetini belirlemek ve B_z bileşeninin yönündeki değişikliklerin fırtına şiddetiyle ilişkisini ortaya koymak için kullanılmaktadır (Ulukavak, 2016).

Çizelge 6.3. Manyetik alan indisi ve aktivite şiddeti

B İndisi (nT)	Manyetik Aktivite Şiddeti
-3	Zayıf Fırtına
-5	Hafif Fırtına
-10	Şiddetli Fırtına

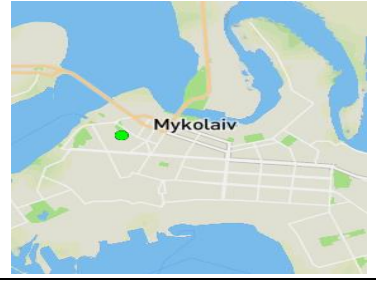
B_z bileşeni, uzay iklimi etkilerinden ve güneş rüzgârındaki dalgalanmalardan kaynaklanmaktadır. Bu bileşenin güneye yönelmesi, Dünya' nın manyetik alanı üzerinde önemli etkilere sebep olmaktadır. Özellikle güneye yönelmiş kuvvetli bir B_z bileşeni, Dünya' nın manyetik alanına zarar verebilmektedir. Ayrıca kutup ışıklarının da görülmesini sağlamaktadır. Güneş rüzgârındaki bu tür değişiklikler hem gezegenimiz üzerindeki teknolojik sistemleri hem de görsel olarak kutup ışıkları gibi doğal olayları etkileyebilmektedir (Güngör, 2022).

7. UYGULAMA

Uygulama kapsamında web tabanlı GNSS değerlendirme yazılımlarının performanslarının incelenmesi amacıyla, beş adet IGS istasyonu NOT1, Sulp, ANK2, BOR1 ve MIKL olarak seçilmiştir. Bu istasyonların seçiminde ilgili gözlem gününe ait verilerin eksiksiz olmasına ve yaklaşık olarak aynı enlem/boylamlarda olmasına dikkat edilmiştir. Çizelge 7.1’ de seçilen IGS noktalarının istasyon bilgileri gösterilmiştir.

Çizelge 7.1. IGS istasyon bilgileri

İstasyonlar	Ülke/Bölge	Alıcı	Anten	Konum
NOT1	Noto/ İtalya	LEICA GR30	LEIAR20	
SULP	Lviv/Ukrayna	TRIMBLE NETR9	TPSCR.G5	
ANK2	Ankara/Türkiye	TRIMBLE NETR9	TRM115000.00	
BOR1	Borowiec/Polonya	TRIMBLE NETR9	TRM59800.00	

MIKL	Mykolaiv/Ukrayna	LEICA GR50	LEIAR20	
-------------	------------------	---------------	---------	---

Çalışma kapsamında farklı enlemlerde/boylamlarda seçilen IGS noktalarına ait 24 saatlik RINEX verileri <https://cddis.nasa.gov/archive/gnss/data/daily> web sayfasından temin edilmiştir (Şekil 7.1). ANK2 istasyonu için 300. güne ait (27.10.2023); NOT1, SULP, BOR1 ve MIKL istasyonları için ise 302. güne ait (29.10.2023) veriler kullanılmıştır. Bu tarih Cumhuriyetimizin kuruluşunun 100. yılı olması sebebiyle seçilmiştir (ANK2 istasyonu için 302. güne ait veri bulunamamış ve 300. gün seçilmiştir).



Şekil 7.1. RINEX veri indirme sayfası

Yapılan çalışma kapsamında, GNSS ölçüleri üzerine olumsuz etkisi olan Uzun İklm Koşulları İndislerinden Bz (GSE, GSM) (nT), Kp, Dst (nT) ve F10.7 (sfU) 'nin etkisi araştırılmıştır. Değerlendirmede kullanılacak olan 300. (27.10.2023) ve 302. güne ait (29.10.2023) indis verileri <https://omniweb.gsfc.nasa.gov/form/dx1.html> web adresinden temin edilmiştir (Şekil 7.2).

OMNIWeb Data Explorer

omniweb.gsfc.nasa.gov/form/dx1.html

Interface to produce plots, listings or output files from OMNI 2

[OMNI data full description](#)
[How to get data from command line](#)

☐ Plot data ☒ List data ☐ Create file (file?)

Select resolution
☒ Hourly averaged ☐ Daily averaged ☐ 27-day averaged ☐ Yearly averaged

Click [HERE](#) to get time spans for individual parameters.

Enter start and stop dates (Use yyyyddd or yyyyymmdd)
 Start 20231027 Stop 20231028

Select variables

☐ Bartels Rotation Number ☐ # Fine Scale Points in IMF Avgs
☐ IMF Spacecraft ID ☐ # Fine Scale Points in Plasma Avgs
☐ Plasma Spacecraft ID

Magnetic field

☐ IMF Magnitude Avg, nT ☐ By, GSM, nT
☐ Magnitude, Avg IMF Vr, nT ☒ Bz, GSM, nT
☐ Lat. of Avg. IMF, deg. ☐ Sigma in IMF Magnitude Avg.
☐ Long. of Avg. IMF, deg. ☐ Sigma in IMF Vector Avg
☐ Bx, GSE/GSM, nT ☐ Sigma Bx, nT
☐ By, GSE, nT ☐ Sigma By, nT
☒ Bz, GSE, nT ☐ Sigma Bz, nT

Plasma

☐ Proton Temperature, K ☐ Sigma-T
☐ Proton Density, n/cc ☐ Sigma-Np
☐ Flow Speed, km/sec ☐ Sigma-V
☐ Flow Longitude, deg. ☐ Sigma-Flow-Longitude
☐ Flow Latitude, deg. ☐ Sigma-Flow-Latitude
☐ Alpha/Proton Density Ratio ☐ Sigma-Alpha/Proton Ratio

Derived Parameters

☐ Flow Pressure, nPa ☐ Alfven Mach Number
☐ Ey - Electric Field, mV/m ☐ Magnetosonic Mach Number
☐ Plasma Beta ☐ Proton Quazy-Invariant(QI)

Indices

☒ Kp*10 Index ☐ AE Index, nT
☐ R Sunspot Number (new version) ☐ AL Index, nT
☒ Dst Index, nT ☐ AU Index, nT
☐ ap index, nT ☐ Polar Cap (PCN) index from Thule
☒ Solar index F10.7 ☐ Lyman Alpha Solar Index, W/m^2
 (sfu = 10-22W m-2 Hz-1)

Particles

☐ Proton Flux* > 1 MeV ☐ Proton Flux* >30 MeV
☐ Proton Flux* > 2 MeV ☐ Proton Flux* >60 MeV
☐ Proton Flux* > 4 MeV ☐ Magnetospheric Flux Flag
☐ Proton Flux* >10 MeV * 1/(cm**2-sec-ster)

Advanced plot selections (optional)

Y-axis Scale: Linear Y scale range (for only one selected parameter)
 min value max value

Character size(0.5-2.0): 1.5 Symbol Size(0.1-4.0): 0.5

Plot Symbol: None Image size (pixels) X: 960 Y: 720

To create PS and PDF best quality outputs go to [CDAWeb](#)

Submit Reset

Additional sources of the "OMNI like" data sets:
[Hourly-resolution shifted to the Earth data sets from different sources](#)

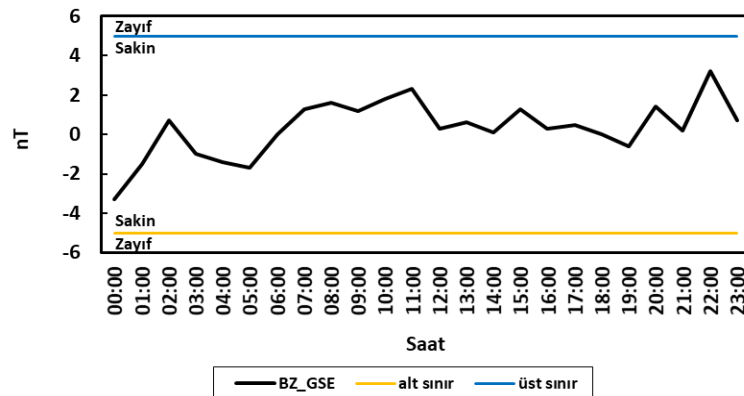
Şekil 7.2. Uzay iklim koşulları indis verilerine ait parametrelerin elde edilmesi

Şekil 7.2’ da gösterilen “How to get data from command line” kısmından veriler nasıl alınmak isteniyorsa ilgili seçenek işaretlenmiştir. “Select resolution” kısmından çözünürlük, “Enter start and stop dates” kısmından başlangıç ve bitiş tarihleri seçilmiştir. “Magnetic field” ve “Indices” kısmından ise çalışmada kullanılacak olan indisler seçilerek, “Submit” butonuna ile veriler liste şeklinde görüntülenmiştir (Şekil 7.3).

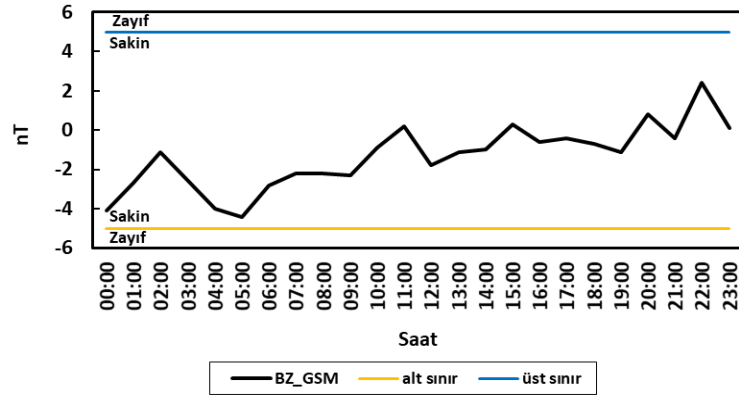
Listing for omni2 data from 20231027 to 20231028						
Selected parameters:						
1 BZ, nT (GSE)						
2 BZ, nT (GSM)						
3 Kp index						
4 Dst-index, nT						
5 f10.7_index						
YEAR	DOY	HR	1	2	3	4
2023	300	0	-3.3	-4.1	30	-33
2023	300	1	-1.5	-2.7	30	-38
2023	300	2	0.7	-1.1	30	-47
2023	300	3	-1.0	-2.6	40	-46
2023	300	4	-1.4	-4.0	40	-43
2023	300	5	-1.7	-4.4	40	-41
2023	300	6	0.0	-2.8	27	-48
2023	300	7	1.3	-2.2	27	-48
2023	300	8	1.6	-2.2	27	-45
2023	300	9	1.2	-2.3	23	-43
2023	300	10	1.8	-0.9	23	-43

Şekil 7.3. Uzak iklim koşulları indis verileri sonuç dosyası

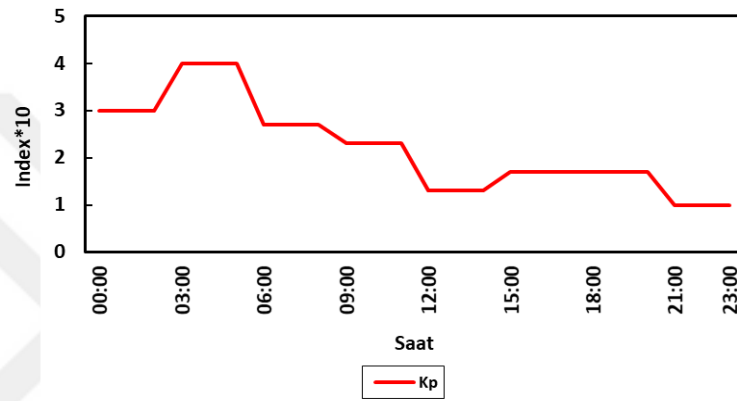
300. ve 302. güne ait Uzak İklim Koşulları İndis verileri grafik olarak gösterilmiş ve yorumlanmıştır (Şekil 7.4-7.11).



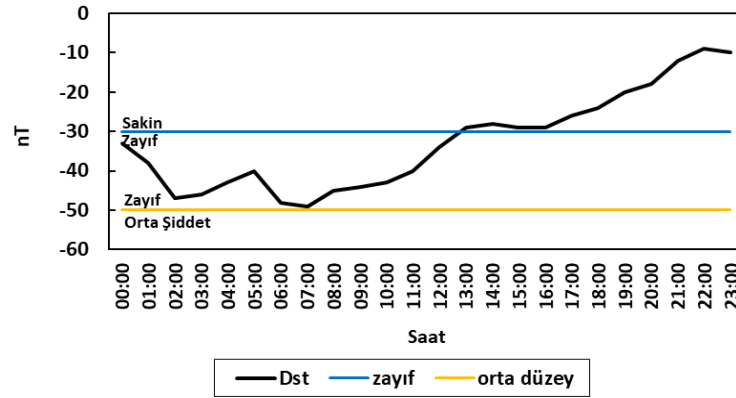
Şekil 7.4. 300. gün Bz_GSE değeri



Şekil 7.5. 300. gün Bz_GSM değeri



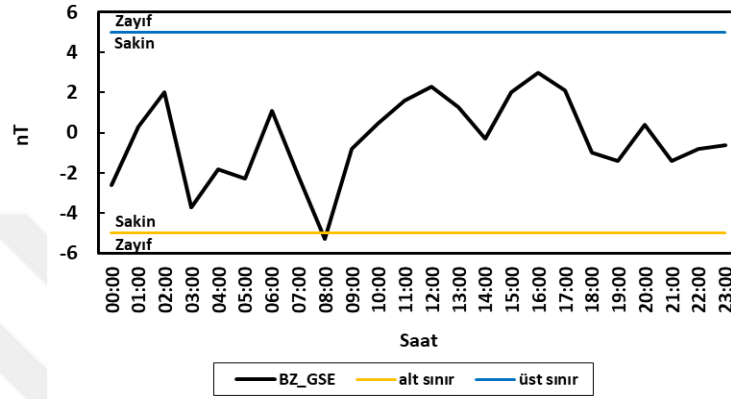
Şekil 7.6. 300. gün Kp değeri



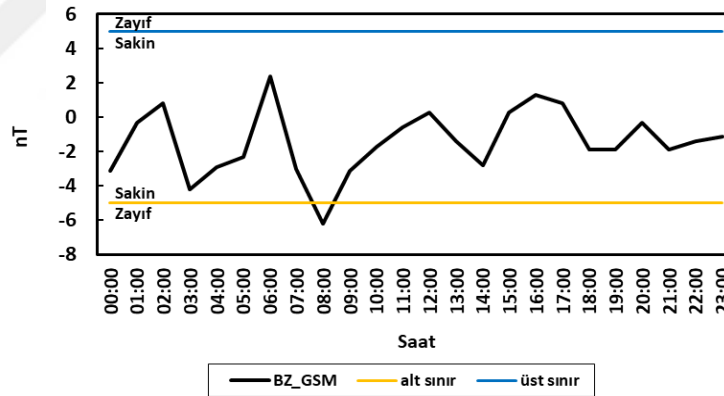
Şekil 7.7. 300. gün Dst değeri

300. güne ait (27.10.2023) Uzay İklim Koşulları İndis değerleri incelendiğinde (EK 10), manyetik alan değişim indislerinden olan Bz_GSE ve Bz_GSM bileşenlerinin (Şekil 7.4-7.5) +5 ve -5 nT sınır değerlerini aşmadığı, Bz_GSE bileşeni için en yüksek -3,3 nT, Bz_GSM bileşeni için en yüksek -4,4 nT değerlerine ulaştığı ve seçilen günlerde sakin kaldıkları görülmektedir. Jeomanyetik fırtına (Kp) ve jeomanyetik aktivite (Dst) değişimlerine ait indis değerleri incelendiğinde (Şekil 7.6-7.7); Kp indis en yüksek 4

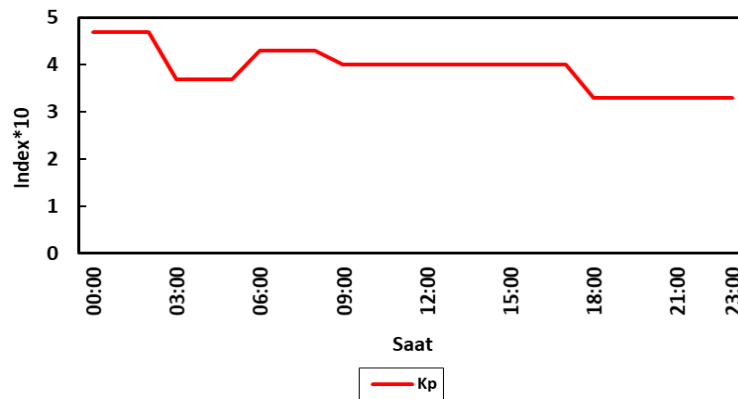
değerine ulaştığı ve sınır değerini aşmadığı, Dst indis değerlerinin -50 nT sınır değerini aşmadığı ve en düşük Dst değerinin -49 nT (zayıf fırtına) olduğu görülmektedir. Güneş akısı indisinin (F10.7) ilgili tarihteki değeri (URL-19) 125,9 sfU olduğu, 150 sfU eşik değerini geçmediği görülmektedir. Genel olarak indis değerleri incelendiğinde, seçilen tarihlerde GNSS ölçülerini olumsuz etkileyecek herhangi bir iyonosferik aktivitenin olmadığı sonucuna varılmıştır.



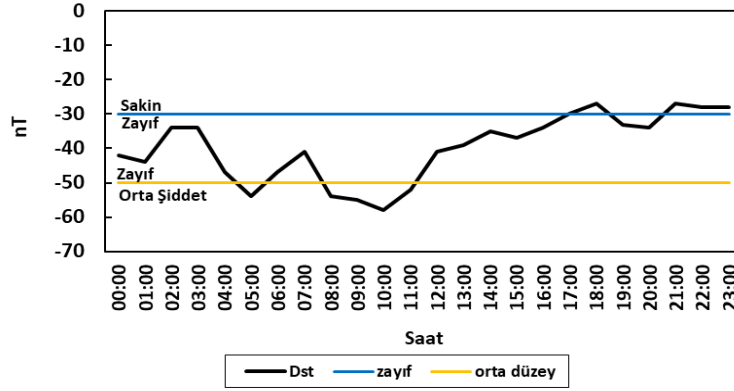
Şekil 7.8. 302. gün Bz_GSE değeri



Şekil 7.9. 302. gün Bz_GSM değeri



Şekil 7.10. 302. gün Kp değeri



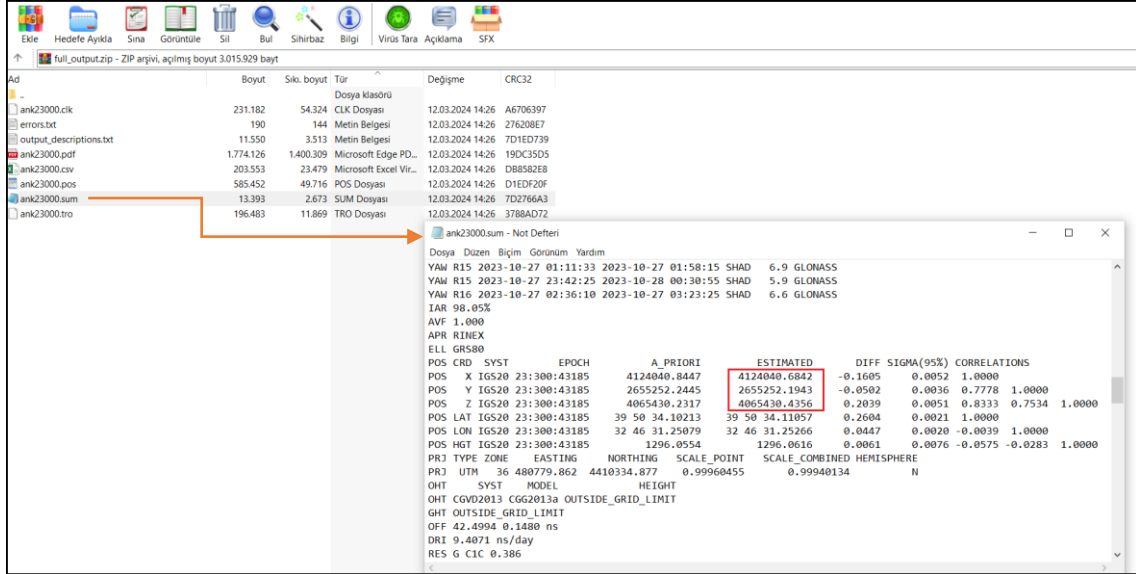
Şekil 7.11. 302. gün Dst değeri

302. güne ait (29.10.2023) Uzay İklim Koşulları İndis değerleri incelendiğinde (EK 11), manyetik alan değişim indislerinden olan Bz_GSE ve Bz_GSM bileşenlerinin (Şekil 7.8-7.9) +5 ve -5 nT sınır değerlerini aştığı, Bz_GSE bileşeni için en yüksek -5,3 nT (hafif fırtına), Bz_GSM bileşeni için en yüksek -6,2 nT (hafif fırtına) olarak sınır değerinden bir miktar yüksek olduğu görülmektedir. Jeomanyetik fırtına (Kp) ve jeomanyetik aktivite (Dst) değişimlerine ait indis değerleri incelendiğinde (Şekil 7.10-7.11); Kp indisinin en yüksek 4,7 değerine ulaştığı ve sınır değerini aşmadığı, Dst indis değerlerinin -50 nT sınır değerinden düşük olduğu ve en düşük Dst değerinin -58 nT (orta şiddetli fırtına) olduğu görülmektedir. Güneş akısı indisinin (F10.7) ilgili tarihteki değeri (URL-19) 133,3 sfU olduğu, 150 sfU eşik değerini geçmediği görülmektedir. Genel olarak indis değerleri incelendiğinde, seçilen tarihlerde GNSS ölçülerini olumsuz etkileyecek herhangi bir iyonosferik aktivitenin olmadığı genel olarak jeomanyetik olarak iyonosfer tabakasının sakin kaldığı sonucuna varılmıştır.

Çalışılan günler için, Uzay İklim Koşulları İndislerinin GNSS ölçülerine olumsuz etkisi olmadığı görüldükten sonra IGS noktalarının her birinde 24 saatlik RINEX verileri 6 ve 12 saatlik dilimlere ayrılarak CSRS-PPP, MagicGNSS, raPPPId, APPS, Trimble-RTX, AUSPOS, OPUS, IBGE-PPP, IGN-PPP ve PPPH yazılımları ile değerlendirilmiştir.

CSRS-PPP yazılımına RINEX verileri gönderilirken ilk olarak <https://webapp.csrs-scrs.nrcan-rncan.gc.ca/geod/account-compte/register-appliquer.php> web adresine girilmiştir. Gelen sayfada yeni hesap oluşturulmuştur. Mail adresi ve şifre girildikten sonra gelen sayfada ilgili parametreler seçildikten sonra RINEX verileri dosya seç butonuna tıklanarak yüklenmiştir.

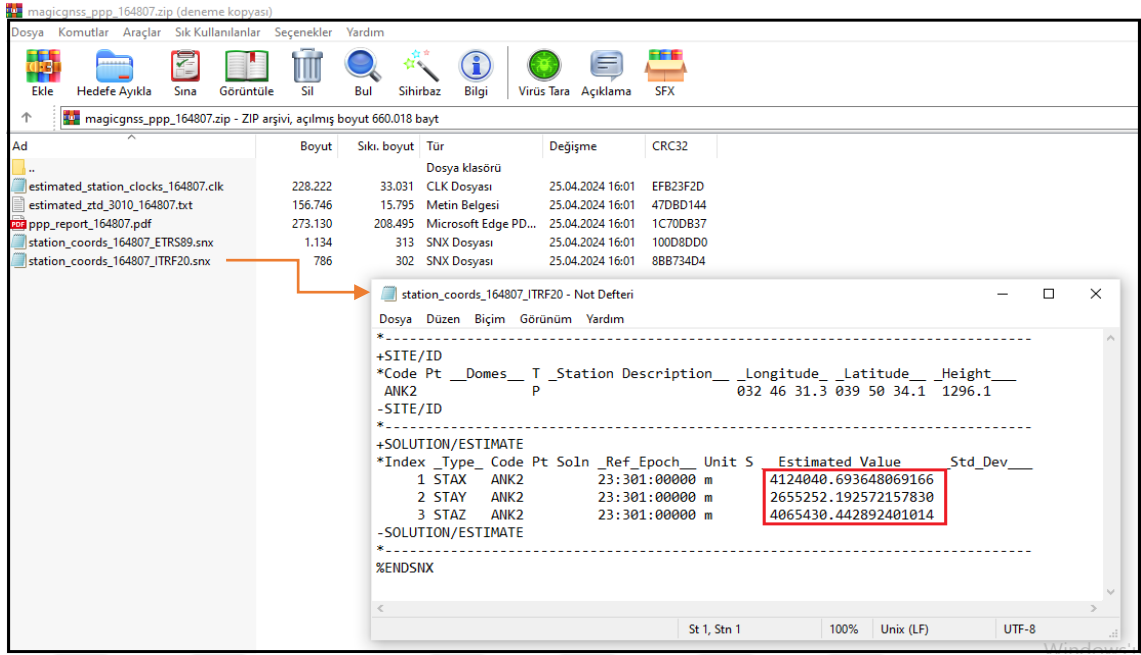
Verilerin yüklenmesi tamamlandıktan sonra sonuçlar giriş yapılan mail adresine, yaklaşık 10 dakika gibi kısa bir zamanda gelmiştir. Sonuç dosyası içerisindeki .sum uzantılı dosya açılarak değerlendirilen koordinatlara ulaşılmıştır (Şekil 7.12).



Şekil 7.12. CSRS-PPP sonuç koordinatları

MagicGNSS yazılımına RINEX verileri gönderilirken <https://magicgnss.gmv.com/> web adresine girilerek kullanıcı kaydı oluşturulmuş ve sisteme giriş yapılmıştır. İlgili RINEX dosyasının seçimi yapıldıktan sonra, senaryo oluşturma ekranından veri işleme parametreleri ayarlanarak değerlendirme işlemi gerçekleştirilmiştir.

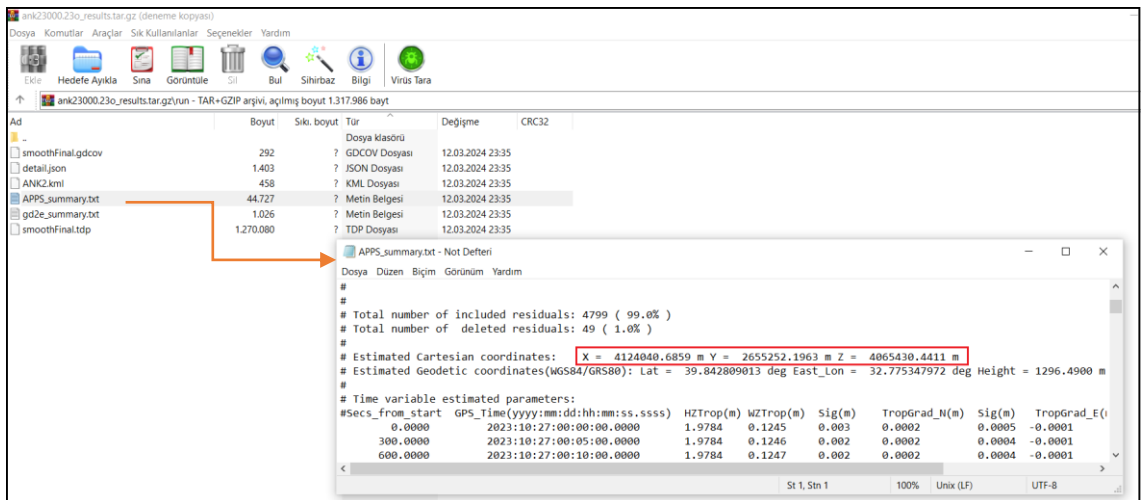
Veri işleme süreci tamamlandıktan sonra sonuç dosyası .zip formatında bilgisayara indirilmiştir. Sonuç dosyası içerisindeki .snx uzantılı dosya açılarak istasyon koordinatlarının ITRF20 ve kendi koordinat sistemi olan ETRS89' da ki koordinat bilgilerine ulaşılmıştır (Şekil 7.13).



Şekil 7.13. MagicGNSS sonuç koordinatları

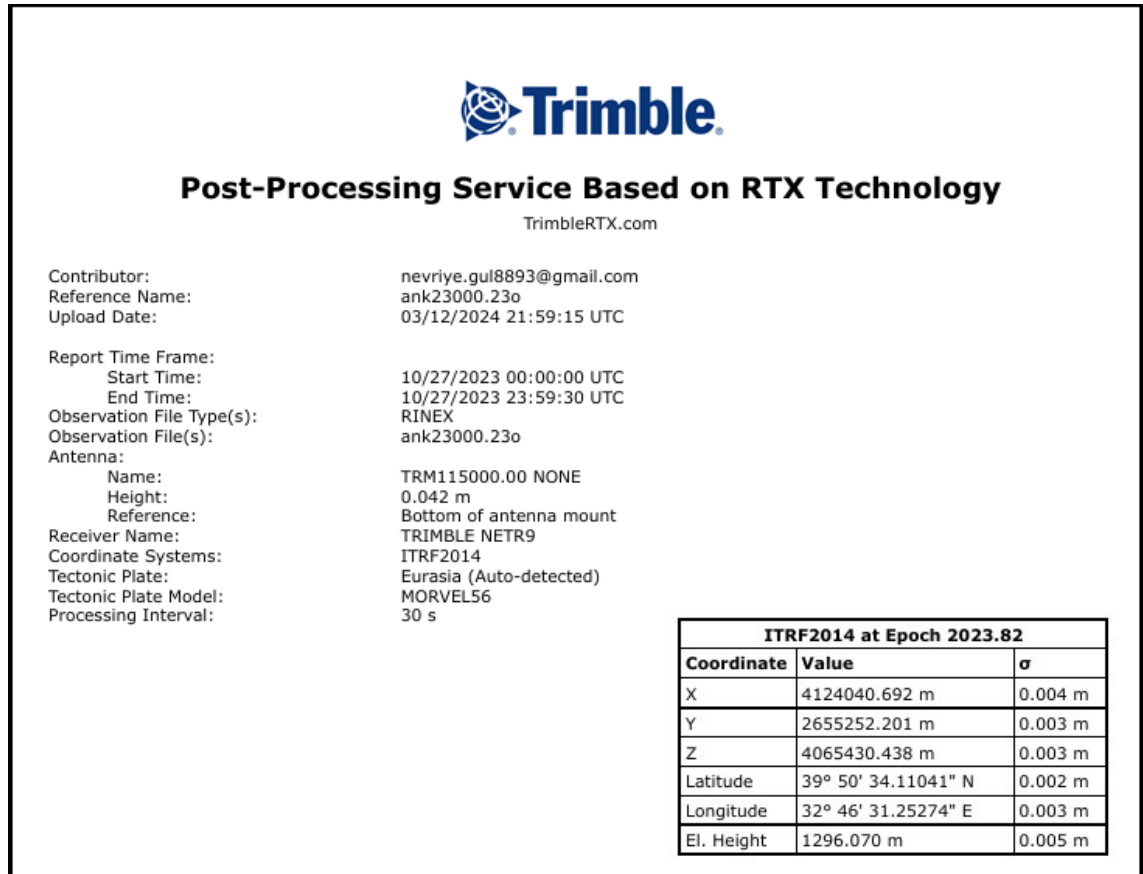
APPS yazılımına RINEX verileri gönderilirken <https://pppx.gdgps.net/accountssignup/> web adresine girilerek kullanıcı kaydı oluşturulmuş ve sisteme giriş yapılmıştır. Yazılıma kayıt olunup giriş yapıldıktan sonra veri giriş ekranından ilgili parametreler ve RINEX dosyası da seçildikten sonra değerlendirme işlemi gerçekleştirilmiştir.

Veri işleme süreci tamamlandıktan sonra değerlendiren koordinatlara ait sonuç dosyası .zip formatında bilgisayara indirilmiştir. Sonuç dosyası içerisindeki .txt uzantılı dosya açılarak değerlendirilen koordinatlara ulaşılmıştır (Şekil 7.14).



Şekil 7.14. APPS sonuç koordinatları

Trimble-RTX yazılımında <https://www.trimblertx.com/Register.aspx> web adresine girilerek kullanıcı kaydı oluşturulmuş ve sisteme giriş yapılmıştır. Giriş yapıldıktan sonra açılan sayfada dosya seç kısmına RINEX dosyası yüklenmiş ve sonuç dosyasının gönderileceği mail adresi girilerek değerlendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar kısa bir sürede pdf formatında mail adresine gönderilmiştir (Şekil 7.15).



Şekil 7.15. Trimble-RTX sonuç koordinatları

IBGE-PPP yazılımında https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento_geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html web adresine girilerek veri giriş ekranı görüntülenmiştir. Veri giriş ekranından ilgili parametreler ve RINEX dosyası da seçildikten sonra değerlendirme işlemi gerçekleştirilmiştir.

Veri işleme süreci tamamlandıktan sonra değerlendiren koordinatlara ait sonuç dosyası .zip formatında bilgisayara indirilmiştir. Sonuç dosyası içerisindeki .sum uzantılı dosya açılarak değerlendirilen koordinatlara ulaşılmıştır (Şekil 7.16).

ank23000.23o.sum - Not Defteri

Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım

3.3 Coordenadas Estimadas na Data do Levantamento

Aviso: As coordenadas do arquivo RINEX foram atualizadas com solucao inicial de codigo.

CARTESIANA	SIRGAS2000	ITRF (IGS20)	Sigma(m)	SIR-ITR(m)
X (m)	4124040.6857	4124040.6877	0.0042	-0.0020
Y (m)	2655252.1976	2655252.1976	0.0033	-0.0001
Z (m)	4065430.4334	4065430.4375	0.0035	-0.0041

DESVIO PADRAO/CORRELACOES

	X(m)	Y(m)	Z(m)
X(m)	0.0042	0.4080	0.8129
Y(m)		0.0033	0.6017
Z(m)			0.0035

ELIPSOIDAL

	39 50 34.1104	39 50 34.1105	0.0015	-0.0021
Latitude (gms)				
Longitude (gms)	32 46 31.2527	32 46 31.2527	0.0028	0.0010
Alt. Geo. (m)	1296.0625	1296.0664	0.0056	-0.0039

DESVIO PADRAO/CORRELACOES

	Lat(m)	Lon(m)	H(m)
Lat(m)	0.0015	-0.0053	-0.2038
Lon(m)		0.0028	-0.0602
H(m)			0.0056

3.4 Diferenca de Coordenadas SIRGAS2000

CARTESIANA	ESTIMADA	A-PRIORI	Diferenca(m)	EMQ(m)
X (m)	4124040.6857	4124040.8447	-0.1590	0.1608
Y (m)	2655252.1976	2655252.2445	-0.0469	0.0807
Z (m)	4065430.4334	4065430.2317	0.2017	0.2032

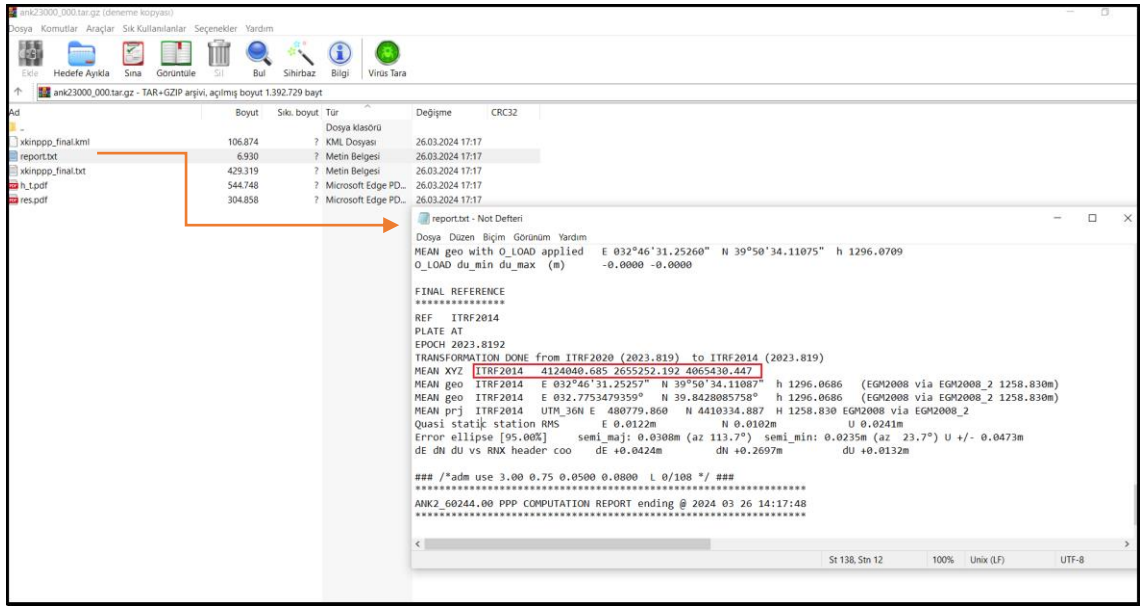
St 219, Stn 1 100% Unix (LF) ANSI

Şekil 7.16. IBGE-PPP sonuç koordinatları

Şekil 7.16' da yeşil kutucuk ile gösterilen kısımdaki koordinatlar hesaplanan final koordinatlarıdır. Bu koordinatlar SIRGAS2000 datumundadır. ITRF datumuna ilişkin koordinatlar kırmızı kutucuk içerisinde gösterilmiştir. Final koordinatlar ile ITRF datumuna ilişkin koordinatların solundaki SIRGAS2000 koordinatları birbirine eşit olduğundan kırmızı kutucuk ile gösterilen ITRF koordinatları işlemlerde kullanılmıştır.

IGN-PPP yazılımında https://rgp.ign.fr/SERVICES/ppp_online.php web adresine girilerek veri giriş ekranı görüntülenmiştir. Veri giriş ekranından RINEX dosyası yüklenmiş ve sonuç dosyasının gönderileceği mail adresi girilerek değerlendirme işlemi gerçekleştirilmiştir.

Veri işleme süreci tamamlandıktan sonra değerlendiren koordinatlara ait sonuç dosyası .zip formatında mail adresine gelmiştir. Sonuç dosyası içerisinde bulunan report.txt isimli dosya açılarak değerlendirilen koordinatlara ulaşılmıştır (Şekil 7.17).



Şekil 7.17. IGN-PPP sonuç koordinatları

AOSPOS yazılıma veriler gönderilirken <https://gnss.ga.gov.au/auspos> adresine girilmiştir. Yazılım üyelik gerektirmediği için açılan sayfada mail adresi ve RINEX verisi seçilerek koordinatlar değerlendirilmesi için gönderilmiştir. Sonuç dosyası 10 dakika içerisinde mail adresine pdf olarak gelmiştir (Şekil 7.18).

The screenshot shows the AUSPOS GPS Processing Report. The report is titled "AUSPOS GPS Processing Report" and dated "March 13, 2024". It includes the Australian Government Geoscience Australia logo. The report shows Cartesian coordinates for various stations in ITRF2014. The first row, ANK2, is highlighted with a red box.

Station	X (m)	Y (m)	Z (m)	ITRF2014 @
ANK2	4124040.675	2655252.194	4065430.432	27/10/2023
BOR1	3738358.129	1148174.005	5021815.934	27/10/2023
BUCU	4093760.538	2007794.139	4445130.164	27/10/2023
DYNG	4595220.044	2039434.215	3912625.854	27/10/2023
GANP	3929181.212	1455237.023	4793654.080	27/10/2023
GLSV	3512888.577	2068980.150	4888903.360	27/10/2023
GRAZ	4194423.494	1162703.030	4647245.612	27/10/2023
JOZ2	3664880.223	1409190.883	5009618.629	27/10/2023
MAT1	4641951.097	1393054.021	4133281.138	27/10/2023
MEDI	4461400.402	919593.937	4449504.984	27/10/2023
POLV	3411556.954	2348464.230	4834397.031	27/10/2023
SOFI	4319371.778	1868688.104	4292064.080	27/10/2023
ZECK	3451174.290	3060335.716	4391955.819	27/10/2023

Şekil 7.18. AUSPOS sonuç koordinatları

OPUS yazılımına veriler gönderilirken <https://www.ngs.noaa.gov/OPUS/> adresine girilmiştir. Yazılım üyelik gerektirmediği için açılan sayfada veri dosyası, anten tipi, anten yüksekliği, veri saat aralığı ve sonuçların gönderileceği mail adresi girilerek değerlendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonuç ek bir dosya olmadan mail adresine gelmiştir (Şekil 7.19).

```

FILE: ank23000.23o OP1729696726809

NGS OPUS SOLUTION REPORT
=====

All computed coordinate accuracies are listed as peak-to-peak values.
For additional information: https://www.ngs.noaa.gov/OPUS/about.jsp#accuracy

USER: nevriye.gul8893@gmail.com          DATE: October 23, 2024
RINEX FILE: ank2300a.23o          TIME: 15:29:24 UTC


SOFTWARE: page5 2008.25 master293.pl 160321    START: 2023/10/27 00:00:00
EPHEMERIS: igs22855.eph [precise]          STOP: 2023/10/27 23:59:00
NAV FILE: brdc3000.23n          OBS USED: 52754 / 55788 : 95%
ANT NAME: TRM115000.00 NONE          # FIXED AMB: 172 / 260 : 66%
ARP HEIGHT: 0.042          OVERALL RMS: 0.013(m)


REF FRAME: NAD_83(2011)(EPOCH:2010.0000)          ITRF2014 (EPOCH:2023.8206)

X: 4124041.900(m) 0.015(m)          4124040.680(m) 0.015(m)
Y: 2655250.609(m) 0.021(m)          2655252.195(m) 0.021(m)
Z: 4065429.472(m) 0.010(m)          4065430.438(m) 0.010(m)


LAT: 39 50 34.08317 0.008(m)          39 50 34.11071 0.008(m)
E LON: 32 46 31.16892 0.009(m)          32 46 31.25280 0.009(m)
W LON: 327 13 28.83108 0.009(m)          327 13 28.74720 0.009(m)
EL HGT: 1295.570(m) 0.024(m)          1296.061(m) 0.024(m)
ORTHO HGT: [No NGS Geoid Model Available.]


UTM COORDINATES    STATE PLANE COORDINATES
UTM (Zone 36)    *** NOTE ***

```

Şekil 7.19. OPUS sonuç koordinatları

raPPPid yazılımında <https://geodesy.noaa.gov/gps-toolbox/rapppid.shtml> web sayfasına girilerek program dosyalarını içeren klasör indirilmiş ve MATLAB yazılımında çalıştırılmıştır. Yazılımın kullanıcı arayüzü görüntüledikten sonra, değerlendirme işleminde kullanılacak olan RINEX gözlem dosyası (.rnx), bias dosyası (.BIA), hassas efemeris (.SP3) ve saat dosyası (.CLK) gibi standart veri formatları yüklenerek değerlendirme işlemi gerçekleştirilmiştir.

Veri işleme süreci tamamlandıktan sonra değerlendiren koordinatlara ait sonuç dosyası, bilgisayara indirilen “raPPPid” program klasörünün içerisine otomatik olarak gelmiştir. Sonuç dosyası içerisinde bulunan results_float.txt isimli dosya açılarak değerlendirilen koordinatlara ulaşılmıştır (Şekil 7.20).

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	2285	432000.0	4124040.605226	2655251.752031	4065430.635850	1.675758	1.184531	1.358426	39.842811640	32.7753441181	1295.9550
2	2285	432030.0	4124040.723528	2655252.008587	4065430.273588	1.011507	0.781377	0.851351	39.842807760	32.7753458898	1295.9059
3	2285	432060.0	4124040.856035	2655251.960249	4065430.453057	0.691335	0.592102	0.602175	39.842808509	32.7753445771	1296.0864
4	2285	432090.0	4124040.566529	2655252.032773	4065430.423604	0.506454	0.476410	0.452658	39.842809483	32.7753471202	1295.9107
5	2285	432120.0	4124040.470960	2655252.156840	4065430.292851	0.388282	0.395311	0.352888	39.842808655	32.7753489430	1295.8168
6	2285	432150.0	4124040.554831	2655252.220373	4065430.413277	0.307886	0.334310	0.282693	39.842808883	32.7753490367	1295.9745
7	2285	432180.0	4124040.581518	2655252.280064	4065430.396066	0.250791	0.286701	0.231660	39.842808448	32.7753494542	1296.0056

Şekil 7.20. raPPPid sonuç koordinatları

PPPH yazılımında <https://www.ngs.noaa.gov/gps-toolbox/ppph-va.shtml> web sayfasına girilerek program kodlarını içeren klasör indirilmiş ve MATLAB yazılımında çalıştırılmıştır. Kullanıcı arayüzü görüntüledikten sonra, yazılımın ilk bileşeni olan ‘Data Importing’ kısmından RINEX gözlem dosyası (.rxn), yörünge dosyası (.SP3)(gözlem günü, gözlem gününden bir önce ve bir sonraki gün), saat dosyası (.CLK), anten dosyası (.ATX) vb. standart veri formatları girilerek yazılım çalıştırılmıştır. ‘Preprocessing’ sekmesinden uydu yükseklik açısı ve veri işleme modu seçilerek devam edilmiştir. ‘Modeling Options’, ‘Filtering Options’ ve ‘Analysis’ bileşenlerinden gerekli parametreler seçilerek değerlendirme işlemi gerçekleştirilmiştir.

Veri işleme süreci tamamlandıktan sonra değerlendiren koordinatlara ait sonuç dosyası, bilgisayara indirilmiştir. Sonuç dosyası içerisinde bulunan.txt isimli dosya açılarak değerlendirilen koordinatlara ulaşılmıştır (Şekil 7.21).

ANK2_24H - Not Defteri										
Dosya	Düzen	Biçim	Görünüm	Yardım						
Year	DOY	SOD	(X)	(Y)	(Z)	(DT)	(TH)	(TW)	(TT)	(SDR)
2023	300	0	4124035.446	2655248.877	4065425.556	26.634	1.991	0.007	1.998	0.000
2023	300	30	4124038.912	2655251.948	4065427.806	28.229	1.991	0.427	2.418	0.000
2023	300	60	4124037.655	2655250.137	4065427.505	27.262	1.991	0.453	2.445	0.000
2023	300	90	4124037.779	2655250.185	4065427.484	27.471	1.991	0.385	2.377	0.000
2023	300	120	4124037.770	2655250.292	4065427.386	27.377	1.991	0.323	2.314	0.000
2023	300	150	4124038.089	2655250.267	4065427.527	27.639	1.991	0.259	2.250	0.000
2023	300	180	4124038.524	2655250.528	4065427.573	27.914	1.991	0.229	2.221	0.000
2023	300	210	4124038.852	2655250.666	4065427.687	28.073	1.991	0.223	2.214	0.000
2023	300	240	4124039.029	2655250.696	4065427.713	28.112	1.991	0.226	2.218	0.000
2023	300	270	4124039.073	2655250.715	4065427.708	28.006	1.991	0.235	2.227	0.000
2023	300	300	4124039.107	2655250.727	4065427.682	27.962	1.991	0.247	2.238	0.000
2023	300	330	4124039.075	2655250.677	4065427.624	27.838	1.991	0.261	2.252	0.000
2023	300	360	4124039.021	2655250.594	4065427.567	27.657	1.991	0.276	2.267	0.000
2023	300	390	4124039.019	2655250.584	4065427.517	27.533	1.991	0.291	2.283	0.000
2023	300	420	4124038.961	2655250.569	4065427.449	27.493	1.991	0.308	2.299	0.000
2023	300	450	4124038.909	2655250.559	4065427.370	27.427	1.991	0.324	2.315	0.000
2023	300	480	4124038.837	2655250.538	4065427.292	27.257	1.991	0.338	2.330	0.000
2023	300	510	4124038.793	2655250.544	4065427.243	27.134	1.991	0.346	2.338	0.000
2023	300	540	4124038.768	2655250.545	4065427.214	27.039	1.991	0.350	2.341	0.000
2023	300	570	4124038.749	2655250.579	4065427.218	26.986	1.991	0.349	2.340	0.000
2023	300	600	4124038.776	2655250.608	4065427.263	26.985	1.991	0.344	2.335	0.000

Şekil 7.21. PPPH sonuç koordinatları

CSRS-PPP, MagicGNSS, raPPPid, APPS, Trimble-RTX, IBGE-PPP, IGN-PPP ve PPPH yazılımları ile elde edilen koordinatlar referans koordinatlardan çıkartılarak farklar hesaplanmıştır. Referans koordinatlar olarak sırasıyla AUSPOS yazılımı ile elde edilen koordinatlar, OPUS yazılımı ile elde edilen koordinatlar ve IGS.SNX dosyasından alınan koordinatlar alınmıştır. Benzer şekilde AUSPOS ve OPUS yazılımı ile elde edilen koordinatlar IGS.SNX dosyasından alınan referans koordinatlardan çıkartılarak da farklar (düzeltme değerleri) hesaplanmıştır.

AUSPOS, OPUS ve IGS.SNX dosyasından elde edilen referans koordinatlar, web tabanlı ve açık kaynak kodlu GNSS değerlendirme yazılımlarından elde edilen koordinatlar çıkartılarak farklar;

$$\varepsilon_{X_i} = X_T - X_i, \quad \varepsilon_{Y_i} = Y_T - Y_i, \quad \varepsilon_{Z_i} = Z_T - Z_i \quad (7.1)$$

eşitlikleri ile hesaplanmıştır.

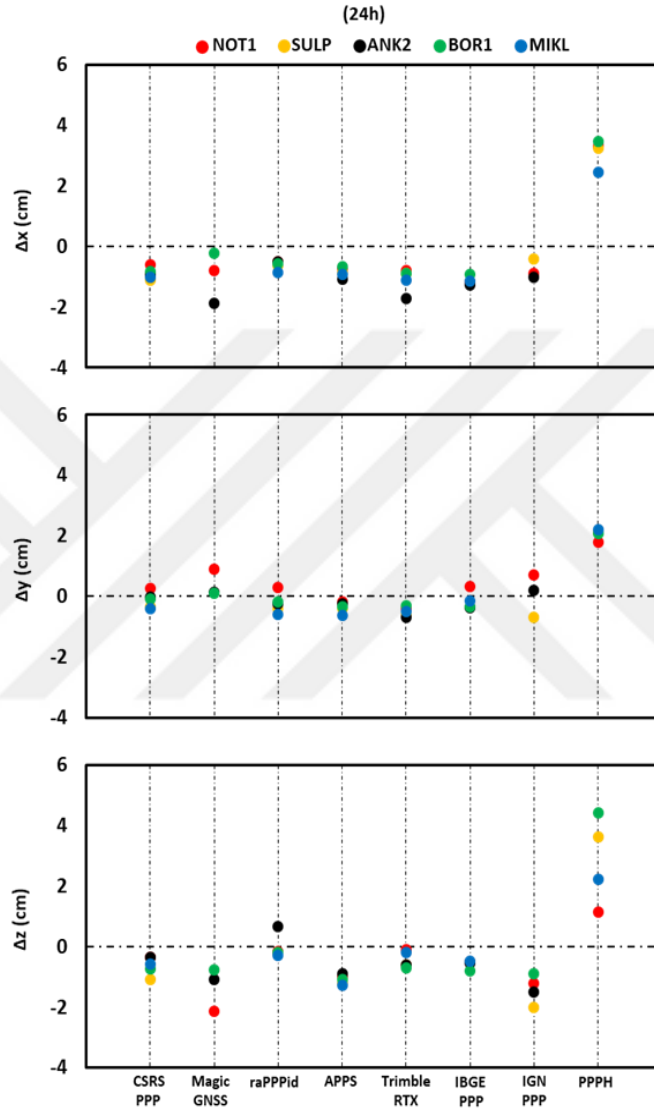
X_T, Y_T, Z_T : Referans koordinatları,

X_i, Y_i, Z_i : Web tabanlı ve açık kaynak kodlu GNSS değerlendirme yazılımlarından elde edilen koordinat değerlerini,

$\varepsilon_{X_i}, \varepsilon_{Y_i}, \varepsilon_{Z_i}$: Hesaplanan farkları göstermektedir.

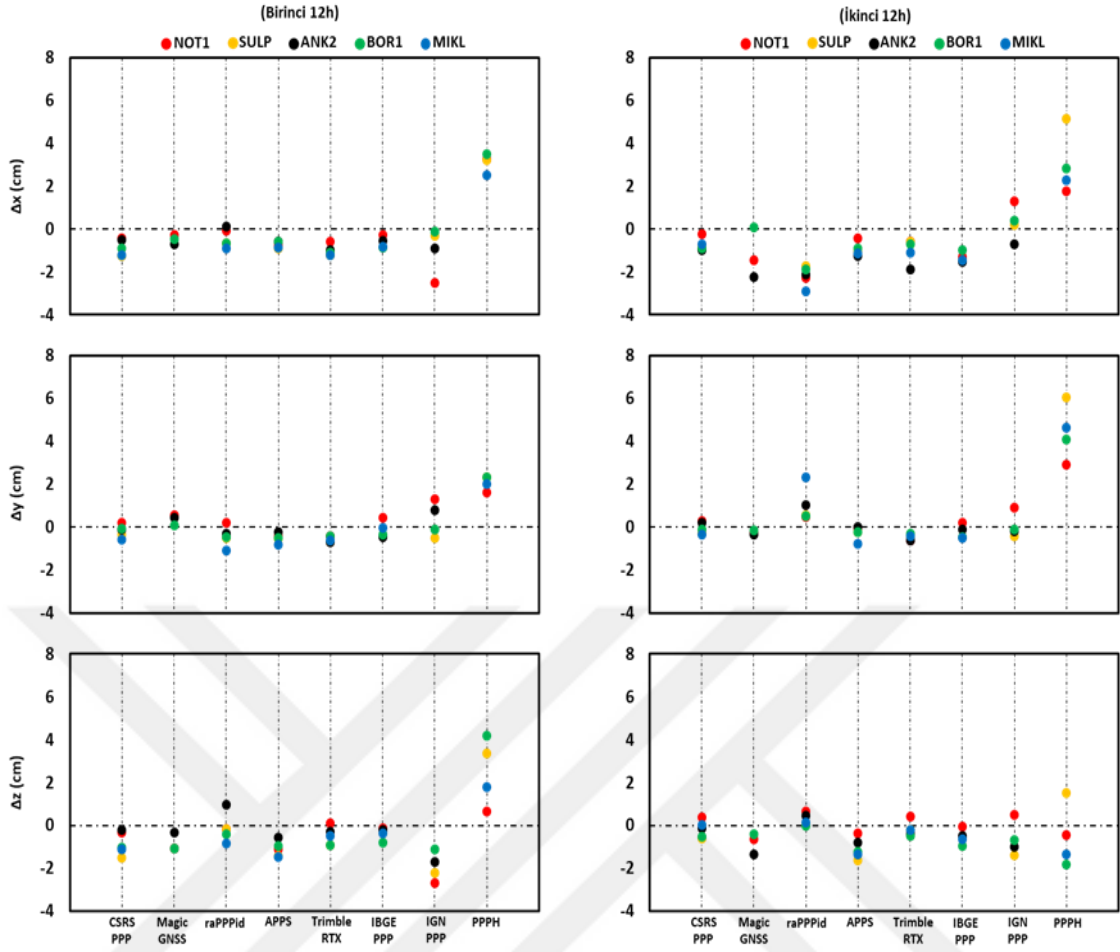
NOT1, Sulp, ANK2, BOR1 ve MIKL IGS istasyonlarına ait bir günlük veri 6 saatlik 4 değerlendirme (birinci 6 saat 00:00:00-05:59:00, ikinci 6 saat 06:00:00-11:59:00, üçüncü 6 saat 12:00:00-17:59:00, dördüncü 6 saat 18:00:00-23:59:00), 12 saatlik 2 değerlendirme (birinci 12 saat 00:00:00-11:59:00, ikinci 12 saat 12:00:00-

23:59:00) ve 24 saatlik 1 değerlendirme (00:00:00-23:59:00) olmak üzere, dilimlere ayrılarak web tabanlı ve açık kaynak kodlu yazılımlar ile değerlendirilmiş, elde edilen koordinatlar ile referans koordinatlar arasındaki farkları hesaplanmış ve grafik olarak gösterilmiştir (Şekil 7.22- 7.30) (EK 1-9)



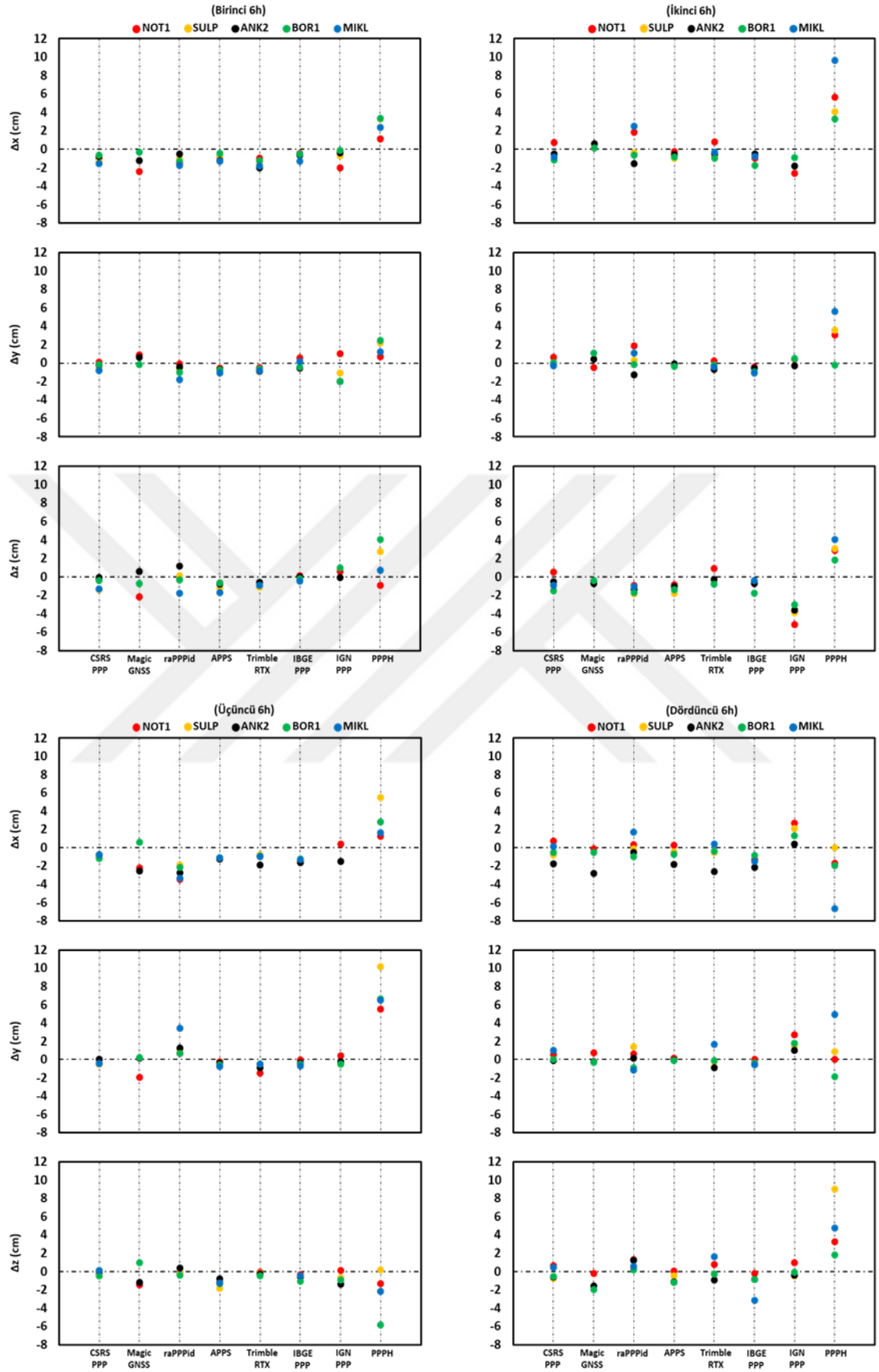
Şekil 7.22. AUSPOS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 24 saatlik dilimdeki koordinat farkları

AUSPOS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 24 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.22), MagicGNSS yazılımında X eksenı yönünde BOR1 istasyonunun, CSRS-PPP yazılımında Y eksenı yönünde ANK2 istasyonunun, Trimble-RTX yazılımında Z eksenı yönünde NOT1 istasyonunun referans koordinatlara daha yakın sonuç verdiğı, en fazla farkın ise PPPH yazılımında X ve Z eksenleri yönünde BOR1, Y eksenı yönünde MIKL istasyonlarında olduğu görülmektedir.



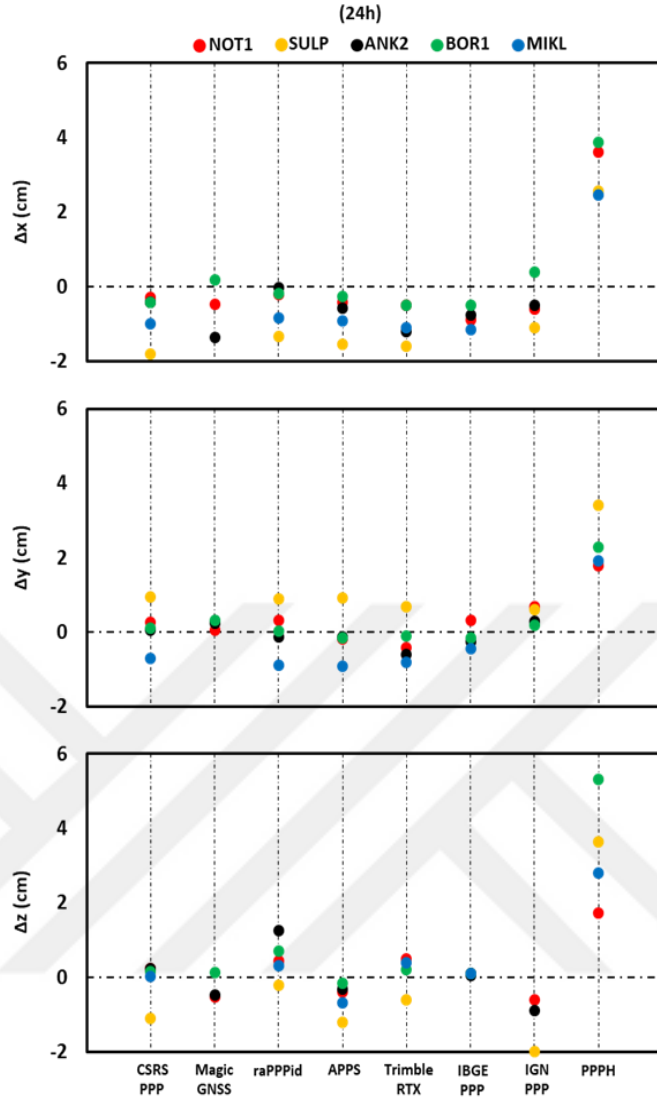
Şekil 7.23. AUSPOS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 12 saatlik dilimdeki koordinat farkları

AUSPOS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 12 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.23), birinci 12 saatlik dilimde raPPPid yazılımında X eksenini yönünde NOT1 istasyonunun, IBGE-PPP yazılımında Y eksenini yönünde MIKL istasyonunun, Trimble-RTX yazılımında Z eksenini yönünde NOT1 istasyonunun, ikinci 12 saatlik dilimde ise MagicGNSS yazılımında X eksenini yönünde BOR1 istasyonunun, APPS yazılımında Y eksenini yönünde NOT1 ve ANK2 istasyonlarının, CSRS-PPP yazılımında Z eksenini yönünde MIKL istasyonunun ve raPPPid yazılımında BOR1 istasyonunun referans koordinatlara daha yakın sonuç verdiği görülmektedir. En fazla fark ise birinci ve ikinci 12 saatlik dilimlerde X, Y, Z eksenleri yönünde PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlardadır.



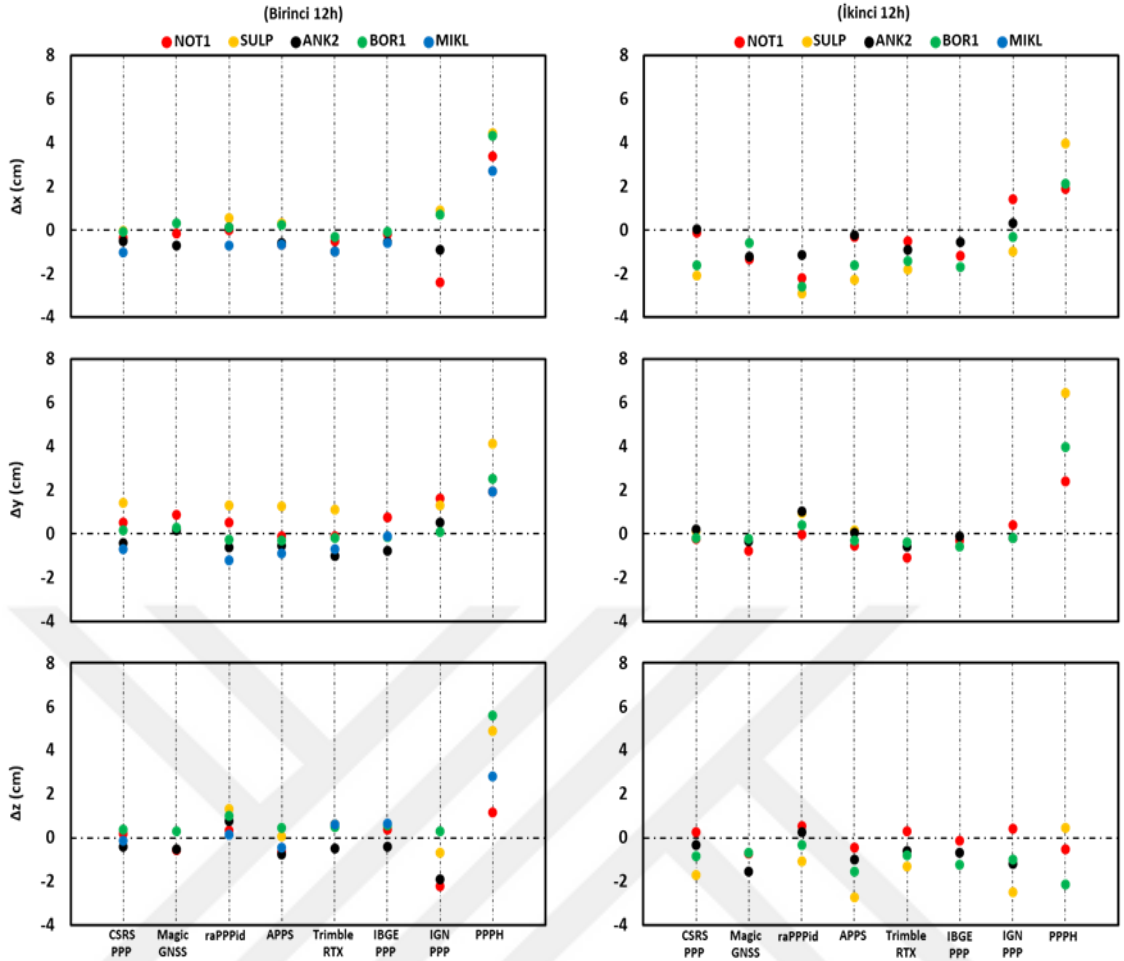
Şekil 7.24. AUSPOS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 6 saatlik dilimdeki koordinat farkları

AUSPOS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 6 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.24), birinci 6 saatlik dilimde IGN-PPP yazılımında X eksenini yönünde BOR1 istasyonunun, raPPPid yazılımında Y eksenini yönünde NOT1 istasyonunun, IBGE-PPP yazılımında Z eksenini yönünde ANK2 istasyonunun, ikinci 6 saatlik dilimde MagicGNSS yazılımında X eksenini yönünde NOT1 istasyonunun, CSRS-PPP yazılımında Y eksenini yönünde Sulp ve ANK2 istasyonlarının, Trimble-RTX yazılımında Z eksenini yönünde ANK2 istasyonunun, üçüncü 6 saatlik dilimde IGN-PPP yazılımında X eksenini yönünde NOT1 istasyonunun, CSRS-PPP ve IBGE-PPP yazılımlarında Y eksenini yönünde NOT1 istasyonunun, CSRS-PPP yazılımında Z eksenini yönünde ANK2 istasyonunun ve dördüncü 6 saatlik dilimde ise PPPH yazılımında X eksenini yönünde Sulp istasyonunun, APPS yazılımında Y eksenini yönünde Sulp istasyonunun, APSS yazılımında Z eksenini yönünde NOT1 istasyonunun referans koordinatlara daha yakın sonuç verdiği görülmektedir. En fazla farkın ise ikinci 6 saatlik dilimde IGN-PPP yazılımında Z eksenini yönünde NOT1 istasyonunun, diğer tüm saatlik dilimlerde X, Y ve Z eksenleri yönünde PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda olduğu görülmektedir.



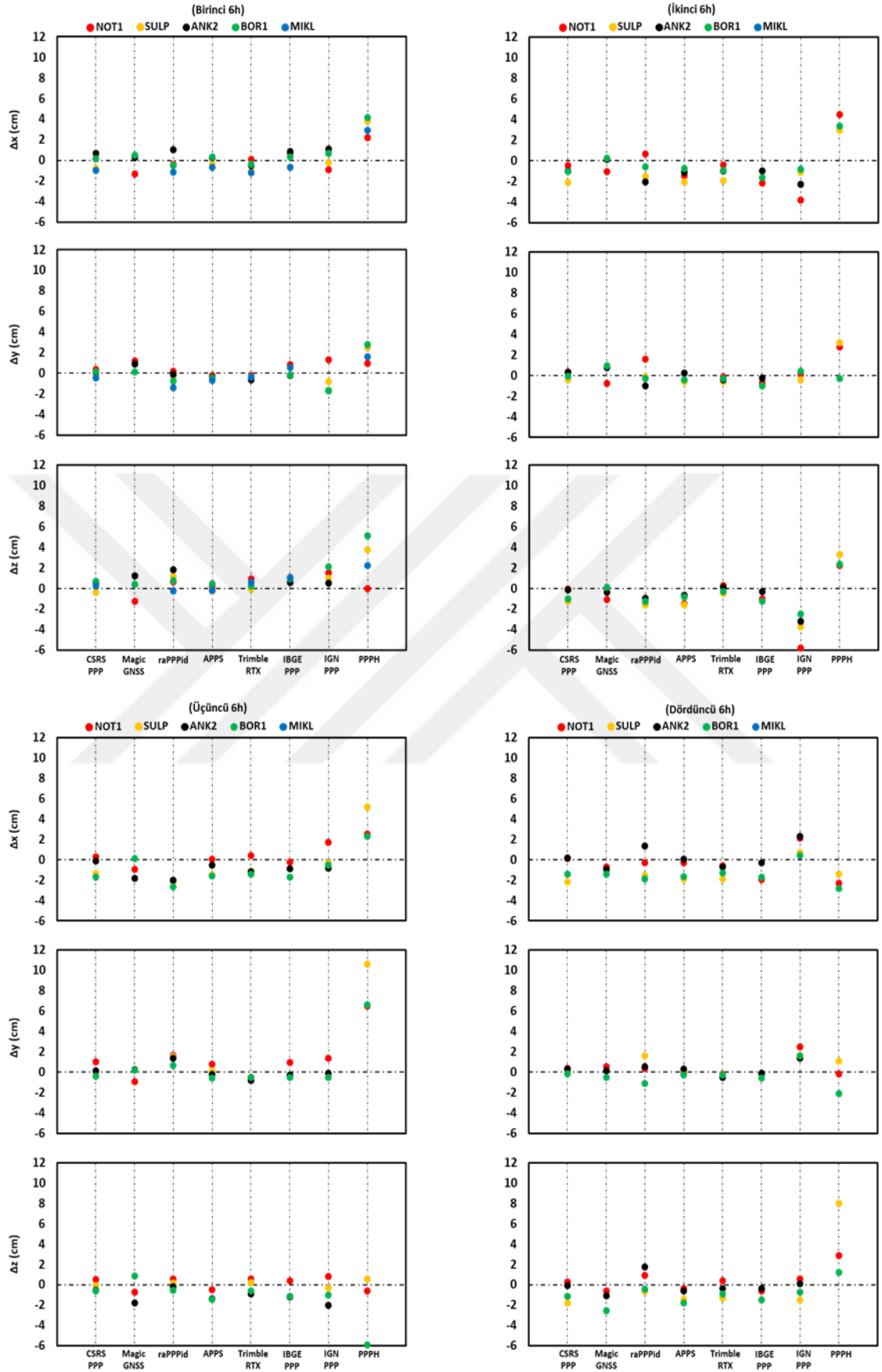
Şekil 7.25. OPUS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 24 saatlik dilimdeki koordinat farkları

OPUS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 24 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.25), raPPPid yazılımında X eksen yönünde ANK2 istasyonunun, raPPPid yazılımında Y eksen yönünde BOR1 istasyonunun, CSRS-PPP yazılımında Z eksen yönünde MIKL istasyonunun referans koordinatlara daha yakın sonuç verdiği görülmektedir. Genel olarak PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda farkın daha yüksek olduğu görülsede diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında, X ve Z eksenleri yönünde BOR1 istasyonunda, Y eksen yönünde ise Sulp istasyonunda referans koordinatlar ile arasındaki farkın daha fazla olduğu görülmektedir.



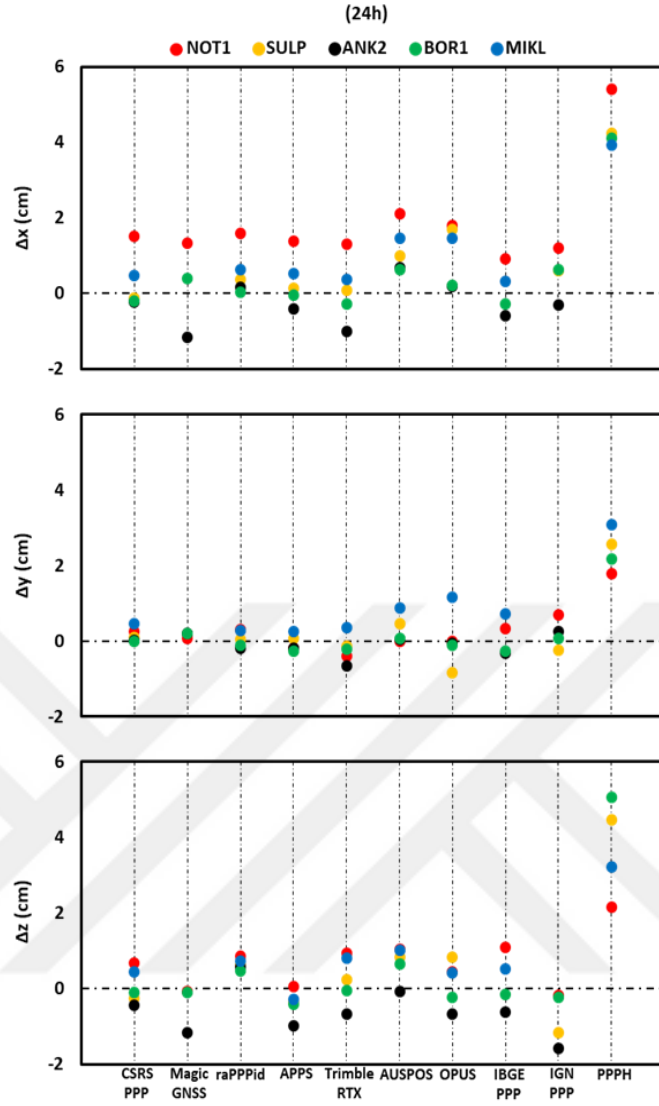
Şekil 7.26. OPUS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 12 saatlik dilimdeki koordinat farkları

OPUS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 12 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.26), birinci 12 saatlik dilimde raPPPid yazılımında X eksenini yönünde NOT1 istasyonunun, IGN-PPP yazılımında Y eksenini yönünde BOR1 istasyonunun ve Trimble-RTX yazılımında NOT1 istasyonunun, APPS yazılımında Z eksenini yönünde Sulp istasyonunun, ikinci 12 saatlik dilimde ise CSRS-PPP yazılımında X eksenini yönünde ANK2 istasyonunun, raPPPid yazılımında Y eksenini yönünde NOT1 istasyonunun, IBGE-PPP yazılımında Z eksenini yönünde NOT1 istasyonunun referans koordinatlara daha yakın sonuç verdiği görülmektedir. En fazla farkın ise birinci 12 saatlik dilimde PPPH yazılımında X, Y, Z eksenleri yönünde, ikinci 12 saatlik dilimde PPPH yazılımında X ve Y eksenleri yönünde, IGN-PPP yazılımda Z eksenini yönünde Sulp istasyonunda olduğu görülmektedir.



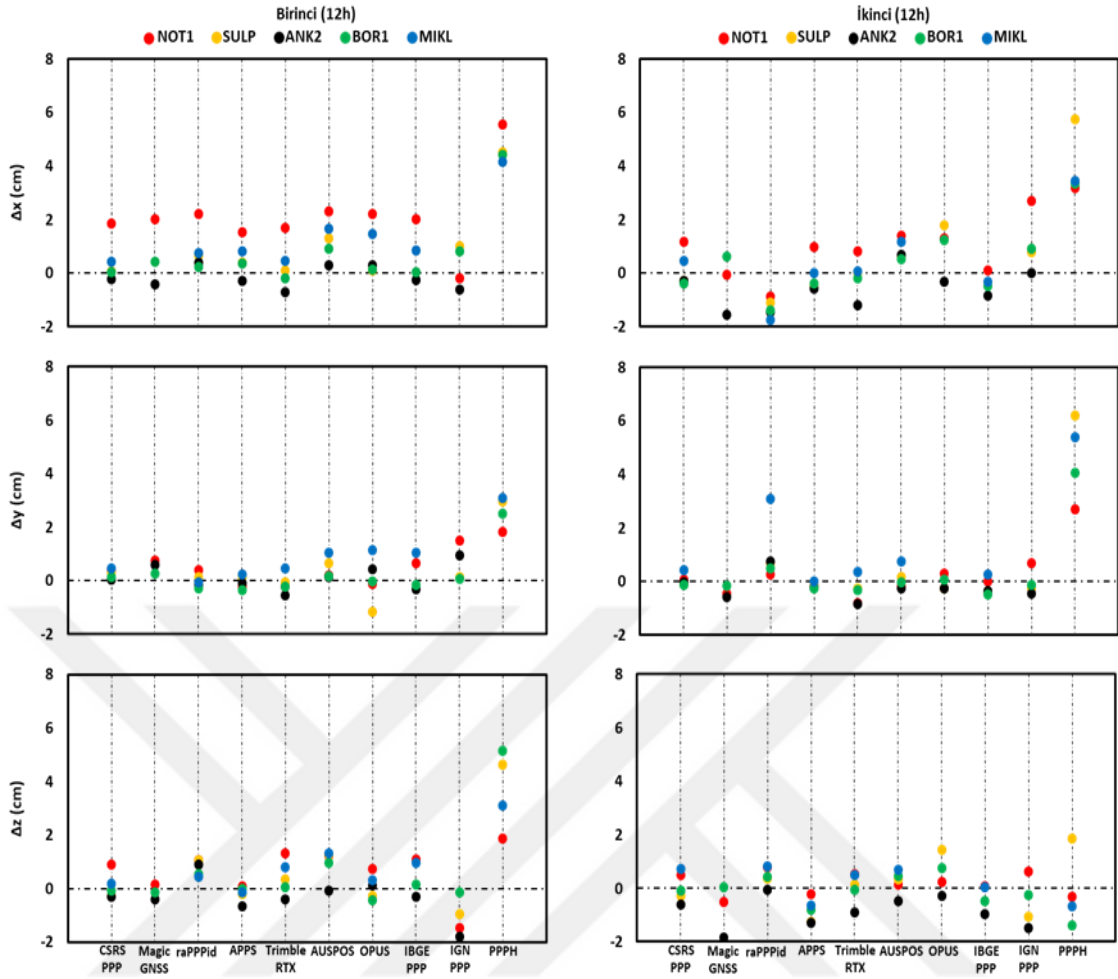
Şekil 7.27. OPUS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 6 saatlik dilimdeki koordinat farkları

OPUS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 6 saatlik dilimdeki farklar (Şekil 7.27), birinci 6 saatlik dilimde Trimble-RTX yazılımında X eksen yönünde NOT1 istasyonunun, CSRS-PPP yazılımında Y eksen yönünde ANK2 istasyonunun, PPPH yazılımında Z eksen yönünde NOT1 istasyonunun, ikinci 6 saatlik dilimde MagicGNSS yazılımında X eksen yönünde ANK2 istasyonunun, CSRS-PPP yazılımında Y eksen yönünde BOR1 istasyonunun, CSRS-PPP yazılımında Z eksen yönünde NOT1 istasyonunun, üçüncü 6 saatlik dilimde APPS yazılımında X eksen yönünde NOT1 istasyonunun, CSRS-PPP yazılımında Y ve Z eksenleri yönünde Sulp istasyonunun ve dördüncü 6 saatlik dilimde ise APPS yazılımında X eksen yönünde ANK2 istasyonunun, APPS yazılımında Y eksen yönünde NOT1 istasyonunun, CSRS-PPP yazılımında Z eksen yönünde ANK2 istasyonunun referans koordinatlara daha yakın sonuç verdiği görülmektedir. En fazla farkın ise ikinci 6 saatlik dilimde IGN-PPP yazılımında Z eksen yönünde NOT1 istasyonunda, dördüncü 6 saatlik dilimde IGN-PPP yazılımında Y eksen yönünde NOT1 istasyonunda, diğer tüm saatlik dilimlerde PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda olduğu görülmektedir.



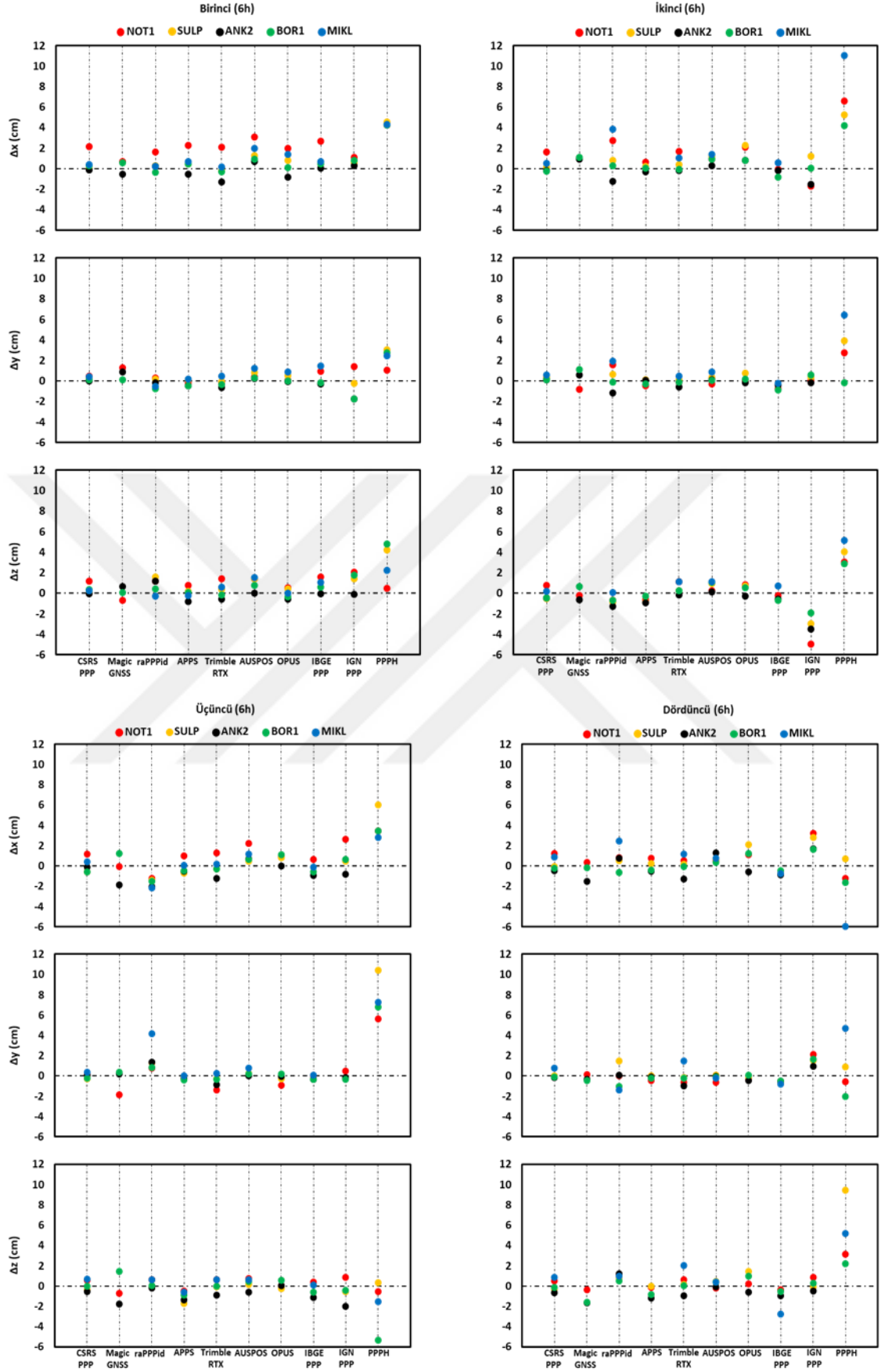
Şekil 7.28. IGS.SNX dosyasından alınan koordinatlarla hesaplanan 24 saatlik dilimdeki koordinat farkları

IGS.SNX dosyasından alınan koordinatlarla hesaplanan 24 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.28), raPPPid yazılımında X eksen yönünde BOR1 istasyonunun, CSRS-PPP yazılımında Y eksen yönünde BOR1 istasyonunun, APPS yazılımında Z eksen yönünde NOT1 istasyonunun IGS koordinatlarına daha yakın sonuç verdiği, en fazla farkın ise PPPH yazılımında X eksen yönünde NOT1, Y eksen yönünde MIKL ve Z eksen yönünde BOR1 istasyonlarında olduğu görülmektedir.



Şekil 7.29. IGS.SNX dosyasından alınan koordinatlarla hesaplanan 12 saatlik dilimdeki koordinat farkları

IGS.SNX dosyasından alınan koordinatlarla hesaplanan 12 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.29), birinci 12 saatlik dilimde CSRS-PPP yazılımında X eksenini yönünde BOR1 istasyonunun, OPUS yazılımında Y eksenini yönünde BOR1 istasyonunun, APPS yazılımında Z eksenini yönünde BOR1 istasyonunun, ikinci 12 saatlik dilimde ise Trimble-RTX yazılımında X eksenini yönünde Sulp istasyonunun, APPS yazılımında Y eksenini yönünde MIKL istasyonunun, Trimble-RTX yazılımında Z eksenini yönünde BOR1 istasyonunun IGS koordinatlarına daha yakın sonuç verdiği görülmektedir. En fazla farkın ise birinci ve ikinci 12 saatlik dilimlerde X, Y, Z eksenleri yönünde PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda olduğu görülmektedir.



Şekil 7.30. IGS.SNX dosyasından alınan koordinatlarla hesaplanan 6 saatlik dilimdeki koordinat farkları

IGS.SNX dosyasından alınan koordinatlarla hesaplanan 6 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.30), birinci 6 saatlik dilimde CSRS-PPP yazılımında X eksen yönünde SULP istasyonunun, OPUS yazılımında Y eksen yönünde BOR1 istasyonunun, OPUS yazılımında Z eksen yönünde MIKL istasyonunun, ikinci 6 saatlik dilimde IGN-PPP yazılımında X eksen yönünde BOR1 istasyonunun, OPUS yazılımında Y eksen yönünde NOT1 istasyonunun, raPPPid yazılımında Z eksen yönünde MIKL istasyonunun, üçüncü 6 saatlik dilimde OPUS yazılımında X ve Z eksenleri yönünde ANK2 istasyonunun, APPS yazılımında Y eksen yönünde MIKL istasyonunun, dördüncü 6 saatlik dilimde ise CSRS-PPP yazılımında X ve Y eksenleri yönünde SULP istasyonunun, APPS yazılımında Z eksen yönünde SULP istasyonunun IGS koordinatlarına daha yakın sonuç verdiği görülmektedir. En fazla farkın ise tüm istasyonlar ve saatlik dilimlerde PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda olduğu görülmektedir.

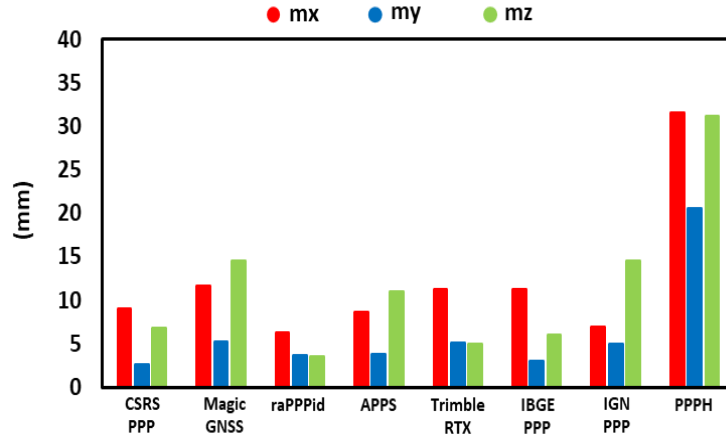
Koordinat eksenleri yönündeki karesel ortalama hataların hesabında;

$$m_{x_i} = \pm \sqrt{\frac{[\varepsilon_{x_i} \varepsilon_{x_i}]}{n}}, \quad m_{y_i} = \pm \sqrt{\frac{[\varepsilon_{y_i} \varepsilon_{y_i}]}{n}}, \quad m_{z_i} = \pm \sqrt{\frac{[\varepsilon_{z_i} \varepsilon_{z_i}]}{n}} \quad (7.2)$$

eşitlikleri kullanılmıştır.

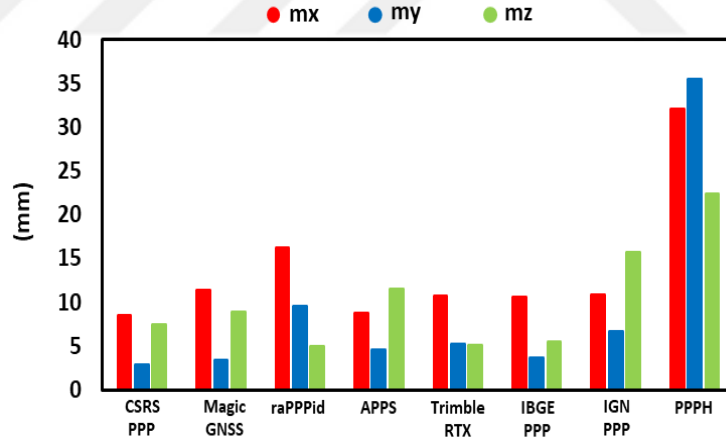
n : Saatlik dilimlere göre yazılımlardan elde edilen koordinat sayısını ifade etmektedir.

NOT1, SULP, ANK2, BOR1 ve MIKL IGS istasyonlarına ait bir günlük veri, web tabanlı ve açık kaynak kodlu yazılımlarda değerlendirilmiş 7.1 eşitliği ile farklar ve 7.2 eşitliği ile KOH hesaplanmıştır. Hesaplanan KOH grafik olarak gösterilmiştir (Şekil 7.31-7.39).



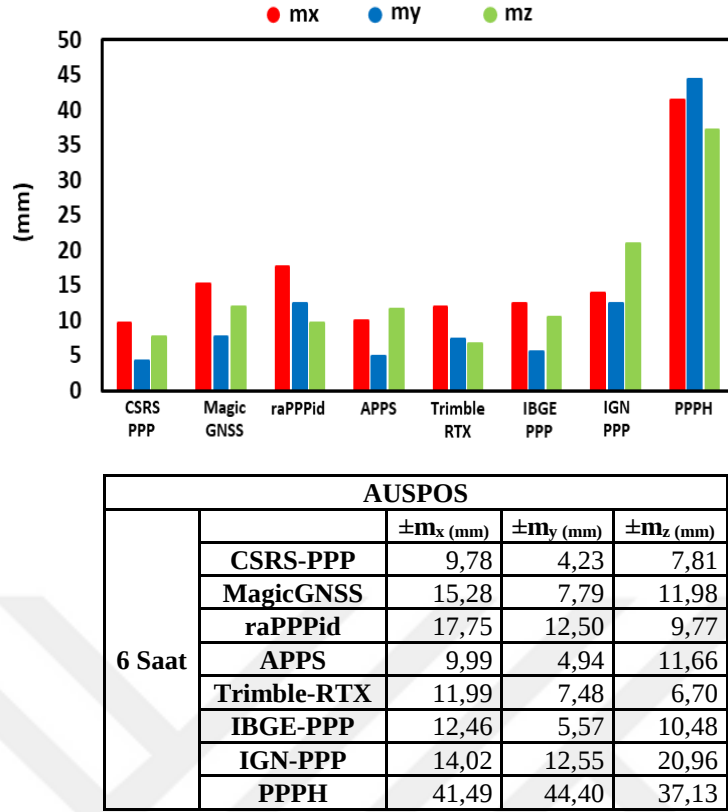
AUSPOS				
24 Saat		$\pm m_x$ (mm)	$\pm m_y$ (mm)	$\pm m_z$ (mm)
	CSRS-PPP	9,09	2,64	6,87
	MagicGNSS	11,72	5,31	14,52
	raPPPid	6,29	3,70	3,52
	APPS	8,64	3,87	10,98
	Trimble-RTX	11,28	5,20	5,02
	IBGE-PPP	11,35	3,10	6,02
	IGN-PPP	7,02	5,05	14,58
	PPPH	31,55	20,54	31,17

Şekil 7.31. 24 saatlik dilimde AUSPOS yazılımı referans alındığında elde edilen KOH



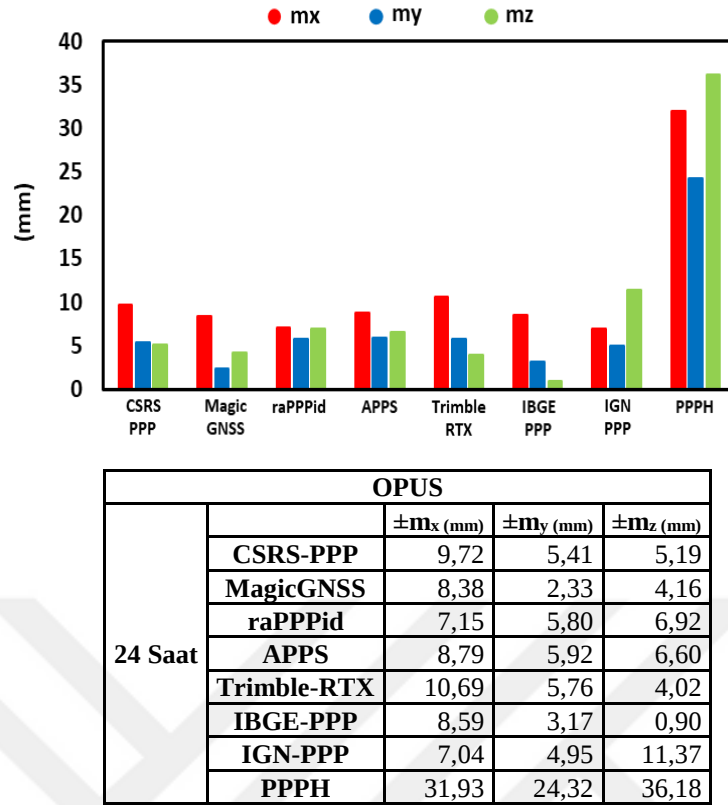
AUSPOS				
12 Saat		$\pm m_x$ (mm)	$\pm m_y$ (mm)	$\pm m_z$ (mm)
	CSRS-PPP	8,61	2,90	7,45
	MagicGNSS	11,48	3,49	8,98
	raPPPid	16,27	9,55	5,02
	APPS	8,86	4,58	11,59
	Trimble-RTX	10,71	5,28	5,12
	IBGE-PPP	10,64	3,66	5,49
	IGN-PPP	10,92	6,72	15,78
	PPPH	32,11	35,52	22,44

Şekil 7.32. 12 saatlik dilimde AUSPOS yazılımı referans alındığında elde edilen KOH

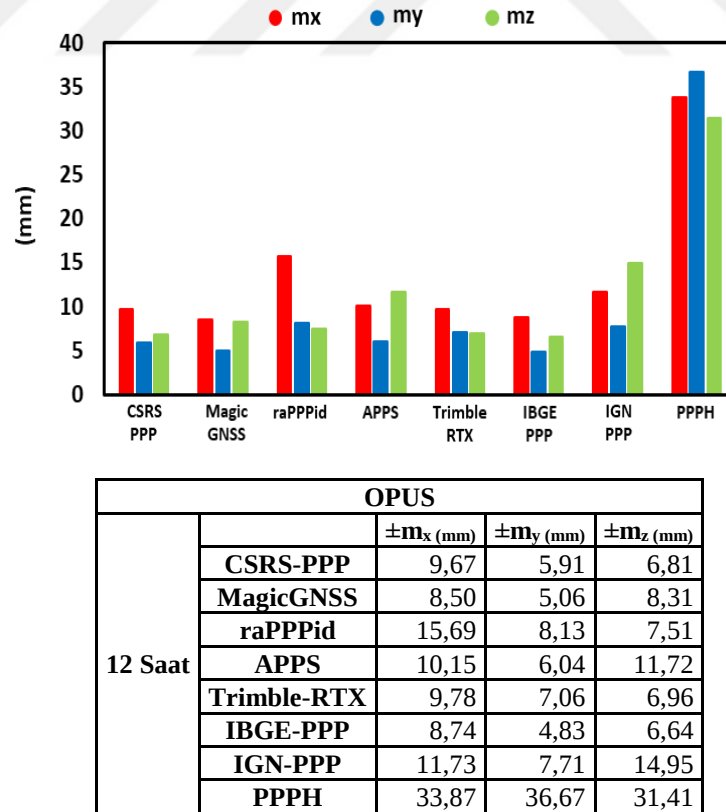


Şekil 7.33. 6 saatlik dilimde AUSPOS yazılımı referans alındığında elde edilen KOH

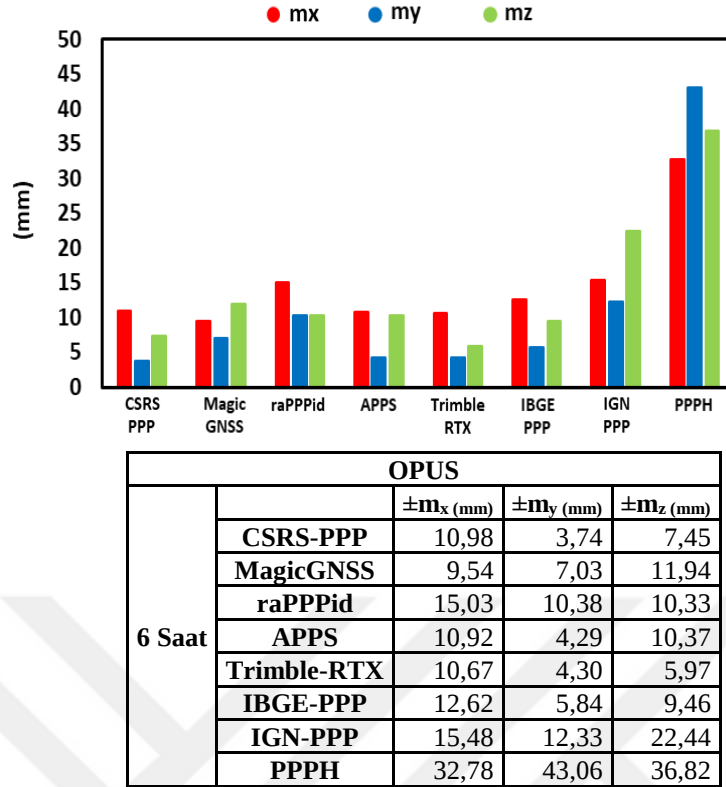
AUSPOS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan KOH incelendiğinde (Şekil 7.31-7.33), 24 saatlik dilimdeki değerlerin $\pm 2,64$ mm ile $\pm 31,55$ mm arasında, 12 saatlik dilimdeki değerlerin $\pm 2,90$ mm ile $\pm 35,52$ mm arasında, 6 saatlik dilimdeki değerlerin ise $\pm 4,23$ mm ile $\pm 44,40$ mm arasında değiştiği görülmektedir. 24 saatlik verilerde KOH değerinin raPPPid yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda, 12 ve 6 saatlik verilerde KOH değerinin CSRS-PPP ile değerlendirilen koordinatlarda daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Çizelgelere genel anlamda bakıldığında tüm saatlik dilimde PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlardan elde edilen KOH değerinin yüksek olduğu ve gözlem süresi azaldıkça KOH değerlerinin arttığı görülmektedir.



Şekil 7.34. 24 saatlik dilimde OPUS yazılımı referans alındığında elde edilen KOH

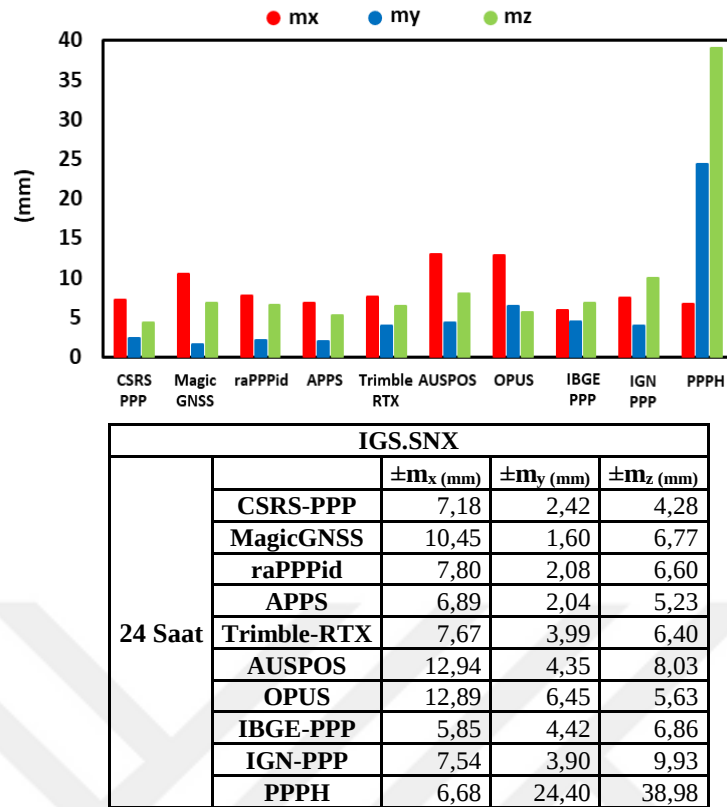


Şekil 7.35. 12 saatlik dilimde OPUS yazılımı referans alındığında elde edilen KOH

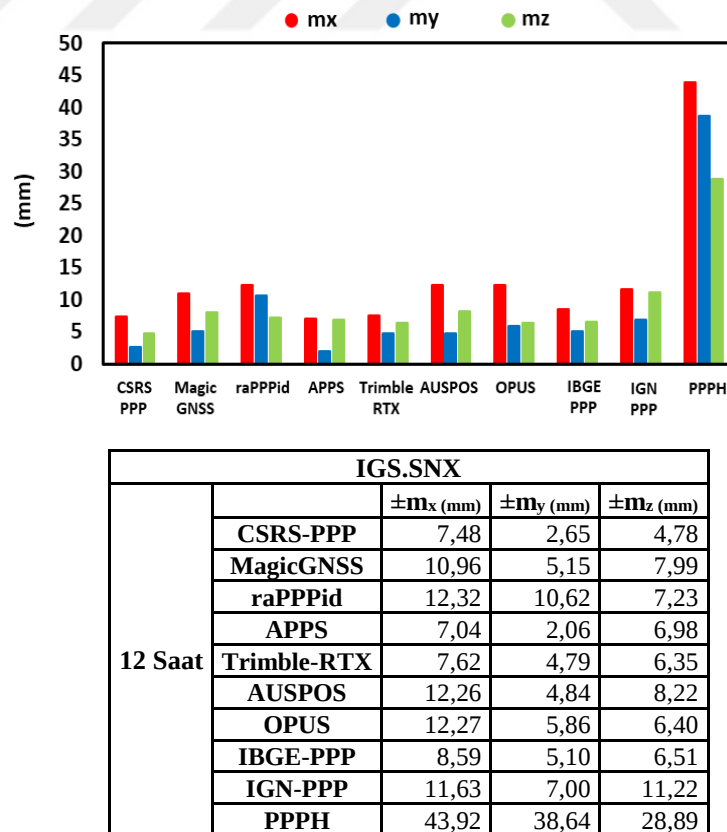


Şekil 7.36. 6 saatlik dilimde OPUS yazılımı referans alındığında elde edilen KOH

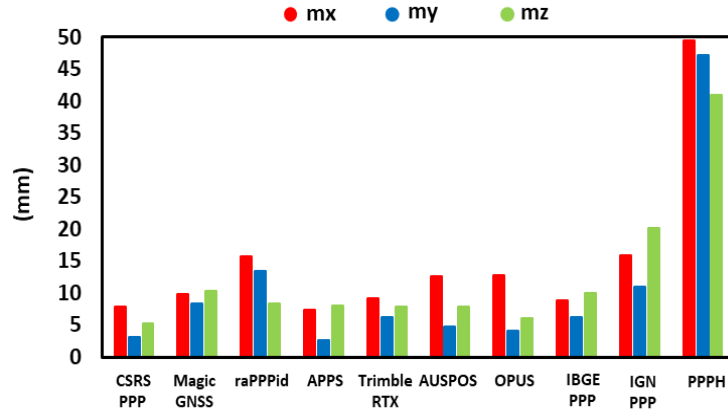
OPUS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan KOH incelendiğinde (Şekil 7.34-7.36), 24 saatlik dilimdeki değerlerin $\pm 0,90$ mm ile $\pm 36,18$ mm arasında, 12 saatlik dilimdeki değerlerin $\pm 4,83$ mm ile $\pm 36,67$ mm arasında, 6 saatlik dilimdeki değerlerin ise $\pm 3,74$ mm ile $\pm 43,06$ mm arasında değiştiği görülmektedir. 24 ve 12 saatlik verilerde KOH değerinin IBGE-PPP yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda, 6 saatlik verilerde KOH değerinin Trimble-RTX yazılımı değerlendirilen koordinatlarda daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Çizelgelere genel anlamda bakıldığında tüm saatlik dilimde PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlardan elde edilen KOH değerinin diğer yazılımlar ile karşılaştırıldığında yüksek olduğu ve gözlem süresi azaldıkça KOH değerlerinin arttığı görülmektedir.



Şekil 7.37. 24 saatlik dilimde IGS.SNX dosyasından alınan koordinatlarla elde edilen KOH



Şekil 7.38. 12 saatlik dilimde IGS.SNX dosyasından alınan koordinatlarla elde edilen KOH



IGS.SNX				
6 Saat		$\pm m_x$ (mm)	$\pm m_y$ (mm)	$\pm m_z$ (mm)
	CSRS-PPP	7,94	3,17	5,35
	MagicGNSS	9,88	8,43	10,41
	raPPPid	15,78	13,49	8,40
	APPS	7,41	2,69	8,07
	Trimble-RTX	9,29	6,23	7,92
	AUSPOS	12,60	4,85	7,83
	OPUS	12,89	4,20	6,10
	IBGE-PPP	8,93	6,28	10,03
	IGN-PPP	15,90	11,03	20,13
	PPPH	49,53	47,13	40,93

Şekil 7.39. 6 saatlik dilimde IGS.SNX dosyasından alınan koordinatlarla elde edilen KOH

IGS.SNX dosyasından alınan koordinatlarla hesaplanan KOH incelendiğinde (Şekil 7.37-7.39), 24 saatlik dilimdeki değerlerin $\pm 1,60$ mm ile $\pm 38,98$ mm arasında, 12 saatlik dilimdeki değerlerin $\pm 2,06$ mm ile $\pm 43,92$ mm arasında, 6 saatlik dilimdeki değerlerin ise $\pm 2,69$ mm ile $\pm 49,53$ mm arasında değiştiği görülmektedir. 24 saatlik verilerde KOH değerinin APPS yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda, 12 ve 6 saatlik verilerde KOH değerinin CSRS-PPP yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Çizelgelere genel anlamda bakıldığında tüm saatlik dilimde PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlardan elde edilen KOH değerinin diğer yazılımlar ile karşılaştırıldığında yüksek olduğu ve gözlem süresi azaldıkça KOH değerlerinin arttığı görülmektedir.

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

8.1. Sonuçlar

Son zamanlarda, web tabanlı ve açık kaynak kodlu yazılımlar kullanıcılar tarafından oldukça fazla tercih edilmekte ve kullanılmaktadır. Yazılımlara olan ilginin başlıca nedenleri olarak; veri toplama aşamasında tek bir GNSS alıcısının yeterli olması ve buna bağlı olarak ekonomik fayda sağlaması, yazılımların kullanımı için uzmanlık ve deneyim gerektirmeyip temel seviyede GNSS bilgisine sahip olunmasının yeterli olması, cm/dm seviyelerinde doğruluk elde edilebilmesi ve referans alıcısına ihtiyaç duymadıkları için arazide ölçme maliyetlerini düşürmeleri gibi faktörler gösterilebilir. Ayrıca, bu yazılımların kullanılabilmesi için ek yazılım satın alma veya kullanım gereksiniminin olmaması, sağladıkları konum doğruluğu ile birçok mühendislik uygulamasında tercih edilmelerini sağlamaktadır. Ancak hangi yazılımların nasıl bir doğruluk sağladığını ve buna bağlı olarak da hangi tür çalışmalarda kullanılabileceğinin bilinmesi, ayrıca karşılaşılabilecek olası sorunlara da hazırlıklı olunması büyük önem taşımaktadır.

Uzay İklim Koşulları haberleşme, uydu ve GNSS sistemleri gibi birçok alanı olumsuz anlamda etkilemektedir. Oluşan bu olumsuz etkileri bilmek, en aza indirmek ve planlar geliştirmek için Uzay İklim Koşullarının ve bu koşullara ait indislerin incelenmesi son derece önemlidir.

Bu uygulamada, web tabanlı ve açık kaynak kodlu GNSS yazılımlarından elde edilen koordinatlar referans değerlerle doğruluk açısından, Uzay İklim Koşullarının etkisi de göz önünde bulundurularak karşılaştırılmıştır. NOT1, SULP, ANK2, BOR1 ve MIKL IGS istasyonlarına ait bir günlük veri (ANK2 istasyonu için 300. gün (27.10.2023); NOT1, SULP, BOR1 ve MIKL istasyonları için 302. gün (29.10.2023)) 6, 12 ve 24 saatlik dilimlere ayrılarak, mutlak konumlama ile değerlendirme yapan CSRS-PPP, MagicGNSS, APPS, Trimble-RTX, IBGE-PPP, IGN-PPP yazılımlarına, bağlı konumlama ile değerlendirme yapan AUSPOS ile OPUS yazılımlarına ve açık kaynak kodlu raPPPid, PPPH yazılımlarına gönderilerek koordinatlar değerlendirilmiştir (web tabanlı yazılımlardan MagicGNSS, APPS, IBGE-PPP ve IGN-PPP ile değerlendirilen koordinatlardan bazılarında sonuç elde edilememiştir). Elde edilen koordinatlar AUSPOS, OPUS ve IGS.SNX dosyasından alınan koordinatlar ile karşılaştırılarak, ölçü

süresi ile doğruluk arasındaki ilişki ve hangi yazılım/yazılımların referans koordinatlara daha iyi yaklaşım gösterdiği belirlenerek sonuçlar analiz edilmiştir.

AUSPOS yazılımından elde edilen koordinatlar referans alındığında;

- 24 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.22), MagicGNSS yazılımında X eksen yönünde BOR1 istasyonunun, CSRS-PPP yazılımında Y eksen yönünde ANK2 istasyonunun, Trimble-RTX yazılımında Z eksen yönünde NOT1 istasyonunun referans koordinatlara daha yakın sonuç verdiği, en fazla farkın ise PPPH yazılımında X ve Z eksenleri yönünde BOR1, Y eksen yönünde MIKL istasyonlarında olduğu görülmektedir,

- 12 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.23) birinci ve ikinci 12 saatlik dilimde raPPPid, MagicGNSS yazılımlarında X eksen yönünde sırasıyla NOT1 ve BOR1 istasyonlarının, birinci 12 saatlik dilimde IBGE-PPP yazılımında Y eksen yönünde MIKL istasyonunun, ikinci 12 saatlik dilimde CSRS-PPP, raPPPid yazılımlarında Z eksen yönünde sırasıyla MIKL ve BOR1 istasyonlarının referans koordinatlara daha yakın sonuç verdiği görülmektedir. En fazla fark ise birinci ve ikinci 12 saatlik dilimlerde X, Y, Z eksenleri yönünde PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda olduğu,

- 6 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.24), dördüncü 6 saatlik dilimde ise PPPH yazılımında X eksen yönünde Sulp istasyonunun, ikinci 6 saatlik dilimde CSRS-PPP yazılımında Y eksen yönünde Sulp ve ANK2 istasyonlarının, birinci ve üçüncü 6 saatlik dilimde IBGE-PPP, CSRS-PPP yazılımlarında Z eksen yönünde ANK2 istasyonunun referans koordinatlara daha yakın sonuç verdiği görülmektedir. En fazla farkın ikinci 6 saatlik dilimde IGN-PPP yazılımında Z eksen yönünde NOT1 istasyonunun, diğer tüm saatlik dilimlerde X, Y ve Z eksenleri yönünde PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda olduğu görülmektedir.

OPUS yazılımından elde edilen koordinatlar referans alındığında;

- 24 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.25), raPPPid yazılımında X eksen yönünde ANK2 istasyonunun, raPPPid yazılımında Y eksen yönünde BOR1 istasyonunun, CSRS-PPP yazılımında Z eksen yönünde MIKL istasyonunun referans koordinatlara daha yakın sonuç verdiği görülmektedir. Genel olarak PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda farkın yüksek olduğu görülse de diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında, X ve Z eksenleri yönünde BOR1 istasyonunda, Y eksen yönünde ise Sulp istasyonunda referans koordinatlar ile arasındaki farkın daha fazla olduğu,

- 12 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.26), birinci 12 saatlik dilimde raPPPid yazılımında X eksen yönünde NOT1 istasyonunun, ikinci 12 saatlik dilimde

raPPPid yazılımında Y eksenî yönünde NOT1 istasyonunun, birinci 12 saatlik dilimde APPS yazılımında Z eksenî yönünde Sulp istasyonunun referans koordinatlara daha yakın sonuç verdiği, görölmektedir. En fazla farkın ise birinci 12 saatlik dilimde PPPH yazılımında X ve Z eksenleri yönünde sırasıyla Sulp ve BOR1 istasyonlarında, ikinci 12 saatlik dilimde PPPH yazılımında Y eksenî yönünde Sulp istasyonunda olduğu,

- 6 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.27), üçüncü ve dördüncü 6 saatlik dilimde APPS yazılımında X eksenî yönünde sırasıyla NOT1 ve ANK2 istasyonlarının, üçüncü 6 saatlik dilimde CSRS-PPP yazılımında Y eksenî yönünde Sulp istasyonunun, birinci 6 saatlik dilimde PPPH yazılımında Z eksenî yönünde NOT1 istasyonunun referans koordinatlara daha yakın sonuç verdiği görölmektedir. En fazla farkın ise üçüncü 6 saatlik dilimde PPPH yazılımında X ve Y eksenleri yönünde Sulp istasyonunda, dördüncü 6 saatlik dilimde PPPH yazılımında Z eksenî yönünde Sulp istasyonunda olduğu görölmektedir.

IGS.SNX dosyasından alınan koordinatlar referans alındığında;

- 24 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.28), raPPPid yazılımında X eksenî yönünde BOR1 istasyonunun, CSRS-PPP yazılımında Y eksenî yönünde BOR1 istasyonunun, APPS yazılımında Z eksenî yönünde NOT1 istasyonunun IGS koordinatlarına daha yakın sonuç verdiği, en fazla farkın ise PPPH yazılımında X eksenî yönünde NOT1, Y eksenî yönünde MIKL ve Z eksenî yönünde BOR1 istasyonlarında olduğu,

- 12 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.29), ikinci 12 saatlik dilimde Trimble-RTX yazılımında X eksenî yönünde Sulp istasyonunun, ikinci 12 saatlik dilimde APPS yazılımında Y eksenî yönünde MIKL istasyonunun, birinci 12 saatlik dilimde APPS yazılımında Z eksenî yönünde BOR1 istasyonunun IGS koordinatlarına daha yakın sonuç verdiği görölmektedir. En fazla farkın ise birinci ve ikinci 12 saatlik dilimlerde X, Y, Z eksenleri yönünde PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda olduğu,

- 6 saatlik dilimdeki farklar incelendiğinde (Şekil 7.30), birinci 6 saatlik dilimde CSRS-PPP yazılımında X eksenî yönünde Sulp istasyonunun, dördüncü 6 saatlik dilimde ise CSRS-PPP yazılımında Y eksenî yönünde Sulp istasyonunun, birinci 6 saatlik dilimde OPUS yazılımında Z eksenî yönünde MIKL istasyonunun IGS koordinatlarına daha yakın sonuç verdiği görölmektedir. En fazla farkın ise tüm istasyonlar ve saatlik dilimlerde PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda olduğu görölmektedir.

Hesaplanan farklar yardımıyla KOH değerleri hesaplanarak hangi yazılımlardan daha başarılı sonuç elde edildiği belirlenmiştir.

24, 12 ve 6 saatlik dilimde AUSPOS yazılımı ile elde edilen koordinatlarla hesaplanan KOH incelendiğinde (Şekil 7.31-7.33);

- 24 saatlik dilimdeki değerlerin $\pm 2,64$ mm ile $\pm 31,55$ mm arasında, 12 saatlik dilimdeki değerlerin $\pm 2,90$ mm ile $\pm 35,52$ mm arasında, 6 saatlik dilimdeki değerlerin ise $\pm 4,23$ mm ile $\pm 44,40$ mm arasında değiştiği görülmektedir. 24 saatlik verilerde KOH değerinin raPPPid yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda, 12 ve 6 saatlik verilerde KOH değerinin CSRS-PPP ile değerlendirilen koordinatlarda daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Tüm saatlik dilimde PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlardan elde edilen KOH değerinin yüksek olduğu ve gözlem süresi azaldıkça KOH değerlerinin arttığı görülmektedir.

24, 12 ve 6 saatlik dilimde OPUS yazılımı ile elde edilen koordinatlarla hesaplanan KOH incelendiğinde (Şekil 7.34-7.36);

- 24 saatlik dilimdeki değerlerin $\pm 0,90$ mm ile $\pm 36,18$ mm arasında, 12 saatlik dilimdeki değerlerin $\pm 4,83$ mm ile $\pm 36,67$ mm arasında, 6 saatlik dilimdeki değerlerin ise $\pm 3,74$ mm ile $\pm 43,06$ mm arasında değiştiği görülmektedir. 24 ve 12 saatlik verilerde KOH değerinin IBGE-PPP yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda, 6 saatlik verilerde KOH değerinin Trimble-RTX yazılımı değerlendirilen koordinatlarda daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Tüm saatlik dilimde PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlardan elde edilen KOH değerinin diğer yazılımlar ile karşılaştırıldığında yüksek olduğu ve gözlem süresi azaldıkça KOH değerlerinin arttığı görülmektedir.

24, 12 ve 6 saatlik dilimde IGS.SNX dosyasından alınan koordinatlarla hesaplanan KOH incelendiğinde (Şekil 7.37-7.39);

- 24 saatlik dilimdeki değerlerin $\pm 1,60$ mm ile $\pm 38,99$ mm arasında, 12 saatlik dilimdeki değerlerin $\pm 2,06$ mm ile $\pm 43,92$ mm arasında, 6 saatlik dilimdeki değerlerin ise $\pm 2,69$ mm ile $\pm 49,53$ mm arasında değiştiği görülmektedir. 24 saatlik verilerde KOH değerinin APPS yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda, 12 ve 6 saatlik verilerde KOH değerinin CSRS-PPP yazılımı ile değerlendirilen koordinatlarda daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Tüm saatlik dilimde PPPH yazılımı ile değerlendirilen koordinatlardan elde edilen KOH değerinin diğer yazılımlar ile karşılaştırıldığında yüksek olduğu ve gözlem süresi azaldıkça KOH değerlerinin arttığı görülmektedir.

Son olarak Uzay İklim Koşulları İndislerinin ölçüler üzerinde olumsuz etkisi olup olmadığı araştırılarak sonuçlar yorumlanmıştır.

300. güne ait (27.10.2023) Uzay İklim Koşulları İndis değerleri incelendiğinde;

- Manyetik alan değişim indislerinden olan Bz_GSE ve Bz_GSM bileşenlerinin (Şekil 7.4-7.5) +5 ve -5 nT sınır değerlerini aşmadığı, Bz_GSE bileşeni için en yüksek -3,3 nT, Bz_GSM bileşeni için en yüksek -4,4 nT değerlerine ulaştığı ve seçilen günlerde sakin kaldıkları görülmektedir. Jeomanyetik fırtına (Kp) ve jeomanyetik aktivite (Dst) değişimlerine ait indis değerleri incelendiğinde (Şekil 7.6-7.7); Kp indis en yüksek 4 değerine ulaştığı ve sınır değerini aşmadığı, Dst indis değerlerinin -50 nT sınır değerini aşmadığı ve en düşük Dst değerinin -49 nT (zayıf fırtına) olduğu görülmektedir. Güneş akısı indisinin (F10.7) ilgili tarihteki değeri (URL-19) 125,9 sfU olduğu, 150 sfU eşik değerini geçmediği görülmektedir. Genel olarak indis değerleri incelendiğinde, seçilen tarihlerde GNSS ölçülerini olumsuz etkileyecek herhangi bir iyonosferik aktivitenin olmadığı sonucuna varılmıştır.

302. güne ait (29.10.2023) Uzay İklim Koşulları İndis değerleri incelendiğinde;

- Manyetik alan değişim indislerinden olan Bz_GSE ve Bz_GSM bileşenlerinin (Şekil 7.8-7.9) +5 ve -5 nT sınır değerlerini aştığı, Bz_GSE bileşeni için en yüksek -5,3 nT (hafif fırtına), Bz_GSM bileşeni için en yüksek -6,2 nT (hafif fırtına) olarak sınır değerinden bir miktar yüksek olduğu görülmektedir. Jeomanyetik fırtına (Kp) ve jeomanyetik aktivite (Dst) değişimlerine ait indis değerleri incelendiğinde (Şekil 7.10-7.11); Kp indisinin en yüksek 4,7 değerine ulaştığı ve sınır değerini aşmadığı, Dst indis değerlerinin -50 nT sınır değerinden düşük olduğu ve en düşük Dst değerinin -58 nT (orta şiddetli fırtına) olduğu görülmektedir. Güneş akısı indisinin (F10.7) ilgili tarihteki değeri (URL-19) 133,3 sfU olduğu, 150 sfU eşik değerini geçmediği görülmektedir. Genel olarak indis değerleri incelendiğinde, seçilen tarihlerde GNSS ölçülerini olumsuz etkileyecek herhangi bir iyonosferik aktivitenin olmadığı genel olarak jeomanyetik olarak iyonosfer tabakasının sakin kaldığı sonucuna varılmıştır.

8.2. Öneriler

Son yıllarda, GNSS verilerinin değerlendirilmesi için kullanılan yazılımların yüksek bilgi düzeyi gerektirmesi, maliyetlerinin fazla olması ve kullanımlarının öğrenilebilmesi için gereken eğitim ihtiyacının azaltılması amacıyla web tabanlı ve açık kaynak kodlu GNSS veri değerlendirme servisleri geliştirilmiştir. Bu yazılımlar, kullanıcılara kolay erişim sağlayarak GNSS verilerinin analiz edilmesini sağlamıştır.

Yazılımlarda değerlendirme yapılırken kullanılan verilerin kalitesinin iyi olması elde edilen sonuç koordinatlarının, referans koordinatlara yakınlığına büyük oranda etki etmektedir. Yapılan çalışmada kullanılan MIKL ve Sulp IGS istasyon noktalarında seçilen tarih aralığında kullanılan verilerin kalitesinin kötü olması çalışmayı olumsuz yönde etkilemiştir. Sonuç koordinatlarının referans koordinatlara yakınlığına, ölçü süresi ile doğruluk arasındaki ilişkiye ve hesaplanan KOH değerlerine etki eden bir diğer faktör ise yazılımların değerlendirme sürecindeki performanslarıdır. Web tabanlı yazılımlardan MagicGNSS, APPS, IBGE-PPP ve IGN-PPP ile değerlendirilen koordinatlardan bazılarında sonuç elde edilememiştir. Açık kaynak kodlu olan PPPH yazılımında ise değerlendirilen koordinatlar ile referans koordinatlar arasında fark tüm istasyonlarda diğer yazılımlara kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Gerekli program güncellemeleri ile bu problemlerin ortadan kaldırılması son derece önem taşımaktadır.

Gerçekleştirilen çalışmada, jeomanyetik aktivitelerin sakin kaldığı günler seçilerek web tabanlı ve açık kaynak kodlu yazılımların nokta konumlamaya etkisi farklı ölçü sürelerine bağlı olarak incelenmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda, farklı enlem bölgelerinde, kuzey/güney yarım kürelerde farklı istasyonlar seçilerek, farklı aktivitelere sahip jeomanyetik indislerin web tabanlı ve açık kaynak kodlu yazılımlar ile nokta konumlamaya etkilerinin de araştırılması yerinde olacaktır.

9. KAYNAKLAR

- Adam, S. M., 2017, The Use of Online and Offline Processing Tools to Improve the Precision of a GPS Passive Station, *Journal of the University of Duhok*, 20 (1), 335-346.
- Alçay, S., Yiğit, C. Ö. ve Ceylan, A., 2013, CSRS-PPP, MagicGNSS ve APPS Web Tabanlı Yazılımların Statik PPP Modüllerinin Karşılaştırılması, *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (1), 1-12.
- Alçay, S., 2016, Farklı Gözlem Sürelerinde GPS-PPP ve GPS/GLONASS-PPP Yöntemlerinin Konum Belirleme Performanslarının İncelenmesi, *AKÜ Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16 (2016), 292- 302.
- Alçay, S., İmren, H. İ., 2017, OPUS ve AUSPOS Web Tabanlı GPS Değerlendirme Servislerinin Farklı Gözlem Süreleri İçin Doğruluk Performanslarının İncelenmesi, *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6 (2), 452-466.
- Alçay, S., Gungor, M., 2020, Investigation of Ionospheric TEC Anomalies Caused by Space Weather Conditions, *Astrophys Space*, 365-150.
- Alkan, R. M., İlçi, V. ve Ozulu, I.M., 2014, PPP Yönteminde GPS ve GLONASS Uydularının Kullanımının Nokta Konum Doğruluğuna Etkisinin Araştırılması, *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6 (2), 27-34.
- Alkan, R. M., İlçi, V. ve Ozulu, I. M., 2016, Web - based GNSS Data Processing Services as an Alternative to Conventional Processing Technique (8270), 2-6 May 2016, Turkey.
- Alkan, R. M., İlçi, V. ve Ozulu, I. M., 2017, Klasik GNSS Veri Değerlendirme Yazılımlarına Alternatif Olarak Web Tabanlı Online Değerlendirme Servisleri, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2), 603-619.
- Alkan, R. M., Uçarlı A. C., Demir F., Erol S., 2021, Farklı GNSS Uydu Sistemlerinin Hassas Nokta Konumlama (PPP) Tekniğinin Performansına Etkisinin İncelenmesi, *Geomatik Dergisi*, 6 (3), 247-258.
- Bahadur, B., 2017, Improving the Performance of Precise Point Positioning With Multi-GNSS, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Bahadur, B., 2018, PPPH: A MATLAB-based Software for Multi-GNSS Precise Point Positioning Analysis, User Manual, *Hacettepe Üniversitesi*, Ankara.
- Bahadur, B., Nohutcu, M., 2018, PPPH: a MATLAB-based Software For Multi-GNSS Precise Point Positioning Analysis, *GPS Solutions*, 22(113), 1–10.

- Basciftçi, F., 2021a, 24. Güneş Döngüsü Boyunca Meydana Gelen Jeomanyetik Fırtınaların Dağılımı, *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10 (4), 1394-1403.
- Basciftçi, F., 2021b, An Analysis of the Latest Super Geomagnetic Storm of the 23RD Solar Cycle (May 15, 2005, Dst: -247 nT), *Geomagnetism and Aeronomy*, 61 (1), 156-166.
- Basciftci, F., 2022, Investigating and Comparing the Two Superstorms in the 23rd Solar Cycle, *Indian J Phys*, 96-10, 2707-2716
- Basciftci, F., 2023, Using Artificial Neural Networks in the Investigation of Four Moderate Geomagnetic Storms (mGSs) That Occurred in 2015, *Advances in Space Research* 71, 4382-4400.
- Basciftci, F., Bulbul, S., 2023, Statistical Analysis of the Regional and Global Ionosphere Model on Intense Geomagnetic Storm, *Indian J Phys*, 97 (12), 3395-3409.
- Bengül S., 2023, Mevsimsel Değişimlerin GNSS Konum Doğruluğu Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Bilgen, B., 2017, GNSS Tekniği ile Yatay Yöndeki Deformasyonların Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Bilgen, B., Bulbul, S., İnal, C., 2022, Statistical Comparison on Accuracies of Web-Based Online PPP Services, *Journal of Surveying Engineering*, 148(4), 1-13.
- Bilgen, B., İnal, C. ve Bülbül, S., 2022, Point Positioning Performance of Trimble-RTX in Different Satellite Combinations, *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10 (4), 941-949.
- Bulbul, S., Basciftci, F., 2021, TEC Anomalies Observed Before and After Sivrice-Elazığ Earthquake (24 January 2020, Mw: 6.8), *Arabian Journal of Geosciences*, 14, 1077.
- Bulbul, S., Bilgen, B., İnal, C., 2021, The Performance Assessment of Precise Point Positioning (PPP) Under Various Observation Conditions, *Measurement*, 171, 1-11.
- Bulbul, S., 2023, Investigation of Possible Causes of Ionospheric Anomalies pre/post-Earthquakes Based on Space Weather Conditions (SWC), *Indian J Phys*.
- Bülbül, S., 2023, Bilimsel, Ticari ve Web Tabanlı GNSS Değerlendirme Yazılımları, *Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yayınlanmamış Ders Notları*, Konya.
- Cai, C. ve Gao, Y., 2007, Precise Point Positioning Using Combined GPS and GLONASS Observations, *Journal of Global Positioning Systems*, 1, 13-22.

- Diouf, D., Ndiaye, M. and Morel, M., 2023, Precise Point Positioning and Differential Solutions by Online GNSS Calculation Tools and RTKLIB: A Comparative Study, *International Journal of Geosciences*, 14, 226-237.
- Duman, H., 2016, Bağlı ve PPP Tekniklerine Göre Tekrarlı GPS Gözlemlerinden Elde Edilen Nokta Hız Doğruluklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Erbaş, N. F., 2021, Hassas Nokta Konumlama (PPP) Hata Kaynaklarının Konum Doğruluğuna Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Erbaş, N. F., Kalaycı, İ., 2023, Hassas Nokta Konulamada (PPP) Hata Kaynaklarının Konum Doğruluğuna Etkisi: PPPH Yazılımı Örneği, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5 (2), 147-161.
- Erol, T., 2021, Web Tabanlı CSRS-PPP Uygulamasının Farklı Uydu Sistemleri Üzerindeki Performansı, *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 8 (1), 41-56.
- Gelişkan, Ş., İnal, C., Bülbül, S., Gündüz, A.M., 2018, The Comparison of Accuracies of Results Obtained from Bernese v5.2 Software and Web- Based PPP Services, *FIG International Congress*, 6-11 May 2018, İstanbul, Turkey.
- Gelişkan, Ş., 2019, Hassas Nokta Konumlama ile Deformasyonların Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Glaner, M. F., Weber, R., 2023, An Open-source Software Package for Precise Point Positioning: raPPPid, *GPS Solutions*, 27 (174), 1-11.
- Guo, Q., 2015, Precision Comparison and Analysis of Four Online Free PPP Services in Static Positioning and Tropospheric Delay Estimation, *The Journal of Global Navigation Satellite Systems*, 19 (4), 537-544.
- Gülmez, S., ve Tuşat, E., 2017, The Analysis of GPS Data in Different Observation Periods Using Online GNSS Process Services, *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 4 (1), 43-53.
- Güngör, M., 2022, Uzay İklim Koşullarının Toplam Elektron Yoğunluğu (Tec) Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Herbert, T., Ugochukwu, N. I., ve Olatunji, R. I., 2020, Assessing the Accuracy of Online GNSS Processing Services and Commercial Software on Short Baselines, *South African Journal of Geomatics* 9 (2), 321–332.
- İnal, C., Gündoğan, T. ve Bülbül, S., 2023, Galileo Uydu Sisteminin Nokta Konulamaya Etkisi, *Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (3), 799-809.

- İnce, A., Timoçin, E., Yeşil, A., 2013, 21. Güneş Döngüsü İçin Güneş Aktivite İndisleri ile Orta Enlem foF2 Arasındaki İlişkinin İncelenmesi.
- İnyurt, S., Ulukavak, M., 2020, Web tabanlı GNSS Yazılımlarının (CSRS-PPP, Trimble-RTX) Performansının Karşılaştırılması, *Geomatik Dergisi*, 5 (2), 120-126.
- Kahveci, M., Yıldız, F., 2012, GPS/GNSS Uydularla Konum Belirleme Sistemleri Teori ve Uygulama, *Nobel Akademik Yayıncılık*.
- Kahveci, M., Yıldız, F., 2017, Global Konum Belirleme Sistemi Teori-Uygulama, *Nobel Yayın Dağıtım*, 8. Baskı, Ankara.
- Köz, İ., 2022, İyonosferik Anomalilerin GNSS ile Belirlenmesi ve Deprem Öncülü Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Konya.
- Miroshnichenko, L., 2023, Solar-Terrestrial Relations: From Solar Activity to Heliobiology, Springer International Publishing, <https://doi.org/10.1007/978-3-013-22548-2>.
- Menvielle, M., and Berthelier, A., 1991, The K-Derived Planetary Indices: Description Availability, *Reviews of Geophysics*, 29, 415-432.
- Myagkova, I. N., Shirokii, V. R., Vladimirov, R. D., 2021, Prediction of the Dst Geomagnetic Index Using Adaptive Methods, *Russian Meteorology Hydrology*, 46 (3), 157–162.
- Najmuldeen, A., 2017, Web Tabanlı GNSS Değerlendirme Servislerinde Hassas Nokta Konumlama Tekniğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Oluyori, P. D., Ono, M. N., Eteje, S. O., 2019, Comparison of OPUS, CSRS-PPP and MagicGNSS Online Post-processing Software of DGPS Observations for Geometric Geoid Modelling in FCT, Abuja, *FIG Working Week*, 1 (1), <https://doi.org/10.5281/zenodo.2642571>.
- Öcalan, T., 2015, GNSS Ağlarında GPS Hassas Nokta Konumlama (GPS-PPP) Tekniği Yaklaşımlı Çözümler, Doktora Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Özbulat, Ö., 2021, Hassas Nokta Konumlama Yönteminin Ölçü Süresine Bağlı Konum Doğruluğunun İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyonkarahisar.
- Özdemir, E. G., 2016, İnternet Tabanlı Hassas Nokta Konum Belirleme (PPP) Yazılımlarının İrdelenmesi ve Belirsizlik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

- Özdemir, E. G., 2022, Bağlı ve Mutlak (PPP) Konum Çözüm Yaklaşımı Sunan Web-Tabanlı Çevrimiçi Veri Değerlendirme Servislerinin Farklı Gözlem Periyotlarındaki Performanslarının Araştırılması, *Geomatik Dergisi*, 7 (1), 41-51.
- Pırtı, A., Yazıcı D., 2022, İnternet Tabanlı GNSS Yazılımlarının Doğruluk Açısından Değerlendirilmesi, *Geomatik Dergisi*, 7 (2), 88-105.
- Sezer, G., Doğan, A., H., ve Erdoğan, B., 2021, Çoklu-GNSS Çözümlerinin Performansının İnternet Tabanlı Trimble-RTX Servisi ile İncelenmesi, *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 8 (113), 30-40.
- Shehata, A. G., Zarzoura, F. H., El-Mewafi, M., 2023, Precision Comparison For Different GNSS-PPP Solution Using Online Services and Open-source Software Processing, *Universal Journal of Civil Engineering*, 2 (1).
- Şahin, D., 2019, Yükseklik Değişiminin Hassas Nokta Konumlamaya Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Konya.
- Ulukavak, M., 2016, Ekvatorial ve Orta Kuşak Depremleri ile İyonosferik Tec Anomalileri Arasındaki İlişkinin Araştırılması, Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Ulukavak, M., Yaçinkaya, M., 2016, Uzay İklim Koşullarının İyonosferik Toplam Elektron İçeriği (Tec) Değişimlerine Etkisinin Araştırılması, 8. *Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*, 19-21 Ekim 2016.
- URL 1, <https://webapp.csrscs.nrcan-rncan.gc.ca/geod/account-compte/register-appliquer.php>
- URL 2, <https://magicgnss.gmv.com/>
- URL 3, <http://apps.gdgps.net>
- URL 4, <https://pppx.gdgps.net/accountssignup/>
- URL 5, <https://www.trimblertx.com/Register.aspx>
- URL 6, <https://www.ibge.gov.br/>
- URL 7, <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html>
- URL 8, https://rgp.ign.fr/SERVICES/ppp_online.php
- URL 9, <https://gnss.ga.gov.au/auspos>
- URL 10, <https://www.ngs.noaa.gov/OPUS/>
- URL 11, <https://geodesy.noaa.gov/gps-toolbox/rapppid.shtml>

- URL 12, <https://geodesy.noaa.gov/gps-toolbox/PPPH.htm>
- URL 13, <https://swe.ssa.esa.int/what-is-space-weather>
- URL 14, <https://www.swpc.noaa.gov/phenomena/f107-cm-radio-emissions>
- URL 15, https://isgi.unistra.fr/indices_kp.php
- URL 16, <https://www.spaceweatherlive.com/en/help/the-kp-index.html>
- URL 17, https://isgi.unistra.fr/indices_dst.php
- URL 18, <https://cddis.nasa.gov/archive/gnss/data/daily>
- URL 19, <https://omniweb.gsfc.nasa.gov/form/dx1.html>



EKLER**EK 1.** AUSPOS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 24 saatlik dilimdeki koordinat farkları (mm)

		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	-6,00	-7,80	-5,20	-7,20	-8,00	-11,80	-9,00	33,16
	SULP	-11,10		-6,30	-8,50	-9,00		-4,00	32,55
	ANK2	-9,20	-18,60	-5,20	-10,90	-17,00	-12,70	-10,00	
	BOR1	-8,30	-2,30	-5,80	-6,60	-9,00	-9,10		34,84
	MIKL	-10,00		-8,40	-9,30	-11,00	-11,50		24,68
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	2,60	9,00	3,10	-1,90	-4,00	3,30	7,00	17,96
	SULP	-3,50		-4,10	-3,90	-6,00		-7,00	20,97
	ANK2	-0,30	1,50	-2,30	-2,30	-7,00	-3,60	2,00	
	BOR1	-0,80	1,10	-1,80	-3,50	-3,00	-3,50		20,83
	MIKL	-3,90		-5,80	-6,20	-5,00	-1,50		22,16
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	-3,60	-21,40	-1,70	-9,90	-1,00	-5,00	-12,00	11,36
	SULP	-11,00		-2,20	-12,00	-6,00		-20,00	36,33
	ANK2	-3,60	-10,80	6,50	-9,10	-6,00	-5,50	-15,00	
	BOR1	-7,50	-7,60	-1,90	-10,70	-7,00	-8,10	-9,00	44,14
	MIKL	-5,70		-2,90	-12,80	-2,00	-4,90		22,11

EK 2. AUSPOS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 12 saatlik dilimdeki koordinat farkları (mm)

		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	-4,50	-2,80	-0,90	-7,90	-6,00	-2,90	-25,00	32,60
	SULP	-12,40		-6,50	-8,90	-12,00		-3,00	32,15
	ANK2	-5,10	-7,10	1,20	-5,80	-10,00	-5,60	-9,00	
	BOR1	-8,90	-4,90	-6,80	-5,70	-11,00	-8,80	-1,00	35,00
	MIKL	-12,30		-9,00	-8,60	-12,00	-8,10		25,10
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	2,10	5,60	2,10	-4,20	-4,00	4,60	13,00	16,20
	SULP	-3,60		-5,00	-5,20	-7,00		-5,00	23,28
	ANK2	-1,10	4,60	-3,10	-2,40	-7,00	-4,70	8,00	
	BOR1	-0,50	0,90	-4,50	-5,10	-4,00	-3,40	-1,00	23,28
	MIKL	-5,80		-11,00	-8,10	-6,00	-0,20		20,30
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	-3,20	-10,80	-1,60	-11,30	1,00	-1,40	-27,00	6,41
	SULP	-15,00		-1,70	-14,30	-9,00		-22,00	33,78
	ANK2	-2,10	-3,30	9,70	-5,70	-3,00	-2,10	-17,00	
	BOR1	-10,40	-10,90	-4,10	-9,60	-9,00	-8,10	-11,00	41,82
	MIKL	-11,20		-8,50	-14,60	-5,00	-3,60		17,93
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	-2,20	-14,50	-22,90	-4,20	-6,00	-13,00	13,00	17,73
	SULP	-8,80		-17,10	-10,70	-6,00		2,00	51,56
	ANK2	-9,70	-22,30	-21,40	-12,60	-19,00	-15,40	-7,00	
	BOR1	-9,20	0,90	-19,00	-9,00	-7,00	-10,00	4,00	28,30
	MIKL	-7,00		-29,00	-11,50	-11,00	-14,70		22,88
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	2,70	-2,60	4,80	-0,30	-6,00	2,00	9,00	29,18
	SULP	-2,60		5,50	-2,30	-4,00		-4,00	60,47
	ANK2	2,20	-3,30	10,20	0,30	-6,00	-1,10	-2,00	
	BOR1	-1,00	-1,40	5,20	-2,20	-3,00	-4,70	-1,00	40,83
	MIKL	-3,40		23,40	-7,60	-4,00	-5,00		46,47
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	3,70	-6,30	6,50	-3,50	4,00	-0,40	5,00	-4,45
	SULP	-6,20		0,40	-16,10	-2,00		-14,00	15,36
	ANK2	-1,30	-13,50	4,40	-8,10	-4,00	-4,90	-10,00	
	BOR1	-5,30	-4,00	-0,30	-12,50	-5,00	-9,40	-7,00	-18,32
	MIKL	0,30		1,30	-13,40	-2,00	-6,60		-13,66

EK 3. AUSPOS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 6 saatlik dilimdeki koordinat farkları (mm)

		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	-9,50	-24,20	-14,80	-8,50	-10,00	-4,30	-20,00	11,41
	SULP	-12,80		-10,10	-8,10	-15,00		-7,00	32,79
	ANK2	-7,90	-12,20	-4,80	-12,30	-20,00	-6,20	-4,00	
	BOR1	-6,50	-3,20	-13,10	-4,60	-12,00	-4,80	-1,00	33,54
	MIKL	-15,70		-17,50	-13,00	-18,00	-12,80		23,42
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	0,90	9,00	-0,80	-5,40	-5,00	5,60	10,00	6,92
	SULP	-5,90		-6,70	-7,20	-9,00		-11,00	21,94
	ANK2	-2,20	6,10	-4,10	-6,80	-9,00	-5,30	-20,00	
	BOR1	-1,50	-1,60	-10,20	-7,30	-6,00	-4,40	-20,00	24,79
	MIKL	-8,40		-17,80	-10,90	-8,00	1,80		12,08
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	-2,50	-21,40	-2,80	-6,50		1,50	6,00	-9,32
	SULP	-13,90		1,50	-12,40	-11,00			27,70
	ANK2	-0,70	6,10	11,90	-8,20	-6,00	-0,40	-1,00	
	BOR1	-4,20	-7,00	-3,60	-6,70	-9,00	-1,90	10,00	40,19
	MIKL	-12,90		-17,70	-17,10	-9,00	-4,50		7,13
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	7,20	1,30	18,40	-2,70	8,00	-9,60	-26,00	56,73
	SULP	-10,30		-4,10	-9,50	-8,00			40,75
	ANK2	-4,90	6,20	-15,40	-6,00	-5,00	-4,80	-18,00	
	BOR1	-11,40	1,60	-6,60	-8,70	-10,00	-17,60	-9,00	32,63
	MIKL	-8,50		24,70		-3,00	-7,90		96,53
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	6,30	-4,80	18,80	-1,50	2,00	-4,30	4,00	30,56
	SULP	0,10		2,70	-2,10	-2,00			35,80
	ANK2	-0,10	4,50	-13,00	-0,70	-7,00	-5,30	-3,00	
	BOR1	0,50	10,60	-1,90	-3,40	-2,00	-9,30	5,00	-2,25
	MIKL	-2,70		10,80		-4,00	-11,10		55,99
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	5,40	-4,70	-9,10	-8,60	9,00	-4,40	-52,00	28,39
	SULP	-14,70		-18,30	-17,90	-7,00		-39,00	30,82
	ANK2	-5,50	-7,40	-13,70	-10,50	-3,00	-7,00	-36,00	
	BOR1	-15,40	-3,80	-17,40	-13,60	-8,00	-17,60	-30,00	18,23
	MIKL	-9,30		-10,40			-4,10		40,18
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	-10,10	-22,40	-34,30	-12,30	-9,00	-15,60	4,00	12,24
	SULP	-10,50		-18,80	-12,00	-8,00			55,08
	ANK2	-8,00	-25,50	-27,20	-12,20	-19,00	-16,00	-15,00	
	BOR1	-11,80	6,30	-21,40	-11,00	-9,00	-12,10		28,17
	MIKL	-7,80		-33,00	-11,20	-10,00	-12,70		16,29
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	0,50	-19,30	7,00	-2,10	-15,00	-0,50	4,00	55,31
	SULP	-5,20		10,80	-3,60	-5,00		-5,00	101,51
	ANK2	0,60	1,50	13,00	-3,30	-9,00	-3,90	-2,00	
	BOR1	-4,20	2,00	6,80	-5,80	-5,00	-5,20	-5,00	66,40
	MIKL	-4,20		34,10	-7,50	-5,00	-6,90		65,09
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	-1,80	-14,50	-1,30	-12,00	-1,00	-3,20	1,00	-13,00
	SULP	-4,90		-2,40	-18,30	-2,00		-7,00	1,73
	ANK2	0,40	-11,90	3,80	-8,00	-3,00	-5,70	-14,00	
	BOR1	-4,80	9,60	-4,20	-13,40	-5,00	-10,40	-9,00	-58,13
	MIKL	1,00			-12,30		-5,00		-21,53
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	7,40	-1,30	3,10	2,80		-13,30	27,00	-17,24
	SULP	-7,70		-1,40	-4,60	-5,00		21,00	-0,04
	ANK2	-17,40	-28,20	-5,20	-18,30	-26,00	-21,80	4,00	
	BOR1	-5,40	-4,90	-9,70	-7,20	-4,00	-8,10	13,00	-19,44
	MIKL	1,10		16,90		4,00	-15,10		-67,01
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	5,60	7,60	6,00	1,50		0,50	27,00	0,62
	SULP	-0,50		14,10	-0,20	-2,00		15,00	8,65
	ANK2	-0,90	-2,60	1,40	-0,60	-9,00	-4,80	10,00	
	BOR1	0,50	-3,00	-9,10	-0,90	-1,00	-3,90	18,00	-18,93
	MIKL	10,10		-11,40		17,00	-5,50		49,61
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	6,70	-2,30	13,10	0,50	8,00	-2,20	10,00	32,84
	SULP	-7,60		3,60	-4,50	-3,00		-5,00	90,13
	ANK2	-5,90	-15,80	12,60	-11,20	-9,00	-8,50	-4,00	
	BOR1	-5,20	-19,70	1,60	-11,70	-3,00	-8,90	-1,00	18,47
	MIKL	4,70		5,50		16,00	-31,70		47,67

EK 4. OPUS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 24 saatlik dilimdeki koordinat farkları (mm)

		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	-3,00	-4,80	-2,20	-4,20	-5,00	-8,80	-6,00	36,16
	SULP	-18,10		-13,30	-15,50	-16,00		-11,00	25,55
	ANK2	-4,20	-13,60	-0,20	-5,90	-12,00	-7,70	-5,00	
	BOR1	-4,30	1,70	-1,80	-2,60	-5,00	-5,10	4,00	38,84
	MIKL	-10,00		-8,40	-9,30	-11,00	-11,50		24,68
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	2,60	0,70	3,10	-1,90	-4,00	3,30	7,00	17,96
	SULP	9,50		8,90	9,10	7,00		6,00	33,97
	ANK2	0,70	2,50	-1,30	-1,30	-6,00	-2,60	3,00	
	BOR1	1,20	3,10	0,20	-1,50	-1,00	-1,50	2,00	22,83
	MIKL	-6,90		-8,80	-9,20	-8,00	-4,50		19,16
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	2,40	-5,20	4,30	-3,90	5,00	1,00	-6,00	17,36
	SULP	-11,00		-2,20	-12,00	-6,00		-20,00	36,33
	ANK2	2,40	-4,80	12,50	-3,10		0,50	-9,00	
	BOR1	1,50	1,40	7,10	-1,70	2,00	0,90		53,14
	MIKL	0,30		3,10	-6,80	4,00	1,10		28,11

EK 5. OPUS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 12 saatlik dilimdeki koordinat farkları (mm)

		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	-3,50	-1,80	0,10	-6,90	-5,00	-1,90	-24,00	33,60
	SULP	-0,40		5,50	3,10			9,00	44,15
	ANK2	-5,10	-7,10	1,20	-5,80	-10,00	-5,60	-9,00	
	BOR1	-0,90	3,10	1,20	2,30	-3,00	-0,80	7,00	43,00
	MIKL	-10,30		-7,00	-6,60	-10,00	-6,10		27,10
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	5,10	8,60	5,10	-1,20	-1,00	7,60	16,00	19,20
	SULP	14,40		13,00	12,80	11,00		13,00	41,28
	ANK2	-4,10	1,60	-6,10	-5,40	-10,00	-7,70	5,00	
	BOR1	1,50	2,90	-2,50	-3,10	-2,00	-1,40	1,00	25,28
	MIKL	-6,80		-12,00	-9,10	-7,00	-1,20		19,30
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	1,80	-5,80	3,40	-6,30	6,00	3,60	-22,00	11,41
	SULP			13,30	0,70	6,00		-7,00	48,78
	ANK2	-4,10	-5,30	7,70	-7,70	-5,00	-4,10	-19,00	
	BOR1	3,60	3,10	9,90	4,40	5,00	5,90	3,00	55,82
	MIKL	-1,20		1,50	-4,60	6,00	6,40		27,93
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	-1,20	-13,50	-21,90	-3,20	-5,00	-12,00	14,00	18,73
	SULP	-20,80		-29,10	-22,70	-18,00		-10,00	39,56
	ANK2	0,30	-12,30	-11,40	-2,60	-9,00	-5,40	3,00	
	BOR1	-16,20	-6,10	-26,00	-16,00	-14,00	-17,00	-3,00	21,30
	MIKL								
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	-2,30	-7,60	-0,20	-5,30	-11,00	-3,00	4,00	24,18
	SULP	1,40		9,50	1,70				64,47
	ANK2	2,20	-3,30	10,20	0,30	-6,00	-1,10	-2,00	
	BOR1	-2,00	-2,40	4,20	-3,20	-4,00	-5,70	-2,00	39,83
	MIKL								
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	2,70	-7,30	5,50	-4,50	3,00	-1,40	4,00	-5,45
	SULP	-17,20		-10,60	-27,10	-13,00		-25,00	4,36
	ANK2	-3,30	-15,50	2,40	-10,10	-6,00	-6,90	-12,00	
	BOR1	-8,30	-7,00	-3,30	-15,50	-8,00	-12,40	-10,00	-21,32
	MIKL								

EK 6. OPUS yazılımından elde edilen koordinatlarla hesaplanan 6 saatlik dilimdeki koordinat farkları (mm)

		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	1,50	-13,20	-3,80	2,50	1,00	6,70	-9,00	22,41
	SULP	-7,80		-5,10	-3,10	-10,00		-2,00	37,79
	ANK2	7,10	2,80	10,20	2,70	-5,00	8,80	11,00	
	BOR1	1,50	4,80	-5,10	3,40	-4,00	3,20	7,00	41,54
	MIKL	-9,70		-11,50	-7,00	-12,00	-6,80		29,42
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	3,90	12,00	2,20	-2,40	-2,00	8,60	13,00	9,92
	SULP	-2,90		-3,70	-4,20	-6,00		-8,00	24,94
	ANK2	0,80	9,10	-1,10	-3,80	-6,00	-2,30	-17,00	
	BOR1	1,50	1,40	-7,20	-4,30	-3,00	-1,40	-17,00	27,79
	MIKL	-4,40		-13,80	-6,90	-4,00	5,80		16,08
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	6,50	-12,40	6,20	2,50	9,00	10,50	15,00	-0,32
	SULP	-3,90		11,50	-2,40	-1,00		10,00	37,70
	ANK2	5,30	12,10	17,90	-2,20		5,60	5,00	
	BOR1	6,80	4,00	7,40	4,30	2,00	9,10	21,00	51,19
	MIKL	2,10		-2,70	-2,10	6,00	10,50		22,13
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	-4,80	-10,70	6,40	-14,70	-4,00	-21,60	-38,00	44,73
	SULP	-21,30		-15,10	-20,50	-19,00		-11,00	29,75
	ANK2	-9,90	1,20	-20,40	-11,00	-10,00	-9,80	-23,00	
	BOR1	-10,40	2,60	-5,60	-7,70	-9,00	-16,60	-8,00	33,63
	MIKL								
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	3,30	-7,80	15,80	-4,50	-1,00	-7,30	1,00	27,56
	SULP	-3,90		-1,30	-6,10	-6,00		-4,00	31,80
	ANK2	2,90	7,50	-10,00	2,30	-4,00	-2,30		
	BOR1	-0,50	9,60	-2,90	-4,40	-3,00	-10,30	4,00	-3,25
	MIKL								
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	-0,60	-10,70	-15,10	-14,60	3,00	-10,40	-58,00	22,39
	SULP	-12,70		-16,30	-15,90	-5,00		-37,00	32,82
	ANK2	-1,50	-3,40	-9,70	-6,50	1,00	-3,00	-32,00	
	BOR1	-10,40	1,20	-12,40	-8,60	-3,00	-12,60	-25,00	23,23
	MIKL								
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	2,90	-9,40	-21,30	0,70	4,00	-2,60	17,00	25,24
	SULP	-13,50		-21,80	-15,00	-11,00		-3,00	52,08
	ANK2	-1,00	-18,50	-20,20	-5,20	-12,00	-9,00	-8,00	
	BOR1	-16,80	1,30	-26,40	-16,00	-14,00	-17,10	-5,00	23,17
	MIKL								
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	10,50	-9,30	17,00	7,90	-5,00	9,50	14,00	65,31
	SULP	-0,20		15,80	1,40				106,51
	ANK2	1,60	2,50	14,00	-2,30	-8,00	-2,90	-1,00	
	BOR1	-4,20	2,00	6,80	-5,80	-5,00	-5,20	-5,00	66,40
	MIKL								
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	5,20	-7,50	5,70	-5,00	6,00	3,80	8,00	-6,00
	SULP	-0,90		1,60	-14,30	2,00		-3,00	5,73
	ANK2	-5,60	-17,90	-2,20	-14,00	-9,00	-11,70	-20,00	
	BOR1	-5,80	8,60	-5,20	-14,40	-6,00	-11,40	-10,00	-59,13
	MIKL								
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	1,40	-7,30	-2,90	-3,20	-6,00	-19,30	21,00	-23,24
	SULP	-21,70		-15,40	-18,60	-19,00		7,00	-14,04
	ANK2	1,60	-9,20	13,80	0,70	-7,00	-2,80	23,00	
	BOR1	-14,40	-13,90	-18,70	-16,20	-13,00	-17,10	4,00	-28,44
	MIKL								
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	3,60	5,60	4,00	-0,50	-2,00	-1,50	25,00	-1,38
	SULP	1,50		16,10	1,80			17,00	10,65
	ANK2	3,10	1,40	5,40	3,40	-5,00	-0,80	14,00	
	BOR1	-1,50	-5,00	-11,10	-2,90	-3,00	-5,90	16,00	-20,93
	MIKL								
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	IBGE-PPP	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	2,70	-6,30	9,10	-3,50	4,00	-6,20	6,00	28,84
	SULP	-17,60		-6,40	-14,50	-13,00		-15,00	80,13
	ANK2	-0,90	-10,80	17,60	-6,20	-4,00	-3,50	1,00	
	BOR1	-11,20	-25,70	-4,40	-17,70	-9,00	-14,90	-7,00	12,47
	MIKL								

EK 7. IGS-SNX dosyasından alınan koordinatlarla hesaplanan 24 saatlik dilimdeki koordinat farkları (mm)

		CSRS- PPP	Magic- GNSS	raPPPid	APPS	Trimble- RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE- PPP	IGN- PPP	PPPH
X	NOT1	15,00	13,20	15,80	13,80	13,00	21,00	18,00	9,20	12,00	54,16
	SULP	-1,20		3,60	1,40	0,90	9,90	16,90		5,90	42,45
	ANK2	-2,35	-11,75	1,65	-4,05	-10,15	6,85	1,85	-5,85	-3,15	
	BOR1	-2,11	3,89	0,39	-0,41	-2,81	6,19	2,19	-2,91	6,19	41,03
	MIKL	4,61		6,21	5,31	3,61	14,61	14,61	3,11		39,29
		CSRS- PPP	Magic- GNSS	raPPPid	APPS	Trimble- RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE- PPP	IGN- PPP	PPPH
Y	NOT1	2,53	0,63	3,03	-1,97	-4,07	-0,07	-0,07	3,23	6,93	17,89
	SULP	1,01		0,41	0,61	-1,49	4,51	-8,49		-2,49	25,48
	ANK2	0,14	1,94	-1,86	-1,86	-6,56	0,44	-0,56	-3,16	2,44	
	BOR1	-0,03	1,87	-1,03	-2,73	-2,23	0,77	-1,23	-2,73	0,77	21,60
	MIKL	4,68		2,78	2,38	3,58	8,58	11,58	7,08		30,75
		CSRS- PPP	Magic- GNSS	raPPPid	APPS	Trimble- RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE- PPP	IGN- PPP	PPPH
Z	NOT1	6,71	-0,89	8,61	0,41	9,31	10,31	4,31	10,91	-1,69	21,66
	SULP	-2,61		6,19	-3,61	2,39	8,39	8,39		-11,61	44,73
	ANK2	-4,45	-11,65	5,65	-9,95	-6,85	-0,85	-6,85	-6,35	-15,85	
	BOR1	-0,92	-1,02	4,68	-4,12	-0,42	6,58	-2,42	-1,52	-2,42	50,73
	MIKL	4,37		7,17	-2,73	8,07	10,07	4,07	5,17		32,19

EK 8. IGS-SNX dosyasından alınan koordinatlarla hesaplanan 12 saatlik dilimdeki koordinat farkları (mm)

		CSRS- PPP	Magic- GNSS	raPPPid	APPS	Trimble- RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE- PPP	IGN- PPP	PPPH
X	NOT1	18,50	20,20	22,10	15,10	17,00	23,00	22,00	20,10	-2,00	55,60
	SULP	0,50		6,40	4,00	0,90	12,90	0,90		9,90	45,06
	ANK2	-2,25	-4,25	4,05	-2,95	-7,15	2,85	2,85	-2,75	-6,15	
	BOR1	0,29	4,29	2,39	3,49	-1,81	9,19	1,19	0,39	8,19	44,20
	MIKL	4,31		7,61	8,01	4,61	16,61	14,61	8,51		41,70
		CSRS- PPP	Magic- GNSS	raPPPid	APPS	Trimble- RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE- PPP	IGN- PPP	PPPH
Y	NOT1	4,03	7,53	4,03	-2,27	-2,07	1,93	-1,07	6,53	14,93	18,13
	SULP	2,91		1,51	1,31	-0,49	6,51	-11,49		1,51	29,79
	ANK2	0,34	6,04	-1,66	-0,96	-5,56	1,44	4,44	-3,26	9,44	
	BOR1	1,27	2,67	-2,73	-3,33	-2,23	1,77	-0,23	-1,63	0,77	25,05
	MIKL	4,78		-0,42	2,48	4,58	10,58	11,58	10,38		30,89
		CSRS- PPP	Magic- GNSS	raPPPid	APPS	Trimble- RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE- PPP	IGN- PPP	PPPH
Z	NOT1	9,11	1,51	10,71	1,01	13,31	12,31	7,31	10,91	-14,69	18,72
	SULP	-2,61		10,69	-1,91	3,39	12,39	-2,61		-9,61	46,17
	ANK2	-2,95	-4,15	8,85	-6,55	-3,85	-0,85	1,15	-2,95	-17,85	
	BOR1	-0,82	-1,32	5,48	-0,02	0,58	9,58	-4,42	1,48	-1,42	51,40
	MIKL	1,87		4,57	-1,53	8,07	13,07	3,07	9,47		31,00
		CSRS- PPP	Magic- GNSS	raPPPid	APPS	Trimble- RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE- PPP	IGN- PPP	PPPH
X	NOT1	11,80	-0,50	-8,90	9,80	8,00	14,00	13,00	1,00	27,00	31,73
	SULP	-2,90		-11,20	-4,80	-0,10	5,90	17,90		7,90	57,46
	ANK2	-2,85	-15,45	-14,55	-5,75	-12,15	6,85	-3,15	-8,55	-0,15	
	BOR1	-4,01	6,09	-13,81	-3,81	-1,81	5,19	12,19	-4,81	9,19	33,49
	MIKL	4,61		-17,39	0,11	0,61	11,61		-3,09		34,48
		CSRS- PPP	Magic- GNSS	raPPPid	APPS	Trimble- RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE- PPP	IGN- PPP	PPPH
Y	NOT1	0,63	-4,67	2,73	-2,37	-8,07	-2,07	2,93	-0,07	6,93	27,11
	SULP	-1,09		7,01	-0,79	-2,49	1,51	-2,49		-2,49	61,98
	ANK2	-0,36	-5,86	7,64	-2,26	-8,56	-2,56	-2,56	-3,66	-4,56	
	BOR1	-1,23	-1,63	4,97	-2,43	-3,23	-0,23	0,77	-4,93	-1,23	40,60
	MIKL	4,18		30,98	-0,02	3,58	7,58		2,58		54,05
		CSRS- PPP	Magic- GNSS	raPPPid	APPS	Trimble- RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE- PPP	IGN- PPP	PPPH
Z	NOT1	5,01	-4,99	7,81	-2,19	5,31	1,31	2,31	0,91	6,31	-3,15
	SULP	-2,81		3,79	-12,71	1,39	3,39	14,39		-10,61	18,75
	ANK2	-6,15	-18,35	-0,45	-12,95	-8,85	-4,85	-2,85	-9,75	-14,85	
	BOR1	-0,72	0,58	4,28	-7,92	-0,42	4,58	7,58	-4,82	-2,42	-13,73
	MIKL	7,37		8,37	-6,33	5,07	7,07		0,47		-6,59

EK 9. IGS-SNX dosyasından alınan koordinatlarla hesaplanan 6 saatlik dilimdeki koordinat farkları (mm)

		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	21,50	6,80	16,20	22,50	21,00	31,00	20,00	26,70	11,00	42,41
	SULP	0,10		2,80	4,80	-2,10	12,90	7,90		5,90	45,70
	ANK2	-1,05	-5,35	2,05	-5,45	-13,15	6,85	-8,15	0,65	2,85	
	BOR1	2,69	5,99	-3,91	4,59	-2,81	9,19	1,19	4,39	8,19	42,73
	MIKL	3,91		2,11	6,61	1,61	19,61	13,61	6,81		43,02
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	4,83	12,93	3,13	-1,47	-1,07	3,93	0,93	9,53	13,93	10,85
	SULP	2,61		1,81	1,31	-0,49	8,51	5,51		-2,49	30,45
	ANK2	0,24	8,54	-1,66	-4,36	-6,56	2,44	-0,56	-2,86	-17,56	
	BOR1	1,27	1,17	-7,43	-4,53	-3,23	2,77	-0,23	-1,63	-17,23	27,56
	MIKL	4,18		-5,22	1,68	4,58	12,58	8,58	14,38		24,66
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	11,81	-7,09	11,51	7,81	14,31	14,31	5,31	15,81	20,31	4,98
	SULP	0,49		15,89	1,99	3,39	14,39	4,39		14,39	42,09
	ANK2	-0,55	6,25	12,05	-8,05	-5,85	0,15	-5,85	-0,25	-0,85	
	BOR1	3,38	0,58	3,98	0,88	-1,42	7,58	-3,42	5,68	17,58	47,77
	MIKL	2,17		-2,63	-2,03	6,07	15,07	0,07	10,57		22,21
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	16,20	10,30	27,40	6,30	17,00	9,00	21,00	-0,60	-17,00	65,73
	SULP	1,60		7,80	2,40	3,90	11,90	22,90		11,90	52,65
	ANK2	-2,05	9,05	-12,55	-3,15	-2,15	2,85	7,85	-1,95	-15,15	
	BOR1	-2,21	10,79	2,59	0,49	-0,81	9,19	8,19	-8,41	0,19	41,83
	MIKL	5,11		38,31		10,61	13,61	5,71			110,13
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	3,23	-7,87	15,73	-4,57	-1,07	-3,07	-0,07	-7,37	0,93	27,49
	SULP	3,61		6,21	1,41	1,51	3,51	7,51		3,51	39,30
	ANK2	1,34	5,94	-11,56	0,74	-5,56	1,44	-1,56	-3,86	-1,56	
	BOR1	1,27	11,37	-1,13	-2,63	-1,23	0,77	1,77	-8,53	5,77	-1,49
	MIKL	5,88		19,38		4,58	8,58		-2,52		64,57
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	7,71	-2,39	-6,79	-6,29	11,31	2,31	8,31	-2,09	-49,69	30,70
	SULP	-5,31		-8,91	-8,51	2,39	9,39	7,39		-29,61	40,21
	ANK2	-4,35	-6,25	-12,55	-9,35	-1,85	1,15	-2,85	-5,85	-34,85	
	BOR1	-4,82	6,78	-6,82	-3,02	2,58	10,58	5,58	-7,02	-19,42	28,82
	MIKL	1,77		0,67		11,07	11,07	6,97			51,25
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	11,90	-0,40	-12,30	9,70	13,00	22,00	9,00	6,40	26,00	34,24
	SULP	-5,60		-13,90	-7,10	-3,10	4,90	7,90		4,90	59,99
	ANK2	-1,15	-18,65	-20,35	-5,35	-12,15	6,85	-0,15	-9,15	-8,15	
	BOR1	-5,61	12,49	-15,21	-4,81	-2,81	6,19	11,19	-5,91	6,19	34,36
	MIKL	3,81		-21,39	0,41	1,61	11,61		-1,09		27,90
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	1,43	-18,37	7,93	-1,17	-14,07	0,93	-9,07	0,43	4,93	56,24
	SULP	-2,69		13,31	-1,09	-2,49	2,51	-2,49		-2,49	104,02
	ANK2	1,04	1,94	13,44	-2,86	-8,56	0,44	-0,56	-3,46	-1,56	
	BOR1	-2,43	3,77	8,57	-4,03	-3,23	1,77	1,77	-3,43	-3,23	68,17
	MIKL	3,38		41,68	0,08	2,58	7,58		0,68		72,67
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	5,51	-7,19	6,01	-4,69	6,31	7,31	0,31	4,11	8,31	-5,69
	SULP	-3,51		-1,01	-16,91	-0,61	1,39	-2,61		-5,61	3,12
	ANK2	-5,45	-17,75	-2,05	-13,85	-8,85	-5,85	0,15	-11,55	-19,85	
	BOR1	-0,22	14,18	0,38	-8,82	-0,42	4,58	5,58	-5,82	-4,42	-53,55
	MIKL	7,07		6,07	-6,23	6,07	6,07		1,07		-15,46
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE	IGN-PPP	PPPH
X	NOT1	12,40	3,70	8,10	7,80	5,00	5,00	11,00	-8,30	32,00	-12,24
	SULP	-0,80		5,50	2,30	1,90	6,90	20,90		27,90	6,86
	ANK2	-4,55	-15,35	7,65	-5,45	-13,15	12,85	-6,15	-8,95	16,85	
	BOR1	-2,21	-1,71	-6,51	-4,01	-0,81	3,19	12,19	-4,91	16,19	-16,24
	MIKL	8,71		24,51		11,61	7,61		-7,49		-59,40
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE	IGN-PPP	PPPH
Y	NOT1	-0,47	1,53	-0,07	-4,57	-6,07	-6,07	-4,07	-5,57	20,93	-5,45
	SULP	0,01		14,61	0,31	-1,49	0,51	-1,49		15,51	9,16
	ANK2	-1,46	-3,16	0,84	-1,16	-9,56	-0,56	-4,56	-5,36	9,44	
	BOR1	-0,73	-4,23	-10,33	-2,13	-2,23	-1,23	0,77	-5,13	16,77	-20,16
	MIKL	7,68		-13,82		14,58	-2,42		-7,92		47,19
		CSRS-PPP	Magic-GNSS	raPPPid	APPS	Trimble-RTX	AUSPOS	OPUS	IBGE	IGN-PPP	PPPH
Z	NOT1	5,01	-3,99	11,41	-1,19	6,31	-1,69	2,31	-3,89	8,31	31,15
	SULP	-3,21		7,99	-0,11	1,39	4,39	14,39		-0,61	94,52
	ANK2	-6,75	-16,65	11,75	-12,05	-9,85	-0,85	-5,85	-9,35	-4,85	
	BOR1	-1,62	-16,12	5,18	-8,12	0,58	3,58	9,58	-5,32	2,58	22,05
	MIKL	8,77		9,57		20,07	4,07		-27,63		51,74

EK 10. 300. güne ait uzay iklim koşulları indisleri Bz (GSE, GSM) (nT), Kp, Dst (nT), F10.7 (sfU)

YIL	GÜN	SAAT	BZ_GSE	BZ_GSM	Kp	Dst	F10.7
2023	300	0	-3,3	-4,1	3	-33	125,9
2023	300	1	-1,5	-2,7		-38	125,9
2023	300	2	0,7	-1,1		-47	125,9
2023	300	3	-1	-2,6	4	-46	125,9
2023	300	4	-1,4	-4		-43	125,9
2023	300	5	-1,7	-4,4		-40	125,9
2023	300	6	0	-2,8	2,7	-48	125,9
2023	300	7	1,3	-2,2		-49	125,9
2023	300	8	1,6	-2,2		-45	125,9
2023	300	9	1,2	-2,3	2,3	-44	125,9
2023	300	10	1,8	-0,9		-43	125,9
2023	300	11	2,3	0,2		-40	125,9
2023	300	12	0,3	-1,8	1,3	-34	125,9
2023	300	13	0,6	-1,1		-29	125,9
2023	300	14	0,1	-1		-28	125,9
2023	300	15	1,3	0,3	1,7	-29	125,9
2023	300	16	0,3	-0,6		-29	125,9
2023	300	17	0,5	-0,4		-26	125,9
2023	300	18	0	-0,7	1,7	-24	125,9
2023	300	19	-0,6	-1,1		-20	125,9
2023	300	20	1,4	0,8		-18	125,9
2023	300	21	0,2	-0,4	1	-12	125,9
2023	300	22	3,2	2,4		-9	125,9
2023	300	23	0,7	0,1		-10	125,9

EK 11. 302. güne ait uzay iklim koşulları indisleri Bz (GSE, GSM) (nT), Kp, Dst (nT), F10.7 (sfU)

YIL	GÜN	SAAT	BZ_GSE	BZ_GSM	Kp	Dst	F10.7
2023	302	0	-2,6	-3,1	4,7	-42	133,3
2023	302	1	0,3	-0,3		-44	133,3
2023	302	2	2	0,8		-34	133,3
2023	302	3	-3,7	-4,2	3,7	-34	133,3
2023	302	4	-1,8	-2,9		-47	133,3
2023	302	5	-2,3	-2,3		-54	133,3
2023	302	6	1,1	2,4	4,3	-47	133,3
2023	302	7	-2,1	-3		-41	133,3
2023	302	8	-5,3	-6,2		-54	133,3
2023	302	9	-0,8	-3,1	4	-55	133,3
2023	302	10	0,5	-1,7		-58	133,3
2023	302	11	1,6	-0,6		-52	133,3
2023	302	12	2,3	0,3	4	-41	133,3
2023	302	13	1,3	-1,4		-39	133,3
2023	302	14	-0,3	-2,8		-35	133,3
2023	302	15	2	0,3	4	-37	133,3
2023	302	16	3	1,3		-34	133,3
2023	302	17	2,1	0,8		-30	133,3
2023	302	18	-1	-1,9	3,3	-27	133,3
2023	302	19	-1,4	-1,9		-33	133,3
2023	302	20	0,4	-0,3		-34	133,3
2023	302	21	-1,4	-1,9	3,3	-27	133,3
2023	302	22	-0,8	-1,4		-28	133,3
2023	302	23	-0,6	-1,1		-28	133,3