

Prof . Dr. Emine TANIR KAYIKÇI



(Jeodezik Datum, Türkiye Ulusal Jeodezik Datumu)

JEODEZİK DATUM

Datum, Yer'in şeklini ve boyutunu tanımlayan bir referans sistemidir.

Yatay datum (elipsoid): Koordinatlar için referans alınan başlangıç yüzeyi

Düşey datum (Jeoid): Yükseklikler için referans alınan başlangıç yüzeyi

Jeodezik Datum, herhangi bir noktanın yatay ve düşey konumunu tanımlamak için başlangıç alınan referans yüzeyidir ve yer ile referans sistemi arasındaki ilişkiyi kurar. Jeodezik datum ile konum, yükseklik ve referans yüzeyinin tanımı verilmiş olur.

Bir haritadaki objeler aynı datumlu olmalı ve aynı referans sisteminde tanımlı olmalıdır.

Bunlar verilmemişse, farklı türde problemlerle karşılaşılır. Örneğin uzunluk ve yükseklik farkı gibi.

JEODEZİK DATUM

Jeodezik ağda yapılan ölçülerle ağ noktalarının karşılıklı konumları belirlenir. Bu veriler, ağ noktalarının belirli bir koordinat sistemindeki yerleri ve ağın yönü konusunda hiçbir bilgi taşımazlar.

Hiçbir kenar yada yükseklik farkının ölçülmediği durumlarda ağın ölçeği de belirsiz kalır.

Jeodezik ağlarda ölçülerin dışındaki bir kaynaktan elde edilmesi gereken bu bilgilere **datum parametresi** denir

JEODEZİK DATUM PARAMETRELERİ

Ağın Türü	Dat. Param. Say.	Dat. Param.
Nivelman yada Trigonometrik Ağ	1	Başlangıç noktasının yüksekliği
Dizi yöntemiyle gözlenen Doğrultuların dengel.	1	Başlangıç doğrultusunun değeri
Doğrultuları gözlenen yatay ağ	4	2 Öteleme, 1 Dönme, 1 Ölçek
Doğrultu-Kenar Ağı	3	2 Öteleme, 1 Dönme
Yalnız yatay ve düşey doğ. Gözlenen 3D ağ	7	3 Öteleme, 3 Dönme, 1 Ölçek
3D Doğrultu-Kenar	6	3 Öteleme, 3 Dönme

JEODEZİK DATUM PARAMETRELERİ

- Dizi Yöntemiyle göz. doğ. deng. Başlangıç doğr. değeri ($x_1=0$)
- Doğrultu yatay ağı 2 nokt. Koor. sabit (x_1, y_1), (x_2, y_2)
- Doğrultu kenar ağları (x_1, y_1), bu nokt. ait doğrt. t_{12} sabit
- Yatay ve düşey doğrult. gözlenen 3 boyutlu ağ (X_1, Y_1, Z_1), (X_2, Y_2, Z_2) ve (Z_3) sabit
- 3 boyutlu doğrultu-kenar ağ (X_1, Y_1, Z_1), (X_2, Z_2), (Y_3) sabit
- GPS ağları 1 noktanın baz bileşenleri sabit

Deniz Seviyesi Datumu

- Yükseklik belirlemek için referans olarak kullanılan ortalama deniz yüzeyinden geçen bir noktadaki bir eşpotansiyelli yüzey
- Özel bir noktadan geçen, nivelmanla belirlenmiş ve referans alınan bir

Türkiye Ulusal Jeodezik Datumu

Türkiye Nirengi Ağının değerlendirilmesinde
HAYFORD 1910 elipsoidi kullanılmıştır.

Referans Elipsoidi:Uluslar arası Hayford 1910

En büyük yarı eksen : 6,378,388. m

Basıklık $f= 1/297$

Türkiye'de Günümüze Kadar Kullanılan Datumlar

- 1- Türkiye Ulusal Datumu (TUD-54)
- 2- Avrupa Datum 1950 (ED50)
- 3- WGS-84 ve ITRF96

Türkiye Ulusal Datumu-1954 (TUD-54)

Türkiye’de temel jeodezik ağlarla ilgili çalışmalar 1932 yılında başlamış olup, Birinci Derece Yatay Kontrol ağının kurulması 1950’li yılların başında tamamlanmış ve 1954 yılında dengelenmiştir. Böylece Türkiye Ulusal Datumu-1954 (TUD-54) tanımlanmıştır.

Referans Elipsoidi Uluslar arası Hayford 1910

En büyük yarı eksen 6,378,388. m

Basıklık $f = 1/297$

- Ankara yakınlarındaki Meşedağ nirengi noktası başlangıç noktası seçilmiştir. Yani bu noktada astronomik gözlemlerle belirlenen astronomik enlem, astronomik boylam, astronomik semt, yine o noktadaki jeodezik enlem, jeodezik boylam, jeodezik semt birbirlerine eşit alınmıştır.

$$\varphi_0 = B_0 \quad , \quad \lambda_0 = L_0 \quad , \quad \alpha_0 = A_0$$

- 1954 yılında ölçüler dengelenmiş ve TUD-54 oluşturulmuştur. 786 noktadan oluşan TUD-54’ün hesabında; çekül sapması ve jeoidin bilinmemesi, gravite ağının henüz oluşturulmaması ve düşey datum tanımındaki belirsizlik nedenleriyle, açı, baz ve astronomik ölçülere tam olarak getirilemeyen düzeltmeler ağda bozulmalara neden olmuştur.

TUD-54 daha sonra Bulgaristan ve Yunanistan'da yer alan, ED-50 sisteminde koordinatları bilinen 8 ortak noktadan yararlanarak ED-50'ye dönüştürülmüştür. Ancak teknoloji ve bilimdeki gelişmelerin yanı sıra özellikle ülkemizde meydana gelen depremler nedeniyle ED-50'de jeodezik ölçme doğruluğunun çok üzerinde yatay ve düşey konum değişiklikleri oluşmuş ve sürekli deformasyona uğrayarak zaman içerisinde jeodezik ihtiyaçları karşılayamaz duruma gelmiştir. Bu durum bu ağın yaşatılması yerine yeni bir datum oluşturma zorunluluğunu doğurmuştur.

Referans elipsoidi: Uluslar arası 1924 Elipsoidi ($a=6378\ 388\text{ m}$; $b=6356911.9461$; $f=1/297$; $e=0.08199188998$),

Başlangıç meridyeni: Greenwich Meridyeni

Elipsoid ile jeoidin çakışık, jeodezik ve astronomik koordinatlarının aynı varsayıldığı temel nokta:

Potsdam/Almanya'daki Helmertturm noktası ($\phi=52^\circ\ 22'\ 51''.446\text{ N}$; $\lambda=13^\circ\ 03'\ 58''.741\text{ E}$;

Jeoid yüksekliği : (N) = 0 m ; çekül sapmasının kuzey-güney bileşeni (ζ)= $3''.36$, doğu-batı bileşeni (η)= $1''.78$)' dır.

Bu sistemde kullanılan referans elipsoidi ile yerin ağırlık merkezi arasında birkaç yüz metreye varan bir kayıklık söz konusudur

WGS 84

Üç boyutlu ağlar, uydu teknikleriyle kolay gerçekleştirilebilmektedir. Uydu teknikleriyle üç boyutta ağ kurmak ve sıklaştırmak klasik yöntemle göre çok hızlı, çok daha az zahmetli, daha duyarlı ve daha ekonomiktir. Ayrıca Global Konumlama Sistemi (GPS) yöntemlerinde yüksek doğruluğa ulaşılmış ve jeodezi uygulamasını tümüyle değiştiren gelişmeler yaşanmaktadır. Bu nedenle yeni oluşturulacak ağın, Dünya Jeodezik Sistemi–1984 (WGS-84) datumunda, üç boyutlu, zaman değişkenli, GPS teknolojisine dayalı, yüksek duyarlıkları, uygun dağılımda ulaşımı kolay noktalardan oluşan yeni ve çağdaş bir jeodezik ağ olması öngörülmüştür.

WGS84-ITRF

WGS-84 sistemi, duyarlılığı daha yüksek ITRF (International Terrestrial Reference Frame) sistemine bağımlı olarak 1984 yılında yeniden belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla ITRF91 koordinatları sabit alınan bazı IGS (International GPS Service) noktaları ile 10 izleme noktasında toplanan GPS verileri kullanılarak WGS-84 sisteminin iyileştirme çalışmaları yapılmıştır.

TUTGA-99(A)

Yüksek konum doğruluğu (0.1-0.01 ppm) sağlayan uydu jeodezisine dayalı GPS 1980'li yılların sonlarından itibaren ülkemizdeki jeodezik uygulamalarda yaygın kullanılmaya başlanmıştır. GPS ile Ulusal Jeodezik Temel Yatay Kontrol Ağında belirlenen bölgesel ve yerel bozukluklar, ülkemizde yeni bir jeodezik temel ağ oluşturulması ihtiyacını doğurmuştur.

TUTGA-99(A)

Bu nedenle, yeni kurulacak uyduya dayalı jeodezik temel ağı;

- Üç boyutlu jeosentrik koordinat sisteminde,
 - Belirli bir zamanda (epok),
 - Her noktasında üç koordinat $[(x,y,z)$ veya (enlem, boylam, elipsoid yüksekliği)], hız
 - $[(v_x,v_y,v_z)$ veya (v_j, v_l, v_h)], ortometrik yükseklik (h) ve jeoid yüksekliği (N) bilinen,
 - Ülke yüzeyine olabildiğince homojen dağılmış, ulaşımı kolay ve birbirini görme zorunluğu olmayan noktalardan oluşan,
 - Jeodezik nokta konumlama, navigasyon ve jeodinamik amaçlarla kullanıma uygun,
 - halen kullanımda olan ED-50 datumundaki ulusal temel yatay kontrol ağı ile arasındaki dönüşümü sağlanan,
 - GPS teknolojisine dayalı,
- olması öngörülerek, Ulusal Temel Jeodezik Ağı yerine kullanılmak üzere, 1997-1999 yılları arasında TUTGA-99 oluşturulmuştur. 1999 ve 2000 yılında ülkemizde meydana gelen üç büyük depremden dolayı bazı bölgelerde ölçüleri yenilenen bu ağ TUTGA99A adı ile anılmaktadır.

ED-50 & TUTGA-99(A) Dönüşümü

TUTGA-99A ve ED-50 koordinat sistemleri arasındaki dönüşümde her iki sistemde ortak noktaların koordinatları arasındaki geometrik ve fiziksel nedenlerden kaynaklanan farklılıklar vardır.

ED-50 & TUTGA-99(A) Dönüşümü

Geometrik Nedenler

- TUTGA-99A, üç boyutlu jeosentrik (yer merkezli) ITRF96 koordinat sisteminde, GRS-80 elipsoidine göre tanımlı,
- ED-50 ise Uluslararası elipsoid ve jeosentrik olmayan üç boyutlu koordinat sistemine sahip elipsoid ve koordinat sistemleri (datum) arasında kayıklık, dönüklük ve ölçek farklılığı ile elipsoid boyutlarından kaynaklanan farklar mevcuttur.

ED-50 & TUTGA-99(A) Dönüşümü

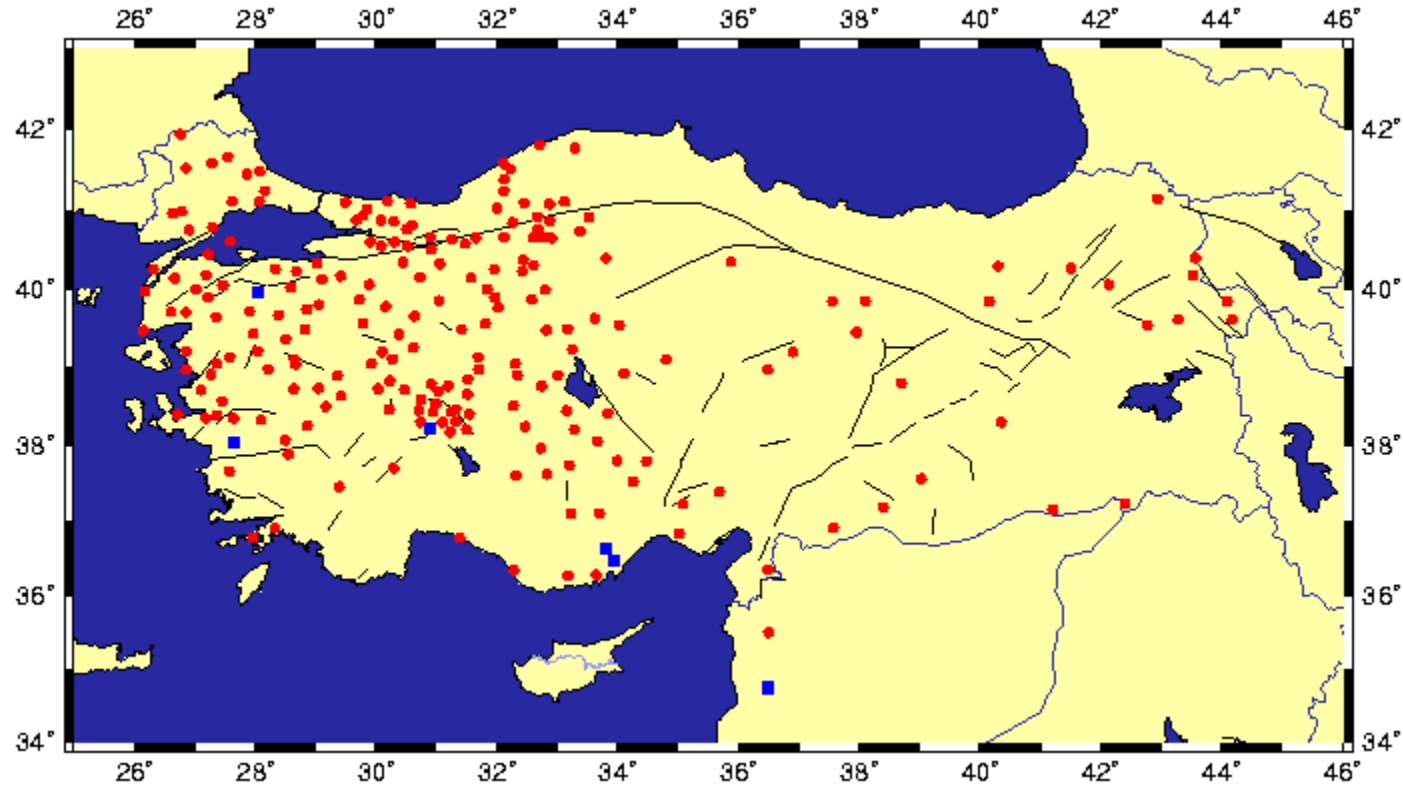
Fiziksel Nedenler

- Ulusal Temel Yatay Kontrol (Nirengi) Ağı ölçülerinin yapıldığı 1934 ile 1991 yılları arasında, KAFZ, DAFZ, Ege Graben Sistemi ve Doğu Anadolu Bölgesinde büyüklüğü $M_w \geq 6.0$ olan çok sayıda deprem olmuş ve bu depremler sırasında $\pm 2-3$ metre yatay, ± 3 metre düşey yönlü konum değişiklikleri (ko-sismik) meydana gelmiş ve Ulusal Temel Yatay Kontrol (Nirengi) Ağı noktalarında bölgesel ve yerel nitelikli bozulmalar oluşmuştur.
- Tektonik plaka hareketleri nedeniyle $\pm 1-1.5$ metre büyüklüğündeki inter-sismik yatay yer değiştirmeler sonucu bölgesel karakterli ancak tektonik yapının karmaşık olduğu bölgelerde yerel özellikte konum bozuklukları beklenmektedir.

Uygulanan Dönüşüm Yöntemleri

- İki koordinat sistemi arasındaki farkı yalnızca geometrik nedenlerin doğurması durumunda üç boyutta benzerlik dönüşümü uygulanabilir. Ancak geometrik nedenlere ek olarak fiziksel nedenlerin de bulunması durumunda iki sistem arasındaki dönüşümün üç boyutta benzerlik dönüşümü ile modellenmesi olanaklı değildir.
- TUTGA-99A ve ED-50 arasındaki dönüşümü modellemek için öncelikle geometrik nedenlerin etkin olduğu varsayılarak yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünde koordinatları bilinen ve Şekil-1'de verilen 220 nokta kullanılmıştır.

TUTGA-99A ve ED-50 koordinat sistemlerinde koordinatları bilinen ortak noktalar



Her iki sistemde koordinatları bilinen toplam 220 ortak noktanın kartezyen dik koordinatları (X,Y,Z) kullanılarak,

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{TUTGA-99A}} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + (1 + \Delta S) \begin{bmatrix} 1 & -R_Z & R_Y \\ R_Z & 1 & -R_X \\ -R_Y & R_X & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{ED-50}}$$

eşitliği ile dönüşüm parametreleri hesaplanmıştır.