

HASSAS TARIM 2. HAFTA

Dr. Öğr. Üyesi Bahadır Demirel



KÜRESEL KONUM BELİRLEME SİSTEMİ

GİRİŞ

Uydularla konum belirleme tekniklerinin başında gelen GNSS (Global Navigation Satellite System) sistemi halen çalışmakta olan;

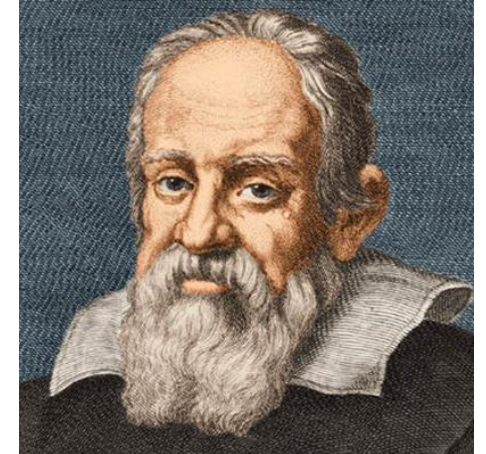
- ABD tarafından kurulan The **NAVSTAR GPS** (Navigation System With Time And Ranging Global Positioning System)
- Rusya federasyonu tarafından kurulan **GLONASS** (Global Navigation Satellite System)
- Avrupa Birliği ülkeleri tarafından kurulan **GALILEO** uydularından oluşmaktadır.



Çin Halk Cumhuriyeti tarafından kurulmakta olan **COMPASS** üzerinde çalışmalar halen devam etmekte ve 2020 yılına kadar tamamlanması hedeflenmektedir.

ABD'nin kurmuş olduğu GPS sisteminin askeri ve sivil alanda yaygın kullanımı ve ekonomik getirisi uydu ölçmelerini cazip hale getirmiştir.

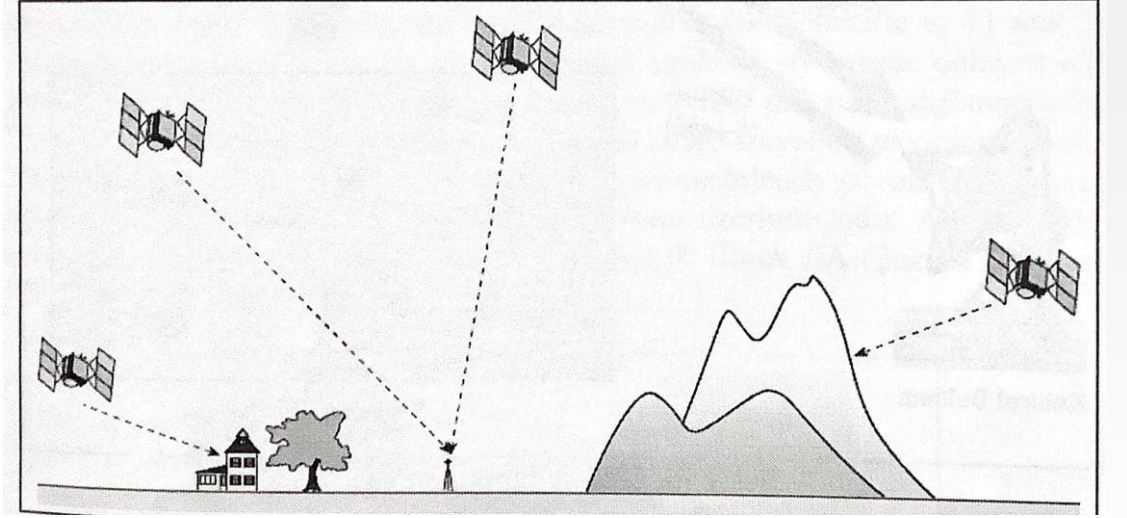
Teknolojik gelişmelerden geri kalmamak ve askeri ve sivil çalışmalarını yürütmek amacıyla Rusya kendi uydu konumlandırma sistemini GLONASS sistemini geliştirmiştir. AB ise bu sürece ayak uydurmak için GALILEO sistemini kurmuştur.



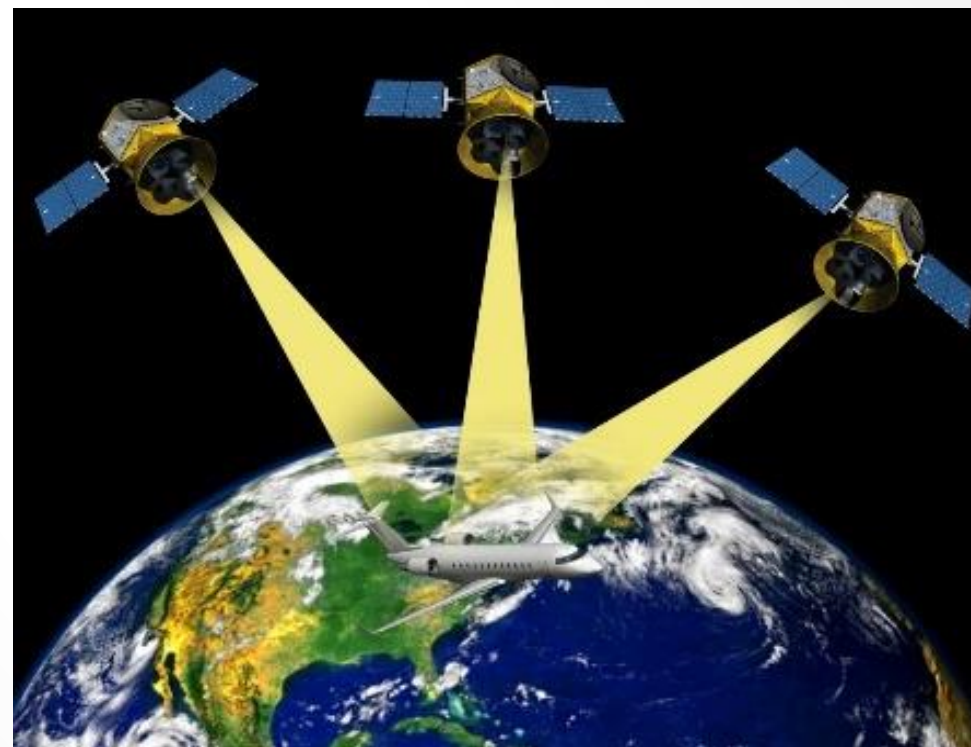
GLONASS sistemi **uzay, kontrol ve kullanıcı** bölümü olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır. Kontrol bölümü, sistem kontrol merkezi ve Rusya'ya dağılmış izleme istasyonlarından oluşmaktadır. Görevi, GPS kontrol bölümü ile aynıdır.

GALILEO sistemi **uzay, kontrol ve kullanıcı** bölümü olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır.

Her üç sistemin kendine özgü bazı özellikleri olmakla birlikte, en yaygın kullanıma sahip olan GPS'in alıcı anteni mutlaka açık gökyüzünü görmesi gerekmektedir. Bu nedenle kapalı yerlerde, çok sık ağaçlıklı bölgelerde ve madenlerde kullanılamamaktadır.



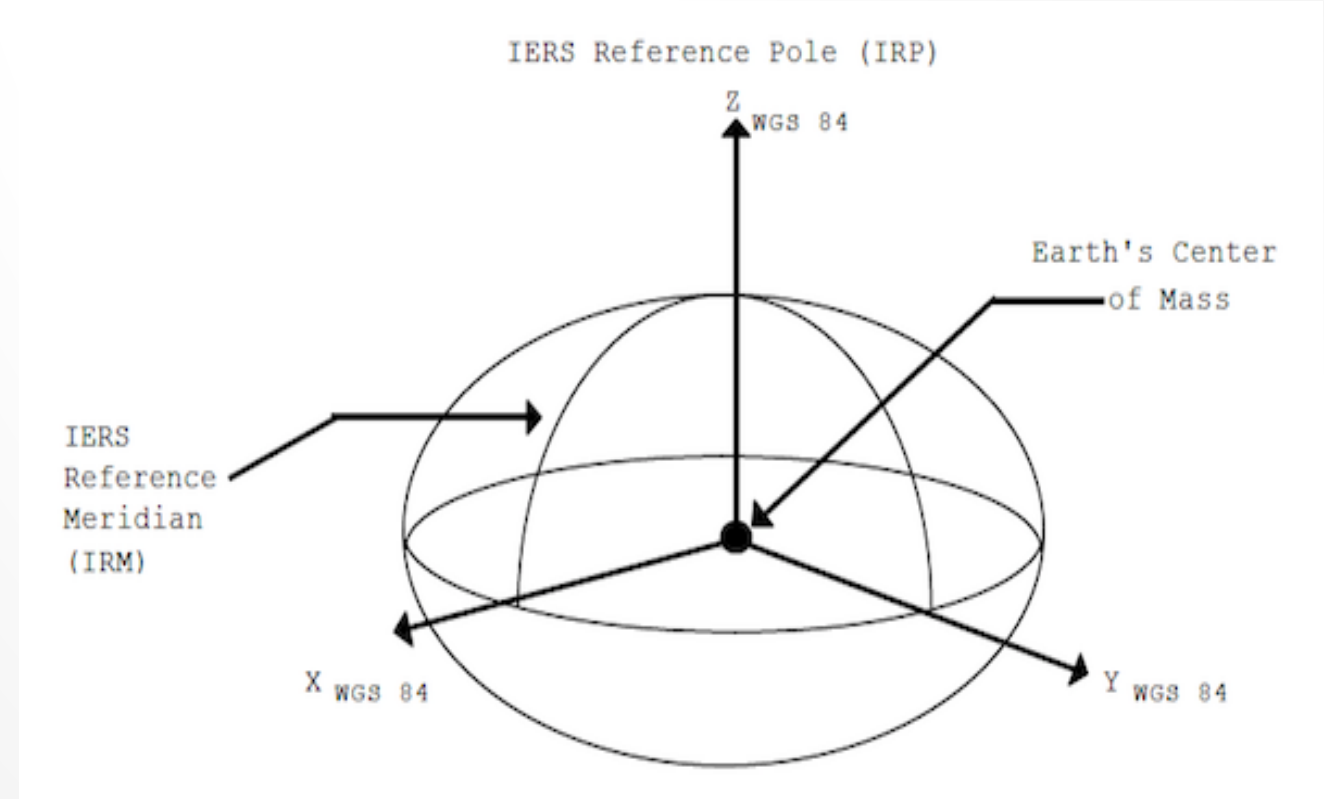
Uydu sinyalleri binaların, ağaçların ve dağların varlığı ile engellenebilir.



GPS sistemi, WGS 84 (World Geodetic System 1984) sistemini kullanmaktadır ve yeryüzünde bulunduğunuz noktayı 90 m yüksekliğe kadar kesin bir şekilde bulabilmektedir.

WGS84, GPS için standarttır.

Referans koordinat sistemi olarak kullanır.



GPS'in Bölümleri

GPS, üç bölümden oluşmaktadır;

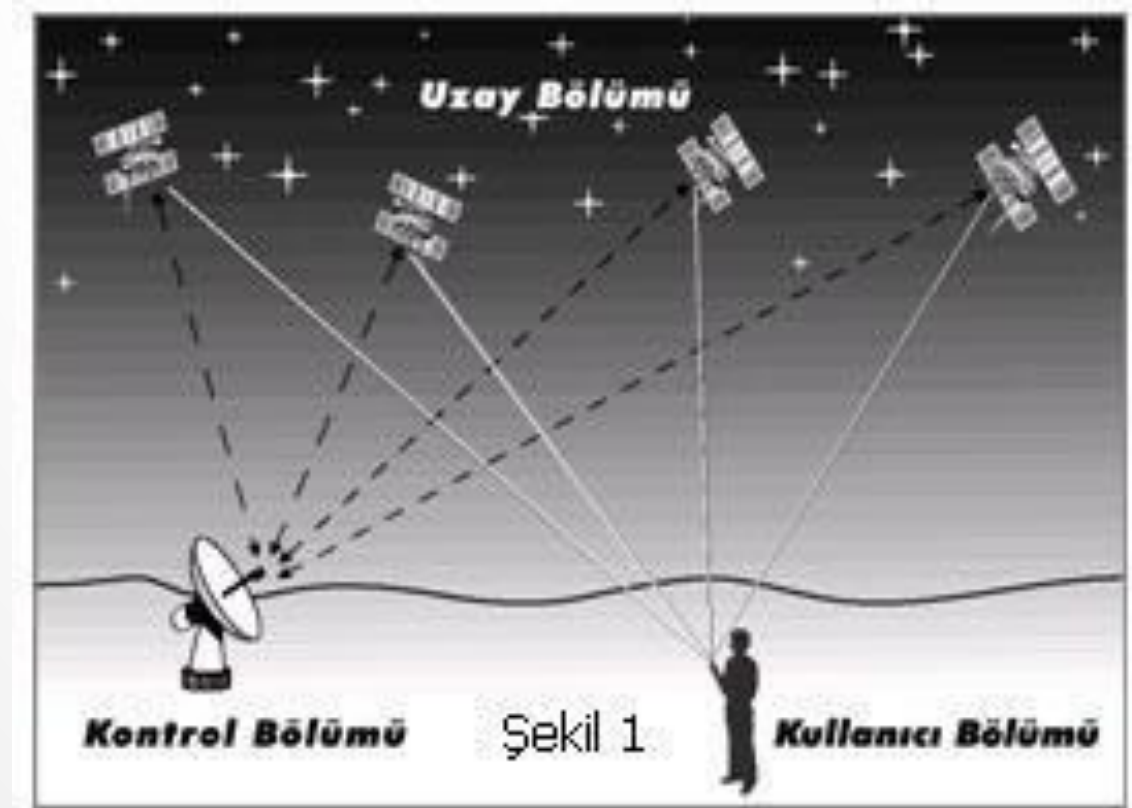
Uzay bölümleri: GPS uyduları sistemleri ile ilgilenir.

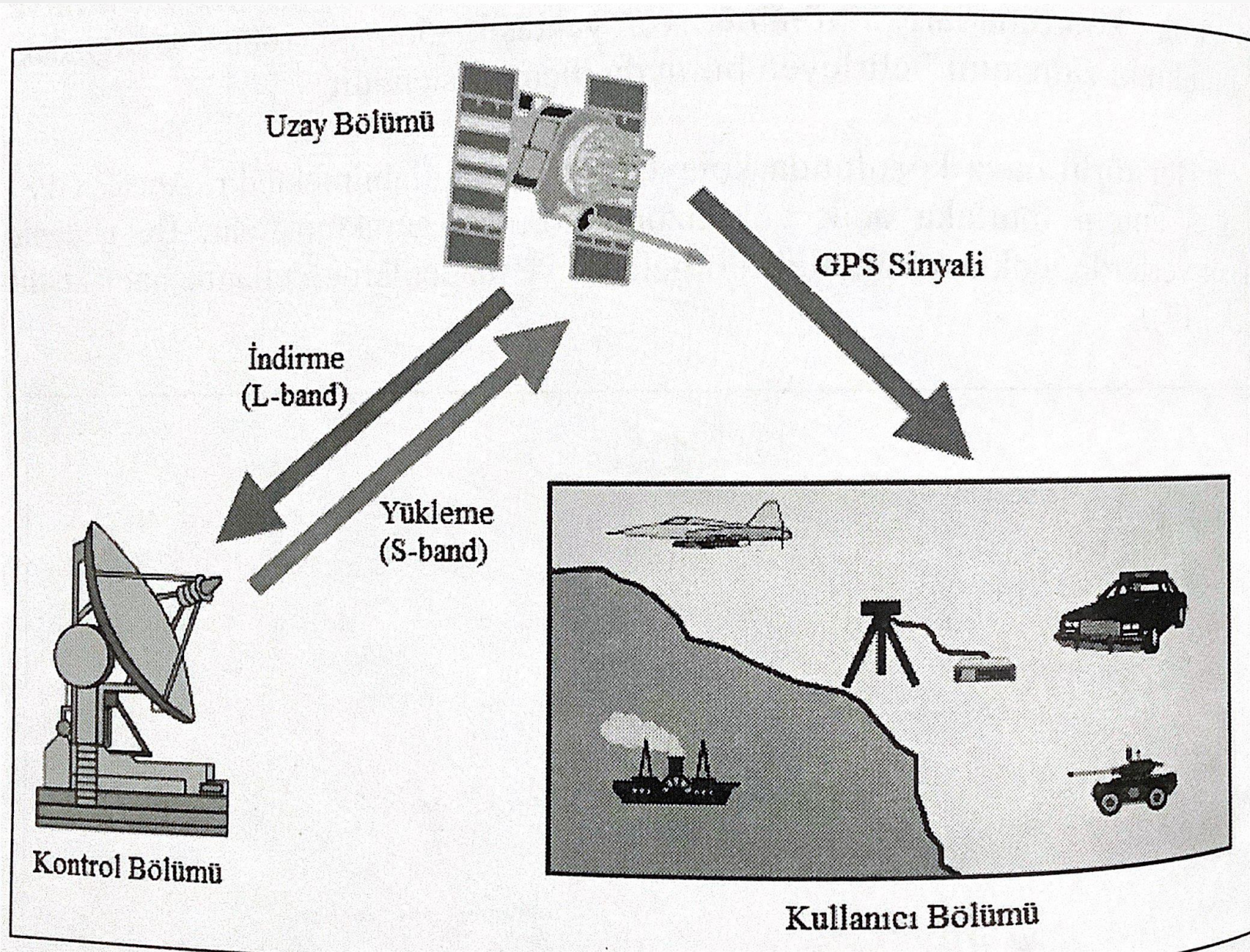
Kontrol bölümü: zemin tabanı zaman ve yörünge kontrolü tahminini tanımlar

Kullanıcı bölümü: çeşitli mevcut GPS alıcısını ve uygulamasını ele almaktadır.

Uzay bölümü ile kullanıcı bölümü arasında tek yönlü iletişim vardır.

Kontrol istasyonu, iki yönlü iletişim sağlayan zemin antenleri ile donatılmıştır.

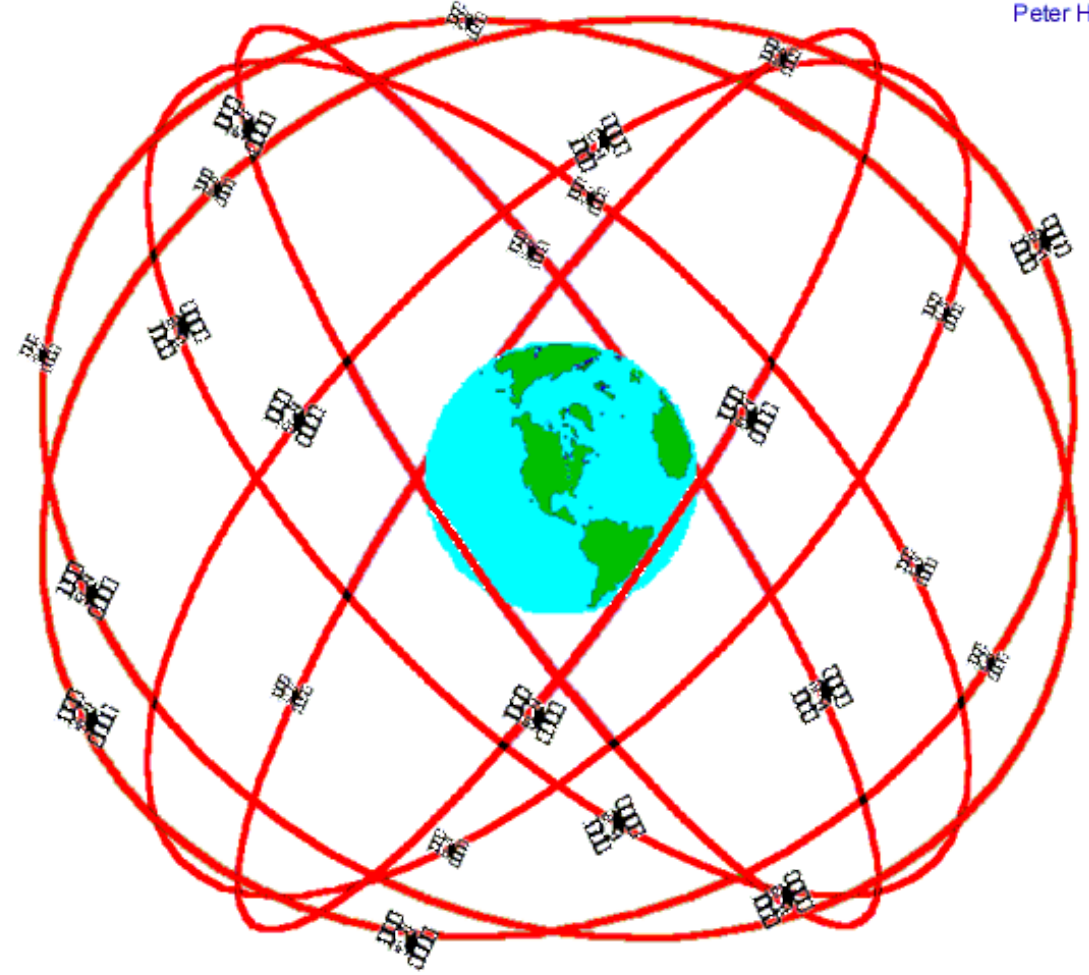




GPS'in bölümleri

Uzay Bölümü

Ekvator ile 55 derecelik eğim yapan 6 yörünge düzlemi üzerine yerleştirilmiş 21 esas ve 3 yedek olmak üzere toplam 24 uydudan oluşacak şekilde planlanmıştır

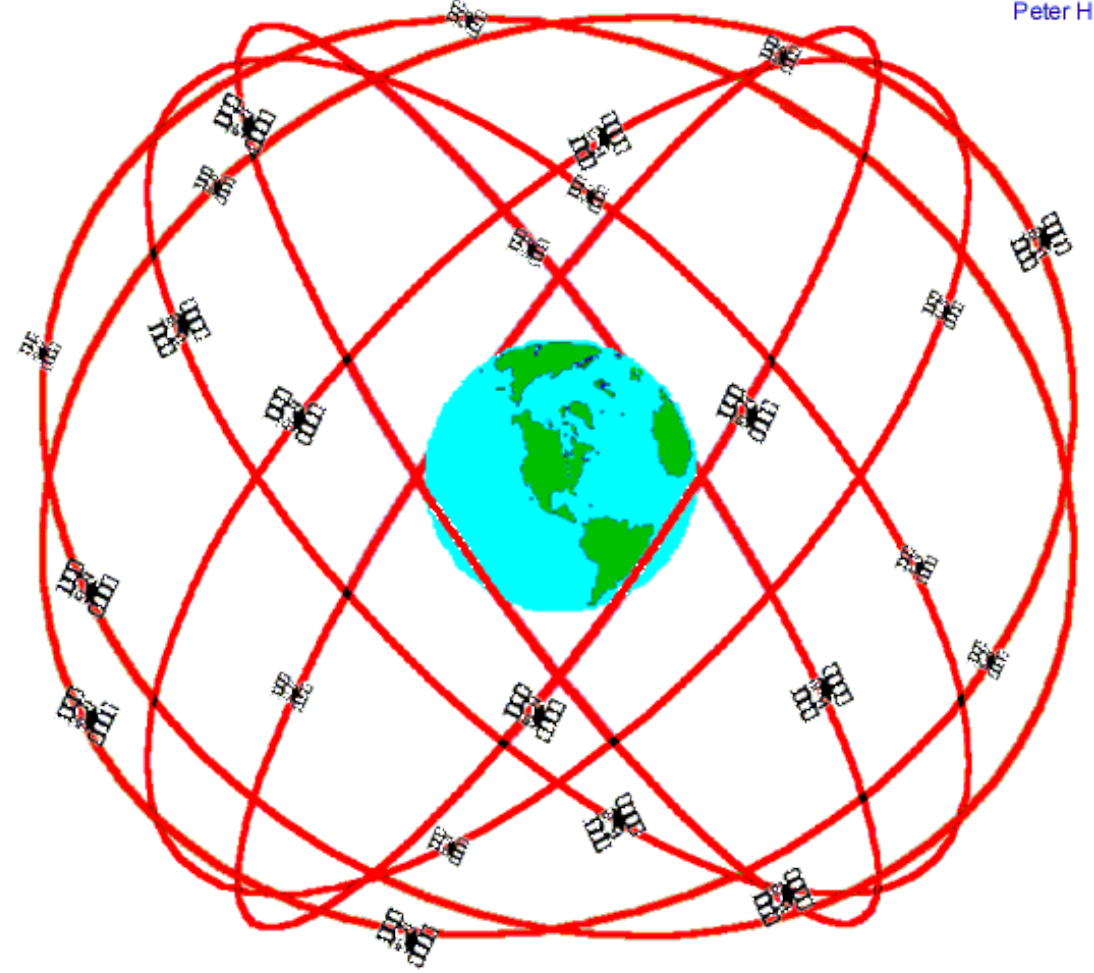


GPS Nominal Constellation
24 Satellites in 6 Orbital Planes
4 Satellites in each Plane
20,200 km Altitudes, 55 Degree Inclination

Uydular, yerçekiminin en az olduğu Dünya yüzeyinden 20.180 km yükseklikte, saatte 10000 km hızla yörüngesinde hareket etmekte ve 11 saat 58 dakikada dünya çevresinde bir tur atmaktadır. Uydular yörüngede dolaşım için gerekli güçlerini bütünleşmiş güneş paneli ve nikel kadmiyum pillerden sağlamaktadır.



Block IIA uydusu



GPS Nominal Constellation
24 Satellites in 6 Orbital Planes
4 Satellites in each Plane
20,200 km Altitudes, 55 Degree Inclination

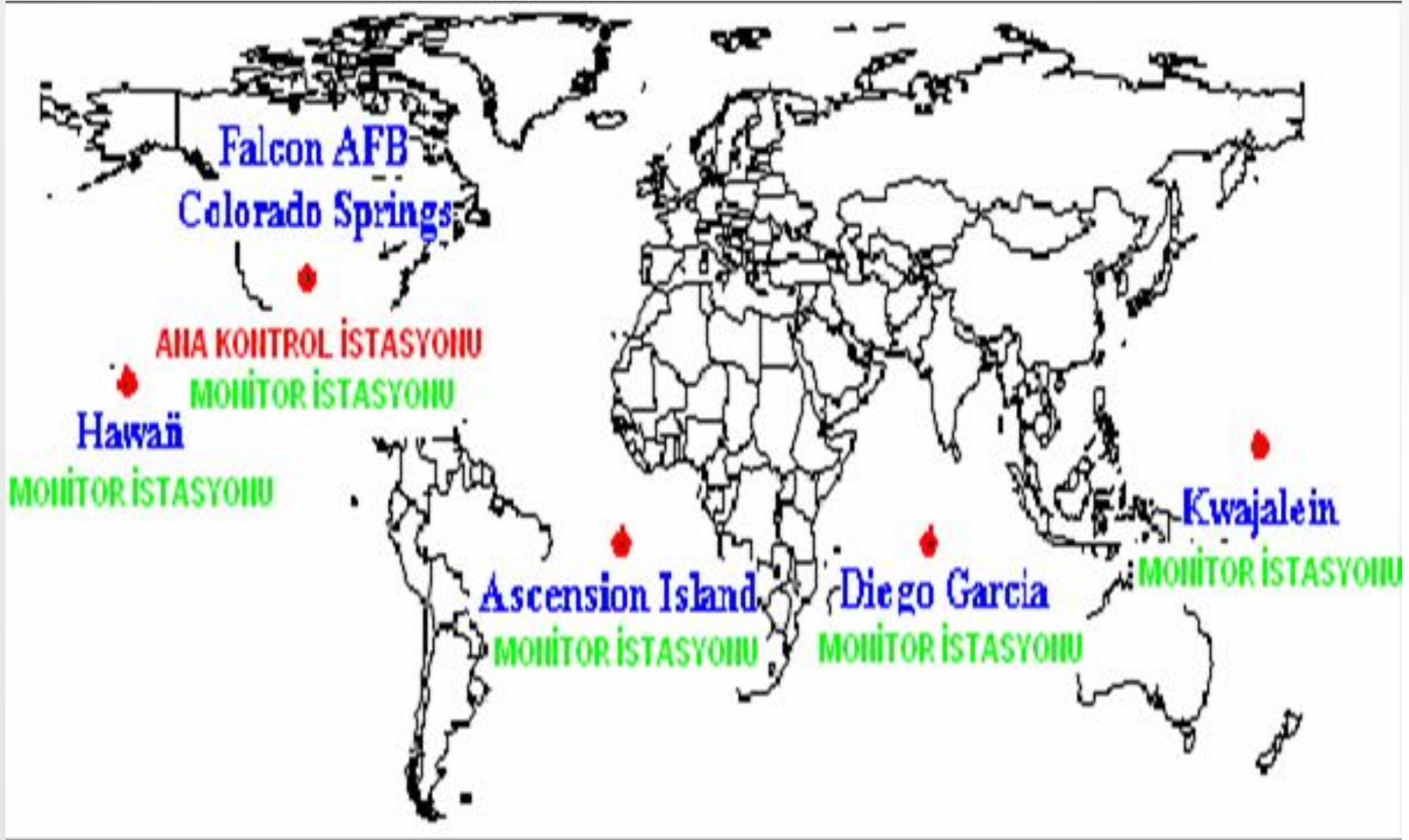
Kontrol Bölümü

Uydularda zamanlama 4 atomik saatle (2 rubidyum ve 2 sezyum) sağlanmaktadır. Bu saatler sezyum ve rubidyum atomlarının osilasyonunu ve dolayısıyla zamanı ölçerler. Uydu yörüngelerinde ufak sapmalarda meydana gelebilmektedir. Bu sapmaların hesaplanması için kontrol bölümü uyduları, yörünge bilgilerini sürekli olarak izler. Elde edilen bu hata verileri ana kontrol merkezine ulaştırmakta ve düzeltme mesajlarının belirli aralıklarla uydulara yüklenmesi gerekmektedir.



Kontrol bölümü 3 bölümden oluşmaktadır.

- 1. İzleme İstasyonu:** GPS uydularını izlemek ve yörüngelerini hesaplamak amacıyla, Colorado Springs, Hawaii, Kwajalein, Ascension Island ve Diego Garcia 'da 5 izleme istasyonu bulunmaktadır.
- 2. Ana Kontrol İstasyonu:** izleme istasyonlarından gelen verileri toplar. Uyduların yörüngelerini ve uygulamadaki saat düzeltme değerlerini hesaplayarak bu değerleri yer antenlerine iletmektedir.
- 3. Yer Antenleri:** ana kontrol istasyonundan gelen düzeltilmiş bilgileri, belirli aralıklarla uydulara yükler. Uydular ile yer antenleri arasındaki bilgi alışverişi 1783.74-2227.5 MHz, S-bant üzerinden yapılmaktadır.

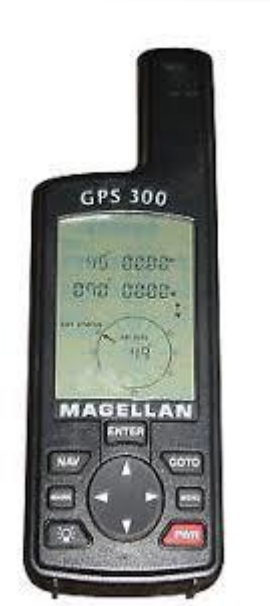


GPS kontrol bölümü istasyonlarının konumları ve işlevleri

Kullanıcı Bölümü

Uydulardan gelen sinyalleri anteni aracılığıyla alabilen GPS alıcıları, kullanıcı bölümünü oluşturmaktadır. Farklı duyarlıklara sahip olabilen GPS alıcıları bulunmaktadır. Ayrıca GPS alıcı ve anteni bütünleşik cihazlarda mevcuttur. Böyle bir gözlem seti:

- GPS alıcısı ve yazılımı
- GPS anteni de anten kablosu
- Alet sehpası
- Batarya
- Üç ayaklı düzeç bölümlerinden oluşmaktadır.



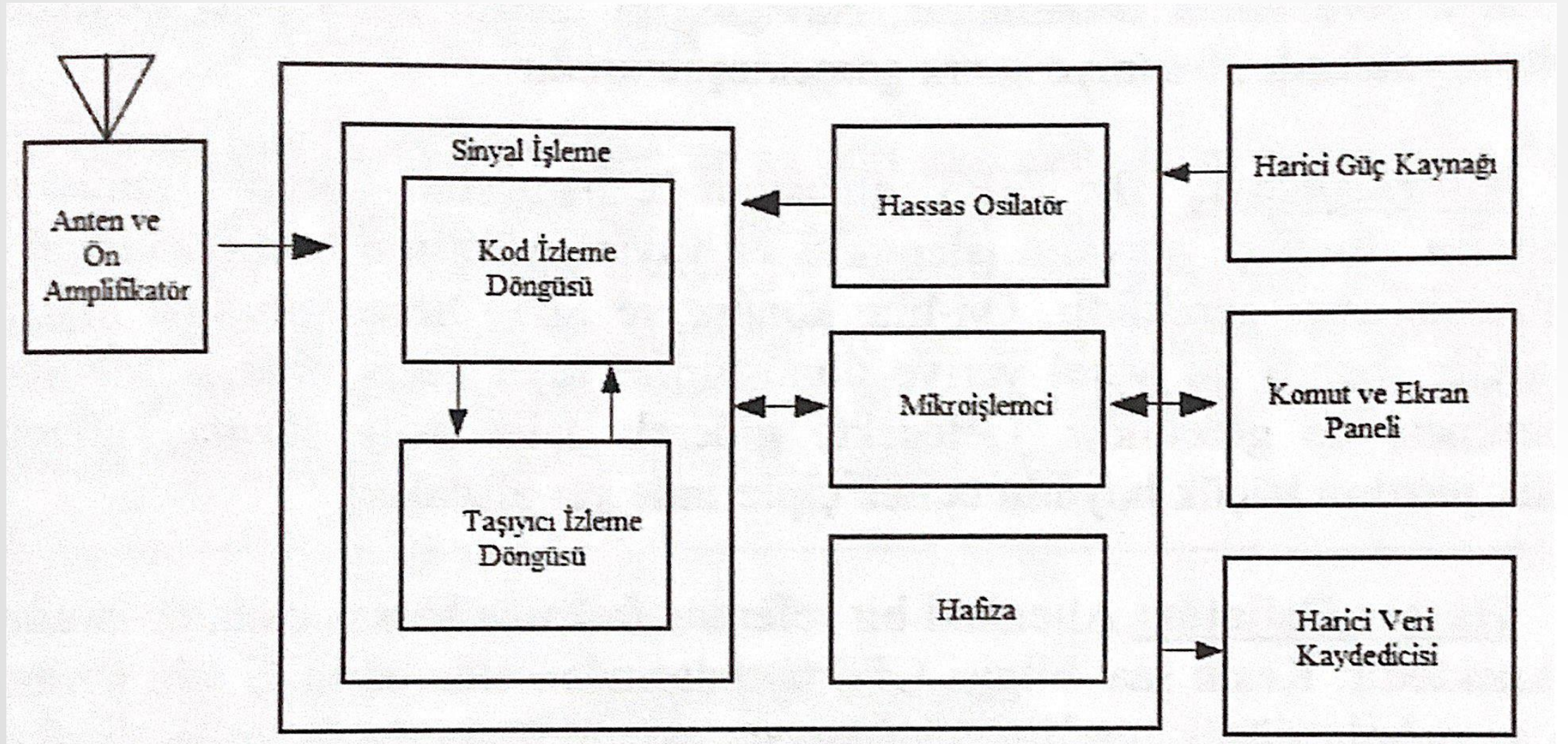
GPS Alıcısı Temel Kavramları ve Bileşenleri

Bir GPS alıcısı açıldığında, en son ne zaman ve nerede çalıştırıldığı ortaya çıkmaktadır. Tüm alıcılar, coğrafi konum için kullanılacak her bir uydudan elde edilen efemeris (konum bilgisi) verileriyle birlikte zamanı bilmeli ve sistem için almanak (referans zamanı) verilerini elde etmelidir.

Uydu verilerinde ufak sapmalar meydana gelebilmektedir. Bu sapmaların hesaplanması için kontrol bölümü uyduların yörünge bilgilerini sürekli olarak izler. Elde edilen bu hata verileri ana kontrol merkezine ulaştırılmakta ve düzeltilerek buradan uydulara geri gönderilmektedir.

Bir GPS alıcısının ana bileşenleri;

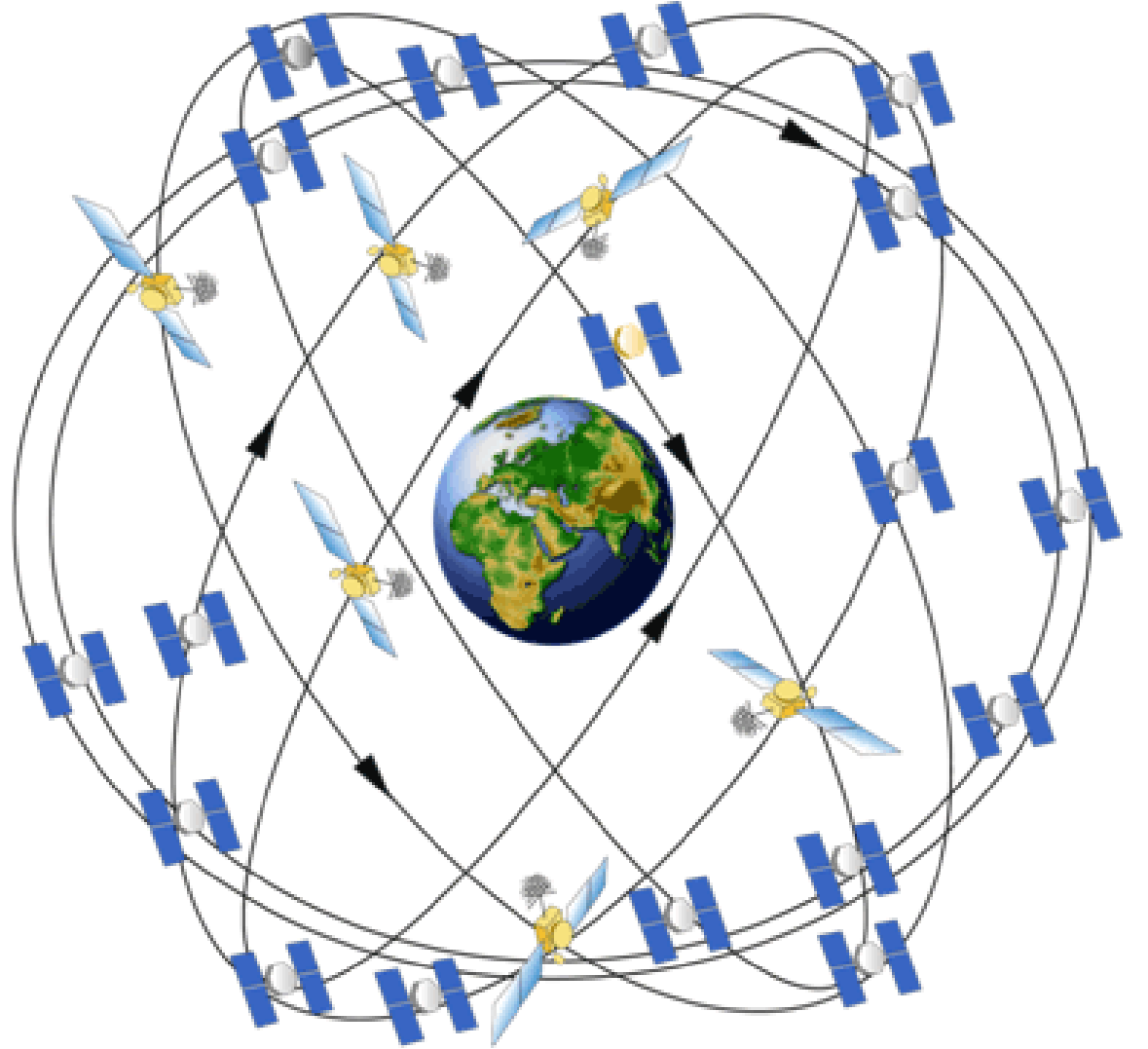
- **Ön Amplifikatör anten:** GPS uyduları tarafından iletilen elektromanyetik dalga sinyalini algılar ve dalga enerjisini elektrik akımına çevirir, sinyal gücünü güçlendirir ve alıcı elektroniklerine gönderir.
- **Sinyal tanımlama ve sinyal işlem özelliğine sahip RF bölümü:** Gelen GPS sinyallerini RS bölümünde daha düşük frekansa dönüştürür ve birden fazla kanalda işlenmesini sağlar.
- **Alıcı kontrolü, veri örnekleme ve veri işleme için mikroişlemci:** GPS alıcısının çalışmasını kontrol etmek için sinyallerin alınması, sinyalin işlenmesi ve yayın mesajının kod çöme işlemlerini gerçekleştirir.
- **Hassas osilatör:** Alıcıdaki referans frekanslarının oluşmasını sağlar.
- **Güç kaynağı**
- **Kullanıcı arabirimi, komut ve ekran paneli**
- **Bellek, veri saklama**



GPS alıcısının ana bileşenlerinin şematik görünümü

GPS Çalışma Prensibi

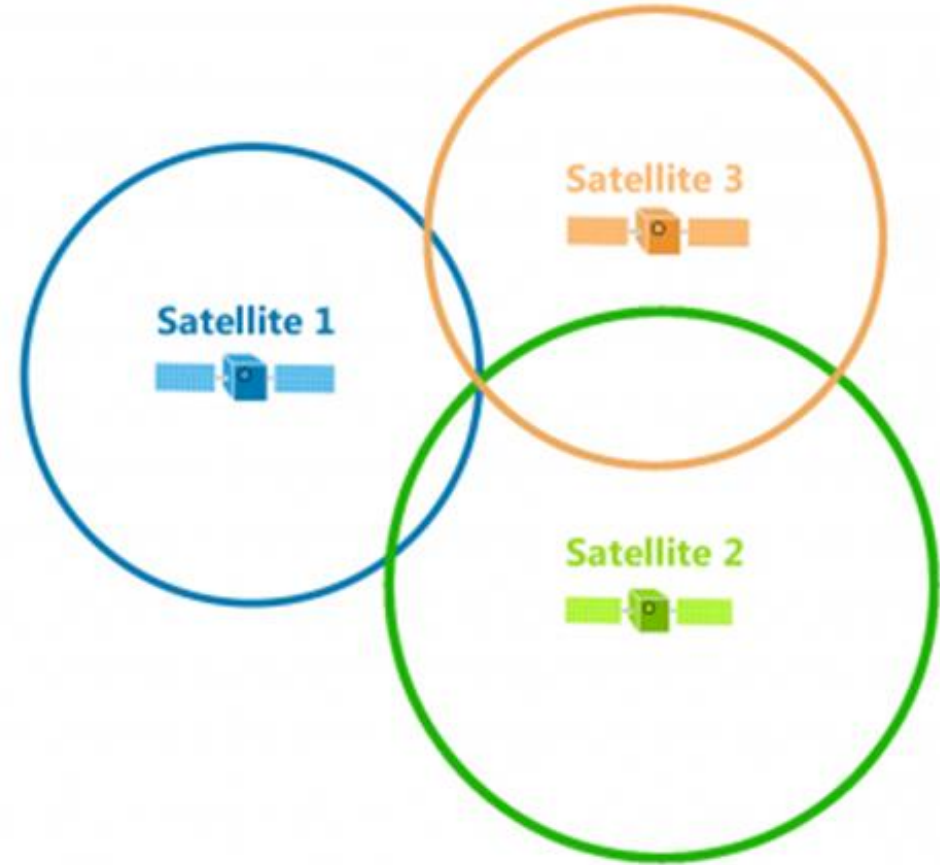
GPS ile konum belirlenirken, en az 4 uydudan sinyal alınmalıdır. Uydu sayısının artması, konum belirleme hassasiyetini artırmaktadır. Herhangi bir zamanda verilen GPS uydu yolları şekildeki gibi görülebilmektedir.



Konum, koordinatları bilinen uydulardan alınan uzaklık bilgilerinin geometrik kesişiminde hesaplanmaktadır. Alıcının ilk uydudan olan uzaklığı, uzayda bulunabileceği konumun sınırını geniş ölçüde çizer ve merkezi uydu olan ve yaklaşık 20.000 km çapındaki kürenin yüzey üzerindeki herhangi bir nokta olabilir.

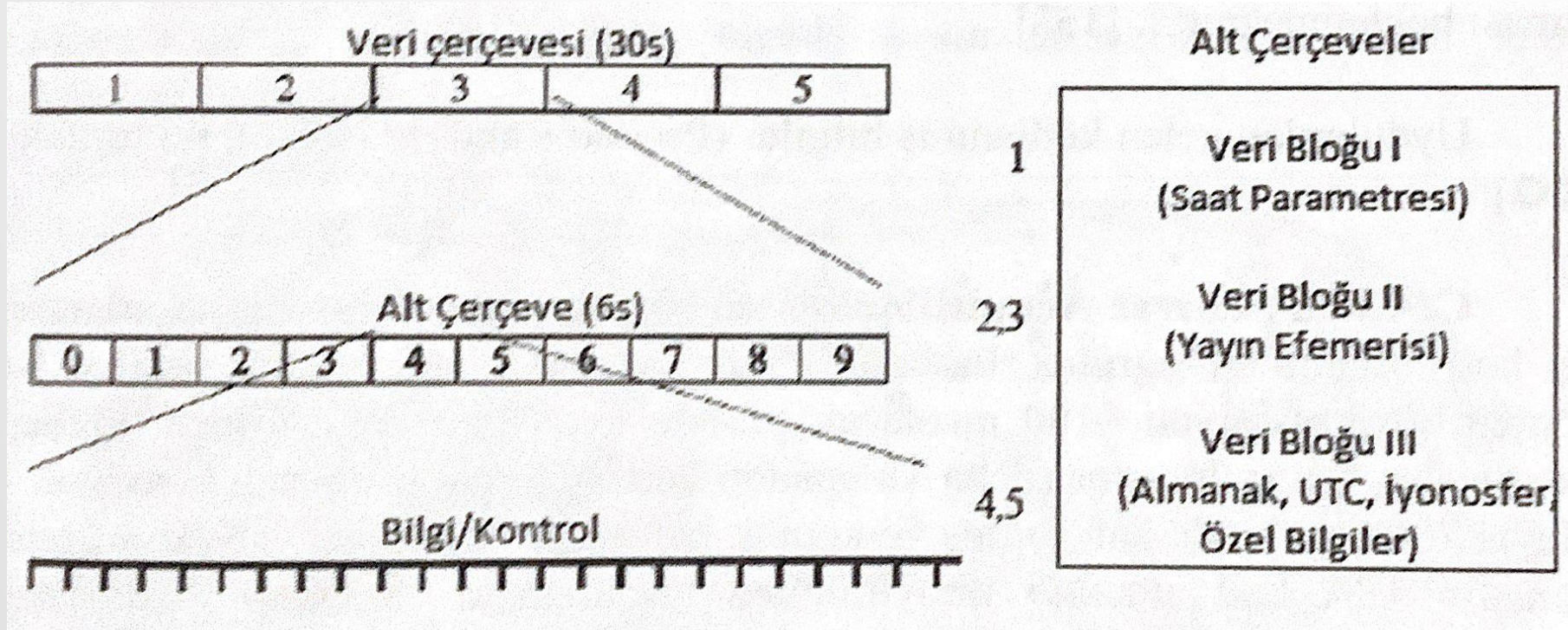
İkinci uydudan olan uzaklık bilgisi, alıcının uzayda bulunabileceği konumu daha daraltır ve birinci küre ile kesişerek ara kesitte bir çember oluşturulur.

Üçüncü uydudan alınan ölçüm ise iki kürenin oluşturduğu daireyi kesen bir başka küreyi oluşturacaktır. Alıcı üç kürenin ortak kesim noktası olan iki noktaya indirger. Dördüncü küreyi, önceki kürelerle kesiştirirsek elimizde sadece bir orta kesim noktası kalır. Bu da üç boyutta kesin konumu bulmamızı sağlar.



GPS konum belirleme şeması

GPS navigasyon verilerinin yapısı aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. Kullanıcı navigasyon verilerine erişmek için veri sinyalini çözmelidir. Çevrimiçi navigasyon amacıyla, alıcı içindeki dahili işlemci çözme işlemini gerçekleştirmektedir. Çoğu GPS alıcısı üreticisi, işleme sonrası amaçlar için kod çözme yazılımı sağlamaktadır.



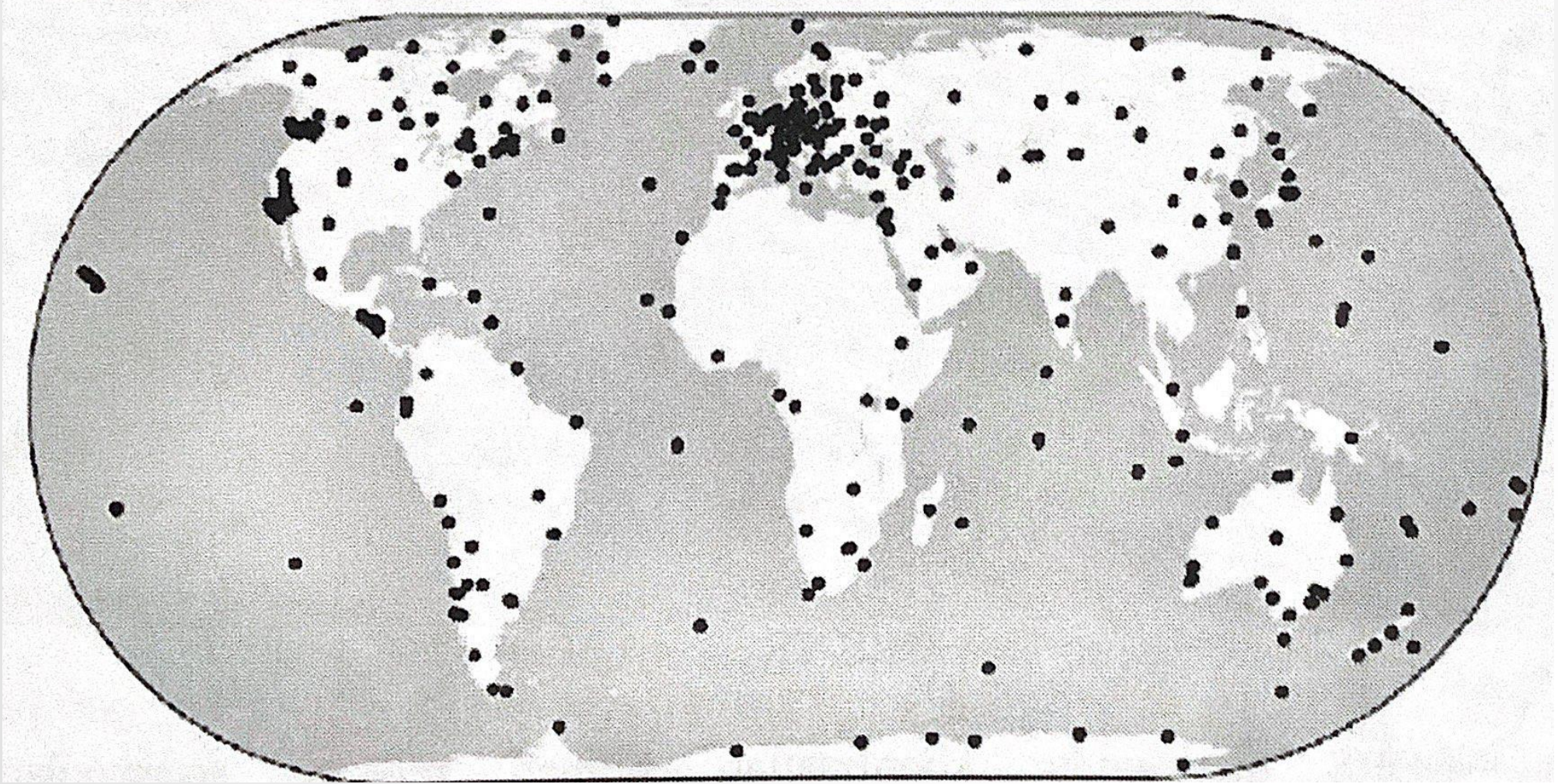
Navigasyon verilerinin yapısı

GPS Veri Hizmetleri

GPS kullanıcıları, yüksek hassasiyetle statik konumlandırma için dünya çapında bir çok kuruluş tarafından kurulmuş olan son derece hassas ve kalıcı GPS referans istasyon ağlarından birini kullanabilmektedir.

Küresel ve bölgesel düzeyde düzeltme servislerinden yararlanabilmesi için proje alanı içerisinde böyle bir hizmetin olması baz alıcısı gerekmeden sadece bir alıcının gezici olarak kullanılması yeterli olmaktadır.

Uluslararası GPS servisi (IGPS) küresel düzeyde ve Türkiye’de kurulan CORS ağı (sürekli gözlem yapan referans istasyonları) bölgesel düzeyde ücretsiz olarak hizmet vermektedir.



IGPS izleme istasyonları

Türkiye CORS-TR projesi, yeni bir RTK-CORS ağı olarak TÜBİTAK sponsorluğunda İstanbul Kültür Üniversitesi, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü ve Harita Genel Komutanlığı işbirliğiyle kurulmuştur. Bu proje Mayıs 2006 tarihinde başlamış ve Mayıs 2009 tarihinde tamamlanmıştır.

Türkiye koşullarında istasyon noktaları için

- Optimum mesafenin 100 km'nin altında olması
- Kullanıcıların yoğun olduğu il merkezlerinde kurulması
- Sağlam zeminlerde olması
- Lojistik destek sağlanabilmesi
- Enerji ve haberleşme olanaklarının uygun olması
- Plaka hareketlerinin izlenmesine olanak sağlaması koşulları göz önünde bulundurulmuştur.



CORS-TR istasyonları

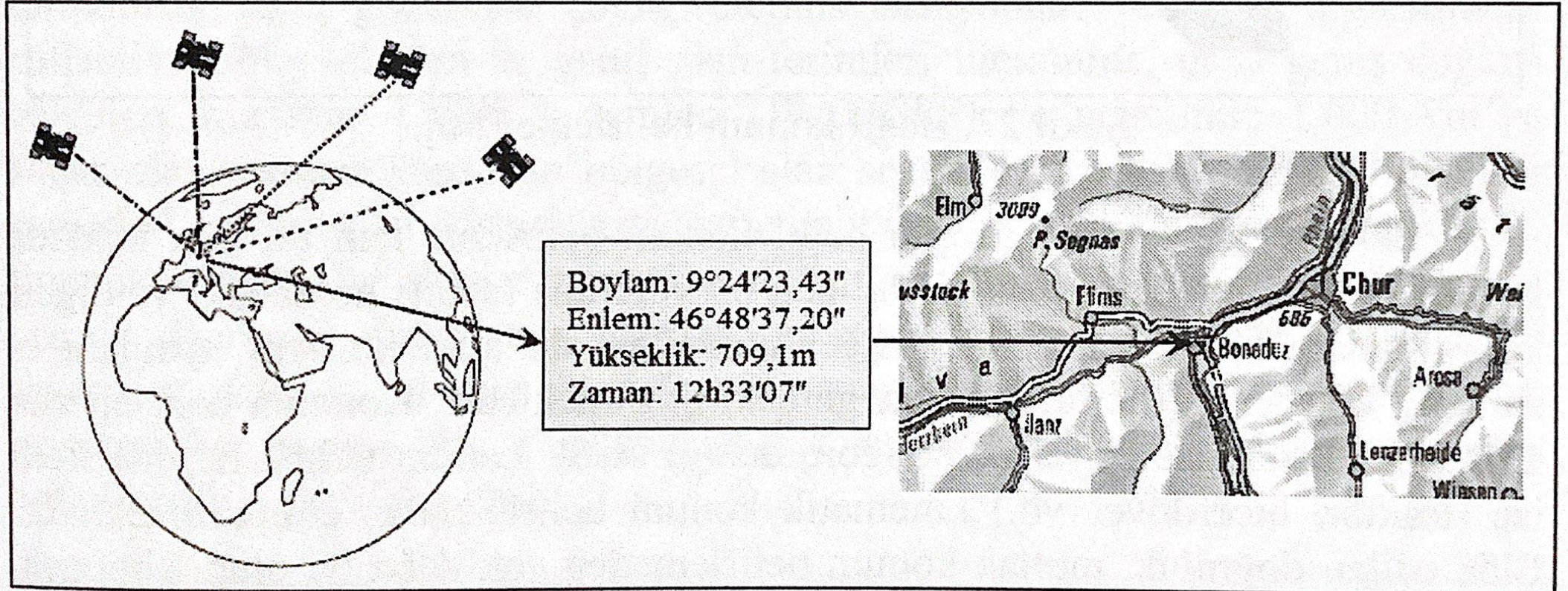
GPS ile Konum Belirleme

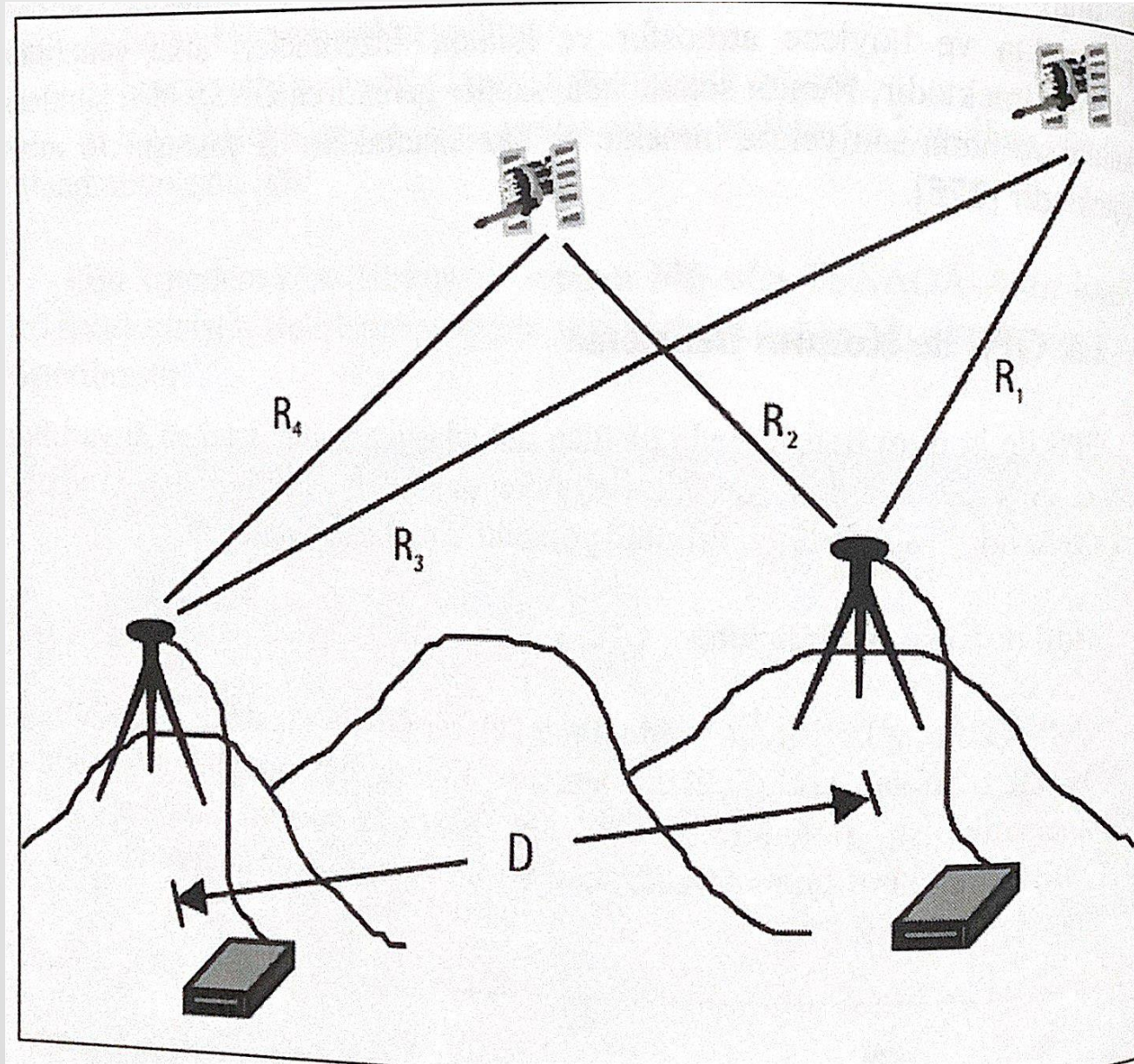
GPS ile konum belirleme de ölçülen noktaların cinsine, istenilen duyarlılığı ve amaca göre farklı ölçme metotları uygulanmaktadır.

GPS ile **mutlak** ve **bağıl** olmak üzere iki türlü konum belirleme yöntemi kullanılmaktadır.

Mutlak Konum Belirleme

Mutlak konum belirleme yönteminde tek bir GNSS alıcısı ile en az 4 ya da daha fazla uydudan kod ölçüleri yapılarak alıcının bulunduğu yerin konumu belirlenmektedir. Bu yöntemde bir noktanın Dünya üzerindeki konumu yani X, Y, Z, t (kartezyen koordinatlar ve zaman) veya (coğrafi koordinatlar ve zaman) belirlenmektedir.





Bağıl Konum Belirleme

Bağıl konum belirlemede ise koordinatları bilinen bir noktaya göre diğer nokta ya da noktaların koordinatlarının belirlenmesi söz konusudur.

Diferansiyel GPS (DGPS)

Hassas tarım gibi uygulamalarda, ortamdan ve sistemden kaynaklanan GPS hatalarının düzeltilmesi ve doğruluğun artırılması gerekmektedir. DGPS, uydulardan gelen bilgilerle kendi konumunu anlık ölçümlerle hesaplamakta ve koordinatları kesin birinden pozisyonla bu bilgileri kıyaslamaktadır. Aradaki fark GPS sinyalindeki hatadır.

DGPS iki farklı ilke içermektedir:

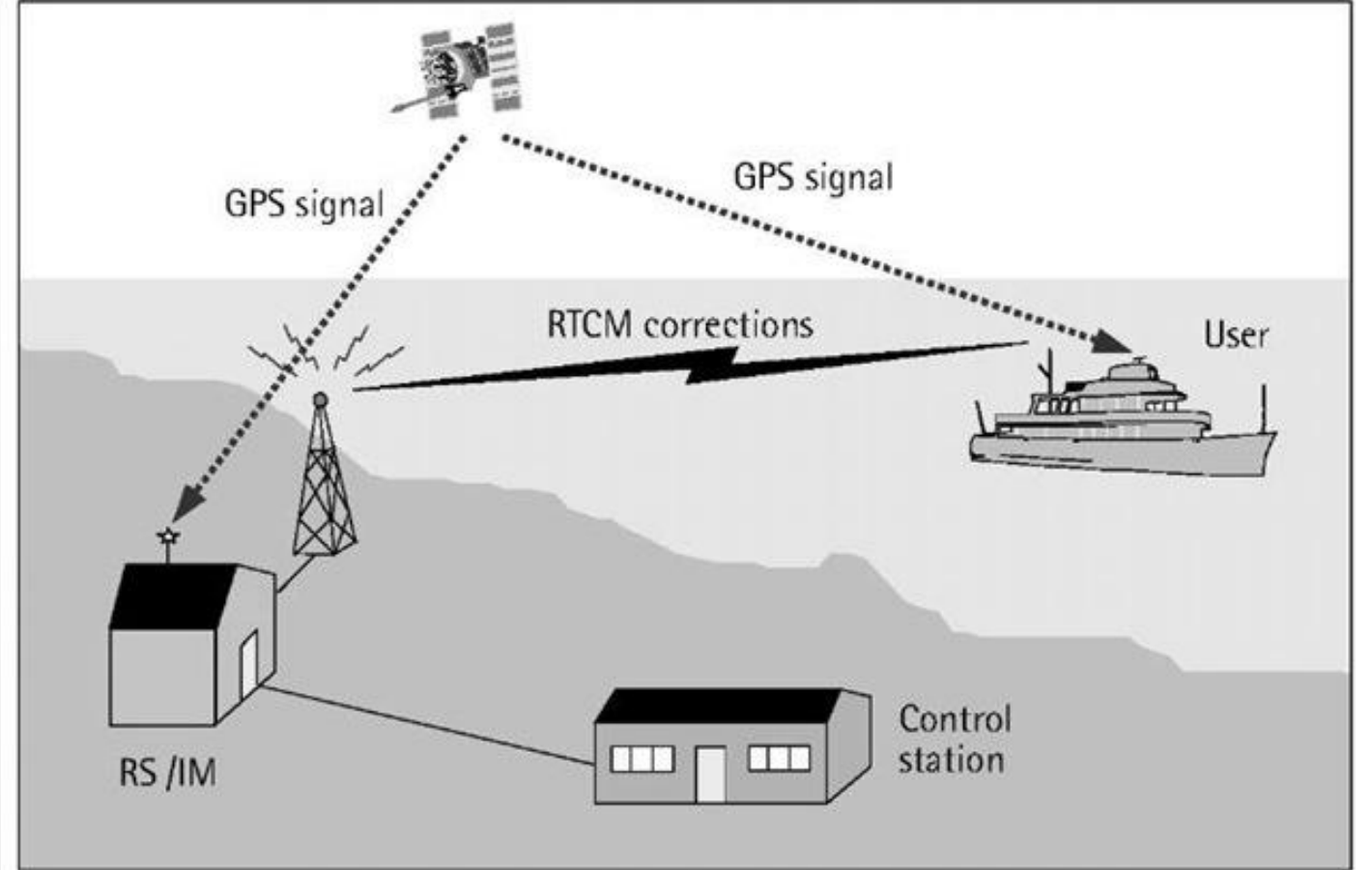
- I. Sinyal geçiş süresinin ölçülmesine dayanan DGPS (erişilebilir doğruluk yaklaşık 1 metre)
- II. Taşıyıcı sinyalin faz ölçümüne dayalı DGPS (erişilebilir doğruluk yaklaşık 1 cm)

DGPS hizmetleri çeşitli kurumlar tarafından yapılmaktadır. Bu hizmetlerin ortak noktası ücretlendirme yapıyor olmasıdır. DGPS alıcısı satın alındığında yıllık bir lisans ücreti ödenir veya bir defalık ücret ödenir.

Diferansiyel düzeltme kaynakları:

- ✓ Uydu aboneliği
- ✓ Sahil güvenlik (Beacon sinyali)
- ✓ FM yayını
- ✓ WAAS

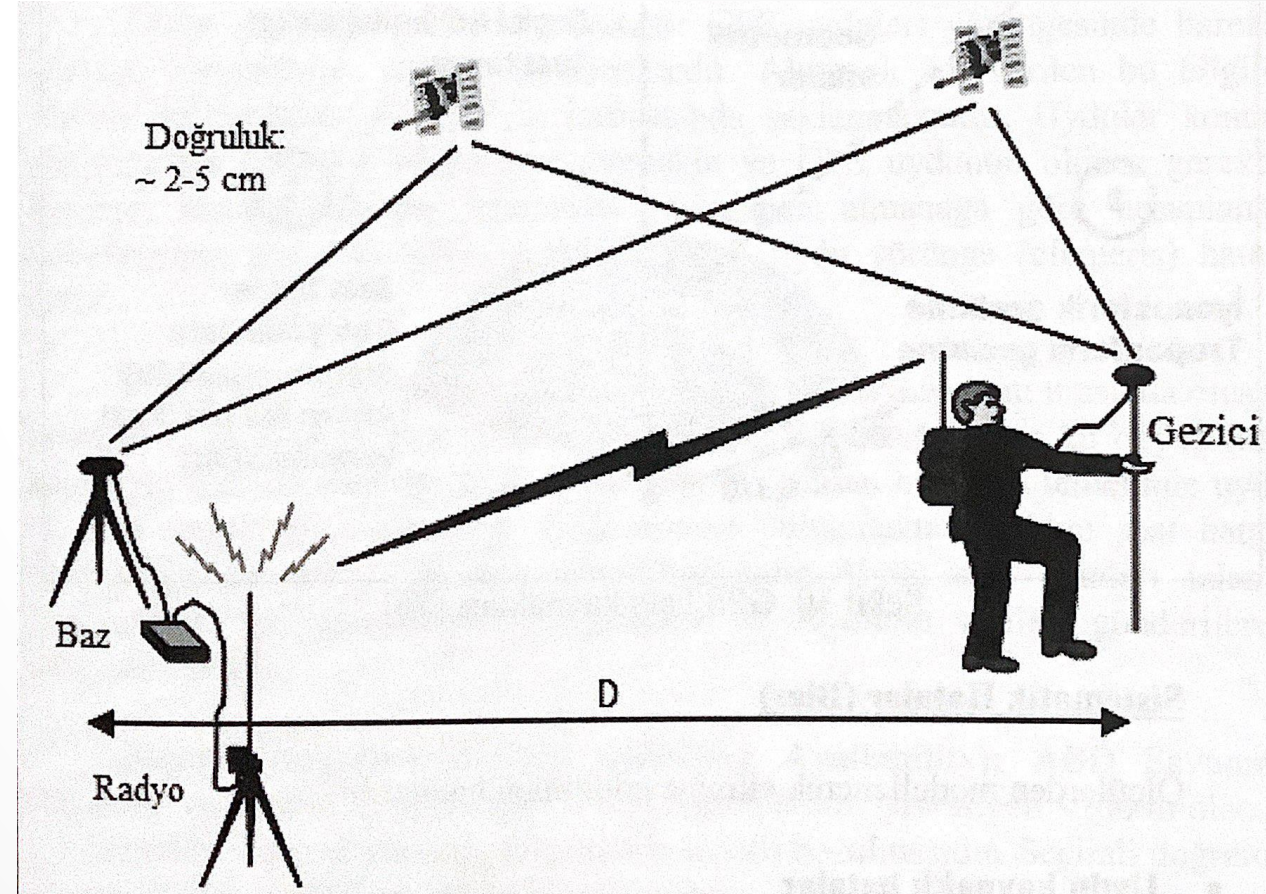
olarak sıralanmaktadır.



Gerçek Zamanlı Kinematik Ölçme

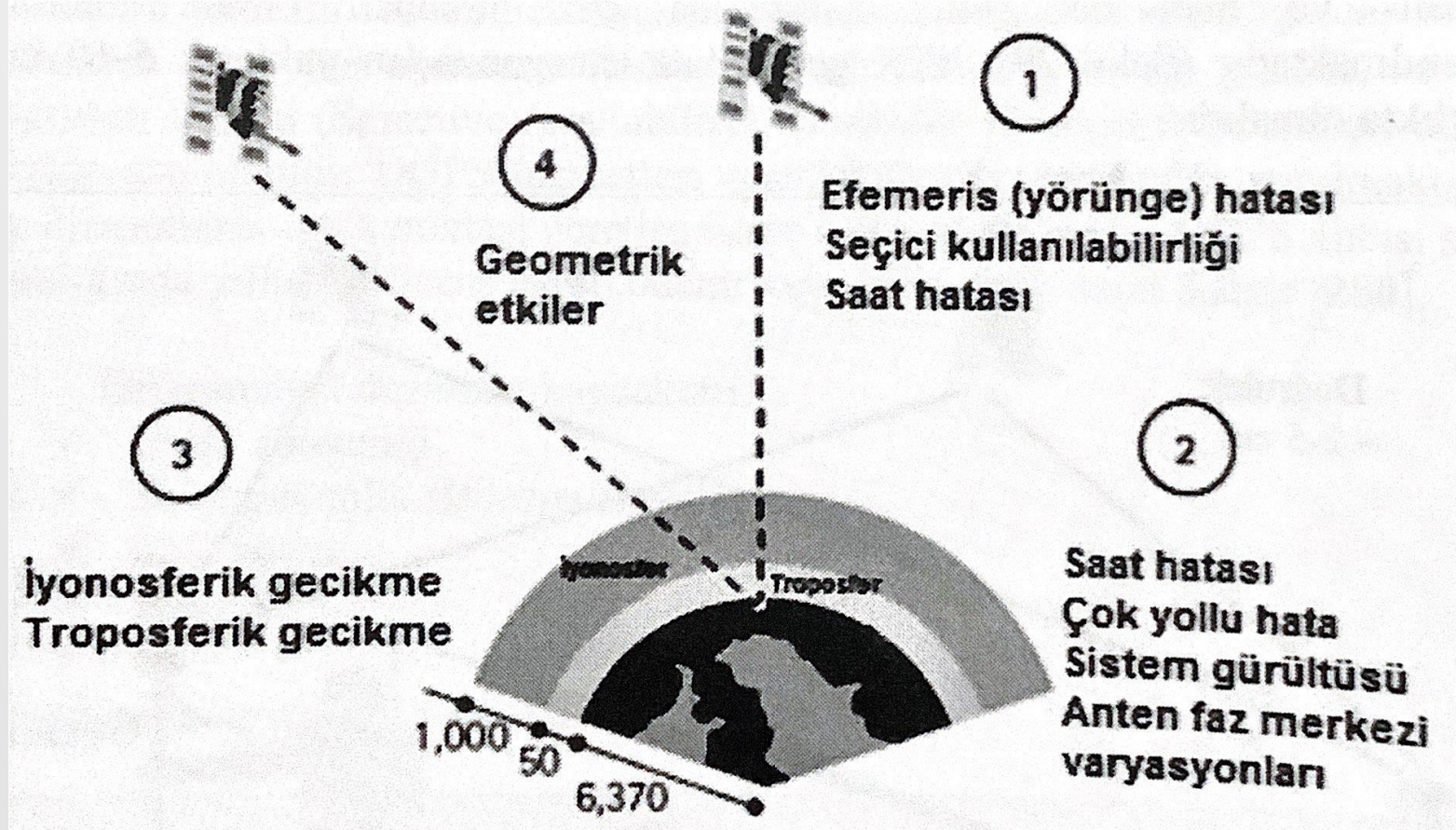
Gerçek zamanlı kinematik ölçme (RTK) standart GPS konfigürasyonuna ek olarak radyo modem ve RTK kontrol ünitesi kullanılmaktadır. DGPS'e benzer olarak çalışmakta olan RTK'da, tek fark kod ölçülerinin yerine faz ölçüleri kullanılmaktadır.

RTK yönteminde, genelde hem referans ve hem de gezici istasyonda çift frekanslı GNSS alıcıları kullanılmaktadır. RTK gezici baz istasyonundan yaklaşık 5- 10 km uzaklıkta olmalıdır.



GPS Hata Kaynakları

GPS ölçümleri sırasında oluşacak hatalar, belirlenen konum üzerine doğruluğunu etkilemektedir. GPS hata kaynakları sistematik ve sistematik olmayan hatalar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.



GPS hata kaynakları

Sistemik hatalar (Bias)

Ölçülerden modellenerek elimine edilebilen hatalardır:

➤ Uydu kaynaklı hatalar

- ✓Yörünge hatası (efemeris hatası)
- ✓Uydu saat hatası
- ✓Seçimli doğruluk erişimi

➤ Alıcı kaynaklı hatalar

- ✓Alıcı saat hatası
- ✓Alıcı koordinatlarının hatalı girilmesi

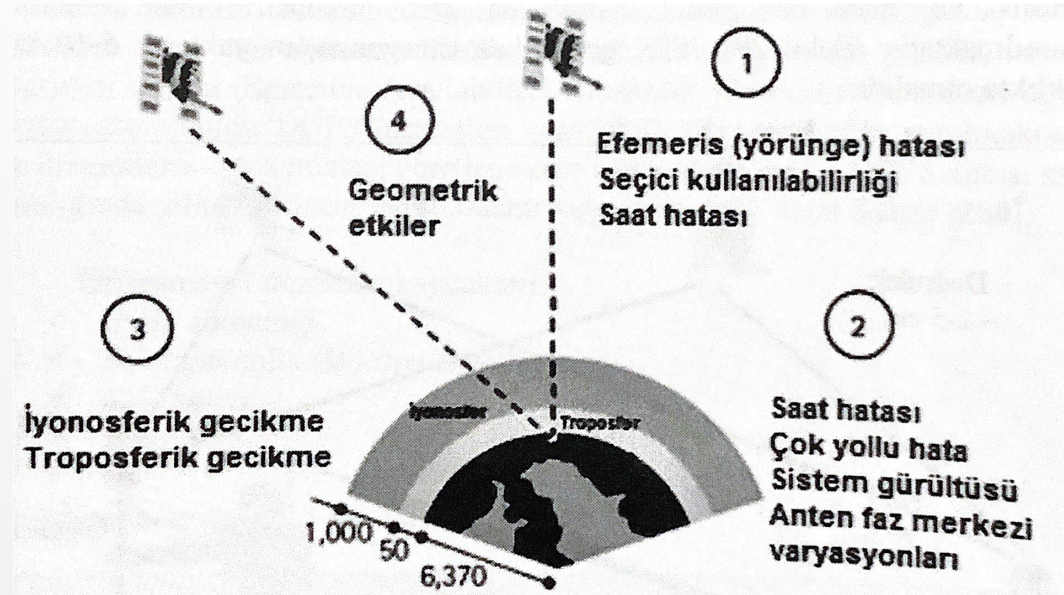
➤ Atmosferik hatalar

- ✓İyonosfer etkisi
- ✓Troposfer etkisi
- ✓Tam sayı faz belirsizliği

Sistemik olmayan hatalar (Error)

Bu tür hatalar her an değişkenlik gösteren hatalardır:

- Faz kesikliği
- Anten faz merkezi kayıklığı
- Alıcı hataları
- Uyduların uzaydaki dağılımı
- Sinyal yansıma etkisi



Tarımda GPS Uygulamaları

GPS; alan yönetiminin sağlanması ile verim ve uygulama potansiyeli bakımından tarlaların haritalandırılması şeklinde hassas tarıma katkıda bulunmaktadır.

Hassas tarım sisteminde, kombine biçerdöver verimleri GPS ile kaydedilmekte ve ilk olarak dijital haritalar üzerinde belirli kısmi planları işlenmektedir. Toprak örnekleri de GPS yardımıyla bulunmakta ve sisteme eklenmektedir. Bu girdilerin analizi, daha sonra alandaki her bir noktaya uygulanması gereken gübre miktarının belirlenmesine hizmet etmektedir.

Uygulama haritaları, tümleşik bilgisayarın uygulayabileceği bir forma dönüştürülmekte ve daha sonra bellek kartları vasıtasıyla bu bilgisayara aktarılmaktadır. Böylece, yüksek tasarruf potansiyeli sunabilen ve doğayı koruma konusundaki ilk girişimi sağlayan uzun süreli optimum işletme uygulamaları tasarlanabilmektedir.

GPS'in cm hassasiyetinde konum belirleyebilmesi ve gerçek zamanlı olarak kullanılabilmesi hassas tarım tekniğinin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Bazı hassas tarım uygulamalarının hepsinin üretim alanındaki gerçek yerleriyle ilişkilendirilmesinde GPS kullanılmaktadır Bunlar:

- Verim değerlerinin elde edilmesi
- Toprak özelliklerinin belirlenmesi
- Arazi sınırlarının belirlenmesi
- Yabancı ot yoğunluğunun belirlenmesi
- Hastalıklı alanların belirlenmesi
- Gübre, ilaç, tohum ve sulama uygulama normlarının hazırlanması
- Üretim alanlarının planlanması ve yönetimi
- Ekim, gübreleme, ilaçlama ve hasat makinalarının kullanımı
- Tarım arazisinin haritalandırılması