



Yıldız Teknik Üniversitesi
İnşaat Fakültesi
Harita Mühendisliği Bölümü



ÖLÇME BİLGİSİ 3 (HRT2322)

Doç.Dr. Taylan ÖCALAN

<https://avesis.yildiz.edu.tr/tocalan/>

tocalan@yildiz.edu.tr

GNSS



Global Navigation Satellite Systems

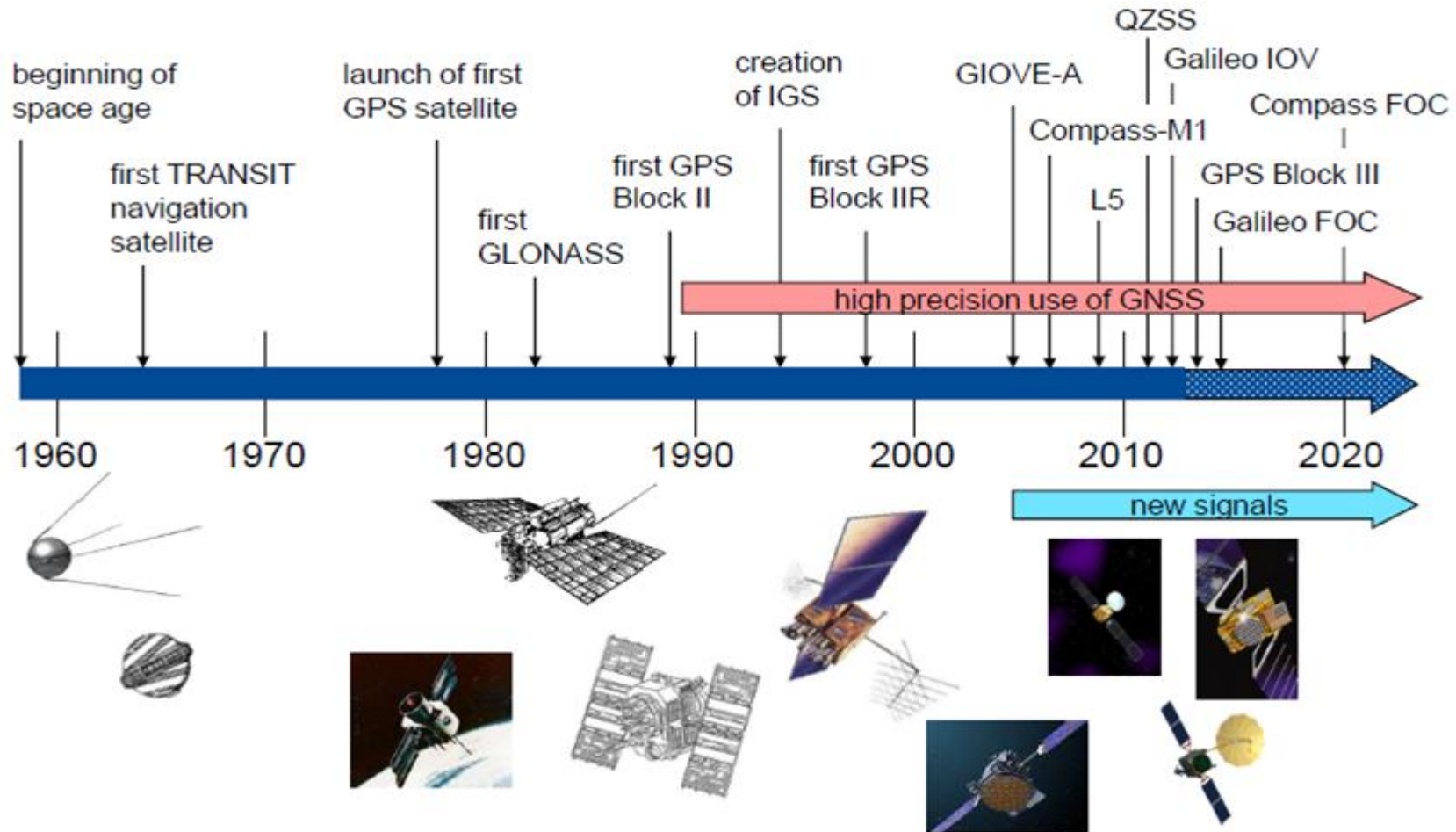


Konum Belirleme ve Navigasyon Amaçlı Yapay Uydu Sistemlerinin Gelişimi

- 1960 yılında TRANSIT-DOPLERR sistemi ABD tarafından geliştirildi...
- GPS sistemi ile ilgili çalışmalar 1973 yılında başlamış olup ilk GPS uydusu 1978 yılında yörüngeye yerleştirilmiştir.

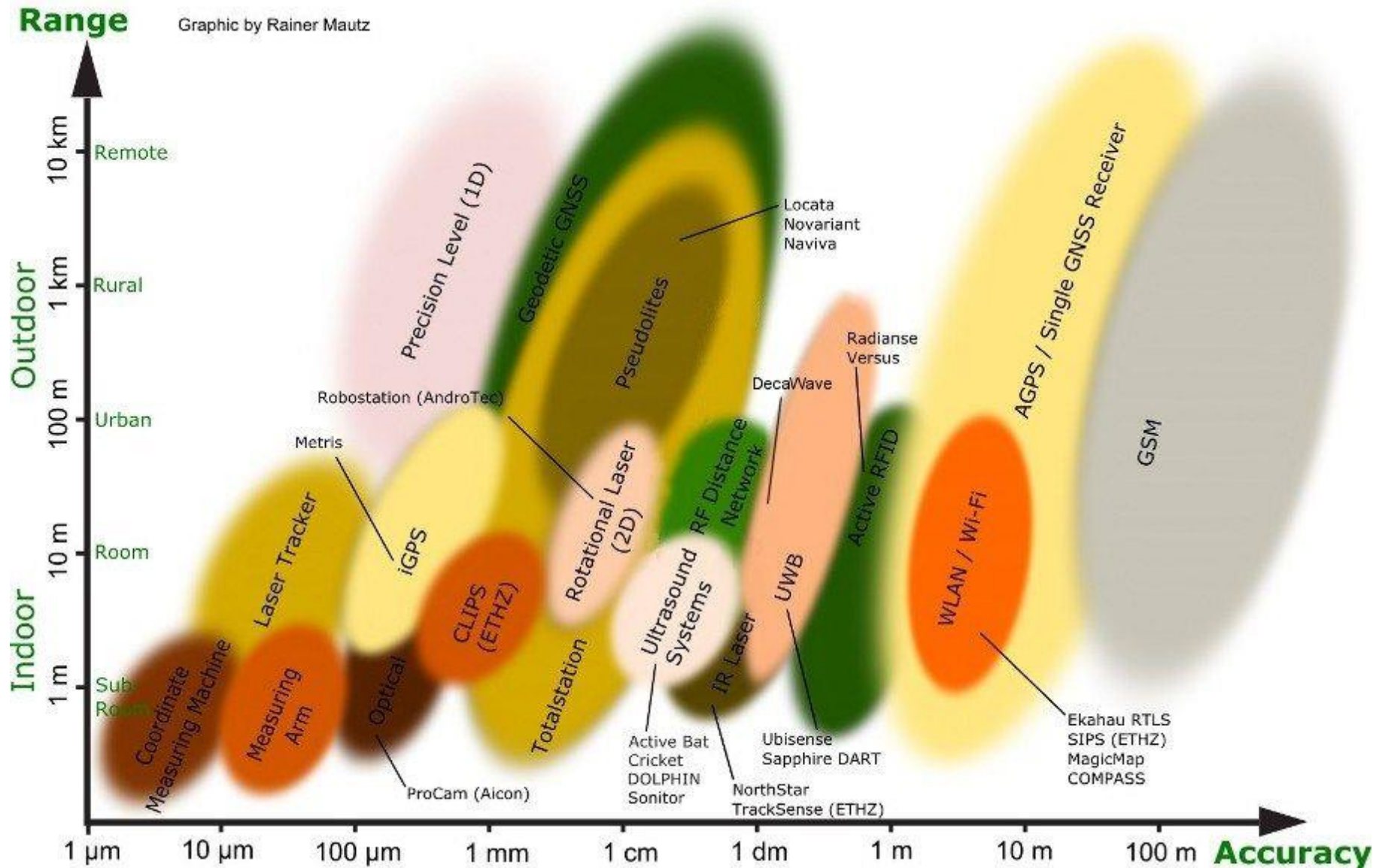


Yapay Uydu Navigasyon Sistemlerinin Kısa Tarihçesi



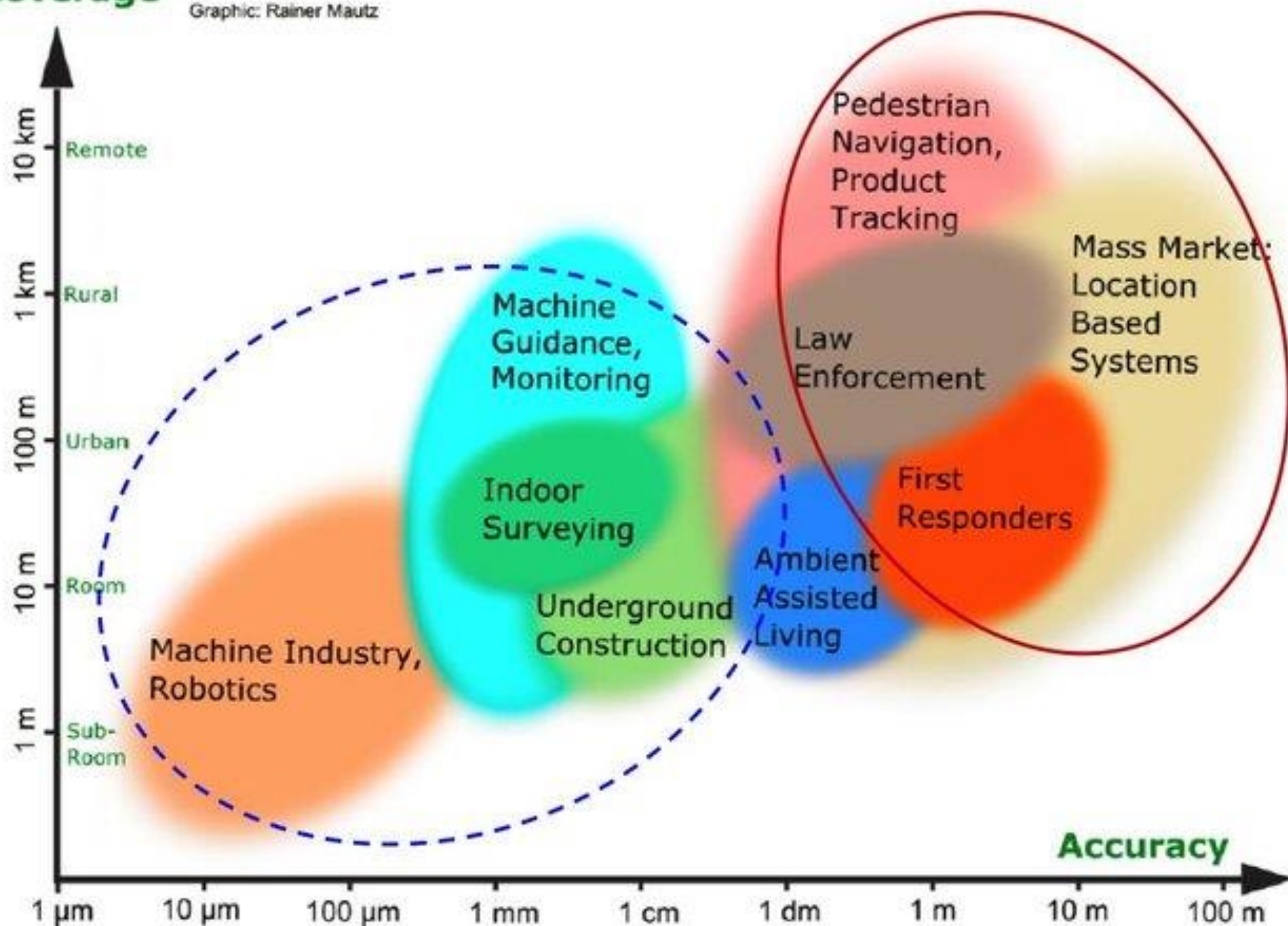
Multi-GNSS

Kapalı (Indoor) ve Açık (Outdoor) Alan Konum Belirleme Tekniklerinde Mesafe-Doğruluk İlişkisi



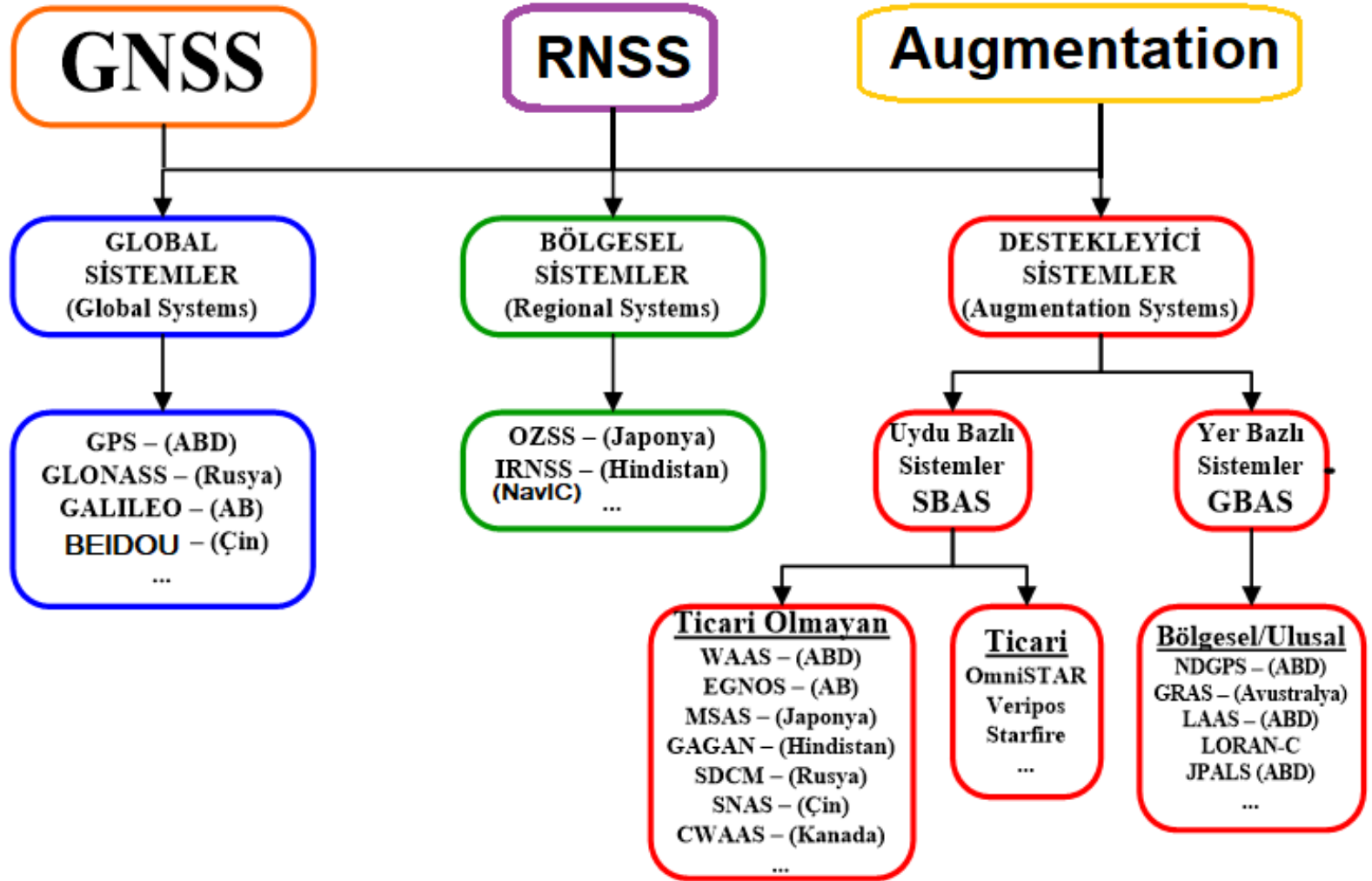
Coverage

Graphic: Rainer Mautz





GNSS ve Bileşenleri

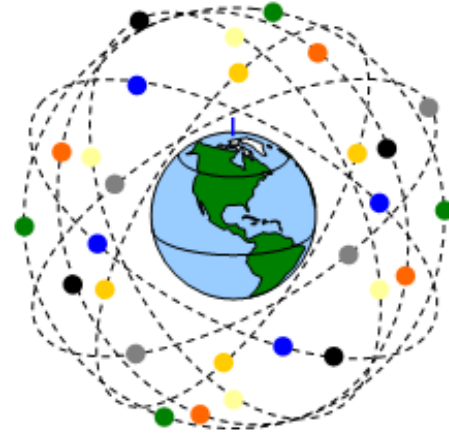


Modernizasyon + Yeni Uydu Sistemleri + Yeni Sinyaller ve Kodlar

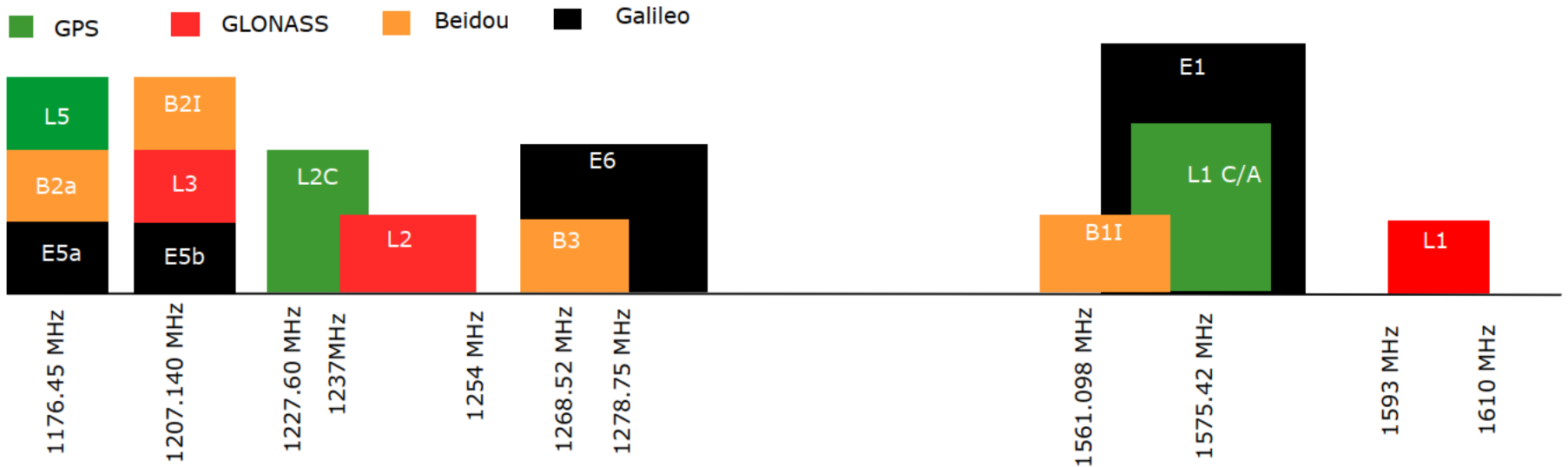
GNSS ve RNSS

System	GPS 	GLONASS 	BeiDou 	Galileo 	QZSS 	IRNSS/NavIC 
Orbit	MEO	MEO	MEO, IGSO, GEO	MEO	IGSO, GEO	IGSO, GEO
Nominal number of satellites	24	24	27, 3, 5	30	3, 1	4, 3
Constellation	6 planes 56° inclination	Walker (24/3/1) 64.8° inclination	Walker (24/3/1) 55° inclination	Walker (24/3/1) 56° inclination	IGSOs with 43° inclination	IGSOs with 29° inclination
Services	SPS, PPS	SPS, PPS	OS, AS, WADS, SMS	OS, CS, PRS	GCS, GAS, PRS, EWS, MCS	SPS, RS
Initial service	Dec 1993	Sep 1993	Dec 2012	2016/2017 (planned)	2018 (planned)	2016 (planned)
Origin	USA	Russia	China	Europe	Japan	India
Coverage	Global	Global	Global	Global	East Asia Oceania region	$-30^\circ < \phi < 50^\circ$ $30^\circ < \lambda < 130^\circ$
Frequency (MHz)	L1 1575.42 L2 1227.60 L5 1176.45	L1 1602.00 L2 1246.00 L3 1202.025	B1 1561.098 B2 1207.14 B3 1268.52	E1 1575.42 E5a 1176.45 E5b 1207.14 E6 1278.75	L1 1575.42 L2 1227.60 L5 1176.45 E6 1278.75	L5 1176.45 S 2492.028

SPS: Standard Positioning Service; PPS: Precise Positioning Service; OS: Open Service; AS: Authorized Service; WADS: Wide Area Differential Service; SMS: Short Message Service; CS: Commercial Service; PRS: Public Regulated Service; GCS: GPS Complementary Service; GAS: GPS Augmentation Service; EWS: Early Warning Service; MCS: Message Communications Service; PS: Precision Service; RS: Restricted Service



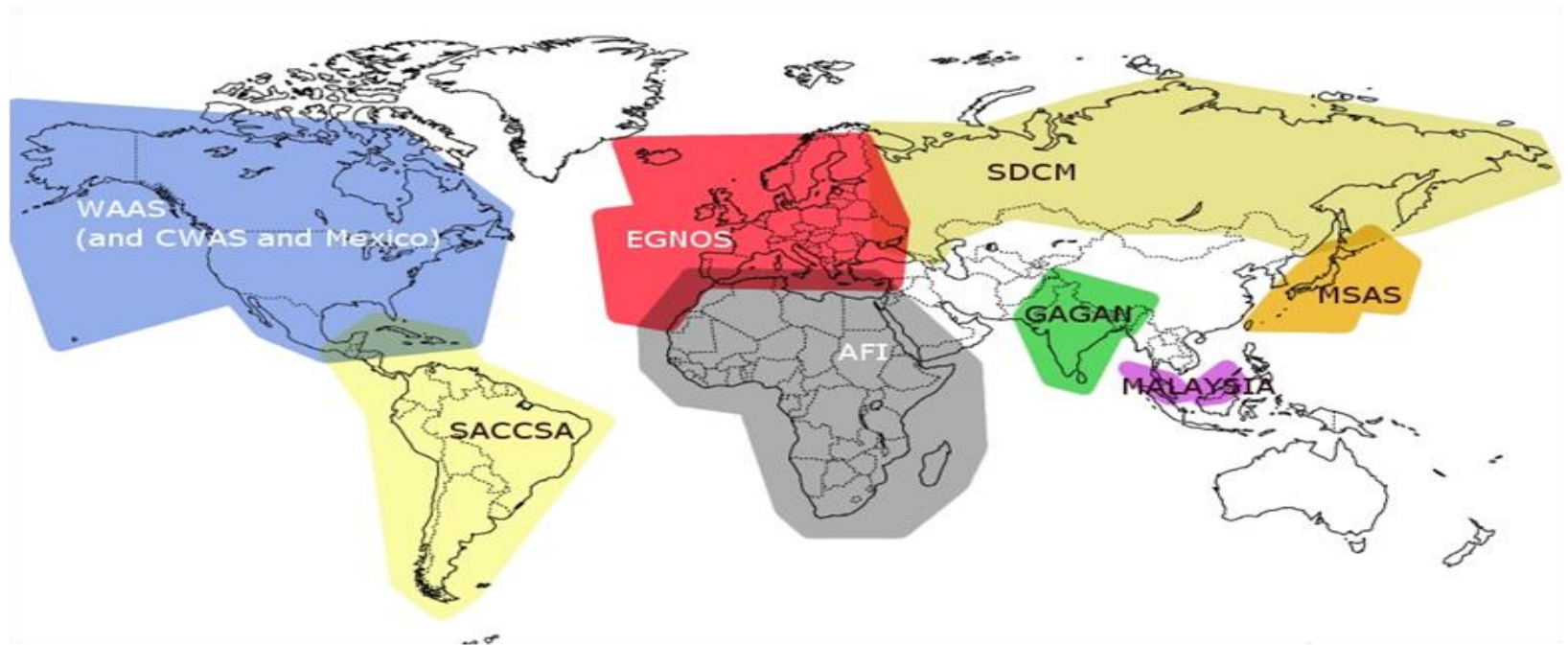
Sinyal ve Frekanslar

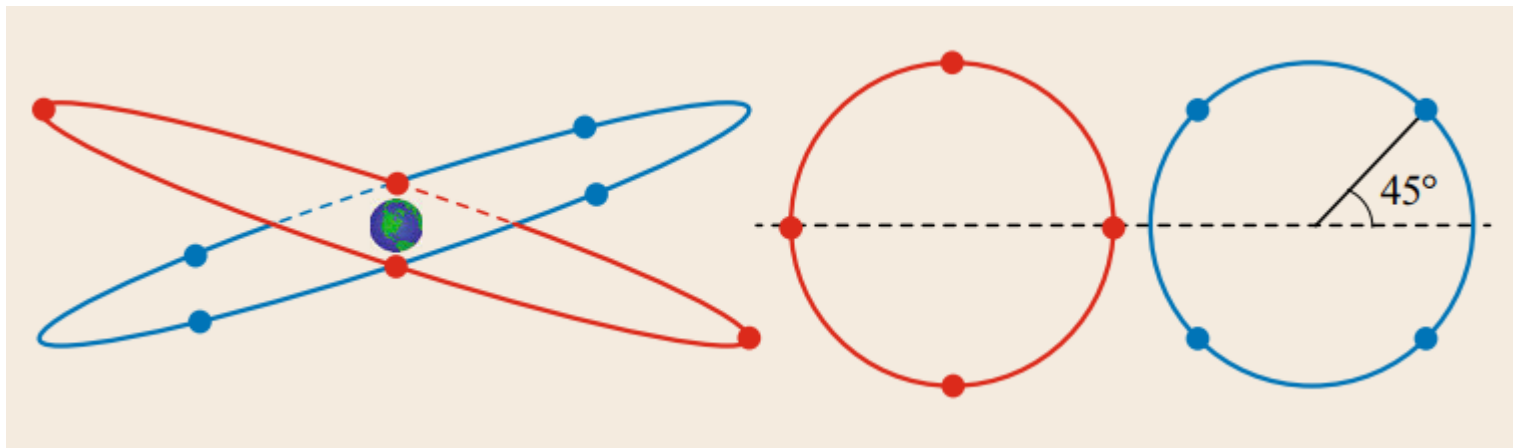


SBAS

WAAS**SDCM****EGNOS****MSAS****GAGAN**

System					
Orbit	GEO	GEO	GEO	GEO	GEO
Nominal number of satellites	3	3	4	1	3
Longitudes	133° W, 107° W, 98° W	16° W, 95° E, 167° E	15.5° W, 5° E, 25° E, 31.5° E	145° E	55° E, 83° E, 93.5° E
Date of being operational	July 2003	–	October 2009	September 2007	February 2014
Origin	USA	Russia	Europe	Japan	India
Service area	CONUS, Alaska, Canada, Mexico	Russia	Europe	Japan	India
Frequency (MHz)	L1 1575.42 L5 1176.45	L1 1575.42	L1 1575.42 L5 1176.45	L1 1575.42	L1 1575.42 L5 1176.45

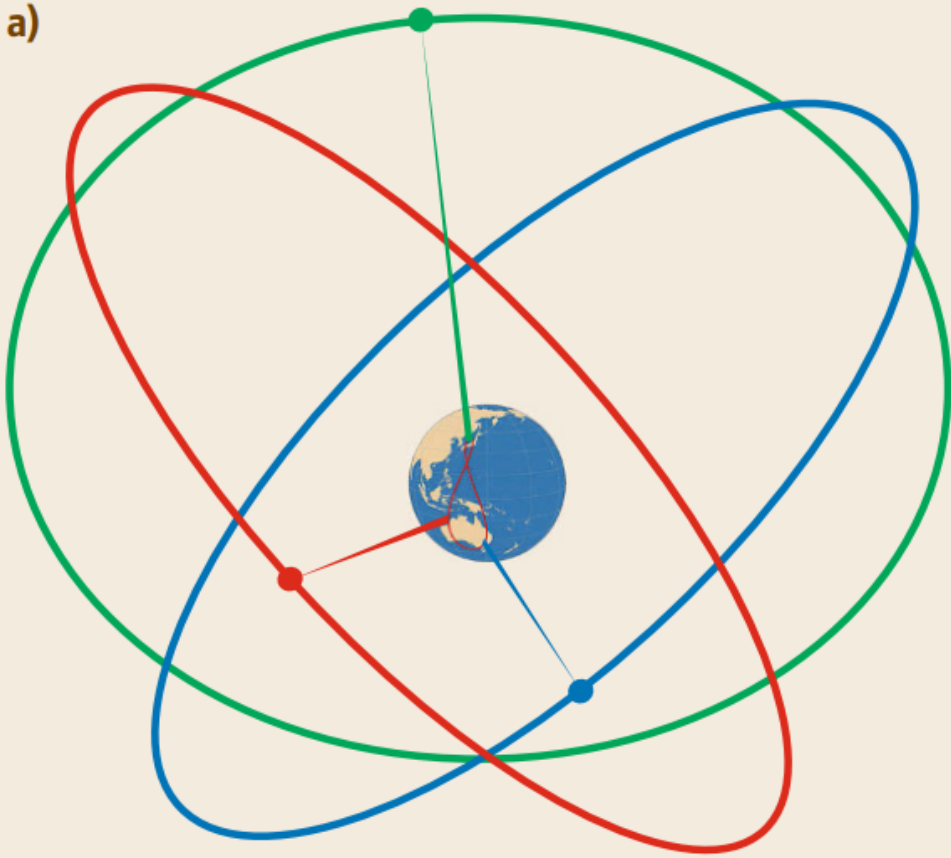




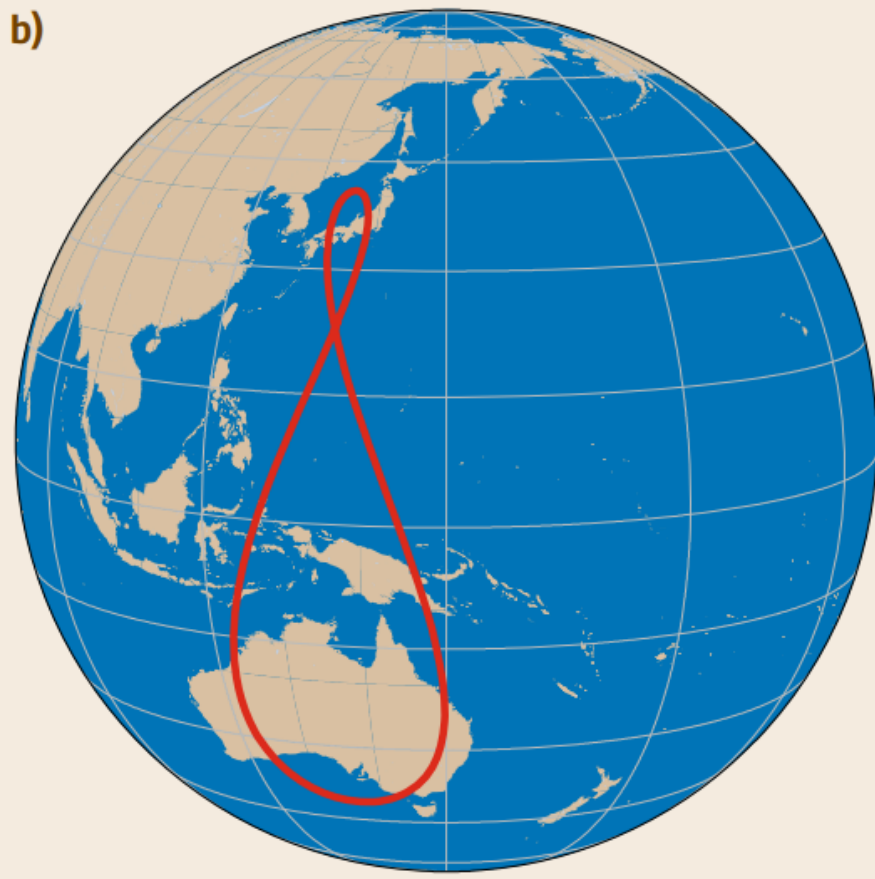
System	Period (rev/d _{sid})	Period (h)	<i>a</i> (km)	<i>h</i> (km)	<i>e</i>	<i>i</i> (°)
GLONASS	17/8	11 h 16 min	25 510	19 130	0.0	64.8
GPS	2/1	11 h 58 min	26 560	20 180	0.0	55
BeiDou (MEO)	13/7	12 h 53 min	27 910	21 530	0.0	55
Galileo	17/10	14 h 05 min	29 600	23 220	0.0	56
QZSS	1/1	23 h 56 min	42 160	35 790	0.1	43
BeiDou IGSO	1/1	23 h 56 min	42 160	35 790	0.0	55
NavIC (IGSO)	1/1	23 h 56 min	42 160	35 790	0.0	27
BeiDou/NavIC/QZSS GEO; SBAS	1/1	23 h 56 min	42 160	35 790	0.0	≤ 2

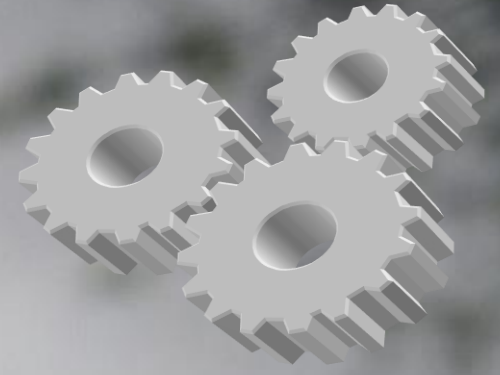
GLONASS: Globalnaja Nawigazionnaja Sputnikowaja Sistema (Russian Global Navigation Satellite System); GPS: Global Positioning System; MEO: medium altitude Earth orbit; QZSS: Quasi-Zenith Satellite System; IGSO: inclined geo-synchronous orbit; NavIC: Navigation with Indian Constellation; GEO: geostationary Earth orbit; SBAS: satellite-based augmentation system

a)



b)



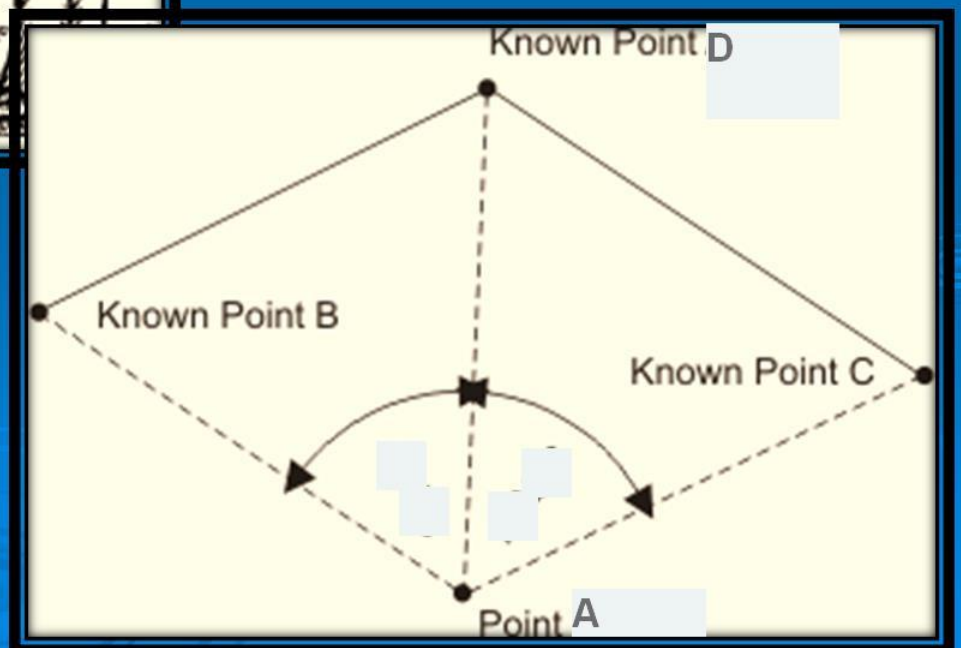
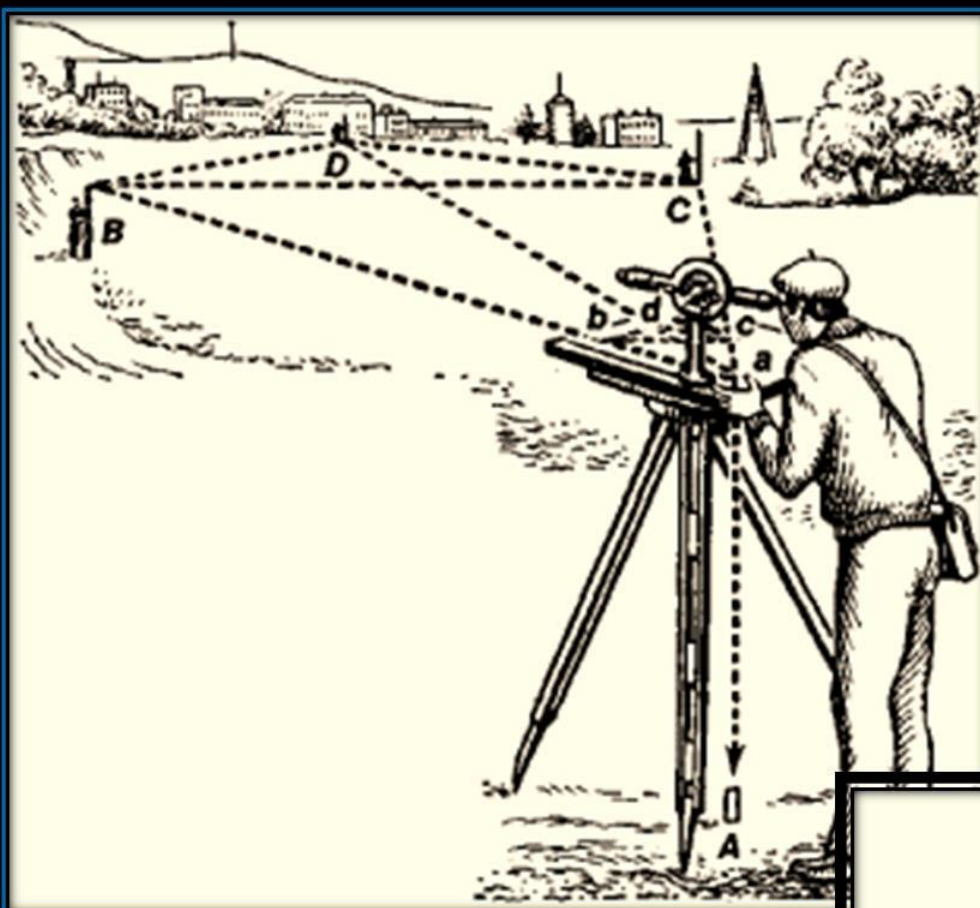


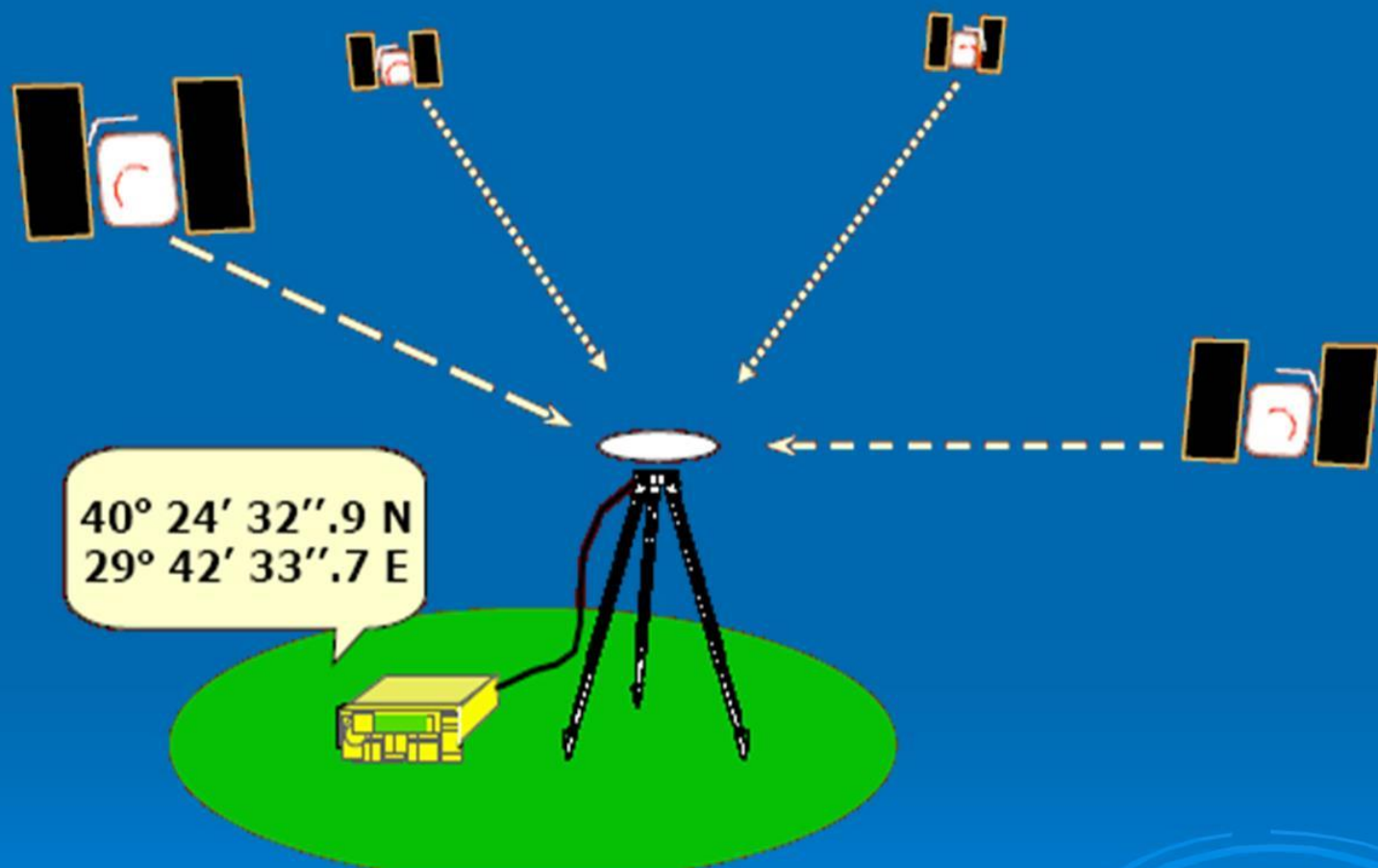
Yapay uydu sistemleri
ile konum belirleme
ve navigasyon

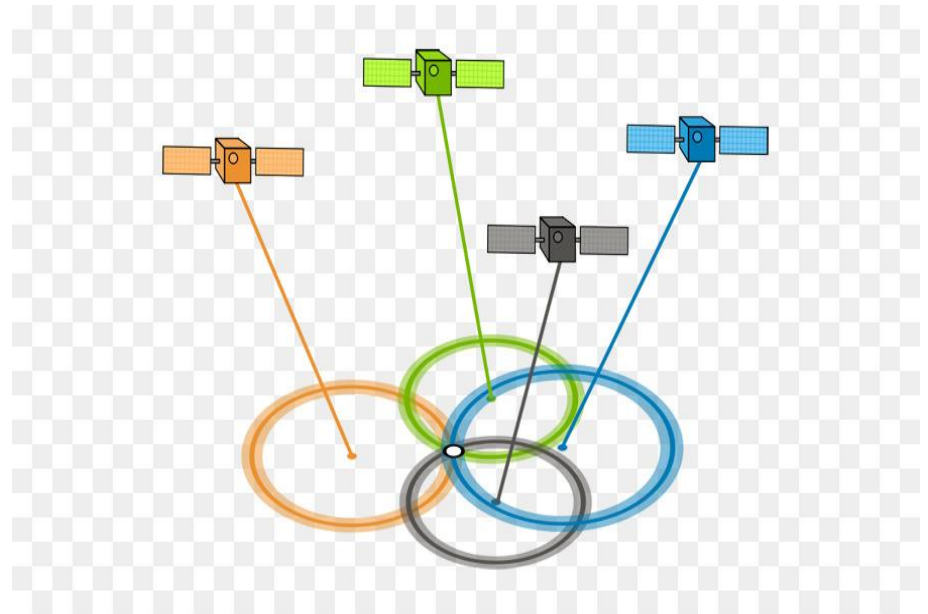
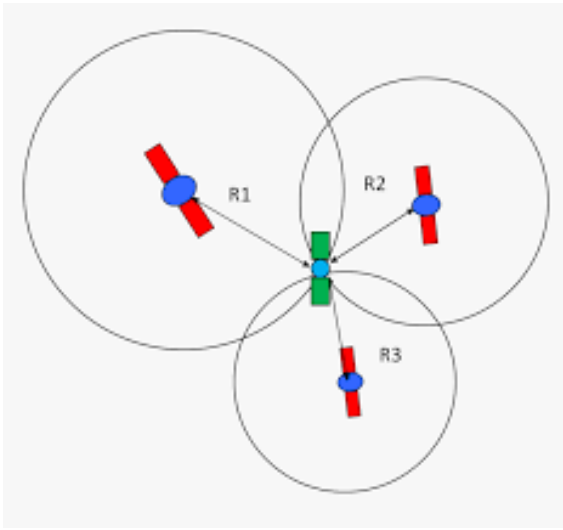
GPS'den GNSS'ye

GPS' İN GENEL ESASLARI

- Sistem temel olarak jeodezideki en eski tekniklerden biri olan 'geriden kestirme' esasına dayanır.
- Geriden kestirme, konumu bilinmeyen bir noktadan konumu bilinen noktalara yapılan gözlem ve hesaplar ile bilinmeyen noktanın koordinatlarını hesaplamaya dayanır.







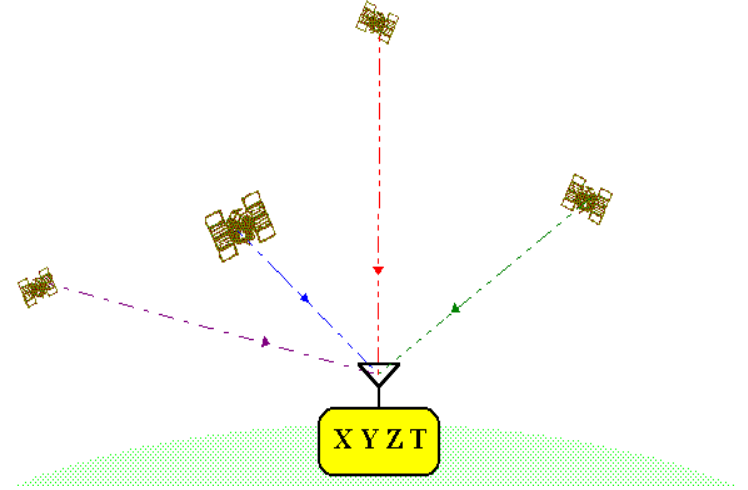
Neden min. 4 uydu?

$$X, Y, Z + t = 4D$$

GPS : Global Positioning System (Global Konum Belirleme Sistemi)

ABD Savunma Bakanlığı tarafından geliştirilen, elinde GPS alıcısı olan (farklı niteliklerde) herhangi bir kullanıcının, uydu sinyalleri yardımıyla:

- ☐ Herhangi bir yer ve zamanda
- ☐ Her türlü hava koşulunda
- ☐ Global bir koordinat sisteminde
- ☐ Yüksek doğruluk ve duyarlılıkta
- ☐ Ekonomik olarak
- ☐ Anında ve sürekli konum, hız ve zaman belirlemesine olanak veren bir radyo navigasyon sistemidir.



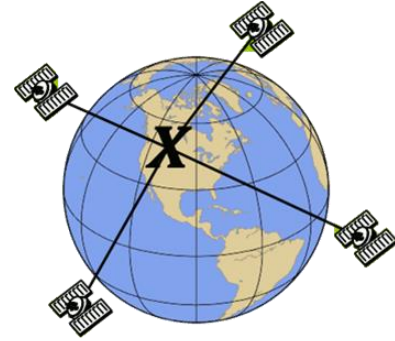
GPS' İN GENEL ESASLARI

- GPS sisteminde konumu bilinen noktalar GPS uydularıdır.
- Bilinmeyenler, bulunulan noktanın kartezyen koordinatlarıdır (X,Y,Z).
- Matematiksel olarak 3 bilinmeyenli bir denklemin çözümü için 3 bilinene ihtiyaç vardır.
- Burada 3 bilinen yetiyor gibi gözükse de, saat hatalarını ortadan kaldırmak için en az 4 tane bilinene ihtiyaç vardır.
- Bu nedenle GPS, 4 boyutlu bir sistemdir (X, Y, Z, t).
- Bu modelde kullanılan mesafeler radyo dalgalarıyla elde edilen uzaysal mesafe ölçüleri, kullanılan nirengi noktaları ise yörünge (efemeris) bilgileri vasıtasıyla belirli bir andaki koordinatları bulunabilen GPS uydularıdır.

GPS' İN GENEL ESASLARI

- Amerika Savunma Bakanlığı tarafından navigasyon amaçlı geliştirilen ve bilim adamlarının çabasıyla jeodezik problemlerin çözümünde de kullanılan,
- Dünya üzerinde her türlü hava koşullarında,
- 24 saat esasına göre,
- En az 4 uydudan kod-faz varış zamanının ölçülmesi esasına dayanan,
- Herhangi bir noktaya ait konum, hız ve zaman bilgileri sağlayan,
- Uzay tabanlı bir ölçme sistemidir.

GPS' in zayıf yönleri

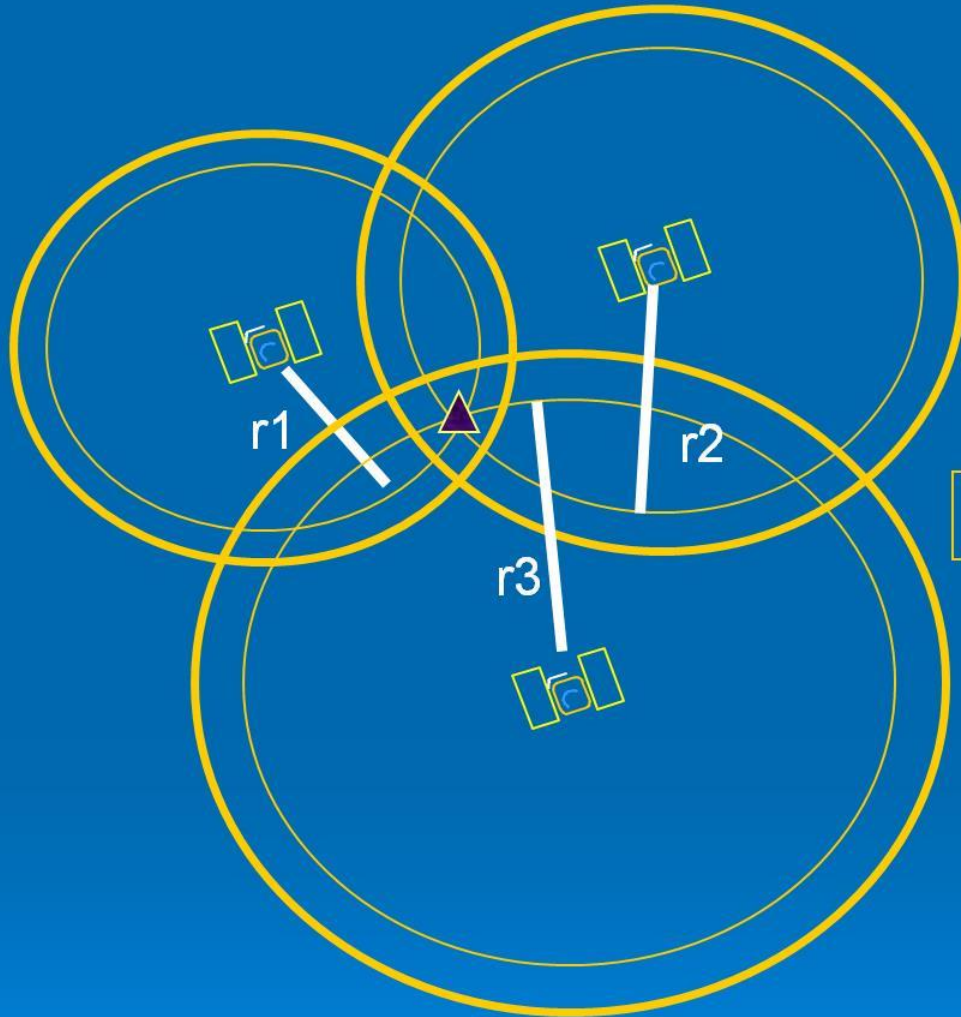


*Alıcı anteni gökyüzünü mutlaka görmelidir.

*GPS' in sinyalleri mikrodalga sinyaller gibi güçlü değildir. Kapalı yerlerde, çok sık ağaçlıklı alanlarda, yüksek binaların bulunduğu alanlarda, tünellerde ve maden galerilerinde ölçü yapılamaz.

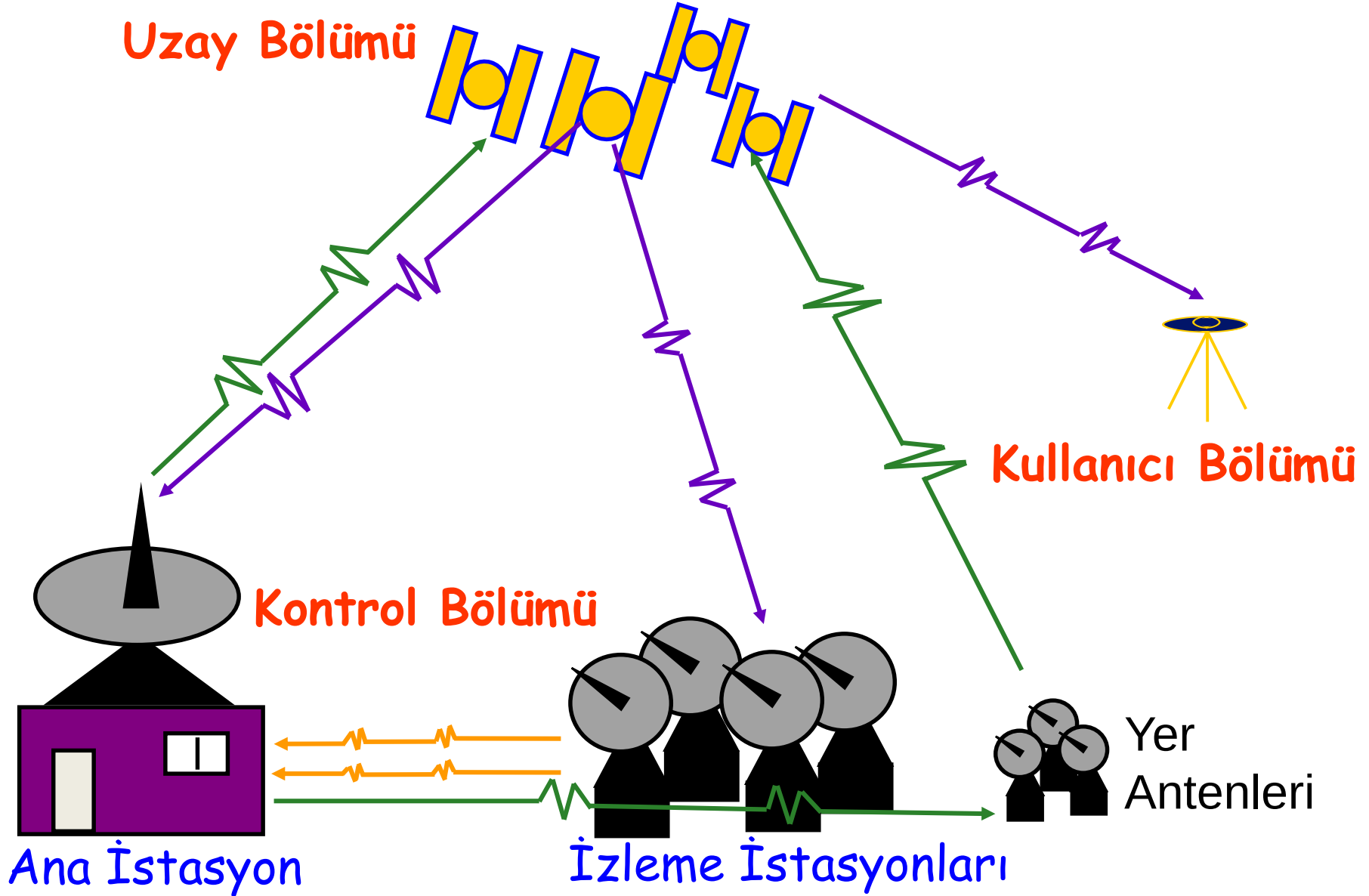
*Ancak önümüzdeki yıllarda GNSS sistemlerinin aynı radyo/TV/GSM gibi kapalı alanlarda çalışması yönünde önemli çalışmalar yürütülmektedir.

UZAY GERİDEN KESTİRME



$$\text{UZAKLIK} = \text{HIZ} \times \text{ZAMAN}$$

GPS Üç Ana Bölümünden Oluşur



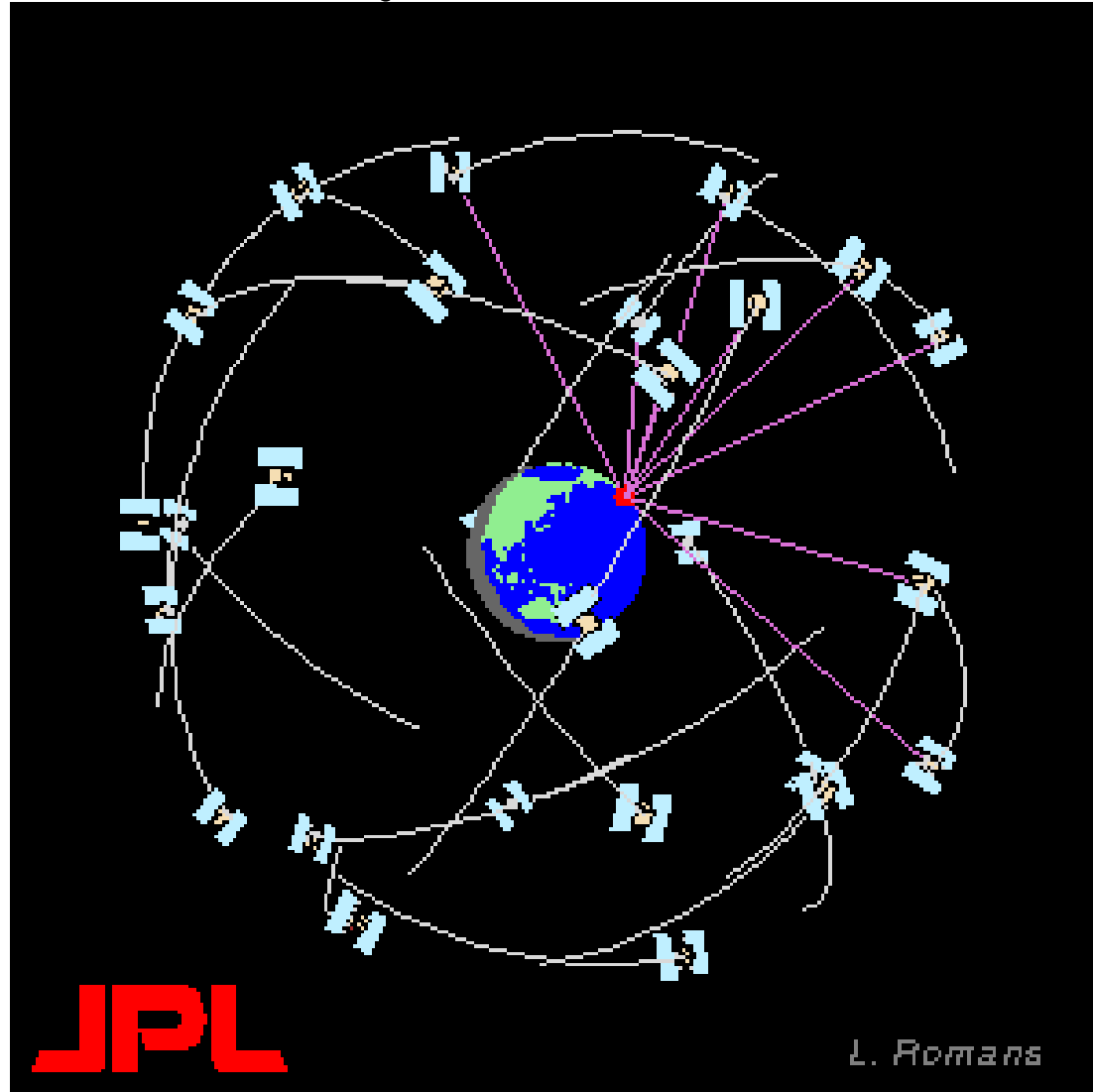
Uzay bölümünün özellikleri

- Uydular yeryüzünden yaklaşık 20200 km uzaktadırlar,
- Yörüngelerindeki bir tam devirlerini 11h 58' da tamamlarlar.
- Yeryüzünün herhangi bir yerinde gözlenebilecek en az uydu sayısı 4 olup en az yaklaşık olarak 5 saat ufuk üzerinde kalır.

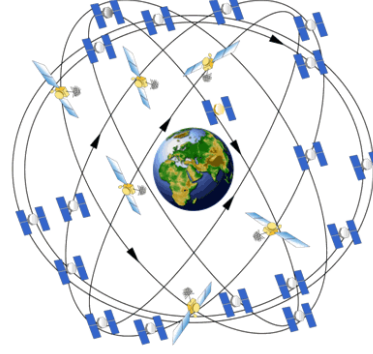


- Uydu yörünge zamanı ile yer dönmesi arasında yaklaşık 4 dak./gün fark vardır. Bu nedenle yeryüzündeki bir gözlemci aynı uyduyu her gün 4 dakika erken gözlemektedir.

Uzay Bölümü

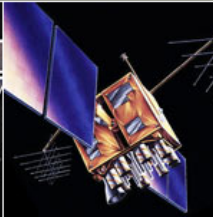
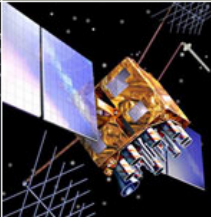
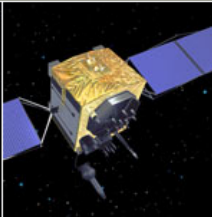


Uzay Bölümü



Uzay bölümü ekvator düzlemi ile 55° lik açı yapan **6 yörünge düzlemine** yerleştirilmiş, her yörüngede 4 uydunun yer aldığı toplam **24 uydudan** oluşmaktadır. Ancak GPS uydularının günümüzde modernizasyonu devam etmektedir. Günümüz itibariyle yedeklerle beraber **31 adet GPS uydusu yörüngelerde** bulunmaktadır.

Uzay Bölümü

LEGACY SATELLITES		MODERNIZED SATELLITES		
				
BLOCK IIA	BLOCK IIR	BLOCK IIR-M	BLOCK IIF	GPS III/IIIF
0 operational	11 operational	7 operational	12 operational	1 operational
- Coarse Acquisition (C/A) code on L1 frequency for civil users - Precise P(Y) code on L1 & L2 frequencies for military users 7.5-year design lifespan - Launched in 1990-1997	- C/A code on L1 - P(Y) code on L1 & L2 - On-board clock monitoring 7.5-year design lifespan - Launched in 1997-2004 LEARN MORE ABOUT GPS IIR AT AF.MIL	- All legacy signals 2nd civil signal on L2 (L2C) LEARN MORE - New military M code signals for enhanced jam resistance - Flexible power levels for military signals 7.5-year design lifespan - Launched in 2005-2009 LEARN MORE ABOUT GPS IIR-M AT AF.MIL	- All Block IIR-M signals 3rd civil signal on L5 frequency (L5) LEARN MORE - Advanced atomic clocks - Improved accuracy, signal strength, and quality 12-year design lifespan - Launched in 2010-2016 LEARN MORE ABOUT GPS IIF AT AF.MIL	- All Block IIF signals 4th civil signal on L1 (L1C) LEARN MORE - Enhanced signal reliability, accuracy, and integrity - No Selective Availability LEARN MORE 15-year design lifespan - IIIF: laser reflectors; search & rescue payload - First launch in 2018 LEARN MORE ABOUT GPS III AT AF.MIL

Block I, Navigation Development Satellites:

Block II and IIA, Operational Satellites:

Block IIR, Replacement Operational Satellites:

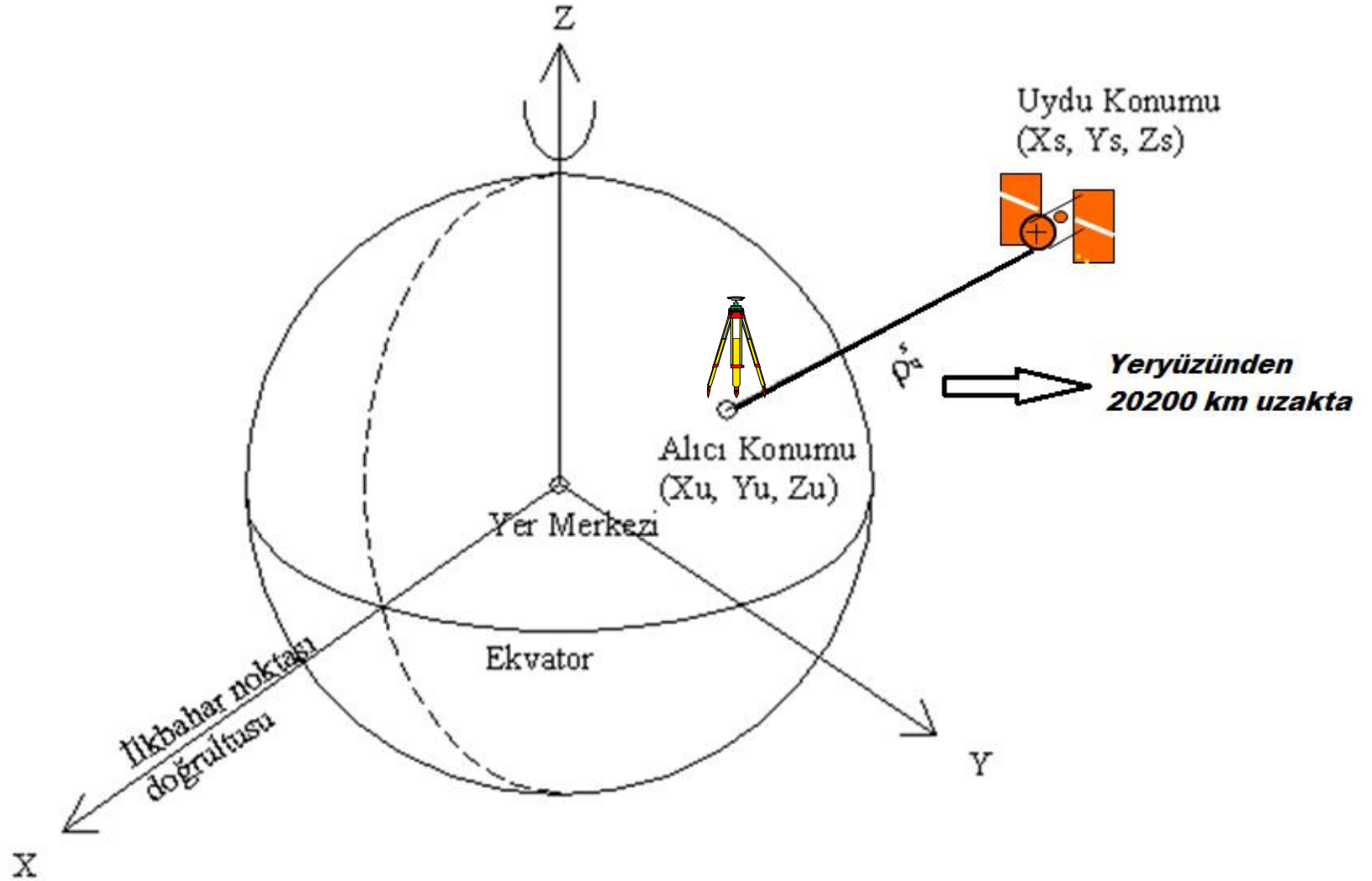
Block IIR-M, Modernized Satellites:

Block IIF, Follow-on Operational Satellites:

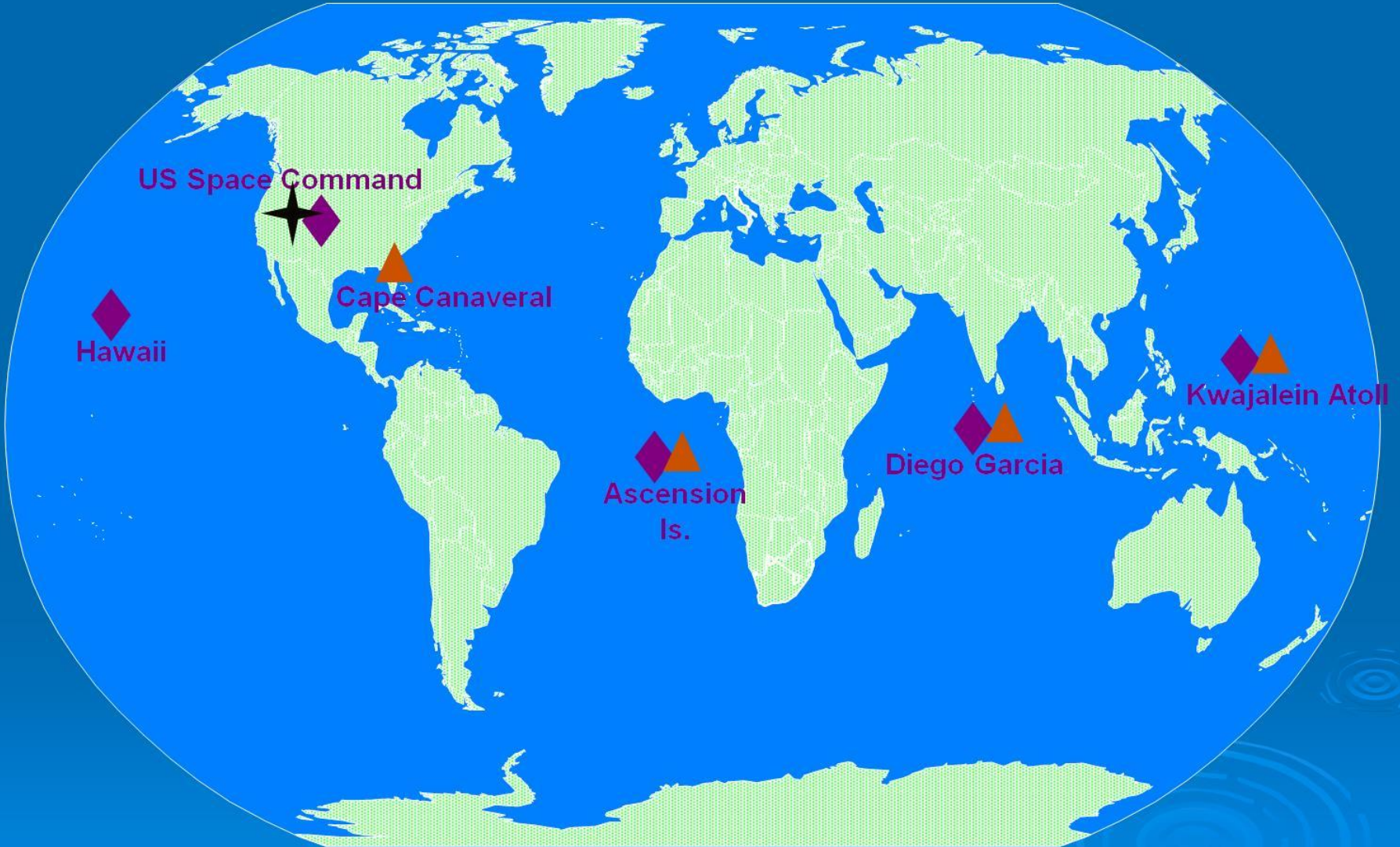
Block III/IIIF:

As of February 20, 2020, there were a total of **31 operational satellites** in the GPS constellation, not including the decommissioned, on-orbit spares.

Uydular yeryüzünden yaklaşık 20200 km uzakta olup, 11h 58' da bir tam devir yaparlar.



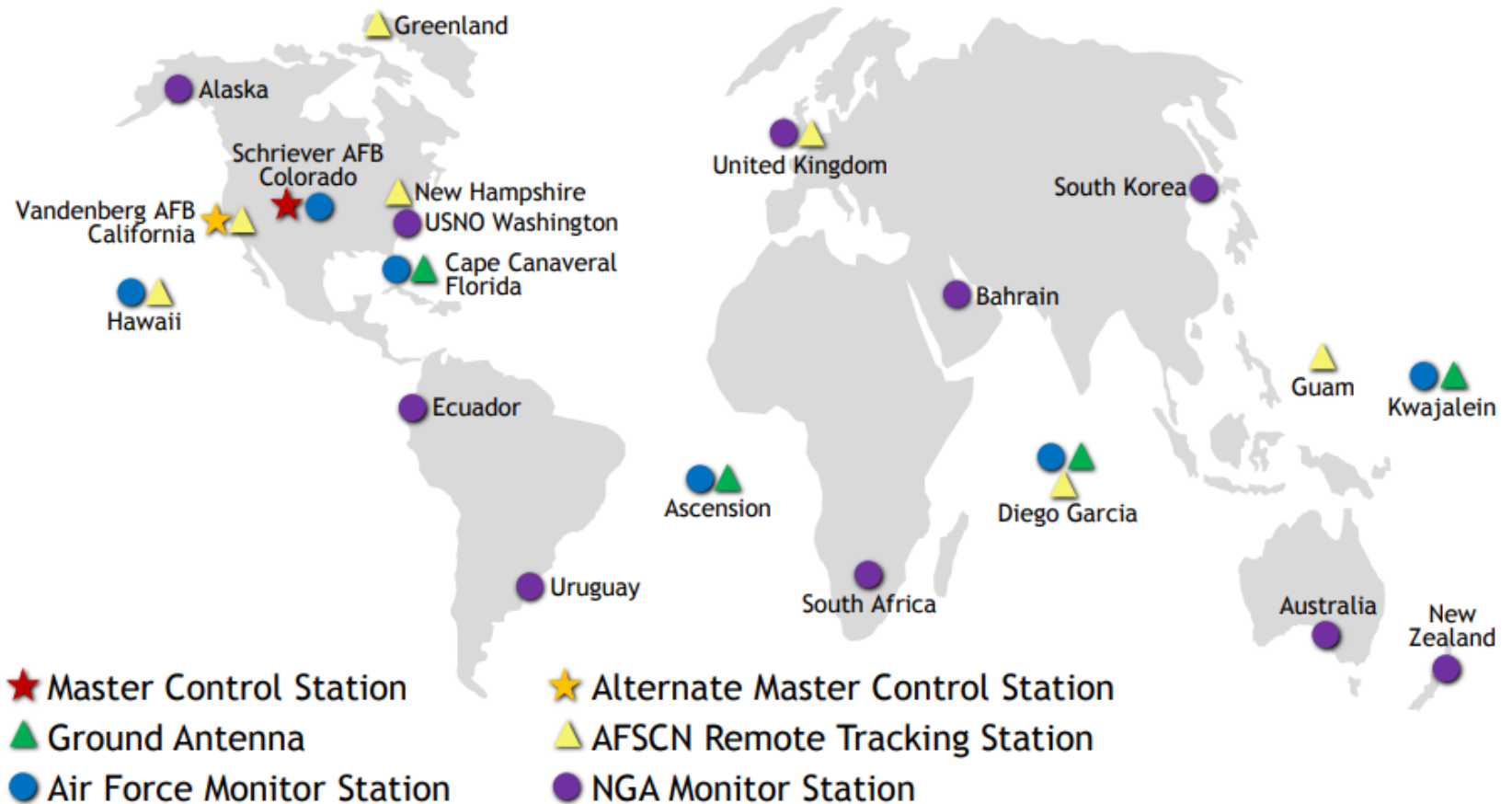
Kontrol Bölümü



✦ Ana Kontrol İstasyonu ◆ İzleme İstasyonu ▲ Yer Anteni

Kontrol Bölümü

GPS Control Segment



Kontrol Bölümü

Bu bölüm yeryüzünün çeşitli yerlerine dağılmış ana kontrol, alternatif kontrol, izleme istasyonları ve yer antenlerinden oluşmaktadır. Ana kontrol istasyonu Colorado'da (USA) dir.

Yörüngeye yerleştirilmiş tüm GPS uyduları dünya üzerine uygun dağılmış, çok hassas saatlerle donatılmış, konumu iyi bilinen sabit izleme istasyonları tarafından izlenmektedir.

Bu istasyonların görevi;

- Günlük olarak uyduların sağlıklı şekilde çalışmalarını sağlamak,
- Uydu yörüngelerini belirlemek,
- Uydu saat düzeltmelerini hesaplamak.

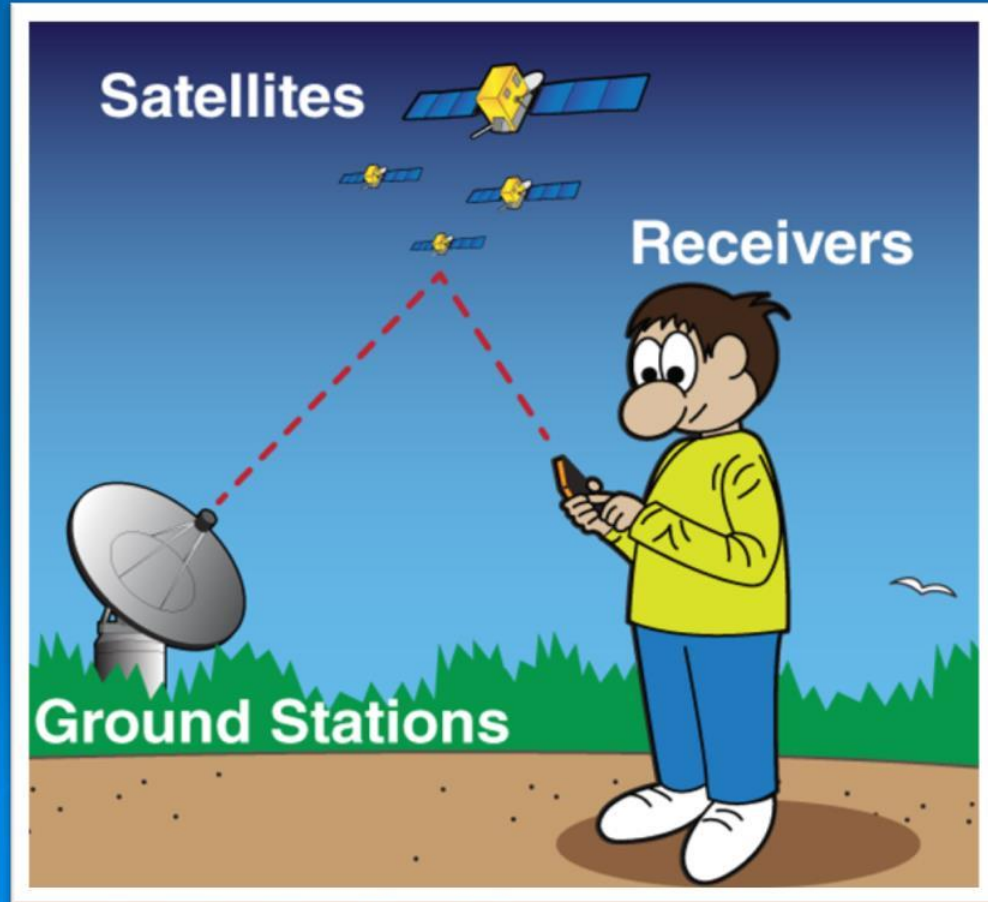
Ana kontrol istasyonu;

- Tüm sistemin kontrolünden,
- Her bir uydu için uydu efemeris bilgilerinin saat düzeltmelerinin hesabından sorumludur.

İzleme istasyonları, gözleme istasyonu görevi yapar ve uydu efemerislerinin belirlenmesi için gerekli verileri toplarlar.

Kullanıcı Bölümü

GPS uyduları tarafından gönderilen verileri alabilen GPS alıcıları ve bunların fonksiyonel parçalarından oluşmaktadır.



Kullanıcı Bölümü

GPS Applications

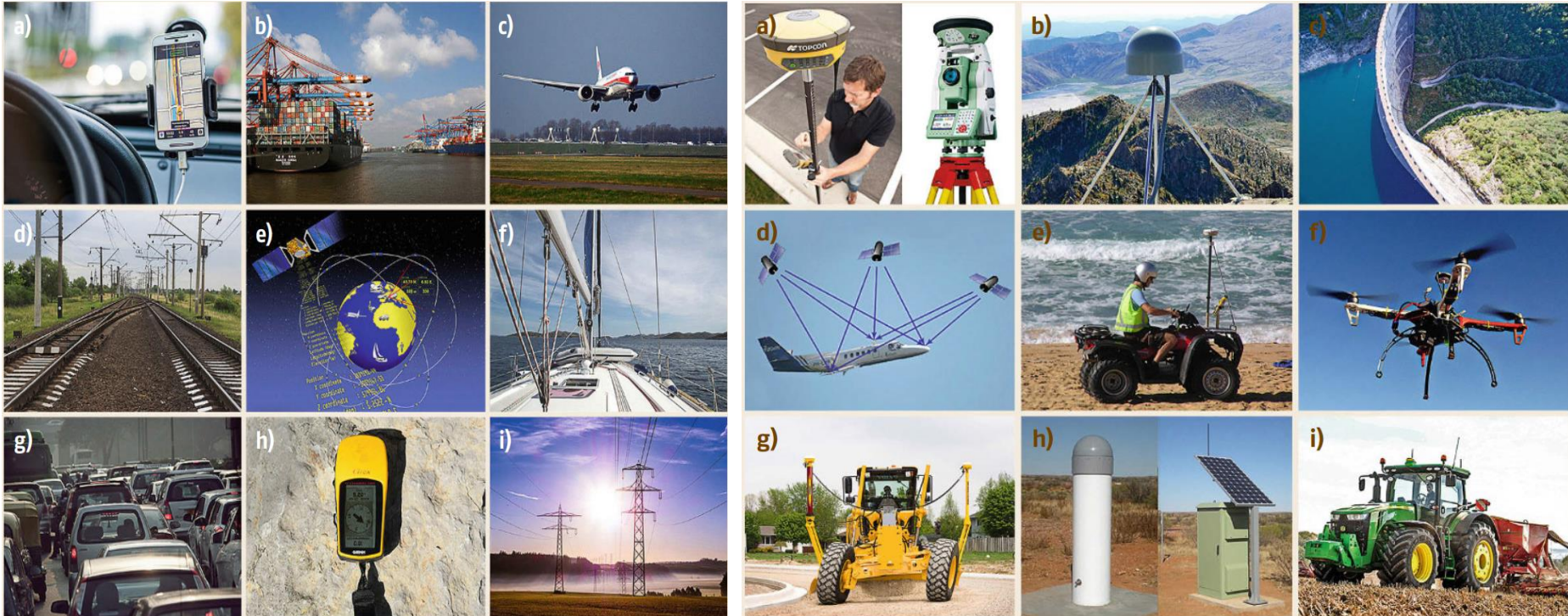
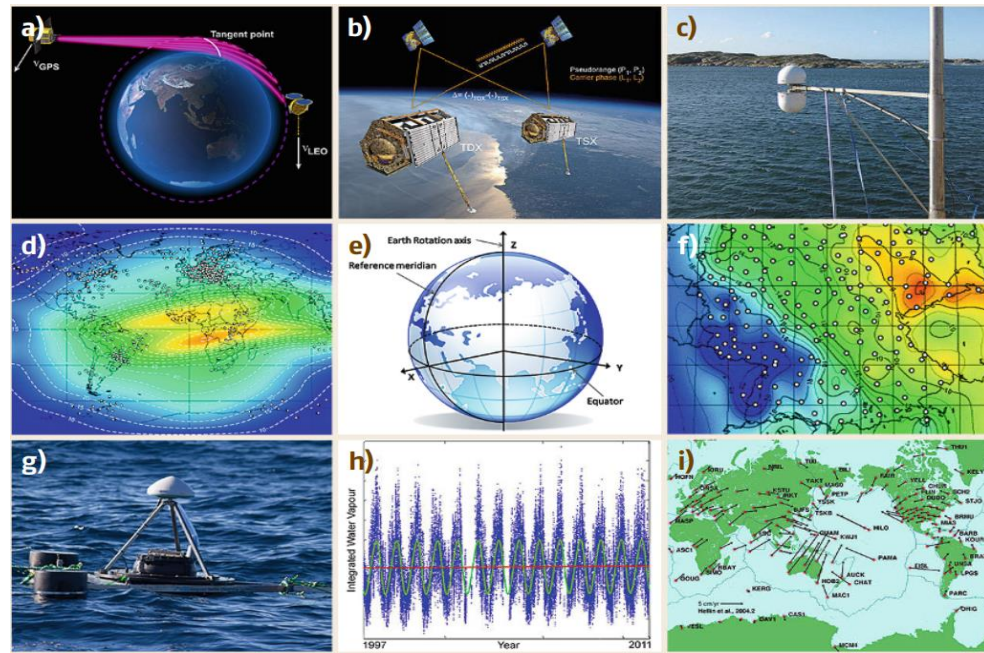


Examples

- Agriculture
- Aviation
- Environment
- Marine
- Public Safety & Disaster Relief
- Rail
- Recreation
- Roads & Highways
- Space
- Surveying & Mapping
- Timing



GPS'in farklı kullanım alanı örnekleri





GPS/GNSS Kullanım Alanları

Ölçme ve navigasyon amaçlı konum belirleme uygulamalarına yeni bir anlayış getiren bu sistemler,;

- ✓ülke yönetimi,**
- ✓çevre ve şehir planlaması,**
- ✓arazi kullanımı ve tarım politikalarının belirlenmesi,**
- ✓mühendislik ve altyapı hizmetleri,**
- ✓orman ve doğal kaynakların değerlendirilmesi ve korunması,**
- ✓çok amaçlı kadastro,**
- ✓e-devlet, e-belediye, e-ticaret**
- ✓kişisel mobil uygulamalar**

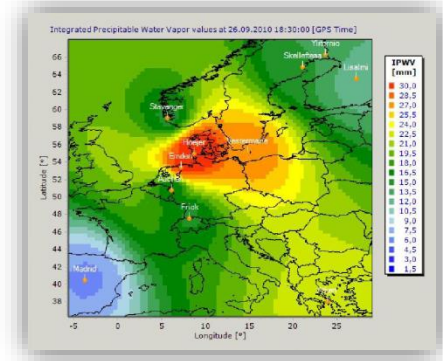
gibi birçok hizmet alanı için etkin şekilde kullanılmaktadır.



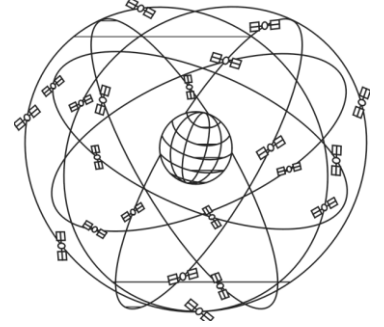
GPS/GNSS Kullanım Alanları

*Harita/Geomatik Mühendisliği disiplini
çalışma alanları açısından;*

- ✓ülke temel jeodezik ağlarının oluşturulması,
- ✓kadastral çalışmalar,
- ✓mühendislik ölçmeleri,
- ✓deformasyonların izlenmesi,
- ✓hidrografik (batimetrik) ölçmeler,
- ✓coğrafi bilgi sistemleri (CBS),
- ✓LiDAR uygulamaları,
- ✓kinematik GPS/GNSS destekli fotogrametrik çalışmalar,
- ✓uzaktan algılama uygulamaları vb. alanlarda kullanılan bu sistemler,
- ✓doğal afetler için erken uyarı sistemleri (deprem, volkanik hareketler, heyelan, tsunami vb.),
- ✓hassas tarım,
- ✓ormancılık faaliyetleri,
- ✓meteorolojik çalışmalar,
- ✓makine kontrol sistemleri,
- ✓atmosferik çalışmalar,



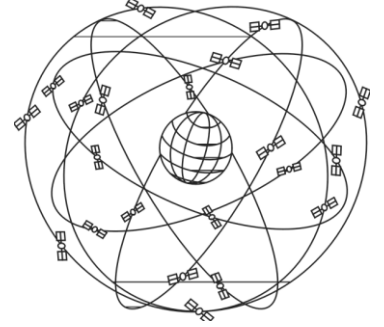
GPS' in Kullanım Alanları



Askeri Kullanım Alanları

- ☐ Kara, deniz ve hava araçlarının navigasyonu
- ☐ Arama-kurtarma
- ☐ Hedef bulma
- ☐ Füze güdümü
- ☐ INS sistemlerinin desteği
- ☐ Uçakların, görüşün sınırlı ya da hiç olmadığı hava koşullarında iniş ve kalkışı

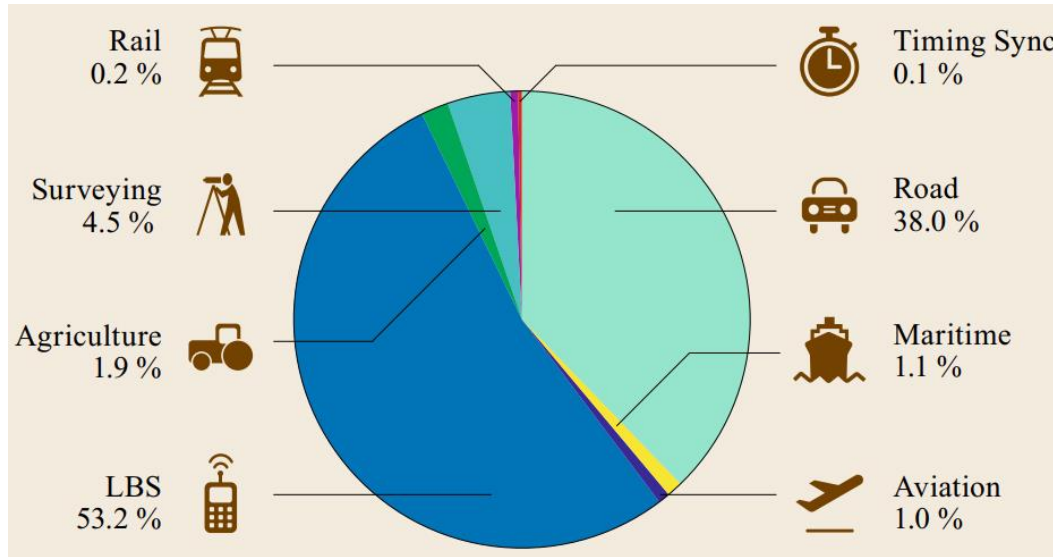
GPS' in Kullanım Alanları



Sivil Kullanım Alanları

- ☐ Kara, deniz ve hava araçlarının navigasyonu
- ☐ Jeodezik ölçmeler
- ☐ Joodinamik ölçmeler (yerkabu hareketleri, depremler)
- ☐ Kadastral ölçmeler
- ☐ Deformasyon ölçmeleri (baraj, yol, köprü, viyadük vb.)
- ☐ Araç takip sistemleri
- ☐ Hidrografik çalışmalar
- ☐ CBS' nin veri tabanının geliştirilmesi
- ☐ Turizm, tarım , ormancılık, spor, güvenlik
- ☐ ve diğer alanlar.

Kullanıcı Bölümü



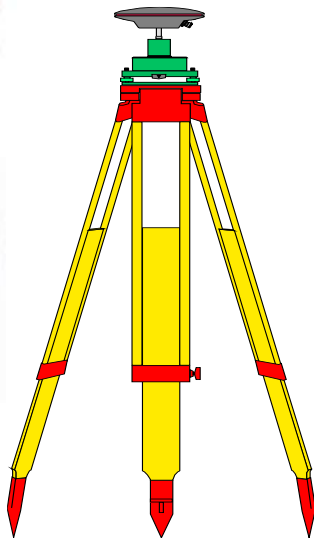


Kullanıcı Bölümü



Kullanıcı Bölümü





Mio168

GPS' de Kullanılan Sinyaller

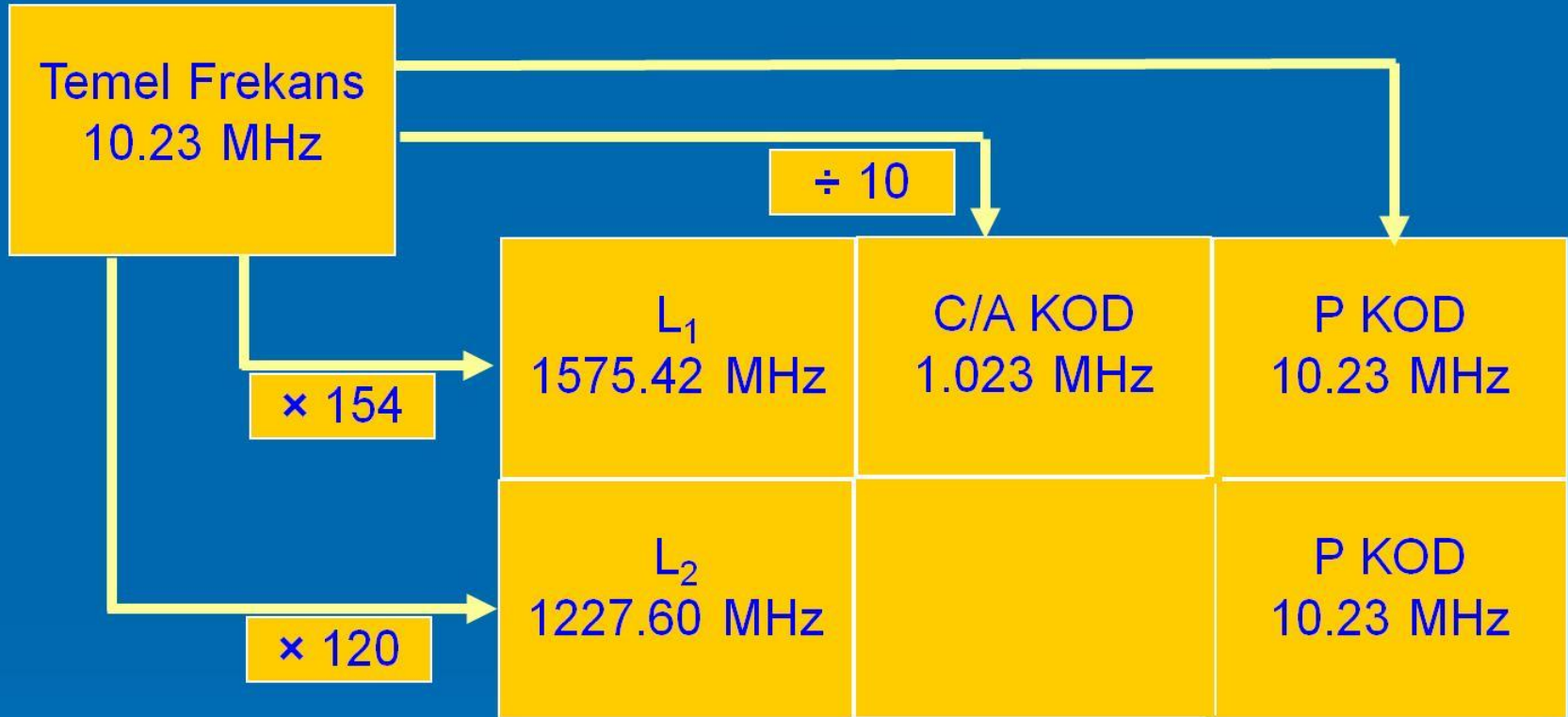
- GPS ölçmelerinde elektromagnetik dalgalar kullanılarak uydulardan kullanıcı bölümüne veri akışı sağlanmaktadır.
- Kontrol bölümü ile uydular arasında **S-band**,
- İyonosferik etkilerin etkisinin az olmasından dolayı uydu ile kullanıcı bölümü arasında **L-band** kullanılmaktadır.
- Sinyaller iki farklı frekansta taşıyıcı dalga üzerinden iletilirler.
- Bunlar L_1 ve L_2 sinyalleridir.

GPS tasarımda kullanılan temel L_1 ve L_2 sinyalleri günümüzde uydulardaki modernizasyon çalışmaları ile birlikte yenilenmektedir.

New Civil Signals

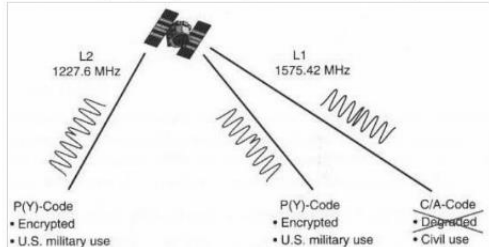
A major focus of the GPS modernization program is the addition of new navigation signals to the satellite constellation.

The government is in the process of fielding three new signals designed for civilian use: L2C, L5, and L1C. The legacy civil signal, called L1 C/A or C/A at L1, will continue broadcasting, for a total of four civil GPS signals. Users must upgrade their equipment to benefit from the new signals.



Transmission frequencies:

- L1 = 1575.42 MHz = 154 x 10.23 MHz
- L2 = 1227.6 MHz = 120 x 10.23 MHz
- (Upgrade) L5 = 1176.45 MHz = 115 x 10.23 MHz (for civil use)
- (Upgrade) New military signal (M-code) and a new civil signal (L2CS)



GPS'in güncel sinyal yapısı

L1

sinyali

L2

sinyali

L5

sinyali

GNSS System	GPS	GPS	GPS	GPS
Service Name	C/A	L1C	P(Y) Code	M-Code
Centre Frequency	1575.42 MHz	1575.42 MHz	1575.42 MHz	1575.42 MHz
Frequency Band	L1	L1	L1	L1
Access Technique	CDMA	CDMA	CDMA	CDMA
Signal Component	Data	Data	Pilot	Data
Modulation	BPSK(1)	TMBOC(6,1,1/11)	BPSK(10)	BOC _{sin} (10,5)
Sub-carrier frequency [MHz]	-	1.023	1.023 & 6.138	10.23
Code frequency	1.023 MHz	1.023 MHz	10.23 MHz	5.115 MHz
Primary PRN Code length	1023	10230	6.19·10 ¹²	N.A.
Code Family	Gold Codes	Weil Codes	Combination and short-cycling of M-sequences	N.A.
Secondary PRN Code length	-	-	1800	N.A.
Data rate	50 bps / 50 sps	50 bps / 100 sps	-	50 bps / 50 sps
Minimum Received Power [dBW]	-158.5	-157	-161.5	N.A.
Elevation	5°	5°	5°	5°

Table 1: GPS L1 signal technical characteristics.

GNSS System	GPS	GPS	GPS	GPS
Service Name	L2 CM	L2 CL	P(Y) Code	M-Code
Centre Frequency	1227.60 MHz	1227.60 MHz	1227.60 MHz	1227.60 MHz
Frequency Band	L2	L2	L2	L2
Access Technique	CDMA	CDMA	CDMA	CDMA
Spreading modulation	BPSK(1) result of multiplexing 2 streams at 511.5 kHz		BPSK(10)	BOC _{sin} (10,5)
Sub-carrier frequency	-	-	-	10.23 MHz
Code frequency	511.5 kHz	511.5 kHz	10.23 MHz	5.115 MHz
Signal Component	Data	Pilot	Data	N.A.
Primary PRN Code length	10,230 (20 ms)	767,250 (1.5 seconds)	6.19 x 10 ¹²	N.A.
Code Family	M-sequence from a maximal polynomial of degree 27		Combination and short-cycling of M-sequences	N.A.
Secondary PRN Code length	-	-	-	N.A.
Data rate	IIF 50 bps / 50 sps IIR-M Also 25 bps 50 sps with FEC	-	50 bps / 50 sps	N.A.
Minimum Received Power [dBW]	II/IIA/IIR -164.5 dBW IIR-M -161.5 dBW IIF -161.5 dBW	-	II/IIA/IIR -164.5 dBW IIR-M -161.4 dBW IIF -160.0 dBW	N.A.
Elevation	5°	-	5°	5°

Table 2: GPS L2 signal technical characteristics.

GNSS System	GPS	GPS
Service Name	L5 I	L5 Q
Centre Frequency	1176.45 MHz	1176.45 MHz
Frequency Band	L5	L5
Access Technique	CDMA	CDMA
Spreading modulation	BPSK(10)	BPSK(10)
Sub-carrier frequency	-	-
Code frequency	10.23 MHz	10.23 MHz
Signal Component	Data	Pilot
Primary PRN Code length	10230	10230
Code Family	Combination and short-cycling of M-sequences	
Secondary PRN Code length	10	20
Data rate	50 bps / 100 sps	-
Minimum Received Power [dBW]	-157.9 dBW	-157.9 dBW
Elevation	5°	5°

Table 3: GPS L5 signal technical characteristics.

GPS sisteminde

sinyal tasarımıdaki gelişmeler

Birinci (eski) sivil sinyal: L1 C/A

Yeni uydularla birlikte 3 yeni sivil sinyal

İkinci sivil sinyal: L2C

Üçüncü sivil sinyal: L5

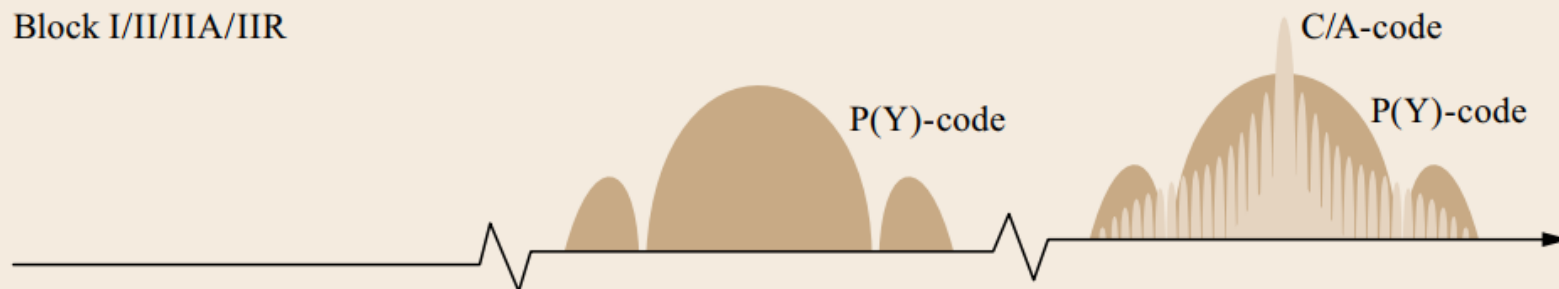
Dördüncü sivil sinyal: L1C

GPS'in güncel sinyal yapısı

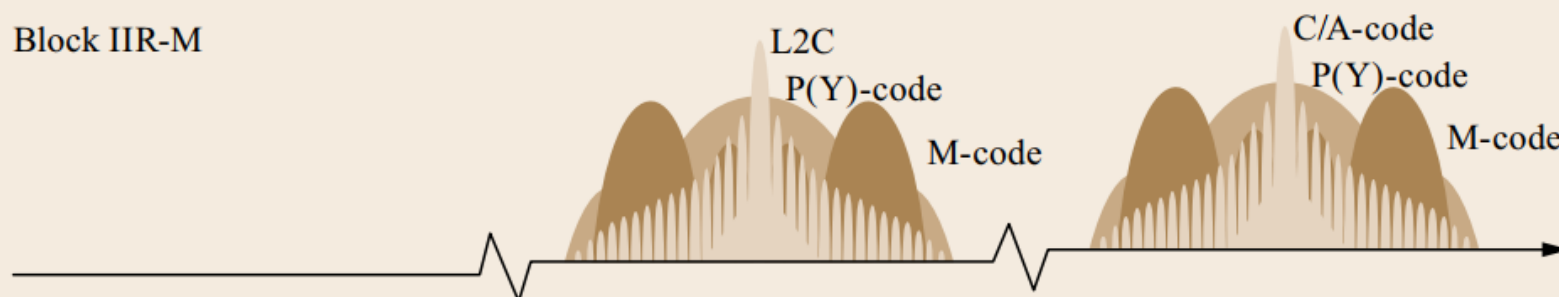
Band	Signal	Frequency (MHz)	Code length chips	Code rate (MHz)	Data rate (bps/sps)	Modulation	Block			
							I/II/IIA/IIR	IIR-M	IIF	III
L1	P(Y)	1575.42	n/a ^a	10.23	50/50	BPSK(10)	×	×	×	×
	C/A	1575.42	1023	1.023	50/50	BPSK(1)	×	×	×	×
	L1C	1575.42	10 230	1.023	50/100	TMBOC(6,1,4/33)				×
	L1C	1575.42	10230/1800	1.023	–	TMBOC(6,1,4/33)				×
	M	1575.42	n/a ^a	5.115	n/a ^a	BOC _{sin} (10,5)		×	×	×
L2	P(Y)	1227.60	n/a ^a	10.23	50/50	BPSK(10)	×	×	×	×
	L2 CM	1227.60	10 230	0.5115	50(25)/50	BPSK(1) mux		×	×	×
	L2 CL	1227.60	767 250	0.5115	–	BPSK(1) mux		×	×	×
	M	1227.60	n/a ^a	5.115	n/a ^a	BOC _{sin} (10,5)		×	×	×
L5	I5	1176.45	10230/10	10.23	50/100	BPSK(10)			×	×
	Q5	1176.45	10230/20	10.23	–	BPSK(10)			×	×

^a Indicates nonavailability of public information for signals of regulated/military services.

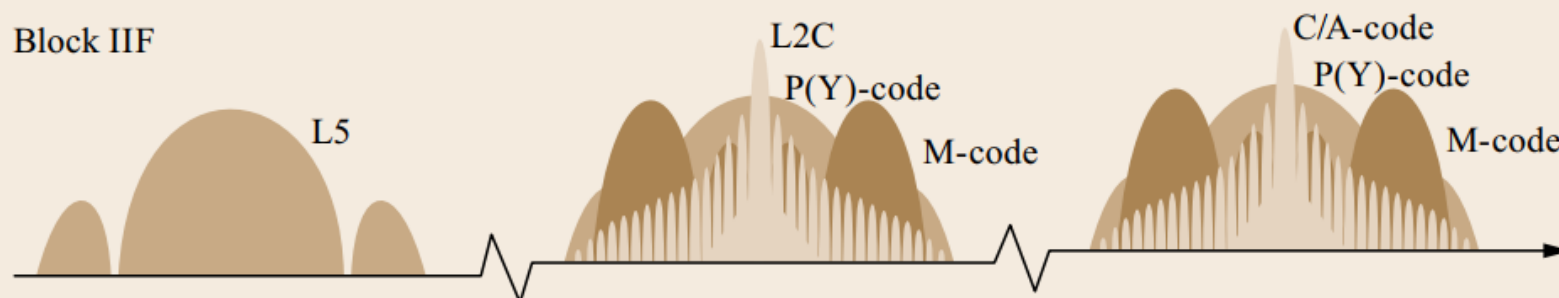
Block I/II/IIA/IIR



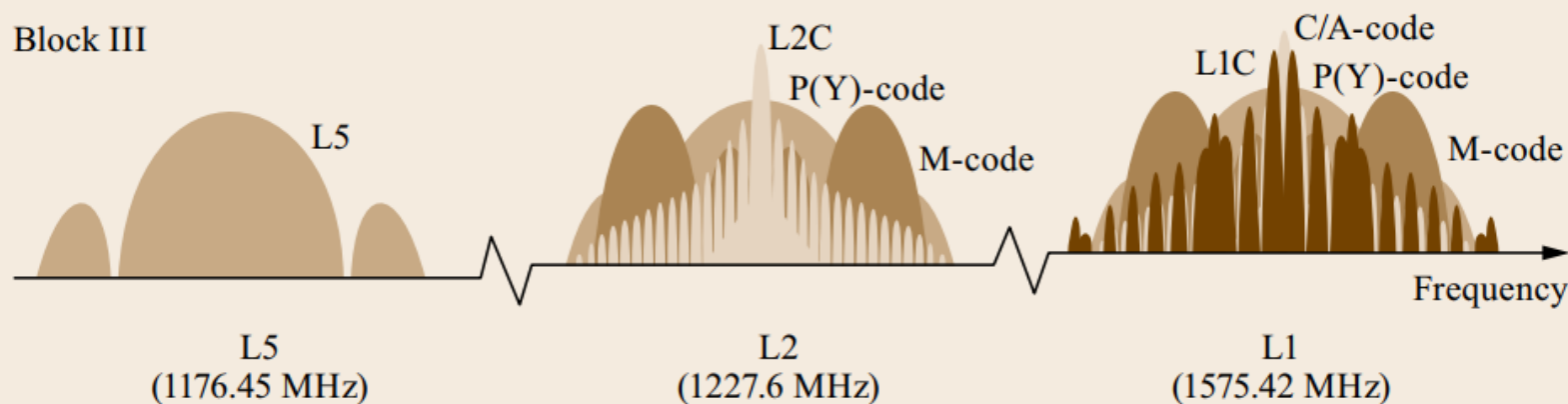
Block IIR-M

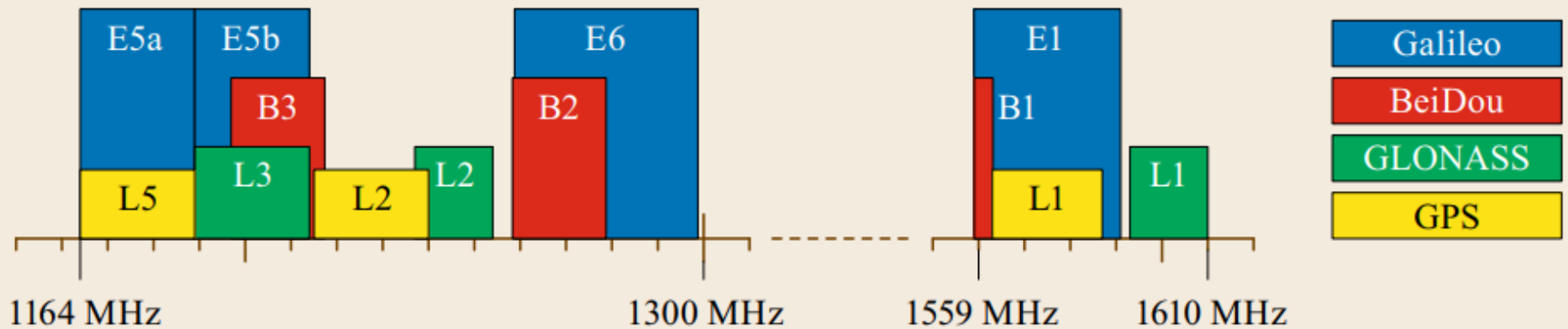


Block IIF

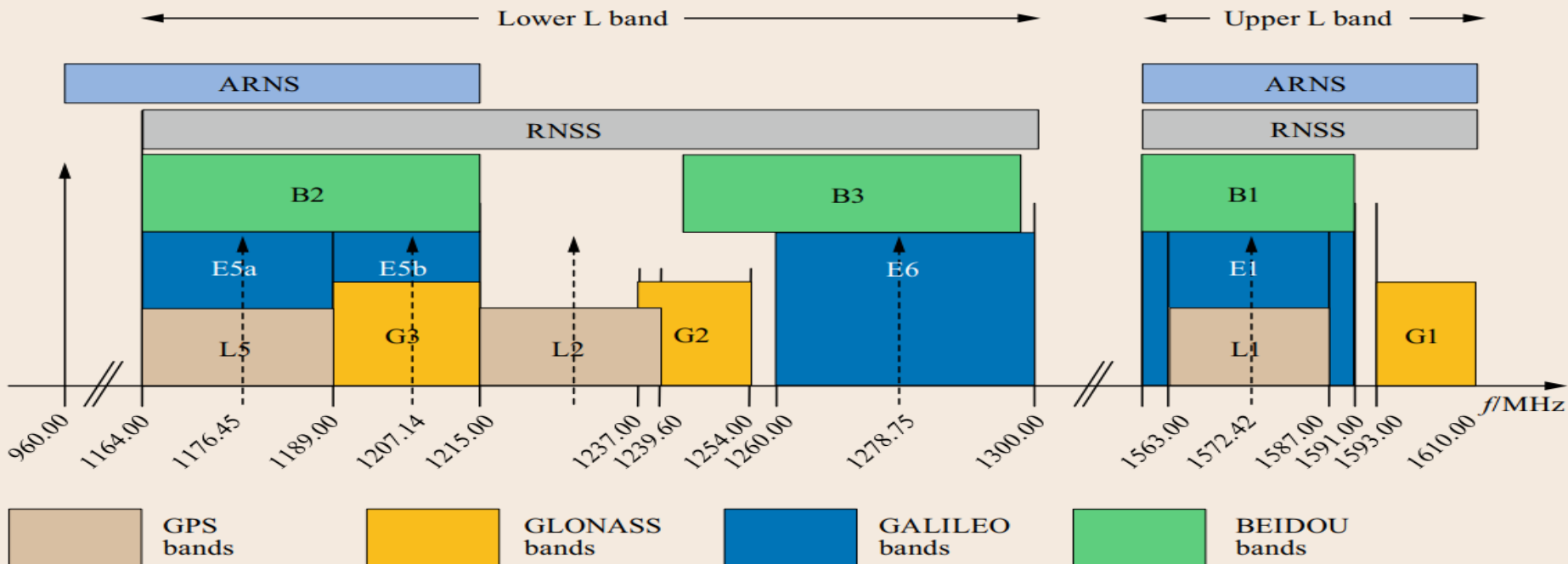


Block III





GNSS Sinyal Yapısı ve Frekansları



ARNS: Aeronautical Radio Navigation Service

RNSS: Radio Navigation Satellite Service

GPS sisteminde çift frekans kullanılması nereden ???

- L_1 frekansı herhangi bir nedenle kesildiğinde L_2 frekansı görev yapar.
- Çift frekans özelliğinden yararlanarak iyonosferik düzeltme olanağı sağlamaktadır.

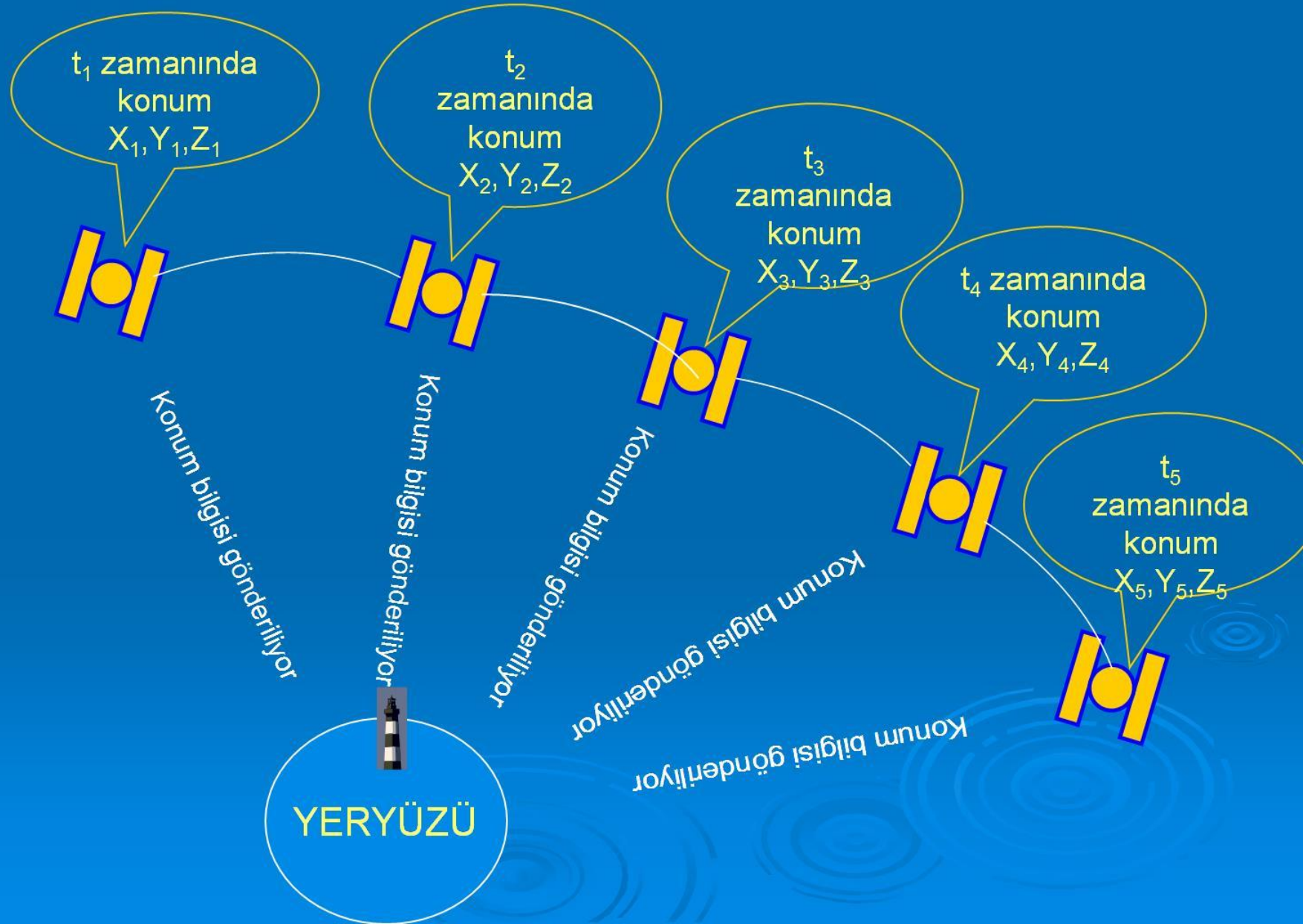
** Günümüzde GPS/GNSS sistemlerinin gelişim ve modernizasyonu ile birlikte farklı sinyal ve kodların kullanımıyla çift frekans kavramı ÇOKLU FREKANS kullanımı yapısına dönüşmüştür.

- L_1 ve L_2 taşıyıcı frekansları, uydu saat düzeltmeleri, yörünge parametreleri gibi bilgilerin yeryüzündeki alıcıya ulaştırılabilmesi amacıyla kodlarla ve navigasyon mesajı verileri ile modüle edilmişlerdir.
- Tüm uydular aynı taşıyıcı frekansla veri yayını yapmasına karşın, uydu sinyalleri kod modülasyonu tekniği nedeniyle birbirini ile karışmamaktadır.
- L_1 ve L_2 taşıyıcı frekansları üzerinde C/A ve P kodları ile navigasyon mesajı verileri modüle edilmiştir.

GPS Uydu Yörüngeleri

- Anlık konum belirlemede yayın (broadcast) efemerisi ve saat bilgileri kullanılmaktadır.
- Ölçü sonrası değerlendirmede duyarlı GPS yörünge ve saat bilgilerinin kullanılması tercih edilir.
- Hesaplanan duyarlı yörünge ve saat bilgileri internet aracılığı ile tüm kullanıcılara ücretsiz sunulmaktadır.

YAYIN EFEMERİSİ (BROADCAST EPHEMERIS)



HASSAS EFEMERİS (PRECISE EPHEMERIS)

- Pratik amaçlı jeodezik konum belirleme için yayın efemerisi yeterlidir.
- Daha hassas sonuç gerektiren işlerde hassas efemeris kullanılması ile doğruluk arttırılabilir.
- Hassas efemeris, dünya yüzeyine dağılmış çok sayıda istasyondan elde edilen uydu verilerinin değerlendirilmesi ile (post processing) elde edilmiş sonuçlar olup, internetten ulaşılabilir.

➤ **NGS Duyarlı Efemerisi**

Bu efemeris gözlem anından itibaren 2-6 gün arasında kullanıcıların hizmetine internet aracılığı ile sunulmaktadır. NGS efemerisi ITRF sisteminde IERS noktalarına ait duyarlı koordinatlar kullanılarak hesaplanır.

➤ **IGS Duyarlı Efemerisi**

Yayın ve NGS duyarlı efemerislerinin tersine IGS yörüngeleri, duyarlı P kod alıcılarının kurulu olduğu yoğun bir global ağda yapılan faz gözlemlerinden yararlanarak oluşturulmuştur. Türkiye'nin de içinde olduğu Avrupa bölgelerinde IGS izleme ağı oluşturulmuştur.

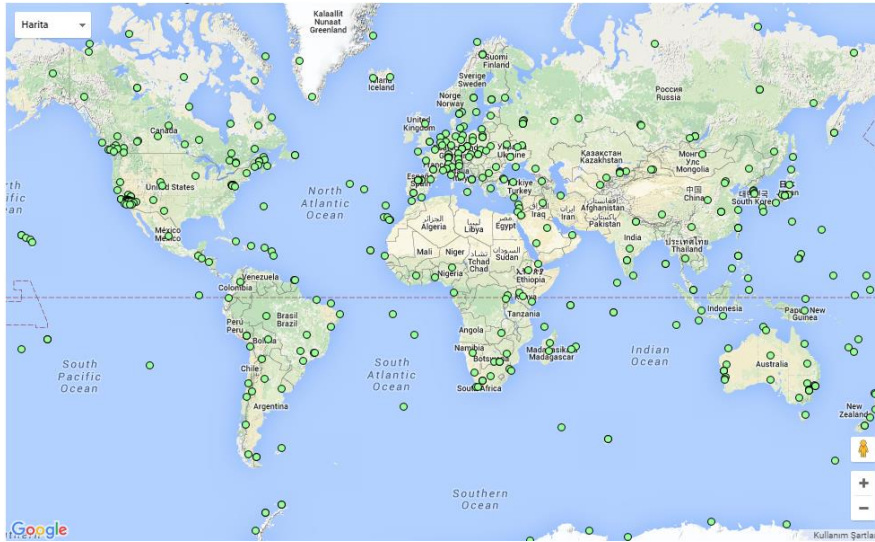


Uluslararası GNSS Servisi (IGS)

<http://www.igs.org/>

&

<https://www.igscb.org/> (New)



500'den fazla sabit GNSS referans istasyonu

Mart 2020 itibariyle 509 sabit GNSS referans istasyonu IGS ağına yer almaktadır.

Temel Misyon:

- ✓ Çok disiplinli uygulamalar için konumlama, navigasyon ve zamanlama hizmeti sağlamak
- ✓ Standartlaşmış yüksek kalitedeki GNSS veri ve ürünleri oluşturmak, arşivlemek
- ✓ Gerçek zamanlı uygulamalar ile ölçü sonrası analizler için sunmak

Veri ve Analiz Merkezleri

Çalışma Grupları

Pilot Projeler



IGS Ürün Profili

- ☐ GPS/GNSS uydu efemerisleri
- ☐ Uydu ve istasyonlara ait saat bilgileri
- ☐ Yeryuvarı dönme parametreleri
- ☐ İzleme ağına ait istasyonların koordinat ve hız bilgileri
- ☐ Troposferik zenit yolu gecikme kestirimleri
- ☐ Global iyonosfer haritaları

Farklı kategorilerde, doğruluk seviyelerinde, farklı gecikmeler ve örneklem aralıkları kullanıcılara sunmaktadır.

- final ürünler (IGS)
- rapid ürünler (IGR)
- ultra-rapid ürünler (IGU)



IGS GPS uydu efemerisleri, uydu ve istasyon saat düzeltmeleri

Ürünler&Düzeltilme Bilgileri Türü	Parametre	Doğruluk	Gecikme	Örnekleme Aralığı
Yayın (Broadcast)	Yörüngeler	~ 100 cm	Gerçek zamanlı	Günlük
	Uydu Saatleri	~ 5 cm RMS ~ 2.5 ns Std.Sp.		
Ultra Rapid (kestirilen)	Yörüngeler	~ 5 cm	Gerçek zamanlı	15 Dakika
	Uydu Saatleri	~ 3 ns RMS ~ 1.5 ns Std.Sp.		
Ultra Rapid (hesaplanan)	Yörüngeler	~ 3 cm	3 - 9 saat	15 dakika
	Uydu Saatleri	~ 150 ps RMS ~ 50 ps Std.Sp.		
Rapid	Yörüngeler	~ 2.5 cm	17 - 41 saat	15 dakika
	Uydu&İstasyon Saatleri	~ 75 ps RMS ~ 25 ps Std.Sp.		5 dakika
Final	Yörüngeler	~ 2.5 cm	12 - 18 gün	15 dakika
	Uydu&İstasyon Saatleri	~ 75 ps RMS ~ 20 ps Std.Sp.		Uydu: 30 saniye İstasyon: 15 dak.

IGS GLONASS uydu efemerisleri

Ürünler&Düzeltilme Bilgileri Türü	Parametre	Doğruluk	Gecikme	Örnekleme Aralığı
Final	Yörüngeler	~ 3 cm	12 - 18 gün	15 dakika



<http://www.igs.org/products>

GPS Satellite Ephemerides / Satellite & Station Clocks

Type		Accuracy	Latency	Updates	Sample Interval
Broadcast	orbits	~100 cm	real time	--	daily
	Sat. clocks	~5 ns RMS ~2.5 ns SDev			
Ultra-Rapid (predicted half)	orbits	~5 cm	real time	at 03, 09, 15, 21 UTC	15 min
	Sat. clocks	~3 ns RMS ~1.5 ns SDev			
Ultra-Rapid (observed half)	orbits	~3 cm	3 - 9 hours	at 03, 09, 15, 21 UTC	15 min
	Sat. clocks	~150 ps RMS ~50 ps SDev			
Rapid	orbits	~2.5 cm	17 - 41 hours	at 17 UTC daily	15 min
	Sat. & Stn. clocks	~75 ps RMS ~25 ps SDev			5 min
Final	orbits	~2.5 cm	12 - 18 days	every Thursday	15 min
	Sat. & Stn. clocks	~75 ps RMS ~20 ps SDev			Sat.: 30s Stn.: 5 min

Note 1: Orbit accuracies are 1D mean RMS values over the three XYZ geocentric components. IGS accuracy limits, except for predicted orbits, are based on comparisons with independent laser ranging results and discontinuities between consecutive days. The precision is better.

Note 2: The accuracy (neglecting any contributions from internal instrumental delays, which must be calibrated separately) of all clocks is expressed relative to the IGS timescale, which is linearly aligned to GPS time in one-day segments. The standard deviation (SDev) values are computed by removing a separate bias for each satellite and station clock, whereas this is not done for the RMS values.