

# GPS ve CBS

**Prof. Dr. İlhami  
BAYRAMİN**



# Amaçlar:

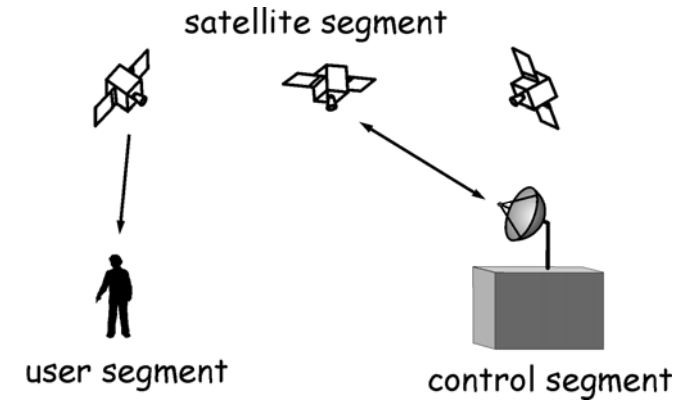
- CBS 'de kullanmak için GPS teknolojisini kullanarak veri toplamak
- Mekansal analizler yapmak için CBS araçlarının kullanımında yetkin olmak
- Shapefile, rasterler ve coğrafi veri tabanları dahil olmak üzere CBS'de yaygın olan formatlardaki verilerle çalışmak

# Konumu Nasıl Ölçeriz???

- Alan Ölçümleri
  - Bilinmeyen x, y ve genellikle z koordinatlarını ölçmek için fiziksel olarak bir konum işgal etmek.
  - Zemin Etüdü
  - Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri (GNSS) (AKA GPS) Global Navigation Satellite Systems (GNSS) (AKA GPS)
  - Mm doğruluk içinde olabilir
- Uzaktan Veri Toplama
  - Hava fotoğrafları veya Uydu görüntüleri
  - Dikkatlice toplanıp işlendiğinde birkaç cm içinde doğruluğa çıkılabilir.



# GPS / GNSS Nedir?



- Global positioning system (GPS)
- Global navigation satellite system (GNSS)
- Üç Bileşen:
  - Uydu bölümü - Dünya etrafında dönen ve konumlandırma sinyallerini ileten uyduların kümelenmesi
  - Kontrol bölümü - uydular için dünya çapında izleme ve kontrol istasyonları
  - Kullanıcı segmenti - konumlandırma ve navigasyon için GPS alıcı ekipmanı

# GNSS Sistemleri İşleyişi

- NAVSTAR – United States
  - GLONASS – Russia
  - BeiDou – China (limited to Asia)
  - Galileo – European Union (under development)
  - Gelecek için daha fazlası planlandı
- 
- Önemli!!! çünkü bazı GPS alıcıları birden çok sistemi kullanabilir
  - Mevcut uyduların sayısını artırmak, doğruluğu artırır.



# GNSS Alıcısı

- Uyduların ilettiği verileri kaydeden, daha sonra 3 boyutlu koordinatları elde etmek için işlem yapan elektronik cihaz.



(X, Y, Z)



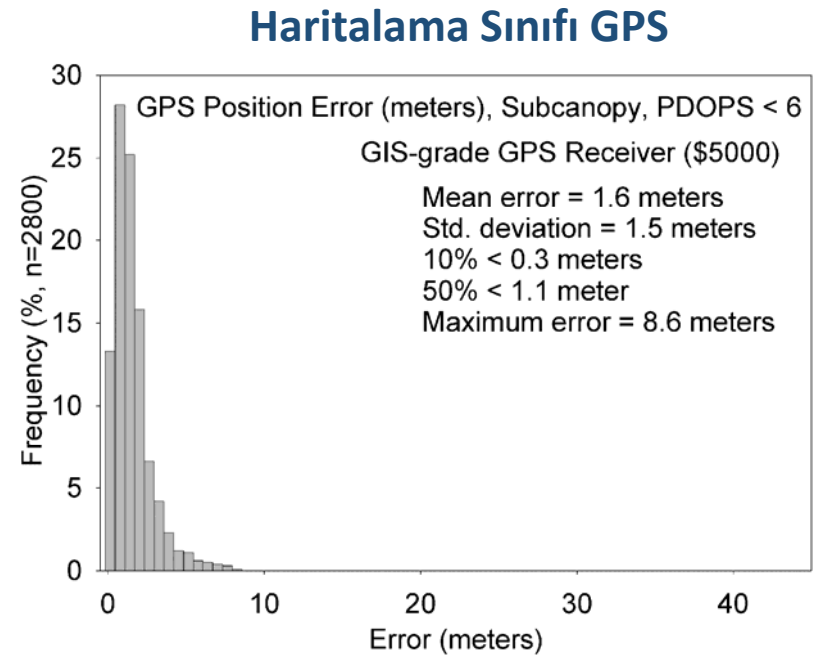
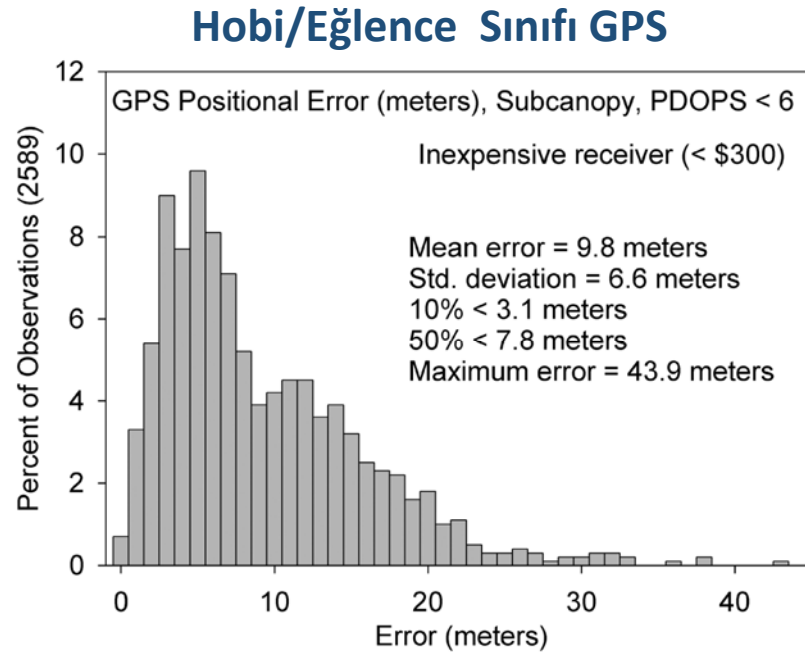
# GPS Alıcılarının Sınıfları

- Eğlence/Hobi Sınıfı
  - ~ 10 m doğruluk (Bazıları ~5 m' e kadar)
  - ~\$200 - \$500
- Haritalama Sınıfı
  - m doğruluk
  - Diferansiyel düzeltmeler
  - ~\$2000 - \$5000
- Etüt Sınıfı
  - < cm doğruluk
  - Diferansiyel düzeltmeler
  - Baz istasyonu + seyyar ünitesi
  - ~\$10K – \$30K baz istasyonu + ~\$10 – \$30K seyyar ünite + yazılım



# Alıcı Sınıflarının Karşılaştırılması

Doğruluk, alıcının türüne bağlıdır!!!



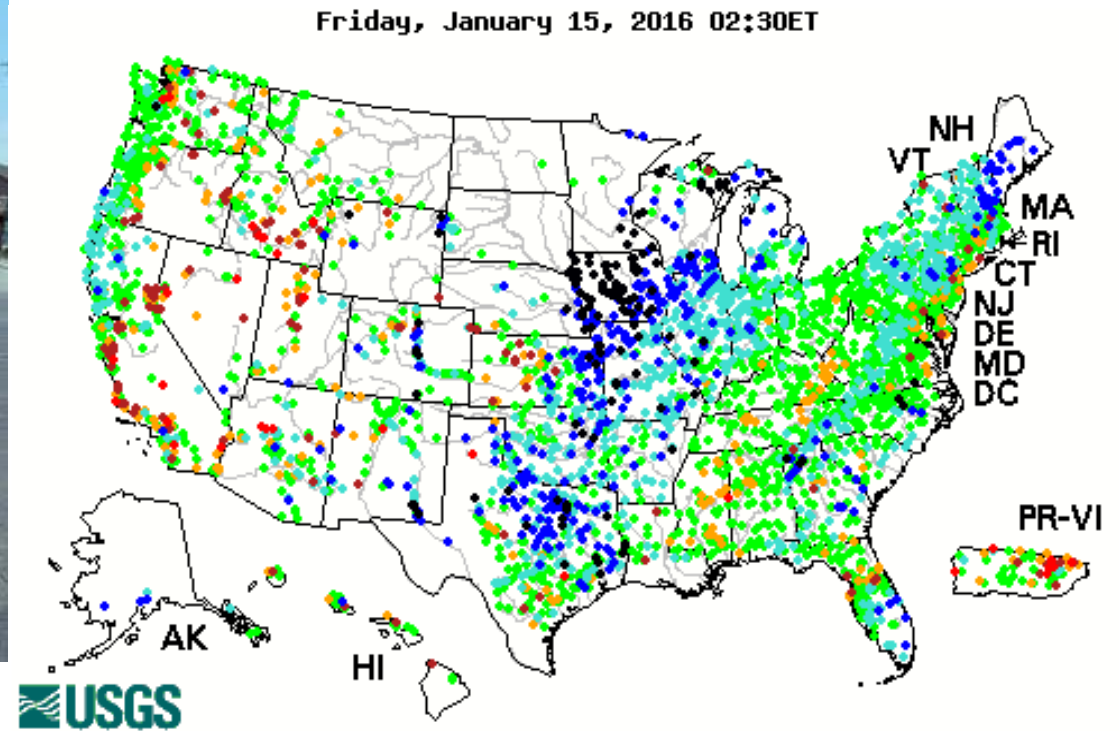


# Ne tür bir alıcıya ihtiyacım var?

- İnşaat (yapı) santimetre önemlidir ...



# Ne tür bir alıcıya ihtiyacım var?

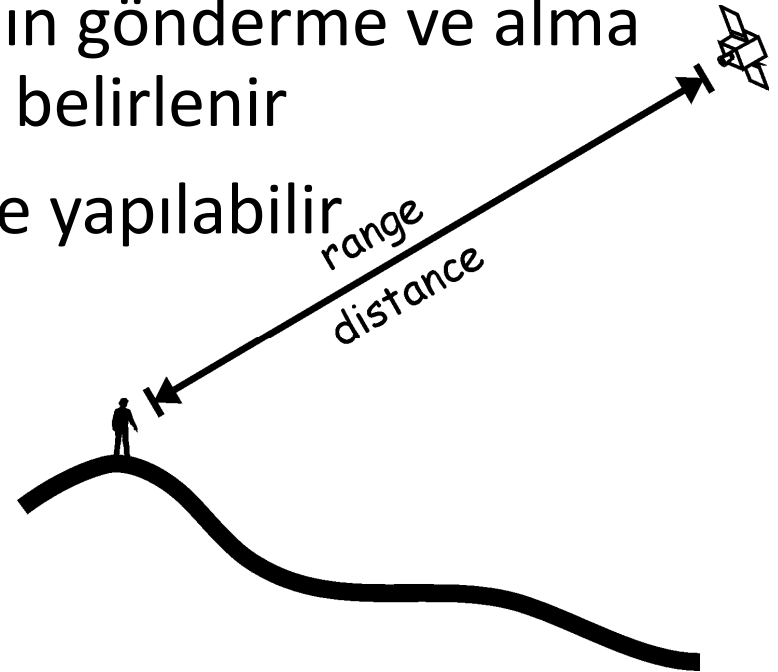
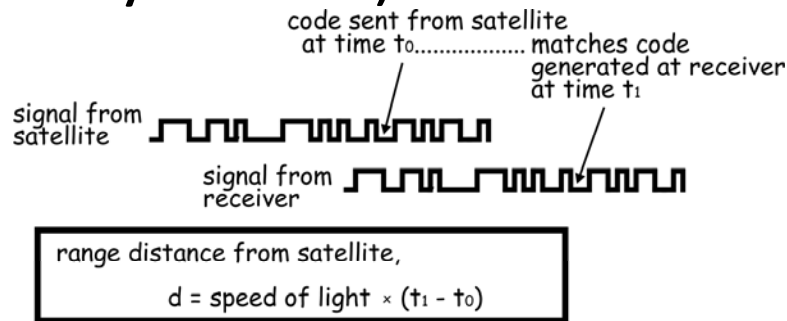


# GPS Nasıl Çalışır?

- Her uydu, kodlanmış radyo sinyallerini gönderir
- Alıcı, tanımlamak için sinyalleri çözer:
  - Uydu
  - Sinyal iletim süresi
  - Sinyalgönderildiği andaki uydunun konumu
- Alıcı, konumlandırma için birden fazla uydudan gelen bilgileri birleştirir.

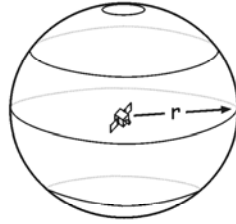
# GPS Nasıl Çalışır?

- Konumlandırma öncelikle aralık (menzil) mesafelerine dayanır
- GNSS sinyalleri ışık hızında ilerler
- **Aralık Mesafesi = Işık hızı \* yolculuk süresi**
- Yolculuk süresi, kod parçalarının gönderme ve alma süresi arasındaki farklara göre belirlenir
- Aralık ölçümleri hızlı bir şekilde yapılabilir
- (1 Hz'ye kadar)

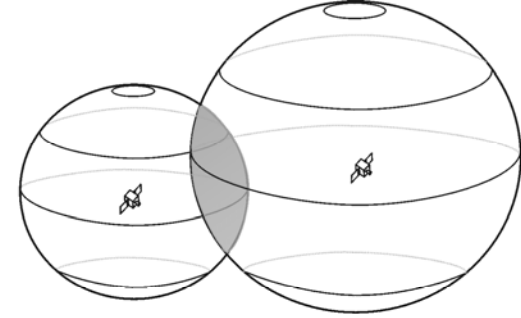


# GPS Nasıl Çalışır?

- Bir alıcının konumunu tahmin etmek için birden çok uydudan eşzamanlı aralık (menzil) ölçümleri kullanılır

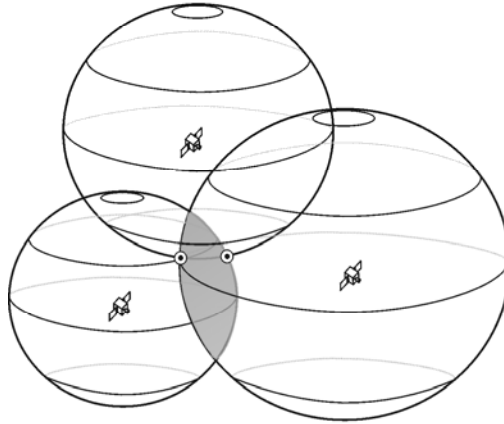


a) with a range measurement from one satellite, the receiver is positioned somewhere on the sphere defined by the satellite position and the range distance,  $r$

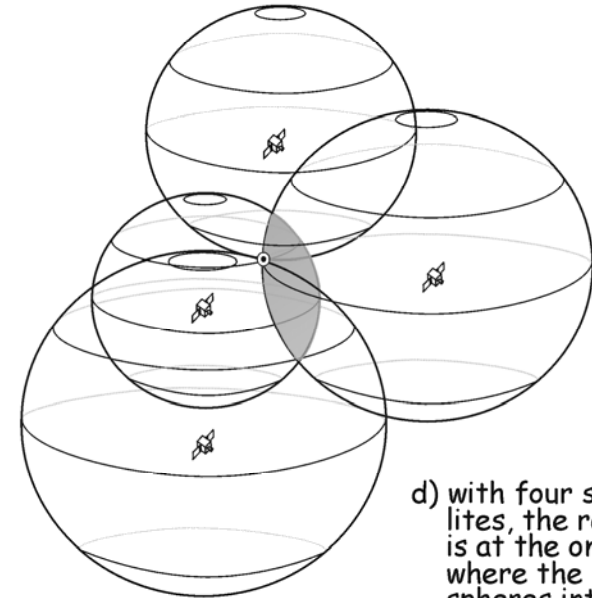


b) with two satellites, the receiver is somewhere on a circle where the two spheres intersect

- En az 4 uydü gereklidir (fazlası daha iyidir)
- Ek uydular, konum ölçümlerinin doğruluğunu artırır



c) with three satellites the receiver is at one of two points where the three spheres intersect



d) with four satellites, the receiver is at the one point where the four spheres intersect.

# Konumsal Belirsizlik

- Konum ölçümlerindeki hatalar şunlardan kaynaklanır:

- Aralık ölçümlerindeki hatalar

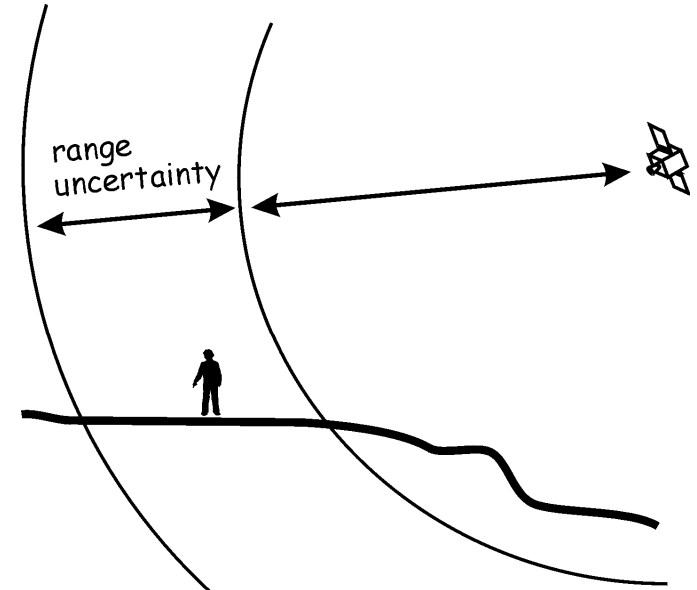
- İyonosferik ve atmosferik gecikmeler
- Işık hızı boşlukta sabittir, iyonosferde ve atmosferde sabit değildir. (yük yoğunluğu, atmosfer yoğunluğu, sıcaklık vb.)

- Uydu konumu tahminlerindeki hatalar

- Uydu izleme hataları
- Yerden uydulara sinyal iletiminde (ve tersi durumda) belirsizlikler ve gecikmeler
- Zamanlama sinyallerindeki kayma ihtimali

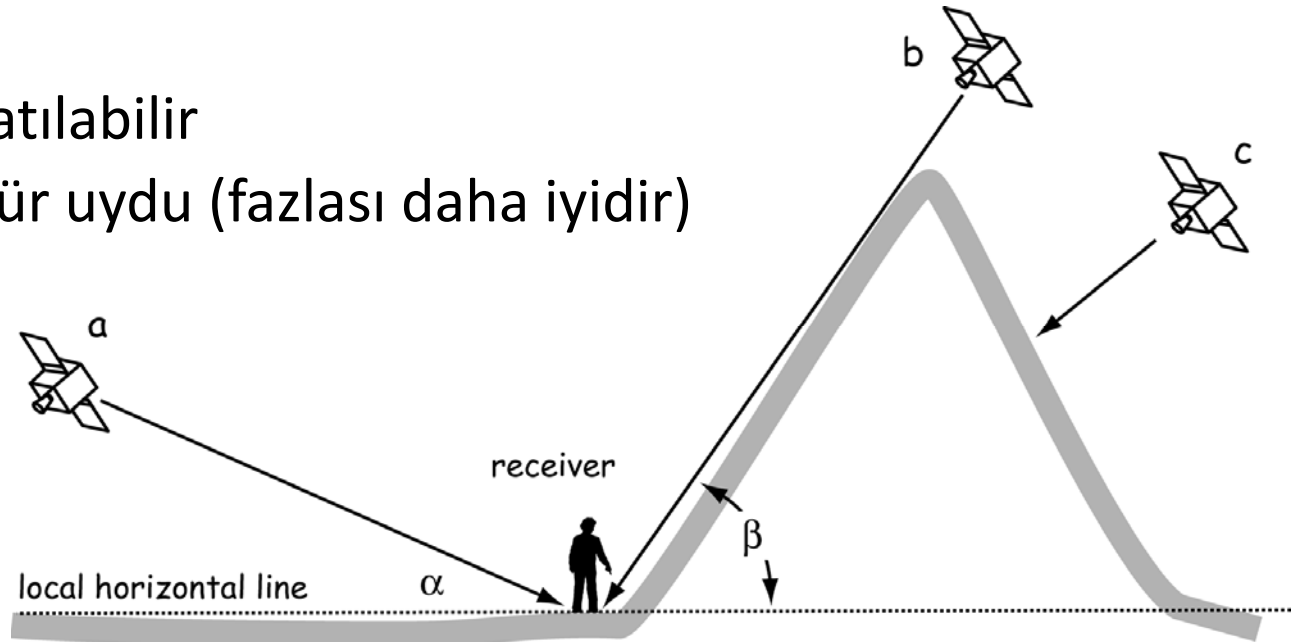
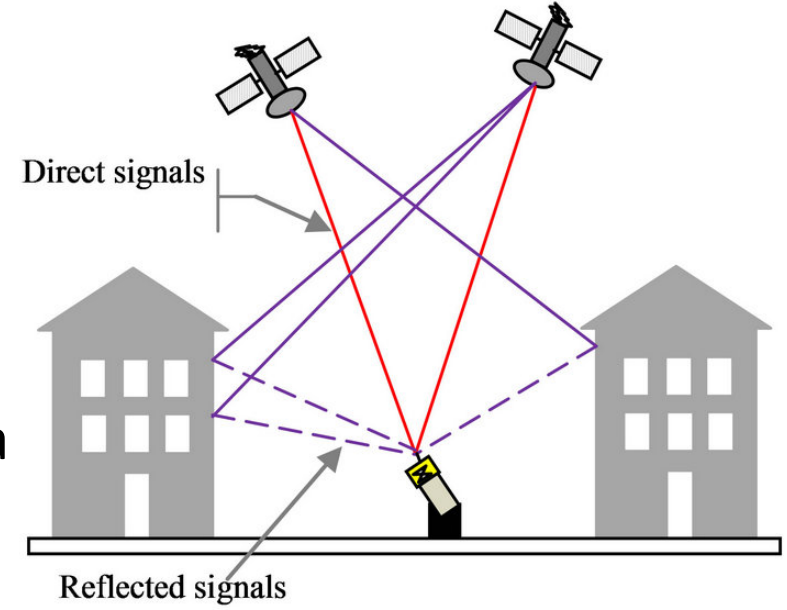
- Alıcı Hataları

- Saatler sapma içerebilir veya kesin olmayabilir
- Diğer nesnelere seken çok yönlü sinyaller ofset sağlar



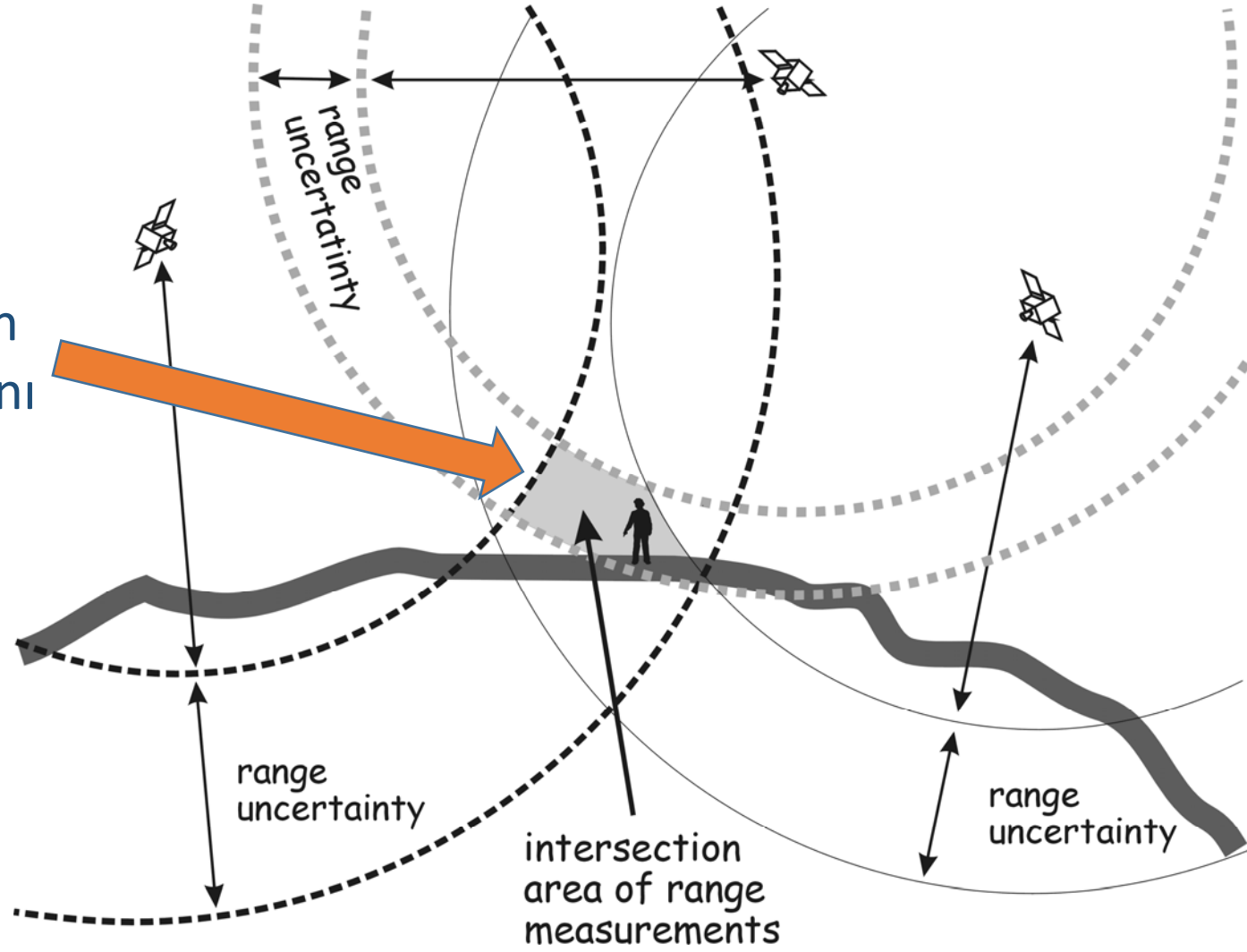
# Diğer Hata Kaynakları

- Çok yönlü sinyaller
  - Sinyaller nesnelere yansıdığında toplam yol uzunluğu artar
  - Bir ofset oluşturur.
- Arazi
  - Sinyaller zayıflatılabilir
  - Daha az görünür uydu (fazlası daha iyidir)



# Konumsal Belirsizlik

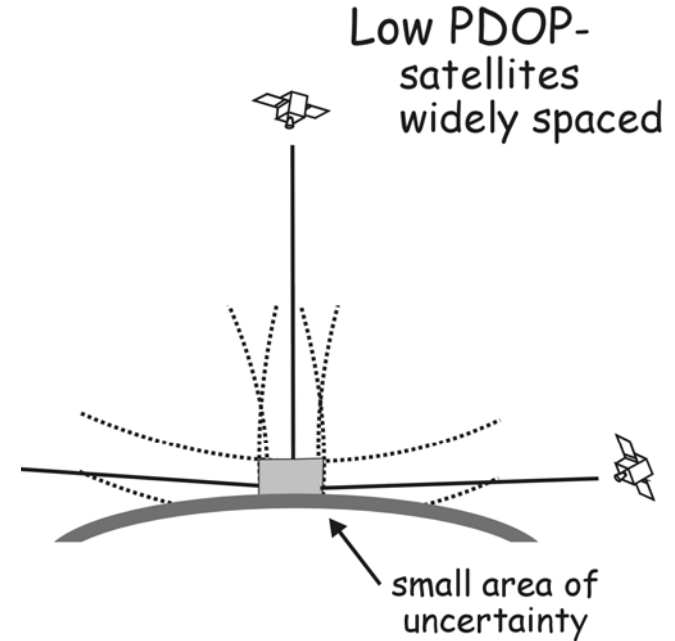
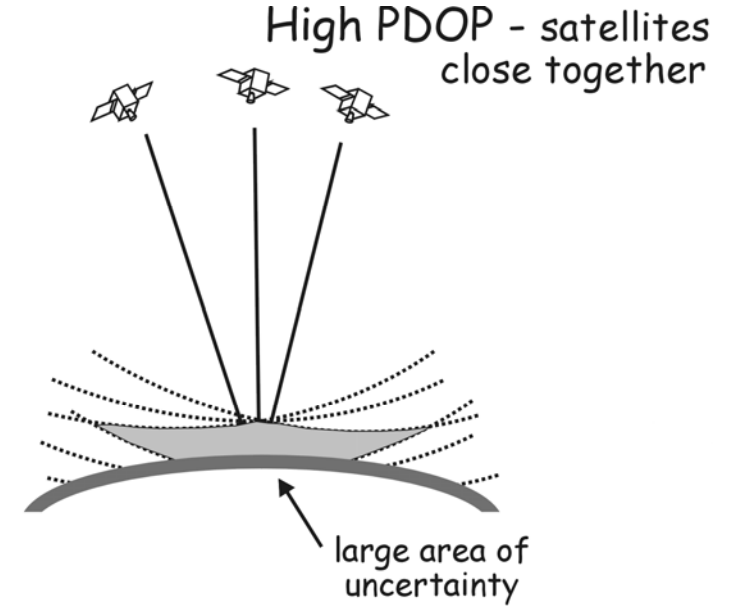
Aralık ölçümlerinin kesişme alanı





# Hata Tahmini

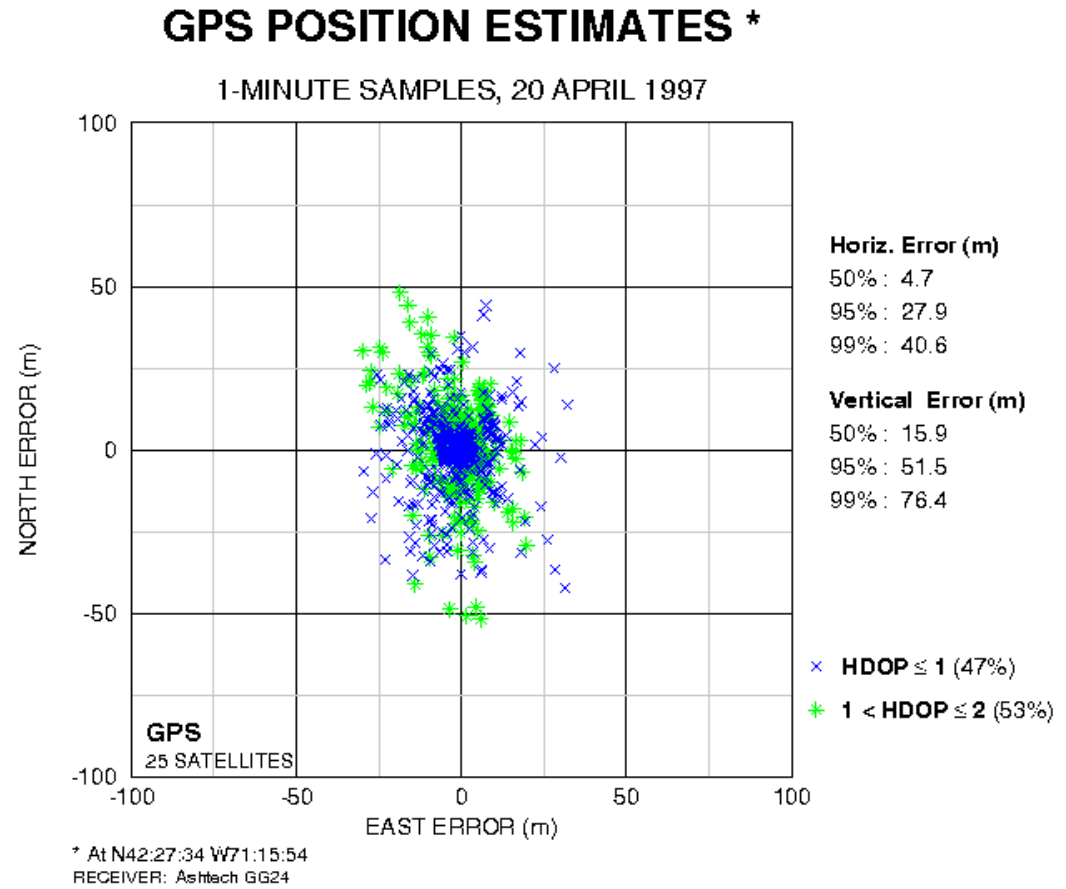
- Hassasiyetin Seyreltilmesi - Dilution of Precision (DOP)
  - HDOP – yatay-horizontal
  - VDOP – dikey-vertical
  - PDOP – konumsal-positional
- PDOP en yaygın olanıdır
  - En yaygın 4 uyduya dayalıdır
  - Horizontda 120 derecelik aralıklarla yerleştirilmiş bir uydu tepesi ve üç aralıklı ideal konfigürasyonla karşılaştırıldığı zaman (PDOP = 1)



# Konumsal belirsizliğin üstesinden nasıl gelinir?

- Ortalama

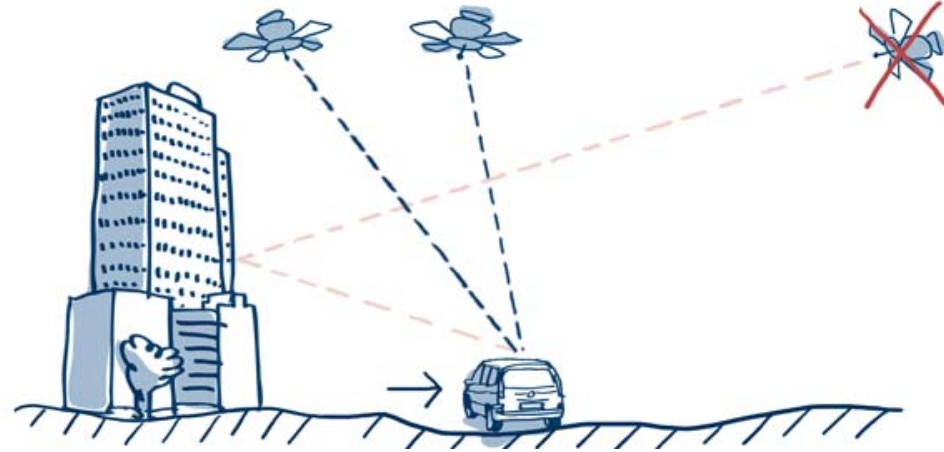
- Sabit bir alıcıyla kısa sürede birçok konum tahmini toplayın
- Ortalama konumu hesaplayın
- Ancak, herhangi bir sapmayı ele almaz.



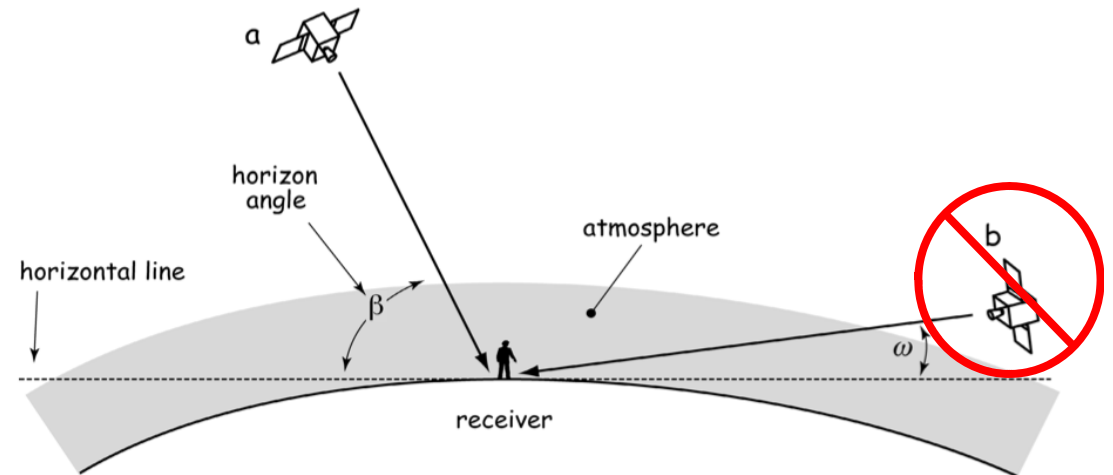
Source: <http://edu-observatory.org>

# Konumsal belirsizliğin üstesinden nasıl gelinir?

- Aralık (menzil) mesafesi hatası kaynaklarının azaltılması
- Sinyal filtreleme
  - Çok yönlü sinyalleri filtreleyin
  - Büyük iyonosferik veya atmosferik gecikme potansiyeli olan horizona yakın uydulardan gelen sinyalleri atın



Source: <http://www.digikey.com/en/articles/techzone/2011/sep/pressure-sensors-supplement-gps-in-navigation-systems>

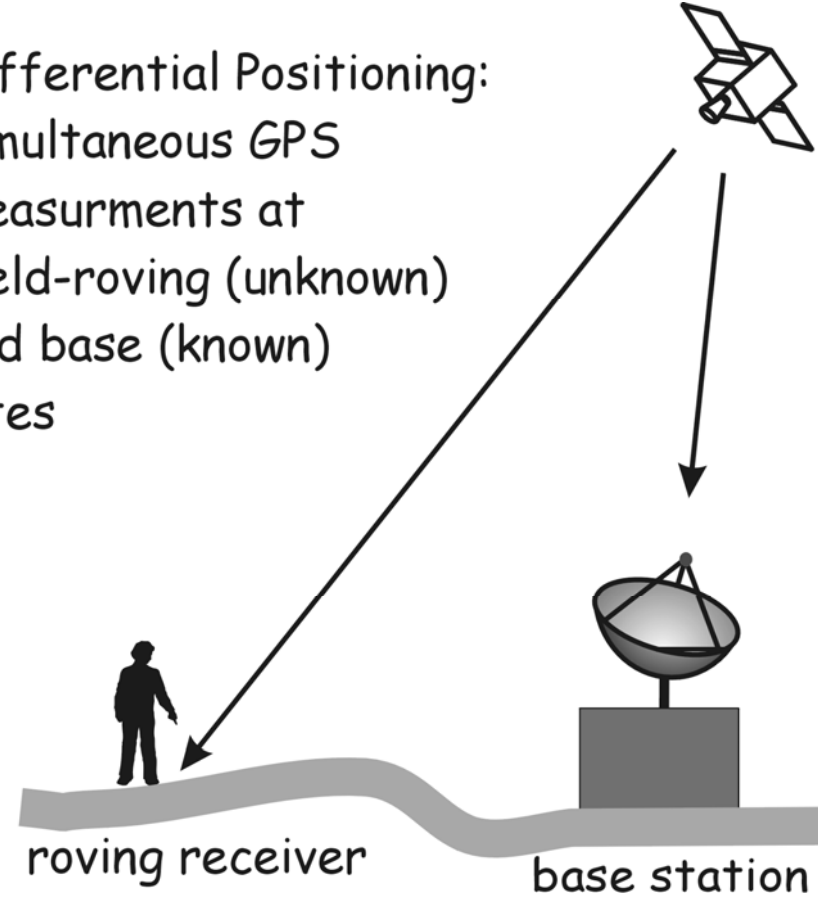


# Konumsal belirsizliğin üstesinden nasıl gelinir?

- Diferansiyel Düzeltme

- İki veya daha fazla alıcı kullanır
- Aralık hatalarını gidermeye odaklanır
- Ölçümlerin doğruluğunu büyük ölçüde iyileştirir
- Fakat, daha fazla zaman ve bütçe \$\$\$\$ gerektirir.
- Birçok uygulama için gerekli değildir.

Differential Positioning:  
simultaneous GPS  
measurements at  
field-roving (unknown)  
and base (known)  
sites



Yüksek doğruluklu ölçüm yöntemleri kullanılarak oluşturulan bilinen konum!!

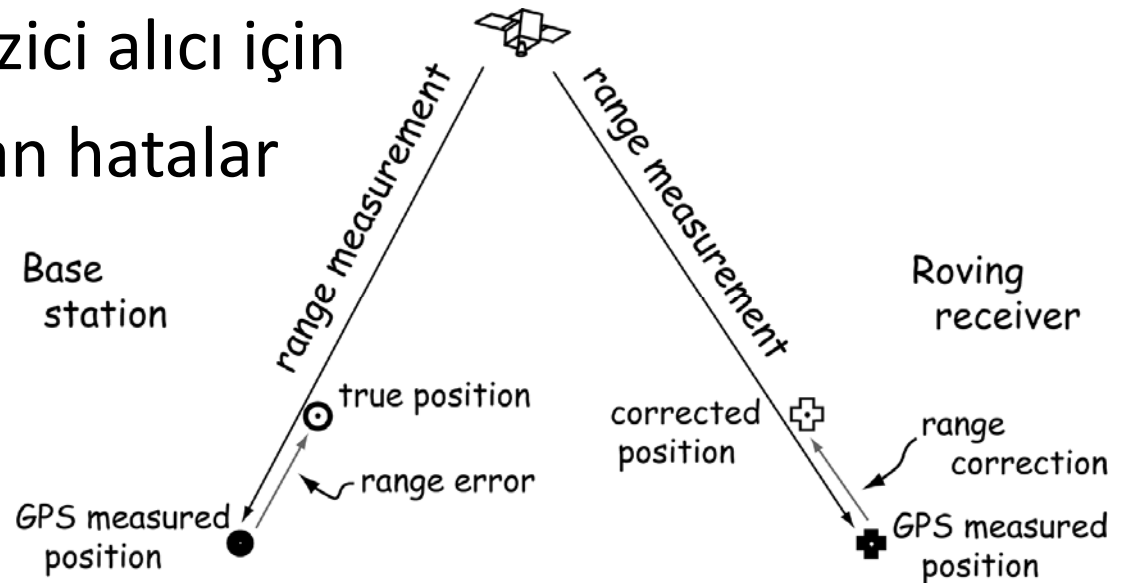
# Neden Çok Maliyetli?

- Birden çok birim - baz istasyonu + gezici
- Daha iyi anten
- Yazılım
- Doğruluk = \$\$\$\$\$

# Diferansiyel Düzeltme

- Zamanlama hatalarını (ve dolayısıyla aralık(menzil) hatalarını) tahmin etmek için bilinen baz istasyonu konumunu kullanın
- Gezici alıcı kullanılarak yapılan aralık ölçümlerine uygulanan zamanlama düzeltmeleri
- Baz istasyonu ve gezici alıcı için aynı olduğu varsayılan hatalar

Gezici alıcısı baz istasyonuna "yakın" olmalıdır çünkü zamanlama hataları Dünya yüzeyinde değişir (aynı uydular, genellikle <300 km)

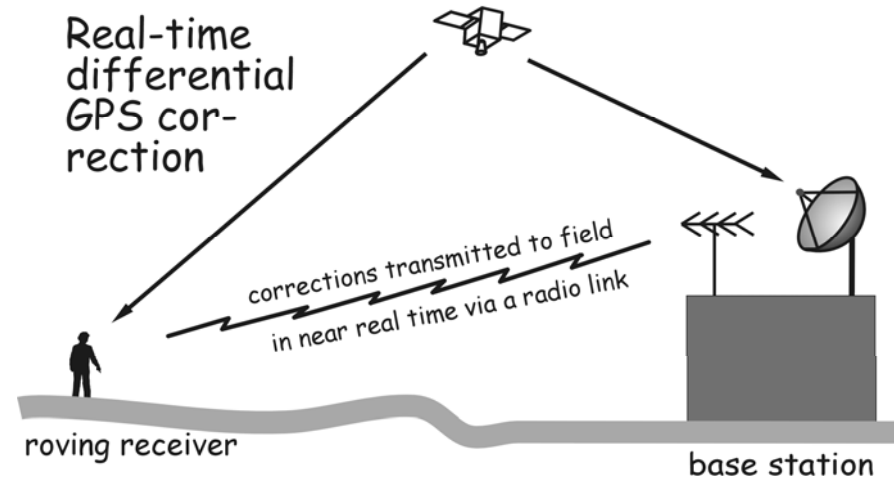
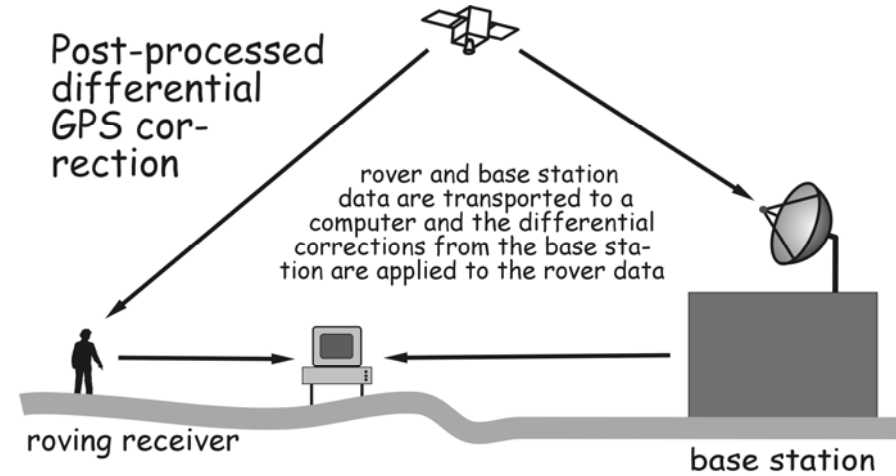


# Diferansiyel Düzeltme Metotları

- Yakın eşzamanlı baz istasyonu ve gezici ölçümleri gerektirir
- İşlem Sonrası:
  - Her iki veri kümesi de bir bilgisayara indirildi ve düzeltmeler uygulandı

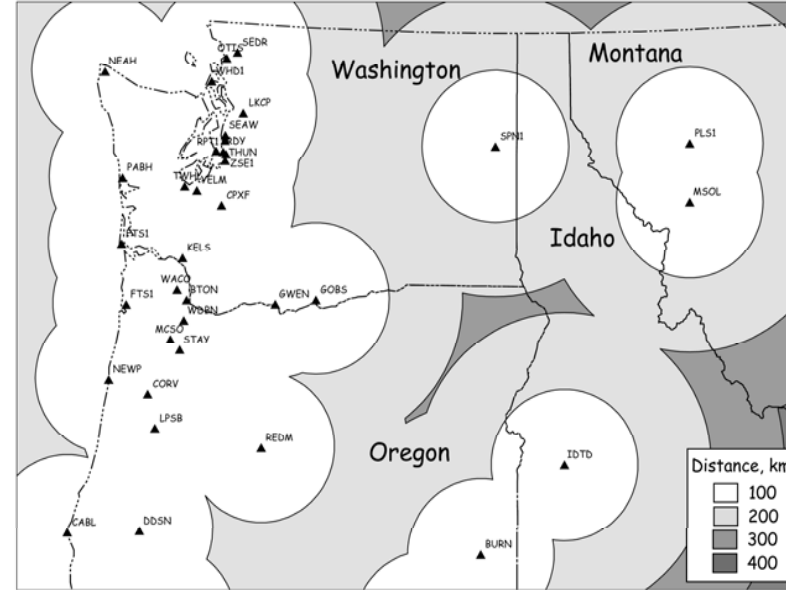
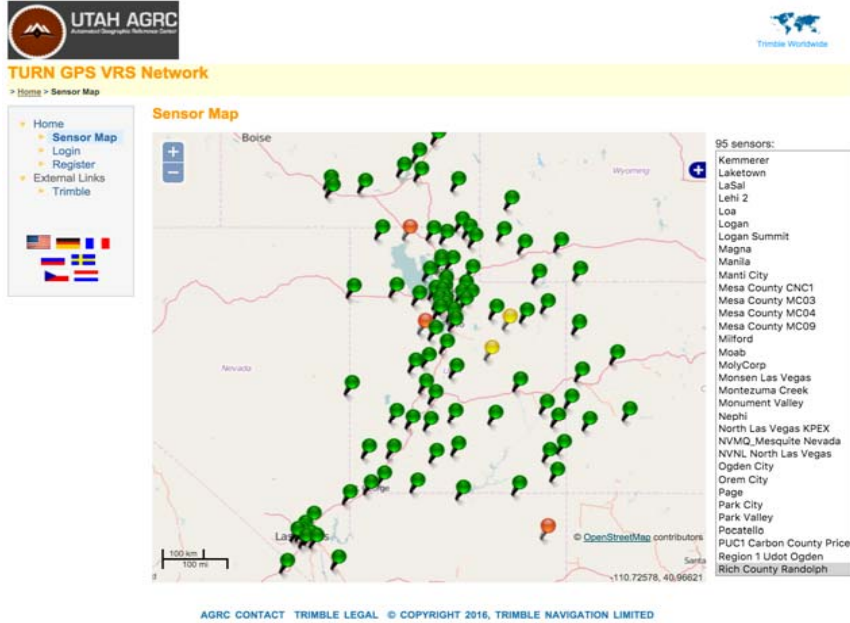
## Gerçek zaman:

- Baz istasyonundan alıcıya radyo ile gönderilen düzeltmeler
- Hassas navigasyon için gerekli



# Mevcut Yer Baz İstasyonları

- Birine sahip olmak zorunda değilsin
- US Coast Guard, National Geodetic Survey, ve diğerleri Continuous Operation Reference Stations (CORS) işletiyor.
- Standart bir düzeltme sinyali gönderin (yayınlayın)





# WAAS ve Uydu Tabanlı Düzeltmeler

- Geniş Alan Büyütme Sistemi -Wide Area Augmentation System (WAAS)
- US Federal Aviation Administration tarafından yönetilir.
- Yer tabanlı CORS ağı
- Doğru, güvenilir uçak navigasyonu

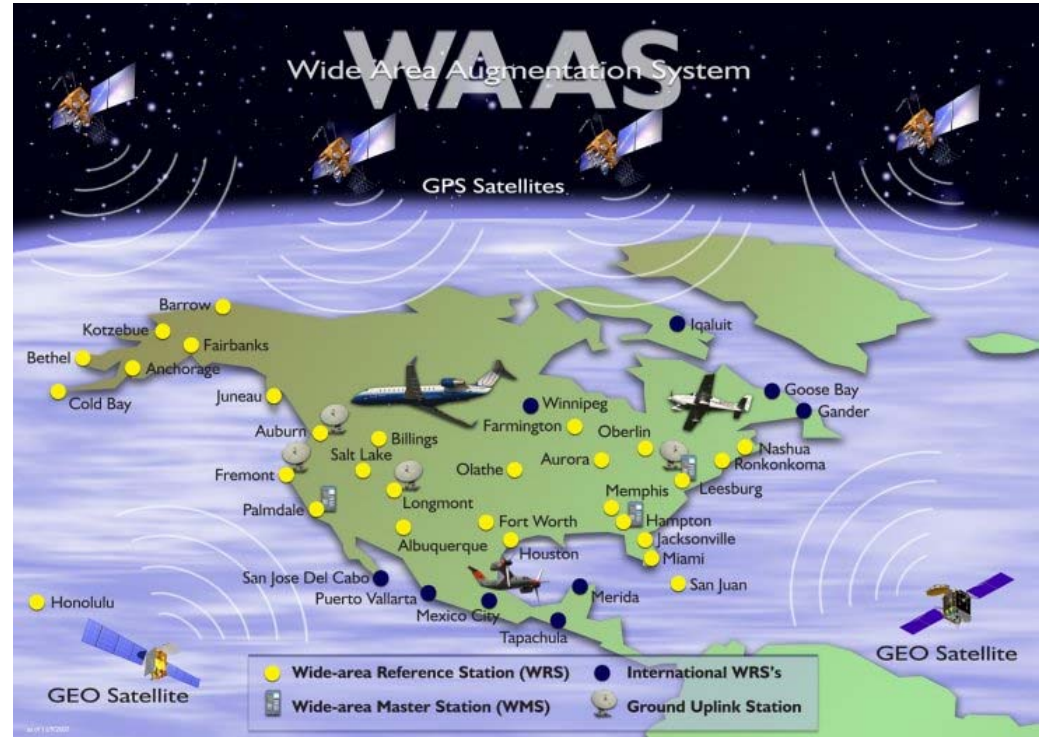
sağlar

- Harita sınıfı bir alıcı ile

~ 10-15 cm

gerçek zamanlı doğruluk

elde edebilir



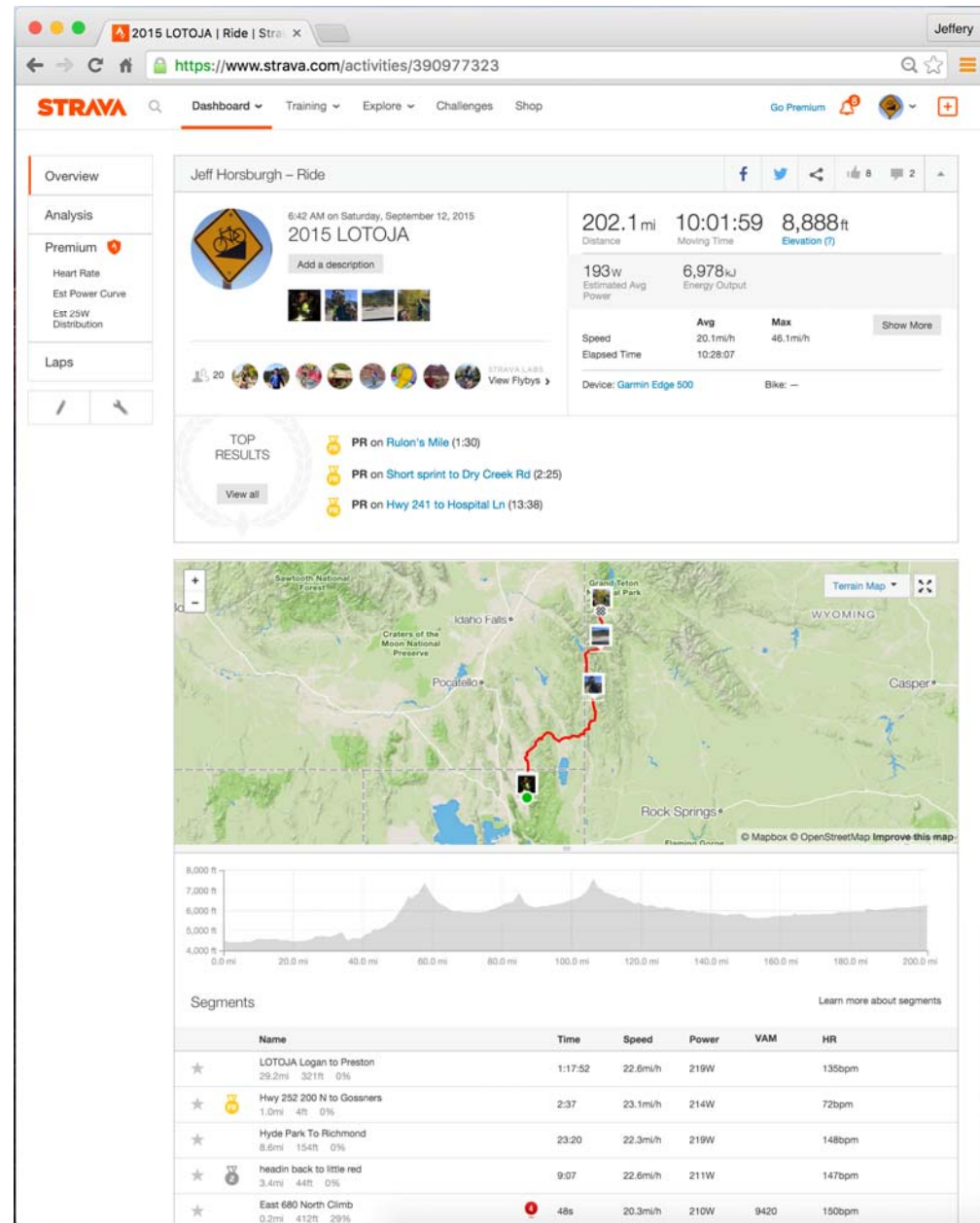
# GNSS Uygulamaları

- **Takip/ İzleme** – nesnelerin yerini zaman içinde kaydetmek
- **Navigasyon**– Bir yol veya Rota bulmak
- **Alan Sayısallaştırma**– sahadaki özelliklerin konumunun kaydedilmesi (CBS'deki birincil uygulama)
- **Etüt** – konumun ve göreceli konumun hassas ölçümü (açıları ve mesafeleri ölçmeye gerek yoktur)



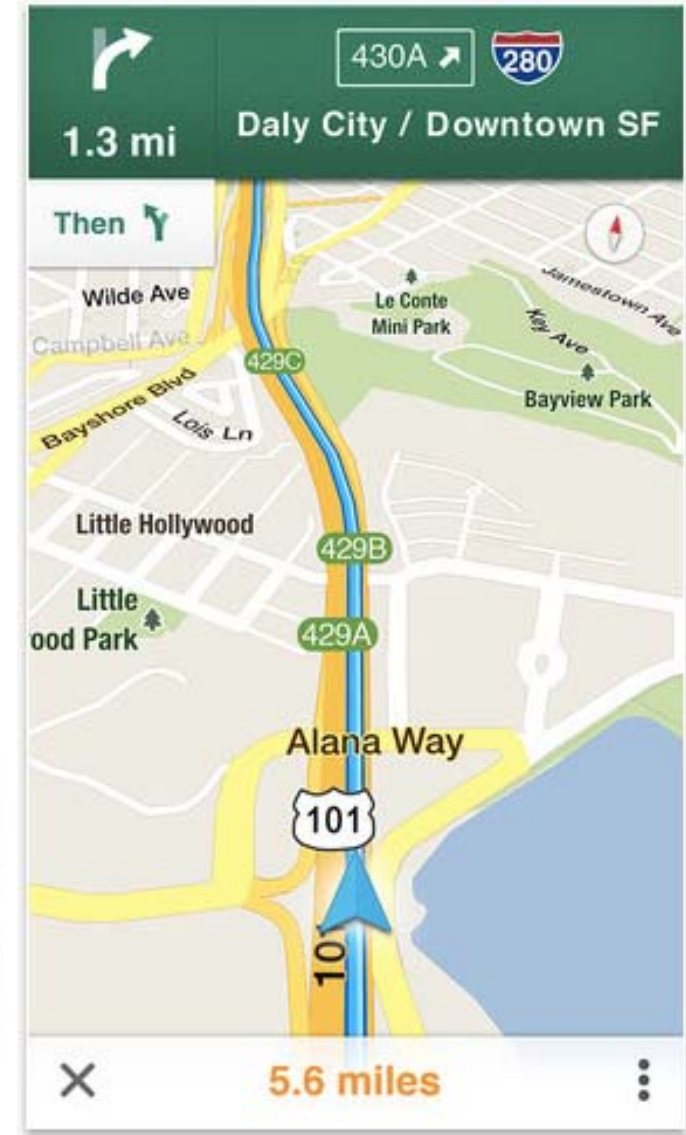
# Takip/izleme

- GPS özellikli cihazlar her yerde!!!



# Navigasyon

- Gerçek zamanlı konum
- Dönüş navigasyonu ile dönün



# CBS Verilerinin Toplanmasında GPS Kullanımı

- Arazi Sayısallaştırma
  - Alandaki özellikleri ziyaret edin veya üzerinde gezinin ve vektör özelliklerinin noktalarını veya köşelerini tanımlayan GPS koordinatlarını toplayın
  - Nokta ve çizgi özellikleri için daha yaygın
  - Poligon özellikleri zorlukları ortaya çıkarır
  - Öznitelik verileri alanda yakalanabilir veya daha sonra girilebilir

# CBS Verilerinin Toplanmasında GPS Kullanımı

- Hava Fotoğrafları için Kontrol Noktası
  - Geospatial kayıt – görüntünün uzayda yerini belirleme
  - Rektifikasyon – birden fazla görüntüyü ortak bir düzleme yansıtmak
  - Geometrik Düzeltme– distorsiyonun giderilmesi, ortografik pozisyonun düzeltilmesi
- Analitik düzeltmeler, görüntü başına birkaç kontrol noktası gerektirir



# GNSS nerede öne çıkıyor?

- Gökyüzünü görebilirsin
- Haritalanan nesnelere yaklaşabilirsiniz

# Sınırlamalar

- GPS sinyal alımı
  - Arazi
  - Orman kanopisi
  - Engeller (ör. Bina)
- GPS sinyal bütünlüğü
  - İyonosfer ve atmosferik zayıflama
  - Çok yönlü sinyaller
- GPS Sinyali doğruluğu
  - Uydu pozisyonlarında hata
  - Uydu ve alıcı saatlerinde hata

Tüm bu hata kaynakları, ölçülen konumların doğruluğunu azaltmak için bir araya gelir



# Özet (1)

- Konum, saha ölçümleri veya uzaktan veri toplama kullanılarak ölçülebilir
- GNSS / GPS, birçok durumda hassas konum ölçümü için kullanılabilir
- Uygulamalar arasında izleme, gezinme, sahada dijitalleştirme ve ölçme yer alır
- Farklı doğruluk seviyelerine sahip çok sayıda GPS alıcısı mevcuttur
- Gerekli doğruluk, uygulamaya bağlıdır

# Özet(2)

- GPS, aralık mesafelerinin hassas ölçümü ile çalışır
- Konumsal belirsizlik, aralık hatalarına bağlıdır
- Ortalama alma, sinyal filtreleme ve diferansiyel düzeltme dahil konumsal belirsizliğin üstesinden gelmek için birden fazla yöntem mevcuttur
- Alan sayısallaştırma, CBS'de GPS'in birincil kullanımıdır
- GPS, gökyüzünün net görünümü ve haritalanan nesnelere kolay erişim ile mükemmeldir

# Kaynakalar

- Bolstad, P. (2012). GIS Fundamentals, Fourth Edition, Eider Press, White Bear Lake, MN, 674 p.