



AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu
Harita ve Kadastro Programı

Arazi Ölçmeleri 3

Ülke Temel Ağları

- ☞ Bu ders sizin düşünmenizi ister.
- ☞ Bu ders sizin hesaplamanızı ister.
- ☞ Bu ders sizin problemi tespit etmenizi ister.
- ☞ Bu ders sizin problemi çözenizi ister.
- ☞ Bu ders sizin alternatif çözüm üretmenizi ister.
- ☞ Bu ders sizin mantığınızı kullanmanızı ister.
- ☞ Bu ders sizin araştırmanızı ister.
- ☞ Bu ders sizin hatayı görmenizi ister.
- ☞ Bu ders sizin sonucu irdelemenizi ister.
- ☞ Bu ders sizin önemsemenizi ve saygınızı ister.

HAFTA	DERS İÇERİĞİ
1	Ülke temel ağları
2	Ağ noktalarının tesisi, sınıflandırması, numaralandırılması
3	Yükseklik ağlarının oluşturulması
4	Tamamlayıcı ağ noktaları
5	Kestirme noktalarının hesapları
6	Kestirme noktalarının hesapları
7	Dış merkezli açı ölçüsü
8	Merkezlendirme elemanları, zemine indirme
9	Harita projeksiyonları
10	Ara Sınav
11	Projeksiyon indirgemeleri
12	İki boyutlu dönüşümler
13	İki boyutlu dönüşüm uygulamaları
14	Üç boyutlu koordinat sistemleri
15	Üç boyutlu koordinat sistemleri

ÜLKE TEMEL AĞLARI

Harita çalışmalarının özü, harita yapılacak bölgede **konumu bilinen** noktaların oluşturulması işlemidir.

Konumu bilinen noktalara dayalı olarak, **arazideki doğal ve yapay ayrıntıların** ölçüleri yapılır, **yatay ve düşey konum bilgileri** bulunur. Dayanak noktaları olarak adlandırılan bu noktalar ülke temel ağı noktalarından oluşur. Söz konusu noktalar belli bir bölgeyi kapsayabilecekleri gibi tüm ülkeyi de kapsayabilirler. Eğer **noktalar tüm ülkeyi kapsayacak biçimde planlanmışlarsa** ülke temel ağı adını alırlar.

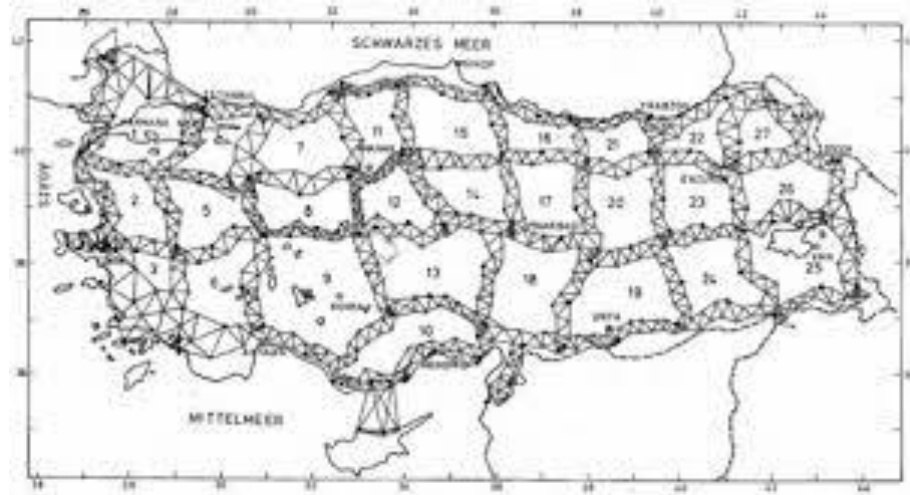
Ülke temel ağı oluşturulurken, ölçme ve hesaplama teknolojisine bağlı olarak yatay konum belirlemeye yönelik **ülke temel nirengi ağı** ve düşey konum belirlemeye yönelik **ülke temel nivelman ağı** şeklinde ikiye ayrılırlar.

Nirengi ağılarında uzunluk ve doğrultu ölçüleri kullanılarak noktaların **Y ve X yatay konum** bilgileri hesaplanmaktadır. Yükseklik ya da yükseklik farkı ölçüleriyle de noktaların **H yükseklik** bilgilerinin elde edildiği nivelman ağı oluşturulmuştur.

ÜLKE TEMEL AĞLARI

Ülkemizde ağ noktasına dayalı olarak yapılan ilk harita çalışması 1895 yılındadır. Bu nedenle 1895 yılı modern Türk haritacılığının başlangıcı olarak kabul edilir. Sonraki dönemlerde ise yapılan çalışmalar daha çok bölgesel niteliktedir.

Günümüz ölçme ve hesaplama teknolojisinin getirdiği yenilikler sonucu ülke ağları anlayışı değişmiştir. Özellikle 1990 sonrası dönemde haritacılıkta yaşanan hızlı değişim ülke ağları konusunda da yeni yaklaşımları içermektedir.



ÜLKE TEMEL AĞLARI

Ülkemizde temel ağların oluşturulması ve buna bağlı olarak ülke savunması ve kalkınması için bütün harita ve planların yapılması görevi 1925 yılında çıkarılan bir yasa ile bu günkü adıyla **Harita Genel Komutanlığı**na verilmiştir. Bu kurum öncelikle ülkemizde temel jeodezik ağların oluşturulması çalışmalarına öncelik vermiştir.

1935 yılında Antalya mareograf istasyonunun kurulmasından sonra **1936 yılından itibaren ana karayolları boyunca yüksekliği bilinen noktalar oluşturmak üzere geometrik nivelman ölçülerine başlanılmıştır.** Yatay koordinatları bilinen noktaları arazide oluşturmak ve temel yatay kontrol diğer bir anlatımla **nirengi ağını oluşturma çalışmaları ise 1942 yılında başlamıştır.**



Antalya mareograf istasyonu

ÜLKE TEMEL AĞLARI

Birbirine paralel olarak sürdürülen yatay kontrol ağı ölçüleri ve geometrik nivelman ölçüleri **10 yıl** gibi kısa sürede tamamlanmıştır. Türkiye temel nivelman ağı noktalarının yükseklikleri **geometrik nivelmanla** bulunan noktalara dayalı olarak, yatay koordinatlar ise açı ve kenar ölçülerinin A.B.D de 1954 yılında dengeleme hesabı sonucunda bulunmuş ve **Türkiye Ulusal Datumu 1954** (TUD) - 54) oluşturulmuştur.

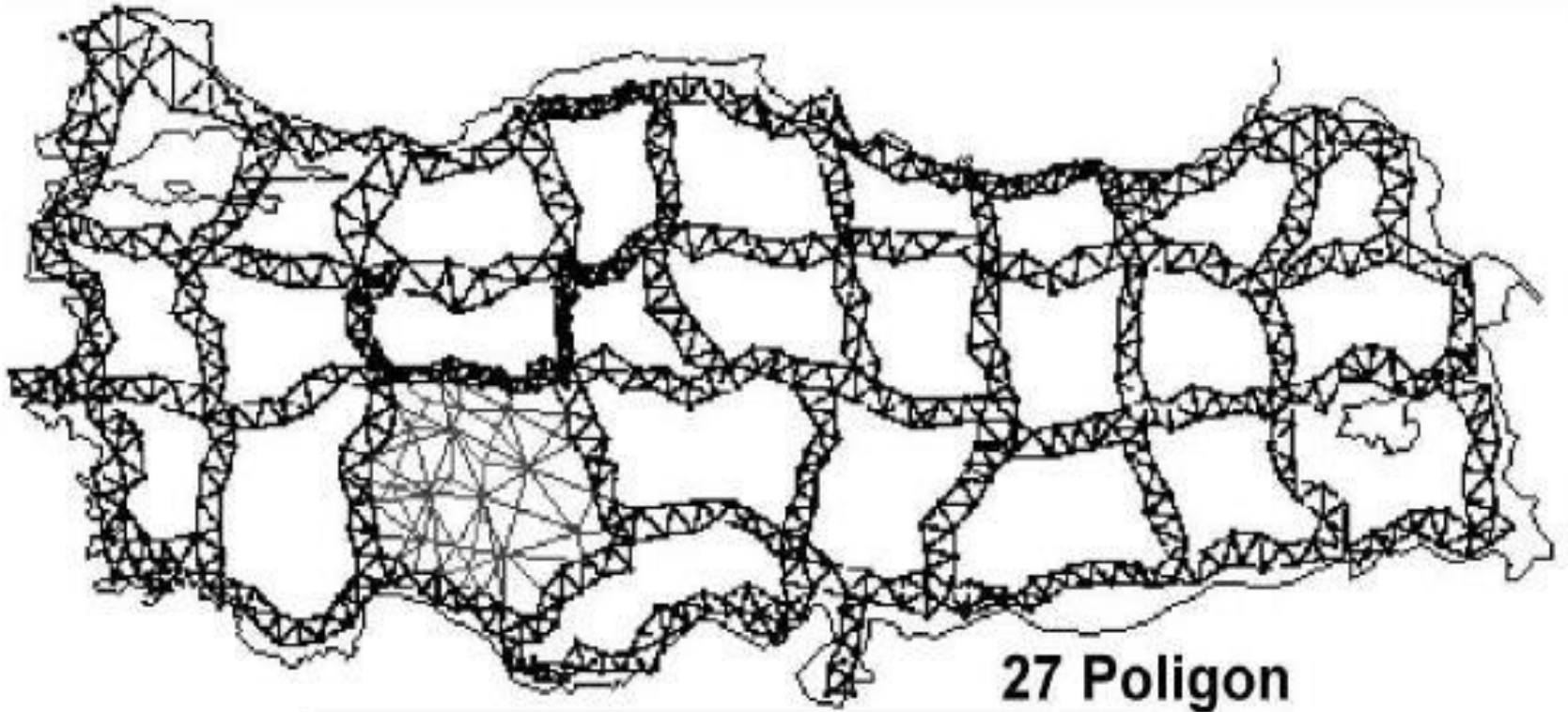
Ülkemiz, büyüklüğü, topografik yapı, bitki örtüsü, iklim koşulları gibi etkilerle normal yapılanmadan farklı bir temel ağ oluşturulmuştur. Ülkeyi büyükçe bloklara bölen **ortalama 180 km uzunluğunda 66 adet zincir ve 27 poligondan** oluşacak biçimde planlanmıştır. **Noktalar arası 25 - 35 km** olarak tesis edilen noktalarda 24 dizi doğrultu ölçüsü yapılmıştır. **Yaklaşık 800 adet nokta**nın bulunduğu bu ana nirengi ağında, Ankara yakınlarındaki **Meşedağ noktası başlangıç** (datum noktası) alınmış, **40 adet baz** (uzunluk) ölçüsü ve **98 adet** noktada (**Laplace noktası**) astronomik gözlemle enlem, boylam ve kutup yıldızıyla semt ölçüsü yapılarak sistemin başlangıç değerleri tanımlanmıştır.

ÜLKE TEMEL AĞLARI

Daha sonra Türkiye'nin batısında yer alan **sekiz ortak noktadan** TUD 54 nokta koordinatları **Avrupa Datumuna (ED - 50)** dönüştürülmüştür. Daha sonra Türkiye ana nirengi ağına II., III. ve IV. derece noktalarla sıklaştırma işlemine geçilerek harita üretim çalışmalarına başlanılmıştır.

Yatay kontrol ağı çalışmalarına paralel olarak devam eden geometrik nivelman ölçüleri ile tüm ülkeyi kapsayan I. ve II. Derece düzey kontrol noktalarının ilk ölçüleri tamamlanmıştır. Yatay kontrol ağı ölçülerinin indirgenmesi, uygun yüksekliklerin belirlenmesi ve jeofizik amaçlarla kullanılmak üzere **gravite ölçülerine** 1956 yılında başlanılarak iki yıl içerisinde **24 noktalı Türkiye Ulusal Gravite Ağı** çalışmaları tamamlanmıştır. Güncellenmiş ölçülerle bu ağ 1990 yılında yeniden değerlendirilmiş ve Türkiye Temel Gravite Ağı (TTGA - 56) oluşturulmuş, uluslararası standart gravite ağı ile bağlantısı yapılmıştır.

TÜRKİYE ULUSAL YATAY KONTROL AĞI



27 Poligon

98 Iaplace

904 Adet I nci Derece Nokta

1483 Adet II nci Derece I nci Kademe Nokta

1828 Adet II nci Derece Nokta II nci Kademe Nokta

95.000 Adet III ncü Derece Nokta

350.000 Adet IV ncü Derece Nokta



ÜLKE TEMEL AĞLARI

1970 li yılların başlarına gelindiğinde, ulusal temel ağlarının kuruluşu tamamlanmış, harita temel harita serisi üretimi gereksinimi karşılayacak düzeye ulaşmıştır. Bu çalışmalar sonucunda ülke temel haritalarının üretimi başarılı bir biçimde tamamlanmıştır.

Bu tarihten sonra güncel teknoloji ve yöntemlerle iyileştirme işlemlerine başlanılmıştır. Ölçme araçları ve yöntemleri ile hesaplama teknolojisindeki gelişmelerin bir sonucu olarak harita yapım süreci, bu süreçteki **ağ yapısı da tamamen değişmiştir.**

Ülkemizde temel ağlar konusunda yapılan çalışmalarla, yukarıda tanıtılan ağların yerine geçen **Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA)** ve diğer ağlar kullanıma sunulmuştur.

TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GPS AĞI (TUTGA)

Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA); GPS teknolojisine dayalı. ITRF (International Terrestrial Reference Frame) koordinat sisteminde belirli bir zamanda, her noktasında X, Y, Z koordinatı ve bu koordinatların zamana bağlı değişimleri, ortometrik yükseklikleri (H) ve jeoid yüksekliği (N) bilinen ülke yüzeyine homojen dağılmış yaklaşık 600 noktadan oluşan harita amaçlı bir ağıdır.

Global Konumlama Sistemi (GPS) 1980'li yılların sonlarından itibaren ülkemizdeki jeodezik uygulamalarda yaygın kullanılmaya başlanmıştır. GPS ile belirlenen Ulusal Jeodezik Temel Yatay Kontrol Ağındaki bölgesel ve yerel bozukluklar, ülkemizde yeni bir jeodezik temel ağ oluşturulması ihtiyacını doğurmuştur. Yeni kurulacak jeodezik temel ağın; üç boyutlu jeosantrik koordinat sisteminde ve belirli bir zamanda, her noktasında üç koordinat değeri (x, y, z) veya (enlem, boylam, elipsoid yüksekliği), bu koordinat değerlerinin zamana bağlı değişimleri, ortometrik yükseklik (H) ve jeoid yüksekliği (N) bilinen özellikte olmalıdır.

TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GPS AĞI (TUTGA)

Ayrıca ülke yüzeyine olabildiğince homojen dağılmış, ulaşımı kolay ve birbirini görme zorunluluğu olmayan noktalardan oluşan, halen kullanımda olan Ulusal Temel Yatay Kontrol Ağı ile arasındaki dönüşümü sağlanan ve GPS teknolojisine dayalı olması öngörülmüştür. Bu özellikleri sağlayan jeodezik temel ağın kurulması ile ilgili ölçme ve değerlendirme çalışmaları fiilen 1997 -1999 yıllarında tamamlanmış olup oluşturulan bu ağa Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı - 1999 (TUTGA - 99) adı verilmiştir.



TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GPS AĞI (TUTGA)

Türkiye Ulusal Temel GPS Ağını oluşturan noktalar temel olarak iki farklı yapıdadır.

Ülkede daha önceden tesis edilmiş I. - II. Derece Yatay Kontrol Ağı ve 1. - II. Derece Düşey Kontrol Ağı noktalarından seçilenler, mevcut GPS noktalardan uygun dağılımı sağlayan eski noktalardır.

Proje kapsamında yeni tesis edilecek noktalar arasındaki uzaklıklar, GPS uygulamaları için 25 - 50 km değerindedir. Jeodin hızlı değiştiği bölgelerde bu uzaklık 15 km olacak şekilde düşünülmüştür.

TUTGA tanımında ifade edilen uzaklıklarda, her türlü hava koşulunda ulaşımı mümkün ve yerleşim merkezlerine yakın olacak şekilde, mevcut noktalara göre uygun geometriyi sağlayan özelliktedirler.

TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GPS AĞI (TUTGA)

TUTGA noktalarının numaralandırılma sistemi 1:100.000 ölçekli pafta esasına göre düzenlenmiştir.

Bu kapsamda TUTGA ile ilgili tüm işlemlerde ve aşamalarda kullanılacak olan numaralandırma 8 haneden oluşacak şekilde uygulanmıştır.

Sola dayalı olarak ilk üç hane noktanın bulunduğu bölgenin 1:100000 ölçekli pafta adı kısaltmasıdır. Yine sola dayalı olarak devam edilip nokta numarasının dördüncü basamakta bir adet ' - ' (tire) işareti konmuştur. TUTGA noktasının beşinci basamağında GPS 'in ilk harfi 'G' yazılmıştır. Noktanın geri kalan son üç basamağı 1 den başlayarak 999' a kadar o pafta içindeki TUTGA noktalarının numarası verilmiştir.

Bu numaraların verilmesinde. o paftanın en uç kuzey-batı bölgesinden başlamak üzere saat yönü istikametinde ilerleyerek güney-batıda son bulacak şekilde numaralandırma sistemi uygulanmıştır. Örneğin F43-G024 gibi.

TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GPS AĞI (TUTGA)

Bu numaralandırmaya ek olarak, hesaplamalarda kullanılmak üzere gözlem planlarının yapılması aşamasında her TUTGA noktası için tek anlamlı, alfabetik 4 karakter kısaltılmış bir isim verilmiştir. Dört karakter kısaltmalı isimler belirlenirken noktanın bulunduğu yere en yakın yerleşim yerinin isminden yararlanılmıştır.

Örneğin Şenköy olarak bilinen yerel yerleşim alanında bulunan nokta için 'SENK' Trabzon Of ilçesi yakınındaki nokta için "OFOF" isimleri kullanılmıştır.

TUTGA' ya dahil edilen mevcut Ülke Yatay ve Düşey Kontrol Ağı noktalarının numaraları TUTGA numaralarının yanında parantez içerisinde belirtilmiştir. Örneğin H23 paftasında 10026 numaralı I. Derece Yatay Kontrol Ağı noktası, TUTGA numaralandırma sisteminde H23-G002 noktası ise H23-G002 (10026) şeklinde gösterilmiştir..

TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GPS AĞI (TUTGA)

TUTGA 1997 - 2001 yılları arasında tesis, ölçü ve hesaplama çalışmaları tamamlanarak kurulmuştur. TUTGA sisteminin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi kapsamında tekrarlı GPS ölçüleri gerçekleştirilmektedir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, TUTGA noktalarının koordinat ve hızları en güncel ITRF sürümüyle hesaplanmakta ve ITRF-96 sistemine dönüştürülmektedir.

Ağın bağıl duyarlığı 0.1 - 0.01 ppm. nokta konum duyarlıkları ise 1 - 3 cm seviyesindedir. TUTGA'nın Türkiye Ulusal Yatay Kontrol (Nirengi) Ağı ve Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı ile olan ilişkisi de belirlenmiş, ED - 50 ile dönüşüm parametreleri de hesaplanmıştır. Takip eden süreçte, TUTGA'nın iyileştirilmesi ve geliştirilmesi kapsamında TUTGA Geliştirme adıyla alt proje başlatılmış, buna yönelik GPS ölçü ve değerlendirilme çalışmaları bir plan çerçevesinde düzenli olarak yürütülmüştür. Bu kapsamda 2005 ve sonraki yıllarda ölçü ve hesaplama çalışmaları tamamlanmıştır. Günümüzde de iyileştirme, tahrip noktaların yeniden tesisi ve güncelleme çalışmaları devam etmektedir.

TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GPS AĞI (TUTGA)

Türkiye Jeoidi - 1991 (TG - 91) adı ile bilinen gravimetrik jeoid, yer potansiyel katsayıları, topografik yükseklikler ve gravite ölçüleri değerlendirilerek hesaplanmıştır. Türkiye Jeoidi - 1991, bu üç verinin değerlendirilmesi ile GRS - 80 elipsoidine göre belirlenmiştir. $1^{\circ} * 1^{\circ}$ boyutlu alt bölgelerde jeoid çözümleri yapılmış ve bu çözümler birleştirilerek $3' * 3'$ grid köşelerinde TG - 91 değeri bilinen bir grid veri oluşturulmuştur. Enlem ve boylamı bilinen herhangi bir noktada TG - 91 jeoid yüksekliği $3' * 3'$ grid veriden yararlanarak interpolasyon işlemiyle bulunabilmektedir.

GPS / nivelman jeoid yüksekliklerini belirlemek için; Türkiye içinde uygun dağılımda, jeoidin hızlı değiştiği bölgelerde daha sık olmak üzere, 187 TUTGA - 99 noktası seçilmiş ve geometrik nivelman ölçüleriyle Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı - 1999 (TUDKA - 99) sistemine bağlanmıştır.

TÜRKİYE ULUSAL SABİT GPS AĞI (TUSAGA)

Türkiye genelinde dağılmış noktalarda **24 saat kesintisiz** olarak savunma ve kalkınma çalışmalarına yönelik harita ve jeodinamik amaçlar doğrultusunda **uydu bilgileri toplayan sabit GPS istasyonlarından** oluşan bir ağıdır.

TUSAGA çalışmalarıyla, Türkiye ve çevresinde mevcut tektonik hareketlerin izlenmesi sağlanacak, harita çalışmaları için gereksinen üst düzey referans ağı olarak hizmet verecek tir. Yer bilimleri çalışmalarına, CBS, yerel kadastro uygulamalarına yönelik veri sunumu gerçekleştirilecek, bölgesel GPS ölçme çalışmalarında zaman, personel ve alet tasarrufu yapılacak, veri bağlantı kayıpları önlenecektir.

TÜRKİYE ULUSAL SABİT GPS AĞI (TUSAGA)

Konumlama ve elektronik haberleşme çalışmalarına faydalı olmak üzere bölgesel iyonosferik modellendirme çalışmaları gerçekleştirilecek, IGS, EUREF ve EUVN ağları ile Ulusal Kontrol Ağlarının uyum ve bağlantı çalışmalarına katkıda bulunulması sağlanacaktır.

1991 yılından sonra Uluslararası GNSS (Global Navigation Satellite Systems) ağının bir parçası olarak çalışan Ankara istasyonuna ek olarak Gebze, Erdemli, Erdek, Trabzon, İstanbul, Konya ve Harran istasyonları kurulmuştur. Ayrıca İngiltere'den Oxford Üniversitesi ile yapılan ortak proje kapsamında 2003 - 2005 yılları arasında 11 istasyon ağa eklenmiştir. TUSAGA sistemine bağlı 26 istasyon bulunmaktadır.

TUSAGA İSTASYONLARI



- TUSAGA – FAAL İSTASYONLAR
- TUSAGA – FAAL İSTASYONLAR (OXFORD)
- TUSAGA – 2006 YILINDA KURULUMU PLANLANAN İSTASYONLAR

TUSAGA AKTİF (CORS-TR)

Geliştirilmiş Gerçek Zamanlı Kinematik Prensipli Sabit GPS İstasyonları Kurulması ve Hücresel Dönüşüm Parametrelerinin Belirlenmesi Projesi (TUSAGA - Aktif), **Harita Genel Komutanlığı ile Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü** tarafından **ortaklaşa** yürütülmektedir.

TUSAGA - Aktif projesi, iki önemli amaç için planlanmıştır.

İlki; ağ prensibinde çalışan gerçek zamanlı kinematik prensipli sabit GPS istasyonlarının kurulması ve sistemden yararlananılarak gerçek zamanlı konum düzeltmesinin sağlanmasıdır.

İkincisi ise Türkiye için Avrupa Datumu 1950 - ED50 ile Uluslararası Yersel Referans Ağı -ITRF; Dünya Jeodezik sistemi 1984-WGS84 koordinat sistemleri arasındaki dönüşüm parametrelerinin belirlenmesidir.

TUSAGA AKTİF (CORS-TR)

TUSAGA - Aktif, temel olarak savunma ve kalkınmaya yönelik tüm alt yapı projelerinde teknolojik olarak etkin ve ekonomik bir şekilde yer küresi **uydu tabanlı konumlama sistemi**nde üretilecek olan düzeltme bilgilerinin yayımlanmasıyla duyarlı konum belirleme sistemi olarak kurulmuştur.

Türkiye geneline dağılmış 145 sabit GNSS istasyonlardan internet yolu ile alınan GNSS verilerinden Diferansiyel GPS (DGPS) ve Gerçek Zamanlı Kinematik (GZK) konum belirlemeye olanak sağlayacak düzeltme verileri hesaplanmakta, tüm kullanıcılara bu düzeltme verileri yayımlanarak kullanıcının bulunduğu yerin üç boyutlu konumu (enlem boylam ve yüksekliği) **cm doğrulukla** belirlenebilmektedir.

Harita ve harita bilgisi üreten kurumlar ile gerçek ve tüzel kişilerin yersel ve bölgesel boyutta harita amaçlı nokta tesisi (nirenge. poligon) ölçüm ve hesaplamalarının hızlı ve doğru olarak yapılması, tapu ve kadastro bilgi sistemlerinde gereksinen veri dönüşümlerinin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

TUSAGA AKTİF İSTASYONLARI (CORS-TR) GÜNCEL



145 istasyon. Yeşiller faal, sarı ve kırmızılar bakımda.

TUSAGA AKTİF (CORS-TR)



TUSAGA AKTİF (CORS-TR)

TUSAGA - Aktif sistemimin gerek bilimsel ve gerekse uygulama özellikli çok sayıda kullanım alanı bulunmaktadır. Mevcut GPS alıcılarını veya yeni alıcıları daha verimli kullanmaya; çok hızlı, ekonomik ve sağlıklı koordinatlar belirlemeye olanak veren sistemdir.

CORS - TR Ağ yaklaşımıyla **statik** ve **RTK** konum belirlemeler, bir-iki dakika hatta saniyelerle yapılmaktadır. RTK kullanımı durumunda baz istasyonundan 75 km uzaklığa kadar çözüm mümkündür. Bu durumda, harita ve kadastro çalışmalarında nirengi, poligon aramaksızın kolay ve ekonomik olarak noktalar belirlenmekte, pratik ve ucuz malzemelerle arazide işaretlenebilmektedir.

CORS - TR sisteminde her bir referans istasyonu, CORS Ağ özelliklerine sahiptir ve kapsadığı bölge içinde gerçek zamanda cm duyarlığında konum belirlemeye olanak vermektedir. Sistem, aynı zamanda internet tabanlı olarak kullanıcılarına hizmet vermektedir. CORS - TR sistemi, TUTGA ile de uyumludur.

TUSAGA AKTİF (CORS-TR)

Bu projede, arazi ve araziye yönelik coğrafi tabanlı her türlü verinin hızlı, doğru ve güvenilir olarak toplanması hedeflenmektedir. Böylece, kadastro çalışmalarının hızlandırılması, düzenli kentleşmenin sağlanması, e-devlet bazında yapılacak çalışmaların yapısal altyapısının oluşturulması, plaka hareketlerinin izlenmesi sağlanmaktadır.

Ülke genelinde herhangi bir yer ve zamanda, cm doğruluğunda koordinat bilgileri. geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında son derece ekonomik ve birkaç dakika ile ifade edilebilen süre içinde toplanabilmektedir.

Türkiye ve KKTC'de CORS - TR kapsamında yapılmakta olan istasyonların tesisi, donanım ve yazılım kurulumu ve iletişim çalışmaları Mayıs 2009 tarihinde tamamlanarak TUSAGA - Aktif (CORS - TR) adı ile hizmet vermeye başlamıştır. Bu tarihten itibaren kullanıcıların sistemle ilgili her türlü işlemi TKGM tarafından yürütülmektedir.

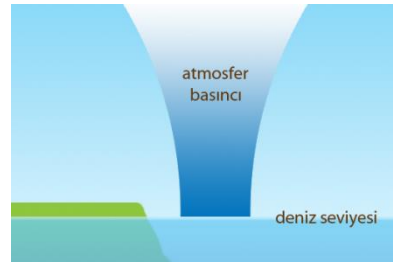
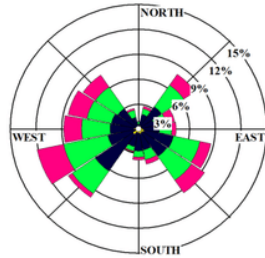
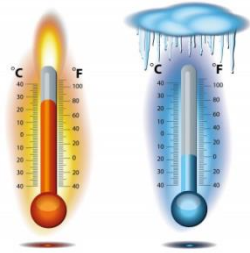
TUSAGA AKTİF (CORS-TR)

Sistemi kullanabilmek için, **bu sisteme uyumlu uydu alıcısının** olması gerekir. Ayrıca sistemden yararlanabilmek için TKGM internet sayfasından **CORS - TR üyeliği** işlemlerinin yapılması, yıllık ve kullanım sayısı ile ilgili olarak da her yıl için belirlenen **ücretlerin ödenmesi** gerekmektedir. Diğer bir anlatımla, ölçme işlemi ve donanım yönünden kolaylık sağlayan bu sistemin kullanımı ücretlidir.

 ABONELİK İŞLEMLERİ	 444 GNSS 444 46 77
 MESAJ SERVİSLERİ	 SIKÇA SORULAN SORULAR
 ÜCRETLER	 TANITIM VİDEOLARI
 NOKTA KONUMLARI	 30 Sn. RİNEX Web Sunucusu
 AĞ-RTK DÜZELTME VERİ SETİ YAPISI	 GNSS ÖLÇÜLERİNDE İYONOSFERİK ETKİLER
 DEPREM VERİLERİ	 TALİMATLAR

TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)

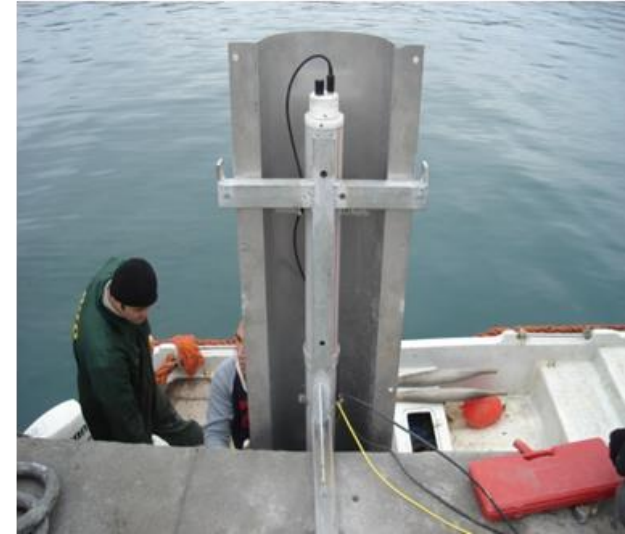
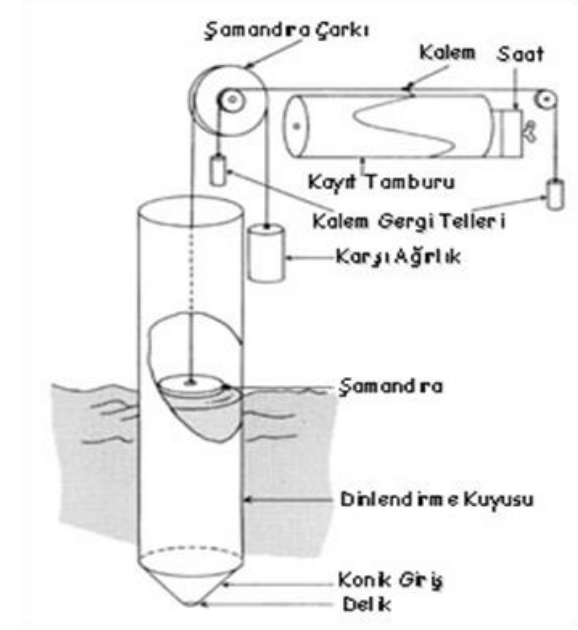
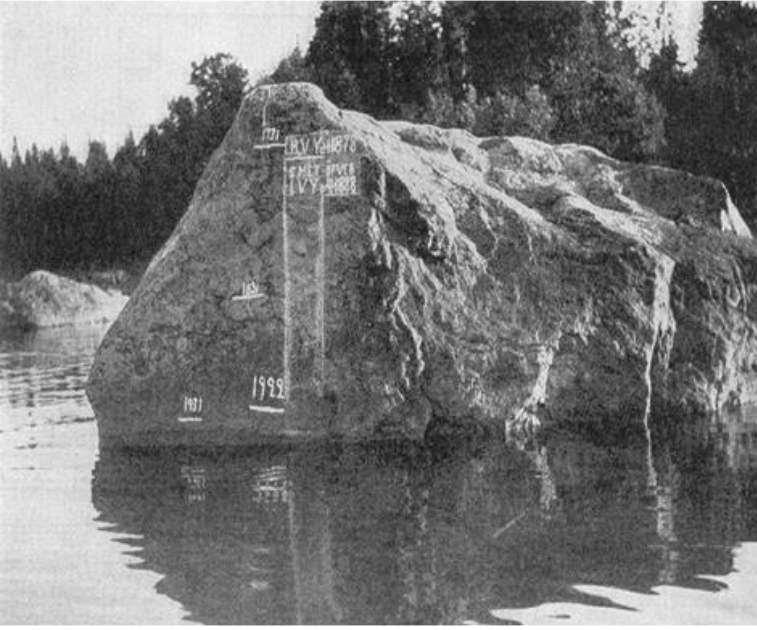
- ☞ Deniz seviyesi ve seviye değişimine etki eden meteorolojik parametreleri (hava sıcaklığı, bağıl nem, basınç, rüzgar hız ve yönü) ölçmek için kurulan mareograf istasyonlarından oluşan sistemdir.



TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)

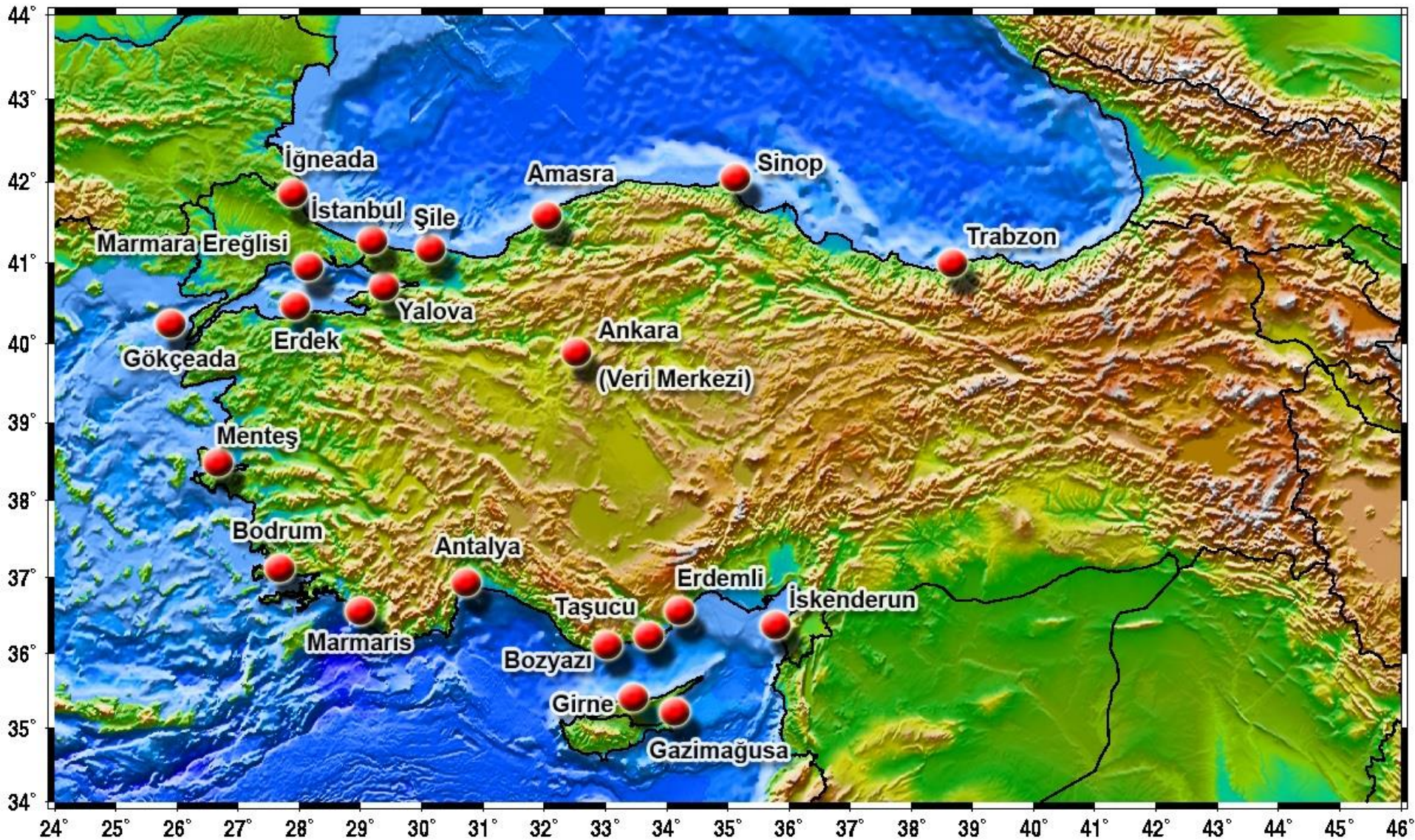
- ☞ Türkiye’de deniz seviyesi belirleme çalışmaları,
- ☞ 1-> Fransa Ulusal Coğrafya Enstitüsü – **İskenderun** - 1922
- ☞ 2-> Kandilli Rasathanesi – **Arnavutköy** – 1934
- ☞ 3-> Harita Genel Komutanlığı – **Antalya** – 1935
- ☞ 4-> Harita Genel Komutanlığı – **İzmir**– 1936





Eski ve yeni mareograf istasyonu türleri

☞ Bu sistem 20 mareograf (deniz seviyesi ölçer) istasyonundan oluşmaktadır.

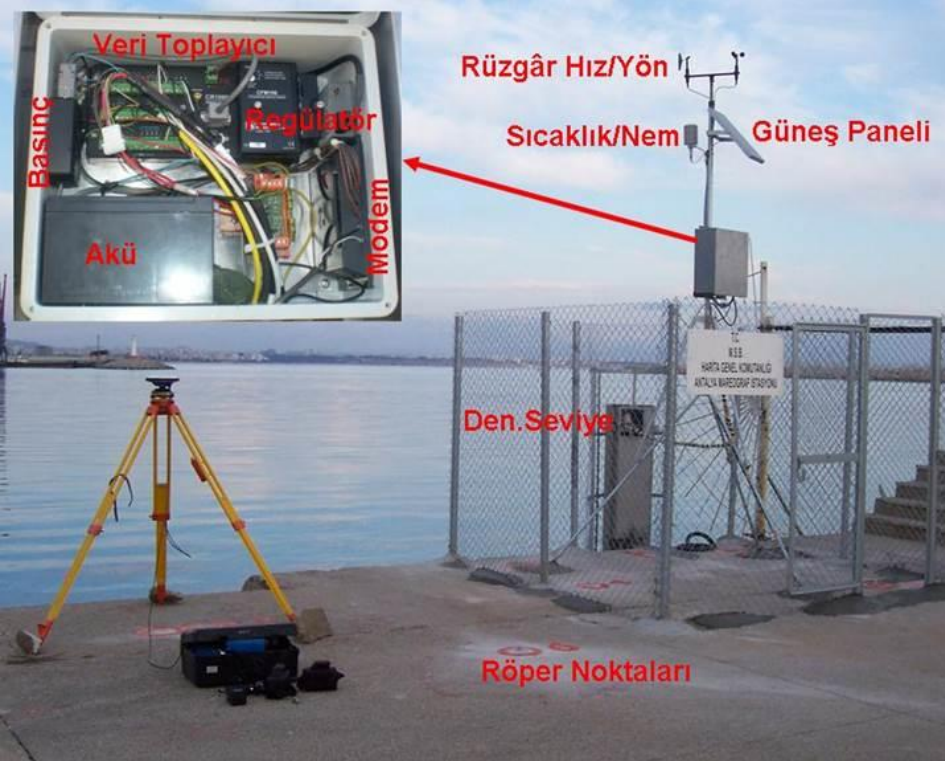


TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)



Antalya ve Amasra mareograf istasyonları

TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)



Örnek istasyon

TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)

İstasyon	Açıklama
İskenderun	EGPS+Nivelman ile izleniyor. MOMA projesinde modernize edildi.
Erdemli	EGPS+Nivelman ile izleniyor. MOMA projesinde modernize edildi.
Taşucu	EGPS+Nivelman ile izleniyor. MOMA projesinde kuruldu.
Bozyazı	EGPS+Nivelman ile izleniyor. MOMA projesinde kuruldu.
Girne	EGPS+Nivelman ile izleniyor. MOMA projesinde kuruldu.
G.Magusa	EGPS+Nivelman ile izleniyor. MOMA projesinde kuruldu.
Antalya	EGPS+SGPS+Nivelman ile izleniyor. 2 kez yeri değiştirildi. ESEAS-RI projesinde modernize edildi.
Aksaz	EGPS+Nivelman ile izleniyor. MOMA projesinde kuruldu.
Bodrum	EGPS+Nivelman ile izleniyor. Tsunami erken uyarı sisteminde kullanılmaktadır.
Menteş	EGPS+SGPS+Nivelman ile izleniyor.
Gökçeada	EGPS+Nivelman ile izleniyor. MOMA projesinde kuruldu.
Erdek	EGPS+SGPS+Nivelman ile izleniyor. MOMA projesinde modernize edildi.
Yalova	EGPS+Nivelman ile izleniyor. MOMA projesinde kuruldu.
M.Ereğlisi	EGPS+SGPS+Nivelman ile izleniyor. TUJJB destekli bir proje kapsamında kuruldu. MOMA projesinde modernize edildi. Tsunami erken uyarı sisteminde kullanılmaktadır.
İğneada	EGPS+Nivelman ile izleniyor. MOMA projesinde modernize edildi.
İstanbul	EGPS+Nivelman ile izleniyor. MOMA projesinde kuruldu.
Şile	EGPS+Nivelman ile izleniyor. MOMA projesinde kuruldu.
Amasra	EGPS+Nivelman ile izleniyor. 1 kez yeri değiştirildi.
Sinop	EGPS+Nivelman ile izleniyor. Tsunami erken uyarı sisteminde kullanılmaktadır.
Trabzon	EGPS+Nivelman ile izleniyor.

Mareograf istasyonlarında deniz seviyesi gözlemleri **karaya göre** yapıldığından karanın düşey yöndeki hareketi (**çökme/yükselme**) gerçek deniz seviyesi sinyali ile karışabilmektedir. Söz konusu düşey kara hareketini belirlemek ve yer merkezine göre mutlak deniz seviyesi değişimlerini izlemek için belirli periyotlarda **hassas nivelman**, kampanya tipi GPS (**EGPS**) ve sabit GPS (**SGPS**) gözlemleri yapılmaktadır.

TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)



Hassas Nivelman



EGPS



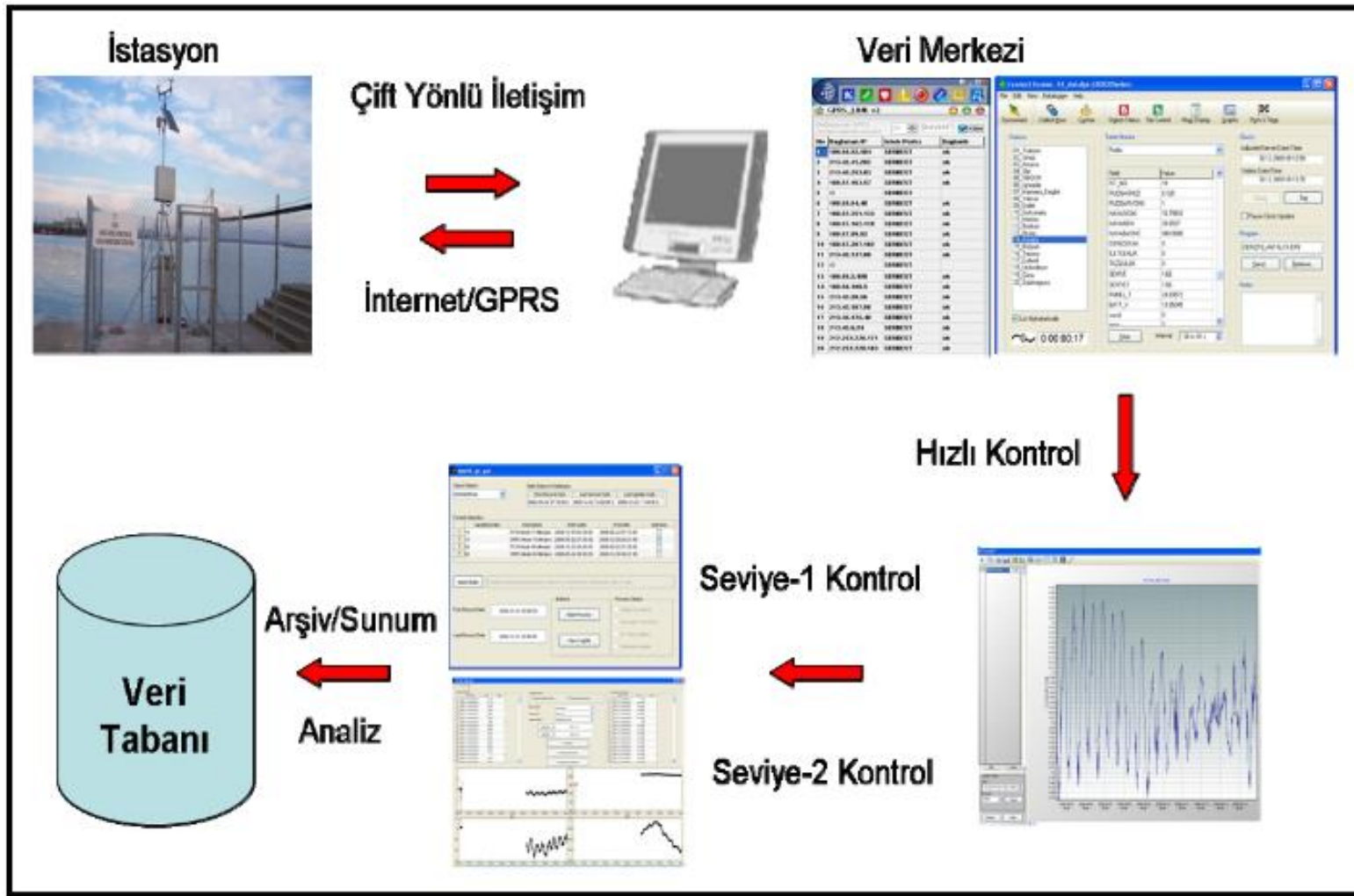
SGPS

Mareograf istasyonlarında yapılan Jeodezik ölçmeler.

TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)

	Adı	Bölge	Enlem	Boylam	30 sn'lik Veri	10 dk'lık Veri	15 dk'lık Veri	60 dk'lık Veri	Kurulum T.
>	Amasra	Karadeniz	41,744	32,391	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	25.11.1985
>	Antalya	Akdeniz	36,836	30,613	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	28.10.1985
>	Bodrum	Akdeniz	37,029	27,420	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	25.11.1985
>	Bozyazı	Akdeniz	36,104	32,948	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	21.08.2008
>	Erdek	Marmara Denizi	40,390	27,846	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	03.02.1984
>	Erdemli	Akdeniz	36,563	34,255	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	14.05.2003
>	Gazimağusa	Akdeniz	35,123	33,950	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	25.10.2008
>	Girne	Akdeniz	35,341	33,334	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	24.10.2008
>	Gökçeada	Marmara Denizi	40,233	25,894	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	14.01.2008
>	İğneada	Karadeniz	41,890	28,026	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	05.07.2002
>	İskenderun-A	Akdeniz	36,592	36,176	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	17.12.2004
>	İskenderun-R	Akdeniz	36,592	36,176	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	20.09.2014
>	İstanbul	Marmara Denizi	41,174	29,088	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	14.02.2011
>	Marmara Ereğlisi	Marmara Denizi	40,969	27,961	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	24.07.2004
>	Marmaris	Ege Denizi	36,818	28,303	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	17.01.2008
>	Menteş	Ege Denizi	38,396	26,749	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	25.11.1985
>	Sinop	Karadeniz	42,022	35,151	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19.06.2005
>	Sinop-R	Karadeniz	42,02	35,14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	28.10.2016
>	Şile	Marmara Denizi	41,180	29,604	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	09.01.2008
>	Taşucu	Akdeniz	36,275	33,819	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	22.08.2008
>	Trabzon	Karadeniz	41,001	39,745	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	15.07.2002
>	Yalova	Marmara Denizi	40,662	29,278	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	11.01.2008

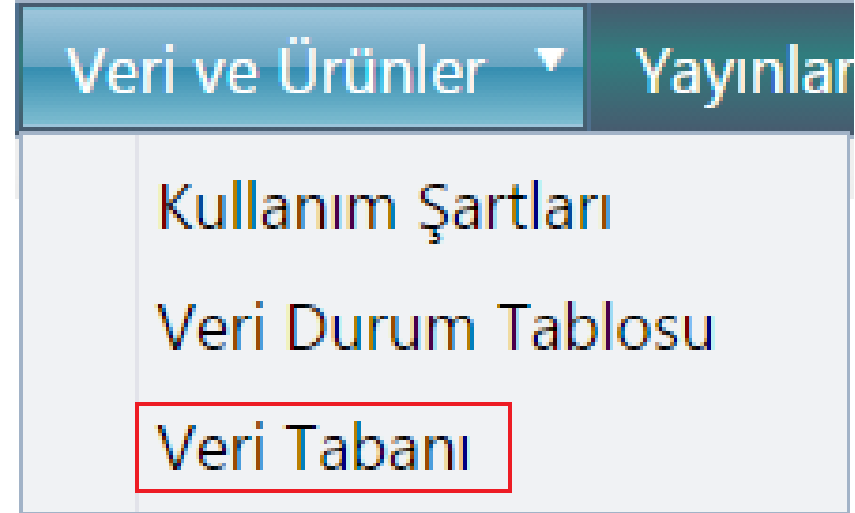
TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)



TUDES Veri Akışı

TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)

TUDES verisi indirme



TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)

AnaSayfa TUDES ▼ Veri ve Ürünler ▼ Yayınlar Bağlantılar İletişim Site Haritası Abonelik İşlemi Giriş

Veri Tabanı Bilgileri

İstasyon : Antalya ▼
Veri Tipi : Tüm Veri Tipleri Seçili ▼
Veri Aralığı : 15 Dakika ▼
Dosya Tipi : Txt ▼
Veri Kalitesi : Sadece Kaliteli Veriler ▼
Başlangıç Tarih : 08.05.2017 00:00:00 [Göster] [İndir]
Bitiş Tarih : 08.05.2017 13:36:33 [Göster] [İndir]

Göster İndir



Tüm Veri Tipleri Seçili ▼

- Deniz Seviyesi
- Rüzgar Hızı
- Rüzgar Yönü
- Hava Sıcaklığı
- Hava Nemi
- Hava Basıncı

15 Dakika ▼

- 10 Dakika
- 15 Dakika
- 60 Dakika

Txt ▼

- Txt
- Csv

TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)

İndirilen Veri İsim Formatı ve İçeriği

Antalya_15 Dakika_7-5-2017 09-00-00_8-5-2017 19-00-00_8-5-2017 09-14-31.txt

```
1 KOLON ACIKLAMALARI
2 Tarih : UTC
3 Deniz Seviyesi : Metre, Datum: 'Lokal Datum'
4 Deniz Seviyesi Kalite Kodu : 1: Kaliteli Veri, 0: Kalitesiz Veri
5 Ruzgar Hizi : (m/s)
6 Ruzgar Hizi Kalite Kodu : 1: Kaliteli Veri, 0: Kalitesiz Veri
7 Ruzgar Yonu : (°)
8 Ruzgar Yonu Kalite Kodu : 1: Kaliteli Veri, 0: Kalitesiz Veri
9 Hava Sicakligi : (°C)
10 Hava Sicakligi Kalite Kodu : 1: Kaliteli Veri, 0: Kalitesiz Veri
11 Hava Nemi : (%)
12 Hava Nemi Kalite Kodu : 1: Kaliteli Veri, 0: Kalitesiz Veri
13 Hava Basinci : (mBar)
14 Hava Basinci Kalite Kodu : 1: Kaliteli Veri, 0: Kalitesiz Veri
```


TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)

İndirilen Veri İçeriği

```
16 Tarih,Deniz Seviyesi,Deniz Seviyesi Kalite Kodu,Ruzgar Hizi,  
17 Ruzgar Hizi Kalite Kodu,Ruzgar YonuRuzgar Yonu Kalite Kodu,  
18 Hava Sicakligi,Hava Sicakligi Kalite Kodu,Hava Nemi,Hava Nemi Kalite Kodu,  
19 Hava Basinci,Hava Basinci Kalite Kodu  
20 "07.05.2017 09:00:00",2.02086678,1,3.299,1,168.2,1,22.25,1,,0,978.2264,1  
21 "07.05.2017 09:15:00",2.01383344,1,3.441,1,166.2,1,22.2,1,,0,978.1993,1  
22 "07.05.2017 09:30:00",1.9996667862,1,3.231,1,182.3,1,22.37,1,,0,978.0954,1  
23 "07.05.2017 09:45:00",1.990733448,1,3.411,1,167.3,1,22.53,1,,0,977.9706,1  
24 "07.05.2017 10:00:00",1.97523345,1,3.788,1,167.4,1,22.67,1,,0,977.8,1  
25 "07.05.2017 10:15:00",1.96116677,1,3.383,1,164.3,1,22.81,1,,0,977.6877,1  
26 "07.05.2017 10:30:00",1.94570011,1,3.873,1,168.8,1,22.88,1,,0,977.6108,1  
27 "07.05.2017 10:45:00",1.93423344,1,3.67,1,170.3,1,22.88,1,,0,977.6545,1  
28 "07.05.2017 11:00:00",1.9281001,1,3.653,1,170.2,1,22.79,1,,0,977.6087,1  
29 "07.05.2017 11:15:00",1.92223343,1,3.992,1,153.6,1,22.74,1,,0,977.5235,1  
30 "07.05.2017 11:30:00",1.91350012,1,3.999,1,147.5,1,22.71,1,,0,977.4319,1  
31 "07.05.2017 11:45:00",1.91030011,1,4.232,1,169.6,1,22.54,1,,0,977.3321,1  
32 "07.05.2017 12:00:00",1.9064001,1,4.318,1,158.4,1,22.59,1,,0,977.1824,1  
33 "07.05.2017 12:15:00",1.90306678,1,4.221,1,155.2,1,22.61,1,,0,977.2094,1  
34 "07.05.2017 12:30:00",1.8971668,1,4.384,1,161.8,1,22.42,1,,0,977.1761,1  
35 "07.05.2017 12:45:00",1.8948001,1,4.344,1,162.2,1,22.45,1,,0,977.0493,1
```

TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)



ioc-sealevelmonitoring.org

SEA LEVEL STATION MONITORING FACILITY

Intro Map Station lists **Station details** Services GLOSS Disclaimer & policy

[previous station] Station at GMT [next station]

[more details] [show data] [show on map] [monitor]

Station metadata	
Code	sino
Country	Turkey
Location	Sinop
Status	Operational
Local Contact	General Command of Mapping (Turkey)
Other Contact	Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (Turkey)
QC data	PSMSL 2017 (2005-2009)
Latitude	42.016667
Longitude	35.15
Connection	WEB service
Sensor 1	
Type of sensor	ecs (acoustic echo sounder)
Sampling rate (min)	0.5
Sensor 2	
Type of sensor	rad (radar)
Sampling rate (min)	0.5

Sealevel at Sinop station (offset: 1.358 m)

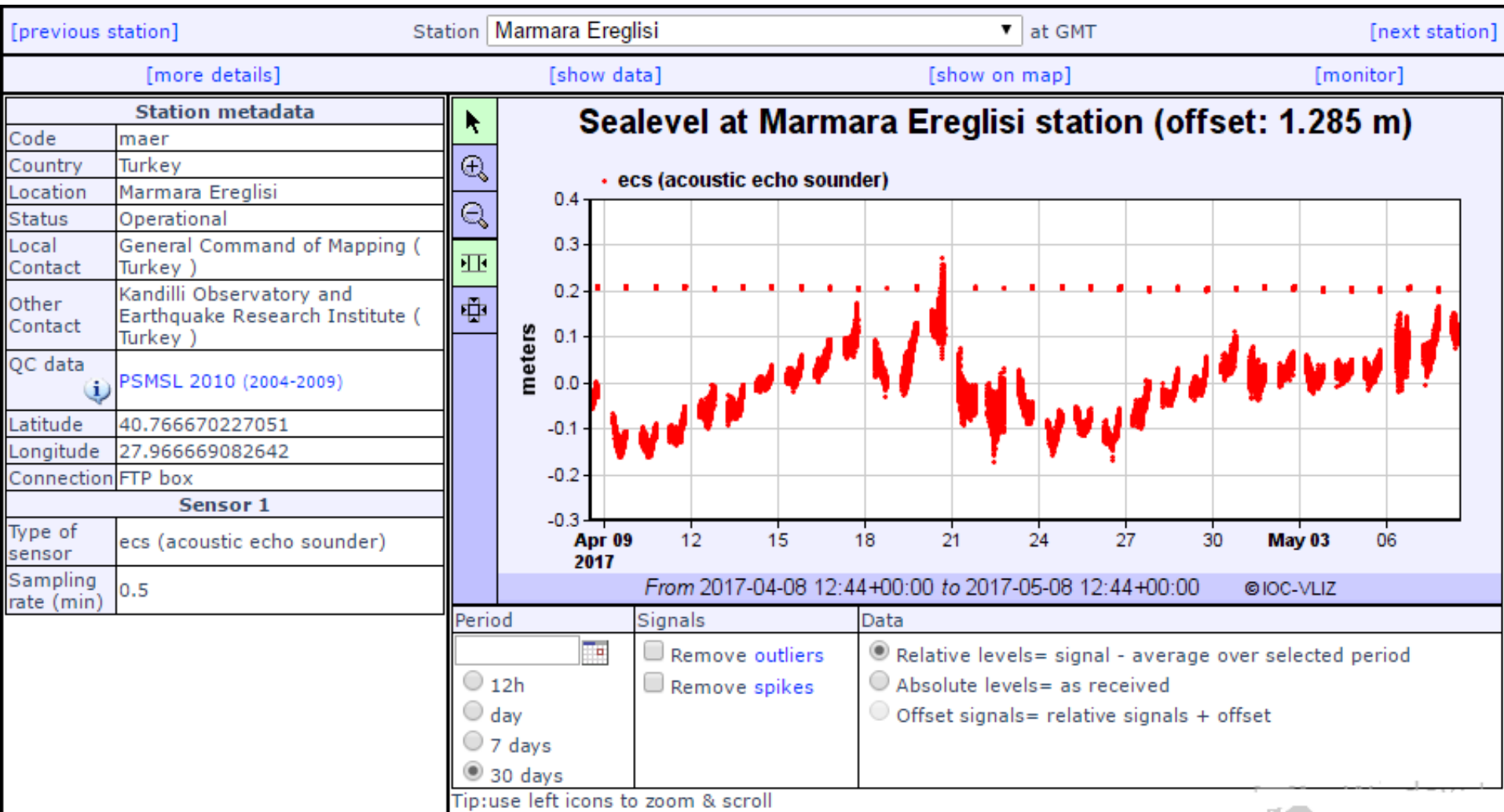
• rad (radar)

From 2017-04-08 12:33+00:00 to 2017-05-08 12:33+00:00 ©IOC-VLIZ

Period	Signals	Data
<input type="radio"/> 12h	<input checked="" type="checkbox"/> rad	<input checked="" type="radio"/> Relative levels= signal - average over selected period
<input type="radio"/> day	<input type="checkbox"/> Remove outliers	<input type="radio"/> Absolute levels= as received
<input type="radio"/> 7 days	<input type="checkbox"/> Remove spikes	<input type="radio"/> Offset signals= relative signals + offset
<input checked="" type="radio"/> 30 days		

Tip: use left icons to zoom & scroll

TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)



TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)

TUDES'in Amacı

TUDES istasyonları ile kıyılarımızdaki uzun dönemli deniz seviyesi değişimleri takip edilerek Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı (TUDKA) için bir referans yüzey belirleme çalışmaları yürütülmektedir.

Bununla birlikte Türkiye için oluşturulacak jeoit modellerinin kıyılardaki mutlak kontrolünde TUDES istasyonlarına ait veriler kullanılmaktadır.



TÜRKİYE ULUSAL DENİZ SEVİYESİ İZLEME SİSTEMİ (TUDES)

TUDES'in Kullanım Alanları

Düşey **koordinat referans sistemlerinin** oluşturulması,
Oşinografik modelleme (gelgit, okyanus dolaşımı vb.) ve **simülasyon çalışmaları**,
Altimetrik gözlemlerin kalibrasyonu,
Hidrografik ölçmeler ve özellikle sığ sularda güvenli seyrüsefer,
Kıyı ve deniz yapılarının (liman, köprü, tüp geçit vb.) tasarımı,
Deniz sınırlarının (karasuları, kıta sahanlığı vb.) belirlenmesi,
İklim değişimleri ve etkilerinin araştırılması,
Erken uyarı sistemlerinin (tsunami erken uyarı, fırtına erken uyarı vb.) gerçekleştirimi.

AĞ NOKTALARININ TESİSİ, SINIFLANDIRMASI, NUMARALANDIRILMASI

Ağ Noktalarının Sınıflandırması :

Günümüzde temel ağlar uzay ve uydu yöntemiyle ölçülmektedirler. GPS yöntemiyle ölçülen ağların sınıflandırması şu şekildedir.

a) **A Derece Ağlar ve Noktalar:** Global anlamda Uluslararası Yersel Referans Ağı (ITRF) ve bölgesel anlamda Avrupa Yersel Referans Ağı ve bu ağı oluşturan noktalardır. A derece noktalar tüm dünya için geçerlidir ve Dünya Jeodezik Sistemini (WGS84) oluştururlar.

b) **B Derece Ağlar ve Noktalar:** Uluslararası veya bölgesel ağlara dayalı olarak oluşturulan ulusal GPS ağı ve noktalarıdır. Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA), güncellenmiş Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA99A) ve Türkiye Ulusal Sabit GPS Ağı (TUSAGA) noktaları ile oluşturulan sistemdir.

c) **C Derece Ağlar ve Noktalar:** B derece ağın sıklaştırılması ile oluşturulan ağlar ve bu ağın noktalarıdır. C dereceli ağlar kendi içinde aşağıdaki gibi alt dereceli ağları içermektedir.

1) **C1 Derece Ağlar ve Noktalar:** Üst derecedeki B derece noktalara dayalı olarak oluşturulan, kenar uzunluğu 15-20 km olan ağ ve noktalardır. Ana GPS ağı ve noktaları olarak bilinir ve kısaca **AGA** şeklinde tanımlanırlar.

2) **C2 Derece Ağlar ve Noktalar:** Üst derecedeki B ve C1 derece ağlara dayalı olarak planlanan, ortalama kenar uzunluğu 5 km olan ağ ve noktalardır. Sıklaştırma GPS Ağı olarak bilinir ve kısaca **SGA** şeklinde tanımlanırlar.

3) C3 Derece Ağlar ve Noktalar: Üst derecedeki B, C1 ve C2 derecedeki ağlara dayalı olarak planlanan, en büyük kenar uzunluğu 3 km olan ağ ve noktalardır. Alım için Sıklaştırma Ağı olarak bilinir ve kısaca **ASN** şeklinde tanımlanırlar.

4) C4 Derece Ağlar ve Noktalar: Üst dereceli ağlara dayalı olarak planlanan, poligon ağı ve noktaları ile poligon geçkilerinin bağlandığı fotogrametrik noktalardır.

Uydu sistemlerinden önce yersel ölçme teknikleri ile üretilen **Türkiye Yatay Kontrol (Nirengi) Ağının** derecelendirilmesi aşağıdaki gibidir.

I. Derece Ağ ve Noktalar: Kenar uzunluğu 25 - 35 km olan noktalar ve bu noktaların oluşturduğu ağdır.

II. Derece Ağ ve Noktalar: I. derece noktalara dayalı olarak planlanan, kenar uzunluğu 10-30 km olan noktaların oluşturduğu ağdır.

III. Derece Ağ ve Noktalar: Kenar uzunluğu 4-15 km olan, I. ve II. derece noktalara dayalı olarak planlanan noktalar ile büyük ölçekli harita yapım yönetmeliği ilkelerine göre üretilen ortalama 5 km kenar uzunluğundaki noktalardır.

IV. Derece Ağ ve Noktalar: Büyük ölçekli harita yapım yönetmeliği ilkelerine göre, daha üst dereceli noktalara dayalı olarak planlanan ara, tamamlayıcı ve dizi nirengi noktalarıdır.

Türkiye Ulusal Düşey Kontrol (Nivelman) Ağı ve bu ağa dayalı olarak oluşturulan düşey kontrol (yükseklik) ağlarının derecelendirilmesi aşağıdaki gibidir.

I. ve II. Derece Nivelman Ağı ve Noktaları Ülke Nivelman Ağı ve Noktalarıdır.

III. Derece Nivelman Ağı ve Noktaları, en çok 40 km uzunluğundaki luplarla üst dereceli ağlara dayalı sıklaştırma ağı noktalarıdır. Ana Nivelman Ağı olarak mesleğimizde adlandırılır.

IV. Derece Nivelman Ağı ve Noktaları, en çok 10 km uzunluğundaki luplarla üst dereceli ağlara dayalı sıklaştırma ağı ve noktalarıdır. Uygulamamada Ara Nivelman Ağı olarak tanımlanır.

Ağ Noktalarının Numaralandırılması :

Ülkemizde yeni oluşturulan ağ noktalarının numaralandırılması işleminin nasıl yapılacağı Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğinde ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. Adı geçen yönetmeliğe göre noktaların numaralanmasında 1/100000 paftanın kapladığı bölge esas alınmaktadır. Nokta numaraları sekiz basamaktan oluşur. İlk üç basamak 1/100000 ölçekli paftanın numarasını, geriye kalan beş basamak ise noktanın türünü ve numarasını gösterir.

Numaralandırma işlemi kuzey batıdan başlayarak saat hareketi yönünde verilir. Aynı pafta içerisinde daha önce yapılmış bir harita çalışması varsa veya birden fazla grup iş yapıyorsa, numaralandırma bir önceki çalışmada verilen son numaradan itibaren başlatılır.

Numaralandırma işleminin koordinasyonu Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) tarafından yürütülür. Harita işi içerisinde ağ noktası oluşturan kurum ve kuruluş çalışma bölgesindeki 1/100000 ölçekli paftalar içerisinde yer alan C1 C2 ve C3 tipi noktalara ilişkin nokta numarasını TKGM den alır ve oluşturduğu noktalara ilişkin bilgileri TKGM ne teslim etmek zorundadır.

Yönetmeliğe göre noktaların numaralandırılması şu şekildedir.

a) C1 derece AGA tipi noktalarda dördüncü basamakta '1' sayısı olmak koşuluyla beşinci basamaktan itibaren 0001 sayısından başlayarak artan sırada numaralandırma yapılır. Örneğin 1/100000 pafta adı F43 olan bir bölgede 61 numaralı AGA noktasının numarası F4310061 olarak belirlenir.

b) C2 derece SGA tipi noktalarda dördüncü basamakta "2" sayısı olmak koşuluyla beşinci basamaktan itibaren 0001 sayısından başlayarak artan sırada numaralandırma yapılır. Örneğin 1/100000 pafta adı F43 olan bir bölgede 611 numaralı AGA noktasının numarası F4320611 olarak belirlenir.

AGA ve SGA kapsamındaki mevcut TUTGA ve TUSAGA nokta numaraları aynen kullanılır. Bölgede başka kurumlarca tesis edilmiş noktaların tesisleri kullanılıyorsa bu noktalarda ilgili kurum tarafından verilmiş eski numara payda şeklinde yazılır. Örneğin F4320161/İB-7126 gösteriminde, yeni 161 numaralı C2 noktası aynı zamanda eski İller Bankası kurumunun 7126 numaralı noktasıdır.

c) C3 derece ASN tipi noktalarda dördüncü basamakta "3" sayısı olmak koşuluyla beşinci basamaktan itibaren 0001 sayısından başlayarak artan sırada numaralandırma yapılır. Örneğin 1/100000 pafta adı F43 olan bir bölgede 361 numaralı AGA noktasının numarası F4330361 olarak belirlenir.

d) C4 derece noktalarda yukarıdakine benzer sistem uygulanır, dördüncü basamakta '4' sayısı vardır. Geometrik nivelman bağlantısı yapılan AGA, SGA ve ASN noktaları için nokta numaraları belirlenirken dört ve beşinci basamaklarda sırasıyla "1H", "2H" ve "3H" olmak üzere altıncı basamaktan itibaren 001 sayısından başlayarak artan sırada numaralandırma yapılır. Örneğin F412H028, "F41" 1/100000 pafta numarasını, sonraki "2" C2 noktası olduğunu, "H", GPS ile geometrik nivelman işlemi yapıldığı, "028" ise bu özellikteki 28 numaralı ağ noktasını tanımlamaktadır.

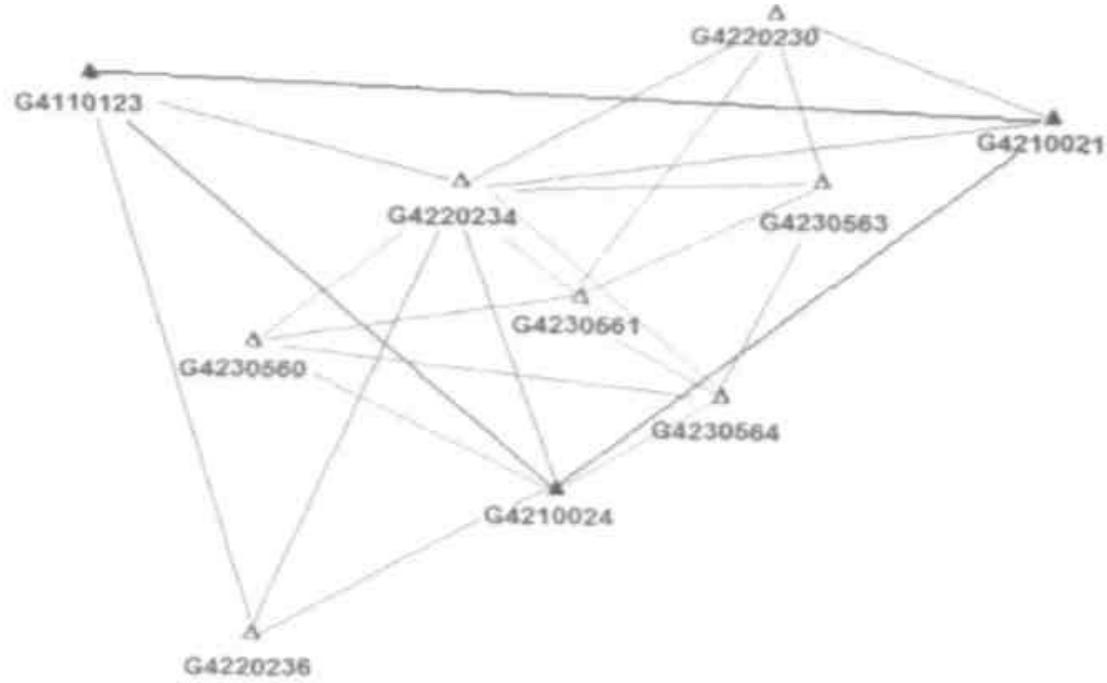
e) Nivelman noktalarına proje bazında numara verilir. Bu tip noktalarda ilk iki karakter noktanın özelliğini belirtir. "AN"; ana nivelman noktasını, "RN", ara nivelman noktasını, "YN", yardımcı nivelman noktasını gösterir. Üçüncü basamaktan sonra "1" sayısından itibaren artan sırada numara verilir. Örneğin; AN12, RN35, YN122 gösterimleri birer nivelman noktasıdır. Ek ve yenileme çalışmalarında yeni oluşturulan nivelman noktalarına eski numaraların devamı verilir. Ağ kapsamında kullanılan TUDKA99 nokta numaraları aynen korunur.

Ağ Noktalarının Oluşturulması :

CI derece nokta çalışmalarında. TUTGA noktalarına dayalı ve 15 - 20 km aralıklı olarak planlanırlar. En fazla dört kenarlı geometrik Őekillerden oluşan AGA noktalan arasındaki uzaklık 20 km değerinden fazla ise harita yaptıran kuruluşun onayı alınmalıdır. lke Yatay Kontrol Ağı (nirengi) noktalarından, yönetmeliğe göre oluşturulmuş III. derece nirengi ağı noktalarından ve sıklaştırma alanında 20 km değerinden yakın, her durumda en az iki TUTGA noktası ile önceden tesis edilmiş CI dereceli noktalar olmak üzere en az üç noktaya dayalı olarak yeni noktalar planlanır.

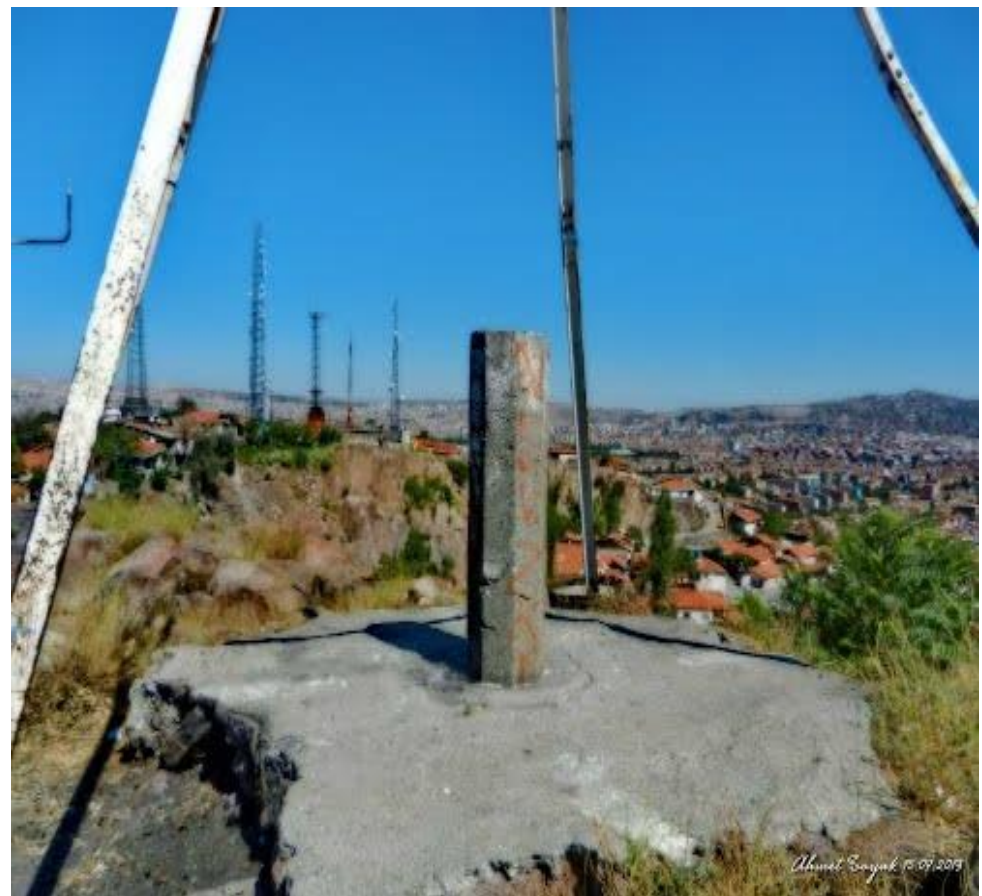
Yeni noktaların yer seçiminde, sağlam zeminde uzun süre güvenilir olarak kalabilecek kamu arazileri, parklar, yeşil alanlar gibi günün her saatinde ulaşılabilecek yerler olması istenir. Özellikle araç ile kolay ulaşılabilir olması gerekmektedir. Ölüler GPS sistemiyle lleceğinden, GPS llerinde olması gereken koşulları mutlaka sağlamalıdır.

Yer seçimi tamamlandıktan sonra ağ kanavası düzenlenir. Kanavanın haritayı yaptıran kurum tarafından onayından sonra zemin tesisi işlemine geçilir. Kullanılan eski noktaların zemin tesisleri aynen korunurken, yeni noktalar için yönetmelikte tanımlanan pilye şeklinde zemin tesisleri yapılır.



Pilye tesisleri 400 dozajlı betondur, içinde demir donatı mevcuttur, etriyeleri 20 cm aralıktır. Hazırlanacak kalıplarla arazide yerinde dökülmektedir. Ölçü bağlama demirindeki tabla üzerine harita yapan kurumun adı, nokta adı, pilye tesis yılı numaratorle yazılır. Ölçü bağlama demiri paslanmaz çelikten imal edilir. Kayalık alanlarda platform derinliği daha azdır ve 10 cm derinliğe kadar azaltılır.

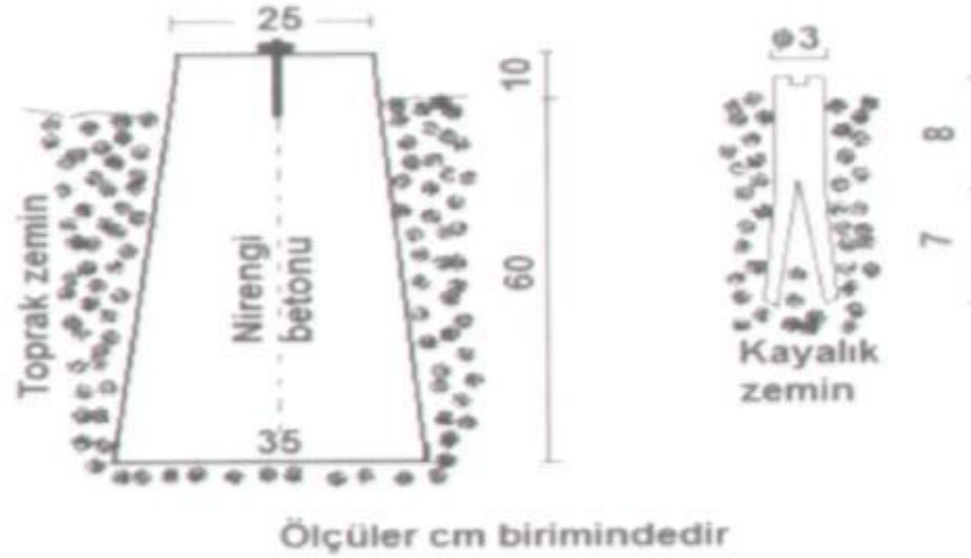




AGA noktalarının ölçü işlemleri GPS alıcıları ile yönetmelikte belirtilen şekilde yapılır.

C2 derece sıklaştırma GPS ağı, harita bölgesi içindeki ülke nirengi ağı noktaları, yönetmeliğe göre daha önce oluşturulmuş III. derece yüzey ağı noktası ile AGA noktalarına dayalı olarak planlanır. Noktalar arası 15 km değerini geçmemelidir. Noktaların yer seçiminde AGA için belirlenen koşullar SGA için de geçerlidir. Zemin tesisleri pilyedir ve yönetmelikte belirtilen biçimde ölçüleri GPS yöntemiyle yapılmaktadır.

C3 derece alım için sıklaştırma noktaları, harita yapım bölgesi için sıklaştırma alanında, en az bir C1, C2, C3 derece noktayı görecek, poligon dizilerine çıkış verecek ve en büyük kenar uzunluğu 3 km olacak biçimde, C2 derece noktalarda belirtilen noktalar dayalı olarak planlanır. Yer seçiminde C1 derece noktalar için belirlenen koşullar C3 derece noktalar için de geçerlidir, zemin tesisleri pilye veya nirengi betonudur. Ölçüler GPS ile veya yersel yöntemlerle de yapılır.



Çalışma yapılan bölgede TUTGA - 99 sisteminde I. veya II. derece nokta bulunmuyorsa, bu noktalara bağlantı sağlayacak bağlantı nivelmanı yapılır. Bağlantı nivelmanı. hassas geometrik nivelman veya GPS nivelmanı yöntemiyle yapılabilir. Hassas geometrik nivelmanda, en az iki TUTGA - 99 noktasına bağlı olarak 1 - 1.5 km aralıklı oluşturulan nivelman noktaları kullanılır. GPS yönteminde ise 15 km uzunluğu geçmeyen geçicilerle üst dereceli nivelman noktalarına dayalı olarak yapılır.

Ana nivelman ağı, çalışma alanını kapsayacak şekilde, en çok 1.5 km aralıklı toplam geçki uzunluğu 40 km den kısa olacak biçimde yükseklikleri bilinen noktalar arasında planlanır. Ara nivelman ağı ise toplam geçki uzunluğu 10 km değerini geçmeyen 750 - 1000 m aralıklı noktalar şeklindedir.

Bağlantı nivelmanı, ana ve ara nivelman ağındaki yükseklik farklarının belirlenmesinde, gidiş - dönüş nivelmanı yapılır ve ölçülerde yönetmeliğin belirlediği kurallara uyulur. Harita alanı içerisinde, yerleşim bölgelerinde ortalama 400 - 500 metre aralıklı, diğer bölgelerde ise ortalama 700 - 800 metre aralıklı yardımcı nivelman noktaları planlanır, tesisi yapılır, ölçüleri tamamlanır ve yükseklikleri bulunur.

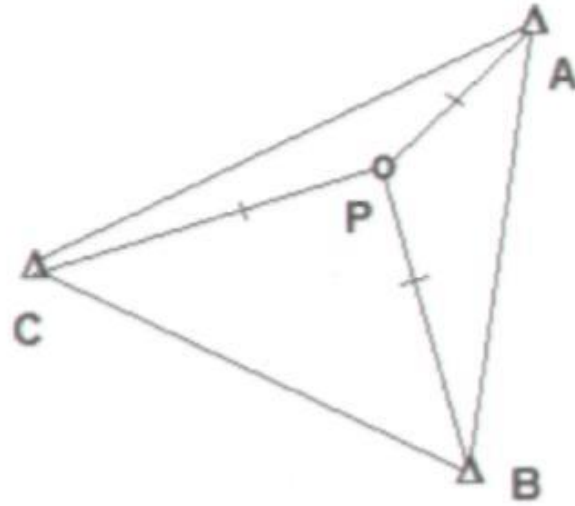
C3 Derece Noktaların Yersel Yöntemlerle Oluşturulması :

C3 derece alım ve sıklaştırma ağları ve bu ağların noktalan B, C1, C2 ve GPS ölçü tekniğiyle oluşturulan C3 derece noktalara bağlı olarak **karışık kestirme, açı kenar ağı, dizi nirengi** veya **dizi nirengi ağları** biçiminde arazide planlanır, yersel yöntemlerle ölçülür ve koordinatları hesaplanır.

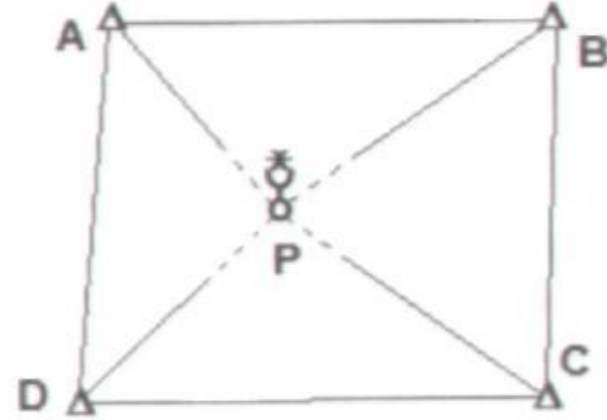
Kestirme noktalarında, ufka uygun dağılmış en az üç noktadan çıkış alınmalıdır.

Görüş olanağı sağlayan minare, kule, yüksek binalar üzerindeki işaretler yöneltme işaretli olarak kullanılabilir. Bu tür noktalar dayalı bağlı poligon geçkilerinde baş ve sonda bağlantı noktaları olarak kullanılır. Üzerine alet kurulamayan noktalar kestirme noktası olarak seçiliyorsa en az dört noktadan oluşturulan üçgenlerde doğrultu gözlemleriyle ölçülürler.

Kestirme türleri ve hesapları daha sonra ayrıntılı olarak açıklanacaktır.



A, B ve C noktalarının koordinatları bilinirken P kes-tirilecek nokta özelliğindedir. P noktasına da gerekli gözlemler yapılmaktadır.



A, B, C ve D noktalarının koordinatları bilinirken P kes-tirilecek noktadır. P, üzerine alet kurulamayan minare vs. olmaktadır.

Dizi nirengiler, şeritsel harita yapım çalışmalarında, derin vadi içlerinde, ormanlık bölgelerde ve yerleşim yerlerindeki ana caddeler boyunca planlanır. Görünümleri uzun kenarlı poligon şeklinde olan dizi nirengilerde, en büyük kenar uzunluğu 1.5 km değerini geçemez. Toplam geçki uzunluğu da en fazla 7 km olabilir.



Yukarıdaki şekilde P_1 , P_2 ve P_3 noktalarından oluşan kısım dizi nirengi özelliğindedir. Bu dizi nirengi C noktasından başlayarak D noktasında sona ermektedir.

Tamamlayıcı nirengilerde kenar ölçüleri, ölçme doğruluğu $\pm (5 \text{ mm} + 5 \text{ ppm})$ ve daha iyi olan aletlerle karşılıklı olarak ikişer kez ölçüler.

Alet ve işaret yüksekliklerinin ölçüsünde cm inceliği yeterlidir.

Kenar ölçüleri, yönetmelikte tanımlanan biçimde deniz yüzeyine ve projeksiyon düzlemine indirgenir.

İndirgenmiş kenar değerleri arasındaki farkın kenar uzunluğuna oranı $1/50000$ değerinden büyük olmamalıdır.

ÖRNEK SORU

Aşağıda iki nirengi noktası arasında karşılıklı olarak ölçülen ve indirgemeleri yapılan kenar Ölçüleri verilmiştir. Bu ölçülerin irdelemesini yapınız.

DN	BN	Kenar ölçüsü
G4330026	G4330027	4327.415 m
G4330027	G4330026	4327.471

Fark: 0.056 m

Ortalama: 4327.443 m

$0.056 / 4327.443 = 0.00001294$ oran değeri $1 / 50000 = 0.00002$ değerinden küçüktür.

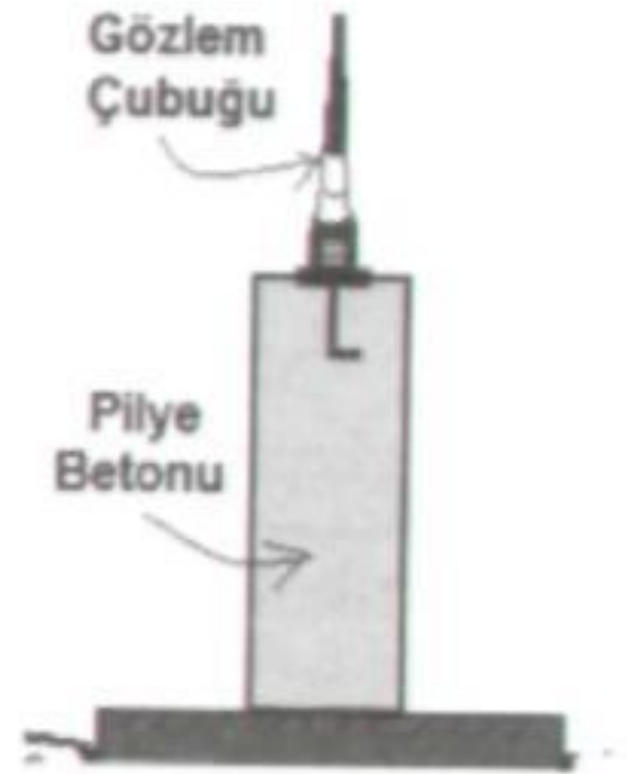
Fark kabul edilir büyüklüktedir. İki nokta arasındaki uzunluk için ortalama değer alınabilir.

Doğrultu gözlemlen, **yatay açı doğruluğu 6^{cc} ve daha iyi aletlerle dört dizi olarak yapılır.** Yatay doğrultular, etkilenmelerin en az olduğu sabah ve akşam saatlerinde yapılması tercih edilir.

Görüş olanaklarının az olduğu yerlerde dış merkezli açı ölçüsü planlanabilir.

Düşey açı gözlemleri, tercihen öğle saatlerinde ve iki dizi biçiminde yapılır.

Arazide doğrultu gözlemlerinin daha duyarlı yapılması amacıyla nirengi jalonu, pilye üstü gözlem çubukları ve nirengi betonu üzerine konulan nirengi balizi veya nirengi piramidi kullanılır. **Nirengi jalonu** 3 m boyunda, 5 cm çaplı hafif ve fırınlanmış ağaç malzemedен yapılmış yardımcı ölçme aracıdır. Pilye olarak yapılmış ağ noktalarındaki gözlemlerde, 50 cm uzunluğunda renkli boyanmış **gözlem çubukları** kullanılır. Nirengi betonu olarak arazide işaretlenmiş noktaların uzaktan rahat gözlenebilmesi için 2 m boyunda **nirengi gözlem balizleri** kullanılır.



Yeni yönetmelikte yer almamasına karşın eski yönetmelik hükümlerine göre açı ölçüsünde her yarım dizinin sonunda kontrol amacıyla başlangıç noktasına bakılır, doğrultu değeri tekrar okunur, okunan değer parantez içinde çizelgeye yazılır. Söz konusu değer hesaba katılmaz, ilk değerle son değer arasındaki fark 10^{cc} den fazla olmamalıdır.

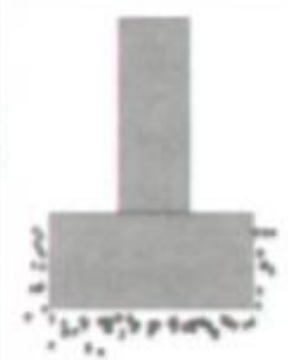

DN	BN	1. DURUM	2. DURUM
30026	30071	0.0041 ^g	
	30526	42.5468	
	30528	234.7645	
	30527	286.4520	
(30071)	(0.0048)	kontrol amaçlı ölçü	

Günümüz ölçme aletleri yapımlarındaki özellik nedeniyle kendi içyapılarından hata oluşturmazlar. İlk doğrultu değerine göre sıfırlama yapılacağından kontrol edilmesinde yarar vardır.

NİRENGİ VE NİVELMAN NOKTALARI RÖPER ÖLÇÜ KROKİSİ

Şehir ve Kasaba Adı: Trabzon Yomra

Sayfa No:12

No	Adı	SANA	Zemin tesisi kot durumu	Tanıtıcı not
F4320023		X:4 450 512.452 m Y:536 563.709 m H:35.473 m		Trabzon ilinden Yomra ilçesi yönünde Kaşüstü beldesinde Şanlı köyü yol ayrımının deniz yönünde kayalıklar üzerinde, karayolundan 15 m kuzeyde pileye
	Zemin tesisi cinsi	Pilye		
Durum krokisi				Röper ölçü krokisi
				


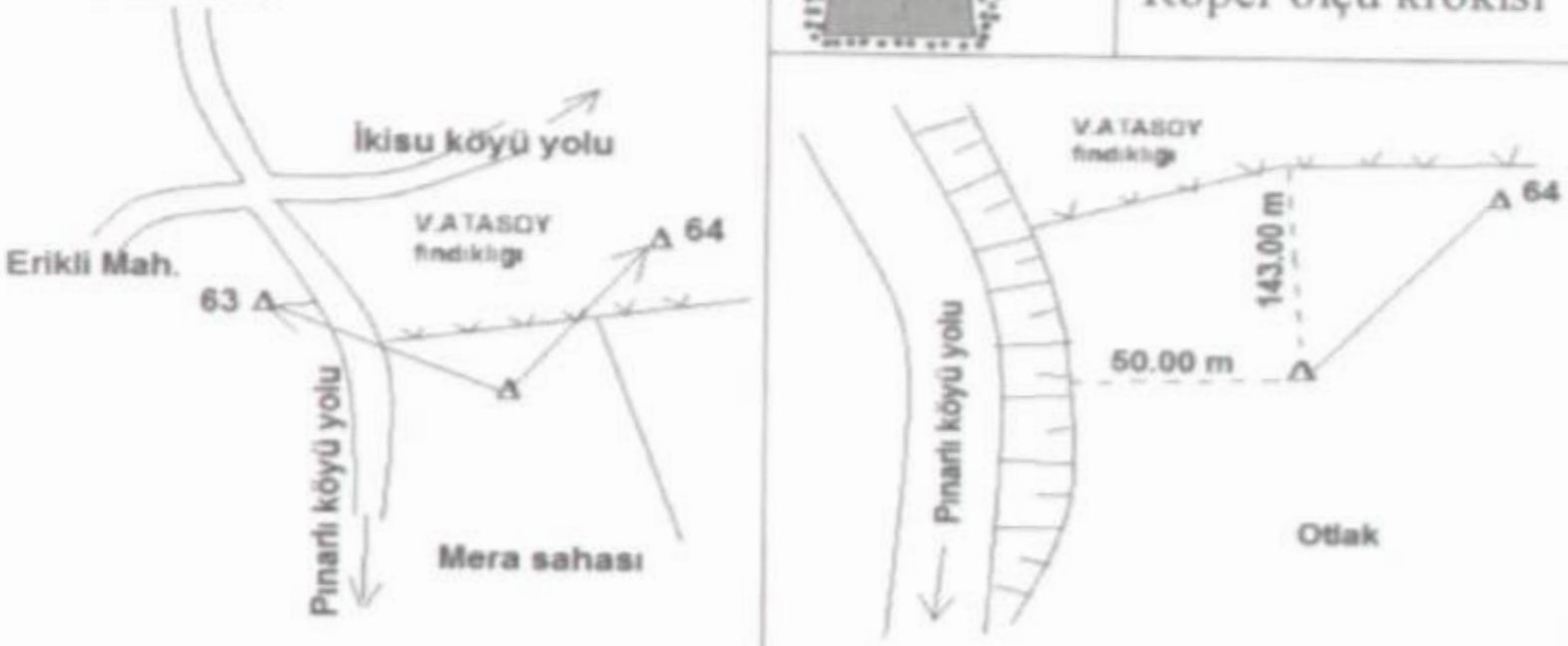
Doğrultu ölçülerindeki bir ölçü oturumunda bakılan nokta sayısının en fazla 10 adet olması, ölçü ve denetim açısından önemlidir. Bakılan nokta sayısı 10 adedi geçiyorsa, noktalar gruplandırılır, biri başlangıç noktası olmak koşuluyla en az iki ortak nokta ile ölçülerin yapılması önerilir. Ancak günümüz ağ yaklaşımında bu tür sorunlar olmamaktadır.

Tamamlayıcı nirengi noktalarının koordinatları, bağlantı noktalarının koordinatları değişmez alınarak, kenarlar ve doğrultular için belirlenen uygun ağırlıklarla en küçük kareler yöntemiyle, tek nokta veya ağ olarak birlikte dengelenerek bulunur. Hesaplanan nokta konum doğrulukları, kestirilecek noktada gözlem varsa ± 5 cm, kestirilecek noktada gözlem yapılamıyorsa - 7 cm değerinden büyük olmamalıdır. Tek tek üçgenlerde hesap yapılıyorsa, koordinat bileşenleri için farklar ± 10 cm içerisinde olmalıdır.

NİRENGİ VE NİVELMAN NOKTALARI RÖPER ÖLÇÜ KROKİSİ

Şehir ve Kasaba Adı: Trabzon Yomra

Sayfa No:27

No	Adı	Zemin tesisi kot durumu	Tanıtıcı not
F4330061	X:4 451 301.202 m Y:536 550.024 m H:235.476 m		Şanlı köyünün mera sahasındaki küçük tepe zirve noktasında Pınarlı köyü yolunun yaklaşık 50 m kadar doğusunda
Zemin tesisi cinsi	Beton, baliz		Röper ölçü krokisi
Durum krokisi			

Düzenleyen:..... Düzenlendiği tarih:../../20..

Yerel Ağlar :

Ülke temel ağlarının tamamlanmadığı süreçte ya da ülke temel ağlarıyla bağlantının zor olduğu alanlarda yerel nirengi veya yerel nivelman ağları oluşturulmuş, bu oluşturulan noktalar yardımıyla da bir bölgenin haritası yapılmıştır. Her bir yerel nirengi veya nivelman ağının kendisine özgü başlangıç, diğer bir anlatımla datum noktası vardır. Bu nedenle de yerel ağlar arasında çoğu kez bağlantı sağlanamamaktadır.

Bir bölgeye yerel kurulmak istendiğinde, ülke ağlarının yapısında olduğu gibi aşama sıralı bir süreç izlenmiştir. Harita yapılacak bölgeyi kapsayacak biçimde ortalama 5 km aralıklı ana nirengi noktaları. 1 - 3 km aralıklı ara nirengi noktaları ve ortalama 500 m aralıklı kestirme özelliğinde hesaplanmış tamamlayıcı nirengi noktalarıyla bir yerel nirengi ağı oluşturulur. Ağın uygun olan bir noktasındaki nokta için başlangıç Y ve X koordinat değerleri seçilir ve ağ için datum noktası kabul edilir. Bu noktadan bir başka noktaya olan semt değeri tercihen kutup yıldız gözlemiyle belirlenir. Yine aynı kenar ölçülerek ikinci bir noktanın koordinatı hesaplanır Diğer noktaların koordinatları bu iki noktaya bağlı olarak dengeleme yöntemiyle bulunur.

Yerel nivelman ağlarının oluşturulmasında da benzer durum izlenir. Yerel ağlara dayalı harita çalışmaları ülkemizde uzun süre kullanılmıştır. Özellikle İller Bankası tarafından yapılan il ve ile haritaları ile ilk kadastro haritaları bu kapsamdadır. 1990 yılından sonra ülke temel ağlarına bağlanma zorunluluğu getirilmiştir. Buna göre yerel nirengi veya nivelman ağı oluşturmak onay gerektiren harita çalışmalarında yasaklanmıştır, Günümüzde zel amaçlı harita çalışmalarında yerel ağlar çok az da olsa oluşturulabilmektedir.

KESTİRMELER

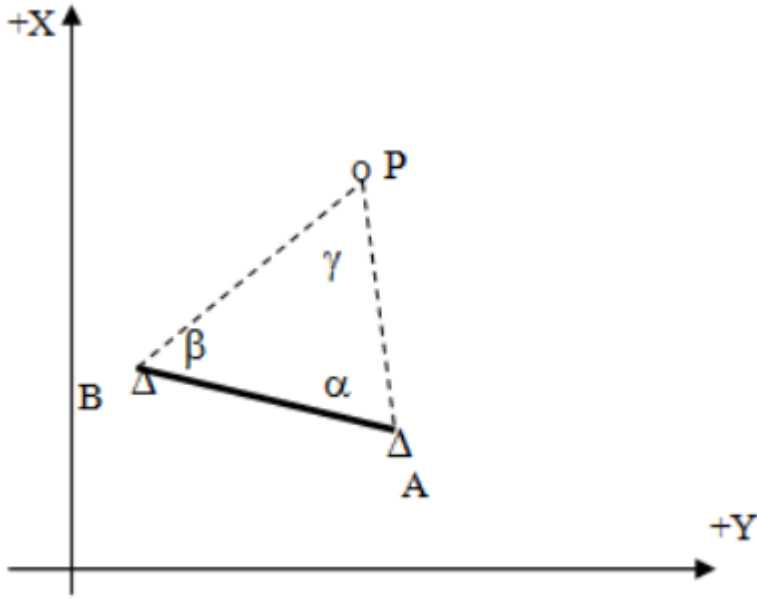
Haritacılıkta kestirmeler, mevcut noktaların sıklaştırılması ve poligon geçkileri için daha uygun nokta dağılımının elde edilmesi amacıyla yoğun biçimde kullanılmaktadır.

Kestirmeler, alet kurulan noktaların konumuna, kullanılan gözlemlerin doğrultu, uzunluk gibi türüne veya kestirilecek nokta sayısına göre değişik isimlendirmeleri vardır.

Örneğin, **önden kestirme**, **yandan kestirme**, uzunluk ölçüleriyle kestirme, **geriden kestirme**, karışık kestirme, karşı ışınli kestirme, çift nokta kestirmesi.

ÖNDEN KESTİRME

Koordinatları bilinen noktalardan, koordinatı hesaplanacak noktaya yapılan gözlemlerle, söz konusu noktanın koordinatlarının hesaplanması işlemidir.



Verilenler

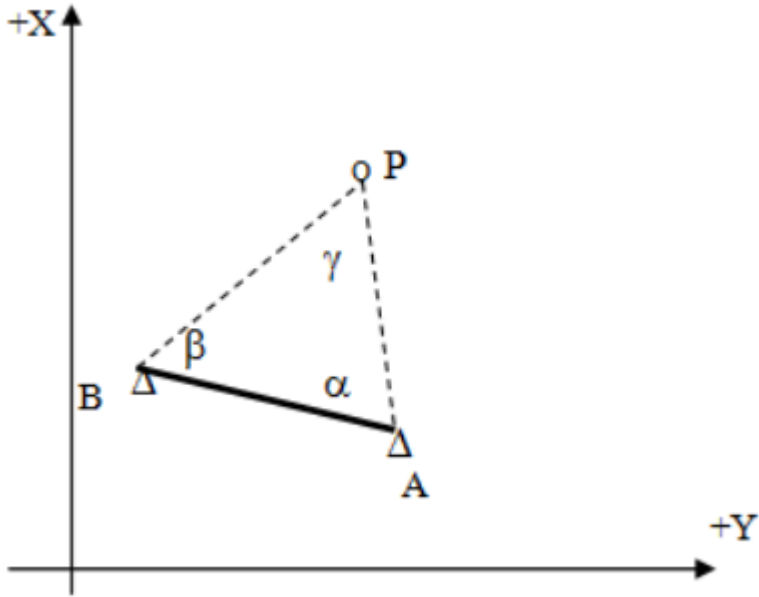
$Y_a, X_a, Y_b, X_b, \alpha, \beta$

İstenenler

Y_p, X_p

NOT: α ve β açıları yerine bu açıları hesaplamak için gereken doğrultular da verilebilir.

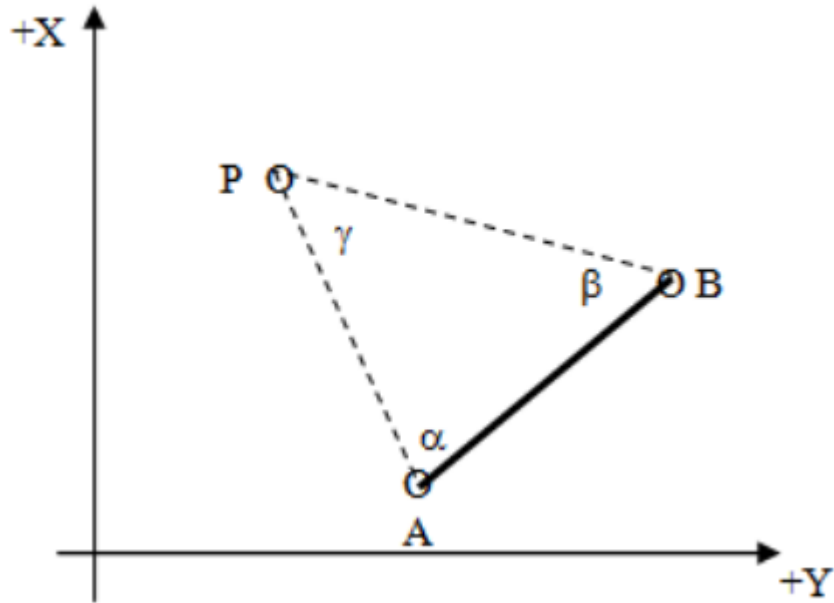
ÖNDEN KESTİRME



Problemin çözümü, şekildeki **üçgenin çözümü** ve **temel ödevlerin** uygulaması biçimindedir.

A ve B noktalarının koordinat değerleri kullanılarak **temel ödev II** ile **(AB)** ve **AB** değerleri hesaplanır.

ÖRNEK SORU

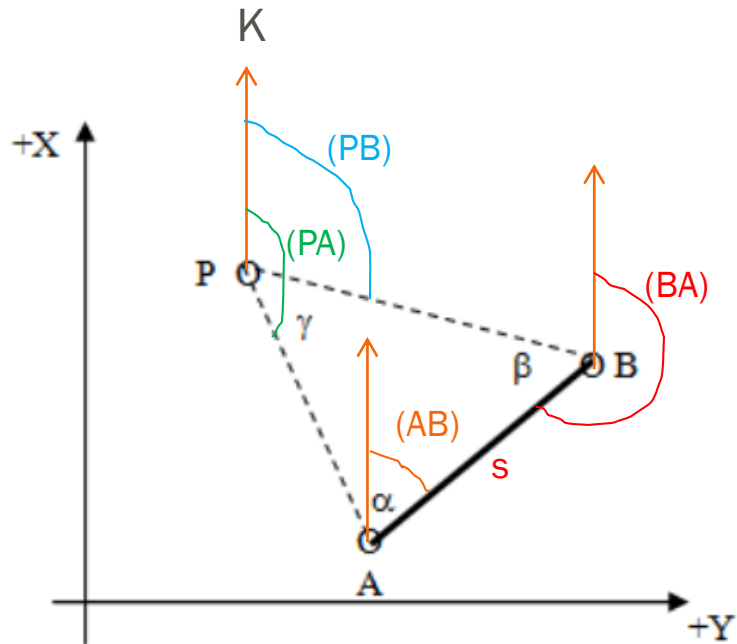


Nokta	Y (m)	X(m)
A	3500.64	7175.82
B	3947.12	7934.06

α	β
61.3470 grad	82.3845 grad

Y_p	X_p
?	?

ÖRNEK SORU



1)

$$\alpha + \beta + \gamma = 200^{\circ} \longrightarrow \gamma = 56.2685^{\circ}$$

2)

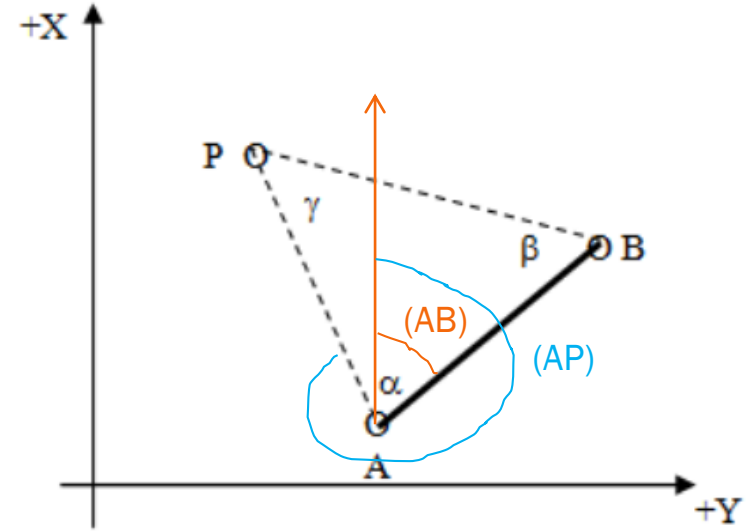
$$s = AB = \sqrt{(Y_b - Y_a)^2 + (X_b - X_a)^2}$$

$$s = AB = \sqrt{(3947.12 - 3500.64)^2 + (7934.06 - 7175.82)^2}$$

$$s = 879.93 \text{ m}$$

ÖRNEK SORU

Nokta	Y (m)	X(m)
A	3500.64	7175.82
B	3947.12	7934.06
α	β	γ
61.3470 grad	82.3845 grad	56.2685 grad



3)

AB semti $\longrightarrow \tan(AB) = \frac{Y_b - Y_a}{X_b - X_a} = \frac{3947.12 - 3500.64}{7934.06 - 7175.82} \longrightarrow (AB) = 33.8791^\circ$

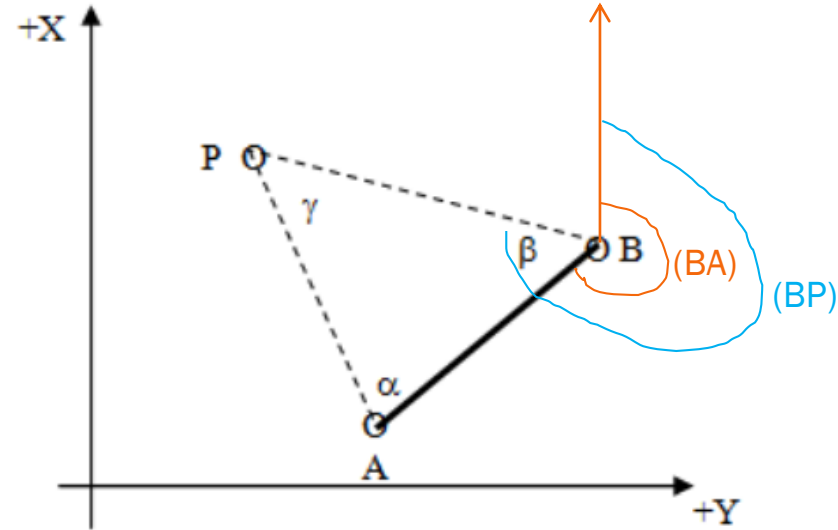
4)

AP semti $\longrightarrow (AP) = 400 - [\alpha - (AB)] = 400 - [61.3470 - 33.8971] \longrightarrow (AP) = 372.5321^\circ$

ÖRNEK SORU

Nokta	Y (m)	X(m)
A	3500.64	7175.82
B	3947.12	7934.06

α	β	γ
61.3470 grad	82.3845 grad	56.2685 grad



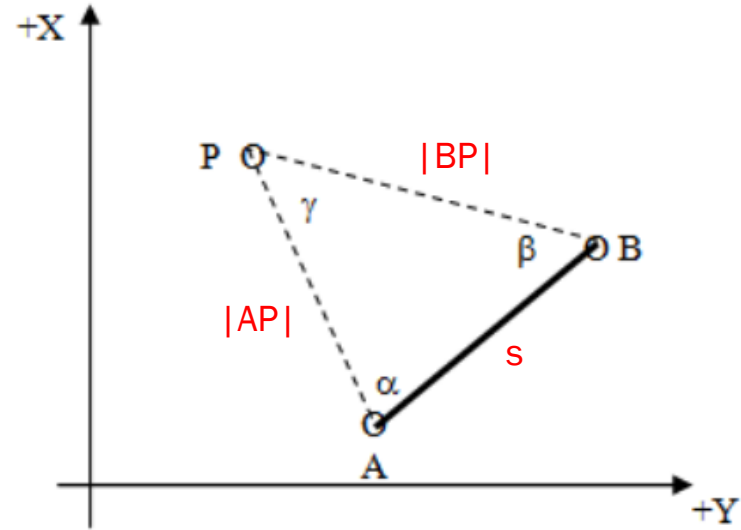
5) \longrightarrow BA semti \longrightarrow $(BA) = (AB) \mp 200$ \longrightarrow $(BA) = 233.8791^g$

6) \longrightarrow BP semti \longrightarrow $(BP) = (BA) + \beta$ \longrightarrow $(BP) = 316.2636^g$

ÖRNEK SORU

Nokta	Y (m)	X(m)
A	3500.64	7175.82
B	3947.12	7934.06

α	β	γ
61.3470 grad	82.3845 grad	56.2685 grad



$$7) \rightarrow |AP| \text{ mesafesi} \rightarrow \frac{AP}{\sin \beta} = \frac{s}{\sin \gamma} \rightarrow \frac{AP}{\sin 82.3845} = \frac{879.93 \text{ m}}{\sin 56.2685^\circ} \rightarrow AP = 1094.75 \text{ m}$$

$$8) \rightarrow |BP| \text{ mesafesi} \rightarrow \frac{BP}{\sin \alpha} = \frac{s}{\sin \gamma} \rightarrow \frac{BP}{\sin 61.3470^\circ} = \frac{879.93 \text{ m}}{\sin 56.2685^\circ} \rightarrow BP = 934.64 \text{ m}$$

ÖRNEK SORU

9)



$$Y_p = Y_a + AP_x \sin(AP) = 3042.81$$
$$X_p = X_a + AP_x \cos(AP) = 8170.24$$

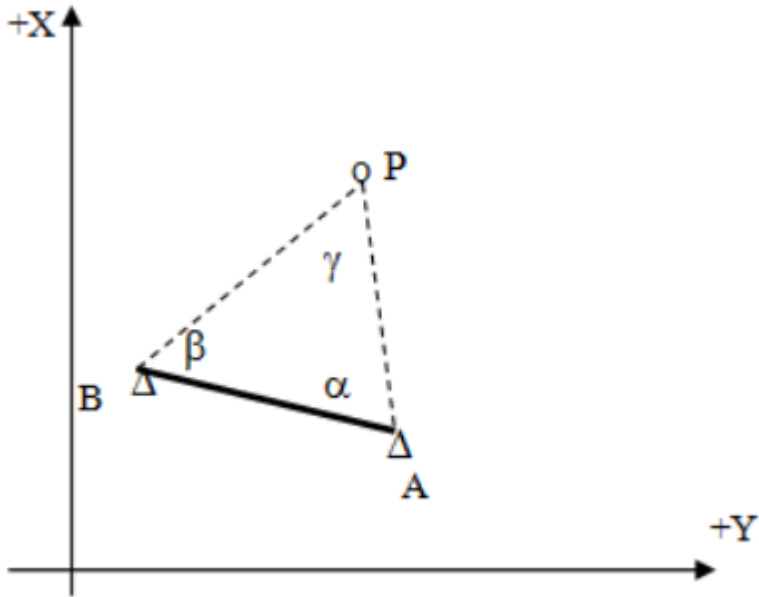
10)



$$Y_p = Y_b + BP_x \sin(BP) = 3042.81$$
$$X_p = X_b + BP_x \cos(BP) = 8170.24$$

KESTİRME ÖDEVLERİ VERİLECEK

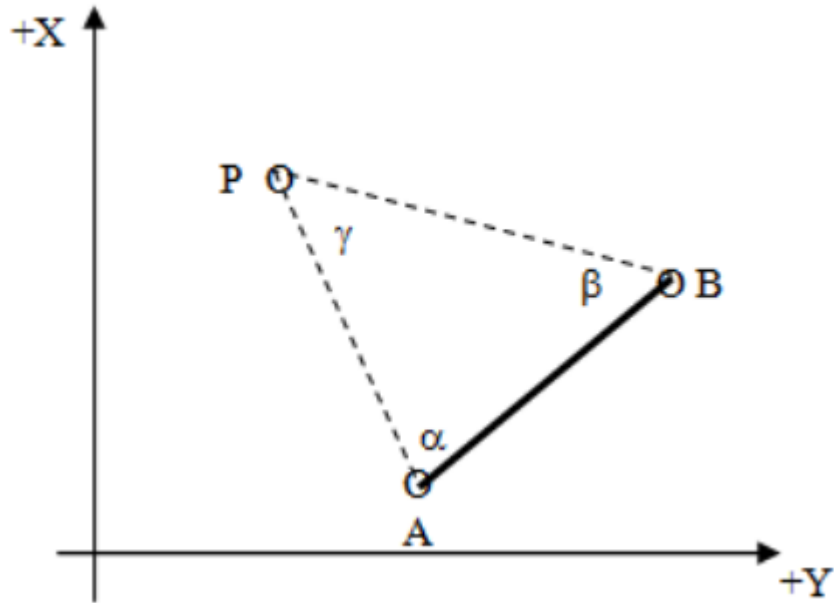
YANDAN KESTİRME



Yandan kestirme tipi, önden kestirme tipinden farklı olarak **koordinatı bilinen noktalardan birinin yerine, koordinatı bulunacak noktada gözlem yapılması** durumunda oluşan şekildir.

Problemin çözümünde $\beta = 200g - (\alpha + \gamma)$ değişikliği ile işlemler önden kestirme olarak yapılabilir.

ÖRNEK SORU

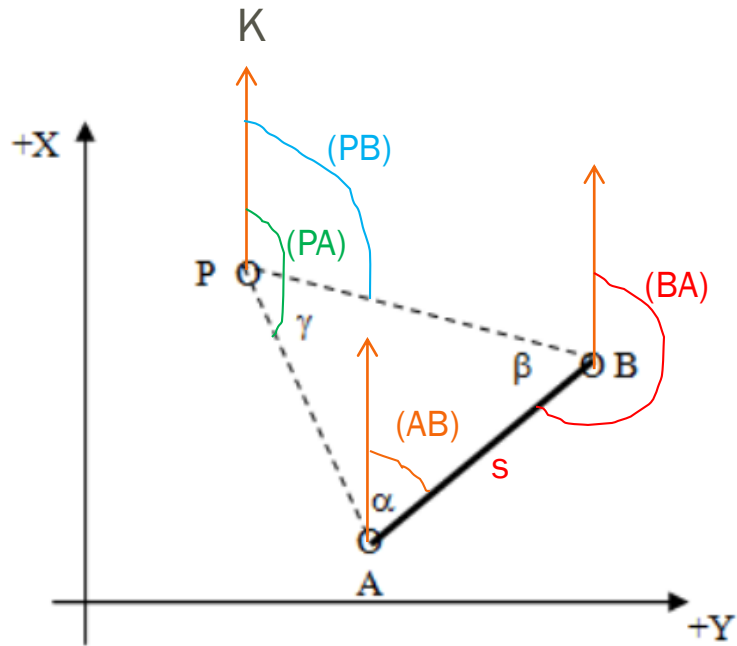


Nokta	Y (m)	X(m)
A	3500.64	7175.82
B	3947.12	7934.06

α	γ
61.3470 grad	56.2685 grad

Y_p	X_p
?	?

ÖRNEK SORU



1)

$$\alpha + \beta + \gamma = 200^{\circ} \longrightarrow \beta = 56.2685^{\circ}$$

2)

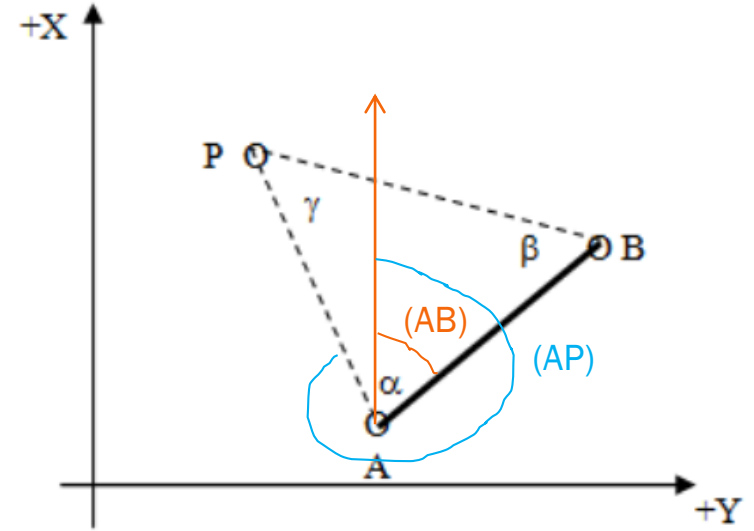
$$s = AB = \sqrt{(Y_b - Y_a)^2 + (X_b - X_a)^2}$$

$$s = AB = \sqrt{(3947.12 - 3500.64)^2 + (7934.06 - 7175.82)^2}$$

$$s = 879.93 \text{ m}$$

ÖRNEK SORU

Nokta	Y (m)	X(m)
A	3500.64	7175.82
B	3947.12	7934.06
α	β	γ
61.3470 grad	82.3845 grad	56.2685 grad



3)

AB semti $\longrightarrow \tan(AB) = \frac{Y_b - Y_a}{X_b - X_a} = \frac{3947.12 - 3500.64}{7934.06 - 7175.82} \longrightarrow (AB) = 33.8791^{\circ}$

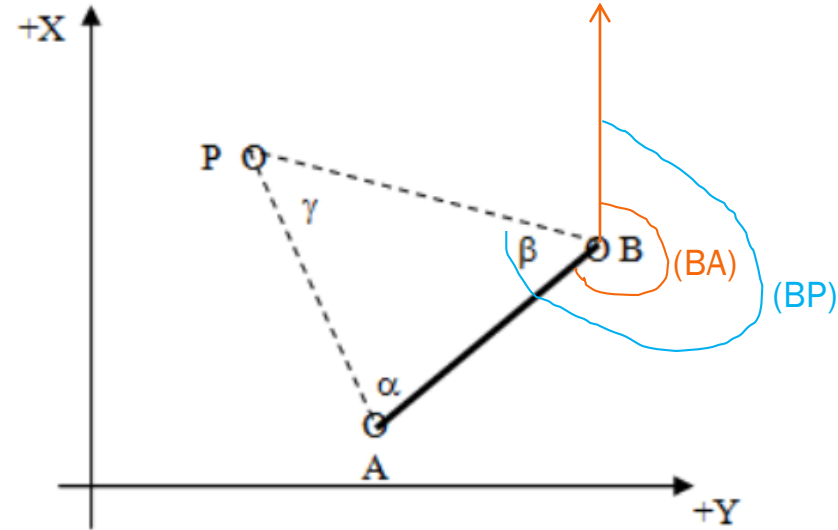
4)

AP semti $\longrightarrow (AP) = 400 - [\alpha - (AB)] = 400 - [61.3470 - 33.8971] \longrightarrow (AP) = 372.5321^{\circ}$

ÖRNEK SORU

Nokta	Y (m)	X(m)
A	3500.64	7175.82
B	3947.12	7934.06

α	β	γ
61.3470 grad	82.3845 grad	56.2685 grad



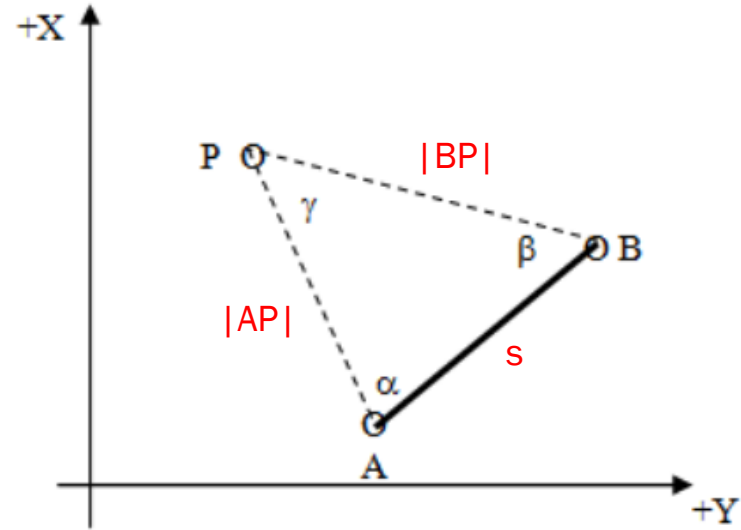
5) \longrightarrow BA semti \longrightarrow $(BA) = (AB) \mp 200$ \longrightarrow $(BA) = 233.8791^g$

6) \longrightarrow BP semti \longrightarrow $(BP) = (BA) + \beta$ \longrightarrow $(BP) = 316.2636^g$

ÖRNEK SORU

Nokta	Y (m)	X(m)
A	3500.64	7175.82
B	3947.12	7934.06

α	β	γ
61.3470 grad	82.3845 grad	56.2685 grad



$$7) \rightarrow |AP| \text{ mesafesi} \rightarrow \frac{AP}{\sin \beta} = \frac{s}{\sin \gamma} \rightarrow \frac{AP}{\sin 82.3845} = \frac{879.93 \text{ m}}{\sin 56.2685^\circ} \rightarrow AP = 1094.75 \text{ m}$$

$$8) \rightarrow |BP| \text{ mesafesi} \rightarrow \frac{BP}{\sin \alpha} = \frac{s}{\sin \gamma} \rightarrow \frac{BP}{\sin 61.3470^\circ} = \frac{879.93 \text{ m}}{\sin 56.2685^\circ} \rightarrow BP = 934.64 \text{ m}$$

ÖRNEK SORU

9)



$$Y_p = Y_a + AP_x \sin(AP) = 3042.81$$

$$X_p = X_a + AP_x \cos(AP) = 8170.24$$

10)

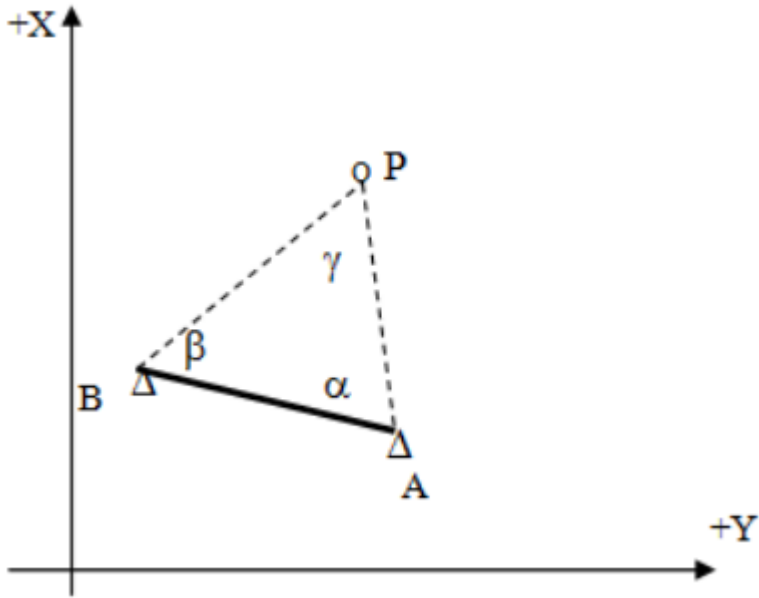


$$Y_p = Y_b + BP_x \sin(BP) = 3042.81$$

$$X_p = X_b + BP_x \cos(BP) = 8170.24$$

KESTİRME ÖDEVLERİ VERİLECEK

UZUNLUKLARLA KESTİRME



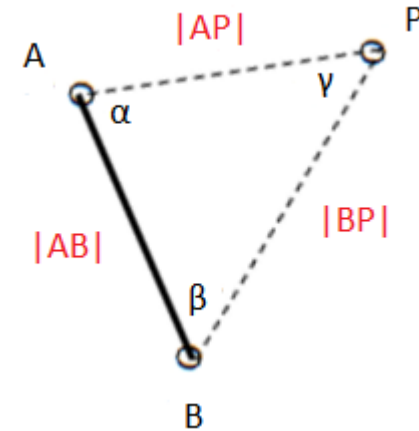
Uzunluklarla kestirme tipinde, koordinatları verilen A ve B noktalarından koordinatları bulunacak P noktasına uzunluk ölçüleri bulunmaktadır.

Problemin çözümü, önden kestirme tipinde olduğu gibi şekildeki **üçgenin çözümü ve temel ödevlerin uygulaması** biçimindedir.

A ve B noktalarının koordinat değerleri kullanılarak **temel ödev II ile (AB)** ve **AB** değerleri hesaplanır.

ÖRNEK SORU

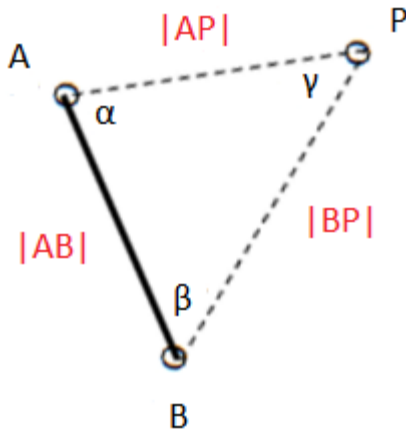
NN	Y(m)	X (m)
A	51497.886	63920.372
B	52571.741	63008.521
AP	= 2002.93 m	
BP	= 1586.87 m	



X_p ve $Y_p = ?$

ÖRNEK SORU

NN	Y(m)	X (m)
A	51497.886	63920.372
B	52571.741	63008.521
AP	= 2002.93 m	
BP	= 1586.87 m	



1) $|AB| = 1408.77 \text{ m}$

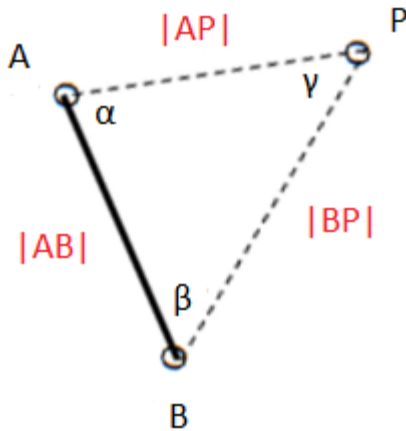
2) $(AB) = 144.8176 \text{ grad}$

KOSİNÜS TEOREMİ

$$\cos \alpha = \frac{|AP|^2 + |AB|^2 - |BP|^2}{2 \times |AP| \times |AB|}$$

ÖRNEK SORU

NN	Y(m)	X (m)
A	51497.886	63920.372
B	52571.741	63008.521
AP	= 2002.93 m	
BP	= 1586.87 m	



$$\cos \alpha = \frac{|AP|^2 + |AB|^2 - |BP|^2}{2 \times |AP| \times |AB|}$$

3) $\alpha = 57.7231^\circ$

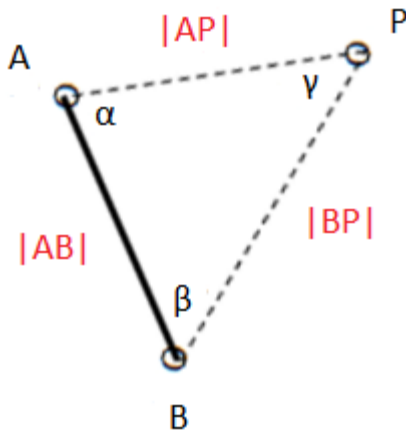
4) $\beta = 92.9937^\circ$

5) $\gamma = 49.2832^\circ$

! Kontrol: İç açılar toplamı 200 grad yapıyor mu?

ÖRNEK SORU

NN	Y(m)	X (m)
A	51497.886	63920.372
B	52571.741	63008.521
AP	= 2002.93 m	
BP	= 1586.87 m	



$$6) \quad (AP) = (AB) - \alpha = 87.0945^{\text{sg}}$$

$$7) \quad (BP) = (BA) + \beta = 37.8113^{\text{sg}}$$

ÖRNEK SORU

8)

$$Y_p = Y_a + AP \cdot \sin(AP) = Y_b + BP \cdot \sin(BP) = 53459.80 \text{ m}$$

$$X_p = X_a + AP \cdot \cos(AP) = X_b + BP \cdot \cos(BP) = 64323.63 \text{ m}$$

9)

10)

11)

GERİDEN KESTİRME

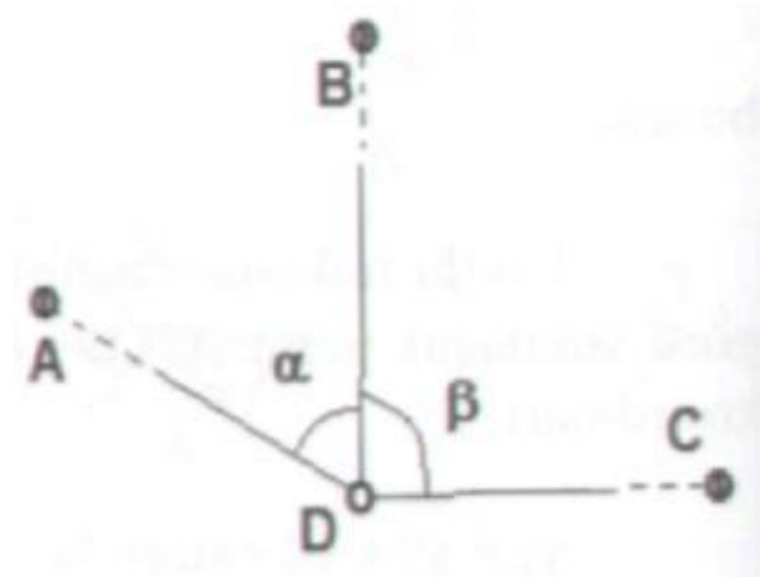
- ❖ Bu yöntemde, koordinatı hesaplanacak noktadan koordinatları bilinen en az üç noktaya olan doğrultular ve bu doğrultular arasındaki α ve β açılarının ölçülmesiyle ilgili noktanın koordinatlarının bulunması işlemi geriden kestirmeyi oluşturmaktadır.

Şekle göre;

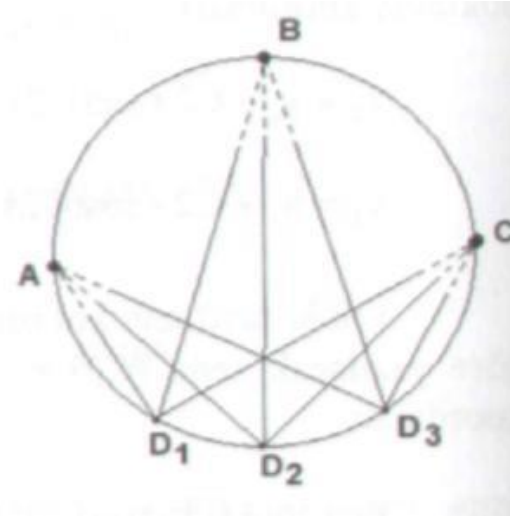
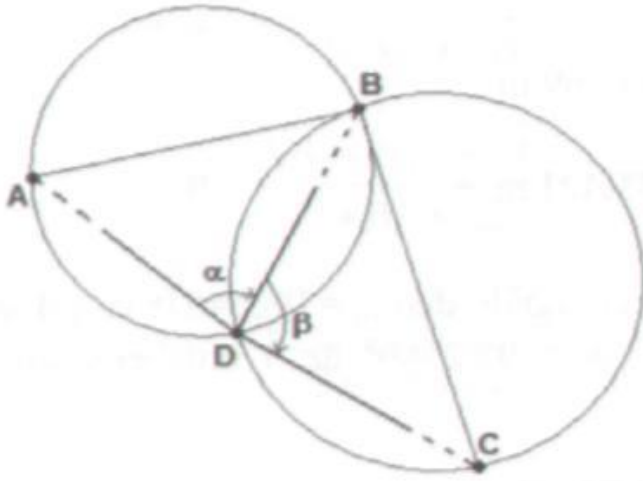
Verilenler; $y_a, x_a, y_b, x_b, y_c, x_c$ koordinat değerleri,

Ölçülenler ; α ve β açıları veya D noktasından diğer noktalara olan doğrultular.

İstenenler; y_d, x_d koordinat değerleridir.



- ∞ Analitik olarak koordinatları bilinen iki noktayı α açısı altında gören noktaların geometrik yeri bir çemberdir. Buna göre, koordinatları bilinen A ve B noktalarını α açısı altında ve yine koordinatları bilinen B ve C noktalarını β açısı altında gören iki çemberin kesim noktası çözüm olan D noktasıdır.



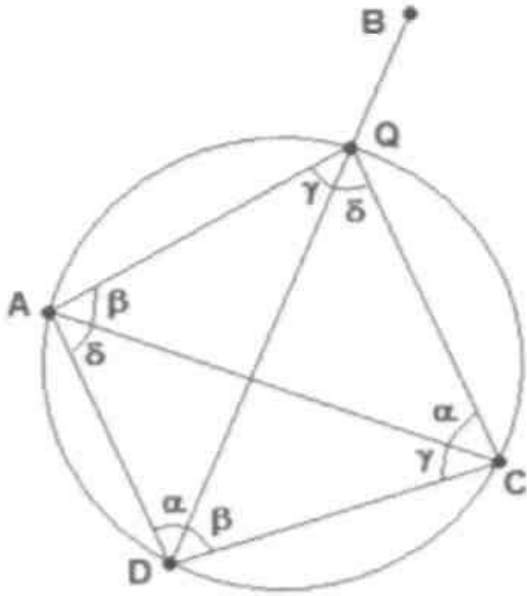
- ∞ Geriden kestirme probleminin çözümü için iki dairenin kesişim yerinin olması gerekir. Ancak D noktası; A, B ve C noktasından geçen bir dairenin üzerinde ise çözüm olanaksızdır. Çünkü çember üzerindeki her nokta, AB doğrusunu α , BC doğrusunu β açısı altında görebilmektedir. Bu durumda oluşan çembere **tehlikeli daire** denilmektedir. Sonsuz sayıda çözüm yerine, tek bir anlamlı çözüm için, üç noktadan daha fazla koordinatı bilinen noktaya gözlem yapılmalı, bakılan noktaların ufka iyi bir şekilde dağılması yani α ve β açılarının toplamının 200° değerinden büyük olmasına çalışılır. Ayrıca B noktasının, diğer iki noktaya göre çok uzak veya yakın olması tercih edilir.

- ❧ Geriden kestirme yöntemi ile bir noktanın koordinatının bulunması geometrik konum hatasındaki olumsuzluk nedeni ile onay gerektiren harita çalışmalarında kullanılması uygun değildir. Buna karşın nokta araştırma ve kayıp nokta yerlerinin tespiti, çok sayıda nokta içeren poligon geçkilerindeki kaba hataların bulunması, küçük ölçekli haritalara yapılacak nokta işaretlerinde geriden kestirme yöntemi mesleğimizde yoğun biçimde kullanılmaktadır.
- ❧ Geriden kestirme probleminin ortaya çıkışı ve bu konuda ödül verilmesi gibi etkilerle çok sayıda çözüm şekilleri geliştirilmiştir. Geriden kestirmenin trigonometrik ilk çözümünün 1617 yılında Willebrord SNELLIUS tarafından yapıldığı bilinmektedir. Sayı fazla olunca, yöntemler de söz konusu yöntemi bulanların adları ile anılmaktadır. Burada bu yöntemlerden dört tanesi açıklanacaktır.

- ∞ Geriden kestirme probleminin çözümünde hangi yöntem uygulanırsa uygulansın, doğru çizilecek şekil çözümde etkin bir rol oynar. Koordinatları belli olan noktalara göre kestirilecek olan noktanın yeri çok önemlidir ve gözlemlerden yararlanılarak yaklaşık olarak çizilebilir. Bu işlem, özellikle koordinatı bulunacak noktanın A, B ve C noktaları ile oluşturulacak üçgene göre durumu için de gereklidir. Yöntemlerde kullanılan bağıntılar da bu özelliğe göre az çok farklılıklar gösterebilir.

COLLINS YÖNTEMİ

- ∞ Collins (kollin) yöntemi 1671 yılında önerilmiştir. Bu yöntemde geriden kestirme iki önden kestirmeye dönüştürülmektedir. Koordinatı verilen A ve C noktası ile koordinatı bulunacak D noktasından bir çemberin geçtiği varsayılırsa, DB doğrusunun bu çemberi kestiği Q noktası "Collins yardımcı noktası olarak adlandırılır. Bir çemberde aynı yayı gören çevre açılar birbirine eşit olduğundan Q noktasının koordinatları şekildeki α ve β açıları ile önden kestirme ile hesaplanır.
- ∞ A ve C noktalarının koordinat değerleri kullanılarak temel ödev II ile (AC) ve AC değerleri hesaplanır. AQC üçgeninin çözümünde sinüs teoremi ile ;



$$\overline{CQ} = \frac{\overline{AC} * \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$\overline{AQ} = \frac{\overline{AC} * \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}$$

uzunlukları hesaplanır. A ve C noktalarından Q noktasına giden semt değerleri şekle göre,

$$(AQ) = (AC) - \beta$$

$$(CQ) = (CA) + \alpha$$

şeklinde bulunur.

Q noktasının koordinatları temel ödev I ile A ve C noktasından;

$$y_q = y_a + \overline{AQ} * \sin(AQ) = y_c + \overline{CQ} * \sin(CQ)$$

$$x_q = x_a + \overline{AQ} * \cos(AQ) = x_c + \overline{CQ} * \cos(CQ)$$

Biçiminde kontrollü şekilde bulunur.

B, Q ve D noktaları bir doğru üzerinde olduğundan $(BQ) = (QD)$ yazılır. Q noktasındaki iç açılara temel ödev III gereğince;

$$\gamma = (QA) - (BQ) \quad \delta = (BQ) - (QC)$$

biçiminde hesaplanır. Hesaplanan açılar için $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 200^\circ$ kontrol işlemi yapılır.

Yine bir çemberde aynı yayı gören çevre açılar birbirine eşit olduğundan D noktasının koordinatları şekildeki δ ve γ açıları ile önden kestirme ile hesaplanır. ACD üçgeninin çözümünde sinüs teoremi ile ;

$$\overline{CD} = \frac{\overline{AC} * \sin \delta}{\sin(\gamma + \delta)} \quad \overline{AD} = \frac{\overline{AC} * \sin \gamma}{\sin(\gamma + \delta)}$$

uzunlukları hesaplanır. A ve C noktalarından D noktasına giden semt değerleri şekle göre.

$$(AD) = (AC) + \delta \quad (CD) = (CA) - \gamma \quad \text{Şeklinde bulunur.}$$

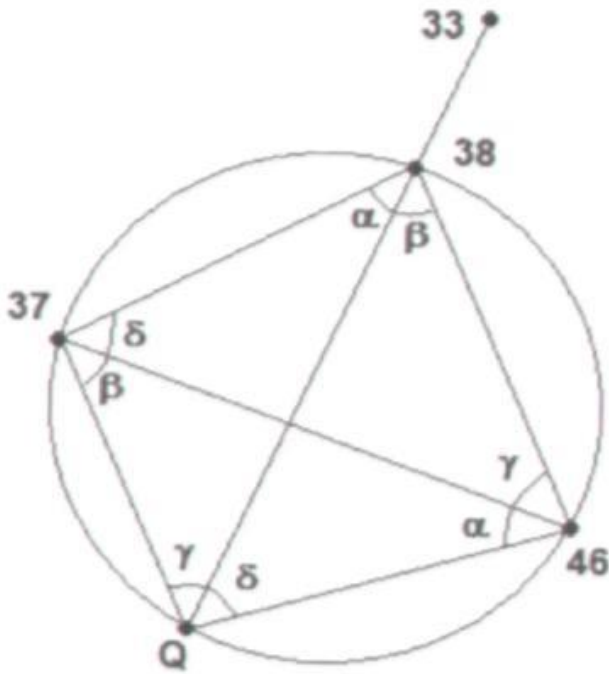
D noktasının koordinatları temel ödev I ile A ve C noktasından;

$$y_d = y_a + \overline{AD} * \sin(AD) = y_c + \overline{CD} * \sin(CD)$$

$$x_d = x_a + \overline{AD} * \cos(AD) = x_c + \overline{CD} * \cos(CD)$$

Şeklinde kontrollü olarak bulunur.

Örnek 1: Aşağıdaki verilere göre 38 nolu noktanın koordinat değerlerini Collins yöntemine göre hesaplayınız.



NN	Y (m)	X (m)
33	26812.24	21811.75
37	23781.33	20556.17
46	26921.61	18331.52

DN	BN	Doğrultu
38	37	0.0000 ^g
	33	134.5994
	46	268.5033

Çözüm 1:

Doğrultu verilerinden $\alpha = 65.4006^g$ ve $\beta = 66.0961^g$ açıları hesaplanır.

37 ve 46 nolu noktalardan yararlanarak Q noktasının koordinatları önden kestirme ile bulunur

$$(37.46) = 139.2385^g; \quad \overline{37.46} = 3848.43 \text{ m} \quad (37.Q) = (37.46) + \beta = 205.3346^g$$

$$\overline{37.Q} = 3742.71 \text{ m}; \quad \overline{46.Q} = 3767.19 \text{ m} \quad (46.Q) = (46.37) - \alpha = 273.8379^g$$

$$y_q = y_{37} + \overline{37.Q} * \sin(37.Q) = y_{46} + \overline{46.Q} * \sin(46.Q) = 23468.07 \text{ m}$$

$$x_q = x_{37} + \overline{37.Q} * \cos(37.Q) = x_{46} + \overline{46.Q} * \cos(46.Q) = 16826.59 \text{ m}$$

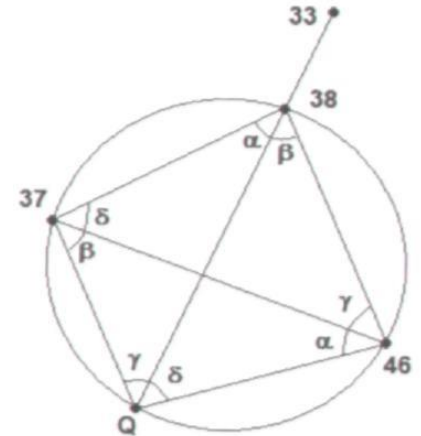
Temel ödev II ve temel ödev III ile,

$$(Q.33) = 37.6163^g; \quad (Q.46) = 73.8379^g; \quad (Q.37) = 5.3346^g$$

$$\delta = (Q.46) - (Q.38) = 36.2216$$

$$\gamma = (Q.33) - (Q.37) = 32.2817$$

açıları hesaplanır ve $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 200^g$ kontrol işlemi yapılır.



37 ve 46 nolu noktalardan δ ve γ açılarını kullanarak önden kestirme ile 38 nolu noktanın koordinatı hesaplanırsa.

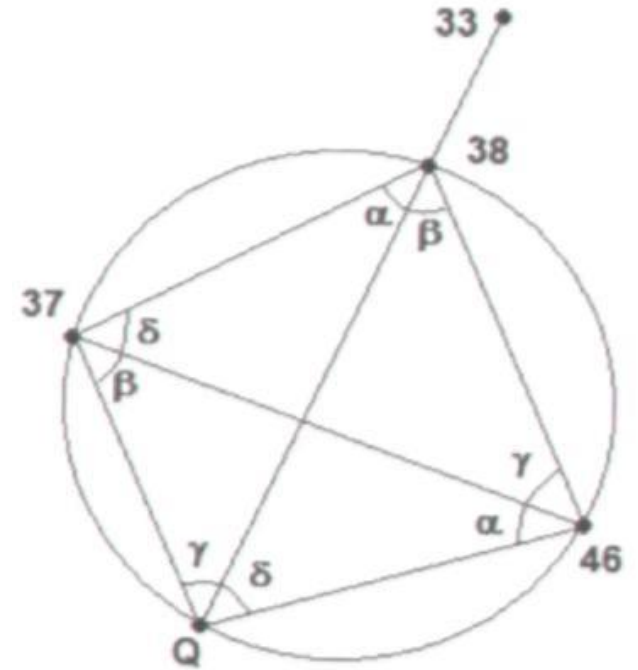
$$\overline{37.38} = 2123.54 \text{ m}; \quad \overline{46.38} = 2355.89 \text{ m}$$

$$(37.38) = (37.46) - \delta = 103.1069^\circ$$

$$(46.38) = (46.37) + \gamma = 371.5202^\circ$$

$$y_{38} = y_{37} + \overline{37.38} * \sin(37.38)$$
$$= y_{46} + \overline{46.38} * \sin(46.38) = 25902.48 \text{ m}$$

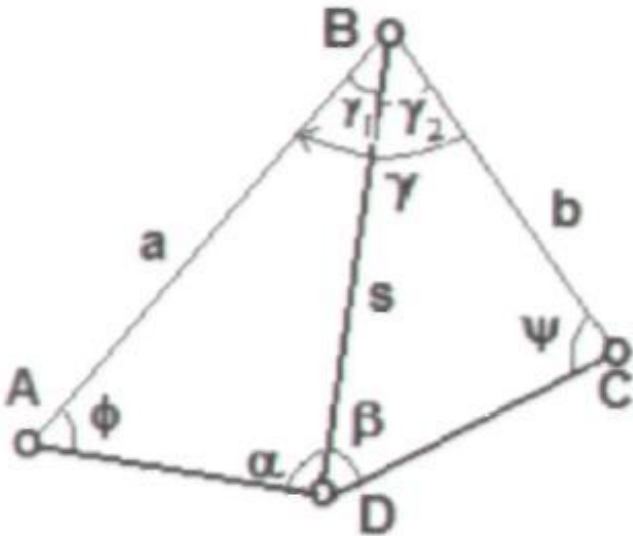
$$x_{38} = x_{37} + \overline{37.38} * \cos(37.38)$$
$$= x_{46} + \overline{46.38} * \cos(46.38) = 20455.57 \text{ m}$$



Sonuçları kontrollü olarak hesaplanır.

KAESTNER YÖNTEMİ

- ∞ Alman asıllı Prof. Abraham Gotthelf KASTNER tarafından 1790 yılında bir yayınında kullandığı yöntemdir. Bu yöntemde durulan noktaya göre soldan sağa doğru bakılan noktalar A, B ve C olarak sıralanır, AB kenarı a, BC kenarı b ve açılar da şekildeki gibi gösterilirse, ABD ve BCD iki ayrı üçgende Φ ve Ψ açılarının hesaplanması hedeflenir.



Temel ödev II ile $AB = a$, $BC = b$ ile (AB) ve (BC) semt değerleri hesaplanır.

Temel ödev III ile B noktasındaki iç açı $\Upsilon = (BA) - (BC)$ şeklinde bulunur. ABCD dört geninin iç açıları için;
 $\Phi + \Psi = 400 - (\alpha + \beta + \Upsilon)$ bağıntısı yazılır.

Her iki üçgende ortak olan $BD = s$ uzunluğu;

$$s = \frac{a * \sin \phi}{\sin \alpha} = \frac{b * \sin \psi}{\sin \beta}$$

Şeklinde dir.

Bu iki denklemlerindeki iki bilinmeyen olan Φ ve Ψ açılarının hesabı yapılırsa,

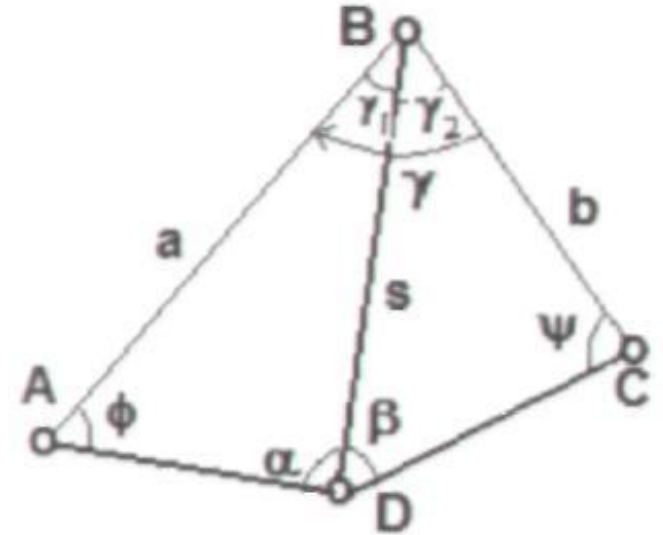
$$\cot \lambda = \frac{b \cdot \sin \alpha}{a \cdot \sin \beta \cdot \sin(\phi + \psi)}$$

bağıntısından bulunacak λ açısı yardımıyla,

$$\cot \psi = \frac{\sin(\phi + \psi + \lambda)}{\sin(\phi + \psi) \cdot \sin \lambda}$$

$$\phi = 400^\circ - (\alpha + \beta + \gamma + \psi)$$

Eşitliklerinden Ψ ve Φ açıları bulunur.



Koordinatı bilinen noktalardan D noktasına olan semt değeri;

$$\gamma_1 = 200^{\text{S}} - (\phi + \alpha) \text{ ve } \gamma_2 = 200^{\text{S}} - (\psi + \beta)$$

$$(AD) = (AB) + \phi$$

$$(BD) = (BA) - \gamma_1 = (BC) + \gamma_2$$

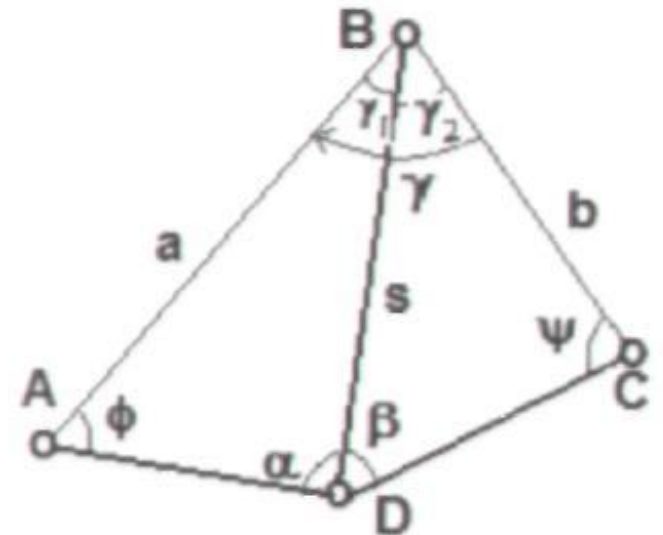
$$(CD) = (CB) - \psi$$

Hesaplanır. Sinüs bağıntısından da ilgili kenar uzunlukları;

$$\overline{AD} = \frac{a * \sin \gamma_1}{\sin \alpha}$$

$$\overline{BD} = \frac{a * \sin \phi}{\sin \alpha} = \frac{b * \sin \psi}{\sin \beta}$$

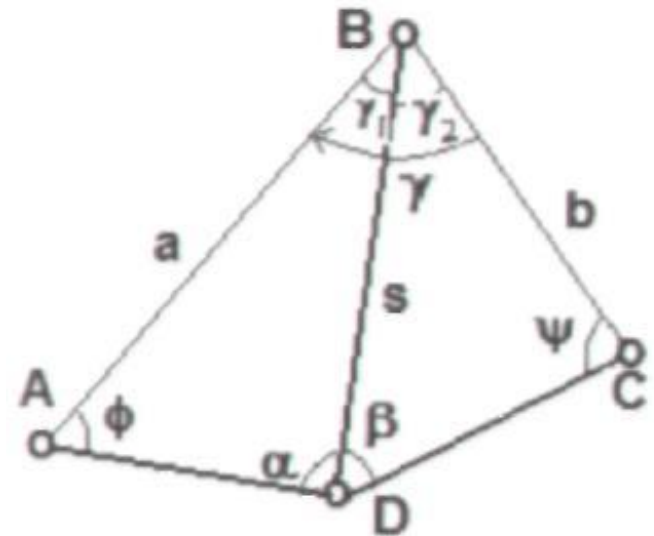
$$\overline{CD} = \frac{b * \sin \gamma_2}{\sin \beta}$$



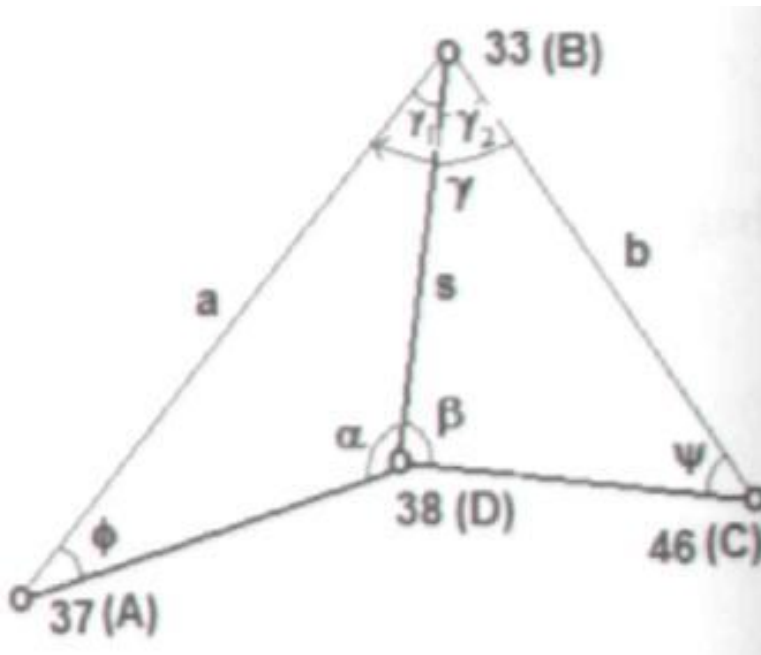
D noktasının koordinatı, koordinatları verilen üç noktadan ayrı ayrı hesaplanarak kontrollü olarak bulunur.

$$y_d = y_a + \overline{AD} * \sin(\angle AD) = y_b + \overline{BD} * \sin(\angle BD) = y_c + \overline{CD} * \sin(\angle CD)$$

$$x_d = x_a + \overline{AD} * \cos(\angle AD) = x_b + \overline{BD} * \cos(\angle BD) = x_c + \overline{CD} * \cos(\angle CD)$$



Örnek 1: Aşağıdaki verilere göre 38 nolu noktanın koordinat değerlerini Kaestner yöntemine göre hesaplayınız.



NN	Y (m)	X (m)
33	26812.24	21811.75
37	23781.33	20556.17
46	26921.61	18331.52

DN	BN	Doğrultu
38	37	0.0000 ^g
	33	134.5994
	46	268.5033

Çözüm 1:

Koordinatlara göre şekil çizildiğinde, 37 nolu nokta A, 33 nolu nokta B, 46 nolu nokta C ve koordinatı bulunacak nokta 38 ise D olarak adlandırılırsa,

$$\alpha = 134.5994^\circ,$$

$$\beta = 133.9039^\circ$$

$$\overline{AB} = a = 3280.69 \text{ m},$$

$$\overline{BC} = b = 3481.95 \text{ m}$$

$$(\text{BA}) = 274.9976^\circ,$$

$$(\text{BC}) = 198.0000^\circ$$

$$\gamma = (\text{BA}) - (\text{BC}) = 76.9976^\circ$$

$$\phi + \psi = 400^\circ - (\alpha + \beta + \gamma) = 54.4991^\circ$$

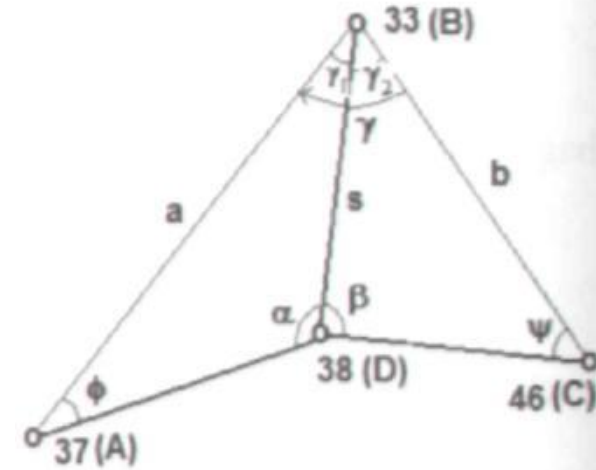
Verileri kullanılarak;

$$\cot \lambda = \frac{b \cdot \sin \alpha}{a \cdot \sin \beta \cdot \sin(\phi + \psi)} \Rightarrow \lambda = 39.56994^\circ$$

Hesaplanır. λ açısı ile;

$$\cot \psi = \frac{\sin(\phi + \psi + \lambda)}{\sin(\phi + \psi) \cdot \sin \lambda} \Rightarrow \psi = 26.4798^\circ$$

$$\phi = 400^\circ - (\alpha + \beta + \gamma + \psi) = 28.0193^\circ$$



Hesaplanır.

Semt değerleri de;

$$\gamma_1 = 37.3813^\circ \text{ ve } \gamma_2 = 39.6163^\circ, \quad \text{Açıları ile;}$$

$$(AD) = (AB) + \phi = 103.0169^\circ$$

$$(BD) = (BA) - \gamma_1 = (BC) + \gamma_2 = 237.6164^\circ$$

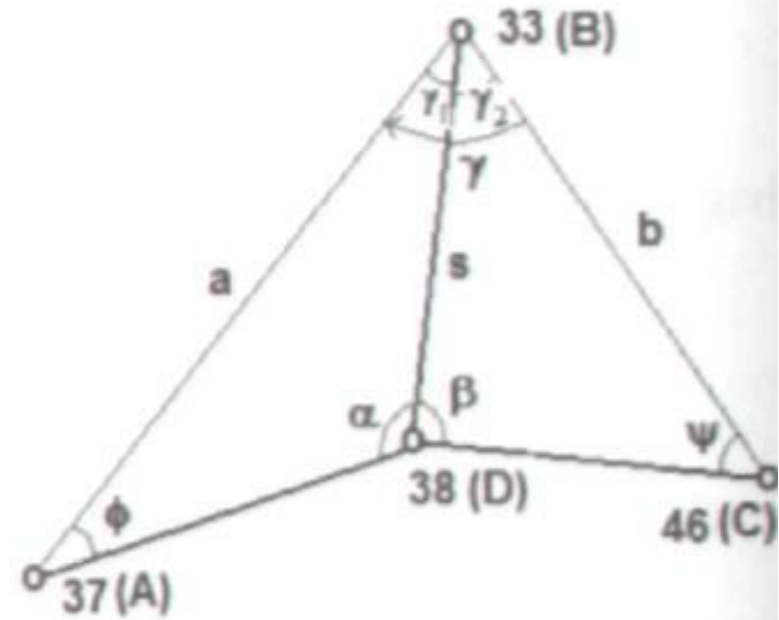
$$(CD) = (CB) - \psi = 371.5203^\circ$$

Uzunluk değerleri de;

$$\overline{AD} = \frac{a * \sin \gamma_1}{\sin \alpha} = 2123.55 \text{ m}$$

$$\overline{BD} = \frac{a * \sin \phi}{\sin \alpha} = \frac{b * \sin \psi}{\sin \beta} = 1633.05 \text{ m}$$

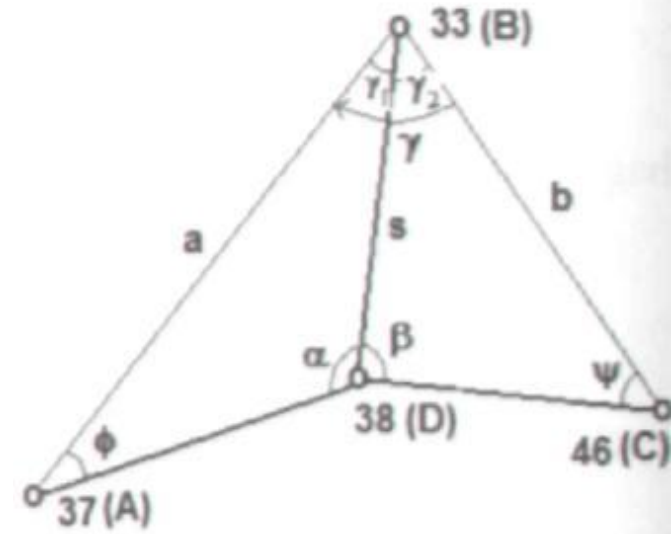
$$\overline{CD} = \frac{b * \sin \gamma_2}{\sin \beta} = 2355.88 \text{ m}$$



Son olarak D noktasının koordinatları;

$$\begin{aligned}y_d &= y_a + \overline{AD} * \sin(AD) = \\ &= y_b + \overline{BD} * \sin(BD) = \\ &= y_c + \overline{CD} * \sin(CD) = 25902.49 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x_d &= x_a + \overline{AD} * \cos(AD) = \\ &= x_b + \overline{BD} * \cos(BD) = \\ &= x_c + \overline{CD} * \cos(CD) = 20455.57 \text{ m}\end{aligned}$$



Olarak hesaplanmış olur.

HARİTA PROJeksiYONLARI

Haritacılık mesleğinin faaliyetlerinin birisi, yeryüzünün tamamının veya bir parçasının haritasını yapmaktır. Yeryuvarının şekli ne olursa olsun, harita yapılırken bu eğri yüzey üzerindeki bilgilerin bir düzlem olan haritaya geçirilmesi istenir. Eğri bir yüzeyin düzleme doğrudan açılması mümkün değildir, ancak matematik ve geometrik kurallarla yardımcı yüzeylerden yararlanılarak açılım yapılabilir. Eğri bir yüzey üzerindeki bilgilerin matematik ve geometrik kurallardan yararlanılarak harita düzlemine geçirilmesi işlemine «**HARİTA PROJeksiYONU**» adı verilir.

Harita projeksiyonunda kullanılan düzlem veya düzleme dönüşebilen koni ve silindir gibi yardımcı yüzeylere «**PROJeksiYON YÜZEYİ**» denilir.

Orijinal yüzey denilen dünya üzerinde bulunan ve harita yapımına konu olan bilgiler arasında uzunluk, yüzölçüm ve şekil yönünden bir ilişki bulunmaktadır. Bu bilgiler bir projeksiyon yüzeyine geçirildiğinde aralarında bulunan ilişkilerin orijinal yüzeydeki gibi kalması beklenemez, bazı değişme ve bozulmalar oluşur. Projeksiyonda ortaya çıkan bu değişme ve bozulmalara «**DEFORMASYON**» denilir. Projeksiyon türlerine göre deformasyonların hesaplanabilmesi mümkündür

Bir harita projeksiyonu geliştirilirken, orijinal yüzey bilgileri arasında bulunan ilişkilerden bir tanesinin projeksiyon yüzeyinde değişmemesi istenir ve matematik bağıntıları bu özelliğe göre kurulur. Eğer orijinal yüzey üzerinde belli yönlerdeki uzunluklar projeksiyon yüzeyinde de değişmiyorsa, bu projeksiyona **UZUNLUK KORUYAN** denir.

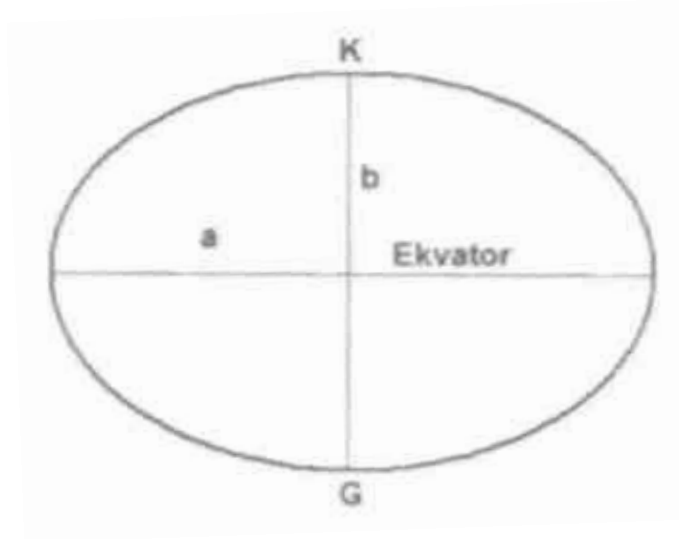
Orijinal yüzeydeki yüzölçüm değeri projeksiyonda bir değişime uğramıyorsa, bu tür projeksiyonlara **ALAN KORUYAN** adı verilir. Orijinal yüzey üzerindeki şekiller ile projeksiyon yüzeyindeki şekiller benzer ise böyle bir projeksiyona da **KONFORM** veya **AÇI KORUYAN** denilmektedir.

Harita projeksiyonları bu üç özellikten birini taşırlar. Her üç özelliği de gösteren bir harita projeksiyonu yoktur.

SINIFLANDIRMA		TÜRLER		
Yüzeyle göre	Yüzey cinsi	Düzlem	Silindir	Koni
	Yüzeyin ortak noktaları	Teğet	Kesen	Çok yüzeyle
	Yüzeyin konumu	Normal	Transversal	Eğik
Karaktere göre	Projeksiyon özelliği	Uzunluk Koruyan	Yüzölçüm koruyan	Açı koruyan
	Projeksiyon oluşumu	Geometrik	Yarı geometrik	Matematiksel

YERYUVARININ ŐEKLI

Yeryuvarının biçimini bir geometrik yüzey olarak tanımlamak mümkün değildir. Yeryuvarının kendisine özgü bu gerçek Şekli **jeoid** olarak tanımlanır. Fiziksel bir yüzey olması nedeniyle jeoid harita yapımında referans bir yüzey olarak almak olanaksızdır. Jeoid yerine, yeryuvarını en uygun biçimde temsil eden **dönel elipsoid** kullanılır. Dönel elipsoid, yarı eksenleri a ve b olan bir elipsin b kutup eksenini etrafında döndürülmesiyle oluşan geometrik bir cisimdir.



Dönel elipsoid için çok sayıda tanım olmasına karşın, 1909 yılında Hayford tarafından tanımlanan elipsoid **uluslararası elipsoid** olarak kabul edilmiş ve ülkemizde haritaların yapımında referans yüzey olarak kullanılmıştır. Bu elipsoidin **ekvator yarıçapı $a = 6378388$ m**, **kutup yarıçapı $b = 6356912$ m** ve **$f = (a - b) / a$** bağıntısı ile hesaplanan oran ise **elipsoidin basıklığı** olarak tanımlanırsa **$f = 1 / 297$** bulunur. **Ülkemizde ED50 olarak adlandırılan sistemde bu elipsoid bilgileri kullanılmaktadır.**

Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği'nin 1979 yılında benimsediği **GRS80 (Geodetic Reference System - 1980)** sisteminde ise, **$a = 6378137$ m**, **$f = 1 / 298.257222101$** değerleri kullanılır.

Yeryuvarı için yaklaşık yüzeyler; Yeryuvarının tamamının veya bir kısmının haritasının yapımı amacıyla seçilebilecek referans yüzeyinin **elipsoid** olarak alınması oldukça karmaşık hesaplamaları gerektirir. Bir ülke haritasının yapımı veya büyük ölçekli harita yapımında ise bu işlemler zorunlu olmasına karşın küçük ölçekli haritaların yapımında veya küçük alanlar gündeme geldiğinde hesaplama işlemlerinin basitliği için elipsoid yerine **küre** de alınabilir.

Yeryuvarı şeklinin küre olduğu varsayımında şu yaklaşımlar vardır. **Kürenin yarıçapı referans elipsoidinin üç ekseninin aritmetik ortalaması alındığında $R = 6371229$ m değerindedir.** Referans elipsoidinin hacmine karşılık gelen bir küre seçildiğinde ise $R = 6371221$ m bulunur. Benzer şekilde referans elipsoidinin yüzölçümüne karşılık gelen bir küre varsayımında da $R = 6371228$ m hesaplanır.

Referans elipsoidinin küre üzerine açı koruyan projeksiyonunun yapılması gündeme geldiğinde ise oluşturulan küreye **Gauss küresi** adı verilir. Gauss küresinin yarıçapı enlem değerlerine göre değişir. Harita bölgesindeki ortalama enlem değerlerine göre bulunacak R değeri tüm hesaplanmalar için uygundur. **Ülkemiz için ortalama yarıçap değeri $R = 6373394$ m şeklinde alınır.**

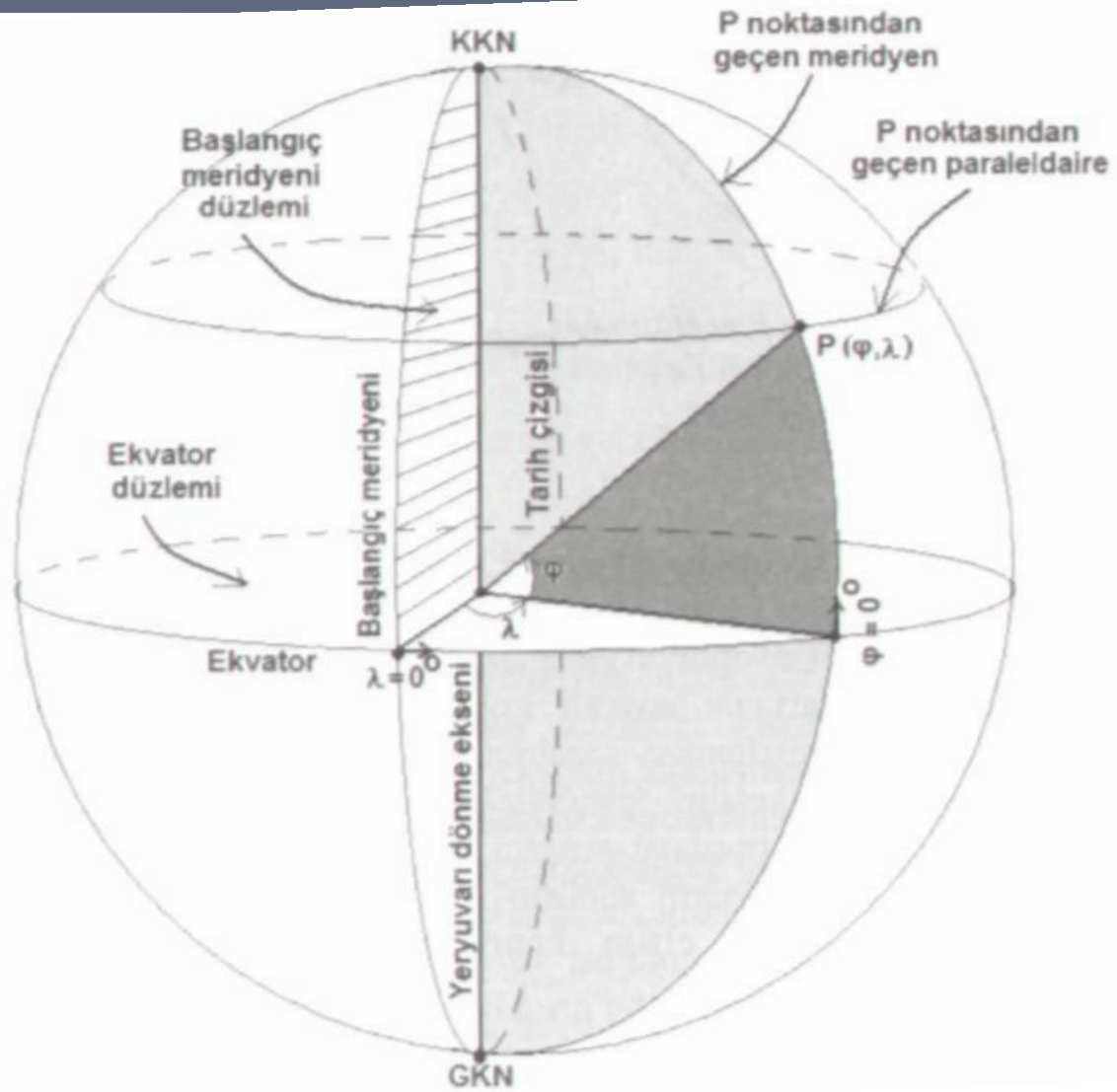
COĞRAFI KOORDİNAT SİSTEMİ

Yeryuvarı üzerindeki noktaların konumlarını belirlemek amacıyla bütün yeryuvarını saran bir koordinat ağı oluşturulmuştur. **Coğrafi koordinat ağı** denilen bu sistem paralel ve meridyenlerden oluşur. Yeryuvarını kuzey ve güney yarım küreler olmak üzere ikiye ayıran **ekvator** düzlemine paralel düzlemlerin yerküre ile arakesitleri **paralel daireleri** oluşturur. Ekvatorun kuzeyinde kalan dairelere kuzey paraleli, güneyinde kalan dairelere de güney paraleli denir. **Paralel daireler kuzey ve güneyde 90 adet olmak üzere toplam 180 adettir.**

Ekvatoru dik kesen, kutuplardan ve yerin merkezinden geçen düzlemlerin yeryuvarı ile arakesit eğrileri de **meridyen** yaylarını oluşturur. **Londra Greenwich gözlemevinde bulunan bir gök dürbününü düşey ekseninden geçtiği varsayılan meridyen başlangıç meridyenidir.** Başlangıç meridyeninin doğusunda bulunanlara doğu meridyeni, batısında bulunanlara batı meridyeni denir. **Meridyenler doğu ve batıda 180 adet olmak üzere toplam 360 adettir. 180° doğu veya batı meridyeni çakışıktır ve tarih çizgisi adını alır. Zaman değişim çizgisidir.**

Bir noktadan geçen paralel dairenin ekvatora uzaklığına, başka bir anlatımla, bir noktanın ekvatora olan uzaklığını yer merkezde gören açıya o noktanın enlemi denir. **Enlem**, o noktadan geçen meridyen düzlemi içinde ölçülür ve φ ile gösterilir.

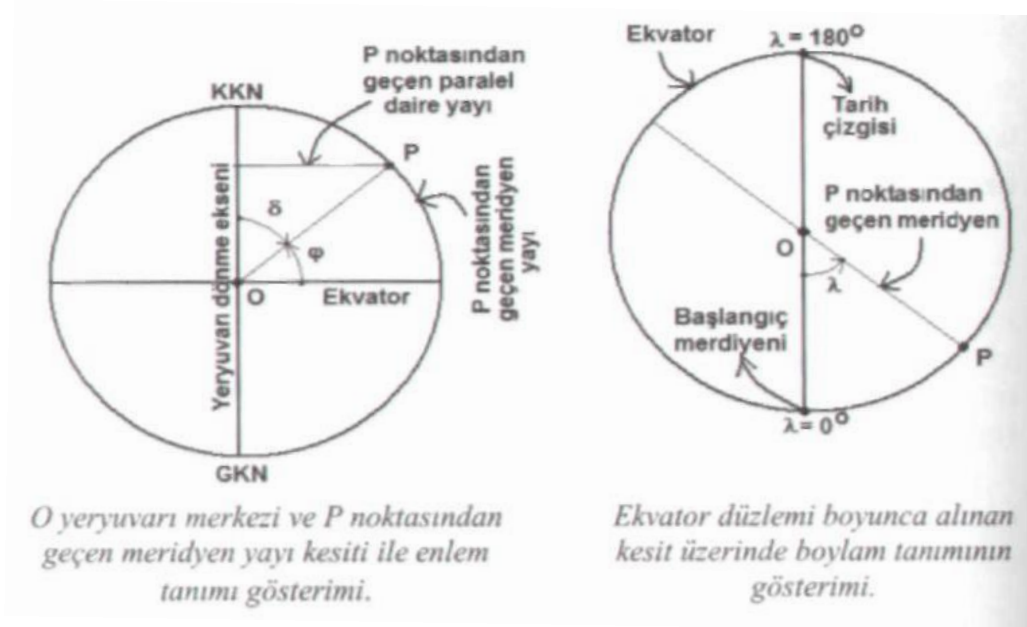
Harita projeksiyonlarında noktanın enlemi yerine enlem değerini 90° ye tamamlayan değeri de kullanılabilir. Bu değere o noktanın **kutup uzaklığı** adı verilir ve δ ile gösterilir.



PROJEKSİYON KOORDİNAT SİSTEMİ

Bir noktadan geçen meridyen düzlemi ile başlangıç meridyen düzlemi arasında kalan açığa da o noktanın boylamı denir.

Bir noktanın boylamı λ ile gösterilir, 1° aralıkla geçen meridyenler arasında zaman farkı dört dakika olduğu için bir noktanın boylamı zaman birimiyle de belirlenir. Bir P noktanın coğrafi koordinatları $P(\varphi, \lambda)$ olarak gösterilir.

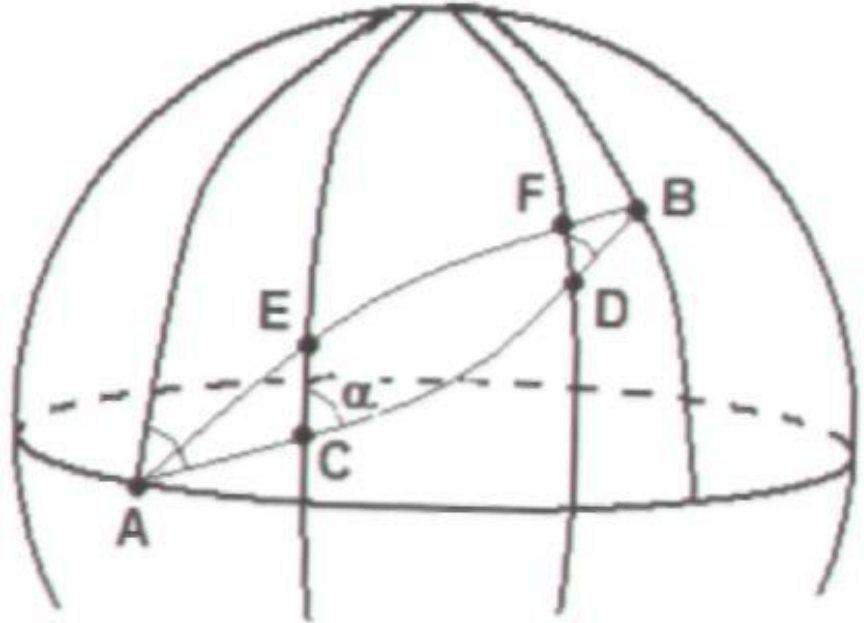


Harita projeksiyonunun genel amacı, yer yuvarı üzerindeki paralel ve meridyen yayları ile coğrafi koordinatları bilinen yeryüzündeki noktaların harita düzlemine çizilebilmesidir. Kullanılan yüzeyler ana doğrular boyunca kesilip bir düzleme dönüştürülebilirler. Harita düzleminde bir dik koordinat sistemi oluşturulur ve çizimi düşünülen bütün noktaların bu düzlem içindeki dik koordinatları hesaplanır. **Söz konusu bu hesaplanan çizim koordinatlarına harita projeksiyon koordinat sistemi** denilir.

*Dünya üzerindeki özel eğriler, coğrafi koordinatlarıyla bilinen iki nokta arasını birleştiren iki tür eğridir. Eğrilerden ilki yeryuvarının merkezinden geçen ve verilen noktaları içine alan düzlemin dünya ile arakesit eğrisidir. Bu eğri küresel trigonometride en büyük daire yayı olarak adlandırılan **ortodrom** eğrisidir. Diğer eğri, verilen iki nokta arasını birleştiren ve eğri üzerindeki her noktada kuzey açısı sabit olan **loksodrom** eğrisidir. Eğri üzerindeki her noktanın kuzeyle yaptığı açı sabit olduğu için bu eğriye **sabit pusula açısı altında gidilen yol** adını alır. Gemiler yolculuklarını loksodrom eğrisi üzerinde yaparlar.*

Çizilen şekilde A ve B noktalan arasındaki eğriler için; A, E, F ve B noktaları büyük daire yayı parçası üzerindedir ve **ortodrom** eğrisi, A, C, D ve B noktalan meridyenlerle sabit alfa açısı yapar ve **loksodrom** eğrisi tanımını içerir.

YOUTUBE!



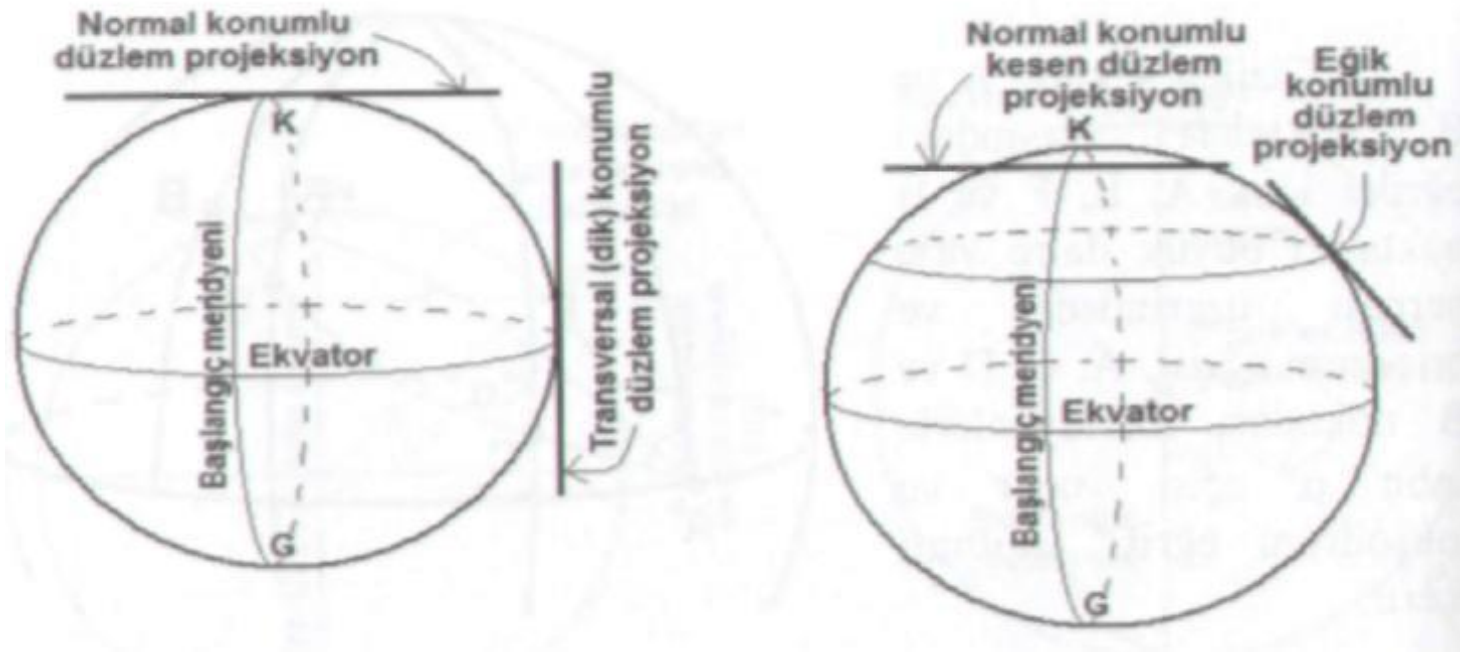
PROJEKSİYON YÜZEYLERİ

Projeksiyon yüzeyleri olarak genelde düzlem, koni ve silindir kullanılmaktadır.

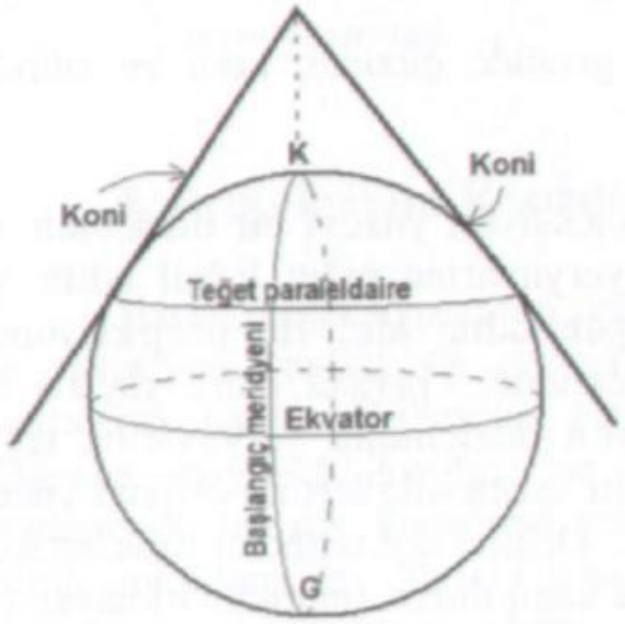
Düzlem projeksiyonlarda, projeksiyon yüzeyi bir düzlemdir ve normal konumda kutup noktasında yeryuvarına teğet kabul edilir ve **normal konumlu düzlem projeksiyon** adını alır. Bu projeksiyonda meridyen yayları kesişen doğrular şeklinde, paralel daire yayları da daireler şeklinde gösterilir.

Projeksiyon düzleminin yeryuvarına teğet olması durumunda, değme noktasındaki harita bilgileri ile orijinal yüzey bilgileri arasında bir değişim oluşmaz. Değme noktasından uzaklaştıkça bozulmalar artmaya başlar. Haritalarda kaçınılması mümkün olmayan bu bozulmalar belli bir değerden sonra haritanın kullanım amacını etkiler. Böyle bir durumda haritadaki kullanışlı bölgenin artırılması istendiğinde, projeksiyon yeryuvarına teğet yerine yeryuvarını kesecek biçimde planlanır. Bu şekli ile projeksiyon, **normal konumlu kesen düzlem projeksiyon** adını alır.

Eğik konumlu d¼zlem projeksiyonda, projeksiyon d¼zlemi yeryuvarına herhangi bir noktada teğet alınır. **Transversal (dik) konumlu d¼zlem projeksiyon**, eğik konumlunun özel durumudur. Diğer bir anlatımla, d¼zlem yeryuvarına ekvator ¼zerindeki herhangi bir noktada teğet olmaktadır. Kesen ¼zellikli projeksiyonlar eğik konum ve dik konum için de geçerlidir.

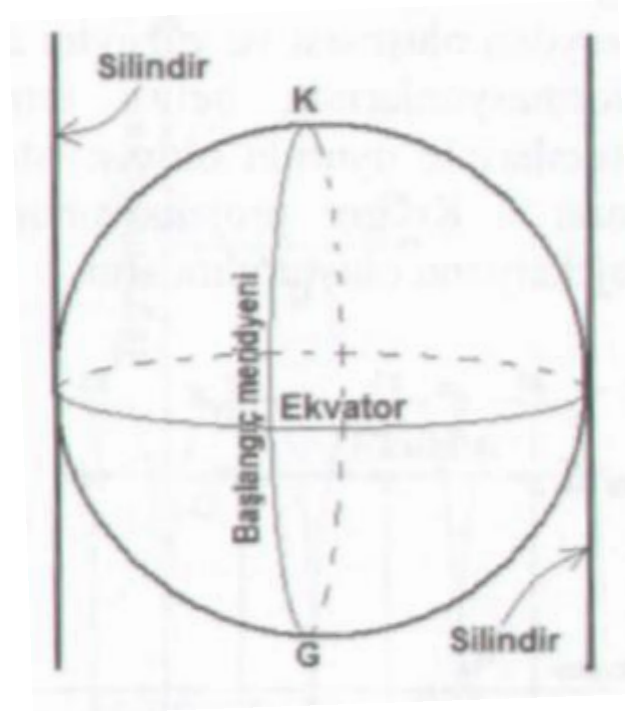


Normal konumlu konik projeksiyonlarda projeksiyon yüzeyi olan koni, yeryuvarına herhangi bir paralel daire boyunca teğettir. Koninin tepe noktası izdüşümü ile kutup noktası çakışmıştır. Koni, ana doğrultusu boyunca kesilerek düzleme açılır. **Normal konumlu kesen konik** projeksiyonlarda koni, yeryuvarını iki ayrı paralel daire boyunca keser. Kesen paralel daireler projeksiyona uzunluk koruyacak biçimde aktarılır ve kesen düzlem projeksiyonlarda olduğu gibi harita yapılacak bölge büyütülür.

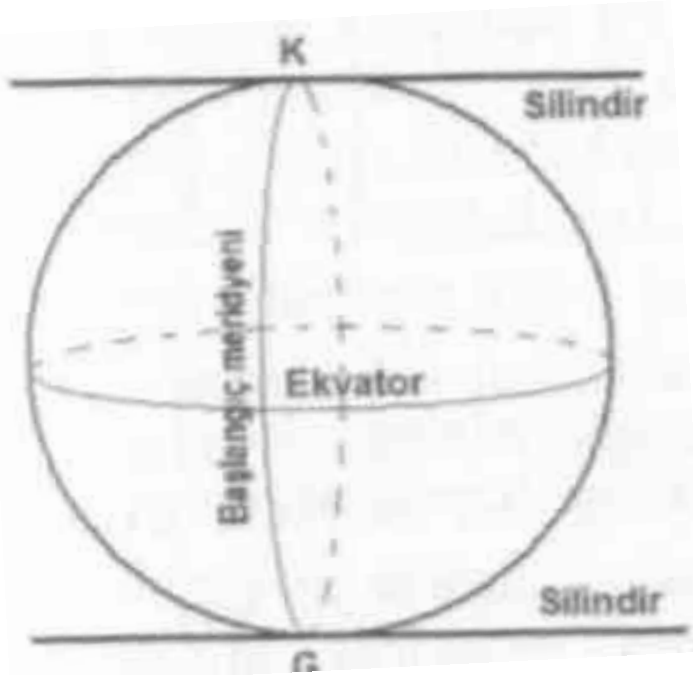


Normal konumlu silindirik projeksiyonlarda projeksiyon yüzeyi olan silindir yeryuvarına ekvator boyunca teğettir. Yeryuvarı üzerindeki paralel ve meridyen yayları silindir üzerine aktarıldıktan sonra düzleme açılması yapılarak harita düzlemi elde edilir. Silindirik projeksiyonlarda ekvator kendi uzunluğunda projeksiyon yüzeyine aktarılır. Paralel daireler de ekvator uzunluğunda ve ekvatora paralel doğrularla gösterilirler. Bu projeksiyonda meridyen yayları ekvatoru dik kesen doğrular şeklinde çizilirler. Diğer bir anlatımla meridyenler bir birine paraleldir. Bu özelliğe göre normal konumlu silindirik projeksiyonlar ancak ekvator bölgesi için uygundur.

Açı koruyan (konform) normal konumlu silindirik projeksiyon 1569 yılında, kendisine Latince Mercator adını veren Gerhard Kremer tarafından kullanılmıştır. Bu nedenle projeksiyon **Mercator projeksiyonu** adı ile bilinir. **Normal konumlu kesen silindirik projeksiyonda**, silindir yeryuvarını iki ayrı paralel daire boyunca keser. Kesen paralel daireler projeksiyona uzunlukları korunacak biçimde aktarılırlar ve harita sahası büyütülebilir.



Transversal (dik) konumlu silindirik projeksiyonlarda silindir yeryuvarına bir meridyen yayı boyunca teğettir. Teğet meridyen yayı ana dairedir ve projeksiyon düzleminde kendi uzunluğunda bir doğru parçası olarak çizilir. Teğet meridyen aynı zamanda projeksiyon dik koordinat sisteminin X eksenidir. Y eksenini herhangi bir paralel daire olabileceği gibi ekvatorda olabilir.



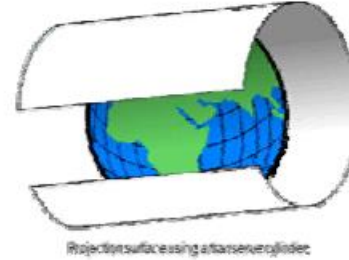
Transversal (dik) konumlu silindirik projeksiyonlarda silindir yeryuvarına bir meridyen yayı boyunca teğettir. Teğet meridyen yayı ana dairedir ve projeksiyon düzleminde kendi uzunluğunda bir doğru parçası olarak çizilir. Teğet meridyen aynı zamanda projeksiyon dik koordinat sisteminin X eksenidir. Y eksenini herhangi bir paralel daire olabileceği gibi ekvatorda olabilir.

Transversal konumlu aç koruyan silindirik projeksiyon, **Gauss -Krüger projeksiyonu** olarak tanımlanır ve büyük Ölçekli harita yapımında kullanılır. Gauss - Krüger projeksiyon sisteminde hesaplanan dik koordinatlara da **Gauss - Krüger koordinatları** adı verilir ve Y_g , X_g olarak gösterilirler.

UTM PROJEKSİYONU

UTM Projeksiyonu (Universal Transverse Mercator)

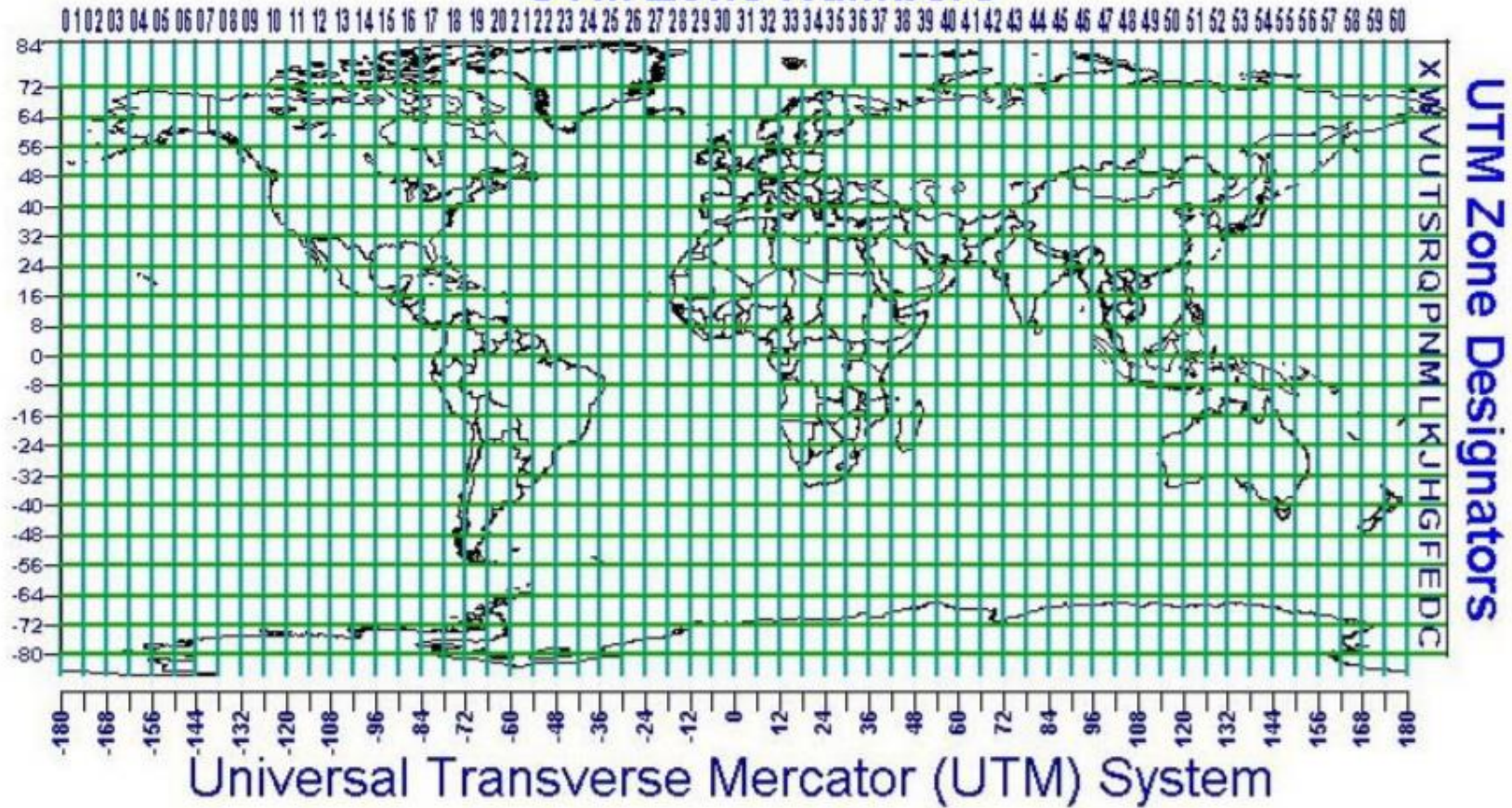
Merkator projeksiyonu kürenin, kendisine ekvatorunda teğet olan silindire izdüşümüdür. **Gauss-Kruger** projeksiyonu ise kürenin, bir başlangıç meridyenine teğet olan silindire izdüşümüdür. Bu nedenle Gauss-Kruger projeksiyonuna **Transversal (yatık eksenli) Merkator** projeksiyonu da denir. **UTM** ise American Military Services tarafından üretilmiş, TM projeksiyonunu kullanan bir projeksiyondur.



- Projeksiyonda, teğet meridyen boyunca dünya üzerindeki uzunluklar projeksiyondaki uzunluklara eşit olur. Teğet meridyenden uzaklaştıkça deformasyon artar.
- Buna göre dünya, başlangıç meridyenleri 6°'de bir değişen 60 dilime (zone) ayrılır ve referans enlemi ekvatorudur. Her dilimin enlem genişliği 84° kuzey, 80° güney enlemidir.
- Her dilimin ayrı bir koordinat sistemi vardır. Dilim orta meridyenleri X eksen, ekvator da Y eksenidir. İkisinin kesişimi başlangıç noktasıdır.
- X değerleri dünyadaki uzunluklarla aynı, Y değerleri ise dünyadakinden biraz büyüktür. Bu farkı azaltmak için X,Y değerleri $m_0 = 0,9996$ ile çarpılır.
- Y değeri başlangıç meridyeninin solunda negatif olur. Bundan kurtulmak için Y değerine 500000 eklenir.
- Bu durumda koordinatlara **Sağa** ve **Yukarı** değer denir. Uzunluk birimi metredir.

Kaynak: BÜ Jeodezi ABD

UTM Zone Numbers

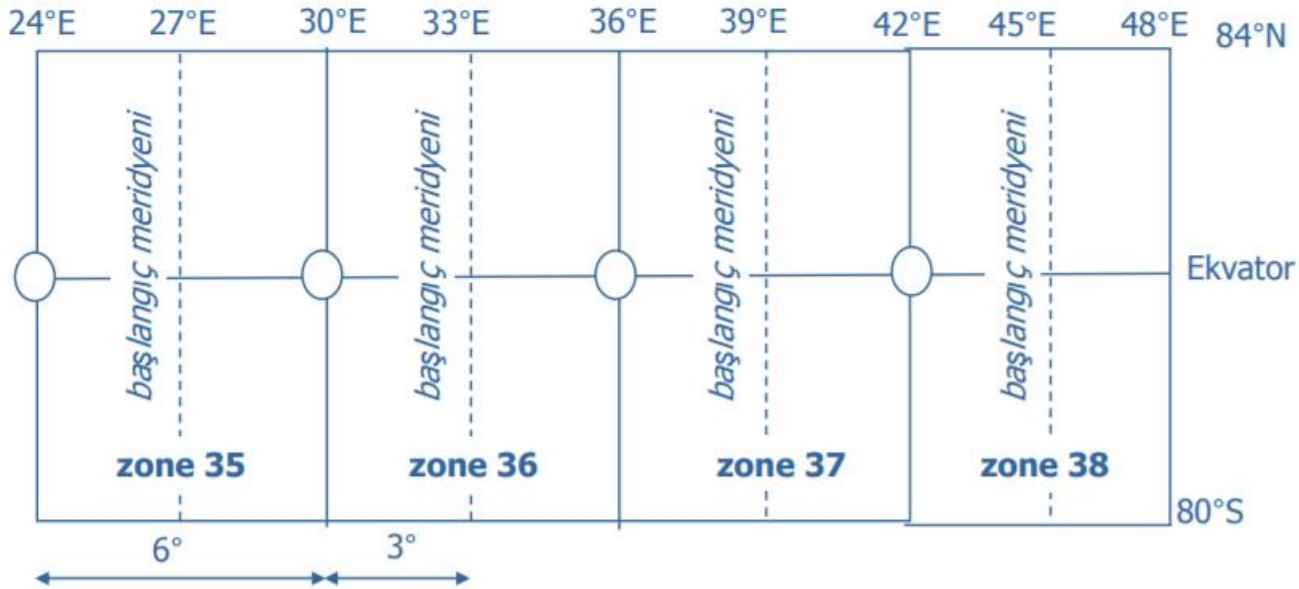


Kaynak: BÜ Jeodezi ABD

Gauss-Kruger projeksiyonu ile UTM projeksiyonu aynıdır. Gauss-Kruger projeksiyonunda başlangıç meridyenleri 6° ve 3°'de bir değiştirilir. 3°'lik dilimlerde $m_0=1$ 'dir.



Türkiye, 26°-45° doğu boylamları ve 36°-42° kuzey enlemleri arasındadır. Boylam farkı 19°'dir. Bu nedenle, 6°'lik 4 dilim (4 ayrı koordinat sistemi) ve 3°'lik 7 dilim (7 ayrı koordinat sistemi) vardır.



3°'lik dilimler için başlangıç meridyenleri: 27°, 30°, 33°, 36°, 39°, 42°, 45°

Yukarı değerler ekvatordan başladığı için 4000000m civarındadır.

Sağa değerler,

6° için: 200000-800000m arasında,

3° için: 350000-650000m arasındadır.

KOORDİNAT SİSTEMLERİ

DATUM, herhangi bir noktanın yatay ve düşey konumunu tanımlamak için başlangıç alınan referans yüzeyidir. Haritacılık açısından bakıldığında datum, yeryuvarının şeklini ve boyutunu tanımlayan bir referans sistemidir. Koordinatlar için referans alınan başlangıç yüzeyi **yatay datumu**, yükseklikler için referans alınan başlangıç yüzeyi **düşey datumu** gösterir.

Bir datum; elipsoidi, enlem ve boylam bilgileri ve fiziksel bir başlangıç noktası ile tanımlanır. **Datum parametreleri, referans elipsoidi, başlangıç noktasının koordinatları ve dönüklükler olarak tanımlanmaktadır.**

Harita çalışmalarının en önemli amaçlarından birisi de yeryüzündeki noktaların üç boyutlu konumlarının belirlenmesidir. Söz konusu nokta konumları belirli bir koordinat sistemine dayalı olarak tanımlanmaktadır. Bir temel ağı noktalarının mutlak veya bağıl yerleştirme ve yöneltimini belirleyen parametreler grubuna **HARİTA DATUMU** denir.

Yeryüzünün tümünün veya bir parçasının fiziksel şeklini belirlemek için, önceden tanımlanmış bir koordinat sisteminde koordinatı bilinen noktalara gerek vardır. Temel ağ noktası denilen bu noktaların konumları, yatay ve düşey konumun bir arada ele alındığı üç boyutta belirlenebileceği gibi, yatay ve düşey konum ayrı ayrı ele alınarak iki boyutta da belirlenebilir. Bu durumda, yatay ve düşey konuma esas olacak bir yüzey seçmek gerekir.

KOORDİNATLAR, bir noktanın belirli bir referans sisteminde konumunu tanımlayan doğrusal ve açısal büyüklüklere dir. Bir koordinat sistemini tanımlamak için başlangıç noktasının, dönüklüğünün ve biriminin tanımlaması gerekir.

Bu bilgilere göre harita çalışmalarında yalnızca yüksekliklerin kullanıldığı bir sistemde düşey datum için bir referans başlangıç yüzeyi bilgisi yeterlidir. İki boyutlu yatay kontrol noktaları için ise bir başlangıç noktasına, sistemin dönüklük bilgisine ve bir birim bilgisine gereksinim vardır. Birim bilgisi mesleğimizde uzunluk anlamında metredir ve ölçek parametresi olarak bilinir.

KONUM	AĞ TÜRÜ	DATUM SAYISI	DATUM ELEMANLARI
H	Nivelman	1	H_0 Düşey Öteleme
Y, X	Nirengi	4	Y_0 Y Ötelemesi X_0 X Ötelemesi q Ölçek Faktörü ε Ağın Dönüklüğü
Y, X, H	Üç Boyutlu Konum	7	Y_0 Y Ötelemesi X_0 X Ötelemesi H_0 Düşey Öteleme q Ölçek Faktörü dx X Eksen Dönüklüğü dy Y Eksen Dönüklüğü dz Z Eksen Dönüklüğü
Y, X, H, t	TUTGA	Noktaların Zamana Bağlı Değişimleri Söz Konusu Olduğundan t parametresi bu özelliklerde etkindir.	

KOORDİNAT DÖNÜŞÜMLERİ

Koordinat sistemleri arasındaki ilişkiler datum bilgileri ile gerçekleştirilir. Diğer bir anlatımla, iki farklı datumdaki koordinat sistemleri arasındaki **dönüşüm işlemleri datum bilgileri ile sağlanır.**

Bu bilgilerden hareketle farklı özelliğe sahip koordinat sistemleri arasında dönüşüm sağlanabilmesi için ya doğrudan datum bilgilerine ihtiyaç vardır ya da datum bilgileri **ortak bilgilerden** hesaplanır.

Datum bilgilerinin hesaplanması için her iki koordinat sisteminde en az datum bilgisi sayısı kadar ortak değere gereksinim vardır. Örneğin nivelman noktaları için en az bir ortak nokta, iki boyutlu nirengi ağları için en az iki ortak nokta bilgisi gereklidir. Datum sayısından daha fazla bilgi verildiğinde ise uygun çözüm dengeleme hesabıyla yapılır.

Örnek: Harita çalışması yapılan bir alanda İller Bankası (İB) ve Harita Genel Komutanlığı (HGK) tarafından tesis edilmiş nivelman noktaları bulunmaktadır. Harita yaptıran kurum HGK yükseklik bilgilerini kendi ölçülerinin hesabında kullanmak isterse, ilgili yükseklik değerlerini hesaplayınız.

NN	İB - H (m)	HGK-H(m)	NOT
Rs1	197.414	?	
Rs7	223.473	?	
Rs14	247.870	247.565	Ortak nokta
Rs20	194.000	?	
Rs71	167.810	?	

Nivelman verileri bir boyutlu olduğundan iki sistem arasında yalnızca bir adet öteleme elemanı vardır. Ortak nokta bilgilerinden yararlanarak:

$$H_0 = H_{14}^{HGK} - H_{14}^{İB} = -0.305 \text{ m}$$

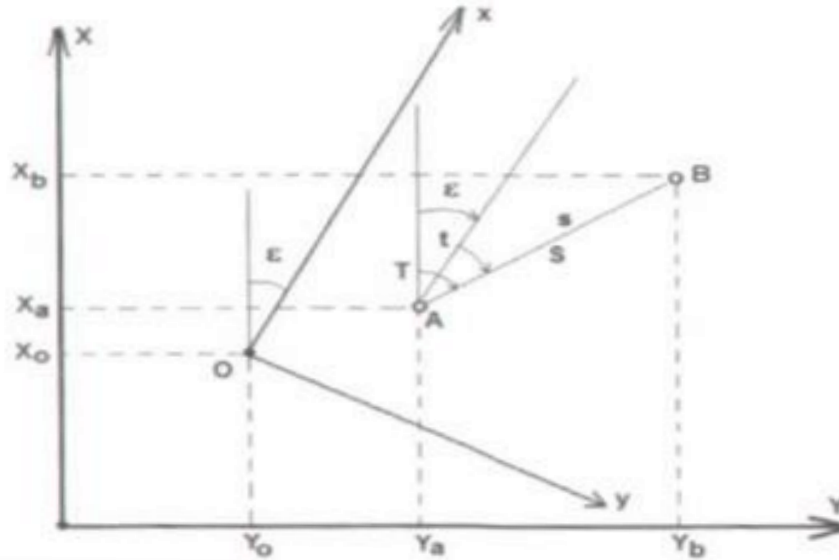
$$H_1^{HGK} = H_1^{İB} + H_0$$

ile yeni yükseklikler aşağıdaki gibidir.

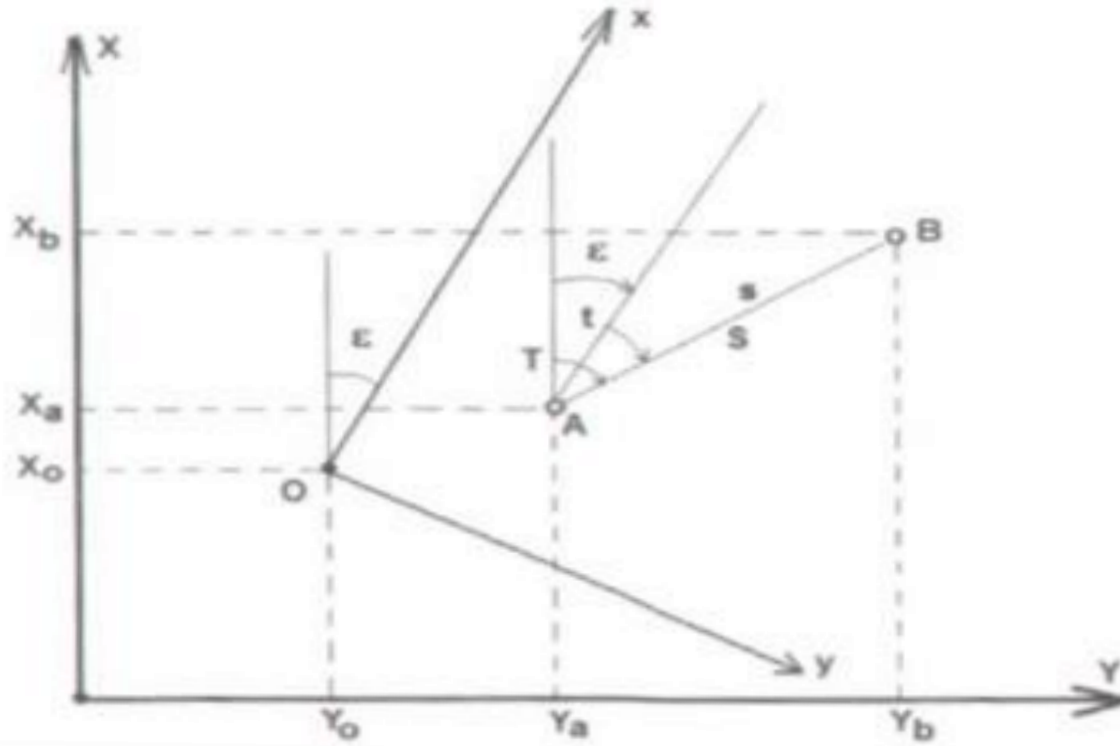
NN	HGK - H (m)	NN	HGK - H (m)
Rs1	197.109	Rs20	193.695
Rs7	223.168	Rs71	167.505

İKİ BOYUTLU SİSTEMLERDE DÖNÜŞÜM

(Y, X) verilen eski koordinat sistemi, (y, x) dönüşüm yapılacak koordinat sistemi olarak tanımlanırsa, iki sistem arasındaki dönüşüm işlemleri şu şekildedir.



Her iki koordinat sistemindeki iki nokta arasındaki uzaklık farklı ise ölçek değişikliği vardır. İdentik nokta olarak adlandırılan A ve B noktaları arasındaki uzaklık; (Y,X) sistemindeki uzaklık değeri S, (y, x) sistemindeki uzaklık değeri s olarak bulunduğunda,



$$q = \frac{S}{s}$$

değerine ölçek faktörü denir. Benzer şekilde A ve B noktaları arasındaki semtler (Y, X) sistemindeki semt değeri T, (y, x) sistemindeki semt değeri t olarak bulunduğunda iki eksen arasındaki **dönüklük açısı**;

$$\varepsilon = T - t \quad \text{biçiminde hesaplanır.}$$

Örnek: Harita çalışması yapılan bir bölgede A ve B noktalarının İller Bankası (y, x) ve Harita Genel Komutanlığı (Y, X) tarafından oluşturulan sistemlerdeki koordinat değerleri aşağıda verilmiştir. İki sistem arasındaki ölçek ve dönüklük açısı değerini bulunuz.

NN	y(m)	x(m)	Y(m)	X(m)
A	5038.73	1635.56	425289.38	4414754.71
B	5299.57	1663.53	425159.74	4414526.70
		s = 262.3353 m		S = 262.28818...m
		t = 93.1995 ^g		T = 232.9126 ^g

Ölçek ve dönüklük değerleri;

$$q = S / s = 0.999820$$

$$\varepsilon = T - t = 139.7131^g$$

olarak bulunur. Ölçek faktörü hesabında uzaklıkların hesap makinesi belleğinde tutulması ve q değerinin en az altı anlamlı basamak hesaplanması gerekir.

Her iki sistemde koordinatları verilen A ve B noktalarından yararlanarak, iki sistem arasındaki dönüşüm bağıntıları şu şekilde yazılır.

$$a = \frac{(Y_b - Y_a) * (x_b - x_a) - (X_b - X_a) * (y_b - y_a)}{s^2}$$

$$b = \frac{(X_b - X_a) * (x_b - x_a) + (Y_b - Y_a) * (y_b - y_a)}{s^2}$$

katsayıları kullanılarak ölçek faktörü;

$$q = \frac{S}{s} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

dönüklük açısı;

$$\varepsilon = T - t = \tan^{-1} \left(\frac{a}{b} \right)$$

biçiminde hesaplanır. İki sistem arasındaki ötelenme, diğer bir anlatımla Y_0 ve X_0 başlangıç noktasının koordinatları.

$$Y_0 = Y_a - a * x_a - b * y_a$$

$$X_0 = X_a - b * x_a + a * y_a$$

olarak bulunur.

Bu bilgilerle her hangi bir P_i noktasının $(y, x)_i$ değerlerinden $(Y, X)_i$ değerine dönüşümü,

Örnek. Aşağıda A ve B noktalarının koordinatları her ik sistemde verildiğine göre (y, x) sisteminde koordinatlar verilen 11, 12, 13 nolu noktaların (Y, X) sistemindek koordinatlarını bulunuz.

bağıntılarıyla gerçekleştirilir.

$$Y_i = Y_0 + a * x_i + b * y_i$$

$$X_i = X_0 + b * x_i - a * y_i$$

NN	y(m)	x(m)	Y(m)	X(m)
A	5038.73	1635.56	25289.38	14754.71
B	5299.57	1663.53	25159.74	14526.70
11	5094.02	1642.80	?	?
12	5136.98	1644.79	?	?
13	5214.76	1633.53	?	?

A ve B noktalarının koordinat değerlerinden yararlanarak;

$$s = 262.3353322 \text{ m}$$

Yukarıdaki bağıntılar kullanılarak;

$$a = 0.811512; \quad b = -0.584028$$

$$a = \frac{(Y_b - Y_a) * (x_b - x_a) - (X_b - X_a) * (y_b - y_a)}{s^2}$$

$$b = \frac{(X_b - X_a) * (x_b - x_a) + (Y_b - Y_a) * (y_b - y_a)}{s^2}$$

ölçek, dönüklük ve ötelenme elemanları;

$$q = \sqrt{a^2 + b^2} = 1.000179$$

$$\varepsilon = \tan^{-1}\left(\frac{a}{b}\right) = 139.7131^\circ$$

$$Y_o = 26904.87 \text{ m}$$

$$X_o = 19798.91 \text{ m}$$

$$Y_o = Y_a - a * x_a - b * y_a$$

$$X_o = X_a - b * x_a + a * y_a$$

biçiminde hesaplanır. Dönüşüm işlemleri ise;

NN	y(m)	x(m)	Y(m)	X(m)
A	5038.73	1635.56	25289.38	14754.71
B	5299.57	1663.53	25159.74	14526.70
11	5094.02	1642.80	?	?
12	5136.98	1644.79	?	?
13	5214.76	1633.53	?	?

$$Y_i = Y_o + a * x_i + b * y_i$$

$$Y_{11} = Y_o + a * x_{11} + b * y_{11} = 25262.96 \text{ m}$$

$$Y_{12} = Y_o + a * x_{12} + b * y_{12} = 25239.49 \text{ m}$$

$$Y_{13} = Y_o + a * x_{13} + b * y_{13} = 25184.92 \text{ m}$$

$$X_i = X_o + b * x_i - a * y_i$$

$$X_{11} = X_o + b * x_{11} - a * y_{11} = 14705.61 \text{ m}$$

$$X_{12} = X_o + b * x_{12} - a * y_{12} = 14669.59 \text{ m}$$

$$X_{13} = X_o + b * x_{13} - a * y_{13} = 14613.04 \text{ m}$$

bağıntılarıyla hesapları yapılır.

NN	y(m)	x(m)	Y(m)	X(m)
A	5038.73	1635.56	25289.38	14754.71
B	5299.57	1663.53	25159.74	14526.70
11	5094.02	1642.80	?	?
12	5136.98	1644.79	?	?
13	5214.76	1633.53	?	?

İKİ BOYUTLU DÖNÜŞÜMÜN HARİTACILIK UYGULAMALARI

İki boyutlu koordinat dönüşümleri mesleğimizde birçok uygulamaları bulunmaktadır. Öncelikle iki farklı datum bilgisi içeren farklı harita sistemleri arasındaki koordinat dönüşümlerinde kullanılır. Bu uygulama **Helmert koordinat dönüşümü** veya **benzerlik dönüşümü** adıyla da bilinmektedir. Ayrıca ölçek ve dönüklük dışında başka etkenler de bulunmak istenirse afin dönüşümü ya da en genel şekliyle projektif dönüşüm kullanılabilir. İki boyutlu dönüşümde iki noktanın ortak bilgisi yeterlidir. Daha fazla sayıda ortak nokta bilgisi bulunuyorsa işlemler dengelemeli olarak yapılır.

Benzerlik dönüşümü, açı koruyan olması sebebiyle, dönüşümden sonraki geometrik şekiller, dönüşümden önceki şekle benzerdir. Kadastro parsellerinin diğer bir sisteme dönüştürülmesi gerektiğinde, açı koruyan özelliği nedeniyle benzerlik dönüşümü kullanılması uygun olmaktadır. Benzerlik dönüşümünde dönüşümden önceki şekil bir kare ise dönüşümden sonra da bir karedir. Sadece ölçeği veya dönüklüğü değişebilir. Dengelemeli benzerlik dönüşümü yapılabilmesi için gereken en az ortak nokta sayısı üçtür.

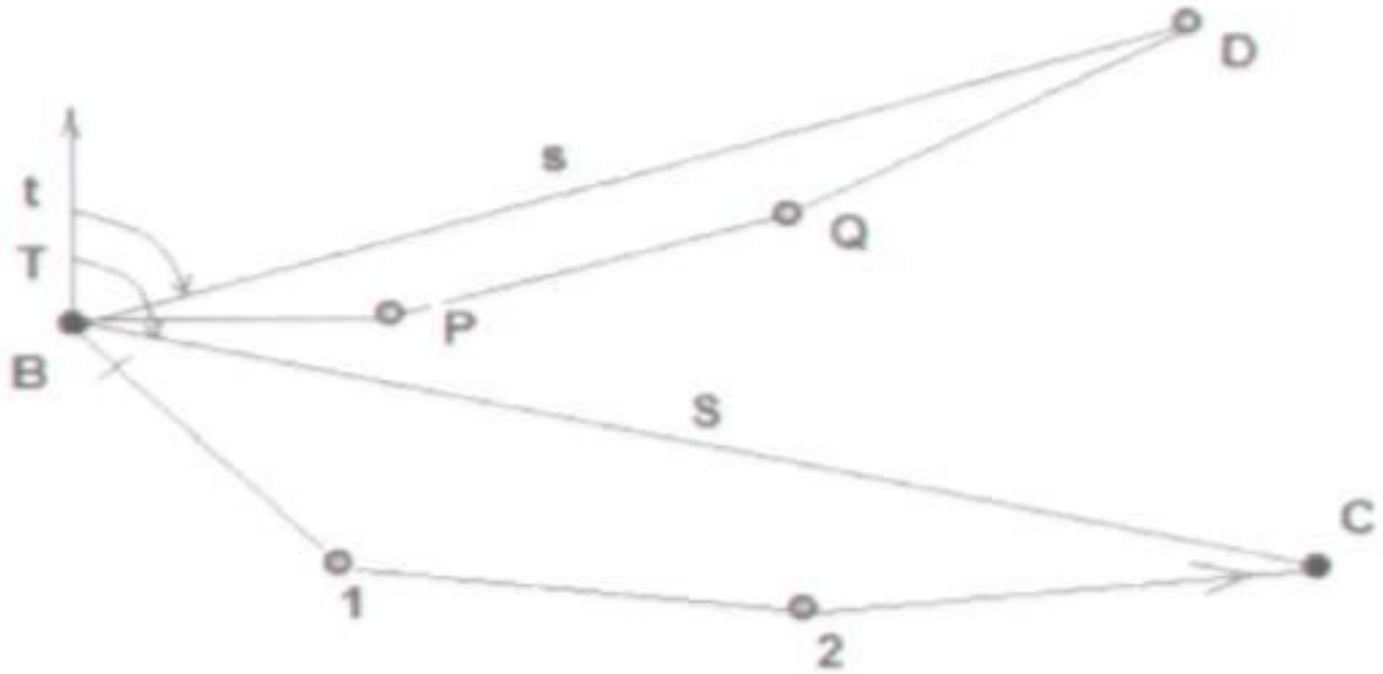
Afin dönüşümü, X ve Y eksenleri yönünde farklı ölçek ve dönüklük parametreleri olması sebebiyle açı koruma özelliğine sahip değildir. Dönüşümden sonraki şekil dönüşümden önceki şekle benzemez. Afin dönüşümü özellikle eksen deformasyonları olduğu bilinen kartografya uygulamalarında kullanım alanı bulmaktadır.

Deforme olmuş paftaların sayısallaştırılmaları sırasında afin dönüşümü uygun bir çözüm sağlayabilmektedir. Dengelemeli afin dönüşümü yapılabilmesi için gereken en az ortak nokta sayısı dördtür.

Projektif dönüşüm en genel dönüşüm modelini içermektedir. Özellikle koordinat düzlemlerinin birbirlerine paralel olmadığı bilinen fotogrametri uygulamalarında kullanım alanı bulmaktadır. Farklı izdüşümlü düzlemlerinin birbirlerine paralel olmadığı düşünüldüğünde, izdüşümlü sistemleri farklı olan koordinat sistemlerinin dönüşümlerinde de kullanılabilir. Projektif dönüşüm yineleme sonucunda önceden hesaplanan yaklaşık değerler yardımıyla yapılabilir. Bu da hesap yükünü önemli ölçüde artırmaktadır. Dengelemeli projektif dönüşüm yapılabilmesi için gereken en az ortak nokta sayısı beştir.

Dönüşüm seçiminde şu faktörler söz konusudur. **Teorik gerçekler, ortak nokta sayısı, ortak noktaların dağılımı ve hataları küçültme isteğidir.** İki ayrı nokta kümesi arasında hangi geometrik değişmezler, ya da deformasyonlar söz konusu ise ona uygun bir dönüşüm **seçmek gerekir.** Eksen sistemleri arasındaki durumlar ile de bir karar verilebilir. Ortak nokta sayısı, doğal olarak, seçilen dönüşüm için gerekli sayıda olmalıdır. Dengeleme modelinde ortak nokta sayısı serbestlik derecesini arttıracığından seçilecek dönüşüm için önemli bir ölçüttür.

Dönüşüm işlemleri, **başlangıç ve sonunda semt bağlantıları bulunmayan dayalı poligon** geçkilerindeki nokta koordinatlarının bulunmasında kullanılır. Bu problemin en genel çözümü şöyledir.



Şekildeki poligon, B noktasından başlayarak, 1 ve 2 nolu noktalardan sonra C noktasında sonlanıyorsa, (B1) semti yaklaşık bir değerle, örneğin (B1) = 0^g. (B1) = 110^g veya (B1) = 200^g seçilerek geçki açık poligon biçiminde hesaplanır. 1 yerine P, 2 yerine Q ve C yerine D noktasının geçici koordinatları bulunur. Bu koordinatlarla;

$$q = \frac{BC}{BD}$$

ölçek düzeltmesi hesaplanır ve geçkinin tüm kenar uzunlukları bu değerle çarpılarak düzeltilir. Başlangıç için gerekli semt değeri, ilk alınan yaklaşık (B1) semt değeriyle aşağıda verilen bağıntıyla hesaplanır.

$$(B1) = (B1) + \{(BC) - (BD)\}$$

Yeni semt değeri ve düzeltilen uzunluklarla, B noktasından başlayarak yine açık geçki şeklinde biçiminde hesap yapılır ve C noktasının koordinat değerine ulaşılır.

Anlatılan bu hesaplama işlemi, dönüşüm hesabı kullanılarak da yapılabilir. İlk açık poligon işleminde bulunan geçici koordinatlar (y, x) ile B ve C noktasının verilen koordinat bilgilerinden yararlanılarak dönüşüm katsayıları hesaplanır. Verilen bağıntılarla da poligon noktaları 1 ve 2 nolu noktaların koordinatları hesaplanır.

Üç Boyutlu Koordinat Sistemleri

Bir koordinat sistemini tanımlamak için başlangıç noktasının yeri ve koordinat eksenlerinin yönleri belirlenmelidir. Bir nokta uzayda herhangi bir koordinat sistemindeki koordinatları ile belirlenir. Koordinat sistemleri genel olarak dik koordinat sistemi ve kutupsal koordinat sistemi olmak üzere iki özelliğindedir. Uzayda bir noktanın yeri dik koordinatlarla gösterilebileceği gibi kutupsal koordinatlarla da gösterilebilir. Ancak bir noktanın koordinat değerleri bu sistemlerden birinde verilirse, aynı noktanın diğer sistemdeki değerleri hesaplanabilir.

Dünyanın uzayda farklı iki periyodik hareketi vardır, birincisi kendi ekseninde etrafında dönmesi, ikincisi güneşin etrafında dolaşmasıdır. Ayrıca doğal bir uydu olan Ay ve çok sayıda yapay uydunun dünya etrafındaki yörüngesel hareketleri de üçüncü tür periyodik hareketlerdir. Koordinat ve zaman sistemlerini tanımlamak için bu periyodik hareketler dikkate alınmaktadır.

Dünya sabit bir eksen etrafında dönmediği, dönme eksenini sürekli değiştirdiği için kutup noktaları da katı yeryuvarına göre sürekli yer değiştirir. Bu olay **kutup hareketi** veya **kutup** gezinmesi olarak adlandırılır. Değişmez bir yeryuvarı için sabit koordinat sisteminin yani **Konvansiyonel Yersel** Sistemin tanımlanabilmesi için değişmez bir kutup noktasına gereksinim vardır. Bu **ortalama yersel kutup** ve ekvator üzerinde bir sıfır boylamı yardımı ile Konvansiyonel Yersel Sistem, diğer adıyla Ortalama Dünya Dik Koordinat Sistemi tanımlanır.

Haritacılık problemlerin çözülebilmesi için, problemlerin yapılarına uygun olan çok çeşitli koordinat sistemleri kullanılır. Temel koordinat sistemleri birçok tanıma göre üç ana grupta toplanabilir. Bunlar yersel, göksel ve yörüngesel koordinat sistemleridir.

Yersel koordinat sistemleri dünyaya göre sabittir ve dünya ile birlikte hareket ederler. Bu sistemler, yeryüzü üzerindeki noktaların koordinatlarını belirlemek için kullanılırlar. Yer merkezli (jeosentrik) sistem ve nokta merkezli (toposentrik) sistem olarak adlandırılan iki çeşit yersel sistem vardır.

Göksel koordinat sistemleri Güneş ve yıldızlar gibi **gök** cisimlerinin koordinatlarını belirlemek için kullanılır. Ekliptik, jektasansiyon, saat açısı ve ufuk sistemi gibi adlarla tanımlanan **çeşitli** göksel.koordinat sistemleri vardır.

Yörüngesel sistem, dünya etraftaki yörüngede olan uyduların koordinatlarını belirlemek için kullanılır,

Bazı kaynaklar işe yukarıda sayılan sistemlere ek olarak güneş merkezli koordinat sistemi (**helyosentrik**), bir grup gök cisminin ağırlık merkezi başlangıç kabul edilen koordinat sistemi (**barisentrik**), Samanyolu sistemi merkezli koordinat sistemi (**glaktosentrik**) gibi astronomide kullanılan üç boyutlu sistemlerde bulunmaktadır.

YERSEL KOORDİNAT SİSTEMLERİ

Haritacılıkta kullanılan, üç boyutlu koordinat sistemleri yersel koordinat sistemleridir. Bunlar; **yer merkezli sistemler** ve **nokta merkezli sistemler** olarak iki ana grupta incelenebilir. Ayrıca yersel koordinat sistemleri, gözleme ve ölçmelerin dayandığı **doğal sistemler**, hesapların dayandığı **referans sistemler** olarak da ikiye ayrılabilirler

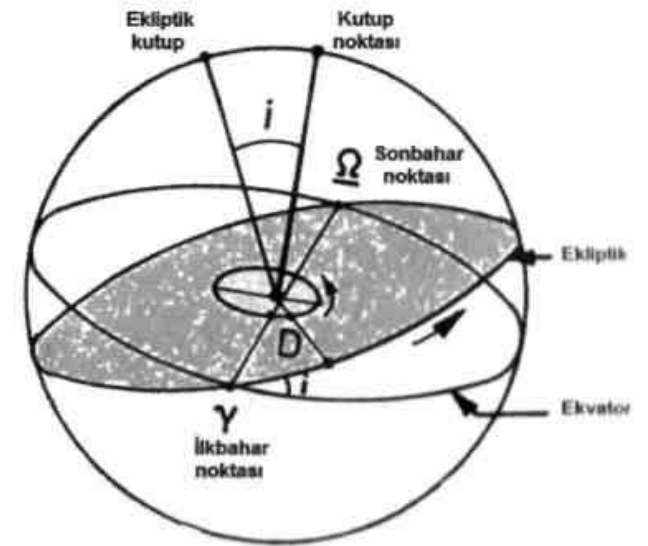
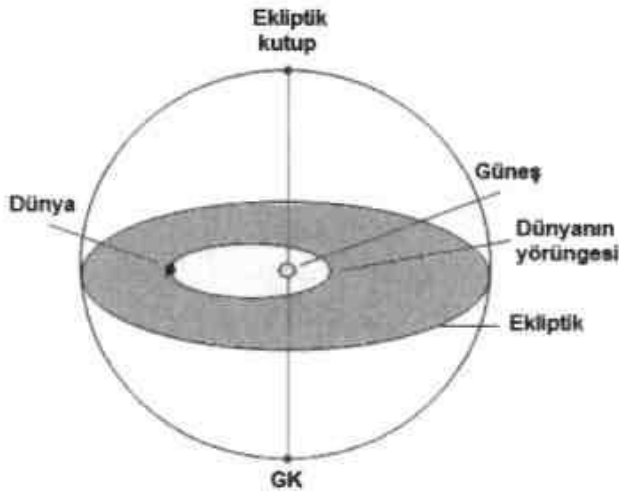
Yersel koordinat sistemleri yeryüzü üzerindeki konumların ve hareketlerin belirlenmesi için kullanılan koordinat sistemleridir ve genelde coğrafik koordinat sistemleri olarak adlandırılırlar. Konumlar **kutupsal** veya **dik koordinatlarla** belirlenebilir.

Dik koordinat sistemi, birbirine dik üç eksenle oluşur. Diğer bir anlatımla, üç eksenle ikisinin oluşturduğu düzlem üçüncü eksene diktir. Üç boyutlu koordinat sisteminde bir nokta üç elemanla tanımlanır. Her nokta için tanımlanan konum vektörünün birinci, ikinci ve üçüncü elemanları sırasıyla birinci eksen, ikinci eksen ve üçüncü eksene göre eksenler sırasıyla X, Y, Z ile gösterilebilir ve tanımlanabilir.

GÖK KOORDINAT SİSTEMLERİ

Güneş, gezegenleri ile birlikte güneş sistemini oluşturur. Gezegenler ve güneş ortak bir çekim merkezi etrafında dolanırlar. Ancak bu çekim merkezi güneşin merkezine çok yakın olduğu için gezegenlerin güneş etrafında dolandıkları söylenebilir.

Dünya güneş etrafında dolanımında bir düzlem içinde kalmaktadır. Bu düzleme **ekliptik (tutulma) düzlemi** denir. Bu düzlemin sonsuz yarıçaplı olduğu varsayılan **gök küresi** ile arakesiti **ekliptik dairesi** adını alır. Ekliptik dairesine merkezden çizilen dikin gök küresini deldiği noktaları ekliptik dairesinin kutuplarıdır.



Dünya için olduğu gibi güneş sistemindeki diğer **gezegenler ve bu gezegenlerin** uyduları da genel ilkeye göre dolanımlarında bir elips şekli çizerler. Yörünge elipsi denilen bu elipsin a büyük yarıçapı ve basıklık değeri elipsin geometrik şeklini tanımlar. Ancak bir gezegen veya uydunun hareketini izleyebilmek için, yörünge elipsinin büyüklüğünün bilinmesi ve uzaydaki konumunun da bir koordinat sisteminde tanımlanması gerekir. Ayrıca gezegenin, verilen bir zamanda yörüngesindeki yerinin bilinmesi de önemlidir.

Bir gezegen yörüngesinin uzaydaki konumu dünyanın yörüngesine, diğer bir anlatımla ekliptik sisteme göre tanımlanır. Ekvatorla ekliptik, gök küresinde iki noktada kesişirler ve birbirleri ile i açısı yaparlar, bu açı ekliptik eğimi adını alır. Bu durum dünya ekseninin yörünge düzlemine dik olmamasının bir sonucudur. Ekvatorla ekliptiğin kesişme noktalarına **ilkbahar noktası** ve **sonbahar noktası** denir.

Uluslararası göksel referans sistemi (ICRS); Uzayda yeryuvarının hareketlerini ve ayrıca yapay uydular da sistemin içinde olmak üzere tüm gök cisimlerinin konumlarını tanımlar. Sistem, uluslararası atomik zamana göre tanımlıdır ve zaman 2000.0 tarihinde başlatılmıştır. Başlangıç noktası, Güneşin ağırlık merkezidir, diğer bir anlatımla barisentrik bir sistemdir. Koordinat eksenleri göksel referans kutbu ve göksel referans ekvatorial içerisindedir. Uluslararası göksel referans sistemi ile oluşturulan **uluslararası göksel referans koordinatları (ICRF)** adını alır.