



Yıldız Teknik Üniversitesi
İnşaat Fakültesi
Harita Mühendisliği Bölümü



ÖLÇME BİLGİSİ 3 (HRT2322)

Doç.Dr. Taylan ÖCALAN

<https://avesis.yildiz.edu.tr/tocalan/>

tocalan@yildiz.edu.tr

Ders Adı	Kodu	Yerel Kredi	ECTS	Ders (saat/hafta)	Uygulama (saat/hafta)	Laboratuvar (saat/hafta)
Ölçme Bilgisi 3	HRT2322	3	4	3	0	0

Dersin Amacı	Uydu bazlı konumlama yöntemleri ile uzayda bir noktanın üç boyutlu konumunun nasıl hesaplanacağını öğretilmesi amaçlanmıştır.
--------------	---

Doç.Dr. Taylan ÖCALAN

<https://avesis.yildiz.edu.tr/tocalan/>

tocalan@yildiz.edu.tr

Dersin İçeriği

GNSS sistem ve bileşenleri, GNSS ağları, GNSS hata kaynakları, GNSS ile ölçme ve konum belirleme yöntemleri, GNSS verilerinin değerlendirilmesi, GNSS ile yükseklik belirleme, datum ve koordinat dönüşümleri, Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği (BÖHHBÜY)'ne uygun olarak Ulusal GNSS Ağları ve Sıklaştırılması

Doç.Dr. Taylan ÖCALAN

<https://avesis.yildiz.edu.tr/tocalan/>

tocalan@yildiz.edu.tr

Ders Öğrenim Çıktıları

1. Dersin sonunda, öğrencilerin GNSS ölçme ve hesaplama prosedürlerini gerçekleştirebilmesi
2. Dersin sonunda, öğrencilerin, koordinat sistemi, datum, ülke jeodezik altyapısı hakkında bilgi sahibi olması
3. Dersin sonunda, öğrencilerin, GNSS tekniğinin hata kaynakları hakkında bilgi sahibi olması
4. GNSS tekniği ile konumlama prosedürleri hakkında bilgi sahibi olması
5. GNSS ile yükseklik belirleme uygulamalarını yapabilmesi
6. Ülke GNSS ve ağının sıklaştırılmasına yönelik ağ planlama ve tasarım prosedürü hakkında bilgi sahibi olması

Doç.Dr. Taylan ÖCALAN

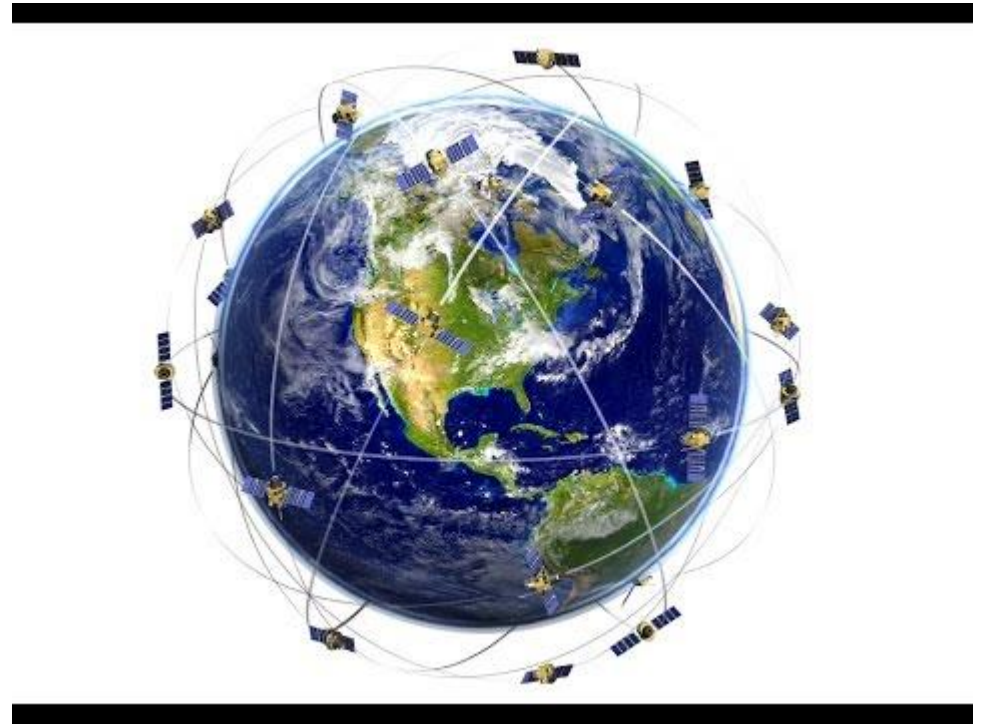
<https://avesis.yildiz.edu.tr/tocalan/>

tocalan@yildiz.edu.tr

KAYNAKLAR

Kaynaklar

- 1.) Ölçme Tekniğı Anabilim Dalı Ders Notları
- 2.) GNSS Uydularla Konum Belirleme Sistemleri, Teori-Uygulama (Prof.Dr.Muzaffer Kahveci&Prof.Dr.Ferruh Yıldız; Nobel Yayıncılık)
- 3.) Kinematik GNSS ve RTK CORS Ağları (Prof.Dr.Muzaffer Kahveci; Zepa Turizm yayıncılık)
- 4.) GNSS - Global Navigation Satellite Systems
GPS, GLONASS, Galileo, and more (Bernhard Hofmann-Wellenhof, Herbert Lichtenegger, Elmar Wasle; Springer WienNewYork)
- 5.) Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğı (BÖHKBÜY)
(Güncel - 26 Haziran 2018 tarih ve 30460 sayılı T.C. Resmi Gazete-Mükerrer)



gelecek

Global Navigation
Satellite Systems

Gelecek...

Günümüzde neredeyse “konumdan bağımsız” hiç bir bilgi kalmamış, her bilgi, mutlaka bir koordinat verisiyle tanımlanır hale gelmiştir. Bilginin en az % 90’nın konumsal nitelikte olduğu bu süreçte ise coğrafi bilgi sistem ve teknolojileri ile mekânsal bilgi ve bilişim kavramları (geospatial) büyük önem kazanmıştır. Zira bu önem “gücü yönetme” olgusuyla eşdeğer bir anlam taşımaktadır.

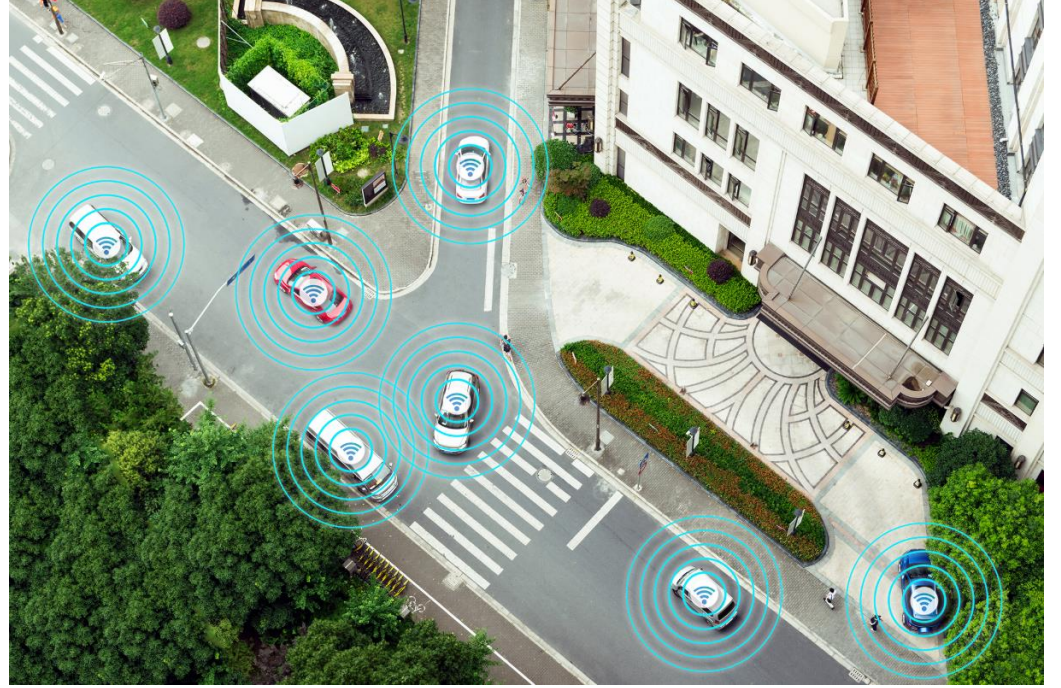


Endüstri 4.0 olarak adlandırılan 4. Sanayi Devrimi kapsamındaki teknolojik gelişmelere bakıldığında bu gücü yönetme olgusu Harita/Geomatik Mühendislerine önemli sorumluluk ve görevler yüklemektedir.

Bu süreçte istihdama yönelik uzmanlaşma bağlamındaki birçok konu ve kavram nanoteknoloji ve biyoteknoloji ile birlikte geoteknoloji (geoinformasyon/jeoinformasyon) alanında ortaya çıkmaktadır. GNSS bu alandaki önemli başlıklardan biridir.

Gelecek...

4. Sanayi Devrimi ile yenilikçi kavramsal konular meslek gündemimizde etkin bir biçimde yer alacaktır. Coğrafi bilgi sistem ve teknolojileri ile mekânsal bilgi ve bilişim kavramları, akıllı sistemler, nesnelerin interneti, yapay zekâ, robotik, derin öğrenme, bulut bilişim, siber güvenlik, büyük veri ve veri madenciliği gibi başlıkları, mesleki uygulama alanlarımız içersine dâhil etmiştir.



LBS (Location Based Services), IoT (Internet of Things), Büyük Veri (Big Data), e-Sağlık, e-Ulaşım, Akıllı şehirler, AR (Augmented Reality) gibi gelecek vadeden teknolojilere bakıldığında hepsinin alt yapı teknolojisinde GNSS'nin olduğu görülecektir.

GEOSPATIAL TECHNOLOGY

GIS/Spatial Analytics

Desktop

Web/Cloud

Mobile

GNSS & Positioning

Navigation

Indoor Positioning

Surveying

Earth Observation

Satellite Remote Sensing

Aerial Mapping

UAVs /Drone

Scanning

LiDAR

Laser Scanning

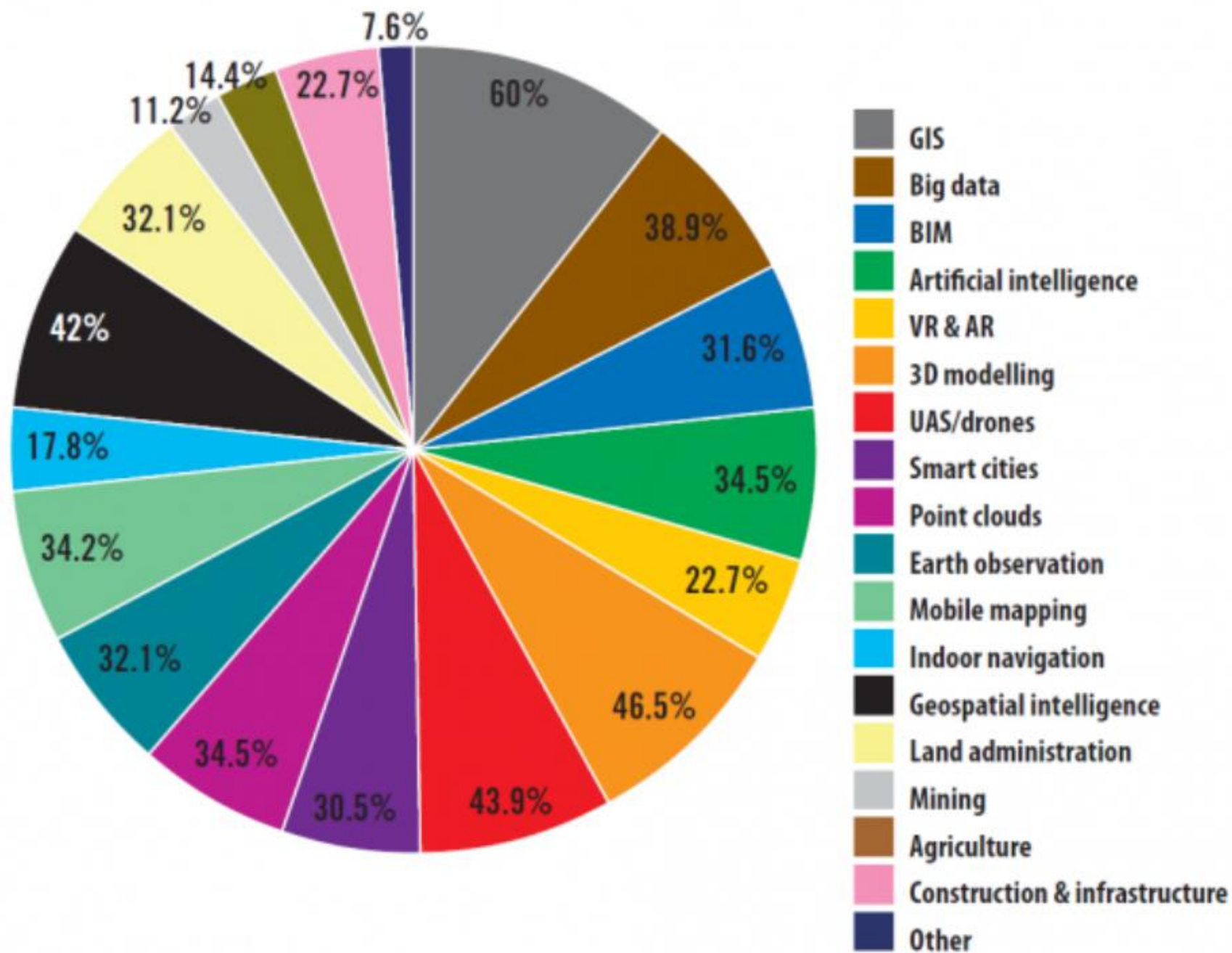
Radar

Geospatial
Mekansal
Jeo-Uzamsal

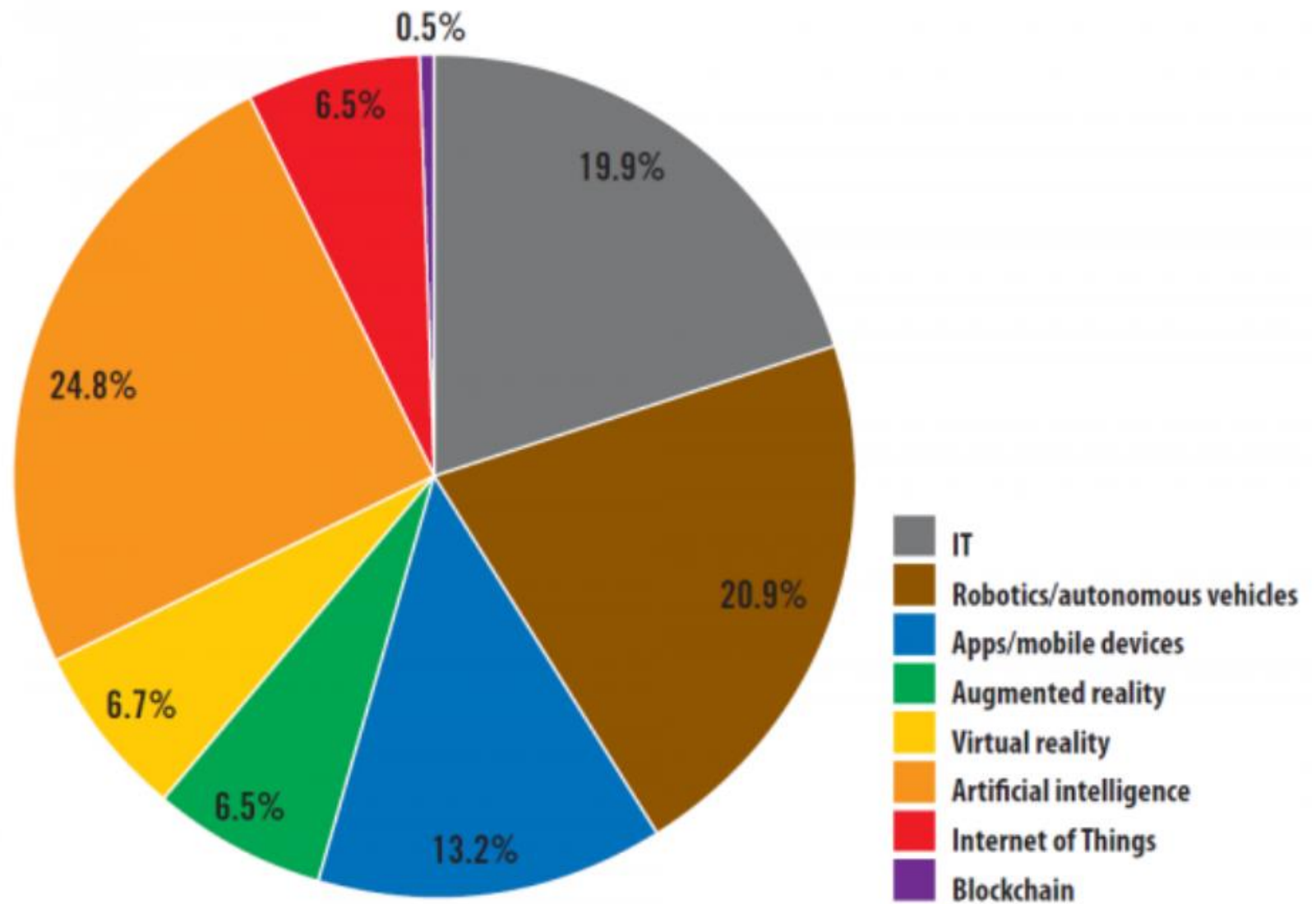


GNSS

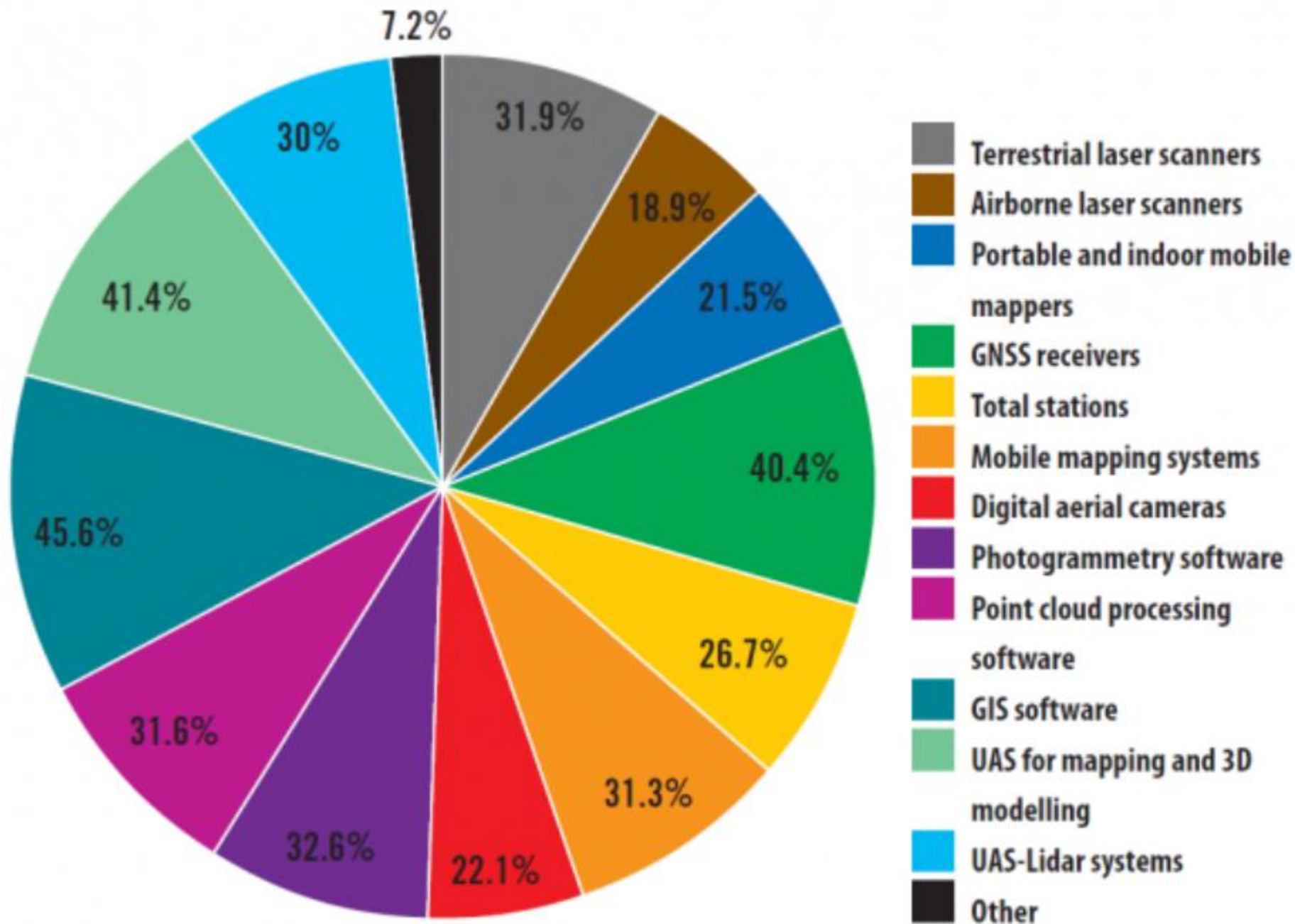




Which topics should receive more frequent coverage by GIM International?



Which technology do you believe is currently having the greatest impact on the surveying profession?



In which new systems does your organization plan to invest in 2020?



Gelişim & Gelecek

Günümüzde ;

- Yer referanslı
- Güncel
- Yüksek doğrulukta (cm)
- Gerçek zamanlı
- 4 boyutlu (4D) konumsal bilginin elde edilmesinde ;



(T)
Zaman

+



(3D) = X,Y,Z
Üç Boyutlu Konum

=



(4D)
Konumsal Bilgi

yapay uydu sistemleri, elektronik, bilgisayar, yazılım ve iletişim sistemleri gibi teknolojik unsurlar ile dinamik bir gelişim süreci yaşanmaktadır.



Gelişim & Gelecek

- Gelecekte teknolojinin yönü

% 80 oranında yazılım

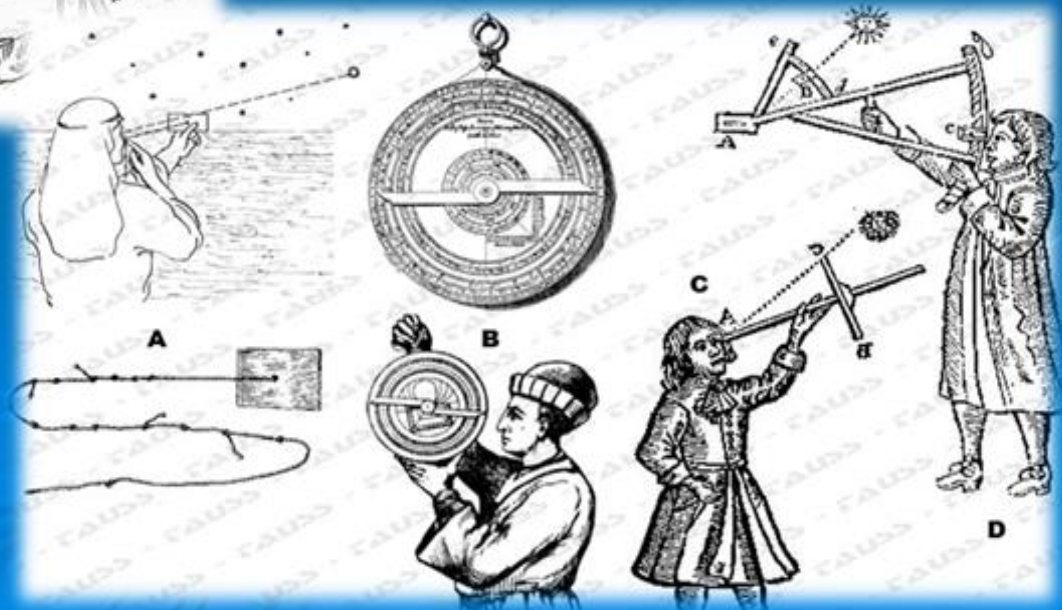


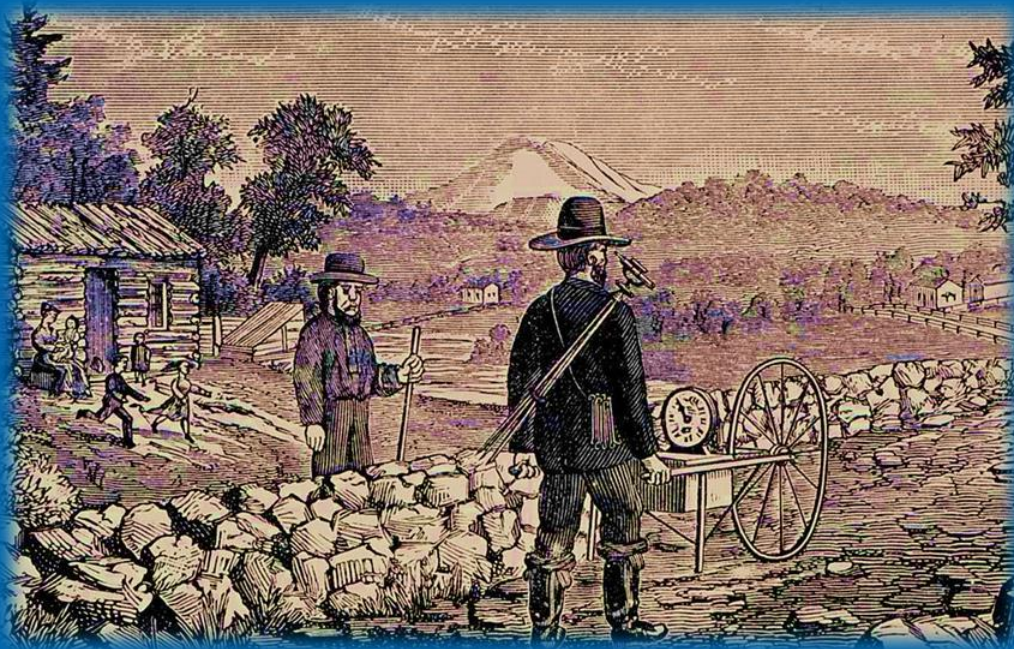
% 20 oranında donanım

Connection ID	Logon	Expire	Total Bytes Sent	Bytes Sent	Bytes Received	Connection Type	Online Status	Network Processor
10.2.186.101-40	anonymous	663	12803	9077	202	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	637	14300	9802	271	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	533	14193	9027	271	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	447	12802	7902	271	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	486	9397	7392	186	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	481	8040	6007	186	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	433	11820	9027	271	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	424	12813	9077	271	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	373	9800	9407	271	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	364	7919	5471	232	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	351	9170	5427	202	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	329	6207	4902	202	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	237	6200	4902	271	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	131	2947	902	271	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	86	2200	1802	271	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	96	14870	902	271	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	36	4207	402	186	Online	waiting	af
10.2.186.101-40	anonymous	19	5206	302	271	Online	waiting	af



-



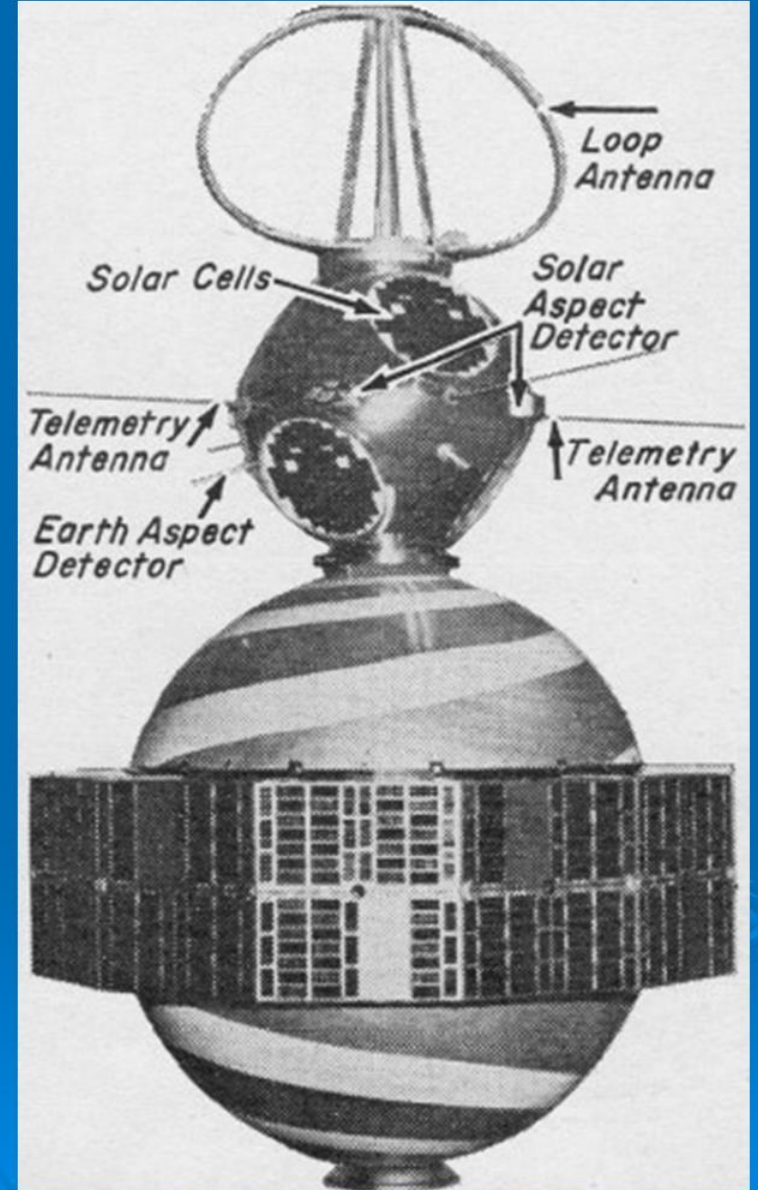


- Uzunluk ölçüsünün elektromagnetik dalgalarla gerçekleştirilmesiyle başlayan gelişmeler Total Station aletlerinin üretilmesine kadar uzanmıştır.



➤ Yersel ölçülerde bu gelişmeler yaşanırken, 60' ılı yıllarda Transit uydusu geliştirilmiş jeodezik konum belirleme çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır.

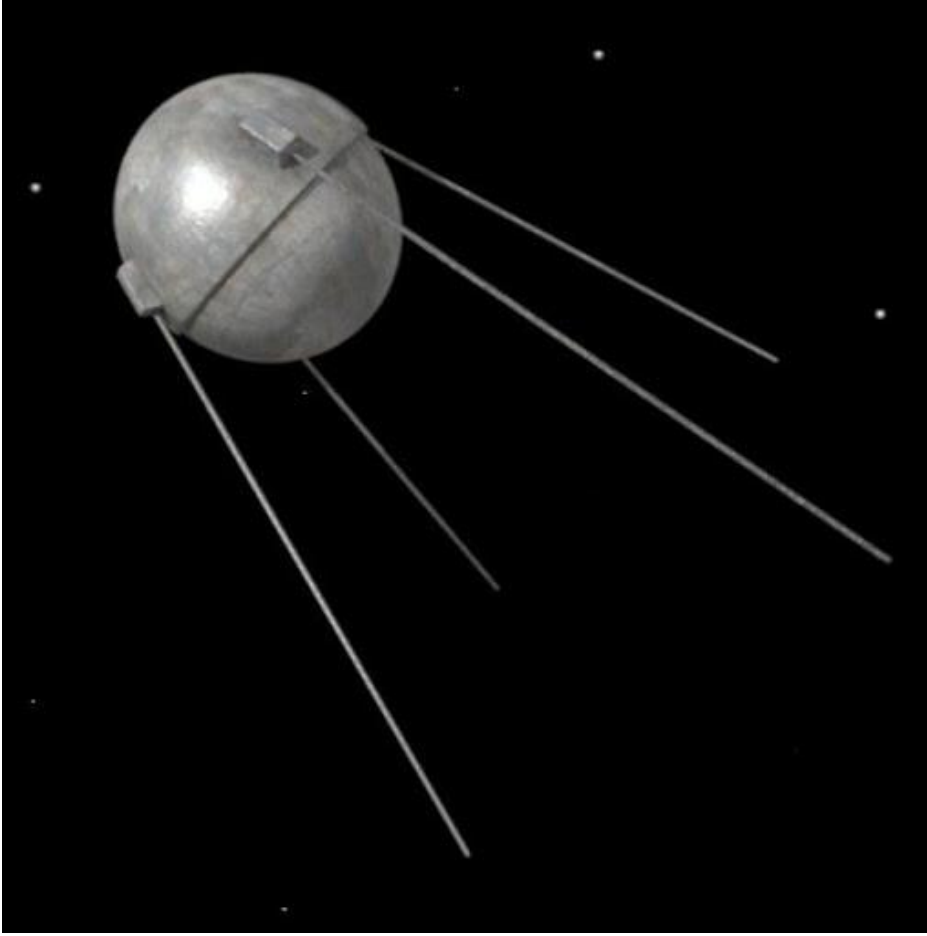
➤ Transit sisteminin zayıf yönlerini ortadan kaldırmak için GPS, geliştirilmiştir.





YAPAY UYDU SİSTEMLERİ

- Konum Belirleme ve Navigasyon Amaçlı Uydular (GNSS)
- Görüntü Amaçlı Uydular (Uzaktan Algılama/Yer Gözlem Uyduları)
- Gravite Uyduları
- Meteoroloji Uyduları (Hava Tahminleri)
- Telekomünikasyon (Haberleşme/İletişim) Uyduları
- vd.farklı nitelikteki uydu sistemleri



İlk yapay uydu SPUTNIK-1, Sovyetler Birlięi (SSCB) tarafından 1957' de uzaya fırlatıldı.

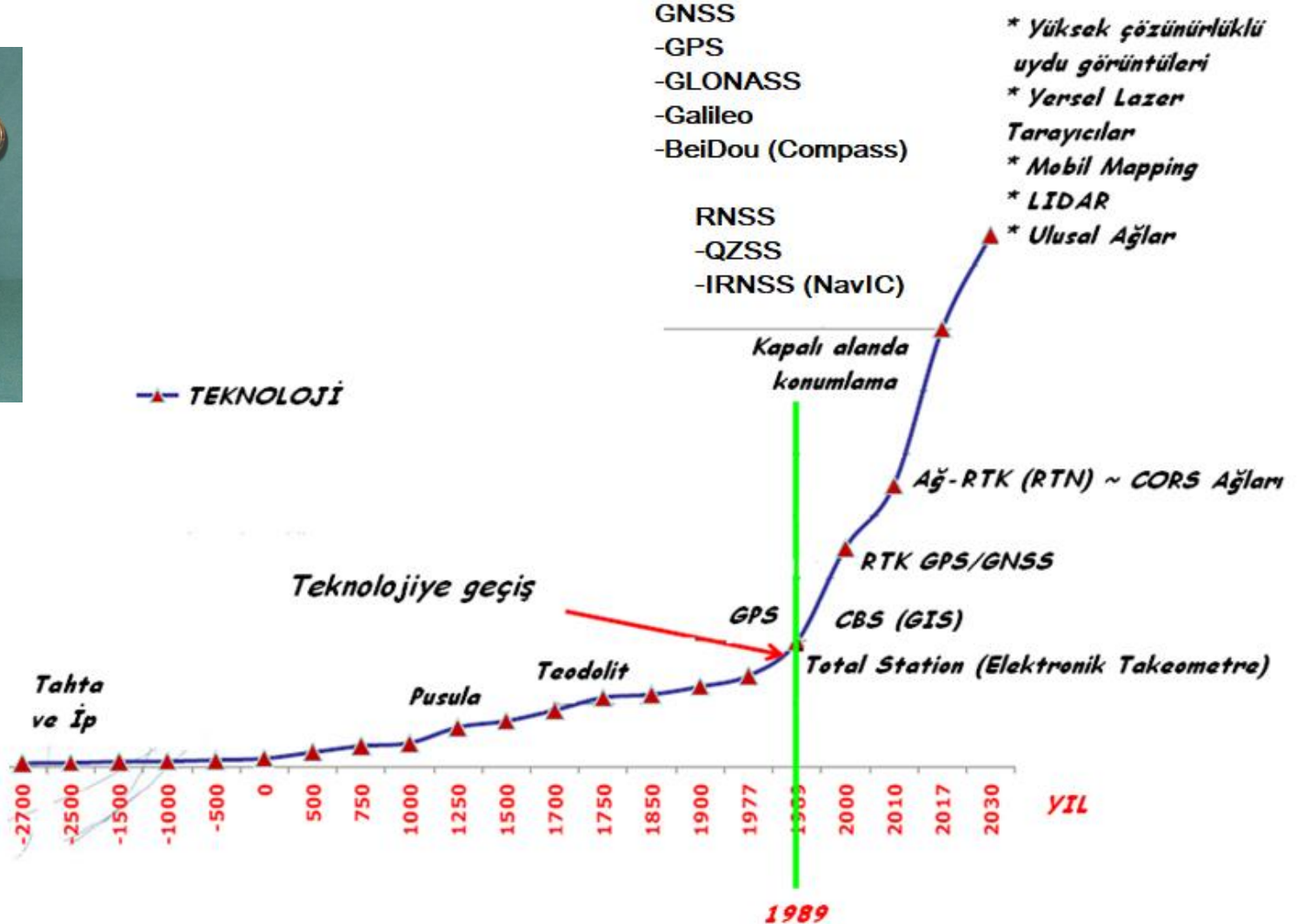


Uydunun ağırlığı 80 kg olup, çapı 58 cm, yörünge yüksekliği 250 km idi.

Konum Belirleme ve Navigasyon Amaçlı Yapay Uydu Sistemlerinin Gelişimi

- 1960 yılında TRANSIT-DOPLERR sistemi ABD tarafından geliştirildi...
- GPS sistemi ile ilgili çalışmalar 1973 yılında başlamış olup ilk GPS uydusu 1978 yılında yörüngeye yerleştirilmiştir.

Ölçme ve Navigasyon (Seyrüsefer)



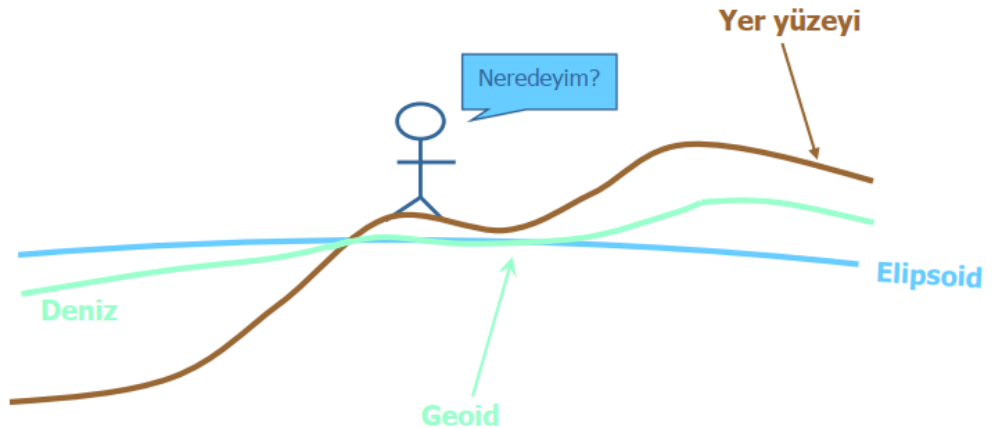
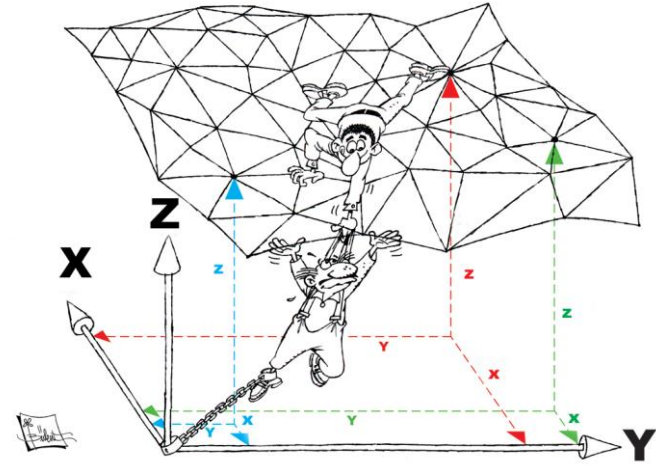
“Jeodezik ağ noktalarının konumu, bu ağ noktalarıyla gerçekleştirilen referans sisteminde hesaplanır. ”

J. Kovalevsky 1988

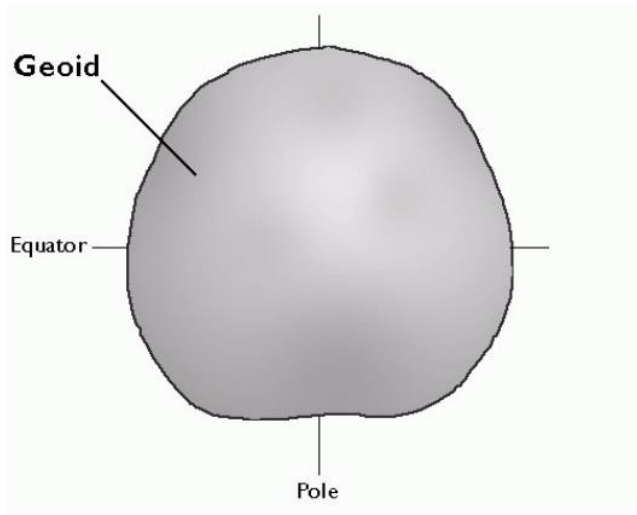
Hatırlatıcı Bilgiler

Datum

Koordinat sistemleri

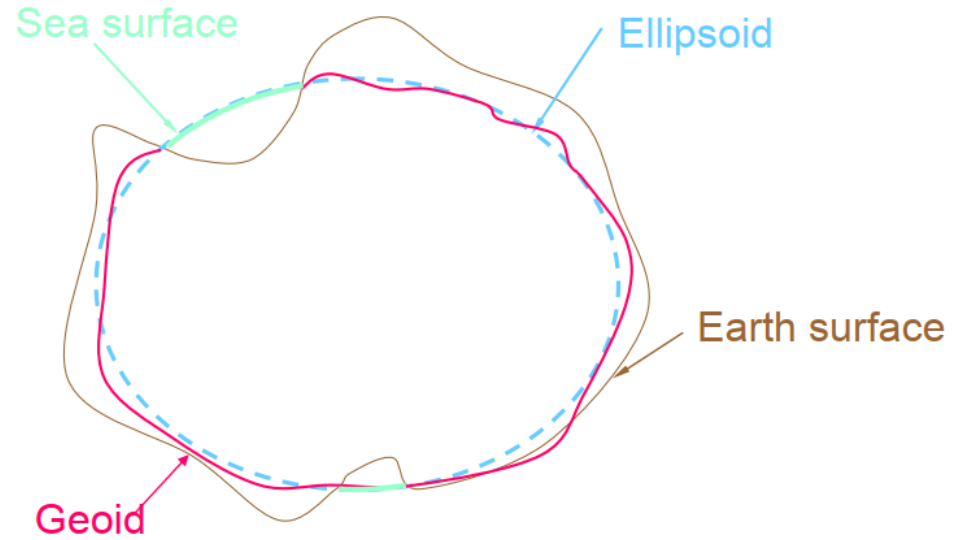


Yer'in gerçek şekli "geoid"dir.



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

Geometrik ve Fiziksel Yüzeyler



Lokal ve Global Referanslandırma : **Datum**

Datum, herhangi bir noktanın yatay ve düşey 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

Düşey 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

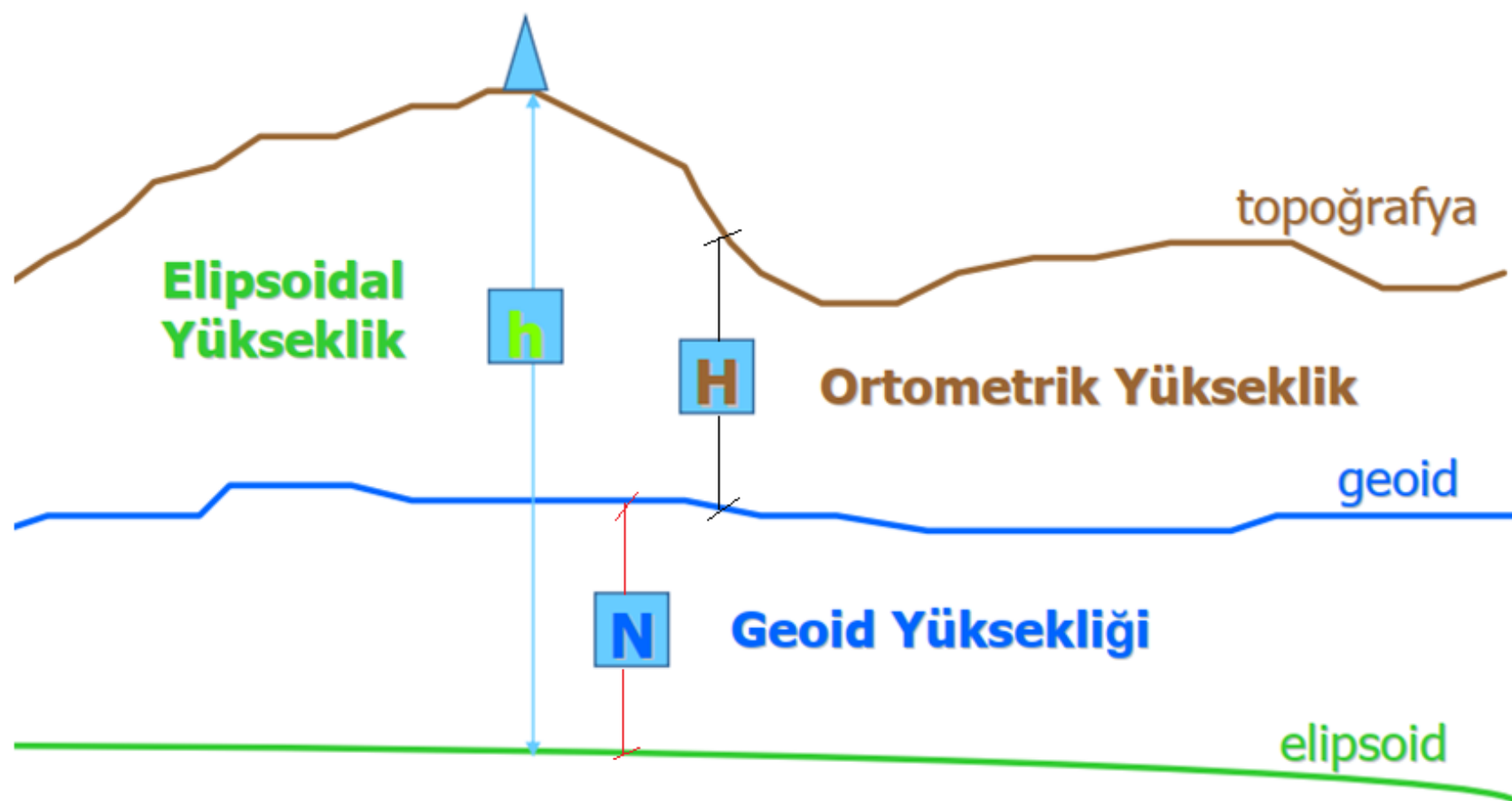
Referans elipsoidleri ve parametreleri

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

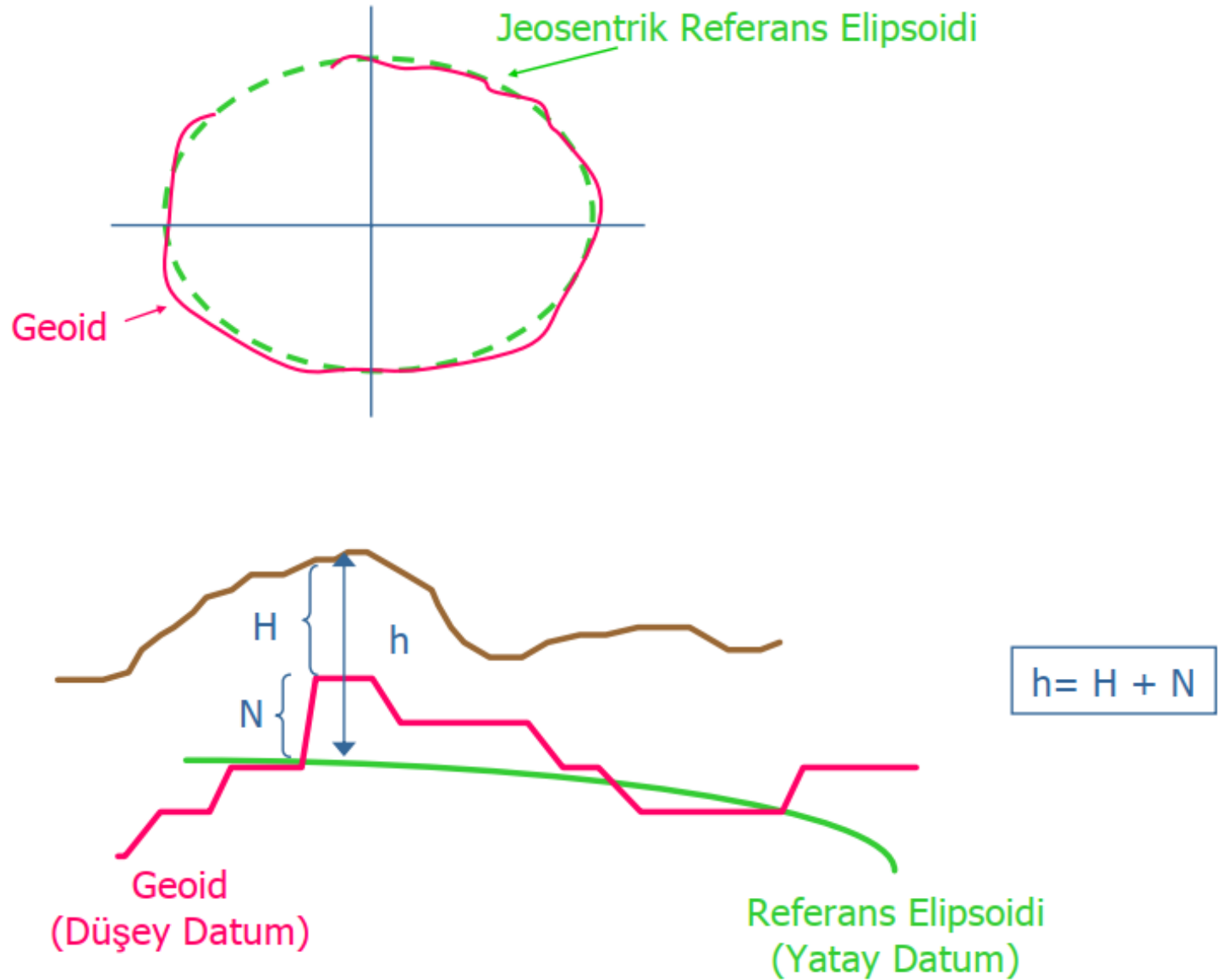
Datum	Alan	Başlangıç Noktası	Baş. N. Koor.	Elipsoidi
NAD 27	Kuzey Amerika	Kansas, Meades Ranch	39 13 26.686N 98 32 30.506W	Clarke 1866
ED 50	Avrupa, Orta Doğu, Kuzey Afrika	Postdam, Helmert Tower	52 22 51.4456N 13 03 58.9283E	International
WGS 84	Global	Yerin Kütle Merkezi		WGS 84
ITRF	Global	Yerin Kütle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

Yükseklik Belirleme ... Düşey Datum



$$H = h - N$$

Yatay ve Düşey Datum



Koordinat Sistemleri

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

Bir koordinat sistemini tanımlamak için:

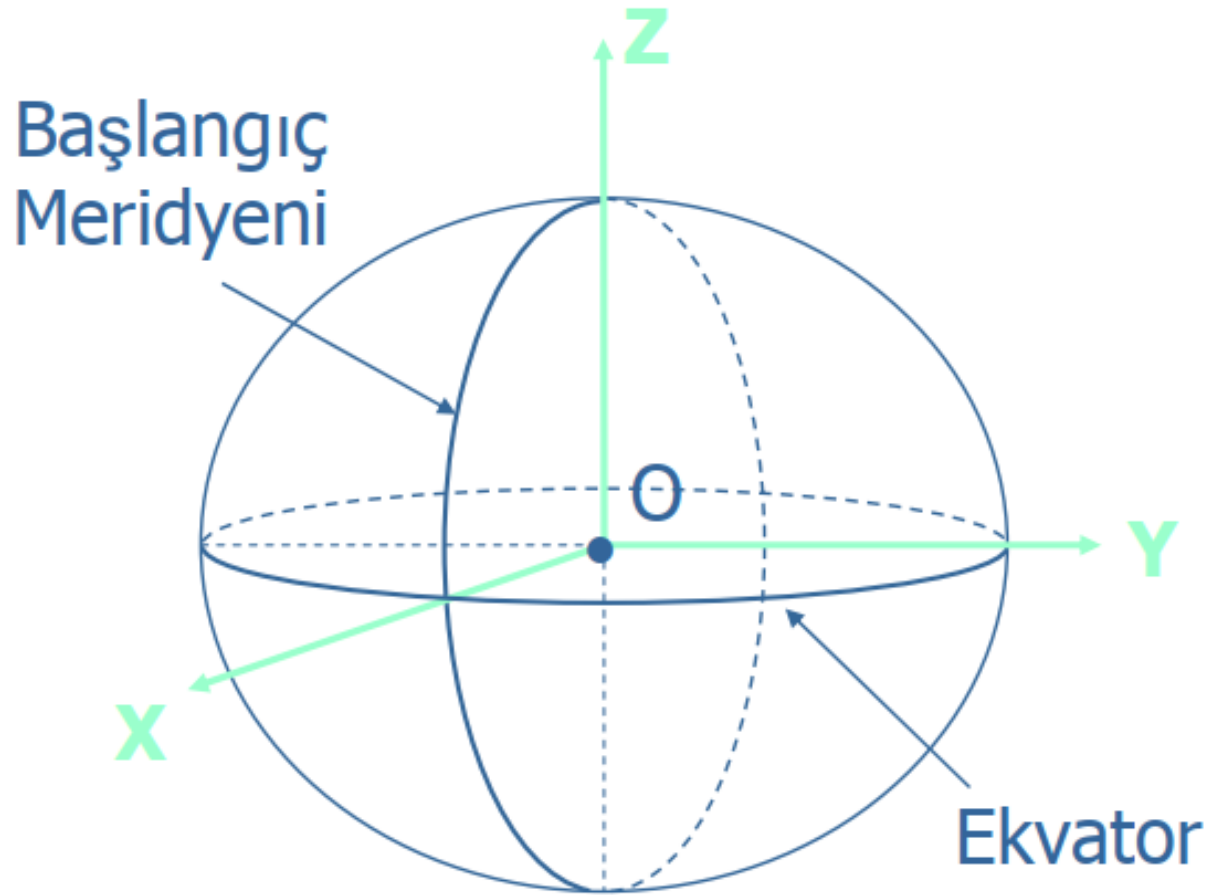
- Başlangıç noktasını (origin)
- Dönüklüğünü (orientation)
- Birimini (units)

tanımlamak gerekir.

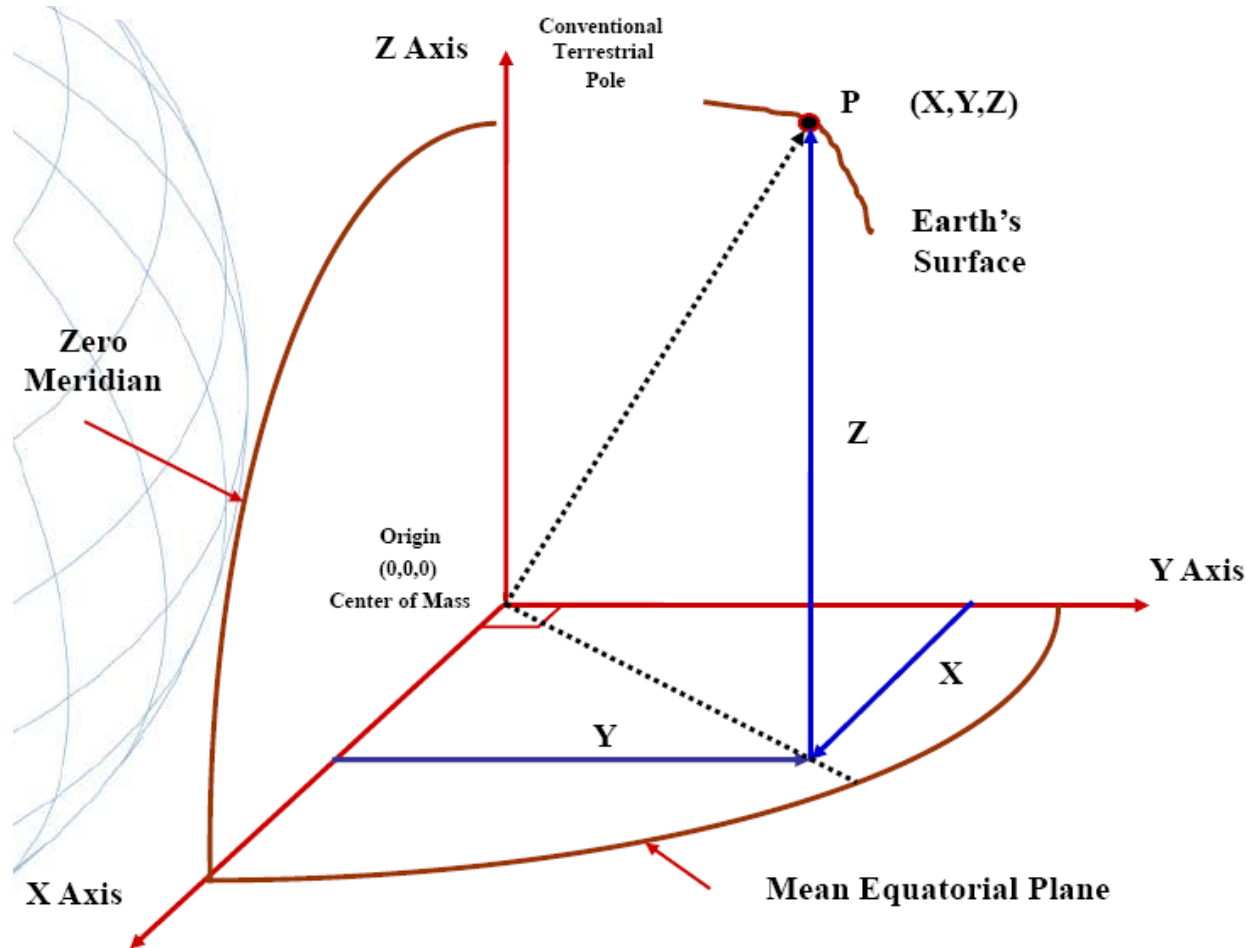
1. Kartezyen Koordinat Sistemi
2. Coğrafi Koordinat Sistemi
3. Projeksiyon Koordinat Sistemi

Kartezyen Koordinat Sistemi:

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



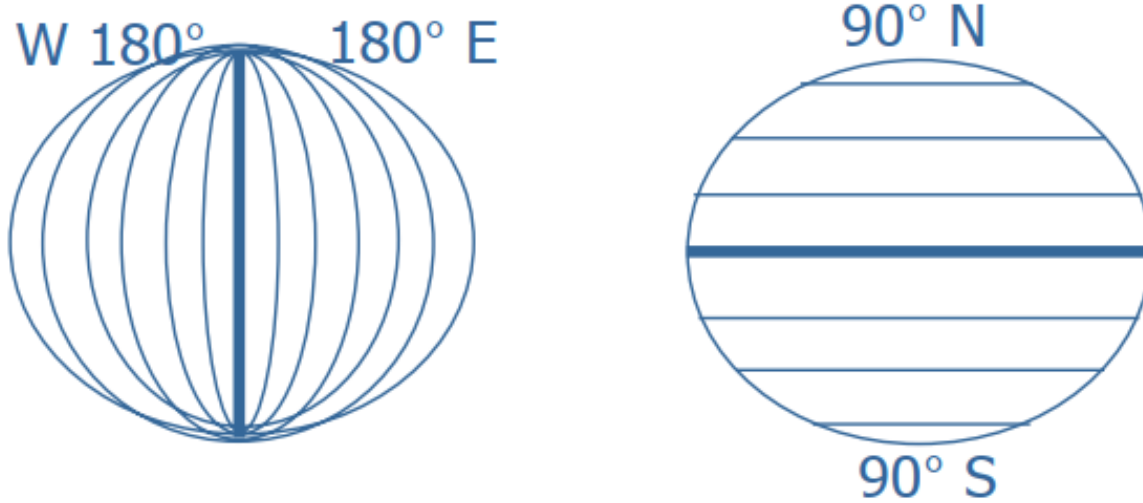
Kartezyen Koordinat Sistemi (X,Y,Z)



Coğrafi Koordinat Sistemi:

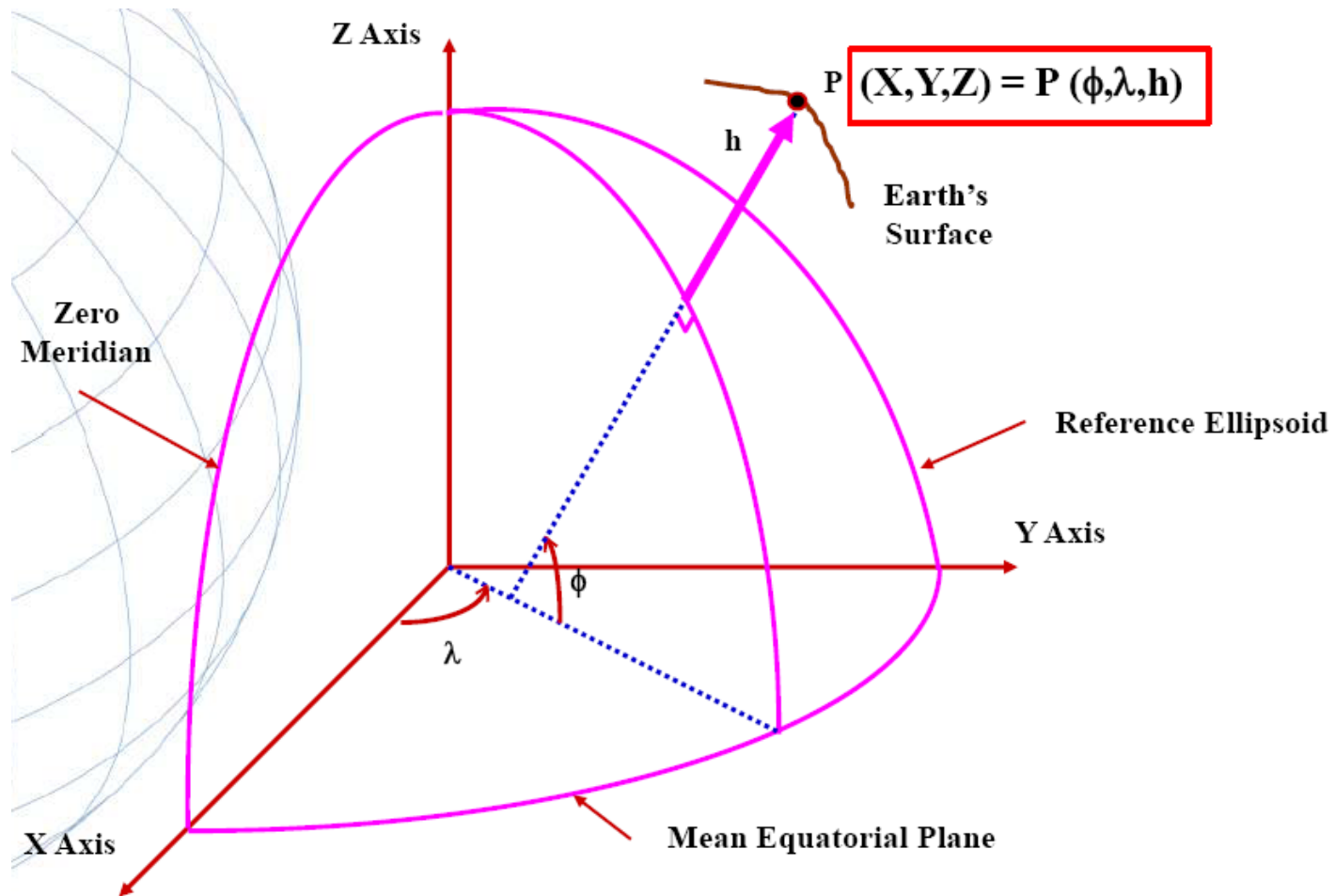
Yeryüzü üzerindeki bir noktanın konumunun enlem ve boylam büyüklükleri ile referans elipsoidine göre tanımlandığı sistemdir.

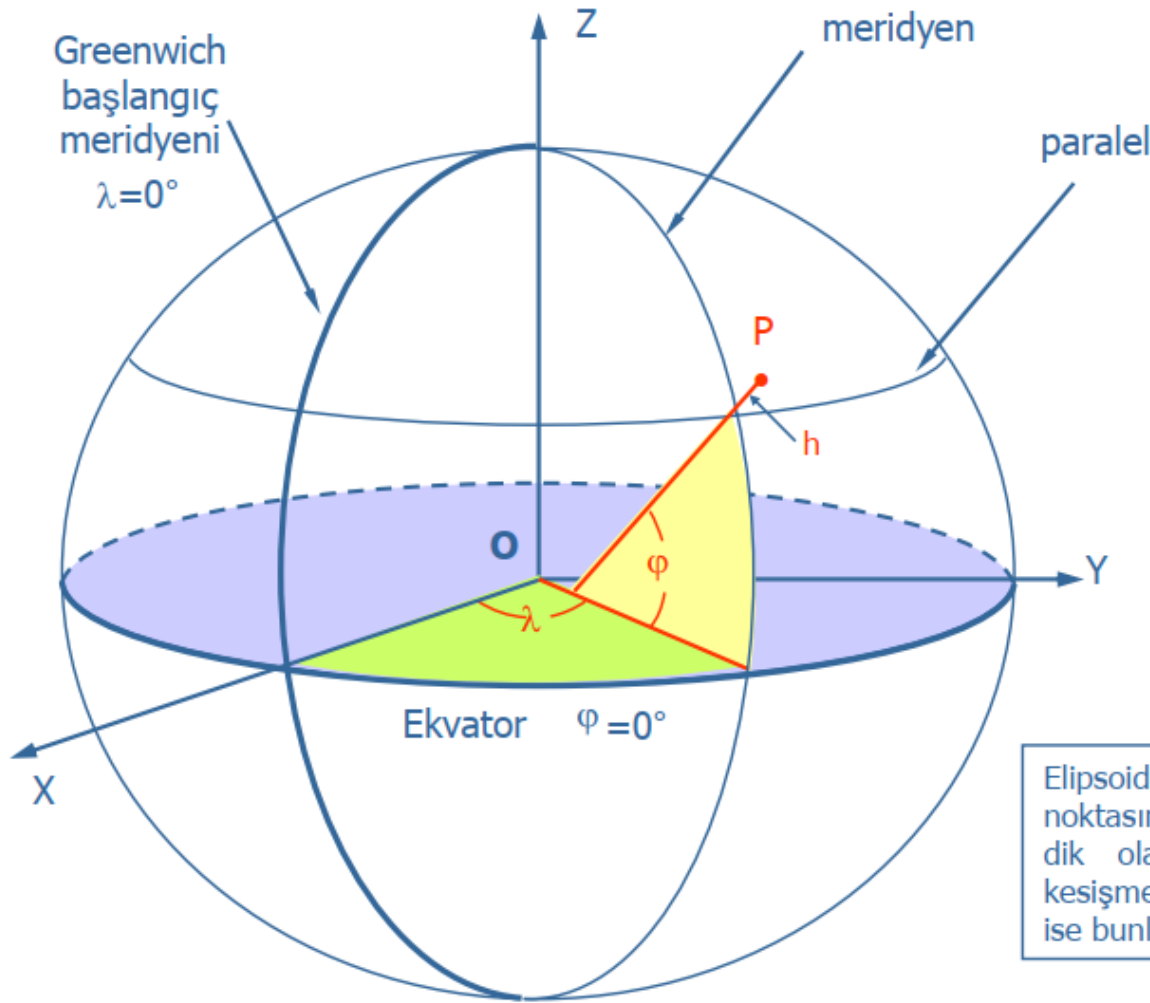
Yer'in merkezi başlangıç noktasıdır. Yer 180 adet **paralel** ve 360 adet **meridyen** dairesi ile ifade edilir. Londra Greenwich Gözlemevi'nde bulunan gök dürbünün ekseninden geçtiği varsayılan 0° başlangıç meridyeninin doğusundakiler doğu meridyenleri, batısındakiler batı meridyenleridir. Ekvatorun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



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.

Coğrafi Koordinat Sistemi (Enlem, Boylam, Yükseklik)





Coğrafi Koordinatlar

λ - Coğrafi boylam

φ - Coğrafi enlem

h - Yükseklik

Elipsoidin basıklığı nedeniyle, P noktasından geçen ve elipsoide dik olan doğrultu ile merkez kesişmez. Küresel koordinatlarda ise bunlar çakışır.

Bir noktadan geçen paralel dairesinin ekvatora olan açısal uzaklığına **enlem**, bir noktadan geçen meridyenin başlangıç meridyeni düzlemi ile arasındaki açığı **boylam** denir.

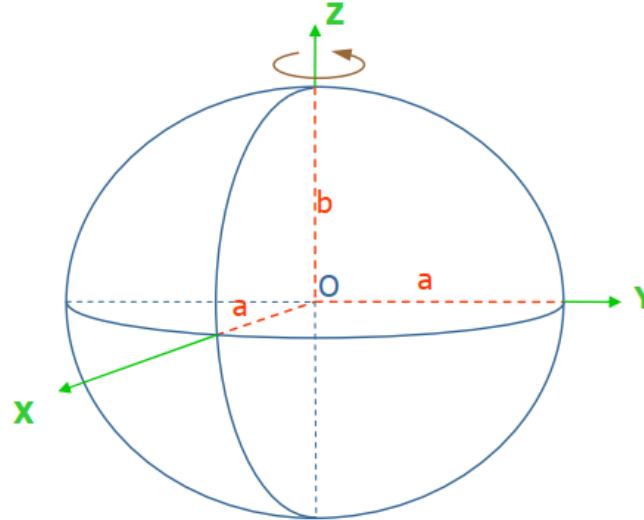
Yeryüzü üzerindeki bir noktanın coğrafi koordinatları, seçilen elipsoide göre değişir.

Ancak potansiyel teorisi yardımı ile tanımlanabilen geoid yerine, hesap yüzeyi olarak kullandığımız **dönel elipsoid**, bir elipsin küçük eksenini etrafında dönmesiyle meydana gelen yüzeydir. Bir elipsoid büyük-yarı eksenini (a), küçük-yarı eksenini (b), basıklığı (f) ve dışmerkezliği (e) ile tanımlanır. Geoide mümkün olduğu kadar yakın bir dönel elipsoidin boyutlarının tanımlanması, jeodezinin başlıca problemi olmuştur. Türkiye ülke ölçmelerinde, 1924 yılında uluslararası elipsoid olarak kabul edilmiş olan **Hayford Elipsoidi'ni (International 1924)** kullanmaktadır.

a	6378388
1/f	297

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

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



2005 yılında yürürlüğe giren BÖHMBÜY ile ülkemizde ölçme çalışmalarında GRS80 elipsoidi kullanılmaktadır.

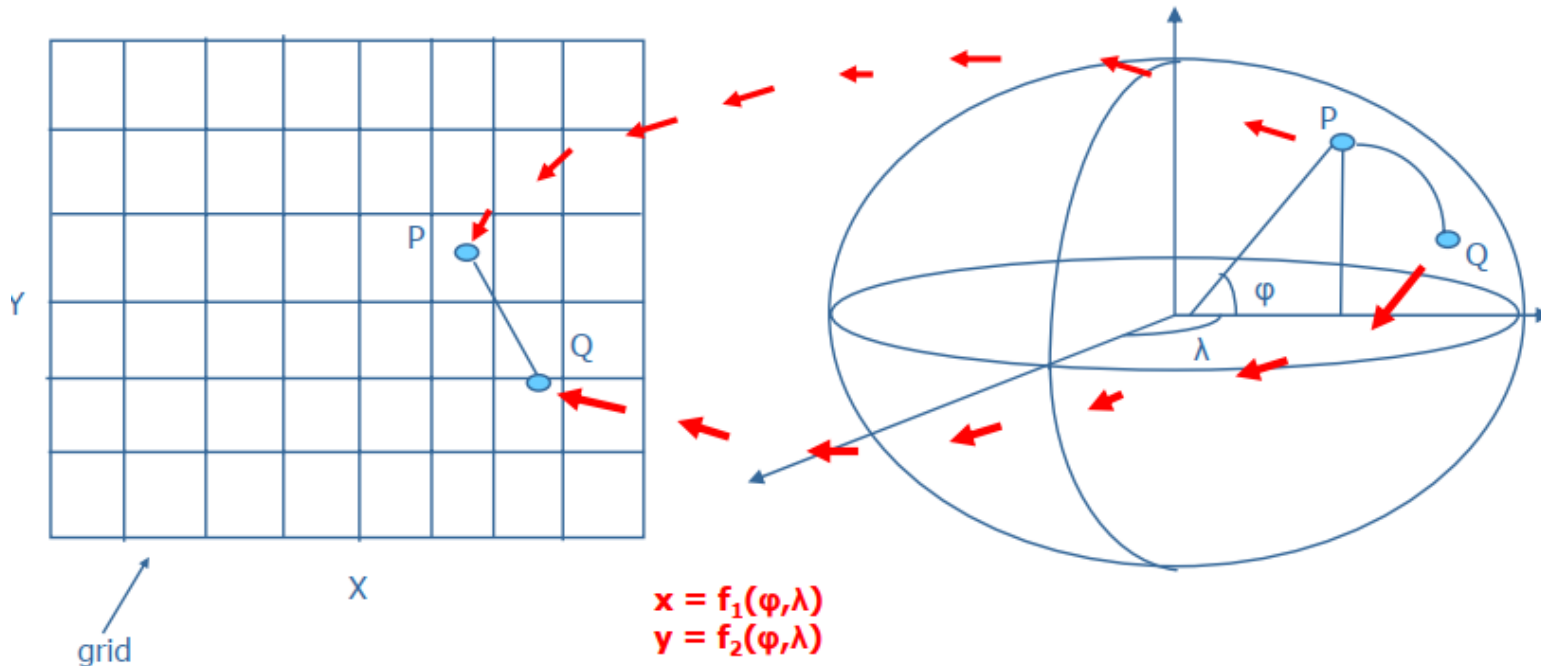
Projeksiyon Koordinat Sistemi:

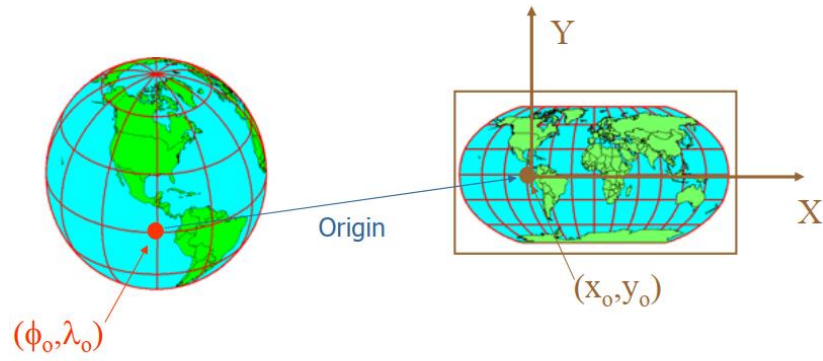
Projeksiyon, fiziksel yeryüzünün geometrik bir yüzey üzerine izdüşürülmesidir.

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.

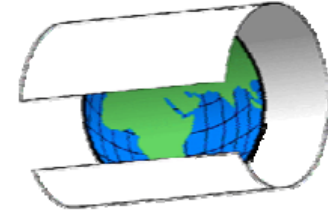




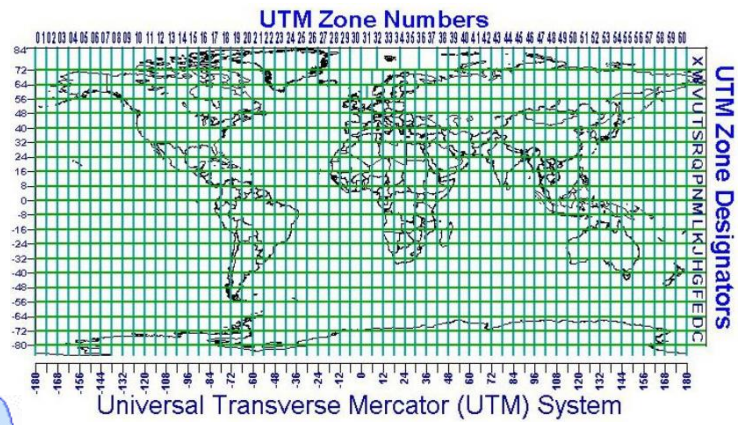
Projeksiyon Koordinat Sistemi

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.

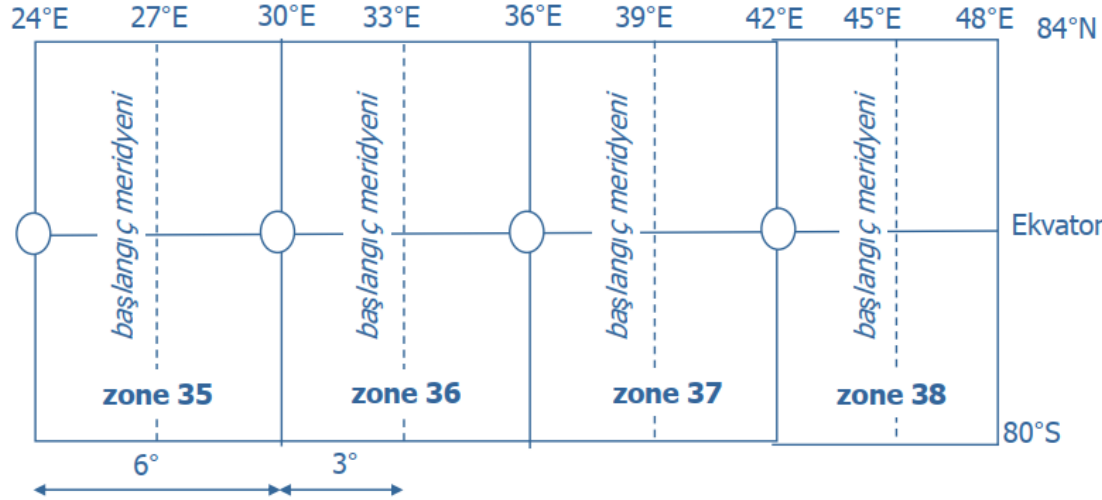


- Projeksiyonda, teğet meridyen boyunca dünya üzerindeki uzunluklar projeksiyondaki uzunluklara eşit olur. Teğet meridyenden uzaklaştıkça deformasyon artar.
- Buna göre dünya, başlangıç meridyenleri 6°'de bir değişen 60 dilime (zone) ayrılır ve referans enlemi ekvatorudur. Her dilimin enlem genişliği 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.



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.

- 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.