

GNSS

(Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri)

Presentation Outline

- GNSS'ye Genel Bakış
- Temel GNSS Kavramları
- GNSS Uydu Sistemleri
- Gelişmiş GNSS Kavramları
- GNSS Uygulamaları ve Ekipmanları

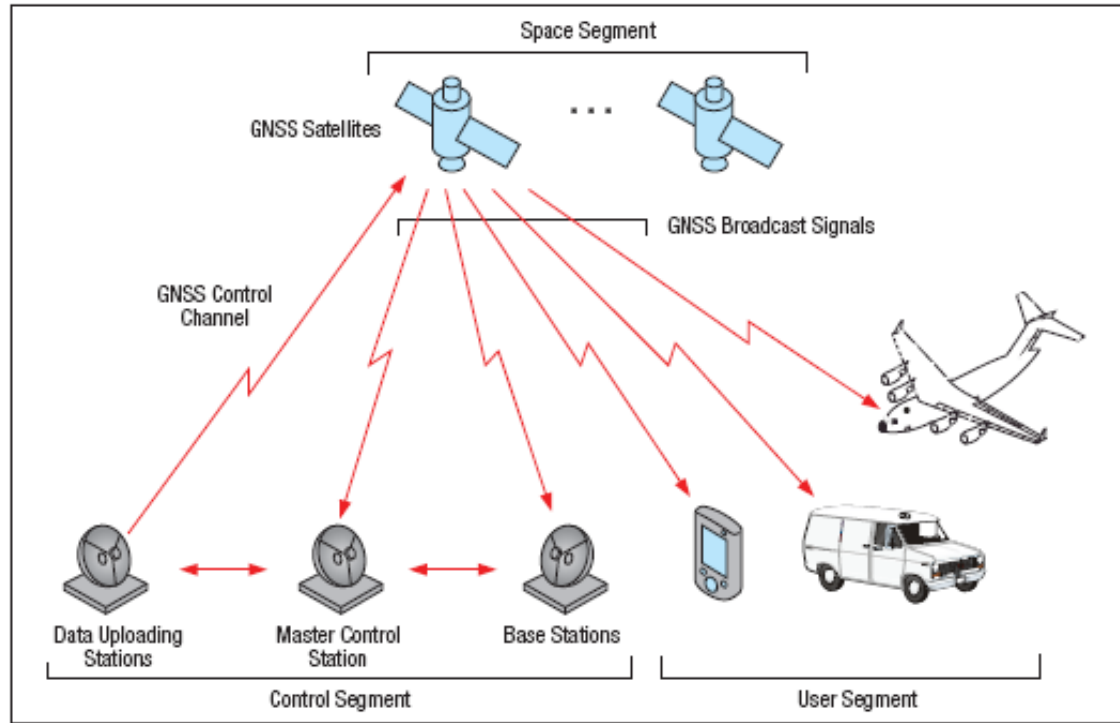
GNSS'ye Genel Bakış

GNSS'ye Genel Bakış

- GNSS, 1970'lerin sonlarında ABD Savunma Bakanlığı'nın Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) ile başladı.
- GNSS Sistemleri
 - GPS (United States)
 - GLONASS (Russia)
 - Galileo (European Union)
 - BeiDou (China)

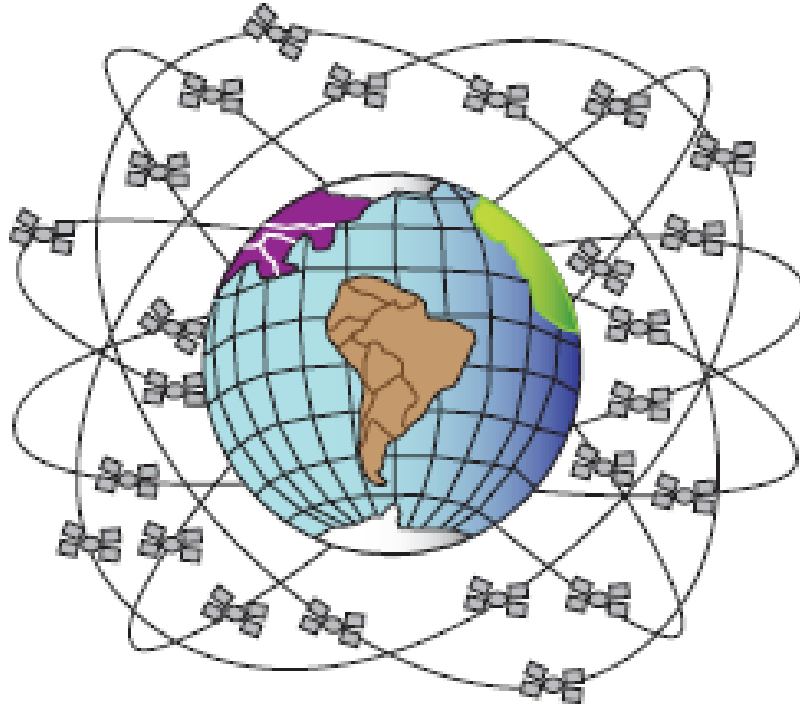
Mimari

- GNSS uydu sistemleri üç ana bileşenden veya "bölümden" oluşur:
 - Uzay Bölümü
 - Kontrol Bölümü
 - Kullanıcı Bölümü



Uzay Bölümü

- Dünya yüzeyinden yaklaşık 20.000 km yukarıda yörüngede bulunan GNSS uydularından oluşur. Her GNSS sisteminin kendine ait bir uydu takımı vardır

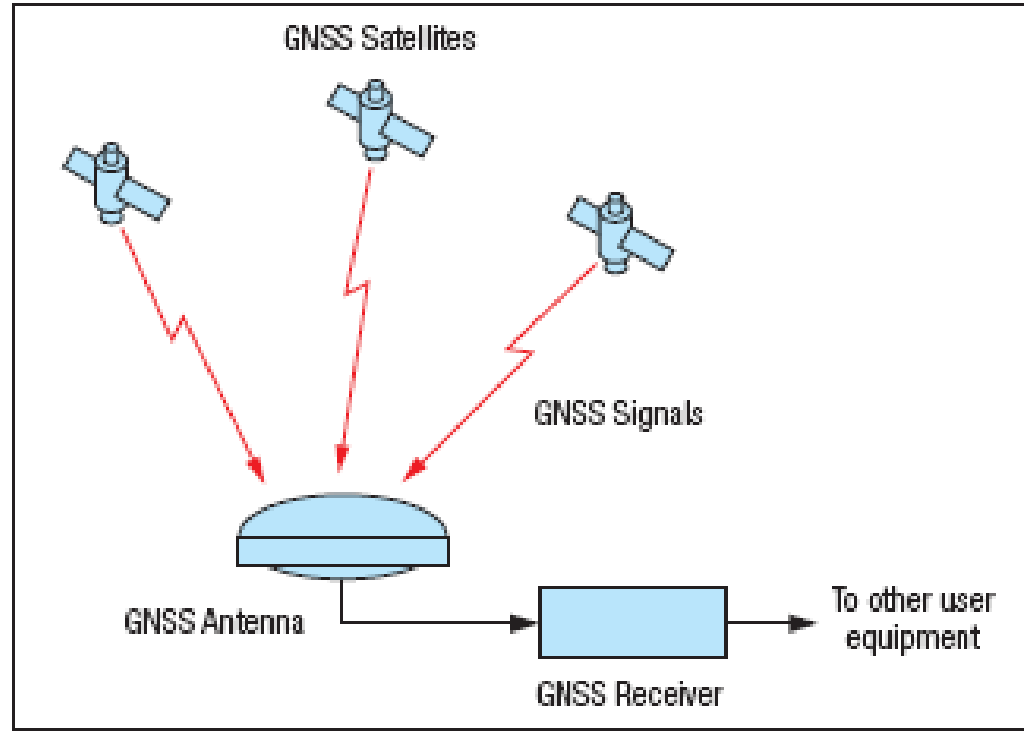


Kontrol Bölümü

- Kontrol bölümü, yer tabanlı bir ana kontrol istasyonları, veri yükleme istasyonları ve izleme istasyonları ağından oluşmaktadır.
- Ana kontrol istasyonları, doğruluğu korumak için gerektiğinde uyduların yörünge parametrelerini ve yerleşik yüksek hassasiyetli saatlerini ayarlar.
- İzleme istasyonları, uyduların sinyalini ve durumunu izler ve bu bilgiyi ana kontrol istasyonuna iletir.
- Yükleme istasyonları, uydu durumundaki herhangi bir değişikliği uydulara geri yükler.

Kullanıcı Bölümü

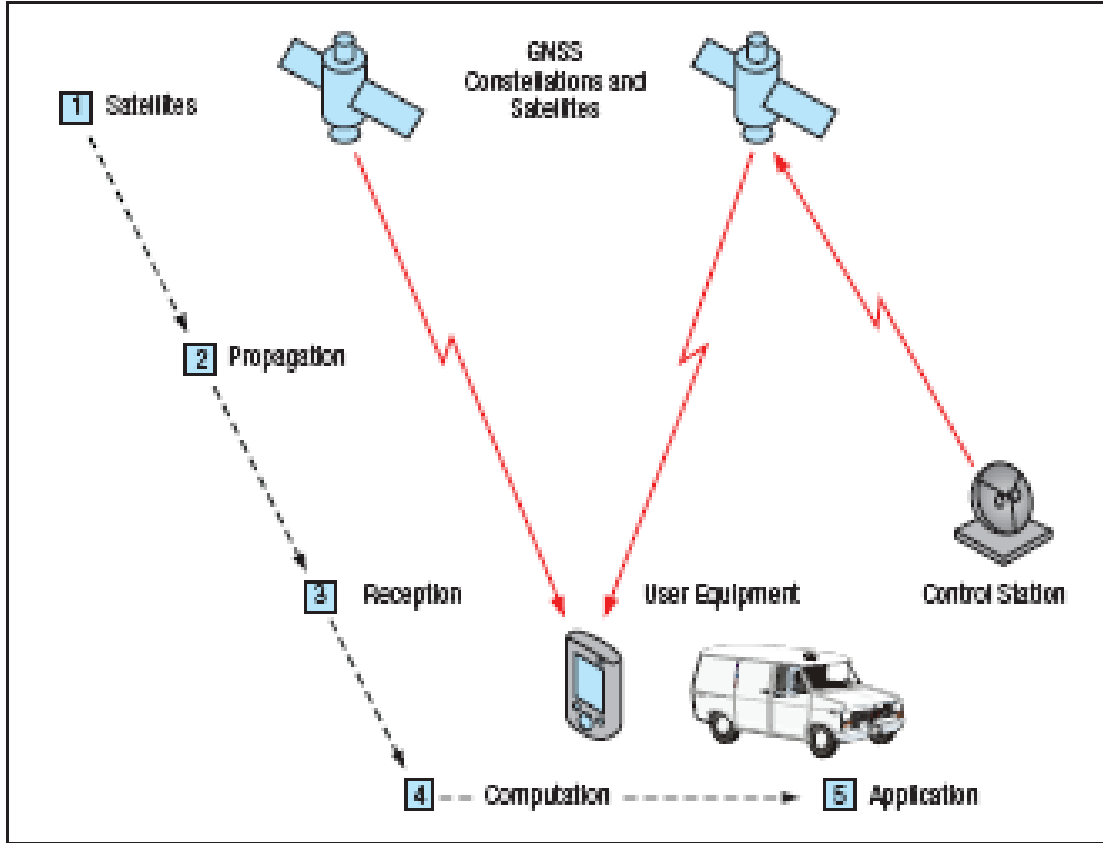
- Kullanıcı segmenti, konum, hız ve zaman gibi bilgileri belirlemek için kullanılan GNSS antenleri ve alıcılarından oluşmaktadır



Temel GNSS Kavramları



Temel GNSS Kavramları



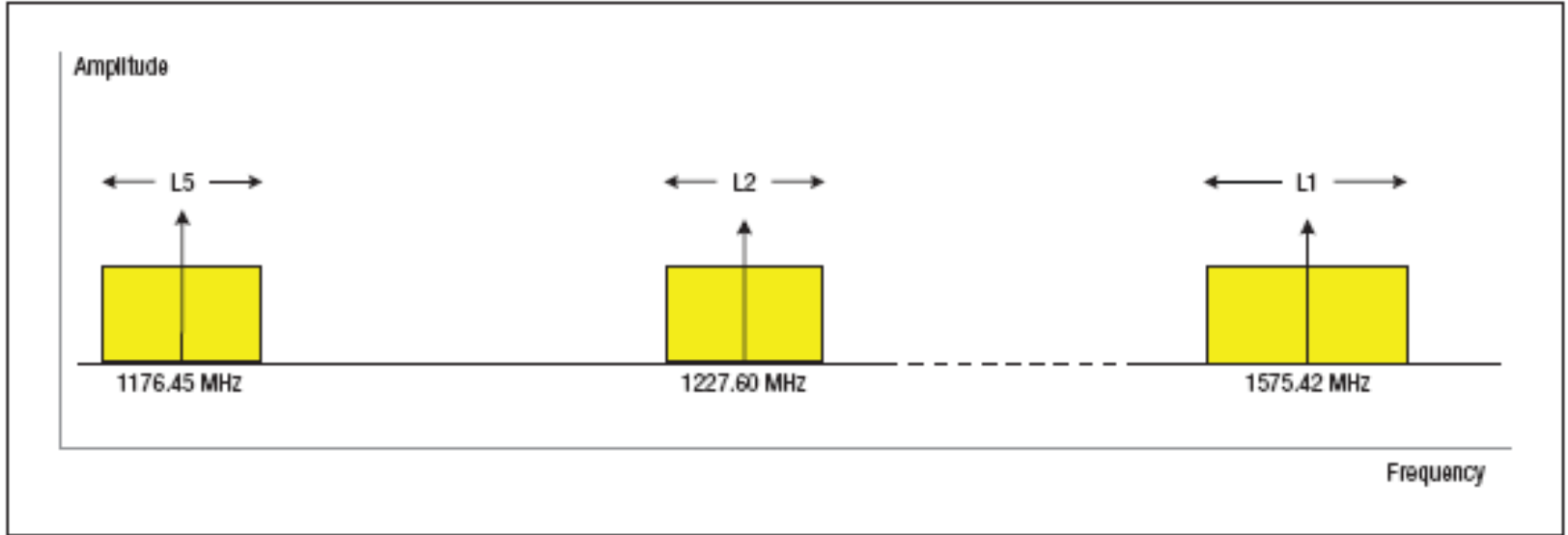
Yukarıdaki şekil, GNSS kullanarak zaman ve konum belirleme ve ardından bu bilgileri uygulama adımlarını göstermektedir.

Uydular

- Dünya yörüngesinde bulunan birden fazla GNSS uydu takımı
 - Uydulara doğrudan görüş hattını engelleyen unsurların bulunduğu zorlu ortamlarda faydalıdır. Birden fazla uydu takımı daha fazla gözlem imkanı sağlar
- GNSS uyduları zaman ve yörünge efemeridlerini çok hassas bir şekilde bilirler.
- Zamanlama doğruluğu çok önemlidir. Bir GNSS sinyalinin uydudan alıcıya ulaşması için geçen süre, uydulara olan mesafeleri (menzil) belirlemek için kullanılır.
- 1 mikrosaniye = 300 m, 1 nanosaniye = 30 cm.
- Zamandaki küçük sapmalar, büyük konum hatalarına neden olabilir.

Uydular

- GPS aşağıdaki frekanslarda sinyal gönderir



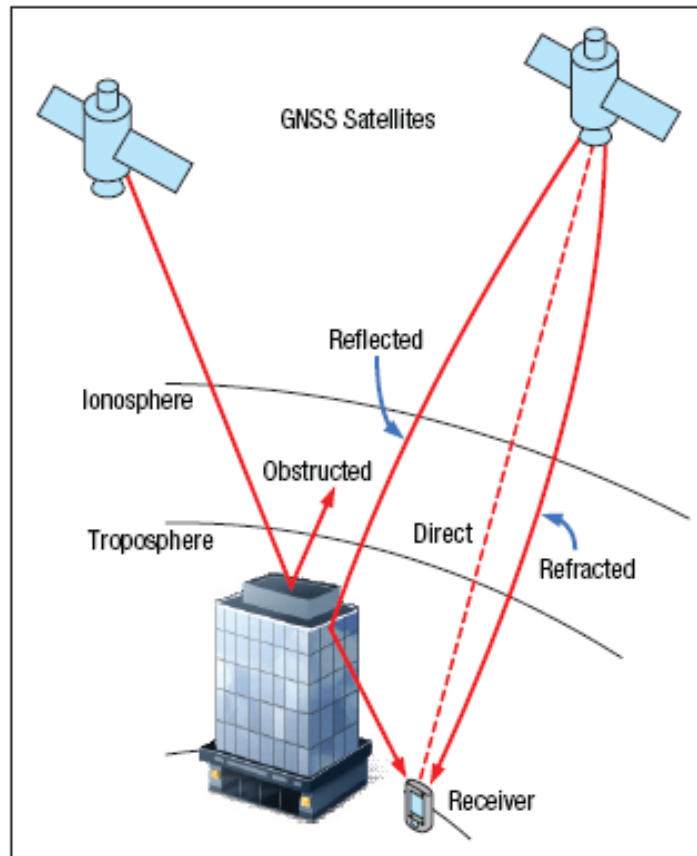
- Bu frekans bandına L bandı denir ve radyo spektrumunun 1 ile 2 GHz arasındaki bir bölümünü kapsar.
- L1, halka açık olan kaba edinim (C/A) kodunu içeren bir navigasyon mesajı iletir. Kısıtlı erişime sahip şifrelenmiş bir hassas (P) kod olan P(Y) kodu hem L1 hem de L2 üzerinden iletir

Uydular

- Navigasyon mesajı aşağıdaki bilgileri içermektedir:
 - GPS tarih ve saat
 - Uydu durumu ve sağlığı
 - Alıcının uydunun konumunu hesaplamasına olanak tanıyan uydu efemeris verileri.
 - Tüm GPS uyduları için bilgi ve durum içeren almanak
- P(Y) kodu askeri kullanım içindir ve C/A koduna göre daha iyi parazit reddi sağlar.
- Yeni GPS uyduları artık L2 C/A kodu (L2C) ileterek sivil kullanıcılara ikinci bir kamuya açık kod sunmaktadır

Propagation (Yayıma)

- GNSS sinyalleri, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, uzayın neredeyse vakum ortamından, ardından atmosferin çeşitli katmanlarından geçerek dünyaya ulaşır:



Propagation (Yayıma)

- Doğru konumları belirlemek için uyduya olan mesafeyi bilmemiz gerekir. Bu, uydudan kullanıcı ekipmanına olan doğrudan yol mesafesidir.
- Sinyal, Dünya atmosferinden geçerken "bükülür".
- Bu "bükülme", sinyalin uydudan alıcıya ulaşması için geçen süreyi artırır.
- Hesaplanan mesafe, bu yayılma süresi hatasını veya atmosferik hatayı içerecektir.
- Hesaplanan mesafe hatalar içerdiğinden ve gerçek mesafeye tam olarak eşit olmadığından, buna "sözde mesafe" denmektedir.

Propagation (Yayıma)

- İyonosfer, atmosferik hataların çoğuna katkıda bulunur. Dünya yüzeyinden 70 ila 1000 km yukarıda yer alır.
- Serbest elektronlar iyonosferde bulunur ve elektromanyetik dalga yayılımını etkiler.
- İyonosferik gecikme frekansa bağlıdır. Hem L1 hem de L2 kullanılarak menzil hesaplanarak neredeyse tamamen ortadan kaldırılabilir.
- Dünya atmosferinin en alt katmanı olan troposfer, yerel sıcaklık, basınç ve bağıl nem nedeniyle gecikmelere katkıda bulunur.
- Troposferik gecikme, iyonosferik gecikme gibi ortadan kaldırılamaz.
- Troposferik gecikmeyi modellemek, ardından hatanın büyük bir kısmını tahmin etmek ve telafi etmek mümkündür.

Propagation (Yayıma)

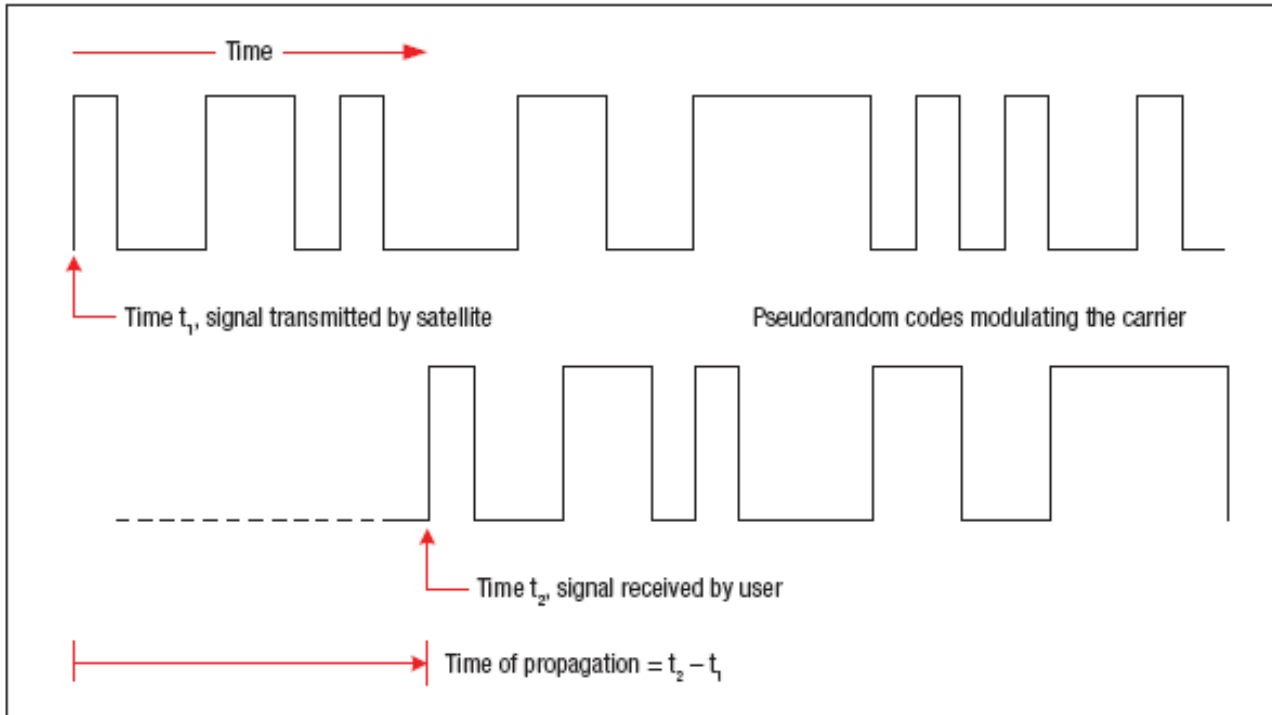
- Sinyaller alıcıya ulaşırken yansıyabilir. Buna "çok yönlü yayılım" denir.
- Bu yansıyan sinyaller doğrudan sinyalden gecikmelidir ve yeterince güçlü olduklarında doğrudan sinyalle etkileşime girebilirler.
- Alıcının yalnızca en erken gelen sinyalleri dikkate alıp daha sonra gelen çok yönlü sinyalleri yok saydığı teknikler geliştirilmiştir.
- Ancak tamamen ortadan kaldırılamaz.

Reception (Alma)

- Alıcıların konum elde etmek için en az 4 uyduya ihtiyacı vardır. Daha fazla uydu mevcutsa, bu ek gözlemler konum çözümünü iyileştirmek için kullanılabilir.
- GNSS sinyalleri, benzersiz bir sözde rastgele dijital dizi veya kod ile modüle edilir. Her uydu farklı bir sözde rastgele kod kullanır.
- Sözde rastgele, sinyalin rastgele görünmesi, ancak aslında belirli bir süre sonra kendini tekrar etmesi anlamına gelir.
- Alıcılar her uydu için sözde rastgele kodu bilir. Bu, alıcıların GNSS sinyaliyle belirli bir uyduya korelasyon (senkronizasyon) kurmasını sağlar.
- Kod korelasyonu sayesinde, alıcı sinyali ve içerdiği bilgileri kurtarabilir.

Reception (Alma)

- Alıcı, takip edilen her uydu için yayılma süresini belirler



- Yukarıdaki şekil, bir uydudan sözde rastgele bir kodun iletimini göstermektedir. Alıcı, iletim zamanını alım zamanıyla karşılaştırarak yayılma süresini belirleyebilir

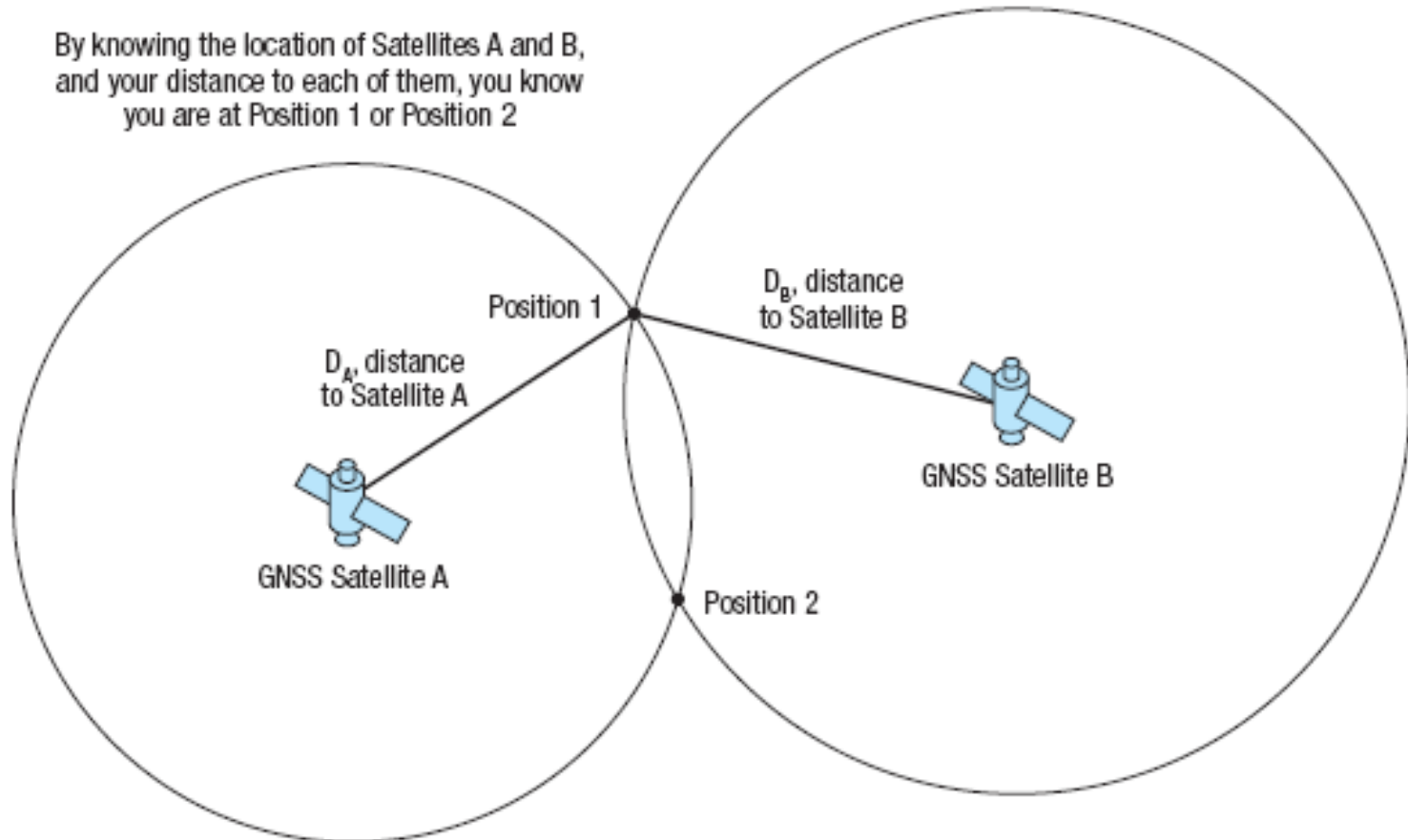
Computation (Hesaplama)

- Konumu belirlemek için 4 uydudan alınan menzil ölçümlerine ihtiyaç duyulmaktadır.
- Takip edilen her uydu için alıcı, uydu sinyalinin kendisine ulaşmasının ne kadar sürdüğünü hesaplar ve bu da uyduya olan mesafeyi belirler:
 - Yayılma Süresi = Sinyalin Alıcıya Ulaşma Süresi – Sinyalin Uydudan Ayrılma Süresi
 - Uyduya Olan Mesafe = Yayılma Süresi * Işık Hızı
- Alıcı, yörünge efemeridleri kullanılarak artık uydunun iletim anındaki konumunu bilir.
- Alıcı, üçgenleme yöntemiyle konumunu hesaplar

Computation (Hesaplama)

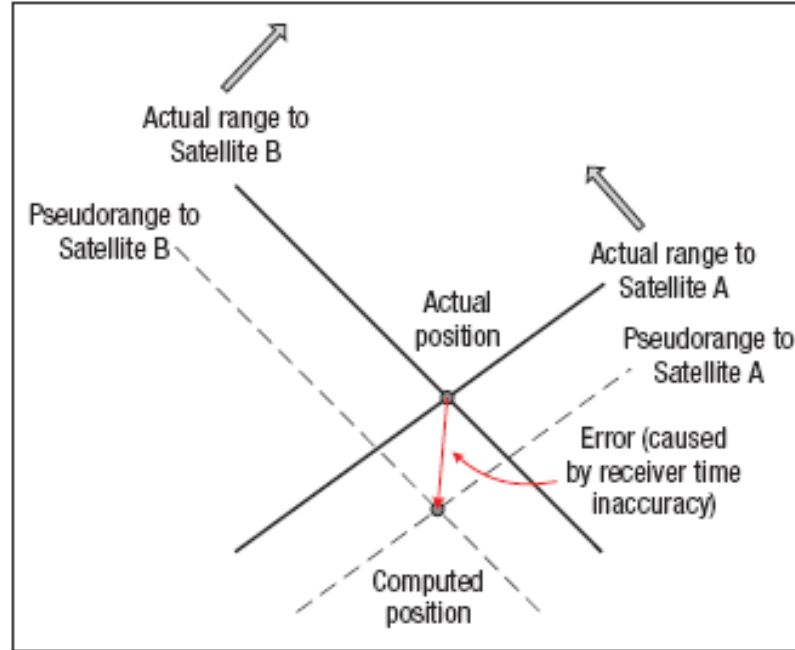
İki boyutlu bir dünyada, konum hesaplaması şu şekilde çalışır:

- Alıcı iki uydu algırsa, iki olası konumu vardır:



Computation (Hesaplama)

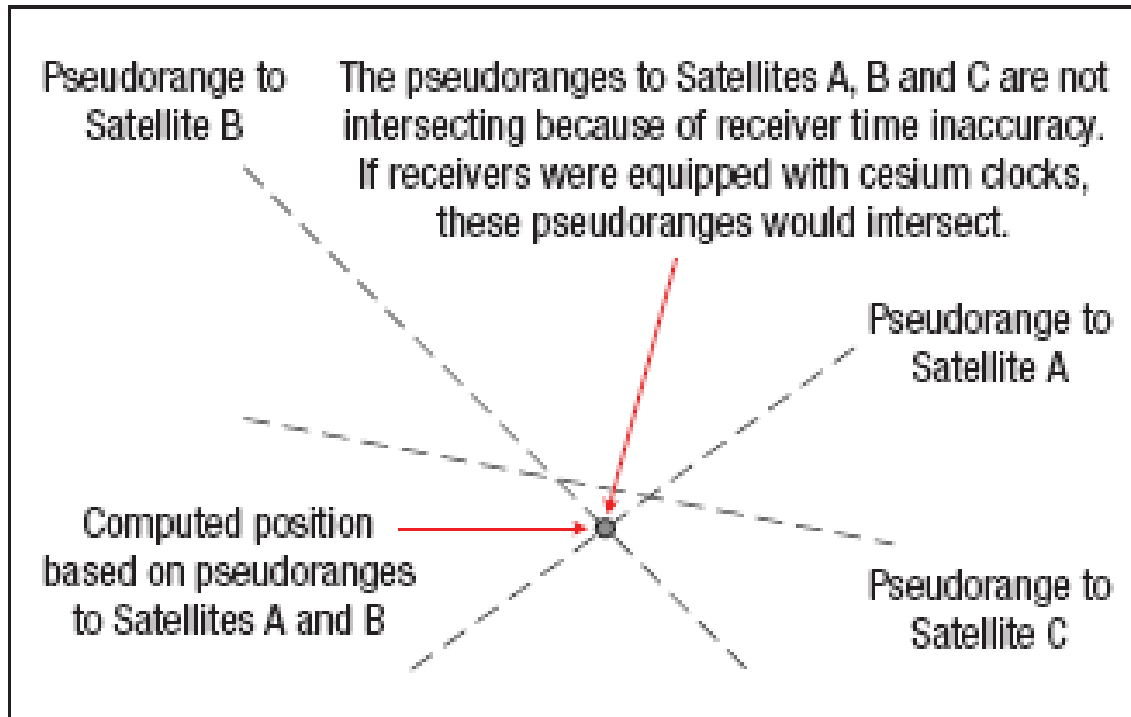
- Alıcı saat hatası nedeniyle, A ve B uydularının menzillerinin kesişme noktaları gerçek konumla uyuşmamaktadır



- Alıcı saatler, uydu saatleri kadar hassas değildir. Tipik doğrulukları yalnızca milyonda 5 civarındadır.
- Işık hızıyla çarpıldığında, elde edilen doğruluk +/- 1500 metre içindedir

Computation (Hesaplama)

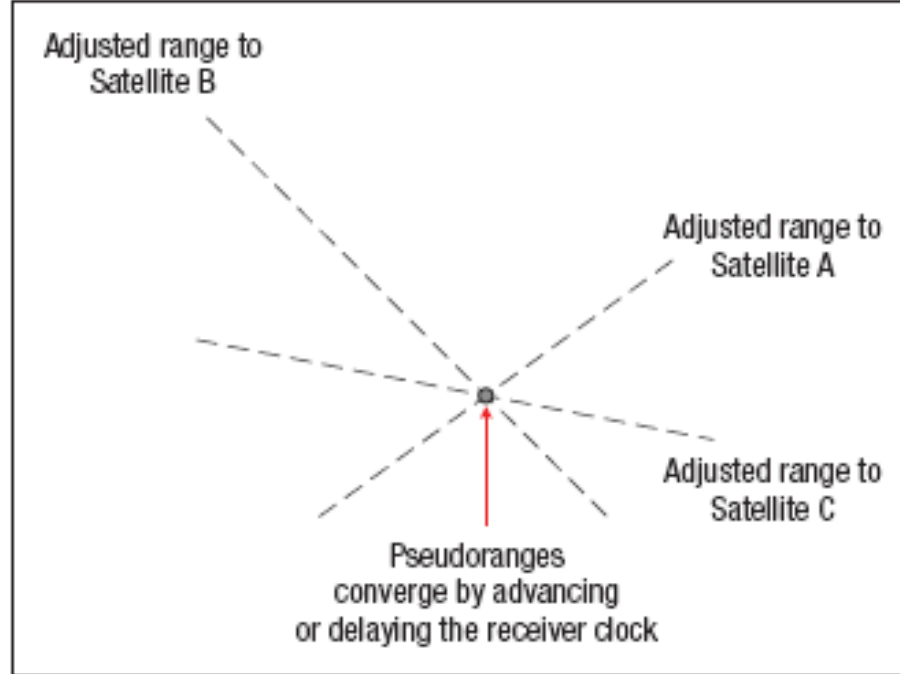
- Üçüncü uydunun menzilini hesapladığımızda, noktalar tek bir hesaplanmış konumda kesişmeyecektir



- Alıcı, üç uyduya olan sözde menzillerin alıcı saatindeki hatalar nedeniyle kesişmediğini bilir

Computation (Hesaplama)

- Alıcı, üç uyduya olan sözde menziller tek bir noktada birleşene kadar saatini ileri veya geri alabilir



- Bu işlem sayesinde, uydu saati artık alıcı saatine "aktarılmış" ve alıcı saatindeki hata ortadan kalkmıştır.
- Alıcı artık hem çok hassas bir konuma hem de çok hassas bir zamana sahiptir.
- Bu prensibi üç boyutlu bir dünyaya genişlettiğimizde, bir konumu hesaplamak için dördüncü bir uydunun menziline ihtiyacımız olacaktır

Computation (Hesaplama)

- Özetle, sözde menzil hesaplamasının doğruluğunu etkileyen GNSS hata kaynakları şunlardır:

Contributing Source	Error Range
Satellite clocks	± 2 m
Orbit errors	± 2.5 m
Ionospheric delays	± 5 m
Tropospheric delays	± 0.5 m
Receiver noise	± 0.3 m
Multipath	± 1 m

- Yukarıda belirtilen sözde menzil hatalarının konumlandırma doğruluğunu ne ölçüde etkilediği, büyük ölçüde kullanılan uyduların geometrisine bağlıdır.

GNSS Uydu Sistemleri



GNSS Uydu Sistemleri

- Şu anda aşağıdaki GNSS sistemleri faaliyettedir
 - GPS (United States)
 - GLONASS (Russia)
- Aşağıda belirtilen GNSS sistemleri planlanmış olup, çeşitli geliştirme aşamalarındadır
 - Galileo (European Union)
 - BeiDou (China)
- Aşağıda belirtilen bölgesel navigasyon uydu sistemleri planlanmış olup, çeşitli geliştirme aşamalarındadır:
 - IRNSS (India)
 - QZSS (Japan)

GPS

- GPS (Global Positioning System) or NAVSTAR, as it is officially called, is the first GNSS system
- Launched in the late 1970's and early 1980's for the US Department of Defense
- Since the initial launch, several generations, referred to as "Blocks", of GPS satellites have been launched
- GPS was initially launched for military use but opened up to civilian use in 1983



GPS

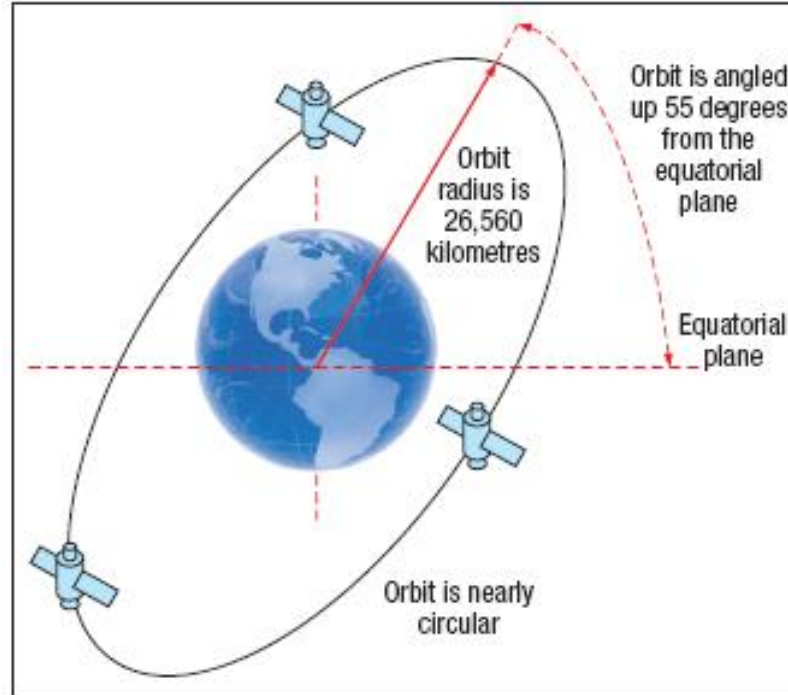
- GPS uzay segmenti aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Satellites	21 plus 3 spares
Orbital planes	6
Orbit inclination	55 degrees
Orbit radius	26,560 km

- Her bir uydunun yörünge periyodu yaklaşık 12 saattir.
- Açık gökyüzü koşullarında, bir GPS alıcısı herhangi bir anda Dünya üzerindeki herhangi bir noktada en az 6 uyduyu görebilir

GPS

- GPS, Dünya'nın yaklaşık 26.560 km yukarısında yörüngede bulunur.
- GPS uyduları, kimliklerini, menzil sinyallerini, uydu durumlarını ve düzeltilmiş efemeridlerini (yörünge parametreleri) sürekli olarak yayınlıyor.
- Her uydu, Uzay Aracı Numarası (SVN) ve Sahte Rastgele Kod Numarası (PRN) ile tanımlanır)



GPS

- GPS sinyalleri CDMA (Kod Bölmeli Çoklu Erişim) teknolojisine dayanmaktadır.
- Aşağıdaki tablo, farklı GPS frekansları hakkında daha fazla bilgi vermektedir

Designation	Frequency	Description
L1	1575.42 MHz	L1 is modulated by the C/A code (Coarse/Acquisition) and the P-code (Precision) which is encrypted for military and other authorized users.
L2	1227.60 MHz	L2 is modulated by the P-code and, beginning with the Block IIR-M satellites, the L2C (civilian) code. L2C, which is considered “under development”, is discussed below, under “GPS Modernization”.
L5	1176.45 MHz	At the time of writing, L5 is available for demonstration on one GPS satellite. The L5 signal is discussed below, under “GPS Modernization”.

GPS

- GPS Kontrol Segmenti, dünya genelindeki izleme istasyonlarına ek olarak, bir ana kontrol istasyonu ve bir yedek ana kontrol istasyonundan oluşmaktadır



- İzleme istasyonları uydu yayın sinyalini takip eder ve efemeridlerin yeniden hesaplandığı ana kontrol istasyonuna iletir. Elde edilen efemeridler ve zamanlama düzeltmeleri, veri yükleme istasyonları aracılığıyla uydulara geri iletilir

GLONASS

- GLONASS (Küresel Navigasyon Uydu Sistemi), 1970'lerde Sovyetler Birliđi tarafından deneysel bir askeri iletişim sistemi olarak geliştirildi.
- Soğuk Savaş sona erdiğinde, Sovyetler Birliđi GLONASS'ın ticari uygulamalarda kullanılabileceğini kabul etti.
- İlk uydu 1983'te fırlatıldı ve sistem 1993'te tamamen faaliyete geçti.
- GLONASS bir performans düşüşü dönemi geçirdi.

GLONASS

- GLONASS uydu takımı, konumunuza bağılı olarak değişken sayıda uyduya görünürlük sağlar.
- GLONASS uzay segmenti, üç yörünge düzleminde 24 uydudan oluşur.
- GLONASS uydu takımının geometrisi yaklaşık her sekiz günde bir tekrarlanır.
- GLONASS uyduları, Dünya yüzeyinin 25.510 km yukarısında yörüngede bulunur. Bu, GPS uydularından yaklaşık 1.050 km daha alçaktır.

GLONASS

- GLONASS kontrol bölümü, sistem kontrol merkezi ve Rusya genelindeki komuta izleme istasyonları ağından oluşmaktadır.
- GPS'e benzer şekilde, GLONASS kontrol bölümü uyduların durumunu izler, efemerid düzeltmelerini ve GLONASS zamanına ve UTC zamanına göre uydu saati sapmalarını belirler.
- Günde iki kez, düzeltmeleri uydulara yükler

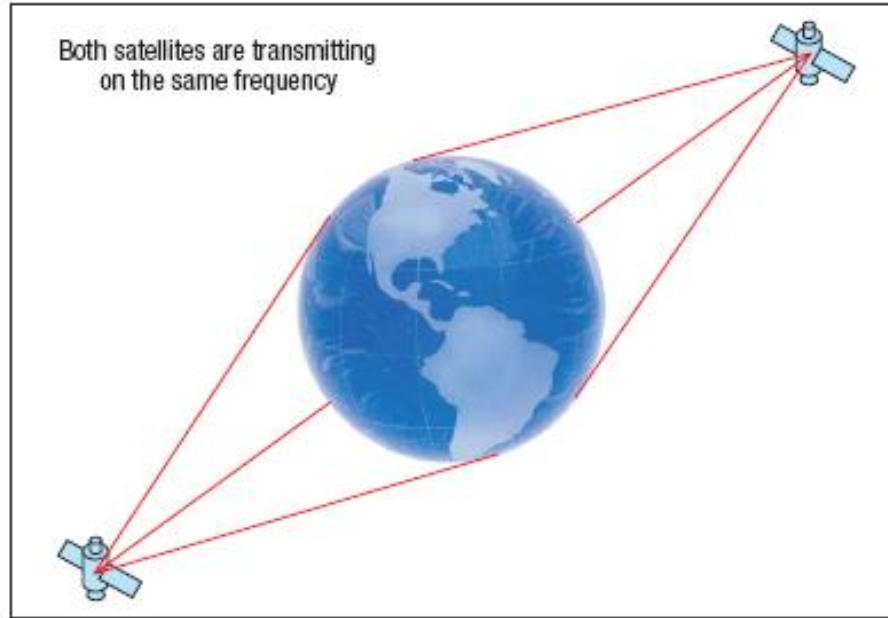
Designation	Frequency	Description
L1	1598.0625 - 1609.3125 MHz	L1 is modulated by the HP (high precision) and the SP (standard precision) signals.
L2	1242.9375 - 1251.6875 MHz	L2 is modulated by the HP and SP signals. The SP code is identical to that transmitted on L1.

GLONASS

- GLONASS uydularının her biri biraz farklı L1 ve L2 frekanslarında yayın yapar.
- GLONASS uyduları, FDMA (Frekans Bölmeli Çoklu Erişim) olarak bilinen bir teknikle aynı kodu farklı frekanslarda iletir.
- GLONASS sistemi, 12 frekans kullanan 24 uyduya dayanmaktadır. Bunu, zıt kutuplardaki uyduların aynı frekansta yayın yapmasıyla başarır.

GLONASS

- GLONASS sistemi, 12 frekans kullanan 24 uyduya dayanmaktadır. Bunu, zıt kutuplardaki uyduların aynı frekansta yayın yapmasıyla başarır



- Karşıt kutuplu uydular aynı yörünge düzleminde bulunur ancak 180 derece açı ile ayrılırlar. Eşleştirilmiş uydular aynı frekansta yayın yapabilirler çünkü Dünya yüzeyindeki bir alıcının görüş alanında asla aynı anda görünmezler.

Galileo

- Avrupa'nın küresel navigasyon sistemi
- Sivil kontrol altında garantili küresel konumlandırma hizmeti
- En aşırı durumlar dışında tüm koşullarda hizmetin kesintisiz sağlanması garantisini
- Hava ve kara taşımacılığı gibi güvenliğin çok önemli olduğu uygulamalar için uygundur

Satellites	27 operational and three active spares
Orbital planes	3
Orbital inclination	56 degrees
Orbit radius	23,616 km

BeiDou

- Çin'in küresel navigasyon sistemi
- İlk sistem bölgesel kapsama alanı sağlayacak
- Küresel kapsama alanı için GEO ve MEO uydularının uygulanmasına 2015 yılında başlanmıştır

Satellites	35, a combination of 5 GEO and 30 MEO
Orbital planes	6
Orbital inclination	55 degrees
Orbit radius	27,528 km

- İki seviyede hizmet sunmaktadır:
 - Sivil kullanım için kamu hizmeti ve Çin'deki kullanıcılar için ücretsiz
 - Lisanslı askeri hizmet, kamu hizmetinden daha doğru

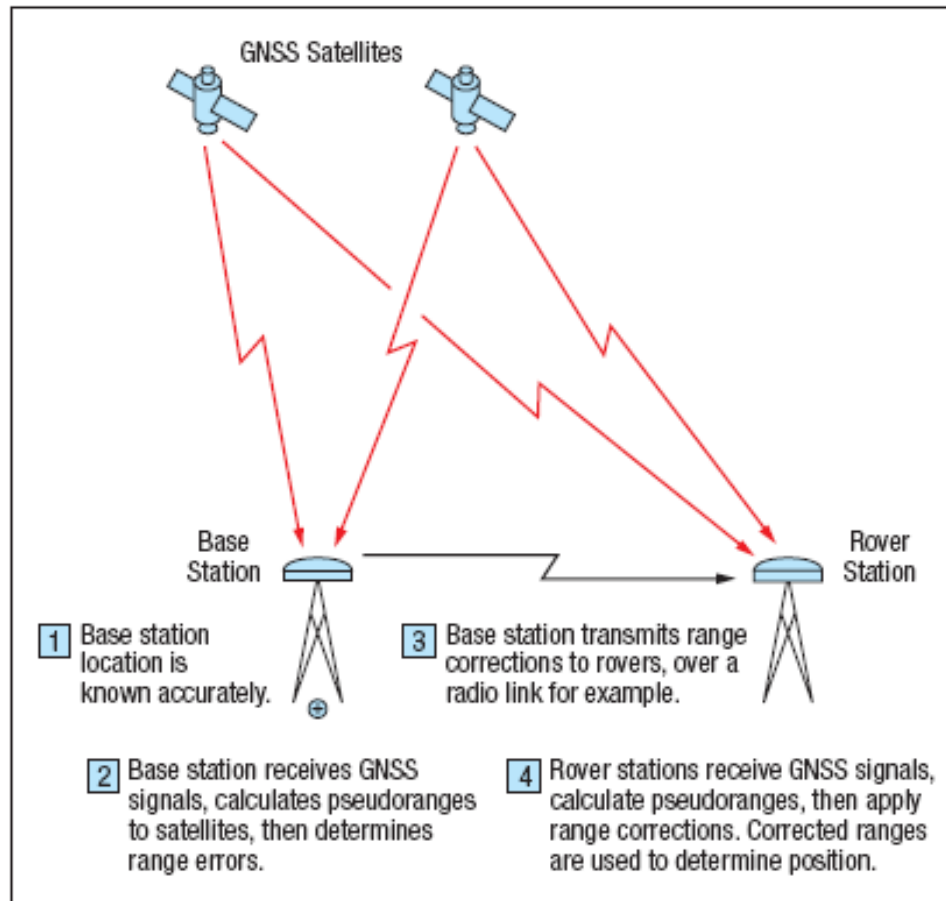
Planlı Sistemler

- IRNSS (India Regional Navigation Satellite System, India)
 - Bölgesel kapsama alanı sağlayacak uydu sistemi
- QZSS (Quasi-Zenith Satellite System, Japan)
 - Mobil ortam için bölgesel iletişim hizmetleri ve konumlandırma bilgileri sağlayacak üç uydulu bir sistem.

Gelişmiş GNSS Kavramları

Diferansiyel GNSS

- Diferansiyel GNSS, daha iyi konumlandırma için düzeltmeleri gezici istasyona iletmek üzere "baz istasyonu" olarak adlandırılan sabit bir GNSS alıcısı kullanır



Diferansiyel GNSS

- Baz istasyonu, GNSS uydularına olan mesafeyi şu şekilde belirler:
 - Daha önce açıklanan kod tabanlı konumlandırma tekniğini kullanarak
 - Baz istasyonunun ve uyduların kesin olarak bilinen konumlarını kullanarak, uyduların konumu kesin olarak bilinen yörünge efemeridlerinden ve uydu zamanından belirlenir.
- Baz istasyonu, yukarıdaki yöntemlerle ölçülen mesafeler arasındaki farkı alarak GNSS hatalarını hesaplar.
- Baz istasyonu, hesaplanan bu hataları düzeltme olarak gezicilere gönderir ve gezici cihazlar bu düzeltmeleri konum hesaplamalarına dahil eder.
- Baz ve gezici istasyonlar arasında bir veri bağlantısı gereklidir

Diferansiyel GNSS

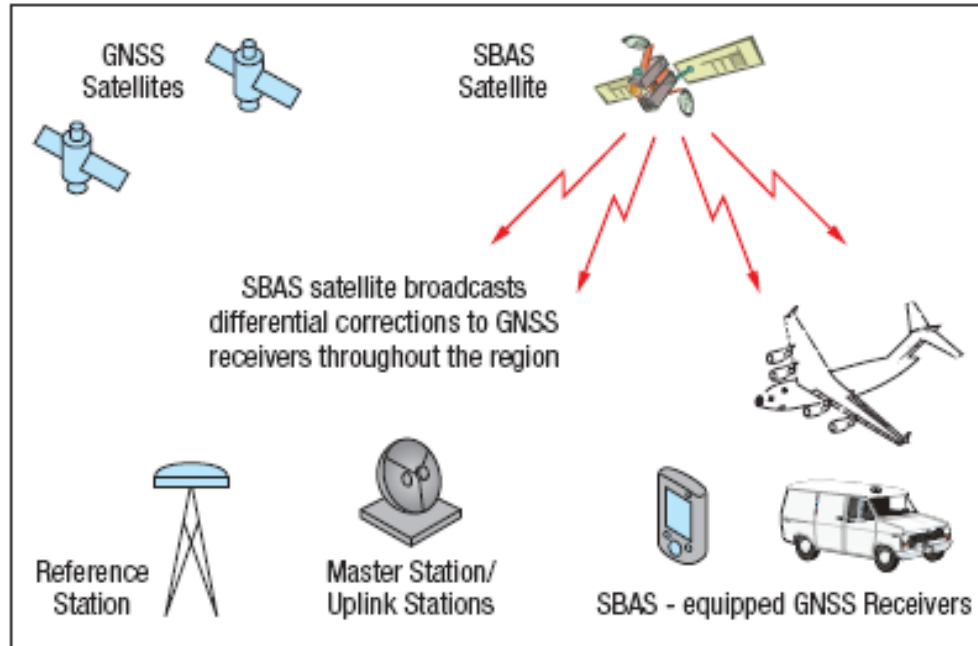
- Düzeltmelerin uygulanabilmesi için, baz istasyonu ve gezici cihazın en az 4 ortak GNSS uydusunu takip etmesi gerekir (en iyi sonuçlar için en az 6 ortak uydu önerilir).
- Gezici cihazın konum doğruluğu, baz istasyonunun bilinen konumunun mutlak doğruluğuna bağlı olacaktır.
- Temel hat uzunluğu çok uzun olmadığı sürece, uydulardan baz istasyonuna ve gezici istasyonlara olan yayılım yollarının benzer olduğu varsayılır.
- Diferansiyel GPS, on kilometreye kadar olan temel hat uzunluklarında çok iyi çalışabilir.

Satellite-Based Augmentation System (Uydu Tabanlı Geliştirme Sistemi)

- Uydu Tabanlı Geliştirme Sistemi (SBAS), baz istasyonu kurulum maliyetinin haklı çıkarılamadığı veya gezici istasyonların çok geniş bir alana yayıldığı uygulamalar için uygundur.
- SBAS, genel GNSS doğruluğunu iyileştirmek için hizmetler sağlayan jeosenkron bir uydu sistemidir
 - Menzil hataları için geniş alan düzeltmeleriyle doğruluğu artırır
 - Bütünlük izleme verileriyle bütünlüğü geliştirir
 - SBAS uydularından menzil sinyalleri iletirse sinyal kullanılabilirliğini iyileştirir

Satellite-Based Augmentation System

- Referans istasyonları GNSS sinyallerini alır ve ana istasyona iletir.
- Ana istasyon geniş alan düzeltmelerini doğru bir şekilde hesaplar.
- Yukarı bağlantı istasyonu düzeltme verilerini SBAS uydularına gönderir.
- SBAS uyduları düzeltmeleri yayınlar



Satellite-Based Augmentation System

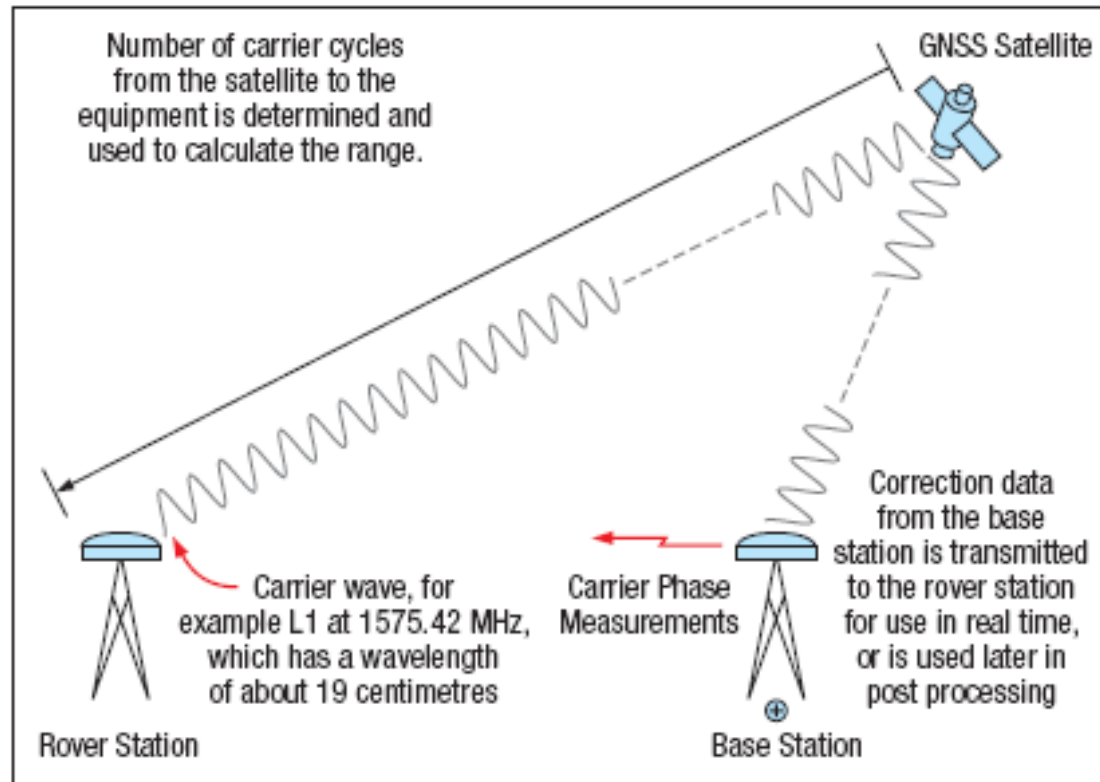
- SBAS'ın iki seviyede hizmeti bulunmaktadır:
 - GPS frekansında (CDGPS hariç) ücretsiz, devlet tarafından sağlanan SBAS hizmetleri
 - Farklı bir frekansta ticari SBAS hizmeti
- Dünyanın çeşitli yerlerinde farklı ücretsiz SBAS hizmetleri mevcuttur:
 - Wide Area Augmentation System (WAAS - North America)
 - European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS)
 - CDGPS (Canada and continental United States)
 - MTSAT Satellite Based Augmentation System (MSAS - Japan)
 - GPS-Aided GEO Augmented Navigation system (GAGAN – India)
 - Satellite Navigation Augmentation System (SNAS – China)

Satellite-Based Augmentation System

- Ticari SBAS sistemleri OmniSTAR, VERIPOS ve StarFire'ı içerir.
- OmniSTAR, GPS frekanslarına yakın L-band frekanslarında diferansiyel düzeltmeler ileten abonelik tabanlı bir hizmettir.
- OmniSTAR üç farklı hizmet seviyesi sunmaktadır:
 - VBS, metre altı yatay doğruluk sağlar
 - XP, desimetre doğruluk sağlar
 - HP, desimetre altı doğruluk sağlar
- OmniSTAR uyduları, dünyanın karasal alanlarının büyük çoğunluğunu kapsama alanı sağlıyor.

Real-Time Kinematic (RTK)

- Kod tabanlı konumlandırmaya kıyasla daha doğru konumlandırma sağlayan, taşıyıcı tabanlı menzil belirleme yöntemi.
- Temel fikir, hem baz istasyonuna hem de gezici cihaza ait ortak uydulardan kaynaklanan hataları azaltmak ve ortadan kaldırmaktır.

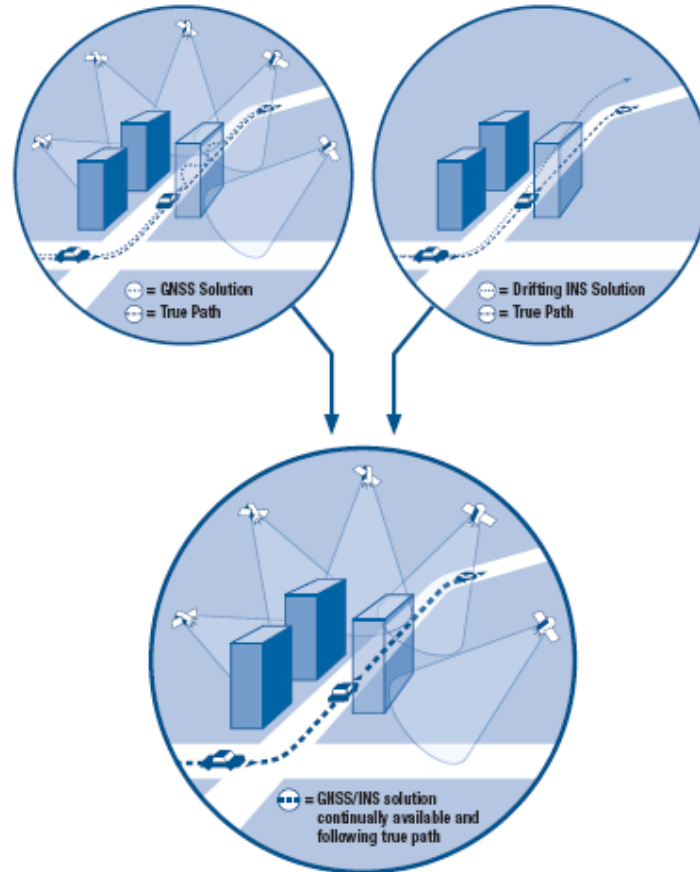


Real-Time Kinematic (RTK)

- Menzil, uydu ile gezici istasyon arasındaki taşıyıcı döngü sayısının belirlenmesi ve ardından bu sayının taşıyıcı dalga boyu ile çarpılmasıyla hesaplanır.
- Uydu saati ve efemeridler, iyonosferik ve troposferik hatalar gibi hataları düzeltmek için baz istasyonundan geziciye RTK düzeltmeleri iletilir.
- Tam döngü sayısını belirlemek için "belirsizlik çözümü" adı verilen bir işlem kullanılır.
- Diferansiyel GNSS'ye benzer şekilde, gezicinin konum doğruluğu, baz istasyonunun doğruluğuna, baz çizgisi uzunluğuna ve baz istasyonunun uydu gözlemlerinin kalitesine bağlı olacaktır.
- Sanal Referans İstasyonları (VRS), geniş bir baz istasyonu ağının talep üzerine kullanıcı istasyonlarına düzeltmeler gönderdiği bir Ağ RTK biçimidir.

Birleşik GNSS/Ataletli Navigasyon Sistemleri

- GNSS ve INS'nin birleşimi, görüş alanında sınırlı GPS uydusu bulunan zorlu ortamlarda bile sürekli konum, zaman ve hız bilgisi sağlayacaktır.



Birleşik GNSS/Ataletli Navigasyon Sistemleri

- INS, zaman içindeki konumu hesaplamak için Atalet Ölçüm Biriminden (IMU) gelen dönüş ve ivme bilgilerini kullanır.
- Bir INS ayrıca tam tutum (yuvarlanma, eğim ve yön) ölçümlerini de çözebilir.
- GNSS çözümü gibi harici bir referansın yokluğunda, INS çözümü zamanla sapma gösterecektir.
- GNSS ve INS birleştirildiğinde, doğru ve güvenilir bir navigasyon çözümü sağlayacaktır.
- Sıkıca bağlı sistemler, INS'nin sapmasını kontrol altında tutmak için GNSS verilerini kullanmasına olanak tanırken, INS çözümü sinyal yeniden edinimi ve yakınsama süresini iyileştirmek için GNSS çözümüne geri besleme yapar.

GNSS Uygulamaları ve Ekipmanları



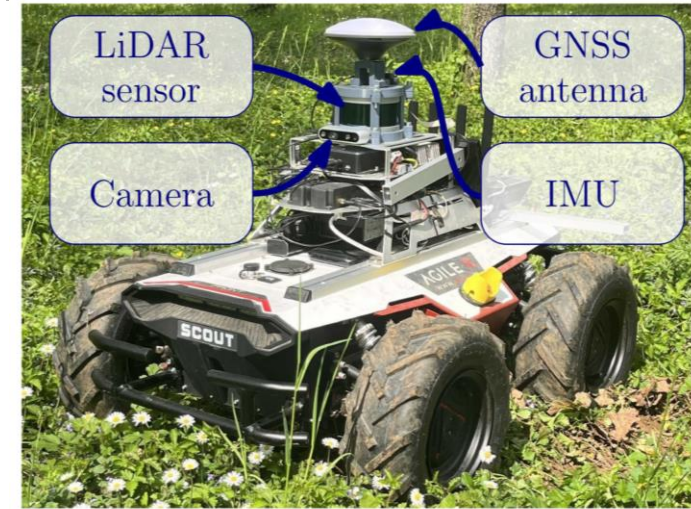
Uygulama Alanları

GNSS'nin bazı yaygın uygulamaları şunlardır:

- Tarım
- Ulaşım
- Zamanlama
- Makine Kontrolü
- Denizcilik
- Ölçme
- Savunma
- Liman Otomasyonu

Tarım

- Otomatik dümenleme sistemleri
- Mobil robot navigasyonu ...



Taşıma

- Taşınabilir navigasyon cihazları
- Hava, deniz ve kara araçları navigasyonu



Makine Kontrolü



NovAtel Inc.



Thomas Morby, NovAtel Inc.

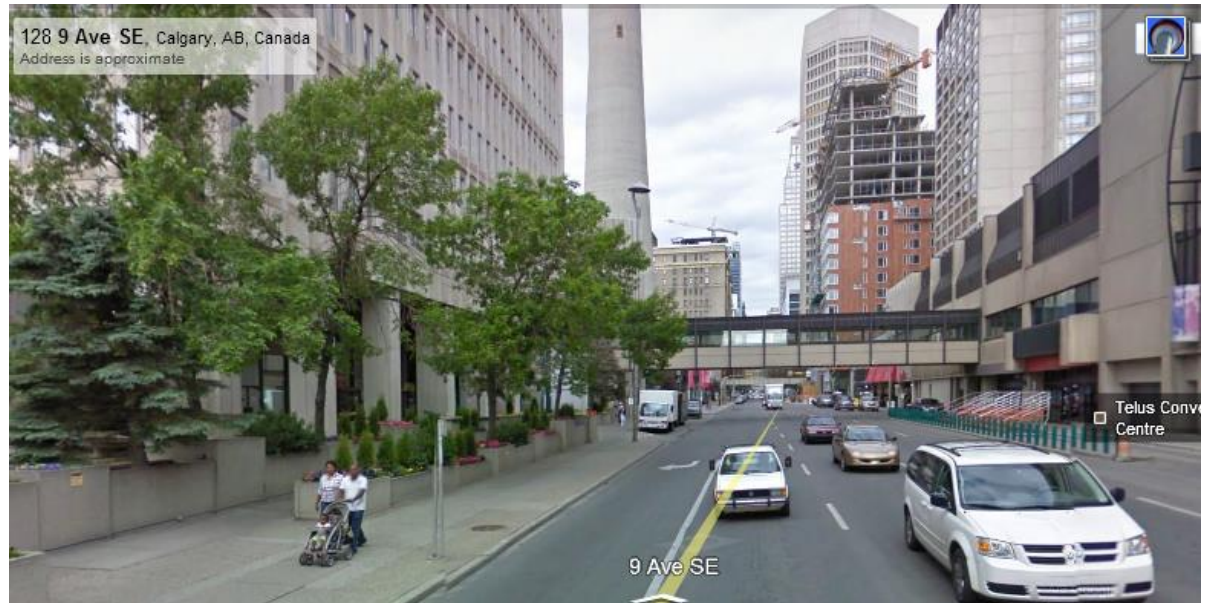
Ölçme



NovAtel Inc.

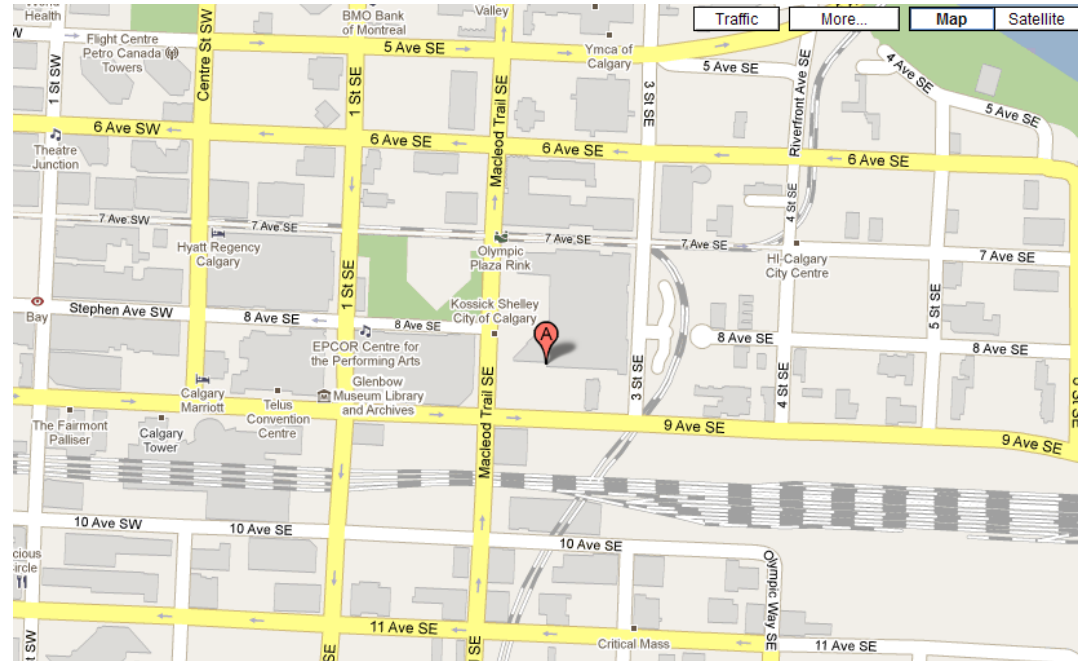
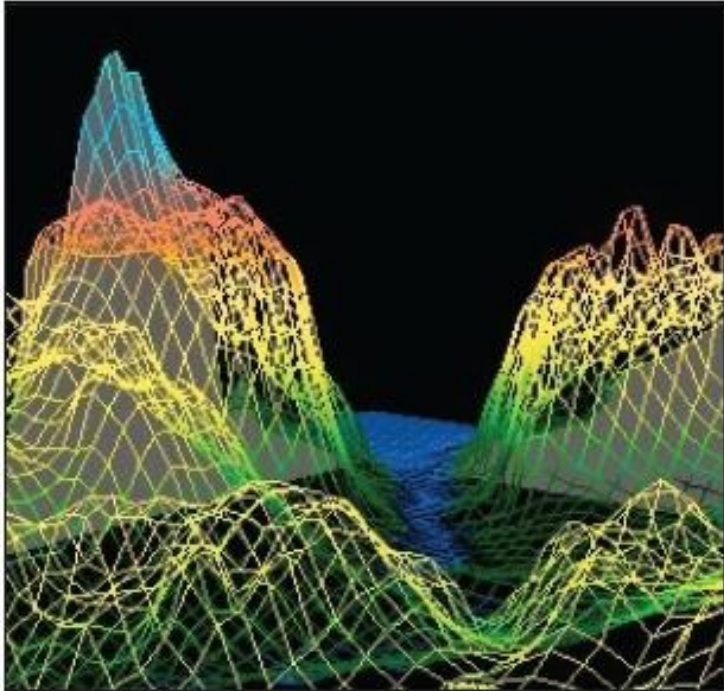


Google Earth



Google Street View

GIS



Google Map

Liman Otomasyonu



Ardley Eng. NovAtel Inc.

Savunma



Teçhizat

- Uygulama ve proje gereksinimlerine bağlı olarak farklı türde GNSS ekipmanları mevcuttur.

