



GNSS VERİLERİNİN İŞLENMESİ

Hazırlayan ve Derleyen: Öğr. Gör. Emre İNCE

İçindekiler

Terimler: (Terimler Büyük ölçekli harita ve harita bilgileri üretim yönetmeliğinden – BÖHHBÜY- alınmıştır.).....	5
Koordinat Sistemleri	6
Geometride Kullanılan İki Boyutlu Kartezyen Sistem (Yatay Düzlem).....	7
Haritacılıkta Kullanılan İki Boyutlu Kartezyen Koordinat Sistemi (Yatay Düzlem).....	8
Haritacılıkta Kullanılan 2 Boyutlu Kartezyen Koordinat Sisteminin Geometride Kullanılardan Farkı.	9
Reference Frame (Referans Çerçevesi - Sistemi) ve 3 Boyutlu Kartezyen Koordinat Sistemi.....	11
Kutupsal Koordinat Sistemi	14
Coğrafi Koordinat Sistemi	15
Parabol, Elips, Elipsoit ve Elips Parametreleri	16
Parabol	16
Elips	17
Elips Denklemi ve Eşitlikleri	19
Jeodezi’de Kullanılan Koordinat Sistemleri	22
Göksel Koordinat Sistemleri	23
Jeosantrik Ataletle kalan (inertial) Koordinat Sistemi (Earth – Centered Inertial Coordinate System – ECI / Yer Merkez Hareketsiz Sistem).....	24
Yersel (Terrestrial) Koordinat Sistemleri	26
Toposentrik Sistem:.....	26
Jeosantrik Yersel Koordinat Sistemi (Geocentric Terrestrial Coordinate System) / Yer Sabit Yer Merkez Koordinat Sistemi (Earth Centered Earth Fixed Coordinate System).....	28
Jeosantrik Yersel Koordinat Sisteminde (ECEF) Referans Yüzeyinin Kullanılma Nedeni	30
Jeodezik Koordinat Sistemi ile Jeosantrik Yersel Koordinat Sistemi Arasındaki Geometrik İlişki.....	32
Örnek:	36
Tek Değişkenli Seriler Kullanılarak Jeodezik Koordinatlardan 3 Derecelik UTM Projeksiyon Koordinatlarının Hesaplanması	38
Örnek:	41
Kullanılan Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri	42
Global Positioning System (GPS)	42
BeiDou Navigation Satellite System (BDS)	43
Galileo.....	43
Glonass	43

Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS)	43
Quasi – Zenith Satellite System (QZSS).....	43
Yeryüzündeki Bir Noktanın Küresel Navigasyon Uydu Sistemi ile Konum Bulma Mantığı	44
GNSS ÖLÇÜMLERİNDE OLUŞAN HATALAR	54
Uydu efemeris hataları:.....	54
Uydu saat hatası ve Sinyal alıcı saat hatası:	55
İyonosferik Etki:	55
Troposfer etkisi.....	56
Sinyal yansıma (Multipath) etkisi	59
Anten Faz Merkezi Hatası Etkisi	60
Özet	62
GNSS TEKNİĞİNDE ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ (ŞEMA)	63
GNSS Tekniğinde Ölçüm Yöntemleri	64
GNSS Ölçüm Yöntemleri ve Dikkat Edilecekler.....	64
Görelî Konum Belirleme	65
Gerçek Zamanlı Kinematik (Real Time Kinematic) Ölçüm Yöntemi.....	66
Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik Ölçüm (Classical RTK)	67
GNSS Sinyal Alıcı Ön Yüzündeki Semboller ve Anlamları.....	70
Sabit GNSS Sinyal Alıcının Kurulması	71
Gezici GNSS Sinyal Alıcının Kurulması.....	75
Ağ Gerçek Zamanlı Kinematik Ölçüm (Continuously Operating Reference Station - CORS)	78
Ağ-RTK Gezici Sinyal Alıcının Kurulması.....	87
Statik Ölçü Yöntemi	91
Statik Ölçüm Yönteminde Ölçüm Aşamaları:	93
Statik Ölçüm GNSS Sinyal Alıcının Kurulumu	96
Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğinde Statik Ölçüm Yöntemi ile ilgili Maddeler:	97
Statik Ölçüm Yöntemiyle Elde Edilen Konum Doğruluğunun, RTK Ölçüm Yöntemiyle Elde Edilen Konum Doğruluğuna Göre Daha Hassas Olması Sebepleri	98
Statik ölçüm Yöntemiyle Koordinatları Bulunacak Kontrol Noktalarının Yerlerinin Belirlenmesinde Dikkat edilecekler	99
Statik Ölçüm Yöntemi ile Elde Edilen Ölçümlerin Değerlendirme Aşamaları:.....	99

Statik Ölçüm Yönteminde Kullanılan Yazılım Teknolojileri.....	102
Leica Geo Office Programı Kullanılarak Statik Ölçümlerin Değerlendirilmesi	103
Precise Ephemeris (Hassas Gök günlüğü) Elde Edilmesi	103
Ephemeris (Hassas Gök günlüğü) Dosyalarının İndirileceği İnternet Siteleri	107
GPS ve Glonass Uyduları İçin Ephemeris (Gök günlüğü) dosya Türleri	107
Yeni Ephemeris Dosya İsimlendirmesine Göre Hassas Ephemeris Dosyalarının Elde Edilmesi	110
Güncel Anten Bilgilerinin Elde Edilmesi.....	115
Anten Bilgisinin Önemi	115
Projeksiyon Tanımlaması.....	118
Koordinat Sistemi Tanımlaması	120
Proje Açılması ve Ham Verilerin Eklenmesi	121
Rinex Veri Formatındaki Bir Dosya Adı ve Dosya Tipi.....	123
Ephemeris dosyalarının eklenmesi	130
İşlem Öncesi Parametrelerin Belirlenmesi	131
Ölçüm Noktasının Yüksekliğinin Değiştirilmesi.....	135
Tek Nokta Değerlendirmesi (Single Point Positioning - SPP).....	136
Baz Çözümü	137
İLK AŞAMA	138
İkinci Aşama.....	140
Baz Oluşturmada Son Aşama	145
Dengeleme Aşaması (Serbest Dengeleme Yapılması)	147
İşlem adımları	148
Sabit Noktaların Ölçüm Epoğuna Kaydırılması	150
2005.0 Referans Epoğuna Kaydırılmış Sabit Noktaların Yeni Projeye Eklenmesi	152
Uyuşum Testinin Yapılması (Datum Dönüşümünün Yapılması)	154
Dayalı Dengeleme Yapılması	160
Statik Ölçüm Verilerinin Web Tabanlı Servisler ile Değerlendirilmesi.....	160
Kontrol Noktalarının Sınıflandırılması MADDE 8 (Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, 2018)	161
C1, C2, C3 ve C4 Derece Ağ Noktaları, Tesislerinin Yapılması, GNSS Sinyal Alıcılarıyla Ölçümleri ve Ölçümlerinde Dikkat Edilecekler	161
C1 Derece Kontrol Noktaları.....	161
C1 derece ana GNSS ağının oluşturulması (BÖHBBÜY MADDE 11)	161
C1 noktası için yer seçimi (BÖHBBÜY-MADDE 12).....	162

C1 noktasının tesisi (BÖHHBÜY - MADDE 13).....	162
C1 noktalarının GNSS tekniğiyle ölçülmesi (BÖHHBÜY- MADDE 14).....	163
C2 Derece Kontrol Noktaları.....	165
C2 derece sıklaştırma GNSS ağının oluşturulması MADDE 16.....	165
C2 noktası için yer seçimi MADDE 17	165
C2 noktasının tesisi MADDE 18-	165
C2 noktalarının GNSS tekniğiyle ölçülmesi MADDE 19-	167
C3 Derece Kontrol Noktaları.....	167
C3 derece GNSS ağının oluşturulması MADDE 22-	167
C4 Derece Kontrol Noktaları.....	168
GNSS tekniğiyle poligon ölçmeleri MADDE 27-	168
Kontrol Noktalarına Nokta Numarası (Adı) Verilme Standartı.....	169
Numaralandırma (BÖHHBÜY - MADDE 9)	169
Nokta türlerine göre numaralama	169
a) C1 noktaları:	169
b) C2 noktaları:	169
c) Alım için sıklaştırma noktaları:.....	169
e) Poligon noktaları:	169
Kaynakça.....	170

Terimler: (Terimler Büyük ölçekli harita ve harita bilgileri üretim yönetmeliğinden – BÖHHBÜY- alınmıştır.)

ETRF (European Terrestrial Reference Frame): Avrupa Yersel Referans Çerçevesi.

GNSS (Global Navigation Satellite Systems): Küresel Seyrüsefer Uydu Sistemleri (GPS, GLONAS, GALILEO ve benzeri).

GRS80 (Geodetic Reference System-1980): Jeodezik Referans Sistemi 1980. (Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliğinin 1979 yılında benimsediği aşağıda geometrik ve fiziksel parametreleri verilen referans elipsoidi (Plag, 2006):

$a = 6378137.0$ m (Dünyanın ekvator dairesinin yarıçap değeri),

$b = 6356752.3141$ m (küçük yarı eksen – kutup yarıçapı)

$e^2 = 0.00669438002290$ (birinci eksentrisite değeri),

$f = 1/298.257222101$ (basıklık değeri),

$J_2 = 0.00108263$ (dinamik form faktörü),

$\omega = 7292115 \times 10^{-11}$ rad s⁻¹ (Dünyanın açısal hızı),

$GM = 398600.5 \times 10^9$ m³ s⁻² (Yer merkezli yer çekim sabiti).

GZK: Gerçek Zamanlı Kinematik (RTK = Real Time Kinematik)

ITRF (International Terrestrial Reference Frame): Uluslararası Yersel Referans Çerçevesi.

ITRF 96: 1996 yılında güncellenmiş ITRF = Datum

RINEX (Receiver Independent Exchange Format): Alıcıdan Bağımsız Değişim Formatı

TUDKA-99 (Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı-1999): I. ve II. derece nivelman ağının gravite ölçüleri ile birlikte Antalya ortalama deniz seviyesine (sıfır yüzeyi) göre 1999 yılında dengelemesiyle belirlenen Helmert ortometrik yüksekliklerinden oluşan düşey referans çerçevesi.

TUREF: Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi (Koordinatları ITRF96 ile 2005.0 referans epoğunda çakışık ve koordinatlarının zamana göre doğrusal değişimi -hızlar- ITRF96'nın Sıfır Net -Dönüklüğüne (No-Net-Rotation) göre tanımlı dört boyutlu ulusal datumdur.]

TUSAGA-Aktif: Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı-Aktif (GZK hizmeti veren GNSS Ağı)

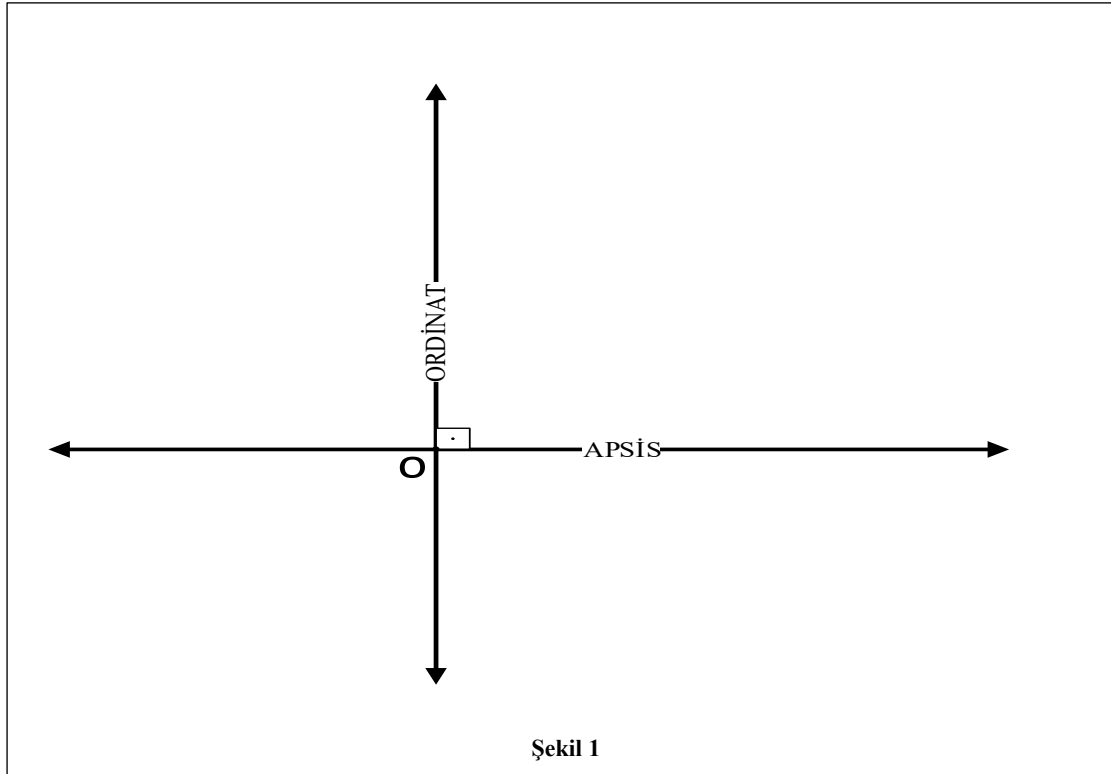
TUTGA: Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı

BÖHHBÜY: Büyük ölçekli harita ve harita bilgileri üretim yönetmeliği.

Koordinat Sistemleri

Fransız Filozof ve matematikçi olan René Descartes, uzaydaki bir noktayı numaralar seti olarak işaretleyebilmeyi ve cebirsel denklemleri iki boyutlu koordinat sisteminde geometrik şekiller olarak göstermeyi (ve tam tersini) sağlayan Kartezyen koordinat sistemini bulmuş ve ismini vermiştir (Makshud, 2017).

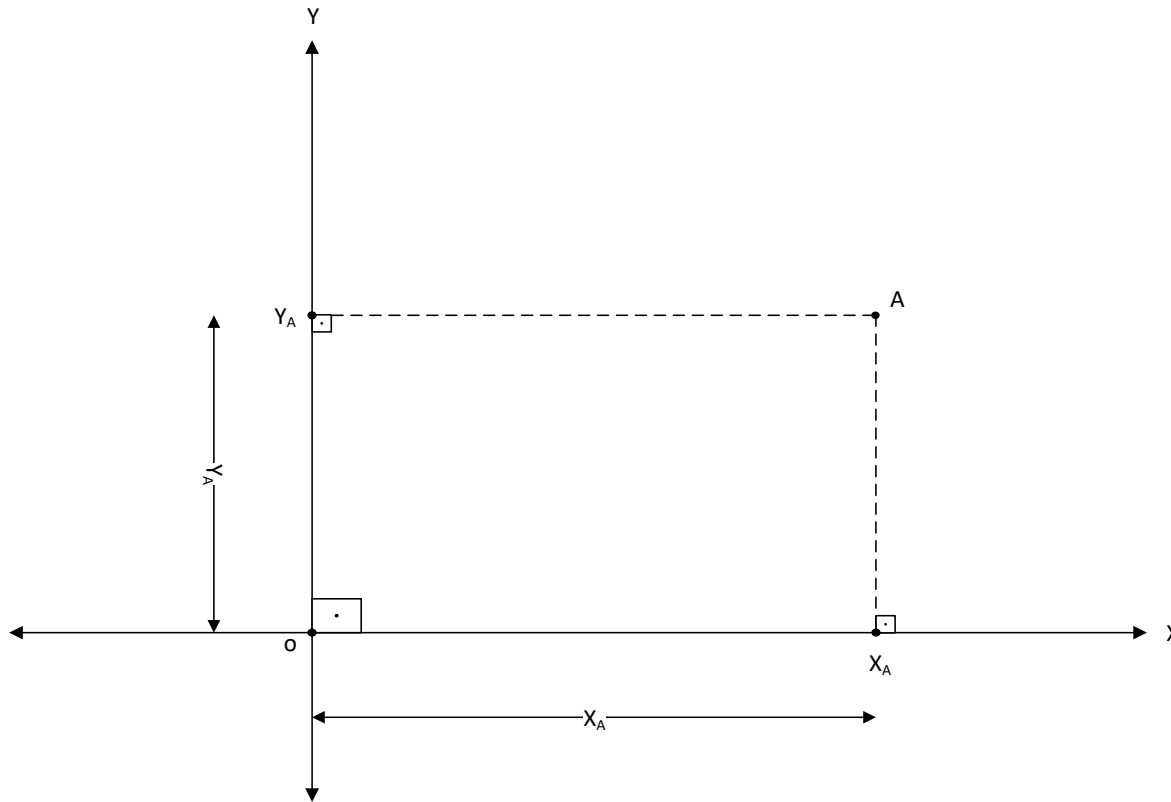
Koordinat, bir yüzey üzerinde veya uzayda bir noktanın yerini bulmaya yarayan veridir (Türk Dil Kurumu, 2019). Bir noktanın bir düzlem üzerindeki konumu, koordinat eksenleri olarak anılan birbirleriyle dik kesişen (kesiştikleri nokta orijin olarak adlandırılır) koordinat eksenleriyle belirlenir (Makshud, 2017). Bir diğer deyişle nokta konumu, Descartes'in tanımladığı 2 boyutlu Kartezyen koordinat sistemi üzerinde belirlenir.



Şekil 1 birbirleriyle dik kesişen eksenlerin oluşturduğu koordinat sistemini tasvir etmektedir. O noktası iki eksenin kesişim yeri olan orijin noktasını temsil eder. Sağa ve sola doğru yön belirten (kuvvet değerleri) eksen **Apsis**; yukarı ve aşağıya yön belirten eksen **Ordinat** olarak adlandırılır. Apsis eksenini orijin noktasından itibaren sağa doğru pozitif değerli şekilde artarken, ordinat eksenini orijin noktasından itibaren yukarı doğru pozitif değerli artış gösterir.

Geometride Kullanılan İki Boyutlu Kartezyen Sistem (Yatay Düzlem)

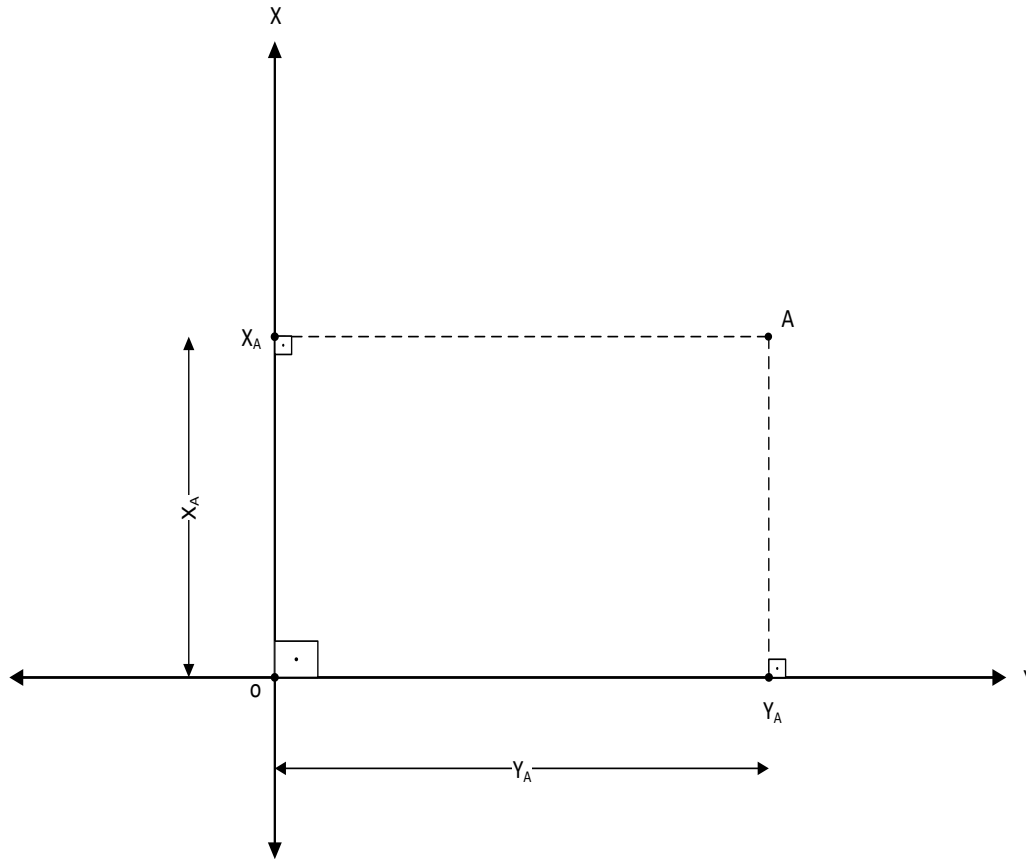
GEOMETRİDE KULLANILAN İKİ BOYUTLU KARTEZYEN SİSTEM (YATAY DÜZLEM)



Şekil 2

Şekil 2 Geometride kullanılan iki boyutlu Kartezyen koordinat sistemini tasvir etmektedir. Kartezyen kelimesi eksenlerin birbirine dik olmasını ifade eder. İki boyutlu Kartezyen koordinat sistemi aynı zamanda yatay düzlem olarak adlandırılır. Şekil 2 tasvirinde ordinat eksenini Y ile Apsis eksenini X ile gösterilmektedir. Şekil 2 tasvirinde yatay düzlemdeki bir A noktasının konum değerini ifade eden koordinatlar olan X_A ve Y_A değerlerinin, A noktasından eksenlere inilen diklerle oluştuğu görülmektedir. X_A ve Y_A koordinat değerleri A noktasının her bir ekseninde orijin noktasına olan uzaklığıdır. Koordinat değerleri metre uzunluk biriminde ifade edilir.

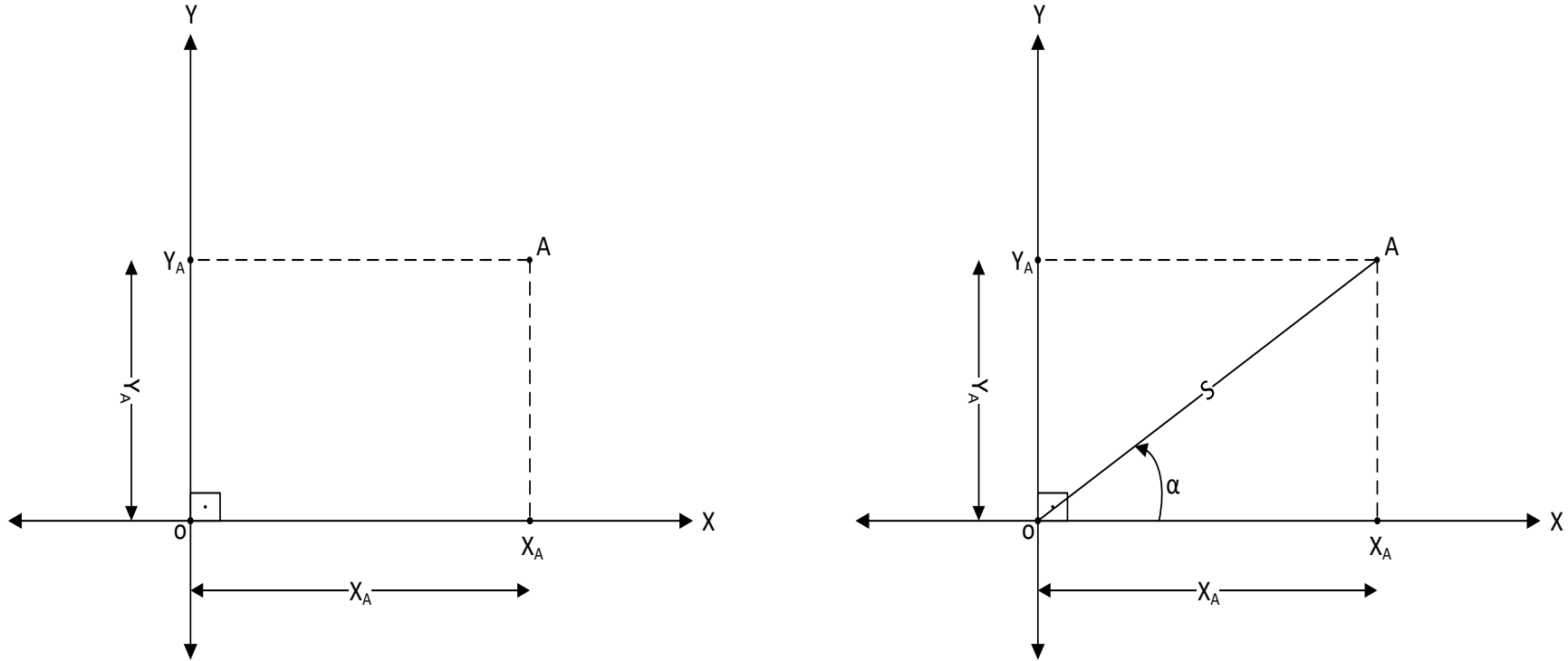
Haritacılıkta Kullanılan İki Boyutlu Kartezyen Koordinat Sistemi (Yatay Düzlem)

HARİTACILIKTA KULLANILAN İKİ BOYUTLU KARTEZYEN KOORDİNAT SİSTEMİ
(YATAY DÜZLEM)

Şekil 3

Şekil 3 Haritacılıkta kullanılan iki boyutlu Kartezyen koordinat sisteminin tasviri vardır. Geometride kullanılan koordinat sisteminden farklı olarak sağa doğru artan koordinatlar Y ekseninde; yukarı doğru artan koordinatlar X ekseninde gösterilmektedir. Şekil 4 ve Şekil 5 incelendiğinde geometride kullanılan Kartezyen koordinat sistemi ile haritacılıkta kullanılan Kartezyen koordinat sistemi arasındaki fark daha kolay anlaşılacaktır. Haritacılıkta kullanılan takeometrik ölçüm aletlerinde oluşan yatay düzlemde ki yatay açının artışı saat yönünde olduğu için sadece X ile Y eksenlerinin yerleri değişmiştir. Açılar her iki sistemde de X ekseninden Y eksenine doğru artmaktadır.

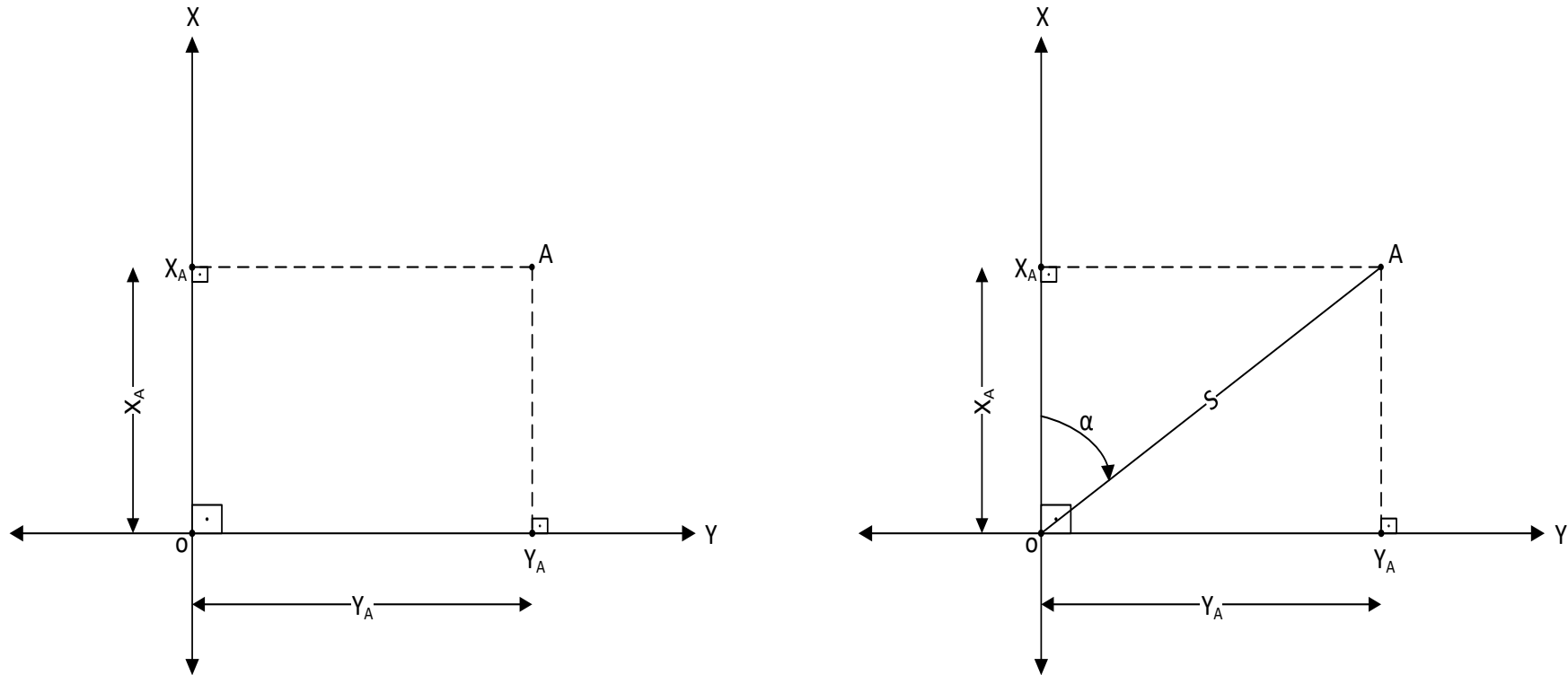
Haritacılıkta Kullanılan 2 Boyutlu Kartezyen Koordinat Sisteminin Geometride Kullanılardan Farkı

GEOMETRİDE KULLANILAN İKİ BOYUTLU KARTEZYEN KOORDİNAT SİSTEMİ
(YATAY DÜZLEM)

Açı saatin ters yönünde, X ekseninden Y eksenine doğru artıyor.

Şekil 4

HARİTACILIKTA KULLANILAN İKİ BOYUTLU KARTEZYEN KOORDİNAT SİSTEMİ (YATAY DÜZLEM)

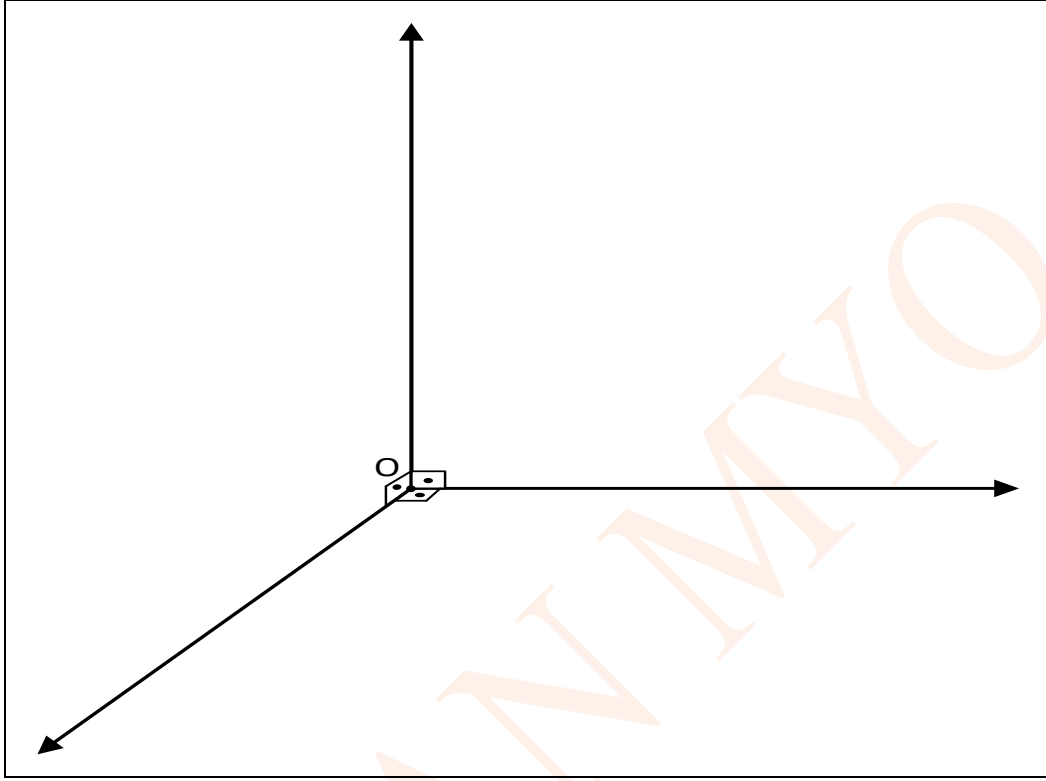


Açı saat yönünde ve X ekseninden Y eksenine doğru artıyor.

Şekil 5

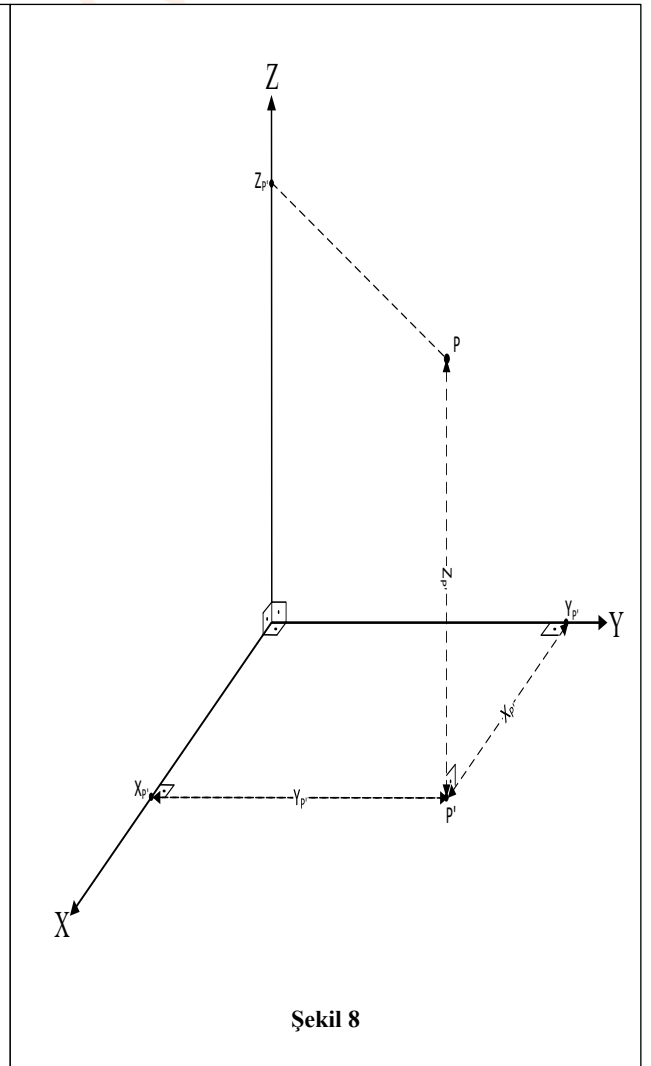
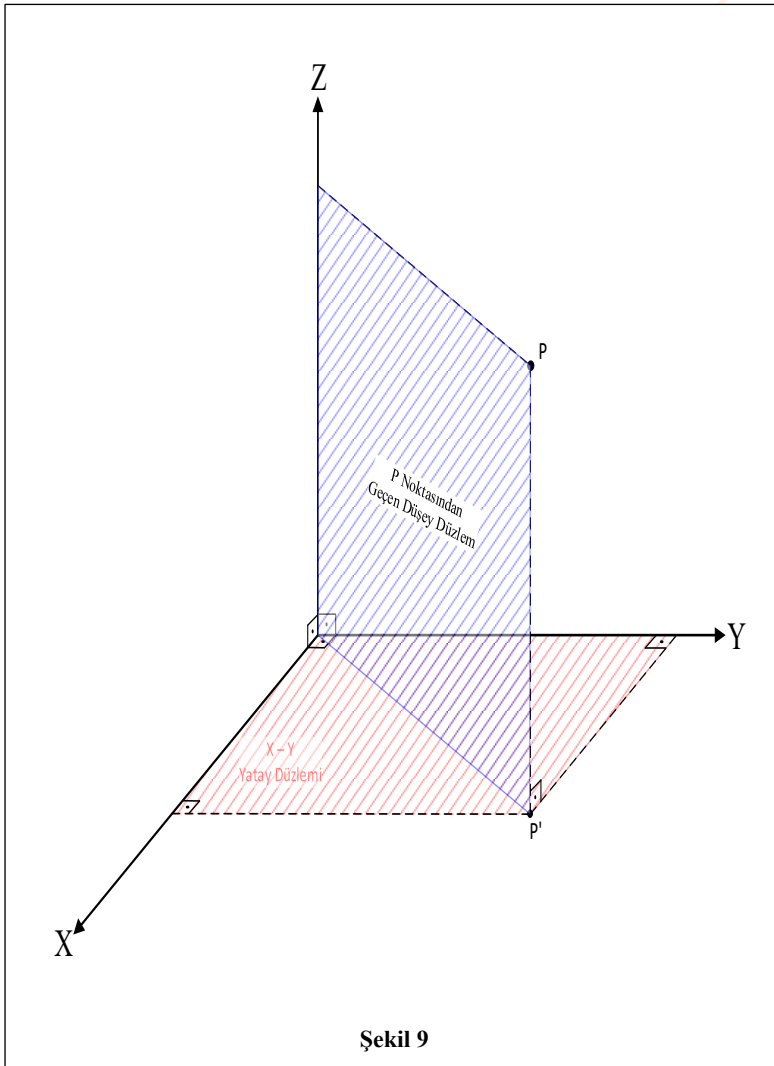
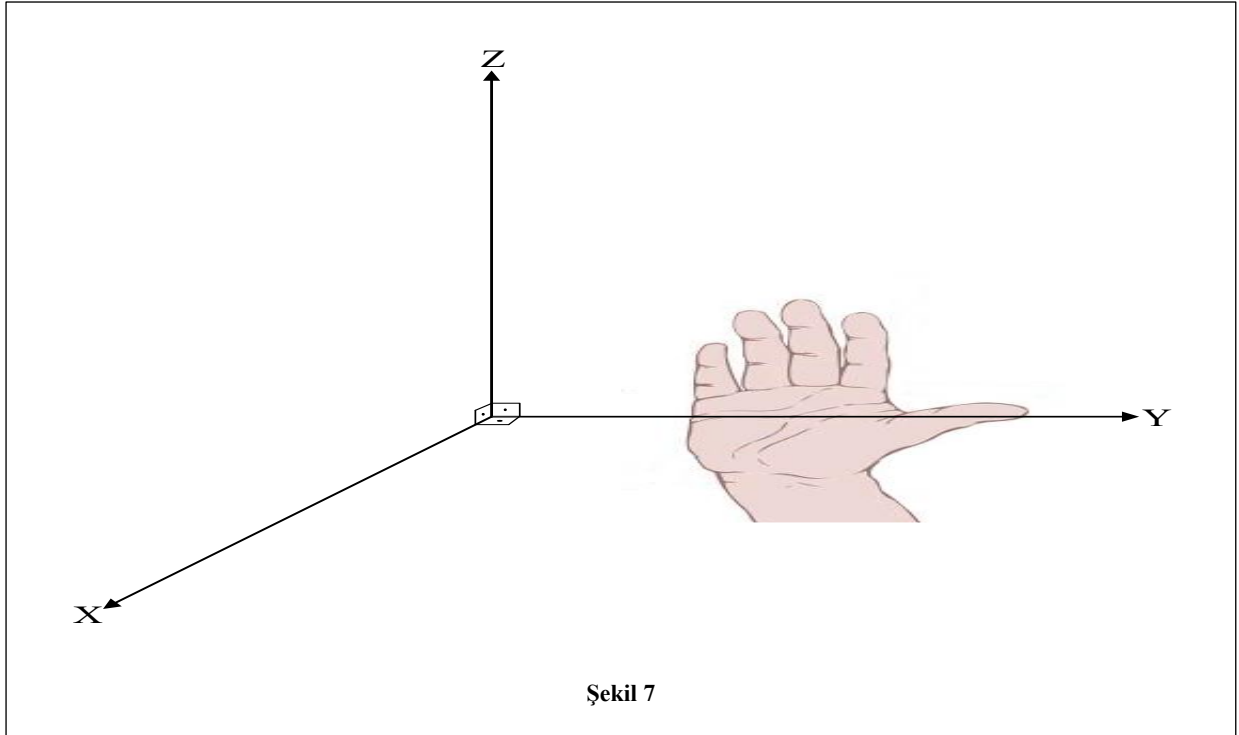
Reference Frame (Referans Çerçevesi - Sistemi) ve 3 Boyutlu Kartezyen Koordinat Sistemi

Referans çerçevesi, objelerin 3 boyutlu uzaydaki hareketini algılamada kullanılan bir fiziki tabiridir.



Şekil 6 Referan Çerçevesi tasviri

Coğrafik objeleri sadece 2 boyutlu bir koordinat sistemi ($X - Y$ yatay düzlemi) kullanarak gerçekteki konum değerlerini belirleyemeyiz. Nokta konum değerlerini ifade etmek için 3 boyutlu Kartezyen koordinat sisteminin kullanılması gerekir. Referans çerçevesi 3 boyutlu Kartezyen koordinat sisteminin şeklini oluşturmaktadır. Şekil 6 koordinat sisteminin eksenleri belirtilmeden tasvir edilmiştir. Eksenler sağ el kuralına göre belirlenir. Şekil 7 sağ el kuralına göre referans çatısında koordinat eksenlerinin tanımlanması için kullanımı tasvir etmektedir. *Sağ el kuralına göre, el avuç içi Y eksenini kavrayacak ve sağ el baş parmağı Y eksenini artış yönünü gösterecek şekilde yerleştğinde diğer eksenlerin artış yönleri belirlenmiş olacaktır.* X eksenini, Y eksenine dik olacak şekilde aynı düzlemde oluştur. Z eksenini X ve Y eksenlerinin kesişim noktası olan O (orijin noktası) noktasından, X ve Y eksenlerinin oluşturduğu yatay düzleme dik olacak şekilde oluştur (Şekil 7). Z eksenini kullanıma göre düşey doğrultu, Nadir, çekül doğrultusu olarak da adlandırılır.

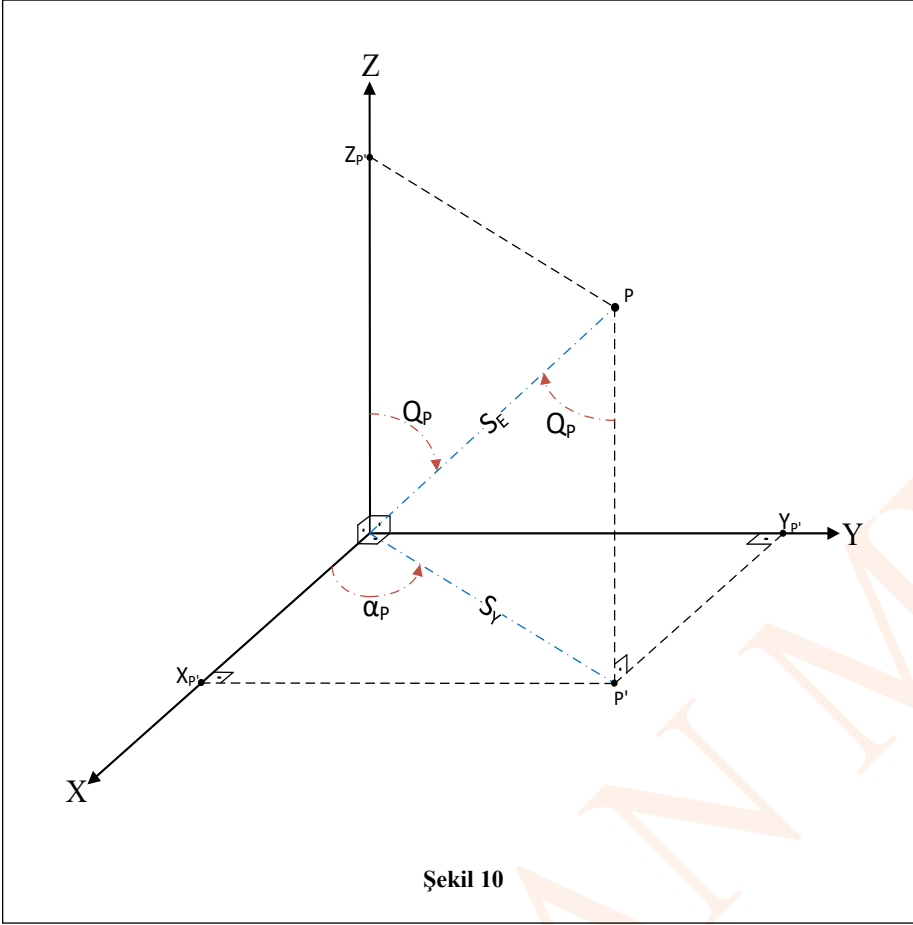


Şekil 9, 3 boyutlu Kartezyen koordinat sisteminde bir P noktasının koordinatlarının eksenler üzerindeki temsili yapılmıştır. Şekil 8 incelendiğinde koordinat sisteminde P noktasının eksenler üzerindeki koordinatlarını bulabilmek için iki farklı düzlem kullanılmıştır. Z eksenini üzerindeki koordinatı bulabilmek için P noktasından geçen düşey düzlem kullanılmıştır. P noktasından geçen düşey düzlemde P noktasından Z eksenine dik inilmiştir. X ve Y eksenini üzerindeki koordinatları bulabilmek için P noktasından, X – Y eksenlerinin oluşturduğu yatay düzleme dik inilmiş ve yatay düzlemi kestiği nokta olan (Şekil 8’de P' noktası) P' noktasından X ve Y eksenlerine dik inilerek P noktasının yatay koordinatları elde edilmiştir. 3 Boyutlu Kartezyen Koordinat Sistemi, haritacılıkta noktaların harita düzlemine aktarılması için, ölçüm yapılan yeryüzündeki referans noktası koordinat sisteminin başlangıcı olacak şekilde ve dünyanın ağırlık merkezini koordinat sisteminin merkezi olacak şekilde tüm dünyada temel bir koordinat sistemi olacak şekilde ayrı ayrı kullanılmaktadır.



Büyük ölçekli harita ve harita bilgileri üretim yönetmeliği (BÖHHBÜY) Madde 10, Türkiye’de kullanılan referans çerçevesinin Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi olarak tanımlanmış ve parametrelerini belirlemiştir.

Kutupsal Koordinat Sistemi



Şekil 10

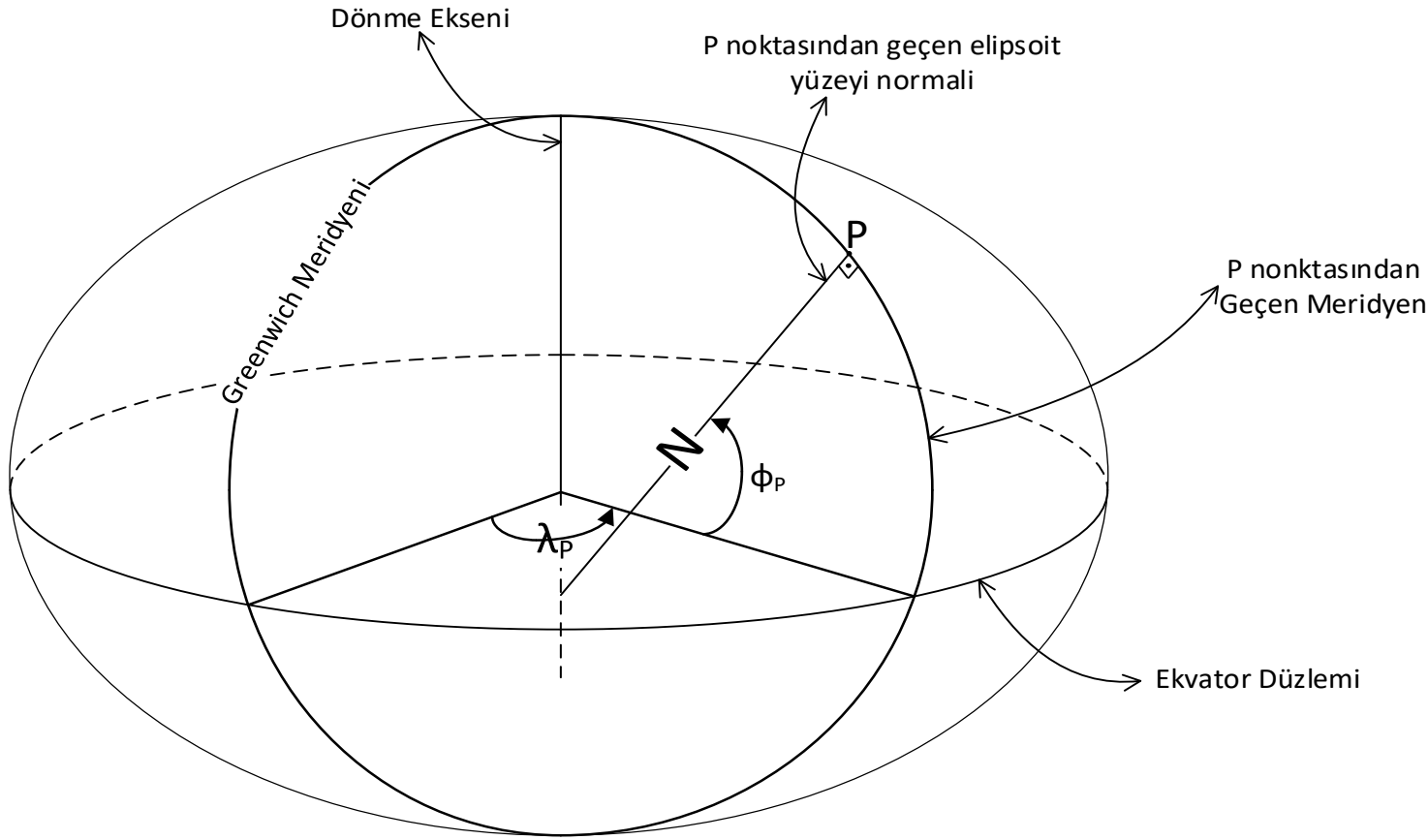
Şekil 10 kutupsal koordinat sistemine göre P noktasının koordinat parametrelerini göstermektedir. P noktasının kutupsal koordinat sistemine göre yatay düzlemdeki koordinatları α_p yatay açısı (semt açısı) ve S_Y yatay mesafesidir. P noktasının kutupsal koordinat sistemine göre düşey düzlemdeki koordinat parametreleri Q_P düşey açısı ve S_E eğik mesafesidir. Kutupsal koordinat sistemi noktaların zeminde tespit edilmeleri (aplikasyon işlemi - yer tespiti) için kullanılan sistemdir. Bu İşleme haritacılıkta nokta aplikasyonu denilmektedir.

3 Boyutlu Kartezyen koordinat sistemi ile Kutupsal koordinat sistemi arasında ki bağlantı:

$$\begin{aligned} S_Y &= S_E * \sin Q_P \\ X_{P'} &= S_Y * \cos(\alpha_P) \\ Y_{P'} &= S_Y * \sin(\alpha_P) \\ Z_P &= S_E * \cos(Q_P) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_Y &= \sqrt{(X_{P'}^2 + Y_{P'}^2)} \\ Q_P &= \tan^{-1}(S_Y/Z_P) \\ \alpha_P &= \tan^{-1}(Y_{P'}/X_{P'}) \end{aligned}$$

Coğrafi Koordinat Sistemi



Şekil 11

Şekil 11 Coğrafi koordinat sisteminin döl elipsoit yüzeyi üzerindeki tasviridir. Dünya yerine referans yüzey olarak en uygun düzgün geometrik yüzey döl elipsoittir. Sonraki konularda ki anlatımlarda paralellik sağlaması için Coğrafi Koordinat sistemini ifade etmek amacıyla tasvirde döl elipsoit seçilmiştir. Coğrafi koordinat sisteminde koordinat parametreleri enlem (ϕ) ve boylam (λ) değerlerinin derece açı birimindedir. Alman literatüründe enlem “Breite” (enlem) ve “Länge” (Boylam) kelimelerinin baş harfleri kullanılarak B ve L harfleriyle de ifade edilir (TORGE, 1991). P noktasının Enlem koordinatı (ϕ_P), P noktasından geçen meridyen yüzeyi üzerinde ki, P noktasının elipsoit normalinin ekvator düzlemi arasındaki açı değeridir.

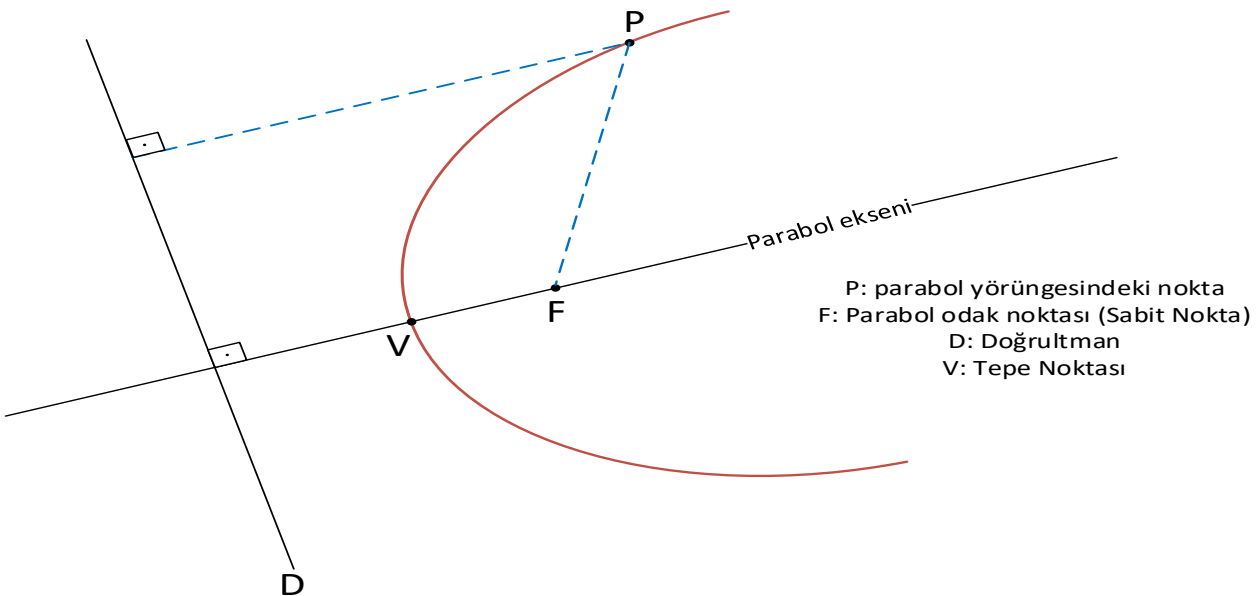
P noktasının Boylam Koordinatı (λ_P), boylam koordinatının başlangıç meridyen düzlemi olarak kabul edilen Greenwich Meridyen düzlemi ile P noktasından geçen meridyen düzleminin arasında kalan ekvator düzlemindeki açı değeridir. Enlem koordinatları ekvator düzleminde 0° (sıfır derece) değeri olacak şekilde bu düzlemden itibaren kuzeye doğru pozitif (+) olarak artarken, güneye doğru negatif (–) değer fakat mutlak artış gösterir. Enlem değerleri, 0° ile $+90^\circ$ aralığında kuzey enlem; 0° ile -90° aralığında güney enlem değerleri arasındadır. Boylam koordinatları Greenwich başlangıç meridyeni 0° (sıfır derece) değeri olacak şekilde bu düzlemden doğuya doğru pozitif (+) olarak artarken, batıya doğru negatif (–) değer fakat mutlak artış gösterir. Boylam değerleri 0° ile $+180^\circ$ aralığında doğu boylam; 0° ile -180° aralığında batı boylam değerleri arasındadır.

Şekil 11 dünya yerine referans yüzeyi olarak kullanılan döne elipsoidin temsili şeklini vermiştir. Şekil de dikkat edilmesi gereken P noktasının döne elipsoid üzerinde olmasıdır. P noktasının düzlem harita üzerine aktarılması için bir projeksiyon kullanılması gerekecektir. Projeksiyon işlem aşamalarında matematiksel ve geometrik işlem adımlarında elipse dair bazı detaylı bilgilerin bilinmesi gerekmektedir. Bir sonraki konuda elipse dair bilgiler aktarılacaktır.

Parabol, Elips, Elipsoit ve Elips Parametreleri

Harita yapımı amaçlı kullanılan projeksiyonlarda geoit yerine kullanılan referans yüzeyi elipsoit, düzgün geometrik şekillerden elipsin bir türevidir. Dünyanın çeşitli bölgelerinde kullanılan referans elipsoidi seçimi, tanımlanan yerel geoitten etkilenmiştir, fakat büyük ölçekli harita projeksiyonları geoit değil referans elipsoidine uyacak şekilde tasarlanmıştır (Snyder, 1987). Hesaplamalarda kullanılacak elipsoit için ilk önce düzgün geometrik şekil olan elipsin nasıl oluştuğunu elipse dair parametrelerin kullanım amaçlarının bilinmesi gereklidir.

Parabol



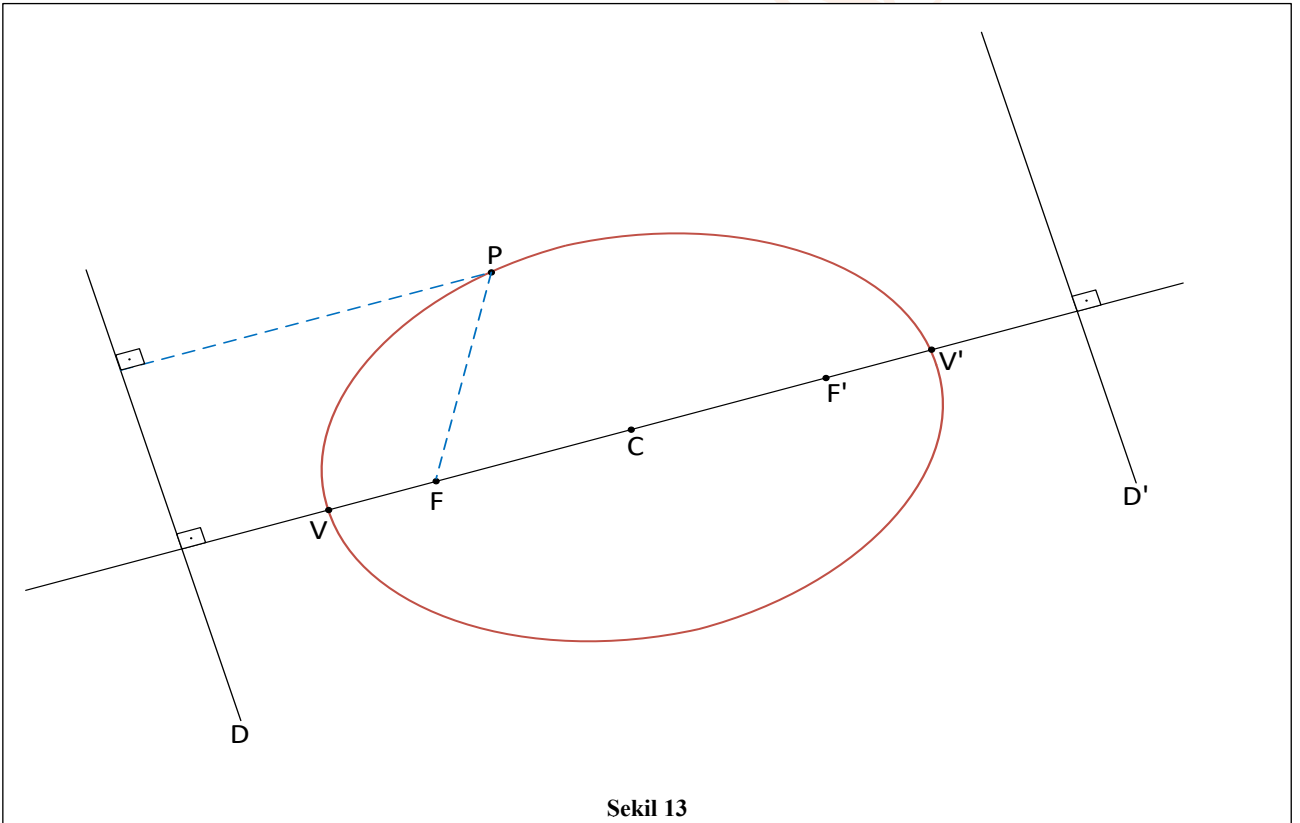
Şekil 12

Parabol, yörünge (kırmızı renkli çizgi) üzerinde ki noktanın (Şekil 12 P noktası) sabit bir noktaya (Şekil 12 F noktası) olan **uzaklığı** ile P noktasının sabit bir doğrultmana (Şekil 12 D doğrultmanı) olan dik inme değeri (Şekil 12 mavi kesik kesik olan çizgi) **uzaklığının oranı 1** (Bir) olduğu sürece hareket etmesiyle oluşan düzgün geometrik şekildir (Vossler, 1981). P noktasının, F noktasına olan uzaklığı ile D doğrultmanına olan dik inmesinin mesafesinin oran değeri her daim 1 olacak şekilde hareketiyle parabol şekli ortaya çıkacaktır. Oran *E* harfi ile gösterilir ve eksentrisite (dış merkezlik) olarak adlandırılır.

$$e = \frac{\overline{PF}}{\overline{PD}} = \text{Eksentrisite} = \text{Eccentricity}$$

F odak noktasından çıkan ve D doğrultmanını dik kesen doğruya parabol eksenidir. Bu doğrunun parabol yörüngesini kestiği noktaya (V = vertex) düğüm noktası veya tepe noktasıdır.

Elips



Sekil 13

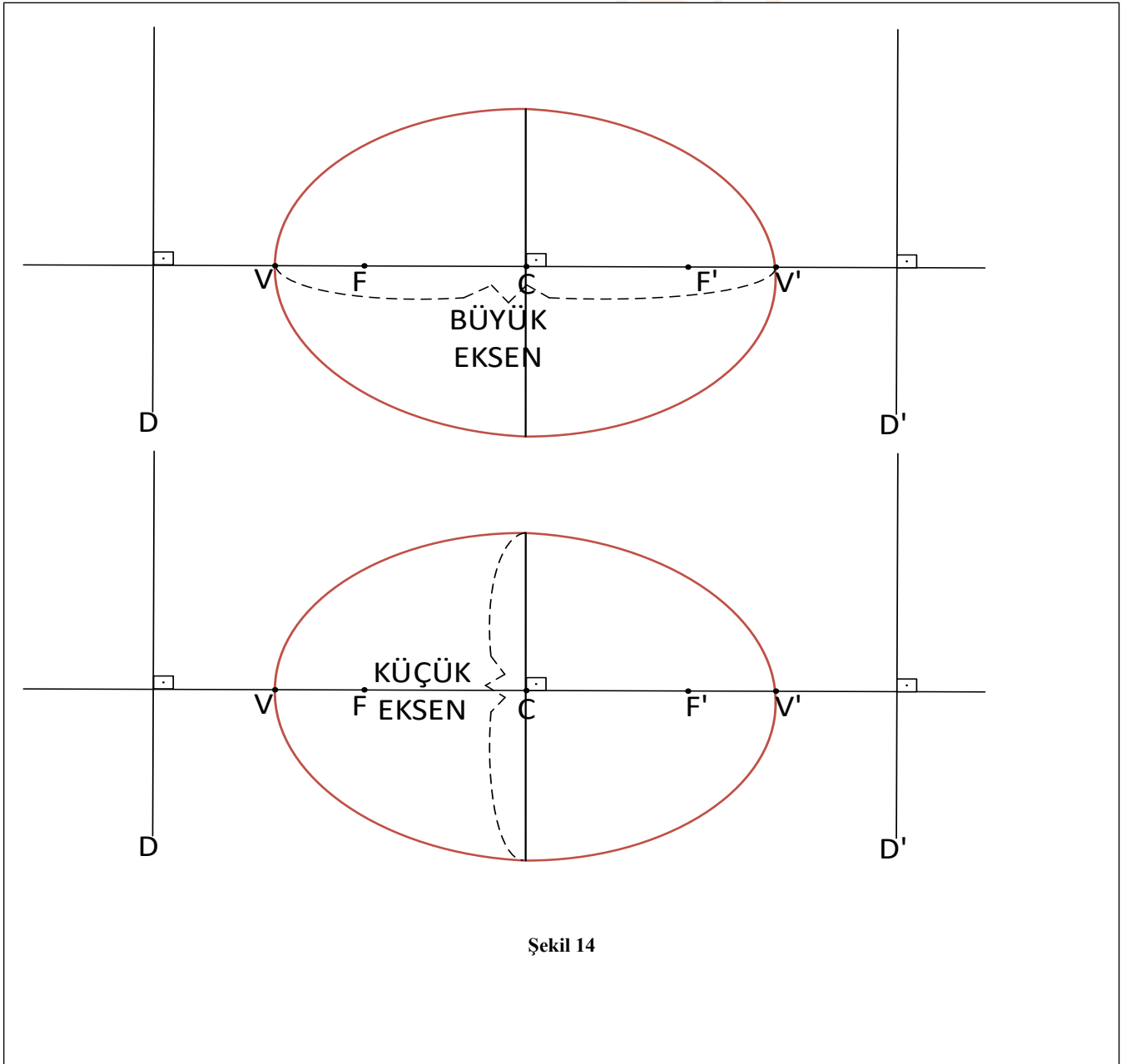
Elips, yörünge (Şekil 13 kırmızı renkli çizgi) üzerinde ki noktanın (Şekil 13 P noktası) sabit bir noktaya (Şekil 13 F noktası) olan **uzaklığı** ile P noktasının sabit bir doğrultmana (Şekil 13 D doğrultmanı) olan dik inme (Şekil 13 mavi kesik kesik olan çizgi) **değerinin oranı** (bir değerinden küçük sabit bir pozitif sayı) korunduğu sürece hareket etmesiyle oluşan düzgün geometrik şekildir (Vossler, 1981). Tanım incelendiğinde parabol ile benzerlik gösterdiği görülecektir. Parabolden farklı olarak oran

değeri yani $e = \text{eksenrisite}$ değeri 1'den küçük ve pozitif bir **sabit** sayıdır ($e < 1$). *Eksenrisite, elipsoidin ne kadar yuvarlaklaştığının bir ölçüsüdür. Bir çemberin eksentrisite değeri sıfırdır.*

$$0 < e = \frac{\overline{PF}}{\overline{PD}} < 1$$

P noktası, E eksentrisite oranına sabit kalacak şekilde hareket ettiğinde oluşan elips yörüngesi, F odak noktasından D doğrultmasına olan dik doğrultuyu V noktasından keser, eş zamanlı olarak Şekil 13'de görüldüğü gibi $\overrightarrow{FD}$ vektör doğrultusunu V' tepe (düğüm) noktasında da keser. Oluşan VV' elips kirişi, **elips büyük eksen** olarak adlandırılır. Ana eksen boyunca F odak noktasının simetrisi F' odak noktası ve D' doğrultmanı oluşur. Oluşan bu simetrik F' odak noktası ve D' doğrultmanı sayesinde elips ortaya çıkacaktır. $\overrightarrow{FF'}$ ve VV' elips kirişi orta noktası C noktasıdır. C noktası elipsin merkezidir.

Odak noktaları olan F ve F' odak noktalarından geçen aynı zamanda V ve V' düğüm noktalarından geçen elipsin büyük eksenine dik olacak şekilde C noktasından geçen kirişte küçük eksen olarak adlandırılır (Şekil 14).



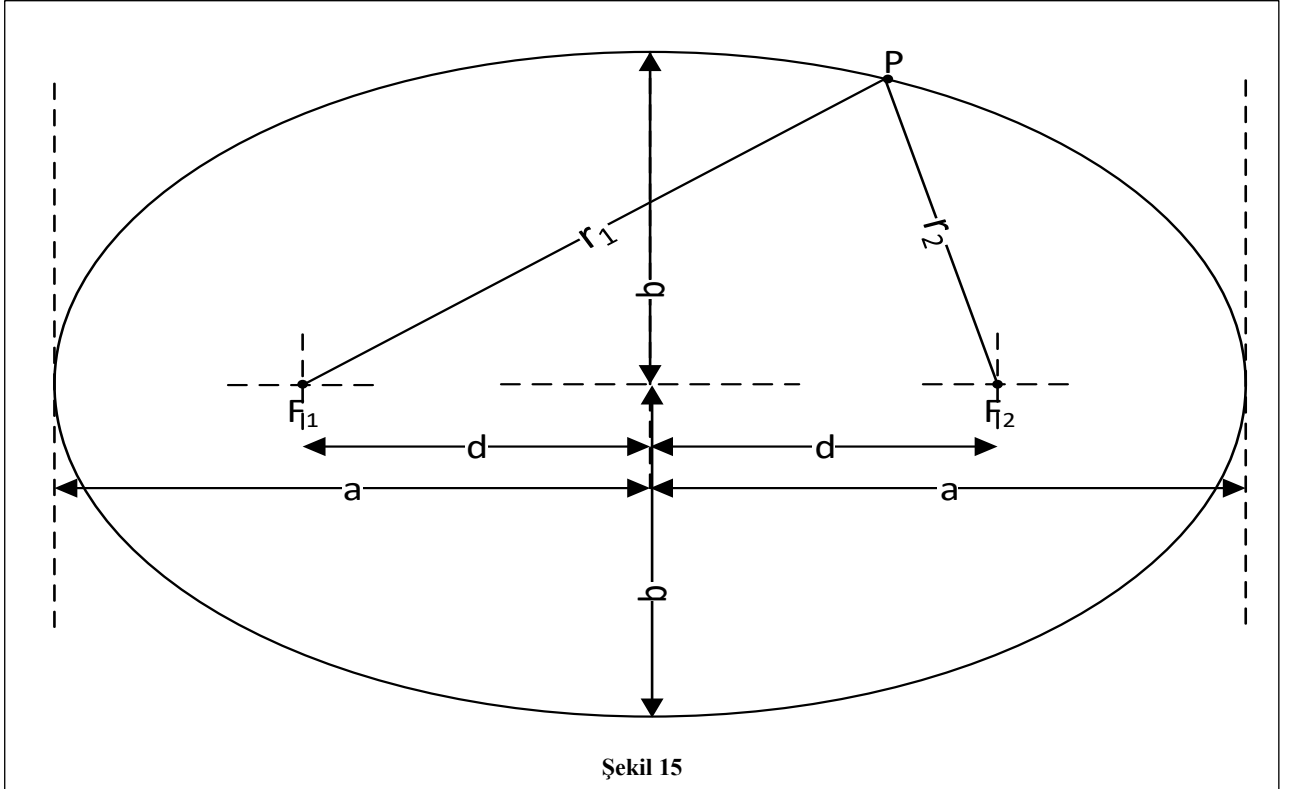
Şekil 14

Elips Denklemi ve Eşitlikleri

Şekil 15 bir elips düzgün geometrik şekline ait temel uzunlukları göstermektedir. P elips şekli (yörüngesi) üzerindeki bir noktayı göstermektedir. F_1 ve F_2 olarak ifade edilen odak noktalarının büyük eksen üzerinde elips merkezine uzaklığı d (liner/doğrusal eksentrisite) olarak ifade edilmiştir. Büyük eksen elips merkezi dikkate alınarak ikiye bölündüğünde yarı eksenin mesafe değeri a ile ifade edilmiştir. Küçük eksen elips merkezi dikkate alınarak ikiye bölündüğünde yarı eksenin mesafe değeri b ile ifade edilmiştir. Elips yörüngesi üzerindeki herhangi bir P noktasından elipsin odak noktalarına olan uzaklıkların toplamı:

$$\overline{PF_1} = r_1 \quad r_1 + r_2 = 2 * a$$

$$\overline{PF_2} = r_2$$



Şekil 16 incelendiğinde elipse ait a , b ve d parametreleri arasında ki bağıntıya bakıldığında:

$$a^2 = b^2 + d^2$$

$$d^2 = a^2 - b^2$$

$$d = \sqrt{(a^2 - b^2)}$$

$$e = \text{birinci eksentrisite} = \frac{d}{a} = \frac{\sqrt{(a^2 - b^2)}}{a} = \sin(\omega)$$

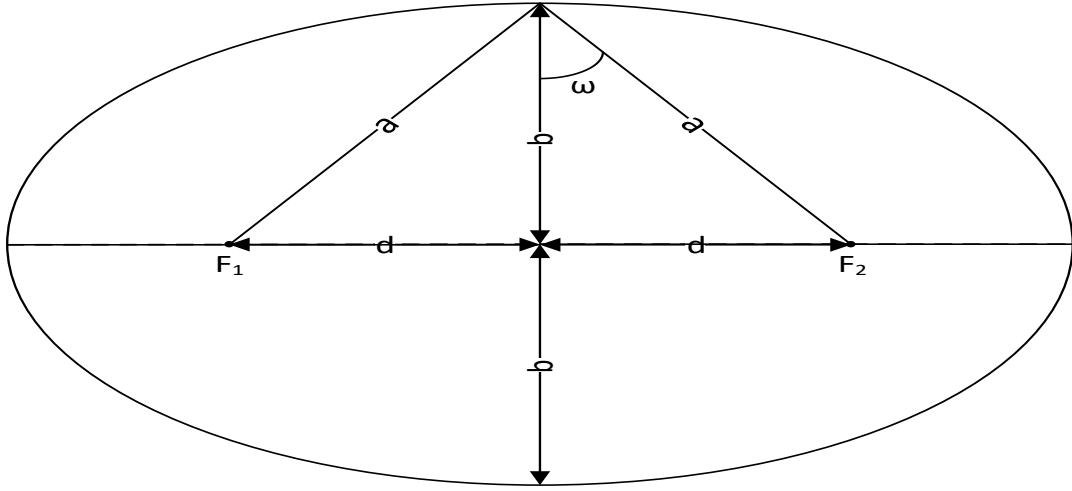
$$e' = \text{ikinci eksentrisite} = \frac{d}{b} = \frac{\sqrt{(a^2 - b^2)}}{b} = \tan(\omega)$$

$$f = \text{elipsoid basıklık değeri} = \frac{a - b}{a}$$



e = eksentrisite elipsin ne kadar yuvarlaklaştığını gösteren orandır, f değeri ise elipsin basıklık oranıdır. e ve f arasındaki ilişki aşağıdaki formüllerde verilmiştir.

$$e^2 = 2f - f^2 \quad \text{veya} \quad f = 1 - \sqrt{(1 - e^2)}$$



Şekil 16

Elips denklemi çıkarmak için elips iki boyutlu Kartezyen düzlem üzerinde ifade edilmelidir (Şekil 17). Şekil 17’de, elips analitik geometride ifade edilen X – Y yatay düzlemi üzerinde tasvir edilmiştir. Elips merkezi Kartezyen sistemin merkezi ile çakışık vaziyettedir. Elips yörüngesi üzerindeki P noktası ile F₁ ve F₂ odak noktaları arasındaki mesafelerin toplamı bilindiğine göre, koordinat değerlerinden yola çıkarak elips denklemi elde edilir.

$$r_1 + r_2 = 2 * a$$

$$\sqrt{((d + X_P)^2 + Y_P^2)} + \sqrt{((d - X_P)^2 + Y_P^2)} = 2 * a$$

$$\sqrt{((d + X_P)^2 + Y_P^2)} = 2 * a - \sqrt{((d - X_P)^2 + Y_P^2)}$$

$$\left(\sqrt{((d + X_p)^2 + Y_p^2)}\right)^2 = \left(2 * a - \sqrt{((d - X_p)^2 + Y_p^2)}\right)^2$$

$$4 * d * X_p - 4 * a^2 = -4 * a * \sqrt{((d - X_p)^2 + Y_p^2)}$$

$$(d * X_p - a^2)^2 = \left((-1) * a * \sqrt{((d - X_p)^2 + Y_p^2)}\right)^2$$

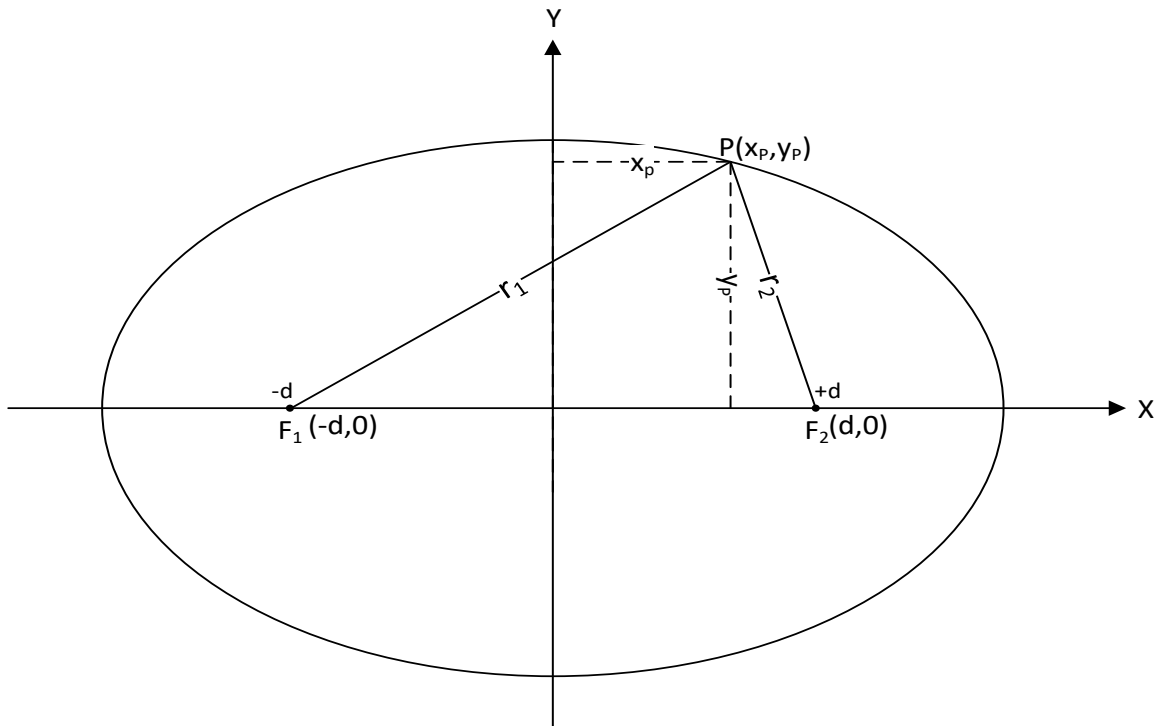
$$a^4 - a^2 * d^2 = a^2 * X_p^2 - d^2 * X_p^2 + a^2 * Y_p^2$$

$$a^2 * (a^2 - d^2) = X_p^2 * (a^2 - d^2) + a^2 * Y_p^2$$

$$a^2 * b^2 = X_p^2 * b^2 + a^2 * Y_p^2$$

$$\frac{a^2 * b^2}{a^2 * b^2} = \frac{X_p^2 * b^2 + a^2 * Y_p^2}{a^2 * b^2}$$

$$\frac{X_p^2}{a^2} + \frac{Y_p^2}{b^2} = 1$$



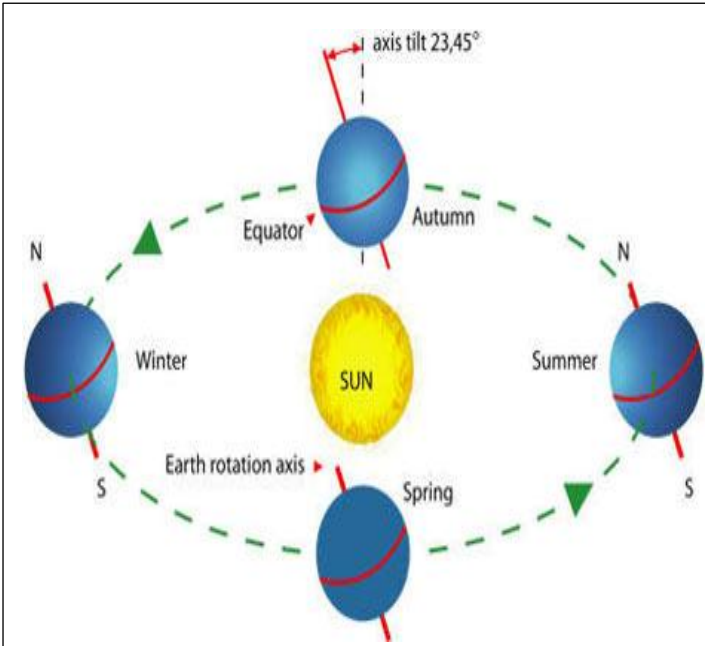
Şekil 17

Jeodezi’de Kullanılan Koordinat Sistemleri

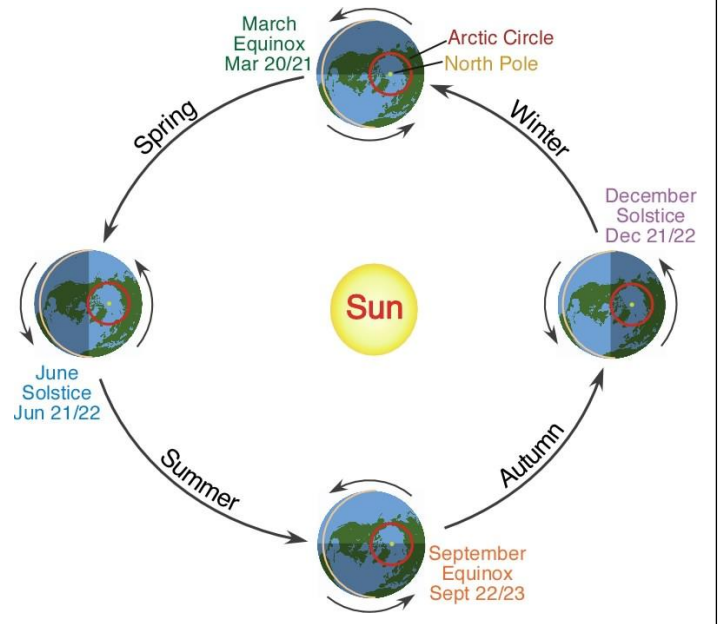
Bir koordinat sistemini tanımlamak için (Krakiwsky & Wells, 1971)

- Başlangıç noktasının konumu,
- Referans çatısının üç eksenin dönüklükleri ve artış yönleri,
- Bir noktanın konumunu tanımlayan parametreler gereklidir.

Dünyanın uzayda iki farklı periyodik hareketi vardır. Bunlardan biri kendi eksenini etrafında dönmesi, bir diğeri de güneş etrafında devir yaparak dönmesidir (Şekil 19 ve Şekil 18) (Krakiwsky & Wells, 1971).



Şekil 19



Şekil 18

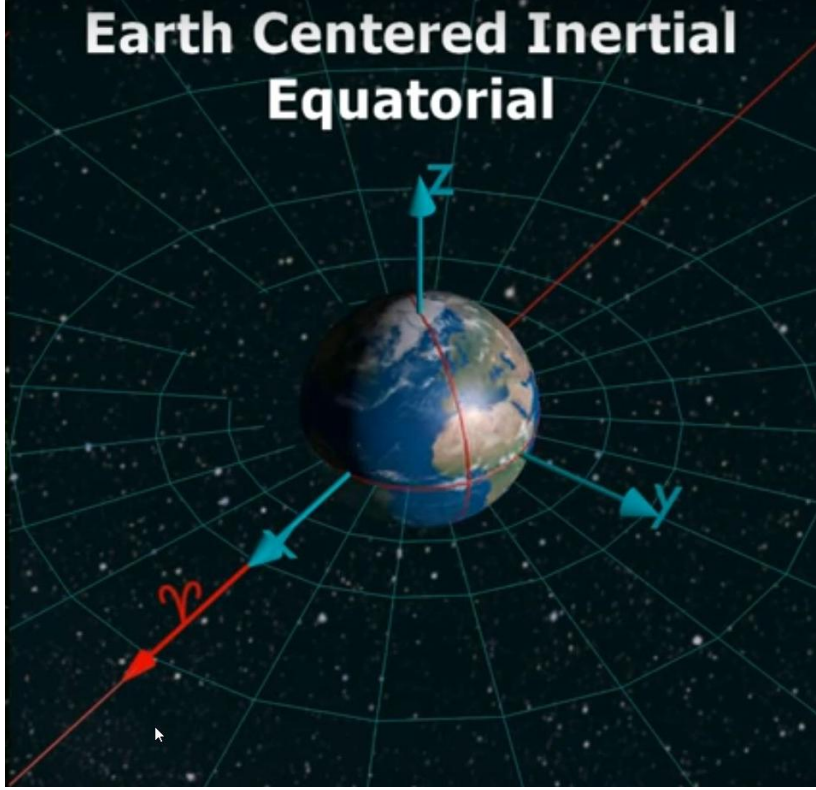
Bu uzaydaki iki periyodik hareket dışında Ay gibi dünyanın doğal uydusu veya birçok yapay uyduların dünya etrafında ve kendi yörüngeleri üzerinde yaptıkları yörüngesel hareket vardır. Dünyanın ve/veya uyduların (ay gibi doğal uydular veya yapay uydular) yaptıkları periyodik hareketler koordinat sistemlerinin tanımlanmasının ve zaman sisteminin (gün, ay, yıl, gün beri, gün öte, mevsimler gibi zaman sistemleri) tanımlanmasının temellerini oluşturur (Krakiwsky & Wells, 1971).

Krakiwsky ve Wells'e göre, temelde üç koordinat sistemi oluşur ve kullanılır. Bahsi geçen koordinat sistemleri (Krakiwsky & Wells, 1971):

- Yeryüzündeki coğrafik objelerin koordinatlarının elde edilmesi için kullanılan Yersel (Terrestrial) Koordinat sistemi,
- Uzaydaki yıldız gibi objelerin ve uydu yörüngelerinin koordinatlarının elde edilmesi için kullanılan Göksel (Celestial) koordinat sistemi,

- Yerküre etrafındaki uydu yörüngelerinin koordinatlarının belirlenmesi için kullanılan Yörünge (orbital) koordinat sistemidir.

Göksel Koordinat Sistemleri



Şekil 21 (Space Universities Network, 2019)

Doğanalp'e göre göksel koordinat sistemleri, uydu yörüngelerinin ve dolayısıyla yapay veya doğal uyduların uzaydaki konumlarının belirlenmesi için kullanılır (DOĞANALP, 2013). *Hareketsiz (yani atalette kalan) (inertial) koordinat sistemleridir. Atalette olmasından kast edilen, uyduların ve/veya gök cisimlerinin hareketlerinden etkilenmemesidir.* Bu sayede **uydu yörüngeleri** (uyduların hareketlerinde izledikleri yörünge) sabit bir koordinat sistemine göre belirlenir.

Jeosantrik Ataletle kalan (inertial) Koordinat Sistemi (Earth – Centered Inertial Coordinate System – ECI / Yer Merkez Hareketsiz Sistem)

Ana konu başlığında bir koordinat sisteminin tanımı için üç temel kavram belirtilmişti. Bu kavramlara göre Jeosantrik Yersel koordinat sistemi tanımlanırsa:

- Koordinat sistemi başlangıç noktası yaklaşık yerkürenin ağırlık merkezidir,
- Koordinat sistemi X – Y – Z eksenlerinden oluşur. Z eksen her zaman referans çatısının başlangıç noktasından başlayarak yeryuvarının dönme eksenini boyunca kuzey kutup noktasını (manyetik kutup noktası değil) işaret edecek şekildedir. X ve Y eksenleri ekvatorial düzlemindedir ve dünyayla beraber dönmezler (Groves, 2013),
- X eksen ekliptik ile ekvatorun arakesit doğrultusunda ilkbahar noktası yönündedir (DOĞANALP, 2013),
- Y eksen, ekvatorial düzlem üzerinde X eksenine dik olacak şekilde sağ el koordinat sistemine göre oluşmuştur.

ECI sisteminde, koordinat elde edilmesi için, referans çatısının ataletle kalması gerekir. Ataletle kaldığı sürece uydu yörüngeleri koordinatları hesaplanabilecektir. Yörünge Koordinatları hesaplanması, uyduların yörünge üzerinde gezinti yapacakları yol belirlenmiş olur. Yörünge belirlenmesi, yörünge üzerindeki sinyal gönderecekleri an konumları bilinmesi için önemlidir. Fakat yeryuvarının kendi dönme hareketine dayalı, gök cisimlerinin yörünge hareketine dayalı ve uydulardan çıkan sinyallerin yeryuvarına gelene kadar ki sürece dayalı oluşan fiziksel ve zamansal farklılıklar ECI sisteminin ataletle kalmasını (hareketsiz kalmasını) önler. Aşağıda fiziksel ve zamansal farklılıkların hangileri olduğu listelenmiştir (ÜSTÜN, 2012):

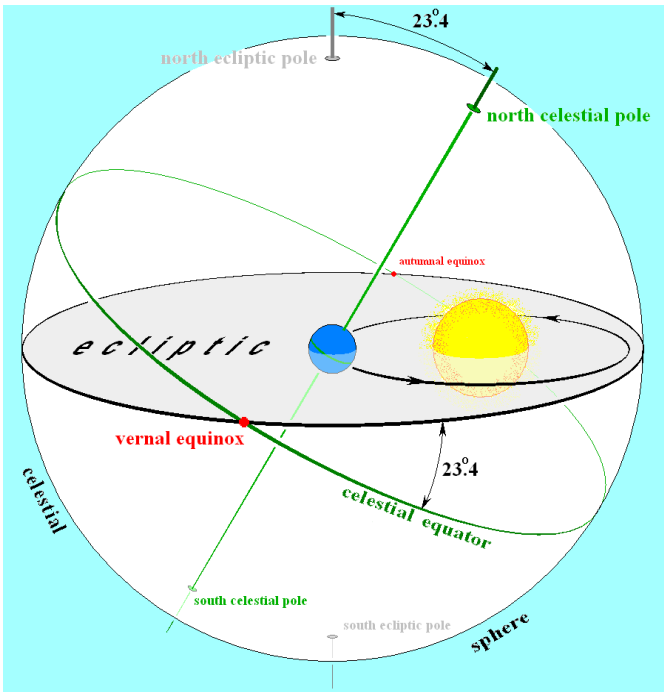
- Yerin kendi eksenini etrafındaki dönme hareketine dayalı olarak, yeryüzünde gerçekleştirilen gözlemlerin zaman kaydı için:
 - UT (UT1) dünya zamanı,
 - UTC dünya zamanı (UT1 ile uyumlu atomik),
 - GST yıldız zamanı kullanılır.
- Gök Cisimlerinin yörünge hareketine dayalı, uydu hareketlerinin izlenmesi için:
 - TT yersel zaman: Güneş sisteminin efemeris zaman standardı,
 - TCG (yermerkezli) ve TCB (barisentrik) koordinat zamanı,
 - TDB Barisentrik dinamik zaman kullanılır.
- Fiziksel (nükleer) süreçlere dayalı, uydudan çıkan sinyalin yol alma sürelerinin ölçümü ve gözlem denklemlerinin oluşturulması için:
 - TAI uluslararası atomik zaman,
 - GPS zamanı (GPS konum ölçmelerinin zaman sistemi) kullanılır.

Tablo 1 bu farklı zamanların, eş bir zamandaki farklılıklarını gösteren bir örnektir (ÜSTÜN, 2012).

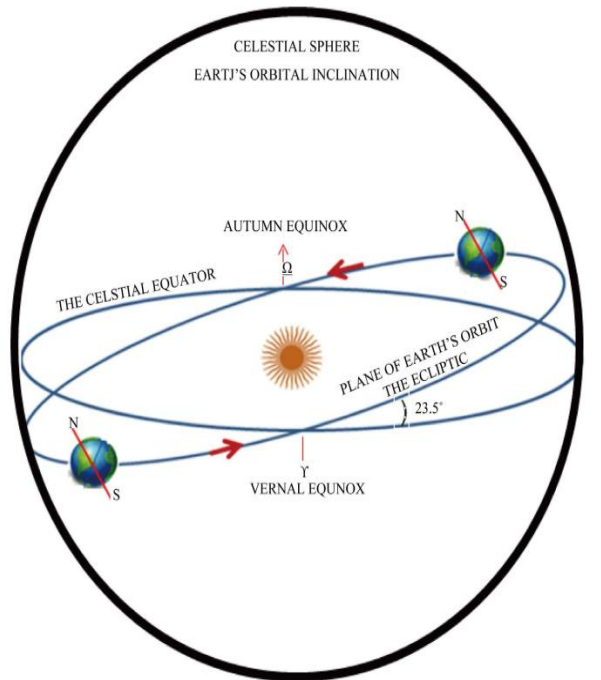
Tablo 1 (ÜSTÜN, 2012)

Sistem	Tarih	Zaman
UTC	15.01.2006	21:24:37.500000
TAI	15.01.2006	21:25:10.500000
GPS	15.01.2006	21:24:51.500000
UT1	15.01.2006	21:24:37.834100
TT	15.01.2006	21:25:42.684000
TCG	15.01.2006	21:25:43.322690
TDB	15.01.2006	21:25:42.683799
TCB	15.01.2006	21:25:56.893378

Bu sorunun çözümü yani ECI sisteminin referans çatısının eksenlerinin ataletle kalabilmesi (hareketsiz kalması) için belirli bir epoğa (zamana) göre tanımlanması gereklidir (eksenlerin belirlenen bir zamana göre sabit kalınması). Bu sayede eksenler ataletle kalacak ve devamlı hareket eden uyduların uydu yörünge koordinatları bu sabit değişmeyen referans çatısına göre anlık olarak belirlenmiş olacaktır.



Şekil 23 (Ekliptika, 2019)



Şekil 22 (Mothe, 2014)

Bu epok değeri 01/01/2000 tarih 12:00 UTC (güneşe göre hesaplanmayan) zamanıdır. UTC atomik olarak hesaplanan Coordinated Universal Time kelimelerinin baş harflerinin kısaltmasıdır. Türkçe 'de karşılık bulunduğu tabir ise *Eş Güdümlü Evrensel Zaman* tabiridir. Bazı kaynaklarda Türkçe karşılık olarak *Koordinatlandırılmış Dünya Zamanı* çevrilmiştir (ÜSTÜN, 2012). Teknik tanımlama olarak “01/01/2000 tarih 12:00 zamanındaki J2000.00 olarak adlandırılan epok” (J2000.00 epogu) olarak da tanımlanmıştır (DOĞANALP, 2013).

Yersel (Terrestrial) Koordinat Sistemleri



Şekil 24

Yersel (Terrestrial) koordinat sistemi, koordinat sisteminin başlangıç noktasına göre ikiye ayrılır.

1) Jeosantrik (Geocentric) yersel koordinat sistemi: Koordinat sisteminin başlangıcı yaklaşık dünyanın ağırlık merkezidir.

2) Toposentrik (Topocentric) yersel koordinat sistemi: Koordinat sisteminin başlangıcı yeryüzündeki bir noktadır (Ölçüm noktası).

Toposentrik Sistem:

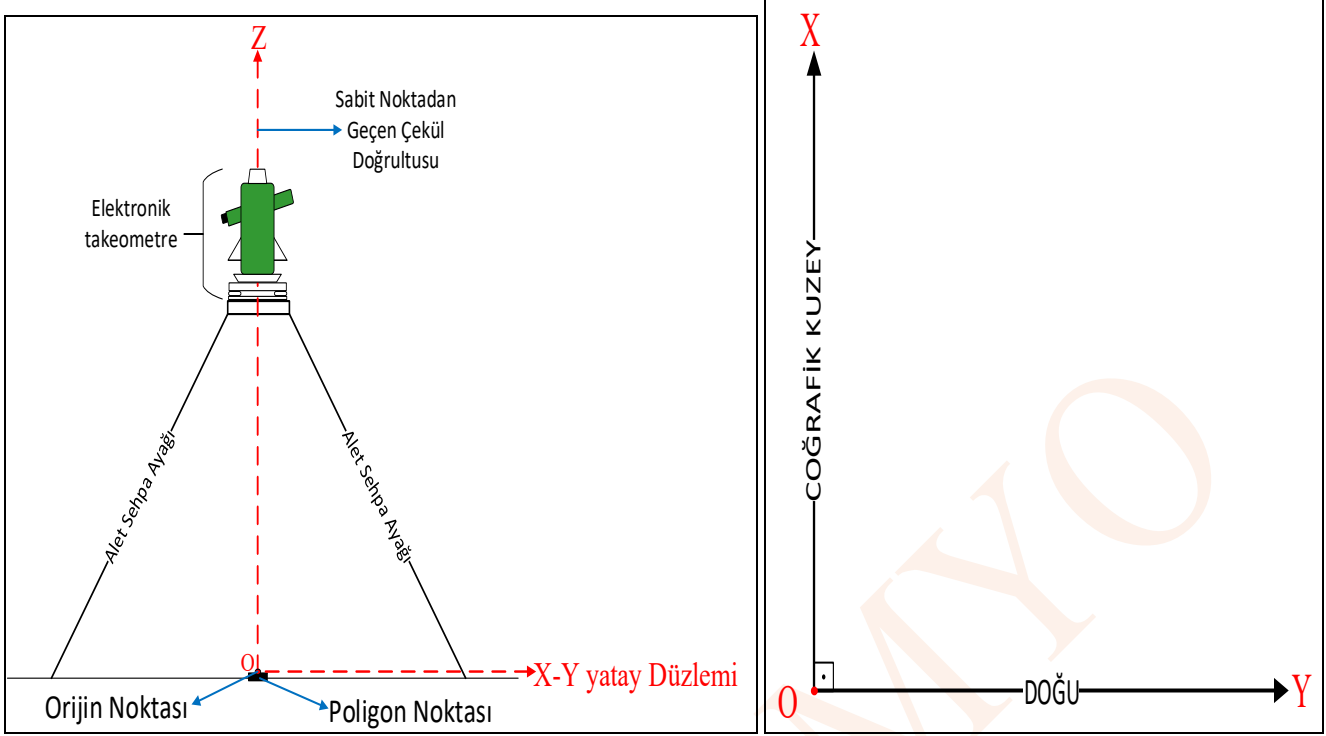
Toposentrik sistem, orijin noktasının yeryuvarı üzerinde olduğu referans sistemidir. Toposentrik sistem, harita yapımı için gerekli yersel ölçümlerde kullanılmaktadır. Elektronik takeometre kullanılarak, coğrafik objelerin detay noktalarının koordinatlarının hesaplanması için, ölçüm yapılması

gerektiğinde iki adet sabit noktaya (koordinatı bilinen nokta - poligon noktası,...) ihtiyaç vardır. Noktalardan bir tanesi elektronik takeometrenin kurulu olduğu noktadır, diğer nokta ise başlangıç doğrultusunun oluşturulması için gerekli noktadır. Elektronik takeometrenin kurulu olduğu sabit noktada toposentrik referans çerçevesi oluşur. Bu referans çerçevesinin oluşması için gereken kriterler:

- Orijin noktası elektronik takeometrenin kurulu olduğu sabit noktadır,
- Z eksen elektronik takeometrenin kurulu olduğu sabit noktadan geçen düşey doğrultusudur (çekül doğrultusu) ve Z ekseninin pozitif artışı sabit noktadan çekül doğrultusu boyunca yukarı doğrudur. Elektronik takeometre Z eksen etrafında döner,
- X eksen, elektronik takeometrenin kurulu olduğu sabit noktada oluşan coğrafik kuzey doğrultusuyla çakışıktır ve X koordinatının pozitif artışı kuzey yönündedir,
- Y eksen, elektronik takeometrenin kurulu olduğu sabit noktada oluşan X eksenine dik açıyla oluşacak şekilde, doğu yönüyle çakışıktır ve Y koordinatının pozitif artışı doğu yönündedir,
- X – Y – Z eksenleri metre uzunluk birimiyle ifade edilirler.

Yukarıdaki toposentrik sistemde referans çerçevesi üzerinde eksenler için tanımlamalar yapılmıştır. Bu sayede Elektronik takeometrenin üzerine kurulu olduğu her sabit noktada yeniden toposentrik koordinat sistemi oluşur.

Şekil 25 sol ve sağ resimlerde 3 boyutlu toposentrik koordinat sistemi (toposentrik referans çerçevesi) temsili vardır. Sol resimde, elektronik takeometrenin üzerine kurulu olduğu poligon noktasında toposentrik referans çerçevesinin orijin noktası oluşmuştur. Poligon noktasından geçen çekül doğrultusu toposentrik referans çerçevesinin Z eksenini geçmektedir. X-Y yatay düzlemi poligon noktasından geçmektedir (Şekil 25 **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.** sol resim). Şekil 25 sağ resim orijin noktasına (takeometrenin üstünden) kuş bakışı görünüşüdür. Şekil 25 sağ resim, poligon noktasında oluşan toposentrik referans çerçevesinin yatay düzlemi gözükmemektedir. *X eksenin coğrafik kuzey ile çakışık olduğu* ve artış yönü gözükmemektedir. Şekil 25 sağ resimde Y ekseninin X eksenine dik bir şekilde doğu yönünde olduğu ve artış yönünün doğu yönü olduğu gözükmemektedir. Bu tanımlamalar yapılarak toposentrik referans çerçevesini oluşturur.



Şekil 25

Jeosantrik Yersel Koordinat Sistemi (Geocentric Terrestrial Coordinate System) / Yer Sabit Yer Merkez Koordinat Sistemi (Earth Centered Earth Fixed Coordinate System)

Ana konu başlığında bir koordinat sisteminin tanımı için üç temel kavram vardı. Bu kavramlara göre Jeosantrik Yersel koordinat sistemi tanımlanırsa:

- Jeosantrik Yersel koordinat sisteminin başlangıç noktası yaklaşık yerkürenin merkezidir,
- Koordinat sistemi $X - Y - Z$ eksenlerinden oluşur. Z eksenini yerin dönme eksenini ile çakıştıktır. X eksenini ekvator düzlemi üzerindedir. Ayrıca Greenwich meridyeninin ekvatoru kestiği noktadan X eksenini geçer (Şekil 27 X eksenini Kırmızı çizilmiş Greenwich meridyeni ile ekvator düzleminde kesişir). Y eksenini, ekvator düzleminde X eksenine dik olacak şekilde 90° boylamda ve sağ el kuralına göre oluşur,
- Yersel koordinatlar bu koordinat sisteminde $X - Y - Z$ koordinatları ile ifade edilir.

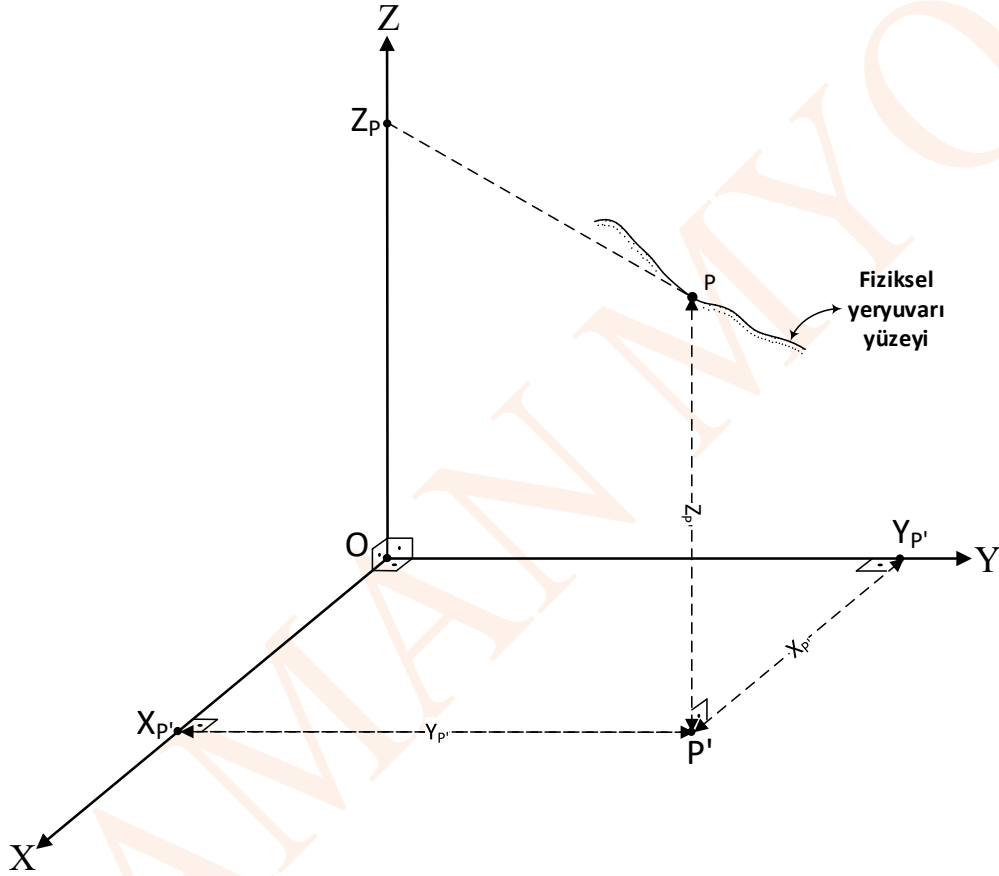
Jeosantrik (geocentric) kelimesi, koordinat sisteminin başlangıç noktası olan noktanın (orijin noktasının) yerin ağırlık merkezi ile çakışık olduğunu belirtmek için kullanılır. Şekil 27 jeosantrik yersel koordinat sistemini tasvir etmektedir. Jeosantrik yersel koordinat sisteminde, X eksenini Greenwich meridyeni ile ekvator düzleminde kesişir. Bu sebepten ötürü dünya dönme eksenini etrafında döndükçe $X - Y - Z$ Kartezyen koordinat sistemi de dönmektedir (Şekil 24).



Jeosantrik yersel koordinat sisteminde, X eksenini Greenwich meridyenini kapsar. Bu sebepten ötürü dünya dönme eksenini etrafında döndükçe X – Y – Z Kartezyen koordinat sistemi de dönmektedir



Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA) koordinatları bu koordinat sisteminde sunulmaktadır (BAYKAL, 2009).



Şekil 26

Şekil 26 jeosantrik yersel koordinat sistemi tasviridir. Şekildeki O noktası yerin ağırlık merkezi ile çakışık olduğu farz edilen noktadır (Şekil 27 dünya yer ağırlık merkezi ile jeosantrik yersel koordinat sisteminin daha iyi bir tasviri görülmektedir.). P noktası fiziksel yeryüzü üzerindeki herhangi bir noktayı temsil etmektedir. Jeosantrik yersel koordinat sistemine göre P noktasının koordinatları $X_{p'} - Y_{p'} - Z_{p'}$ ile ifade edilir.



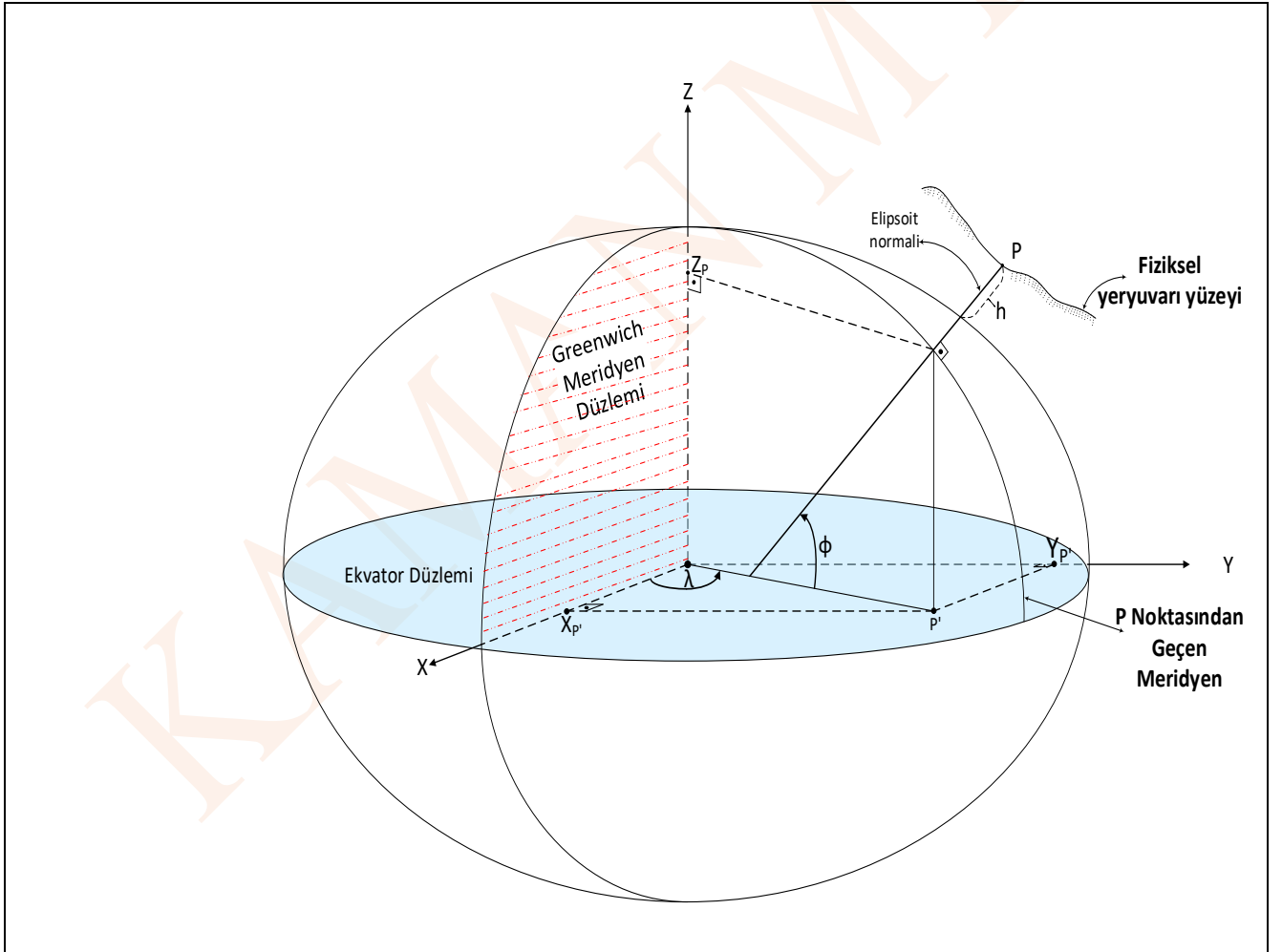
Jeosantrik Yersel Koordinat Sistemi bazı ulusal kaynaklarda, Yer Merkezli Dik Koordinat Sistemi olarak ifade edilebilir (BAYKAL, 2009).

Jeosantrik Yersel Koordinat Sisteminde (ECEF) Referans Yüzeyinin Kullanılma Nedeni

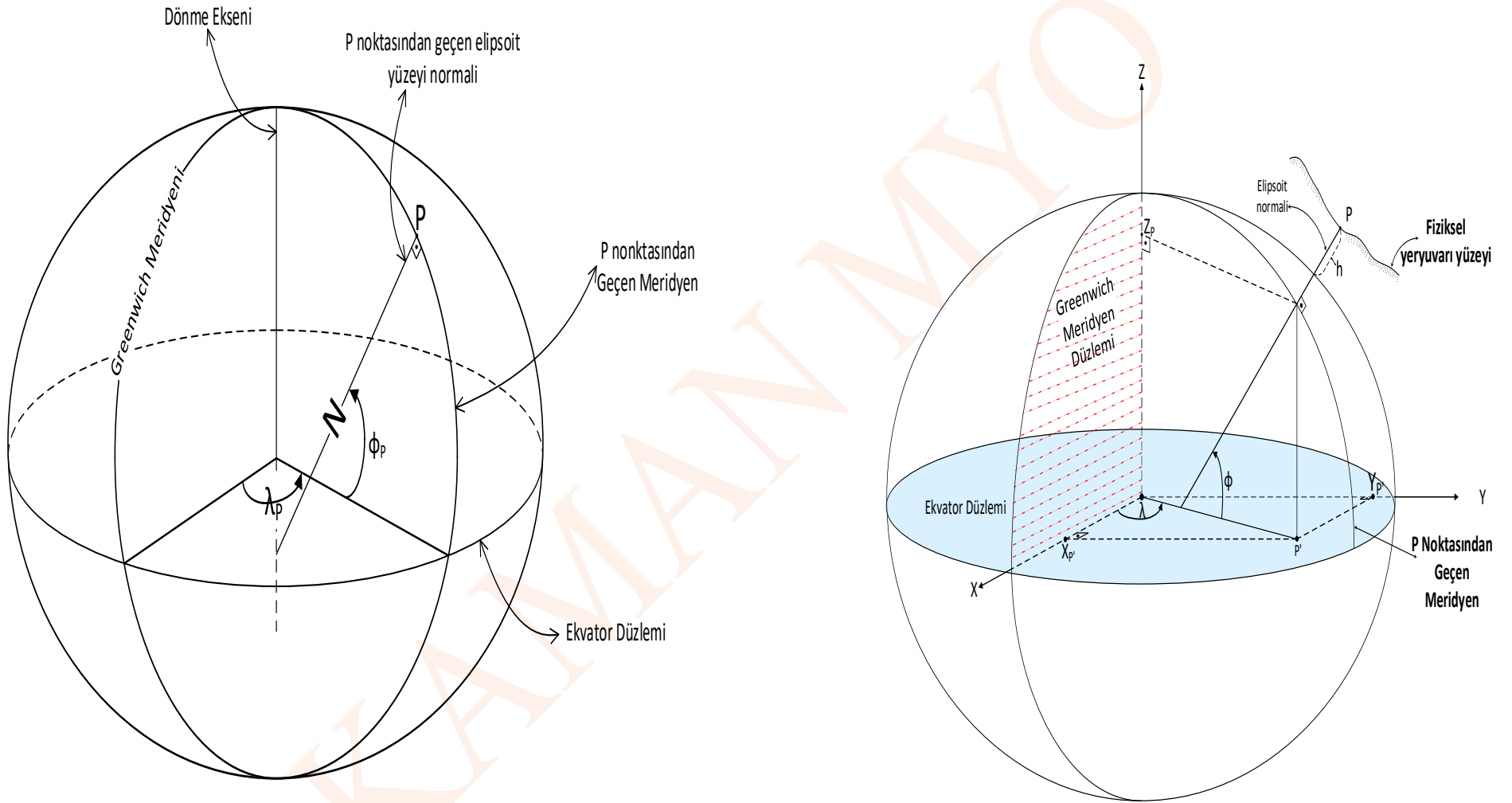
Fiziksel yeryüzü geometrisinin belirlenmesi (dünya şeklinin belirlenmesi) açısından bir hesap yüzeyine (dünya yerine kullanılacak projeksiyon işlemlerindeki hesaplama yüzeyi – dönел elipsoit) gerek olmadığı düşünölebilir, ancak (BAYKAL, 2009):

- Jeosantrik yersel koordinat sisteminde elde edilmiş koordinatlar, doğrudan doğruya harita düzlem koordinatlara dönöştürölemediğinden (dönöştürmek için bir ara yüzey – dönел elipsoit kullanılmaktadır) ve sonuç olarak düzlem haritaya aktarılamadığından,
- Çeköl doğrultusunu temel olarak çalışan elektronik takeometre (total station), nivo gibi donanımlarla üretilen ölçüm değeriğini ve üretilen dik koordinatları, jeosantrik yersel koordinat sistemin de kullanarak yeni büyüklükler hesaplamak mümkün olmadığından,

dünya yerine kullanılacak bir hesap yüzeyine (referans yüzeyine) ihtiyaç vardır.



Şekil 27



Şekil 28

Şekil 28 Jeosantrik Yersel Koordinat sistemine göre elde edilmiş koordinatların, harita yüzeyine aktarılmasında kullanılacak referans yüzey ile olan ilişkisini tasvir etmektedir. Referans yüzey olarak dönel elipsoit kullanılmıştır. Dönel elipsoit, elipsin küçük yarı ekseninin (b yarı eksen) Jeosantrik Yersel Koordinat sistemindeki Z eksen etrafında dönmesiyle oluşan düzgün geometrik şekildir. Elipsin büyük yarı eksen (a yarı eksen) ekvator düzleminin yarıçapı olacak şekilde belirlenmiştir. Elipsin basıklık değeri (f değeri) yerkürenin kutupları arasında basıklık değerine göre belirlenmiştir. Yerküre üzerinde yapılan ölçümler ile belirlenen a , f , e^2 ve e'^2 parametreleri ile yeryuvarı yerine referans yüzey belirlenmiş olur.

Şekil 28 incelendiğinde fiziksel yeryüzü üzerindeki P noktasından geçen ve ekvator düzlemini kesen elipsoit normalinin, ekvator düzlemi ile arasında kalan açı P noktasının **Jeodezik enlemi** (ϕ_p), P noktasından geçen meridyen ile başlangıç meridyeni olarak kabul edilen Greenwich meridyeni arasında kalan (ve ekvator düzlemi üzerinde oluşan) açı P noktasının **Jeodezik boylamı** (λ_p) olarak ifade edilir. Fiziksel yeryüzü üzerindeki P noktasının, referans yüzey olan dönel elipsoide olan düşey mesafesine, P noktasının **elipsoidal yüksekliği** (h_p) denir.



Jeosantrik Yersel Koordinat sisteminde nokta konum değeri, dik (Kartezyen) koordinat sistemi ile $X - Y - Z$ koordinatlarıyla ifade edilebileceği gibi Jeodezik Koordinat Sistemi ile ϕ (Jeodezik Enlem), λ (Jeodezik Boylam) ve h (elipsoit yüksekliği) ile de ifade edilebilir.



Jeosantrik Yersel Koordinat Sistemi bazı uluslararası kaynaklarda, Earth Centered Earth Fixed (Yer merkezli Yer Sabit) Coordinate System olarak ifade edilir.



Jeosantrik Yersel Koordinat sistemi yeryüzündeki noktaların anlık koordinatlarını elde etmek için kullanılır. Bu sebepten dolayı referans çatısı yerin ağırlık merkezi ile çakışıktır ve referans çatısı yer ile beraber dönmektedir.

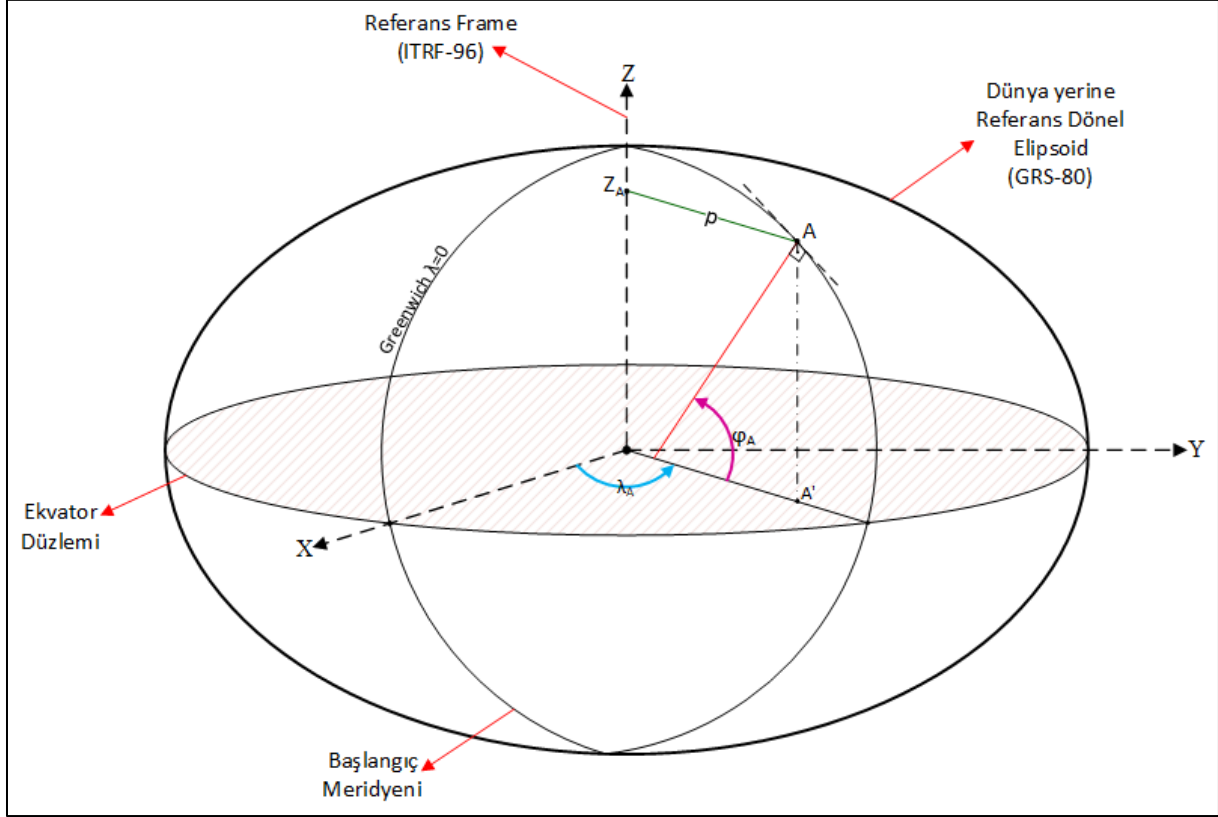
Jeodezik Koordinat Sistemi ile Jeosantrik Yersel Koordinat Sistemi Arasındaki Geometrik İlişki

Jeodezik koordinat sisteminde:

- Dünya yerine dünyayı temsil eden referans yüzeyi dönel elipsoittir,
- Koordinat sisteminde bir noktanın koordinat değerleri enlem (B veya ϕ) ve boylam (L veya λ) açı değerleri ile ifade edilir,
- Koordinat sisteminin başlangıcı yeryuvarının (Dünya) ağırlık merkezi ile çakışık olan referans dönel elipsoidin merkezi olarak belirlenmiştir.

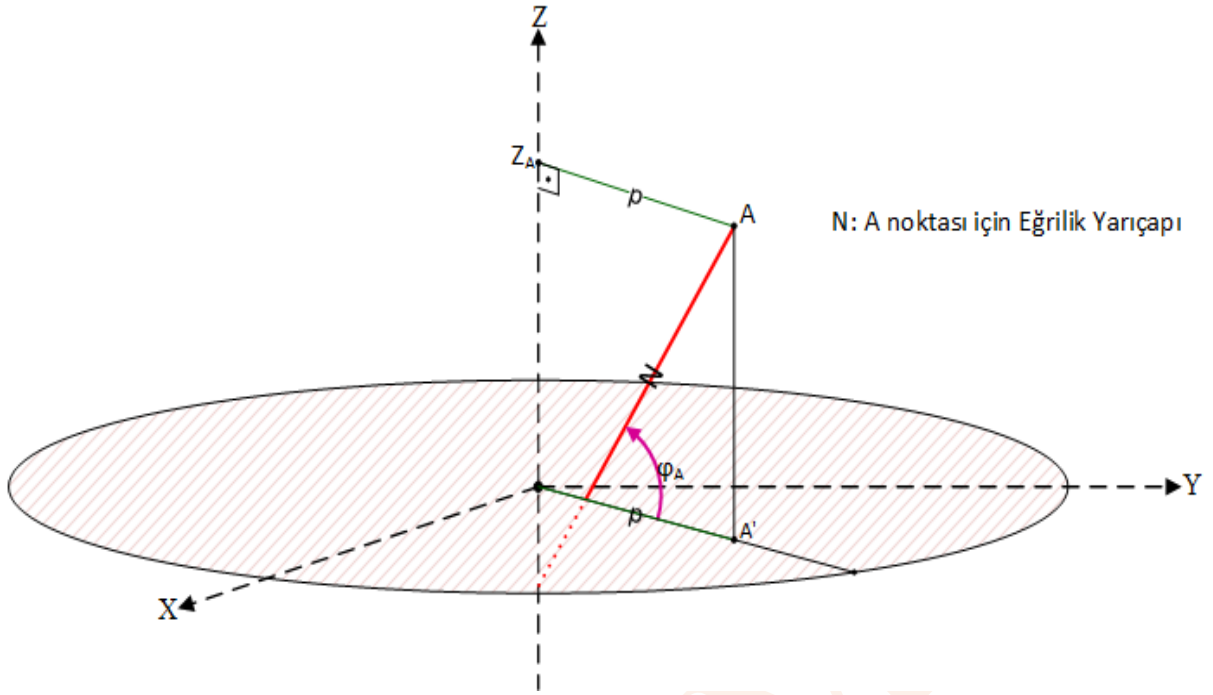
Şekil 29 A noktasının jeodezik koordinatlarının temsili gösterilmektedir. A noktasının Jeodezik enlemi, A noktasından geçen elipsoit normalinin ekvator düzlemini kesmesiyle oluşan doğru ile ekvator

düzlemi arasında kalan açı değeridir (Şekil 29 φ_A açısı). A noktasının jeodezik boylamı, başlangıç meridyeni ile referans elipsoit yüzeyi üzerindeki A noktasından geçen meridyen arasında kalan açı değeridir (Şekil 29 λ_A). Enlem ve boylam değerleri derece açı biriminde ifade edilmektedir.



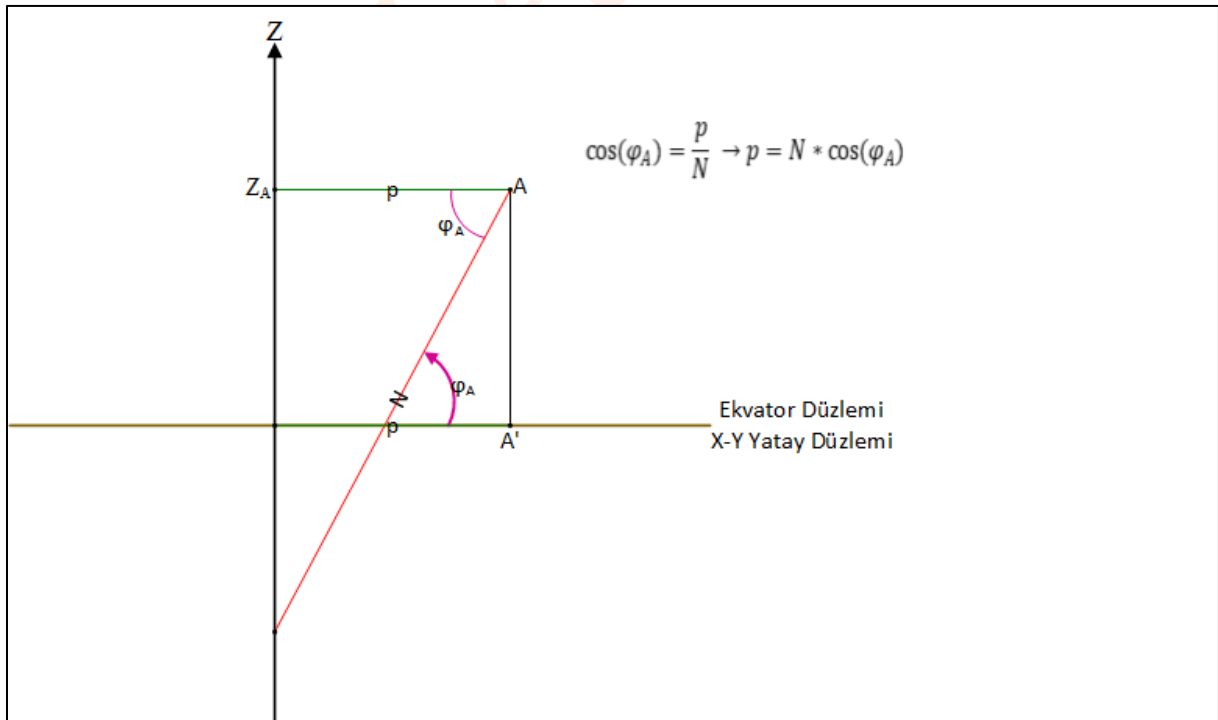
Şekil 29

Referans elipsoitinin yüzeyi üzerindeki her bir noktanın referans merkezine olan uzaklığı, kürede olduğu gibi sabit değildir. Şekil 29 ve Şekil 30'a dikkat edilirse A noktasının elipsoit yüzey normali elipsoit merkezi ile çakışmamaktadır. Referans elipsoiti üzerindeki A noktasından geçen elipsoit normali, ekvator düzlemini geçip Z eksenini kesişmektedir. Bu doğruya A noktasının eğrilik yarıçapı (N) olarak ifade edilir.



Şekil 30

Şekil 31 referans elipsoidi üzerindeki A noktasının kesiti gözükmemektedir. A noktasından jeosantrik koordinat sistemindeki Z eksenine inilen dik ile oluşan doğrunun (p doğrusu) uzunluğunun N eğrilik yarıçapı ve φ_A A noktasının jodezik enlem koordinatı ile nasıl hesaplandığı gösterilmiştir.



Şekil 31

$$W = \sqrt{(1 - e^2 * (\sin(B))^2)} = \text{Enlemin kullanıldığı bir fonksiyonu}$$

$$N = \frac{a}{w} = \frac{c}{V} = \frac{a}{\sqrt{(1 - e^2 * (\sin(B))^2)}}$$

Dikkat edilirse örneklerde verilen A noktası referans elipsoit yüzeyi üzerinde olduğu düşünülmektedir. Yeryüzü üzerindeki nokta referans elipsoitinden daha yüksekte veya daha alçakta olabilir (Şekil 27, Şekil 28). Noktanın kendi elipsoit yükseklik değeri (h) vardır. Bu değerde hesaba katılırsa Tablo 3 içinde listelenmiş formüller kullanılabilir.

Tablo 3 (STRANG & BORRE, 1997), (Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger, & Collins, 1994)

$X = (N + h) * \cos(\varphi) * \cos(\lambda)$
$Y = (N + h) * \cos(\varphi) * \sin(\lambda)$
$Z = ((1 - e^2) * (N + h)) * \sin(\varphi) = ((1 - f)^2 * N + h) * \sin(\varphi)$

Jeosantrik kartezyen koordinatlardan jeodezik koordinatlara dönüşüm yapmak için Tablo 4 içinde listelenmiş formüller kullanılabilir.

Tablo 4 (Land Information New Zealand, 2021)- (Xu & Xu, 2016)

Boylam = $\lambda = \tan^{-1}(Y/X)$
$p = \sqrt{(X^2 + Y^2)}$
$r = \sqrt{(p^2 + Z^2)}$
$\mu = \tan^{-1}((Z/p) * ((1 - f) + (e^2 * a)/r))$
Enlem = $\varphi = \tan^{-1}((Z * (1 - f) + (e'^2 * a * (\sin(\mu))^3)) / ((1 - f) * (p - e^2 * a * (\cos(\mu))^3)))$
Elipsoit Yüksekliği = $h = (\sqrt{(X^2 + Y^2)} / \cos(\varphi)) - a * \sqrt{(1 - e^2 * (\sin(\varphi))^2)}$

Örnek: Noktanın Jeosantrik yersel koordinatları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Noktanın jeodezik koordinatları olan enlem ve boylam değerlerini bulunuz.

NNO	X	Y	Z
P11	4109443.546	2740359.9611	4023642.2787

Cevap: GRS-80 referans elipsoidinin parametreleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

a	6378137.000 m
b	6356752.31414034 m
f	0.003352810681184
1/f	298.257222100882
e	0.081819191042846
e'	0.082094438151947
c	6399593.62586404

$$\text{Boylam} = \lambda = \tan^{-1}(Y/X) = 33.69712224^\circ$$

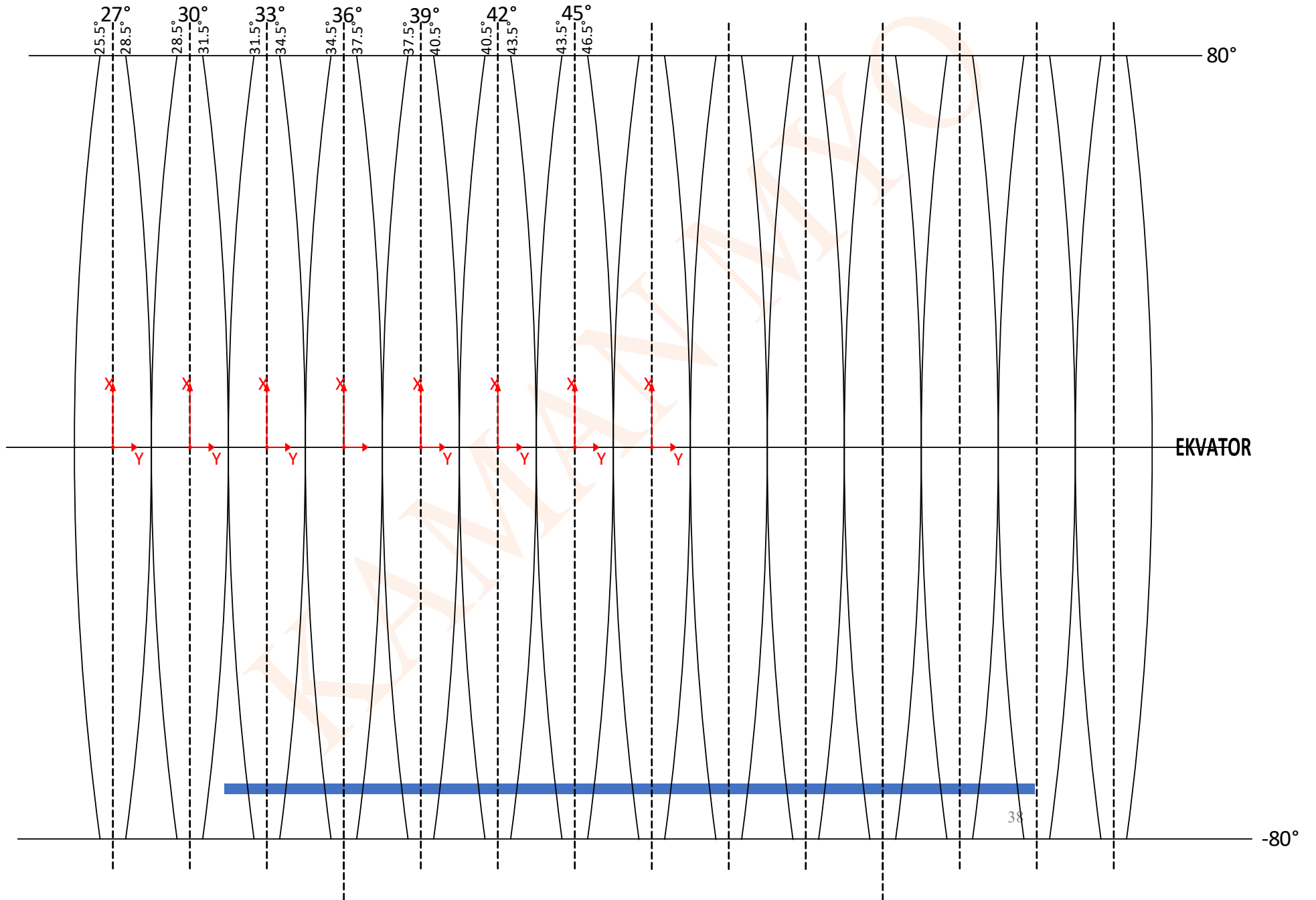
$$p = \sqrt{(X^2 + Y^2)} = 4939341.958 \text{ m}$$

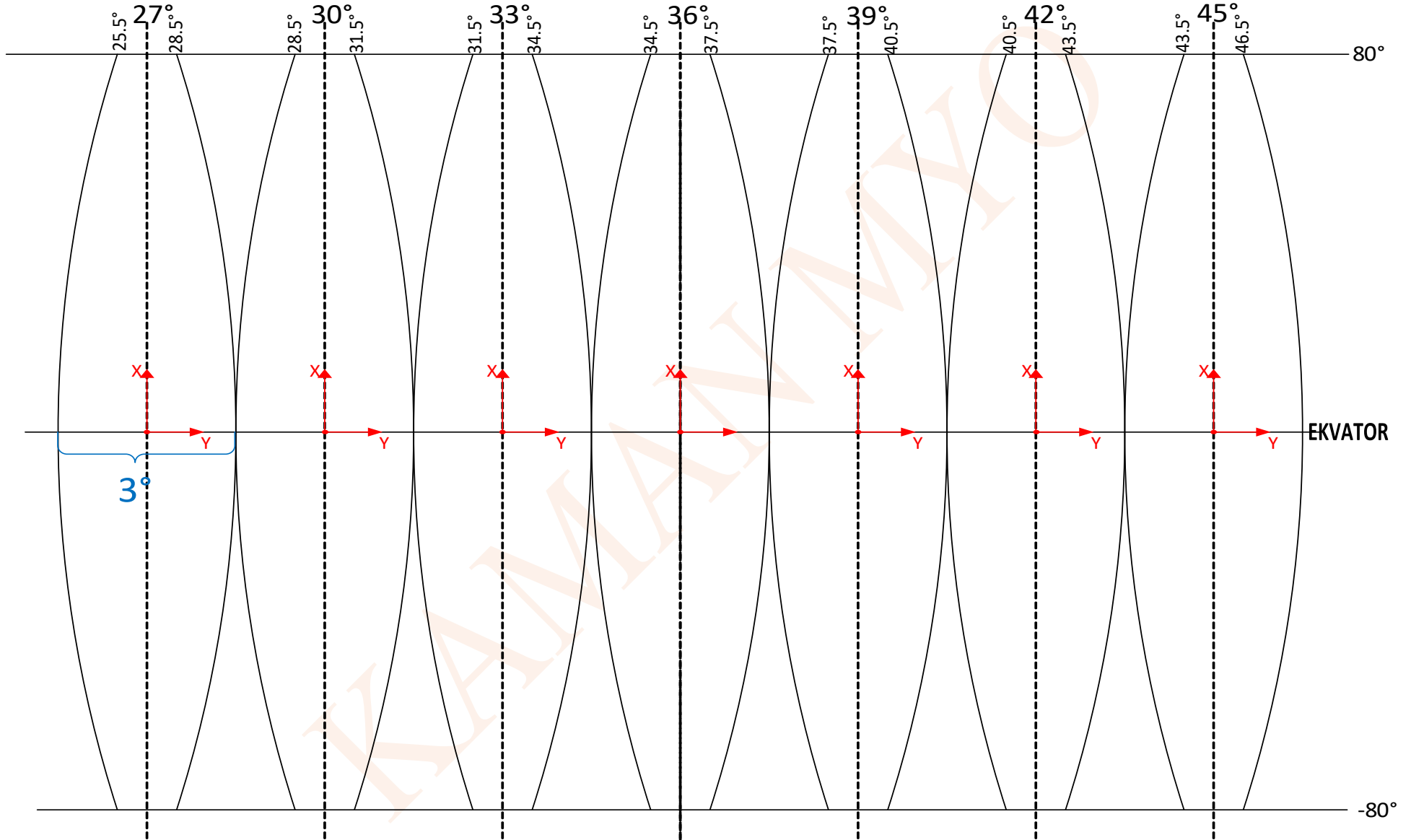
$$r = \sqrt{(p^2 + Z^2)} = 6370776.731 \text{ m}$$

$$\mu = \tan^{-1}((Z/p) * [(1 - f) + (e^2 * a)/r]) = 39.26048171^\circ$$

$$\varphi = \tan^{-1}((Z * (1 - f) + (e'^2 * a * (\sin(\mu))^3))/[(1 - f) * (p - e^2 * a * (\cos(\mu))^3)]) = 39.35517948^\circ$$

$$h = p * \cos(\varphi) + Z * \sin(\varphi) - a * \sqrt{(1 - e^2 * (\sin(\varphi))^2)} = 1195.723619 \text{ m}$$





Tek Değişkenli Seriler Kullanılarak Jeodezik Koordinatlardan 3 Derecelik UTM Projeksiyon Koordinatlarının Hesaplanması

Noktanın,

- Jeodezik enlem değeri (φ veya B),
- Jeodezik boylam değeri (λ veya L),
- Noktanın içinde bulunduğu 3 Derecelik UTM Projeksiyonu diliminin dilim orta meridyenin boylam değeri (L_0) bilinmektedir.

Kullanılan GRS-80 referans elipsoidinin parametreleri bilinmektedir. GRS-80 elipsoit parametreleri Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5

a	6378137.000 m
f	0.003352810681184

Kullanılacak formüller: ((KAYA, 1999))

$$f = \frac{a - b}{a}$$

$$c = \frac{a^2}{b^2}$$

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

$$\rho = \frac{180^\circ}{\pi}$$

$$t = \tan(B)$$

$$\eta^2 = e'^2 * (\cos(B))^2$$

$$V = \sqrt{(1 + \eta^2)}$$

$$N = \frac{c}{V}$$

$$\Delta L = L - L_0 = \text{boylam} - \text{dilim orta merid.}$$

$$B = \varphi = \text{enlem}, L = \lambda = \text{boylam}$$

$$A' = c * \left(1 - \frac{3}{4} * e'^2 + \frac{45}{64} * (e'^2)^2 - \frac{175}{256} * (e'^2)^3 + \frac{11025}{16384} * (e'^2)^4 - \frac{43659}{65536} * (e'^2)^5 \right) * \frac{1}{\rho}$$

$$B' = c * \left(-\frac{3}{8} * e'^2 + \frac{15}{32} * (e'^2)^2 - \frac{525}{1024} * (e'^2)^3 + \frac{2205}{4096} * (e'^2)^4 - \frac{72765}{131072} * (e'^2)^5 \right)$$

$$C' = c * \left(\frac{15}{256} * (e'^2)^2 - \frac{105}{1024} * (e'^2)^3 + \frac{2205}{16384} * (e'^2)^4 - \frac{10395}{65536} * (e'^2)^5 \right)$$

$$D' = c * \left(-\frac{35}{3072} * (e'^2)^3 + \frac{315}{12288} * (e'^2)^4 - \frac{31185}{786432} * (e'^2)^5 \right)$$

$$E' = c * \left(+\frac{315}{131072} * (e'^2)^4 - \frac{3465}{524288} * (e'^2)^5 \right)$$

$$F' = c * \left(-\frac{693}{1310720} * (e'^2)^5 \right)$$

$$A_1 = \frac{N * \cos(B)}{\rho} = (N * \cos(B)) / \rho$$

$$A_2 = \frac{N * (\cos(B))^2 * t}{(2 * \rho^2)} = (N * (\cos(B))^2 * t) / (2 * \rho^2)$$

$$A_3 = \frac{N * (\cos(B))^3 * (1 - t^2 + \eta^2)}{(6 * \rho^3)} = N * (\cos(B))^3 * (1 - t^2 + \eta^2) / (6 * \rho^3)$$

$$A_4 = (N * (\cos(B))^4 * t * (5 - t^2 + 9\eta^2 + 4 * \eta^2 t^2)) / (24 * \rho^4)$$

$$A_5 = (N * (\cos(B))^5 * (5 - 18 * t^2 + t^4 + 14 * \eta^2 - 58 * \eta^2 * t^2)) / (120 * \rho^5)$$

$$G = A' * B + B' * \sin(2 * B) + C' * \sin(4 * B) + D' * \sin(6 * B) + E' * \sin(8 * B) + F' * \sin(10 * B)$$

Gauss – Kruger Koordinatlarının Hesabı:

$$X_g = G + A_2 * (\Delta L)^2 + A_4 * (\Delta L)^4$$

$$Y_g = A_1 * (\Delta L) + A_3 * (\Delta L)^3 + A_5 * (\Delta L)^5$$

UTM Projeksiyonuna Göre YUKARI Ve SAĞA Koordinatlarının Hesabı:

- a) 3 derecelik UTM projeksiyonu için ölçek katsayısı $m_0 = 1$

$$YUKARI = X_g * m_0$$

$$SAĞA = Y_g * m_0 + 500000 \text{ m}$$

- b) 6 derecelik UTM projeksiyonu için ölçek katsayısı $m_0 = 0.9996$

$$YUKARI = X_g * m_0$$

$$SAĞA = Y_g * m_0 + 500000 \text{ m}$$

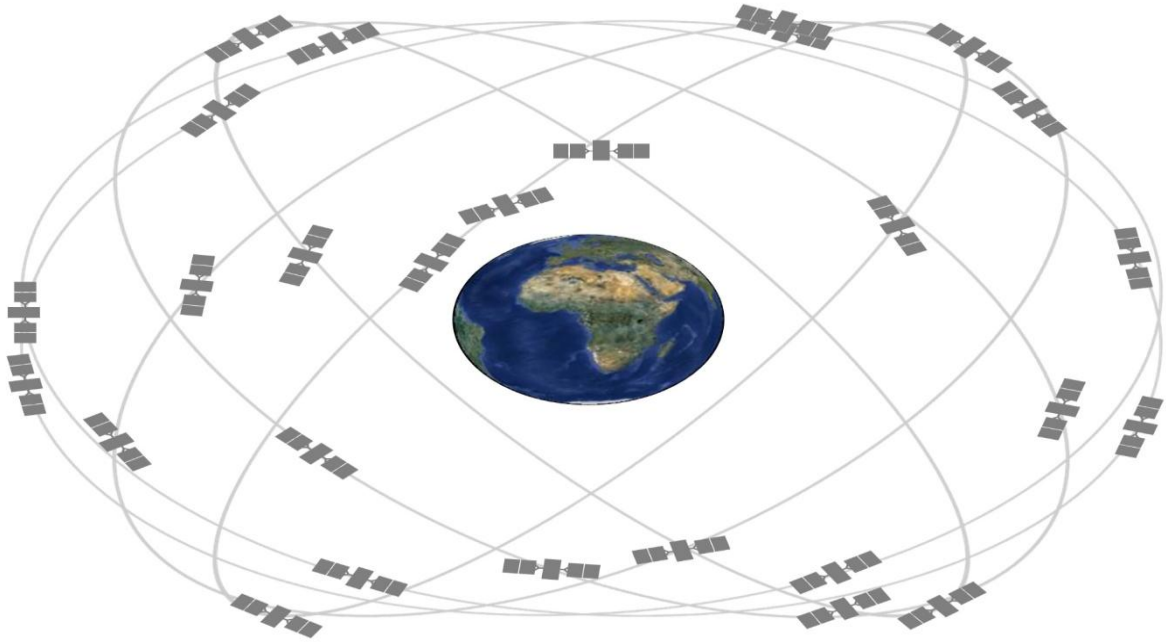
Örnek: P11 noktasının jeodezik koordinatları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Nokta, 33° boylam değerine sahip meridyenin dilim orta meridyeni olduğu 3 derecelik UTM projeksiyon dilimi içindedir.

Noktanın TUREF datum değerine göre harita düzlem koordinatlarını tek değişkenli serileri kullanarak hesaplayınız.

Jeodezik Koordinatlar	
Boylam $= \lambda = L$	33.69712223
enlem $= \varphi = B$	39.35517949
Elipsoit Yüksekliği $= h$	1195.723702

Kullanılan Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri

Küresel navigasyon uydu sistemi (Global Navigation Satellite System = GNSS), küresel veya bölgesel bazda konumlandırma, navigasyon ve zamanlama hizmetleri sağlayan herhangi bir uydu takımıyla tanımlanan genel bir terimdir (Official U.S. government information about the Global Positioning System (GPS), 2021). İlk geliştirilme amaçları savunma olan Global Navigation Satellite System (GNSS) günümüzde Navigasyon amaçlı uygulamalar, konum belirleme amaçlı uygulamalar, konum bazlı uygulamaların kullanımı için önem arz etmektedir. GNSS sistemleri yeryüzünden yaklaşık 19000 km ile 36000 km uzaklıkta, kendi sistemlerine ait yörüngeleri üzerinde hareket eden uydulardan oluşmaktadır (Şekil 33). Küresel hizmet veren GNSS sistemleri olduğu gibi, sadece ülke sınırları içinde hizmet veren GNSS sistemleri mevcuttur.



Şekil 33 (Official U.S. government information about the Global Positioning System, 2021)

Global Positioning System (GPS)

Amerika Birleşik Devletleri tarafından kurulan ve kontrol edilen GPS sisteminde 24 uydu yeryüzünden yaklaşık 20200 km yükseklikte çalışmaktadır. Toplamda 6 ayrı yörünge üzerinde 4'er uydu bulunmaktadır. Dünya çapında hizmet vermektedir. İnternet adresi: www.gps.gov

BeiDou Navigation Satellite System (BDS)

BeiDou veya BDS, Çin Halk Cumhuriyeti'nin sahip olduğu ve işlettiği küresel bir GNSS'dir. Çin şu anda sistemi 35 uyduyla küresel kapsama alanı sağlayacak şekilde daha da genişletiyor. BDS daha önce Compass olarak adlandırılıyordu. İnternet adresi: <http://en.beidou.gov.cn/>

Galileo

Galileo, Avrupa Birliği'nin sahip olduğu ve işlettiği küresel bir GNSS'dir. AB, 2016'da Galileo ilk Hizmetlerinin başladığını ilan etti ve 24'ten fazla uydu sistemini tamamlamayı planlıyordu. İnternet adresi: <https://www.gsc-europa.eu/galileo/system>

Glonass

GLONASS (Globalnaya Navigazionnaya Sputnikovaya Sistema veya Global Navigasyon Uydu Sistemi), Rusya Federasyonu'nun sahip olduğu ve işlettiği küresel bir GNSS'dir. Tam işlevsel sistem 24+ uydudan oluşur. İnternet adresi: <https://www.glonass-iac.ru/en/index.php>

Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS)

IRNSS, Hindistan Hükümeti tarafından sahip olunan ve işletilen bölgesel bir GNSS'dir. IRNSS, Hindistan bölgesini ve Hindistan anakarasını çevreleyen 1500 km'yi kapsayacak şekilde tasarlanmış otonom bir sistemdir. Sistem 7 uydudan oluşuyor. 2016'da Hindistan, IRNSS'yi Navigation Indian Constellation (NavIC, "denizci" veya "gezgin" anlamına geliyor) olarak yeniden adlandırdı. İnternet adresi: <https://www.isro.gov.in/irnss-programme>

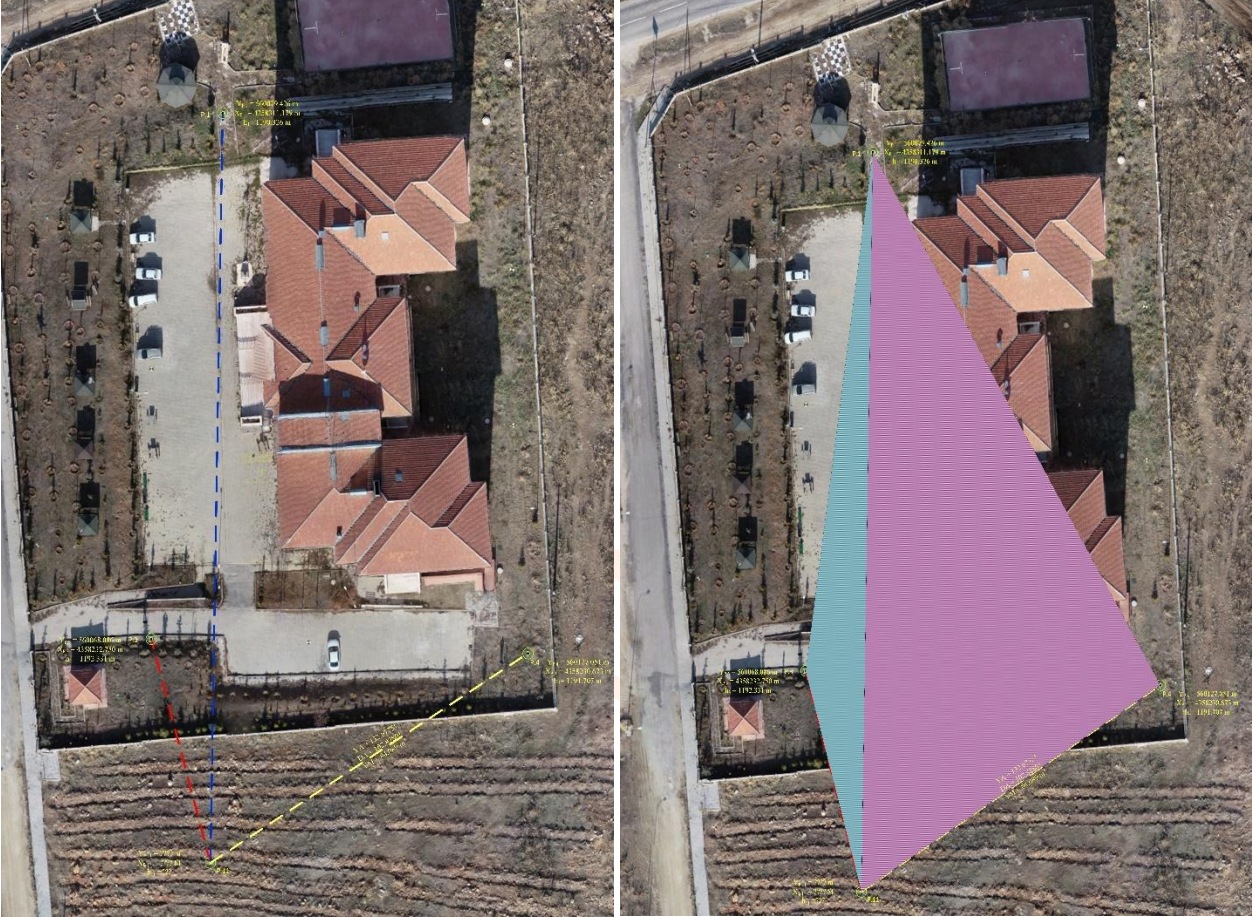
Quasi – Zenith Satellite System (QZSS)

QZSS, Japonya Hükümetine ait olan ve QZS System Service Inc. (QSS) tarafından işletilen bölgesel bir GNSS'dir. QZSS, Doğu Asya ve Okyanusya'da kapsama alanını iyileştirmek için GPS'i tamamlar. Japonya, 4 uydudan oluşan bir operasyonel takımıyla sahip olmayı ve 2023 yılına kadar otonom yetenek için 7 uyduya genişletmeyi planlıyor. İnternet adresi: <https://qzss.go.jp/en/>

Yeryüzündeki Bir Noktanın Küresel Navigasyon Uydu Sistemi ile Konum Bulma Mantığı

Yersel yöntemlerle geriden kestirme yönteminde bir noktanın konumunun bulunması için:

- Ölçüm işlemi koordinatı bulunacak noktadan yapılmalıdır,
- Koordinatı bulunacak noktadan *koordinatı bilinen* noktalara mesafe ve/veya açı ölçümleri yapılarak noktanın yatay (X-Y) ve düşey (Z) koordinatları hesaplanabilir.



Yersel ölçümlerde nokta koordinatı hesaplanırken, koordinatı bulunacak olan noktadan, koordinatı bilinen en az 3 noktaya mesafe ve/veya açı ölçümleri yardımıyla, kontrollü bir şekilde, noktanın koordinatları hesaplanır. 3 noktaya ölçüm yapılmasının temel nedeni, bulunmak istenen X ve Y yatay düzlem koordinatları ve h yükseklik (Z koordinatı) koordinatlarından kaynaklıdır. Yani bulunmak istenen 3 bilinmeyen için koordinatı bilinen 3 noktaya mesafe ölçümleri sonucu nokta koordinatları hesaplanır. Ölçüm işlemini matematiksel olarak ifade etmek için:

- Ölçülen mesafe değerlerini S_3 (kırmızı çizgi uzunluğu), S_1 (mavi çizgi uzunluğu) ve S_4 (sarı çizgi uzunluğu),
- Koordinatları bilinen noktaların koordinatları:
 - P.3 koordinatları $(X_{P.3}, Y_{P.3}, Z_{P.3})$,
 - P.1 koordinatları $(X_{P.1}, Y_{P.1}, Z_{P.1})$,

- P.4 koordinatları $(X_{P.4}, Y_{P.4}, Z_{P.4})$,
- Koordinatı bulunacak olan noktanın koordinatları:
 - P.11 koordinatları $(X_{P.11}, Y_{P.11}, Z_{P.11})$

olarak alınsın. P.11 noktasının koordinatlarını bulmak için tek bir ölçülen mesafe değerinin denklemi:

$$\sqrt{((X_{P.11} - X_{P.3})^2 + (Y_{P.11} - Y_{P.3})^2 + (Z_{P.11} - Z_{P.3})^2)} = S_3 \quad \text{veya}$$

$$(X_{P.11} - X_{P.3})^2 + (Y_{P.11} - Y_{P.3})^2 + (Z_{P.11} - Z_{P.3})^2 = S_3^2$$

formülüyle yazılır. $X_{P.11}, Y_{P.11}$ ve $Z_{P.11}$ 3 bilinmeyen çözüm için yukarıdaki **tek bir denklem** yetmeyecektir. Yapılan diğer iki ölçüm de benzer şekilde denkleme dönüştürülmeli ve bilinmeyenler denklemlerin çözümü sayesinde elde edilmelidir.

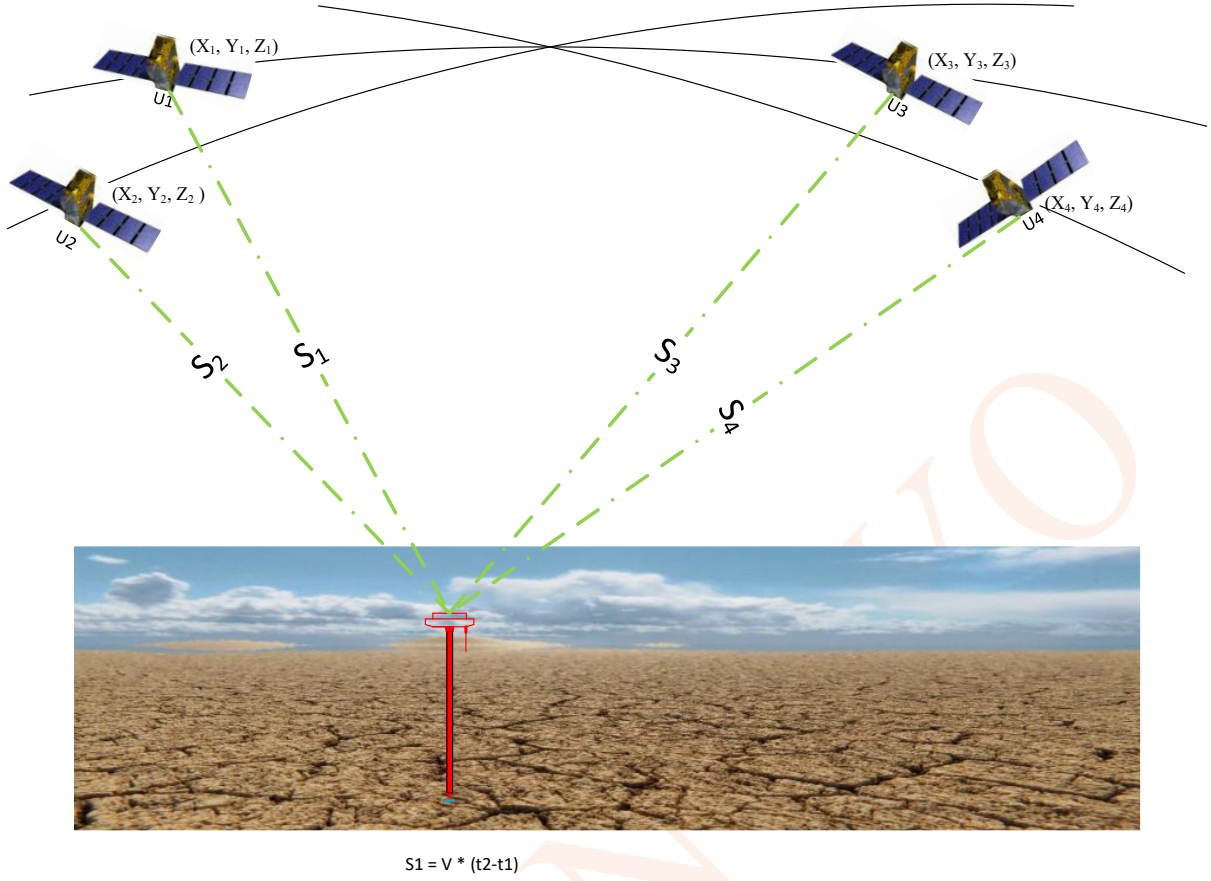
$$(X_{P.11} - X_{P.3})^2 + (Y_{P.11} - Y_{P.3})^2 + (Z_{P.11} - Z_{P.3})^2 = S_3^2$$

$$(X_{P.11} - X_{P.1})^2 + (Y_{P.11} - Y_{P.1})^2 + (Z_{P.11} - Z_{P.1})^2 = S_1^2$$

$$(X_{P.11} - X_{P.4})^2 + (Y_{P.11} - Y_{P.4})^2 + (Z_{P.11} - Z_{P.4})^2 = S_4^2$$

P.11 noktasının bilinmeyen $X_{P.11}, Y_{P.11}$ ve $Z_{P.11}$ koordinatları, koordinatları bilinen 3 noktaya (P.3, P.1 ve P.4 noktaları) yapılan mesafe ölçümlerinin sonuçları yardımıyla (S_3, S_1 ve S_4) yukarıdaki denklemlerin çözülmesi ile elde edilecektir. Denklemlerde P.1'in, P.3'ün ve P.4'ün X, Y ve Z koordinatları yerine konduğunda ve ölçülen S_1, S_2 ve S_3 mesafe değeri yerine konduğunda P.11 noktasının orijin noktasına olan mesafesi hesaplanabilir.

GNSS tekniğinde de aynı yersel ölçümlerle yapılan geriden kestirme hesabı işlemindeki ölçüm mantığı uygulanacaktır. GNSS tekniğinde koordinatı bulunacak nokta üzerinde GNSS sinyal alıcısı bulunmaktadır ve bir nevi ölçüm bu noktadan yapılacaktır (GNSS sinyal alıcısı ölçüm yapmayacak sinyal toplayacaktır). Ölçülen mesafe (hesaplanacak mesafe), GNSS sinyal alıcısı ile GNSS uydu sistemindeki bir uydu arasındaki mesafedir. *GNSS sinyal alıcısı, yersel ölçümde kullanılan elektronik takeometre gibi lazer atımı ile mesafe ölçümü yapmaz, uydulardan gelen sinyalleri toplar ve üzerinde bulunduğu noktanın konumunu hesaplar* (Şekil 34).



Şekil 34

Yersel ölçüm yönteminde uygulanan geriden kestirme yönteminde mesafe ve/veya açı değerleri ölçülüyordu. Ek olarak ölçüm yapılan noktaların koordinatları biliniyordu.

GNSS tekniğinde, GNSS sinyal alıcısı uydulardan gelen radyo sinyallerini algılar. GNSS uydularından sinyaller yollanırken, sinyal üzerine:

- Hangi uydu olduğu (Şekil 34 örneğinde U1 veya U2 isimli uydu olması),
- Yörünge üzerinde sinyali gönderdiği andaki konum değeri (Jeosantrik koordinat sistemi - Yer sabit yer merkez koordinat sistemindeki koordinat değerleri),
- Sinyalin uydudan çıkış zamanı (*U1 uydusu için t_{U1} zamanı*) bilgilerini işlenir.

GNSS sinyal alıcısı uydudan (Örneğin U1 uydusu) sinyali aldığı anda:

- Sinyalin üzerindeki bilgileri ayıklar (uydu koordinat değeri, sinyalin uydudan çıkış zamanı, uydu bilgisi),
- Sinyalin sinyal alıcıya vardığı andaki zamanı (*t_2 zamanı*) kaydeder.

Uydu ile GNSS sinyal alıcısı arasındaki mesafe hesaplanırken uydudan çıkan radyo sinyalinin hızı ile sinyalin kat ettiği süre çarpılır. GNSS uydularının gönderdiği radyo sinyalleri ışık hızı ile aynı

hızdadır. GNSS uydularının gönderdiği radyo sinyallerinin hızı (V) yaklaşık 300000 km/saniye'dir. Bu bağlamda aşağıdaki denklem ile U_1 uydusu ile GNSS sinyal alıcısı arasındaki mesafe:

$$S_1 = V * (t_2 - t_{U1})$$

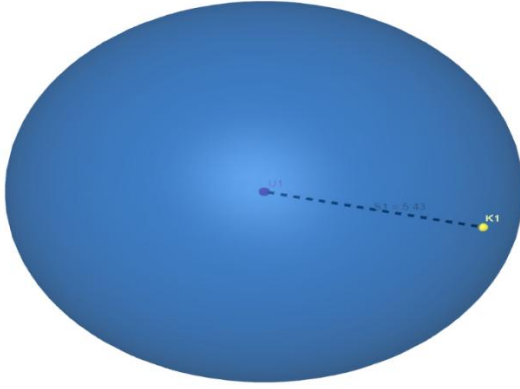
formülü ile **hesaplanmalıdır**.

Yersel ölçüm yöntemleri ile **ölçüm yapılan noktanın X – Y – Z koordinatlarını (3 adet bilinmeyen var)** hesaplamak için geriden kestirme hesabında, koordinatı bilinen en az **3 noktaya** mesafe ölçümü yapılmaktadır. Yersel ölçüm yöntemlerinde noktanın yatay düzlemdeki koordinatları X – Y ve yükseklik değeri olan Z koordinatlarını (**3 bilinmeyen**) geriden kestirme hesabı ile hassas ve dengeli şekilde bulabilmek için, **koordinatı bilinen en az 3 noktaya** ölçüm yapılması yeterli olmaktadır.

Yukarıdaki anlatıma göre GNSS tekniği ile noktanın koordinatı bulunacaksa sorulması gereken sorular:

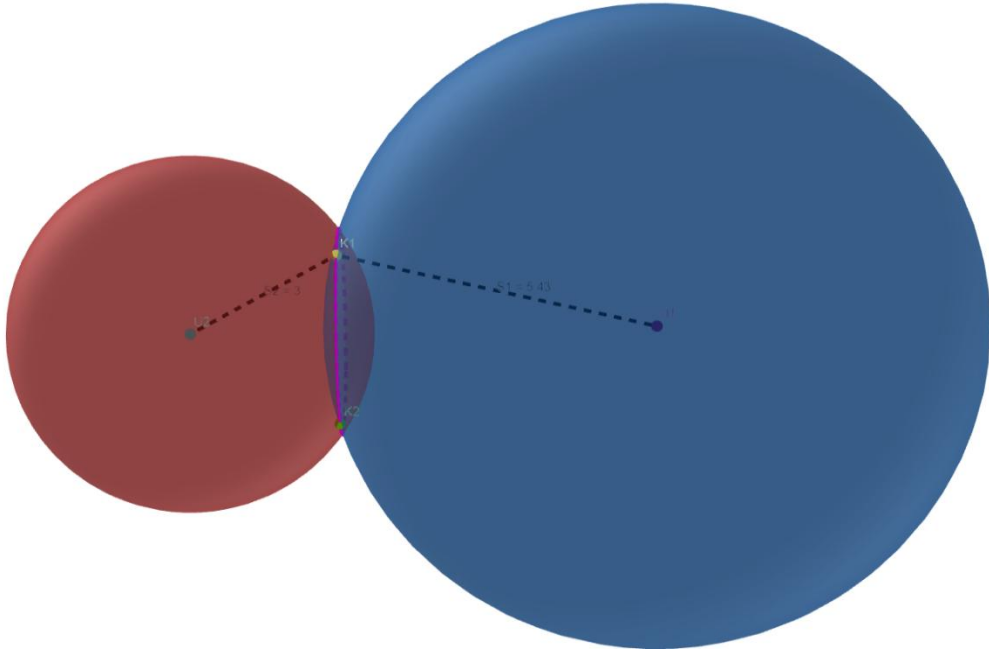
- Noktanın koordinatlarının bulunması için **kaç uydudan sinyal alınması gerekmektedir?**
- Noktanın X – Y – Z koordinatlarının (**3 bilinmeyen**) bulunması için **3 uydudan sinyal alınması yeterli olur mu?**

Soruların cevaplarının bulunması için GNSS uydusu ile GNSS sinyal alıcısı arasındaki mesafeyi dikkate alarak geometrik bir çözüm üretilebilir. GNSS uydusu ile GNSS sinyal alıcısı arasındaki bulunacak olan mesafe, bir kürenin yarıçapı ve GNSS uydusu kürenin merkezi olacak şekilde düşünelim (Şekil 35). Şekil 35 incelendiğinde U_1 uydusu kürenin merkezi. Şekil 35 K1 ifadesi, dünya üzerindeki sinyal alıcısıyı temsil etmektedir. S_1 değeri, U_1 uydusu ile K1 sinyal alıcısı arasındaki mesafeyi temsil etmektedir. U_1 uydusundan çıkan sinyalin, uydunun etrafında S_1 mesafe uzaklıktaki noktaların oluşturduğu şekil çizildiğinde bir küre oluşur. Küre yüzeyindeki sonsuz sayıda nokta, sinyal alıcısının yeri olabilir. Yani K1 sinyal alıcısı, uzayda U_1 uydusuna S_1 mesafe uzaklıktaki herhangi noktadan birisidir. O zaman K1 sinyal alıcısının konumunu belirlemek için sadece tek bir uydudan sinyal alınması yeterli olmayacaktır.

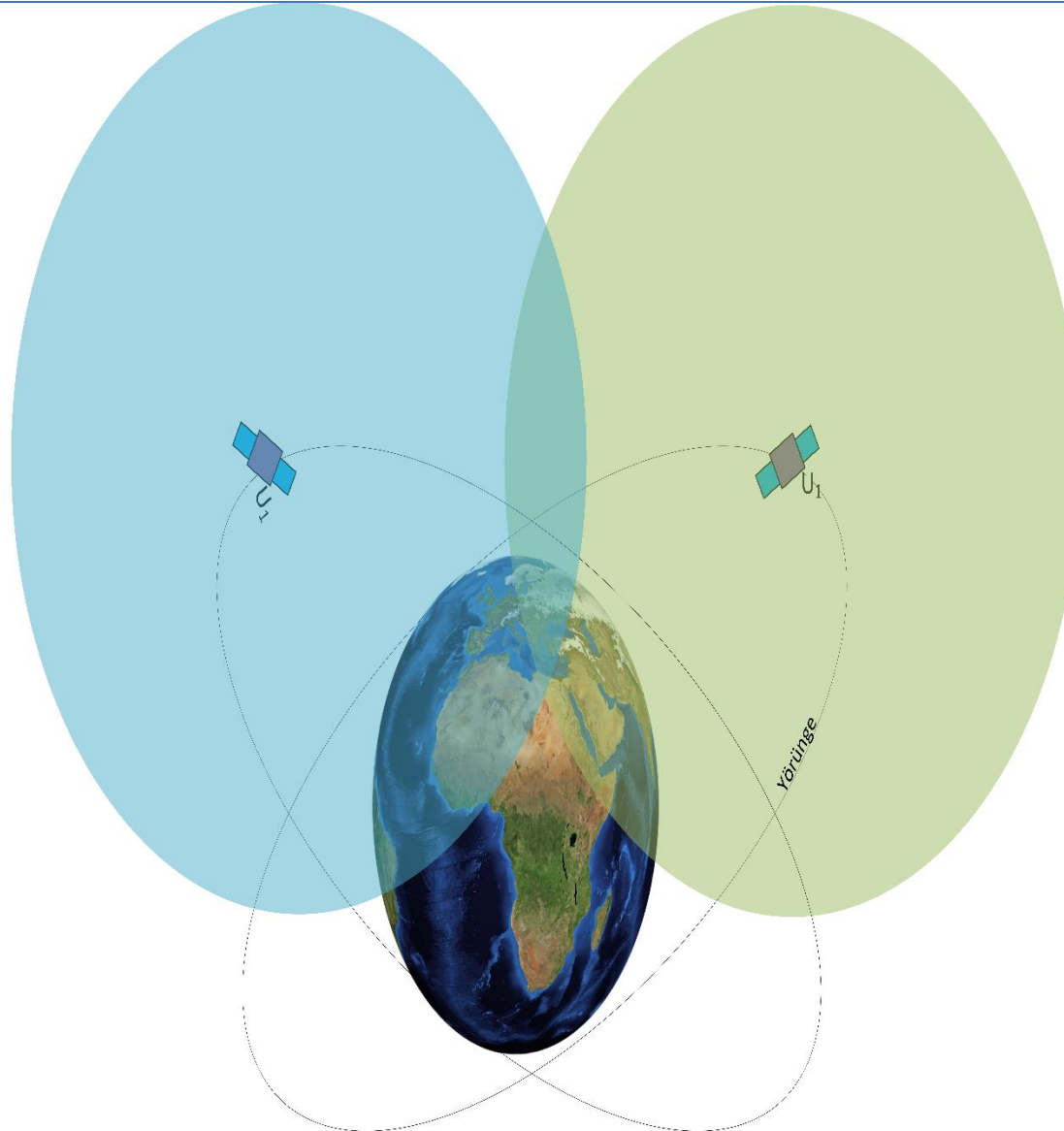


Şekil 35

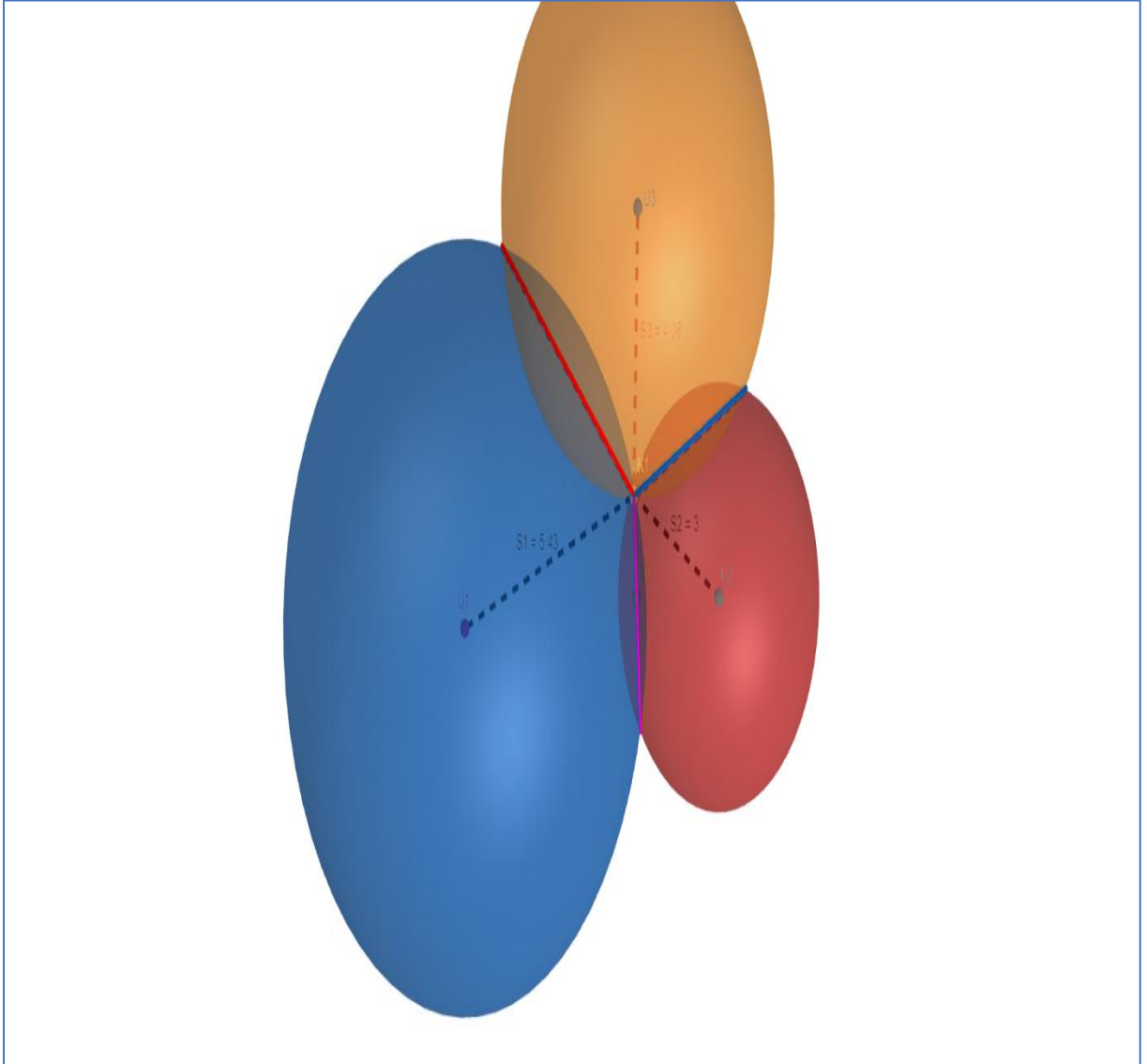
Şekil 36 U_1 ve U_2 uydularının temsili vardır. **Amaç: K1 sinyal alıcısının dünya üzerindeki konumunu uydulara olan mesafesi yardımıyla bulunmasıdır.** K1 noktası U_1 uydusuna S_1 ; U_2 uydusuna S_2 mesafe uzağındadır. Fakat Şekil 36 incelendiğinde U_1 ve U_2 uydusunun yaydığı sinyalleri temsil eden küreler, ikinci bir noktada daha kesişmektedir. K2 noktası, U_1 ve U_2 uydularına benzer mesafelerde uzayda ikinci noktadır. O zaman K1 sinyal alıcısının uzaydaki konumunu tekil bir şekilde belirlemek için iki uydudan sinyal alması da yeterli olmayacaktır.



Şekil 36

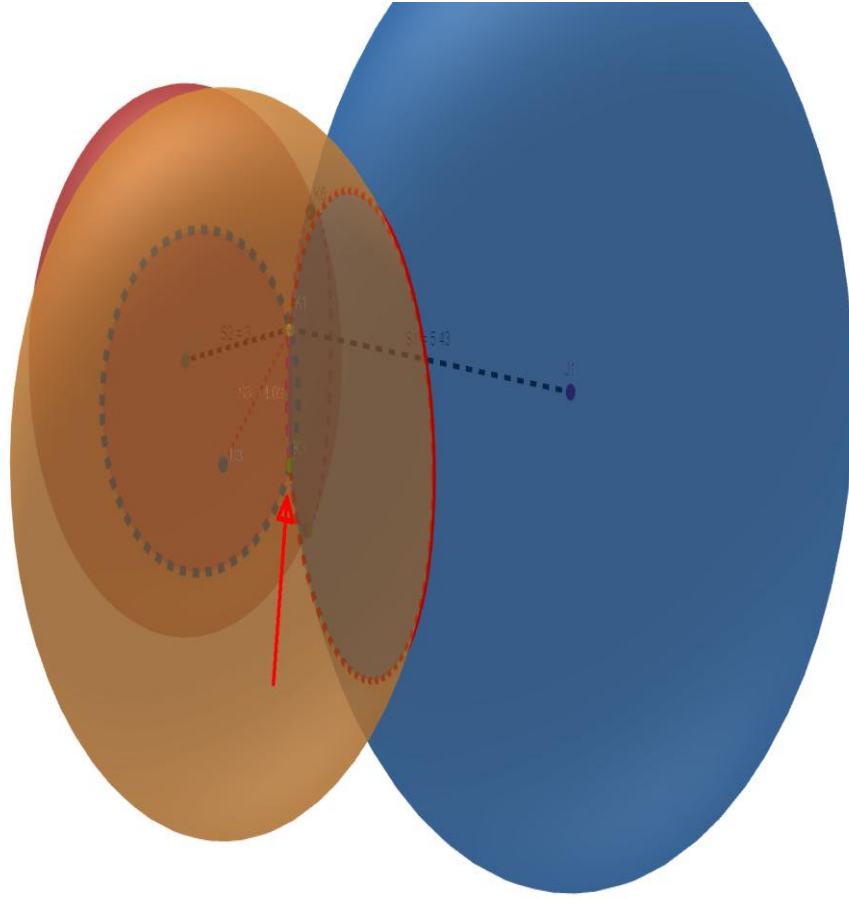


Şekil 37 U_1 , U_2 ve U_3 uydularının temsili vardır. **Amaç: K1 sinyal alıcısının dünya üzerindeki konumunu uydulara olan mesafesi yardımıyla bulunmasıdır.** K1 noktası U_1 uydusuna S_1 ; U_2 uydusuna S_2 ; U_3 uydusuna S_3 mesafe uzağındadır. Şekil 37 dikkatli incelendiğinde U_1 uydusundan çıkan radyo sinyalinin S_1 mesafe uzağında, U_2 uydusundan çıkan radyo sinyalinin S_2 mesafe uzağında ve U_3 uydusundan çıkan radyo sinyalinin S_3 mesafe uzağında ikinci bir nokta daha vardır. K3 noktası, U_1 , U_2 ve U_3 uydularına benzer mesafelerde uzayda ikinci noktadır. 3 uyduyu temsil eden küreler iki noktada kesişmektedir. O zaman K1 sinyal alıcısının uzaydaki konumunu tekil bir şekilde belirlemek için üç uydudan sinyal alması da yeterli olmayacaktır.



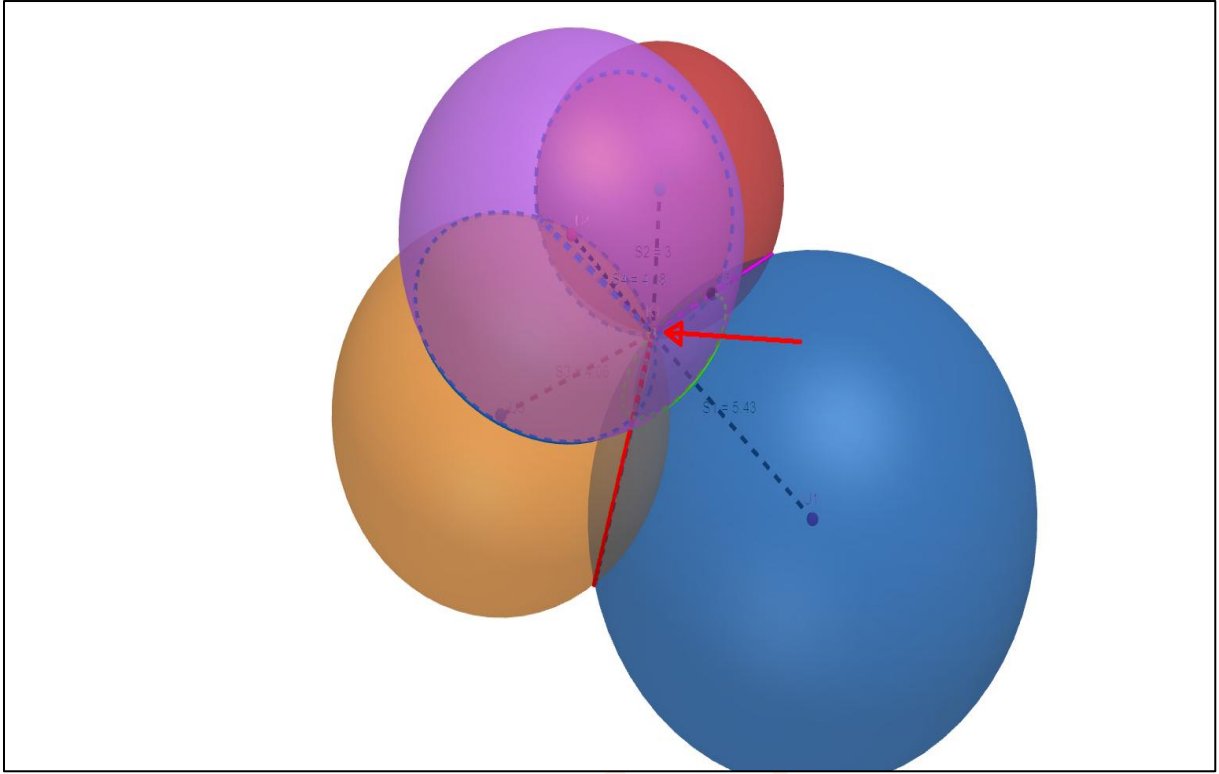
Şekil 37

Şekil 38 U_1 , U_2 ve U_3 uydularının K3 noktasında da kesişimi temsili vardır. K3 noktasının yeri kırmızı renkli ok ile de işaret edilmektedir.

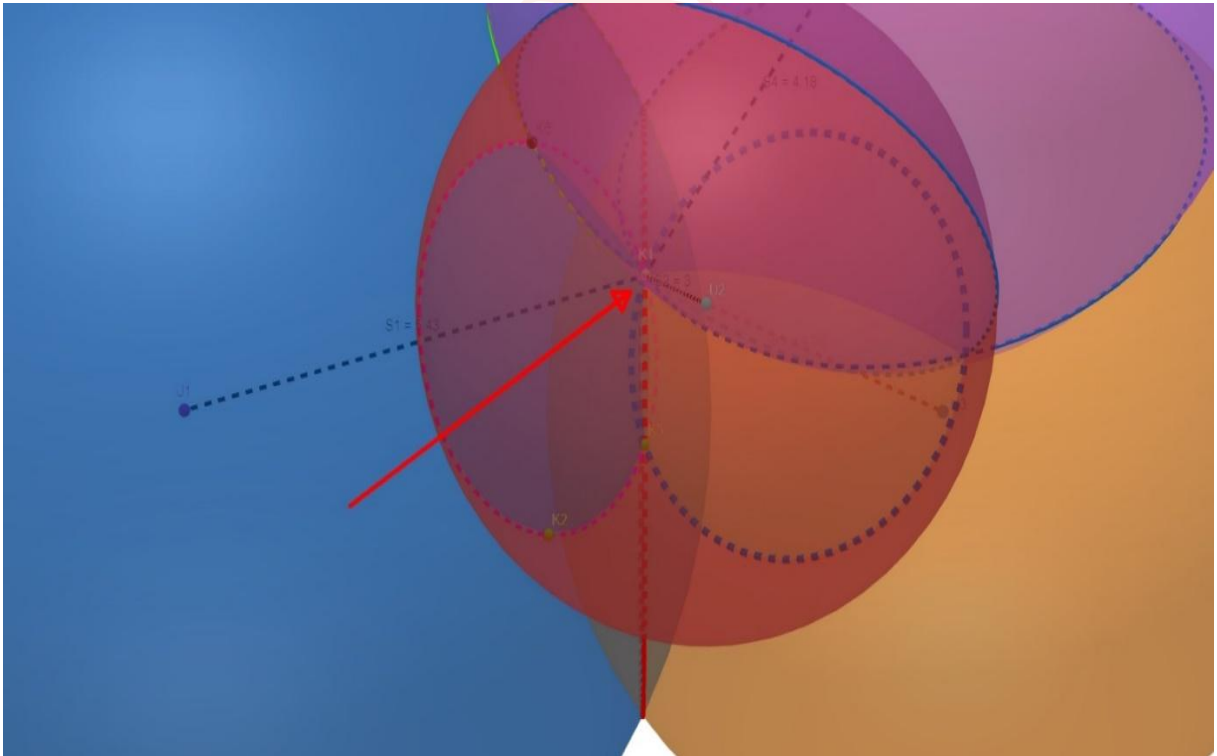


Şekil 38

Şekil 39 ve Şekil 40 daha önceki U_1 , U_2 ve U_3 uydularına ek dördüncü bir uydunun olduğu görülmektedir. U_4 uydusu K1 noktasına S_4 mesafe uzaklıktadır. K1 noktasına farklı uzaklıkta 4 uydunun kesişimi tektir ve K1 noktasıdır. Her iki küre veya her üç küre iki ayrı noktada kesişiyor ve istenildiği şekilde yani tek bir noktada kesişmiyor. Fakat dördüncü küre sayesinde tek bir noktada kesişim sağlanıyor. Şekil 39 kesişimin olduğu K1 noktasını kırmızı ok ile temsilidir.



Şekil 39



Şekil 40

Yukarıdaki anlatıma göre GNSS uydularından gelen sinyaller yardımıyla konum elde edebilmek için aşağıda belirtilen kriterlerin gerçekleşmesi gerekmektedir. GNSS uydularında gelen sinyaller ile konum bilgisinin elde edilebilmesi için:

- GNSS uydularından yayılan sinyaller ile dünya üzerindeki bir noktanın (örnekte K1 noktası) konumunu bulmak için en az 4 uydudan sinyal alınması gerekmektedir,
- GNSS uydularından gelen sinyaller ile nokta konumu bulmak için uyduların sinyal alıcıya olan mesafesi aynı olmak zorunda değildir. Uydular, sinyal alıcıdan farklı uzaklıkta olabilirler,
- GNSS sinyal alıcısı ile nokta konumunu bulmak için, en az 4 uydudan sinyal alıcıya tarih ve saat zaman değeri olarak aynı anda gelen sinyaller kullanılmalıdır,
- GNSS uydusu ile noktanın konumunu bulmak için kullanılan GNSS sinyal alıcısı arasındaki mesafe değerinin hesaplanması için kullanılacak formüldeki (örneğin $S_1 = V * (t_2 - t_{u1})$) hız değerinde değişme olmamalıdır,
- GNSS uydusu ile noktanın konumunu bulmak için kullanılan GNSS sinyal alıcısı arasındaki mesafe değerinin hesaplanması için kullanılacak formüldeki (örneğin $S_1 = V * (t_2 - t_{u1})$) uydunun saat bilgisi ile alıcının saat bilgisi eş zamanlı çalışmalıdır.

Sıralanan kriterler sağlandığı takdirde en az 4 GNSS uydusundan, GNSS sinyal alıcısına eş zamanlı gelen sinyaller ile sinyal alıcının üzerine kurulu olduğu noktanın konumu bulunabilir. Her bir sinyalin üzerindeki bilgiler (uydu bilgisi, uydunun konum bilgisi, sinyalin uydudan çıkış zamanı) sinyal alıcı tarafından çözüldüğünde uydu ile sinyal alıcı arasındaki mesafe $S_1 = V * (t_2 - t_{u1})$ basit formülü ile hesaplanabilir. Mesafe değeri bulunduğu takdirde, yersel ölçüm tekniğindeki geriden kestirme hesabında kullanılan formüller kullanılabilir. Koordinatı bulunacak nokta ile koordinatı bilinen bir GNSS uydusu arasındaki $S_1 = V * (t_2 - t_{u1})$ formüllü ile hesaplanan mesafe değeri, koordinatlar yardımıyla hesaplanan değere eşit olması gerekir:

$$\sqrt{(X - X_{U1})^2 + (Y - Y_{U1})^2 + (Z - Z_{U1})^2} = V * (t_2 - t_{U1}) \quad \text{veya}$$

$$(X - X_{U1})^2 + (Y - Y_{U1})^2 + (Z - Z_{U1})^2 = (V * (t_2 - t_{U1}))^2$$

Yukarıdaki kriterler sağlandığında ve bu formülü en az 4 uydudan gelen sinyaller sayesinde oluşturursak, noktanın koordinat sisteminin orijin noktasına olan mesafe değeri bulunmuş olacaktır. Olması gereken formüller aşağıda listelenmiştir:

Denklem 1

$$\begin{aligned} (X - X_{U1})^2 + (Y - Y_{U1})^2 + (Z - Z_{U1})^2 &= (V * (t_2 - t_{U1}))^2 \\ (X - X_{U2})^2 + (Y - Y_{U2})^2 + (Z - Z_{U2})^2 &= (V * (t_2 - t_{U2}))^2 \\ (X - X_{U3})^2 + (Y - Y_{U3})^2 + (Z - Z_{U3})^2 &= (V * (t_2 - t_{U3}))^2 \\ (X - X_{U4})^2 + (Y - Y_{U4})^2 + (Z - Z_{U4})^2 &= (V * (t_2 - t_{U4}))^2 \end{aligned}$$

GNSS ÖLÇÜMLERİNDE OLUŞAN HATALAR

GNSS tekniğinde ölçülerden elde edilen sonuçları da etkileyen bazı rastlantısal ve sistematik **sapmalar** söz konusudur. Bu sapmalar GNSS tekniğinin birçok kullanım alanı (Navigasyon uygulamaları, ...) için fazla önemli bir sakınca *oluşturmamakla* birlikte özellikle bilimsel çalışmalarda (yüksek doğrulukta konum belirleme, yer kabuğu hareketlerinin belirlenmesi, jeoid belirleme, vb.) bunların davranışı ve büyüklüğü çok iyi modellendirilmeli ve kontrol altında tutulmalıdır (Kahveci & Yıldız, 2012). Bu sapmalar:

- Uydulara bağlı sapmalar,
- Alıcı donanımına bağlı sapmalar,
- Ortam etkileri şeklindeki saplamalar olarak sınıflandırılabilir.

GNSS tekniğinde konum belirlemede temel kavram olan GNSS uydusu ile GNSS sinyal alıcısı arasındaki uzaklığın belirlenmesinde etkili olan temel hata kaynakları (Kahveci & Yıldız, 2012):

- Uydu efemeris hataları,
- Uydu ve sinyal alıcı saati hataları,
- İyonosferik etki,
- Troposferik etki,
- Sinyal yansıma (Multipath) etkisi,
- Anten faz merkezi hataları.

Uydu efemeris hataları:

Efemeris (ephemeris) bilgileri, uyduların gönderdiği sinyal üzerindeki bilgilerdir. Efemeris verisi sayesinde uydunun konumu, zaman bilgisi ve uydunun sağlığı konusunda bilgi elde edilir. GNSS sinyal alıcısı elde ettiği efemeris bilgisi sayesinde, uydunun konum değeri elde edilir, sinyalin uydudan çıkış zamanı elde edilir ve uzay geriden kestirme işleminin yapılmasını sağlar. Uydular yörüngeleri üzerinde hareket eder ve bu hareket **yer kontrol istasyonlarıyla** kontrol edilir. Uzayda oluşabilecek güneş, yerçekimi gibi etkiler uyduların yörüngelerindeki konumlarını etkiler.

Yer kontrol istasyonları uyduların yörüngelerindeki konumlarının kestirimini yaparlar. Belirlenen hata uydulara yer kontrol istasyonları tarafından iletilir. Bir kontrol istasyonu tarafından yükleme zamanından bir sonraki yüklemeye kadar hata büyür. Uydu ile alıcı arası yaklaşık 20200 km kabul edilirse, efemeris hatası yaklaşık ± 2.5 m olabilir (Kahveci & Yıldız, 2012).

GNSS uygulamalarının sinyalleri üzerinde gönderilen uydu efemeris bilgilerine yayın (Broadcast) efemeris bilgileri denir. Uydunun o an gönderdiği bilgilerdir. Yer kontrol istasyonları GNSS uyduların yörüngelerindeki konumlarını tekrar hesaplayıp internet üzerinde yayınlamaktadırlar. Yer kontrol istasyonlarının ek hesaplamaları ile tekrardan hesaplanan uydu konumlarının olduğu efemeris bilgileri

- Ultra – Rapid,

- Rapid,
- Final olmak üzere 3 farklı formatta kurumlar tarafından yayımlanır.

Kullanıcılar geçmişteki ölçüm değerlerini bu yayınlanan yeni efemeris dosyalarındaki uydu koordinatları ile yeniden değerlendirebilir. Özellikle statik ölçüm yöntemiyle konum değeri elde edilecekse, uyduların hassas efemeris değerlerine ihtiyaç vardır.

GNSS uyduların konumları, GNSS sinyal alıcıların konumlarının belirlenmesi için kullanılan geriden kestirme hesabı için gereklidir. Eğer yapılacak konum belirleme çalışmalarında noktanın koordinat belirleme hassasiyeti yüksek bir çalışma isteniyor uygun GNSS ölçüm yöntemi (statik ölçüm yöntemi) ve gerekli efemeris bilgisi ile sağlanabilir.

Uydu saat hatası ve Sinyal alıcı saat hatası:

GNSS tekniği, uydudan alıcıya sinyal iletim süresinin ölçülmesine bağlıdır; bu da zamanın her iki ucunda da bilinmesine bağlıdır. GNSS uyduları, çok doğru olan ancak bir milisaniyeye kadar kayabilen (doğruluk farkı yaratmaya yetecek kadar) atomik saatler kullanır. Bu hatalar, saat düzeltmelerinin hesaplanmasıyla (izleme istasyonlarında) ve düzeltmelerin GPS sinyaliyle birlikte uygun şekilde donatılmış GPS alıcılarına iletilmesiyle en aza indirilir (Penn state college, 2021).

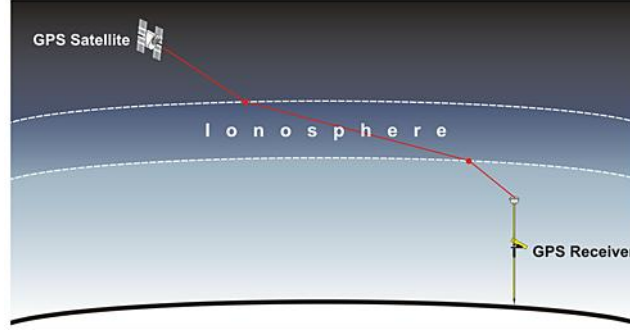
GNSS sinyal alıcıları, GNSS uydularında kullanılan atomik saatlerden daha az kararlı olan quartz kristal saatlerle donatılmıştır. Bununla birlikte, sinyal alıcı saat hatası, iki uydudan (iletim süreleri tam olarak bilinen) gelen sinyallerin varış süreleri karşılaştırılarak ortadan kaldırılabilir (Penn state college, 2021).

GNSS uydusunun kullandığı atomik saat ile GNSS sinyal alıcısının kullandığı quartz saat uyumlu değildir. Atomik saatte enerjinin devamlılığı vardır ve bu sayede saat hassastır. Quartz saat enerjisini pilinden alır ve atomik saate göre hassasiyeti düşüktür. Bu sebeple GNSS uydusunun saati ile GNSS sinyal alıcısının saati eş zamanlı çalışmaz. Bu bağlamda uydudan çıkan sinyalin kat ettiği zamanın hesaplanması tam yapılamaz. 4'den fazla uydudan sinyal alınması saat hatalarının giderilmesinde etki edebilir.

İyonosferik Etki:

İyonosfer, hava moleküllerinin ileri derecede yoğunlaşmış halde bulunduğu ve elektrik iletkenliği kazandığı yüksek atmosfer bölgelerinin tümüdür (Kahveci & Yıldız, 2012).

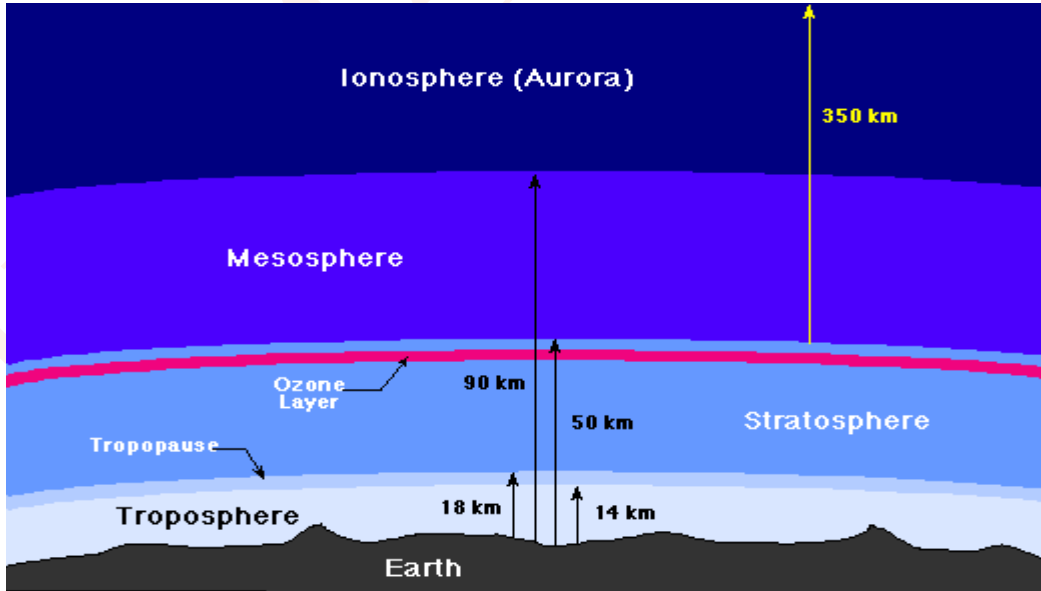
GPS sinyalleri iyonosferden geçerken gecikir. Dünyanın 50 km yukarısından başlar ve 1000 km veya daha fazlasına kadar uzanır. Gecikme elektron sayısı (sinyal yolu boyunca entegre yoğunluk) ile orantılıdır. Serbest elektronların yoğunluğu günün saatine ve enlemine göre büyük ölçüde değişir. Güneş döngülerinden ve mevsimlerden ve özellikle kısa vadeli etkilerden kaynaklanan farklılıklar daha az güçlüdür ancak daha az tahmin edilebilir.



Şekil 41 (Pennstate College, 2021)

İyonosfer yoğunluğu değişir; bu nedenle sinyaller bazı yerlerde diğerlerinden daha fazla gecikir. Gecikme aynı zamanda uydunun tepeye ne kadar yakın olduğuna da bağlıdır (sinyalin iyonosferden geçtiği mesafenin en az olduğu yerde). İyonosfer özelliklerini modelleyerek, GPS izleme istasyonları düzeltmeleri hesaplayabilir ve uydulara iletebilir ve bu da bu düzeltmeleri alıcılara iletebilir. Bu gecikmenin yalnızca dörtte üçünü ortadan kaldırılabilir, ancak iyonosfer GNSS hataları arasında en büyük ikinci katkıda bulunur (Penn state college, 2021).

İyonosfer tabakasının GNSS uydularının sinyallerine olan etkileri çift frekanslı ölçülerde (sinyallerin L1 ve L2 sinyalleri ile iletilmesi ve alıcıların bu iki sinyali de çözebilmeleri) büyük oranda giderilmektedir (Kahveci & Yıldız, 2012). Günümüzde kullanılan GNSS sinyal alıcıları çift frekanslı alıcılara sahiptirler.



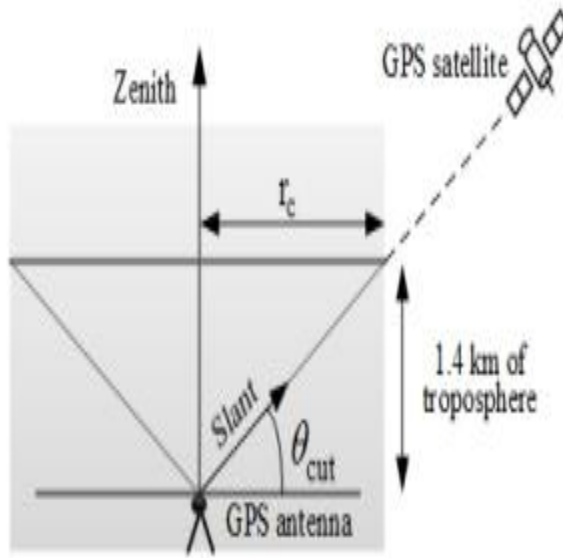
Şekil 42 (Rochester Üniversitesi, 2021)

Troposfer etkisi

Troposfer, havanın yeryüzü ile temas halinde olan en alt tabakasıdır. Kalınlığı kutuplarda yaklaşık 8 km, ekvatorunda 18 km'dir. Hava olayları genel olarak troposferin 3-4 km'lik alt kısımlarında

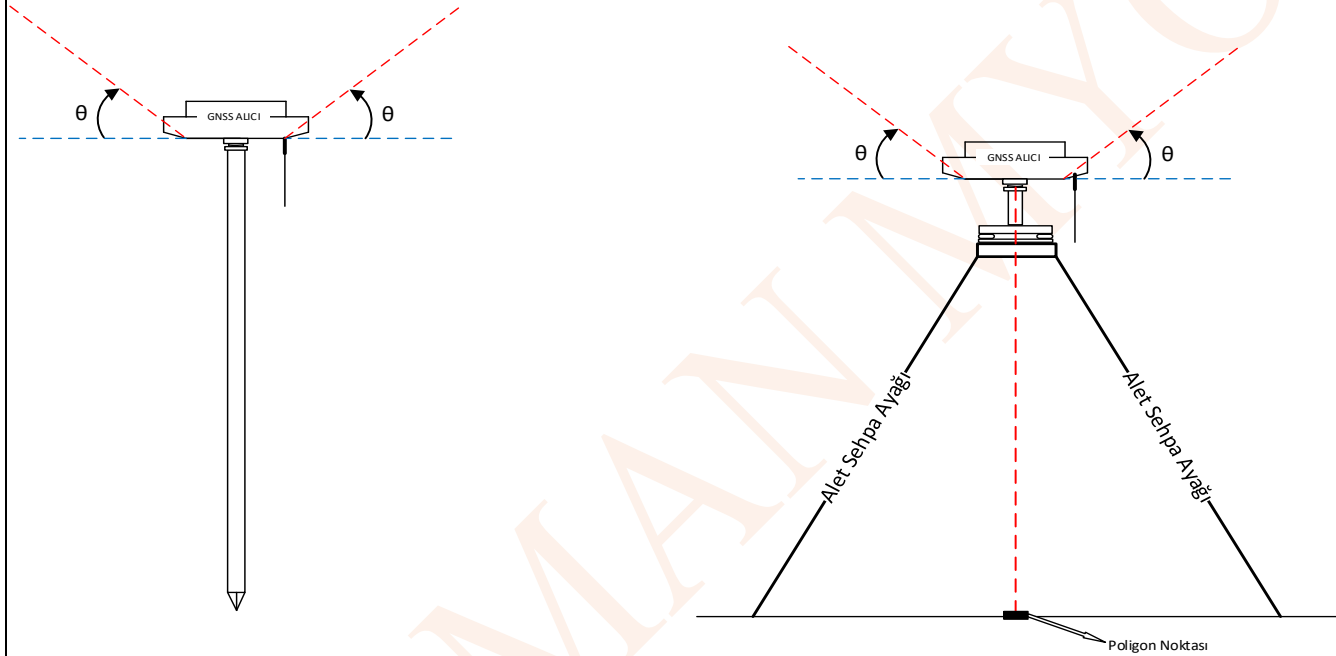
görülmektedir. Troposferdeki etki radyo frekanslarını dağıtıcı etkisi yoktur. İyonosferik etkinin giderilmesinde GNSS sinyal alıcılarının çift frekans algılamaları (hem L1 frekansı hem de L2 frekansı) kullanılabilirken, troposferin sinyallere olan etkisini gidermede geçerli değildir (Kahveci & Yıldız, 2012).

Troposfer tabakasında GNSS uydularından gelen radyo sinyallerinin hızı ve yönü değişir. Troposfer tabakasındaki gecikme, GNSS uydu sinyalinin troposfer tabakasında kat ettiği yola bağlı olduğundan aynı zamanda uyduya olan zenit açısının da bir fonksiyonudur. Bu nedenle sinyal alıcının yükseklik açısı (uydu kesme açısı) değerinin 15° ve yukarısı seçilmelidir (Şekil 43). Daha küçük açılarının seçilmesinde sinyal yansıma etkisi olacaktır (Kahveci & Yıldız, 2012).



Şekil 43 (Tang, Liao, Zhang, Li, & Yu, 2016)

UYDU KESME AÇISI = UYDU YÜKSEKLİK AÇISI

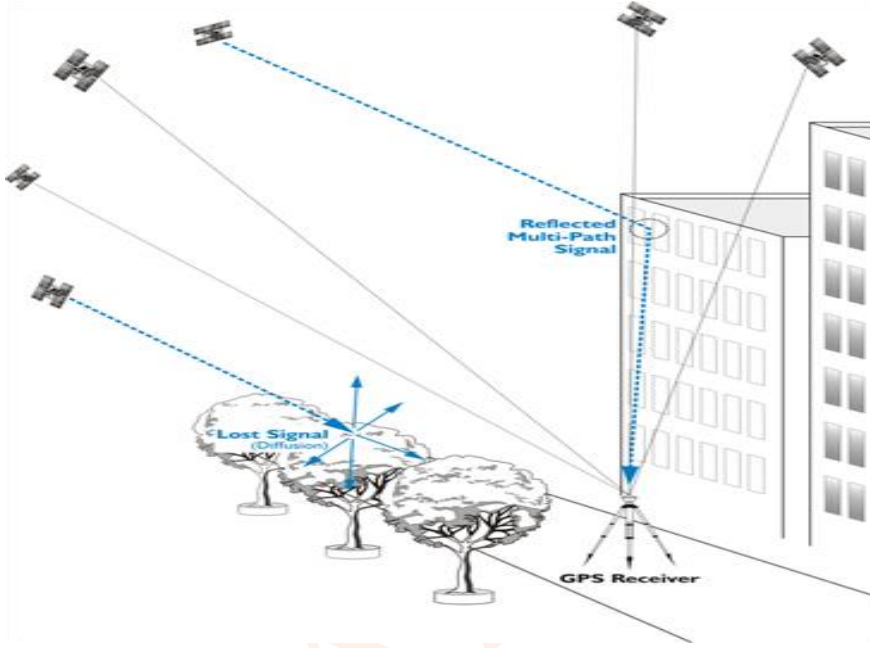


θ açısı uydu kesme açısıdır. Uydu kesme açısının 15° ve üstünde alındığında troposfer etkisi ve sinyal yansıma etkisi azalır.

Şekil 44

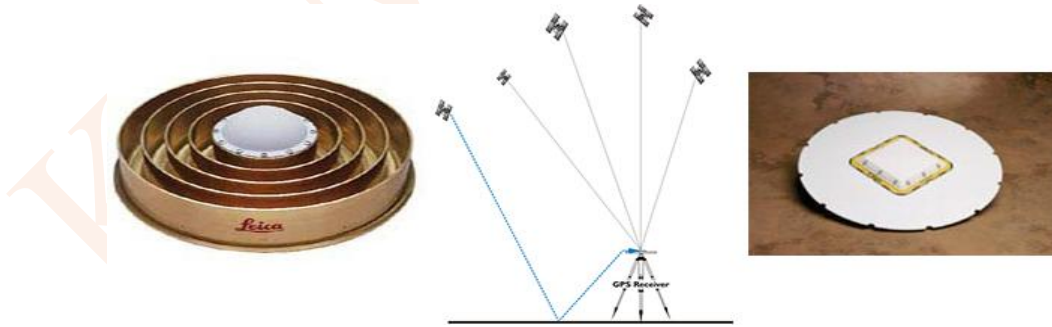
Sinyal yansıma (Multipath) etkisi

GNSS tekniğinde, GNSS uygulamalarından çıkan sinyallerin atmosfer boyunca doğrudan GNSS sinyal alıcılarına gitmesi istenmektedir. Gerçekte olan ise, GNSS sinyal alıcıları doğrudan uydulardan alınan sinyaller ile binalar, ağaçlar ve hatta yer gibi çevredeki nesnelerden yansıyan diğer sinyalleri de algırlarlar. Uydudan algılanacak olan sinyal haricinde farklı yollardan gelen sinyallerin yol açtığı duruma sinyal yansıma etkisi denir (Şekil 45).



Şekil 45 (Pennstate college, 2021)

Antenler, aşağıdan yansıyan sinyallerin neden olduğu paraziti en aza indirecek şekilde tasarlanmıştır (Şekil 45), ancak yukarıdan yansıyan sinyallerin ortadan kaldırılması daha zordur.

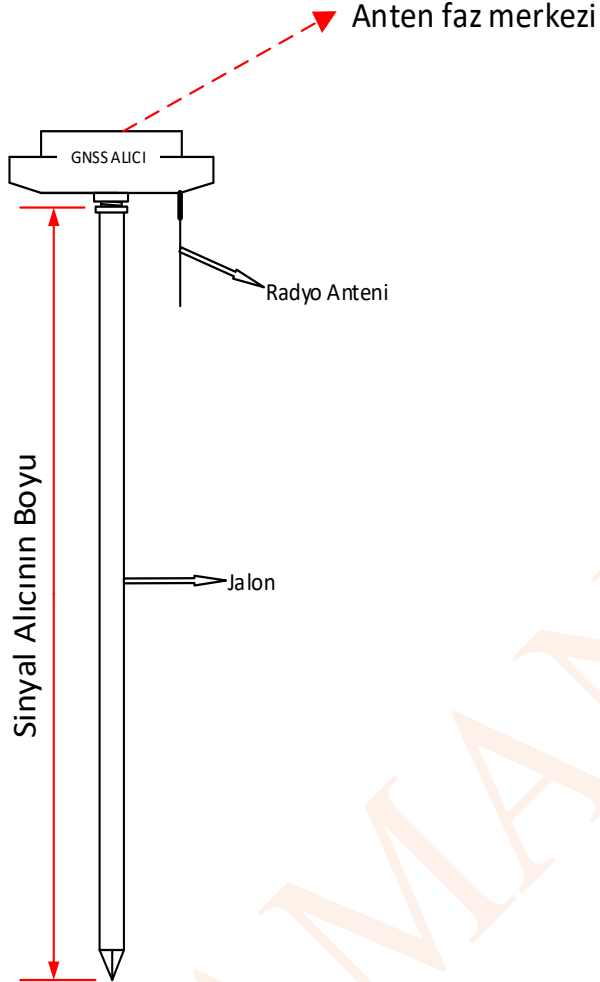


Şekil 46 (Pennstate college, 2021)

Sinyal yansıma hatalarını en aza indirmek için uydu kesme açısı 15° ve üstünde değerlerde alınabilir.

Anten Faz Merkezi Hatası Etkisi

GNSS sinyal alıcı anteni faz merkezi GNSS uydularının antene ulaştığı nokta olup bu noktada geometrik faz merkezinden farklıdır (Kahveci & Yıldız, 2012).

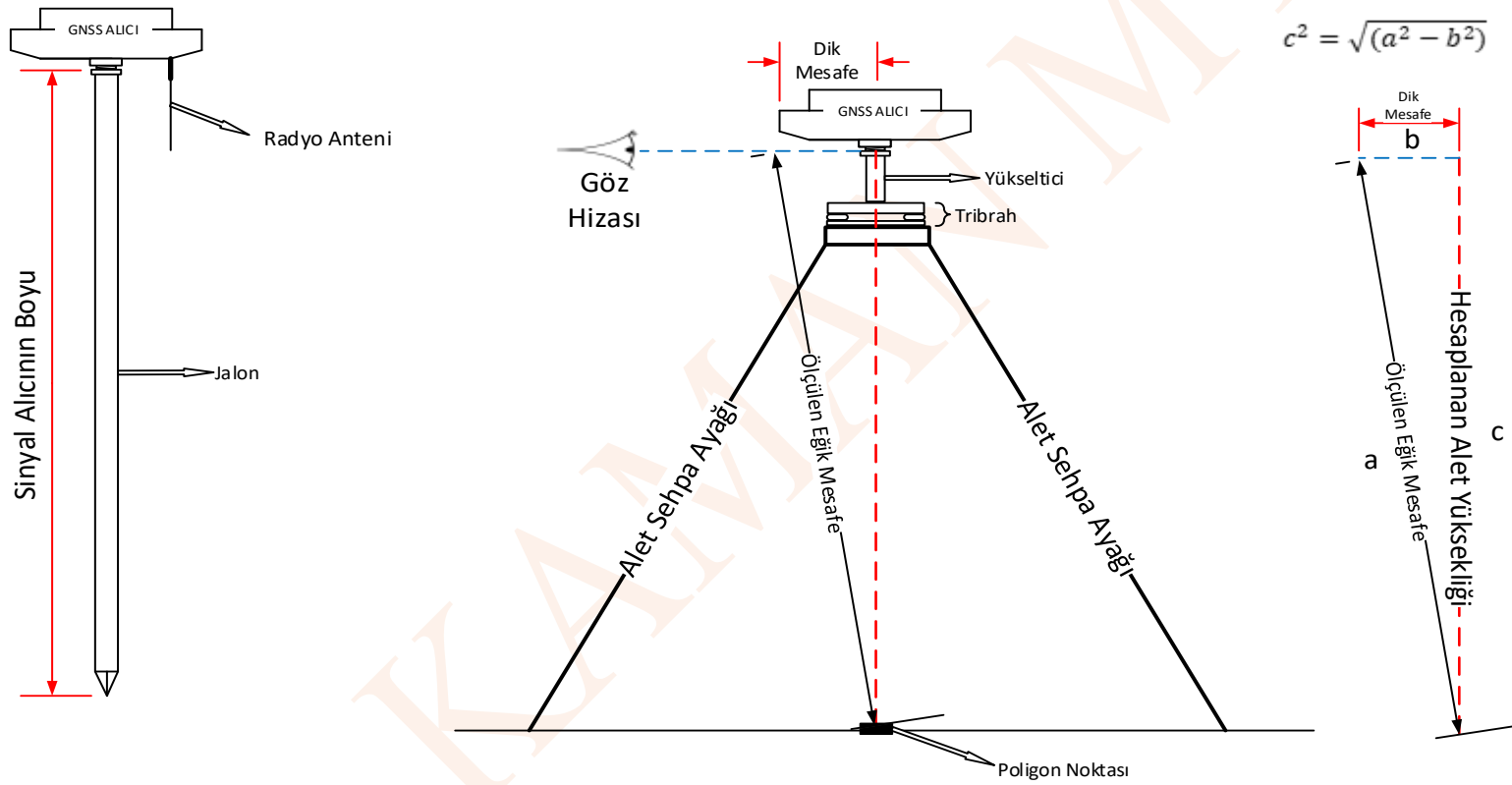


İdeal olarak GNSS sinyal alıcısının faz merkezi, antene ulaşan sinyalin geliş doğrultusundan bağımsız olması gerekir. Ancak uygulamada, uydu sinyalinin geliş açısı ve uydu kesme açısına (yükseklik açısı) bağlı olarak antenlerin faz merkezlerinde küçük değişimler gözükmemektedir (Kahveci & Yıldız, 2012).

Şekil 47

Jeodezik amaçlı antenlerde, genellikle faz merkezi yatay konumda anten fiziksel merkezi ile aynı olup, **esas sorun düşey bileşendedir**. Bu nedenle, ortalama faz merkezleri anten fiziksel referans merkezine göre çok iyi bilinmeli ve arazide yapılan anten yüksekliği ölçümleri yeterli titizlikte ve mm duyarlılıkta yapılmalıdır (Kahveci & Yıldız, 2012) (Şekil 48).

GNSS SİNYAL ALICISININ ALET YÜKSEKLİĞİNİN BELİRLENMESİ



Şekil 48

Özet

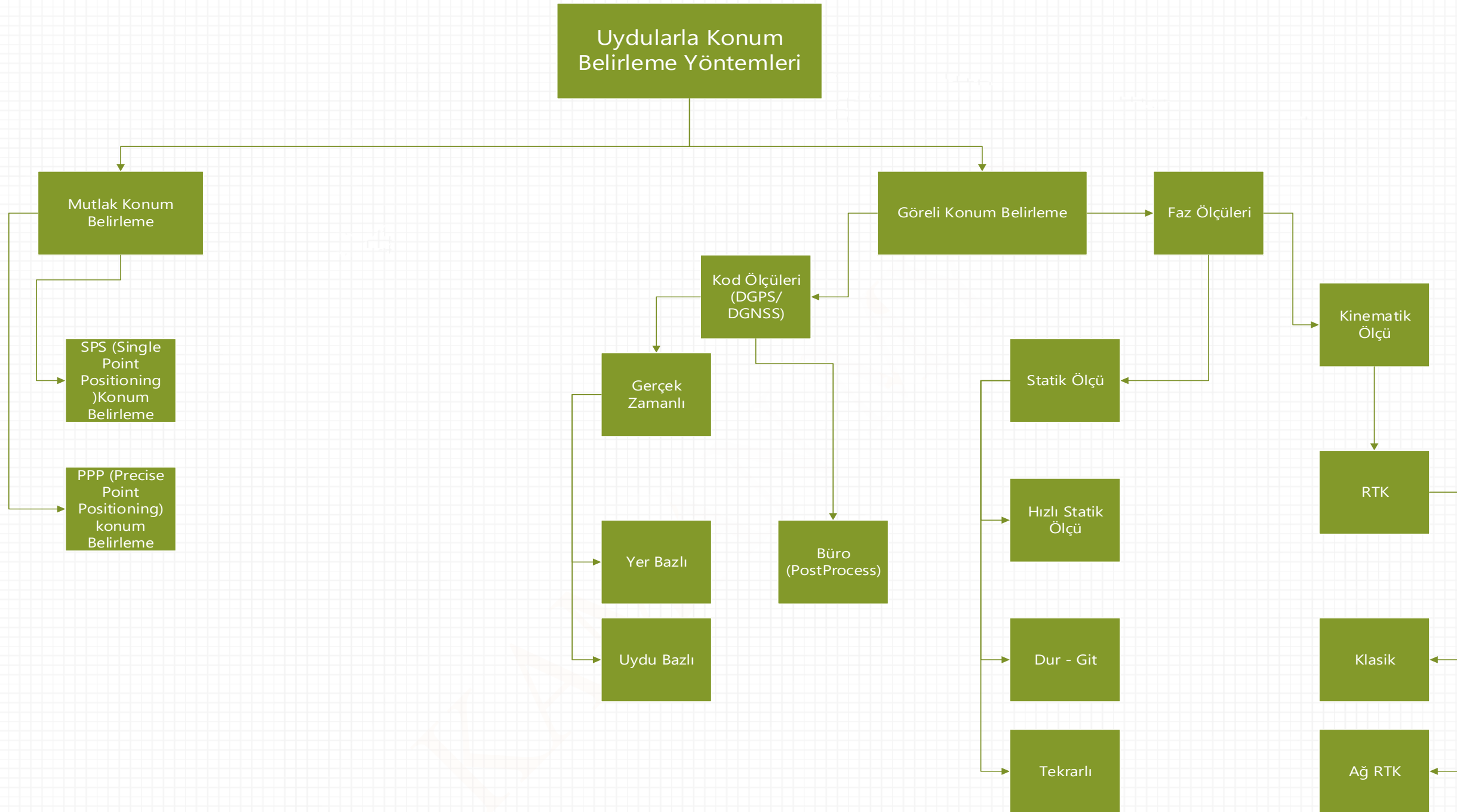
GNSS Ölçümlerinde Oluşan Hatalar konu başlığı altında değinilen hatalar dikkate alındığında, **hiçbir GNSS ölçüm yöntemi kullanılmadan**, sadece GNSS sinyal alıcısının topladığı sinyallerle nokta konumunun hassas bir şekilde bulunamadığı görülmüştür. GNSS alıcısının en az dört uydudan aldığı sinyaller üzerindeki efemeris bilgileri yardımıyla, sinyal alıcı ile uydu arasındaki mesafelerin bulunması ve Denklem 1’de belirtilen formüllerin çözümü noktaların hassas bir şekilde konum bulmasına yetmeyecektir.

GNSS ölçüm tekniğinde elde edilen konum doğruluğunu arttırmak için hataların yok edilmesi veya daha aza indirgenmesi için ölçümlerde dikkate alınması gerekenler:

- Jalon üzerine kurulan veya alet sehpası üzerine kurulan GNSS sinyal alıcının yüksekliği dikkatlice ölçülmelidir. Ölçülen alet yüksekliği:
 - koordinatı bulunan noktanın yükseklik koordinat değerini doğru ölçmek için,
 - alet faz merkez hatasını önlemek için çok önemlidir.
- GNSS tekniğinde uydu konumlarındaki hatalardan dolayı, koordinatı ölçülecek noktanın konum doğruluğunu arttırmak için yer kontrol birimlerinin hesapladığı yeni efemeris bilgileri (Ultra – Rapid, Rapid, Final) kullanılarak geriye dönük işlemler yapılabilir. Yapılacak bu işlem maliyet ve zaman gerektirecektir.
- GNSS tekniği ile nokta konumu belirlenirken, ölçüm yapılan alan etrafındaki yansıtıcı yüzeylere dikkat edilmelidir. Arabaların olduğu veya kalabalık alanlarda ölçüm yapılıyorsa ve ölçümde jalon kullanıyorsa, araba veya insanlardan yansıyacak sinyallerin engellenmesi için jalon yüksekliği artırılabilir.
- GNSS tekniği ile nokta konumu belirlenirken, ölçüm yapılan alan etrafındaki bina, elektrik direği, ağaç gibi coğrafik objelere gelen GNSS uydu sinyalleri, bu objelerden yansyıp GNSS sinyal alıcısına gelebilir. Bu sinyallerin yansımından dolayı nokta konumu hatalı bulunabilir. Bu durumu engellemek için uydu kesme açısını 15° ve daha fazla olacak şekilde belirlemek faydalı olacaktır.
- GNSS tekniği ile nokta konumu belirlerken, Troposfer etkilerin önlenmesi için uydu kesme açısı 15° ve daha fazla olacak şekilde belirlemek, nokta konumunun daha doğru bulunması açısından faydalı olacaktır.
- GNSS tekniği ile tek bir noktanın koordinatının daha hassas belirlenmesinde, nokta üzerinde daha uzun süre ölçüm yapılması noktanın konum doğruluğunu arttıracaktır. Ölçü süresi ile nokta konum doğruluğu arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmüştür (YALÇIN, İNAL, & KALAYCI, 2008).

Dikkat edilmesi gereken kriterler ölçüm doğruluğunu muhakkak arttıracaktır. Fakat ölçümün yapılmasında istenilen zaman, maliyet ve hassasiyet dikkate alınarak bir ölçüm yöntemi belirlenmelidir.

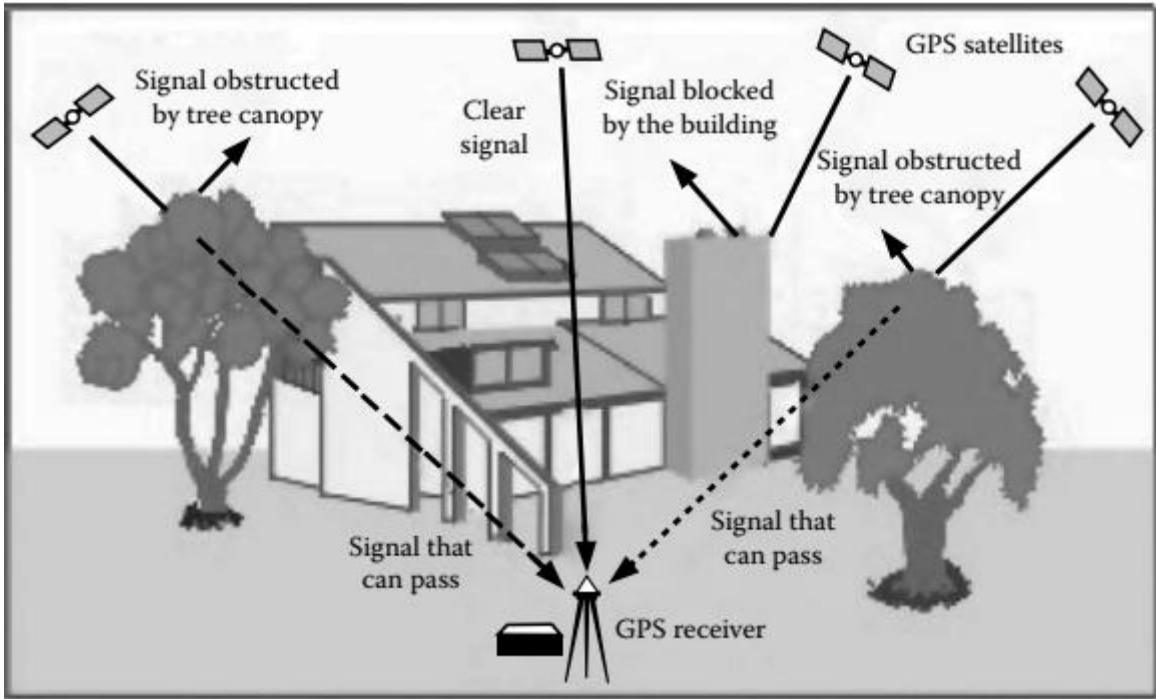
GNSS TEKNİĞİNDE ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ (ŞEMA)



GNSS Tekniğinde Ölçüm Yöntemleri

Ülkemizde büyük ölçekli haritaların üretiminde (1/5000 ve daha büyük ölçekli) ve Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi (TUREF)’ne dayalı üç boyutlu kartezyen koordinatların elde edilmesinde kullanılan teknik yönetmelik *Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği*’dir. Yönetmelikte C1, C2, C3 , C4 derece noktaların koordinatlarının belirlenmesinde, poligon noktalarının koordinatlarının belirlenmesinde ve detay ölçülerinde koordinatların belirlenmesinde hangi tip GNSS ölçüm yönteminin kullanılacağı ilgili maddelerde belirtilmiştir. Yönetmelikte nokta tipine göre, dayalı statik GNSS ölçüm yöntemi, hızlı statik ölçü yöntemi, gerçek zamanlı kinematik ölçü yöntemlerinin kullanılabileceği belirtilmiştir.

GNSS Ölçüm Yöntemleri ve Dikkat Edilecekler



Şekil 49 (BOSSLER, CAMPBELL, McMASTER, & RIZOS, 2010)

- GNSS sinyal alıcısı GNSS uydularından sinyalleri direkt olarak almalıdır.
- GNSS sinyal alıcısı etrafında sinyal almasını engelleyecek yüksek ağaçlar, geniş yapraklı ağaçlar bulunmamalıdır.
- GNSS sinyal alıcısının alet yüksekliğinden daha yüksek objelerin yanındayken ölçüm yapılmamalıdır.
- GNSS sinyal alıcısı alım yaparken yansıtıcı yüzeye sahip objelerin yakınında alım yapılması durdurulmalıdır.

Bu dokümanda Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği'nde belirtilen GNSS ölçüm yöntemlerinden kinematik ölçü yöntemleri hakkında ve Statik ölçü yöntemi hakkında bilgi verilecektir.

Görelî Konum Belirleme

Tek bir GNSS alıcısının bulunduğu konum değeri birkaç metre ile yüzlerce metre hatalı olabilir. Çünkü GNSS sinyal alıcısı kendi başına, oluşacak uydu ile sinyal alıcı saatlerinin senkron olmamasından dolayı hataları, uydunun yörüngesinden sapması sonucu efemeris bilgisindeki uydu koordinatlarının hatalarını, uydunun gönderdiği sinyalin atmosferin tabakalarından geçerken oluşacak hataların tamamını belirleyemez. GNSS sinyal alıcısı tek başına bulunduğu koordinatlar hatalıdır, tek başına yaptığı bu ölçüm yöntemi mutlak ölçüm yöntemidir ve tek başına yaptığı ölçüm yöntemine Standart Positioning Point (SPP) olarak ifade edilir. Eğer GNSS sinyal alıcısı oluşan hata değerleri elde edilip, mutlak belirlediği ölçümlere bu hatalar eklenebilse hassas bir şekilde konum bulabilir. Hataları belirleyebilmek için ikinci bir sinyal alıcıya ihtiyaç vardır.

İkinci sinyal alıcı da, kendi başına ölçüm yaptığında, üzerine kurulu olan noktanın koordinatlarını yanlış bulacaktır. Fakat ikinci GNSS sinyal alıcısı koordinatı bilinen bir nokta üzerine kurulmaktadır (Şekil 51). İkinci GNSS sinyal alıcısına sabit veya sabit sinyal alıcısı (Base veya Reference) olarak ifade edilmektedir. ***Diğer sinyal alıcı gezici sinyal alıcı (Rover) olarak ifade edilir. Sabit sinyal alıcı ile gezici sinyal alıcı eş zamanlı çalışıyor olmalıdır. Her iki alıcı da aynı anda ölçüm yaptığı için aynı uydulardan sinyal alacaktır. Gezici ile sabit arasında oluşan vektör (doğru parçası), gezici sinyal alıcı ile uydular arasındaki mesafeye (yaklaşık 20.000 km) kıyasla çok kısadır. Bu vektörün kısa olması sayesinde, sabit sinyal alıcının elde edeceği hatalar gezici içinde kullanılabilir olacaktır. Gezici sinyal alıcı, sabitin tespit ettiği hatalar ve uydulardan gelen sinyallerdeki efemeris bilgileri sayesinde gezicinin koordinatları bulunacaktır*** (Şekil 50) (Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger, & Wasle, GNSS – Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo, and more, 2008).

Sabit ile gezici arasındaki vektöre baz uzunluğu da denilmektedir. Şekil 50'de *A noktası koordinatı bilinen üzerine sinyal alıcı kurulan sabit nokta, B noktası koordinatı bulunacak olan ve üzerinde jalon ile sinyal alıcının kurulu olduğu gezici noktadır.* Şekil 50'da A ve B noktaları arasında oluşan vektör (doğru) $\overline{AB}$ vektörü olarak temsil edilmiştir. Aşağıda A ve B noktaları arasındaki baz vektörün B noktasının koordinatlarının bulunmasındaki rolü formüle edilmiştir ((Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger, & Wasle, GNSS – Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo, and more, 2008)).

$$X_B = X_A + \Delta X_{\overline{AB}}$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y_{\overline{AB}}$$

$$Z_B = Z_A + \Delta Z_{\overline{AB}}$$



Şekil 50

Her iki sinyal alıcıda yaklaşık aynı hatalara maruz kalmaktadır. Sabit sinyal alıcı, bulunduğu hatalı koordinat ile üzerine kurulu olduğu noktanın koordinatını karşılaştırıp o anki oluşacak hataları elde edecektir. Sabit sinyal alıcı, bulunduğu hata değerlerini (belirsizlik) gezici ile paylaşarak gezicinin de hatasız koordinat bulmasını sağlar. Bu ölçüm yöntemine göreli konum belirleme denmektedir.

Gerçek Zamanlı Kinematik (Real Time Kinematic) Ölçüm Yöntemi

Sürekli hareket halinde olan objelerin (araba, uçak, sinyal alıcı, insansız hava aracı,...) konum değerlerinin GNSS sinyal alıcısı ile hassas bir şekilde bulunması gerektiğinde Gerçek Zamanlı Kinematik Ölçüm Yöntemi kullanılması gerekir (Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger, & Wasle, GNSS – Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo, and more, 2008). Gerçek Zamanlı Kinematik ölçü yönteminin yabancı literatürde kullanılan karşılığı Real Time Kinematic Survey (RTK) olarak geçmektedir.

Kinematik ölçüm yöntemi, ölçüm anındaki belirsizliğin çözülmesini ve ölçüm anındaki konum değerinin bulunmasını gerektirir. Asıl sorun, pozisyonu olabildiğince hızlı ve doğru bir şekilde bulmaktır (Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger, & Wasle, GNSS – Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo, and more, 2008).

Koordinatı bulunmak istenen nokta üzerinde konumlandırılmış ve GNSS uydularından sinyal toplayan bir sinyal alıcı, nokta konumunu hassas bir şekilde bulamayacaktır. Çünkü sinyal alıcı, ölçüm anında oluşacak saat hatalarını, uydu efemeris hatalarını, atmosferik hataları tek başına bulamayacaktır.

Her ölçüm anında farklı değerlerde hatalar oluşacaktır. Sinyal alıcının elde ettiği uydu sinyalleri ve sinyaller üzerindeki efemeris bilgileri yardımıyla nokta konumu uzay geriden kestirme yöntemiyle bulunacaktır. **Hesaplanan konum değerinin hassas bir şekilde bulunması için ölçüm anında (zamanında – epoğunda) oluşan hata değerlerinin tespit edilmesi ve nokta üzerine konumlanmış sinyal alıcıya ulaştırılması gerekmektedir.** Bu sayede sinyal alıcı uydulardan elde ettiği sinyaller, sinyaller üzerindeki efemeris bilgileri ve kendisine ulaşan hata değerleri yardımıyla üzerine

konumlandığı noktanın koordinatlarını hassas bir şekilde elde edecektir. İşlem sürecine Kinematik ölçüm yöntemi denmektedir. Kinematik ölçüm yönteminde hata değerlerinin bulunması için ikinci bir sinyal alıcıya ihtiyaç vardır.

Kinematik ölçüm yöntemi, sabit sinyal alıcıda hesaplanan belirsizlik değerlerinin gezici sinyal alıcıya iletilmesine dayalı olarak iki farklı ölçüm yöntemine ayrılır. Aşağıda bu ölçüm yöntemleri anlatılmaktadır.

Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik Ölçüm (Classical RTK)

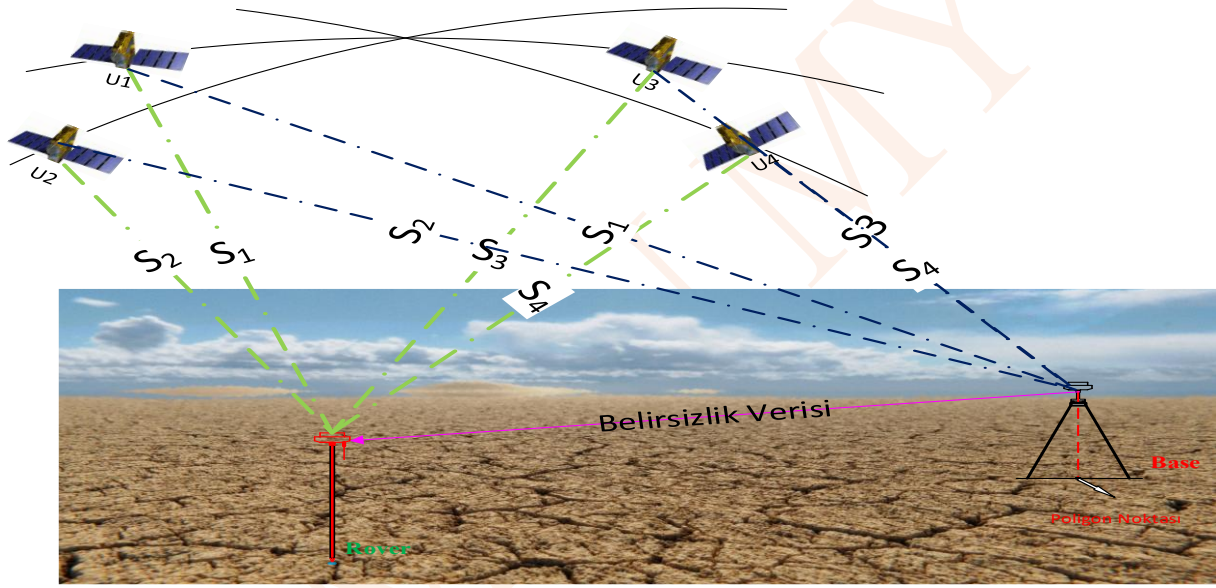
Görelî konumlandırmanın amacı, çoğu uygulama için sabit olarak bilinen bir noktaya göre bilinmeyen bir noktanın koordinatlarını belirlemektir. **Başka bir deyişle, göreceli konumlandırma, genellikle baz vektör veya basitçe baz olarak adlandırılan iki nokta arasındaki vektörün belirlenmesini amaçlar** (Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger, & Wasle, GNSS – Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo, and more, 2008). Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik ölçüm yöntemi de, GNSS sinyal alıcısı kullanılarak yapılan görelî konum belirleme yöntemlerinden biridir. Dokümanda Klasik Gerçek Zamanlı Kinematik Ölçüm yöntemi Klasik RTK olarak tanımlanacaktır.

Klasik RTK yöntemimde, koordinatı bulunacak nokta üzerine kurulu olan sinyal alıcının (gezici sinyal alıcı) hassas konum belirlemesi için gerekli belirsizlikler, koordinatı önceden bilinen bir nokta üzerine kurulu olan bir sinyal alıcı tarafından bulunacak ve gezici sinyal alıcıya gönderilecektir. Anlatımı yapılan işlem daha önce tanımlı yapılan kinematik ölçüm yöntemidir. Klasik RTK yönteminde bu sürecin yapılabilmesi için:

- Sabit olarak kullanılan sinyal alıcının üzerine kurulu olduğu noktanın koordinatının biliniyor olması gerekir,
- Sabit ile gezici sinyal alıcılar eş zamanlı ölçüm yapıyor olmalıdırlar. ***Çünkü belirsizlik değerleri her ölçüm anı (zamanı – epöğü) için değişecektir,***
- Sabit ile gezici sinyal alıcılar eş zamanlı ölçüm yapıyorken aynı uydulardan sinyal alıyor olmalılar,
- **Nokta koordinatlarını (konumunu) bulacak olan aletlerin biri sabit biri de gezici olmak üzere iki adet sinyal alıcıya sahip olması gerekir,**
- **Sabit sinyal alıcının bulduğu belirsizlik değerinin, gezici sinyal alıcısına iletilebilmesi için her iki cihazda aynı kanal aralığında radyo sinyalleri alıp/veriyor olmaları gerekmektedir.**
- Gezici sinyal alıcı hassas koordinat bulmak için dörtten daha fazla uydudan sinyal almak zorundadır.

Tanımlanan koşullar sağlandığı takdirde, Klasik RTK ölçüm yöntemiyle anlık nokta konumu bulunabilir. Şekil 51 Klasik RTK yönteminin temsilidir. Sabit ve gezici sinyal alıcılar, eş zamanlı olarak

U1, U2, U3 ve U4 uydularından sinyal almaktadır. Sabit olan sinyal alıcının da bulunduğu konum doğruluğu hassas olmayacaktır. **Fakat üzerine kurulu olduğu noktanın koordinatları bilindiği için, hesapladığı koordinatlar ile bilinen nokta koordinatları karşılaştırılıp o ölçüm anındaki belirsizlik değeri hesaplanacaktır.** *Hesaplanan belirsizlik değeri radyo sinyallerine işlenip, dahili veya harici radyo anteniyle etrafa yayılacaktır. Gezici sinyal alıcı, ölçüm yaptığı anda ki belirsizlik değerini, sabit sinyal alıcı tarafından yayılan radyo sinyalleri sayesinde alacaktır.* Gezici sinyal alıcının bu radyo sinyallerini alabilmesi, dahili veya harici radyo alıcısına ihtiyacı vardır. Gezici ile sabit sinyal alıcılar aynı kanal ayarında olmalılar.



$S1 = V * (t2-t1)$ **Base** = sabit sinyal alıcı = referans alıcı **Rover** = gezici sinyal alıcı

Şekil 51

Gezici sinyal alıcı Klasik RTK yöntemiyle konum bulurken dörtten fazla uydudan sinyal almalıdır. Çünkü RTK yönteminde anlık konum bulunmaktadır ve ölçüm anında toplanan GNSS uydu sinyalleri üzerindeki uydu efemeris bilgilerinde hata olabilir. **Yani ölçüm anında toplanan sinyali gönderen uydulardan bazıları kendi yörüngesi üzerinde olmayabilir. Bu sebepten dolayı bulunacak koordinat değerinde hata oluşabilir. RTK yöntemiyle daha hassas koordinat bulunması için dörtten fazla sayıda uydudan sinyal almanın faydası olacaktır.**

Şekil 52 GNSS sinyal alıcısı, sinyal alıcıyı yönetmek için kullanılan el ünitesi ve Klasik RTK yönteminde radyo sinyalinin yayılması ve alınması amaçlı kullanılan sinyal alıcı anteni görülmektedir.



Şekil 52

El ünitesi kullanım amaçları:

- Ölçüm cihazının Klasik RTK yöntemi ile ölçüm yapılacak şekilde ayarlanmasını,
- Ölçüm cihazının sabit GNSS sinyal alıcısı olduğu veya gezici GNSS sinyal alıcısı olduğunun belirlenmesi,
- Ölçüm sonucu koordinatları bulunan noktaların kayıtlarının tutulması için dosyaların oluşturulması,
- RTK yöntemiyle noktaların koordinatları bulunduğunda, noktaların koordinatları jeodezik enlem ve jeodezik boylam koordinatlarıdır. Noktaların harita düzlemine aktarılması için, el ünitesinde kullanılacak projeksiyonun (ülkemizde Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğine göre kullandığımız projeksiyon, 3 derecelik Universal Transverse Mercator – UTM Projeksiyonu) belirlenmesi,
- Kullanılacak projeksiyonda hesaplamalarda dünya yerine hesaplama yüzeyi olarak kullanılacak dönel elipsoidin (ülkemizde Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğine göre kullandığımız hesaplama yüzeyi Geodetik Reference System 1980 – GRS80 elipsoidi) belirlenmesi olarak sıralanabilir.

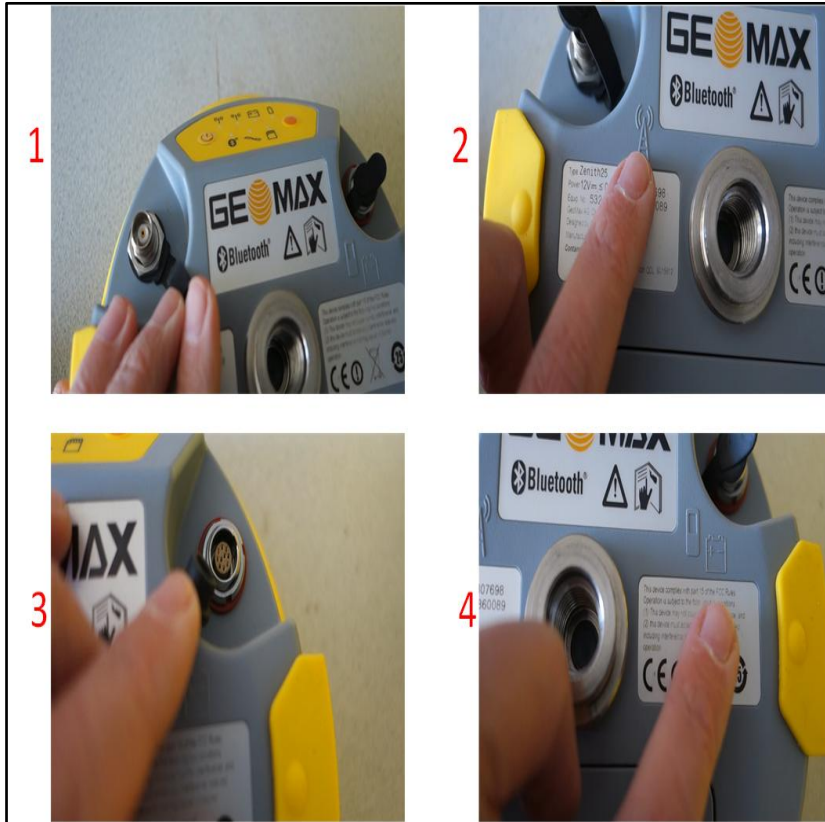
GNSS Sinyal Alıcı Ön Yüzündeki Semboller ve Anlamları



- 1) Sinyal alıcıyı açma kapama tuşu
- 2) Işık sürekli yanıyorsa, cihazın sabit kurulu olduğunu; ışık yanıp sönüyorsa cihazın belirsizlik değerini bulduğu ve yaydığını belirtir.
- 3) Işık sürekli yanıyorsa, cihazın gezici cihaz olarak kurulu olduğunu; ışık yanıp sönüyorsa cihazın belirsizlik değerini aldığını belirtir.
- 4) Cihaza harici güç kaynağı (akü) bağlı olduğunu belirtir.
- 5) Sinyal alıcının dahili batarya ile çalıştığını ve bataryanın dolum oranını ışığın rengiyle belirtir.
- 6) Sinyal alıcının Bluetooth özelliğinin açık olup olmadığını belirtir. Sinyal alıcı ile el ünitesi arasındaki iletişim

Bluetooth teknolojisi ile sağlanıyor.

- 7) Sinyal alıcının GNSS uydularından sinyal alıp almadığını belirtir.
- 8) Sürekli yandığında sinyal alıcının üzerinde bir hafıza kartı olduğunu; yanıp söndüğünde statik ölçüm verilerinin hafıza kartına kaydedildiğini gösterir.
- 9) Sinyal alıcının çalışma mod durumunu (gezici cihaz veya sabit cihaz) değiştirmeye yarar. Tuşa basıldığında Gezici cihaz ise sabit cihaz moduna; sabit cihaz ise gezici cihaz moduna geçilmesini sağlar.



Şekil 53'de 1 numaralı resimde sinyal alıcısına takılan radyo anten girişini; 2 numaralı resimde radyo anten girişi sembolü gözükmemekte. 3 numaralı resimde harici akü veya el ünitesinin kabloyla bağlantısının yapılabileceği giriş yeri gösterilmiştir. 4 numaralı resimde bu giriş yerinin sembolü işaret edilmiştir.

Şekil 53

Sabit GNSS Sinyal Alıcının Kurulması



A



B



C



D



E

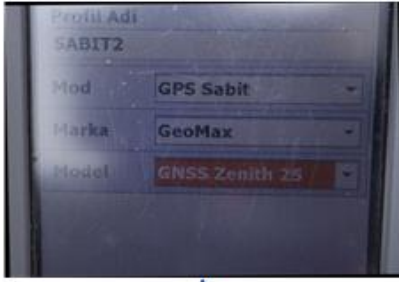


F



G

A resminde Tribrah bulunmaktadır. **A resminde** 1 numara ile tribrahın küresel düzeginin düzeçlenmesinde kullanılan ayar vidalarından bir tanesi gözükmektedir. **A resminde** 2 numara ile tribrahın optik şakülü gözükmektedir. Optik şakül yardımıyla Tribrah ve tribraha bağlanacak sinyal alıcı tam noktanın üzerine kurulacaktır. **B resminde** 1 numara ile tribrahın üzerine kurulu olduğu noktadan geçen yatay düzleme paralel yatay düzlem oluşturmaya yarayan küresel düzeç gözükmektedir. **C resminde** tribraha sabitlenmiş sinyal alıcı gözükmektedir. Ok ile gösterilen nokta alet yüksekliği belirlenirken eğik mesafenin ölçümünde hiza alınan metal kısım gösterilmiştir. **D resminde** optik şakül yardımıyla Tribrah nokta üzerine kurulacak noktanın tam üzerine gelmesi sağlanıyor. **E ve F resimlerinde** alet yüksekliği hiza alınan demire kadar eğik ölçümün yapıldığını temsil ediyor. Alet yüksekliği birden fazla defa ölçülmelidir. **G resminde** ölçüm aletinin nokta üzerine kurulmuş son halinin resmi bulunmaktadır.



A



B



C



D



E



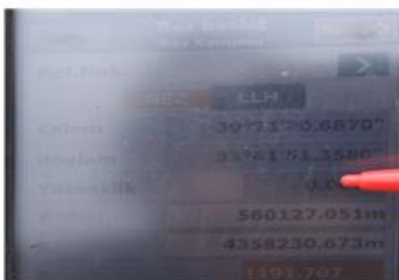
F



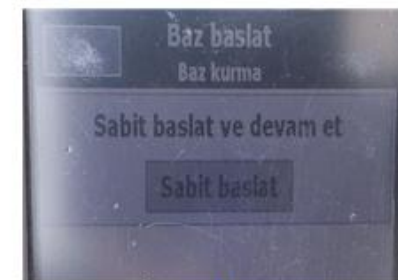
G



H



I



J



K

Klasik RTK ölçümünde sabit olan GNSS sinyal alıcısı ve gezici GNSS sinyal alıcısı el ünitesi kullanarak ayrı ayrı ayarlanmalıdır. Sabit olan sinyal alıcı koordinatı bilinen bir nokta üzerine kurulmalı ve bu noktanın koordinatları yardımıyla elde ettiği belirsizliği etrafa radyo sinyali yardımıyla iletmeleri için ayarlanmalıdır. Sabit GNSS sinyal alıcısının ayarlanması: **A resminde** sabit alıcının el ünitesine ilk defa tanıtılmasında sabit sinyal alıcı için verilen isim, ölçüm modu, Marka ve modelin de belirtilmesi işlemleri yapılıyor. Modelin belirtilmesi sinyal alıcının, anten faz merkezinden noktaya olan düşey mesafeyi, kendi hesaplaması için önemlidir. **B resminde** sinyal alıcının Klasik RTK ölçüm yöntemi kullanacağı belirtilmiştir. Sabit sinyal alıcının bulacağı belirsizliği radyo sinyaliyle yayacağı belirtiliyor. **C resminde**, sabit sinyal alıcının Klasik RTK ölçüm yönteminde belirsizliği radyo sinyali ile yayarken kullanacağı radyo sinyal kanalı belirleniyor. Gezici sinyal alıcıda aynı radyo kanalında ayarlanmalıdır. Belirsizlik değeri RTCM veri formatında yayılacağı belirlenmiş. Gezici sinyal alıcıda aynı veri formatında verileri alacak şekilde ayarlanmalıdır. **D resminde**, uydu kesme açısı veya uydu yükseklik açısı olarak ifade ettiğimiz, sinyal yansıma etkisini azaltmak için girdiğimiz açı değeri ayarlanmalıdır. **E resminde**, sinyal alıcının elde ettiği koordinatları haritacılıkta

kullandığımız koordinat değerlerine dönüştürmek için kullanılacak projeksiyon seçimi (ülkemizde BÖHHBY'e göre 3 derecelik UTM projeksiyonu veya TM projeksiyonu kullanılıyor), Datum seçimi (ülkemizde BÖHHBY'e göre ITRF-96 Datumu kullanılıyor), referans yüzey olarak kullanılacak elipsoit seçiminin yapıldığı gösterilmektedir. **F resminde**, projeksiyonda kullanılacak ve çalışma alanına göre seçilecek parametrelerin girişi gösterilmiştir. 3 dereceli UTM projeksiyonu i, çalışma alanının içinde bulunduğu 3 derecelik dilimin dilim orta meridyeni (Origin Longitude kısmında) bilgisinin girilmesi, projeksiyon sonucunda elde edilecek Y koordinatının (-) çıkması ihtimaline karşın çıkan sonuca 500000 m eklenmesi (False Easting kısmında), yapılacak haritanın büyük ölçekli veya küçük ölçekli olması durumuna göre ölçek katsayısı girilmesi (Ölçek kısmında). Eğer 1/500 ile 1/10000 ölçekleri arasında harita üretimi yapılacaksa ölçek katsayısı 1 olarak girilmelidir. Eğer daha küçük ölçekli haritaların üretimi yapılacaksa ölçek katsayısı değeri 0.9996 olarak girilmelidir. **G resminde**, sinyal alıcının yükseklik değerini hesaplaması için başlangıç yüzeyinin seçilmesi gösterilmiştir. GNSS sinyal alıcıları, WGS-84 elipsoidini yüksekliğin başlangıcı olarak kabul eder ve elipsoidal yükseklik değerini hesaplar. El ünitesinde tanımlanmış farklı bir yüzey (tanımlı geoit veya farklı bir elipsoid) tanımlanmışsa sinyal alıcı o yüzeyi dikkate alacaktır. **H ve I resminde**, sabit olarak belirlenmiş olan sinyal alıcının üzerine kurulu olduğu koordinatları bilinen noktanın koordinat değerlerinin girildiği kısmı göstermektedir. Resimde dikkat edilirse, noktanın hem enlem boylam değerleri (Longitude, Latitude, Height değerleri resimde LLH olarak seçeneği ile belirtilmiş) hem de kartezyen koordinatları (Northing, Easting, Z değerleri resimde NEZ olarak belirtilmiş). **J resminde** verilen bilgilere göre sabit sinyal alıcının başlatılması ve **K resminde** de belirsizliğin bulunduğunu belirtiyor.



Şekil 54

Şekil 54 Klasik RTK ölçümünde sabit cihaz kurulduktan sonra sabit cihaz üzerindeki sembollerin özelliklerini temsil etmektedir. 1 numaralı sembolde lamba yanıp sönmektedir. Anlamı, sabit değerin bulunduğu belirsizlik değerinin etrafa yayıldığıdır. 2 numaralı lamba, sabit sinyal alıcının uydulardan sinyal aldığını belirtmektedir. Sonuçta belirsizlik değeri sürekli bulunması gerekir. Bunun içinde sabit cihazın ölçüm süresince uydulardan devamlı suretle sinyal

toplamalıdır.

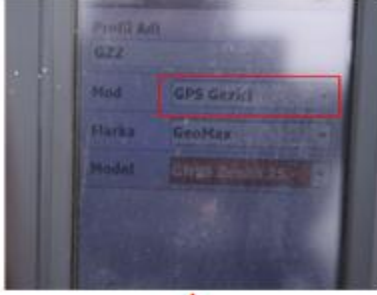
Yukarıdaki anlatımda Klasik RTK ölçümü için sabit cihaz kurulmuş ve bulunduğu belirsizliği etrafa radyo sinyali olarak RTCM veri formatında yaymaya başlamıştır. Bu aşamadan sonra gezici sinyal alıcı ayarlanmalıdır. Ayarlama dikkat edilmesi gereken:

- Sabit cihaz ile eş zamanlı çalışmalıdır. Gezici cihazın, sabit cihazın bulunduğu ve etrafa yaydığı **belirsizlik değerini** kullanarak anlık konum değerini bulabilmesi için eş zamanlı ölçüm yapıyor olmaları gerekmektedir. Belirsizlik değeri değişkendir. Sabit cihaz tarafından devamlı yeni belirsizlik değeri bulunup etrafa yayılmalıdır,

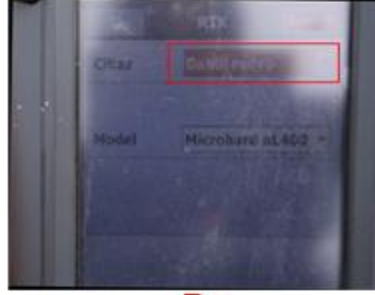
- Gezici sinyal alıcının radyo sinyal alıcısının kanal ayarı, sabit sinyal alıcının kanal ayarı ile aynı olmalıdır. Gezici sinyal alıcının, sabit cihazın yaydığı radyo sinyallerini algılayabilmesi için sabit cihazın radyo kanalı ile aynı kanalda çalışıyor olmalıdır,
- Gezici sinyal alıcının, sabit cihazın radyo sinyaliyle yaydığı, belirsizlik değerini algılayabilmesi için sabit cihazda tercih edilmiş olan veri formatı gezici cihazda da kullanılmalıdır. Yukarıdaki kurulum örneği göz önüne alınırsa, Gezici cihazda da RTCM veri formatı kullanılmalıdır (C harfli resim),
- Gezici sinyal alıcıda nokta koordinat değerinin bulunabilmesi için, sabit sinyal alıcı ile aynı koordinat sisteminde olmalıdır.

Gezici GNSS Sinyal Alıcının Kurulması

Gezici cihazın kurulması aşamaları: **A resminde** el ünitesi yardımıyla sabit cihazın gezici sinyal alıcısı olarak kullanılacağı belirtilmiştir. **B resminde**,



A



B



C



D



E



F



G



H



I



J

olarak kullanılacağı belirtilmiştir. **B resminde**, gezici sinyal alıcının Klasik RTK yöntemiyle ölçüm yapacağı belirlenmiştir. Klasik RTK ölçüm yöntemi seçildiğinde, Sabit sinyal alıcının radyo sinyalleriyle yaydığı belirsizlik değerinin, gezici alıcı tarafında radyo sinyali ile alacağı da belirlenmiş olur.. **C resminde**, gezici cihazın belirsizliği alabilmesi için sabit ile aynı kanal ayarında yapıldığını göstermektedir. Örnekte her iki cihazda 0 kanalında veri alış-verişi yapmaktadır. Ayrıca **C resminde**, gezici cihazın sabit cihazın yaydığı belirsizlik değerini algılayabilmesi için aynı veri formatında (RTCM veri formatı) okuma yapacağı da seçilmiştir. **D resminde**, gezici cihazın sinyal yansımalarını azaltmak için uydu kesme açısı (uydu yükseklik açısı) değerinin girildiği görülmektedir. **E resminde**, gezici sinyal alıcısı ile yapılacak alım işlemlerinde nokta verilerinin kayıt altına alınacağı iş dosyasının açıldığı görülmektedir. **F resminde**, sinyal alıcını elde edeceği jeodezik koordinatların harita düzlemine dönüştürülmesinde kullanılacak olan projeksiyon bilgisi, datum bilgisi, projeksiyon işlemlerinde kullanılacak olan hesaplama yüzeyi bilgilerinin seçim işlemi görülmektedir. **G resmi**, seçilen 3 derecelik UTM projeksiyonu için gerekli parametrelerine dair bilgilerin girildiği penceredir. **H resmi**, yapılacak alım işleminde elde edilecek nokta yüksekliği için başlangıç yüzeyinin belirlenmesi görülmektedir. **I**

ve J resimleri nokta ölçümü işlemindeki arayüz görüntüsüdür. I resminin sol üst köşesinde, alım esnasındaki yatayda (Y ile temsil edilmekte) ve düşeyeki (D ile temsil edilmekte) hassasiyet değerleri gözükmemektedir. Örnekte anlık elde edilen nokta koordinat değerlerinde yatay koordinatların 5 mm hatalı olduğu; düşey koordinatların 14 mm = 1.4 cm hatalı olduğu görülmektedir. J resminde anlık elde edilen jeodezik koordinatlar olan enlem boylam değerleri ve projeksiyon sonucu elde edilmiş kartezyen düzlem koordinat değerleri görülmektedir.



Şekil 55

Şekil 55 gezici cihazın ön yüzünde lambaların durumunu göstermektedir. Geziçi cihazın ayarları yapıldığında belirsizliği aldığını belirten lamba (kırmızı kutu içine alınmış) sürekli yanıp sönecektir.



Klasik RTK ölçüm yönteminde ölçüm işlemi için 2 adet GNSS sinyal alıcısına ihtiyaç vardır. Sabit cihaz belirsizliği bulan cihazdır. Sabit cihazın belirsizliği hesaplaması için, üzerine kurulduğu noktanın koordinatları bilinmesi gereklidir. Sabit cihazın kurulu olduğu noktanın koordinatlarının doğruluğu, hesaplanan belirsizlik değerinin sonucunu da etkileyecektir.



RTK ölçüm yönteminde, gezici cihazın ölçüm anında nokta koordinatı göreceli olarak elde edilecektir. Sabit noktanın bulunduğu belirsizlik değerine göre (göreceli - göreceli) olarak bulunacaktır. Eğer sabit cihazın üzerine kurulu olduğu nokta koordinatları hassas bir şekilde elde edilmişse ve sabit cihazın kurulumunda sorun yoksa, **nokta koordinatlarının doğruluğu uydu efemeris bilgilerine yani sinyal alınan uydunun jeosantrik koordinatlarına bağlıdır.** *Sinyal alınan uydular kendi yörüngelerinden sapabilirler ve sinyal üzerine işleyerek gönderecekleri koordinatlar hatalı olacaktır. Bu durum RTK yönteminde ölçüm anında çözülemez. Bu sebepten dolayı, RTK ölçümüyle anlık konum bulmak için sadece 4 GNSS uydusundan sinyal almak yeterli olmayacaktır. RTK ölçüm yönteminde 4'ten fazla GNSS uydusundan sinyal almak gereklidir.*



RTK ölçümünde, ölçüm anında elde edilecek nokta koordinatının doğruluğunu arttırmak için farklı zamanlarda (farklı epok değerlerinde) ölçümler yapılmalıdır (Şekil 56). Örneğin bir noktanın koordinatlarını bulmak için yapılan alım işleminde 1 epok ölçümle bulunan koordinat değerleri ile 5 epok ölçümle bulunan koordinat değerleri farklı olacaktır. 5 epok değeriyle, 5 ayrı zamanda toplam 5 kere ölçüm yapılır. Örneğe göre 3 saniye ölçüm aralığında 5 epok ölçüm yapılırsa, toplamda 5 farklı zamanda ölçülüm yapılmış olur. Yapılan ölçümlerin ortalamasıyla noktanın koordinat değerleri hesaplanır. Epok değeri arttıkça, hataların belirli bir kısmında indirgeme yapılabilir. Epok değerinin artması ölçüm süresini uzatmaktadır. Noktadan istenen hassasiyete göre epok değerimizi artırılabilir.



Şekil 56

Yukarıda ünlem ile belirtilmiş anlatımları detayların (parsel, bina, kaldırım, duvar gibi doğal veya yapay coğrafik objelerin köşe noktaları) koordinatlarını RTK ölçüm yöntemiyle bulmak için, Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği Madde 46 ve Madde 47 dikkate alınmalıdır. Madde 46'da detay alımında kullanılacak ölçüm aletleri ve bulunacak koordinat doğruluğu kriterleri belirtilmiştir. Madde 47'de hem Klasik RTK ölçüm yönteminde hem de Ağ RTK ölçüm yönteminde dikkat edilmesi gereken kriterler belirtilmiştir. Aşağıda Madde 46 ve Madde 47'nin önemli kısımları özetlenmiştir.

Detay ölçme doğruluğu

MADDE 46- (1) Detay noktalarının izdüşüm koordinatları ve yükseklikleri, elektronik takeometre, GNSS, LİDAR veya diğer teknik ve yöntemler kullanılarak; yatay konum doğruluğu $(\sigma_{x2} + \sigma_{y2})^{1/2} \pm 7 \text{ cm (dahil)}$ 'den daha iyi ve Helmert ortometrik yükseklik doğruluğu $(\sigma_H) \pm 7 \text{ cm (dahil)}$ 'den daha iyi olacak şekilde ölçülmelidir.

GNSS ile detay ölçme

MADDE 47- GNSS ile kinematik konum belirleme teknikleri kullanıldığında, gerçek zamanlı veya sonradan değerlendirmek üzere detay noktaları ölçülebilir. Kinematik GNSS yöntemlerinde bu Yönetmeliğin 46 ncı maddesinde belirtilen konum doğruluğunu sağlayacak uzaklıkta bulunan sabit GNSS istasyonlarından veya bölgeye en yakın C derece ağ veya poligon noktaları üzerine ölçme süresince (eş zamanlı) kullanılmak üzere kurulmuş GNSS referans istasyonlarından yararlanılabilir. Detay alımında, gezici alıcı ile konumu belirlenen noktalarda çoklu yansıma etkisi en az olmalıdır. Bina köşesi, ağaç gövdesi, telefon ve elektrik direkleri ile benzeri noktalarda GNSS ile doğrudan detay alımı yapılmamalıdır. GNSS ile klasik GZK kullanılarak ölçme yapıldığında aşağıdaki kurallara uyulmalıdır.

- Uydu sayısı: En az 5 adet (Her bir uydu konumlama sistemi için ayrı ayrı değerlendirilir.),

- b) Veri toplama aralığı: 5 saniye veya daha az,
- c) Uydu yükseklik açısı: 10,
- d) Referans noktasına uzaklık: En fazla 5 km,
- e) Ölçüm süresi: En az 3 epok,

Olmalıdır.

Yukarıdaki a, b, c ve d maddeleri, yönetmeliğin Klasik RTK ölçümlerinde dikkat edilmesi gerektiğini belirten kriterleridir. Klasik RTK işleminde, a şıkkında Uydu sayısı 4 uydudan fazla olduğuna; e şıkkında en az 3 epok ve ölçüm sıklık aralığı 5 saniye veya daha az olacak şekilde veri toplama aralığı olduğuna; sabit GNSS sinyal alıcısı ile gezici sinyal alıcı arasında en fazla 5 km olması gerektiğine dikkat ediniz.

Ağ Gerçek Zamanlı Kinematik Ölçüm (Continuously Operating Reference Station - CORS)

Görelî konum belirleme yöntemi olan Klasik RTK ölçüm yönteminde, koordinatları bilinen bir nokta üzerine konumlandırılmış sabit GNSS sinyal alıcısının bulunduğu belirsizlik değerine ulaşan gezici sinyal alıcı, dörtten fazla GNSS uydusundan da sinyal aldığı takdirde, ölçüm anındaki nokta koordinat değerlerini elde edecektir. Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği Madde 47 ç bendinde sabit GNSS sinyal alıcı ile gezici GNSS sinyal alıcı arasındaki baz uzunluk en fazla 5 km olacağı belirtilmiştir. Klasik RTK ölçüm yönteminde sabit sinyal alıcı ile gezici sinyal alıcı arasındaki bu mesafe belirtilen kısıttan daha az olduğu takdirde, sabit sinyal alıcının bulunduğu belirsizlik değeri yardımıyla gezici sinyal alıcı hassas konum değeri elde edecektir.

Eğer Klasik RTK ölçümünde yönetmeliğin Madde 47 ç bendinde belirttiği, sabit sinyal alıcı ile gezici sinyal alıcı arasındaki baz uzunluğu 5 km değerinden fazla olursa, bulunan belirsizlik değerleri geçerliliğini yitirecektir. Yörünge hatası (efemeris hatası) ile atmosferik hatalar nedeniyle, klasik RTK yönteminin doğruluğu referans istasyon alıcısı ile gezen alıcı arasındaki uzaklığa bağlıdır (İNAL, GÜNDÜZ, & BÜLBÜL, KLASİK RTK ve AĞ-RTK YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI, 2014/2).

Sabit GPS/GNSS ağıları günümüzde birçok gerçek zamanlı veya hassas büro hesaplama (post process) uygulamaları için standart olarak kullanılmaktadır. Bu standart uygulamalar; jeodezik ölçmeler, kadastro ölçmeleri, mühendislik amaçlı ölçmeler, depremlerin önceden belirlenmesi çalışmalarına yönelik ölçmeler, meteorolojik amaçlı ölçmeler vb. olarak sayılabilir. Bu uygulamalardaki ağılar pasif GPS/GNSS ağıları olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle bağımsız referans noktalarından oluşan ve gerektiğinde üzerine alet kurularak ölçme yapılan ağlara pasif jeodezik GPS ağıları (Örn. TUTGA-Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı) adı verilmektedir. Bu ağlardan elde edilen uzun süreli ölçüler büroda mevcut bilimsel ve araştırma amaçlı yazılımlarla değerlendirilmekte ve sonuçta yüksek doğrulukta konum ve hız bilgileri elde edilmektedir. Günümüzde ise gerçek zamanlı

uygulamalar (kadaastro ölçmeleri, makine kontrol sistemleri, araç takip ve navigasyon, tarım vb.) bu ağların aktif olmasını zorunlu hale getirmiştir. Aktif GPS/GNSS ağlarında verilerin arşivlenmesi ve hesaplanmasının yanında, yukarıda sayılan alanlarda konum düzeltme bilgileri (efemeris hataları ve atmosferik hatalar) de kullanıcılara gerçek zamanlı olarak herhangi bir iletişim vasıtasıyla yayınlanmaktadır. Bu şekildeki aktif ağlara genel olarak “Gerçek zamanlı GNSS (RTK CORS; Real Time Kinematic Continuously Operating Reference Stations) Ağı” adı verilmektedir. Ağ-RTK tekniğinin günümüzde en fazla uygulanan şekli sabit GNSS (CORS) ağlarıdır. Diğer taraftan günümüzde “CORS” ile “Ağ-RTK(RTN:Real Time Network)” tanımlarında da farklılıklar bulunmaktadır. Bununla birlikte genel kabul gören en kapsamlı tanımıyla “CORS (açık ifadesi)”, cm doğruluğunda konum belirlenmesine olanak tanıyan, ulusal nitelikte olan ve aynı zamanda ölçme sonrası büro hesaplamalarına olanak tanıyan arşiv sistemine sahip ağlardır (KAHVECİ, 2009/1).

Yukarıdaki yazıda da belirtildiği gibi, pasif GNSS ağları sabit noktalardan oluşmuş, koordinatları belirlenmiş olan noktalardan oluşan ağdır. Noktalar pilye, nirengi gibi noktalardan oluşur. Gerektiğinde bu noktaların üzerine GNSS sinyal alıcı kurulabilir. Bu noktalara bağlı yeni noktaların koordinatları belirlenebilir. Pasif GNSS ağlarından elde edilen veriler ve yazılımlar yardımıyla statik ölçüm değerlendirmeleri yapılmaktadır.

Aktif GNSS ağları, pasif GNSS ağları gibi sabit noktalardan oluşan bir ağdır. Aktif GNSS ağlarındaki noktalar üzerinde sürekli ölçüm yapan cihazlar bulunur. Sürekli ölçüm yapan cihazlar kontrol merkezine hesapladıkları anlık belirsizlikleri gönderirler. Aktif ağa bir iletişim yoluyla bağlanan gezici cihazlar, Aktif ağdaki sabitlerin bulunduğu anlık belirsizlikleri alabilirler (veya geziciye gönderilir).

Aktif GNSS ağları sayesinde sabit sinyal alıcı ile gezici sinyal alıcı arasındaki mesafenin BHHBÜY Madde 47 ç bendinde belirtilen kriter (5 km) değerden fazla olabilecektir. Ağ-RTK sisteminde, tek bir referans istasyonuna (klasik RTK sisteminde tek bir sabit bulunmaktadır) olan bağımlılık ortadan kalkmış, ayrıca, çok sayıda referans istasyonuna ait verilerden yararlanarak belirli bir bölgeye ait atmosferik modelleme yapılması olanağı da sağlanmıştır. Bu modelleme sonucunda ise GNSS ölçülerini etkileyen en önemli hata kaynaklarından birisi olan iyonosfer ve troposfer hataları, konum belirleme uygulamaları için en düşük seviyeye indirilmiş olmaktadır (İNAL, GÜNDÜZ, & BÜLBÜL, KLASİK RTK ve AĞ-RTK YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI, 2014/2).

Geleneksel klasik RTK teknolojisi ile karşılaştırıldığında Ağ-RTK, troposfer, iyonosfer ve uydu yörünge hataları nedeniyle önemli miktarda uzamsal olarak ilişkili hataları ortadan kaldırır ve böylece en yakın referans istasyonundan alıcılar arası mesafeleri 40 km veya daha fazla olan referans istasyon ağlarında RTK konumlandırma, yine de kısa temel konumlandırma performansı sağlar. ((Landau, Chen, Klose, Leandro, & Vollath, 2009))

Ağ RTK ile GNSS gözlem tekniklerinin gücü ile ağ yapısının üstünlükleri (ağ dengelemesi) birleştirilmiştir. Sonuç olarak Ağ-RTK, Klasik RTK tekniğine göre daha uzun baz uzunluklarında (50 -

100 km) faz gözlemlerine dayalı olarak cm doğruluğunda ve gerçek zamanlı konum belirleme tekniğidir (KAHVECİ, 2009/1).

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

Ülkemizde kullanılan Aktif GNSS ağı Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı-Aktif (Gerçek Zamanlı Kinematik hizmeti veren GNSS Ağı) ismindedir. BHHBÜY’de ağın kısa adı TUSAGA-Aktif olarak geçmekte. CORS-TR olarak da anılan TUSAGA-Aktif ağı, Harita Genel Müdürlüğüyle (HGM), Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğüne (TKGM), İstanbul Kültür Üniversitesi yürütücülüğünde sürdürülmüş ortak bir Tübitak projesi kapsamında oluşturulmuştur. 8 Mayıs 2006 tarihinde başlatılmış ve Aralık 2008’de tamamlanmıştır. TKGM ve HGM tarafından ortak yürütülen sistem, 15 Haziran 2011 tarihine kadar test amaçlı ücretsiz olarak çalıştırılmış, o tarihten itibaren sistem hizmet vermeye başlamıştır (Bakıcı, Erkek, İlbey, & Kulaksız, 2017/4).

Ağ-RTK ölçüm yönteminde, kullanıcının sadece bir adet sinyal alıcıya sahip olması yeterlidir. Nokta koordinatını bulmak için kullanılacak olan GNSS sinyal alıcı sadece gezici modunda çalışacaktır. Ağ-RTK ölçüm yöntemi göreceli konum belirleme yöntemidir. Gezici sinyal alıcı ile coğrafik objelerin detay noktalarının koordinat değerlerinin belirlenmesi için belirsizlik verilerine ihtiyaç vardır. Ağ-RTK yönteminde belirsizlik değeri, aktif RTK ağı içinde yer alan sabit sinyal alıcılar tarafından belirlenir.

Aktif RTK ağı içinde belirli aralıklarla oluşturulmuş ağ içinde dağılmış sabit modda gnss sinyal alıcıları bulunmaktadır. Bu sabit sinyal alıcılar, aynı Klasik – RTK ölçüm yönteminde olduğu gibi, koordinatları bilinen noktaların üzerine kuruludur (Şekil 57 ve Şekil 58). Ağ-RTK sistemindeki sabit sinyal alıcıları üzerine kurulu oldukları noktaların koordinatları ve GNSS uydularından aldıkları sinyaller sayesinde belirsizlikleri bulup, Ağ-RTK sisteminin merkezine gönderirler (Şekil 59).



Şekil 57 (Choudhary, 2023)

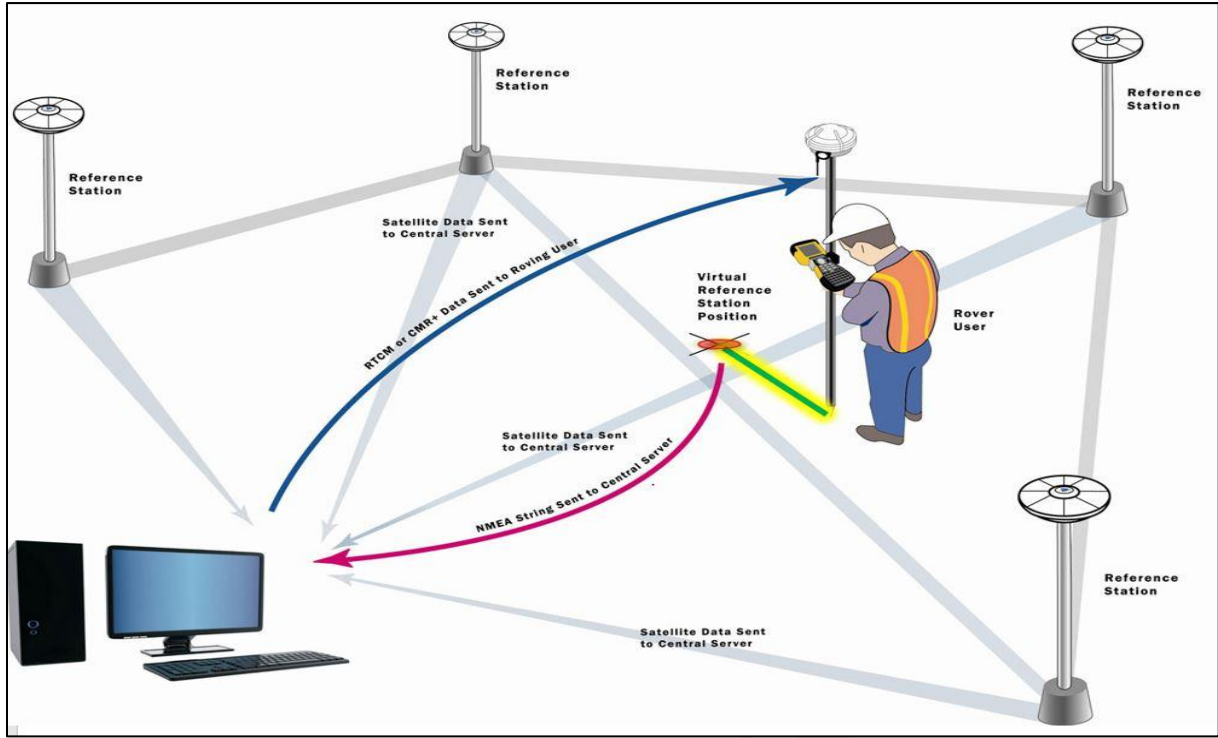


(IGIR) istasyonu

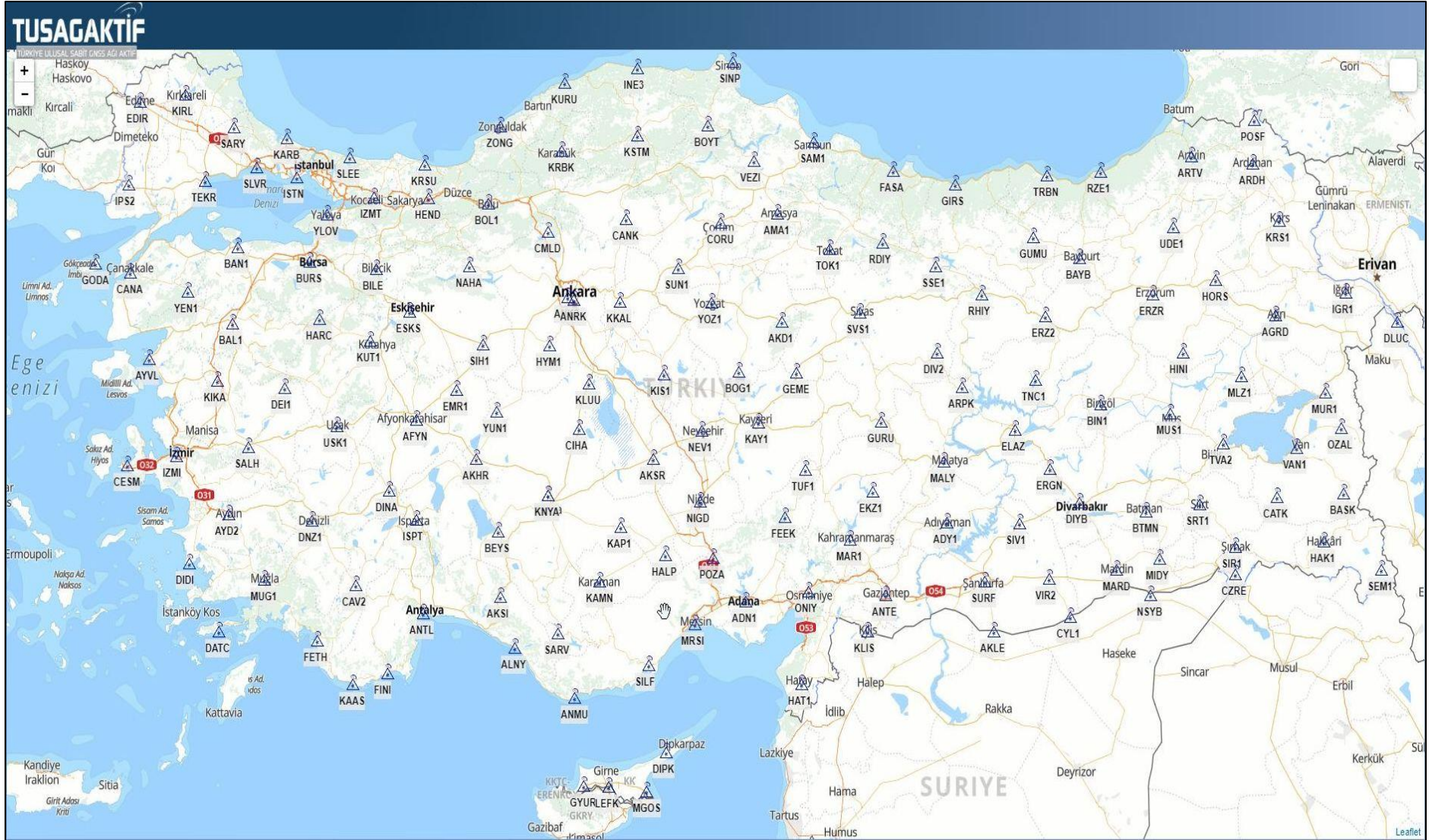
(SIRT) istasyonu

Şekil 58 (Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, 2015)

Sadece gezici ölçüm modunda çalışan bir sinyal alıcı kullanarak ölçüm anında nokta koordinatlarını bulmak için, ölçüm anında Ağ-RTK sistemine bağlanıp belirsizlik değerini elde etmesi yeterli olacaktır (Şekil 59).



Şekil 59 (California Surveying & Drafting Supply, 2021)



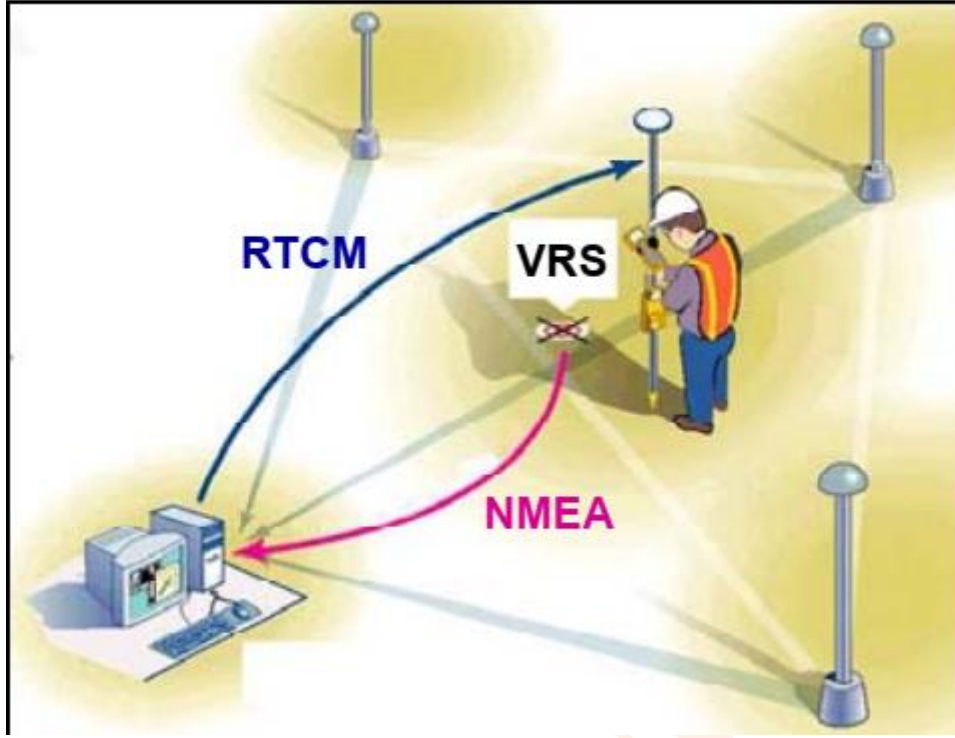
Şekil 60 (TUSAGA-AKTİF, 2021)

Şekil 60 TUSAGA-AKTİF sisteminde yer alan sabit noktaların ülke içindeki yaklaşık dağılımları gözükmemektedir. Tusaga-Aktif sisteminde yer alan sabit gnss sinyal alıcıları hem Türkiye hem de Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti içinde sürekli ölçüm yapmaktadırlar. Tusaga-Aktif sistemi içindeki sürekli ölçüm yapan sabit GNSS sinyal alıcılarının üzerine kurulu olduğu noktaların jeodezik koordinatları (enlem, boylam ve elipsoit yüksekliği) hem de jeosantrik koordinatları (yerin ağırlık merkezine göre X, Y ve Z koordinatı) bilinmektedir. Ayrıca kıtasal hareketlilik dikkate alınarak noktaların yıl içindeki metre bazlı hızları da (Jeosantrik koordinatlara göre X, Y ve Z eksenlerindeki yıl içindeki kayma miktarlarını belirleyen hız değerleri) bilinmektedir.

Ağ-RTK içindeki her istasyon, asgari olarak bir alıcı, bir anten, iletişim ve bir güç kaynağı gerektirir. Çoğu durumda veri iletimi ve kontrolü için ek olarak bir bilgisayar kurulur. İdeal durumlarda, güvenilirlik veya "yedekleme" nedenleriyle ek bir yapılandırma kullanılır. Ayrıca ağı yapılandırmak ve sürdürmek için bir kullanıcı arabirimi gereklidir. Bu radyo iletişimi veya cep telefonları veya internet bağlantısı yoluyla uzaktan gerçekleştirilebilir. Kullanıcıya son işlem için bilgi sağlayan çevrimdışı bir ağ, depolanan veri dosyaları "RINEX" biçimini kullanır. Verilen düzeltmeleri hesaplamak ve iletmek için birkaç yöntem vardır (Mekik , Yildirim, & Bakıcı, 2011).

Ağ-RTK ölçüm yönteminde, coğrafik objenin detay noktalarının koordinatlarını bulmak için kullanılacak olan gezici sinyal alıcıyla koordinatlar hesaplanır. Koordinatların hassas bir şekilde hesaplanması için ölçüm anındaki belirsizlik değerlerinin gezici sinyal alıcıya ulaştırılması gerekmektedir. Klasik-RTK yönteminde belirsizlik değeri, ikinci sinyal alıcı olan sabit gnss sinyal alıcısıyla belirleniyordu. Klasik-RTK yönteminde sabit sinyal alıcı bulunduğu belirsizliği radyo sinyali gezici sinyal alıcıya iletiyordu. Klasik-RTK yönteminde belirsizlik değerinin bulunması, sabit sinyal alıcı ile gezici sinyal alıcı arasında oluşan baz ve eş zamanlı uydu sinyalleri sayesinde ile gerçekleştirilmektedir.

Ağ-RTK yönteminde, sisteme bağlı TUSAGA-AKTİF sistemine bağlı olan sabit sinyal alıcılar devamlı suretle ölçüm yapmakta ve ölçüm değerlerini kontrol merkezine göndermektedir. Bu verilerle bölgesel alan düzeltmeleri oluşturulmaktadır (Janssen, 2009). Gezici sinyal alıcı açıldığı anda alım yapmasa dahi bir koordinat değeri elde eder. Bu değer sonrasında belirsizlik hesaplamasında kullanılacaktır. *Gezici sinyal alıcı, alım işlemine başladığında TUSAGA-Aktif sistemine internet üzerinden bağlanır.* Bağlantı sağlandığında gezici sinyal alıcı, cihaz açıldığında elde ettiği koordinat değerini TUSAGA-Aktif sistemine gönderir. Sistem bu koordinat değerini Sanal Sabit İstasyon (Virtual Reference Station - VRS) koordinatı olarak kullanacaktır. VRS, gerçekte olmayan sanal bir sabit sinyal alıcı gibi düşünülmelidir (Şekil 59 ve Şekil 61 de kırmızı nokta ile temsil edilmiş).



Şekil 61 (Janssen, 2009)

TUSAGA-Aktif merkezi, bu konumu yeni bir sanal referans istasyonunun konumu olarak kabul eder, VRS ile ilgili düzeltmeleri hesaplar ve düzeltme verilerini gezici sinyal alıcıya gönderir. Gezici sinyal alıcı RTK ölçümü boyunca, sanki VRS üzerinden gelen düzeltme verileri ve dörtten fazla GNSS uydusundan aldığı sinyaller ile nokta koordinatını hesaplar. Gezici, verileri sanki tek bir gerçek referans istasyonundan gelmiş gibi yorumlar ve kullanır. Şekil 59 dikkatle incelenirse, VRS (sanal sabit sinyal alıcı) ile gezici sinyal alıcı arasındaki **baz** yeşil bir çizgi ile ifade edilmektedir. Ağ-RTK işleminin yapılabilmesi için Ağ-RTK sürekli ölçüm yapan en az 3 adet sabit sinyal alıcıya ihtiyaç vardır. TUSAGA-Aktif sisteminde 159 adet sabit sinyal alıcı çalışmaktadır.

Tusaga-Aktif sistemi kullanıcıya düzeltme verileri yine internet üzerinden gönderilecektir. İnternet üzerinden gönderilen düzeltme verileri, sinyal alıcıda çözümlenecek bir veri formatında olmalıdır. Veriler RTCM veri formatında gönderilmektedir (Şekil 59 ve Şekil 61). RTCM formatı; GNSS veri değişimi için geliştirilmiş uluslararası standartta gerçek zamanlı uygulamalarda kullanılmaktadır. Özellikle farklı marka ve modeldeki alıcılardan oluşabilen GNSS/CORS ağlarının birlikte çalışması ve entegrasyonu ile bu ağlardan mobil kullanıcılara (gezici alıcılara) iletilen gerçek zamanlı verilerin bir protokol ve veri formatında gönderilmesi, kullanıcılar tarafından da bunların kabul edilebilir olması gerekmektedir. Bu nedenle uluslararası bir standart olarak geliştiren RTCM, başta DGNS olmak üzere günümüzde RTK uygulamalarında etkin olarak kullanılan bir veri formatıdır (Tusaga-Aktif).

Gezici sinyal alıcı ile Tusaga-Aktif sistemi arasında internet üzerinden erişim sağlanması için bir internet protokolü bulunmaktadır. Günümüzde GNSS verilerinin internet üzerinden yayınlanması ve dağıtımı amacıyla geliştirilmiş 2 standart protokol bulunmaktadır. Bunlardan “Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP)”, gerçek zamanlı olarak internet-radyo teknolojisini geliştirip desteklemek amacıyla Almanya Federal Kartografya ve Jeodezi Dairesi (BKG) tarafından geliştirilmiştir (Tusaga-Aktif). Ülkemizde satın alınan cihazlar NTRIP internet protokolü ile TUSAGA-Aktif sistemine bağlanırlar.

Sonraki sayfada, bir gezici sinyal alıcının satın alındıktan sonra ilk defa Ağ-RTK ölçüm yöntemi ile TUSAGA-Aktif sistemine bağlanması için gereken ayarlamalar anlatılmaktadır.

Ağ-RTK Gezici Sinyal Alıcının Kurulması



A



B



C



D



E



F



G



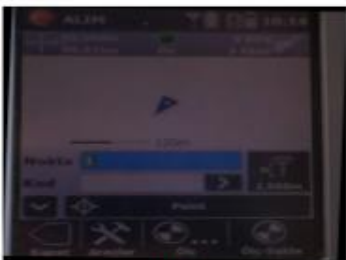
H



I



J



K

Ağ-RTK ölçüm yönteminde, ölçüm anında noktanın koordinatlarını bulmak için, sadece bir adet GNSS sinyal alıcısı kullanılacaktır. Ağ-RTK ölçüm yönteminde nokta alımı yapmak için kullanılacak GNSS sinyal alıcı Gezici modda kurulacaktır. Yandaki resimlerde Ağ-RTK ölçüm yönteminde kullanılacak gezici sinyal alıcı için, ilk defa kurulacak olan bir sinyal alıcının ayarlanması, temsili vardır. Projeksiyon ve koordinat sistemleri için yapılması gereken ayarlamalar Klasik-RTK ölçüm yönteminde kullanılan gezici sinyal alıcı ayarlamalarıyla aynı olduğundan bazı ayar kısımları eksiktir. Eksik olan kısımları bir önceki konudaki anlatımdan bakınız.

A, B, C, D resimlerinde cihazın TUSAGA-Aktif sistemine internet üzerinden bağlanabilmesi için gerekli internet bağlantısını sağlayacak bir GSM şirketinin SIM kart girişinin yapıldığı bölüm gözükmemektedir. Resimdeki cihazda SIM kart yuvası cihazın bataryasının altında kalan bölmede kalıyor. İnternet bağlantısı cihaz tarafından yapılıyor, fakat bağlantının yapılacağı internet adresi ve gerekli kullanıcı bilgi tanımları el ünitesinden yapılıyor. **E resminde**, Sinyal alıcının ölçüm modu belirleniyor. Ağ-RTK işleminde kullanıcının nokta koordinatlarını bulmak için sadece tek bir sinyal alıcıya ihtiyacı vardır. Belirsizlik değeri Aktif ağ tarafından internet üzerinden gezici sinyal alıcıya iletilecektir. **F resminde**, RTK ölçüm yönteminin türü (Klasik-RTK veya Ağ-RTK) ve belirsizliğin elde edilme yöntemi belirlenmektedir. İnternet üzerinden TUSAGA-Aktif sistemi ile iletişime geçileceği için seçeneklerden Dahili GPRS seçilmelidir. **G resminde**, Ağ-RTK ölçümü yönteminin yapılması için gerekli verilerin internet üzerinden gönderilmesinde gerekli parametrelerin seçimi gösterilmektedir. **Sağlayıcı:** internet hizmeti için Kullanılan GSM firmasının seçimidir. **NTRIP:** (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol)

TUSAGA-Aktif sistemi ile gezici arasındaki veri alışverişinin yapılmasında kullanılacak olan RTCM veri formatındaki verilerin gönderileceği internet sitesinin adresinin (IP adres tipinde) belirtilmesi; TUSAGA-Aktif web portalına girişte kullanılacak olan kullanıcı adı ve parolanın belirtilmesi; web portalına girişte açılması gereken port numarasının belirtilmesi işlemlerinin yapıldığı kısımdır. **Kaynak tablo:** Virtual reference station (VRS) yani sanal sabit sinyal alıcının veri gönderip alacağı kaynak tablo seçildiği kısımdır. **H resminde**, G resmindeki NTRIP kısmına girildiğin yapılacak ayarlarının olduğu sayfayı göstermektedir. İsim değeri kullanıcı tarafından belirlenmektedir. Örnekte CORS-TR olarak bir isim girilmiştir. Kullanıcının TUSAGA-Aktif sistemi üzerinden belirsizlikleri alabilmesi için, TUSAGA-Aktif sistemine kaydolmalı ve gerekli ödemeleri yapmalıdır. Kayıt işlemi sonrasında TUSAGA-Aktif sistemi kullanıcıya belirsizlikleri elde edebilmesi için kullanılacak olan Ip adresi, port numarası, kullanıcı adı ve şifre değerini verecektir. Bu değerler H resminde görülen kısımlara girilmelidir. **I resminde**, ölçüm dosyası oluşturulduktan sonraki aşama olan ölçümlere başlandığı aşamayı göstermektedir. Gezici sinyal alıcının nokta koordinatlarını bulmak için nokta ölçümü kısmına girilmesi gerekmektedir. **J resminde**, ölçüm işlemine başlandığın anda cihazın Tusaga-Aktif sistemine bağlantısının yapılması ve belirsizliğin elde edilmesi aşaması görülmektedir. **K resminde**, sinyal alıcı Tusaga-aktif sisteminden belirsizliği aldığı ve ölçüm yapabilir konumda (fix) olduğunu belirten görüntüdür.

Ağ-RTK sistemini kullanan gezici sinyal alıcı, Aktif sisteme bağlandığında (H resmindeki kullanıcı bilgileri ve Tusaga-Aktif web portalı adres bilgileri yardımıyla), ilk yapılan gezici sinyal alıcının açıldığı andaki cihazın kayıt ettiği (kullanıcı kayıt etmiyor, otomatik kayıt ediliyor) nokta koordinat değeri Aktif sisteme gönderilmektedir. Tusaga-aktif sistemi bu koordinat değerini **sanal** sabit alıcının (VRS) üzerine kurulu olacağı noktanın koordinatı olarak belirleyecektir. Fiziken sabit sinyal alıcı yoktur. Tusaga-aktif sistemi, internet üzerinden sisteme bağlanan her gezici sinyal alıcı için bir sanal sabit istasyon oluşturmakta ve her gezici cihazın gönderdiği, ilk cihaz açılışındaki koordinat değerini, o sanal sabit istasyonun üzerine kurulu olduğu farz edilecek nokta olarak ayarlayacaktır. Bu aşamadan sonra TUSAGA-AKTİF sistemi sanal sabit sinyal alıcının üzerine kurulu olduğu nokta değerine göre belirsizlik değerinin bulunmasını sağlayacak ve bulunan belirsizlik değerini yine internet üzerinden RTCM veri formatıyla gezici alıcıya gönderecektir. Belirsizlik değeri bulunurken, Tusaga-Aktif sistemi üzerindeki sabit sinyal alıcıların topladığı sinyallerden yararlanılacaktır.



Ağ-RTK ölçüm yönteminde ölçüm işlemi için 1 adet GNSS sinyal alıcısına ihtiyaç vardır. Belirsizlik değeri, Tusaga-Aktif sistemi tarafından elde edilip sinyal alıcıya gönderilecektir.



RTK ölçüm yönteminde, gezici cihazın ölçüm anında nokta koordinatı göreceli olarak elde edilecektir. Sabit noktanın bulduğu belirsizlik değerine göre göreceli (göreceli) olarak

bulunacaktır. Eğer sabit cihazın üzerine kurulu olduğu nokta koordinatları hassas bir şekilde elde edilmişse ve sabit cihazın kurulumunda sorun yoksa, nokta koordinatlarının doğruluğu uydu efemeris bilgilerine yani sinyal alınan uydunun jeosantrik koordinatlarına bağlıdır. Sinyal alınan uydular kendi yörüngelerinden sapabilirler ve sinyal üzerine işleyerek gönderecekleri koordinatlar hatalı olacaktır. Bu durum RTK yönteminde ölçüm anında çözülemez. Bu sebepten dolayı, RTK ölçümüyle anlık konum bulmak için sadece 4 GNSS uydusundan sinyal almak yeterli olmayacaktır. RTK ölçüm yönteminde 4'ten fazla GNSS uydusundan sinyal almak gereklidir.



RTK ölçümünde, ölçüm anında elde edilecek nokta koordinatının doğruluğunu arttırmak için farklı zamanlarda (farklı **epok** değerlerinde) ölçümler yapılmalıdır (Şekil 56). Örneğin bir noktanın koordinatlarını bulmak için yapılan alım işleminde 1 epok ölçümle bulunan koordinat değerleri ile 5 epok ölçümle bulunan koordinat değerleri farklı olacaktır. 5 epok değeriyle, saniye bazında belirtilen ölçüm aralık değeriyle (örneğin 3 saniyede bir ölçüm yapılacak) 5 ayrı ölçüm yapılır. Örneğe göre 3 saniye aralıkla toplamda 5 farklı zamanda ölçülüm yapılmış olur. Yapılan ölçümlerin ortalamasıyla noktanın koordinat değerleri hesaplanır. Epok değeri arttıkça, hataların belirli bir kısmında indirgeme yapılabilir. Epok değerinin artması ölçüm süresini uzatmaktadır. Noktadan istenen hassasiyete göre epok değerimizi arttırılabilir.



Şekil 62

Yukarıda ünlem ile belirtilmiş anlatımları detayların (parsel, bina, kaldırım, duvar gibi doğal veya yapay coğrafik objelerin köşe noktaları) koordinatlarını RTK ölçüm yöntemiyle bulmak için, Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği Madde 46 ve Madde 47 dikkate alınmalıdır. Madde 46'da detay alımında kullanılacak ölçüm aletleri ve bulunacak koordinat doğruluğu kriterleri belirtilmiştir. Madde 47'de hem Klasik RTK ölçüm yönteminde hem de Ağ RTK ölçüm yönteminde dikkat edilmesi gereken kriterler belirtilmiştir. Aşağıda Madde 46 ve Madde 47'nin önemli kısımları özetlenmiştir.

Detay ölçme doğruluğu

MADDE 46- (1) Detay noktalarının izdüşüm koordinatları ve yükseklikleri, elektronik takeometre, GNSS, LİDAR veya diğer teknik ve yöntemler kullanılarak; yatay konum doğruluğu $(\sigma_{x2} + \sigma_{y2})_{1/2} \pm 7 \text{ cm (dahil)}$ 'den daha iyi ve Helmert ortometrik yükseklik doğruluğu $(\sigma_H) \pm 7 \text{ cm (dahil)}$ 'den daha iyi olacak şekilde ölçülmelidir.

GNSS ile detay ölçme

MADDE 47- GNSS ile kinematik konum belirleme teknikleri kullanıldığında, gerçek zamanlı veya sonradan değerlendirmek üzere detay noktaları ölçülebilir. Kinematik GNSS yöntemlerinde bu Yönetmeliğin 46 ncı maddesinde belirtilen konum doğruluğunu sağlayacak uzaklıkta bulunan sabit GNSS istasyonlarından veya bölgeye en yakın C derece ağ veya poligon noktaları üzerine ölçme süresince (eş zamanlı) kullanılmak üzere kurulmuş GNSS referans istasyonlarından yararlanılabilir. Detay alımında, gezici alıcı ile konumu belirlenen noktalarda çoklu yansıma etkisi en az olmalıdır. Bina köşesi, ağaç gövdesi, telefon ve elektrik direkleri ile benzeri noktalarda GNSS ile doğrudan detay alımı yapılmamalıdır. GNSS ile klasik GZK kullanılarak ölçme yapıldığında aşağıdaki kurallara uyulmalıdır.

(2) TUSAGA-Aktif sistemi ile Ağ GZK düzeltme verisi kullanılarak ölçme yapıldığında aşağıdaki kurallara uyulmalıdır.

- a) Düzeltme verileri alınırken kullanılacak teknik: VRS, FKP veya MAC,
 - b) Belirsizlik çözümü: Sabitlenmiş (Fixed),
 - c) Uydu sayısı: En az 5 adet,
 - d) Veri toplama aralığı: 1 saniye,
 - e) Uydu yükseklik açısı: 10° ,
 - f) Ölçüm süresi: En az 3 epok,
- olmalıdır.

Yukarıdaki a, b, c ve d maddeleri, yönetmeliğin Ağ-RTK ölçümlerinde dikkat edilmesi gerektiğini belirten kriterleridir. Ağ-RTK işleminde, a şıkında sanal sabit sinyal alıcı için kullanılacak yöntemler belirtilmiştir. Önceki anlatımlarda VRS (Virtual Referece Station – Sanal Sabit İstasyon) sisteminin kullanımı anlatılmıştır. b şıkında, ölçüm anında belirsizliğin elde edildikten sonra ölçümün yapılacağı anlatılmakta. Sayfa 72 K resminde bu görülmektedir. c şıkkı Uydu sayısı 4 uydudan fazla olduğuna; d şıkında veri toplama zaman aralığı; e şıkında ölçüm anında sinyal yansımaları ve bazı hataların indirgenmesi için gerekli uydu yükseklik açısı/Uydu Kesme Açısı değerine; f şıkında en az 3 epok olması gerektiğine dikkat ediniz.

Statik Ölçü Yöntemi

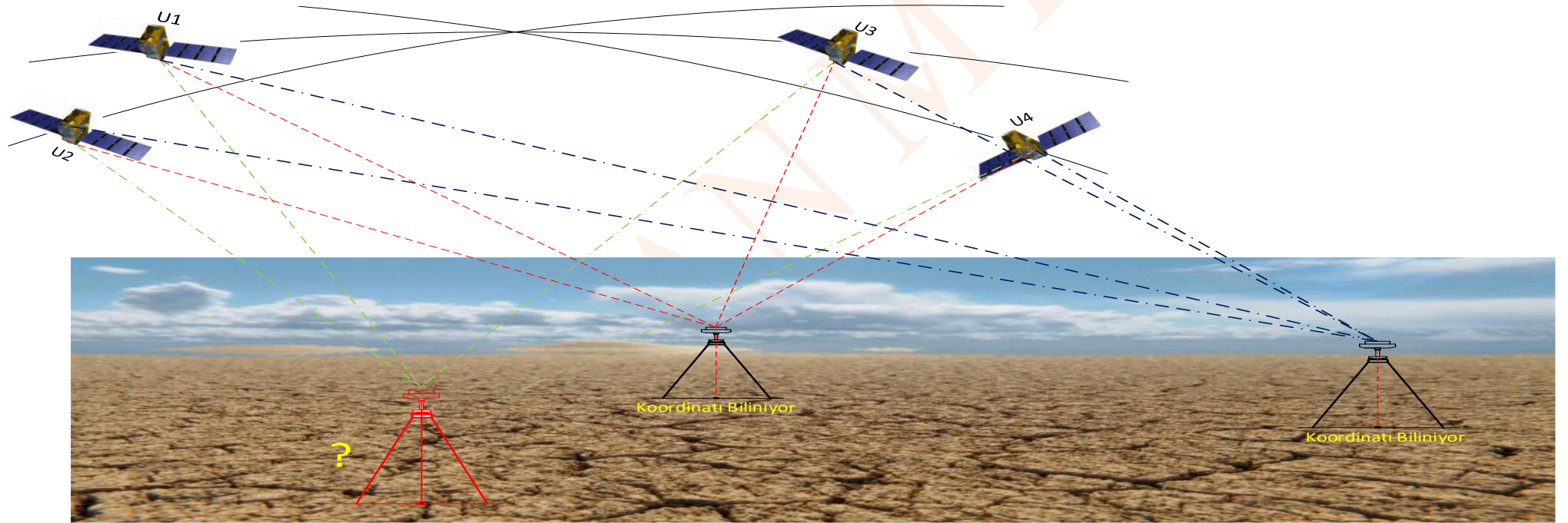
Statik ölçü yöntemi Göreli GNSS ölçü tekniği olup,

- Çok yüksek doğruluk istendiğinde,
- Uzun bazlar söz konusu olduğunda,
- Mevcut uydu geometrisi başka bir ölçüm tekniğine olanak vermediğinde,
- Sistematik etkilerin dikkate alınması (iyonosfer, troposfer etkisi gibi.) durumlarında en iyi yöntemdir (Kahveci & Yıldız, 2012).

Uzun bazların ölçümünde ve yüksek duyarlıklı ağlarda diğer ölçü yöntemleri güvenilir sonuç veremeyeceğinden Statik ölçü yöntemi kullanılır. Statik ölçü yöntemi ile tam sayı belirsizliğini çözebilmek için baz uzunluğuna göre uzun süreli gözlemler gerekmektedir. Statik ölçü yöntemi ile ülkemizde Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı'nın sıklaştırılması için üretilecek olan C1, C2, C3 Derece Ağların (AGA, SGA) ölçümü gerçekleştirilir. Kayıt süresi baz uzunluğuna bağlı olarak değişir. Bu ölçü yönteminde, baz vektörü uzunluğuna bağlı olarak, 30-60 dakika ölçü süresi ile milimetre düzeyinde duyarlık elde etmek mümkündür. Bu teknikler kullanılarak, uzunluğu 600 km'ye kadar olan esas hatlar için 1 cm rms'den daha az doğruluklar elde edilmiştir (Natural Resources Canada, 1995).

Bu teknikte, alıcılar aynı uyduları aynı anda en az bir saat boyunca izlerler. Bulundukları noktada bir saatten fazla (bazen birkaç saat) durmalarının en önemli nedenlerinden biri, GNSS uydularının gökyüzündeki yolları izledikçe, oluşan geometrideki değişimden yararlanmaktır. Belirsizliğin çözülmesine yardımcı olan ve çözümün gücünü (konum hassasiyetini) artırmaya yardımcı olan geometrideki bu değişiktir (Natural Resources Canada, 1995).

Şekil 63 Şekil 64 Statik ölçüm yönteminin temsili şekilleridir. Statik ölçüm yönteminde koordinatı bulunacak nokta üzerinde belirli bir süre ölçüm yapılacaktır. Dokümanda anlatılanlara istinaden, tek bir nokta üzerinde yapılacak ölçümle nokta koordinatı hassas bir şekilde bulunamaz. Statik ölçüm göreli bir ölçüm yöntemidir. Koordinatı bulunacak noktada yapılacak ölçümler dışında, koordinatı bilinen farklı noktalar üzerinde de eş zamanlı ölçüm yapan sinyal alıcılar olmalıdır.



Şekil 63

Statik Ölçüm Yönteminde Ölçüm Aşamaları:

Statik ölçümde, koordinatı bulunacak nokta dışında, en az 3 noktada (bu noktaların koordinatları biliniyor olması gerekmektedir) daha, eş zamanlı ölçüm yapılmalıdır. Statik ölçüm yönteminde, RTK ölçüm yönteminden farklı olarak, ölçüm sırasında belirsizlik değerini bulunması ve belirsizliğin koordinatı bulunacak noktanın üzerine kurulu sinyal alıcıya iletilmesi için bir ayarlama yapılmamaktadır. Her noktada yapılan ölçüm verileri ve koordinatı bilinen noktaların koordinat değerleri değerlendirme yazılımına aktarılır. Değerlendirme yazılımında, koordinatı bulunacak olan nokta ile diğer noktalar arasındaki bazlar oluşturulmaktadır. Belirsizlik değeri bu bazlar sayesinde bulunacaktır. Ayrıca her koordinatı bilinen nokta ile diğer koordinatı bilinen noktalar arasında da bazlar oluşturulmaktadır. Bu sayede tüm noktalar arasında üçgenler oluşmaktadır. Oluşan üçgenler, koordinatı bulunacak noktanın koordinatının bulunmasında kontrol işlemi görecektir. Her üçgen kendi içinde geometrik olarak dengelenecek ve ayrıca üçgenlerin birbirleriyle olan geometrik ilişkileri de (Topolojik ilişkileri) dengelenmiş olacaktır (Şekil 64).

Şekil 63’de kırmızı renkte temsil edilmiş GNSS sinyal alıcısı, koordinatı bulunacak nokta üzerine konumlandırılmış sinyal alıcıyı temsil etmektedir. Siyah renkteki sinyal alıcılar, koordinatı bilinen noktalar üzerine kurulu olan sinyal alıcıları temsil etmektedir. Statik ölçümün yapılabilmesi için:

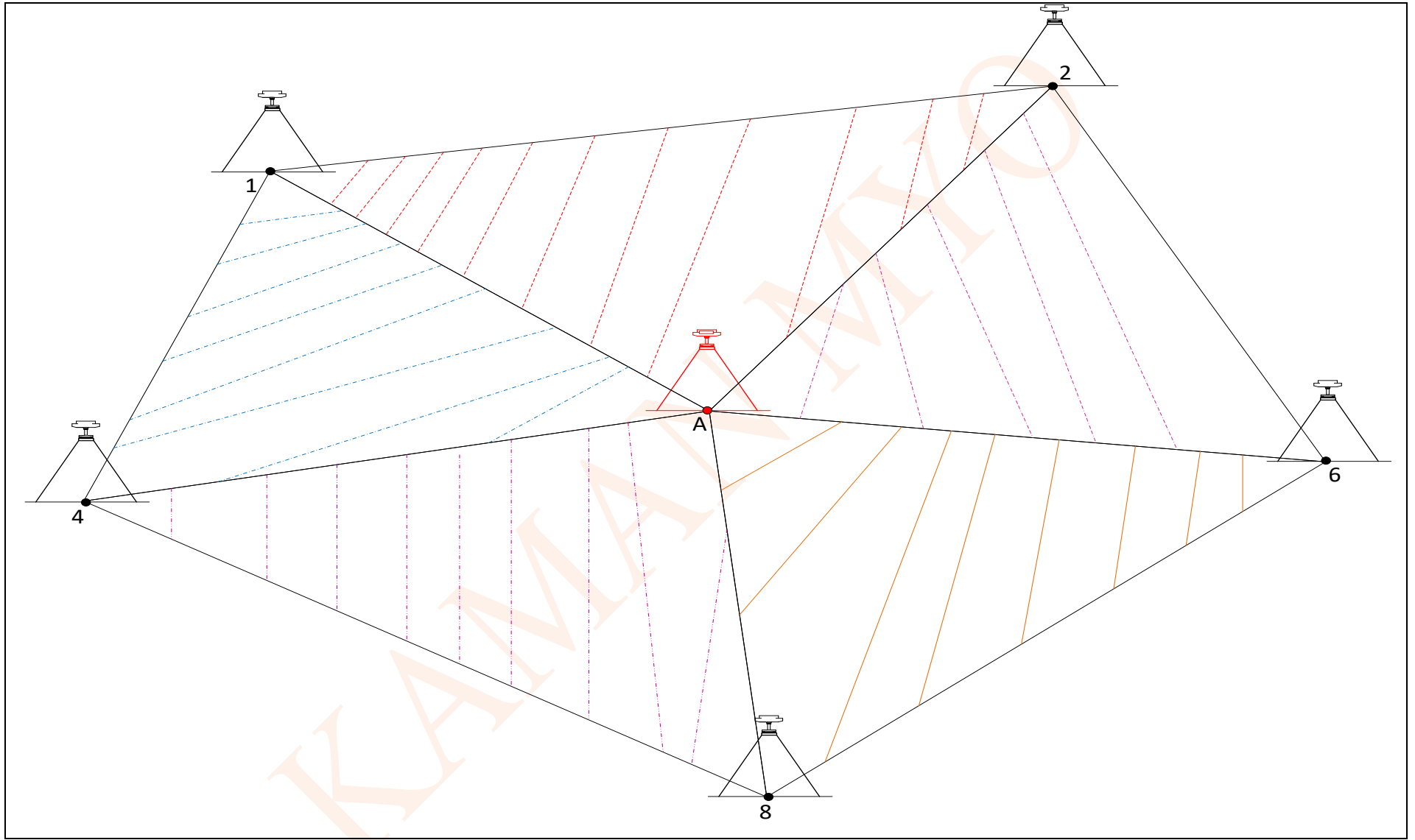
- Kırmızı sinyal alıcı sinyal almaya başladığı sırada, diğer alıcılarda sinyal almaya başlamış olmaları ya da zaten daha önceden sinyal alıyor olmaları gerekmektedir. Ölçüm sonrasında tüm alıcıların topladığı sinyaller değerlendirme yazılımına aktarılacaktır,
- Ölçüm süresi koordinatı bulunacak noktanın mahiyetine (örneğin noktanın C1 derece Ağ noktası veya C2 derece Ağ noktası olması gibi) göre belirlenecektir,
- Siyah sinyal alıcıların üzerine kurulu olduğu noktaların koordinatları biliniyor olmalıdır ve bu koordinatlar değerlendirme yazılımına aktarılacaktır,
- Uydular kendi yörüngelerinden sapabilirler. Bu durumda uyduların sinyal alıcılara gönderecekleri efemeris değerlerindeki koordinatlar hatalı olacak ve dolaylı olarak da sinyal alıcılarıyla nokta koordinatları hatalı hesaplanacaktır. Bu durumu düzeltmek ve koordinatı bulunacak noktanın koordinatlarının hassas bir şekilde elde edilmesi için sinyal alınan uyduların hassas koordinatlarının da elde edilmeli ve değerlendirme yazılımına aktarılmalıdır.

Şekil 64 statik ölçüm yönteminin basit bir tasviri vardır. A noktası koordinatı bulunacak olan noktadır. 1, 2, 4, 6, 8 numaralı noktalar koordinatı bilinen olan noktalardır. Yukarıdaki anlatımda statik ölçümde koordinatı bulunacak nokta dışında en az 3 nokta daha gerektiği belirtilmişti. Şekil 64 örneğine göre A noktası dışında 1 ve 2 numaralı noktalardaki ölçüm verileri ve 1 ve 2 numaralı noktaların koordinatları yazılıma aktarılıp dengelendiğinde belirsizlik değeri bulunacak hem de 1A2 üçgeni dengelenmiş olacaktır. Eğer 4 numaralı noktadaki ölçüm verileri ve 4 numaralı noktanın koordinat verileri de yazılıma eklenmiş olursa, hem 1A2 üçgeni hem de 1A4 üçgeni dengelenmiş olacak bu sayede A noktanın yeri kesinlik kazanacak.

A noktası ve diğer noktalarda, eş zamanlı ölçüm yapılması ve aralarındaki mesafeden bağımsız ölçüm yapılması sayesinde,

- Aynı uydulardan sinyal alınmış olacak,
- Aynı zamanda oluşan atmosferik etkilere maruz kalınmış olacaktır.

A noktası dışındaki en az üç nokta istenmesinin temel nedeni: A ile diğer iki nokta kullanılarak bir üçgen oluşacak ve bu üçgenin çözümü yardımıyla A noktasının koordinatı hassas bir şekilde bulunmuş olacak. Unutulmaması gereken, bu üçgen düzlem üçgen değil küresel üçgendir. Şekil 64'de 5 ayrı üçgen çözümüne dair bir temsil vardır. A ve diğer noktaları arasındaki tek bir taban çizgisi vektörünün statik araştırmasında, iki alıcının (A ve diğer bir alıcı) tüm gözlem oturumu boyunca sabit kalması gerekir. A ve diğer alıcı aynı uyduyu gözlemleyebildiği varsayılmaktadır. Uydularda oluşacak sıkıntılardan kaynaklı sorunlar burada dikkate alınmaz (Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger, & Wasle, GNSS – Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo, and more, 2008).



Şekil 64

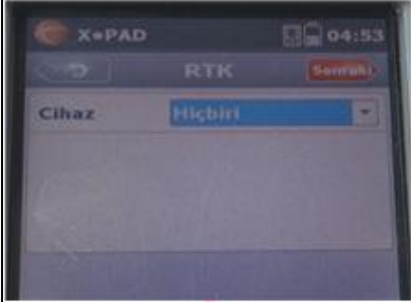
Statik Ölçüm GNSS Sinyal Alıcının Kurulumu



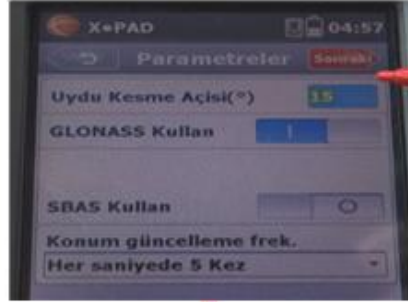
A



B



C



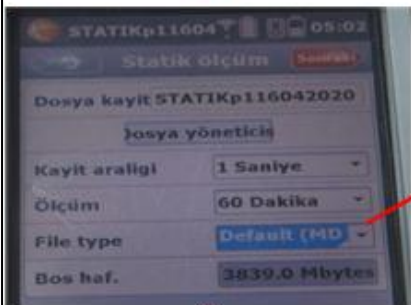
D



E



F



G



H



I



J

Yandaki resimde, statik ölçüm yönteminde GNSS sinyal alıcısının kurulumunun tasviri bulunmaktadır. Statik ölçüm ile nokta koordinatının hassas bir şekilde kurulması için sinyal alıcının bir alet sehpasına kurulması bulunacak sonucu daha olumlu etkileyecektir (A resmi). B resminde, sinyal alıcının ölçüm modu belirlenmektedir. Statik ölçüm yönteminde, sinyal alıcı sadece sinyal toplayacaktır. Statik ölçümde GNSS sinyal alıcısı gezici sinyal alıcı modunda çalışmalıdır. C resminde, sinyal alıcı ile RTK yönteminin kullanılmayacağı ve hiçbir belirsizlik değerinin alınmayacağı belirtilmektedir. D resminde, ölçüm esnasında olması gereken uydu kesme açısı/uydu yükseklik açısı değeri belirlendiği gösteriliyor. BÖHHBÜY’de statik ölçüm ile koordinatı belirlenecek olan C1, C2, C3 noktaları için uydu kesme açısı değerinin minimum değeri belirtilmiştir. E resminde, sinyal alıcının yükseklik değerinin girildiği gösterilmiştir. Statik ölçüm yönteminde ölçüme başlamadan evvel ve ölçüm bittikten sonra alet yüksekliği ölçülmelidir. F resminde, nokta koordinatının ölçümü için Statik Ölçüm aracı seçimi gösteriliyor. Bu aşamaya gelmeden evvel işlem kaydı için bir iş dosyası oluşturulmalı ve iş

dosyasını için koordinat sistemi tanımlanmalı, projeksiyon belirtilmelidir. **G resminde**, yapılacak statik ölçüm için gerekli parametrelerin ayarlanması gösterilmiştir. Koordinatı bulunacak olan noktanın tipine göre (C1 derece, C2 derece, C3 derece nokta olması) kayıt aralığı ve ölçüm süresi değerleri, BÖHNBÜY’de belirtilen değerlere göre girilmesi gerekir. Filey Type (dosya tipi) kısmının içeriği, **H resminde** gösterilmiştir. Statik ölçüm yöntemiyle bulunacak nokta koordinatı, yazılım yardımıyla yapılacak dengeleme işlemi sonucunda elde edilecektir. Statik ölçüm işleminde uydulardan toplanan sinyaller kayıt altına alınır. Bu sinyal kayıtları yazılıma aktarılacaktır. Dosya tipinde, sinyal kayıtlarının hangi veri formatında tutulacağı belirleniyor. **H resminde**, seçilebilecek formatlar gösterilmiştir. Default, cihazın kendi veri formatında kaydedeceğini belirtiyor. RINEX, Receiver INdependent Exchange kelimelerinin kısaltılmasıdır. RINEX dosya formatı, GNSS sinyal alıcılarının ölçüm verilerinin kayıt altına alınması ve verilerin ilgili yazılımlar değerlendirilmesinde verinin okunabilmesi için tüm değerlendirme yazılımları ve alıcılar için tanımlanmış dosya formatıdır. International GNSS Service (Uluslararası GNSS Servis) çatısı altındaki RINEX çalışma grubu tarafından dosya formatı belirlenmekte ve geliştirilmektedir (International GNSS Service, 2021). **I resminde**, ölçüme başlandığı andaki el ünitesindeki ara yüzü göstermektedir. Statik ölçümde ölçüm esnasında belirsizliğin bulunması gerekmez, o yüzden tam sayı faz belirsizliğinin bulunduğunu belirten FIX yazısı alıcıda aranmaz. Ölçüme başlat denildiğinde, **G resminde** belirtilen kayıt aralığı ve ölçüm süresine göre GNSS uydularından gelen sinyaller, sinyal alıcı içindeki hafıza kartına aktarılır.

Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğinde Statik Ölçüm Yöntemi ile ilgili Maddeler:

TUSAGA-Aktif istasyonları ile baz uzunluğuna bağlı olmaksızın statik ölçü yöntemi kullanılarak nokta koordinatlarının belirlenmesi (Bölümü)

MADDE 23-

(1) C (C1, C2, C3 ve C4) derece noktalar; **en az üç adet TUSAGA-Aktif referans istasyonu** ve yörünge doğruluğu ± 3 cm ve daha doğru olan hassas yörünge bilgileri kullanmak, bu Yönetmeliğin 14 üncü maddesinin birinci fıkrasının (a), (b), (c) ve (ç) bentlerine göre GNSS ölçümü yapmak, karşılık geldiği ilgili C derece noktanın yer seçimi, tesis ve doğruluk ölçütlerine uymak şartıyla **baz uzunluğuna bağlı olmaksızın** üretilebilir.

(2) **GNSS ölçüleri TUSAGA-Aktif noktalarının ölçme anındaki koordinatlarına dayalı olarak değerlendirilir ve daha sonra hesaplanan koordinatlar referans epoğuna kaydırılır. Nokta hızları güncel TUTGA/TUSAGA-Aktif nokta hızlarından idare tarafından belirlenen enterpolasyon yöntemiyle hesaplanır.**

MADDE 14’ün a, b, c, ç (bu dokümanda ç yerine d numaralandırması yapılmıştır) bentleri hatırlatması:

- a) En az iki frekanslı (L1 ve L2 frekansları), aynı anda en az altı uydudan kayıt yapabilen, jeodezik amaçlı GNSS alıcıları kullanılır.
- b) Eş zamanlı oturumlar halinde gerçekleştirilecek statik ölçmelerde;
 - 1) **Uydu sayısı:** En az beş adet,

- 2) **Kayıt süresi:** En az 120 dakika,
- 3) **Kayıt aralığı:** 15 saniye veya daha az,
- 4) **Uydu yüksekliği:** 10°, alınır.
- 5) **Her oturumda,** ek-5'te yer alan GNSS Ölçme ve Kayıt Karnesi düzenlenir.
- c) **Anten yüksekliği** ölçmeye başlamadan önce ve sonra olmak üzere iki kez ve her seferinde üç farklı noktadan mm duyarlılığında ölçülür.
- d) Oturumlar komşu istasyonlar arasında planlanır ve bu oturumlar arasında en az bir baz veya iki komşu nokta ortak alınır.

Mevcut durumda ülkemizde jeodezik altyapı standartları için Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği (BÖHHBÜY) kullanılmaktadır. Statik GNSS oturumları ile C dereceli bir Yer Kontrol Noktası (C1 derece, C2 derece, C3 derece) tesisi ve üretimi bu yönetmeliğin ilgili maddelerinde açıklanmıştır. TKGm tarafından yayınlanan 2010/11 sayılı **“Kadastral Harita Üretimi ve Kontrolü”** Genelgesi hükümlerine göre **nokta hiyerarsisine ve mesafeye bağlı kalmaksızın**, TUSAGA-Aktif Sistemi kullanılarak C Dereceli Yer Kontrol Noktası üretmek mümkün hale gelmiştir. Ülke içinde belirlenmiş ve sınıflandırılmış kontrol noktalarının koordinatlarının statik ölçü yöntemi ile belirlenmesi, bu noktalar arasındaki sınıf hiyerarsisi ve aralarındaki mesafeden bağımsız olarak koordinatlarının bulunmasını sağlamıştır. Bu durum sayesinde: arazi çalışmaları öncesinde koordinatları bilinen nokta keşfi ortadan kalkmış, bu da zaman, personel ve para kaybını önleyerek tasarrufa katkı sağlamıştır, kontrol noktalarının koordinatlarının hassas bir şekilde bulunması sağlanmıştır.



C dereceli Kontrol noktaları ve bu noktalarda yapılacak statik ölçüm yöntemleri hakkında detaylı bilgi bu dokümanın “C1, C2, C3 ve C4 Derece Ağ Noktaları, Tesislerinin Yapılması, GNSS Sinyal Alıcılarıyla Ölçümleri ve Ölçümlerinde Dikkat Edilecekler” konu başlığı altında toplanmıştır.

Staik Ölçüm Yöntemiyle Elde Edilen Konum Doğruluğunun, RTK Ölçüm Yöntemiyle Elde Edilen Konum Doğruluğuna Göre Daha Hassas Olması Sebepleri

RTK ölçümlerinde gezici modunda kullanılan sinyal alıcının üzerine kurulu olduğu noktanın koordinatı bulabilmesi için, sabit modda kullanılan diğer bir sinyal alıcının bulunduğu belirsizlik değerini elde etmesi ve dörtten fazla GNSS uydusundan sinyal alması gerekir. RTK ölçüm yönteminde elde edilen konum değerinin hassasiyeti Statik ölçüm yöntemiyle elde edilen konum değerinin hassasiyetine göre daha kötüdür. Çünkü statik ölçüm yönteminde:

- Koordinatı bulunacak nokta dışında, koordinatları bilinen en az 3 noktada daha eş zamanlı ölçümler yapılmaktadır. Bu sayede atmosferik etkilerin modellenmesini sağlanabilir,
- Statik ölçüm yönteminde yayın efemeris (Broadcast efemeris) bilgileri dışında daha hassas efemeris bilgilerinin olduğu yayınlar (rapid veya final efemeris yayınları) kullanılabilir. Bu sonuç elde edilecek koordinat bilgilerinin daha hassas olmasını sağlar,

- Statik ölçüm yönteminin yapılabilmesi için koordinatı bulunacak noktada ölçüm yapan GNSS sinyal alıcısı dışında en az 3 noktada daha sinyal alıcısı gereklidir. Bu en az 3 sinyal alıcı olarak ülkemizdeki TUSAGA-AKTİF sisteminde yer alan sinyal alıcılar kullanılabilir. TUSAGA-AKTİF sistemindeki sinyal alıcıların üzerine kurulu olduğu noktaların kıtasal hareketliliklerine dair yıllık hızları metre bazlı olarak bilinmektedir. Bu sayede, TUSAGA-AKTİF sistemindeki noktalara ve ölçüm verilerine dair yapılacak statik ölçüm yöntemiyle daha hassas sonuçlar elde edilebilir.

Statik ölçüm Yöntemiyle Koordinatları Bulunacak Kontrol Noktalarının Yerlerinin Belirlenmesinde Dikkat edilecekler

Nokta yeri seçiminde koordinatı bulunacak nokta (KARALI, 2019):

- Gün içinde 24 saat ulaşılabilir şekilde yeri belirlenmeli,
- Göl, ağaçlık alanlar içine denk geliyorsa, bu alanların etrafına sıklaştırma yapılarak fazladan nokta atılmalıdır,
- Yerleşim yeri için yayım yapan radyo antenleri, baz istasyonları gibi noktalardan 300 – 400 m uzaklıkta olmalıdır,
- Pilonların bulunduğu noktalardan 150 m – 200 m uzakta olmalıdır,
- Apartman teraslarına konması gerekiyor ise, teraslarda yansıtıcı özelliği olan güneş enerjisi panellerinden uzakta olmalıdır,
- Deniz, göl veya nehir kenarlarına tesis edilmemelidir. Su yansıtıcı özellik göstermektedir,
- Otomobiller ile aynı yatayda olmamalıdır. Araçlar yansıtıcı özellik gösterebilir,
- Yakınlarındaki cep telefonu veya telsiz gibi cihazlar GNSS uydularından gelecek olan sinyallerde gürültüyü (noise = sinyallerde bozulma) artırır.

Statik Ölçüm Yöntemi ile Elde Edilen Ölçümlerin Değerlendirme Aşamaları:

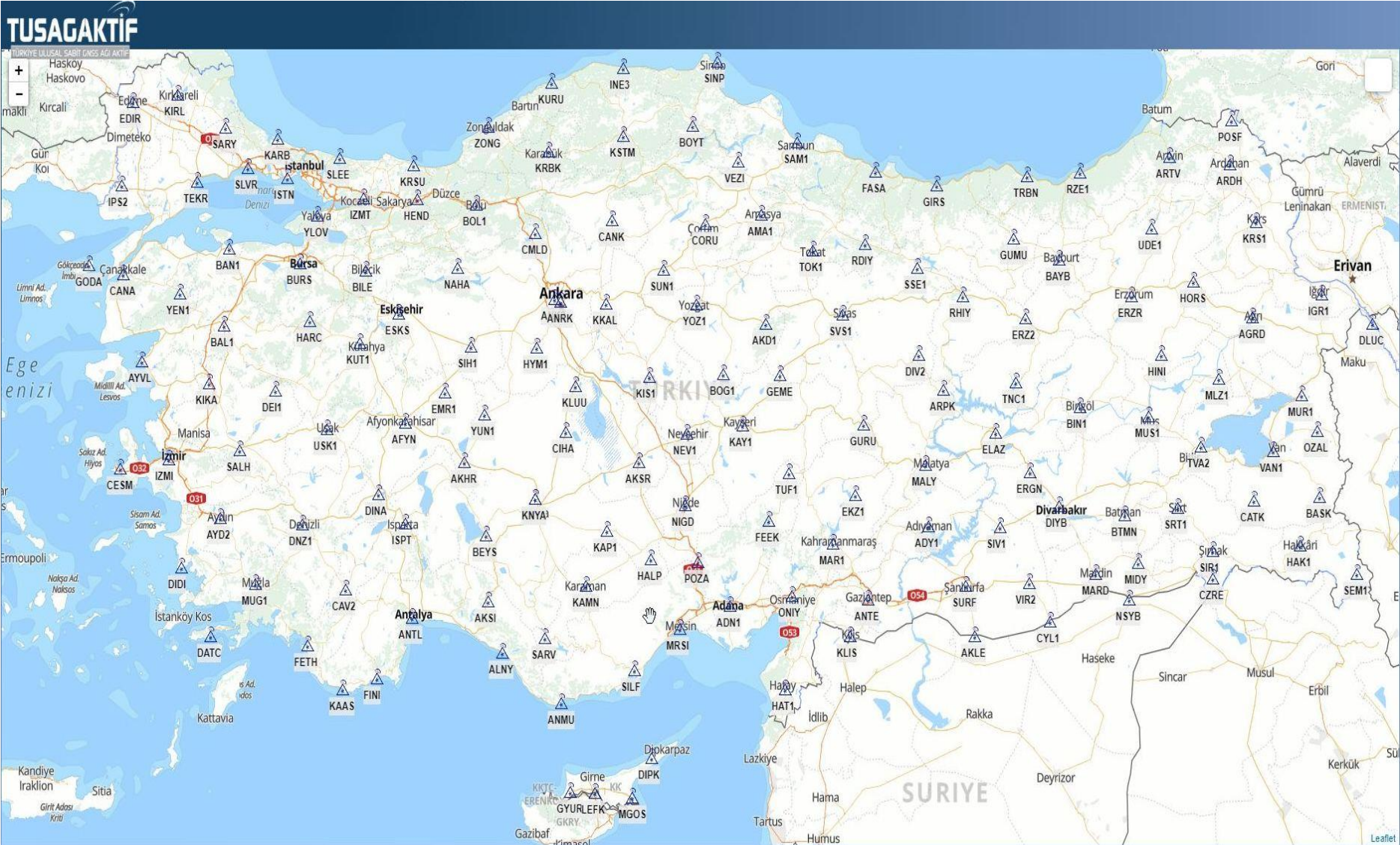
Koordinatı bulunacak olan noktanın BÖHHBÜY’de (Üçüncü Bölüm) belirtilmiş kontrol noktası sınıfına (A, B, C1, C2, C3 ve C4 noktaları) göre belirlenen minimum ölçüm süresi sonucunda, ölçüm ekibinde sadece koordinatı bulunacak olan kontrol noktasına ait ölçüm değerleri bulunmaktadır. GNSS verilerinin *değerlendirmesinde kullanılan yazılımlar kullanılarak, ölçümü yapılan kontrol noktasının koordinatlarının bulunabilmesi için, eş zamanlı ölçüm yapılan en az kendisinden başka üç farklı noktada da:*

- *Eş zamanlı yapılan ölçüm değerlerinin bilinmesi,*
- *Bu üç noktanın konum bilgilerinin bilinmesi,*
- *Noktaların tektonik hareketlerden dolayı yıllık değişimlerini ifade eden hız bilgilerinin bilinmesi,*

- ***Ölçüm günü sinyal alınan GNSS uydularının hassas efemeris bilgilerinin olduğu final efemeris yayın dosyalarının bilinmesi gerekmektedir.***

Eğer elimizde üç adet GNSS sinyal alıcısı varsa, koordinatı bilinen 2 noktaya ve koordinatı bulunacak olan sonuncu noktaya ölçüm cihazımızı yerleştirip minimum ölçüm süresi boyunca sürekli ölçüm yapıp 3 sinyal alıcının ölçüm verileri ve nokta koordinatları yazılıma eklenerek nokta konumu bulunmaya çalışılır. Fakat sadece tek bir GNSS sinyal alıcısı varsa bu sorunu çözmek için TUSAGA – Aktif (diğer bir ifade şekli CORS-TR) sistemindeki sürekli ölçüm yapan en az üç adet sinyal alıcının topladığı sinyal verilerinin alınması gerekir. Bunu yapabilmek için TUSAGA – Aktif sistemine kayıtlı olunmalıdır. Sadece tek GNSS sinyal alıcısı için TUSAGA-AKTİF sistemine yapacağınız kayıt sayesinde, hem statik ölçüm verileri için TUSAGA-AKTİF sistemindeki noktalarda yapılan sürekli ölçüm verilerini alabilirsiniz hem de Ağ RTK ölçümü yapabilmek için belirsizlik değerini sistem üzerinden alabilirsiniz.

TUSAGA – Aktif noktalarını kullanarak statik ölçüm yapılacaksa, TUSAGA-AKTİF sistemindeki noktaların seçiminde, ölçüm noktasını çevreleyecek noktalar dikkate alınmalıdır. TUSAGA – Aktif sistemindeki noktaların seçiminde, aktif sistemin internet sitesindeki, sürekli ölçüm yapan noktaların harita üzerindeki konumlarının bulunduğu interaktif haritadan yararlanabilirsiniz (Şekil 65).



Statik ölçüm yönteminde, koordinatı bulunacak noktada yapılan ölçüm verileri ve diğer koordinatı bilinen noktalarda yapılacak ölçüm verilerinin GNSS değerlendirme yazılımlarında kullanılmasıyla, koordinatı bulunacak noktaya ait elde edilen koordinat değerleri aşağıda listelenmiştir (BAYKAL, 2009):

- 1) Noktanın ilk bulunacak olan koordinat değerleri, Jeosantrik Yersel Koordinat sistemine (ECEF) göre X- Y -Z değerleriyle temsil edilen koordinatlar olacaktır. Jeosantrik yersel koordinat sisteminin çatısının orijin noktası dünyanın ağırlık merkezi ile çakışmıştır.
- 2) Jeosantrik yersel koordinat sistemindeki koordinatlar iki şekilde temsil edilebilir, birisinde yer merkezli X- Y -Z çatısına göre koordinatlarıdır, bir diğeri de dünyaya referans olan bir yüzeye aktarılmış jeodezik ϕ (enlem), jeodezik λ (boylam), h (elipsoit yüksekliği) koordinatlarıdır. İkinci işlem olarak bulunan Jeosantrik Yersel koordinatların ϕ , λ , jeodezik koordinatlara ve elipsoid yüksekliği h değerlerine dönüştürülmesidir.
- 3) Son aşama ise bulunmuş olan ϕ , λ , h jeodezik koordinatların düzleme aktarılabilir olan koordinatlara dönüştürülmesi olacaktır. Ülkemizde bu işlem 3 dereceli Universal Transverse Mercator (UTM) projeksiyonu ve Dünya yerine hesaplama yüzeyi olarak GRS-80 referans yüzeyi kullanılarak yapılır. 3 derecelik UTM projeksiyonu (BÖHHBÜY TM projeksiyonu olarak tanımlar), çalışma alanının içinde kaldığı TM dilimin orta meridyeninin ekvator yüzeyini kestiği nokta, o dilim için koordinat sisteminin başlangıcı olacak şekilde noktanın koordinatları hesaplanır.

Statik Ölçüm Yönteminde Kullanılan Yazılım Teknolojileri

Statik ölçüm işleminin yapılabilmesi için, GNSS sinyalleri değerlendirme yazılım teknolojileri kullanılmalıdır. Bu yazılım teknolojileri hem koordinatı bulunacak noktadaki sinyal alıcının verileri ve diğer koordinatı bilinen noktaların üzerine kurulu olan sinyal alıcıların verileri sayesinde ilk başta belirsizlik değeri elde edilir. Noktalar arasındaki bazlar ve bazlar sonucunda oluşan üçgenler sayesinde de üçgen dengelemesi de yapılır. Bu sayede koordinatı bulunacak noktanın verisi daha hassas şekilde elde edilmiş olur. Aşağıda bazı ticari GNSS sinyallerinin değerlendirmesinde kullanılan yazılımlar listelenmiştir:

- Leica infinity <https://leica-geosystems.com/products/gnss-systems/software/leica-infinity>,
- Trimble Business Center <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-business-center>,
- Magnet Tools <https://www.topconpositioning.com/magnet-software-suite/magnet-office-solutions/magnet-tools>,
- Leica Geo Office <https://leica-geosystems.com/products/total-stations/software/leica-geo-office>.

Bu dokümanda Leica Geo Office yazılımı kullanılarak, Statik ölçüm yöntemiyle elde edilen verilerin değerlendirilmesi anlatılacaktır. Anlatım sırlamasında değerlendirme için gerekli olan, hassas efemeris bilgileri, GNSS sinyal alıcısı anten bilgileri gibi ek bilgilerin temin edilmesi ve yazılıma eklenmesi de anlatılacaktır. Anlatımda koordinatı bulunacak noktada yapılan ölçümler dışında koordinatı bilinen noktalarda yapılan ölçüm değerleri Tusaga – Aktif sisteminde yer alan sabit GNSS sinyal alıcılarının elde ettiği veriler olacaktır.

Leica Geo Office Programı Kullanılarak Statik Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Leica Geo Office yazılımı GNSS verilerinin işlenmesi için kullanılan ticari bir yazılımdır. Yazılımın kullanılabilmesi için:

- Koordinatı bulunacak noktadaki sinyal alıcıda elde edilmiş sinyal ölçümleri,
- Koordinatı bilinen noktalardaki sinyal alıcılarda elde edilmiş sinyal ölçümleri,
- Koordinatı bilinen noktaların koordinat değerleri,
- Ölçüm gününde sinyal alınmış olan GNSS uydularının hassas efemeris bilgileri gereklidir.

Gereken bilgilerin her biri jeosantrik koordinat sisteminde veriler olduğu için sonuç olarak elde edeceğimiz nokta koordinatları jeosantrik koordinat sisteminde olacaktır.

Precise Ephemeris (Hassas Gökgnünlüğü) Elde Edilmesi

Ephemeris kelime kökeni Latince “Ephemeral” kelimesinden gelmektedir. Latince “kısa ömürlü” anlamındadır (Ospirent, 2020). Ephemeris kelimesi Türkçe’de efemeris olarak da kullanılmaktadır. Ephemeris her GNSS uydusunun, GNSS sinyal alıcılara gönderdiği, sinyal üzerinde eklenmiş, uydunun dünyaya göre kendi konum bilgisidir. Çoğunlukla, GNSS uydusu antenin faz merkezinin koordinatıdır. Ephemeris dosyalarında, Kepler Kanunlarına göre tanımlanmış altı yörünge parametresinden oluşur. Altı parametrenin sağladığı bilgi ile uydunun Jeosantrik Yersel Koordinat Sistemine (ECEF) göre koordinatları elde edilir. Bu koordinatların eldesinde referans yüzey olarak World Geodetic System 1984 (WGS – 84) kullanılır. GNSS uyduları hareket ettikleri yörünge üzerinde çok sayıda sapmaya uğrar. Ephemeris bilgisinin kısa ömürlü olmasının temel sebebi, sapmalardan dolayı uydu koordinatlarının değişiyor olmasıdır. Yörünge üzerindeki sapma etkilerinden dolayı devamlı güncellenmesi gereklidir.

Uydular, yeryüzündeki noktaların konumlarının bulunmasında kullanılan sabit noktalardır (PennState College of Earth and Mineral Sciences , 2020). Uzay geriden kestirme hesabında uyduların konum değerlerine ihtiyaç vardır. Eğer uyduların yörünge üzerindeki hareketlerinde sapmalar oluyorsa ephemeris bilgilerinin hassas olanlarına ulaşılması gereklidir.

Ephemeris bilgisi Broadcast (anlık yayın), Ultra – Rapid, Rapid, Final olmak üzere dört farklı formatta uydu ve kurumlar tarafından yayımlanır. Uyduların yaydığı sinyal üzerindeki ephemeris bilgisi

Broadcast olanıdır ve yayın ephemeris bilgisi olarak da tanımlanır. Ultra – Rapid, Rapid ve Final ise kurumların, yeniden yaptığı hesaplamalar sonucu elde ettiği ve yayınladığı ephemeris dosyalarıdır.

Tablo 6 **GPS uyduları**, Tablo 7 **Glonass uyduları** için farklı ephemeris yayınlarının konum hassasiyetlerini, yayınlama gecikmelerini, güncelleme zamanını, yayınlama aralığını göstermektedir (International GNSS Service (IGS), 2020). Uydulardan alınan anlık yayın ile elde edilen konum hassasiyetinin düşük olduğu görülmektedir. Bu bilgiden yola çıkılırsa, sabit kontrol noktalarının konum bilgilerinin statik ölçü yöntemiyle elde edilmesi için kurumların kendi ölçümleriyle elde ettiği ephemeris (Ultra-Rapid, Rapid, Final) dosyalarının kullanılması daha uygun olacaktır. En hassas ephemeris bilgisinin Final tipte olan olduğu, fakat yayınlanmasının 12 ile 18 gün arasında gecikmeyle olduğuna dikkat edilmelidir.

Tablo 6 (International GNSS Service (IGS), 2020) GPS Uydularının Ephemeris Yayınları

Tip		Hassasiyet	Gecikme	Güncelleme	Örnekleme Aralığı
Broadcast	Orbits	$\sim 100\text{ cm}$	Gerçek Zamanlı	-----	Günlük
	Uydu Saati	$\sim 5\text{ ns RMS}$ $\sim 2.5\text{ ns SDev}$			
Ultra-Rapid (Tahmin Edilen)	Orbits	$\sim 5\text{ cm}$	Gerçek Zamanlı	UTC saatine göre 03, 09, 15, 21 saatlerinde	15 dakika
	Uydu Saati	$\sim 3\text{ ns RMS}$ $\sim 1.5\text{ ns SDev}$			
Ultra-Rapid (Gözlemlenen)	Orbits	$\sim 3\text{ cm}$	3-9 Saatte Bir	UTC saatine göre 03, 09, 15, 21 saatlerinde	15 dakika
	Uydu Saati	$\sim 150\text{ ps RMS}$ $\sim 50\text{ ps SDev}$			
Rapid	Orbits	$\sim 2.5\text{ cm}$	17-41 Saatte Bir	UTC saatine göre her gün saat 17'de	15 dakika
	Uydu Saati İstasyon saati	$\sim 75\text{ ps RMS}$ $\sim 25\text{ ps SDev}$			5 dakika
Final	Orbits	$\sim 2.5\text{ cm}$	12-18 Günde Bir	Her Perşembe günü	15 dakika
	Uydu Saati İstasyon saati	$\sim 75\text{ ps RMS}$ $\sim 20\text{ ps SDev}$			Uydu S.:30 saniye İstasyon S.: 5 dakika

Tablo 7 (International GNSS Service (IGS), 2020) GLONASS Uydularının Ephemeris Yayınları

Tip	Hassasi yet	Güncelleme	Örnekleme Aralığı	Tip
Final	$\sim 3 \text{ cm}$	12-18 Günde Bir	Her Perşembe günü	15 dakika

Tablo 6 GPS Uydularının Ephemeris Yayınları ve Tablo 7 GLONASS Uydularının Ephemeris Yayınlarındaki kısaltmaların anlamları aşağıda verilmiştir.

RMS= aritmetik ortalamanın karekökü

SDev= standart sapma

PS= pikosaniye. Saniyenin trilyonda birine denk gelmektedir. $1 \text{ ps} = 0.000\,000\,000\,001 \text{ sn}$

NS= nanosaniye. Saniyenin milyarda birine denk gelmektedir. $1 \text{ ns} = 0.000\,000\,001 \text{ sn}$

Ephemeris (Hassas Gök günlüğü) Dosyalarının İndirileceği Internet Siteleri

Tablo 8

Hassas Gök Günlüğü Siteleri
https://cddis.nasa.gov/Data_and_Derived_Products/GNSS/orbit_products.html
http://gnsscalendar.com/

GNSS uydu ephemeris dosyaları Tablo 8’de belirtilen sitelerden indirilebilir. Bu sitelerde hem GPS uydularına ait hem de GLONASS uydularına ait hassas ephemeris dosyaları bulunmaktadır. Ölçümün yapıldığı yıl ve ölçüm gününün yılın başlangıç gününden yılın kaçınıcı gün olduğuna göre ephemeris dosyaları bu sitelerden temin edilebilir. Ölçüm gününün yılın kaçınıcı günü olduğunu hesaplarken eğer Excel gibi programlar kullanılacaksa, yılın ilk günü değerini 31 Aralık Ölçümyılı olarak alınmalıdır.

GPS ve Glonass Uyduları İçin Ephemeris (Gök günlüğü) dosya Türleri

Tablo 8’de belirtilen internet sitelerinden indirilen ephemeris dosyaları hem GPS GNSS uydularına hem de GLONASS GNSS uydularına ait bilgileri içemektedir. Bilgiler dosya uzantısına göre nitelendirilmiştir. Dosya uzantılarına göre:

- IGL uzantılı olan dosyalar Glonass uyduları için hassas gök günlüğü
- IGS, IGR, IGU uzantılı dosyalar GPS uyduları için hassas gök günlüğü dosyalarıdır.

GPS GNSS uydularının ephemeris dosyalarından IGR dosya uzantısındaki R harfi Rapid (hızlı); IGU dosya uzantısındaki U harfi Ultra Rapid (aşırı hızlı) anlamındadır. IGS dosyaları, statik ölçümün yapıldığı günden itibaren yaklaşık 12 ile 18 gün aralığı sonrasında yayınlanmaktadır. IGS dosyalarındaki verilerin hassasiyeti, IGR ve IGU dosyalarına göre daha fazladır (Tablo 6). Hassas gök günlüğü dosyaları indirilirken ölçümün yapıldığı gün, bir önceki ve bir sonraki gün olacak şekilde üç ayrı gün olacak şekilde indirilmelidir.

Şekil 66 <http://gnsscalendar.com/> sitesinden hassas gök günlüğü dosyası indirilmesine bir örnektir. Şekil 66 17.05.2019 tarihine dair GPS ve GLONASS GNSS uydu sistemlerindeki var olan hassas gök günlüğü dosyalarının listesini göstermektedir (Şekil 66’de görünen internet sayfasının üst kısmında ki liste). Şekil 67 listenin gösterimi vardır. Şekil 67 sol resimde 17.05.2019 tarihine ait GPS GNSS uydularına ait gök günlüğü dosyası listedeki sırası işaretlenmiştir. Şekil 67 sağ resimde ise 17.05.2019 tarihine ait GLONASS GNSS uydularına ait gök günlüğü dosyası listedeki sırası işaretlenmiştir. İstenilen tarihte GPS GNSS uydularına ait IGS dosyası bulunmaktadır. Her güne ait IGS dosyası olmayabilir. Bazı tarihlerde sadece IGR veya IGU dosyası olabilir. Dengeleme işlemlerinin yapılmasında zaman ve istenilen hassasiyet dikkate alınarak gerekli ephemeris dosyası kullanılmalıdır.

Leica Geo Office kullanım kılavuzunda SP3 uzantılı dosyaların kullanılması tavsiye edilmiştir (Hexagon, 2008).

GNSS CALENDAR AND UTILITY

Friday, May 17, 2019 (UTC)

Julian Day Number: 2458620.5

Day of Year: 137

GPS Week: 2053

GPS Week Number: 20535

GPS Final Orbits (IGS): [igs20535.sp3.Z](#)

GLONASS Final Orbits (CDDIS): [igl20535.sp3.Z](#)

BRDC GPS Broadcast Orbits (BRDC): [brdc1370.19n.Z](#)

IGSCB Clock file 30 s (IGS): [igs20535.clk_30s.Z](#)

AIUB ION file: [COD20535.ION.Z](#)

AIUB SNX file: [COD20535.SNX.Z](#)

SNX file for Week: [COD20537.SNX.Z](#)

JANUARY 2019

Su M Tu W Th F Sa

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

FEBRUARY 2019

Su M Tu W Th F Sa

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

MARCH 2019

Su M Tu W Th F Sa

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

APRIL 2019

Su M Tu W Th F Sa

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

MAY 2019

Su M Tu W Th F Sa

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

JUNE 2019

Su M Tu W Th F Sa

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

JULY 2019

Su M Tu W Th F Sa

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

AUGUST 2019

Su M Tu W Th F Sa

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

SEPTEMBER 2019

Su M Tu W Th F Sa

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

OCTOBER 2019

Su M Tu W Th F Sa

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

NOVEMBER 2019

Su M Tu W Th F Sa

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

DECEMBER 2019

Su M Tu W Th F Sa

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

1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007

2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019

Şekil 66

Thursday, January 17, 2019 (UTC)				Thursday, January 17, 2019 (UTC)							
Julian Day Number:		2458500.5	Day of Year:	17	Julian Day Number:		2458500.5	Day of Year:	17		
GPS Week:		2036	GPS Week Number:		20364	GPS Week:		2036	GPS Week Number:		20364
GPS Final Orbits (IGS): igs20364.sp3.Z				GPS Final Orbits (IGS): igs20364.sp3.Z							
GLONASS Final Orbits (CDDIS): igl20364.sp3.Z				GLONASS Final Orbits (CDDIS): igl20364.sp3.Z							
BRDC GPS Broadcast Orbits (BRDC): brdc0170.19n.Z				BRDC GPS Broadcast Orbits (BRDC): brdc0170.19n.Z							
IGSCB Clock file 30 s (IGS): igs20364.clk_30s.Z				IGSCB Clock file 30 s (IGS): igs20364.clk_30s.Z							
AIUB ION file: COD20364.ION.Z				AIUB ION file: COD20364.ION.Z							
AIUB SNX file: COD20364.SNX.Z				AIUB SNX file: COD20364.SNX.Z							
SNX file for Week: COD20367.SNX.Z				SNX file for Week: COD20367.SNX.Z							
P1C1 DCB: P1C11901.DCB.Z				P1C1 DCB: P1C11901.DCB.Z							
P1P2 DCB: P1P21901.DCB.Z				P1P2 DCB: P1P21901.DCB.Z							

Şekil 67

Dokümanda anlatılacak örnek uygulamada ölçümler 17.05.2019 tarihinde yapıldığı için, 16.05.2019, 17.05.2019 ve 18.05.2019 olacak şekilde üç günün hassas gök günlüğü dosyaları

indirilmiştir. İndirilen dosyalar sıkıştırılmış dosya formatında olduğu için kullanılabilmeleri için ilk önce sıkıştırılmış dosya formatından çıkarılmalıdır (Şekil 68). İndirilmiş dosyalar incelendiğinde, isimlerinin başındaki ilk 3 harften hangi GNSS uydu sistemine ait olduğu anlaşılacaktır. Şekil 68’de ki verilere göre **igl** harflerinden GLONASS uydularına ait hassas gök günlüğü dosyası, **igr** harflerinden GPS uydularına ait Rapid türünde hassas gök günlüğü dosyaları ve **igs** harflerinden GPS uydularına ait final dosya olduğu görülmektedir. Dosya isimlerinde ilk 3 harf sonrasındaki **2053** numarası Şekil 66’de görüldüğü üzere GPS Week (GPS Haftası) değerini temsil etmektedir. **2053** değerinden sonraki geriye kalan değer ise indirilen dosyanın haftanın kaçınıcı gününe denk geldiğini ifade etmektedir. Gün sayısı pazartesi günü 1 olacak şekilde sayılır. Şekil 66’de anlatılan örnek olan 17.05.2019 Cuma günü olduğu için haftanın beşinci günüdür. Şekil 68’de işaretlenmiş hassas gök günlüğü dosyalarından **igr20535.sp3** isimli dosya 17.05.2019 tarihli GPS GNSS uydularına Rapid dosya türünde hassas gök günlüğü dosyasıdır.

16052019	5.06.2019 22:31
17052019	5.06.2019 22:31
18052019	5.06.2019 22:31
igl20534.sp3	4.06.2019 15:58
igr20535.sp3	4.06.2019 16:22
igr20536.sp3	4.06.2019 16:22
igs20534.sp3	4.06.2019 15:54

Şekil 68

Şekil 68’de görülen dosyalardan sadece 16.05.2019 tarihine ait igs dosyası vardır. Bu dosyalar 04.06.2019 tarihinde indirilmiştir. Şekil 69 incelendiğinde 06.06.2019 tarihinde indirilen 17.05.2019 ve 18.05.2019 tarihlerine ait igs dosyalarının olduğu görülmektedir. Dengeleme yapılmadan evvel indirilecek hassas gök günlüğü dosyaları için ilgili siteler tekrar kontrol edilmelidir.

16052019	4.06.2019 16:23
17052019	6.06.2019 23:19
18052019	6.06.2019 23:29
igl20534.sp3	4.06.2019 15:58
igl20535.sp3	6.06.2019 23:17
igl20536.sp3	6.06.2019 23:18
igs20534.sp3	4.06.2019 15:54
igs20535.sp3	6.06.2019 23:16
igs20536.sp3	6.06.2019 23:17

Şekil 69

Yeni Efemeris Dosya İsimlendirmesine Göre Hassas Efemeris Dosyalarının Elde Edilmesi

27 Kasım 2022 tarihinden itibaren hassas efemeris dosyalarının isimlendirmesi International GNSS service tarafından değiştirilmiştir (International GNSS service, 2023). Hassas efemeris dosyaları GNSScalender sitesin yerine National Aeronautics and Space Administration (NASA- Ulusal Havacılık Uzay Dairesi) bağlı Crustal Dynamics Data Information System (CDDIS – Yer Kabuğu Dinamiği Veri Bilgi Sistemi) birimi altında paylaşılan veri ve ürünler kısmından indirilebilir. İlgili birime ait internet sitesi aşağıda belirtilmiştir:

https://cddis.nasa.gov/Data_and_Derived_Products/GNSS/orbit_products.html

Verilen linkteki internet sayfasına girildiğinde hem Broadcast orbits (yayın efemeris) hem de hassas efemeris dosyalarını indirebilirsiniz. Hassas efemeris dosyalarını indirmek için açılan internet sayfasında (Şekil 70) Precise Orbit (1 numaralı kısım) menüsü seçilmelidir. Açılan yeni sayfada hem GPS hem de GLONASS uyduları için (2 numaralı kısım sadece GPS uyduları için olan link) hassas efemeris dosyalarının indirileceği linkler bulunmaktadır.

On-board receiver data
Product holdings
Precise orbits 1
Clock products
Reference frame
Ionosphere/Troposphere
MGEX
MEaSURES products
Differential code bias
Real-time products
Reports
Related links

models used are available from the [IGS website](#).

In 2009 and 2013, the IGS initiated "reprocessing campaigns" (repro1 and repro2 respectively) re-processed the GNSS data from the global network of IGS stations (from 1994 through 2012/2013 for repro2) to produce a fully consistent set of products utilizing and updated processing strategies. These reprocessed solutions are available within the structure as outlined below, in /repro1 and /repro2 subdirectories.

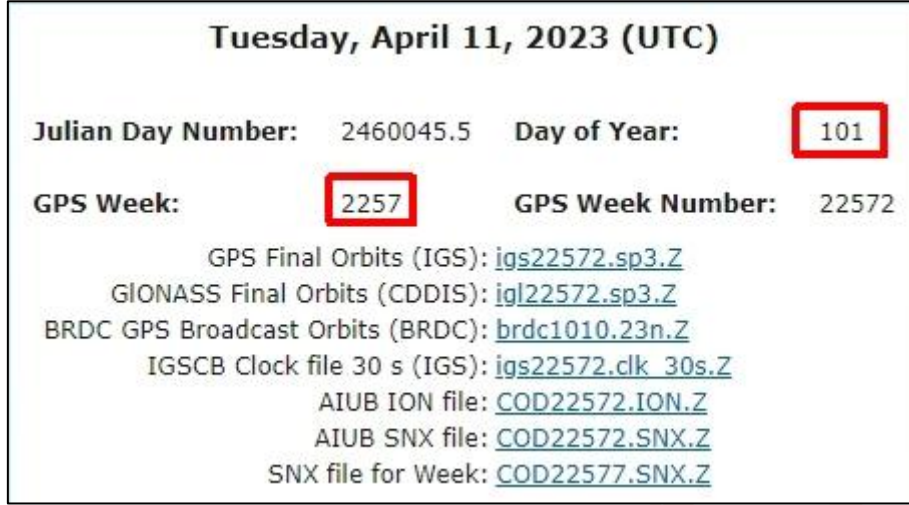
The starting directory for these files is:
<https://cddis.nasa.gov/archive/gnss/products> 2
and for GLONASS-only solutions:
<https://cddis.nasa.gov/archive/gnss/glonass>

Append the following directory and file names to the starting directory:
WWW/AAAWWWWD.TYP.Z
as described in the table below.

Şekil 70

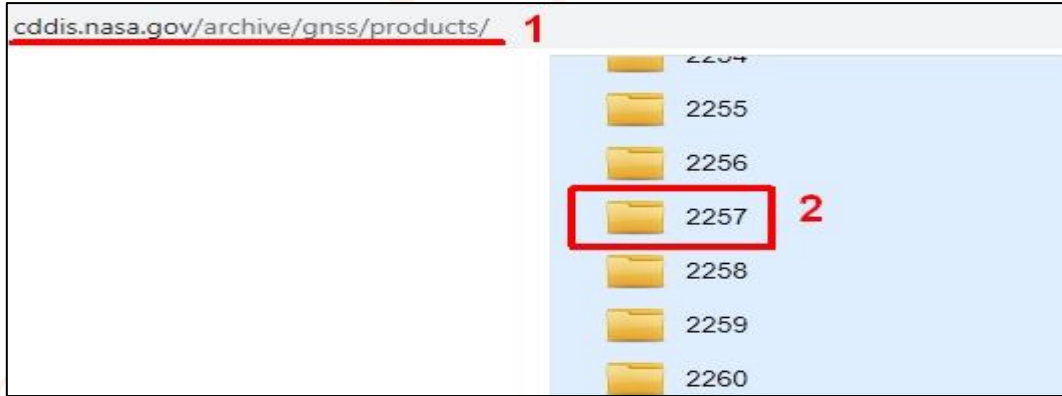
Şekil 70 2 numaralı kısım seçildiğinde Şekil 72 benzeri bir sayfa çıkar. Numaralar ölçümün yapıldığı GPS haftası (GPS week) sayı değeridir. Ölçümün yapıldığı tarihe ait GPS haftası değerini GPSalender sitesinden öğrenebilirsiniz. Şekil 71 11 nisan 2023 tarihine ait GPSalender sitesinden bir

gözüktü. Resim incelendiğinde 11 nisan 2023 tarihinin GPS week değeri 2257 ve 11 nisan 2023 tarihinin 1 ocak 2023 tarihinden itibaren yılın 101. Günü olduğunu belirtiyor.



Şekil 71

Şekil 70 2 numaralı gösterilen link seçildiğinde açılan sayfada (Şekil 72 1 numaralı kısımda sayfanın direkt adresi verilmiştir) ölçüm yaptığımız günün gps hafta sayısı ile isimlendirilmiş dosya bulunmalıdır. Örnek tarihi 11 nisan 2023 ölçüm günü gps haftası 2257 dosyasının bulunmasının temsildir.



Şekil 72

GPS hafta sayısının olduğu dosya içine girildiğinde çok fazla sayıda dosya ismi çıkacaktır. Bu dosya isimleri içinde belirlenmiş bir tanımlama vardır. Şekil 73 11 nisan 2023 tarihli ölçüm için seçilmesi gereken Final efemeris dosyasıdır. Bu dosya ismi üzerinden yeni dosya isimlendirme mantığını anlamaya çalışalım. Dosya ismindeki anlamları ortaya çıkarmak için (Romero, Steigenberger, & Montenbruck, 2019) yayından yararlanılmıştır.

IGS0OPSFİN_20231000000_01D_30S_CLK.CLK.gz	2023:05:01 00:01:12	2.47MB
IGS0OPSFİN_20231010000_01D_01D_CLS.SUM.gz	2023:05:01 00:01:12	9.99KB
IGS0OPSFİN_20231010000_01D_05M_CLK.CLK.gz	2023:05:01 00:01:12	1.29MB
IGS0OPSFİN_20231010000_01D_15M_ORB.SP3.gz	2023:05:01 00:01:12	98.83KB
IGS0OPSFİN_20231010000_01D_30S_CLK.CLK.gz	2023:05:01 00:01:12	2.43MB
IGS0OPSFİN_20231020000_01D_01D_CLS.SUM.gz	2023:05:01 00:01:12	9.9KB

Şekil 73

11 nisan 2023 tarihli ölçüm için gerekli final efemeris dosyasının adı:

ifade 1

IGS0OPSFİN_20231010000_01D_15M_ORB.SP3

Dosya adının ilk 3 hanesi IGS dosyanın analizini yapan merkez için kısaltmadır. IGS International GNSS Service kelimelerinin kısaltmasıdır. Ölçüm gününe ait GPS uydularına ait hassas efemeris dosyalarının başında bu olmalıdır. IGS tarafından analiz edilmiş dosya.

4. hane 0 versiyonu belirtiyor

5., 6. ve 7. hanelerinin oluşturduğu ifade dosyanın tipini belirtiyor. Tablo 9 bu kısaltmalara dair açıklamaları belirtiyor. GPS uydularına ait hassas efemeris dosyaları için OPS kısaltması kullanılmalı.

Tablo 9 (Romero, Steigenberger, & Montenbruck, 2019)

3 haneli İfade	İfadenin Karşılığı
MGX	Multi-GNSS Project product
OPS	Operational IGS product
R01	Reprocessing Campaign 1
RNN	Reprocessing Campaign N
TGA	Tide Gauge Benchmark Monitoring (TIGA)

8, 9 ve 10 hanelerin oluşturduğu ifade hassas efemeris dosyasının tipini belirtmekte. Tablo 10 ifadeleri ve açıklamaları gösteriyor. FIN final efemeris dosyası olduğunu, RAP rapid efemeris dosyası, ULT ultra rapid efemeris dosyası olduğunu belirtiyor. ifade 1 örneğinde dosyas Final efemeris dosyasıdır.

Tablo 10 (Romero, Steigenberger, & Montenbruck, 2019)

3 haneli İfade	İfadenin Karşılığı
FIN	Final efemeris
NRT	Near-Real Time (ULT ile RTS arasında)
RAP	Rapid efemeris
RTS	Real-Time streamed products
SNX	Sinex birleşim ürünü
ULT	Ultra – Rapid efemeris

12. ile 22. karakterler arasında ölçüm gününe ait ifade vardır. ifade 1 örneğinde 20231010000 sayısal değeri vardır. 2023 ölçümün yapıldığı yıl, 101 ise 11 nisan 2023 tarihinin 1 ocak 2023 tarihinden itibaren gün sayısıdır.

24., 25. ve 26. karakterler efemeris dosyasının kapsadığı zaman karşılığını belirtiyor. ifade 1 örneğinde 01D ölçümün 1 gün yani 24 saatlik bir dilimi kapsadığını söylüyor.

28, 29 ve 30 karakterler ölçüm sıklık aralığını belirtiyor. ifade 1 örneğinde 15M yazmakta. Bunun karşılığı efemeris dosyasındaki uydu koordinatları 15 dakika aralıklı ifade edildiğini söylemektedir. M ifadesi yerine aşağıdaki harflerde kullanılabilir.

Tablo 11

S	Saniye
H	Saat
D	Gün
W	Hafta
L	Ay
Y	Yıl

32., 33. ve 34. karakter grubu dosyanın içeriği hakkında bilgi vermektedir. ifade 1 örneğinde ORB orbit (yörünge) ifadesiyle yörüngedeki uydu koordinatlarını ifade etmektedir. ORB yerine Tablo 12’de yer alan kısaltmalar kullanıldığı, dosyanın içeri açıklamalarında belirtilen şeklindedir.

Tablo 12

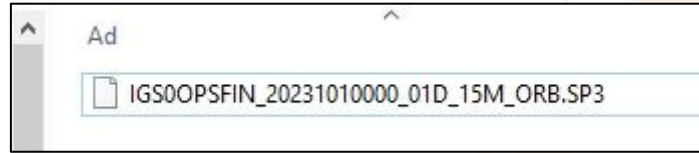
Kısaltma	Açıklaması
ATT	Attitude information
BIA	Biases (except for DCB and OSB biases)
CLK	Receiver and/or satellite clock parameters
CRD	Station Coordinates/velocities in SINEX
DCB	Differential codebiases
ERP	Earth rotation parameters
ION	Ionosphere product
OSB	Observable-specific signal bias
SOL	Variance/covariance information or normal equations in SINEX
TRO	Troposphere ZPD product

En son 3 karakter dosya uzantısıdır. ifade 1 örneğinde SP3 görülmektedir. SP3 standart uydu ürünü olduğunu belirtiyor. Statik ölçüm yöntemi için aradığımız hassas efemeris dosyasının uzantısında sp3 olmalıdır.

Kısaltma	Açıklaması
BIA	bias SINEX ,Schaer (2018)
CLK	clock RINEX, Ray and Gurtner (2012)
ERP	IGS ERP format, Kouba and Mirault (1998)
IOX	IONEX ionospheric TEC grid product format , Schaer et al. (1998)

OBX	ORBEX satellite orbit/attitude format, Loyer (2019)
SNX	Solution INdependent EXchange (SINEX) format, Rothacher and Thaller (2006)
SUM	Summary of the indicated product, combination summary
TRO	Tropo SINEX product format, Pacione and Dousa (2019)

Dosya indirilip sıkıştırılmış dosyadan çıkartıldığında Şekil 74 görünen dosya haline gelir. Dosya herhangi bir metin editöründe açıldığında Şekil 75’de dosyanın Final efemeris doyası olduğu, COD, ESA, GFZ, GRG, JPL, NGS, SIO gözlemlerinin ağırlıklı ortalaması olduğunu belirtiyor.



Şekil 74

```

19 /* FINAL ORBIT COMBINATION FROM WEIGHTED AVERAGE OF:
20 /* cod esa gfz grg jpl mit ngs sio
21 /* REFERENCED TO IGS TIME (IGST) AND TO WEIGHTED MEAN POLE:
22 /* PCV:IGS20_2233 OL/AL:FES2014b NONE Y ORB:CMB CLK:CMB
23 * 2023 4 11 0 0 0.00000000

```

Şekil 75

Güncel Anten Bilgilerinin Elde Edilmesi

Yazılımı kullanmadan evvel yazılıma bazı güncel verilerin yüklenmesi gereklidir. Ölçüm verileri aktarıldığında kullanılmış olan cihaza dair bilgilerinde yazılım tarafından bilinmesi gereklidir. Bu sebepten kullanılan cihaz ve anten bilgilerinin güncellenmelidir. Firmalara ait cihaz ve anten bilgilerinin bulunduğu güncel bilgileri Amerika’nın ulusal jeodezik haritacılık biriminin (National Geodetic Survey = NGS) kendi internet adresinden bu bilgiler elde edilebilir. Bu internet sitesinin adresi:

<https://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/index.xhtml>

Siteden her bir markanın ürettiği cihaz bilgisine yada tüm cihazların anten bilgilerine erişim sağlanabilir (Şekil 76).

Anten Bilgisinin Önemi

Bir GPS baz uzunluğu, iki GPS anteninin faz merkezi arasındaki vektörden oluşur. Her anten tipinin (marka, model) kendi faz merkezi ofseti vardır. Bu özellik, baz uzunluklarının, farklı GPS antenleri kullanılarak işleniyorsa fark edilir. Farklı antenlerin faz merkezi ofseti özellikle L1 ve L2 faz merkezi arasındaki yükseklik farkı açısından değişir. Pozisyondaki fark genellikle ihmal edilebilir.

Anten Yönetimi, farklı GPS antenleri için faz merkezi ofsetlerini yönetmenizi sağlar. Uzaklıklar daha sonra baz uzunluğu işlemleri sırasında düzeltmeler olarak uygulanır. (Hexagon, 2008).



Şekil 76

TUTGA ve TUSAGA – Aktif noktalarında sürekli ölçüm yapan GNSS sinyal alıcılarının 05.12.2012 tarihine kadar relative antenler kullanılmıştır. Sonrasında tüm antenler Absolute anten tiplerine dönüşmüştür. NGS sitesinden anten bilgileri alırken buna dikkat edilmelidir (Şekil 76).

İki ayrı anten dosya formatı vardır. ANTEX anten dosya formatı IGS Anten Kalibrasyon Çalışma Grubu tarafından 2003 yılında oluşturuldu. ANTINFO anten dosya formatı NGS tarafından 1990'ların sonlarında oluşturuldu. ANTINFO formatı yalnızca GPS L1 / L2 ve yalnızca azimut bağımlılığı olmayan yer tabanlı antenleri desteklediğinden, temel olarak bağıl anten kalibrasyonları için kullanılan eski bir dosya formatıdır. Daha yeni olan ANTEX formatı daha kapsamlı ve esnektir, çoklu Uydu Navigasyon Sistemleri, çoklu sinyal frekansları, uydu ve yer kalibrasyonları, azimut bağımlılıkları gibi bilgileri de içerir (National Geodetic Survey, 2020).

Açılan sayfada çıkan anten bilgilerinin tümü kopyalanıp (Şekil 77) bir metin editörüne kopyalanıp txt uzantılı metin dosyası olarak kaydedilir (Şekil 78).

GNSS VERİLERİNİN İŞLENMESİ

← → ↺ ↻ https://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/LoadFile?file=ngs14.003

Uygulamalar yuksek Firefox'tan Alındı bazistasyon Eomagi: CyberCity... Geo Geomorphometry... coğrafya iğimkanı ilgiaları hoca

ant_info.003> <TYP:ABS SRC:IGS14_2045,NGS-Database> <NGS-19/05/01-708>

ANTENNA ID	DESCRIPTION										DATA SOURCE (# OF TESTS)	YR/MO/DY
[north]	[east]	[up]									AVE = # in average	
[90]	[85]	[80]	[75]	[70]	[65]	[60]	[55]	[50]	[45]		L1 Offset (mm)	
[40]	[35]	[30]	[25]	[20]	[15]	[10]	[5]	[0]			L1 Phase at	
[north]	[east]	[up]									Elevation (mm)	
[90]	[85]	[80]	[75]	[70]	[65]	[60]	[55]	[50]	[45]		L2 Offset (mm)	
[40]	[35]	[30]	[25]	[20]	[15]	[10]	[5]	[0]			L2 Phase at	
											Elevation (mm)	

ONE 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

COAT-703 NONE 3CORETEL AT-703 53.3

0.0 0.9 1.5 1.8 1.8 1.7 1.5 1.4 1.3 1.2 1.1 1.0 0.9 0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0.0

1.6 1.8 1.9 2.0 2.0 1.9 1.7 1.3 0.9 0.5 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

-0.6 -0.6 -0.9 -0.9 -0.7 -0.5 -0.4 -0.3 -0.2 -0.1 -0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

0.0 -0.6 -0.9 -0.9 -0.7 -0.5 -0.4 -0.3 -0.2 -0.1 -0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

1.0 -1.2 -1.1 -1.1 -0.9 -0.6 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

COAT-705 NONE 3CORETEL AT-705 52.8

1.8 0.0 0.4 0.7 0.9 0.9 0.9 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

1.0 1.3 1.3 1.2 1.0 0.7 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

-1.0 -0.2 -0.3 -0.4 -0.5 -0.6 -0.8 -1.0 -1.2 -1.4 -1.6 -1.8 -2.0 -2.2 -2.4 -2.6 -2.8 -3.0 -3.2 -3.4 -3.6

5-02-TSADM NONE TSA-100 assembly with Dorne Margolin ant IGS (1) 17/01/29

2.4 3.1 254.3

0.0 -0.2 -0.7 -1.4 -2.2 -3.1 -4.0 -4.6 -5.0 -4.9

-4.5 -3.5 -2.1 -0.1 2.6 6.1 10.4 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

0.5 3.5 284.0

0.0 -0.0 -0.2 -0.7 -1.2 -1.7 -2.3 -2.7 -3.0 -3.0

-2.8 -2.0 -0.7 0.8 2.6 4.7 7.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

Kopyala Ctrl+C

Yazdır... Ctrl+P

Download selected links with IDM

Google Çeviri

Translate this word

Tureng: '<ant_info.003> <TYP:ABS SRC:IGS14_2045,NGS-...'

İncele Ctrl+ÜstKrktr+I

Şekil 77

Ad Değiştirme tarihi Tür Boyut

anteninfo.bt 5.05.2019 00:00 Metin Belgesi 307 KB

anteninfo.bt - Not Defteri

Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım

<ant_info.003> <TYP:ABS SRC:IGS14_2045,NGS-Database> <NGS-19/05/01-708>

ANTENNA ID	DESCRIPTION										DATA SOURCE (# OF TESTS)	YR/MO/DY
[north]	[east]	[up]									AVE = # in average	
[90]	[85]	[80]	[75]	[70]	[65]	[60]	[55]	[50]	[45]		L1 Offset (mm)	
[40]	[35]	[30]	[25]	[20]	[15]	[10]	[5]	[0]			L1 Phase at	
[north]	[east]	[up]									Elevation (mm)	
[90]	[85]	[80]	[75]	[70]	[65]	[60]	[55]	[50]	[45]		L2 Offset (mm)	
[40]	[35]	[30]	[25]	[20]	[15]	[10]	[5]	[0]			L2 Phase at	
											Elevation (mm)	

NONE 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

COAT-703 NONE 3CORETEL AT-703 53.3

0.0 0.9 1.5 1.8 1.8 1.7 1.5 1.4 1.3 1.2 1.1 1.0 0.9 0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0.0

1.6 1.8 1.9 2.0 2.0 1.9 1.7 1.3 0.9 0.5 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

-0.6 -0.6 -0.9 -0.9 -0.7 -0.5 -0.4 -0.3 -0.2 -0.1 -0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

0.0 -0.6 -0.9 -0.9 -0.7 -0.5 -0.4 -0.3 -0.2 -0.1 -0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

1.0 -1.2 -1.1 -1.1 -0.9 -0.6 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

COAT-705 NONE 3CORETEL AT-705 52.8

1.8 0.0 0.4 0.7 0.9 0.9 0.9 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

1.0 1.3 1.3 1.2 1.0 0.7 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

-1.0 -0.2 -0.3 -0.4 -0.5 -0.6 -0.8 -1.0 -1.2 -1.4 -1.6 -1.8 -2.0 -2.2 -2.4 -2.6 -2.8 -3.0 -3.2 -3.4 -3.6

5-02-TSADM NONE TSA-100 assembly with Dorne Margolin ant IGS (1) 17/01/29

2.4 3.1 254.3

0.0 -0.2 -0.7 -1.4 -2.2 -3.1 -4.0 -4.6 -5.0 -4.9

-4.5 -3.5 -2.1 -0.1 2.6 6.1 10.4 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

0.5 3.5 284.0

0.0 -0.0 -0.2 -0.7 -1.2 -1.7 -2.3 -2.7 -3.0 -3.0

-2.8 -2.0 -0.7 0.8 2.6 4.7 7.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

Geri Al

Kes

Kopyala

Yapıştır

Sil

Tümünü Seç

Sağdan sola okuma düzeni

Unicode denetim karakterlerini göster

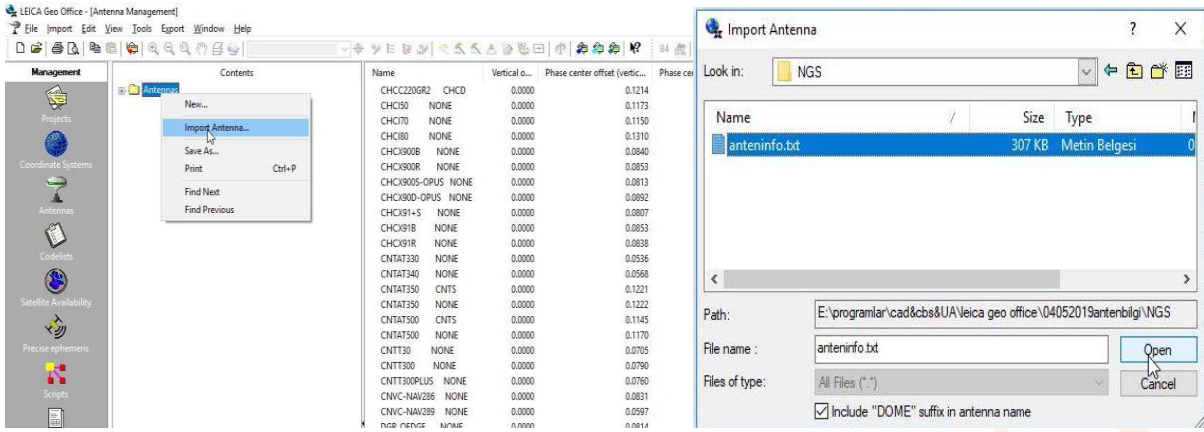
Unicode denetim karakteri ekle

IME Aç

Yeniden Dönüştürme

Şekil 78

Kaydedilen metin dosyası LGO yazılımı içinde Management kısmı içindeki Antennas kısmında eklenir (Şekil 79).

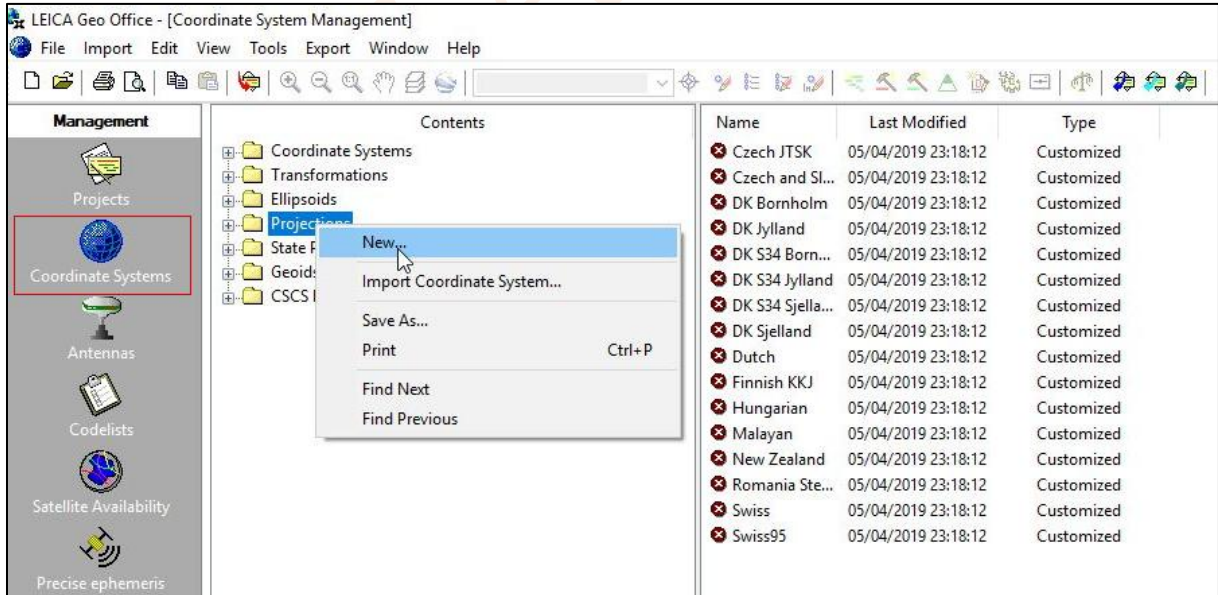


Şekil 79

Projeksiyon Tanımlaması

Statik ölçüm yönteminde elde edilen verilerin yazılımda değerlendirilmesine başlanmadan önce, yazılımda kullanılacak projeksiyonların tanımları kontrol edilir. Eğer kullanılacak projeksiyon yoksa, kullanılacak projeksiyonlar tanımlanmalıdır.

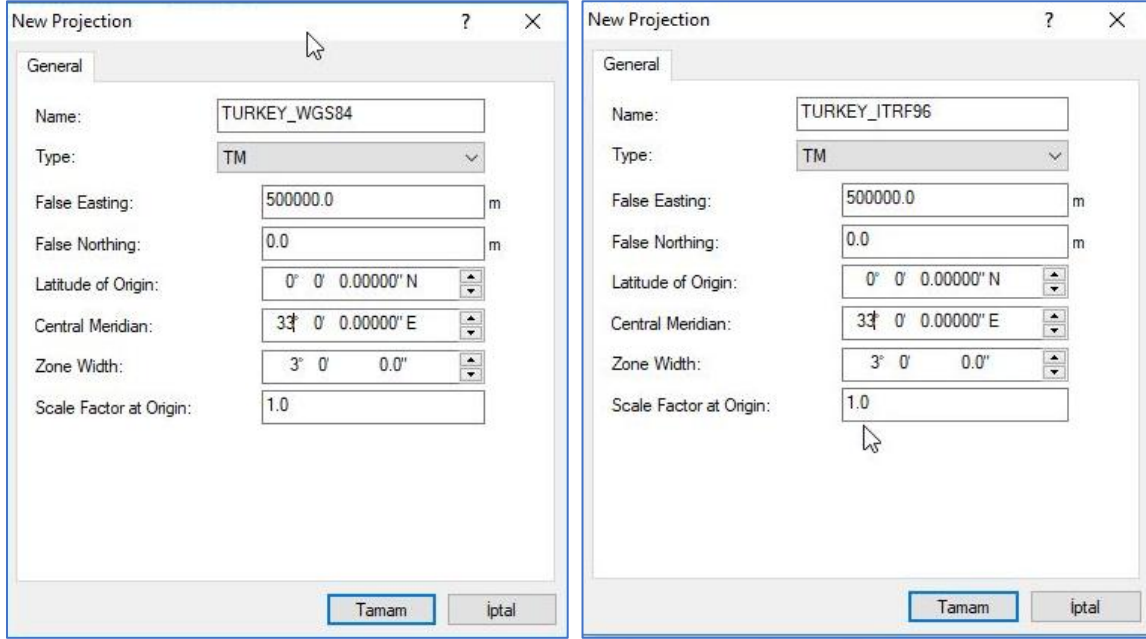
Türkiye’de yapılacak çalışmalar için iki projeksiyon tanımlaması gerekir. Bunlardan birisi ECEF (jeosantrik yersel koordinat sistemi) sisteminde enlem boylam değerlerinin elde edileceği, diğeri kartografik koordinatlar (haritaya aktarılabilen) olan SAĞA – YUKARI değerlerinin elde edileceği projeksiyondur. Projeksiyon tanımı için Management kısmından ağaç yapısı içinden Projections kısmında yapılacaktır (Şekil 80).



Şekil 80

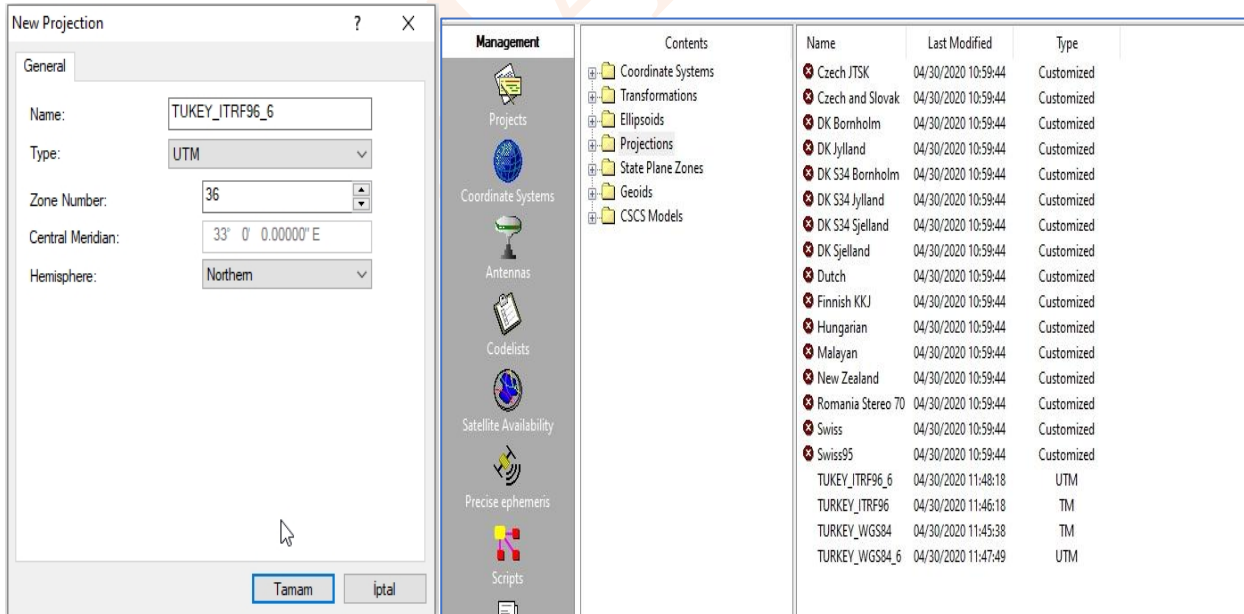
Girilmesi gereken değerler Şekil 81’da gösterilmiştir. Central Meridian (dilim orta meridyeni = başlangıç meridyeni), UTM projeksiyonuna göre oluşan dilimlerin orta meridyenlerini kastetmektedir. Hem 6 derecelik hem de 3 derecelik projeksiyonlar tanımlanmalıdır. Şekil 81 TM yani 3 derecelik UTM

projeksiyon tanımı yapıldığını temsil eder. Benzer bir şekilde 6 derecelik tanım yapabilmek için Type kısmını UTM olarak seçmemiz gereklidir.



Şekil 81

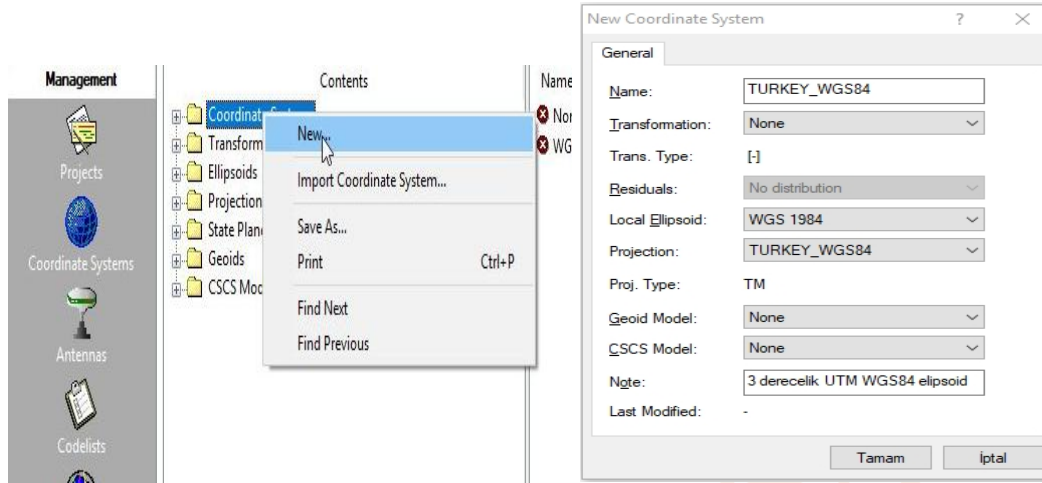
Şekil 82 sol resim de 6 derecelik projeksiyon tanımı örneği gösterilmiştir. Sağ resimde ise 3 derece ve 6 derecelik projeksiyonların tanımlanması sonucu oluşan liste görülmektedir. 3 derece ve 6 derecelik projeksiyonların isimleri aynı olamaz.



Şekil 82

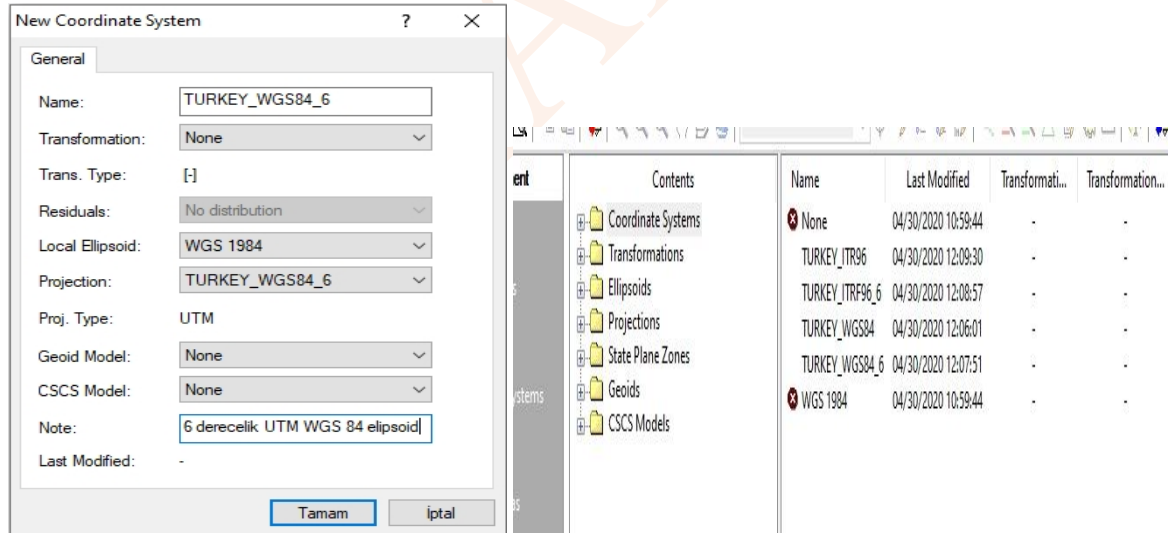
Koordinat Sistemi Tanımlaması

Projeksiyonun sisteme eklenmesi sonrasında, noktaların tanımlı olacağı koordinat sisteminin de eklenmesi gerekmektedir. Koordinat sistemi tanımlaması yapılırken elipsoit ve daha önce tanımlanmış projeksiyon bilgisinin seçilmesine özen gösterilmelidir (Şekil 83)



Şekil 83

Şekil 83 sağ resimde 3 derecelik koordinat sistemi tanımı; Şekil 84 sol resimde 6 derecelik koordinat sistemi tanımlaması temsili vardır. Şekil 84sağ resimde ise tüm koordinat sistemlerinin tanımlanmış hali görülmektedir.

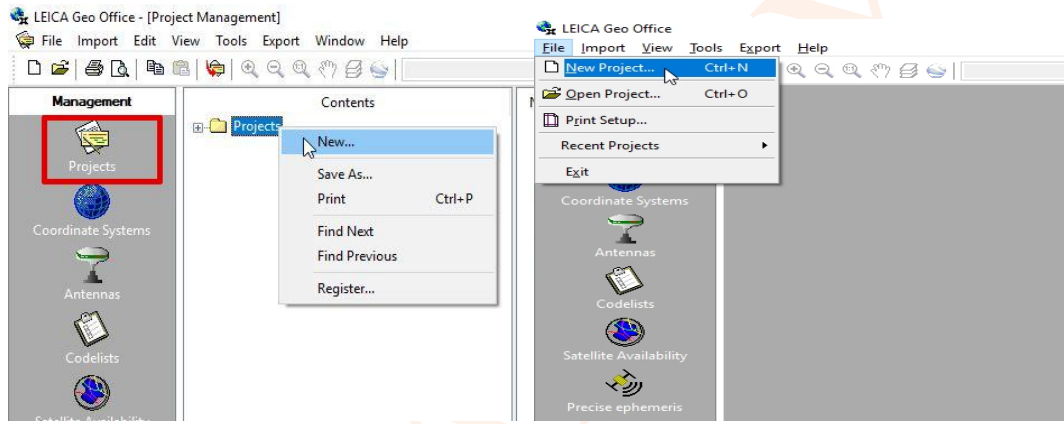


Şekil 84

Proje Açılması ve Ham Verilerin Eklenmesi

Leica Geo Office yazılımında, değerlendirme işlemine başlamadan, noktaların düzlem yüzeye aktarılmasını sağlayacak koordinatları elde etmek için kullanılacak projeksiyon ve noktaların tanımlı olacağı koordinat sistemleri tanımlandı. Değerlendirme aşamasının başlayabilmesi için GNSS sinyal alıcılarının topladığı sinyal verileri, hassas ephemeris bilgileri, koordinatı bulunacak nokta dışındaki noktaların koordinat verilerinin girilmesi gerekmektedir. İlk aşama koordinatı bulunacak noktadaki sinyal alıcı ile koordinatı bilinen noktalardaki sinyal alıcılarda toplanan sinyal verileri yazılıma aktarılması gerekir.

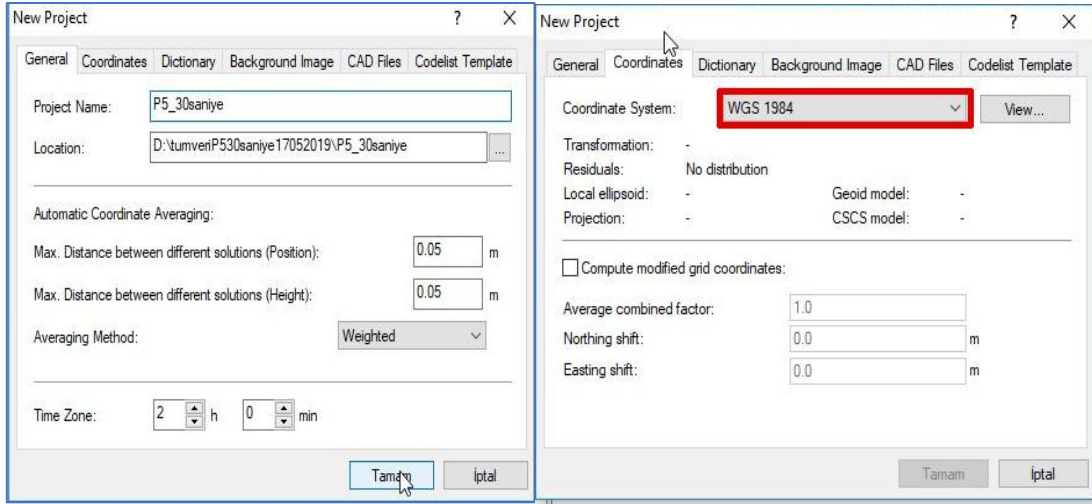
Ölçüm verilerinin aktarılması için yeni proje dosyası açılmalıdır. Şekil 85 iki ayrı şekilde proje dosyasının açılmasına örnek gösterim yapmıştır.



Şekil 85

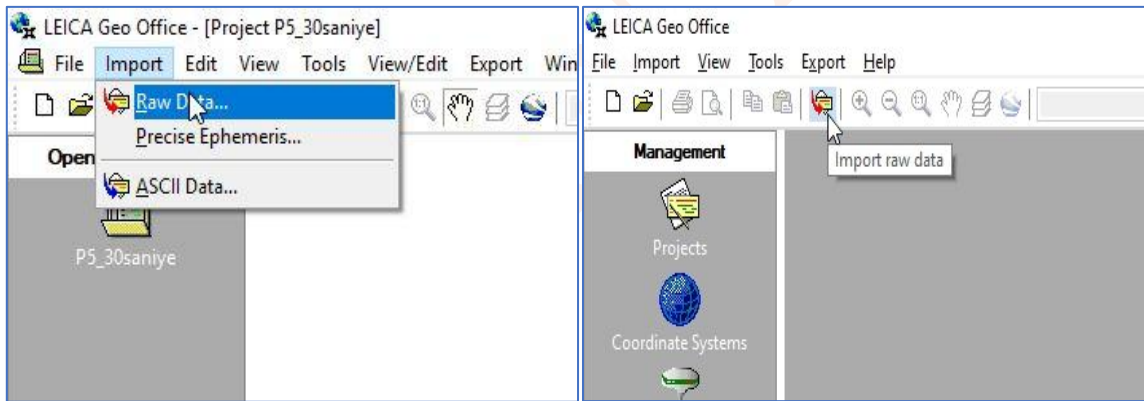
Yeni proje açılma işlemiyle projeye isim verilmelidir (Şekil 86 sol resim). İlk elde edilecek Jeosantrik Yersel Koordinat değerleri ve uydu koordinatlarının olduğu ephemeris dosyasındaki koordinatların tanımlı olduğu koordinat sistemi tanımı yapılmalıdır (Şekil 86 sağ resim).

Ekleniecek olan sinyal ölçümleri ve hassas ephemeris dosyaları jeosantrik koordinatlardır. Jeosantrik koordinatların, referans çatısının merkezi yerin ağırlık merkezi ile çakışıktır. GNSS sisteminde yeryuvarını (Dünya) temsil etmek için kullanılacak referans yüzey elipsoid de yazılımda tanımlanmalıdır (Şekil 86 sağ resim Şekil 87).



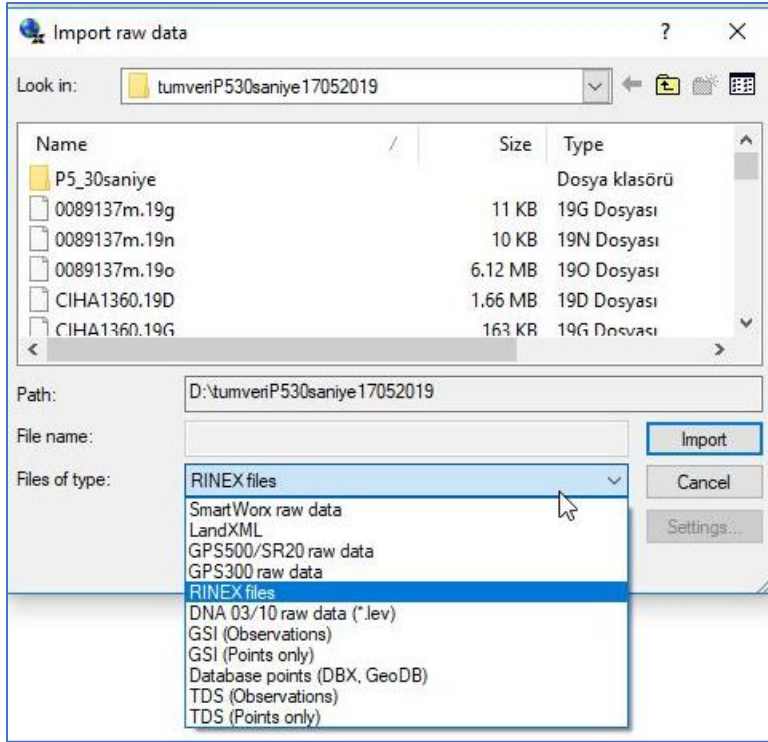
Şekil 86

Proje açıldıktan sonra projeye koordinatı bulunacak noktadaki sinyal alıcının topladığı ve diğer koordinatı bilinen noktalardaki sinyal alıcıların eş zamanlı topladığı ölçüm verilerinin eklenmesi gerekmektedir. Verilerin eklenmesi için kullanılacak menüler ve/veya yöntemler Şekil 87’de gösterilmiştir.



Şekil 87

“RAW data” terimi ham veri anlamındadır. Kullandığımız yazılımlar her GNSS sinyal alıcısının kendi veri tipindeki (kendi ham verisini) veriyi okumayabilirler. Sinyal alıcı ile elde edilen ham verinin ya yazılımın okuyabileceği veri formatına dönüştürülmesi gerekir, ya da ortak bir veri formatına dönüştürülmesi (Örneğin RINEX verisi) gerekir.



Şekil 88

Rinex Veri Formatındaki Bir Dosya Adı ve Dosya Tipi

Şekil 88 veri eklenmesi sırasında, yazılımın desteklediği veri formatları gözükmemektedir. Veri formatları içinde en yaygın olanı RINEX (Receiver INdependent Exchange/Alıcıdan Bağımsız Dönüşüm) formatıdır. Rinex veri formatı, sinyal alıcıların sonuç elde ettiği ham veri formatı değildir. Veri işleme için kullanılan Ortak veri formatıdır.

Çalışma alanınızda yaptığınız statik ölçümde, koordinatı bulunacak noktada bir sinyal alıcısı ve diğer koordinatı bilinen noktalardaki sinyal alıcıların Tusaga-Aktif sistemindeki sinyal alıcılar olduğu durumun incelemesi yapalım. Şekil 89 sol resim koordinatı bulunacak noktadaki sinyal alıcıdan elde edilen RINEX dosyalarıdır. Şekil 89 sağ resim Tusaga-Aktif sistemindeki bir sinyal alıcıdan elde edilen RINEX dosyalarıdır.

0516137m.19g	21.05.2019 17:05	HYMN1370.19D	17.05.2019 23:59
0516137m.19n	21.05.2019 17:05	HYMN1370.19G	17.05.2019 23:59
0516137m.19o	21.05.2019 17:05	HYMN1370.19N	17.05.2019 23:59

Şekil 89

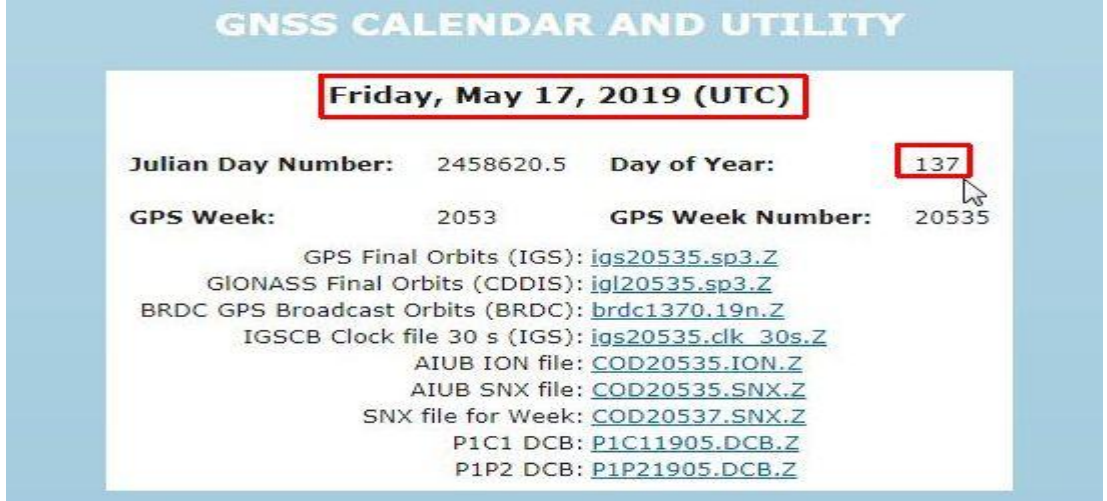
Şekil 89 her sinyal alıcının sadece GPS ve GLONAS GNSS uydularından sinyal aldığını unutmamalıyız. Dikkat edilirse her iki sinyal alıcısı da tek bir oturumda 3 adet RINEX dosyası oluşturuyor. Dosyaların adları incelendiğinde:

0516 ****.* ** 0516 ölçüm yapılan istasyona verilen isim

HYMN ****.* ** HYMN ölçüm yapılan istasyona verilen isim

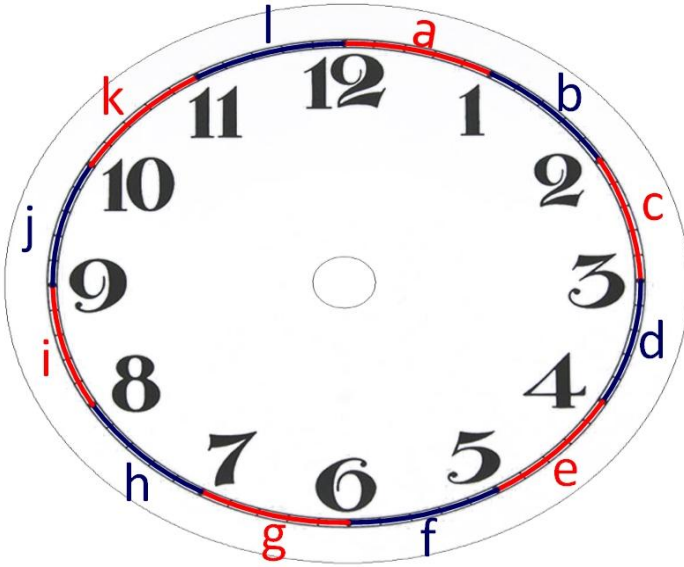
0516 rakamı alet operatörü tarafından verilmemiş olup, sinyal alıcının seri numarası ile alakalı bir isimdir. HYMN Tusaga-Aktif sistemi içindeki sabit alıcılardan birinin ismidir.

Alıcı isimlerinden sonra gelen 3 hane: her iki alıcıda da 137 rakamı görülmektedir. Bu değer yıl içindeki 137. Günü ifade etmektedir (Şekil 90).



Şekil 90 (Jahic, 2021)

Ölçüm gününden sonra gelen rakam veya sayı (0=sıfır) değeri ölçüm zamanını (saat göstermektedir. Eğer değer 0 (sıfır) ise günlük yani 24 saatlik ölçümdür. Eğer değer bir harf ise UTC saat dilimine göre gün içindeki ölçüm zamanını göstermektedir.



Harf	Saat	Harf	Saat
m	12:00-13:00	s	18:00-19:00
n	13:00-14:00	t	19:00-20:00
o	14:00-15:00	u	20:00-21:00
p	15:00-16:00	v	21:00-22:00
q	16:00-17:00	w	22:00-23:00
r	17:00-18:00	x	23:00-24:00

Şekil 89 sol resimde koordinatı bulunacak noktadaki GNSS sinyal alıcıdan elde edilmiş RINEX dosyaları incelendiğinde 516 adlı alıcıyla yılın 137. Gününde saat 12:00 ile 13:00 (UTC saat dilimine göre) arasında ölçüm yapıldığı anlaşıyor.

Şekil 89 sağ resimde HYMN adlı alıcıyla yılın 137. Gününde tüm gün boyunca ölçüm yapıldığı anlaşıyor. 137 değerinden sonraki 0 (sıfır) değeri tüm gün boyunca ölçüm yapıldığını gösteriyor.

Dosyanın uzantısı (dosya adındaki ondalık hane ayracından sonraki haneler), o dosya tipinin tanımlayıcısıdır. O yüzden kullanılan işletim sisteminde dosya görünüm özelliklerinde dosya uzantıları açık olmalıdır. RINEX dosyalarında dosya uzantıları içerdiği bilgiye göre değişkenlik göstermektedir. RINEX dosyalarına ait dosya uzantılarının ilk 2 hanesi, ölçüm yapılan yılı göstermektedir.

Şekil 89 incelendiğinde:

0536137m.19g 2019 yılında yapılan ölçüm

Dosya uzantısının son hanesi (3. Hane) RINEX dosyasının özelliğini ifade etmektedir. Tablo 13 RINEX dosya uzantısının son hanesindeki harflerin anlamlarını içerir.

Tablo 13 (International GNSS Service, 2021)

O	Gözlem Dosyası
N	GPS GNSS uyduları Dosyası
M	Meteorolojik Veri Dosyası
G	GLONASS GNSS uyduları Dosyası
D	Gözlem Dosyası

Gözlem dosyaları, yapılan ölçüm cihazı ve ölçüm hakkında genel bilgileri içerir. GNSS uyduları dosyaları ise uydulardan alınan sinyalleri içerir.

1	2.10	GLONASS NAV DATA	RINEX VERSION / TYPE
2	V2.60	Geomax Assistant	2019 05 21 13:35
3	2019 5 17	-2.328306436539D-09	PGM / RUN BY / DATE
4	18		CORR TO SYSTEM TIME
5			LEAP SECONDS
6	9 19 05 17 12 15	2.0 7.015839219093D-05 1.818989403546D-12 4.389000000000D+04	END OF HEADER
7	1.767526562500D+04	1.868202209473D+00 3.725290298462D-09 0.000000000000D+00	
8	4.251929199219D+03	1.581287384033D+00 -1.862645149231D-09 -2.000000000000D+00	
9	1.787153808594D+04	-2.231374740601D+00 -0.000000000000D+00 0.000000000000D+00	

A

1	2.10	NAVIGATION DATA	RINEX VERSION / TYPE
2	V2.60	Geomax Assistant	2019 05 21 13:35
3	7.4506D-09	2.2352D-08 -5.9605D-08 -1.1921D-07	PGM / RUN BY / DATE
4	8.6016D+04	8.1920D+04 -1.3107D+05 -5.2429D+05	ION ALPHA
5	0.000000000000D+00	-2.664535259100D-15 61440 2054	ION BETA
6	18		DELTA-UTC: A0,A1,T,W
7			LEAP SECONDS
8	2 19 05 17 13 59 44.0	-2.153012901545D-04 -9.094947017729D-12 0.000000000000D+00	END OF HEADER
9	1.600000000000D+01	2.481250000000D+01 4.340895198851D-09 -2.028574106300D+00	

B

1	2.11	OBSERVATION DATA	M	RINEX VERSION / TYPE
2	V2.60	Geomax Assistant	2019 05 21 13:35	PGM / RUN BY / DATE
3	0089			MARKER NAME
4				MARKER NUMBER
5				OBSERVER / AGENCY
6	2860089	GEOMAX ZENITH25	2.70/6.510	REC # / TYPE / VERS
7		GMAXZENITH25		ANT # / TYPE
8	4109363.7031	2740352.9796	4023711.1832	APPROX POSITION XYZ
9	0.0000	0.0000	0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N
10	1 1			WAVELENGTH FACT L1/2
11	4 C1 L1 P2 L2			# / TYPES OF OBSERV
12	1.000			INTERVAL
13	2019 05 17 12 18	19.00000000	GPS	TIME OF FIRST OBS
14	2019 05 17 14 18	22.00000000	GPS	TIME OF LAST OBS
15	18			LEAP SECONDS
16	19			# OF SATELLITES

C

1	2.11	OBSERVATION DATA	M	RINEX VERSION / TYPE
2	V1.91	Geomax Assistant	2021 05 04 10:24	PGM / RUN BY / DATE
3	0089			MARKER NAME
4				MARKER NUMBER
5				OBSERVER / AGENCY
6	2860089	GEOMAX ZENITH25	5.01/6.516	REC # / TYPE / VERS
7		GMAXZENITH25		ANT # / TYPE
8	4109439.7531	2740358.0544	4023640.0172	APPROX POSITION XYZ
9	0.0000	0.0000	0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N
10	1 1			WAVELENGTH FACT L1/2
11	4 C1 L1 P2 L2			# / TYPES OF OBSERV
12	5.000			INTERVAL
13	2021 05 04 07 32	30.00000000	GPS	TIME OF FIRST OBS
14	2021 05 04 08 32	30.00000000	GPS	TIME OF LAST OBS
15	18			LEAP SECONDS
16	19			# OF SATELLITES

D

Şekil 91

Şekil 91 89 adlı sinyal alıcının 2019 yılında, yılın 137. Günü saat 12:00 ile saat 13:00 arasında yaptığı statik ölçümlere ait RINEX verileridir. A resminde GLONASS GNSS uydularına ait verilerin olduğu; B resminde GPS GNSS uydularına ait verilerin olduğu RINEX dosyalarıdır. C resminde ölçümün gözlem dosyasıdır. D resmi aynı alıcıyla 2021 yılında yapılan bir ölçüme ait gözlem dosyası örneği mevcuttur. Gözlem dosyalarında elde edilen yaklaşık nokta koordinat değeri de bulunmaktadır.

1	1.0	COMPACT RINEX FORMAT	CRINEX VERS / TYPE
2	RNX2CRX ver.4.0.5	18-May-19 00:00	CRINEX PROG / DATE
3	2.10	OBSERVATION DATA	RINEX VERSION / TYPE
4	TPP 3.5.8	M (MIXED)	PGM / RUN BY / DATE
5		16-MAY-19 23:59	COMMENT
6			COMMENT
7			COMMENT
8	HYMN		MARKER NAME
9	HYMN		MARKER NUMBER
10	Trimble Navigation LTrimble Navigation Limited		OBSERVER / AGENCY
11	4737K07107	TRIMBLE NETRS Nav 4.48 / Boot 4.18	REC # / TYPE / VERS
12		TRMS5971.00 NONE	ANT # / TYPE
13	4161311.8808	2650610.4593	4030510.1316
14	0.0870	0.0000	0.0000
15	1	1	0
16	6	C1	L1 S1 P2 L2 S2
17	30.000		
18	0		
19	18		
20	55		
21	2019	05	17 00 00 00.00000000 GPS
22			END OF HEADER

A

1	2.10	GLONASS NAV DATA	RINEX VERSION / TYPE
2	TPP 3.5.8	2019-05-16 23:59:29	PGM / RUN BY / DATE
3			COMMENT
4			COMMENT
5			COMMENT
6	2019	5	17 -.232830643654E-08
7	18		
8			END OF HEADER
9	01	19 05 16 23 45	0.0 .438848510385E-04 .000000000000E+00 .846000000000E+05
10			.109231259766E+05 -.102970981598E+01 .000000000000E+00 .000000000000E+00
11			.237463427734E+04 .296320724487E+01 -.931322574615E-09 .100000000000E+01
12			.229356020508E+05 .185275077820E+00 -.279396772385E-08 .000000000000E+00
13	02	19 05 16 23 45	0.0 .368878245354E-03 .181898940355E-11 .846000000000E+05
14			.130708193359E+05 -.747394561768E+00 .279396772385E-08 .000000000000E+00
15			-.176291254883E+05 .162431049347E+01 .931322574615E-09 -.400000000000E+01
16			.130900141602E+05 .293909740448E+01 -.279396772385E-08 .000000000000E+00
17	03	19 05 16 16 15	0.0 -.473111867905E-05 .909494701773E-12 .576000000000E+05
18			-.133852836914E+05 -.220661258698E+01 .186264514923E-08 .000000000000E+00
19			.171073851563E+04 .106088064081E-01 .000000000000E+00 .500000000000E+01

B

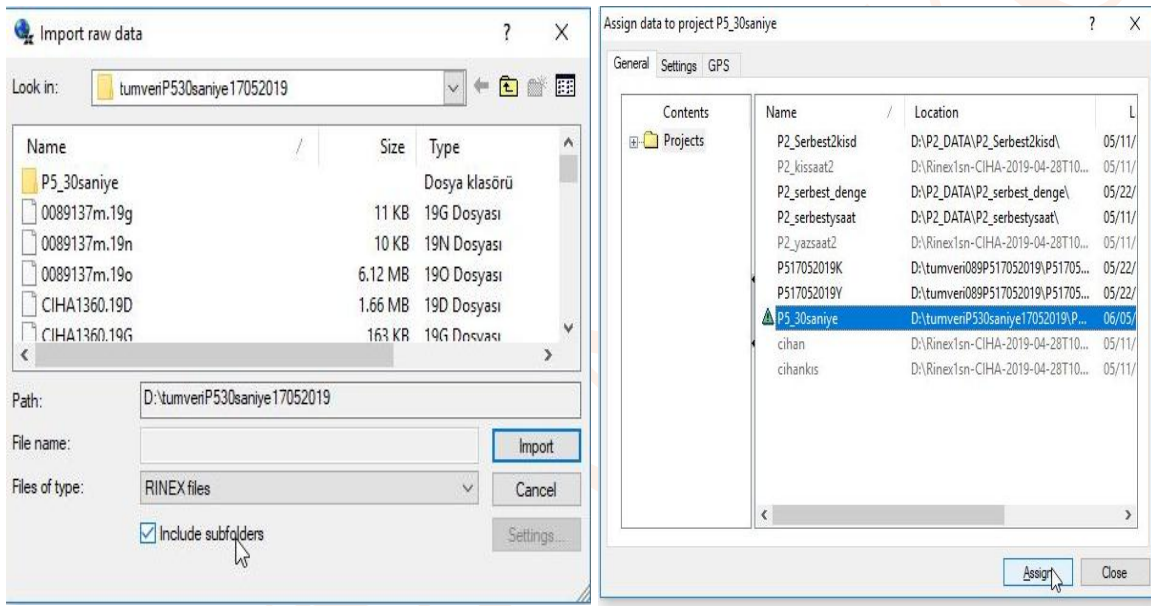
1	2.10	N: GPS NAV DATA	RINEX VERSION / TYPE
2	TPP 3.5.8	2019-05-16 23:59:29	PGM / RUN BY / DATE
3			COMMENT
4			COMMENT
5			COMMENT
6	.7451E-08	.2235E-07	-.5960E-07 -.1192E-06
7	.8602E+05	.8192E+05	-.1311E+06 -.5243E+06
8	.18626514923E-08	.124344978758E-13	319488 2565 DELTA-UTC: A0,A1,T,W
9	18		LEAP SECONDS
10			END OF HEADER
11	01	19 05 17 0 0 0.0	-.179968774319E-04 -.898126018001E-11 .000000000000E+00
12			.230000000000E+02 .452187500000E+02 .422910473062E-08 .290852347104E+01

C

Şekil 92

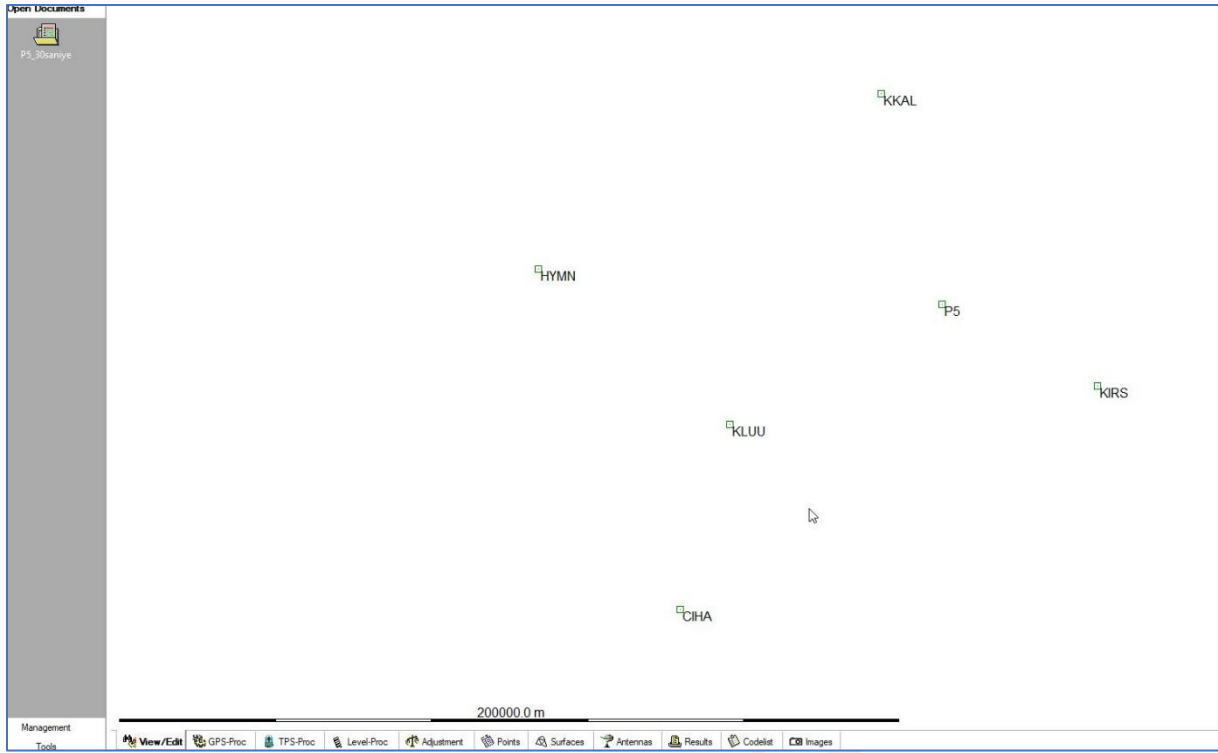
Şekil 92 TUSAGA-AKTİF sistemindeki HYMN isimli alıcının, 2019 yılında, yılın 137. Gününde, tüm gün yaptığı ölçümlere dair RINEX dosyaları gözükmemektedir. RINEX dosyası metin dosyası olduğu için Not Defteri uygulamalarında açılabilir. A resminde, HYMN sinyal alıcısındaki gözlem RINEX dosyası gözükmemektedir. Bu veri daha sonra kullanılacaktır. B resminde GLONASS GNSS uydularından toplanan sinyallere ait bilgileri içeren RINEX dosyası gözükmemektedir. C resminde, GPS GNSS uydularından toplanan verilerin olduğu RINEX dosyasının görüntüsüdür.

Koordinatı bulunacak olan noktadaki sinyal alıcısındaki RINEX dosyası ve diğer noktadaki sinyal alıcılardan alınan RINEX dosyaları yazılama Şekil 87’de gösterilen menülerden eklenir. Şekil 93 sol resimde pencere altındaki onay kutusu aynı dizinde bulunan tüm verilerin eklenmesini sağlar. Şekil 93 sağ resimdeki görülen pencerenin “Settings” sekmesi açıldığında çıkan ekrandaki “Merge” onay kutusu seçilirse, aynı ad bilgisindeki (örneğin 0089 adlı veya HYMN adlı sinyal alıcı) sinyal alıcıların verileri birleştirilir. Veriler eklenirken aynı adlı sinyal alıcıya ait GNSS uydularına ait RINEX dosyaları (dosya uzantısı sonunda g ve n harfi olan dosyalar) ve gözlem dosyası (uzantısı sonunda o veya d harfi olan dosya) hepsi seçilip eklenir. Her bir alıcıya ait RINEX dosyaları eklendikten sonra, yazılım verilerin hangi proje ile ilişkilendirileceğini seçmemizi ister. Bunun için proje seçilip Assign düğmesiyle veiller ve proje dosyası ilişkilendirilmiş olur (Şekil 93 sağ resim).



Şekil 93

Veri eklendikten sonra noktalar aktif ekranın altındaki “Points” kısmında gözükecektir. Noktaların haritada ki dağılımını görmek için “View/Edit” sekmesi seçilir Şekil 94. Her bir alıcının gözlem dosyasında (uzantı sonunda o veya d olan observation dosyaları) noktanın yaklaşık koordinatları bulunmaktadır. Bu sayede noktalar konum değerine bağlı olarak haritada düzleminde gözükmektedir.

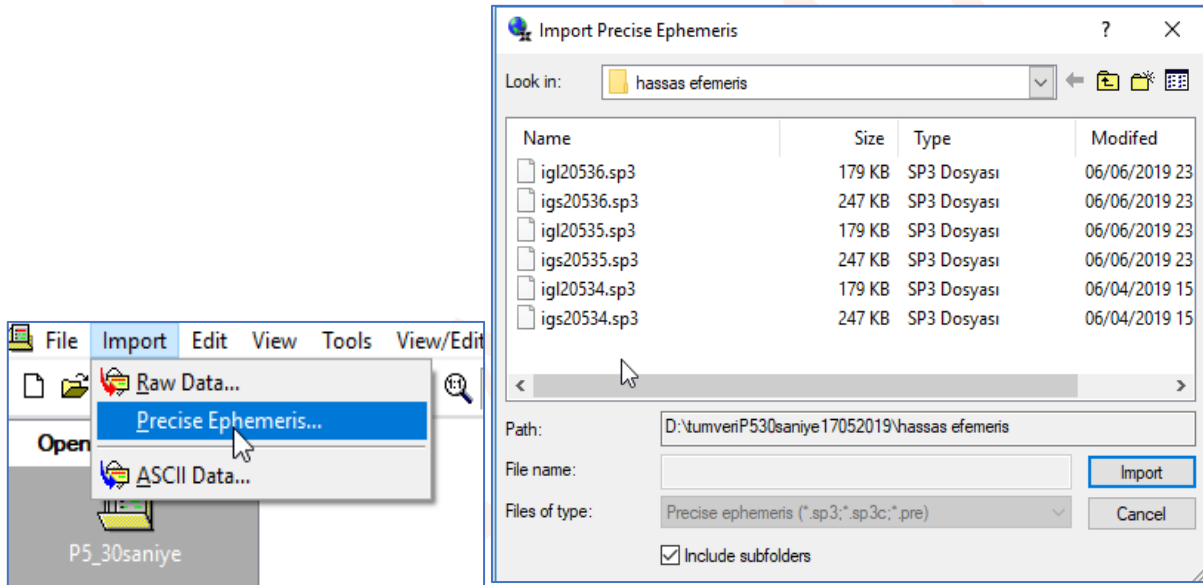


Şekil 94

Ephemeris dosyalarının eklenmesi

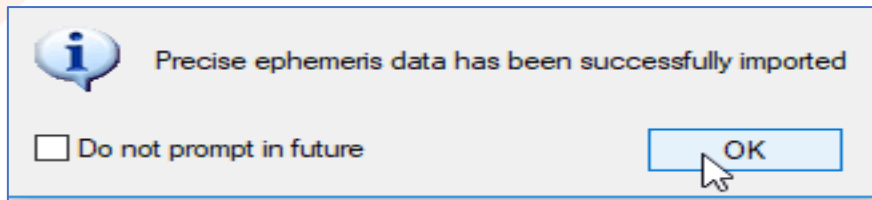
GNSS sinyal alıcılarının topladığı sinyaller üzerinde GNSS uydularına ait bilgiler ve uyduların yörüngelerindeki ECEF koordinatları bulunmaktadır. Uyduların bu koordinat değerleri, uzay geriden kestirme hesabında kullanılacaktır. Eğer sadece yayın ephemeris değerlerindeki uydu koordinatları kullanılırsa, uyduların hareket ettikleri yörünge üzerindeyken olabilecek sapmaları göz ardı edilecektir. Bunun sonucu olarak da uzay geriden kestirme hesabı sonrasında bulunacak nokta koordinatı hassas olmayacaktır. Bu durumu düzeltmek için hassas gök günlüğü dosyaları (hassas ephemeris/efemeris) da kullanılmalıdır.

Hassas gök günlüğü dosyalarının projeye eklenmesi için **Import** (Ekle) menüsü alt menülerden **Precise Ephemeris...** menüsü seçilir (Şekil 95 sol resim). Açılan **Import Precise Ephemeris** penceresinden ilgili dizindeki hassas gök günlüğü dosyaları seçilir (Şekil 95 sağ resim).



Şekil 95

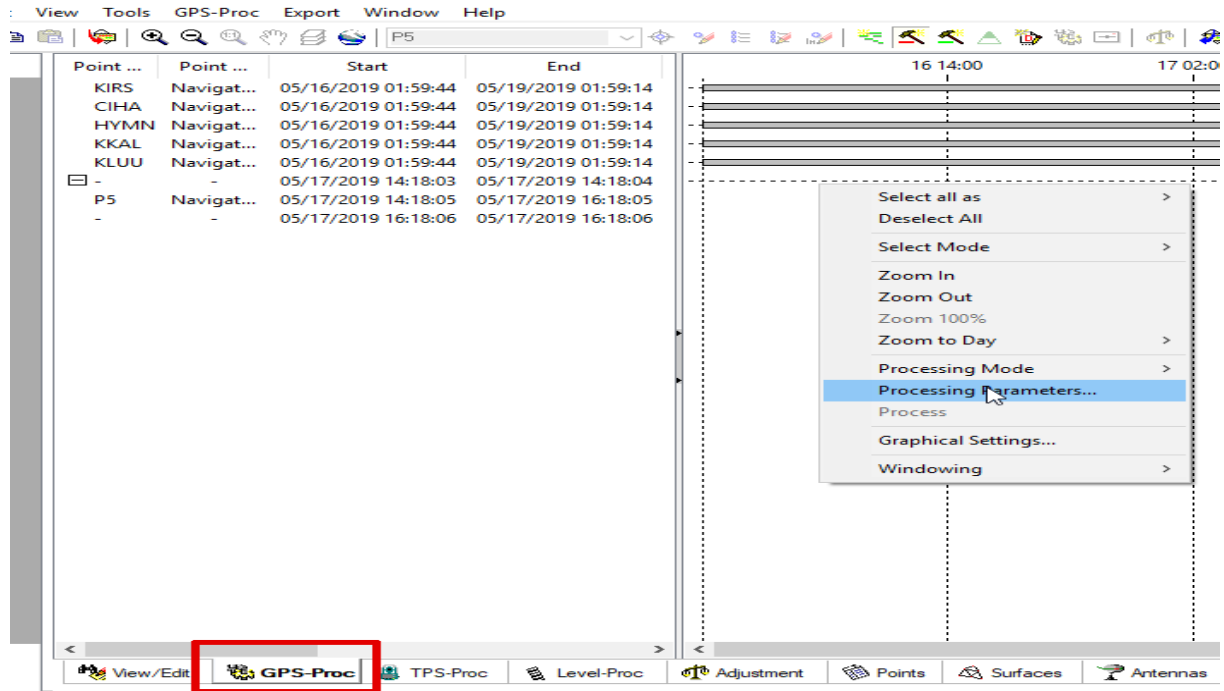
Hassas gök günlüğü dosyaları eklendikten sonra ekrana dosyaların başarılı bir şekilde eklendiğine dair uyarı penceresi gelecektir (Şekil 96). Leica Geo Office yazılımında hassas ephemeris dosyaları için SP3 formatının kullanılması gerektiği belirtilmiştir (Hexagon, 2008).



Şekil 96

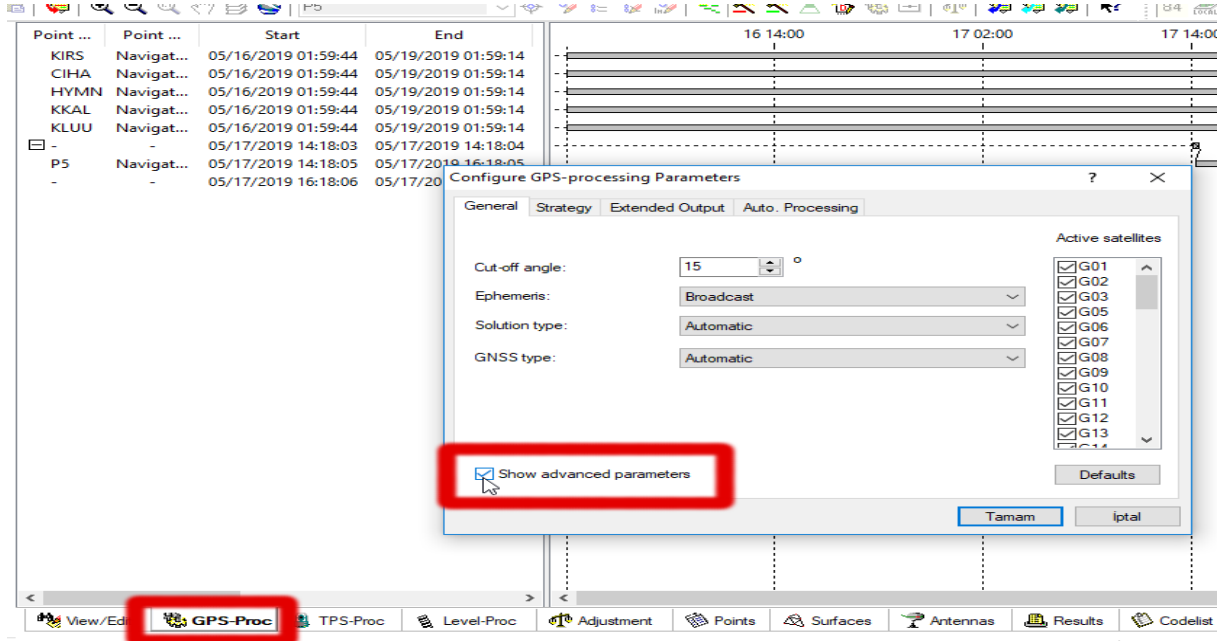
İşlem Öncesi Parametrelerin Belirlenmesi

Bu aşamaya kadar sadece ölçüm verileri ve hassas ephemeris dosyaları eklenmiştir. İşlemlere başlamadan evvel yapılacak olan işlemlerin parametrelerini düzenlenmesi gereklidir. İşlem parametrelerini düzenlemek için ekranın alt kısmında bulunan veya mönülerde bulunan **GPS-Proc** seçilir (Şekil 97). Ekranın sağ tarafında kalan ve ölçüm sürelerini gösteren pencerede fare sağ tuşuna tıklandığında açılan pencereden **Processing Parameters...** mönüsü seçilir.



Şekil 97

Açılan **Configure GPS-processing Parameters** penceresinde sol altta kalan **Show advanced parameters** onayı seçilerek açık olmayan sekmelerin de açılması sağlanır (Şekil 98).

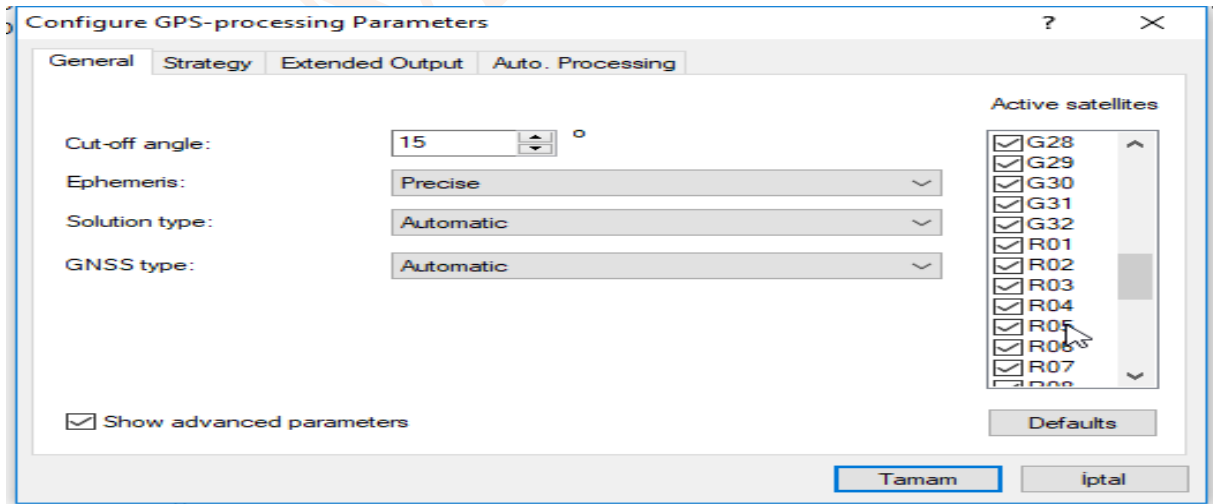


Şekil 98

General sekmesinde, ölçüm esnasında kullandığımız uydu kesme açısı (uydu yükseklik açısı değeri) girilmesi gerekir. Uydu kesme açısı (Cut-off angle) boşluğuna girilmelidir (Şekil 99).

Kullanılan ephemeris dosyasının türü seçilecektir.

- Tutga'ya bağlı olarak C1 veya C2 noktaları üretiliyorsa **Ephemeris** seçeneği Broadcast seçilmeli.
- Tusaga – Aktif'e bağlı olarak nokta üretiliyor ise Şekil 99'de görüldüğü gibi **Ephemeris** seçeneği **Precise** seçilmelidir.

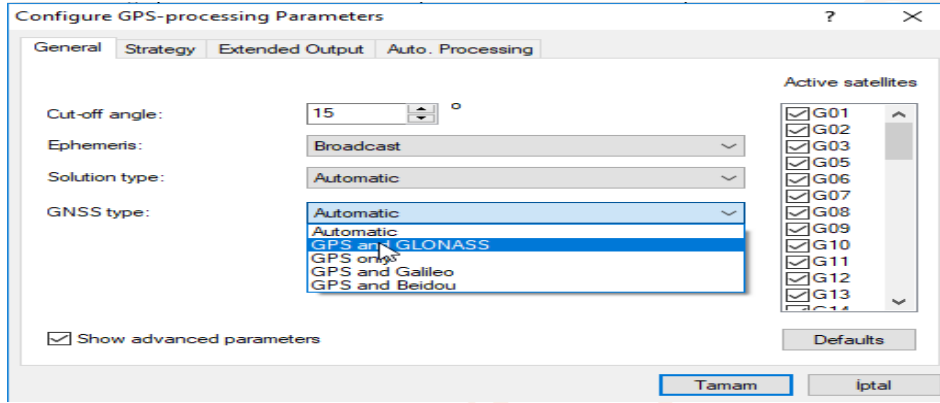


Şekil 99

Şekil 100'de seçili görülen **GNSS type** kısmı hangi uydu tiplerini işleme katacağının seçimini göstermektedir. Ekranın sağında **Active satellites** kısmında görülen liste halindeki onay kutusunda

aktarılan verilerde hangi uydulardan alınan verilerin işleme katıldığı gözükmemektedir. GNSS type kısmında Automatic seçilirse aktarılan verilerdeki GNSS uydu türüne göre verileri alacak ya da sadece Şekil 100’de görünen **GNSS type** kısmında seçilen GNSS uydu sistemi/sistemlerine göre verileri işleme koyacak.

Şekil 100 incelendiğinde **Active satellites** sağ kısımdaki uydu isimlerinde G ile başlayan uydu isimleri GPS GNSS uydu sistemine ait uydular, R ile başlayanlar ise GLONASS GNSS uydu sistemine ait uyduları temsil etmektedir (Şekil 99).



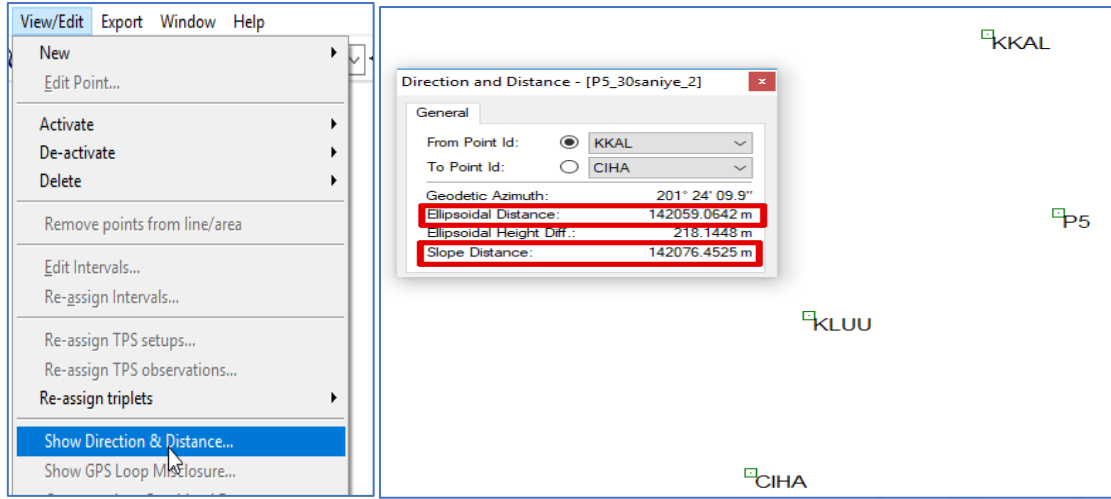
Şekil 100



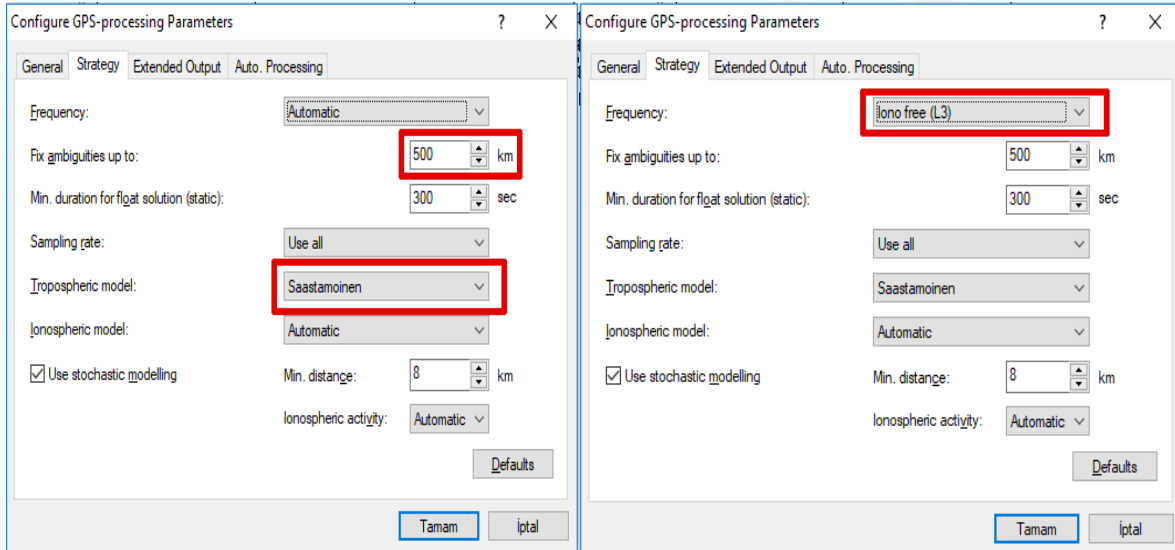
Configure GPS-processing Parameters penceresinde **GNSS type** kısmındaki seçenek **Automatic** seçildiği halde işlemler yapılamıyorsa **GPS only** seçeneği seçilip işlem tekrarlanmalıdır.

Strategy sekmesinde:

- **Frequency** parametresi TUSAGA – Aktif noktalarıyla çalışıldığında **Iono free (L3)** seçilmelidir (Şekil 102 sağ resim).
- **Fix ambiguities up to** ya maksimum değer olan 500 km alınmalı (Şekil 102 sol resim) ya da referans noktaları olacak noktalar (örneğin çözümde kullanılacak Tusaga – Aktif noktaları) arasındaki en uzak mesafe ölçümü yapılmalıdır (Şekil 101).
- **Tropospheric model** seçeneği Saastamoinen seçilebilir.

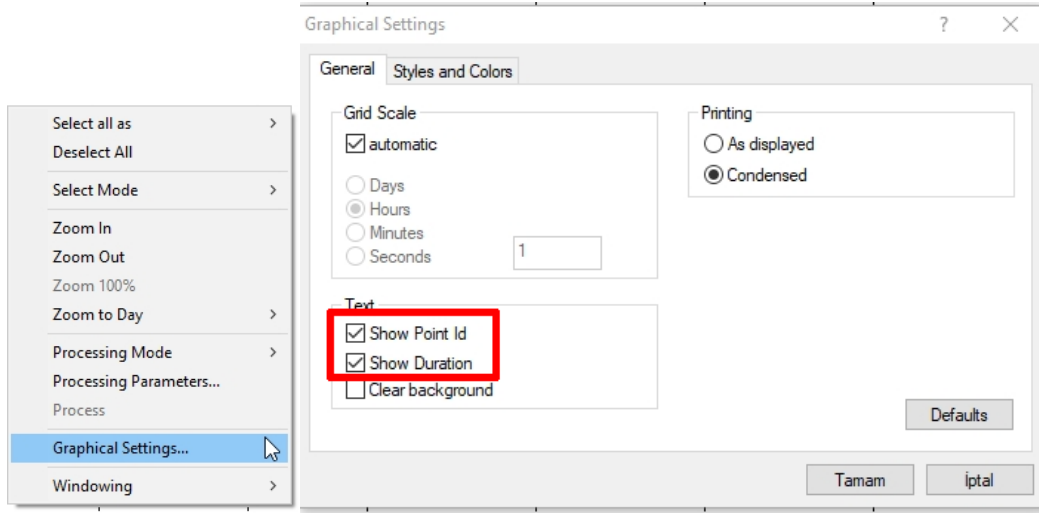


Şekil 101



Şekil 102

GPS-Proc sekmesinde ekrana sağ tuş ile tıklandığında açılan pencerede (Şekil 103 sol resim), Graphical Settings kısmı seçilerek ekranda gözükmesi gereken iki öğenin seçimi yapılabilir (Şekil 103 sağ resim).

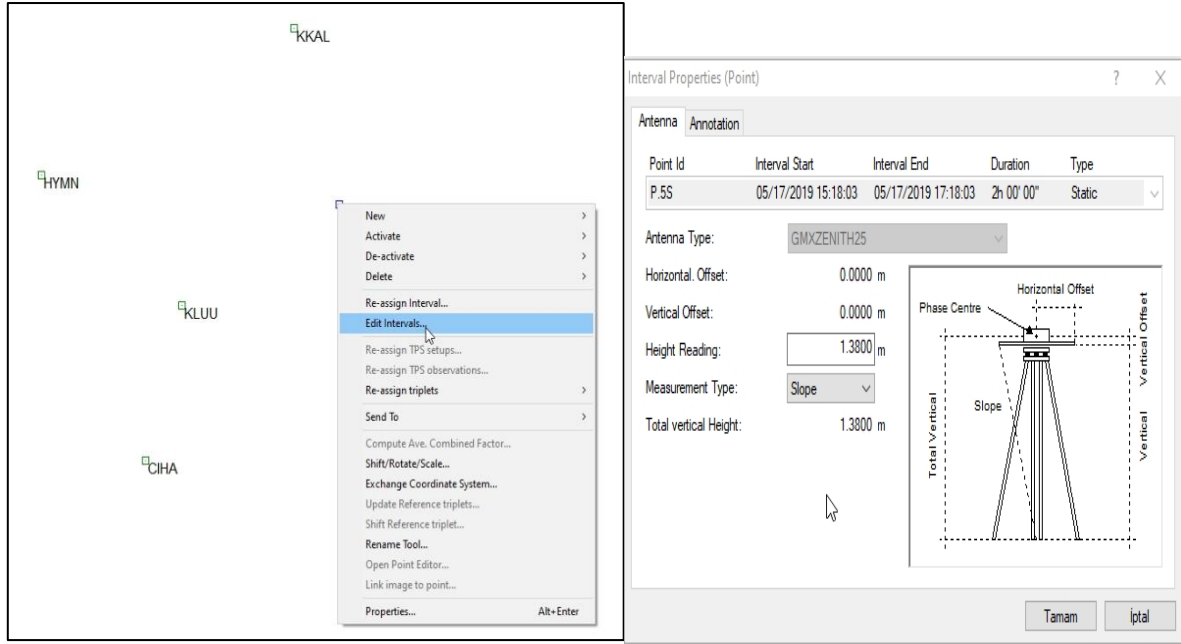


Şekil 103

Ölçüm Noktasının Yüksekliğinin Değiştirilmesi

GNSS sinyal alıcısında sinyaller, anten faz merkezinde toplanmaktadır. Sinyal alıcı sehpa üzerine kurulu olan yükseltici üzerine kuruludur. Statik ölçüm yöntemiyle noktanın WGS-84 elipsoidine göre yüksekliği de elde edilecektir. Yüksekliğin elde edilebilmesi için, yazılıma nokta ile anten faz merkezi arasında düşey mesafeyi hesaplamalıdır. Yazılımın bunu yapabilmesi için ilk yapılması gereken kullanılan anten bilgilerinin yazılıma girilmesi gerekir. Sonrasında da sinyal alıcının ölçüm anındaki alet yüksekliğinin girilmesi gerekmektedir. Yazılım, kullanılan anten bilgileri, ölçülen alet yüksekliği değeri ve alet yüksekliğinin ölçüm yöntemine göre, nokta ile anten faz merkezi arasındaki düşey mesafeyi hesaplar.

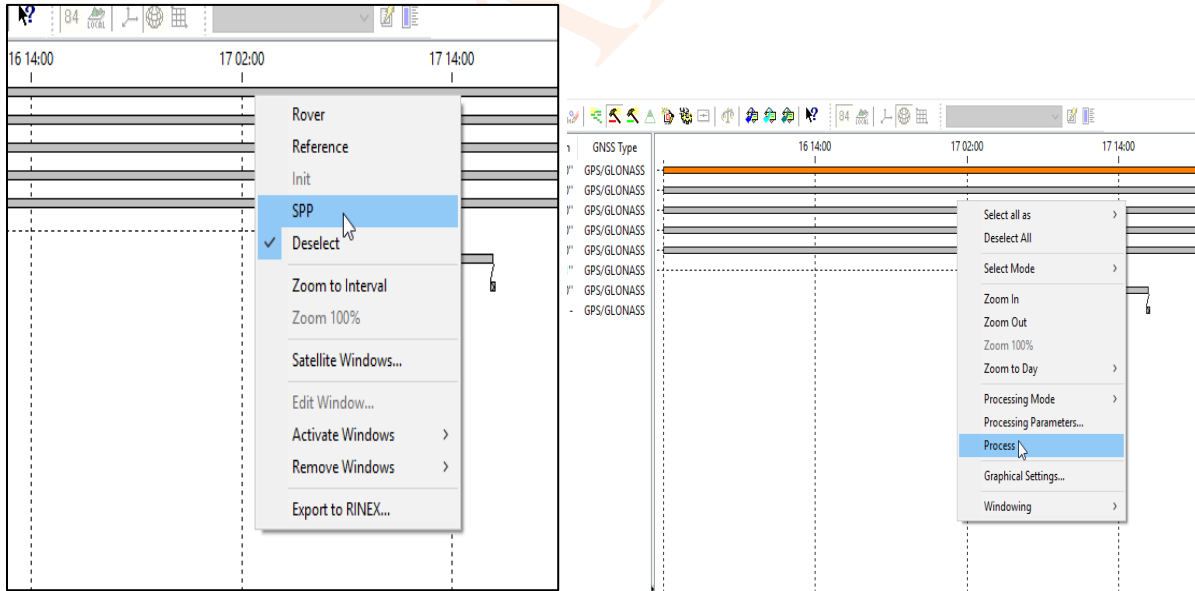
Sinyal alıcının alet yüksekliğinin belirlenmesi için View/Edit sekmesinde koordinatı bulunmak istenen noktanın yükseklik değeri düzeltilmelidir. Bunun için koordinatı bulunacak nokta adı üzerinde sağ tuşla tıklandığında açılan pencereden Edit Interval seçilmelidir (Şekil 104 sol resim). Açılan pencerede dikkat ederseniz sinyal alıcı tanımı geldi. Ölçüm tipi eğik ölçüldüğü için Slope seçildi ve ölçülen yükseklik değeri girildi (Şekil 104 sağ resim). Örnekte ölçülen alet yüksekliği değeri olarak 1.380 metre olarak girildiği görülmektedir.



Şekil 104

Tek Nokta Değerlendirmesi (Single Point Positioning - SPP)

İlk yapılması gereken koordinatı bilinen ölçüm noktalarından en kaliteli ölçümün olduğu nokta seçilecek. Bu noktalar arasında kaliteli ölçüm olarak en uzun süre ölçüm yapılmış bir nokta seçilebilir. Örneğin içlerinde 23 saat 59' 59'' ölçüm süresine sahip bir noktada olabilir.

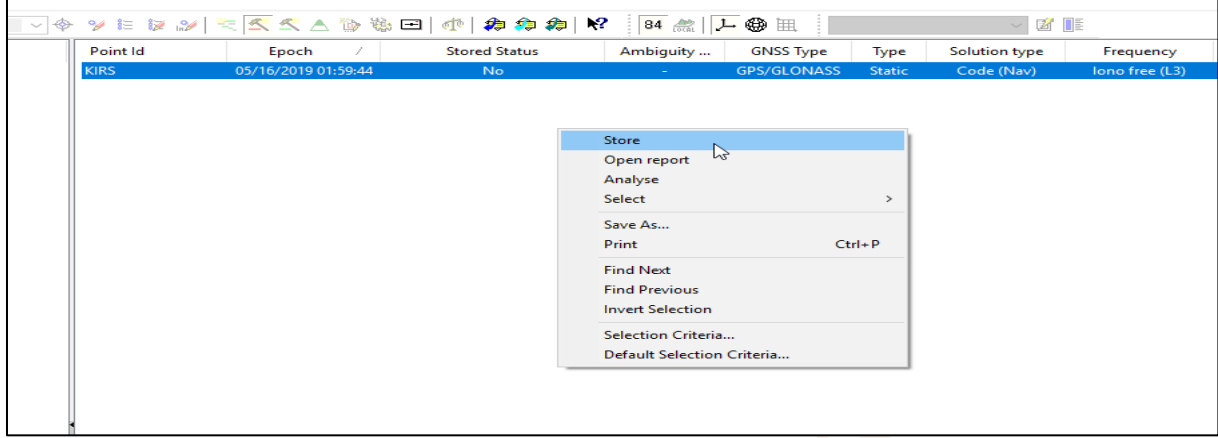


Şekil 105

Örneğin ölçüm verilerin içinde en uzun saat ölçüm yapanı bulmak için her bir ölçüm verisi üzerine ayrı ayrı sağ tuş ile tıklandığında açılan pencerede Satellite Windows... alt menüsü seçilip ölçüm süresi oradan görülebilir. Ölçüm seçildikten sonra ilk önce sağ tuşla tıklanıp çıkan ekrandan SPP seçilir

(Şekil 105 sol resim). Sonra ekranda sağ tuş yapıldığında çıkan menüden Process (işleme koy) işlemi seçilir (Şekil 105 sağ resim).

Process işleminden sonra işlemin kaydedilmesi gerekir. Bunun için otomatik açılan rapor penceresinde sağ tuş yapıp çıkan pencereden Store seçilmelidir (Şekil 106).

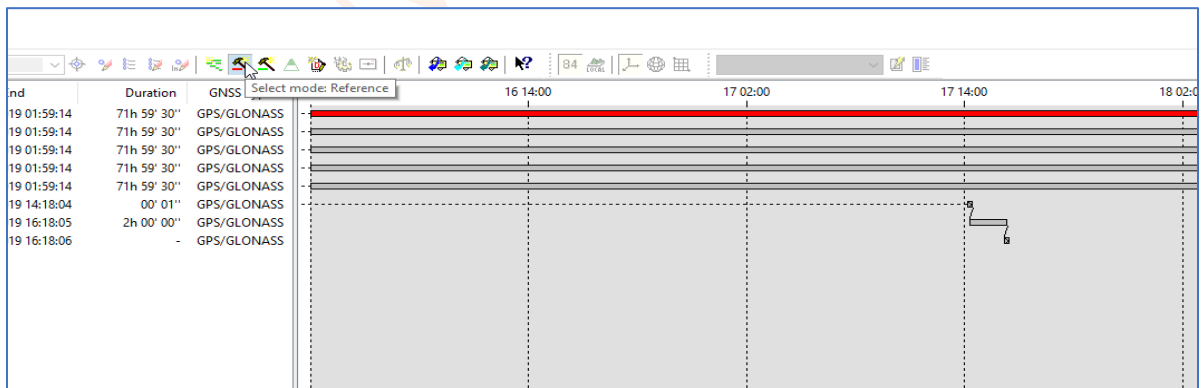


Şekil 106

Baz Çözümü

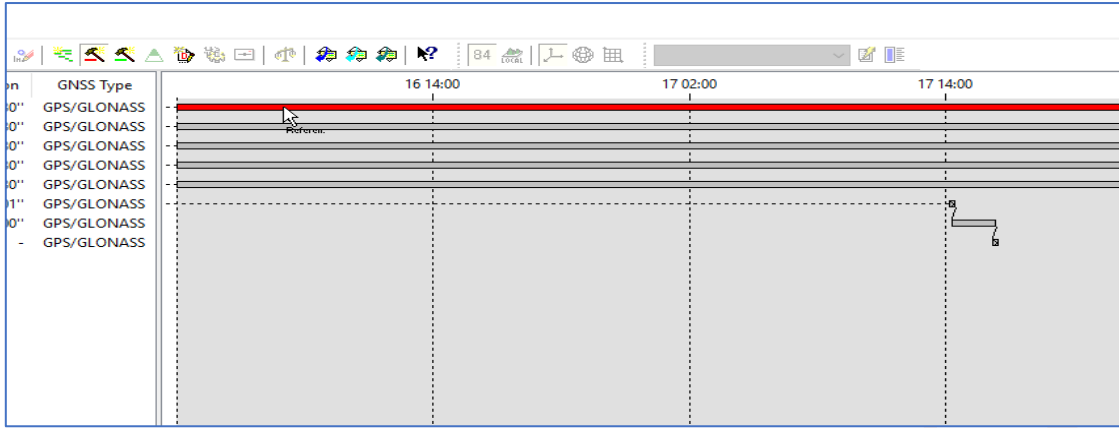
Baz kelimesinden kastedilen koordinatı bulunacak nokta ve diğer koordinatı bilinen noktaların birbirleri arasındaki doğrultudur. Bu doğrultu değerini bulabilmek için ölçüm değerleri kullanılacak. Bu işlem LGO yazılımında GPS – Proc sekmesinde yapılmaktadır.

İlk işlem SPP olarak seçilen nokta **Reference** (Referans) noktası, **diğer koordinatı bilinen noktaların ölçümleri** ise **Rover** (gezici) seçilmelidir. İşlem yapılırken ilk önce araç çubuğundaki Select Mode Reference aracı seçilir (Şekil 107).



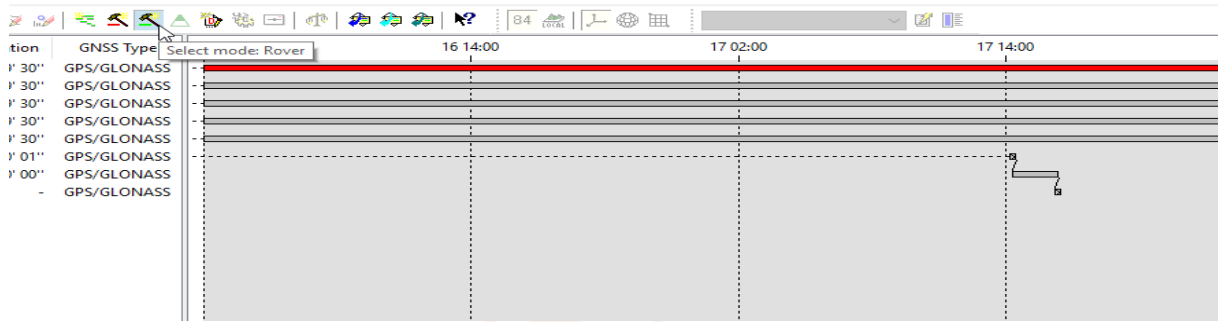
Şekil 107

Araç seçildikten sonra Reference olarak belirlenecek olan ölçüm seçilir. Ölçüm kırmızı renge boyanır (Şekil 108).



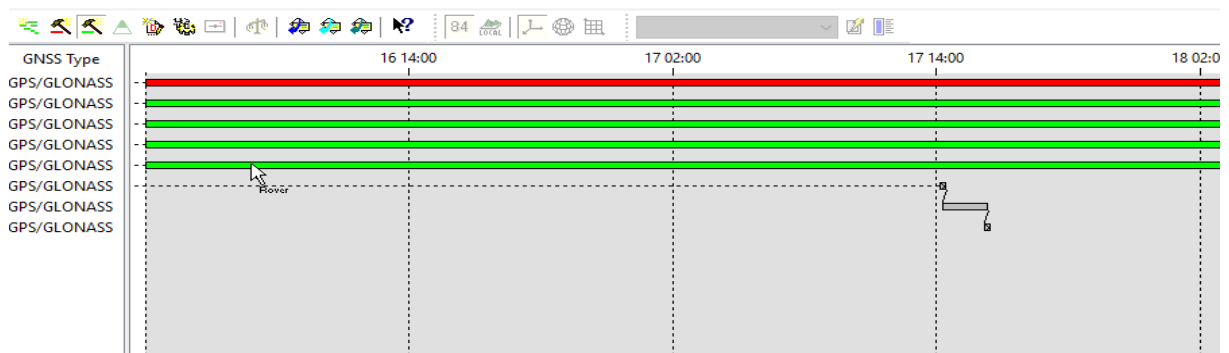
Şekil 108

İLK AŞAMA için diğer tüm ölçümler Rover olarak seçilmesi için araç çubuğunda ki Select Mode Rover aracı kullanılır (Şekil 109).



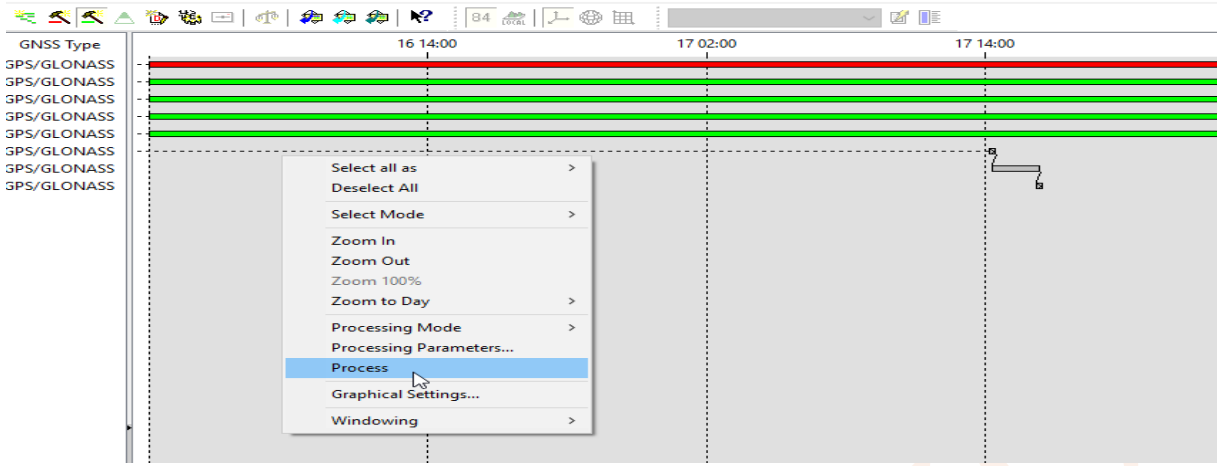
Şekil 109

Araç seçildikten sonra tüm koordinatı bilinen noktaların ölçümleri bu araç ile seçilir. ***Dikkat edilmesi gereken ilk aşamada koordinatı bulunacak noktanın ölçümü Rover olarak seçilmez*** (Şekil 110).



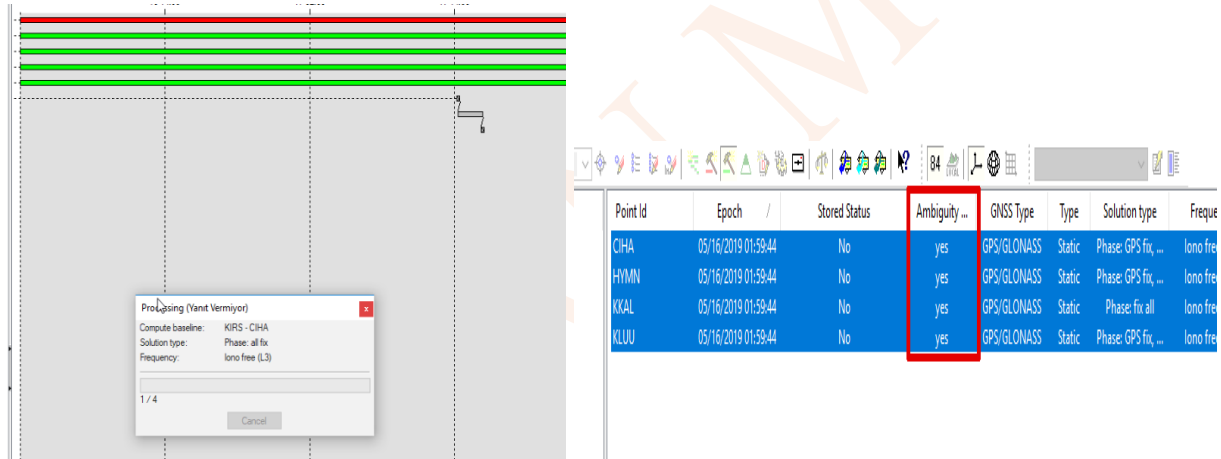
Şekil 110

Tüm seçim işlemleri bittikten sonra aynı ekranda sağ tuş yapılp açılan pencerede Process (işle) seçilir (Şekil 111).



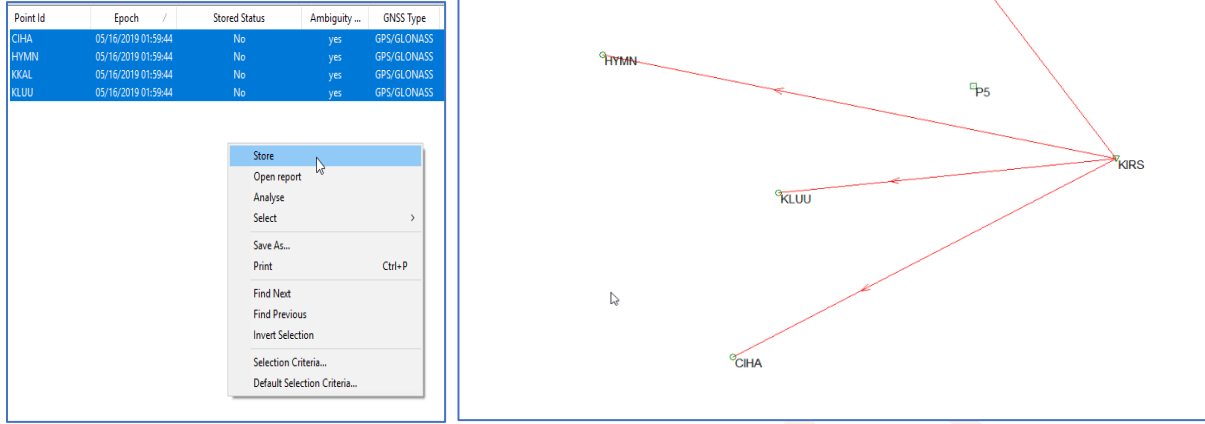
Şekil 111

Process işlemi sonunda Şekil 112 sağ resimde olduğu gibi Ambigüti (belirsizlik) çözülmüş olmalı.



Şekil 112

Belirsizlik durumu elde edildikten sonra Şekil 113 sol resimdeki gib Store (kayıt) edilmeli. Şekil 113 sağ resim incelendiğinde KIRS noktası Reference nokta, CIHA, KLUU, HYMN, KKAL noktaları ise Rover olarak seçilmiştir. KRS Reference noktasından diğer Rover noktalara bazlar oluşturulmuştur. Reference olan noktanın sembolü üçgen, Rover olan noktaların sembolleri daire olmuştur. Oluşan bazlar üzerinde de hangi noktadan bir diğerine baz oluşturulduğunu gösteren oklar mevcuttur.

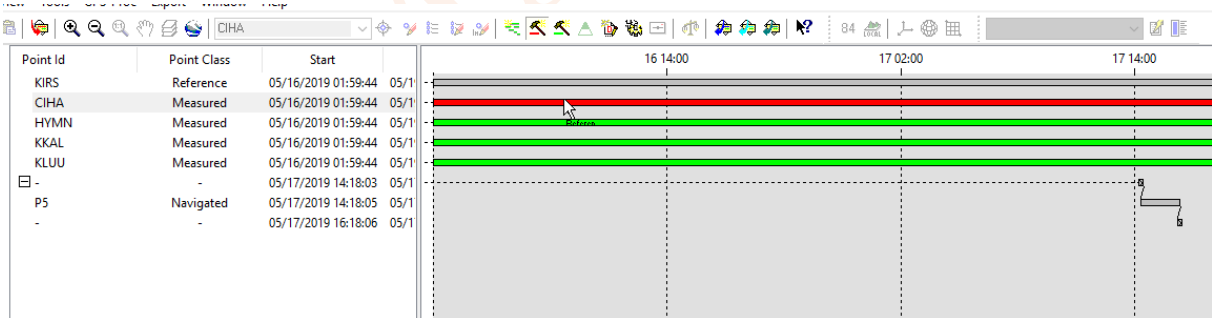


Şekil 113



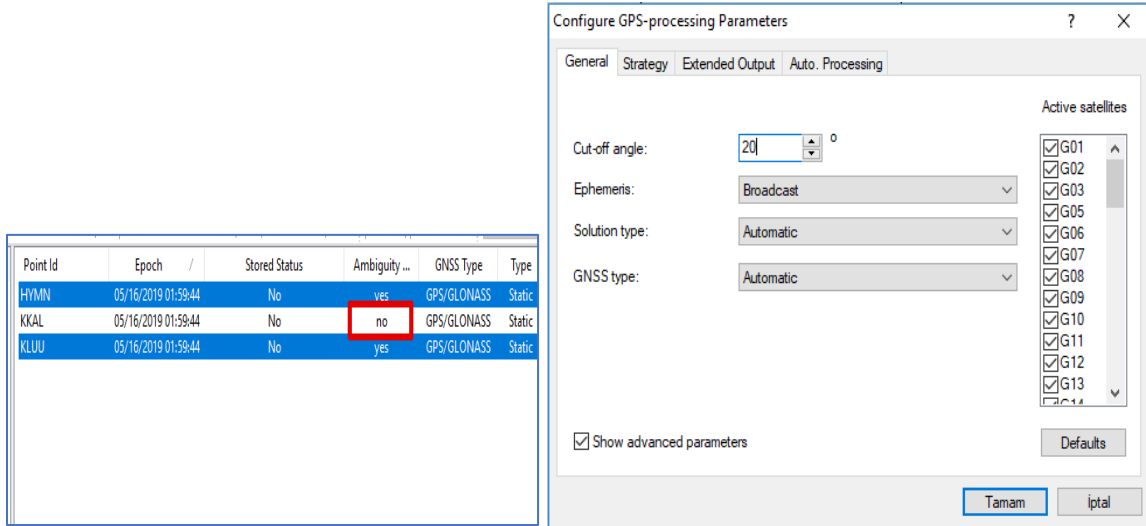
Eğer Ambiguity çözülmezse (Şekil 115’de olduğu gibi “yes” yerine “no” yazarsa), Şekil 102’deki parametrelerden **Fix Ambiguities up to** parametresi 500 km’ye çıkartılabilir. Statik ölçümün mesafe bağımsız olduğu unutulmamalıdır.

İkinci Aşama kayıt yaptıktan sonra bu sefer farklı bir koordinatı bilinen noktayı reference yapıp diğer koordinatı bilinen noktaları Rover yapıp yine process edilecektir (Şekil 114). Dikkat edilmesi gereken, ilk aşamada Reference olarak seçilen nokta ikinci aşamada hiçbir işleme sokulmamıştır. Şekil 114’de KIRS noktası gri renkte olduğu gözükmemektedir.



Şekil 114

Şekil 115 oluşabilecek bir hatayı temsil etmektedir. Eğer kullanılacak nokta işlem sonucu belirsizlik **no** çıkıyorsa, düzeltmek için bir öneri gösterilmektedir. Yapılan işlemde kesme açısı (Cut – off angle) değeri yükseltilip tekrar işleme sokulabilir (Şekil 115 sağ resim.).



Şekil 115

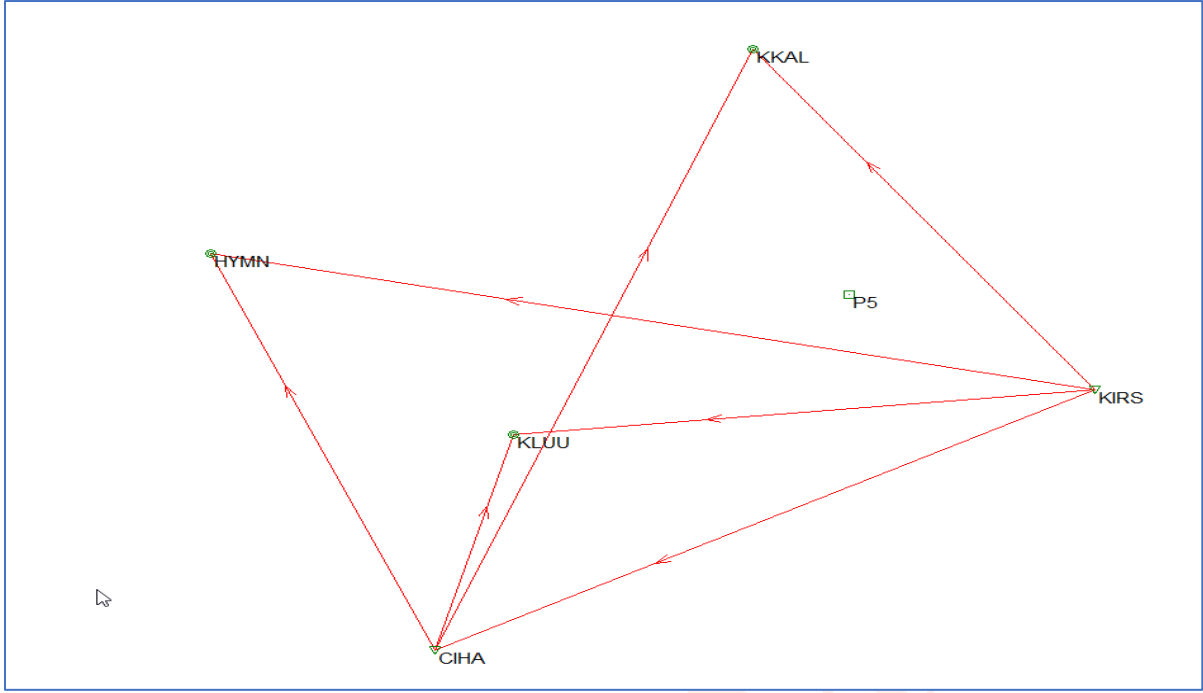
Parametrenin değişmesi sonucu işlem tekrarlandığında düzelme görülecektir (Şekil 116). Eğer düzelme görüldüyse **Store işleminden sonra açılacağı eski değerine döndürülmelidir.**

Point Id	Epoch /	Stored Status	Ambiguity ...	GNSS Type	Type	Solution type
HYMN	05/16/2019 01:59:44	No	yes	GPS/GLONASS	Static	Phase: fix all
KKAL	05/16/2019 01:59:44	No	yes	GPS/GLONASS	Static	Phase: fix all
KLUU	05/16/2019 01:59:44	No	yes	GPS/GLONASS	Static	Phase: fix all

Şekil 116

Yapılan bu örnekte 5 adet Tusaga-Aktif noktasına ait veri kullanılmıştır. En uzun süre ölçüm uzunluğuna sahip olan dosya başta seçilip SPP yapıldıktan sonra ilk reference noktasıda bu nokta seçilmiştir. İşlemlerin devam ettiği aşamalarda reference seçilen Tusaga – aktif noktaları bir sonraki işlemlerde **Rover olarak seçilmemektedir**. Her reference seçilen nokta işlem sonunda View/edit penceresinde üçgen sembolü almaktadır. Örnekte 5 Tusaga – Aktif nokta kullanılması, yapacağınız kendi örneğiniz için de aynı sayıda Tusaga – Aktif noktası kullanmak zorunda olduğunuzu göstermez.

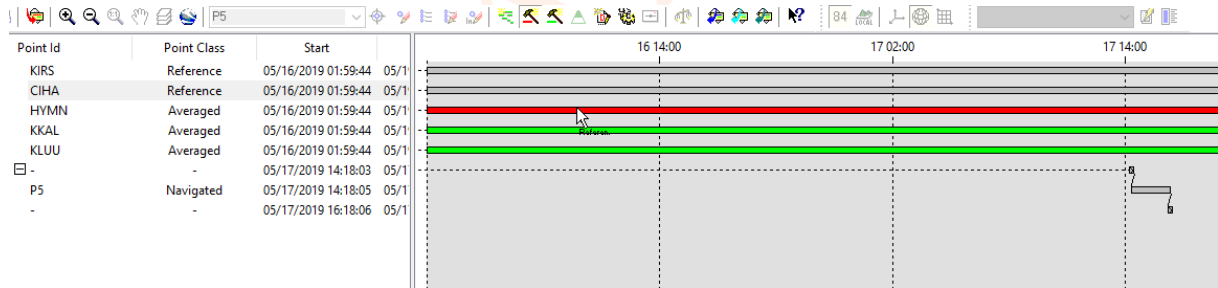
Şekil 117 CIHA notasının reference ve HYMN, KKAL, KLUU noktalarının ise Rover olarak seçilip işleme sokulması sonucunu göstermektedir. Dikkat edilmesi gereken işlem başlangıcından itibaren Reference olarak seçilen noktaların üçgen sembolü aldığı, Rover olarak kalan HYMN, KKAL, KLUU noktalarının ise daire sembolü kaldığı görülmektedir. CIHA noktası reference seçilen process sonucu CIHA'dan HYMN, KKAL, KLUU noktalarına doğru ok yönü oluşmuştur (Şekil 117).



Şekil 117

Bu aşamadan sonraki şekillerde işlemlerin diğer Tusaga – Aktif noktaları için de devam ettiği gösterilmiştir. Bu işlem adımları kısa cümlelerle anlatılmıştır.

HYMN noktasının Reference, KKAL ve KLUU noktalarının Rover seçilmiştir (Şekil 118)



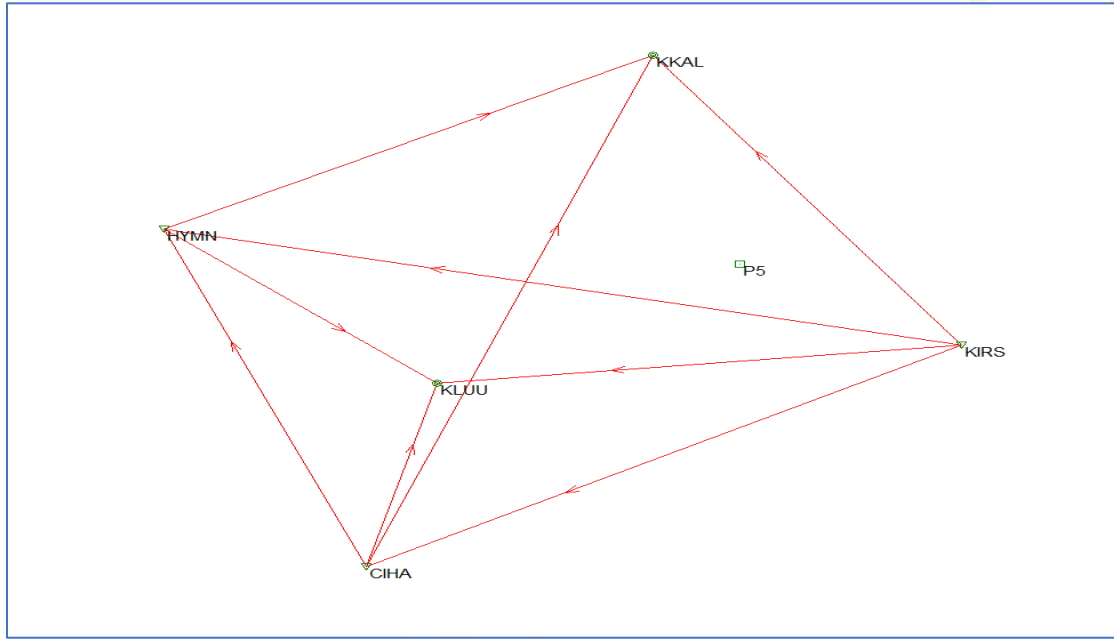
Şekil 118

İşlem sonucunun kaydedilmesi (Şekil 119) ve işlemin sonucunda HYMN noktasında üçgen sembolünün oluşmasının görüntüsü (Şekil 120).

Point Id	Epoch	Stored Status	Ambiguity ...	GNSS Type	Type
KKAL	05/16/2019 01:59:44	No	yes	GPS/GLONASS	Static
KLUU	05/16/2019 01:59:44	No	yes	GPS/GLONASS	Static

Store
 Open report
 Analyse
 Select
 Save As...
 Print
 Find Next
 Find Previous
 Invert Selection
 Selection Criteria...
 Default Selection Criteria...

Şekil 119



Şekil 120

İşlemlerin sürecinde en son iki nokta Reference olarak seçilmemiştir. Bu noktalardan KKAL Reference; KLUU Rover olarak seçilmiştir (Şekil 121).

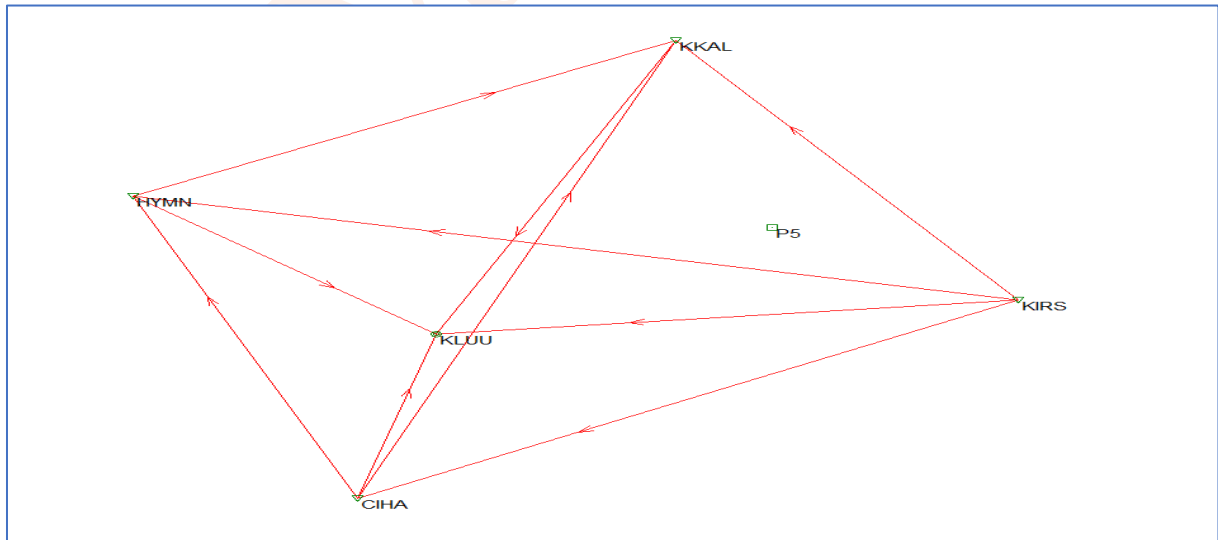
Point Id	Point Class	Start		
KIRS	Reference	05/16/2019 01:59:44	05/1	
CIHA	Reference	05/16/2019 01:59:44	05/1	
HYMN	Reference	05/16/2019 01:59:44	05/1	
KKAL	Averaged	05/16/2019 01:59:44	05/1	
KLUU	Averaged	05/16/2019 01:59:44	05/1	
-	-	05/17/2019 14:18:03	05/1	
P5	Navigated	05/17/2019 14:18:05	05/1	
-	-	05/17/2019 16:18:06	05/1	

Şekil 121

En son işlem kaydedildikten sonra (Şekil 122), View/Edit sekmesinde sonuç bazlar incelenirse (Şekil 123) sadece KLUU noktasında Reference seçimi yapılmamış olduğu sembollerinden anlaşılabacaktır.

Point Id	Epoch	Stored Status	Ambiguity ...	GNSS Type	Type
KLUU	05/16/2019 01:59:44	No	yes	GPS/GLONASS	Static

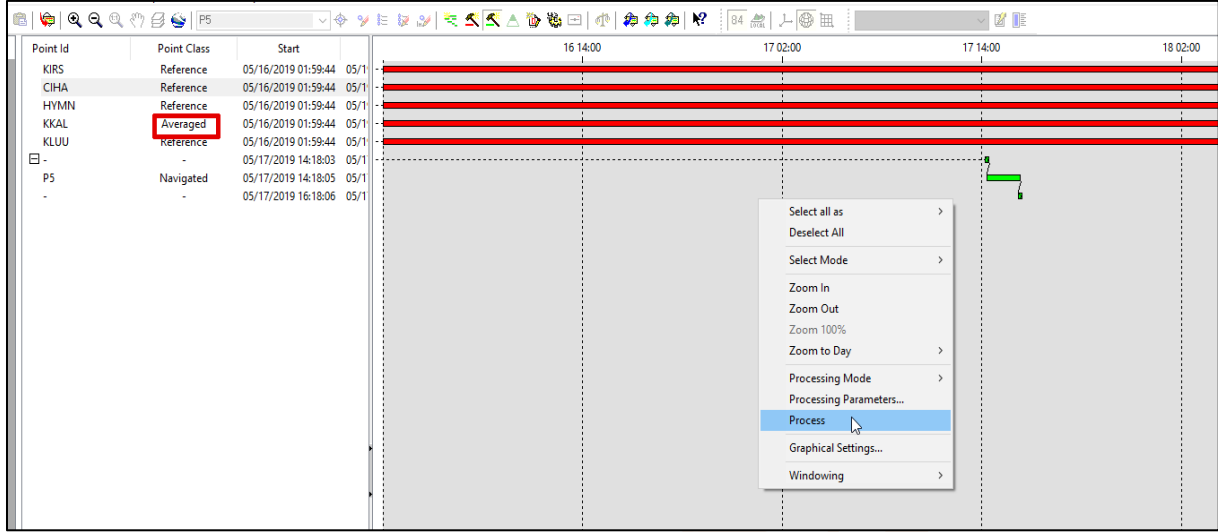
Şekil 122



Şekil 123

Yapılan örnekte 5 Tusaga – Aktif noktası kullanılmıştır. Buraya kadar yapılan işlem aşamalarından sonra ilk kontrol edilmesi gereken: View/Edit penceresi sol kısımda Point Class

sekmesinde, Reference seçilmeyen nokta **Averaged**, diğer noktalar ise Reference olarak kalmalıdır (Şekil 124). Yani işlem bittiğinde eğer 5 Tusaga – Aktif noktası kullanılıyorsa, 4 tanesi Reference sonuncusu Rover olmalıdır.



Şekil 124

Baz Oluşturmada Son Aşama tüm koordinatı bilinen noktalardaki ölçümler Reference, koordinatı bulunacak olanlar ise Rover seçilecek (Şekil 124). İşlem kaydedildiğinde, tüm bazlar oluştu ve tüm noktalardaki belirsizlik bulunmuş oldu (Şekil 125).

Results	Poi...	Epoch	Stored St...	Ambiguity...	GNSS Type	Type	Solution type	Freq...	X	Y	Z	Posn...	Hgt...	Posn. + Hgt. ...
Results	08905...	05/17/2019 15:18:01	Yes	yes	GPS/GLONASS	Moving	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7880	2740356.3043	4023714.5856	0.0402	0.0424	0.0584
05/14/2020 15:43:34	08905...	05/17/2019 15:18:01	Yes	yes	GPS/GLONASS	Moving	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7156	2740356.2846	4023714.5574	0.0292	0.0397	0.0492
Baselines	08905...	05/17/2019 15:18:01	Yes	yes	GPS/GLONASS	Moving	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7283	2740356.3659	4023714.6228	0.0079	0.0107	0.0133
Points	08905...	05/17/2019 15:18:01	Yes	yes	GPS/GLONASS	Moving	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7255	2740356.3008	4023714.5622	0.0129	0.0175	0.0218
Parameters	08905...	05/17/2019 15:18:01	Yes	yes	GPS/GLONASS	Moving	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7964	2740356.3575	4023714.6190	0.0181	0.0254	0.0312
Report	08905...	05/17/2019 15:18:02	Yes	yes	GPS/GLONASS	Moving	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7948	2740356.2969	4023714.5900	0.0376	0.0397	0.0547
05/14/2020 14:35:06	08905...	05/17/2019 15:18:02	Yes	yes	GPS/GLONASS	Moving	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7090	2740356.2780	4023714.5511	0.0297	0.0404	0.0501
Baselines	08905...	05/17/2019 15:18:02	Yes	yes	GPS/GLONASS	Moving	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7294	2740356.3519	4023714.6125	0.0083	0.0113	0.0140
Points	08905...	05/17/2019 15:18:02	Yes	yes	GPS/GLONASS	Moving	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7206	2740356.2929	4023714.5563	0.0136	0.0185	0.0229
Parameters	08905...	05/17/2019 15:18:02	Yes	yes	GPS/GLONASS	Moving	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7849	2740356.3461	4023714.6031	0.0220	0.0309	0.0380
Report	08905...	05/17/2019 15:18:03	Yes	yes	GPS/GLONASS	Static	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7522	2740356.3145	4023714.6065	0.0003	0.0005	0.0006
05/14/2020 14:33:35	P-SS	05/17/2019 15:18:03	Yes	yes	GPS/GLONASS	Static	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7059	2740356.3170	4023714.5846	0.0003	0.0005	0.0005
Baselines	P-SS	05/17/2019 15:18:03	Yes	yes	GPS/GLONASS	Static	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7701	2740356.3882	4023714.6518	0.0002	0.0004	0.0005
Points	P-SS	05/17/2019 15:18:03	Yes	yes	GPS/GLONASS	Static	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7248	2740356.3216	4023714.5876	0.0003	0.0005	0.0005
Parameters	P-SS	05/17/2019 15:18:03	Yes	yes	GPS/GLONASS	Static	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7197	2740356.3315	4023714.5876	0.0002	0.0004	0.0005
Report	08905...	05/17/2019 17:18:04	Yes	yes	GPS/GLONASS	Moving	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.6411	2740356.2178	4023714.5275	0.0417	0.0769	0.0875
08905...	08905...	05/17/2019 17:18:04	Yes	yes	GPS/GLONASS	Moving	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.6557	2740356.2767	4023714.5588	0.0159	0.0282	0.0324
08905...	08905...	05/17/2019 17:18:04	Yes	yes	GPS/GLONASS	Moving	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.7210	2740356.3398	4023714.5902	0.0063	0.0154	0.0167
08905...	08905...	05/17/2019 17:18:04	Yes	yes	GPS/GLONASS	Moving	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.6133	2740356.2838	4023714.5478	0.0124	0.0342	0.0364
08905...	08905...	05/17/2019 17:18:04	Yes	yes	GPS/GLONASS	Moving	Phase: fix all	Iono fr...	4109367.6085	2740356.2673	4023714.5043	0.0130	0.0316	0.0342

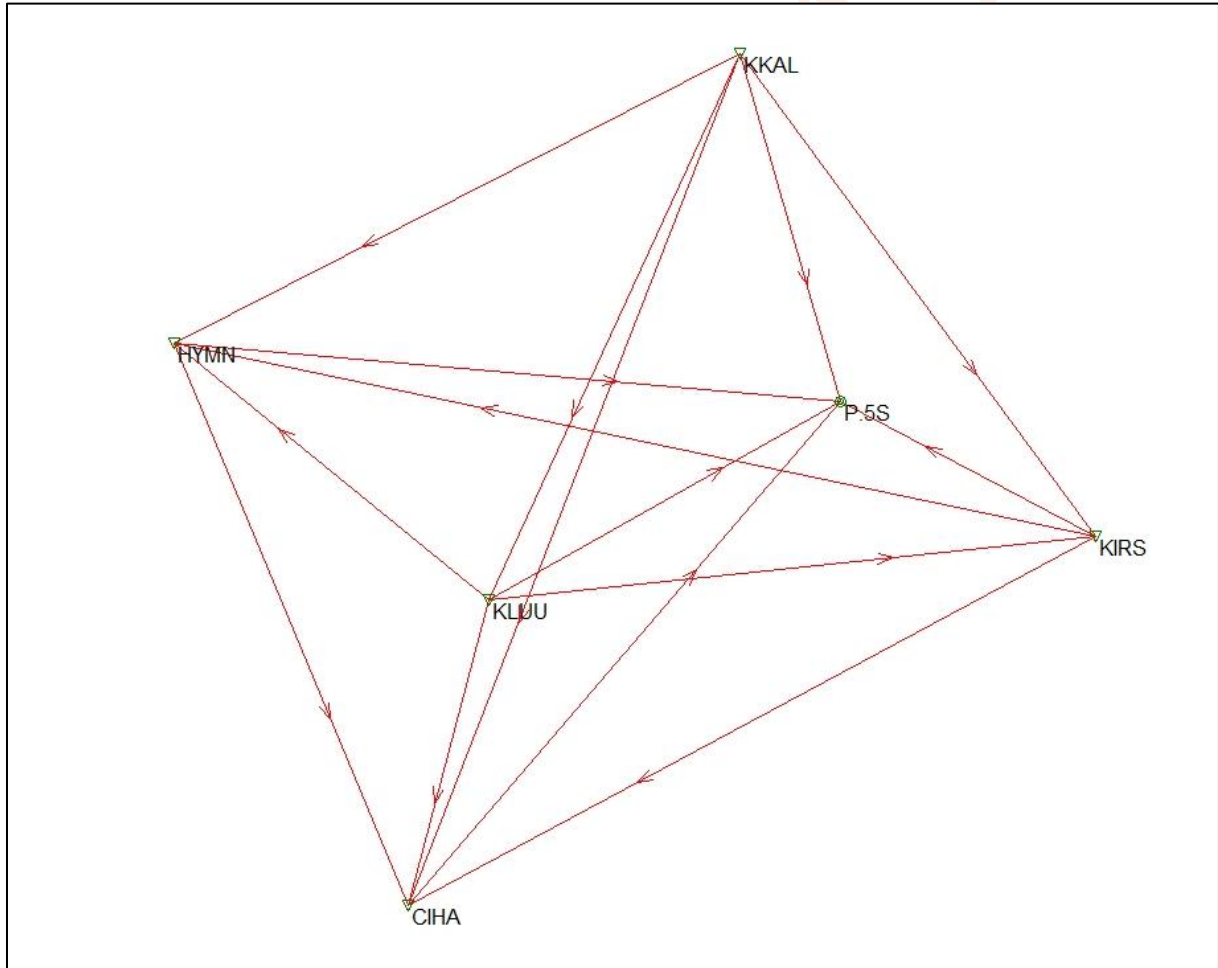
Şekil 125

GPS-Proc sekmesinde koordinatı bulunacak noktada Averaged yazısının olduğu dikkat edilmelidir (Şekil 126).



Şekil 126

İşlem sonucu View/Edit penceresi incelendiğinde sadece koordinatı bulunacak noktanın sembolü daire, kullanılan Tusaga-Aktif noktalarında ise üçgen oluştu.



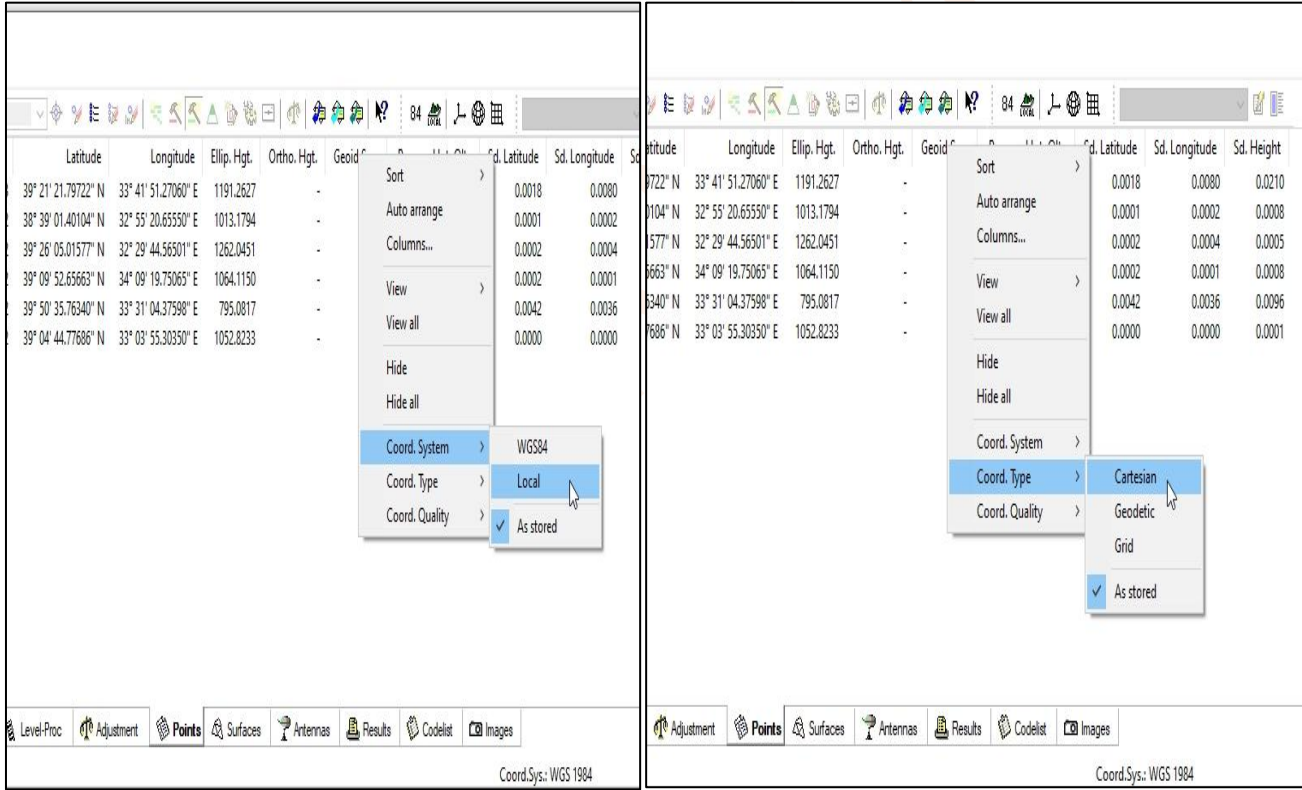
Şekil 127

Dengeleme Aşaması (Serbest Dengeleme Yapılması)

Dengeleme aşağıdaki görevlerin gerçekleştirilmesini sağlar (Hexagon, 2008):

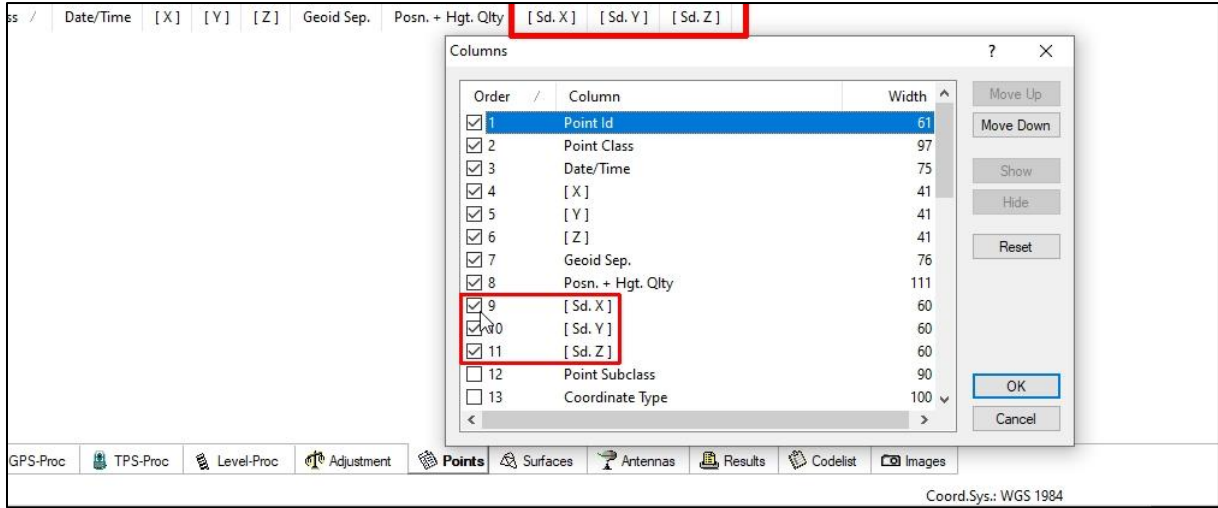
- Ağ simülasyonlarını sağlar. Ağ simülasyonları, ölçüm yapmadan önce ağınızın tasarımının ne kadar iyi olduğunu öğrenmek için varsayılan gözlem hassasiyetlerine dayanır,
- GPS bazlarının, yersel verilerin ağ ayarı (yönler, mesafeler, düşey açıları, azimutlar ve yükseklik farkları) ve ağ içindeki aykırı değerlerin algılanması sağlar.

Dengeleme işlemine başlamadan evvel Points sekmesinde bazı ayarlamaların yapılması sonuçların görülmesi açısından daha uygun olacaktır. Points sekmesindeyken aktif pencerenin kendi sekmelerinin üzerine bilgisayarın faresinin sağ tuşuna tıklayarak açılan pencerede, Coord. System alt menüsü ile Local (Şekil 128 sol resim); Coord Type alt menüsü ile Cartesian seçilmelidir (Şekil 128 sağ resim).



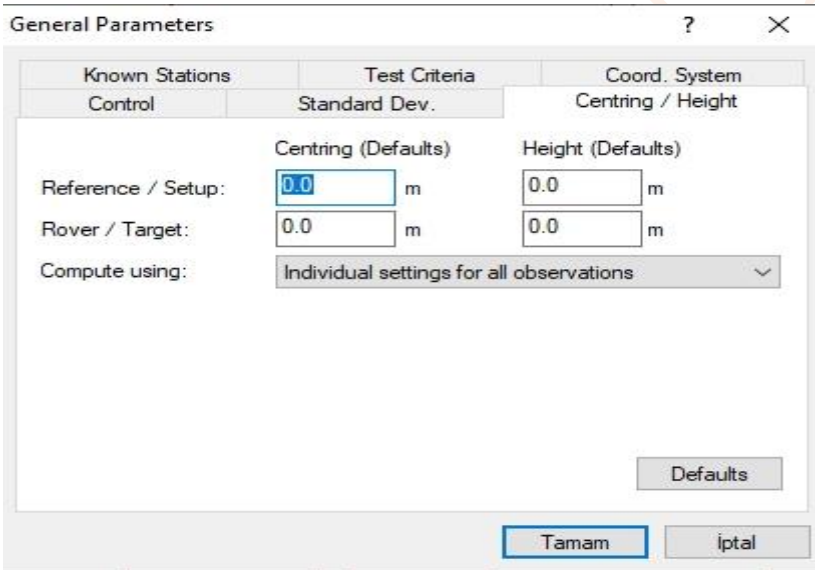
Şekil 128

Ayrıca Columns.. alt menüsü ile açılan pencereden açık olmayan [Sd. X], [Sd. Y], [Sd. Z] sütunları açılmalıdır (Şekil 129).



Şekil 129

Adjustment sekmesinde ekrana sağ tuşla açılan Cofiguration menüsü ile açılan pencereden General Parameters seçilir. Açılan pencerede Centring / Height sekmesinde Compute using liste kutusu, Individual settings for all observations seçilmelidir (Şekil 130). Bu sayede ölçüler kendi içinde değerlendirilecektir.

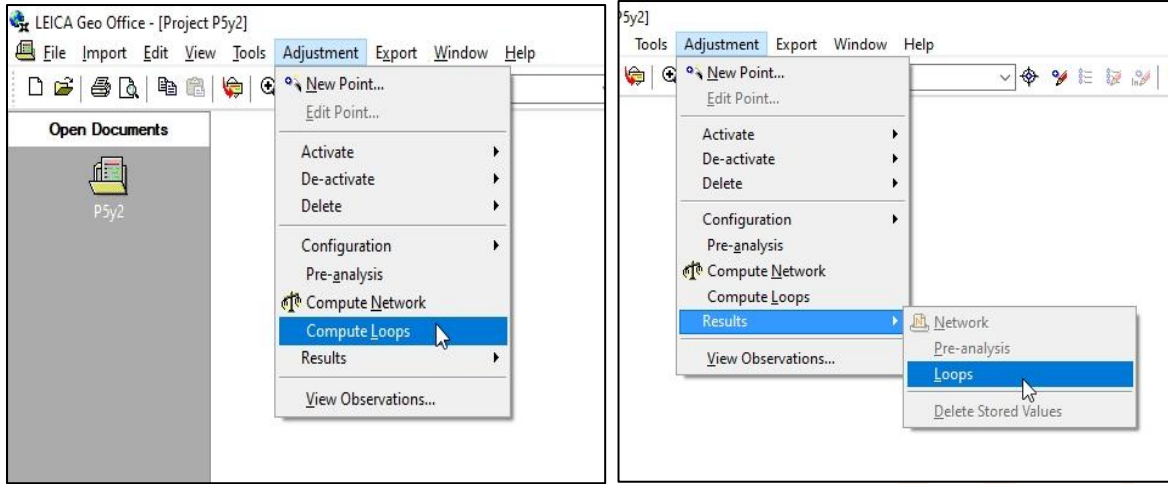


Şekil 130

İşlem adımları

Compute Loops:

Açılan alt menüden Compute loops seçilecek. Loop, noktaların oluşturduğu üçgene verilen addır (Şekil 131 sol resim). İşlemin sonucu görmek için Adjustment menüsünden Results alt menüsü seçilir ve çıkan alt menülerden Loops seçilir (Şekil 131 sağ resim).

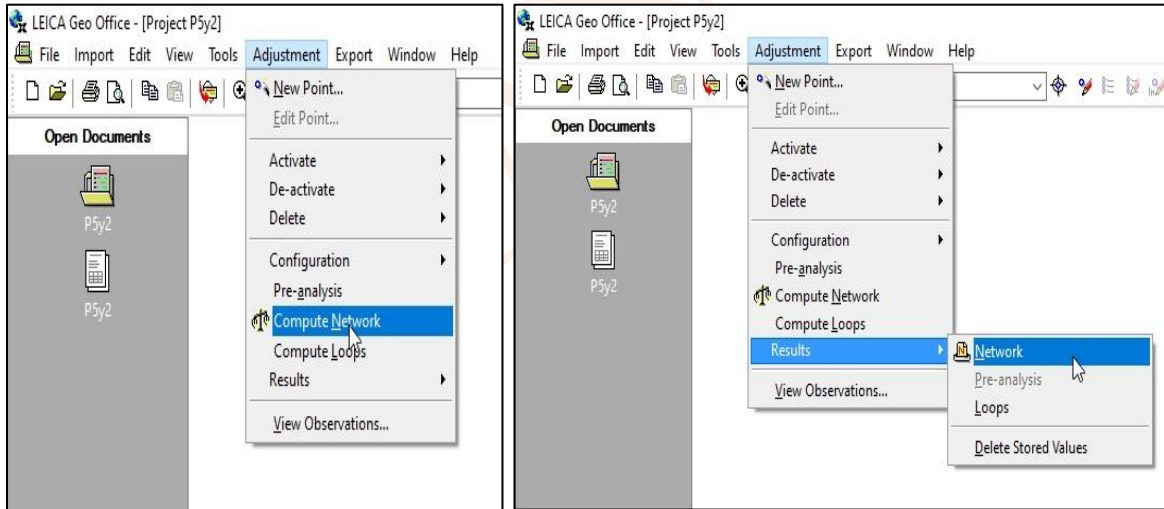


Şekil 131

Çıkan sonuç incelenip her üçgende oluşan yaklaşık ortalama hatalar dikkate alınmalıdır. Sonuçlar içinde bazı noktaların ortalama hata değerini arttırdığı gözlemlenebilir. Bu durumda bu nokta işlemiden çıkarılarak işlemler bir daha yapılabilir.

Compute Network:

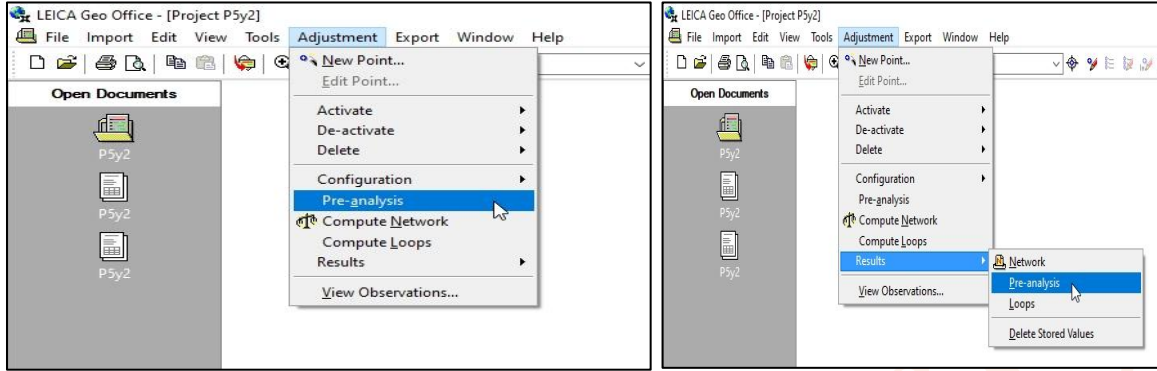
Ağın dengelemesinin yapılması işlemi.



Şekil 132

Pre-Analysis:

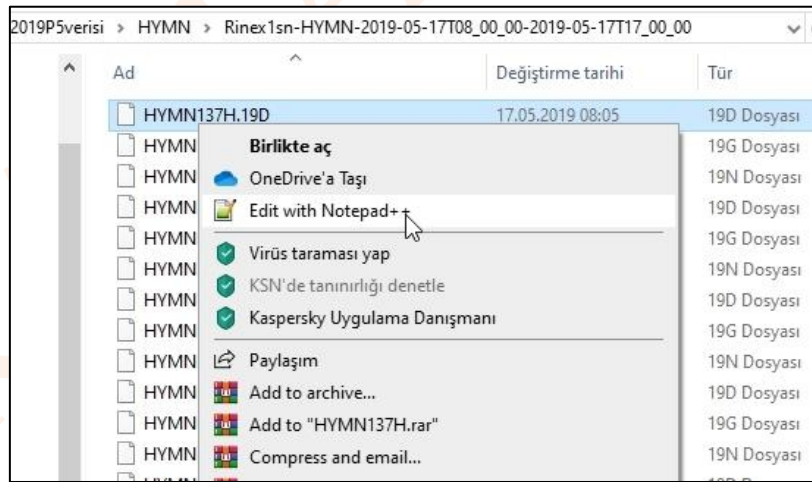
Ön analiz yapılması işlemi.



Şekil 133

Sabit Noktaların Ölçüm Epoğuna Kaydırılması

Serbest dengeleme sonrası, alt sekmelerde Result sekmesine gidildiğinde koordinatı bulunacak olan noktanın, koordinatlarının birden fazla defa hesaplandığı görülmektedir. Dokümanda anlatılan örnekte koordinatı bulunacak noktada ölçülen verilere ait RINEX dosyası dışında, koordinatı bilinen noktalar Tusaga-Aktif sistemindeki noktalardır ve bu noktalar üzerinde ölçülmüş 30 saniyelik RINEX dosyaları kullanılmıştır. Tusaga-Aktif sisteminden elde edilmiş 30 saniyelik gözlem RINEX dosyasını açıldığında (Şekil 134 HYMN cihazında 2019 yılı 137.günü yapılan ölçümün gözlem dosyası) noktanın koordinatları gözükmemektedir



Şekil 134

Şekil 135 koyu seçili şeritte nokta HYMN noktasının yaklaşık koordinatları gözükmemektedir.

1	1.0	COMPACT RINEX FORMAT	CRINEX VERS / TYPE
2	RNX2CRX ver.4.0.5	17-May-19 08:01	CRINEX PROG / DATE
3	2.10	OBSERVATION DATA M (MIXED)	RINEX VERSION / TYPE
4	TPP 3.5.8	17-MAY-19 06:59	PGM / RUN BY / DATE
5		COMMENT	
6		COMMENT	
7		COMMENT	
8	HYMN	MARKER NAME	
9	HYMN	MARKER NUMBER	
10	Trimble Navigation L	Trimble Navigation Limited	OBSERVER / AGENCY
11	4737K07107	TRIMBLE NETR5 Nav 4.48 / Boot 4.18	REC # / TYPE / VERS
12		TRM55971.00 NONE	ANT # / TYPE
13	4161311.8808 2650610.4593 4030510.1316		APPROX POSITION XYZ
14		0.0870 0.0000 0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N
15	1 1 0		WAVELENGTH FACT L1/2
16	6 C1 L1 S1 P2 L2 S2		# / TYPES OF OBSERV
17	1.000		INTERVAL
18	0		RCV CLOCK OFFS APPL
19	18		LEAP SECONDS
20	55		# OF SATELLITES
21	2019 05 17 07 00 00.0000000	GPS	TIME OF FIRST OBS
22			END OF HEADER
23	19 05 17 7 0 0.0000000 0 17G 1G12G13G15G17G19G24G28G30R 4R 5R13R14R15R17R23R24		

Şekil 135

Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği Madde 71 bendinde Türkiye Ulusal Referans Frame (çatı) tanımı yapılır. Bu tanımlamaya göre, ITRF-96 datumunu 2005.0 referans epoğunda (zamanında) tanımlamıştır. Tusaga-Aktif sistemine bağlı olan tüm noktaların koordinatları 2005.0 epoğuna göre hesaplanmıştır. Tusaga-Aktif sisteminden herhangi bir noktada yapılmış olan ölçüm değerini indirdiğinizdeki gözlem dosyası içindeki koordinat değeri 2005.0 epoğundaki koordinat değeridir. Serbest dengeleme işleminde, Tusaga-Aktif noktalarının 2005.0 epoğundaki koordinatları kullanılmıştır.

Aynı yönetmelik Madde 15 a bendinde, Tusaga-Aktif noktalarının koordinatlarının (Şekil 135 gözlem RINEX dosyasında görülen 2005.0 epoğundaki koordinatlar), **son Tusaga-Aktif hızları kullanarak** güncel koordinatları bulunması gerektiği belirtiliyor. Kıtasal hareketlilikten dolayı yeryüzü üzerindeki sabit olarak adlandırdığımız noktalar da hareket halindedir, koordinatları değişiklik göstermektedir. Madde 15 a bendinde belirtilen, bu kıtasal hareketliliği göz önüne alınarak, Tusaga-Aktif noktalarının ölçüm günündeki koordinatlarının bulunması gerektirir. Bu işlemin yapılabilmesi için noktaların yıl içinde referans framede X, Y ve Z yönlerinde ne kadar hareket ettiğinin bilinmesi gerekmektedir. Tusaga-Aktif sisteminde bu noktaların yıl içindeki X, Y ve Z ekseninde metre bazlı hareketlilikleri verilmektedir. Bu hız değerleri kullanarak Tusaga-Aktif noktalarının koordinatlarının 2005.0 zamanından itibaren ne kadar değişikliğe uğradığı hesaplanabilir ve Tusaga-Aktif noktalarının ölçüm günündeki yeni koordinatları bulunabilir.

$$\begin{bmatrix} X_T \\ Y_T \\ Z_T \end{bmatrix}_{T_{UREF}} = \begin{bmatrix} X_{T_0} \\ Y_{T_0} \\ Z_{T_0} \end{bmatrix}_{T_{UREF}} + (T - T_0) * \begin{bmatrix} V_X \\ V_Y \\ V_Z \end{bmatrix}_{T_{UREF}}$$

$$\begin{bmatrix} V_X \\ V_Y \\ V_Z \end{bmatrix}_{T_{UREF}} \quad (\text{Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 2018})$$

- $\begin{bmatrix} X_{T_0} \\ Y_{T_0} \\ Z_{T_0} \end{bmatrix}_{T_{UREF}} \rightarrow 2005.0 \text{ epoğundaki koordinatlar,}$
- $(T - T_0) \rightarrow \text{Ölçüm günü ile 2005.0 epoğu arasındaki geçen zaman (yıl zaman biriminde),}$
- $\begin{bmatrix} V_X \\ V_Y \\ V_Z \end{bmatrix}_{T_{UREF}} \rightarrow \text{Noktanın Yıl/Metre biriminde hareket hızı}$



Bu hesap sonucu, Tusaga-Aktif noktalarının 2005.0 referans epoğundan ölçüm gününe kadar geçen süre sonucu güncel koordinatları elde edilir. Bulunan koordinatlar ile Tusaga-Aktif noktalarının 2005.0 epoğundaki koordinatlar arasında dönüşüm parametreleri belirlenerek, serbest dengeleme sonucu elde edilen değerler dönüştürülür.



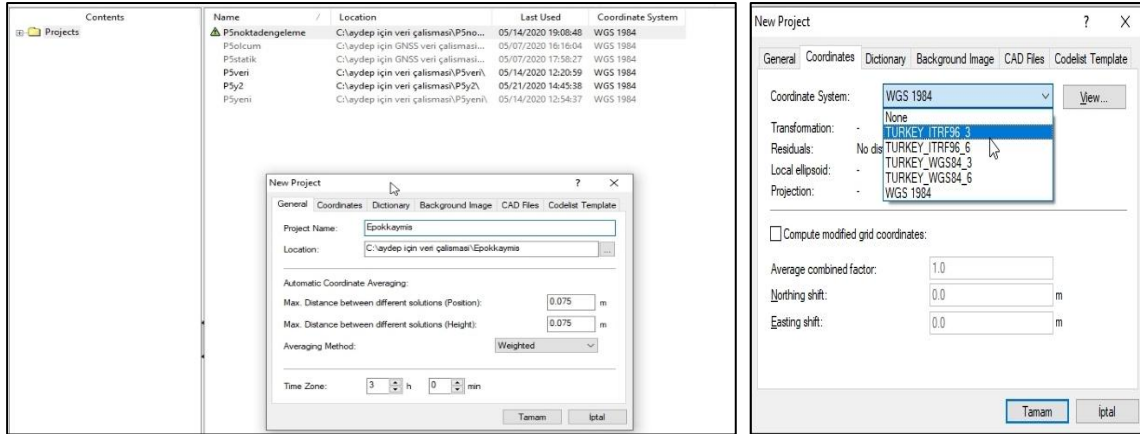
Dikkat edilmesi gereken başka bir kavram da, 2005.0 referans epoğu yıl zaman birimindedir. Fakat ondalık hane değeri vardır. Ölçüm günü ile referans epoğu arasında fark alınırken, ölçüm günü tarihinin gün ve ay zaman değerleri yıl zaman biriminde dönüştürülüp ölçüm tarihinin yıl değerine eklenecektir. Bu işlemin sonucunda ölçüm tarihinin yıl zaman biriminde olacak, ölçüm tarihinin ondalık değerlerini gün ve ay zaman değerleri oluşturacaktır.

2005.0 Referans Epoğuna Kaydırılmış Sabit Noktaların Yeni Projeye Eklenmesi

Statik ölçüm yönteminde, Koordinatı bulunacak nokta dışındaki Tusaga-Aktif noktalarının ölçüm günde güncel koordinatları bulunduktan sonra dönüşüm işleminin yapılabilmesi için, Tusaga-Aktif noktalarının yeni koordinatlarıyla sisteme tekrar eklenmesi gerekir. Bu işlem için yeni bir proje açılır (Şekil 136 sol resim).

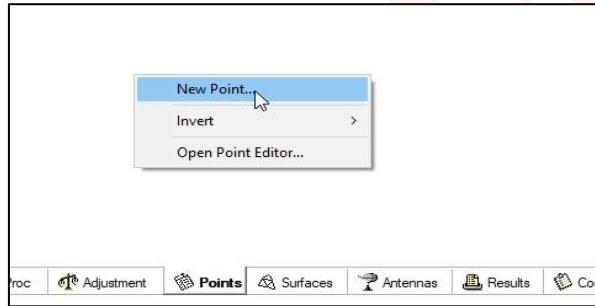
Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, büyük ölçekli haritaların üretiminde projeksiyon olarak 3 derecelik UTM projeksiyonu kullanılmasını belirtmiştir. Bu projeksiyona göre, çalışma alanınız içinde bulunduğu dilimin dilim orta meridyeni koordinat sisteminin başlangıcıdır.

Tusaga-Aktif noktalarının ölçüm günü koordinatlarının eklenmesi için açılan yeni projede, noktaların içinde bulunduğu 3 derecelik UTM projeksiyonu dilimine göre ayarlanmış korodinat sistemi seçilir (Şekil 136 sağ resim).



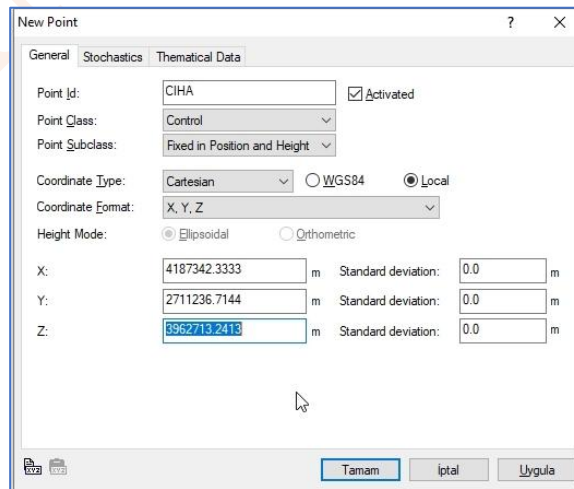
Şekil 136

Açılan yeni proje içine, projede kullanılan Tusaga-Aktif noktaları yeni koordinatlarıyla eklenir. Bu işlem için yeni açılan proje aktif proje iken, Points sekmesi seçilir ve ekranda sağ tuş tıklanarak açılan pencereden New Point...(Yeni nokta)alt menüsü seçilir (Şekil 137).



Şekil 137

New Point... seçeneğinden sonra, ekrana New Point... penceresi açılır (Şekil 138). Açılan pencerede Tusaga-Aktif noktalarının hesaplanan ölçüm günü koordinatları girilir.



Şekil 138

Bu koordinatların girerken aynı penceredeki:

- **Point Id:** Noktanın adının girileceği yerdir. Bu isim girilirken ölçüm aletinin (Tusaga-Aktif nokta adı) aynı adı girilmesi gerekir,
- **Point Class:** Noktanın kullanım amacı için sınıfı. Kontrol noktası olduğu belirtilmelidir. Bunun için Control seçilir.
- **Coordinate Type:** Koordinatların tipi. Aktarılabacak koordinatlar hala jeosantrik kartezyen koordinatlardır. Bunu belirtmek için Cartesian seçilir. Local radyo onayı da seçilmelidir,
- Noktanın hesaplanana yeni koordinatları X, Y ve Z metin kutularına aktarılmalıdır.



Şekil 139 noktalarının hesaplanan yeni koordinatlarıyla eklendiği görülmektedir. Unutulmaması gereken yazılımın dönüşümü yapabilmesi için, her iki koordinat sisteminde de aynı adlı noktaları kullanarak dönüşüm parametrelerini bulması gerekecek. Bu sebeple nokta adlarına dikkat edilmelidir.

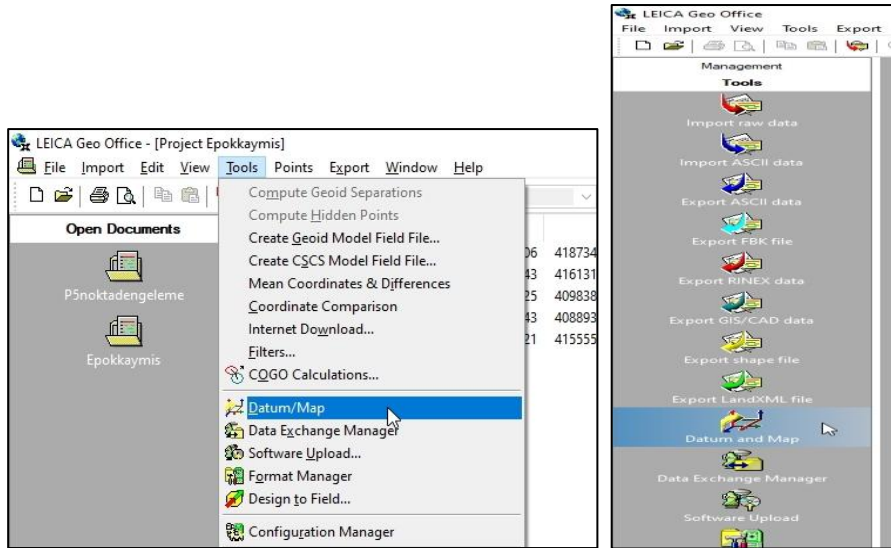
Point Id	Point Class	Date/Time	X	Y	Z	Geoid Sep.	Posn. + Hgt. Qlty	Sd. X	Sd. Y /	Sd. Z
☒ CIHA	Control	05/21/2020 15:55:06	4187342.3333	2711236.7144	3962713.2413	-	0.0000 0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
☒ HYMN	Control	05/21/2020 15:56:43	4161311.7625	2650610.4538	4030510.2105	-	0.0000 0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
☒ KIRS	Control	05/21/2020 15:57:25	4098385.4463	2780607.9174	4007175.5409	-	0.0000 0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
☒ KKAL	Control	05/21/2020 15:58:43	4088935.8272	2708243.4620	4065148.1858	-	0.0000 0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
☒ KLUU	Control	05/21/2020 15:59:21	4155559.0606	2705396.7032	3999801.3079	-	0.0000 0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Şekil 139

Uyuşum Testinin Yapılması (Datum Dönüşümünün Yapılması)

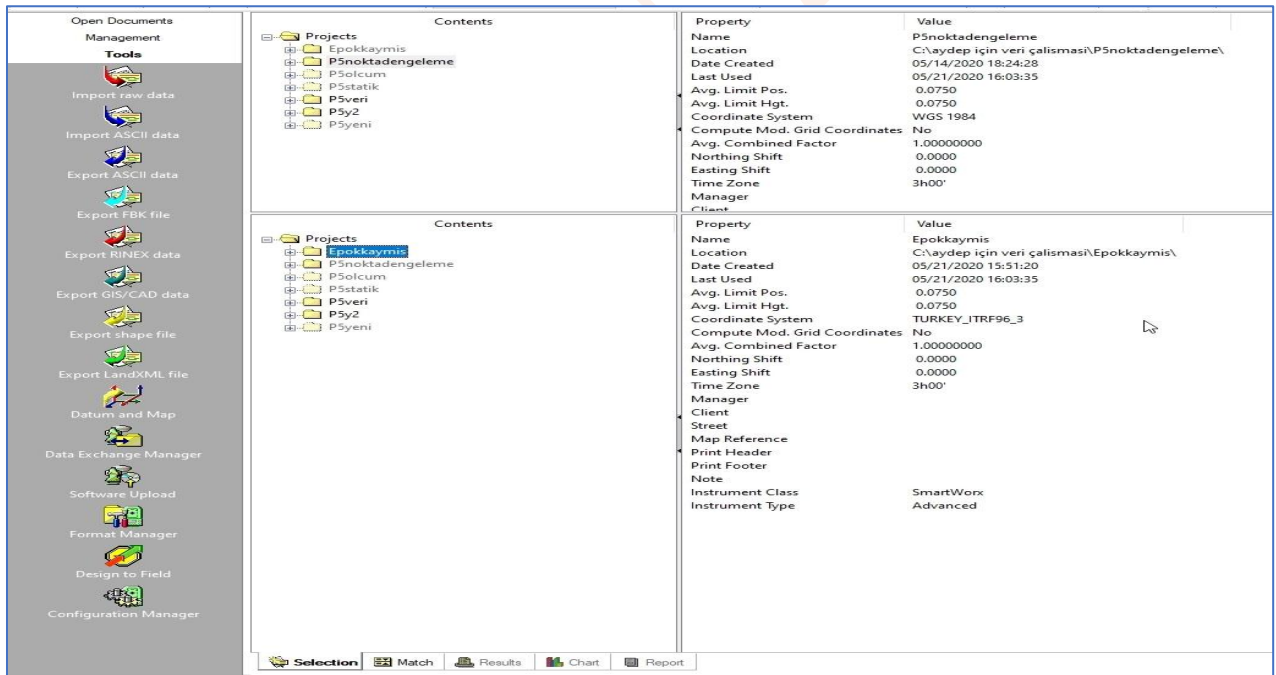
Uyuşum testi, Tusaga-Aktif sisteminde elde edilip serbest dengelemede kullanılan (2005.0 epoğundaki koordinatlara sahip) noktalar ile aynı Tusaga-Aktif noktalarının hız vektörleri kullanarak ölçüm günü koordinatlarına dönüştürülmüş noktalar arasındaki koordinat dönüşümüdür. Sonuç olarak koordinat dönüşümünde kullanılacak ortak noktalar yardımıyla projenin koordinat dönüşümü sağlanmış olacaktır.

Koordinat Dönüşümünün yapılabilmesi için Tools menüsü altındaki Datum/Map alt menüsü seçilir (Şekil 140). Aynı işlem Management penceresi içinde de mevcuttur.



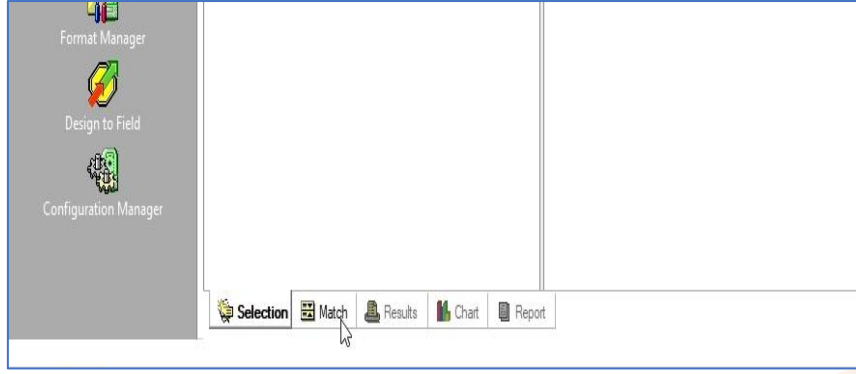
Şekil 140

Açılan pencerede Projeye eklenmiş kontrol noktalarının olduğu dosya ile 2005.0 referans epoğuna kaydırılmış noktaların olduğu proje seçilir. Seçim işlemi açılan Contents pencerelerinden yapılacak proje seçimiyle yapılır (Şekil 141).



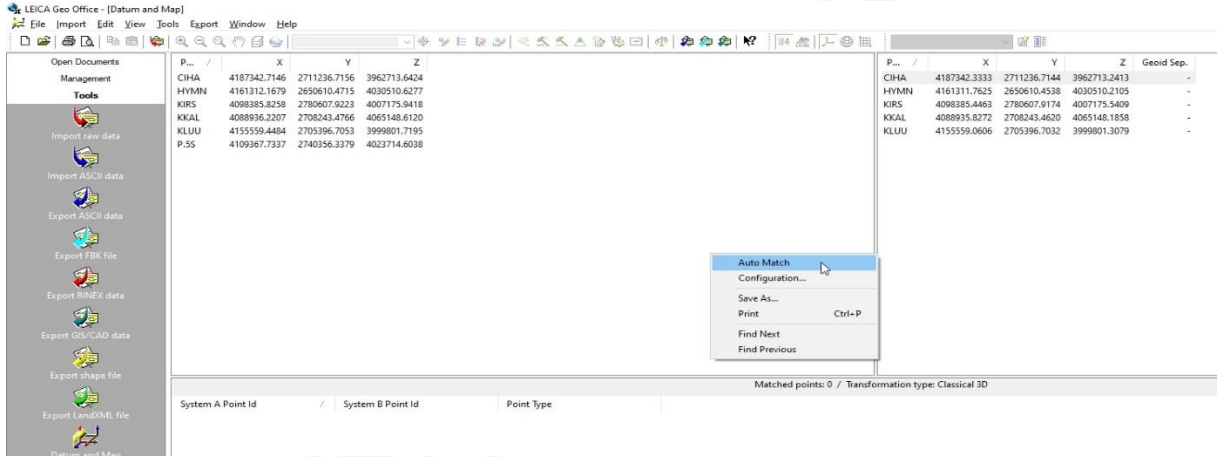
Şekil 141

Proje dosyası ve 2005.0 referans epoğuna kaydırılmış noktaların olduğu proje dosyaları seçildikten sonra, her iki dosyada da var olan aynı noktaların eşleşmesi işlemi yapılmalıdır. *Bu işlemin otomatik yapılabilmesi için nokta adları aynı olmalıdır.* Bu işlem Match sekmesinde yapılır (Şekil 142).



Şekil 142

Şekil 143 Match sekmesindeki görüntüdür. Dikkat edilirse solda projedeki noktalar, sağda ise 2005.0 referans epoğuna kaydırılmış noktalar bulunmaktadır. Pencereye sağ tuşa tıklandığında açılan yeni pencerede Auto Match seçeneği seçildiğinde aynı isimde olan kontrol noktaları eşleşir. Eşleşen noktalar ile üç boyutlu koordinat dönüşümü gerçekleşmiş olur (Şekil 143).



Şekil 143

Şekil 144 ve Şekil 145 eşlem işlemi ile oluşan pencereleri göstermektedir.

P...	X	Y	Z		P...	X	Y	Z	Geoid Sep.
CIHA	4187342.7146	2711236.7156	3962713.6424		CIHA	4187342.3333	2711236.7144	3962713.2413	-
HYMN	4161312.1679	2650610.4715	4030510.6277		HYMN	4161311.7625	2650610.4538	4030510.2105	-
KIRS	4098385.8258	2780607.9223	4007175.9418		KIRS	4098385.4463	2780607.9174	4007175.5409	-
KKAL	4088936.2207	2708243.4766	4065148.6120		KKAL	4088935.8272	2708243.4620	4065148.1858	-
KLUU	4155559.4484	2705396.7053	3999801.7195		KLUU	4155559.0606	2705396.7032	3999801.3079	-
P.55	4109367.7337	2740356.3379	4023714.6038						

Matched points: 5 / Transformation type: Classical 3D

System A Point Id	System B Point Id	Point Type
☒ CIHA	CIHA	Position + height
☒ HYMN	HYMN	Position + height
☒ KIRS	KIRS	Position + height
☒ KKAL	KKAL	Position + height
☒ KLUU	KLUU	Position + height

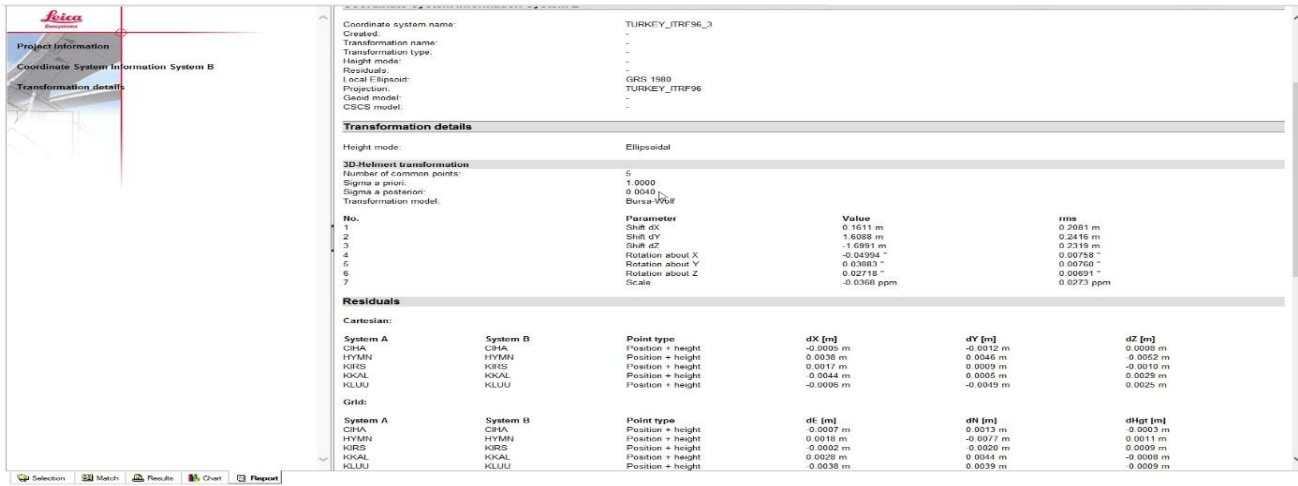
Şekil 144

System A Point Id	System B Point Id	Point Type
☒ CIHA	CIHA	Position + height
☒ HYMN	HYMN	Position + height
☒ KIRS	KIRS	Position + height
☒ KKAL	KKAL	Position + height
☒ KLUU	KLUU	Position + height

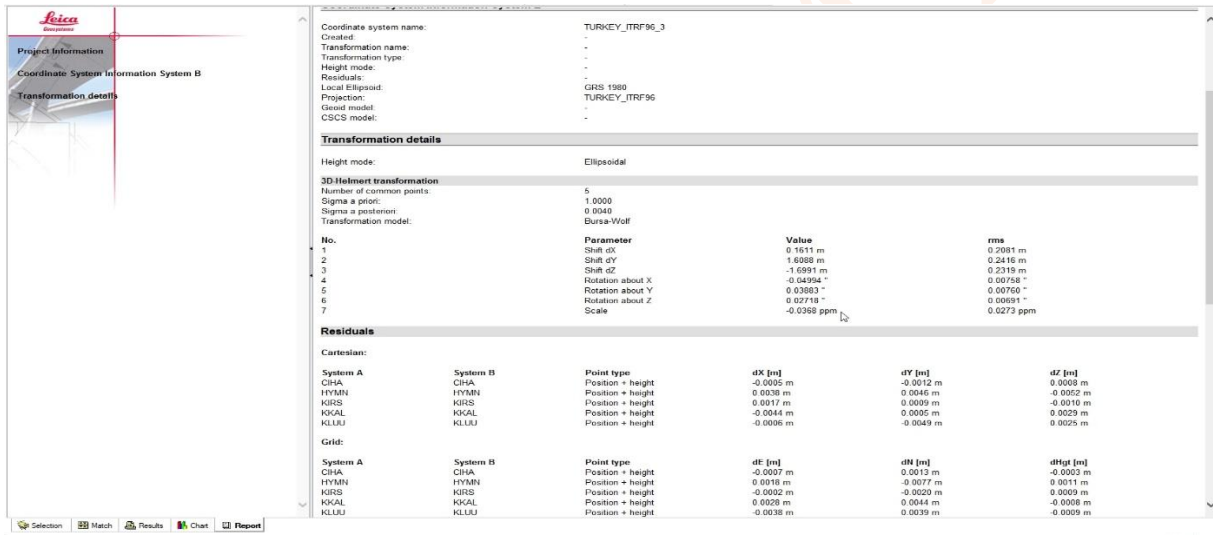
Selection Match Results Chart Report

Şekil 145

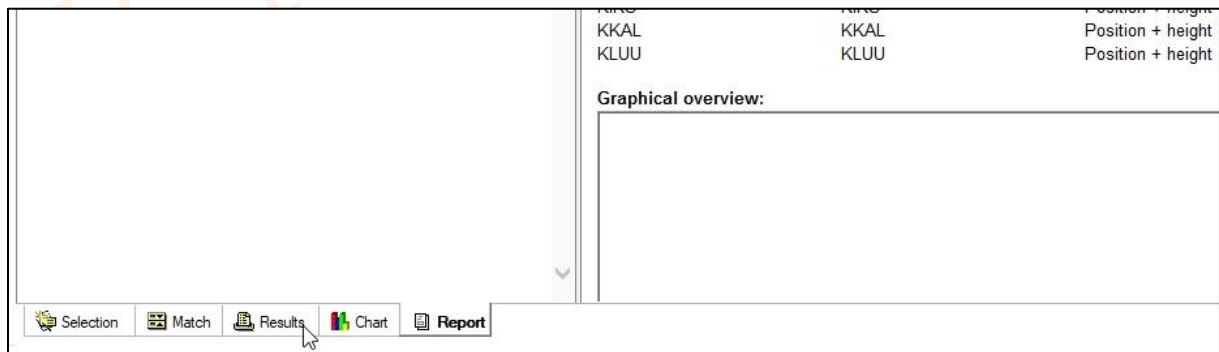
Şekil 145 penceresindeki Report sekmesi seçildiğinde Şekil 151’de görülen dönüşüm sonuçları görülecektir. Sonuçlar yapılan dönüşümün doğruluğunu sağlayacaktır.



Şekil 146



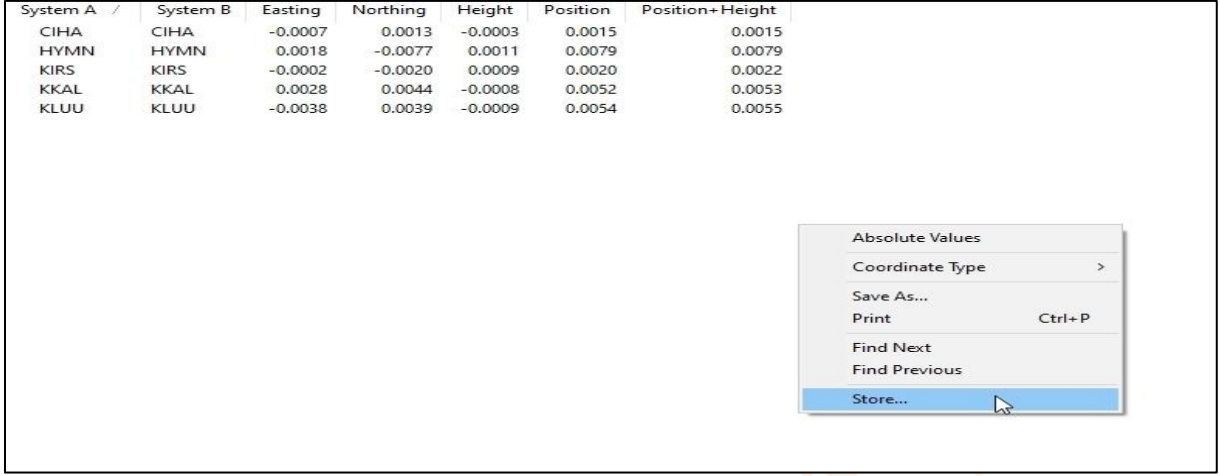
Şekil 147



Şekil 148

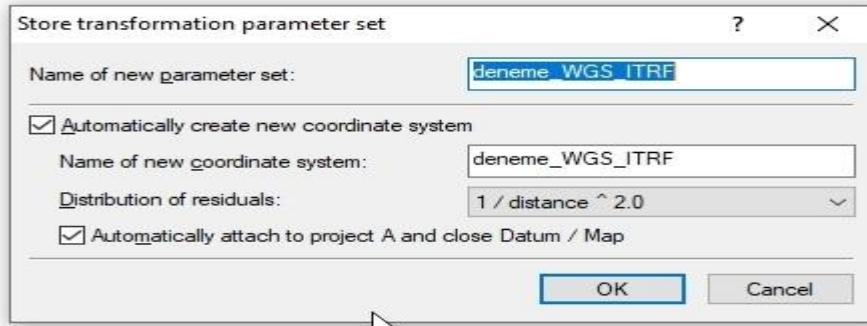
Şekil 148’de gösterilen Resul sekmesi ile kullanılan noktalardaki dönüşüm sonu hatalar gözükecektir (Şekil 149). Eğer bu pencerede sonuçlarda büyük değerlerin olduğu noktalar varsa, bu noktalar çıkarılarak işlem tekrarlanmalıdır.

System A	System B	Easting	Northing	Height	Position	Position+Height
CIHA	CIHA	-0.0007	0.0013	-0.0003	0.0015	0.0015
HYMN	HYMN	0.0018	-0.0077	0.0011	0.0079	0.0079
KIRS	KIRS	-0.0002	-0.0020	0.0009	0.0020	0.0022
KKAL	KKAL	0.0028	0.0044	-0.0008	0.0052	0.0053
KLUU	KLUU	-0.0038	0.0039	-0.0009	0.0054	0.0055



Şekil 149

Her iki koordinat sisteminde de koordinatları bilinen noktalar ile koordinat dönüşümü yapıldıktan sonra dönüşüm parametreleri elde edilmiştir. Bu parametrelerin başka bir işlemde de kullanılabilmesi için kaydedilmesi gerekir. Kontrol edildikten sonra sonuçlar kaydedilmelidir (Şekil 149 ve Şekil 150).



Store transformation parameter set

Name of new parameter set: deneme_WGS_ITRF

☒ Automatically create new coordinate system

Name of new coordinate system: deneme_WGS_ITRF

Distribution of residuals: 1 / distance ^ 2.0

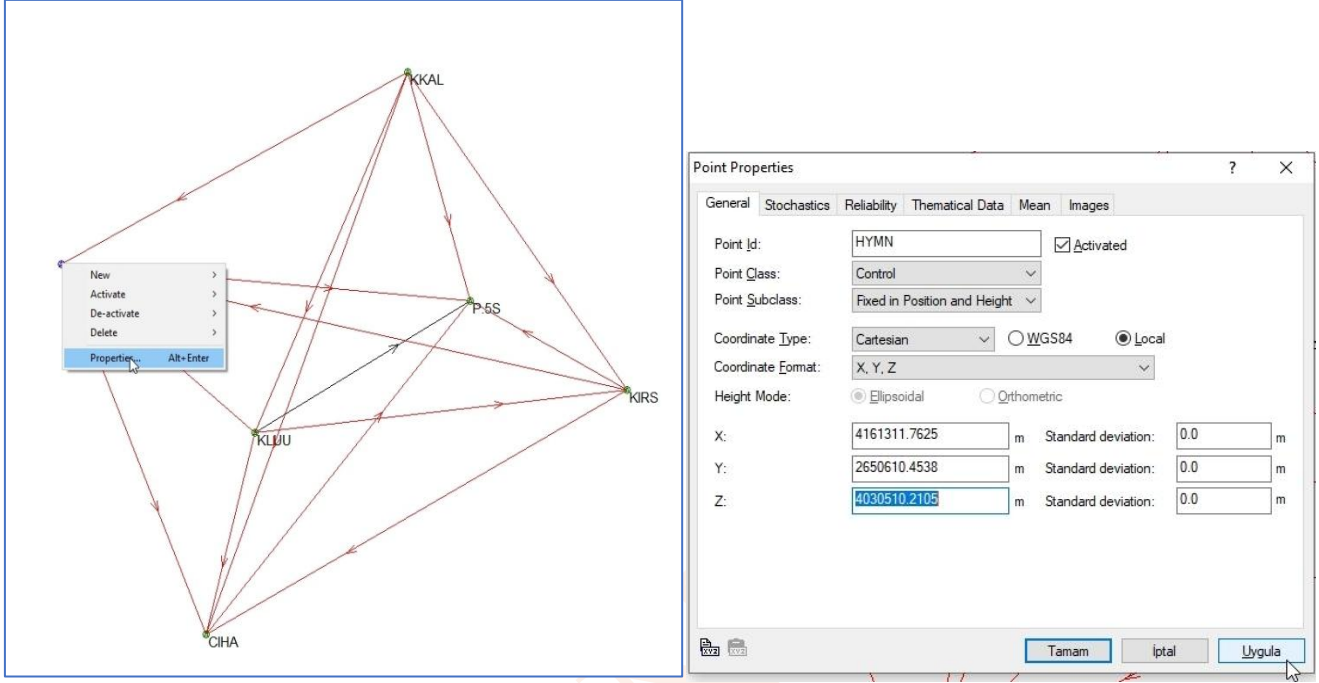
☒ Automatically attach to project A and close Datum / Map

OK Cancel

Şekil 150

Dayalı Dengeleme Yapılması

Dayalı dengeleme yapılması için her noktada Şekil 151 sağ resimde görülen ayarlamalar yapılmalı.



Şekil 151

Dayalı dengelenin yapılabilmesi için tekrar, Compute Loop, Compute Network ve Pre – Analyses işlemleri ile işlem sonuçlandırılmalıdır. Points sekmesinde artık noktamızın yanında dengelenmiş (adjusted) ibaresi gözükmemektedir. Noktamızın jeosantrik koordinatları elde edilmiştir. Bu aşamadan sonra noktanın harita düzlemine aktarılmış koordinatları elde edilmelidir.

Statik Ölçüm Verilerinin Web Tabanlı Servisler ile Değerlendirilmesi

Kontrol Noktalarının Sınıflandırılması MADDE 8 (Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, 2018)

Bu Yönetmelik kapsamındaki kontrol noktalarının hiyerarşik sınıflandırılması aşağıda belirtilmiştir.

a) Uzay ve uydu teknikleriyle oluşturulan üç boyutlu ağların ve noktaların derecelendirilmesi aşağıda belirtilmiştir.

- 1) A derece ağlar ve noktalar: Küresel (ITRF, WGS84) ve bölgesel (ETRF) ağlar ve noktalardır.
- 2) B derece ağ ve noktalar: A derece ağlara dayalı (Uluslararası veya bölgesel ağlara dayalı) Ulusal GPS ağı olan TUTGA ve TUSAGA-Aktif noktalarıdır ().
- 3) C derece ağ ve noktalar: B derece ağın sıklaştırılması ile oluşan ağ ve noktalardır ve aşağıdaki alt dereceli ağ ve noktalardan oluşur:
 - a) C1 derece ağ ve noktalar: Daha üst derecedeki ağlara dayalı, baz uzunluğu 15–20 km olan (en fazla 30 km olan) ağ ve noktalarıdır (ana GNSS ağı -AGA- ve noktaları: C1).
 - b) C2 derece ağ ve noktalar: Daha üst derecedeki ağlara dayalı, baz uzunluğu (ortalama kenar uzunluğu) 5 km olan (en fazla 15 km olan) ağ ve noktalarıdır (sıklaştırma GNSS ağı = Sıklaştırma GPS ağı -SGA- ve noktaları: C2).
 - c) C3 derece ağ ve noktalar: Daha üst derecedeki ağlara dayalı, baz uzunluğu (en fazla 3 km (Kamulaştırma Harita ve Harita BİLGİLERİ ÜRETİMİ Teknik Şartnamesi, 2007)) en fazla 10 km olan ağ ve noktalarıdır (alım için sıklaştırma ağı ve noktaları: C3).
 - d) C4 derece ağ ve noktalar: Daha üst derecedeki ağlara dayalı poligon ağı ve noktaları ile poligon bağlanabilen (fotogrametrik noktaları) baz uzunluğu en fazla 5 km olan ağ ve noktalardır

C1, C2, C3 ve C4 Derece Ağ Noktaları, Tesislerinin Yapılması, GNSS Sinyal Alıcılarıyla Ölçümleri ve Ölçümlerinde Dikkat Edilecekler**C1 Derece Kontrol Noktaları****C1 derece ana GNSS ağının oluşturulması (BÖHMBÜY MADDE 11)**

(1) TUTGA/TUSAGA-Aktif ile sıklaştırma alanındaki noktalar arasında bağlantıyı sağlayan C1 derece Ana GNSS ağı, sıklaştırma alanına 30 km'den yakın, her durumda en az iki TUTGA/TUSAGA-Aktif noktası ile diğerleri önceden tesis **edilmiş C1 noktalarından olmak üzere en az üç noktadan ve en fazla 30 km uzunluğundaki bağımsız bazlardan oluşturulur.** C1 noktaları aşağıdaki noktalardan oluşabilir.

- a) I., II. ve dengelenmiş III. derece Ülke Yatay Kontrol (Nirengi) Ağı noktaları.
- b) Mülga (kullanımdan kalkan) Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliğine göre oluşturulmuş III. Derece nirengi ağı noktaları.
- c) Yerel ağların (ülke sistemine bağlı olmayan) yüksek dereceli noktaları.

ç) Yeni tesis edilecek noktalar.

C1 noktası için yer seçimi (BÖHHBÜY-MADDE 12)

(1) C1 noktasının yer seçiminde aşağıdaki esaslar dikkate alınır.

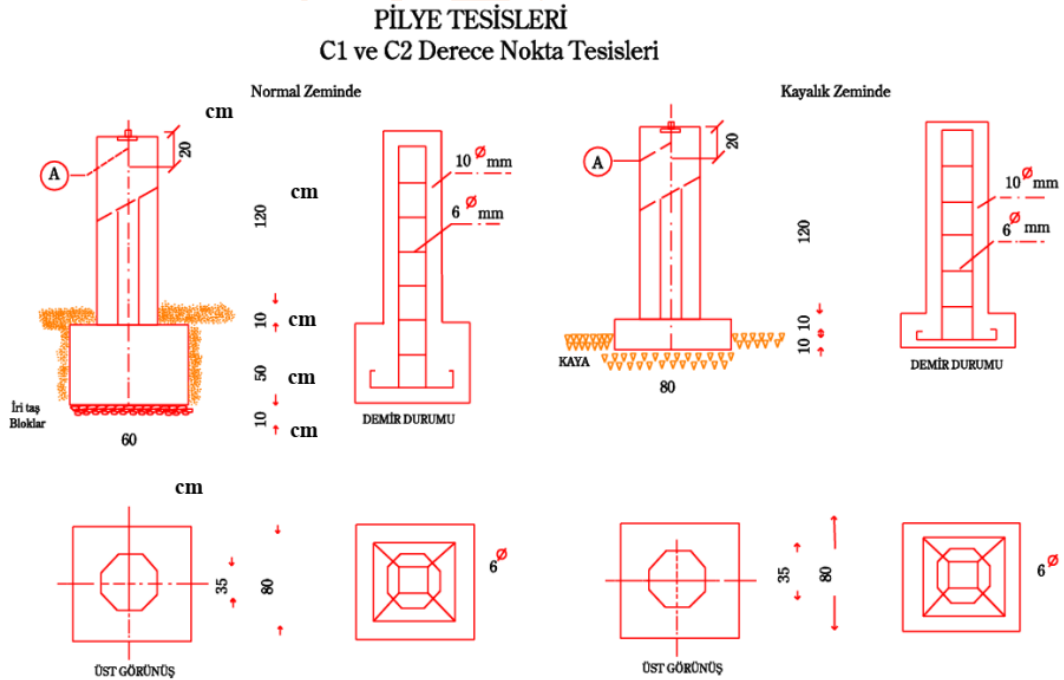
- Çevrede uydu sinyallerini yansıtacak yüzeyler (duvar, su yüzeyi, çatı ve benzeri yapılar) bulunmamalıdır.
- Anten yüksekliğinden geçen ufkun 15° üzerinde ağaç, bina ve benzeri engeller bulunmamalıdır.
- Yakınlarda GNSS sinyallerini etkileyecek yüksek gerilim hatları, radyo, televizyon, GSM veya radar iletişim antenleri ve benzeri tesisler bulunmamalıdır.
- Araç ile kolay ulaşılabilir olmalıdır.
- Sağlam zeminde uzun süre kalabilecek kamu arazileri, parklar, yeşil alanlar gibi günün her saati girilip çıkılabilecek yerlerde olmasına dikkat edilmelidir.

(2) C1 noktaları yer seçim kanavasında gösterilir.

C1 noktasının tesisi (BÖHHBÜY - MADDE 13)

(1) C1 noktasının tesisinde;

- Tahrip olmayan eski noktaların zemin tesisleri aynen korunur.
- Yeni C1 noktaları ek-4'teki gibi tesis edilir.



Şekil 152 BÖHHBÜY EK- 4 C1 ve C2 nokta tesisleri

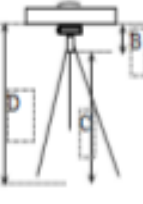
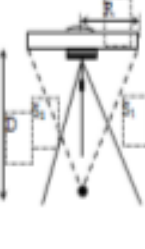
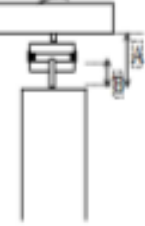
(2) C1 noktalarının tesis işlemine, yer seçim kanavasının idare tarafından onaylanmasından sonra başlanır

C1 noktalarının GNSS tekniğiyle ölçülmesi (BÖHHBÜY- MADDE 14)

1) C1 noktalarının ölçümlelerinde;

- a) En az iki frekanslı, aynı anda en az altı uydudan kayıt yapabilen, jeodezik amaçlı GNSS alıcıları kullanılır.
- b) Eş zamanlı oturumlar halinde gerçekleştirilecek statik ölçmelerde;
 - 6) Uydu sayısı: En az beş adet,
 - 7) Kayıt süresi: En az 120 dakika,
 - 8) Kayıt aralığı: 15 saniye veya daha az,
 - 9) Uydu yüksekliği: 10°, alınır.
 - 10) Her oturumda, ek-5'te yer alan GNSS Ölçme ve Kayıt Karnesi düzenlenir.

GNSS ÖLÇME VE KAYIT KARNESİ

NOKTA KONUM BİLGİSİ (YAKLAŞIK)				VERİ TOPLAMA																									
ENLEM				KAYIT ARALIĞI																									
BOYLAM				BAŞLAMA ZAMANI																									
YÜKSEKLİK				BİTİŞ ZAMANI																									
OTURUM NO / TOPLAM OTURUM SAYISI				MANYETİK ORTAM																									
Anten Manyetik Kuzeye yönlendirildi ☐				ANTEN YÜKSEKLİĞİ ÖLÇÜLERİ																									
YÜKSEKLİK ÇENGELİ İLE	EGİK UZUNLUKLA	PİLYE ÜZERİNDE	DİĞER ÖLÇÜMLER (OPERATÖR TARAFINDAN ÇİZİLİR)	☐ YÜKSEKLİK ÇENGELİYLE ☐ EGİK UZUNLUKLA (SEHPADA) ☐ PİLYE ÜZERİNDE ☐ DİĞER																									
 $B = \dots$ $C = \dots$ $D = B - C = \dots$	 $S_1 = \dots$ $S_2 = \dots$ $D = [(S_1 + S_2) / 2]^2 \cdot R^2)^{1/2}$ $D = \dots$	 PİLYE YUK: $A = \dots$ $B = \dots$ $H = A - B$ (B= Brenz yükseldiği)		<table border="1"> <thead> <tr> <th>NO</th> <th>BAŞLANGIÇ</th> <th>BİTİŞ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>ORTALAMA</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>ALICIYA GİRİLEN DEĞER</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		NO	BAŞLANGIÇ	BİTİŞ																ORTALAMA			ALICIYA GİRİLEN DEĞER		
NO	BAŞLANGIÇ	BİTİŞ																											
ORTALAMA																													
ALICIYA GİRİLEN DEĞER																													
Anten Referans Noktası (ARN) tanımı ile anten faz merkezini içeren anten üst bölümüne ait ölçüler alıcı-anten dokümanlarından alınır.				OPTİK ÇEKÜL KONTROLÜ BAŞLANGIÇ ☐ BİTİŞ ☐ KONTROL NOTLARI:																									
SAAT	AÇIKLAMA (BATARYA VE SİNYAL DURUMU)	İZLENEN UYDULAR																											
					METEOROLOJİK VERİLER																								
					ZAMAN																								
					KURU TERMOMETRE C°																								
					ISLAK TERMOMETRE C°																								
					BASINÇ mmHg																								
					BAGIL NEM																								
					SU BUHARI BASINCI																								
					HAVA DURUMU																								
					ÇİZELGEYİ DÜZENLEYEN																								
					ADI-SOYADI:																								
					TARİH:																								
					İMZA																								

KONTROL EDEN
ADI-SOYADI:
TARİH:

Şekil 153 BÖHHBÜY - EK-5

- c) Anten yüksekliği ölçmeye başlamadan önce ve sonra olmak üzere iki kez ve her seferinde üç farklı noktadan mm duyarlılığında ölçülür.
- d) Oturumlar komşu istasyonlar arasında planlanır ve bu oturumlar arasında en az bir baz veya iki komşu nokta ortak alınır.
- e) **TUREF koordinatları bilinmeyen ve pilye tesisi olmayan noktalarda, iki oturumlu ölçme yapılır. Her oturumdaki anten yükseklikleri arasında en az 10 cm'lik fark olmalıdır.**

C2 Derece Kontrol Noktaları

C2 derece sıklaştırma GNSS ağıının oluşturulması MADDE 16

TUTGA/TUSAGA-Aktif **veya C1 noktalarından 15 km'yi geçmeyen en az iki bağımsız baz ile belirlenen C2 derece ağlar**, sıklaştırma alanı içindeki aşağıdaki noktalardan oluşabilir.

- a) I., II. ve dengelenmiş III. derece Ülke Nirengi Ağı noktaları.
- b) Mülga Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliğine göre oluşturulmuş III. Derece yüzey ağı noktaları.
- c) Yerel yatay kontrol ağlarının yüksek dereceli noktaları.
- d) Yeni tesis edilecek noktalar.

C2 noktası için yer seçimi MADDE 17

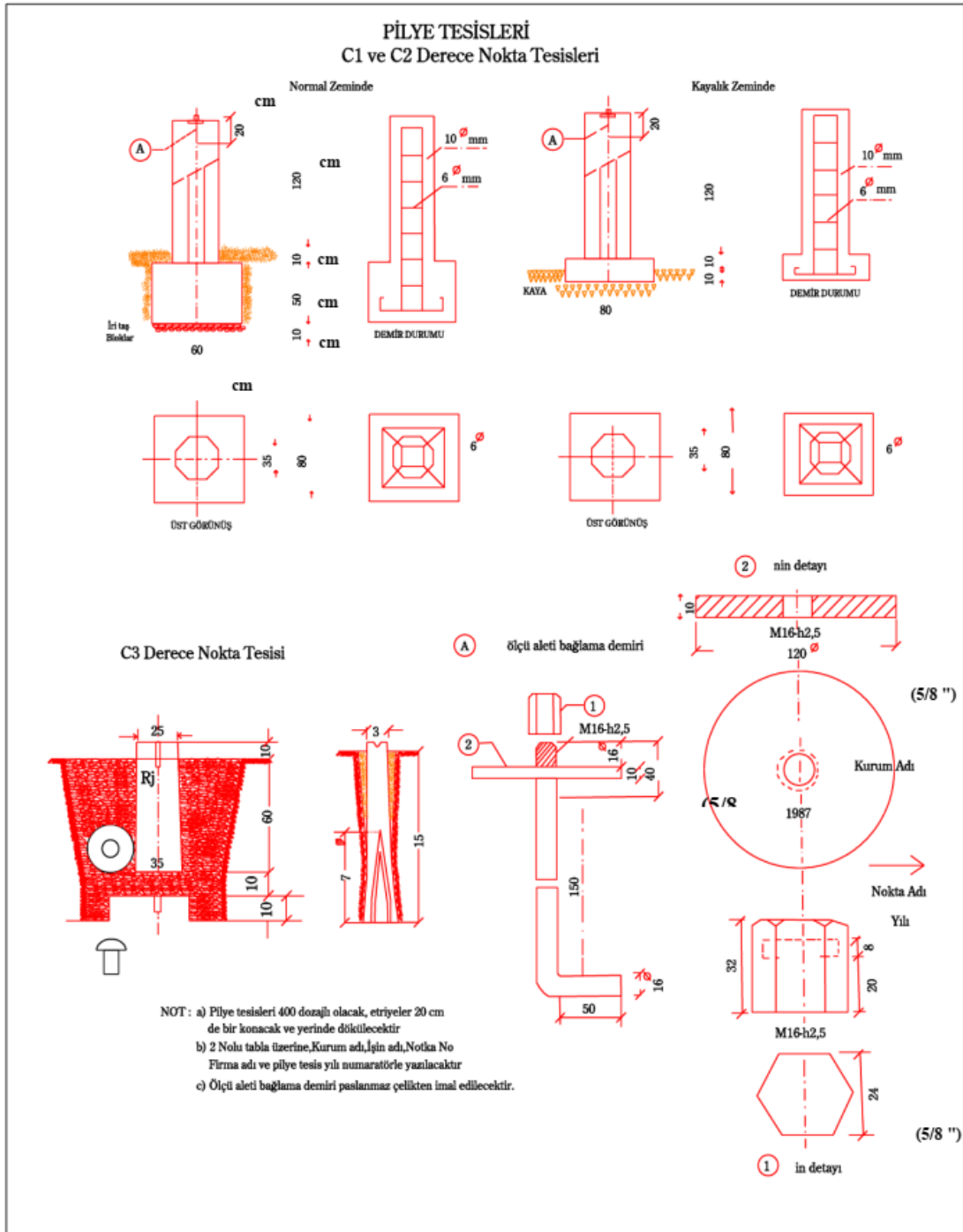
C2 noktası için yer seçiminde; bu Yönetmeliğin 12. maddesinde yer alan esaslara ek olarak, eğer C3 dereceden nokta sıklaştırması aynı proje kapsamında yapılmayacak ise her C2 noktası aynı veya üst dereceden bir başka ağ noktasını görmelidir. Seçilen C2 dereceli noktalar bu Yönetmeliğin 12 nci maddesinde belirtilen yer seçim kanavasında gösterilir.

C2 noktasının tesisi MADDE 18-

C2 noktasının tesisinde;

- a) Tahrip olmayan eski noktaların zemin tesisleri aynen korunur.
- b) Yeni C2 noktaları ek-4'te yer aldığı gibi tesis edilir.

NOKTA TESİSLERİ



C2 noktalarının GNSS tekniğiyle ölçülmesi MADDE 19-

C2 noktalarının ölçümlerinde;

- a) Aynı anda en az altı uydudan kayıt yapabilen jeodezik amaçlı GNSS alıcıları kullanılır.
- b) Eş zamanlı oturumlar halinde gerçekleştirilecek statik ölçmelerde;
 - 1) Uydu sayısı: En az beş adet,
 - 2) Kayıt aralığı: 15 saniye veya daha az,
 - 3) Uydu yüksekliği: 10°,
 - 4) Kayıt süresi: **Bazlarda tek oturumda 60 dakika** (tek frekanslı alıcılar için 90 dakika), alınır.
- c) TUREF koordinatları bilinmeyen ve pilye tesisi olmayan noktalarda 30 dakikalık (tek frekanslı alıcılar için 45 dakika) iki oturumlu ölçüm yapılır. Her oturumdaki anten yükseklikleri arasında en az 10 cm'lik fark olmalıdır.
- d) Anten yüksekliği ölçüye başlamadan önce ve sonra iki kez mm duyarlığında ölçülür.
- e) Her oturumda, ek-5'te yer alan GNSS Ölçme ve Kayıt Karnesi düzenlenir.

C3 Derece Kontrol Noktaları**C3 derece GNSS ağıının oluşturulması MADDE 22-**

C3 noktalarının oluşturulmasında aşağıdaki esaslara uyulur.

- a) C3 derece ağıları oluşturan noktalar; sıklaştırma alanında, **en az bir C1, C2 ve C3 derece noktayı görece, poligon dizilerine çıkış verecek ve en büyük kenar uzunluğu en fazla 10 km olacak biçimde**, bu Yönetmeliğin 16 ncı maddesinde yer alan hususlar dikkate alınarak seçilir. Seçimi yapılan C3 noktalar bu Yönetmeliğin 12 nci maddesinde belirtilen yer seçim kanavasına işaretlenir.
- b) C3 noktaları (alım için sıklaştırma noktaları) ek-4'teki gibi tesis edilir.
- c) C3 noktalarının ölçülmesinde en az altı uydudan eş zamanlı kayıt yapabilen jeodezik amaçlı GNSS alıcıları kullanılır.
- d) C3 noktalarının ölçümleri statik veya hızlı statik yöntemle gerçekleştirilir ve ölçmelerde;
 - 1) Uydu sayısı: En az beş adet,
 - 2) Kayıt aralığı: 15 saniye veya daha az,
 - 3) Uydu yüksekliği: 10°,
 - 4) Kayıt Süresi: **5 km'ye kadar bazlarda 20 dakika** (tek frekanslı alıcılar için 30 dakika), alınır.
- e) 5 km'den büyük bazlarda her bir km için 3 dakika (tek frekanslı alıcılar için 5 dakika) ilave süreler ile en fazla 10 km'ye kadar bazların ölçümü şeklinde belirlenir. e) Anten yüksekliği ölçü öncesi ve sonrasında iki kez mm duyarlığında ölçülür.

- f) C3 noktaları; TUTGA/TUSAGA-Aktif, C1 ve C2 noktalarından en az iki bağımsız baz ile belirlenir.
- g) GNSS ölçümü yapılan noktalardaki her oturumda, ek-5'te yer alan GNSS Ölçme ve Kayıt Karnesi düzenlenir.
- h) ğ) C3 noktalarını TUTGA/TUSAGA-Aktif, C1 ve C2 noktalarına bağlayan bazlar, tekli veya oturum baz çözümü ile değerlendirilir. Hesaplanan baz bileşenlerinin standart sapmaları; $\sigma_{\Delta x}, \sigma_{\Delta y}, \sigma_{\Delta z} \leq \pm(10 \text{ mm} + 1.5 \text{ ppm})$ olmalıdır.
- i) C3 nokta koordinatları, bağlantı noktalarının referans epoğundaki koordinatları değişmez alınarak hesaplanır. Değerlendirme sonucunda; $\sigma_{\phi}, \sigma_{\lambda} \leq \pm 5.0 \text{ cm}$, $\sigma_h \leq \pm 6.0 \text{ cm}$ olmalıdır.
- j) ı) C3 noktalarının hızları güncel TUTGA/TUSAGA-Aktif nokta hızlarına dayalı olarak enterpolasyonla bulunur.

C4 Derece Kontrol Noktaları

GNSS tekniğiyle poligon ölçmeleri MADDE 27-

Poligon noktalarının koordinatları; C1, C2 ve C3 noktalarına dayalı statik, hızlı statik, kinematik veya gerçek zamanlı kinematik yöntemlerden biriyle belirlenebilir.

- a) Statik ve hızlı statik gözlemlerde;
 - 1) Uydu sayısı: En az beş adet,
 - 2) Uydu yükseklik açısı: 10° ,
 - 3) Veri toplama aralığı: 10 saniye veya daha az,
 - 4) Baz uzunluğu: En fazla 5 km,
 - 5) Ölçüm Süresi: En az 10 dakika, alınır. Ölçümler, en az iki referans noktasına dayalı yapılır. Hesaplanan noktanın konum doğruluğu yatayda ve düşeyde $\pm 8 \text{ cm}$ (dahil)'den daha iyi olmalıdır.
- b) Ölçme sonrası veya ölçme anında poligon noktalarının konumları kinematik yöntemlerle belirlenebilir. Her poligon noktasında, aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde ve farklı zamanlarda en az iki oturum GNSS ölçümü yapılır. İki oturumdan elde edilen izdüşümü koordinatları ve elipsoit yükseklikleri arasındaki farklar $\pm 7 \text{ cm}$ 'den fazla olamaz. Kinematik yöntemlerde;
 - 1) Uydu sayısı: En az beş adet,
 - 2) Uydu yükseklik açısı: 10° ,
 - 3) Veri toplama aralığı: 5 saniye veya daha az,
 - 4) Referans noktasına uzaklık: En fazla 5 km,
 - 5) Ölçüm süresi: Her noktada en az 10 epok,
 - 6) Oturumlar arası zaman: En az bir saat, alınır.

- c) Poligon noktalarının koordinatları; TUSAGA-Aktif sisteminde Ağ GZK yöntemiyle de belirlenebilir.

Kontrol Noktalarına Nokta Numarası (Adı) Verilme Standartı

Numaralandırma (BÖHHBÜY - MADDE 9)

Noktaların numaralanmasında (poligon ve nivelman noktaları hariç) 1/100,000 ölçekli pafta alanı esas alınır. Numaralar sekiz basamaktan oluşur. İlk üç basamak 1/100,000 ölçekli pafta numarasını, kalan beş basamak nokta türünü ve numarasını gösterir. **Numaralar, kuzeyden başlayarak saat yönünde verilir. Aynı 1/100000 ölçekli pafta içinde birden fazla grup iş yapıldığında numaralama bir önceki çalışmada verilen son numaradan itibaren başlatılır.** Koordinasyon, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğüne sağlanır. Sıklaştırma yapan veya yaptıran idare çalışma bölgesindeki 1/100000 ölçekli paftalara giren C1, C2 ve C3 noktalarına ait son nokta numarasını Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğünden almak ve tesis ettiği noktalara ait nokta numaralarını bir indeks dahilinde Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğüne teslim etmekle yükümlüdür.

Nokta türlerine göre numaralama

a) C1 noktaları: Bu noktalar, dördüncü basamak “1” olmak üzere beşinci basamaktan itibaren 0001’den başlayarak numaralanır (Örnek: G2510032). C1’e dahil edilen mevcut TUTGA nokta numaraları aynen kullanılır, uyumlu olduğu belirlenen yatay kontrol ve düşey kontrol noktaları için eski numarası payda olarak verilir (Örnek: G2510032/7213 veya G2510033/134-DN2)

b) C2 noktaları: Bu noktalar, dördüncü basamak “2” olmak üzere beşinci basamaktan itibaren 0001’den başlayarak numaralanır (Örnek: G2520032). C2’ye dahil edilen mevcut TUTGA nokta numaraları aynen kullanılır, uyumlu olduğu belirlenen yatay kontrol ve düşey kontrol noktaları için eski numarası payda olarak verilir (Örnek: G2520032/7213 veya G2520033/134-DN2).

c) Alım için sıklaştırma noktaları: Bu noktalar, dördüncü basamak “3” olmak üzere beşinci basamaktan itibaren 0001’den başlayarak numaralanır (Örnek: G2530032).

e) Poligon noktaları: Bu noktalar, proje bazında ilk karakter “P” olmak üzere 1’den itibaren numaralanır (Örnek: P1). Ek ve yenileme çalışmalarında yeni poligon noktalarına eski numaraların devamı verilir. Yardımcı alım noktası dayanağı (kör poligon) poligon numarasının sonuna (/) işareti eklenerek numaralanır (P1/1).

Kaynakça

- BOSSLER, J. D., CAMPBELL, J. B., McMASTER, R. B., & RIZOS, C. (2010). *Manual Of Geospatial Science And Technology*. Boca Raton,: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Groves, P. D. (2013). *Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems*. Boston, LONDON: Artech House.
- Hofmann-Wellenhof, B., & Moritz, H. (2005). *Physical Geodesy*. Bad Vöslau: SpringerWienNewYork.
- Jahic, E. (2021, 07 13). *GNSS CALENDAR AND UTILITY*. gnsscalendar: <https://www.gnsscalendar.com/index.html?year=2019> adresinden alındı
- Mothe, R. C. (2014). Orbital Spin: A New Hypothesis to Explain Precession of Equinox—The Third Motion of Earth. *International Journal of Astronomy and Astrophysics*, 20-28.
- ÜSTÜN, A. (2012). *Uydu Jeodezisi, Lisans Ders Notları*. Konya.
- Vossler, D. L. (1981). *Exploring Analytic Geometry with Mathematica*. San Diego: ACADEMIC PRESS.
- (2019, 09 01). Ekliptika: <https://az.wikipedia.org/wiki/Ekliptika+&cd=1&hl=tr&ct=clnk&gl=tr> adresinden alındı
- Bakıcı, S., Erkek, B., İlbey, A., & Kulaksız, E. (2017/4). BUSINNES MODEL OF CORS-TR (TUSAGA-AKTIF). *IISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 109-116.
- BAYKAL, O. (2009). *Mühendislik Ölçmeleri-1*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- (2018). *Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği*. Ankara: Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.
- California Surveying & Drafting Supply. (2021, nisan 03). *FROM GPS TO GNSS: WHO USES THE REAL-TIME NETWORK – AND WHY?* Cdsinc.com: <https://www.cdsinc.com/blog/gps-gnss-uses-real-time-network/> adresinden alındı
- Choudhary, M. (2023, Nisan 12). *Survey of India to establish nationwide CORS network*. Geospatialword: <https://www.geospatialworld.net/blogs/survey-of-india-to-establish-nationwide-cors-network/> adresinden alındı
- DOĞANALP, S. (2013, Eylül 6). *Jeodezide Koordinat Sistemleri*. Konya.
- Donoso, R., Nelson, C., & Rizzi, P. (2021, Nisan 02). *Project 2: GPS, Conditioning, and Nonlinear Least Squares*. <https://www2.gmu.edu/~rdonoso/Project2.html> adresinden alındı

- Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası. (2018). *BÜYÜK ÖLÇEKLİ HARİTA VE HARİTA BİLGİLERİ ÜRETİM YÖNETMELİĞİ*.
- Hexagon. (2008). Leica Geo Office 7.0 user manual. *Leica Geo Office Version 7.0* . Heerburgg, Switzerland : Leica Geosystem AG.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Collins, J. (1994). *Global Positioning System - Theory and Practice*. Wien: Springer.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Wasle, E. (2008). *GNSS – Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo, and more*. Graz: Avusturya.
- İNAL, C., GÜNDÜZ, A. M., & BÜLBÜL, S. (2014). KLASİK RTK ve AĞ-RTK YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI. *selçuk üniversitesi mühendislik bilim ve teknoloji dergisi*, 19-29.
- İNAL, C., GÜNDÜZ, A. M., & BÜLBÜL, S. (2014/2). KLASİK RTK ve AĞ-RTK YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* , 20-30.
- International GNSS Service (IGS). (2020, 05 07). *Products*. International GNSS Service: <https://www.igs.org/products#GPS> adresinden alındı
- International GNSS Service. (2021, 06 20). *RINEX Working Group*. [www. igs.org: https://www.igs.org/wg/rinex/](http://www.igs.org/wg/rinex/) adresinden alındı
- International GNSS service. (2023, Mayıs 17). *Standards and Data Formats*. <https://gssc.esa.int/education/library/standards-and-data-formats/> adresinden alındı
- Janssen, V. (2009). A comparison of the VRS and MAC principles for network RTK. *nternational Global Navigation Satellite Systems Symposium 2009*. Holiday Inn Surfers Paradise, Qld, Australia.
- KAHVECİ, M. (2009/1). Gerçek Zamanlı Ulusal Sabit GNSS (CORS) Ağları ve Düşündürdükleri. *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi* , 13-20.
- Kahveci, M., & Yıldız, F. (2012). *GPS/GNSS Uydularla Konum Belirleme Sistemleri Teori/uygulama*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık eğitim danışmanlık tic. ltd. şti.
- Kamulaştırma Harita ve Harita BİLGİLERİ ÜRETİMİ Teknik Şartnamesi. (2007, Mayıs). Devlet Su İşleri.
- KARALI, Z. S. (2019, Mayıs 25). Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği'ne Göre Jeodezik Çalışmalar. Ankara.
- KAYA, A. (1999). *Jeodezi-II Küre ve Elipsoidin Düzleme Tasviri*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi.

- Krakiwsky, E. J., & Wells, D. E. (1971, Mayıs). *Coordinate Systems in Geodesy. Ders Notları 16.* Fredericton, Kanada: New Brunswick Üniversitesi, Jeodezi ve Geomatics Mühendisliği.
- Land Information New Zealand. (2021, Temmuz 29). *Equations Used for Datum Transformations.* Toitu Te Whenua Land Information New Zealand: <https://www.linz.govt.nz/data/geodetic-system/coordinate-conversion/geodetic-datum-conversions/equations-used-datum> adresinden alındı
- Landau, H., Chen, X., Klose, S., Leandro, R., & Vollath, U. (2009). Trimble's RTK and DGPS Solutions in Comparison with Precise Point Positioning. *Observing our Changing Earth, International Association of Geodesy Symposia 133* (s. 709-718). Berlin: Springer.
- Makshud, R. (2017). *COORDINATE GEOMETRY BOOSTER with Problems & Solutions for JEE Main and Advanced.* Kolkata: McGraw Hill Education.
- Mekik , Ç., Yildirim, Ö., & Bakıcı, S. (2011). An Overview of RTK Network of The Turkish Republic (Tusaga-Aktif). *International Global Navigation Satellite System Symposium.* Sydney/Australia: University of New South Wales.
- National Geodetic Survey. (2020, Nisan 30). *Antenna Calibration FAQ.* National Geodetic Survey Positioning America for the future: <https://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/FAQ.xhtml#faq10> adresinden alındı
- Natural Resources Canada. (1995). *GPS POSITIONING GUIDE.* Ottawa, Ontario: Natural Resources Canada.
- Official U.S. government information about the Global Positioning System (GPS). (2021, Mart 19). *Other Global Navigation Satellite Systems.* GPS.GOV: <https://www.gps.gov/systems/gnss/#bds> adresinden alındı
- Official U.S. government information about the Global Positioning System. (2021, Mart 19). *Space Segment.* www. GPS.GOV: <https://www.gps.gov/systems/gps/space/#generations> adresinden alındı
- Ospirent. (2020, 05 07). *What is an Ephemeris?* Ospirent Promise. Assured: https://www.spirent.com/blogs/positioning/2010/august/2010-08-16_what_is_an_ephemeris adresinden alındı
- Özbenli, E. (2001). *Jeodezi-I.* Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası.
- Penn state college. (2021, Ninas 10). *5.3 GPS Error Sources.* Mapping Our Changing World: <https://www.e-education.psu.edu/geog160/node/1924> adresinden alındı

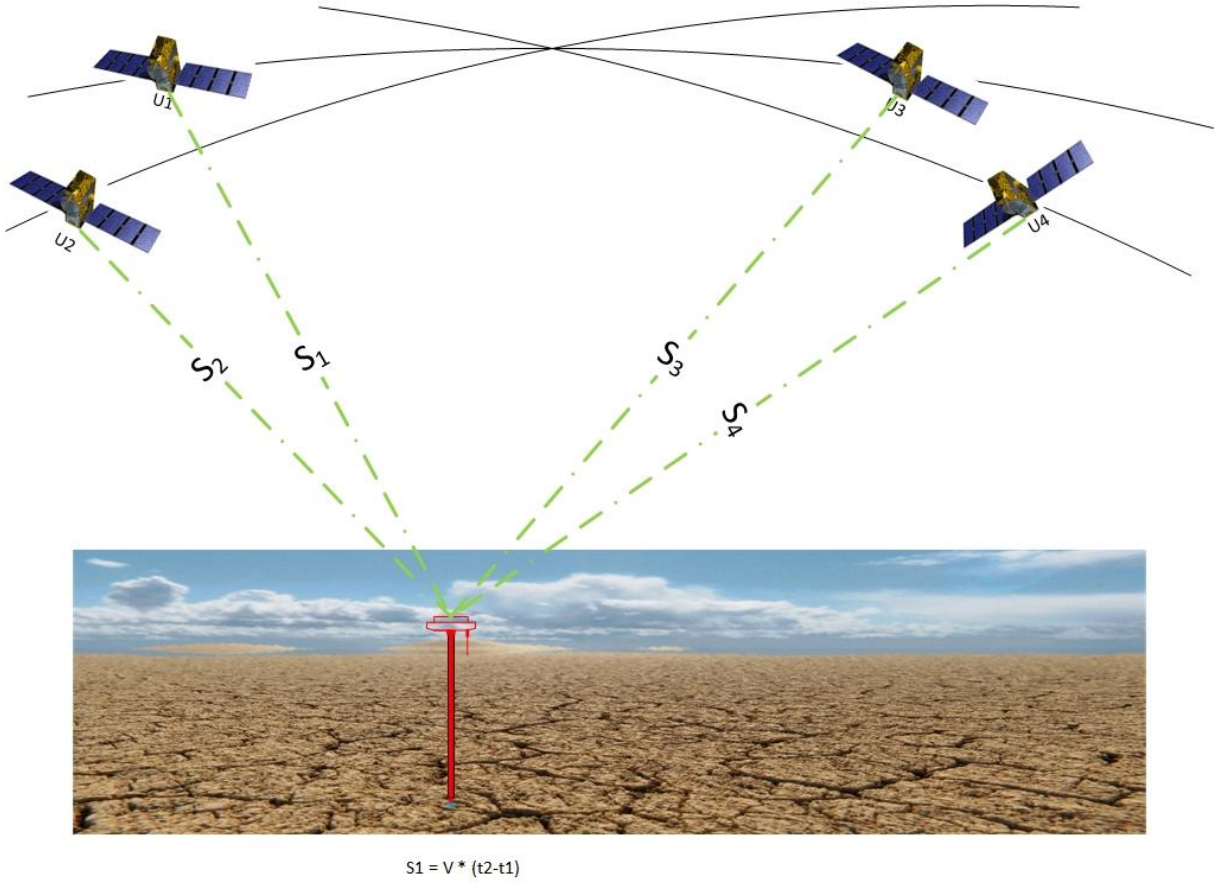
- Pennstate College. (2021, Nisan 10). *Atmospheric Correction*. GPS and GNSS for Geospatial Professional: <https://www.e-education.psu.edu/geog862/node/1738> adresinden alındı
- Pennstate college. (2021, Nisan 10). *Multipath*. GPS and GNSS for Geospatial professional: <https://www.e-education.psu.edu/geog862/node/1721> adresinden alındı
- PennState College of Earth and Mineral Sciences . (2020, 05 07). *Ephemerides*. GEOG 862, GPS and GNSS for Geospatial Professionals: <https://www.e-education.psu.edu/geog862/node/1737> adresinden alındı
- Plag, H. P. (2006). National Geodetic Infrastructure Current Status and Future Requirements: The Example of Norway. *Nevada Bureau of Mines and Geology Bulletin 112*.
- Rochester Universitesi. (2021, mart 20). *The Earth's Atmosphere*. Atmosphere: <http://www.pas.rochester.edu/~blackman/ast104/atmosphere.html> adresinden alındı
- Romero, I., Steigenberger, P., & Montenbruck, O. (2019). *Long Product Filenames in the IGS v1.0*.
- Snyder, J. P. (1987). *Map Projection - A Working Manual*. WASHINGTON: UNITED STATES GOVERNMENT PRINTING OFFICE.
- Space Universities Network. (2019, Temmuz 14). *Orbital Frames of Reference*. Space Universities Network: <https://www.youtube.com/watch?v=DbYapFLJsPA> adresinden alındı
- STRANG, G., & BORRE, K. (1997). *Linear Algebra, Geodesy and GPS*. Wellesley: Wellesley-Cambridge Press.
- Tang, W., Liao, M., Zhang, L., Li, W., & Yu, W. (2016). High-spatial-resolution mapping of precipitable water vapour using SAR interferograms, GPS observations and ERA-Interim reanalysis. *Atmosferic Measurement Techniques*, 4487 - 4501.
- Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü. (2015). Tusaga Aktif. *Dünya CBS Günü Kongre ve Sergi*. Ankara: Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü.
- TORGE, W. (1991). *Geodesy*. Berlin: Walter de Gruyter.
- TUSAGA-AKTİF. (2021, 06 13). *TusagaAktif İstasyon haritası*. TusagaAktif: <https://www.tusaga-aktif.gov.tr/Sayfalar/IstasyonHaritasi.aspx> adresinden alındı
- Tusaga-Aktif. (tarih yok). Tusaga-Aktif Sistemi İletişim Yapısında Kullanılan NTRIP ve RTCM Formatları İle Veri Setleri Yapısı.
- Türk Dil Kurumu. (2019, Temmuz 26). *Türk Dil Kurumu Sözlükleri*. T.C. Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu - Türk Dil Kurumu: <http://sozluk.gov.tr/> adresinden alındı

YALÇIN, B., İNAL, C., & KALAYCI, İ. (2008). GPS ÖLÇÜ SÜRESİNİN NOKTA KONUM DOĞRULUĞU İLE İLİŞKİSİ. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19-26.

KAMAMMYO

Mutlak Konum Belirleme Yöntemi

Mutlak konum belirlemede tek bir alıcı ile 4 ya da daha çok uydudan kod gözlemleri yapılarak üzerine alıcı kurulan noktanın koordinatları belirlenmektedir Şekil 154. Daha önce tek noktadan konumlandırmanın, aynı anda en az 4 uyduya kadar ölçüm yapan tek bir alıcı kullanılarak gerçek zamanlı bir çözüm olabileceği belirtilmişti. Bunun jeodezi ve araştırma disiplinleri dışında en yaygın GPS çözümü olduğu ve bir anlamda orijinal GPS fikrinin yerine getirildiği konusunda hiçbir şüphe yoktur. Bununla birlikte, zayıf yönü, alıcının uyduların konumlarını, uydu saati sapmasını, iyonosferik düzeltmeyi vb. Öğrenmek için uydunun navigasyon mesajından topladığı bilgilere güvenmesi gerektiğidir. Bu veriler önemli hatalar içerir. Bu tür koşullar altında, tek nokta konumu yüksek düzeyde doğru olamaz (Pennstate College, 2021). Bu yöntem alıcının sabit olması durumunda **statik**, hareketli olması durumunda ise **kinematik** konum belirleme olarak tanımlanmaktadır (Kahveci & Yıldız, 2012).



Şekil 154

SPS Konum Belirleme

L1 C / A kodu, tüm dünyadaki sivil ve ticari kullanıcılara ücretsiz konumlandırma yeteneği sağlar ve Standart Konumlandırma Hizmeti (SPS) olarak bilinir. P kodu normalde Ulusal Güvenlik Ajansı kriptografik teknikleri kullanılarak şifrelenir ve şifre çözme özelliği yalnızca ABD Savunma Bakanlığı tarafından belirlenen askeri ve diğer yetkili kullanıcılar tarafından kullanılabilir. Sahteciliği

önleme (A-S) olarak bilinen şifreleme işlemi, P koduna yetkisiz erişimi reddeder ve ayrıca bir alıcının taklit edilen GPS sinyallerine kilitlenmeye direnme yeteneğini önemli ölçüde geliştirir, bu da bir GPS kullanıcısına yanlış konumlandırma bilgisi sağlayabilir. genelde Navigasyon amaçlı bir çözümdür .

KAMAMMYO

Görelî Konum Belirleme Yöntemi

KAMAMMYO