

Koordinat Sistemleri ve Harita Projeksiyonları



Dr. Ayfer ÖZDEMİR

Koordinat Sistemleri

- 1 Haritaları Anlama
- 2 Düzlem Koordinat Sistemleri
- 3 Üç Boyutlu Sistemler
- 4 Koordinat Dönüşümü
- 5 Dünya Koordinat Geometrisi

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

1 Haritaları Anlama

Harita nedir?

Yeryüzünün yüzeyinde ya da yüzeyine ilişkin olarak, malzeme ya da soyut özelliklerin seçilmesi için normal olarak düz bir ortama ve ölçeği temsil eden bir temsil.

Uluslararası Kartografik Derneği (ICA)

Haritalar, Dünya'nın yüzeyinden daha fazlasını gösterir.

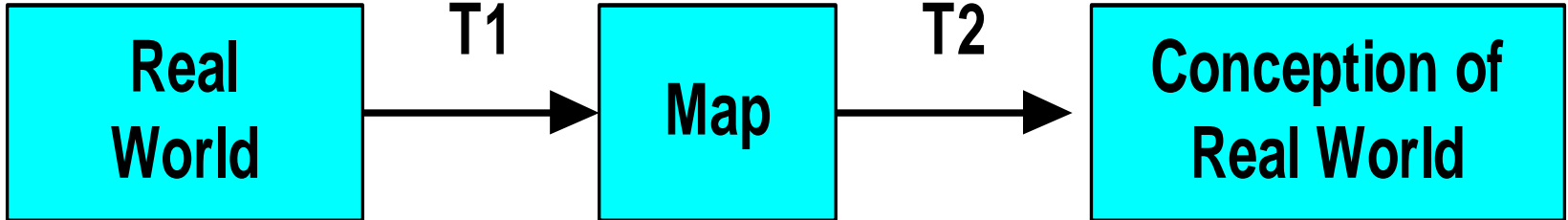
Harita terimi, herhangi bir görsel bilgi ekranına başvurmak için olarak kullanılır.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

1 Haritaları Anlama

Kavramsal olarak,

Harita, Dünya'nın grafik modelidir.



T1: Harita yapımı dönüşümü

T2: Harita kullanıcısının dönüşümü

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

1 Haritaları Anlama

Haritalar Türleri

- Topografik Haritalar
- Tematik Haritalar
- Çizgi haritası
- Fotograf haritası

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

1 Haritaları Anlama

Topografik Haritalar

Dünya'nın seçilen doğal ve insan yapımı özelliklerin hatlarını göster.

Tematik Haritalar

Coğrafi kavramları iletme için bir araç

Alan Sınıfı Haritası: (bitkisel örtü, toprak)

Choropleth Haritası: sosyo-ekonomik durum (gelir, ...)

Isopleth Haritası: hayali eşit değer çizgileri (sıcaklık, ...)

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

1 Haritaları Anlama

Çizgi Haritası

Özellikleri geleneksel sembollere veya sınırlara göre göster

Fotoğraf haritası

Havadan alınan bir fotoğraf görüntüsünden türemiştir.

Üretmek nispeten daha hızlı ve daha ucuzdur, ancak bozulmaları ortadan kaldırmak için özel işlem gerektirir.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

1 Haritaları Anlama

Haritaların Özellikleri

- a) Ölçek**
- b) Kontur aralığı**
- c) Harita projeksiyonu ve referans noktası**
- d) Harita doğruluğu**
- e) Genel**

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

1 Haritaları Anlama

Ölçek:

- haritadaki mesafeler ve gerçek dünyadaki ilgili mesafeler arasındaki oran
- Harita ölçeğinin seçimi, aşağıdakilerin bir işlevidir:
 - Harita ne için gereklidir?
 - Eşlenecek en küçük boyut özelliği nedir? (harita çözünürlüğü)
 - Hangi geometrik harita doğruluğu gerekli?
 - Haritalama alanının özellikleri (ayrıntı yoğunluğu, ...)

HARİTALAR ve PROJeksiYONLAR

1 Haritaları Anlama

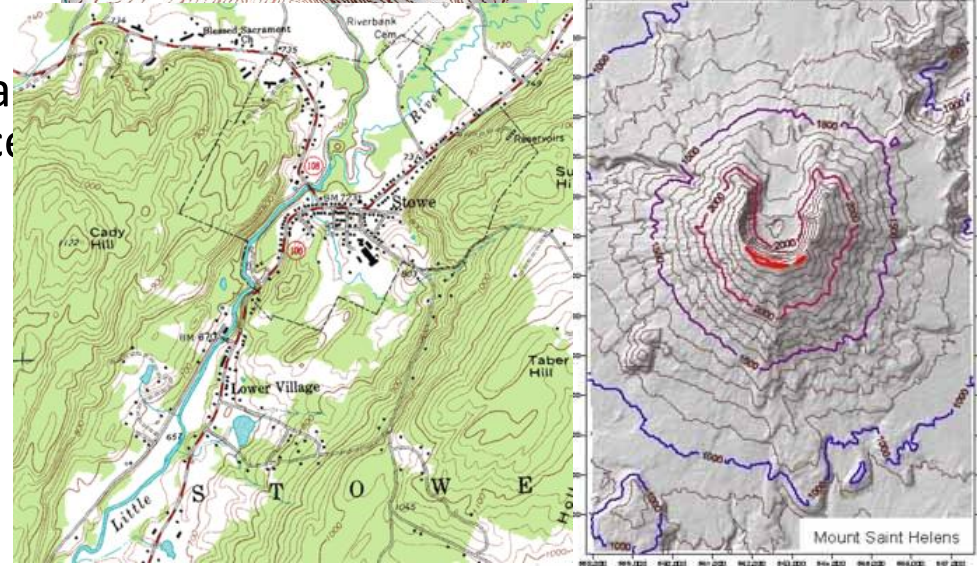
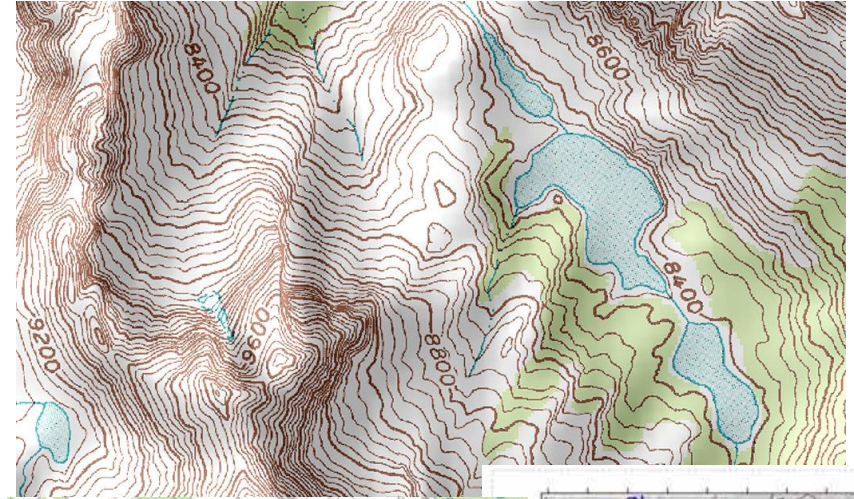
Kontur aralığı :

Kontur hatları arasındaki dikey mesafe

Topografinin kontur aralığı küçüldükçe daha iyi gösterilebilir

Kontur aralığının seçimi ;

- Haritanın amacı ve arazi haritasının topografik özellikleri
- Aralığın, maliyetin minimumda tutulması mümkün olduğu kadar büyük olmakla birlikte, yeterince küçük olmasının
- Haritanın istenen yükseklik doğruluğunun.
- Haritanın ölçeğinin **bir fonksiyonudur**



HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

1 Haritaları Anlama

Harita Projeksiyonu:

- Dünya'nın yüzeyi kavislidir, ancak düz bir harita yüzeyinde gösterilmesi gerektiğinden, bazı çarpıtmalar kaçınılmazdır.
- Distorsiyon küçük alanlar için küçüktür ve bir harita Dünya yüzeyinin büyük bir bölümünü göstermeye çalışıldığında büyük ölçüde artar.



HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

1 Haritaları Anlama

Harita doğruluğu:

- Maks. planimetrik konumda ve haritadan türetilen iyi tanımlanabilir arazi özelliklerinin yüksekliğinde hataya izin verilir.
- Ulusal Harita Doğruluğu.

Türkiye'de büyük ölçekli haritalama için kullanılan standart,:

- Bir harita üzerinde test edilen iyi tanımlanabilir noktaların % 90'ı, harita ölçeğinde 0.3 mm'den büyük konum hatası vermez.
- Bir harita üzerinde test edilen iyi tanımlanabilir noktaların % 90'ı, kontur aralığının yarısını aşan yükseklik hatası (kontürlerden enterpolasyonlu olarak) içermeyecektir.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

1 Haritaları Anlama

Bazı ölçekler için harita hassasiyeti:

Ölçek	σ_p	σ_h	Kontur aralığı
1/50 000			50 m
1/25 000	7.5 m	5 m	10 m
1/5 000	1.5 m	1 m	2 m
1/1 000	0.3 m	0.5 m	1 m

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

1 Haritaları Anlama

Genel

- Haritalar genellikle genelleştirilmiştir, yorum gerektirir
- Haritalar yalnızca statik bir durum gösterir
- Soruları cevaplamak:
 - Bu noktada ne var?
 - Buradan oraya nasıl giderim?
- Diğer türlere cevap vermek zor veya zaman alıcı:
 - Bu alanın alanı nedir?
 - Bu noktadan hangi yerleri görebiliyorum?

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

1 Haritaları Anlama

Haritalar ne için gereklidir?

- Geleneksel olarak haritalar kullanılmaktadır:
 - Navigasyon (kara, deniz, hava)
 - Mühendislik, kentsel, bölgesel, ulusal planlama
 - Altyapı planlaması ve tasarımı
 - Arazi analizi
 - Ulusal Savunma
- Mekansal analiz aracı olarak haritalar

Haritalar etkili ve yüksek yoğunluklu depolama araçları olarak da kabul edilebilir.

(1 / 50.000 ölçekli harita kağıdı 25 MB dijital veri içerir)

2 Temel Koordinat sistemleri

- René Descartes (1596-1650), ortogonal (dik açı) eksenlere dayalı koordinat sistemlerini tanıttı.
 - Analitik geometride kullanılan bu iki ve üç boyutlu sistemler genellikle Kartezyen sistemler olarak adlandırılır.
- Benzer sistemler baz tabanlarından baz açıları genellikle polar sistemler olarak adlandırılır.
- **Düzlemsel Koordinat sistemleri**
İki boyutlu koordinat sistemleri, tek bir düzlemi tanımlar.
- **Üç Boyutlu Sistemler**
Tanımlanmış iki ortogonal sistem

Düzlemsel Koordinat Sistemleri :

- İki temel eksen yatay (x) ve dikey (y)
- Herhangi bir noktanın konumu, x ve y değerlerine karşılık gelen olarak tanımlanabilir (x, y)
- Bir düzlemde iki nokta tarafından tanımlanan bir çizgi
- İki nokta arasındaki mesafe (çizgi uzunluğu) Pisagor formülünden elde edilebilir.
- Bir nokta, bir düzlemdeki kutupsal koordinatlarla açıklanır ($r = 3.5$, $q = 60^\circ$)
- Kutupsal koordinatların Kartezyen Koordinatlara Dönüşümü:

$$x = r \cos(\phi)$$

$$y = r \sin(\phi)$$

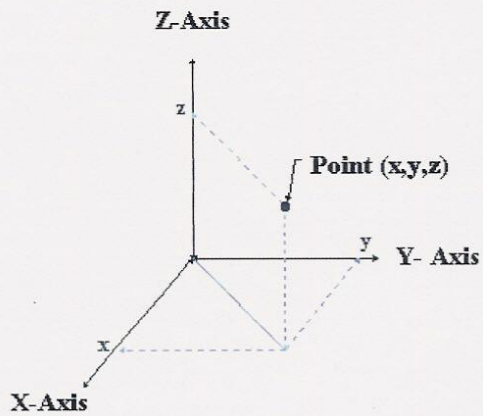
Üç Boyutlu Sistemler :

- Bir nokta üç boyutlu kartezyen koordinatlarla açıklanır: X, Y, Z.
- Bir nokta üç boyutlu kutupsal koordinatlarla açıklanır: (ϕ , θ , r)
- Üç boyutlu kutupların üç boyutlu kartezyen koordinatlara dönüşümü:

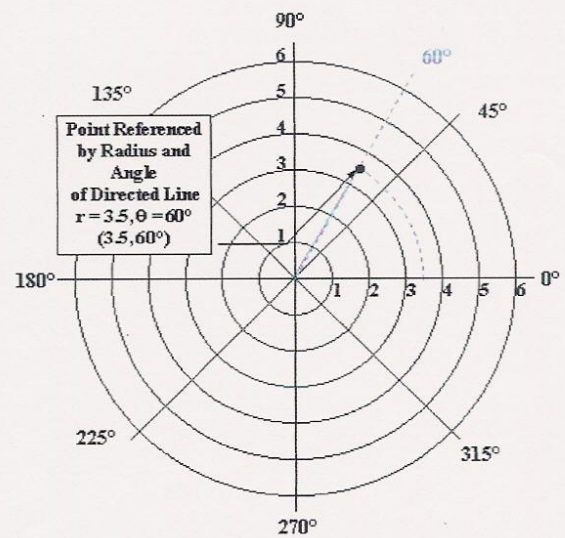
$$x = r \cos(\phi) \cos(\theta)$$

$$y = r \cos(\phi) \sin(\theta)$$

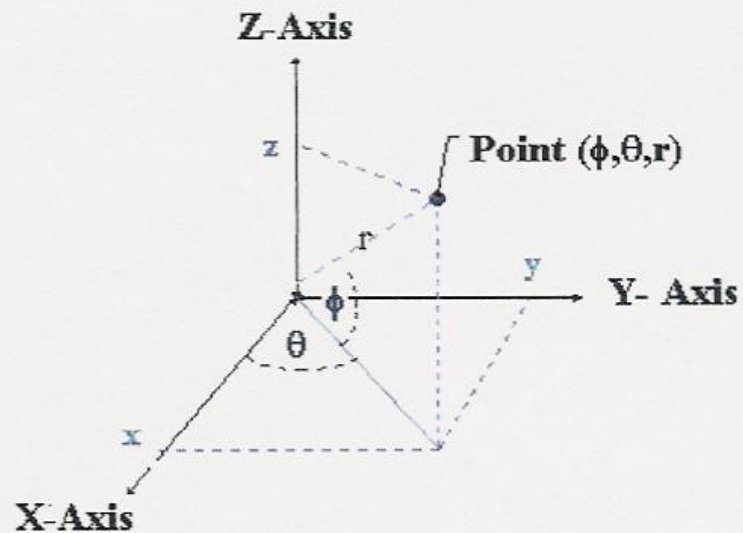
$$z = r \sin(\phi)$$



Three-Dimensional Cartesian Coordinates
X, Y, Z



Polar Coordinates in a Plane



**Conversion of
Three-Dimensional Polar Coordinates
 (ϕ, θ, r)
to
Three-Dimensional Cartesian Coordinates
 (x, y, z)**

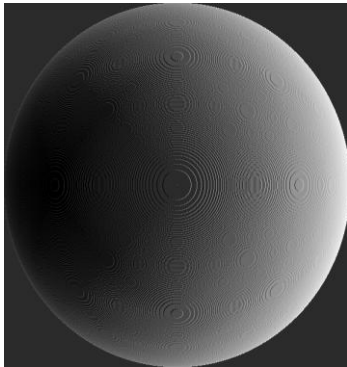
$$x = r \cos(\phi) \cos(\theta)$$
$$y = r \cos(\phi) \sin(\theta)$$
$$z = r \sin(\phi)$$

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

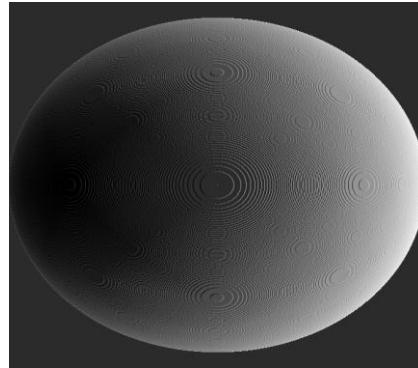
Dünya Koordinat Geometrisi

Dünya bir model olarak modellenenebilir

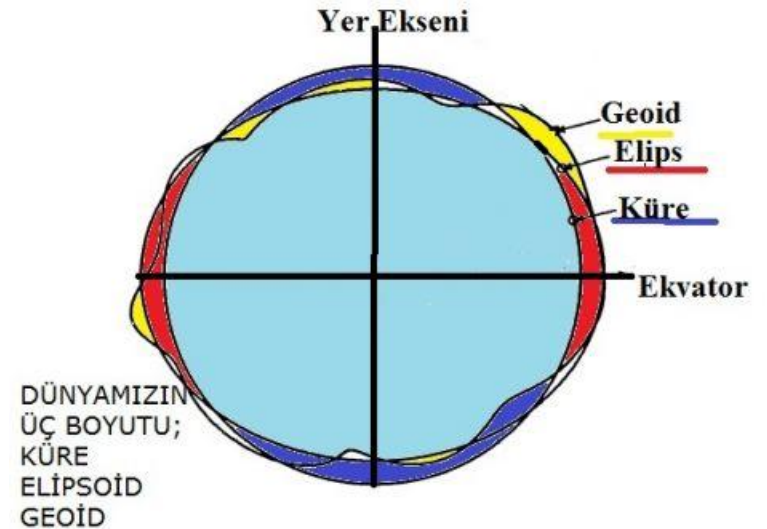
- Küre,
- Küresel elipsoid
- Jeoid (karmaşık yerçekimi modelleri)



Küre



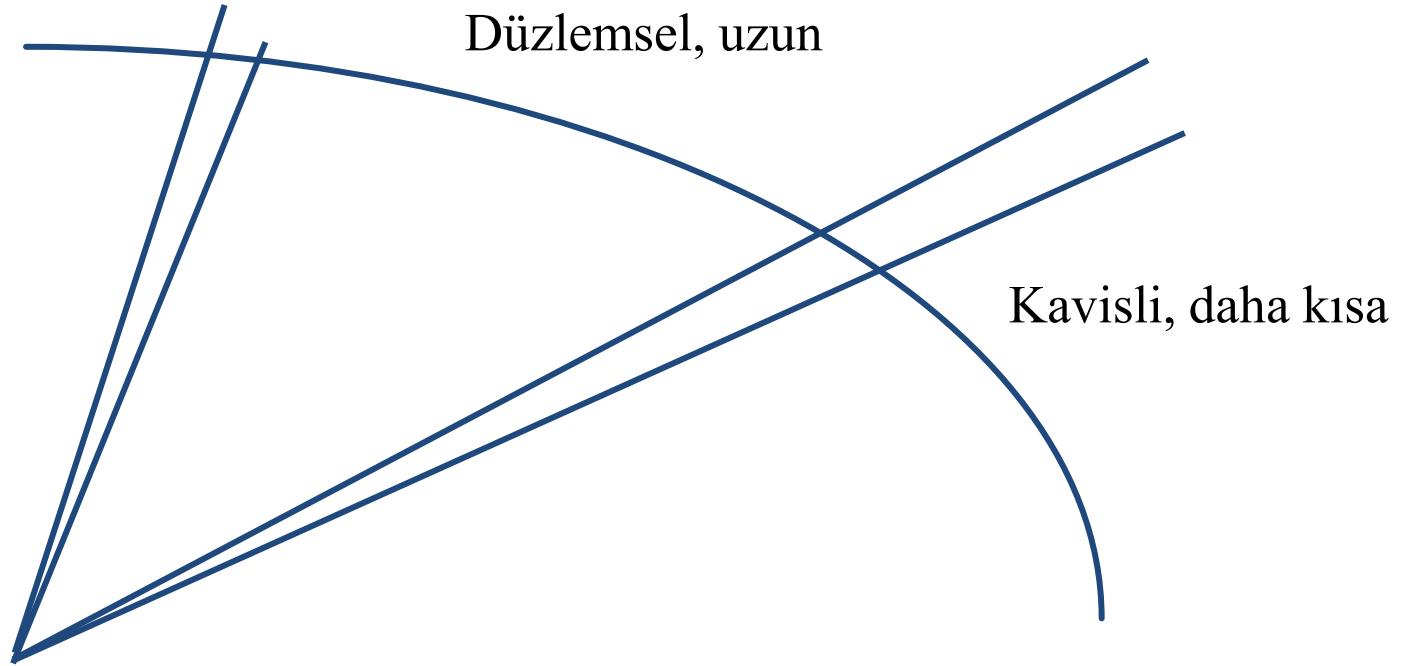
Elipsoid



HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Dünya Koordinat Geometrisi

Dünya Küresel Elipsoid
(Newton tarafından tahmin edildi)



HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Dünya Koordinat Geometrisi

- **Küre yaklaşık 40 milyon metredir.**
- **Bir elipsoid, kısa eksenini etrafında üç boyutta döndürülen bir elipstir.**
- **Dünyanın elipsoidi bir küreden sadece 1/297 uzakta.**
- **Birçok elipsoid ölçülmektedir. Örnekler WGS84 ve GRS80'dir.**

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Dünya Koordinat Geometrisi

Dünya'nın Dönmesi :

- Yeryüzünün hayali eksenini üzerinde dönmesi rotasyon olarak adlandırılır.
- Döndürme fiziksel bir etkiye sahiptir.
- Dünyanın yüzeyindeki herhangi bir nokta dönüşle hareket eder ve hayali bir eğri çizgiyi izler: enlemin paralel
- Kuzey ve Güney kutupları spin eksenini temsil eder ve sabit referans noktalarıdır. Eğer Kuzey Kutbu uzatılmışsa, sabit bir yıldız, Kuzey Yıldızına (Polaris) işaret eder.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

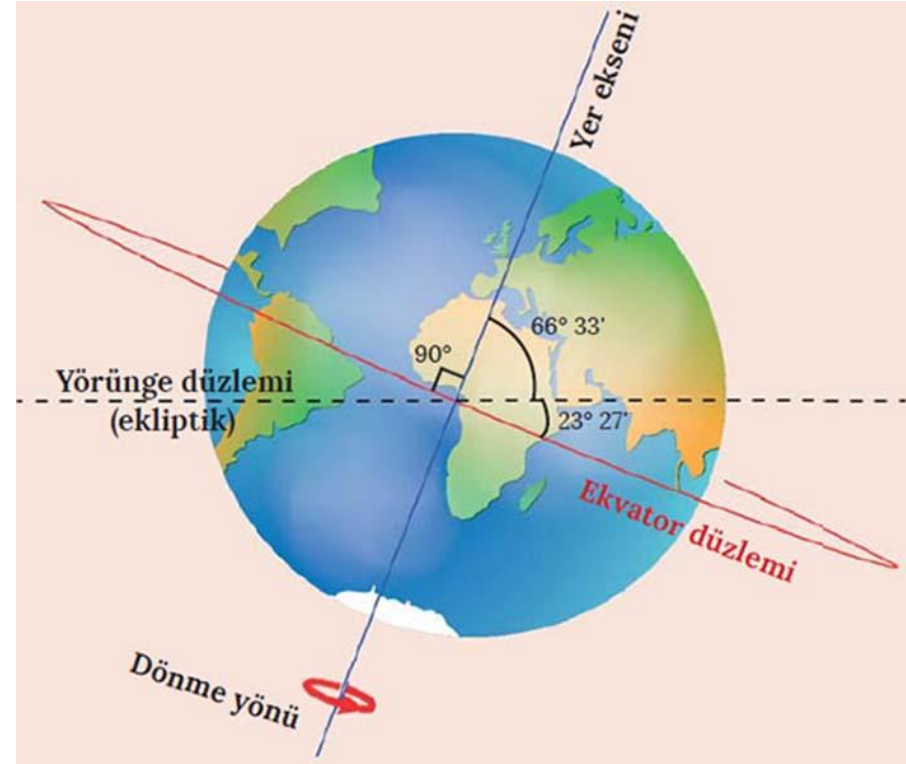
Dünya Koordinat Geometrisi

Ekvator:

- Eğer bir düzlem, dünyayı dönme eksenini ile ona dik olarak ikiye bölerse, yüzeyle kesişme bir çember oluşturacaktır.

Bu eşsiz daire ekvatordur.

- Ekvator ve kutuplar dünyanın koordinat sisteminin en önemli parçalarıdır.



HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Dünya Koordinat Geometrisi

Coğrafi Tablo:

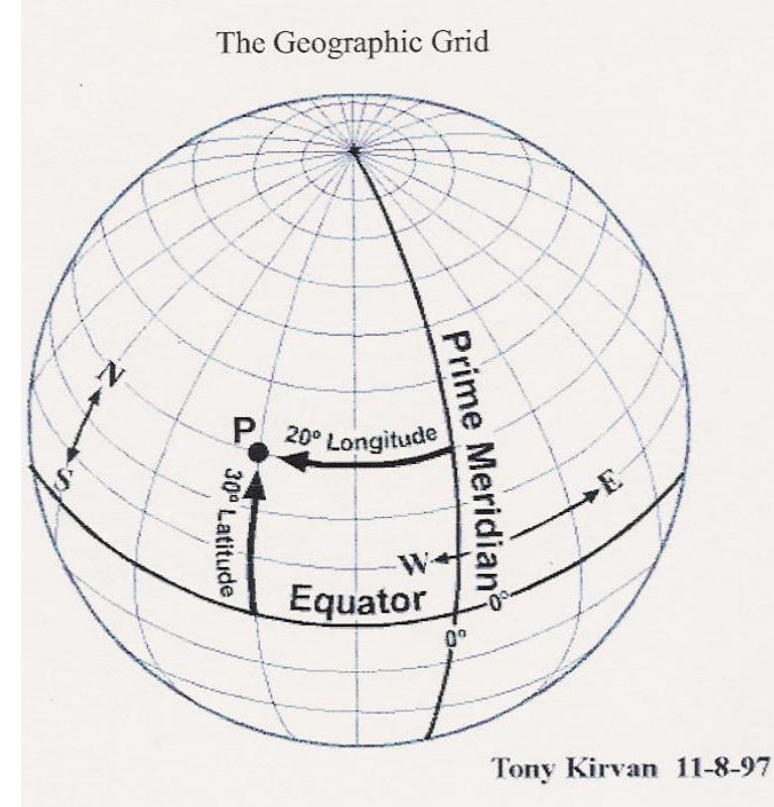
Yüzey özelliklerinin yerlerini belirlemek için enlem ve boylamlar kullanılır.

Paraleller: doğu-batı hatları ekvatora paralel

Meridyenler: kutup bağlayan kuzey-güney hatları.

Paraleller sürekli paralel olur ve meridyenleri kutuplarda birleşir.

Meridyenler ve paraleller daima doğru açılarda kesişir.



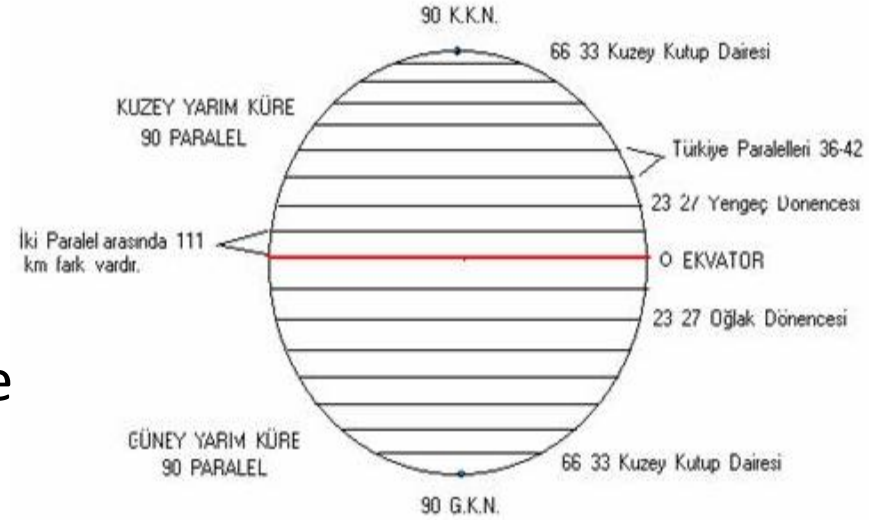
HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Dünya Koordinat Geometrisi

- **Doğudan batıya doğru devam eden sabit enlemi olan bir çizgiye paralel denir.**
- **Kuzey kutbundan güney kutbuna doğru sürekli boylamlı bir çizgiye meridyen denir.**
- **Sıfır-boylam meridyeni baş meridyen olarak adlandırılır ve İngiltere, Greenwich'ten geçer.**
- **Bir harita üzerinde çizgiler olarak gösterilen paralel ve meridyenler şebeke olarak adlandırılmaktadır.**

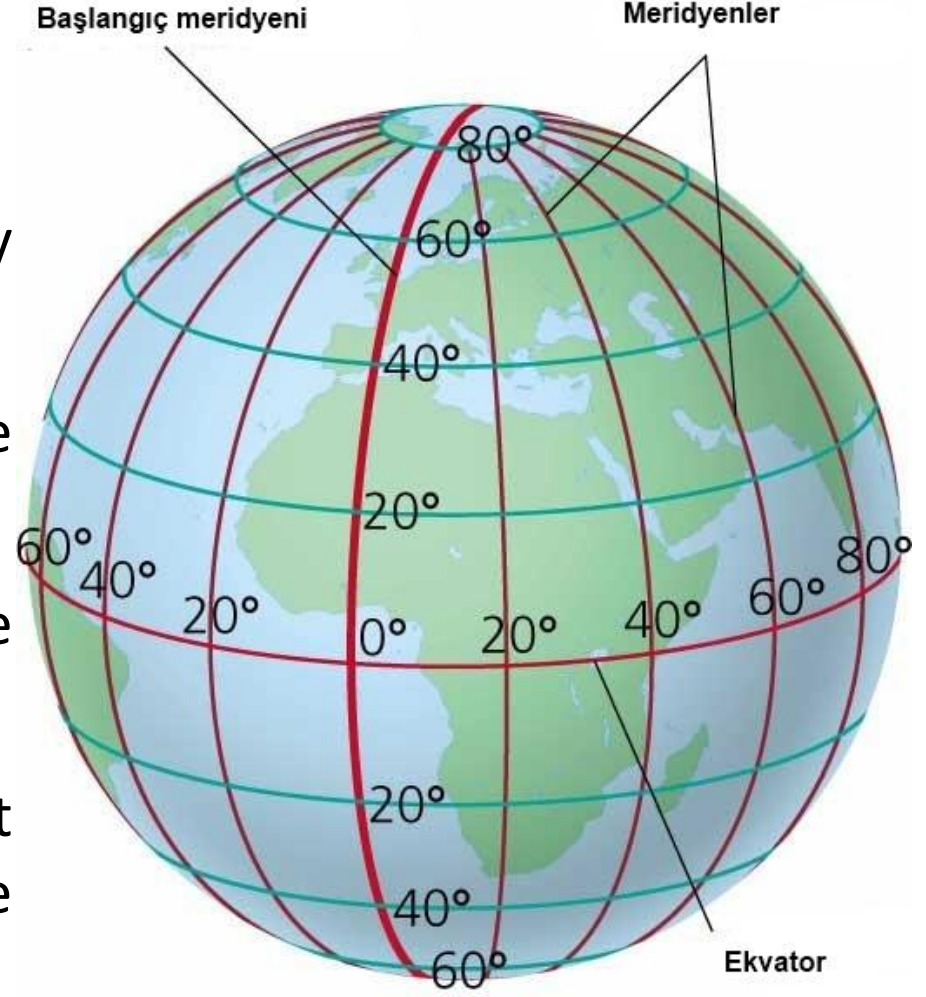
Latitude'un Paralellikleri:

- Gerçek doğu-batı hatları
- her zaman paralel
- her ikisi de her zaman eşit mesafede
- sonsuz bir sayı oluşturulabilir
- Paralellikler, kartezyen koordinat sisteminin yatay x eksenine ilgilidir.



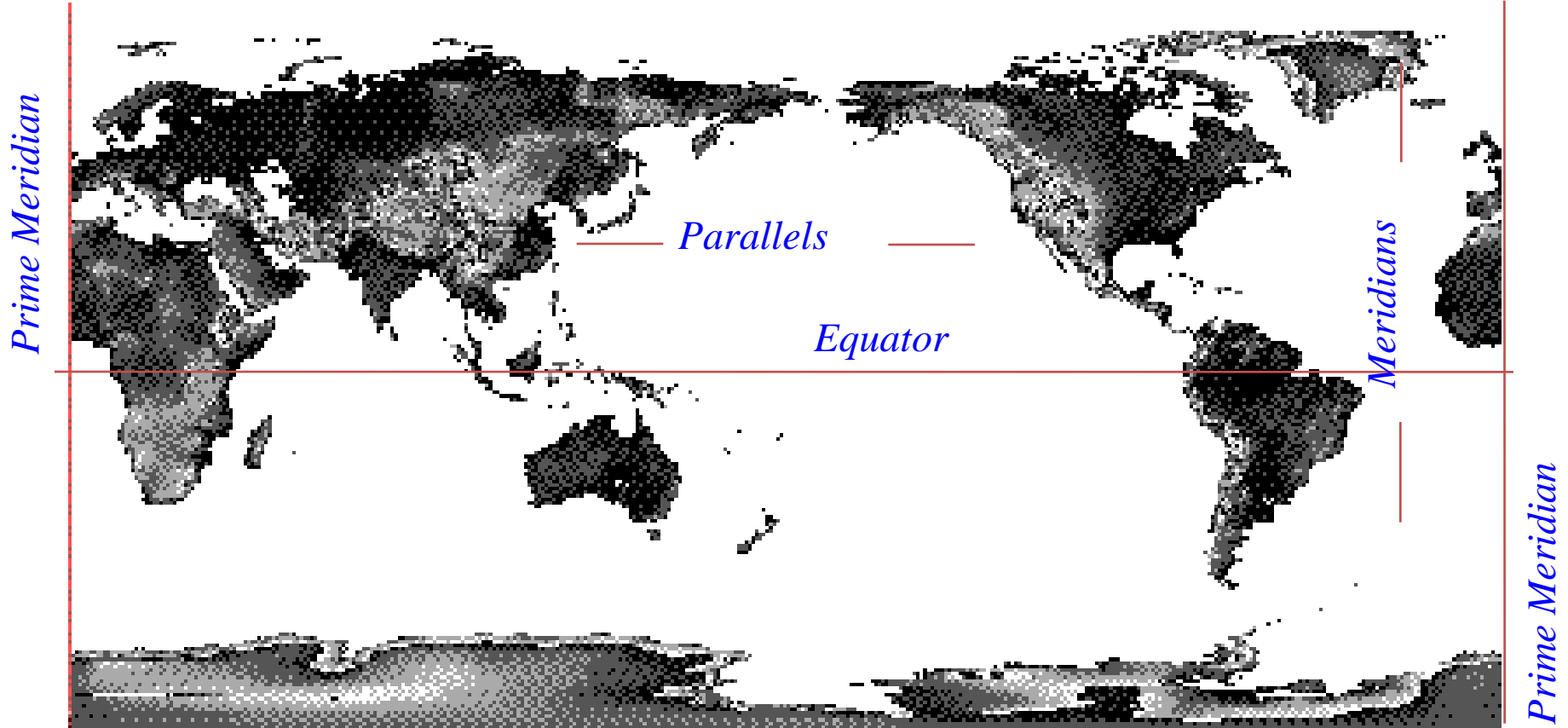
Boylamların Meridyenleri:

- Hepsi gerçek kuzey-güney yönündedir
- Ekvator da en uzak aralıklı ve kutuplarda bir noktaya yakınlaşır.
- Sonsuz sayıda bir küre üzerinde oluşturulabilir
- Meridyenler, kartezyen koordinat sisteminin dikey y eksenlerine benzer



HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Dünya Koordinat Geometrisi



Derece, Dakika ve saniyeler

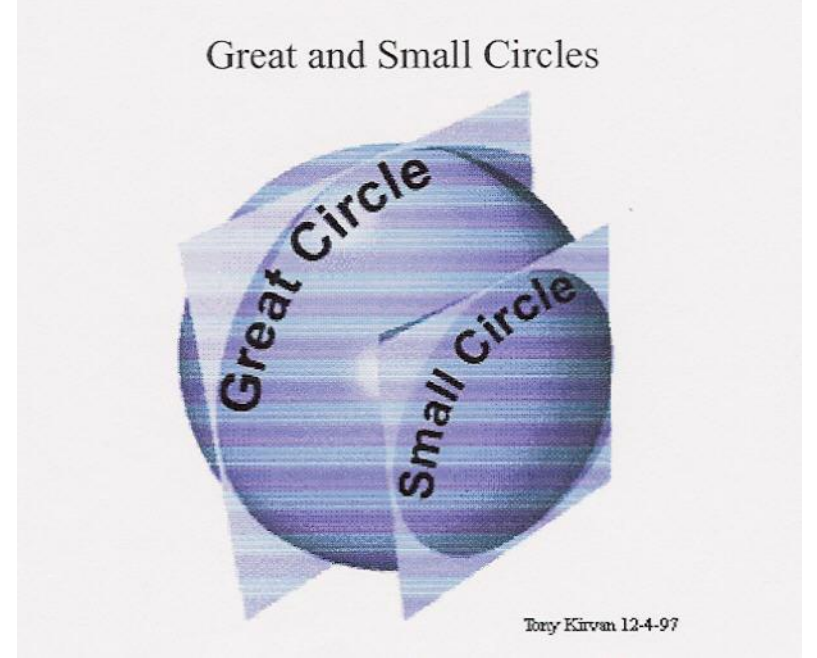
- Yeryüzü yüzeyindeki bir noktanın yerini belirlemek için açısal ölçümler kullanılır.
- Bir daire 360 derece, derece başına 60 dakika ve dakikada 60 saniye
 - derecesi başına 3600 saniye var
 - 45° 33' 22'' (45 derece, 33 dakika, 22 saniye)
 - 45° 33' 22'' = 45.55°
- Dünya kendi eksenini etrafında her 24 saatte bir döner, bu nedenle herhangi bir nokta günde 360 derece veya saatte 15 derece hareket eder.

Büyük ve Küçük Daireler:

Büyük bir daire, bir kürenin tam merkezinden bir düzlemi geçirerek oluşturulan bir çemberdir.

- En büyük daire çizilebilir
- sonsuz sayıda büyük daire çizilebilir
- Bir küre üzerindeki iki nokta arasındaki mesafelerin hesaplanması için kullanılır.

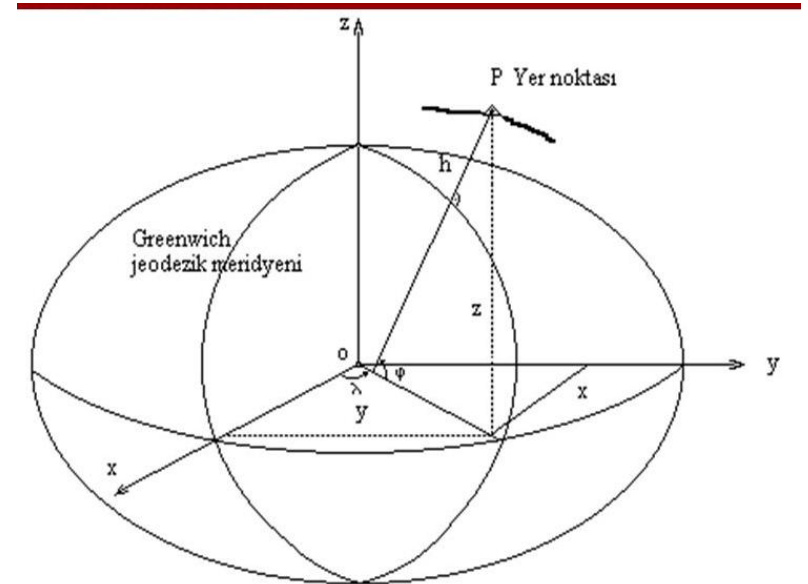
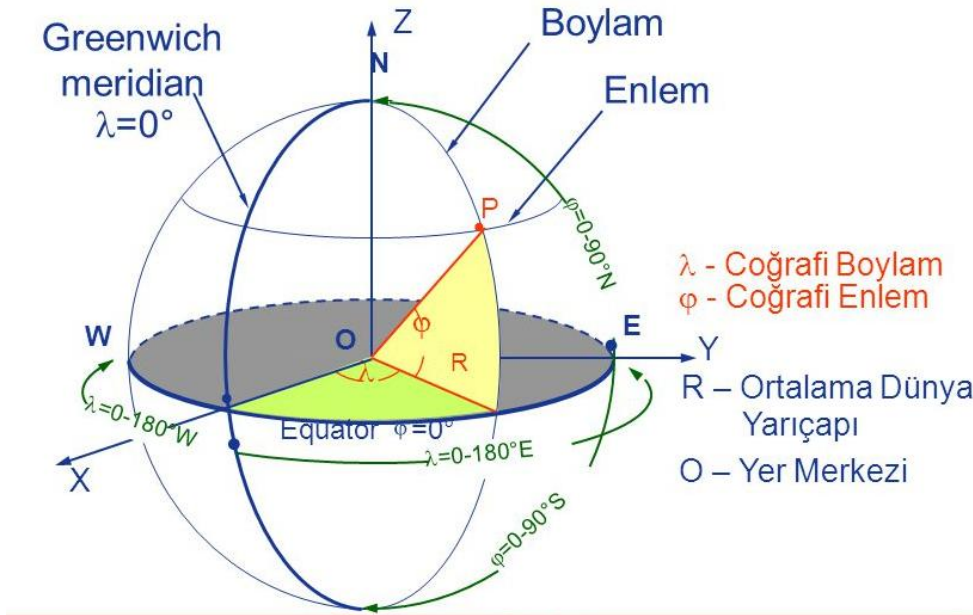
Küçük bir daire, bir düzlemi merkezden başka bir küre boyunca geçirerek üretilir.



Enlem, Boylam ve Yükseklik:

-Günümüzde en yaygın kullanılan koordinat sistemi enlem, boylam ve yükseklik sistemidir.

-Prime Meridian ve ekvator, enlem ve boylamı tanımlamak için kullanılan referans düzlemleridir.



Referans elipsoid:

Uzun mesafelerden hassas mesafe ve yön ölçümlerini yapmak için, elips biçimli dünya modelleri gereklidir.

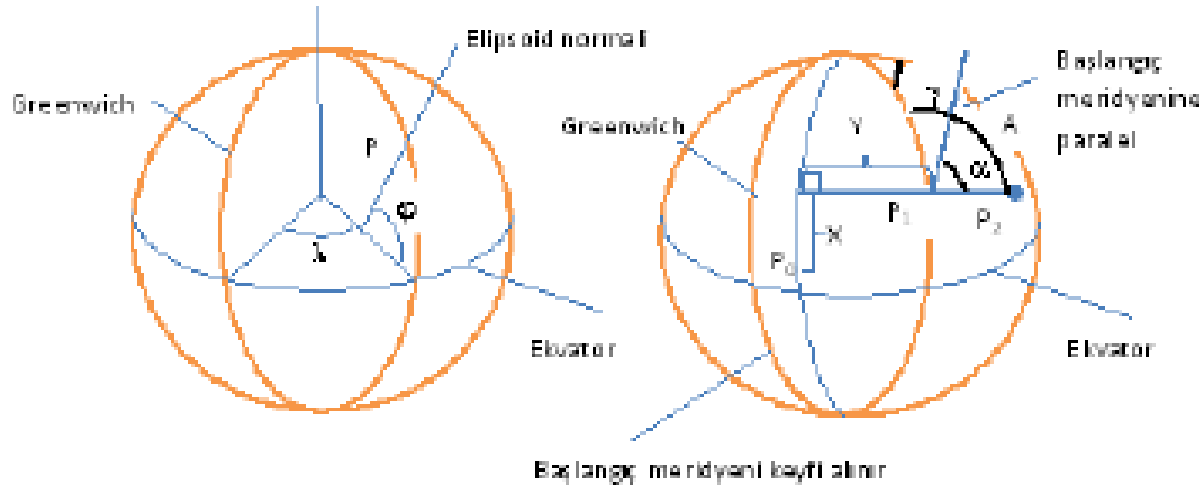
- Elipsoidal model küreden daha doğrudur
- En iyi modeller, yüzeyin düzgün, ortalama deniz yüzeyi üzerindeki şeklini yaklaşık 100 m'ye kadar gösterebilir.

Referans elipsoidleri ya :

- Yarı-büyük ve yarı-küçük eksenler veya
- Yarı-ana ve elipsoidin yassılaştırılması arasındaki ilişki (dış merkezlik) tarafından tanımlanır

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Dünya Koordinat Geometrisi



α : Açıklık açısı

A : Azimut (semt)

$\alpha \neq A$

γ : Yaklaşma açısı (yakınsama açısı)

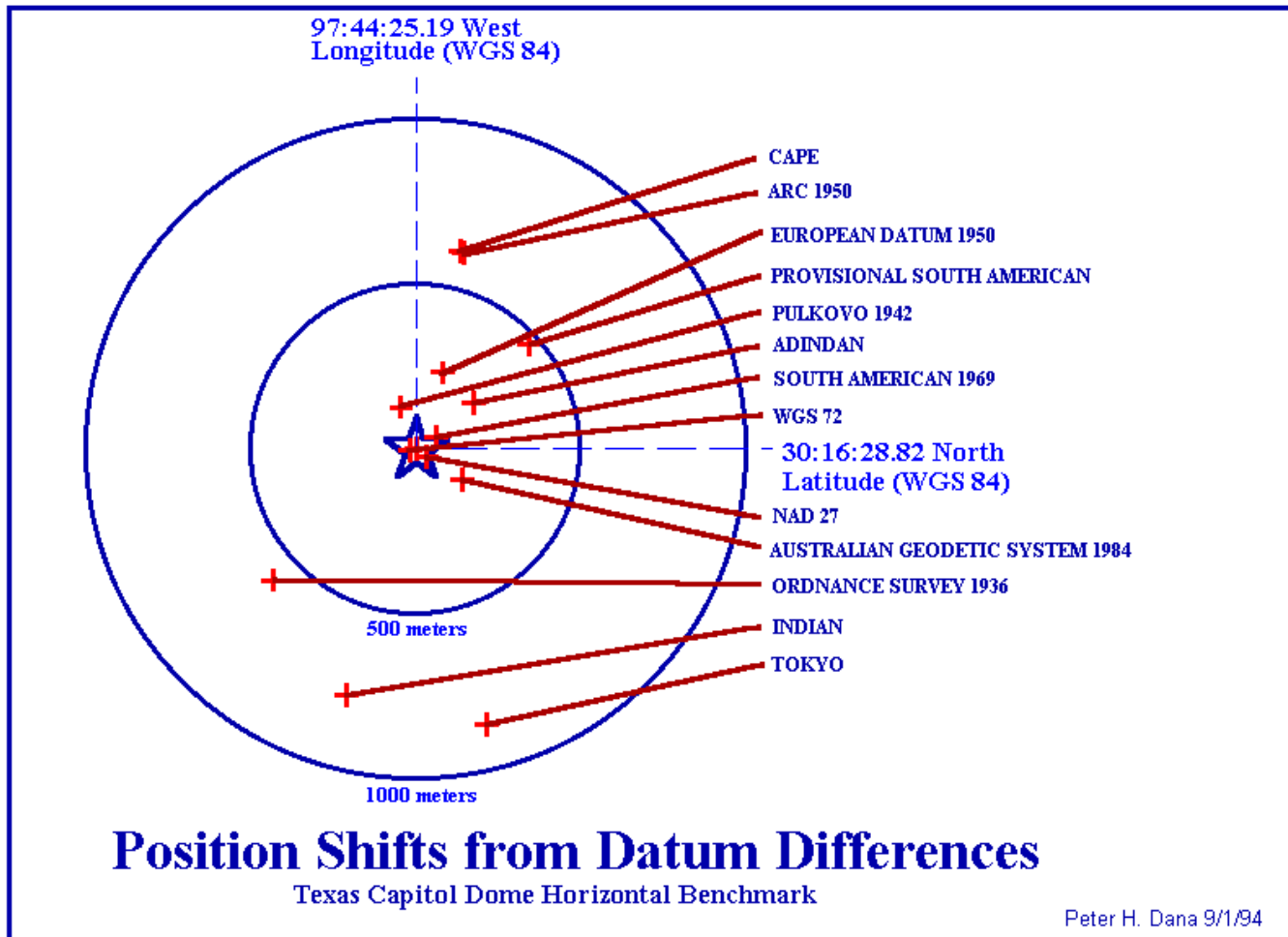
$A = \alpha + \gamma$

Referans Elipsoid İsimleri ve Sabitler

Reference Ellipsoid Name	ID Code	a(meters)	1/f
Airy 1830	AA	6377563.396	299.3249646
Australian National	AN	6378160	298.25
Bassel 1841 Ethiopia, Indonesia, Japan, and Korea Namibia	BR BN	6377397.155 6377483.865	299.1528128 299.1528128
Clarke 1866	CC	6378206.4	294.9786982
Clarke 1880	CD	6378249.145	293.465
Everest Brunei and E. Malaysia (Sabah and Sarawak) India 1830 India 1956 Pakistan W. Malaysia and Singapore 1948	EB EA EC EF EE	6377298.556 6377276.345 6377301.243 6377309.613 6377304.063	300.8017 300.8017 300.8017 300.8017 300.8017
W. Malaysia 1969 Geodetic Reference System 1980	ED RF	6377295.664 6378137	300.8017 298.257222101
Helmert 1906	HE	6378200	298.3
Hough 1960	HO	6378270	297
Indonesia 1974	ID	6378160	298.247
International 1924	IN	6378388	297
Krassovky 1940	KA	6378245	298.3
Modified Airy	AM	6377340.189	299.3249646
Modified Fischer 1960	FA	6378155	298.3
South America 1969	SA	6378160	298.25
WGS 1972	WD	6378135	298.26
WGS 1984	WE	6378137	298.257223563

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Dünya Koordinat Geometrisi



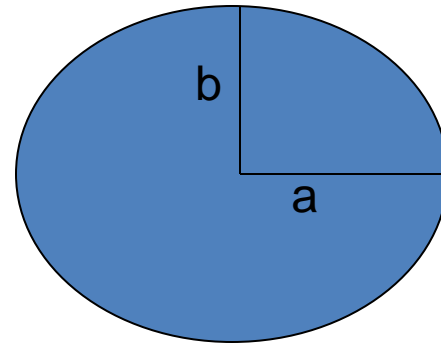
HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Dünya Koordinat Geometrisi

Düzlemsel Dikdörtgen Koordinatlar ve Harita Projeksiyonları

Dünya dönen bir elips (Spheroid, dönme elipsoidi) olarak ifade edilir.

15 elipsoid tanımlanmıştır.
Her biri için a ve f verilir
f = kutup düzleştirici miktarı
Dünya için $f = 1 / 298$



eliptisite

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

Türkiye

$$a=6378388 \text{ m} \quad f = 1/297$$

Ekvatorial eksen (a) > kutupsal eksen (b)

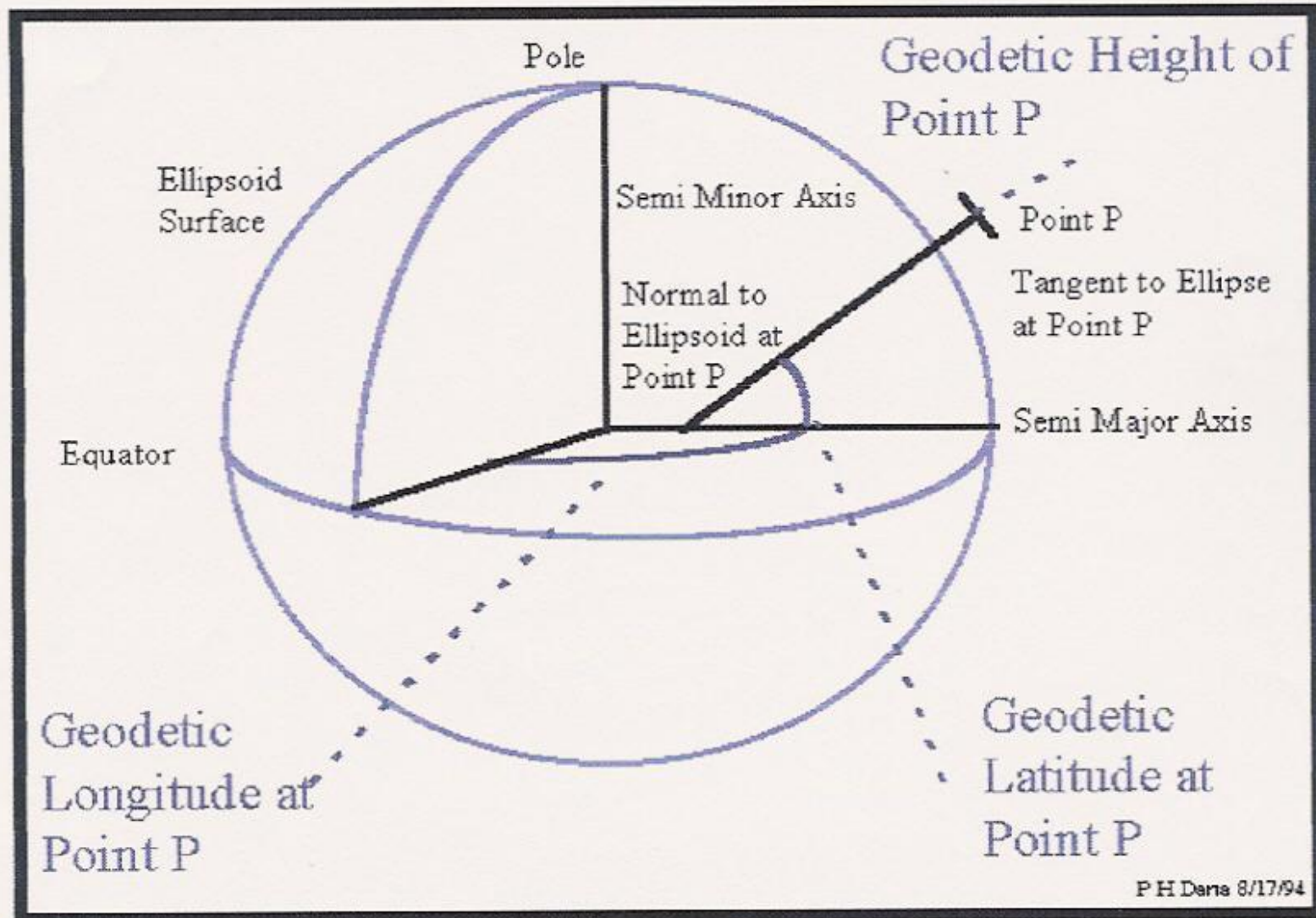
GRS80: Jeodezik Referans Sistemi 1980

(IUGG tarafından standart olarak kabul edilir)

Jeodezik Enlem, Boylam ve Yükseklik :

- Bir noktanın jeodezik enlemi, ekvatorial düzlem ile referans elipsoide normal bir çizgi arasındaki aıdır.
- Bir noktanın jeodezik boylamı, bir referans düzlemi ve noktadan geçen bir düzlem arasındaki aıdır, her iki düzlem de ekvator düzlemine diktir.
- Bir noktanın jeodezik yüksekliği, referans elipsoidin elipsoide normal bir yöndeki noktasına olan mesafedir.

Geodetic Latitude, Longitude, and Height



Jeodezik Enlem:

Dünya şekli WGS84 Ellipsoid'e

dayanıyorsa:

Enlem 1°'nin uzunluğu, küre üzerindeki
her yerde aynı değildir.

ekvatorda, 1° enlem 110.57 km

kutuplarda 1° enlem 111.69 km.

Enlem (o)	Uzunluk (km)
0	110.57
10	110.61
20	110.70
30	110.85
40	111.04
50	111.23
60	111.41
70	111.56
80	111.556
90	111.69

Jeodezik Boylam :

-Bir noktanın jeodezik boylamı, dünya çapındaki birçok BIH (Bureau International de l'Heure) istasyonu tarafından tanımlanmaktadır.

-Ana meridyen, İngiltere'nin Greenwich'teki eski Kraliyet Gözlemevi'nden geçiyor

-Bu 0° boylam açısal tanımlaması vardır.

-Bir noktanın boylamı bu meridyen tarafından ölçülür.

-Boylam, doğu ya da batı olmak üzere 0 ile 180° arasında değişir.

- 1° boylam ile temsil edilen mesafe, ölçüldüğü yere göre değişir.

- Ekvatorda yaklaşık uzunluk yaklaşık 111.18 km'dir.

- Meridyenler kutuplarda birleşir ve 1° ile gösterilen mesafe azalır.

- 60° N enlemde, 1° boylam yaklaşık 55.52 km'ye eşittir.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

2 Koordinat sistemleri

Dikdörtgen Kartezyen Koordinatlar (geocentric)

$$X = (v+h) \cos \phi \cos \lambda$$

$$Y = (v+h) \cos \phi \sin \lambda$$

$$Z = (v(1-e^2)+h) \sin \phi$$

$$\text{where } v = a(1-e^2 \sin^2 \phi)^{1/2}, e^2 = (a^2 - b^2)/a^2$$

Ters çözüm

$$\tan \phi = Z(v+h) / ((X^2 + Y^2)^{1/2} (v(1-e^2)+h)) \quad \text{step by step solution}$$

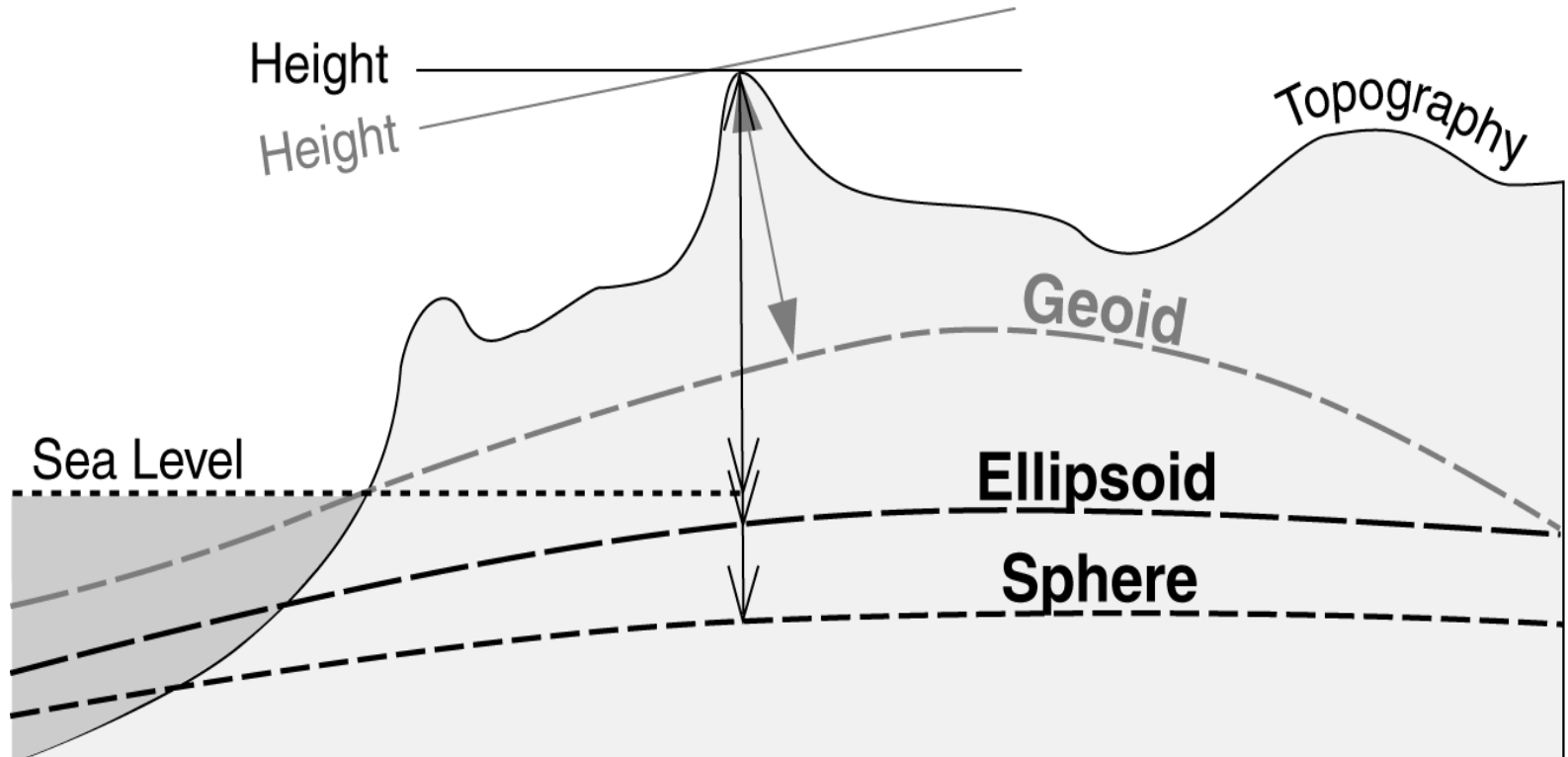
$$\tan \lambda = Y/X$$

$$h = (X^2 + Y^2)^{1/2} \sec \phi - v$$

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

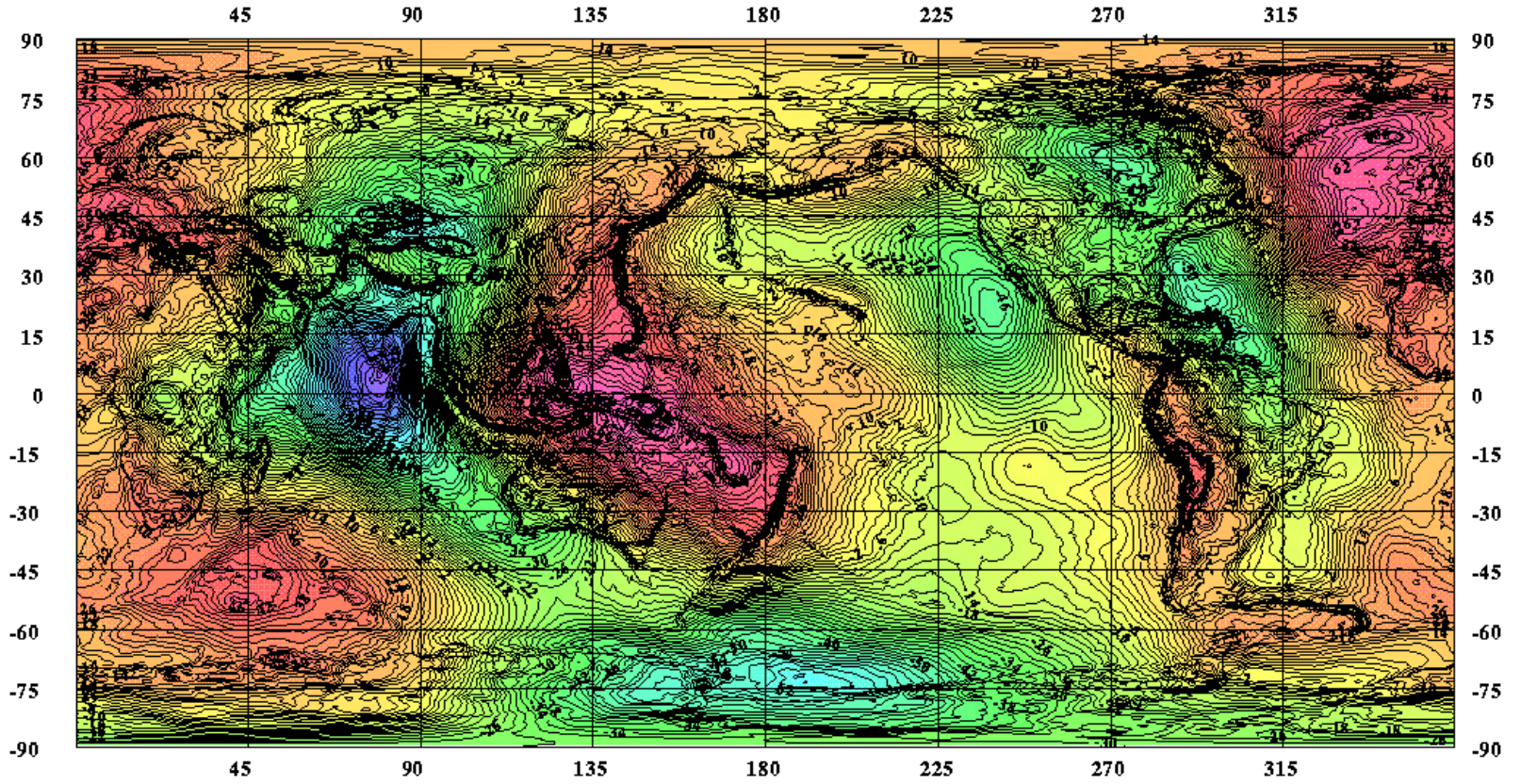
Dünya Koordinat Geometrisi

Dünya Modelleri ve Datumlar



HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

2 Koordinat sistemleri



Geoid

-105.0  85.0 Meter

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Dünya Koordinat Geometrisi

- Bir elipsoid, haritalama için bir taban noktası verir ve referans noktasıdır.
- Örnekler NAD27 ve NAD83'tür.
- Jeoid, en iyi elipsoidi ve yerçekimi çeşitliliğini yerel olarak ayarlayan bir şekildir.
- Bu en doğrudur ve CBS ve haritacılıktan daha fazla jeodezide kullanılır.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Dünya Koordinat Geometrisi

Referans nasıl kontrol edilir?

ELLIPSOID

GRID

PROJECTION

VERTICAL DATUM

HORIZONTAL DATUM

HYDROGRAPHIC DATUM

PRINTED BY

WORLD GEODETIC SYSTEM 1984

1,000 METER UTM ZONE 51

TRANSVERSE MERCATOR

MEAN SEA LEVEL

WORLD GEODETIC SYSTEM 1984

APPROX. LEVEL OF LOWEST LOW WATER

DMAHTC 4-94

COORDINATE CONVERSION WGS 84 TO TOKYO

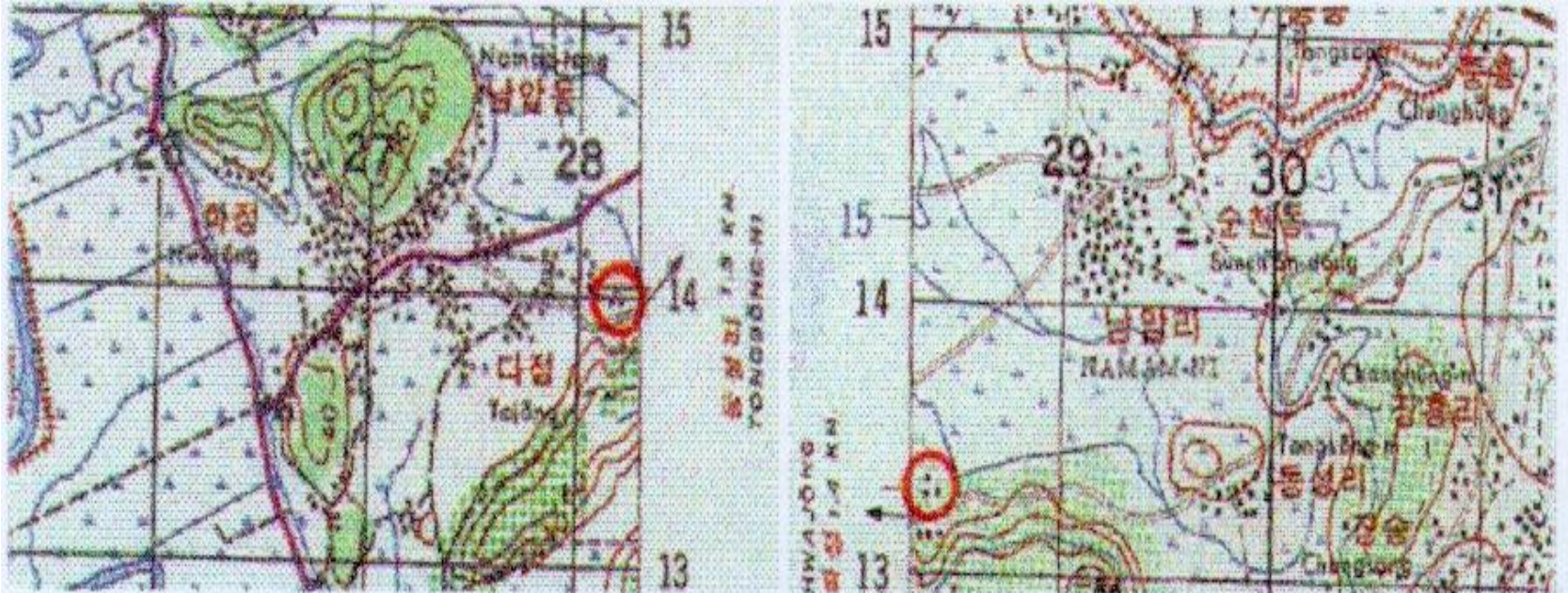
Grid: Add 156 m.E., Subtract 712 m.N

Geographic: Add 7.0'' Long.; Subtract 8.8'' Lat

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Dünya Koordinat Geometrisi

Grid Haritaları



HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Harita Projeksiyonları

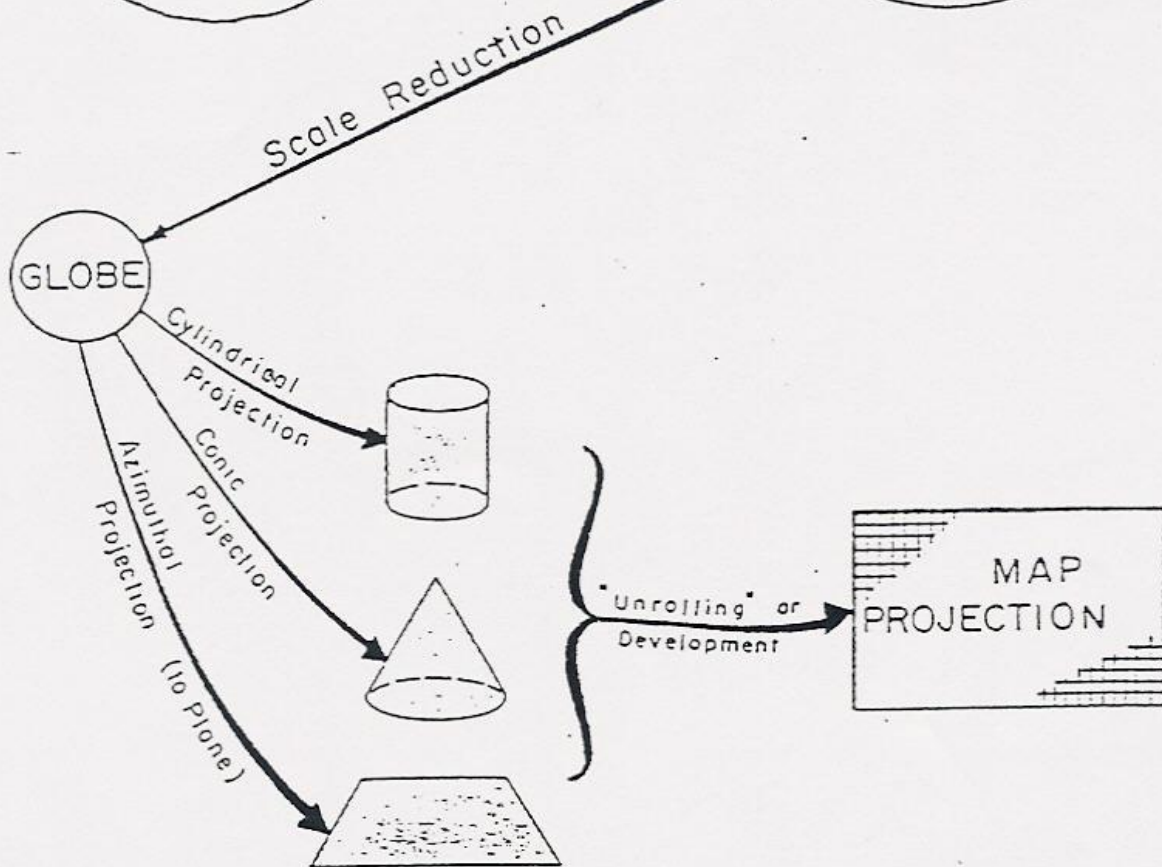
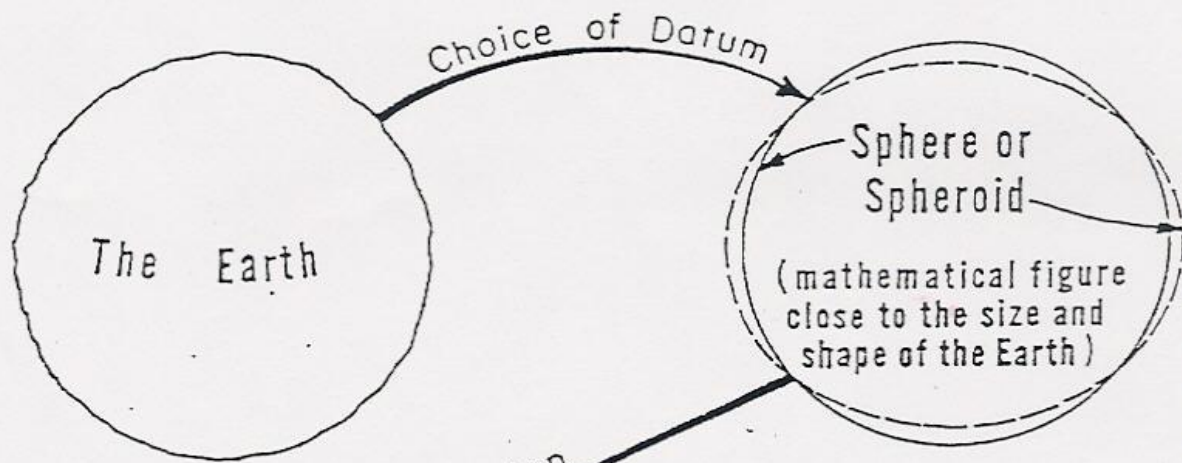
Harita projeksiyonu:

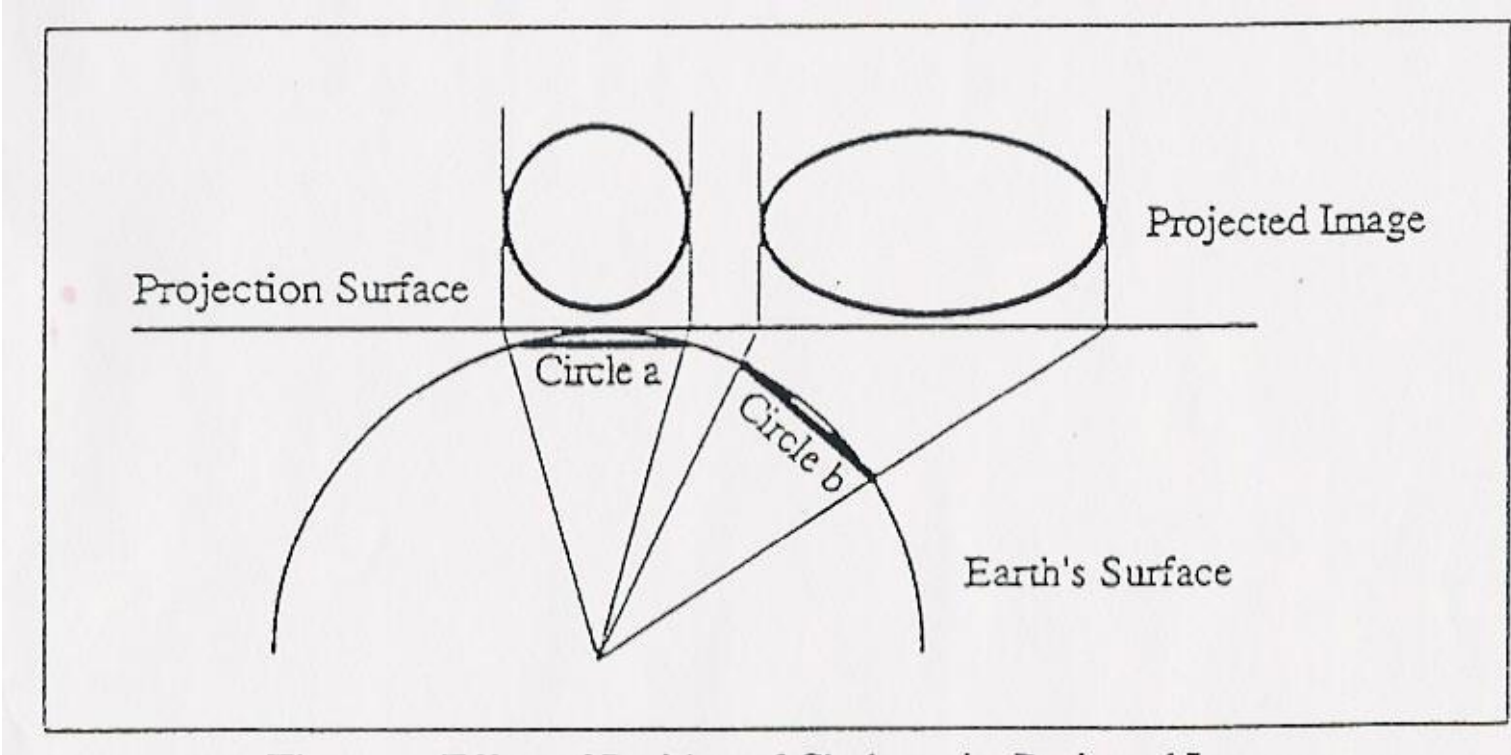
Düz bir 2D yüzey üzerinde küresel 3D yüzeyi yansıtmak için kullanılan matematiksel dönüşüm

Her projeksiyon için benzersiz denklemler vardır (x, y) ya da (r, θ)

Küre'nin iki dönüşümü gerçekleşir:

- kağıda sığacak şekilde küçültme
- düz hale getirmek için kürenin yuvarlak yüzeyini deforme etme





CBS ile İlgisi:

Haritalar CBS için giriş verilerinin ortak kaynağıdır

- girdi haritaları farklı projeksiyonlarda olacak
- Projeksiyonların matematiksel fonksiyonlarına CBS'de ihtiyaç vardır.

-Çoğu zaman küresel ve bölgesel ölçeklerin projeksiyonları için CBS kullanılır, böylece dünyanın eğriliğinin etkisi göz önünde bulundurulmalıdır.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

- Küresel veya elipsoidal yerkürenin düz bir haritaya dönüşümü harita projeksiyonu olarak adlandırılır.
- Harita izdüşümü, bir silindir veya bir koni gibi kesilerek düzleştirilebilen düz bir yüzeye veya bir yüzey üzerine olabilir.
- Küre, ölçeklendirme sonra, yüzey keserse, projeksiyon sekant denir. Kesimlerin meydana geldiği veya yerküreye temas ettiği yüzeylerin izdüşüm çarpıklığı yoktur.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Harita Projeksiyonları

Projeksiyonlar

- Konformal (Ortomorfik) projeksiyonlar
- Eşit alan (Homolografik) projeksiyonlar
- Eşit mesafe projeksiyonları
- Eşit yön projeksiyonları

Özel projeksiyonlar

Lambert Konik Projeksiyon :

Mercator'un Projeksiyonu (uyumlu) :

(Herhangi bir projeksiyon, Dünya'yı bir düzlemde göstermek için sadece bir yaklaşımdır.)

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Konformal (Ortomorfik) projeksiyonlar :

Tüm paralellikler ve meridyenler düz haritada dik açıda buluşurlar ve küresel şekiller (yani, açılar) korunurlar.

Eşit alan (Homolografik) projeksiyonlar :

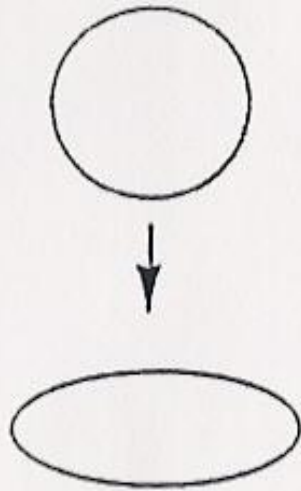
Alanlar doğru nispi oranlarda temsil edilir, ancak ellisoidal açıları bozulur.

Eşit mesafe projeksiyonlar:

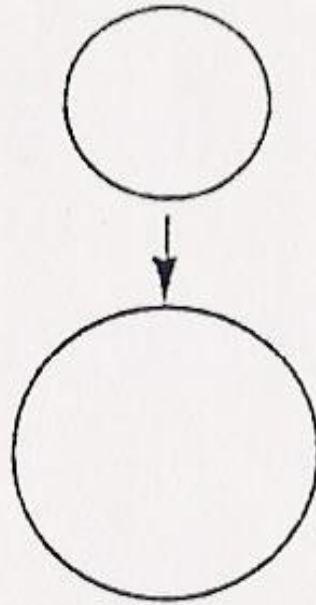
Ölçek, herhangi iki noktayı birleştiren bir çizgi üzerinde eşit kalır.

Eşit yön projeksiyonları:

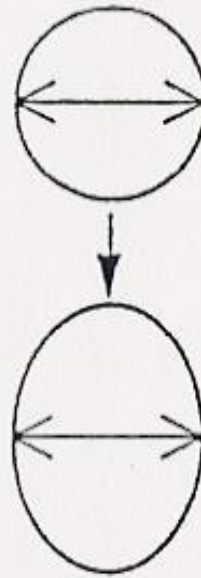
Bir küre üzerinde gerçek yönleri çizdirmek, tüm büyük dairelerin, sabit bir açıyla ardışık graticule çizgilerini geçen düz çizgiler olduğunu ortaya çıkarır.



a) Same area



b) Same shape



c) Same width

Original circle
(infinitesimally
small)

Projected
image

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Bir başka sınıflandırma (projeksiyon yüzeyi):

Silindirik projeksiyon : Dünyanın etrafında bir silindir olarak sarılmış bir düzlemde dönüşüm.

teğet çizgisi her zaman büyük bir dairedir.

Harita taslağı → dikdörtgen

Azimuthal projeksiyonu: Dünyaya teğet bir düzlemde dönüşüm.

Harita taslağı → dairesel

Konik projeksiyon: Dünyanın etrafında bir koni gibi sarılmış bir düzlemde dönüşüm.

Teğetlik çizgisi her zaman büyük bir çemberden daha küçüktür

Harita taslağı → yelpaze şeklinde

Haritalar, silindir, koni ve düzlemin elipsoide temas ettiği noktada veya çizgide doğrudur.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

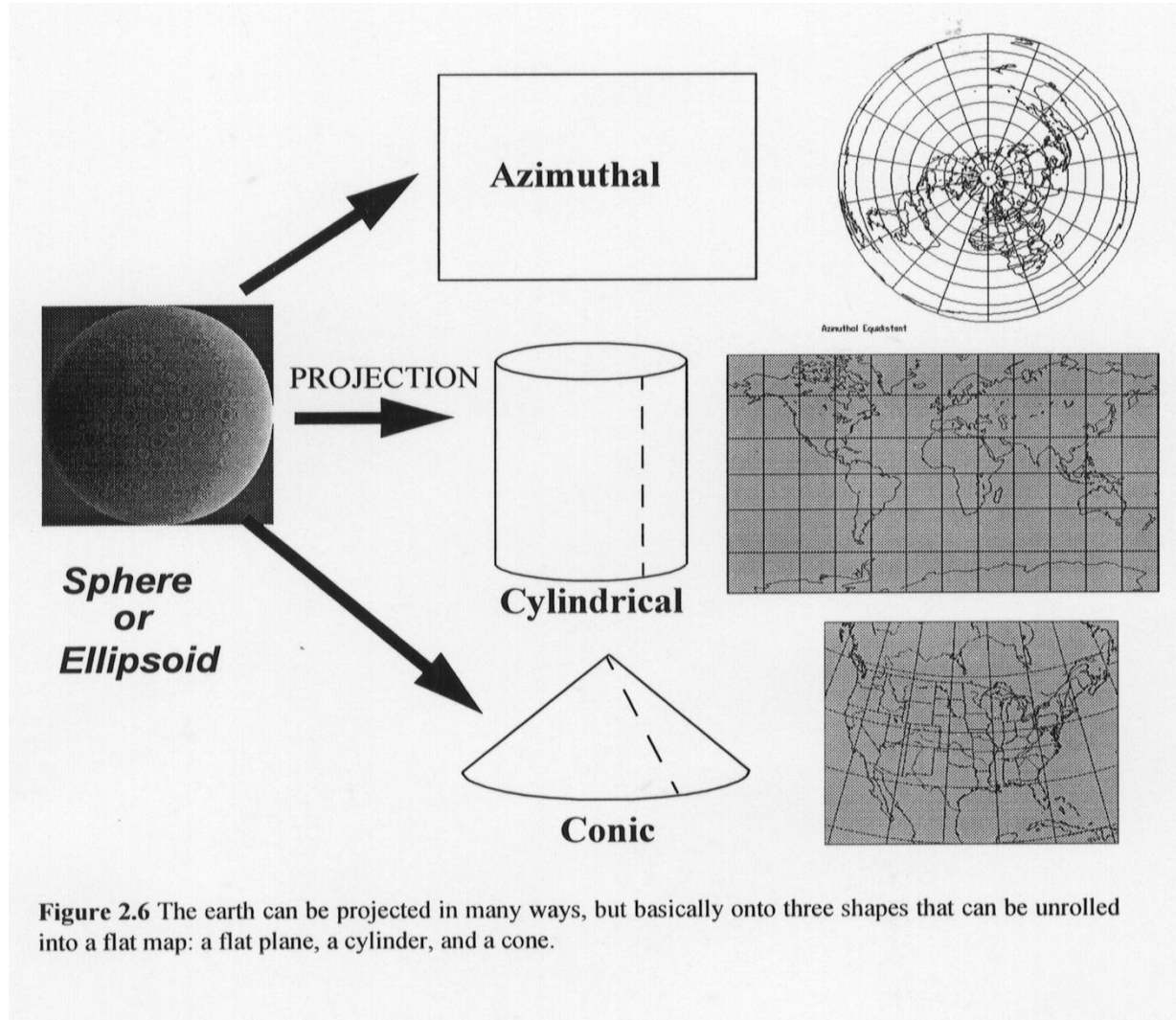


Figure 2.6 The earth can be projected in many ways, but basically onto three shapes that can be unrolled into a flat map: a flat plane, a cylinder, and a cone.

Düzlemsel bir harita hem eşdeğer hem de uyumlu olmayabilir.

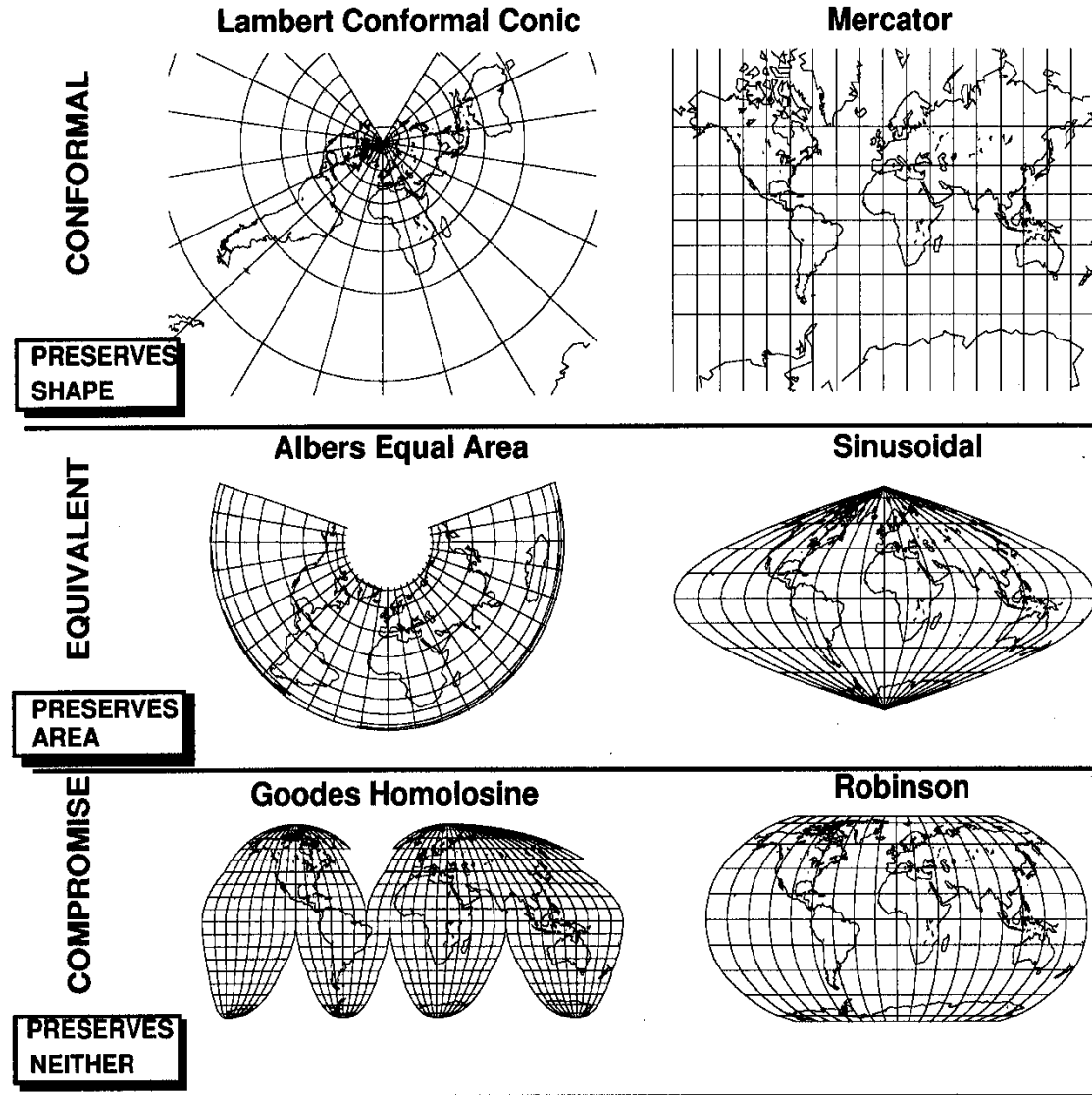


Figure 2.9 Examples of projections classified by their distortions. Conformal projections preserve local shape, equivalent projections preserve area, while compromise projections lie between the two. No projection can be equivalent and conformal.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

HARİTA PROJEKSİYONLARININ TERCİHİ

Dünyaya bir düzlemde dokunmanın birçok yolu vardır. (Normal, enine ve oblik yönleri.)

Normal yön: Silindirik ekvatora değiyor

Azimut kutuplardan birine dokunur

Konik bir paralellerden birine dokunur

Enine yön: Nokta ya da kesişme çizgisi 90° döndürüldüğünde

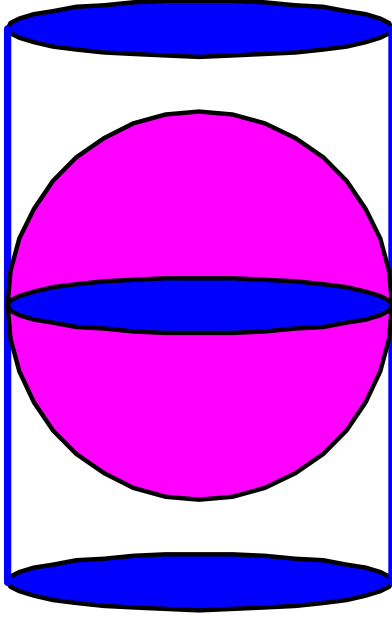
Meridyene dokun \rightarrow paralele dokun.

Eğik yön: diğer projeksiyonlar...

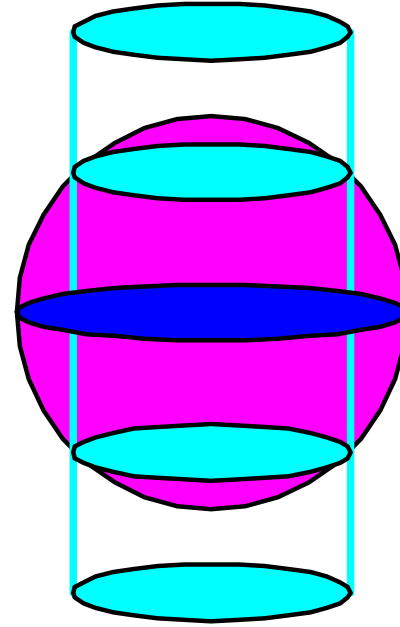
Projeksiyon	Kullanım Alanı	Bozulmalar	Sınırlamalar
Silindirik	Ekvatorial Kuşak Dünya haritası	Şekil ve açı korunur Alan bozular. Bozulma kutuplara doğru artar.	Dünya'nın tamamının haritası çizilebilir.
Konik	Orta enlemler Ülke haritaları	Şekil bozular, alan korunur. Ekvatora doğru bozulma artar	Dünya'nın yarısı gösterilebilir.
Düzlem	Kutup bölgeleri Dar alanların çizimi Büyük ölçekli harita çizimi	Düzlem odağından uzaklaştıkça bozulmalar artar.	Dünya'nın yarısı gösterilebilir.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Silindirik projeksiyon (Harita taslağı → dikdörtgen)



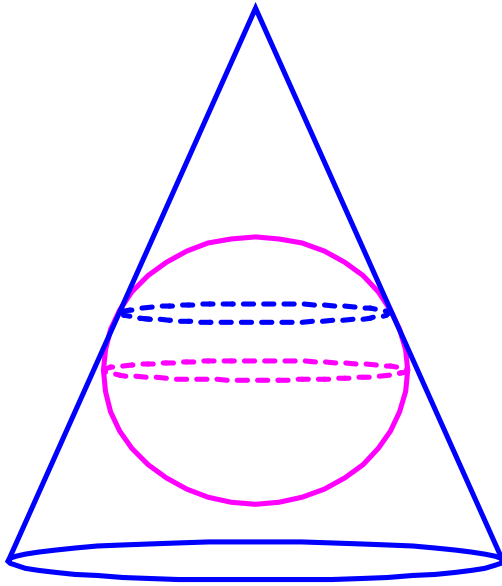
Teğet silindir



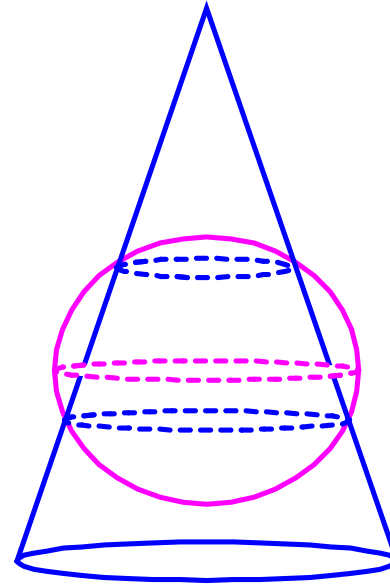
Kesişen silindir

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Konik Projeksiyonlar (Harita taslağı→ yelpaze şeklinde)



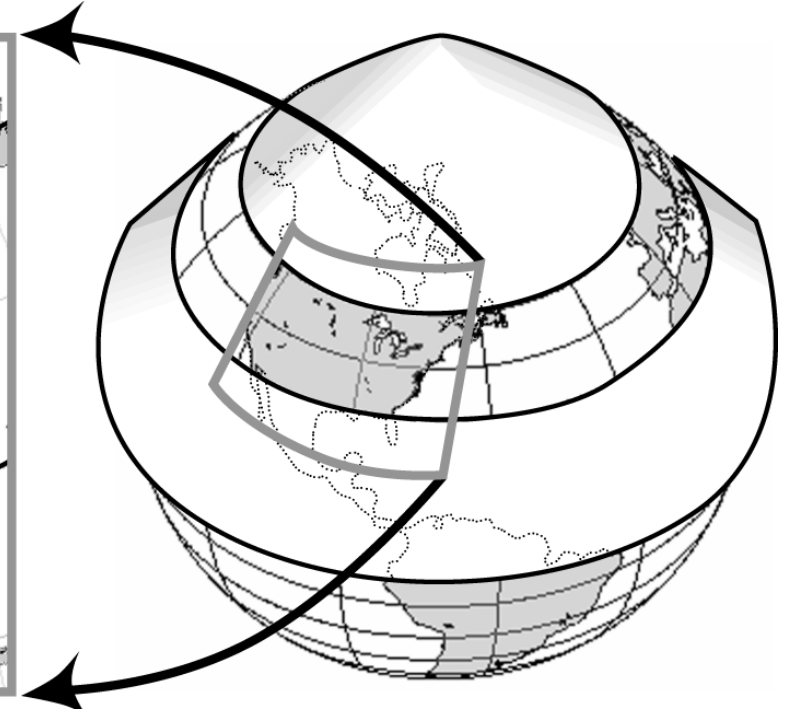
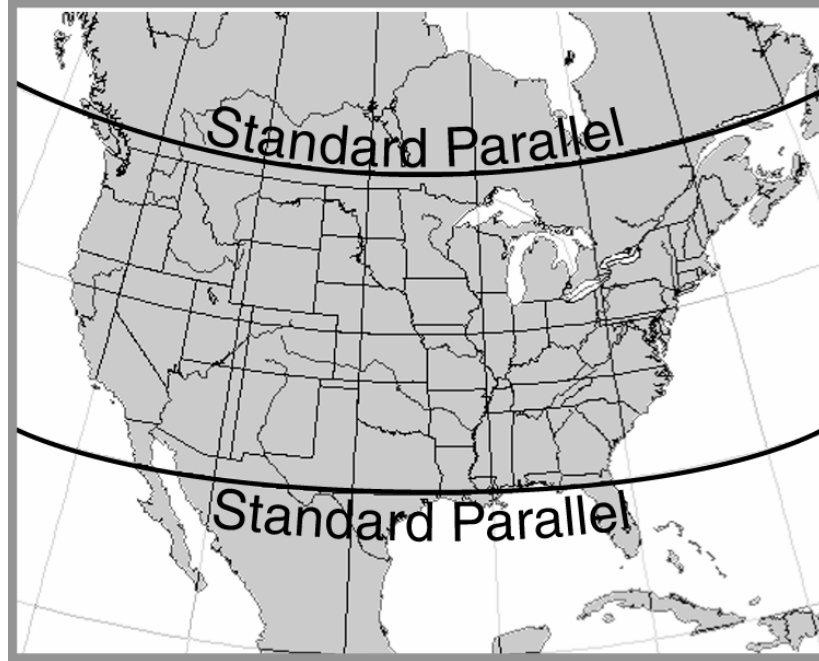
Tanjant konik



Kesişen konik

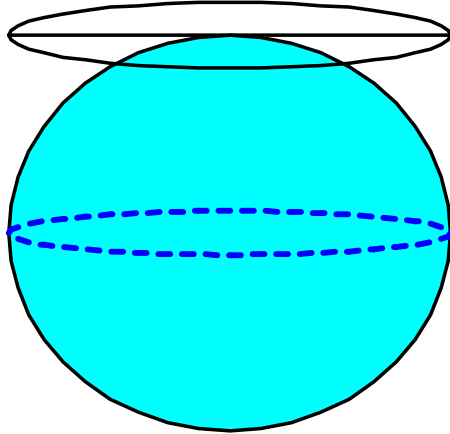
HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Standard paraller

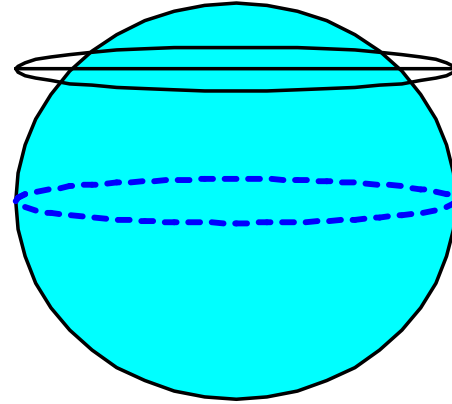


HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Azimuthal projeksiyonları (Harita taslağı → dairesel)



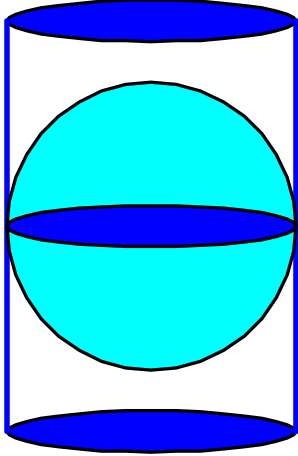
Tanjant konik



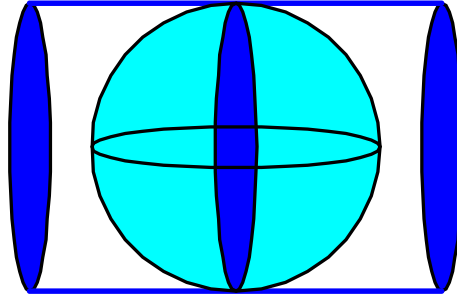
Kesişen düzlem

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

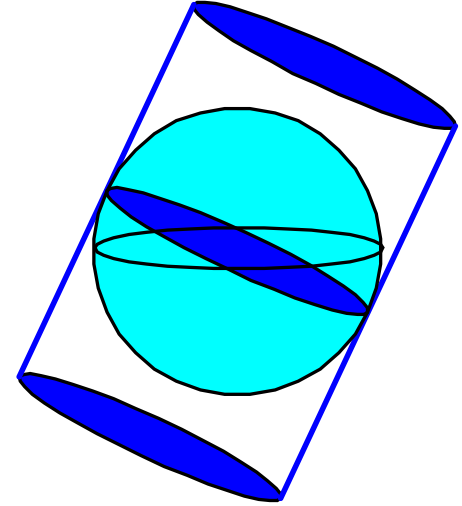
Silindirik projeksiyonların farklı yönleri



Normal yön



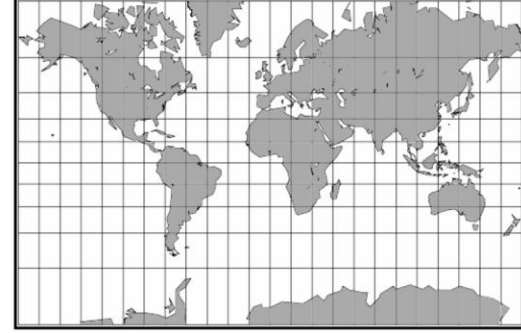
Transverse aspect



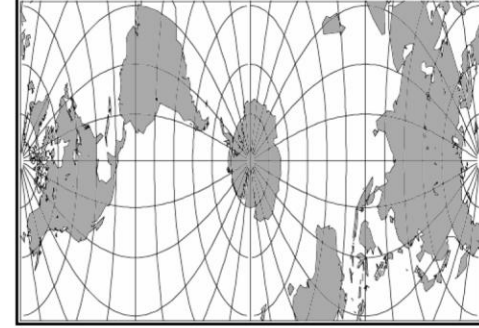
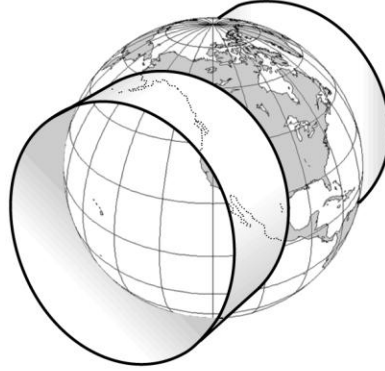
Eğik yön

Kesişen harita projeksiyonları

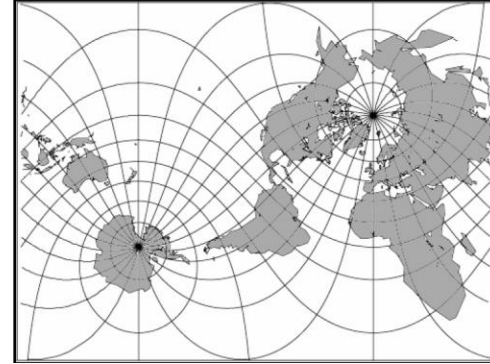
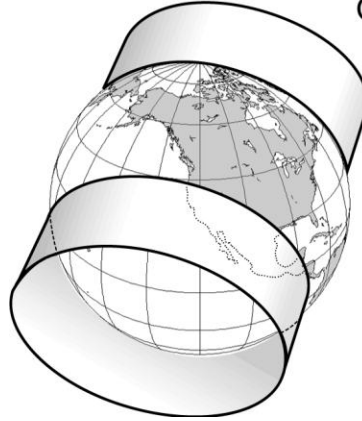
Equatorial



Transverse



Oblique

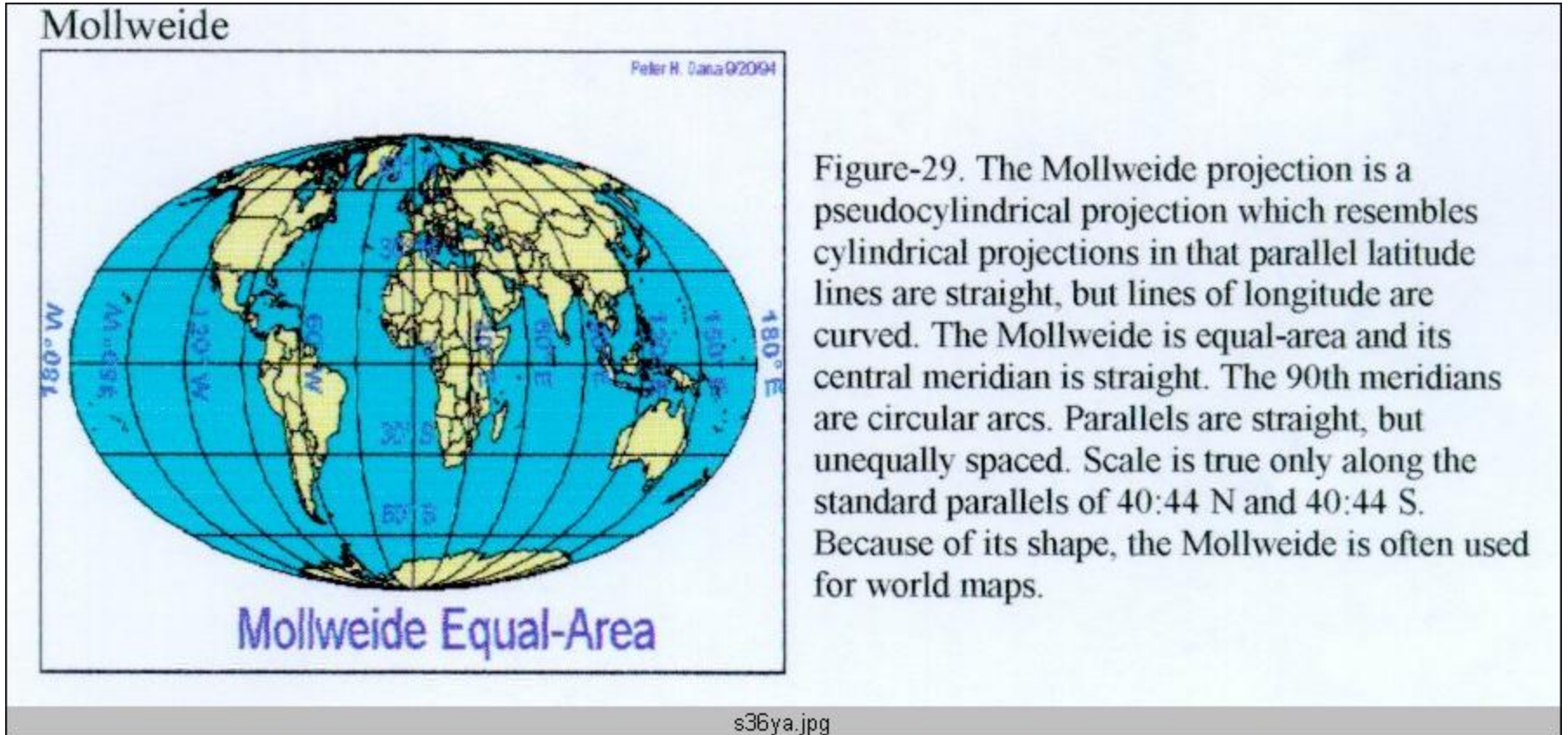


HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

- 400'den fazla projeksiyon var
- CBS için projeksiyon türünü bilmek önemlidir.
- Bir proje için kullanılan haritalar aynı projeksiyonda olmalıdır.
- tanıma düzeyleri: Sınıf, yön ve özellik.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Projeksiyon için örnek



HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Projeksiyon için örnek

Peters

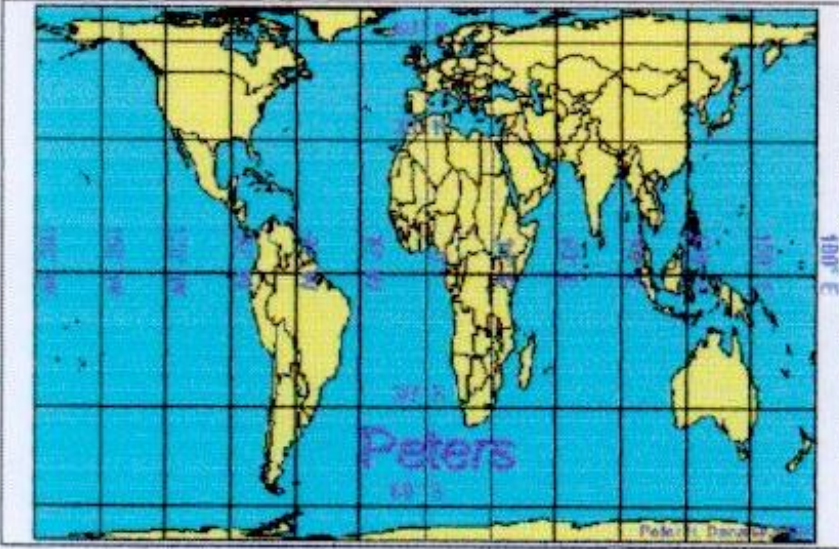


Figure-23. The Peters projection is a cylindrical equal-area projection that de-emphasizes area exaggerations in high latitudes by shifting the standard parallels to 45 or 47 degrees.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Harita projeksiyonlarının adlandırılması

Sınıf, yön, özellik, kaynak ve değişikliklere göre

Standart silindirik eşit alanlı (Behrman) 30 N ve S
standart paralelliklerde

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Özel projeksiyonlar

Lambert Konik Projeksiyon :

Konformal bir projeksiyon

Türkiye'de küçük ölçekli haritalamada kullanılır ($<1 / 250.000$)

Türkiye'de 2 standart paralel ile kullanılır

Mercator'un Projeksiyonu (uyumlu) :

Bu, kökenin ekvatorunda olduğu Lambert konik ortomorfik bir projeksiyondur.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Evrensel Enine Mercator Projeksiyonu

- 1940'ların sonlarında ABD Ordusu tarafından geliştirildi.
- Sivil ve askeri amaçlar için temel
- Transverse Mercator'un Gauss-Krüger versiyonu
- Alanlar $84^{\circ}\text{N} - 80^{\circ}\text{S}$ arasındadır (başlangıçta 80°N and S)
- Birim \rightarrow metre

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

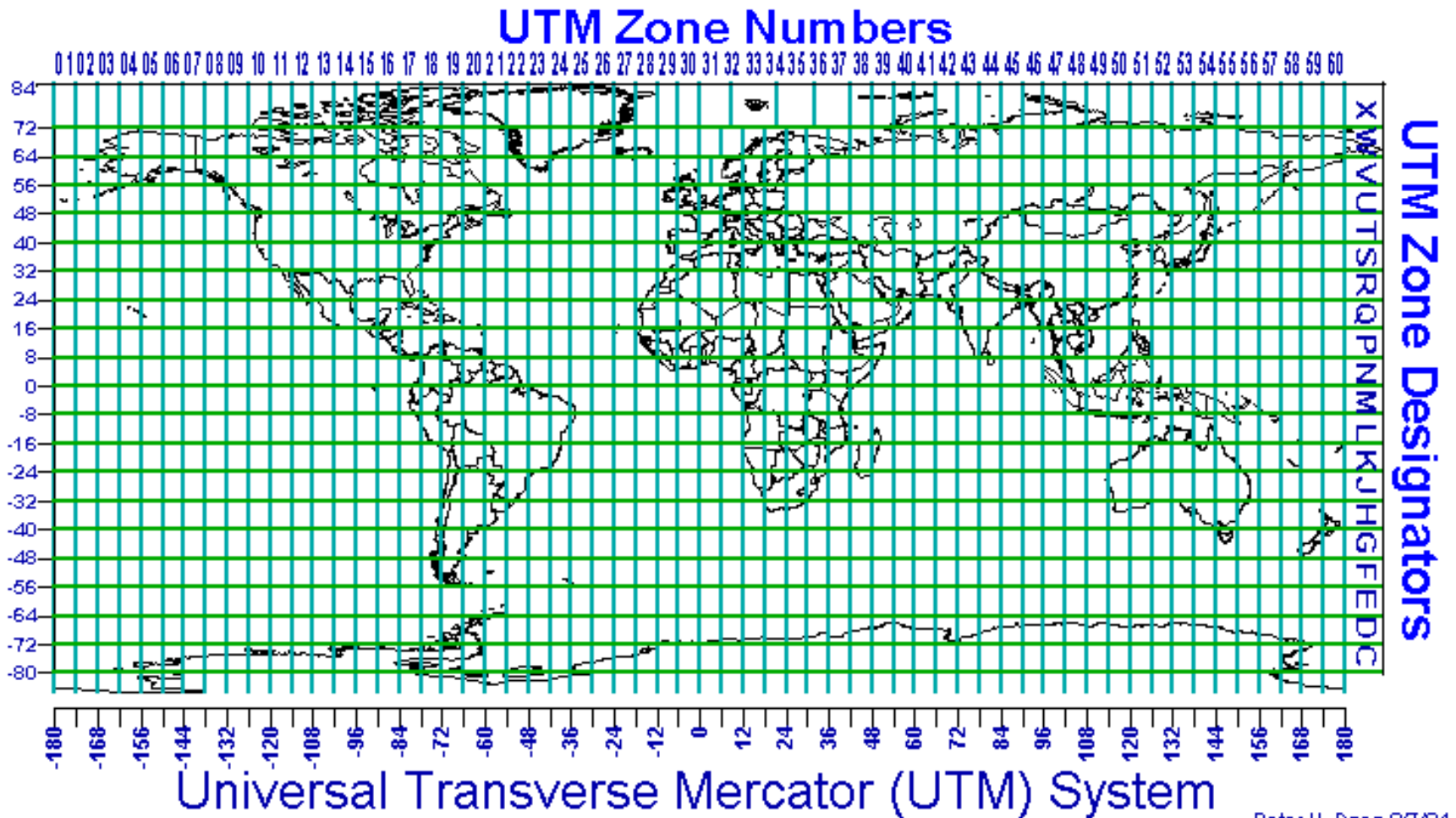
Universal Transverse Mercator Projection (conformal) (UTM):

Projeksiyon üzerindeki açıları, gerçek değerlere yakındır..

Ölçek bozulma sabiti $k_0 =$ UTM bölge genelinde bozulmaları yaymak amacıyla her bir bölgenin merkezi 6° meridyen uygulanır.

- 6° Bölge genişliği
- Her bölgenin merkezi meridyeni menşein boylamıdır
- Ekvator, kökenin enlemi.
- 500000 metre Yanlış doğuya doğru yönelme
- Merkezi meridyende ölçek faktörü, $k_0=0.9996$
- Bölge numaralanması: $180^\circ W$ den $174^\circ W$ ye bölgede 1 ile başlar, ve $174^\circ E$ 'den $180^\circ E$ 'ye bölgede 60 doğuya doğru artar.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR



HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Evrensel Enine Mercator (UTM)

Türkiye'de bölge numaraları 35, 36, 37, 38, 39 and 40 ile merkez meridyenleri ile ilişkili 27° , 33° , 39° , 45° doğu boyları

UTM, Türkiye'de neredeyse sadece 1/5.000 - 1/250.000 ölçekli haritalama amacıyla kullanılmıştır.

Türkiye'de büyük ölçekli haritalamada kullanılan Gauss-Kruger projeksiyonu ($> 1/5.000$), özel bir 'meridyen $k_0=1$ 'dir

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

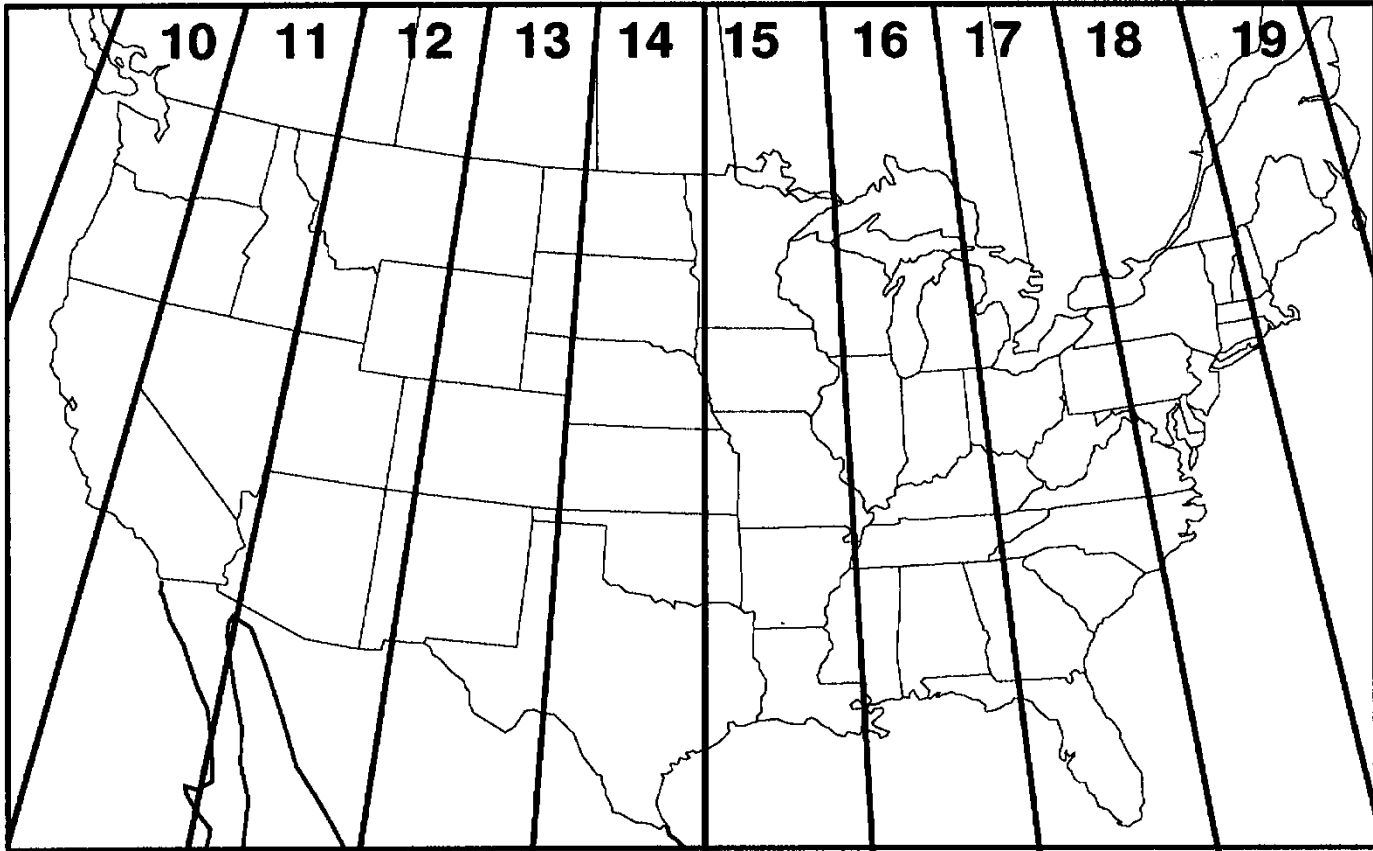
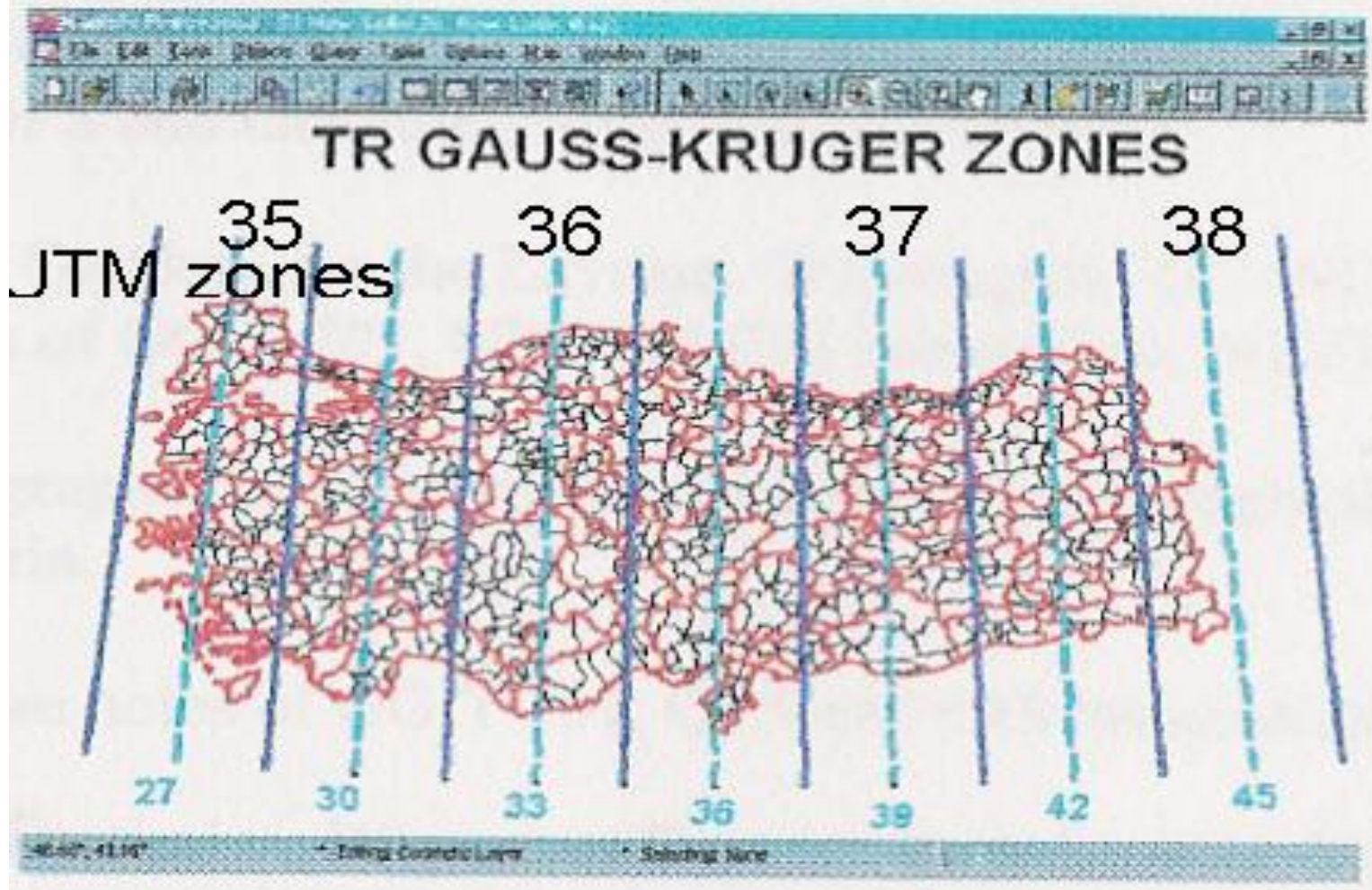


Figure 2.11 Universal Transverse Mercator zones in the 48 contiguous states.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR



HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

TRBASEUT & TRBASEGK

K.Eren/Jeo-Tek Lambert Konik Projeksiyon (Aralık 1997)

Standard Lat1 = 37.5 Derece
Standard Lat2 = 40.5 Derece

Merkezi Eylem = - Derece
Merkezi Boylam = 36.0 Derece

C (Yanlış Doğu) = 1003827.11 m
RB (Yanlış Kuzey)= 8266956.99 m

Ellipsoit= ED 50 (a = 6378388 m, f = 1/297)

Not: Enlem= 35 and Boylam= 25 derece projeksiyonun kökenidir

Türkiye'ye uygulanan Conical Lambert harita projeksiyonu

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

HARİTA GENEL KOMUTANLIĞI (Lambert Conical Projection)

Kuzey 40° Standard Lat1 = 40° 40'
Standard Lat2 = 43° 20'
Latitude of Origin Lat0 = not known
Longitude of Origin Lon0 = 34°
C (False Easting) = not known
RB (False Northing) = not known

Güney 40° Standard Lat1 = 36° 40'
Standard Lat2 = 39° 20'
Latitude of Origin Lat0 = not known
Longitude of Origin Lon0 = 34°
C (False Easting) = not known
RB (False Northing) = not known

Ellipsoid = ED 50 (a = 6378388 m, f = 1/297)

Lambert Conical Projeksiyon Türkiye'ye uygulanmıştır.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

K.Eren/Jeo-Tek UTM and GK Projections (December 1997)

UTM

Latitude of Origin Lat	=	0.0 Degrees
Longitude of Central Mer.	=	27, 33, 39, 45 Degrees
E' (False Easting)	=	500000 m
k	=	0.9996

Ellipsoid = ED 50 (a = 6378388 m, f = 1/297)

GK

Latitude of Origin Lat =	0.0	Degrees
Longitude of Central Mer. =	27, 30, 33, 36, 39, 42, 45	Degrees
E' (False Easting) =	500000	m
k0 =	1	

Ellipsoid = ED 50 (a = 6378388 m, f = 1/297)

Türkiye'ye uygulanan UTM ve GK Projeksiyonları

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Koordinatlar (ϕ , λ) 3D

Kuzey-Doğu (N, E) düzlem koordinatlarına dönüştürülür ya da grid-on-grid transformasyonunun yapılması gerekebilir.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

- Analitik Yöntemler
- Polinom Dönüşümü
- Doğrudan (grid-grid) dönüşümü

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Analitik Yöntemler

Küresel jeodezik koordinatların dikdörtgen kartezyen ya da projeksiyon koordinatlarına dönüştürülmesi için saf analitik yöntemler

$$x = f_1(\phi, \lambda)$$

$$y = f_2(\phi, \lambda) \quad \text{Genel denklemler}$$

Polinom Dönüşümleri

Basit polinom uygulamaları, yaklaşık dönüşümler verir
Hassas dönüşümler için kullanılmaz

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Doğrudan (grid-grid) dönüşümü

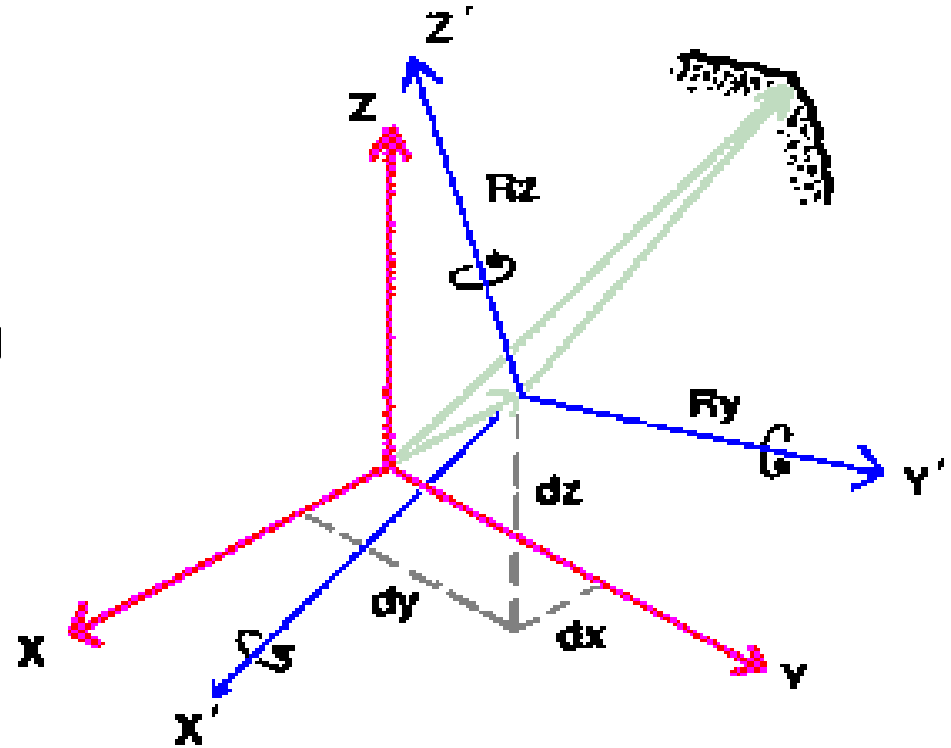
Bir sistemde grid koordinatını diğer sisteme aktarmak için en küçük kare bağlantı.

Dönüşüm genellikle aşağıdakilerden oluşur:

- a) Eksenlerin dönüşümü
- b) Bir ızgara sisteminden diğerine ölçek değişimi
- c) Bir sistemdeki eksenlerin diğer sistemdeki yönlere göre döndürülmesi

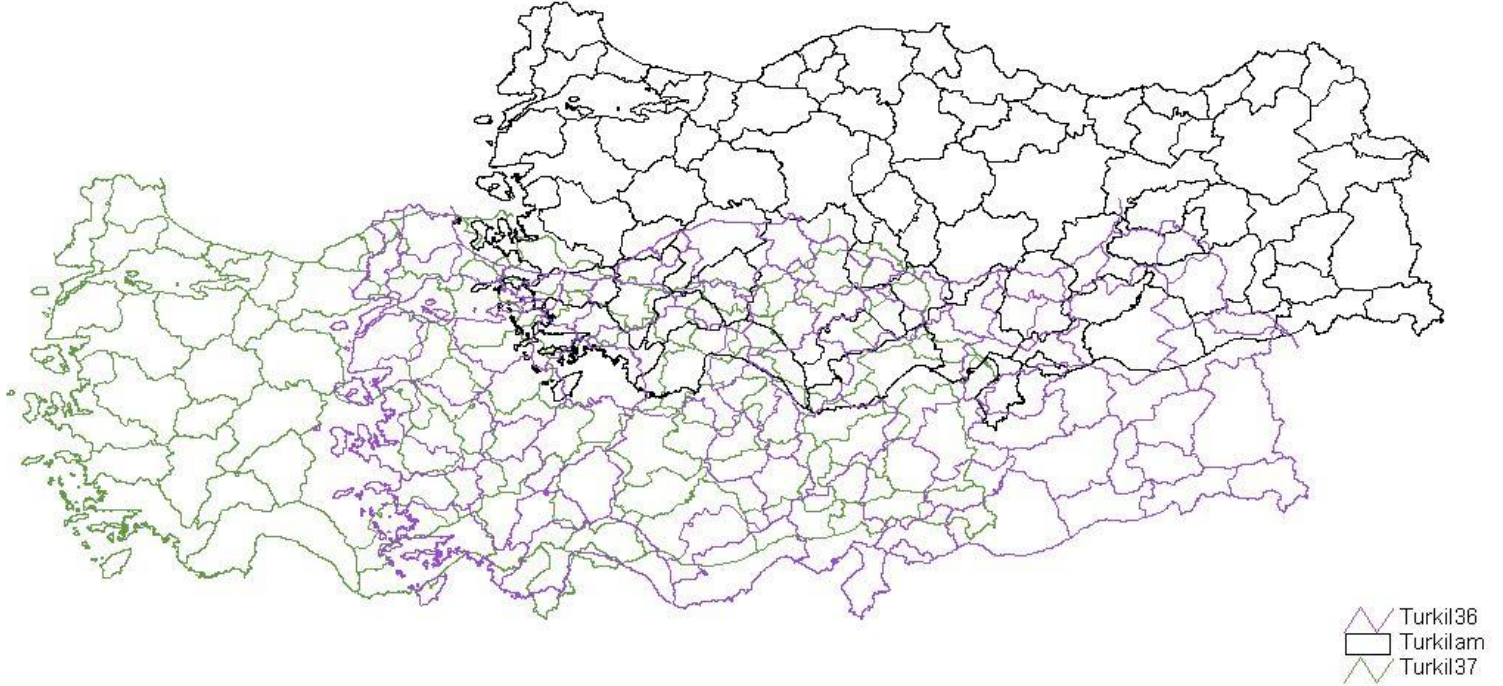
HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

- Afin dönüşümü
- (6 parametre)
- Helmert Dönüşümü (parametre)



HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Türkiye in different Map Projections



HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Uygun bir harita projeksiyonu seçme

CBS proje için seçimin

- Haritalanacak bölgenin yeri ve şekli ve sonuç haritasının uygulanması
- Sonuçlar harita formunda nasıl en iyi şekilde sunulur?
- CBS için tüm haritalar ortak harita projeksiyonunda olmalıdır
- Ölçümler için (alan,...) doğruluk derecesi incelenmelidir.
- Aşırı distorsiyonlar tolere edilebilir derecede küçük olmalıdır.

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Kurallar:

Tropik Ülkeler →

silindirik projeksiyon

Ilıman enlemlerde ülke →

konik projeksiyon

Kutup bölgelerinde Ülke →

azimut projeksiyon

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Young'ın kuralı :

Hayali bir ülke al

δ : Genişlik

z : mak. boyut

eğer $z / \delta < 1.41 \rightarrow$ azimut

$z / \delta > 1.41 \rightarrow$ konik ya da silindir

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

Özel mülk seçimi haritanın kullanımına bağlıdır.

Büyük ölçekli topografik haritalar

Enine Mercator projeksiyonu (85 %)

Polikonik projeksiyonu (10 %)

Lambert conformal konik proj. (5 %)

HARİTALAR ve PROJEKSİYONLAR

- Bir CBS paketi
 - harita projeksiyonları,
 - koordinat sistemleri,
 - datums ve
 - elipsoidler arasında geçiş yapabilmeli
- CBS analizlerinin ve tanımlarının çoğu, coğrafi özelliklerin özelliklerinin araştırılması ve aralarındaki ilişkilerin belirlenmesidir.