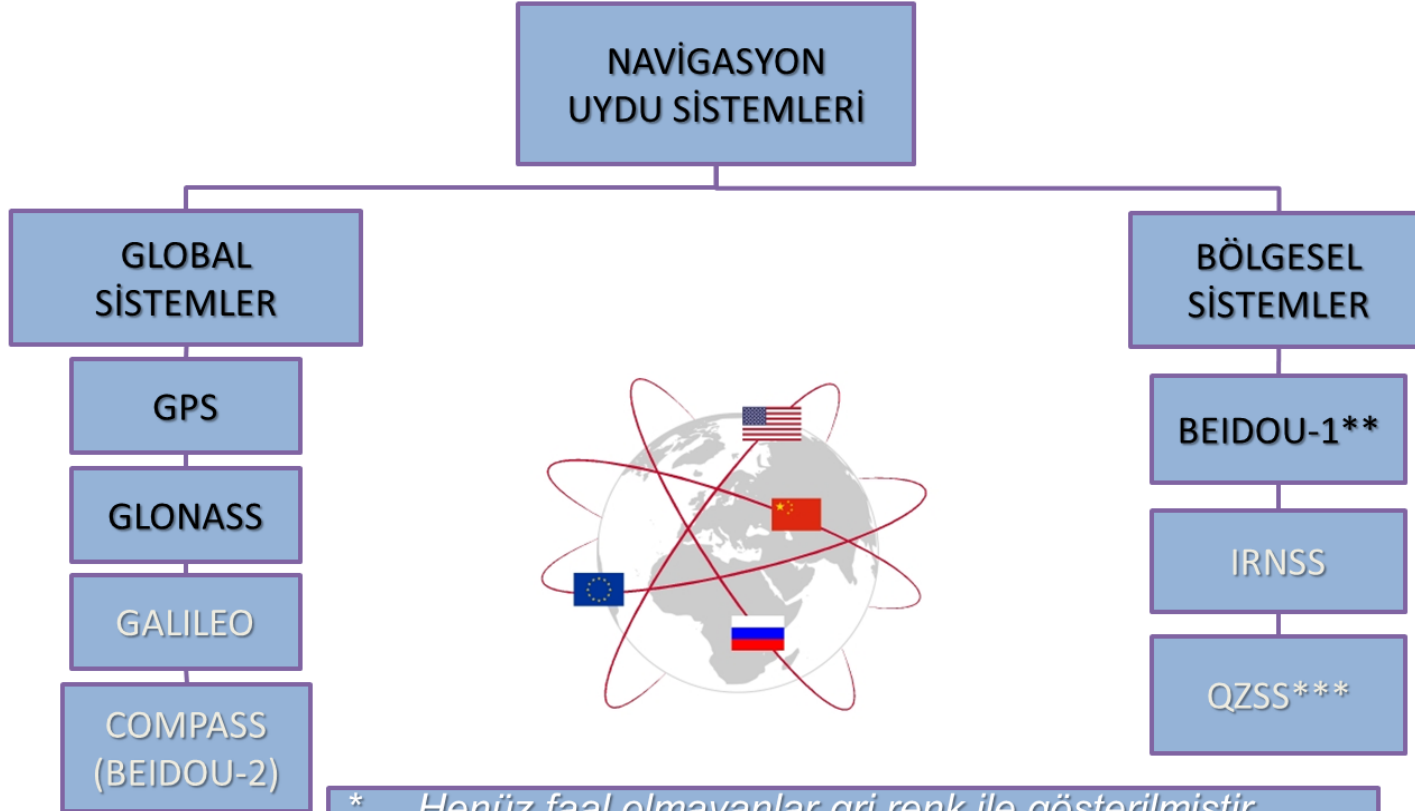


Global Konumlama Sistemi-I

Prof. Dr. Bahadır AKTUĐ

Global Navigasyon Uydu Sistemleri



* Henüz faal olmayanlar gri renk ile gösterilmiştir.

** Aynı zamanda iletişim sistemidir.

*** Bağımsız konumlama yeteneği sınırlıdır.

GPS (Global Konumlama Sistemi)

- Nedir?
- Uygulama Alanları
- Özellikleri ve Avantajları
- Sistem Bileşenleri
- Temel konumlama Prensipleri
- Sinyal Yapısı
- Hata Kaynakları

GPS; herhangi bir yerde ve anda, her türlü hava koşulunda, ortak bir koordinat sisteminde, konum ve zaman bilgisi elde etmesine olanak veren GLOBAL bir radyo-navigasyon sistemidir.

GPS, sağladığı anlık konum bilgisi ile navigasyon kavramını tamamen değiştirmiştir. Zira;

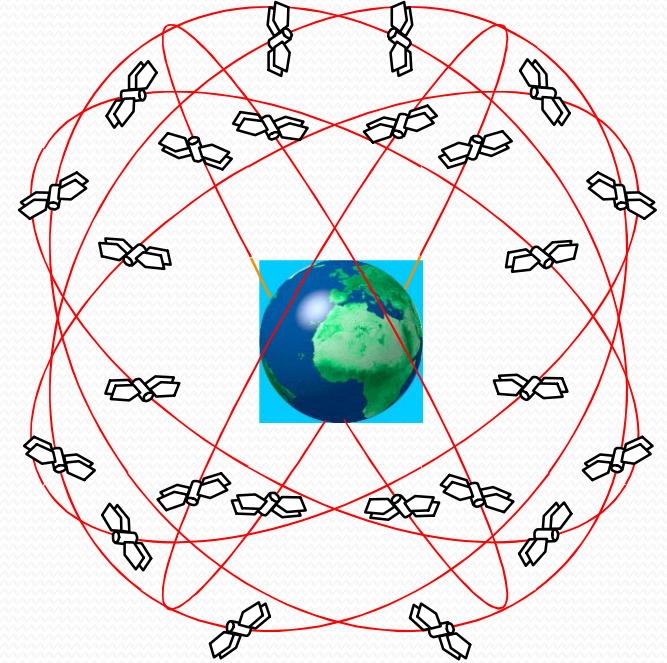
- Meteorolojik koşullardan bağımsızdır.
- Noktalar arası görüş gerektirmez.
- Yüksek Jeodezik Duyarlık sağlar.
- Her mevsim koşullarında ve gece gündüz çalışma olanağı vardır.
- Hızlı olup, insan müdahalesi azdır.
- Ekonomiktir.
- Ortak Referans sisteminde çözüm verir.
- Çok geniş uygulama alanları vardır.

GLOBAL olması ne anlama geliyor ?

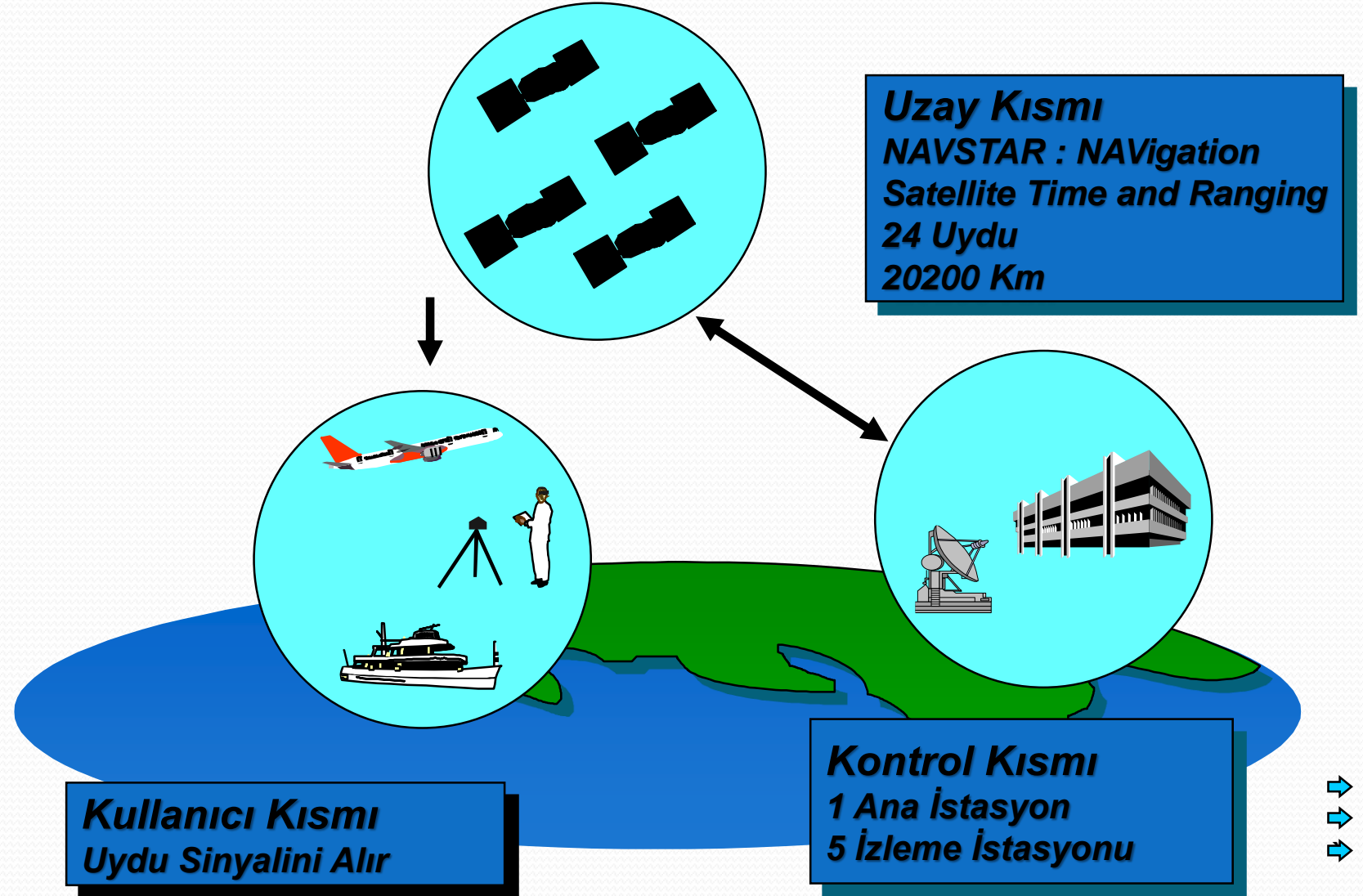
GPS'in Uygulama Alanları

- Yer Belirleme,
- Navigasyon (Seyrüsefer),
- Hareketli kişi veya nesnelerin izlenmesi,
- Haritaların elde edilmesi,
- Hassas zamana dayalı işlerin yapılması,
- Jeodezik ve Jeodinamik amaçlı ölçmeler,
- Araç takip sistemleri,
- Turizm, tasarım, ormancılık, spor faaliyetlerinin yapılması,
- Hidrografik ölçmelerin yapılması,
- Arama-Kurtarma
- Hedef bulma
- Füze güdümü
- Uçakların, görüşün sınırlı ya da hiç olmadığı hava koşullarında iniş ve kalkışı gerçekleştirebilmek için kullanılabilmektedir.

- US Savunma Bakanlığı tarafından geliştirilmiştir.
 - 10 - 20 m seyrüsefer doğruluğu
 - Bütün dünyada kaplama
 - 24 saat kullanım
 - Ortak bir koordinat Sistemi sağlar
- Mevcut seyrüsefer sistemlerinin yerini alması için tasarlanmıştır. (Mevcut seyrüsefer sistemleri nelerdi?)
- Sivil ve askeri kullanıcılara açıktır. (Aynı derecede mi?)

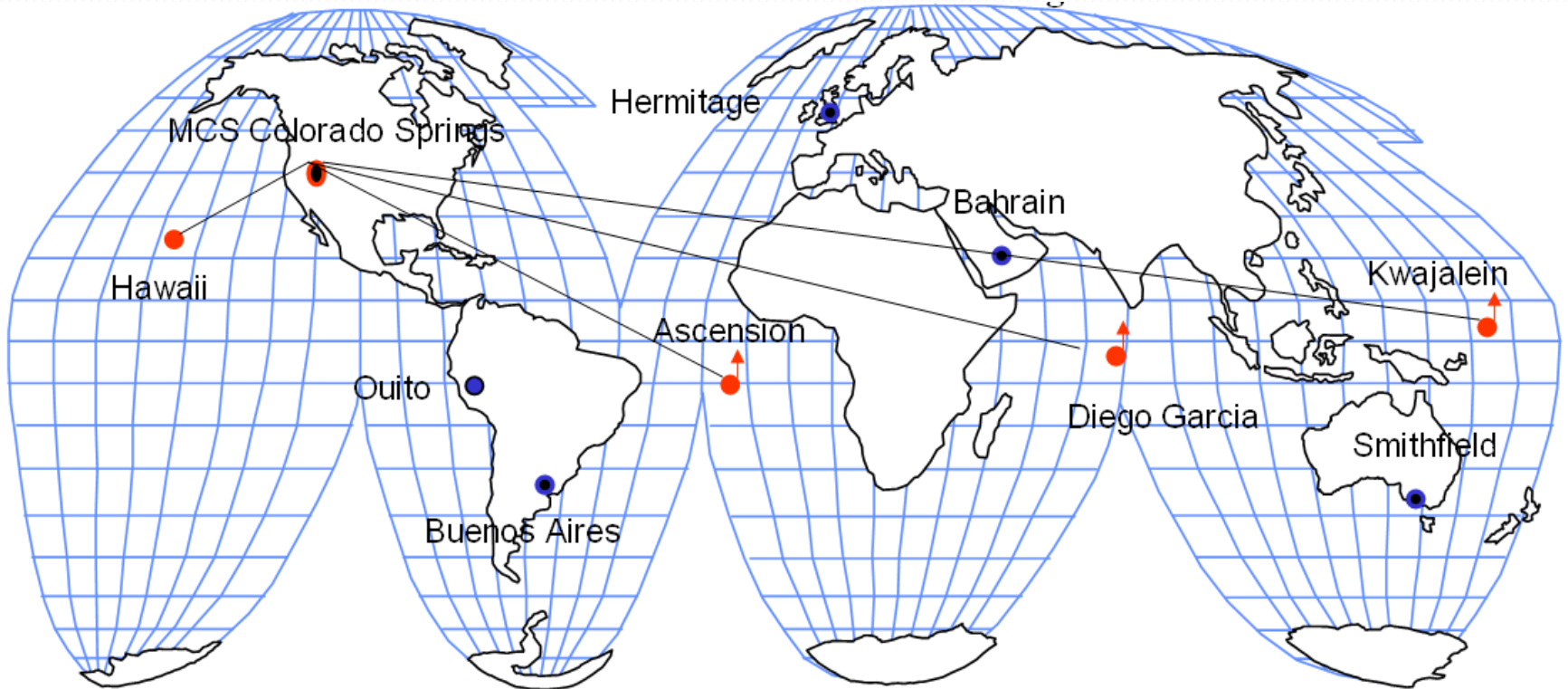


GPS Sistem Bileşenleri



GPS Kontrol Kısmı

- Ana Kontrol İstasyonu
- İzleme İstasyonları
- Yükleme (Upload) İstasyonları (Ne yükleniyor?)



GPS Kontrol Kısmı

Ana Kontrol İstasyonu:

Gözlem datalarını izleme istasyonlarından toplama ve uydu yörüngelerinin ve saat parametrelerinin hesaplanmasından sorumludur.

İzleme İstasyonu:

Pseudorange(Kod) datalarının ölçümünden sorumludur. Bu yörünge izleme ağı yayın efemerisi ve uydu saat modellemesinde kullanılır.

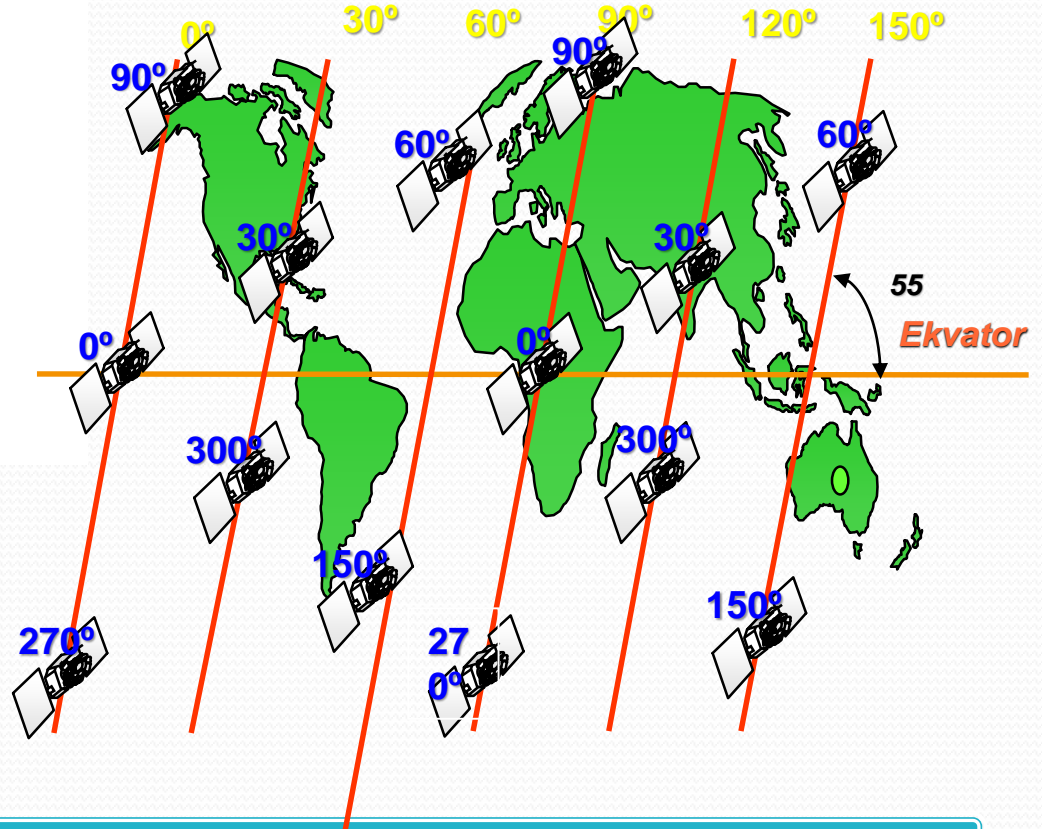
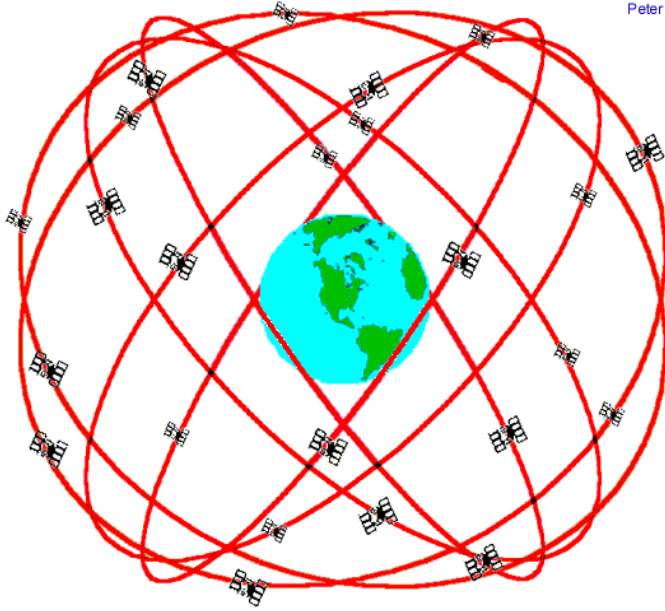
Yeryüzü Kontrol İstasyonları:

Uydulara yörünge bilgilerinin yüklenmesinden sorumludur.

GPS Uzay Kısmı

Peter H. Dana 9/22/98

Nominal uydu sayısı 24



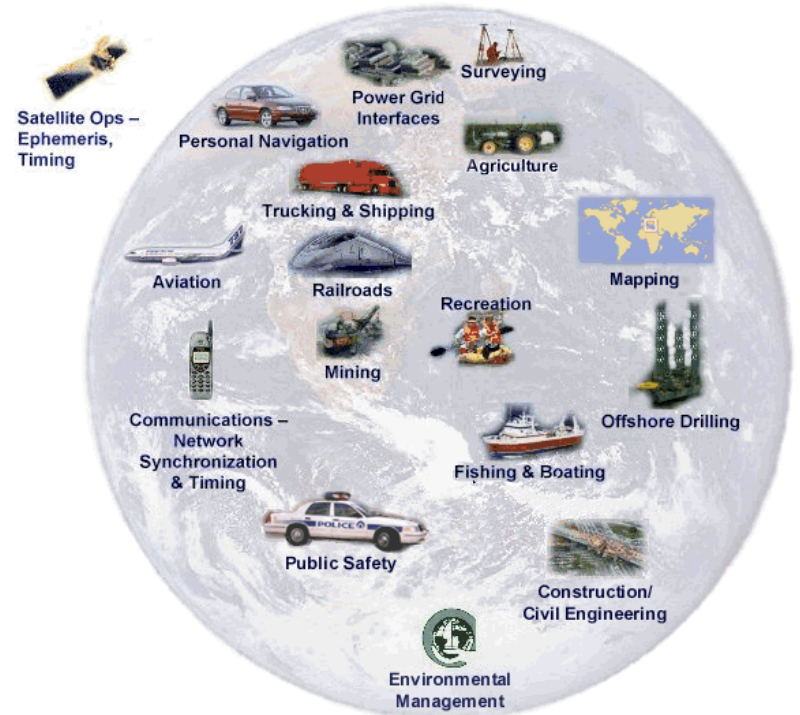
Şu an kaç uydu var?

GPS Uzay Kısımı

- 6 Yörünge düzlemi
- 24 Nominal Uydu
- Ortalama 20200 km Yörünge Yüksekliği
- 55° eğim açısı
- 12 Saatlik yörüngeler
- Planlanan ömürleri 7.5 yıl
- Farklı Sınıflandırmalar (Blok 1, 2, 2A, 2R & 2 F)

Bu verilerle uyduların çizgisel hızını yaklaşık olarak hesaplayabilir miyiz?

GPS Kullanıcı Kısmı



GPS Kullanıcı Kısmı

GPS Alıcıları kullanıcı kısmını oluşturur. GPS Alıcıları kullanım amaçlarına göre farklılık göstermektedir.

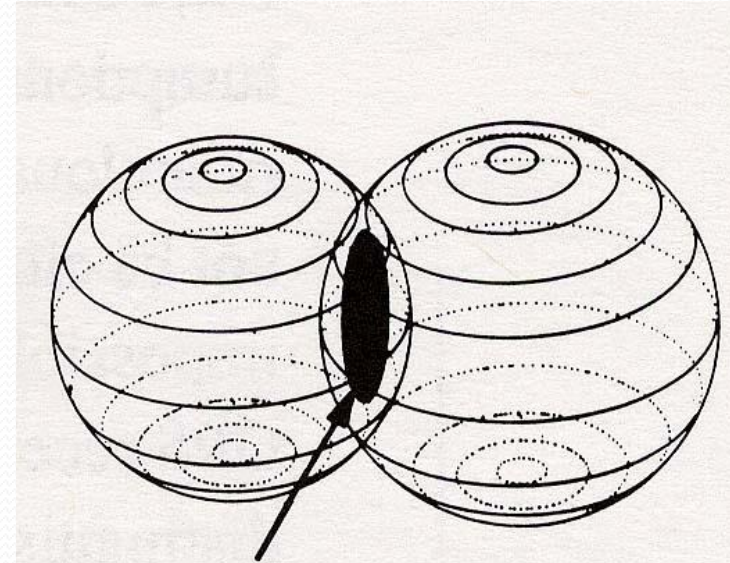
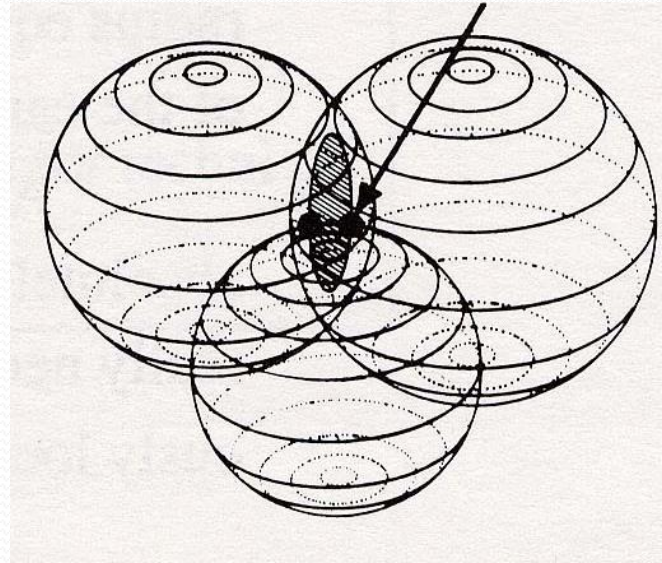
Sinyalleri iki farklı frekans üzerinden kullanıcıya gelir. Her iki frekansta da **kod** ve **faz** ölçümleri yapılabilir.

Örneğin, pratik amaçlar için kullanılan el alıcıları ekonomik olması için tek frekanslı ve sadece kod ölçümü yapabilen alıcılardır.

- **Tek Frekanslı – Kod Alıcıları** ~\$100
- **Tek Frekanslı – Kod+Faz Alıcıları** ~\$5000
- **Çift Frekanslı – Kod+Faz Alıcıları** ~\$15000

GPS ile Konumlama

- Temel olarak konumlama uydusu ile yerdeki alıcı arasındaki uzaklığın belirlenmesiyle gerçekleştirilir.
- Geometrik olarak üç uyduyla konumlama yapmak olanaklı gözükse de gerekli minimum uydusu sayısı dördür (nedeni daha sonra).



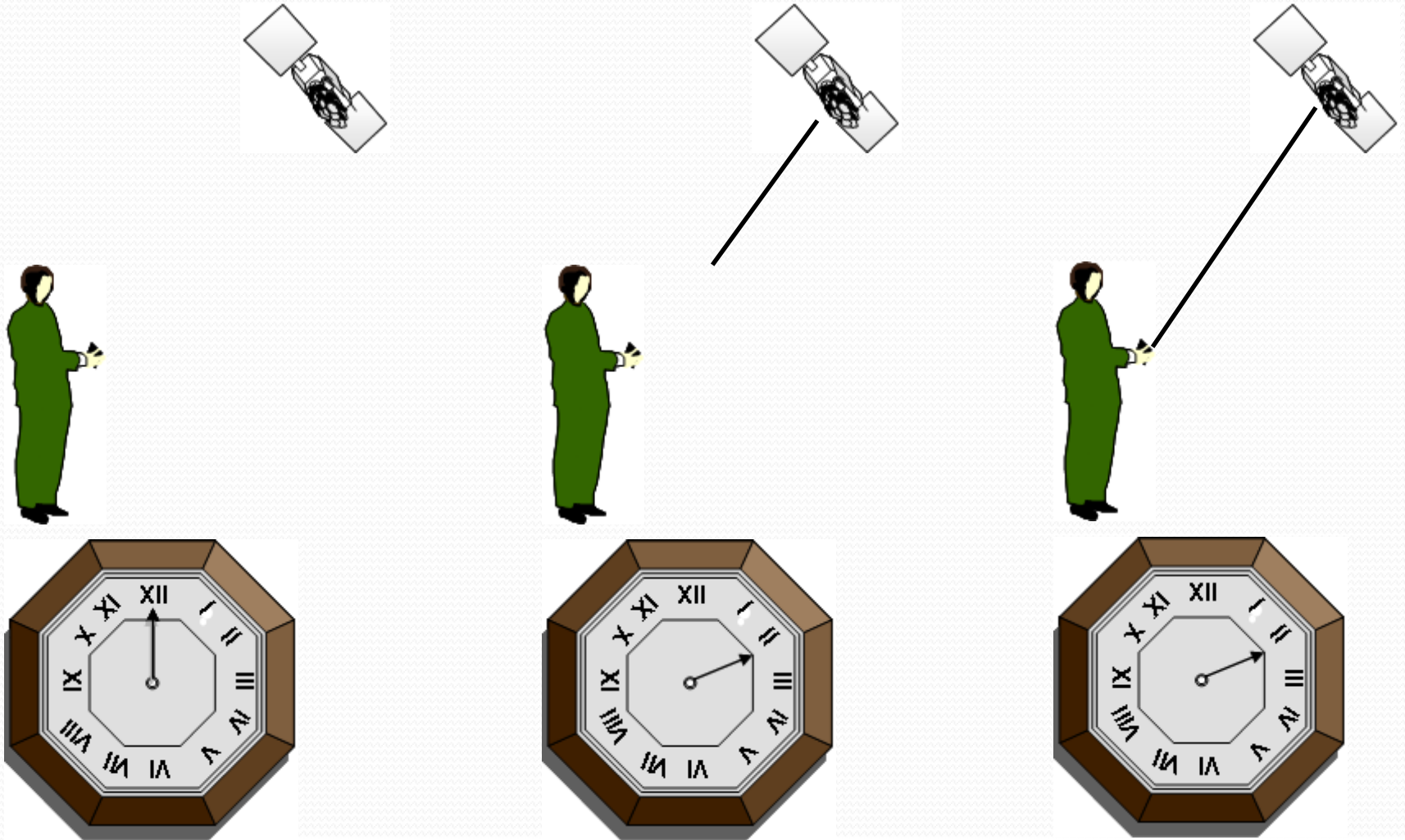
GPS ile Konumlama

- GPS temel olarak iki tür veri elde edilir: Kod ve Faz
- Uydu – Alıcı mesafesinin elde edilmesi ise sinyalin uydudan alıcıya ulaşınca kadar geçen zamanın ışık hızıyla çarpılması sonucu elde edilir.

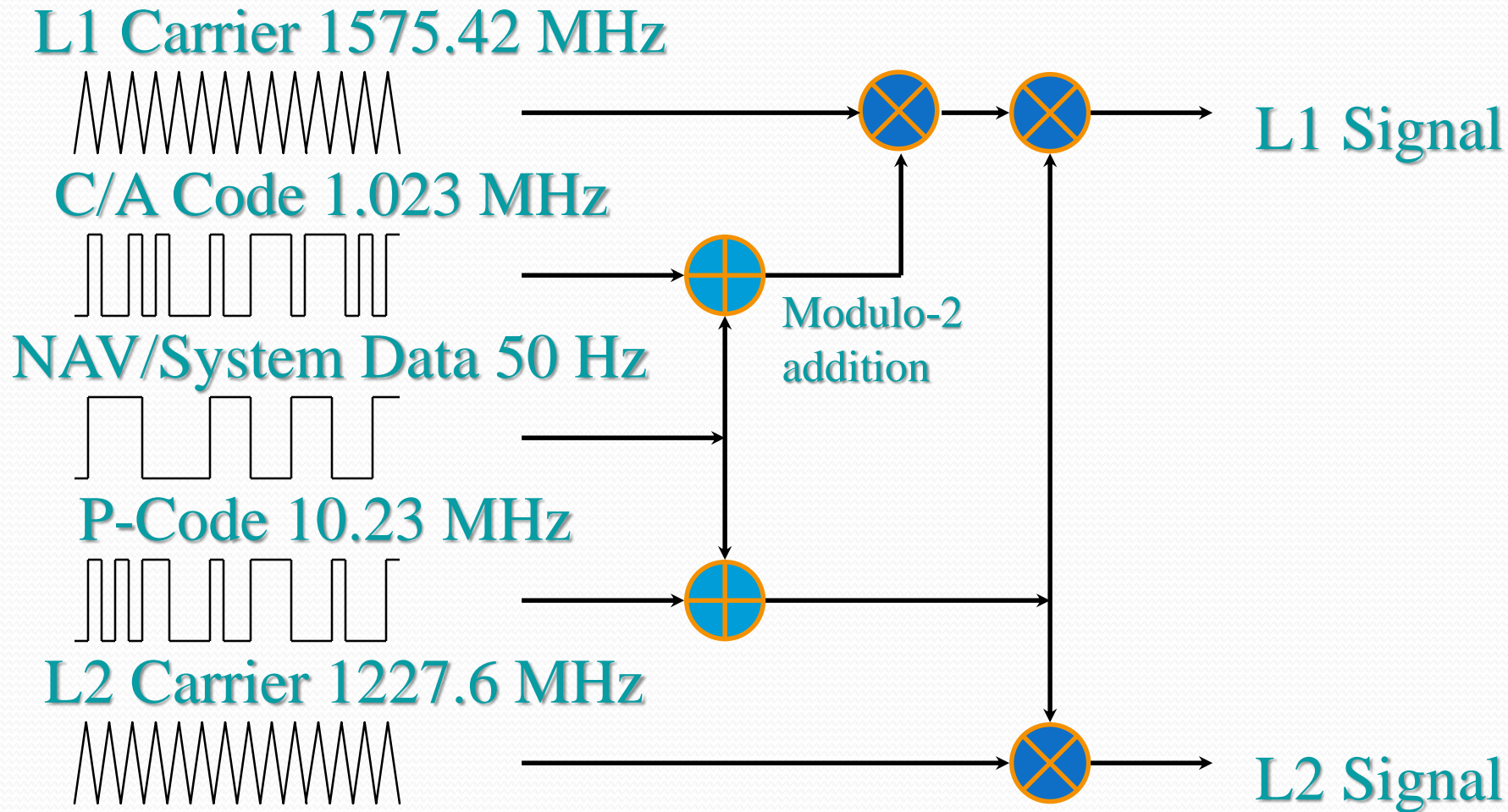
$$\text{Mesafe} = c \Delta t$$

- Sinyalin çıkış ve varış zamanı arasındaki fark ise uydu ve alıcı kodlarının karşılaştırılması ile elde edilir.

GPS ile Konumlama

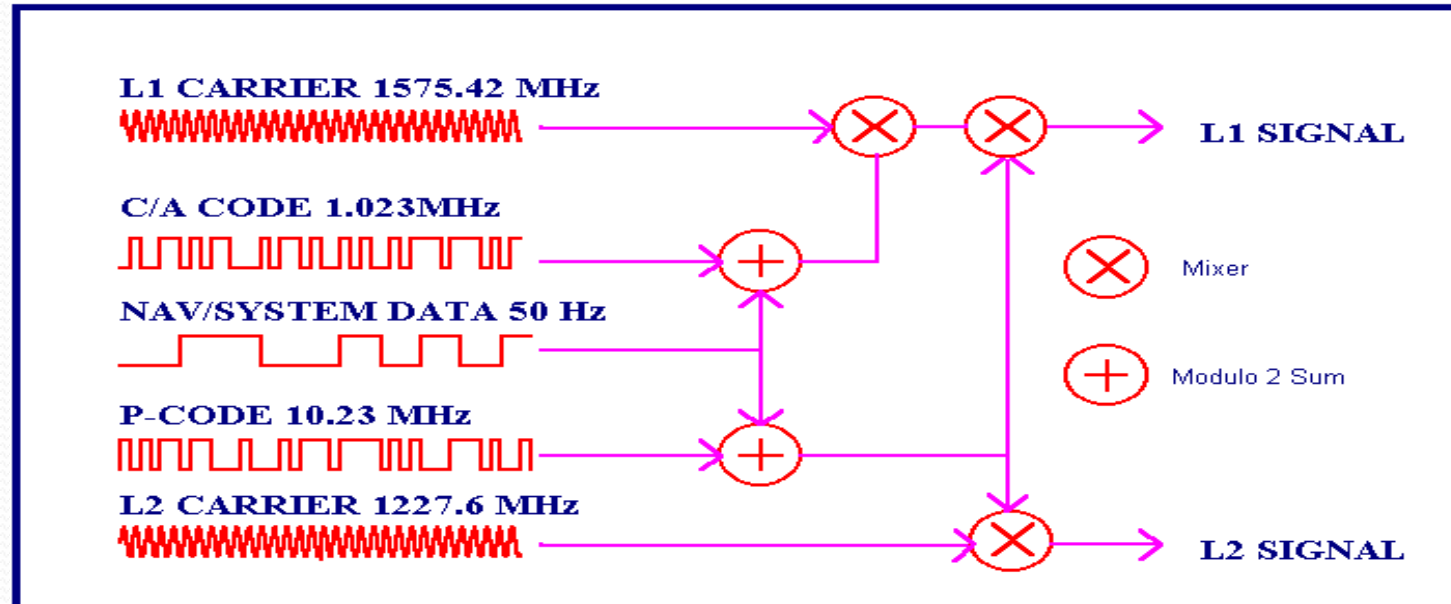


GPS Sinyal Yapısı

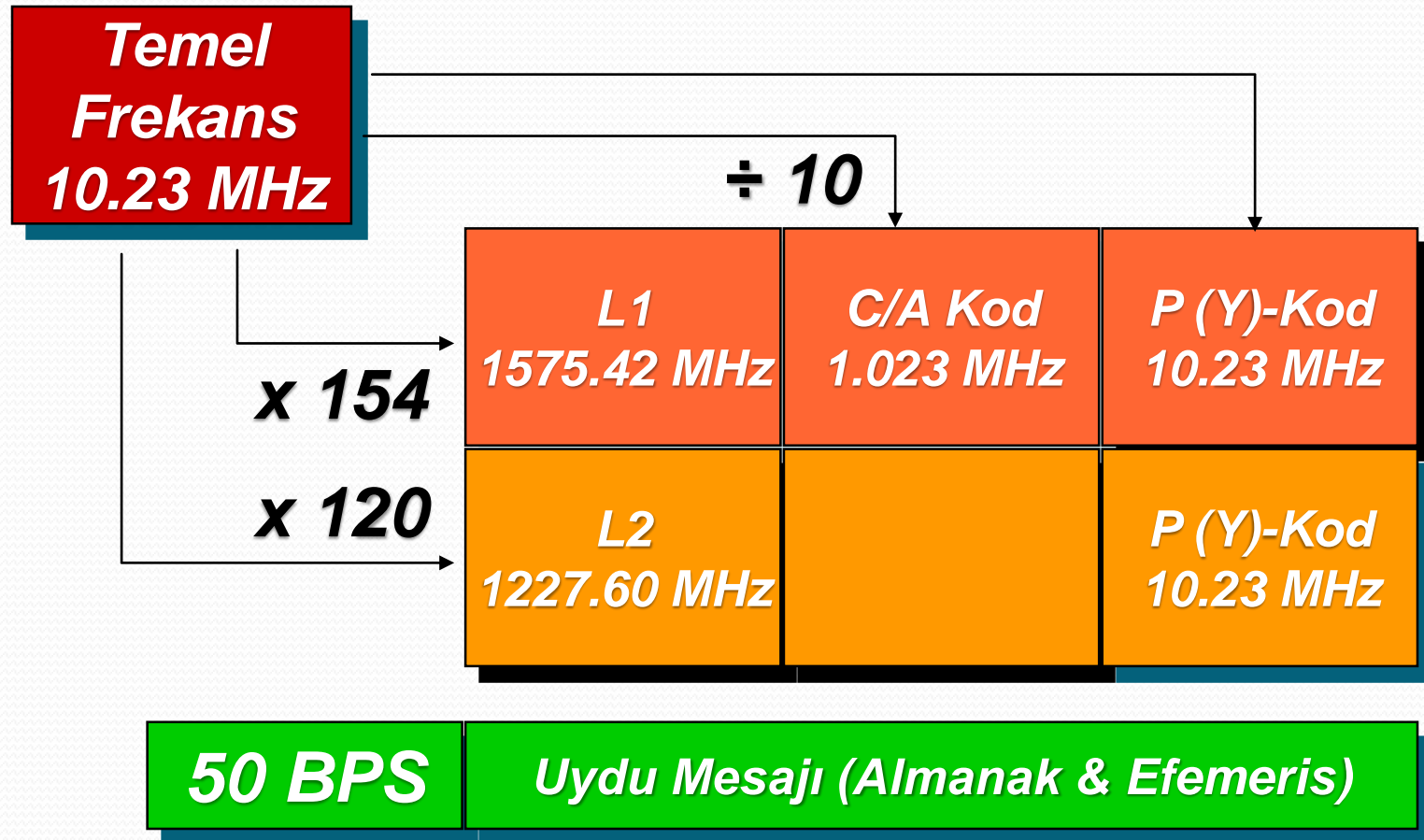


GPS Sinyal Yapısı

- İki farklı taşıyıcı dalga L1 ve L2 olarak isimlendirilir.
- Taşıyıcı dalgalar üzerine modüle edilen Kod'lar ise ikiye ayrılır:
- P-Kod (Protected/Precise)
- C/A-Kod (Coarse-Acquisition/Clear Access)



GPS Sinyal Yapısı



GPS Sinyal Yapısı

SİNYAL	YAPISI	FREKANS	DALGA BOYU	HATA
Temel Frekans	f_0	10.23 Mhz	30 m	0.3 m
L1 Taşıyıcısı	$154f_0$	1575.42 MHz	19 cm	1.9 m
L2 Taşıyıcısı	$120f_0$	1227.60 MHz	24 cm	2.4 m
P-Kodu	f_0	10.23 MHz	30 m	0.3 m
C/A Kodu	$f_0/10$	1.023 MHz	300m	3 m
Navigasyon Mesajı	$f_0/20460$ 0	50 Hz		

C/A-Kod

- Halihazırda sadece L1 taşıyıcı dalgası üzerine modüle edilmiş durumdadır (L1C).
- GPS Modernizasyonu kapsamında L2 taşıyıcı dalgası üzerine de modüle edilmeye başlanmıştır (L2C).
- 1 Mhz frekansında tekrar eden ve pseudo random noise (PRN) olarak ifade edilen dizilime sahiptir.
- 1.023 MHz frekansında olduğundan bir çip (dalga boyu) uzunluğu yaklaşık 300 metredir.

C/A-Kod

- C/A PRN 1023 bit'den oluşur ve dolayısıyla her 1 milisaniyede bir tekrar eder.
- C/A kod PRN dizilimleri bilinmektedir. Bu şekilde ticari GPS alıcıları erişim sağlar.
- Her bir uydu için C/A PRN farklıdır. Alıcılar, farklı uyduları bu şekilde ayırt eder.
- Sivil kullanıma açık olan kod budur. El alıcıları bu kod ölçümlerini bu kod ile kullanarak yapar.

P-Kod

- Hem L1 hem de L2 üzerine modüle edilmiştir.
- Uzun bir kod serisi olup, tekrar etmesi yaklaşık yedi gün sürer (10Mhz)
- Yanıltıcı sinyal yayılmasını (Anti-Spoofing) önlemek için gizli W-Kod ile kriptolanmıştır.
- Kriptolanmış haline Y-Kod adı verilir. Bu kod ölçüsünü alabilmek için alıcılarda her bir kanal için AS (Anti-Spoofing) modülü olması gerekir.
- Sadece A.B.D. askeri kullanıcılarına açıktır.

Navigasyon Mesajı

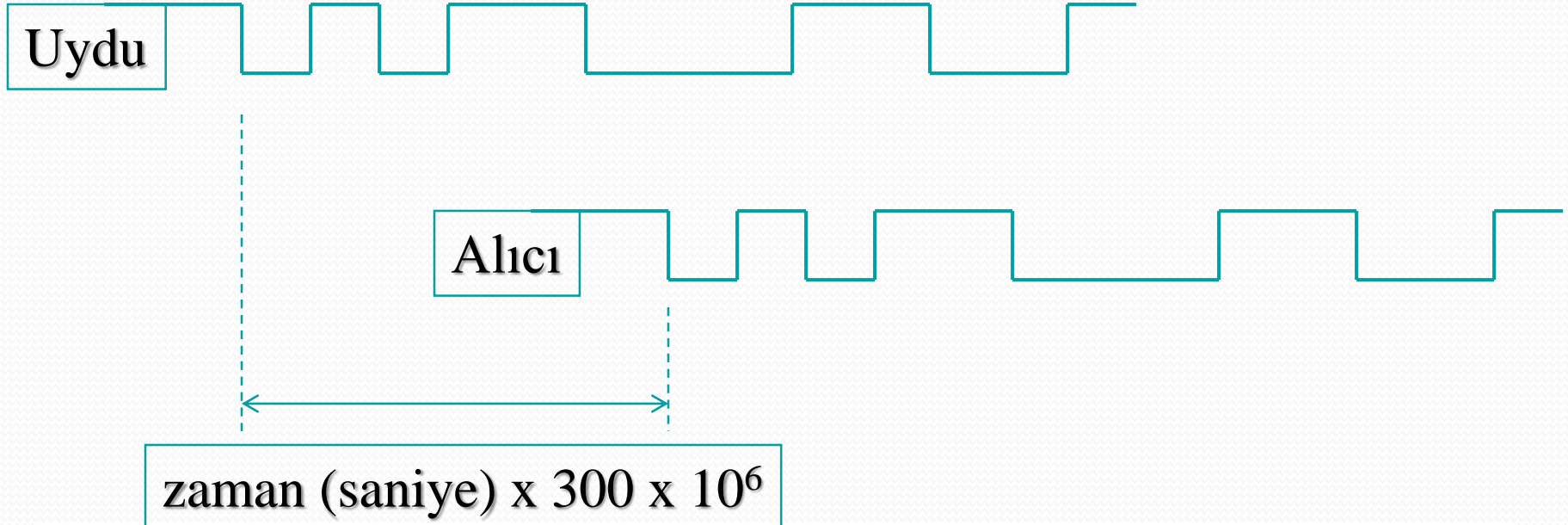
- Navigasyon mesajı, kod'lara göre daha yavaş bir dizi olup, 50 Hz frekansında modüle edilmektedir.
- Navigasyon mesajı, GPS uydu yörüngeleri, uydu saat düzeltmeleri ve diğer sistem parametrelerini içerir.
- L1 taşıyıcı dalgası üzerine modüle edilmiştir.
- Alıcılar, uyduların koordinatlarını navigasyon mesajı yardımıyla bulurlar.

GPS Kod Ölçüleri

- GPS sinyalinin alıcıya gelene kadar olan gecikmesi uydu–alıcı mesafesinin bir fonksiyonudur.
- Alıcılar sinyalin bu zaman farkını (çıkış-varış) doğrudan kod'ları karşılaştırarak bulurlar.
- Alıcılar, her bir uydu için PRN dizilerini bilmektedirler. Toplam 37 ayrı PRN dizisi vardır (ikisi aynı). Bu diziler birbirleriyle korelasyonu minimum olacak şekilde seçilmiş olup Gold Kod olarak isimlendirilir.

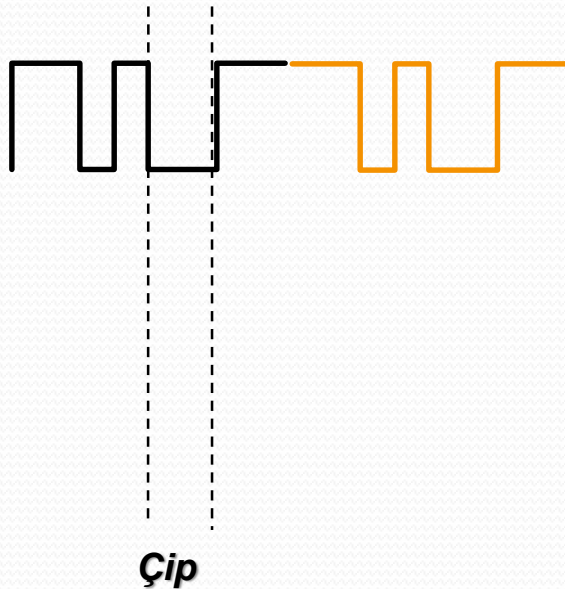
GPS Kod Ölçüleri

- Alıcılar, kendi içlerinde ürettikleri kod dizisini uydudan aldıkları ile karşılaştırarak sinyal gecikmesini bulurlar.



GPS Kod Ölçüleri

- Alıcılar genel olarak çip uzunluğunun 1/100 duyarlığında ölçüm yapabilmektedir.
- Faz ölçüleri için kullanılan dalga boyları kod ölçülerindeki çiplere karşılık gelmektedir.



- C/A Kodun çip uzunluğu 300 m
- P Kod çip uzunluğu 30 m.

GPS Faz Ölçümleri

- Kod ölçümleri zaman farkı ile ışık hızının çarpılması sonucu mesafe cinsinden elde edilir.
- Faz ölçümleri devir (cycle) cinsinden elde edilmekle birlikte dalga boyuyla çarpılarak mesafeye dönüştürülür. Bu anlamda faz ölçümleri kod ölçümlerine benzetilebilir.
- Faz ölçümleri hem L1 hem de L2 taşıyıcı dalgaları üzerinde yapılabilir.
- L1 taşıyıcı dalgasının boyu ~ 19 cm iken, L2 taşıyıcı dalgasının boyu ~ 25 cm dir.

GPS Faz Ölçümleri

- Dalga boyları kod çiplerine göre çok daha kısa olduğundan yüksek duyarlık sağlarlar (Çip uzunluğunun 1/100'ü).
- Faz ölçüsü yapabilen alıcılar daha karmaşık bir yapıya (Phase-tracking loop) sahip olup kod alıcılarına göre çok daha pahalıdırlar.
- Faz ölçüleri, kod ölçüleri ile ihtiyaç duyulan duyarlık sağlanamadığı durumlarda kullanılır.

GPS Faz Ölçümleri

- Taşıyıcı dalga ölçümlerindeki en önemli sorun, alıcının uydu sinyalini aldıktan sonraki mesafe değişimlerini elde etmesi, ilk baştaki alıcı-uydu mesafesinin sadece ondalık kısmının bilinmesidir (Tam sayı).
- Bu nedenle, yardımcı sistemler (düzeltici) olmadan faz ölçüleri ile anlık konumlama yapılamaz.
- Başlangıç tam sayı faz belirsizliği nedeniyle, faz ölçüleri ile konumlama için çeşitli teknikler geliştirilmiş olup, sonraki bölümlerde değinilecektir.