

GPS uygulamaları



Doç.Dr.Ufuk TÜRKER

Konum Belirleme Sistemleri

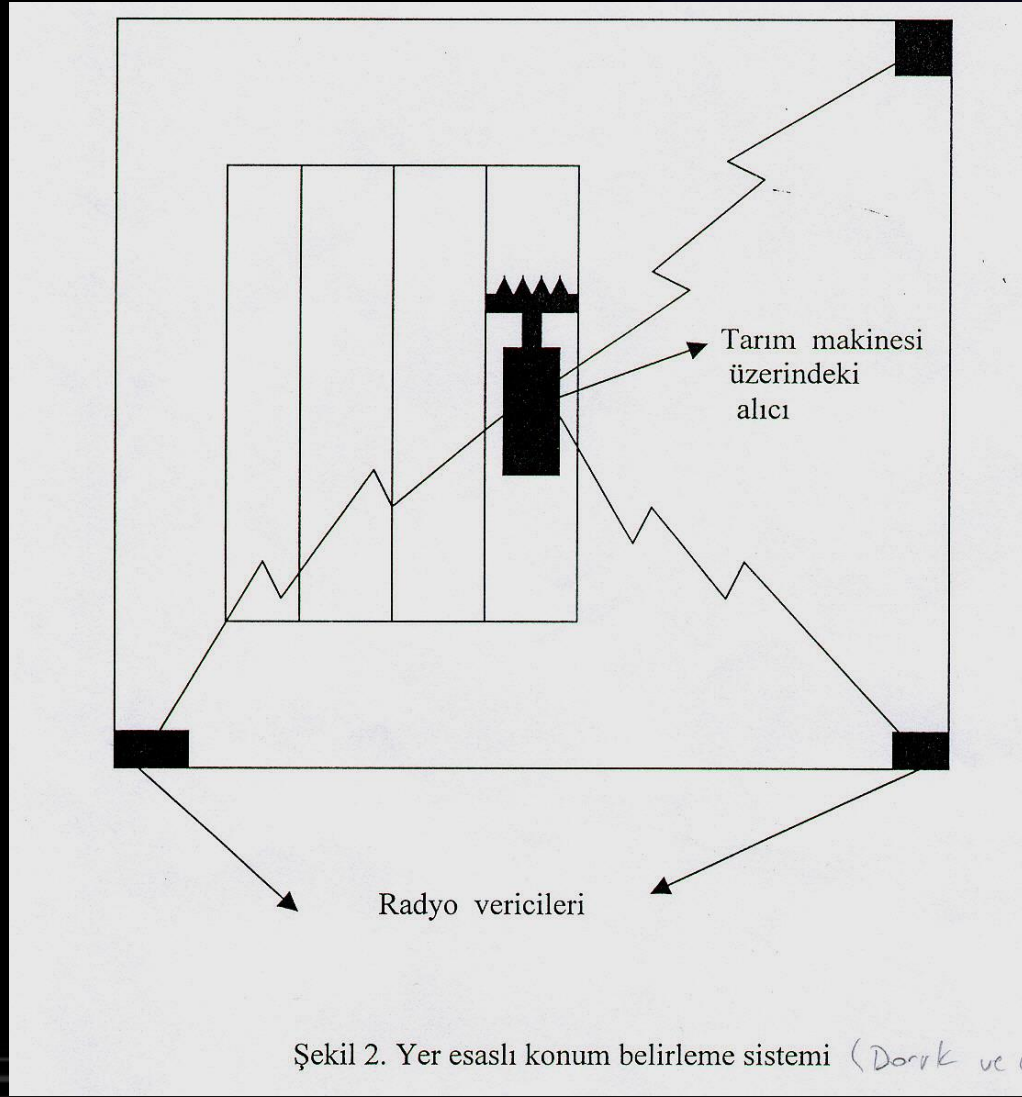
- Konum belirleme sistemleri bir cismin enlem, boylam ve yükselti şeklinde anlık yerinin belirlenmesinde kullanılır. Konum belirleme sistemleri iki grupta toplanmaktadır;

1.Yer esaslı

2.Uydu esaslı

- Yer esaslı konum belirleme sisteminde, tarım arazisinin köşelerine kuleler üzerine belirli yüksekliklerde, arazinin her tarafına radyo dalgaları gönderen en az üç tane verici yerleştirilir (Şekil 1). Tarım makinesi üzerine yerleştirilen alıcı, bu vericilerden gönderilen radyo dalgalarını alır ve her bir vericiye olan uzaklığı hesaplar. Uzaklık, radyo dalgasının hızı ile dalganın vericiden alıcıya gelme süresinin çarpımıyla hesaplanır. Tarım makinesinin yeri, alıcı ile verici arasındaki üç çizginin kesişim noktasıdır. Sistemin çalışma alanı, kulelerin yüksekliğine bağlıdır.





KÜRESEL KONUMLAMA SİSTEMİ (GPS)

GPS Nedir?

- Dünyada coğrafi bir yeri ya da dünya üzerindeki konumumuzu saptamaya yarayan uzay tabanlı bir radyo-navigasyon (radyo telsiz dalgaları ile yer belirleme) sistemidir.



Başlıca uydu sistemleri

İki önemli uydu esaslı konum belirleme sistemi vardır. Bunlar;

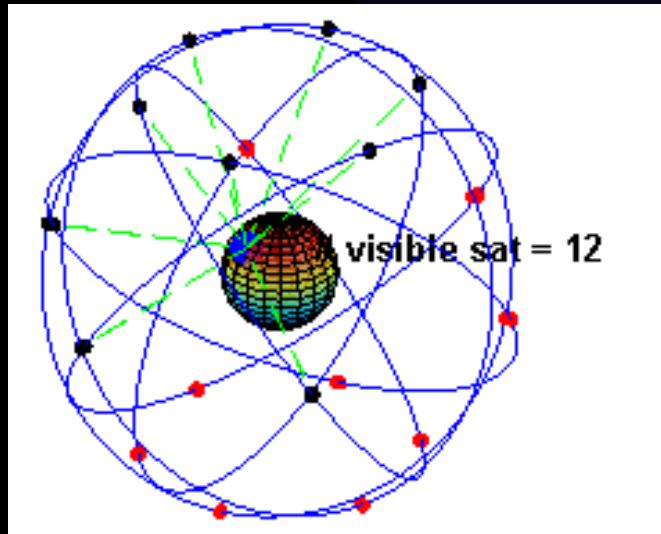
- Küresel Konum Belirleme Sistemi (Global Positioning System, GPS)
- Glonass Sistemi (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema)
- EGNOS (European) - GALILEO
- GPS sistemi, var olan sistem üzerinde teknoloji ilerlemeleriyle ve yeni taleplerle artık yenileştirilme ve Yeni Nesil Operasyonel Kontrol Sistemi (OCX) destekli, gelişmiş GPS III uydularının hayata geçirilmesi çabalarına yol açmıştır.^[3] Beyaz Saray ve Başkan Yardımcısı Al Gore 1998 yılında duyurular ile bu değişimi başlattı. 2000 yılından beri, GPS III yenileştirilmeleriyle ilgili kararlarda ABD Kongresi yetkilidir.
- Ek olarak diğer sistemlerin kullanımında GPS geliştirilme aşamasındadır. Rus navigasyon sistemi GLONASS, GPS ile birlikte çağışdaşı olarak geliştirilmektedir; ama O, 2000'li yılların ortalarına kadar dünyayı tam olarak kapsamadan çalışmıştır.^[4] GPS'in yanı sıra AB tarafından geliştirilen Galileo, Çin tarafından geliştirilen Compass Beidou ve Hindistan tarafından geliştirilen IRNSS adlı konumlandırma sistemleri de vardır.



Uydu sistemleri

- **Mevcut sistem**
 - Amerikan (US-System) NAVSTAR Navigation Satellite Timing and Ranging 1995 den beri hizmette 24 uydu, 20 km yukarıda
 - GLONAST (Rusya, NAVSTAR' a benzer)
 - Avrupa Birliği Galileo sistemi yapım aşamasında başlangıç 2010'da
- **Pozisyon belirlemede kaliteye etkili unsurlar**
 - Ormanlık, yüksek binalar ve tünel gibi rahatsız edici faktörler
 - Uydu alıcısının konumu
 - Atmosferden kaynaklanan hatalar (sinyal kalitesinin bozulması)
 - Uydu alıcısının tipi ve gücü





- GPS Küresel konum belirleme sistemi; Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı tarafından 1973 yılında geliştirilmiştir. Başlangıçta askeri amaçlı olan bu sistem daha sonra sivil ve ticari kullanıma açılmıştır.

küresel konum belirleme sistemi dört birimden oluşur. Bunlar;

- **1. Uydu Birimi**
- **2. Konum – Kontrol Birimi**
- **3. İletim Birimi**
- **4. Kullanıcı Birimi**



Uydu destekli GPS ile alan tanımlamanın fonksiyon şekli

- Einführung
- Standortanalyse
- Technische Grundlagen
- Strategien
- Anwendungstechnik
- Dokumentation
- Nutzen + Kosten
- Empfehlungen
- Gewannebewirtschaftung
- Fazit
- Weitere Informationen

Uydudan gelen

- pozisyon verileri
- senkron zaman sinyalleri
- Yardımcı bilgiler

Üçgenleme ile pozisyon belirleme

- Alıcı için 4 uydu sinyali gereklidir.
- Max. 12 Sinyal aynı anda alınabilir

Yararlanıcı

- Uydu verilerinin alınması
- Zaman aralığının okunması
- Anlık pozisyonun hesaplanması

Kontrol istasyonu

- Uydu konumunun kontrolü
- Uydu konumunun ölçümü
- Uydu sinyallerinin senkrozasyonu

Alıcı istasyonu

UZAY BÖLÜMÜ

- Uzay bölümü, gezegenimizden 10900 mil uzaklığında yörüngelenen 24 adet uyduyu kapsamaktadır. Bu uydular 6 yörünge düzlemini (düzlem başına dört uydu olmak üzere) takip eder ve her 12 saatte bir dünyanın etrafında daire çizerler. Kontrol bölümü sistemin özelliklerini denetleyen ve düzelten bir ağın yer istasyonlarından oluşur: Her uydu belirli iki frekansta; 1575.42 MHz ve 1227.60 MHz. sürekli olarak kendi pseudorandom sinyalini yayar.

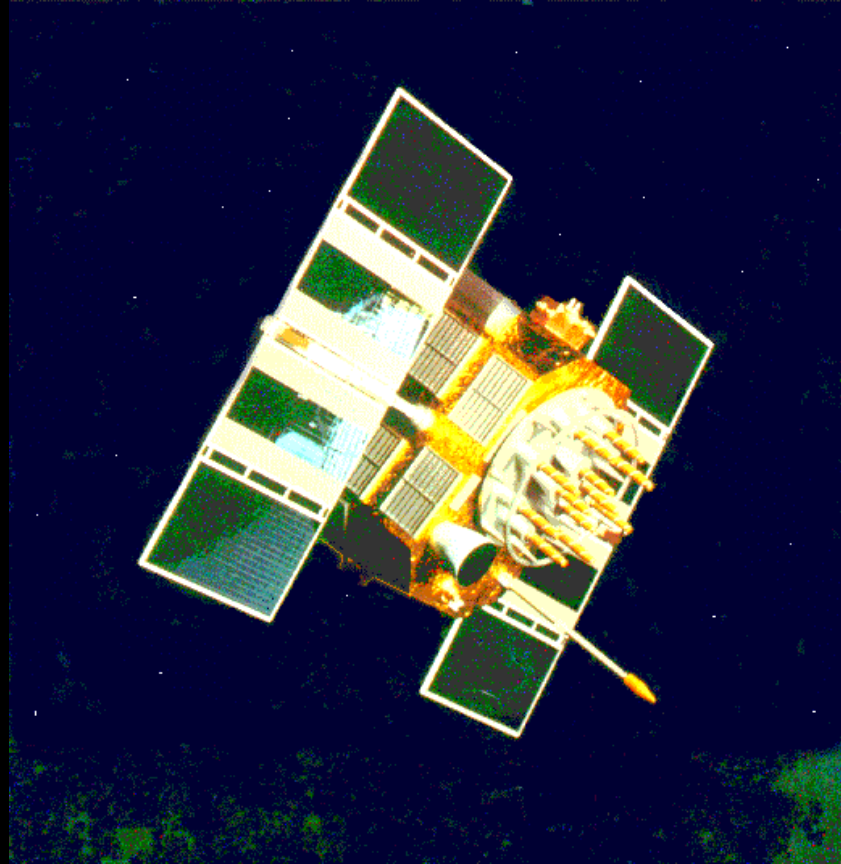


UYDU BİRİMİ

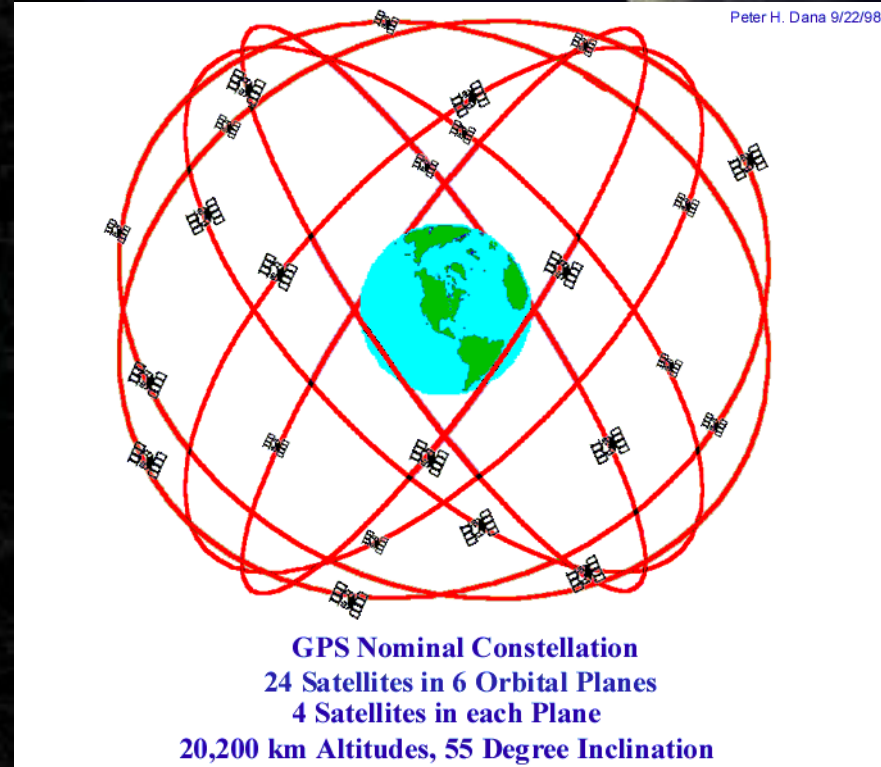
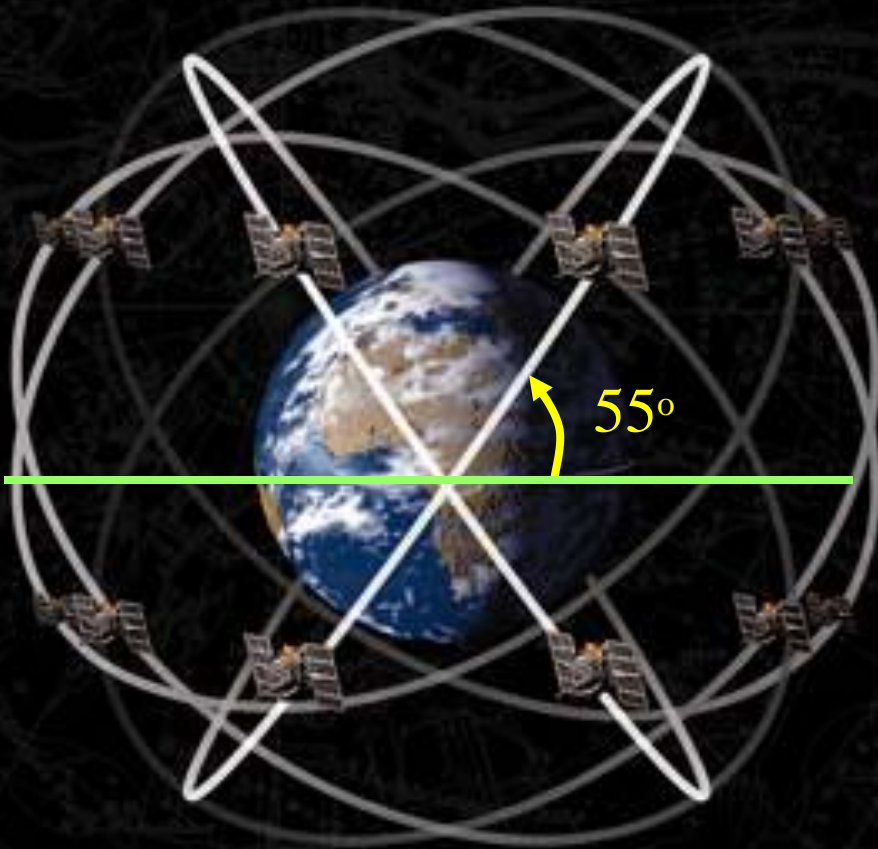
- Bu birim, dünya yüzeyinden yaklaşık 20 000 km uzaklıkta her bir yörüngeye dört uydu düşecek şekilde altı yörüngede toplam yirmi dört adet NAVSTAR (Navigation by Satellite Timing and Ranging) uydusundan oluşur. Her bir uydu, günde iki kez dünyanın çevresini dolandır. Uyduların bu şekildeki yerleşimi günün her saatinde, dünyanın her yerinde en az dört uydunun, alıcının görüş alanı içinde bulunmasına olanak sağlar.



GPS uydusu

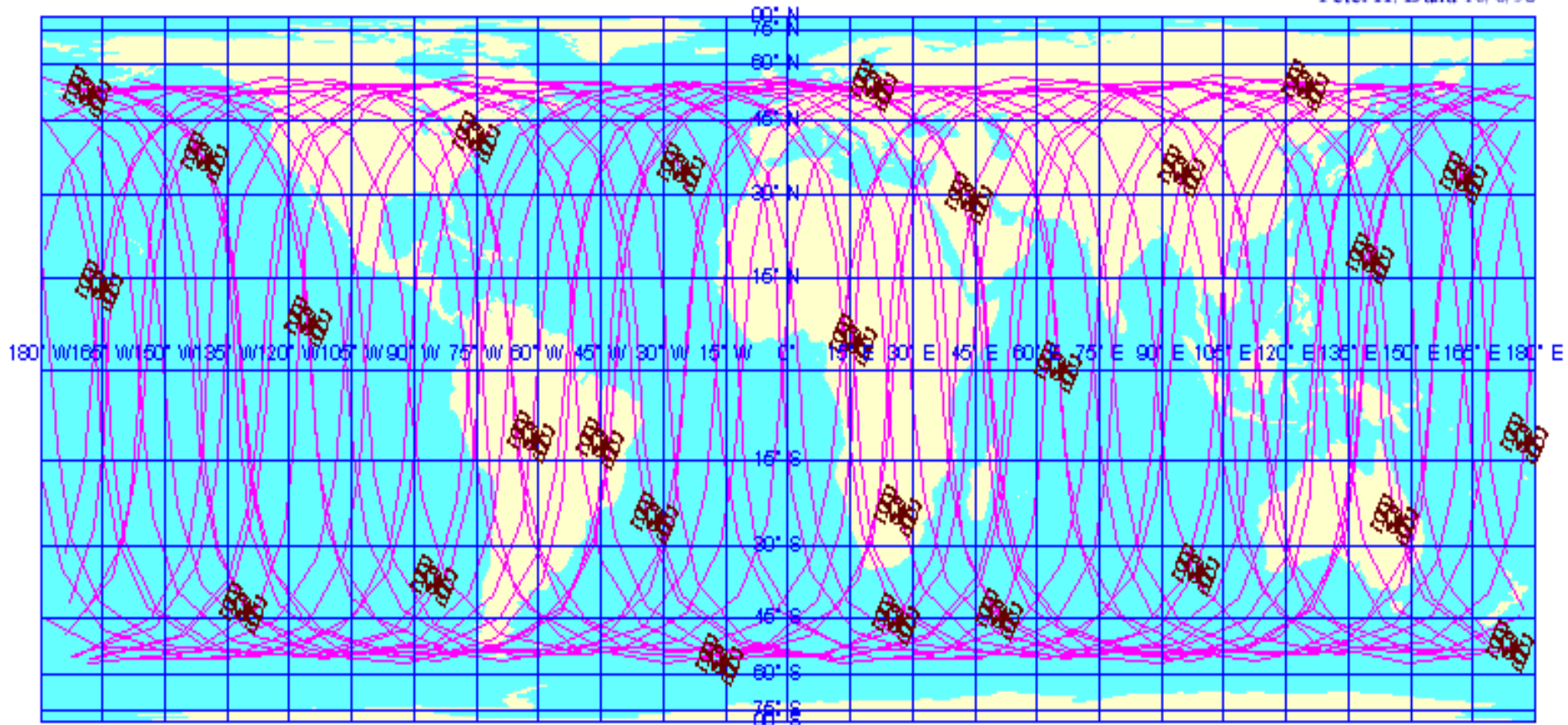


GPS YÖRÜNGELERİ



YERYÜZÜNE DÜŞÜMLERİ

Peter H. Dana 10/6/98



Global Positioning System Satellites and Orbits
for 27 Operational Satellites on September 29, 1998

Satellite Positions at 00:00:00 9/29/98 with 24 hours (2 orbits) of Ground Tracks to 00:00:00 9/30/98

KONUM SEGMENTİ

- Konum – Kontrol : Bir ana kontrol istasyonu, bir verici istasyonu ve dört adet alıcı istasyonundan oluşan bu birimin görevi; uydu yörüngesindeki yeni parametrelerin hesaplanması, sürekli olarak küresel konum belirleme sistemi uydularının hareketlerinin izlenmesi ve uydu saatinden kaynaklanan hataların düzeltilmesi gibi sistemin istenilen biçimde çalışmasına yönelik düzenlemeleri yapmaktır.



VERİ İLETİMİ

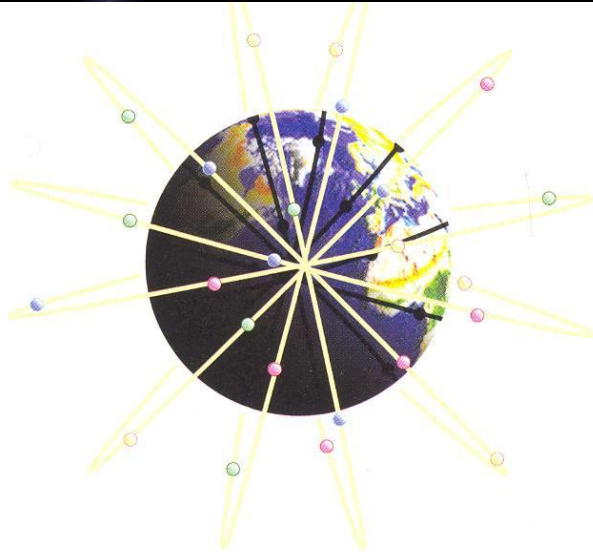
- Veri İletimi : Uydu ve kullanıcı arasında, uydu sinyalinin kat etmesi gereken aralıktan oluşan birimdir. Bu birim; iyonosfer ve troposferin meydana getirdiği dünya atmosferidir.



KULLANICI

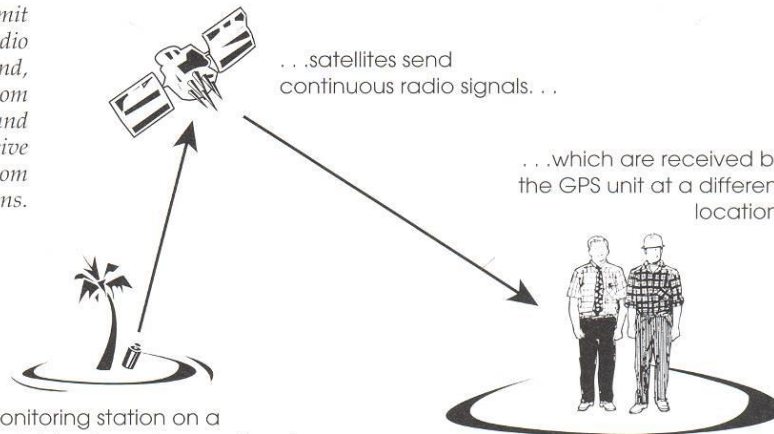
- Kullanıcı : Sonsuz sayıda küresel konum belirleme sistemi alıcısından oluşur. 1 cm - base station on site





The satellites are deployed in a pattern that has each one passing over a monitoring station every twelve hours, with at least four visible in the sky at all times.

The satellites transmit a continuous radio signal on the L-band, in pseudorandom code, to ground receivers, and receive correctional data from monitoring stations.



...satellites send continuous radio signals...

...which are received by the GPS unit at a different location.

A monitoring station on a remote island sends correctional data to satellites...



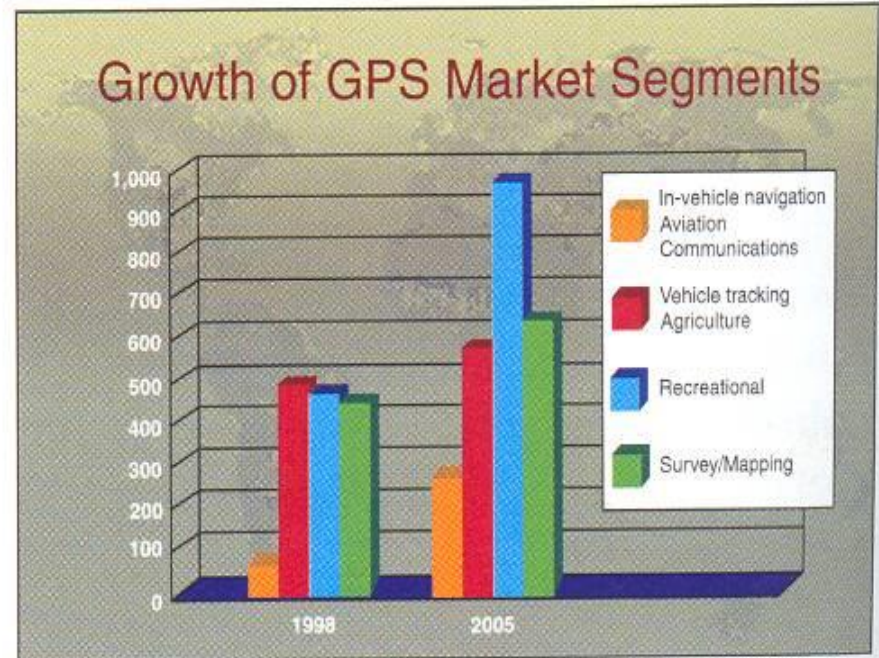
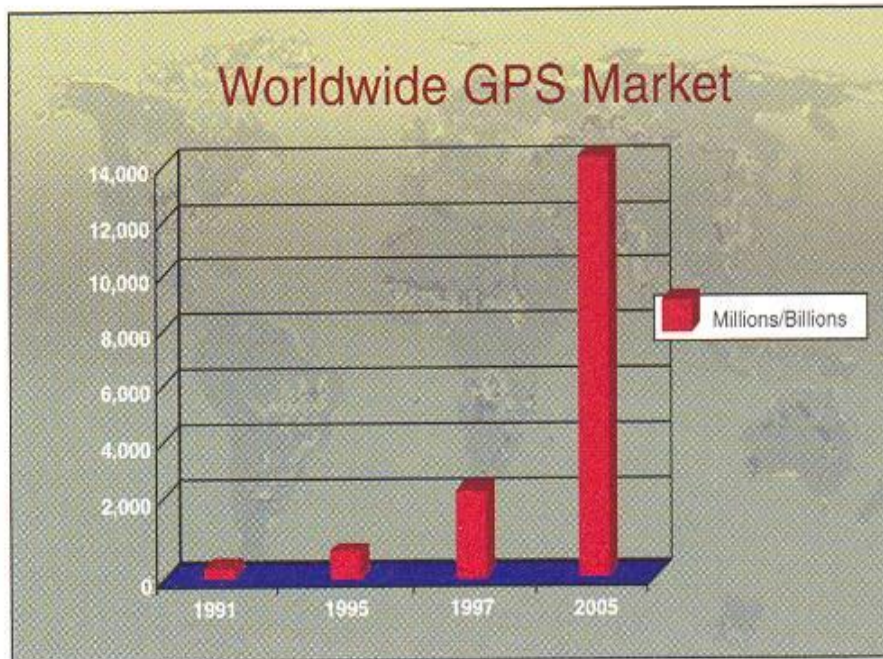
Teknolojide değişim



Photo courtesy Trimble Navigation, Ltd

GPS Sektörü

Photo courtesy Trimble Navigation, Ltd.



- Bir GPS alıcısı
 - En az 4 uydu saptar
 - Görebildiği uydulara olan mesafeyi hesaplar
 - Bu bilgileri pozisyon hesaplamasında kullanır.



Compaq iPAQ
Teletype GPS
Remote antenna
ArcPad
MrSID image



GPS alıcısı

- GPS alıcısı almanak toplar ve bunu uydular için doğru pozisyon hesaplamada kullanır (ephemeris)
- Almanak uydulardan gönderilir
- Uydu pozisyonu(ephemeris) ölçümlerde referans olarak bilinmelidir. GPS uydusu yörüngeleri iyi bilinmektedir.
- Ufak sapmalar sürekli izlenmektedir.
- The ephemeris hatasına ait bilgi uydulara gönderilmekte, ve zaman sinyali ile tekrar iletilmektedir.



GPS Nasıl çalışır (6 Aşamada)

1. Üç uydu ile üçgen oluşturma
2. Mesafe ölçümü
3. Saat
4. Uydu Pozisyonu
5. Koordinat sistemi
6. Hatalar



Doğru pozisyon için

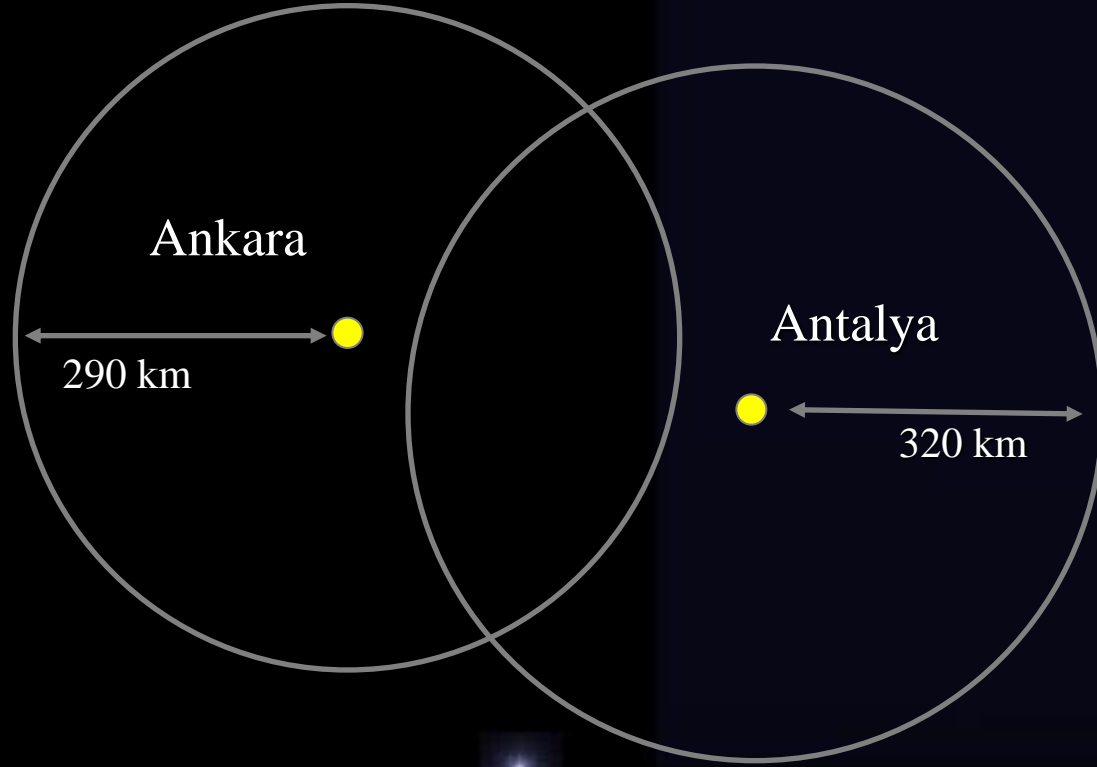
- **1. Üçgen oluşturma.** Üç uydudan olan mesafe çok hassas ölçülür, bu şekilde dünya üzerinde bir pozisyon "triangulate" edilmiş olur.
- **2. Mesafenin hassas ölçümü.** Uydulara olan mesafenin ölçümünde GPS alıcısı radyo sinyallerinin ulaşım süresini kullanır.
- **3. Zamanlama.** Zamanı doğru ölçmek için, GPS çok doğru bir zamanlamaya sahiptir.
- **4. Uydunun konumu.** En yüksek doğruluk için uzayda bir GPS uydusunun tam yeri bilinmelidir.
- **5. Hataların düzeltilmesi.** Hatalar elimine edilmelidir.



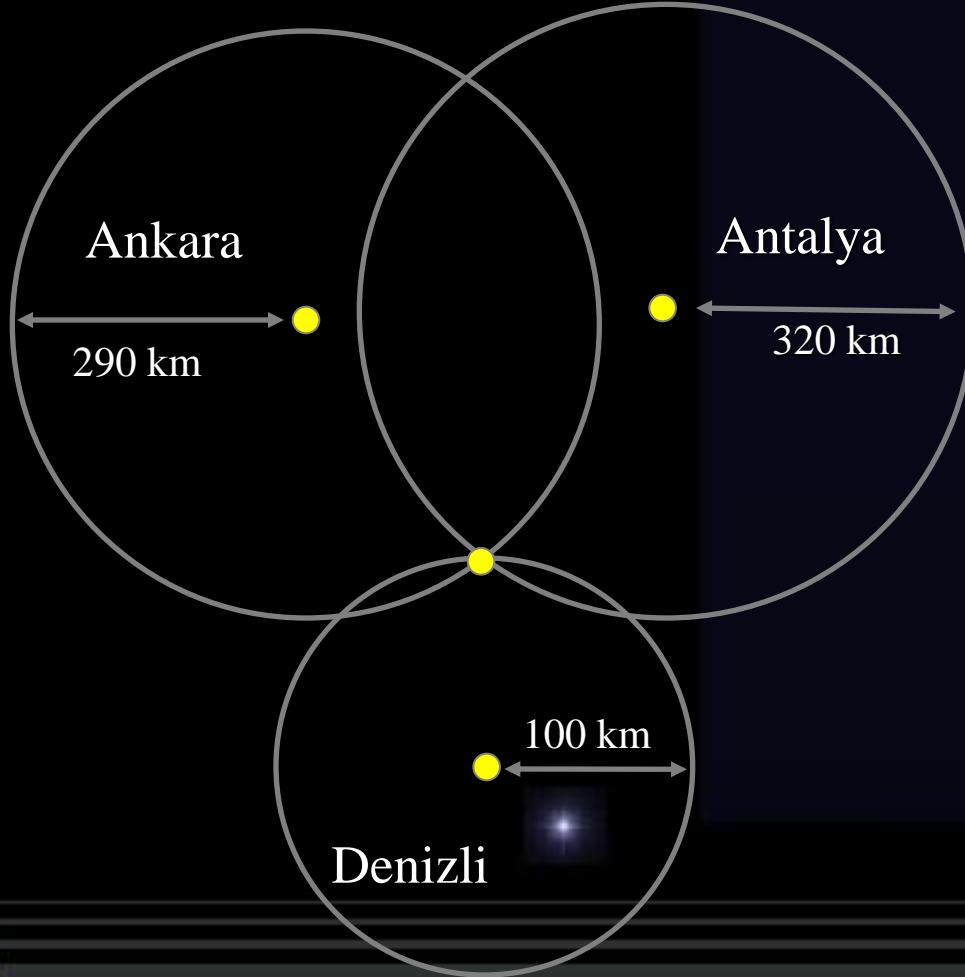
Nokta oluşturma



Nokta oluşturma



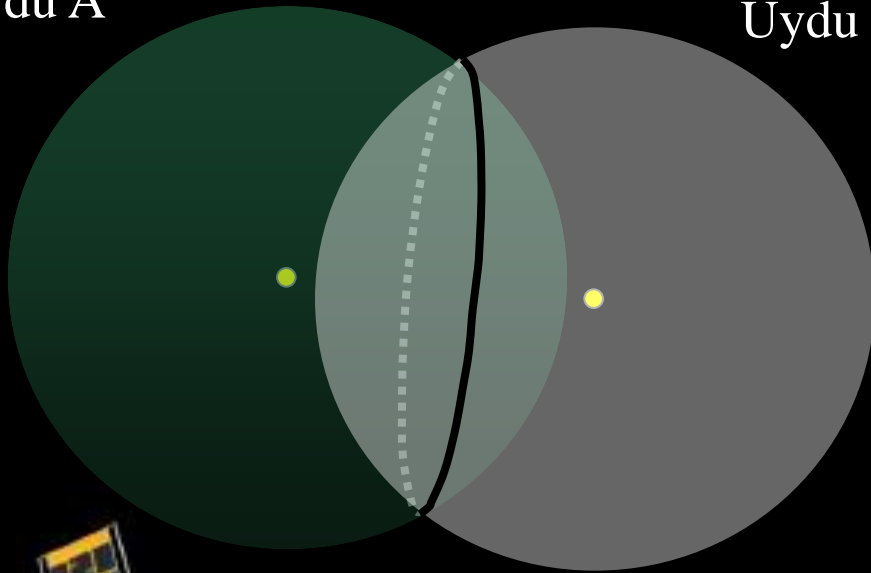
Nokta oluşturma



3-D Trilateration

Uydu A

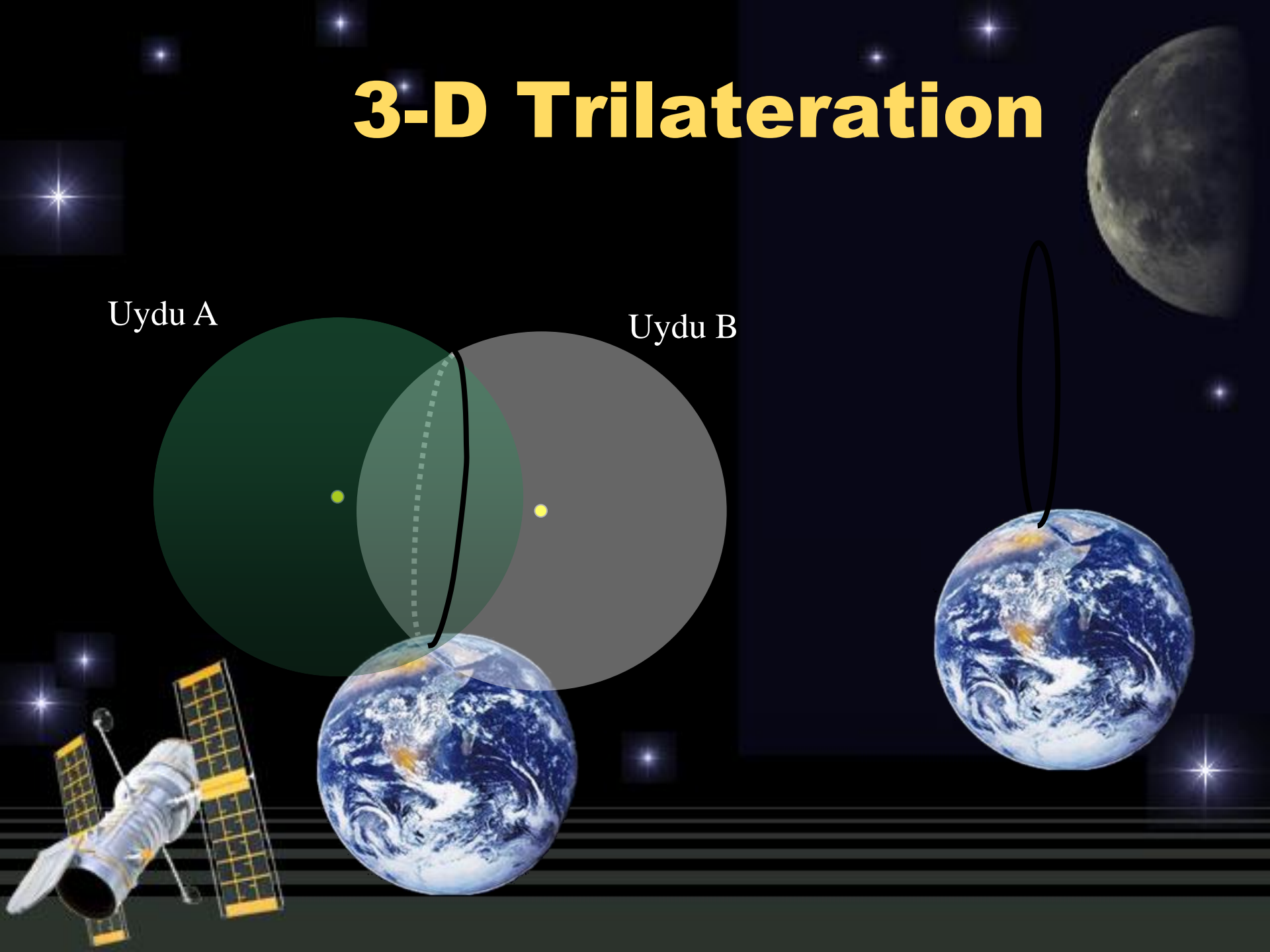
Uydu B



3-D Trilateration

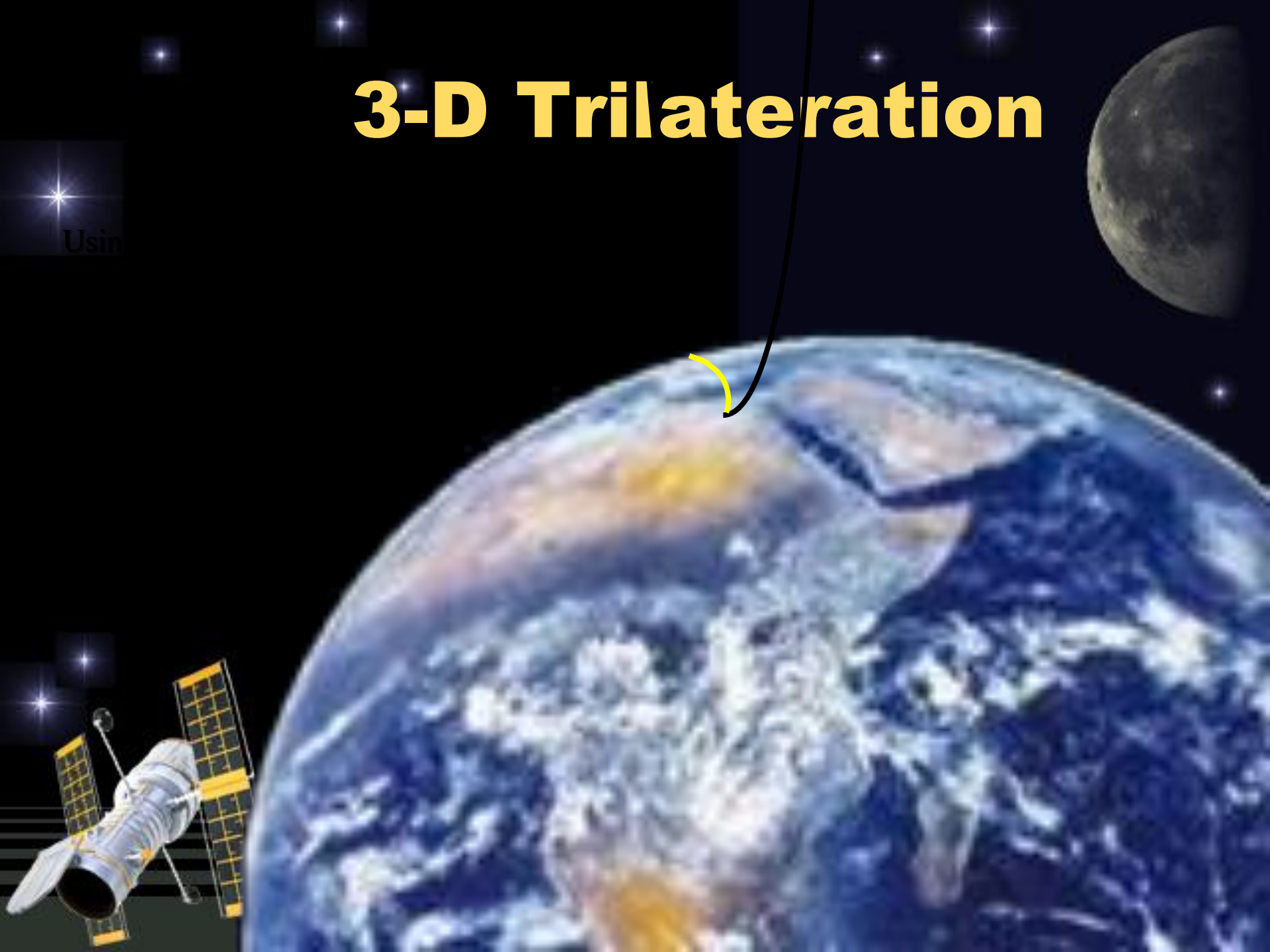
Uydu A

Uydu B



3-D Trilateration

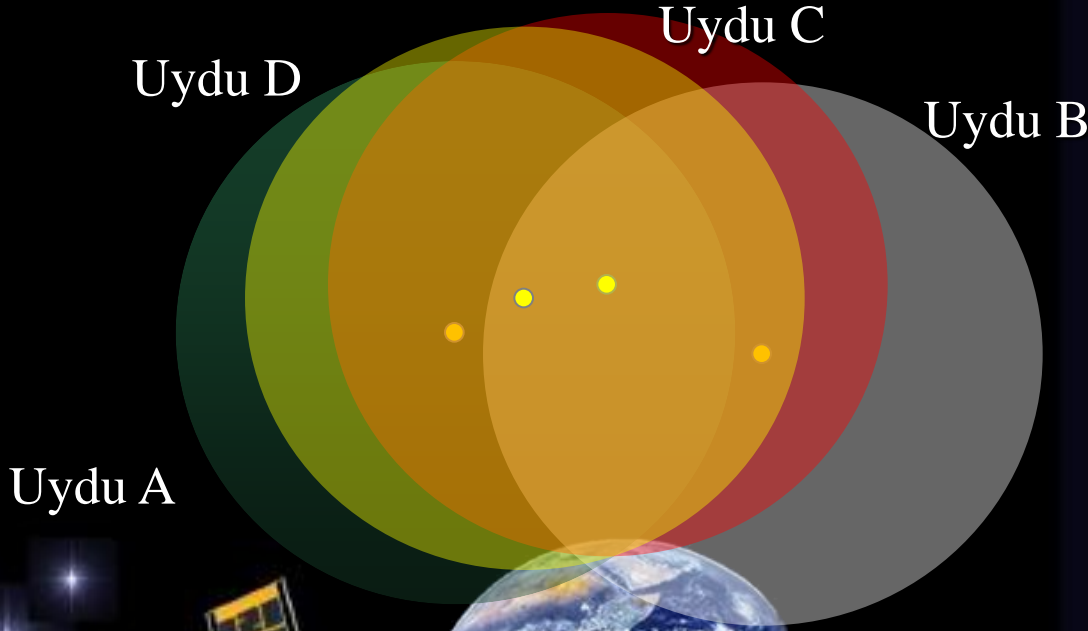
Using



3 uyduya bir küre daha ilave edince
Tam pozisyonu elde ederiz.



3-D nokta



Çeşitli hatalardan dolayı tam doğru Pozisyon belirlemek için en az 4 uyduya gereksinim vardır.



NOKTALAMA

- Uydu sayısı

- Bir mesafe= Küre
- İki mesafe = Çember
- Üç mesafe= iki nokta
- Dört mesafe= bir nokta
- Üç mesafe+ dünya yüzeyi= Bir nokta

- kilitleme

- 1,2 Uydu – kilitleme ya da bağlantı yok
- 3 Uydu - 2D positioning (Earth's surface assumed)
- 4 Uydu - 3D positioning (Lat/Lon/Alt)

- Pozisyon uydulardan olan mesafe ölçülerek bulunur. Matematiksel olarak pozisyonu tam belirleyebilmemiz için en az 4 uyduya ihtiyacımız vardır. Aynı anda 4 uydu= Bir zaman ve 3 mesafe için sadece 1 çözüm olur.
 - (4 Eşitlik, 4 bilinmeyen)



Mesafe

- Mesafe = Hız x Zaman ?
 - 180 miles = 60 miles per hr x 3 hr
- Radyo dalgalarının hızı?
 - 186 km/s
- Zaman
 - 0.06 second
- Mesafe = 186000 mps x 0.06 s
 - D = 11,160 miles (11Hr 58 Min period)
- Doğruluk (+/- 0.000,000,001 sec) = +/- 1 ns



kritik noktalar

- Uydulara olan mesafe sinyalin seyahat süresini ölçerek bulunur.
- Uydu ve GPS alıcısı aynı zamanda aynı kodları üretirse ve bu kodları senkronize ederse, alınan koddaki gecikme bulunur .
- Bu gecikme zamanı ışık hızını ile çarpıldığında hesaplama yapılmış olur.

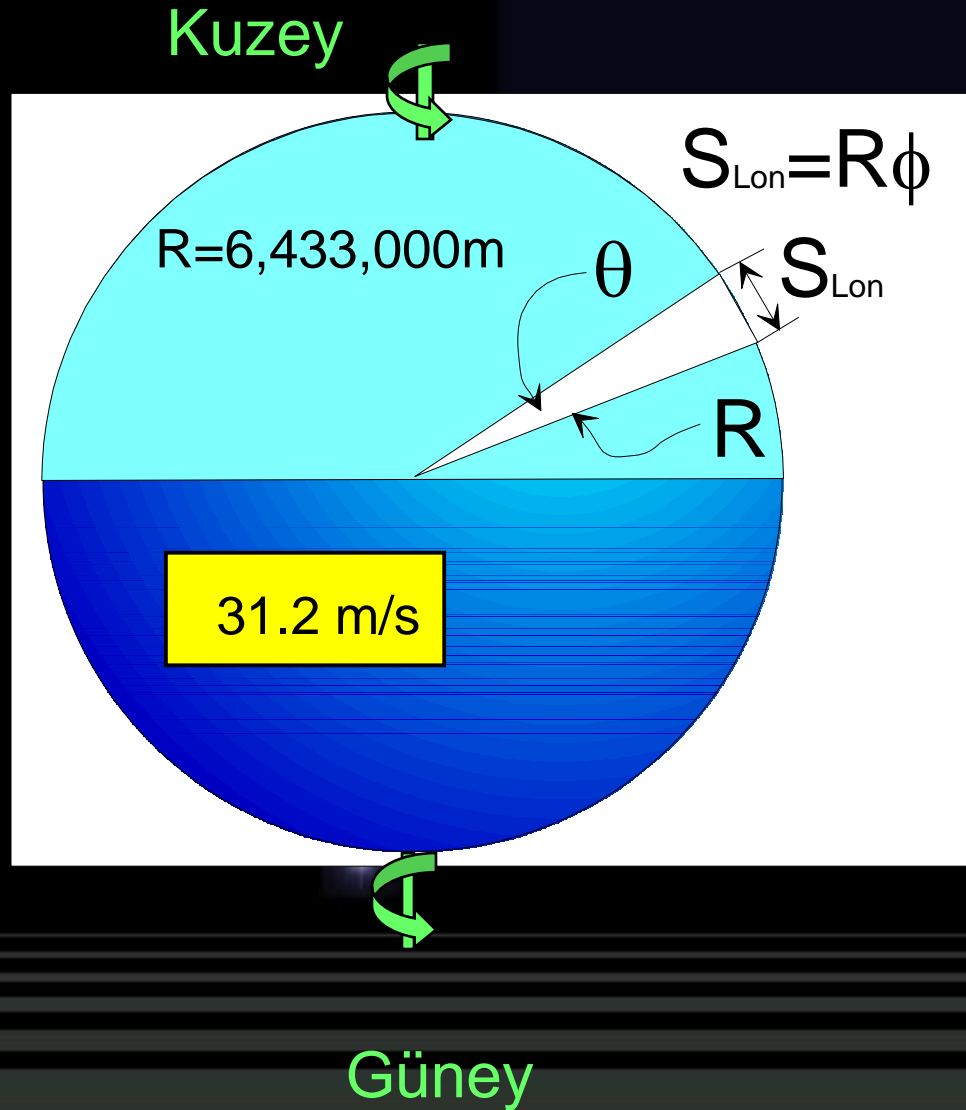


Nasıl Ölçer

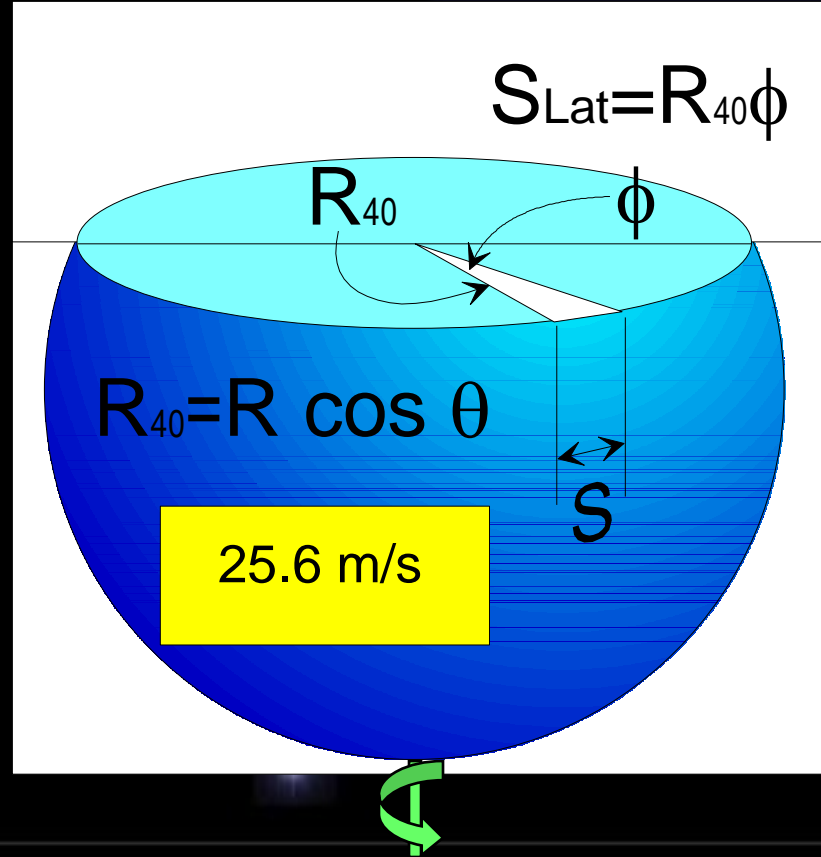
- Nesnenin uydulara olan uzaklığı ölçülürken, alıcıya uydudan gönderilen bir sinyalin ne kadar sürede ulaştığının belirlenmesi gerekir. Sinyal hızı ile sinyalin ulaşma süresinin çarpımı, uydu ile üzerinde alıcı bulunan nesne arasındaki uzaklığı verir. Radyo sinyalinin uzayda ilerleme hızı ışık hızına (yaklaşık olarak $300\ 000\ \text{km} / \text{s}$) eşittir. Ancak burada önemli olan, sinyalin alıcıya ulaşma süresidir. Bu süre, sinyalin uydudan ayrılma zamanının tam olarak belirlenmesi ile saptanabilir. Bu amaçla, uydu ve alıcı aynı zamanda aynı kodu üretecek şekilde senkronize edilmişlerdir. Alıcı kendi ürettiği kod ile uydudan gelen kodu karşılaştırır. Aynı kodun alıcı ve uydu tarafından üretilme zamanları arasındaki fark dalganın alıcıya geliş süresinin verir.



Boylam boyunca mesafe hesaplanması (longitude)



Enlem boyunca mesafe hesaplanması (latitute)



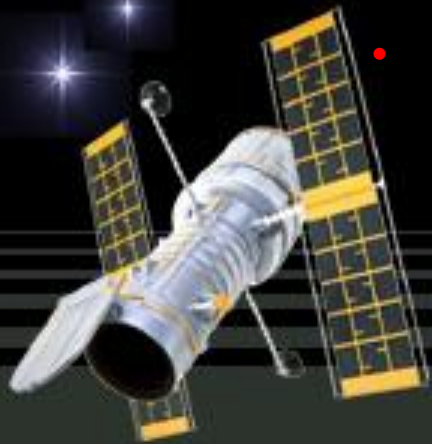
GPS Mükemmel mi?

- Tabiki değil GPS'den elde edilen pozisyonda düzeltilmeye gereksinim olmaktadır. Yapılan düzeltme işlemine differential correction is a D (ifferentially corrected) GPS position. Bir çok hassas tarım uygulamasında DGPS kullanımı gereklidir. Bu da \$150 bir GPS alıcısının bazı sprotif amaçlar dışında hassas tarım işlerinin büyük çoğunluğunda kullanılamayacağını gösterir.
- Differential correction ile birlikte bile, absolute doğruluk bir DGPS position 0.01 cm ile 200 cm arasında değişebilmektedir. Arzının bir köşesinde kesin (absolute) bir yer belirlensin. Sora bu noktaya bir direk çakılsın. Bu noktanın koordinatı 34 deg 15 min 00.00 sec N and 89 deg 45 min 00.00 sec W olsun. Şimdi DGPS antenini direk olarak bu noktanın üzerine koyun ve GPS alıcısının ekranını izleyin. Enlem ve boylamın saniye kısmının sürekli değiştiğini göreceksiniz. Burada 1 saniyenin onda biri bir değişim meydana geldiğinde bunun anlamı yaklaşık 3 metrelik bir sapmadır. Aynı şey hareket halindeki traktör ve biçerdöverde de söz konusudur. Günümüzde bu hata tutarlı bir şekilde düşüktür. Günümüzde 1 m nin altında çalışmak artık mümkündür.



Küresel konum belirleme sistemi ile gerçekleştirilen yer belirleme işleminin doğruluğu aşağıdaki faktörlere bağlıdır;

- **Uydu saati hatası** : Her bir uydu oldukça pahalı ve hassas atomik saatlerle donatılmış olsa dahi, zamanlamada meydana gelebilecek çok küçük bir farklılık bile, yer belirlemede önemli miktarda hataya neden olabilmektedir.
- **Uydu yörünge hatası** : Her bir uydunu uzaydaki yeri bilinmektedir. Ancak, yerçekimi, güneş, ay ve yer küre arasındaki çekim olayları gibi bazı doğal olayların etkisi ile uyduların yörüngesinde çok küçük sapmalar meydana gelebilmektedir. Buda yer belirlemede hatalara neden olmaktadır.
- **Atmosfer nedeniyle radyo sinyalinde meydana gelen gecikme** : Radyo sinyallerinin hızı sadece vakum ortamında sabit olup, normal atmosfer koşullarında değişmektedir. Atmosferde bulunan çok küçük parçacıklar, su buharı vb. etkenler radyo sinyallerinin hızının azalmasına neden olur.
- **Radyo sinyallerinin birden fazla yol izleyerek alıcıya ulaşması** : Sinyallerinin yüksek binalar vb. bazı yapılara çarpıp yansması nedeniyle radyo sinyalleri birden fazla açıdan alıcıya ulaşabilmekte ve bu durumda yer belirleme işlemi hatalı olabilmektedir.



- **Alıcıdan kaynaklanan hata** : Alıcı içerisinde bulunan saatin kalitesi ve devrelerdeki parazitlenme yer belirleme işleminde hatalara neden olabilmektedir.
- **Güvenlik nedeniyle sisteme eklenen hatalar** : Bu hata, Amerika Birleşik Devleti Savunma Bakanlığı tarafından diğer düşman ülkelerin küresel konum belirleme sistemini kullanmalarını önlemek amacıyla bilinçli olarak sisteme eklenen hatadır.
- **Uyduların uzaydaki yerleşimi** : Alıcının yararlandığı uydular, mümkün olduğunca birbirinden uzakta ve eşit mesafelerde olmalıdır.

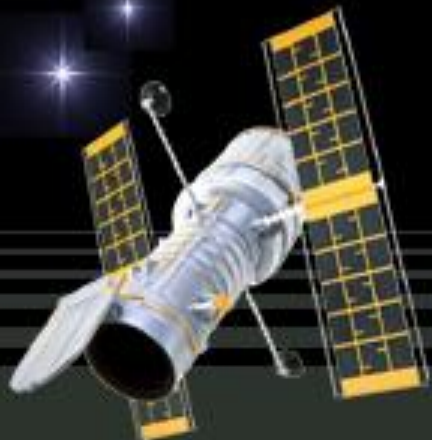
Tüm bu hataların bir sonucu olarak, küresel konum belirleme sisteminin doğruluğu yaklaşık olarak 15 m' dir. Bu doğruluk değeri ile küresel konum belirleme sisteminin, hassas uygulamalı tarımsal üretimde kullanımı uygun değildir. Doğruluğu artırmak için belirtilen bu hataları ortadan kaldıran Hata Düzeltmeli Küresel Konum Belirleme Sistemi kullanılmaktadır.



HATA

Typical Error in Meters (per satellite)

	Standard GPS	Differential GPS
Satellite Clocks	1.5	0
Orbit Errors	2.5	0
Ionosphere	5	0.4
Troposphere	0.5	0.2
Receiver Noise	0.3	0.3
Multipath	0.6	0.6
SA	30	0
Typical Position Accuracy		
Horizontal	50	1.3
Vertical	78	2
3-D	93	2.8



Çeşitli görevler için gerekli konumlama hassasiyeti

Görev	Gerekli hassasiyet	Kullanım alanı
Yönlendirme	10 m	Parsellerde hedef arama Depolama alanları için hedef arama, örneğin, ormanda
İş bitirme Bilgilenme Dökümantasyon	1 m	Tarla çalışmalarında • Verim haritalama • Gübreleme • Bitki koruma • Toprak numunesi alma Otomatik veri toplama
Araç kullanımında, operatörün yükünü azaltma	0,1 m	Biçerdöver, toprak işleme, gübreleme
Ekipman yönetimi	0,01 m	Mekanik yabancı ot mücadelesi, Ekim

DGPS-Yöntemine göre Hassasiyet ve fiyat

Yöntem	Hassasiyet m	Yatırım Maliyeti €	Düzeltilme sinyali fiyatı €/yıl
DGPS	1-3	1.000-3.000	0-500
Çift frekans-DGPS	0,1-0,5	5.000 -10.000	1.000-2.000
RTK-DGPS	0,02-0,05	15.000 -40.000	Ücretsiz kendine has referans bölgesi



Datums

- Datum – a referans noktasıdır.
- İki genel tip datum vardır: Dikey ve yatay. Dikey ortalama bir deniz seviyesinden hesaplanır. Yatay datum ise bir matematik hesaplama ile elipsoid olarak bilinen dünya şeklinin yaklaşık bir şekle göre hesaplanmasıdır. Örneğin bu gün GPS WGS84 kullanırken (Elipsoid , ECEF) diğerlerine de dönüştürülebilir. Bunu en yenisi North American Datum of 1983 (NAD83) based on the Geodetic Reference System ellipsoid (GRS80).
- evrensel datumlar arasında, NATO askeri standardı olan ED50 1950'lerden itibaren Türkiye tarafından da benimsenmiş, ancak 2000'li yıllarda yerini daha evrensel durumdaki WGS84 ('World Geodetic System 1984') standardına bırakmaktadır.



Harita Projeksiyonları

- Dünya yüzeyinin düz bir kağıda yayılma işlemi olarak düşünülebilir. Buna harita projeksiyonu denir.
- Projeksiyon Tipleri
- Haritalardaki şekil ve alan bozulmalarının en aza indirilebilmesi için oluşturulan özel çizim yöntemlerine projeksiyon ya da iz düşüm yöntemleri denir.

Projeksiyonların bazıları uzunluk, bazıları açı, bazıları ise alanları gerçeğe daha yakın gösterir. Projeksiyonlar iz düşüm (yükseltinin sıfır kabul edilmesi) esasına göre çizildiğinden engebese fazla olan yerlerin iz düşüm yüz ölçümü ile gerçek yüz ölçümleri arasındaki fark fazladır.

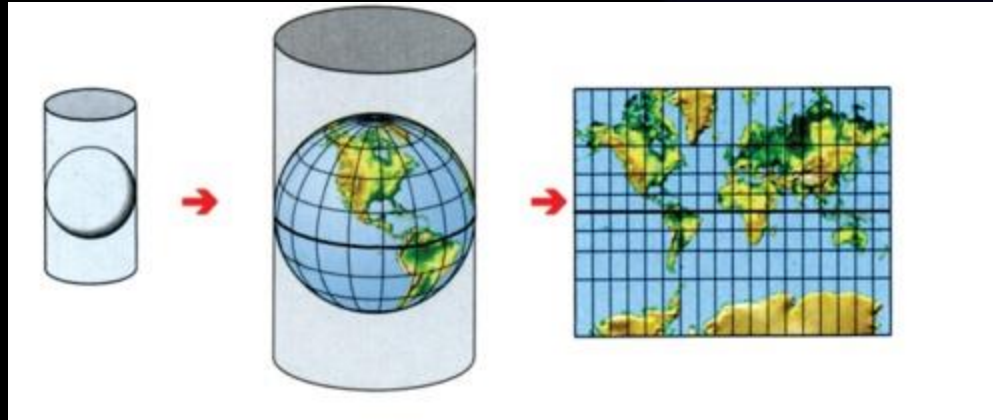
Örneğin yurdumuzda Doğu Anadolu ile Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde iz düşüm yüz ölçümü ile gerçek yüz ölçümü arasındaki fark çok fazladır.

Harita çiziminde kullanılan başlıca projeksiyon tipleri silindirik, konik ve düzlem projeksiyonlardır.



Silindir Projeksiyon

- Bu projeksiyonda harita alanı açılmış bir silindir üzerine aktarılır. Bu projeksiyonla çizilen haritalarda ekvator çevresinde doğruya yakın görünümler elde edilirken kutuplara doğru önemli bozulmalar görülür. Silindir projeksiyonla çizilen haritalarda alan bozulur ancak şekil korunur.



- Tüm dünyanın gösterilmesi gereken haritalar bu projeksiyonla çizilir.
- Konikde Dünyanın yalnızca yarısı gösterilebilir. Ülke haritaları ve teknik ayrıntı isteyen haritalar bu projeksiyonla çizilir.
- Düzlem projeksiyonda Bozulmaların en fazla olduğu projeksiyon tipidir. Dış kısma doğru bozulma artar.



Projeksiyon tiplerinin karşılaştırılması

	Kullanım Alanı	Bozulmalar	Sınırlamalar
Silindirik	Ekvatorun çizimi Dünya haritası çizimi	Şekil ve açı korunur, Alan bozulur. Kutuplara doğru bozulma artar.	Dünyanın tamamı gösterilebilir.
Konik	Orta enlemlerin çizimi Ülke haritaları çizimi	Şekil bozulur, Alan korunur. Ekvatora doğru bozulma artar.	Dünyanın sadece yarısı gösterilebilir.
Düzlem	Kutupların çizimi Dar alanların çizimi Büyük ölçekli haritalar	Bozulmalar en fazladır. Kenarlara doğru bozulma artar.	Dünyanın sadece yarısı gösterilebilir.



Koordinat Sistemleri

Coğrafi koordinat sistemi, dünya üzerindeki herhangi bir yeri topografik bir nokta olarak tanımlamayı sağlayabilen bir koordinat sistemidir. Küresel koordinat sistemindeki üç bileşenden ikisi kullanılarak belirtilir. Burada aşılması gereken zorluk, dünyanın bir küre değil de (jeodezi) bağlamında yaklaşık olarak bir elipsoit şeklinde olmasıdır.

- Dünyada en popüler koordinat sistemi enlem boylamdır. Bu sistem küresel bir koordinat sistemidir.
- Harita koordinat sistemleri enlem ve boylamlar bir küre için yapılmış olduğundan, yani düz bir yüzey için tasarlanmadıkları için, rectilinear koordinatların kullanılmasına ihtiyaç vardır. Bu koordinatlar Doğu - eastings (x) ve kuzey- northings (y). Bir çok disiplin UTM olarak bilinen bu koordinatları kullanmaktadır. Metre olara kartezyen pozisyondur. 6° genişliğinde ve, 84° North to 80° south şeklinde kartezyen zonlara bölünmüştür.
- **UTM** –Geodetic koordinatların Universal Transverse Mercator projection koordinatlarına dönüşmüş olması



Enlem ve Boylam

- Enlem (Lat.) yeryüzündeki bir noktanın yerküre merkezinden ölçülmek üzere ekvatora olan açısıdır. Aynı enlem açılarını birleştiren paralel çizgilere Enlem çizgileri ya da paralel denir. Kuzey Kutbu 90°N ; Güney Kutbu 90°S olup 0° paraleli ya da enlemi de ekvator olarak adlandırılır. Böylece ekvator yerküreyi kuzey ve güney yarıkürelerine böler.
- Boylam ((Lon.) yeryüzündeki bir noktadan geçerek iki kutbu birleştiren boylam çizgisi ya da meridyenin, Greenwich'den geçen referans ya da başlangıç meridyeni ile açısıdır. Tüm meridyenler yarım çember şeklinde, 0 referans meridyeninin batısında 180 (W) ve doğusunda 180 (E) olmak üzere 360 adet yarım çemberdirler, yani referans meridyenin tam karşısındaki simetriği, aynı zamanda 180°W ve 180°E meridyenidir. Paralel değildirler, kuzey ve güney kutup noktalarında birleşirler.



- **Ölçü birimi (derece) ve gösterim biçimleri**[\[değiştir](#) | [kaynağı değiştir](#)]
- Belli bir noktanın gösteriminde önce enlem sonra boylam olmak üzere bir değer çifti kullanılır. Enlem ve boylamlar için geleneksel ölçü birimleri derece, dakika (1/60 derece) ve saniye (1/60 dakika) olmakla birlikte ondalık sisteme uyarlanmış yazım biçimleri de vardır:
- **DMS** Derece:Dakika:Saniye (49°30'00"N, 123°30'00"W)
- **DM** Derece:Dakika-ondalık (49°30.0', -123°30.0'), (49d30.0m,-123d30.0')
- **DD** Dakika-ondalık (49.5000°,-123.5000°), genellikle 4-6 ondalık haneyle.
- Bunlardan günümüzde en yaygını, Google maps ve GPS aygıtlarının da benimsediği, ondalık sistemde dakika yazımıdır.



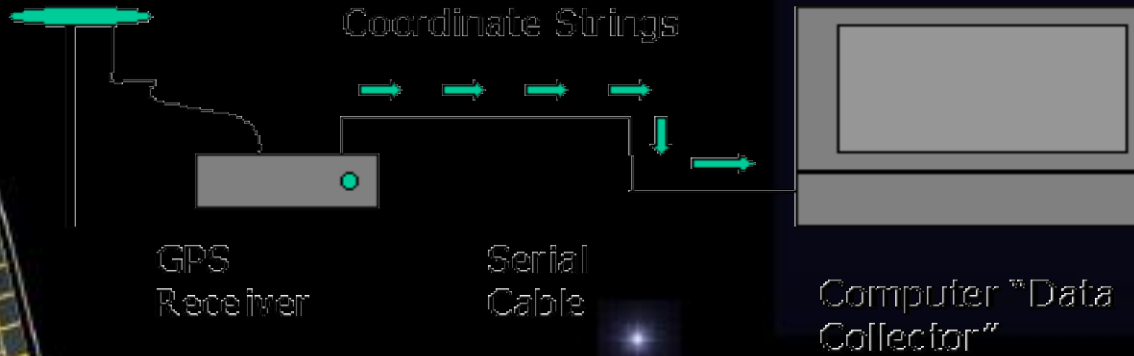
- **Jeoit ve Elipsoit** → Yeri modellemek için **Datum** → Modeli ölçmek için (WGS 84 yersel referans sistemi)
- **Koordinat Sistemleri** → Model üzerinde konum belirlemek için (WGS84)
- **Harita Projeksiyonlar** → Modelin 3 boyuttan 2 boyuta geçişi için kullanılırlar.

WGS84 konumları ya X-Y-Z kartezyen yerlemleri olarak ya da enlem, boylam ve elipsoit yükseklik yerlemleri olarak tanımlanırlar. WGS 84 koordinat kökeni Dünya kütesinin merkezinde bulunmak üzere tasarlanmıştır; hatanın 2 cm'den az olduğuna inanılmaktadır.



GPS ve bir bilgisayarı birleştirme

- Elinizde bir GPS alıp araziye çıkıp bir arazinin etrafında yürüdüğünüzde, ekrandaki enlem, boylam değerlerinin yürüdükçe sürekli değiştiğini görürsünüz. Sınır boyunca yürüdüğünüzde değişen bu değerleri yazdığınızda ya da bu değerleri haritada noktalarak işaretleyebilirsiniz. Bu tabiki pratik değil. Yeterince hızlı yazıp bu değerşen koordinatları ya da noktaları yazamazsınız. Birde bu değerleri dönüştürmeniz gerekir.
- Eğer bir GPS alıcısını bir bilgisayara bağlarsanız bu problemi çözmüş olursunuz. Bir GPS alıcısı koordinatları bir satndard mesaj formatında gönderir. Bu mesaj formatı bilgisayardaki bir yazılım tarafından dönüştürölür. Bu bir el bilgisayarı PDA ya da Palm olabilir.

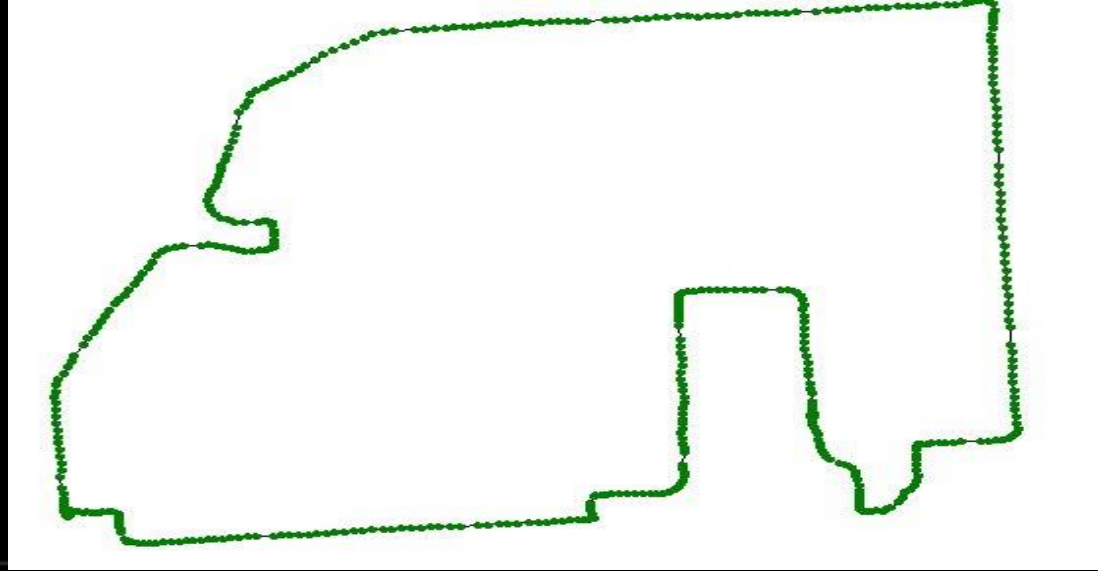


Uydu destekli GPS ile alan tanımlamanın fonksiyon şekli

- Bir GPS alıcısı iki sayı sağlar. Küresel koordinat sisteminde bulunduğumuz yeri açıklayan biri enlem diğeri boylam. Enlem ekvatorun kuzey veya güneyine göre pozisyonumuzu, boylam ise Greenwich, England (Başlangıç meridyeni;the prime meridian) den doğu yada batıya göre pozisyonumuzu belirler. GPS aynı zamanda çok hassas olarak zamanıda belirler. Zamana odaklanmamakla birlikte, pozisyon ile zaman beraberce bir dizi hesaplama ve işlemlerde önemli rol oynamaktadır.
- Dolayısıyla bir koordinat çifti tek bir coğrafi adresidir. Koordinatların anlaşılması, ve adreslemenin önemi hassas tarımındaki bilginin anahtarını oluşturur. Hassas tarımdaki herşey bu koordinatlardan gelmektedir. Koordinatlar verinin görüntülenmesi için GIS tarafından kullanılır.



- Bir çok GPS alıcısı her saniyede 1 koordinat mesajı gönderir. Eğer bir traktör ile 9 km/h hızla (5 mph) ile giderseniz ve bir sınır çizerseniz. Her 7.3 feet 'de yani 2.25 metrede bir veri alırsınız ($5 \times 5280 = 26,400$ feet, $26,400 \text{ feet} / 3600 \text{ seconds} = 7.33 \text{ feet/second}$). Eğer arazinin çevresini dolaşmak 10 dakikanızı alırsa bu demektir ki arazinin etrafından 600 GPS koordinatı toplamışsınız (10 minutes x 60 seconds). Bu toplanan koordinatlar, bilgisayar tarafından bir koordinat dosyasında saklanır. Bilgisayardaki yazılım bu koordinat dosyasını işler ve aşağıdaki sınırları gösteren hale getirir:



- Bu elde edilen objeye poligon (a *polygon*) adı verilir ve bu arazinin dünyadaki tam yerini şeklini ve büyüklüğünü temsil eder. Bu aynı zamanda bir haritadır. Burada her nokta ayrı bir GPS koordinat kaydını gösterir. Her nokta 'dot' a vertex olarak adlandırılır. Bunlarda bir doğruyu ortaya çıkaran bileşenlerdir. Bunlarda sonuçta bir poligonu oluşturur. Farklı yazılımlar farklı formatlar kullanırlar. Temel olarak bütün koordinat veri tabanları aşağıdaki sayı dizisi şeklinde bir sıra takip ederler:

Longitude (batıda)

latitude

- (1) -93.2861067250, 33.7117156416
- (2) -93.2860530610, 33.7114992913
- (3) -93.2859536340, 33.7109064712
- (4) -93.2891366336, 33.7118574122
- (5) -93.2861067250, 33.7117156416

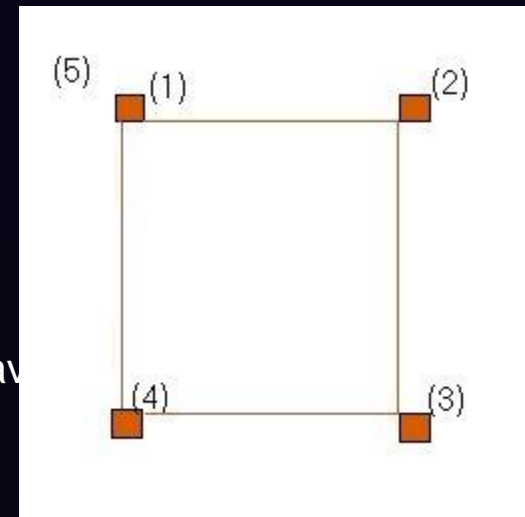


- Enlem boylamlar derece, dakika ve saniye olarak ifade edilir. Burada 93 degrees 17 minutes 9.9 seconds Batı ve 33 minutes 42 minutes 42.1 seconds Kuzey. The numbers in the list above are longitudes and latitudes given in *decimal degrees*. Converting to decimal degrees simply makes the arithmetic easier.
- Notice that the first pair in the sequence (1) and the last pair in the sequence (5) have the same values. These coordinates are describing a closed feature, an area in which the starting point and the ending point are the same and there is at least one additional point.

These coordinates would describe a line:

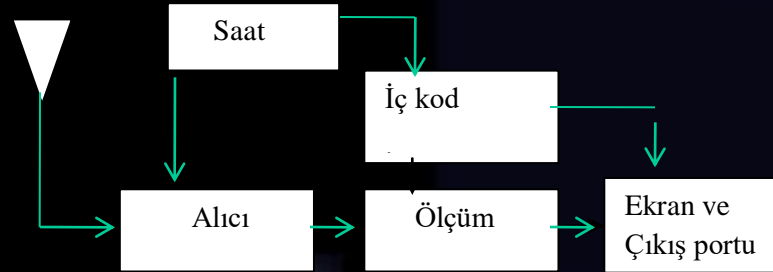
- (1) -93.2861067250, 33.7117156416
- (2) -93.2860530610, 33.7114992913
- (3) -93.2859536340, 33.7109064712
- (4) -93.2891366336, 33.7118574122

The starting pair (1) and the ending pair (4) do not have



Bir GPS alıcısının çalışma prensibi

- Her GPS alıcısı şekildeki ana diagramdaki gibi (Şekil 2) konumları saptamak için aynı uyduları ve benzer metodları kullanır. Bununla beraber kullanım fonksiyonlarının sayısı, ve sistemin karmaşıklığı alıcının doğruluğunu ve maliyetini belirler. Bazı el cihazları \$100 ve daha ucuz iken; bazıları \$5000 üzerinde olabilmektedir. Bazı alıcılar kolay kullanım için LCD ekrana, işlevsel tuşlara sahiptir. Diğer alıcılar, laptop ve küçük boy bilgisayar gibi diğer elektronik aletler, çeşitli veri kaydediciler ile bağlanabilecek şekilde tasarlanmaktadır.



EGNOS

- EGNOS, European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS). Avrupada işleme alınmış GPS için bir düzeltme servis sistemidir. Bu amaçla Avrupanın bir çok ülkesinde kurulmuş olan bir dizi yer istasyonu ağı ile Avrupa üzerindeki uydular vasıtasıyla GPS düzeltme sinyalleri yayımlamaktadır. EGNOS ile 2 metrenin altında bir hassasiyet elde edilir.



- Her GPS alıcısı anteninin coğrafi pozisyonunu (enlem, boylam), hesaplar. GPS'den ulaşılabilen diğer faydalı bilgiler, evrensel saat koordinatı (UTC), (WGS 84'ün elipsinin), deniz seviyesinden yükseklik, hareket hızı ve yönü, görülen uyduların pozisyonu, sinyal kalitesi ve diğer sistem bilgileridir. Tüm bu parametreler, seri iletişim RS 232 ile transfer edilebilir. Ulusal elektronik deniz birliği (NMEA-0183) GPS veri transferi için belirli bir diziyi takip eden virgülle ayrılmış (comma-delimited) ifadeleri geliştirmiştir. Bir çok firma donanım ve yazılımda bu protokolü takip etmektedir. Bazı imalatçılar genellikle binary formatta kendi veri kodlarını kullanmaktadırlar.



- GPS oldukça doğru zaman ölçüm teknolojisine sahip olmakla birlikte, görünen uyduların yeri, hava şartlarından kaynaklanan sinyal gecikmeleri, radyo dalgalarının çok yönlülüğü, çeşitli gürültü kaynakları gibi GPS'in ölçüm doğruluğunu etkiler. Ağaçların, çatıların ve diğer uzun yapıların bulunduğu GPS sinyallerini engelleyebilen çevresel alanlar GPS sinyallerini engelleyebilir ve GPS alıcılarının işlevinin elverişsizleşmesine ya da devre dışı kalmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca seçici geçerlilik (SA) olarak bilinen bir güvenlik önlemi; planlanmış bir yapay sinyal bozma yolu ile GPS sinyallerinin doğruluğunda sınırlamalar yapmaktaydı ancak bu 1 Mayıs 2000'den itibaren ortadan kaldırılmıştır. Günümüzde bütün hatalara bağlı olarak 15 m hata ile yer belirlenebilmektedir.

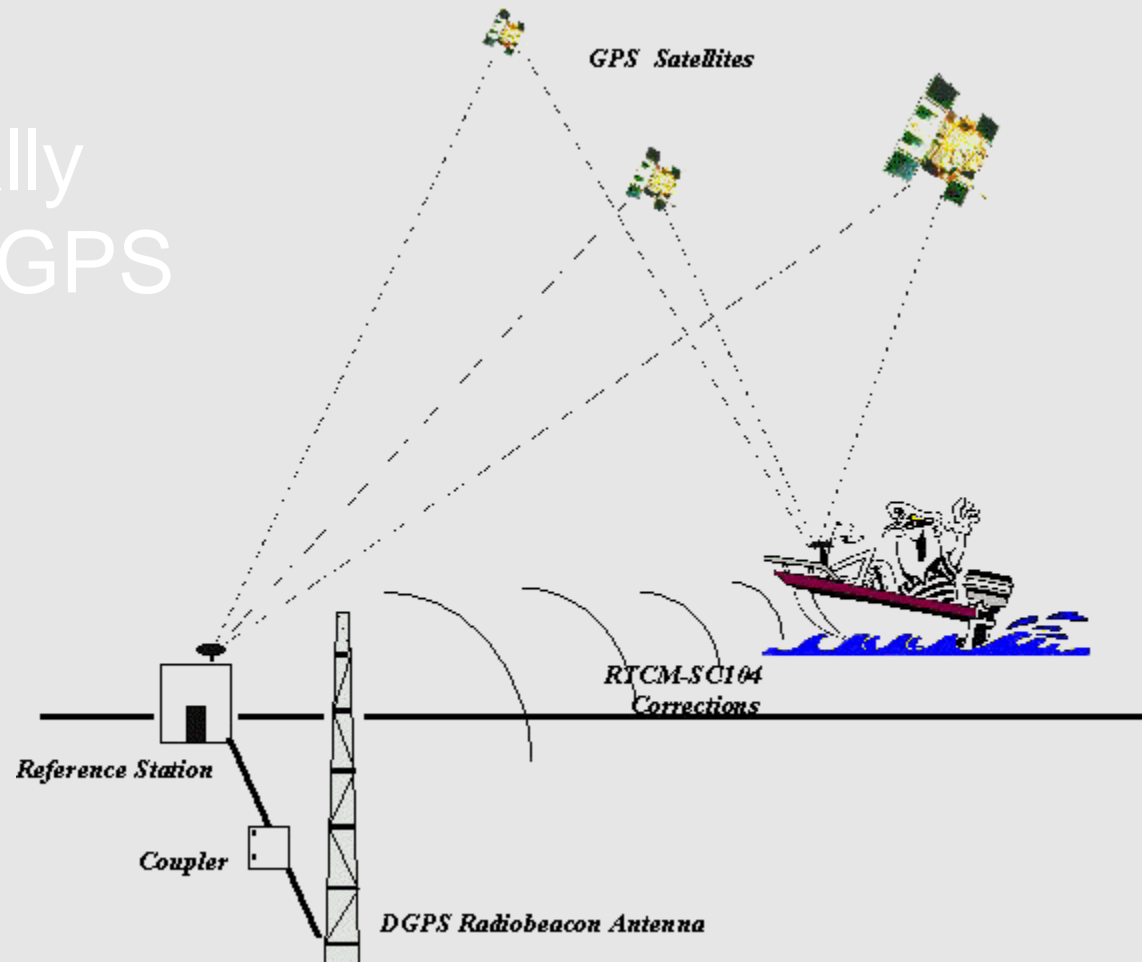


- Bir çok tarımsal uygulama için GPS'in 15 m'den daha yüksek bir doğruluk gerekmektedir. GPS verilerinin diferansiyel düzeltimi (DGPS) yer belirleme hatasını 1 metre civarına indirir. GPS verilerinin diferansiyel düzeltimi anlık olarak ya da verilerin sonradan işleme tabi tutularak (post processing) düzeltilmesi ile yapılabilir. Her iki işlemde de coğrafi konumu bilinen bir GPS alıcısı vasıtasıyla hesaplanan hata çevrede bulunan diğer alıcılara iletilir. En yaygın DGPS yayımı ABD'de mevcut bulunan kıyı koruma servisidir. Birkaç özel uydu servis firması çok geniş bir alanı kapsayan bir ağ hizmeti vermektedir. Bu uydu tabanlı düzeltme servislerinin hizmetlerinden faydalanmak için yıllık bir abonelik ücreti ödenmektedir. Ulusal havacılık birliği (FAA) bir georeferans uydu tabanlı ve geniş alanda yükseltelen sistemi (WAAS) devreye sokarak, bir GPS frekansı kullanarak düzeltme mesajları yayınlamaktadır. Yer ölçüm ağına sahip GPS alıcıları ile santimetre düzeyinde bir hassasiyet elde edilebilir. Benzer şekilde kendi taşınır base istasyonuna sahip diferansiyel düzeltme sistemide metre altı hassasiyete sahiptir.



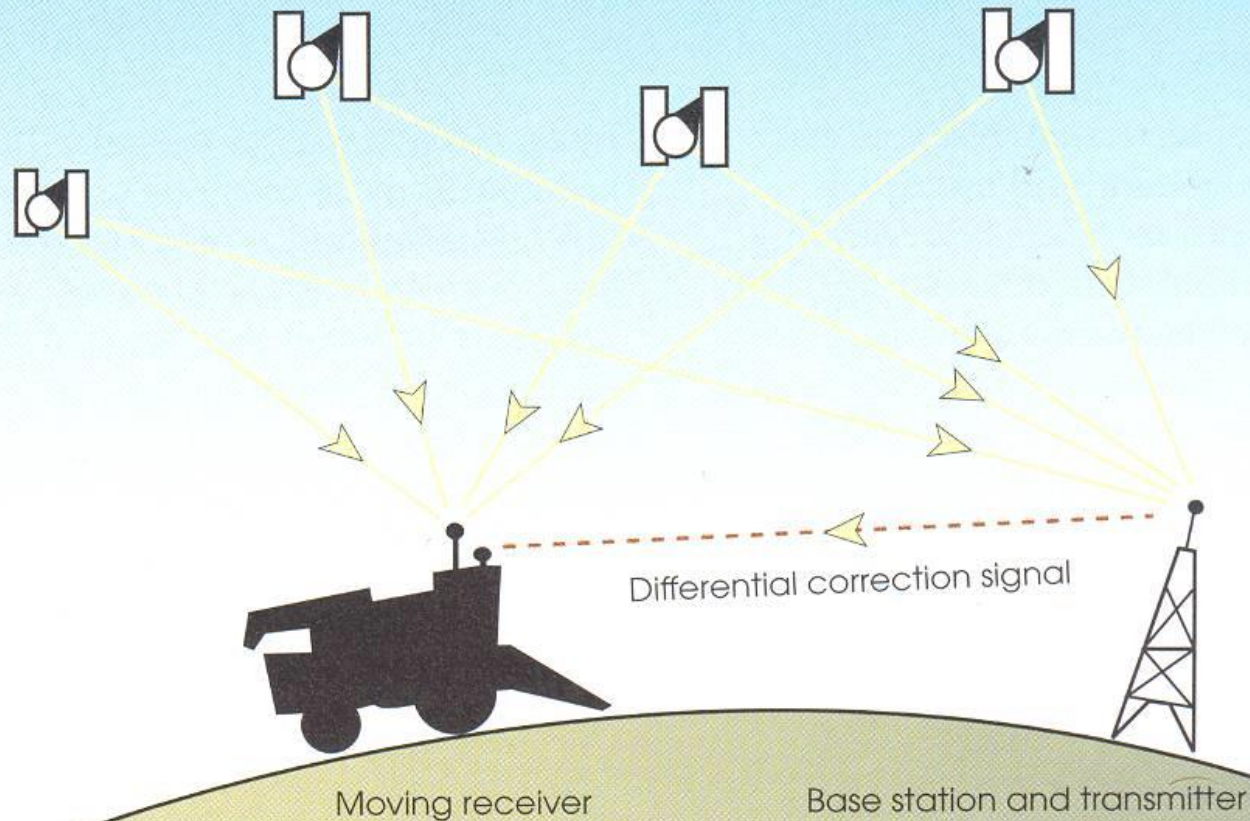
Hatalar nasıl giderilir? -- DGPS

- DGPS –
Differentially
corrected GPS



DGPS

Real-time differential GPS



DGPS Düzeltme kaynağı

- Subscription to private providers via satellite broadcast
 - Omnistar, FUGRO, etc.
 - Most accurate signal (depending on receiver quality)
- WAAS – Wide Area Augmentation System (FAA)
- Coast Guard beacons
- Other sources
 - FM sideband, cell phone, etc.



Düzeltilme sistemi aracılığıyla konum ve yönlendirmede yüksek hassasiyet

DGPS: Diferansiyel Global Pozisyon Sistemi

Uydu veya yer isasyonundan düzeltilme sinyalleri aracılığıyla yüksek hassasiyet

- **Genellikle ücretsiz („Tek frekans-DGPS”)**

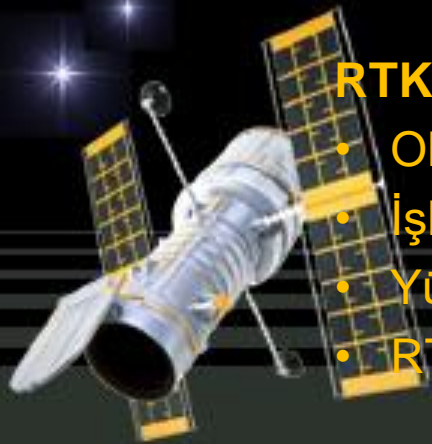
Ücretsiz radyo sinyalleri veya uydu aracılığıyla: SAPOS-EPS (Dekoderin satın alınmasında bir ücret var), EGNOS, Beacon

- **Lisans ücreti gerekli („çift frekans-DGPS”)**

Düzeltilme sinyalleri için lisans ücreti : John Deere Starfire II, Omnistar HP, SAPOS-HEPS

RTK-DGPS: Gerçek zamanlı (Anlık) Kinematik–DGPS

- Oldukça pahalı ama tam konumlama sağlar
- İşletme içinde düzeltilme istasyonu
- Yüksek yatırım ücreti ancak düzeltilme servisi ücretsiz
- RTK-DGPS ist u. a. Yüksek hassasiyetli iz takip edebilen sistemler



TARIMSAL GPS UYGULAMALARI

(GPS'in zirai uygulamaları)

- Tarım, GPS'in tarlaların haritalanmasından, taşıt rehberliğine, navigasyondan, değişken oranlı uygulamalara kadar geniş bir alanda kullanıcısı haline geldi. GPS'in sivil kullanıma açılması bitkisel üretim yönetiminin yere özgü (site spesifik) olarak yapılabilmesine olanak sağladı. Bunun yanı sıra, üretime bağlı parametrelerin ve yere özgü değişkenliklerin georeferanslı olarak belirlenmesine ve ihtiyaçlara göre tarımsal girdilerin dağılımının georeferanslı yapılmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca yeni teknolojilerin gelişimini desteklemiş mekansal veri toplama ve değişken oran uygulama teknolojisi (VRT) vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Uygun yönetim stratejilerini geliştirmek için çeşitli georeferanslı veri CBS yardımıyla kombine edilir. GPS kullanımı verim haritalama, toprak örnekleme, arazi etüdü ve diğer veri toplama pratiklerinin vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Örneğin, verim haritalama sistemi buğday, mısır, arpa, soya fasulyesi gibi daneli ürünlerin akış oranını ve nem gibi özelliklerini ölçerken periyodik olarak biçerdöverin arazideki coğrafi pozisyonunuda kaydeder. Diğer GPS verisi çalışma hızını ve UTC gibi bilgilerde veri işlemede kullanılır. Benzer olarak, toprak örneklemede ve ürün izlemede, nokta veri toplamada coğrafi koordinatlar toplanır.



- Küresel konumlandırma sistemi aynı zamanda çok çeşitli tohum, gübre, tarım ilacı, kireç uygulaması ve diğer girdilerin değişken oranlı uygulanabilmesi için bu makinaların pozisyonunu belirlemede de kullanılır. Makinadaki kontrol ünitesi daha önceki bilgiler kullanılarak önceden hazırlanmış uygulama haritasını makine ayarlarını değiştirmek suretiyle uygular. GPS ile araç yönetimi ve yönlendirmesi aktif ya da pasif olarak gerçekleştirilebilir. Pasif sistemde ışıklı bir gösterge üzerindeki ledler vasıtasıyla sürücü yönlendirilir. Aktif sistemde yönlendirme hidrolik dümenleme yada elektrik motorlu dümenleme ile gerçekleştirilir. Araçların tamamen otomatik kontrolü geliştirilmektedir.



Global (küresel) Pozisyon (konumlama) Sistemi: Tarımda GPS Uygulamaları

Haritadan yer tanımlaması

- Verim haritası
- Alan ölçümü
- Toprak örnekleme
- Tarlanın kalitesinin belirlenmesi

Makine kullanımında tanımlamalar

Alana özgü (Kısmi alanlı) toprak işleme, ekim, gübreleme ve bitki koruma
Uygulama alanları dışında ve su kaynakları civarında, ilaçlama makinasının kapatılması
Deneme parsellerinin otomatik ekimi

Yönlendirmede (Navigation) tanımlamalar

- Numune (örnekleme) noktaları, sınır taşlarının bulunması
- Otomatik dümenleme ve paralel yönlendirme sistemleri
- Lojistik görevler, örneğin pancar nakliyatı



SONUÇ

- Yönetimde bu yeni seviyesi, tarım üretiminin karlılığını artırma ve kaynakların verimli kullanımındaki negatif çevresel etkileri azaltma potansiyeline sahiptir. Mekansal yönetimden elde edilen bilgi ayrıca iyi bir toplam çiftlik yönetimini geliştirebilen iyi kayıtları sağlamaktadır. Devam etmekte olan araştırmalar tarımı yeni ve heyecan verici bir şekilde değiştirecek olan bir çok yeni GPS tabanlı uygulamanın ortaya çıkmasına yol açacaktır.

