



Yıldız Teknik Üniversitesi  
İnşaat Fakültesi  
Harita Mühendisliği Bölümü



# ÖLÇME BİLGİSİ 3 (HRT2322)

**Doç.Dr. Taylan ÖCALAN**

<https://avesis.yildiz.edu.tr/tocalan/>

*tocalan@yildiz.edu.tr*

# RINEX - Receiver INdependent EXchange format

*GNSS için alıcıdan bağımsız veri değişim formatı*

*Statik/Kinematik GNSS verisinin **ölçü sonrası büro veri değerlendirme ve analizi (post-processing)** aşamasında farklı nitelikte yazılım ve servis uygulamaları için geliştirilmiş uluslararası standart veri formatıdır.*

Genel olarak GNSS alıcısı üreten birçok firma kendine özgü veri formatını geliştirmekte ve korumaktadır. Üretici firma tanımlı bu veri formatları çoğunlukla alıcı markasına bağımlı “binary” yapıdadır.

Bilimsel çalışmalarda, ölçme ve jeodezik amaçlı uygulamalarda GPS/GNSS verisinin değişimi için geliştirilen **RINEX** ise “ASCII” tabanlıdır.

Formatın, **RINEX 2.10**, **RINEX 2.11**, **RINEX 3.00**, **RINEX 3.01**, **RINEX 3.02**, **RINEX 3.03** gibi farklı sürümleri vardır. Son olarak **RINEX 3.04** sürümü geliştirilmiştir.

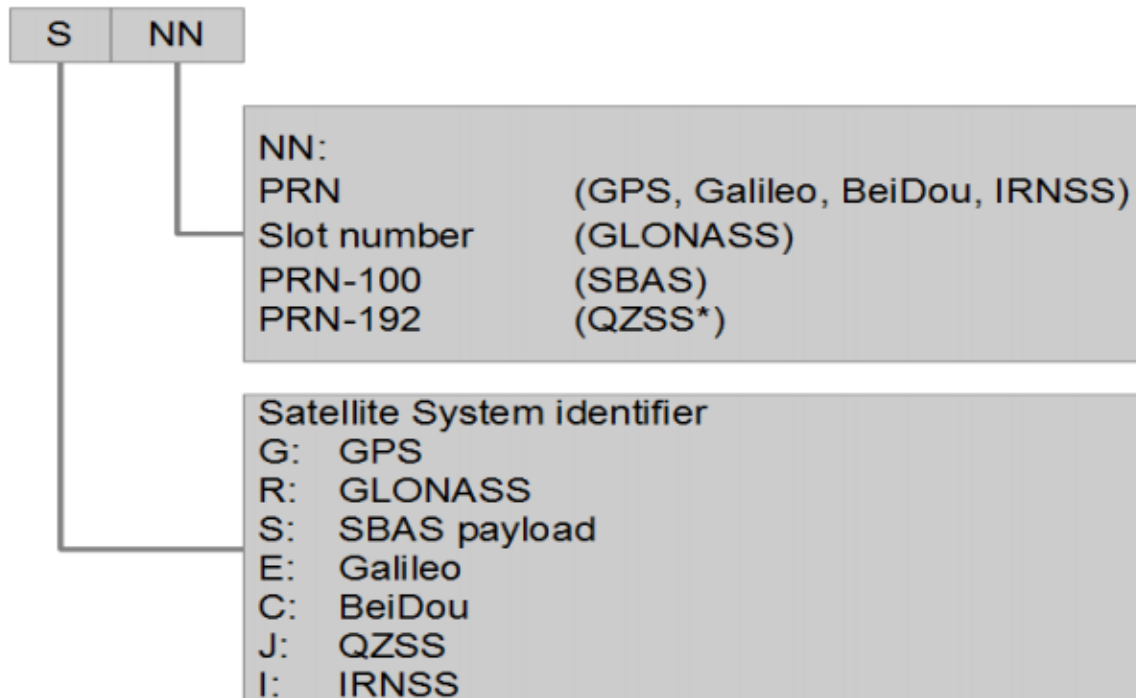
Kapsamlı bilgi: <https://kb.igs.org/hc/en-us/articles/201096516-IGS-Formats>

**RINEX**

## ***GNSS konseptinin gelişimine paralel olarak...***

### Satellite numbers

Starting with RINEX Version 2 the former two-digit satellite numbers **nn** are preceded by a one-character system identifier **s** as shown in Figure 1.



RINEX 2.10

RINEX 2.11

RINEX 3.00

RINEX 3.01

RINEX 3.02

RINEX 3.03

Son olarak RINEX 3.04

**RINEX**

The Receiver Independent Exchange Format

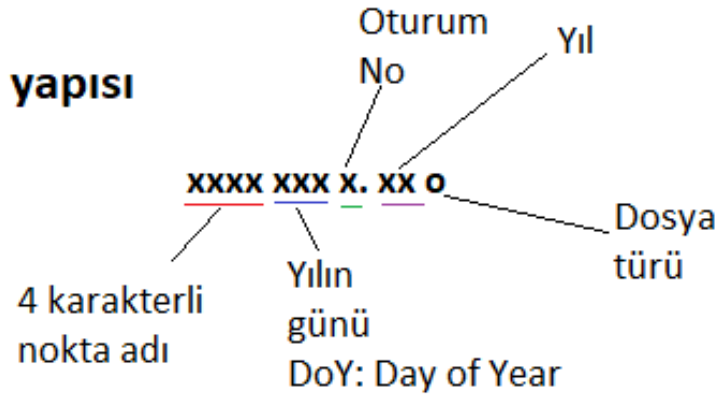
Version 3.04

International GNSS Service (IGS), RINEX Working Group and Radio Technical Commission for Maritime Services Special Committee 104 (RTCM-SC104)

November 23, 2018

Gözlem dosyası (o)+ Navigasyon Dosyası (n)+ Meteoroloji Dosyası (m)

## RINEX 2.11 sürümü için örnek dosya yapısı



📄 koug0010.18o ————— **o: gözlem dosyası**

📄 koug0010.18d ————— **d: gözlem dosyasının sıkıştırılmış zip'li şekli**

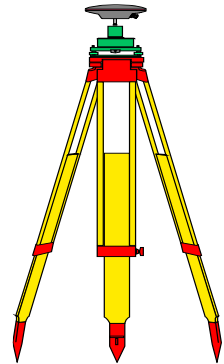
**COMPACT RINEX FORMAT - The Hatanaka-compressed ASCII format**

📄 koug0010.18n ————— **n: GPS navigasyon dosyası**

📄 koug0010.18g ————— **g: GLONASS navigasyon dosyası**

📄 koug0010.18c ————— **c: BeiDou navigasyon dosyası**

📄 koug0010.18e ————— **e: Galileo Navigasyon dosyası**



# Örnek:

TUSAGA-Aktif ağına ait «ADN1» isimli Adana istasyonuna ait 6 Ocak 2020 tarihli 24 saatlik, 30 sn. kayıt aralıklı STATİK GNSS verisinin RINEX 2.10 formatındaki dosya yapısı.

ADN10060.20D

|                           |                             |                        |                      |               |            |     |                     |      |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|---------------|------------|-----|---------------------|------|
| 1.0                       | COMPACT RINEX FORMAT        | CRINEX VERS            | / TYPE               |               |            |     |                     |      |
| RNX2CRX ver.4.0.5         | 06-Jan-20 23:59             | CRINEX PROG            | / DATE               |               |            |     |                     |      |
| 2.10                      | OBSERVATION DATA            | M (MIXED)              | RINEX VERSION / TYPE |               |            |     |                     |      |
| TPP 3.5.8                 | 05-JAN-20 23:59             | PGM / RUN BY           | / DATE               |               |            |     |                     |      |
|                           |                             | COMMENT                |                      |               |            |     |                     |      |
|                           |                             | COMMENT                |                      |               |            |     |                     |      |
|                           |                             | COMMENT                |                      |               |            |     |                     |      |
| ADN1                      |                             | MARKER NAME            |                      |               |            |     |                     |      |
| ADN1                      |                             | MARKER NUMBER          |                      |               |            |     |                     |      |
| Trimble Navigation L      | Trimble Navigation Limited  | OBSERVER / AGENCY      |                      |               |            |     |                     |      |
| 4805K53329                | TRIMBLE NETR5               | Nav 4 / Boot 3.56      | REC # / TYPE / VERS  |               |            |     |                     |      |
| 00000000                  | TRM55971.00                 | NONE                   | ANT # / TYPE         |               |            |     |                     |      |
| 4159857.0155              | 2950113.4502                | 3817799.8912           | APPROX POSITION XYZ  |               |            |     |                     |      |
| 0.0870                    | 0.0000                      | 0.0000                 | ANTENNA: DELTA H/E/N |               |            |     |                     |      |
| 1                         | 1                           | 0                      | WAVELENGTH FACT L1/2 |               |            |     |                     |      |
| 6                         | C1                          | L1                     | S1                   | P2            | L2         | S2  | # / TYPES OF OBSERV |      |
| 30.000                    |                             |                        |                      |               |            |     | INTERVAL            |      |
| 0                         |                             |                        |                      |               |            |     | RCV CLOCK OFFS APPL |      |
| 18                        |                             |                        |                      |               |            |     | LEAP SECONDS        |      |
| 54                        |                             |                        |                      |               |            |     | # OF SATELLITES     |      |
| 2020                      | 01                          | 06                     | 00                   | 00            | 00.0000000 | GPS | TIME OF FIRST OBS   |      |
|                           |                             |                        |                      |               |            |     | END OF HEADER       |      |
| 420 01 06 0 0 0.0000000 0 | 16G10G15G16G20G21G26G27G29R | 6R 7R 8R12R13R14R22R23 |                      |               |            |     |                     |      |
| 3&0                       |                             |                        |                      |               |            |     |                     |      |
| 3&21241099141             | 3&111622758052              | 3&50600                | 3&21241104961        | 3&86978782202 | 3&43200    | 7   | 9                   |      |
| 3&23326296227             | 3&122580488571              | 3&46000                | 3&23326300168        | 3&95517310940 | 3&30800    | 6   | 7                   |      |
| 3&21468504875             | 3&112817648406              | 3&47200                | 3&21468507387        | 3&87909958852 | 3&37700    | 7   | 8                   |      |
| 3&20095346234             | 3&105601825812              | 3&44300                | 3&20095348965        | 3&82287102    |            |     |                     |      |
| 3&21601112063             | 3&113514681007              | 3&47600                | 3&21601114160        | 3&88452957    |            |     |                     |      |
| 3&21709886758             | 3&114086277535              | 3&47500                | 3&21709894227        | 3&88898391    |            |     |                     |      |
| 3&22597093070             | 3&118748734278              | 3&46700                | 3&22597098223        | 3&92531343    |            |     |                     |      |
| 3&23393777414             | 3&122935251843              | 3&45300                | 3&23393781254        | 3&95793653    |            |     |                     |      |
| 3&23797035156             | 3&126985494563              | 3&32000                | 1                    |               |            |     |                     |      |
| 3&20471860336             | 3&109587468433              | 3&50100                | 3&20471864813        | 3&85234728    |            |     |                     |      |
| 3&20350840273             | 3&108977792250              | 3&48300                | 3&20350845473        | 3&84760549    |            |     |                     |      |
| 3&23900446953             | 3&127671846139              | 3&37100                | 3&23900450691        | 3&99300376463 | 3&32600    | 4   | 7                   |      |
| 3&22289900609             | 3&119026763499              | 3&36900                | 3&22289904195        | 3&92576433546 | 3&37100    | 3   | 8                   |      |
| 3&23110451969             | 3&123191618623              | 3&47000                | 3&23110456648        | 3&95815733824 | 3&40200    | 7   | 8                   |      |
| 3&20600544477             | 3&109967075419              | 3&52300                | 3&20600548164        | 3&85530011019 | 3&46500    | 8   | 9                   |      |
| 3&20839487461             | 3&111477465799              | 3&50900                | 3&20839494035        | 3&86704453693 | 3&40000    | 8   | 8                   |      |
| 3                         | 5                           | 7                      | 8                    | 12            | 3          | 4   | 22                  | 3&&& |



**ADN1 istasyonu Gözlemleri:  
GPS (G)+ GLONASS(R)**

| Nokta | Coğrafi Koordinatlar |                      |                 | Kartezyen Koordinatlar |              |              | Hızlar    |          |          |
|-------|----------------------|----------------------|-----------------|------------------------|--------------|--------------|-----------|----------|----------|
|       | $\phi$ (°) Enlem     | $\lambda$ (°) Boylam | h (m) Yükseklik | X (m)                  | Y (m)        | Z (m)        | Vx (m/y)  | Vy (m/y) | Vz (m/y) |
| ADN1  | 37 00 15.034948      | 35 20 37.471875      | 60.7868         | 4159857.0155           | 2950113.4502 | 3817799.8912 | -0.010210 | 0.009150 | 0.002930 |

D: sıkıştırılmış gözlem dosyası  
G: navigasyon dosyası (GLONASS)  
N: navigasyon dosyası (GPS)

|              |                 |             |          |
|--------------|-----------------|-------------|----------|
| ADN10060.20D | 6.01.2020 23:59 | 20D Dosyası | 1,601 KB |
| ADN10060.20G | 6.01.2020 23:59 | 20G Dosyası | 161 KB   |
| ADN10060.20N | 6.01.2020 23:59 | 20N Dosyası | 148 KB   |

# İnternet (Web) Tabanlı Online GNSS Veri Değerlendirme (Post-Processing) Servisleri

*Free online GNSS post-processing services.*

| Online services         | Specifications  |  |   |                                     |  |                                    |                                  |   |
|-------------------------|---|--|---|-------------------------------------|--|------------------------------------|----------------------------------|---|
|                         | Service long name   | Company/ agency  | Processing method, data source              | GNSS supported                      | Reference frame; geoid model                                       | Input data format                  | Observations mode                | Submittal page  |
| AUSPOS                  | Australian On-line GPS Processing Service                     | Geoscience Australia   | Relative (IGS stations and data, AFN, ARGN) | GPS                                 | ITRF, GDA 94/2020; AUSGeoid 98/09/2020                             | L1, L1+L2 RINEX                    | Static                           | <a href="http://www.ga.gov.au/bin/gps.pl">http://www.ga.gov.au/bin/gps.pl</a>   |
| OPUS                    | Online Positioning User Service                               | NOAA National Geodetic Survey (NGS)  | Relative (NGS CORS, IGS)                    | GPS                                 | IGS08, NAD83(2011); NAVD88, GEOID12A                               | L1, L1+L2 RINEX                    | Static                           | <a href="https://www.ngs.noaa.gov/OPUS/index.jsp">https://www.ngs.noaa.gov/OPUS/index.jsp</a>                                     |
| SCOUT                   | Scripps Coordinate Update Tool                                | Scripps Orbit and Permanent Array Center (SOPAC), University of California | Relative (IGS stations)                     | (no data)                           | ITRF08, WGS84  | RINEX, Hatanaka                    | Static                           | <a href="http://sopac.ucsd.edu/scout.shtml">http://sopac.ucsd.edu/scout.shtml</a>   |
| Trimble CenterPoint RTX | Trimble CenterPoint RTX Post Processing                       | Trimble Inc.   | PPP (Trimble CORS network)                  | GPS<br>GLONASS<br>Galileo<br>BeiDou | ITRF1988..2014, NAD83 (+mods), ETRS89..2000-R05, GDA94,SIGRAS etc. | L1+L2 RINEX, Trimble formats       | Static                           | <a href="https://www.trimblertx.com">https://www.trimblertx.com</a>   |
| APPS                    | Automatic Precise Positioning Service                         | NASA – Jet Propulsion Laboratory (JPL)                                     | PPP (JPL)                                   | GPS                                 | ITRF08, ITRF14   | L1+L2 RINEX, Hatanaka, GIPSY *.tdp | Static, kinematic (members only) | <a href="http://apps.gdgps.net">http://apps.gdgps.net</a>   |
| CSRS-PPP                | Canadian Spatial Reference System – Precise Point Positioning | Natural Resources Canada (NRCan)   | PPP (IGS, NRCan)                            | GPS<br>GLONASS                      | ITRF08 , IGB08/ NAD83; CGDV28/2013                                 | L1, L1+L2 RINEX, Hatanaka          | Static, kinematic                | <a href="https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outild/ppp.php">https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outild/ppp.php</a> |
| GAPS                    | GPS Analysis and Positioning Software                         | University of New Brunswick (UNB)  | PPP (IGS MGEX, NRCan)                       | GPS<br>BeiDou<br>Galileo            | IGB08, ITRF2000  | L1+L2 RINEX, some receiver formats | Static, kinematic                | <a href="http://gaps.gge.unb.ca">http://gaps.gge.unb.ca</a>   |
| MagicGNSS/ ppp          | MagicPPP – Precise Point Positioning Solution                 | GMV Innovating Solutions   | PPP (IGS, GMV)                              | GPS<br>GLONASS<br>Galileo           | ETRS, ITRF08   | L1+L2 RINEX, Hatanaka              | Static, kinematic                | <a href="http://magicgnss.gmv.com/ppp">http://magicgnss.gmv.com/ppp</a>   |



GPS/GNSS Verisi

Verilerin RINEX formatında web arayüzüne aktarılması (upload)

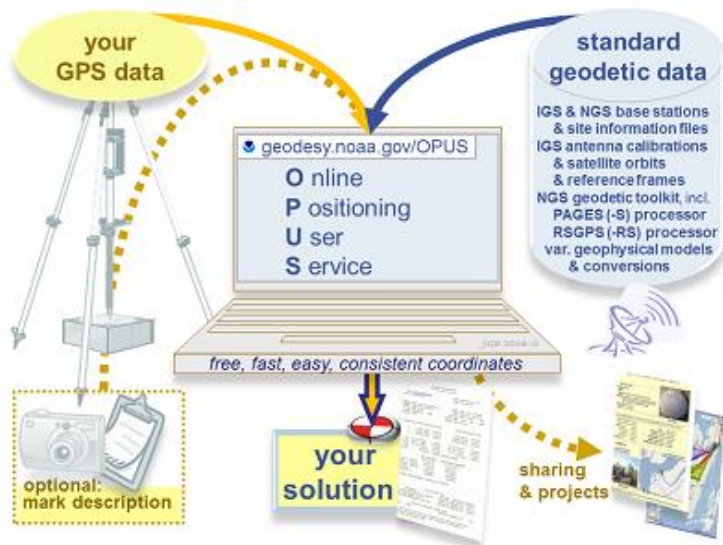
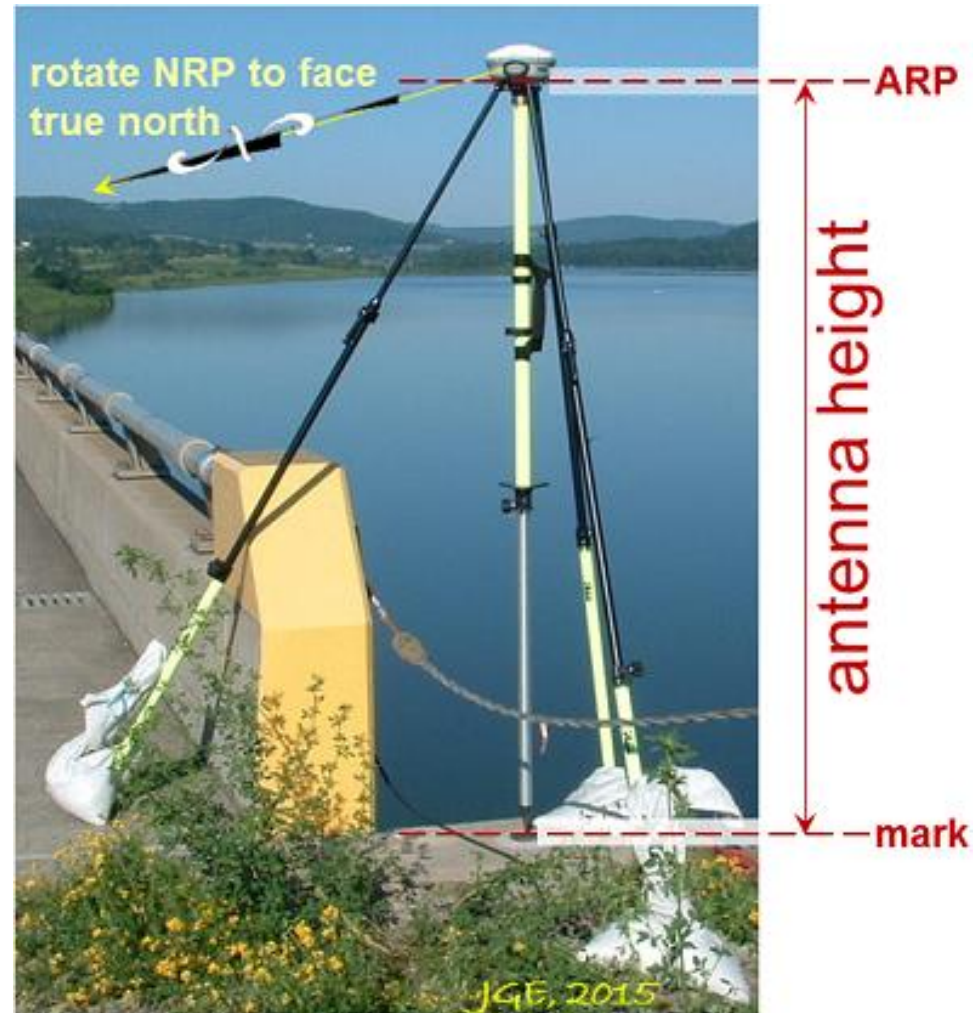
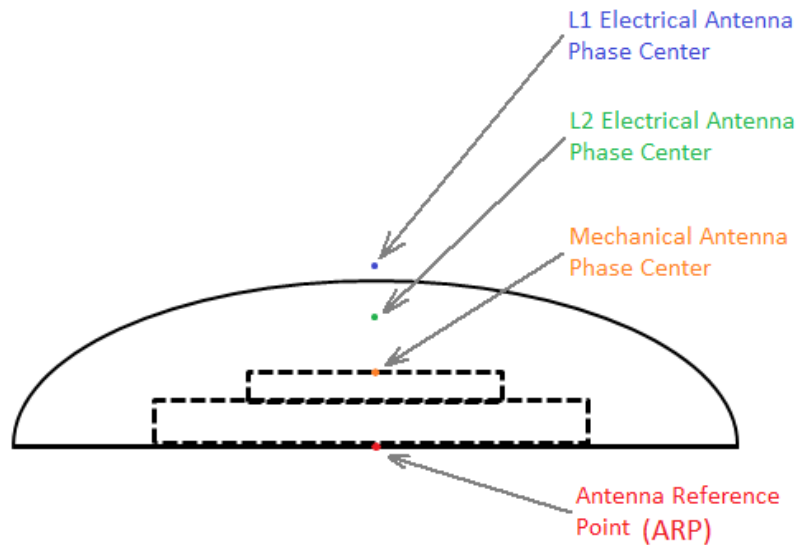


Sonuçların e-posta ile gönderilmesi

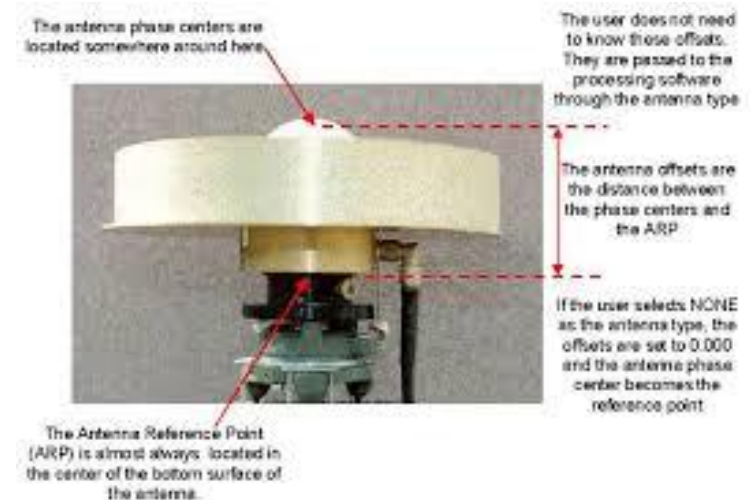
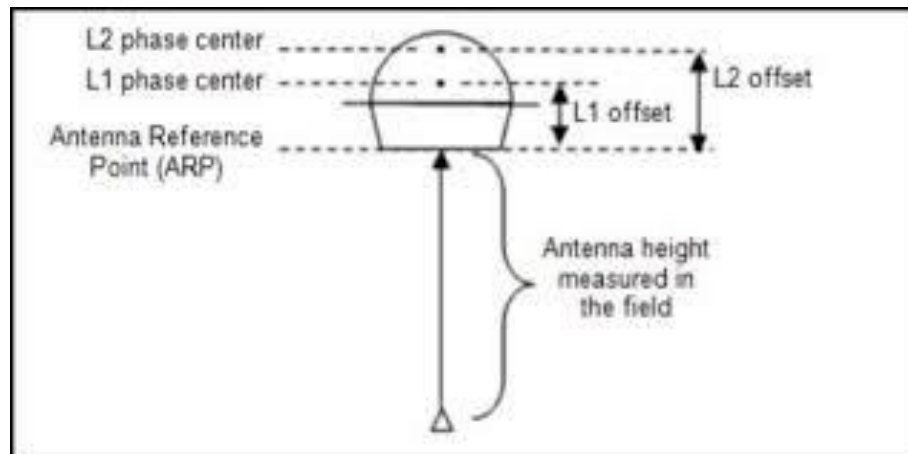
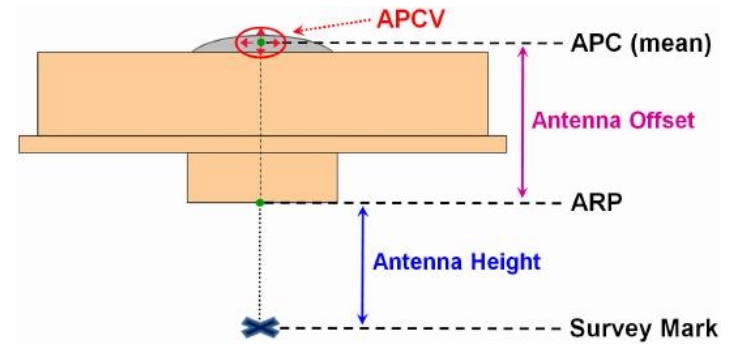
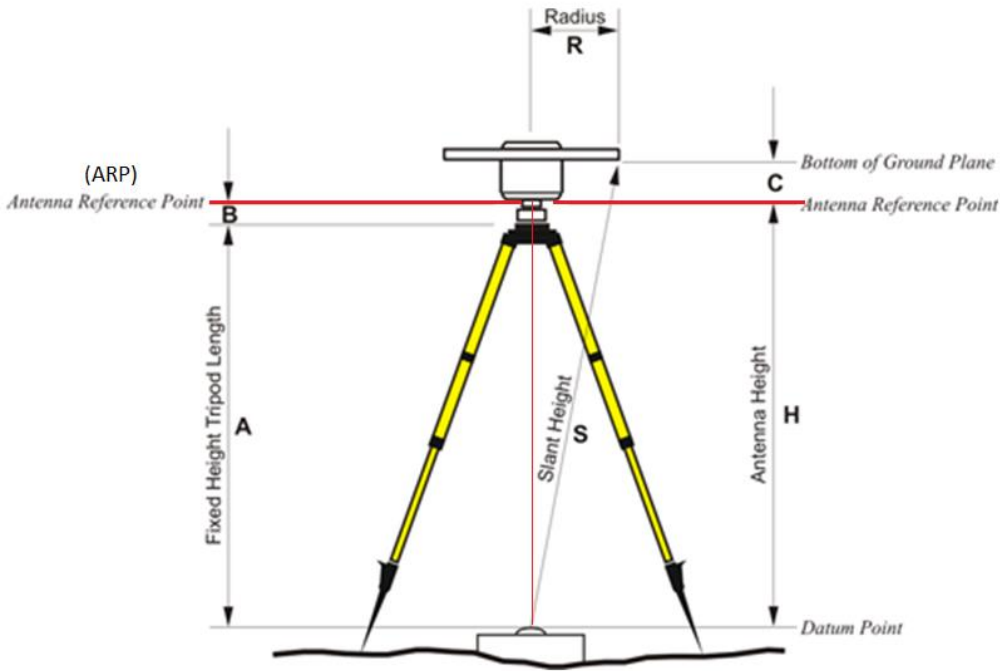




# GNSS Anten Yüksekliği Ölçümü

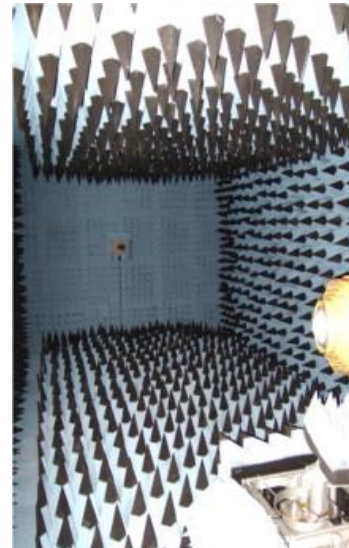


# GNSS Anten Yüksekliği Ölçümü





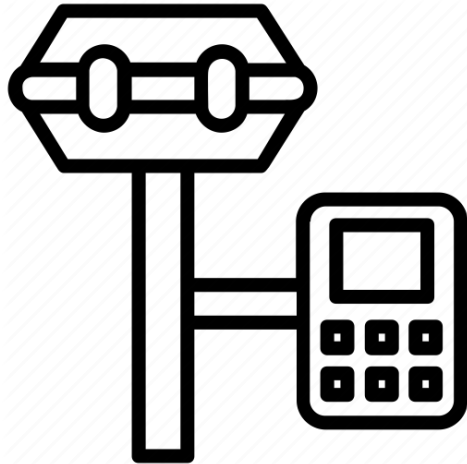
# GNSS Anten Kalibrasyonu



# OPUS


## Online Positioning User Service

<https://geodesy.noaa.gov/OPUS/>



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


| uploaded:      |                             | Solving with:      |          |
|----------------|-----------------------------|--------------------|----------|
| data file      | ADN10060.20D                | solution format    | Standard |
| converted to   | adn10060.20o (RINEX format) | base sta. used     | --       |
| antenna        | TRM55971.00 NONE            | base sta. excluded | --       |
| antenna height | 0.087 meters                | state plane zone   | --       |
| email address  | taylantnt@yahoo.com         |                    |          |
| processor      | Static                      | project ID         | --       |



# OPUS: Online Positioning User Service

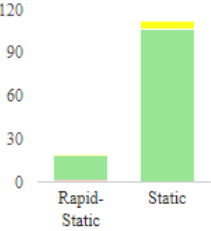
National Geodetic Survey

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



### OPUS menu

- [home / upload](#)
- [about OPUS](#)
- [projects](#)
- [shared solutions](#)
- [planned improvements](#)
- [support / feedback](#)



OPUS Today  
as of 2020-05-09T07:25 EDT

### Upload your data file.

Solve your GPS position & tie it to the National Spatial Reference System.

**What is OPUS? FAQs**

ADN10060.20D  
*\* data file of dual-frequency GPS observations. [sample](#)*

ZEPHYR GNSS GEODETIC II - LEAD-BASED SOLDER  
L1/L2/L5/G1/G2/G3/E1/E2/E5AB/E6/BEIDOU  
*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.

*\* required fields*  
We may use your data for internal evaluations of OPUS use, accuracy, or related research.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|

**sample solutions**

Website Owner: National Geodetic Survey / Last modified by NGS.OPUS V 2.6 May 06 2020

[NOS Home](#) • [NGS Employees](#) • [Privacy Policy](#) • [Disclaimer](#) • [USA.gov](#) • [Ready.gov](#) • [Site Map](#) • [Contact Webmaster](#)

# AUSPOS

## Online GPS Processing Service

<http://www.ga.gov.au/bin/gps.pl>



← → ↻ ⚠ Güvenli değil | ga.gov.au/bin/gps.pl



Australian Government  
Geoscience Australia

AUSPOS

Home ➤ Earth Monitoring and Reference Systems ➤ Geodesy and Global Navigation Systems ➤ AUSPOS - Online GPS Processing ➤

### ↑ Topic Home

#### ▢ Astronomical Information

#### ▢ Geodesy and Global Navigation Systems

- ▢ Basics
- ▢ Geodetic Techniques
- ▢ Global Navigation Satellite System Networks
- ▢ Geodetic Datums
- ▢ Regulation 13 Certificates
- ▢ Asia-Pacific Reference Frame

#### ▢ AUSPOS - Online GPS Processing Service

- ▢ Step by Step
- ▢ Introduction
- ▢ RINEX Data
- ▢ How it works
- ▢ Understanding the Results
- ▢ GPS Antennas
- ▢ Trouble Shooting

|   |                        |                    |   |
|---|------------------------|--------------------|---|
| Number of RINEX files   | 1                      | Submit RINEX using | <input checked="" type="radio"/> upload <input type="radio"/> ftp |
| File Name   | Dosya Seq ADN10060.20D | Height (m)         | 0.087   |
|   |                        | Antenna Type       | TRM55971.00 NONE  |
| Your Email Address:   | taylantnt@yahoo.com    |                    |   |
| <input type="button" value="submit"/> <input type="button" value="start over"/> |                        |                    |   |

Back to the AUSPOS Online GPS Processing Service [Introduction](#) Page.

### AUSPOS Online GPS Processing Service



Dear taylantnt@yahoo.com,

Thank you for submitting a GPS processing job to the AUSPOS Online GPS Processing Service.

Your job reference is #275642. The following RINEX file(s) have been submitted for processing (#File, Filename, Antenna Type, Height) :

1. ADN10060.20D TRM55971.00 NONE 0.0870 m

Your job has just been submitted to the AUSPOS GPS processing server.

Thank you for using the AUSPOS service.



# GAPS

## GAPS

### GNSS ANALYSIS AND POSITIONING SOFTWARE

[HOME](#)[ABOUT](#)[SUBMIT A FILE](#)[PUBLICATIONS](#)[NEWS](#)[CONTACT](#)[BASIC MODE](#)[ADVANCED MODE](#)

<http://gaps.gge.unb.ca/submitbasic.php>

### GAPS Basic User Submission

Select Input Observation File: \*

Dosya Seç ADN10060.20D

### Select System

|         |                                     |                                      |
|---------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| GPS     | <input checked="" type="radio"/> On | <input type="radio"/> Off            |
| Galileo | <input type="radio"/> On            | <input checked="" type="radio"/> Off |
| BeiDou  | <input type="radio"/> On            | <input checked="" type="radio"/> Off |

### Select Processing Parameters

X (m) / Latitude (dd.mmsssss)

Y (m) / Longitude (dd.mmssss)

Z (m) / Height (m)

Positioning

☒ Static☐ Kinematic

Elevation Cutoff Angle (deg)

E-mail \*



Collect raw  
GNSS data



Submit online  
(RINEX format)



Email return



# Epok Kaydırma



Epok kaydırma işleminde;

$$\begin{bmatrix} X(T) \\ Y(T) \\ Z(T) \end{bmatrix}_{T_{UREF}} = \begin{bmatrix} X(T_0) \\ Y(T_0) \\ Z(T_0) \end{bmatrix}_{T_{UREF}} + (T - T_0) \cdot \begin{bmatrix} V_X \\ V_Y \\ V_Z \end{bmatrix}_{T_{UREF}}$$

eşitliği kullanılır. Burada  $T_0$ , TUREF referans epoğu (2005.0),  $V_X$ ,  $V_Y$ ,  $V_Z$  nokta hızlarıdır.

TUTGA/TUSAGA-Aktif noktalarının koordinatları hız vektörleriyle birlikte verilmektedir. Bu hız vektörleri noktalara ilişkin koordinat bileşenlerinin yıllık hızlarını göstermektedir. Bununla beraber bu hız vektörlerinin hangi referans epok için tanımlanmış olduğu bilgisi de çok önemlidir; çünkü nokta koordinatlarının ölçme epoğuna taşınması bu referans epok bilgisine doğrudan bağlıdır. Referans epoklar, yıl biriminde tanımlanır/verilir.

Örneğin 1998.000, 2000.450 ve 2005.000 epokları sırasıyla,

$1998 + 0.000 \cdot 365 = 1$  Ocak 1998'i;

$2000 + 0.450 \cdot 365 = 12$  Haziran 2000'i;

$2005 + 0.000 \cdot 365 = 1$  Ocak 2005'i; ifade etmektedir.

Dolayısıyla örnek olarak 26 Haziran 2018 tarihli bir ölçme epoğunun yıl birimine çevrilmesi istenirse  $2018 + (31 + 28 + 31 + 30 + 31 + 26) / 365 = 2018.485$  olur.

Bu matris eşitliği 26 Haziran 2018 (2018.485) tarihli bir GNSS ölçme kampanyasının değerlendirilmesinde kullanılmak istenirse ve hız bileşenleri 2005.000 epoğunda verilmişse aşağıdaki sonuçlar elde edilir.

$$\begin{bmatrix} 4211498.7205 \\ 2218483.1074 \\ 4231454.2736 \end{bmatrix}_{T_{UREF}} = \begin{bmatrix} 4211499.0334 \\ 2218482.8809 \\ 4231454.2803 \end{bmatrix}_{T_{UREF}} + (2018.485 - 2005.000) \cdot \begin{bmatrix} -0.0232 \\ 0.0168 \\ -0.0005 \end{bmatrix}_{T_{UREF}}$$


matris incelenirse,  $T$  ve  $T_0$  olmak üzere iki zaman bileşeni görülecektir. Burada  $T$  ölçme epoğunu (yukarıdaki açıklamada 2018.485)  $T_0$  ise referans epoğunu (yukarıdaki açıklamada 1998.000, 2000.450 ya da 2005.000) ifade etmektedir. Eşitlikte verilen  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  ve  $V_X$ ,  $V_Y$ ,  $V_Z$  elemanları olan vektörler zamana bağlıdır ve sırasıyla noktanın üç boyutlu Kartezyen koordinat bileşenlerini ve aynı noktaya ait üç boyutlu Kartezyen koordinatların hız bileşenlerini ifade etmektedir.





# 3 Boyutlu Benzerlik Dönüşümü

itrf.ensg.ign.fr/trans\_para.php



International Terrestrial Reference Frame

**ITRS and ITRF**

ITRF NEWS

General concepts

Splinter meeting

**ITRF Products**

ITRF solutions

**Transformation parameters**

VO Corner

Search by DOMES number :

**OK SEARCH**

?

## Transformation parameters

The relationships linking the realizations of the ITRS is of utmost importance. They are based on transformation parameters (called Helmert parameters). They can be used to compare data or results expressed in two different ITRS realizations.

- Transformation Parameters between ITRF2014 and previous solutions
- Transformation Parameters between ITRF2008 and previous solutions
- Transformation Parameters between ITRF2005 and ITRF2000
- Transformation Parameters between ITRF2000 and previous solutions
- ITRS and WGS84

Transformation parameters from ITRF2014 to past ITRFs.

| SOLUTION    | Tx    | Ty   | Tz     | D     | Rx      | Ry      | Rz      | EPOCH  |
|-------------|-------|------|--------|-------|---------|---------|---------|--------|
| UNITS-----> | mm    | mm   | mm     | ppb   | .001"   | .001"   | .001"   |        |
| RATES       | Tx    | Ty   | Tz     | D     | Rx      | Ry      | Rz      |        |
| UNITS-----> | mm/y  | mm/y | mm/y   | ppb/y | .001"/y | .001"/y | .001"/y |        |
| ITRF2008    | 1.6   | 1.9  | 2.4    | -0.02 | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 2010.0 |
| rates       | 0.0   | 0.0  | -0.1   | 0.03  | 0.00    | 0.00    | 0.00    |        |
| ITRF2005    | 2.6   | 1.0  | -2.3   | 0.92  | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 2010.0 |
| rates       | 0.3   | 0.0  | -0.1   | 0.03  | 0.00    | 0.00    | 0.00    |        |
| ITRF2000    | 0.7   | 1.2  | -26.1  | 2.12  | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 2010.0 |
| rates       | 0.1   | 0.1  | -1.9   | 0.11  | 0.00    | 0.00    | 0.00    |        |
| ITRF97      | 7.4   | -0.5 | -62.8  | 3.80  | 0.00    | 0.00    | 0.26    | 2010.0 |
| rates       | 0.1   | -0.5 | -3.3   | 0.12  | 0.00    | 0.00    | 0.02    |        |
| ITRF96      | 7.4   | -0.5 | -62.8  | 3.80  | 0.00    | 0.00    | 0.26    | 2010.0 |
| rates       | 0.1   | -0.5 | -3.3   | 0.12  | 0.00    | 0.00    | 0.02    |        |
| ITRF94      | 7.4   | -0.5 | -62.8  | 3.80  | 0.00    | 0.00    | 0.26    | 2010.0 |
| rates       | 0.1   | -0.5 | -3.3   | 0.12  | 0.00    | 0.00    | 0.02    |        |
| ITRF93      | -50.4 | 3.3  | -60.2  | 4.29  | -2.81   | -3.38   | 0.40    | 2010.0 |
| rates       | -2.8  | -0.1 | -2.5   | 0.12  | -0.11   | -0.19   | 0.07    |        |
| ITRF92      | 15.4  | 1.5  | -70.8  | 3.09  | 0.00    | 0.00    | 0.26    | 2010.0 |
| rates       | 0.1   | -0.5 | -3.3   | 0.12  | 0.00    | 0.00    | 0.02    |        |
| ITRF91      | 27.4  | 15.5 | -76.8  | 4.49  | 0.00    | 0.00    | 0.26    | 2010.0 |
| rates       | 0.1   | -0.5 | -3.3   | 0.12  | 0.00    | 0.00    | 0.02    |        |
| ITRF90      | 25.4  | 11.5 | -92.8  | 4.79  | 0.00    | 0.00    | 0.26    | 2010.0 |
| rates       | 0.1   | -0.5 | -3.3   | 0.12  | 0.00    | 0.00    | 0.02    |        |
| ITRF89      | 30.4  | 35.5 | -130.8 | 8.19  | 0.00    | 0.00    | 0.26    | 2010.0 |
| rates       | 0.1   | -0.5 | -3.3   | 0.12  | 0.00    | 0.00    | 0.02    |        |
| ITRF88      | 25.4  | -0.5 | -154.8 | 11.29 | 0.10    | 0.00    | 0.26    | 2010.0 |
| rates       | 0.1   | -0.5 | -3.3   | 0.12  | 0.00    | 0.00    | 0.02    |        |

Note : These parameters are derived from those already published in the IERS Technical Notes and Annual Reports. The transformation parameters should be used with the standard model (1) given below and are valid at the indicated epoch.

$$\begin{matrix}
 : XS : & : X : & : Tx : & : D & -Rz & Ry : & : X : \\
 : & : & : & : & : & : & : \\
 : YS : & = : Y : & + : Ty : & + : Rz & D & -Rx : & : Y : \\
 : & : & : & : & : & : & : \\
 : ZS : & : Z : & : Tz : & : -Ry & Rx & D : & : Z :
 \end{matrix}
 \quad (1)$$

Where X,Y,Z are the coordinates in ITRF2014 and XS,YS,ZS are the coordinates in the other frames.

On the other hand, for a given parameter P, its value at any epoch t is obtained by using equation (2).

$$P(t) = P(\text{EPOCH}) + \dot{P} * (t - \text{EPOCH}) \quad (2)$$

where EPOCH is the epoch indicated in the above table (currently 2010.0) and  $\dot{P}$  is the rate of that parameter.

# ITRF2014'den ITRF96'ya Dönüşüm (2020.0 epöğunda)

## 2020.0 epöğü için ITRF2014'den ITRF96'ya Dönüşüm Parametreleri

| SOLUTION<br>UNITS | Tx<br>mm | Ty<br>mm | Tz<br>mm | D<br>ppb | Rx<br>.001" | Ry<br>.001" | Rz<br>.001" | EPOCH  |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|--------|
| ITRF96            | 8.4      | -5.5     | -95.8    | 5.0      | 0.00        | 0.00        | 0.46        | 2020.0 |

*Birim kullanımına dikkat edelim !*

$$\begin{bmatrix} X_S \\ Y_S \\ Z_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} D & -R_z & R_y \\ R_z & D & -R_x \\ -R_y & R_x & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

*Burada X,Y,Z koordinat değeri ITRF2014 datumundaki koordinatlardır.  
Xs,Ys,Zs ise diğeri datumlardaki (bu örnekte ITRF96) koordinatlardır.*

*Yukarıdaki matris işleminde tüm birimlerin metre (m) olarak kullanılmasına dikkat edilmelidir!*

**X,Y,Z**

**koordinatlar**

**T**

**öteleme (3 adet)**

**R**

**dönüklük (3 adet)**

**D**

**ölçek faktörü (1 adet)**

# ITRF2014'den ITRF96'ya Dönüşüm (2020.0 epoğunda)

*D; ölçek faktörü tabloda "ppb" biriminde verildiğinden hesaplamalarda tablodaki değer  $10^{-9}$  ile çarpılmalıdır.*

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{ITRF96} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{ITRF2014} + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} D \\ R_z \\ -R_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_y \\ -R_x \\ D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{ITRF2014}$$

*Rx,Ry,Rz dönüklük değerleri tabloda derece saniyesinin binde biri olarak açısal birimde verilmiştir. Bu nedenle tablodaki değerler  $10^{-3}$  ile çarpılmalıdır. Matris işleminde uzunluk ile açı çarpımı gerçekleşeceğinden dönüklük değerlerinin radyan birimine dönüştürülmesi gerekir. Bunun için dönüklük değeri  $\rho$  ya bölünür.*

$$\rho = (180/\pi) * 3600$$

*Dönüklük değerleri saniye biriminde olduğu için 3600 ile çarpılır.*

*T; öteleme değerleri tabloda milimetre (mm) biriminde verilmiştir, koordinatlar metre (m) biriminde kullanıldığından öteleme değerleride metre (m) birimine çevrilmelidir.*

## 2020.0 epoğu için ITRF2014'den ITRF96'ya Dönüşüm Parametreleri

| SOLUTION UNITS-----> | Tx<br>mm | Ty<br>mm | Tz<br>mm | D<br>ppb | Rx<br>.001" | Ry<br>.001" | Rz<br>.001" | EPOCH  |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|--------|
| ITRF96               | 8.4      | -5.5     | -95.8    | 5.0      | 0.00        | 0.00        | 0.46        | 2020.0 |

*Birim kullanımına dikkat edelim !*

# Ödev Kapsamındaki Raporlama Sonucunda İstenenler

## 1.Adım:

Size verilen «**Ödev GNSS Veri**» klasörü içerisindeki kendinize ait ilgili istasyonun 1 Ocak 2020 tarihli Rinex gözlem dosyasını anten tipi ve anten yüksekliğine dikkat ederek 3 farklı online GNSS veri değerlendirme servisine (OPUS, AUSPOS, GAPS) gönderiniz. E-Posta adresinize gelen sonuç dosyalarını/raporlarını kayıt ediniz. Bu dosyaları word yada pdf dokümanı olarak Ek-no\_servis adı\_adınız-soyadınız olarak klasörleyiniz.

Örnek: Ek-1\_OPUS\_TaylanOcalan

Ek-2\_AUSPOS\_TaylanOcalan

Ek-3\_GAPS\_TaylanOcalan

## 2.Adım:

Herbir online GNSS veri değerlendirme servisinden e-posta adresinize gelen sonuç analiz dosyasında bulunan ilgili istasyonun **ITRF2014 datumu 2020.0 ölçü epoğundaki (1 Ocak 2020) KARTEZYEN KOORDİNATLARINI (X,Y,Z)** size verilen ödev şablonundaki ilgili bölüme listeleyiniz. (Ödev şablonu, ödev tesliminde ana dosya olarak kullanılacak Word dokümanıdır. İlgili bölümleri doldurarak her öğrenci arkadaşımız teslimi bu ana dosya ve eklerle birlikte yapacaktır.)

# Ödev Kapsamındaki Raporlama Sonucunda İstenen

## 3.Adım: (2020.0 epöğunda ITRF2014'den ITRF96'ya Dönüşüm)

İlgili istasyon için her servisten gelen 2020.0 epöğundaki

**KARTEZYEN KOORDİNATLARI (X,Y,Z)**

**ITRF2014'den ITRF96'ya dönüştürünüz.**

Aşağıdaki dönüşüm parametrelerini ve matematiksel eşitliği kullanınız.

**\*\*\*Tüm matematiksel işlemler matris gösterimleri ödev içerisinde gösterilecek.**

### 2020.0 epöğü için ITRF2014'den ITRF96'ya Dönüşüm Parametreleri

| SOLUTION<br>UNITS-----> | Tx<br>mm | Ty<br>mm | Tz<br>mm | D<br>ppb | Rx<br>.001" | Ry<br>.001" | Rz<br>.001" | EPOCH  |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|--------|
| ITRF96                  | 8.4      | -5.5     | -95.8    | 5.0      | 0.00        | 0.00        | 0.46        | 2020.0 |

*Birim kullanımına dikkat edelim !*

$$\begin{bmatrix} X_S \\ Y_S \\ Z_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} D & -R_z & R_y \\ R_z & D & -R_x \\ -R_y & R_x & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

*Burada X,Y,Z koordinat değeri ITRF2014 datumundaki koordinatlardır. Xs,Ys,Zs ise diğeri datumlardaki (bu örnekte ITRF96) koordinatlardır.*

*Yukarıdaki matris işleminde tüm birimlerin metre (m) olarak kullanılmasına dikkat edilmelidir!*

Dönüşüm sonucunda her üç servisten elde edilen kartezyen koordinatları (ITRF96 datumu 2020.0 epöğunda) ödev şablonundaki ilgili bölüme listeleyiniz.



# Ödev Kapsamındaki Raporlama Sonucunda İstenenler

## 4.Adım: (Epok Kaydırma ITRF96 datumunda 2020.0 epoğundan 2005.0 epoğuna)

Size verilen «**Ödev Çizelgesi**» dosyasında herbirinizin ayrı ayrı kullandığı istasyon için tanımlanmış olan  $V_x, V_y, V_z$  hız bilgilerinden yararlanarak, her üç online servisten elde edilmiş ve ITRF96 datumu **2020.0 epoğundaki koordinatlar**, epok kaydırma işlemi ile aynı datumda (ITRF96) **2005.0 epoğuna** kaydırılacaktır.

| Ölçme Bilgisi-3<br>2019-2020 Bahar Dönemi<br>ÖDEV ÇİZELGESİ |            |       |        |          | TUSAGA-Aktif İstasyonlarının<br>ITRF 96 datumu<br>2005.000 epoğundaki<br>Güncel Koordinat ve Hızları |                             |                                 |                        |              |              |             |             |             |
|---|------------|-------|--------|----------|--|-----------------------------|---------------------------------|------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Sıra No   | Öğrenci No | Adı   | Soyadı | Nokta ID | Coğrafi Koordinatlar   |                             |                                 | Kartezyen Koordinatlar |              |              | Hızlar      |             |             |
|   |            |       |        |          | $\varphi$ (° ' ")<br>Enlem   | $\lambda$ (° ' ")<br>Boylam | $h$ (m)<br>Elipsoidal Yükseklik | X (m)                  | Y (m)        | Z (m)        | $V_x$ (m/y) | $V_y$ (m/y) | $V_z$ (m/y) |
| 1   | 08044052   | PELIN | BALLI  | ADN1     | 37 00 15.034948  | 35 20 37.471875             | 60.7868                         | 4159857.0155           | 2950113.4502 | 3817799.8912 | -0.010210   | 0.009150    | 0.002930    |

Referans epoğa (2005.0) kaydırma işlemi

$$P(T_0) = P(T) + V * (T_0 - T)$$

$$\begin{bmatrix} X(T_0) \\ Y(T_0) \\ Z(T_0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X(T) \\ Y(T) \\ Z(T) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ V_z \end{bmatrix} \times (T_0 - T)$$

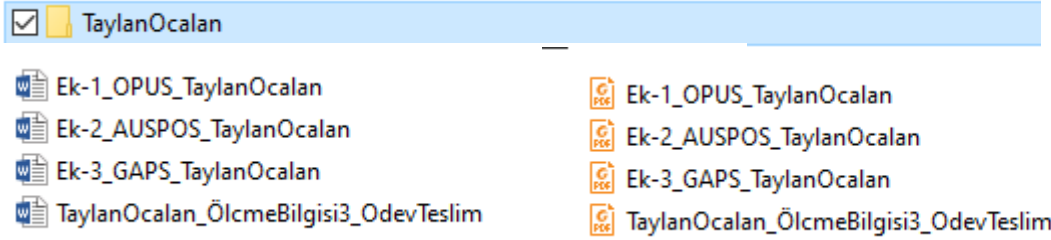
*ITRF96 2005.0 koordinatlar*      *ITRF96 2020.0 koordinatlar*      *2005.0*      *2020.0*

# Ödev Kapsamındaki Raporlama Sonucunda İstenenler

## 5.Adım:

Size verilen «**Ödev Çizelgesi**» dosyasında herbirinizin ayrı ayrı kullandığı ilgili istasyona ait ITRF96 datumu 2005.0 epoğundaki kartezyen koordinatlar ile her üç servisten elde ettiğiniz (dönüşüm ve epok kaydırma işleri ile) ITRF96 datumu 2005.0 epoğundaki kartezyen koordinatları sıralı olarak ve istasyon adını belirterek ödev şablonundaki bölüme (ana dosyaya) ekleyiniz.

# Ödev Teslimi



WORD

yada

PDF



Yukarıda görüldüğü gibi içinde yer alacak 4 dosya ile Ad-Soyad olarak oluşturulan Ödev Klasörü dosyası zip dosya olarak;

**En geç 19 Mayıs 2020 Salı günü saat 12.00'a kadar;**

1) <https://onlinekampus2.yildiz.edu.tr> ADRESİNDE İLGİLİ DERS ÖDEV TESLİM KLASÖRÜNE YÜKLENECEK.

2) Ayrıca [tocalan@yildiz.edu.tr](mailto:tocalan@yildiz.edu.tr) e-posta adresine gönderilecektir.



***Başarı ve kolaylıklar dilerim.***

***Doç.Dr. Taylan ÖCALAN***

