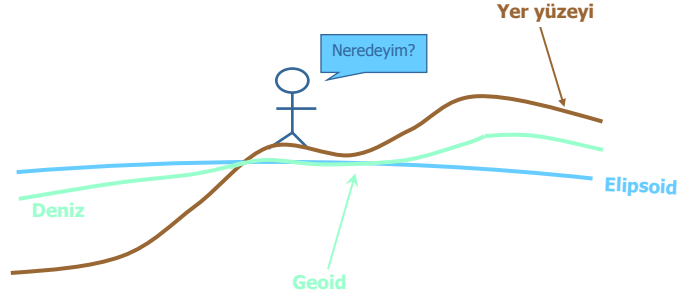




JEODEZİ DATUM KOORDİNAT SİSTEMLERİ HARİTA PROJESİYONLARI



BÜ KRDAE
JEODEZİ ANABİLİM DALI

Jeodezi; Yeryuvarının şekil, boyut, ve gravite alanı ile zamana bağlı değişimlerinin 3 boyutlu bir koordinat sisteminde tanımlanmasını amaçlayan bir bilim dalıdır.

Jeodezinin bilimsel ağırlıklı faaliyetleri:

- Yeryuvarı şeklinin ve çekim alanının belirlenmesi
- Yerkabuğu değişimlerinin izlenerek, Jeodinamik sorunların çözümünde önemli yer tutan bilgiler üretmek

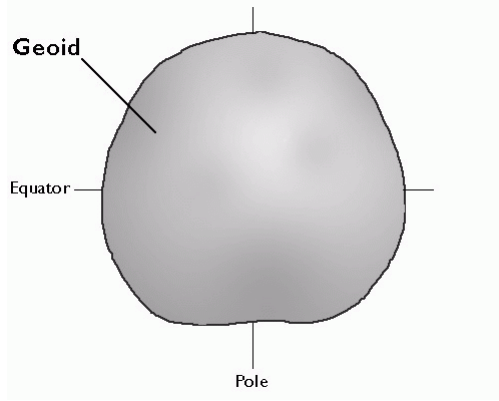
Jeodezinin uygulamaya yönelik görevleri:

- Yeryüzü parçalarının bir sistemde belirlenmesi ve değişik amaçlar için veri üretimi

Jeodezinin konuları:

- Ölçme yöntemleri ve donanımları
- Teorik esas ve hesaplamalar

Yer'in gerçek şekli "**geoid**"dir.



Geoid; karaların altında da devam ettiği varsayılan durgun deniz yüzeyleridir.

Geometrik olarak tanımlanamayan geoid üzerinde işlem yapılamadığı için, hesap yüzeyi olarak farklı geometrik yüzeyler kullanılır.

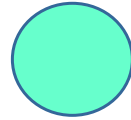
- Düzlem

Çalışma sahası 50 km²'den küçükse



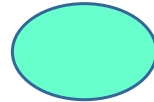
- Küre

Çalışma sahası 5000 km²'den küçükse

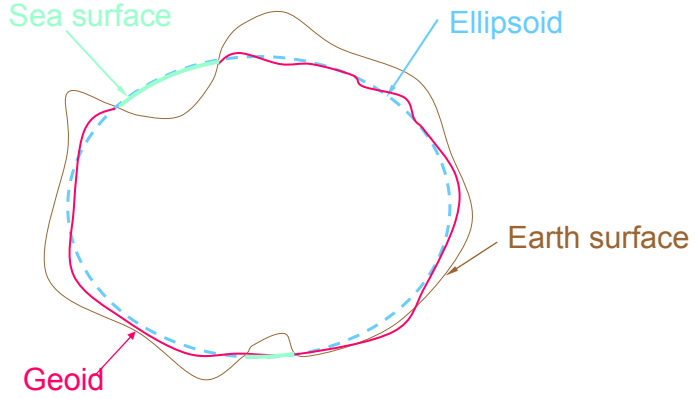


- Elipsoid

Ülke ölçmeleri için



Geometrik ve Fiziksel Yüzeyler



Lokal ve Global Referanslandırma : Datum

Datum, herhangi bir noktanın yatay ve dikey konumunu tanımlamak için başlangıç alınan referans yüzeyidir.

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

Yatay datum: Koordinatlar için referans alınan başlangıç yüzeyi

Düsey datum: Yükseklikler için referans alınan başlangıç yüzeyi

Bir datum; elipsoidi, enlem-boylam oryantasyonu ve fiziksel bir orijin ile tanımlanır.

Datum parametreleri

- Referans Elipsoidi
- Başlangıç noktasının koordinatları ve dönüklükler

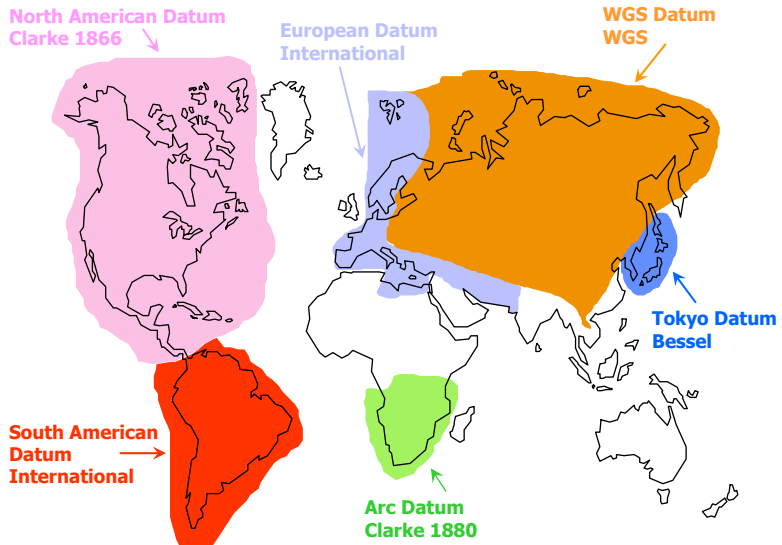
Referans elipsoidleri ve parametreleri

Elipsoid	büyük-yarı eksen (m)	basıklık
Clarke 1866	6378206,4	294,9786982
International	6378388,0	297,0
GRS 80	6378137,0	289,257222101
WGS 84	6378137,0	298,257223563

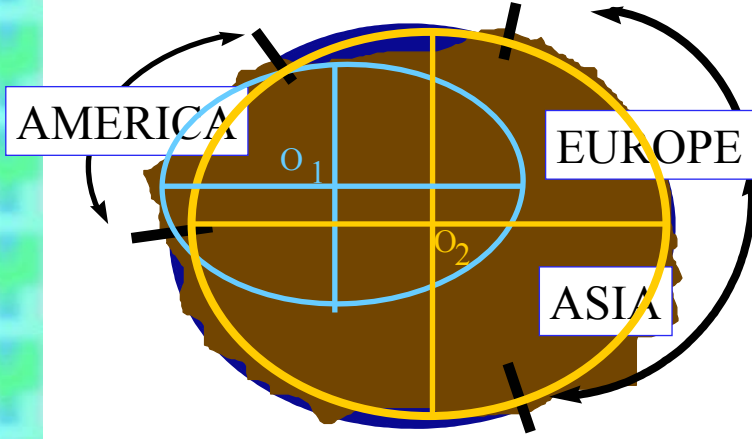
Datum ve elipsoidleri

Datum	Alan	Başlangıç Noktası	Baş. N. Koor.	Elipsoidi
NAD 27	Kuzey Amerika	Kansas, Meades Ranch	39 13 26.686N 98 32 30.506W	Clarke 1866
ED 50	Avrupa, Orta Doğu, Kuzey Afrika	Postdam, Helmert Tower	52 22 51.4456N 13 03 58.9283E	International
WGS 84	Global	Yerin Kütle Merkezi		WGS 84
ITRF	Global	Yerin Kütle Merkezi		GRS 80

En yaygın kullanılan datum ve elipsoidleri

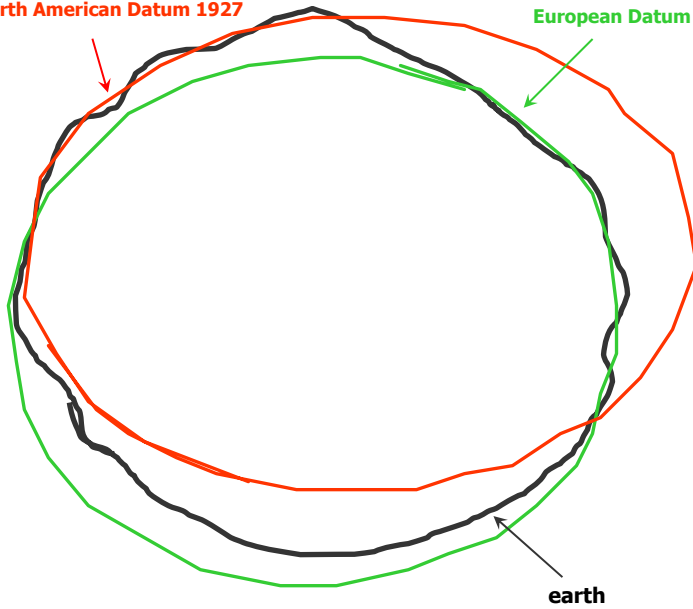


Ülke ölçmelerinde hesap yüzeyi olarak alınacak elipsoid, söz konusu ülkedeki geoid yüzeyine en yaklaşık elipsoid olmalıdır.

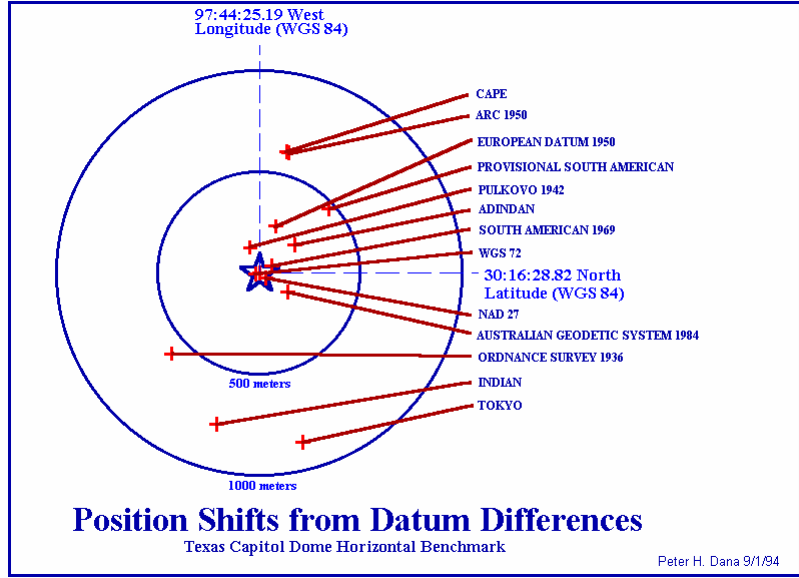


North American Datum 1927

European Datum 1950



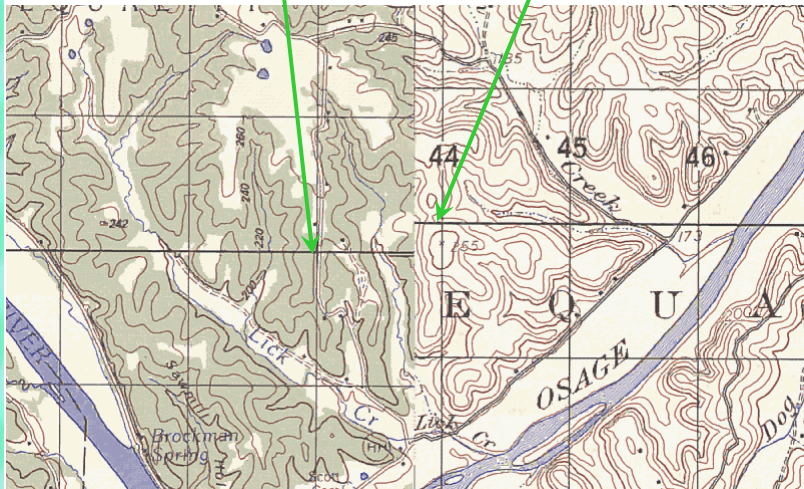
Ötelemeler



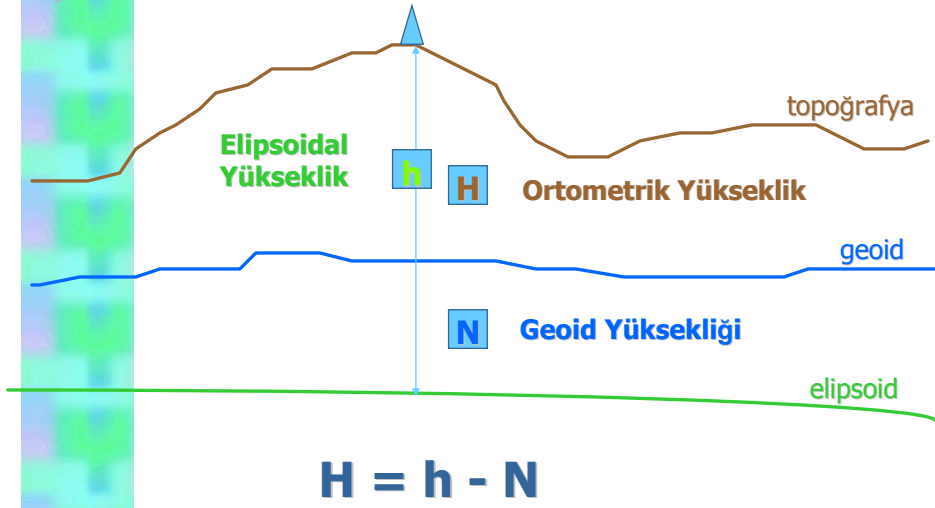
Datum Uyuşumsuzluğu

1989'da yapılmış harita
WGS-84
15S WC4330

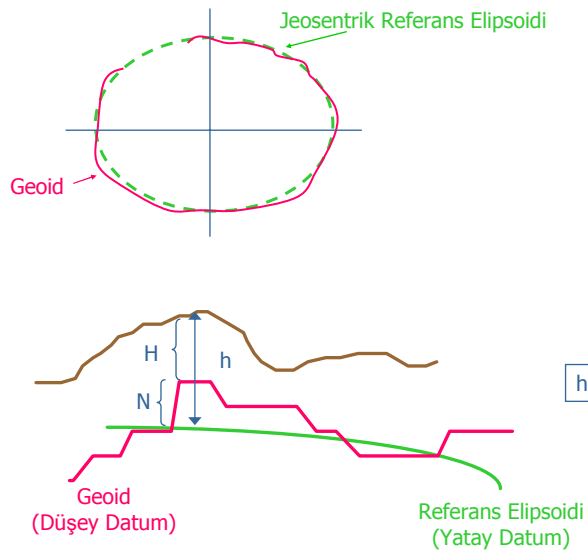
1957'de yapılmış harita
NAD-27
15S WN4430



Yükseklik Belirleme ... Düşey Datum



Yatay ve Düşey Datum

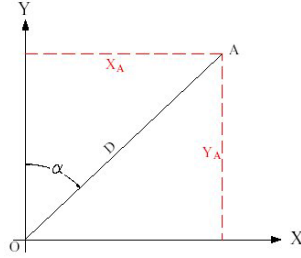


Koordinat Sistemleri

Koordinatlar, bir noktanın belirli bir referans sisteminde konumunu tanımlayan doğrusal ve açısal büyüklüklere dir.

Bir koordinat sistemini tanımlamak için:

- Başlangıç noktasını (origin)
 - Dönüklüğünü (orientation)
 - Birimini (units)
- tanımlamak gerekir.



$$X_A = D \sin \alpha$$

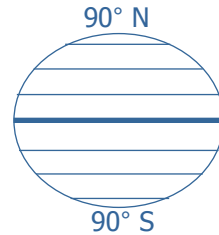
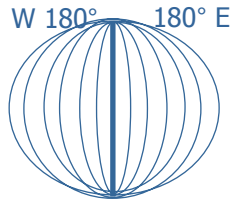
$$Y_A = D \cos \alpha$$

kutupsal ve dik koordinatlar

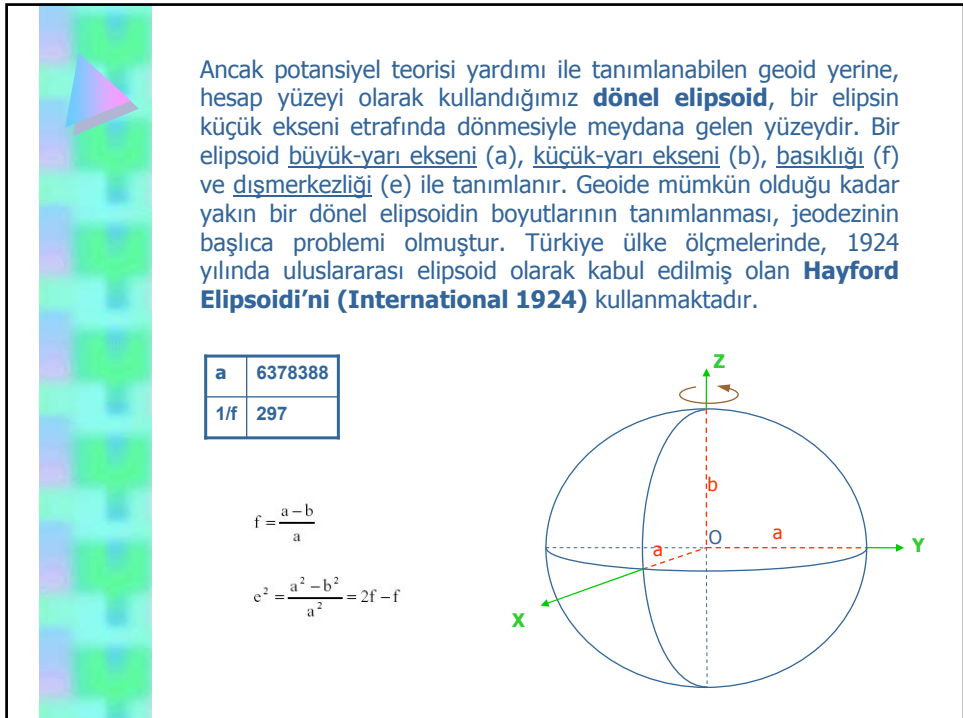
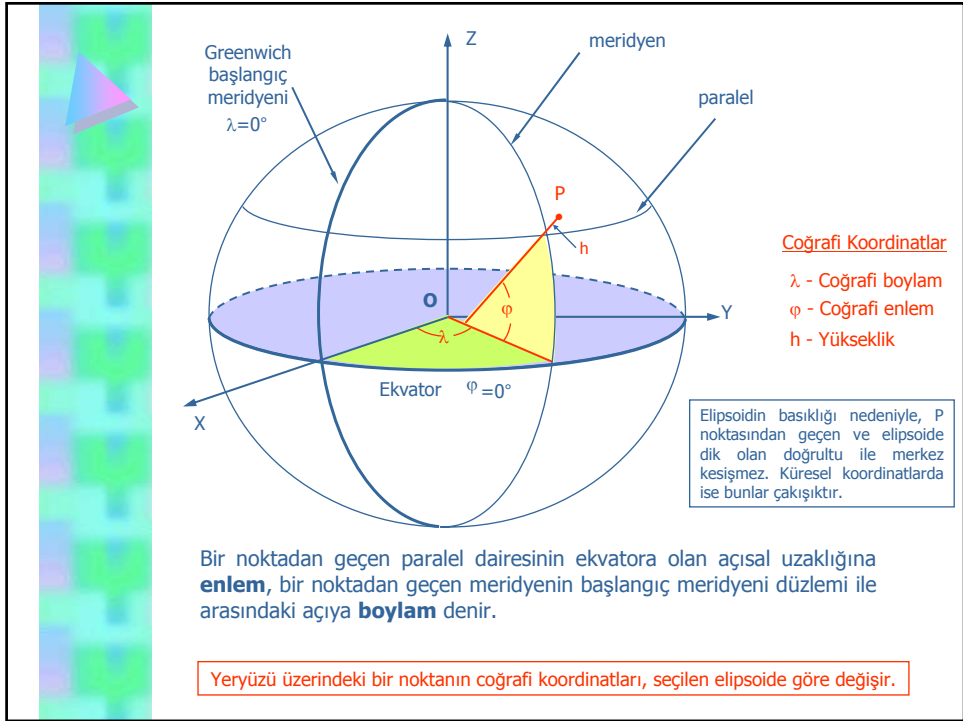
Coğrafi Koordinat Sistemi:

Yeryüzü üzerindeki bir noktanın konumunun enlem ve boylam büyüklükleri ile referans elipsoidine göre tanımlandığı sistemdir.

Yer'in merkezi başlangıç noktasıdır. Yer 180 adet **paralel** ve 360 adet **meridyen** daireleri ile ifade edilir. Londra Greenwich Gözlemevi'nde bulunan gök dürbünün ekseninden geçtiği varsayılan 0° başlangıç meridyeninin doğusundakiler doğu meridyenleri, batısındakiler batı meridyenleridir. Ekvatorun kuzeyindeki paraleller kuzey paralelleri, güneydekiler güney paralelleri dir.



Boylamlar başlangıç meridyeninden itibaren doğu yönünde ve batı yönünde artarlar. Dolayısıyla 180° Doğu ve 180° Batı boylamına sahip meridyenler aynı meridyendirler. Bu meridyen **tarih değişim meridyeni** olarak kullanılır. Yani 180° meridyeninde saat gece yarısı 0:00'da hemen batısında 4 temmuz günü başlarken hemen doğusunda 3 temmuz günü başlamış olur.





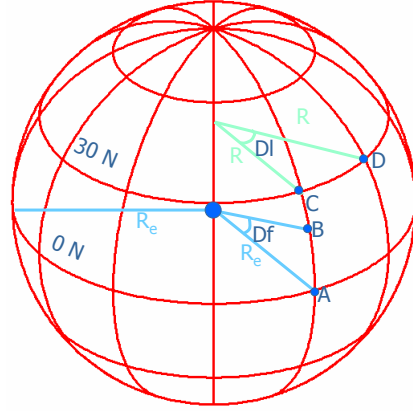
Graticule: enlem ve boylamlardan oluşan ağ

enlem-boylam birimi : derece° dakika" saniye' dir.
(60'=1" & 60"=1')
Ekvatorda 1 saniye= 30m. (yaklaşık)
Dereceyi desimal hale (ondalıklı) dönüştürmek için,
 $dd = d^{\circ} + d''/60 + s'/3600$ formülü kullanılır.
Virgülden sonra 6 basamak 10cm doğruluk verir.
Ekvatordan kutuplara yaklaşık uzunluk 10,000,000 metre.

(Enlem, Boylam) = (f, l)

Meridyendeki uzunluk:
 $AB = R_e * Df$
(tüm meridyenler için aynı)

Paraleldeki uzunluk:
 $CD = R * DI = R_e * DI * \cos f$
(paralellere göre değişir)



Örnek: 30° kuzey paraleli ve 90° batı meridyeni boyunca 1° lik artış ile uzunluk ne kadar değişir? (Yerin yarıçapı = 6370 km.)

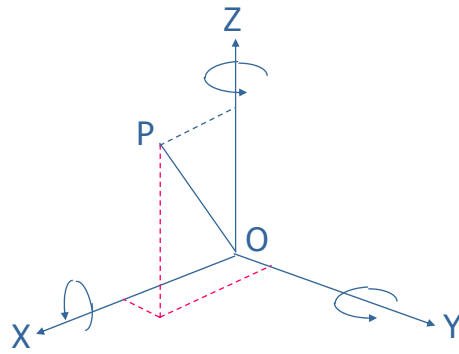
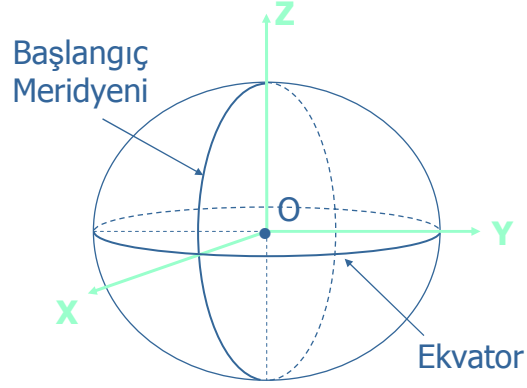


Çözüm:

- 1° açı değeri radyana dönüştürülür.
 π radyan = 180°, 1° = $\pi/180 = 3.1416/180 = 0.0175$ radyan
- meridyen için, $DL = R_e * Df = 6370 * 0.0175 = \underline{111 \text{ km}}$
- paralel için, $DL = R_e * Df * \cos f$
 $= 6370 * 0.0175 * \cos 30$
 $= \underline{96.5 \text{ km}}$

Kartezyen Koordinat Sistemi:

Karşılıklı birbirine dik 3 referans düzlemi tarafından tanımlanan ve uzayda yer alan noktaların tanımlandığı bir koordinat sistemidir.



3 boyutlu kartezyen koordinatlar (X,Y,Z)

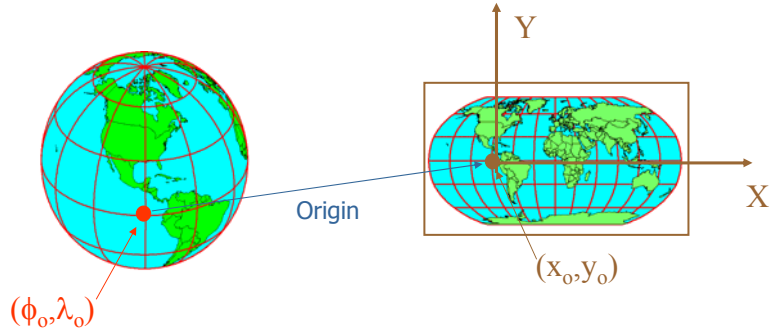
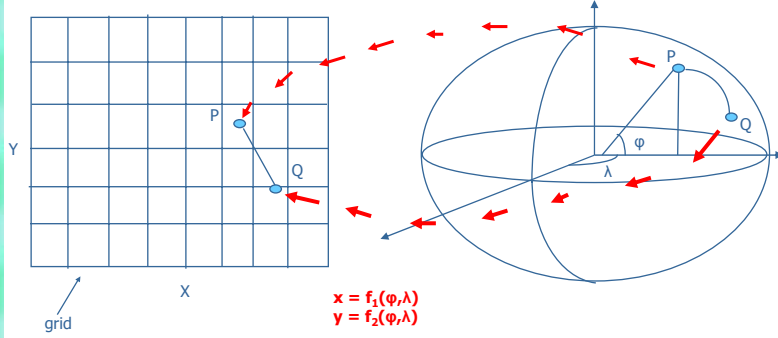
Projeksiyon Koordinat Sistemi:

Projeksiyon, fiziksel yeryüzünün geometrik bir yüzey üzerine izdüşürülmesidir.

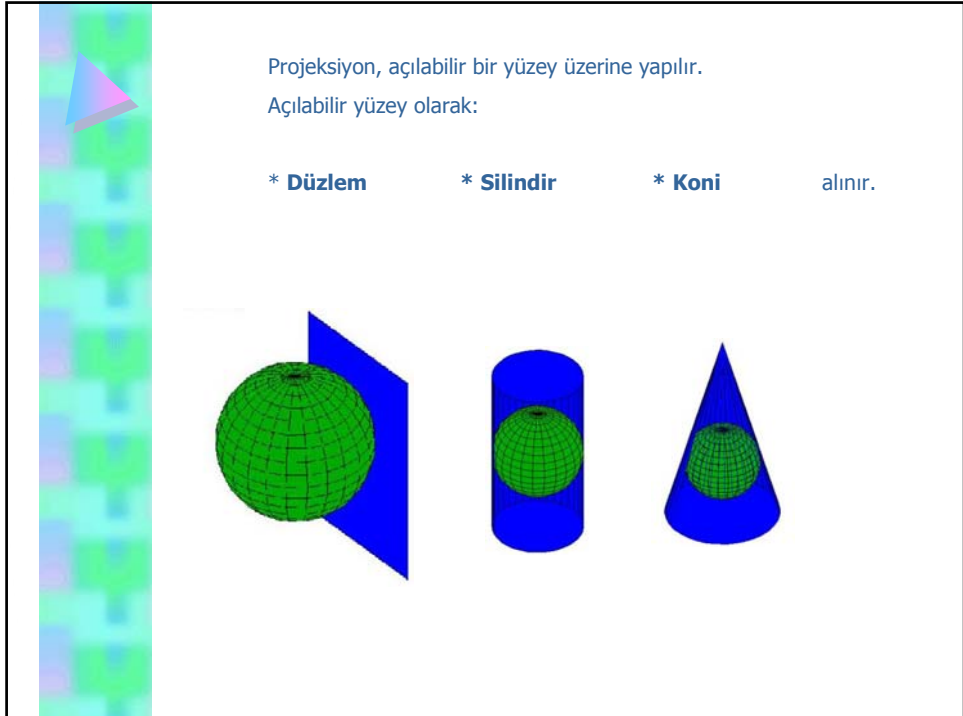
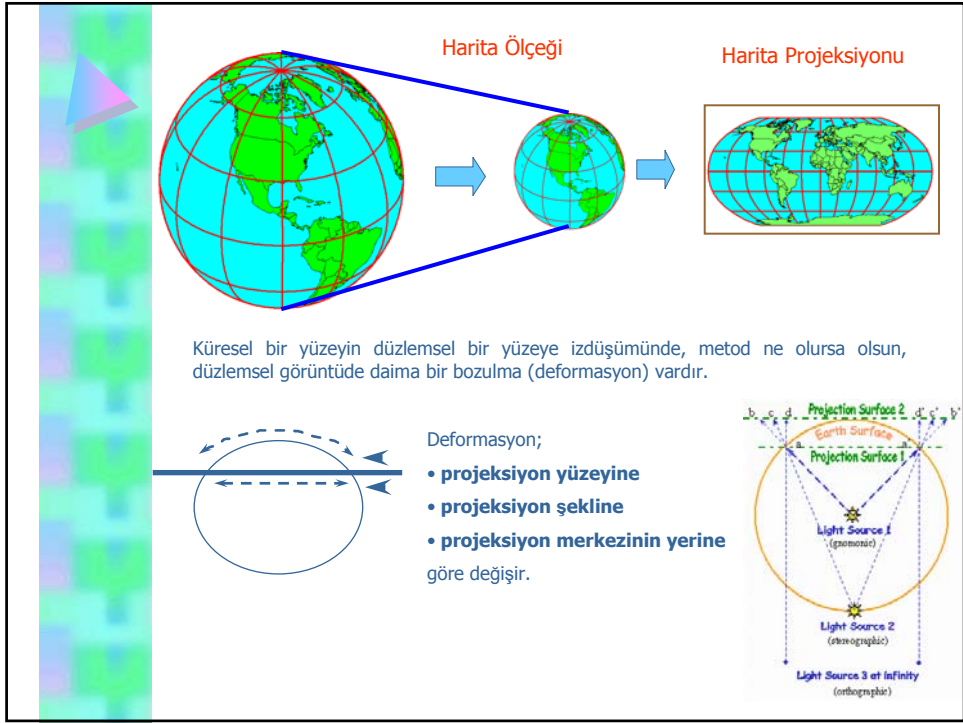
Yerküre'nin tamamı veya bir bölümü harita üzerine aktarılırken **projeksiyon sistemleri** kullanılır.

Projeksiyon Koordinat Sistemi, Coğrafi Koordinat Sisteminin bir projeksiyon metodu ve ona ait parametreler kullanılarak yapılan transformasyonunun sonucudur.

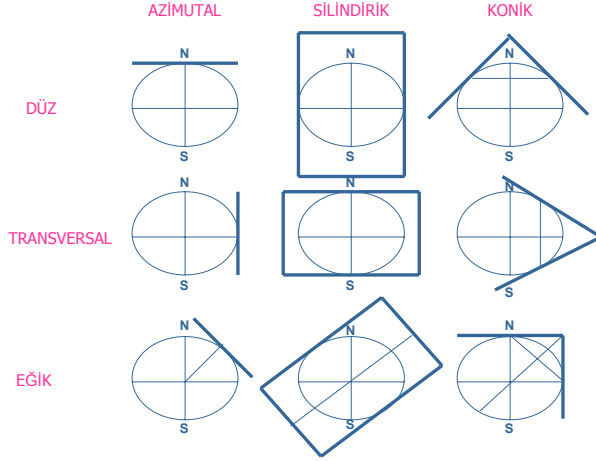
Projeksiyon Koordinat Sistemi, 2 boyutlu düzlem yüzeydir.



Projeksiyon Koordinat Sistemi



Bu yüzeylerin konumuna göre 9 temel durum ortaya çıkar.



Bir projeksiyonun özellikleri denince, orjinal yüzeyin bir kesiminde diferansiyel anlamda küçük bir şeklin projeksiyon yüzeyindeki karşılığının, projeksiyon esnasında uğradığı değişiklikleri veren bilgiler anlaşılır:

- Açılarda değişim
- Uzunluklarda değişim
- Alandaki değişim

Projeksiyonda,

- Açıların orjinal yüzeydeki büyüklükleri korunuyorsa **açı koruyan (konform)**
- Alan korunuyorsa **alan koruyan (equivalent)**
- Hem açı, hem alan korunuyorsa (uzunluklar da korunmuş olur) **izometrik** projeksiyonlar denir.

Kürenin düzlem üzerine, açı koruyan ve alan koruyan projeksiyonu yapılabilir. İzometrik projeksiyonu yapılamaz. Ancak projeksiyonda bir doğrultuda uzunluklar korunabilir.

Yeryuvarının, projeksiyon yüzeyi üzerine, sözkonusu üç çeşit deformasyondan biri sabit tutularak aktarılması ile 27 tane temel projeksiyon türü elde edilir.

Projeksiyon Seçimi

- çizim ölçeğine,
- haritası yapılacak bölgenin yerine
- haritası yapılacak bölgenin büyüklüğüne

bağlı olarak değişir.

Konik (Lambert Conformal Conic): Orta enlemler (Doğu-Batı yönünde) için

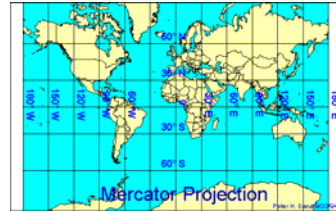
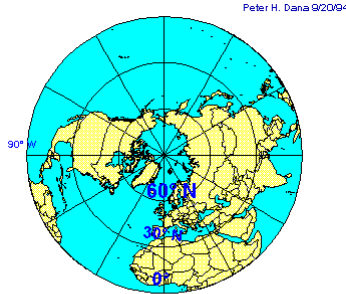
Silindrik (Transverse Mercator): Kuzey-Güney doğrultusundaki alanlar için

Azimutal (Lambert Azimuthal Equal Area): Tüm dünya görüntüsü için

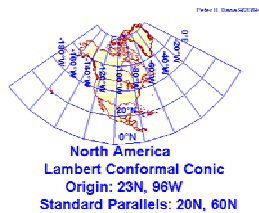
Merkator projeksiyonuna göre yapılmış bir Türkiye haritasında, ülkenin en güneybatı ve en kuzeybatı noktaları arasındaki kuş uçuşu uzaklık gerçekte 1697 km iken, haritadan 2187 km olarak alınacaktır. Bunun nedeni bu projeksiyon yönteminin navigasyon amaçlı olarak (açı koruyan projeksiyonlar) geliştirilmiş olmasıdır. Buna karşın atlaslarda alan koruyan projeksiyonlar kullanılır. Bunu nedeni projeksiyon kavramını bilmeyen birinin ülkelerin, karaların, denizlerin büyüklüklerini haritadan karşılaştırırken yanlış bilgi sahibi olmalarını önlemektir.

Elipsoid seçiminin aksine, harita projeksiyonu seçimi bir lokasyonun enlem ve boylam koordinat değerlerini değiştirmez. Yalnızca XY kartezyen koordinatları değişir.

Çeşitli örnekler...



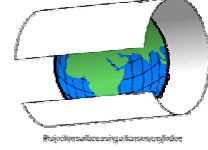
Azimuthal Equidistant



North America
Lambert Conformal Conic
Origin: 23N, 98W
Standard Parallels: 20N, 60N

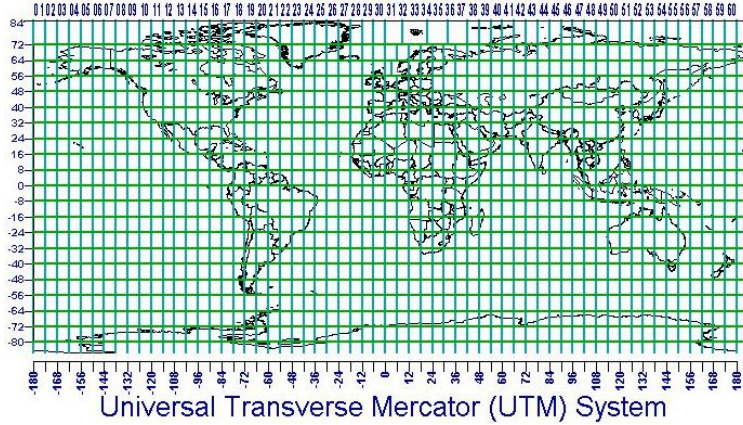
UTM Projeksiyonu (Universal Transverse Mercator)

Merkator projeksiyonu kürenin, kendisine ekvator da 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 ekvatordur. 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.

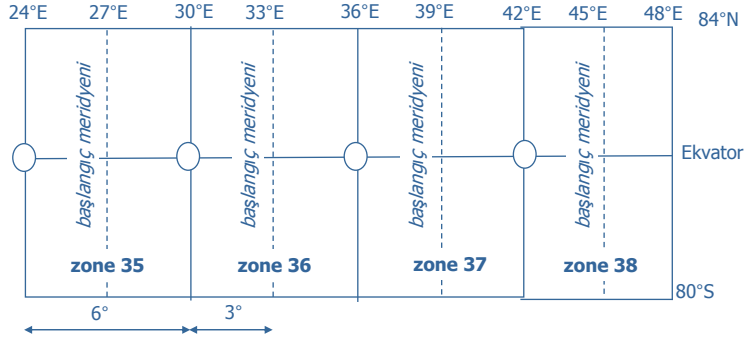
UTM Zone Numbers



UTM Zone Designators

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 ekvator'dan başladığı için 4000000m civarındadır.

Sağa değerler,

6° için: 200000-800000m arasında,

3° için: 350000-650000m arasındadır.



Küresel Yer
Coğrafi Koordinatlar: ϕ , λ
(Enlem & Boylam)



Düzlem Harita
Kartezyen Koordinatlar: x, y
(Sağa & Yukarı)



Bir projeksiyon;

- datumu
- projeksiyon tipi ve
- projeksiyon parametreleri ile tanımlanır.

Standart paralel: Elipsoid üzerindeki ve harita projeksiyonu üzerindeki birbirine eşit çizgi

Central meridian: Başlangıç meridyeni

False easting, False northing: Negatif koordinat değerlerinden kurtulmak için kullanılan sabitler

Scale factor: Deformasyonu azaltmak için kullanılan katsayı

Units of measure: Ölçü birimi

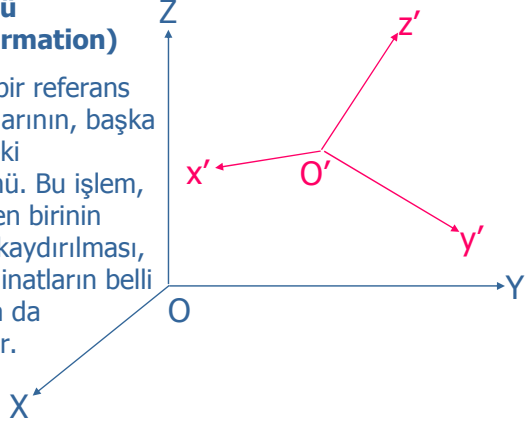
Koordinat Dönüştürme (Coordinate Conversion)

Koordinat değerlerini, koordinat referans sistemini değiştirmeden diğer sisteme dönüştürme işlemi.

(örneğin; coğrafi koordinatlardan TM grid koordinatlarına dönüştürme)

Koordinat Dönüşümü (Coordinate Transformation)

Bir noktanın herhangi bir referans sistemindeki koordinatlarının, başka bir referans sistemindeki koordinatlara dönüşümü. Bu işlem, koordinat sistemlerinden birinin eksen doğrultularında kaydırılması, döndürülmesi ve koordinatların belli oranda küçültülmesi ya da büyütülmesi ile sağlanır.



• Benzerlik Dönüşümü : Dönüşüm, geometrik şekillerin benzerliğini korur. Geometrik şekillerin kenarları aynı oranda (ölçek faktörü oranında) küçülür ya da büyür. Açılar değişmez. Dönüşüm için, her iki sistemde de koordinatları bilinen en az **2** noktaya ihtiyaç vardır.

• Afin Dönüşüm: X ve Y eksenleri farklı dönüklük açılarında döndürülür. Koordinatlar farklı oranda küçültülür ya da büyütülür. Bu nedenle, uzunluk, açı ve alan deformasyonları ortaya çıkar. Dönüşüm için her iki sistemde de koordinatı bilinen en az **3** noktaya ihtiyaç vardır.

Özet

- Geoid ve Elipsoid → Yer'i modellemek için
- Datum → Modeli ölçmek için
- Koordinat Sistemleri → Model üzerinde konum belirlemek için
- Harita Projeksiyonları → Modelin 3-boyuttan 2-boyuta geçişi için

kullanılırlar.

KAYNAKLAR