



Yıldız Teknik Üniversitesi
İnşaat Fakültesi
Harita Mühendisliği Bölümü



ÖLÇME BİLGİSİ 3 (HRT2322)

Doç.Dr. Taylan ÖCALAN

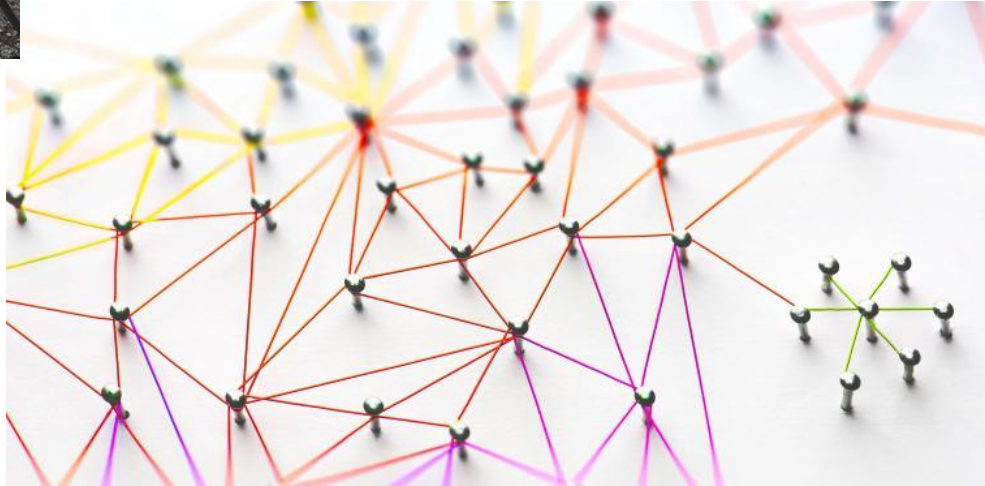
<https://avesis.yildiz.edu.tr/tocalan/>

tocalan@yildiz.edu.tr

Uluslararası Bölgesel

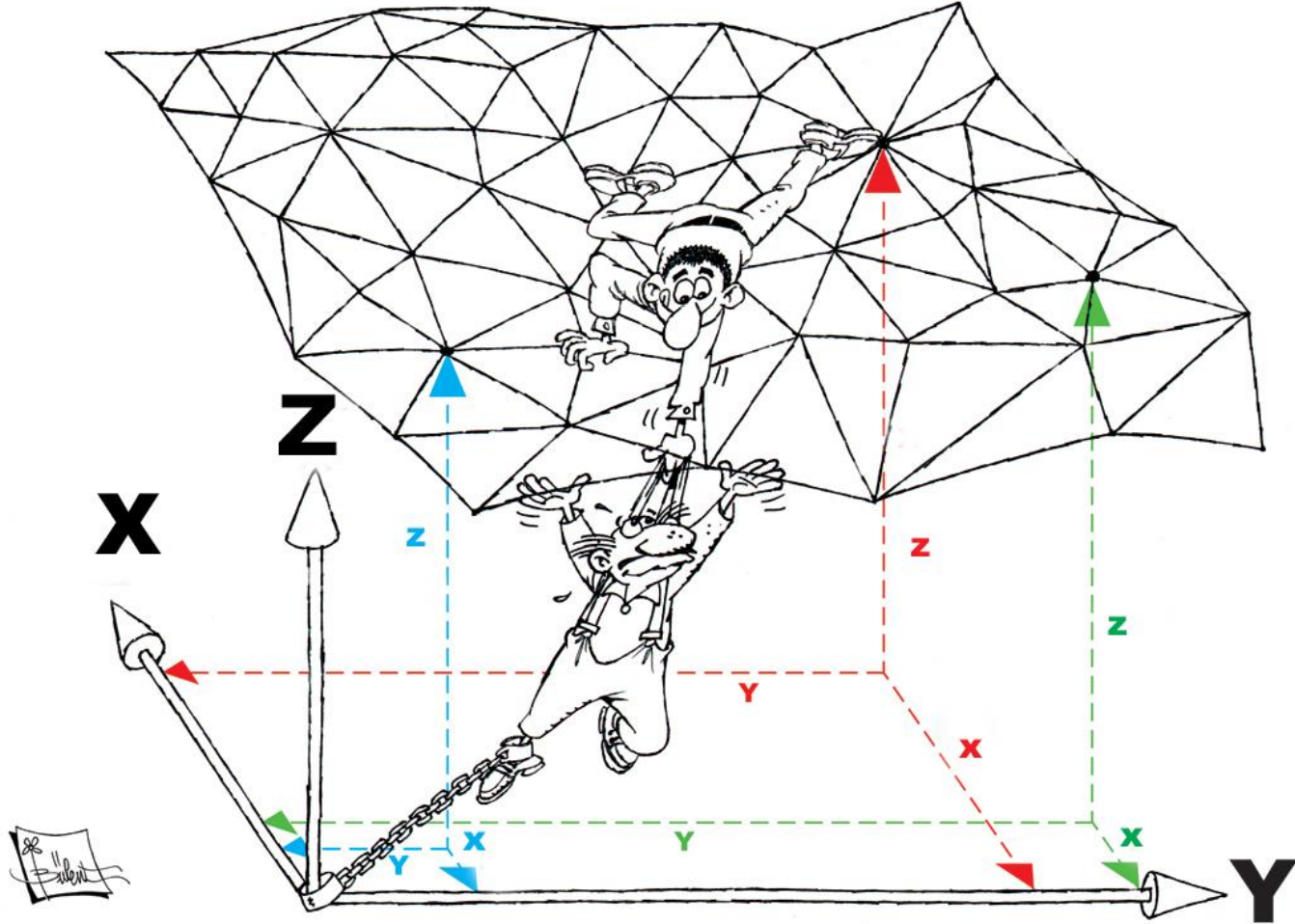
Ulusal

GNSS Ağları



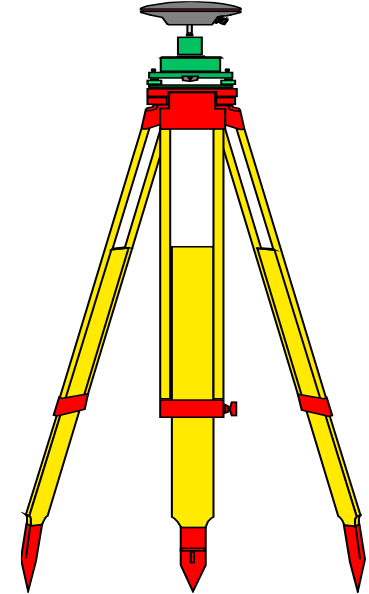
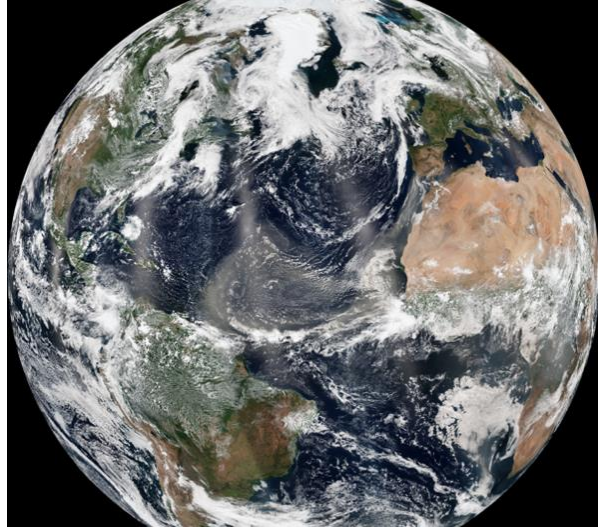
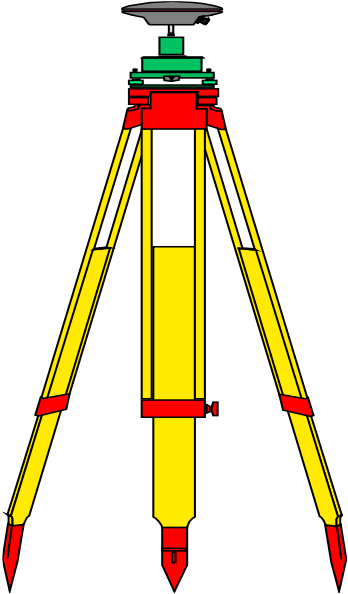
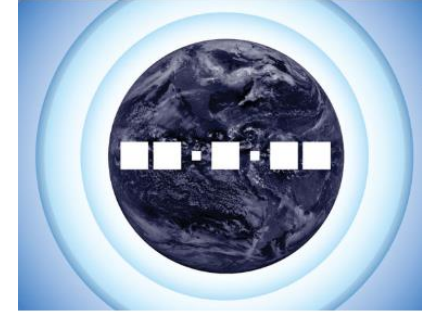
“Jeodezik ağ noktalarının konumu, bu ağ noktalarıyla gerçekleştirilen referans sisteminde hesaplanır. ”

J. Kovalevsky 1988



IGS Ağı

**Uluslararası nitelikteki
en kapsamlı global
GNSS Ağı**



Uluslararası GNSS Servisi (IGS-International GNSS Service)

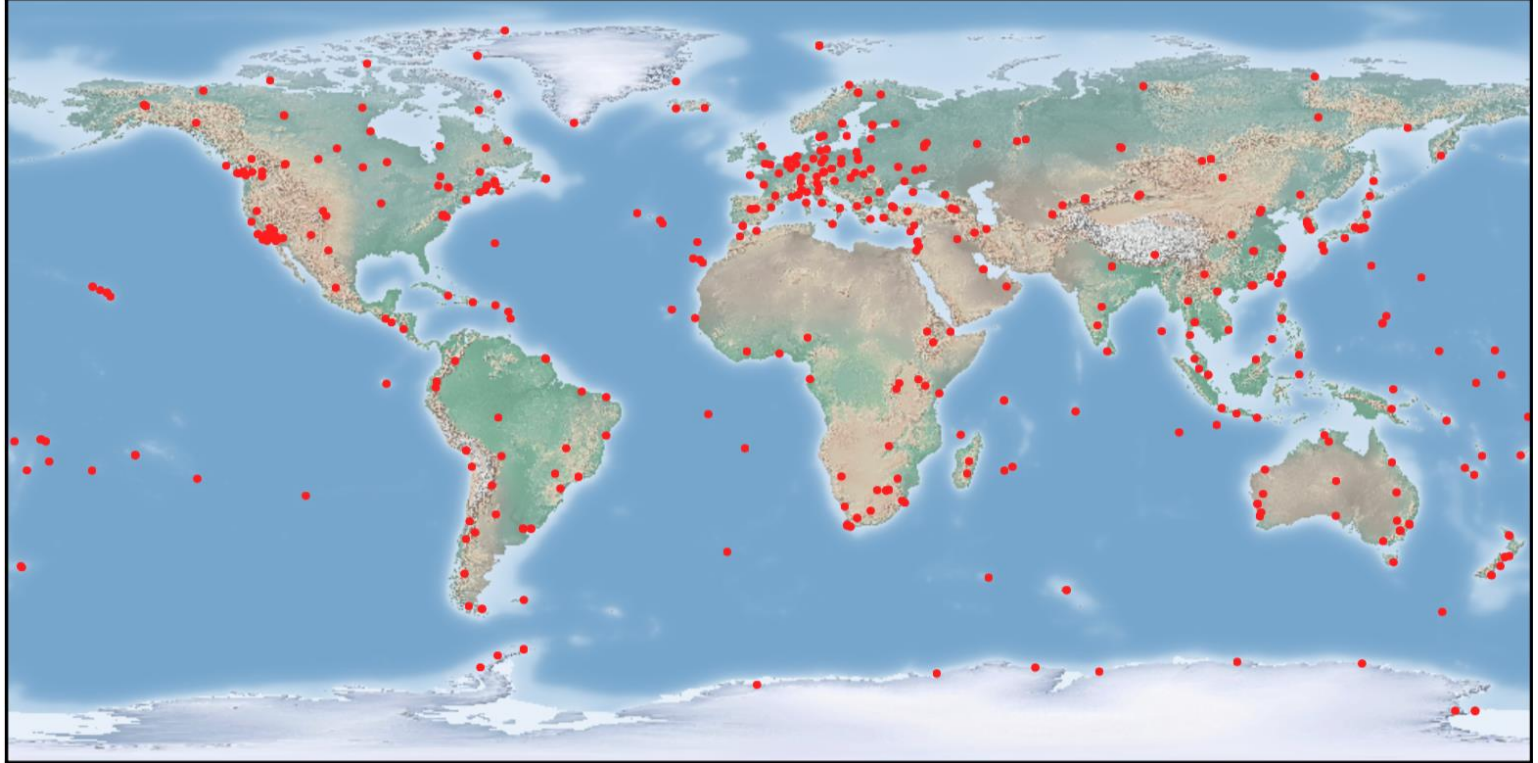
- IGS, uydu izleme istasyonları sistemi, veri merkezleri ve analiz merkezleri, bilimsel ve mühendislik uygulama ve çalışmalarının gereksinimlerini karşılayacak şekilde yüksek kaliteli GNSS verisini ve diğer veri ürünleri online olarak hızlı bir biçimde ücretsiz sağlamak ve özellikle de jeodezik ve jeodinamik çalışmalara katkı sunmak amacıyla kurulmuş bir kurumdur.
- IGS, 1992 yılı Haziran ve Eylül döneminde üç aylığına pilot servis olarak kullanılmış; ardından 1993 yılında Uluslararası Jeodezi Birliği tarafından onaylanmış ve 1 Ocak 1994 tarihinde hizmete girmiştir.
- Uluslararası GPS Servisi adıyla kurulan ve 14 Mart 2005'ten itibaren Uluslararası GNSS Servisi olarak ismi değiştirilen IGS, Uluslararası Yer Dönme ve Referans Sistemleri Servisi (IERS-International Earth Rotation and Reference System Service) ile yakın işbirliği içinde faaliyet göstermektedir.
- Astronomik ve Jeofizik Veri Analiz Servisleri Federasyonuna (FAGS-Federation of Astronomical and Geophysical Data Analysis Services) bağlı faaliyet yürüten 13 servisten biridir.



IGS

<https://www.igsb.org/>

Global Network of 500+ GNSS
Stations



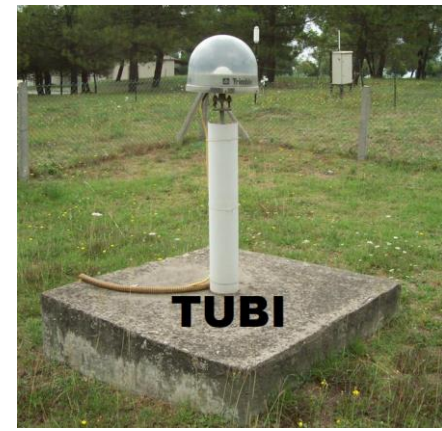
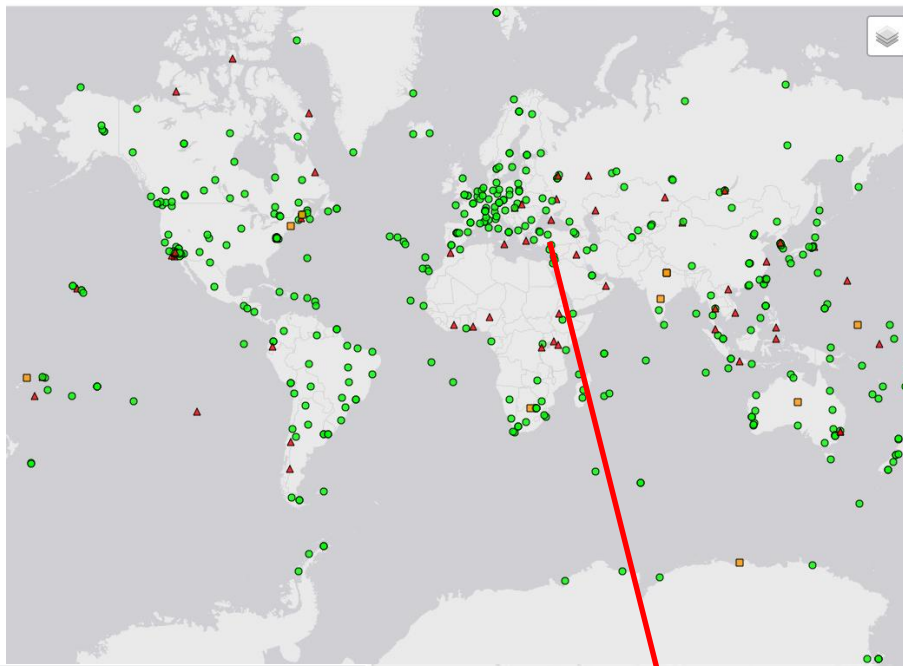
IGS Ağı (Ocak 2020, 509 sabit GNSS referans istasyonu)



Türkiye’de
bulunan IGS ağına
dahil sabit GNSS
referans
istasyonları

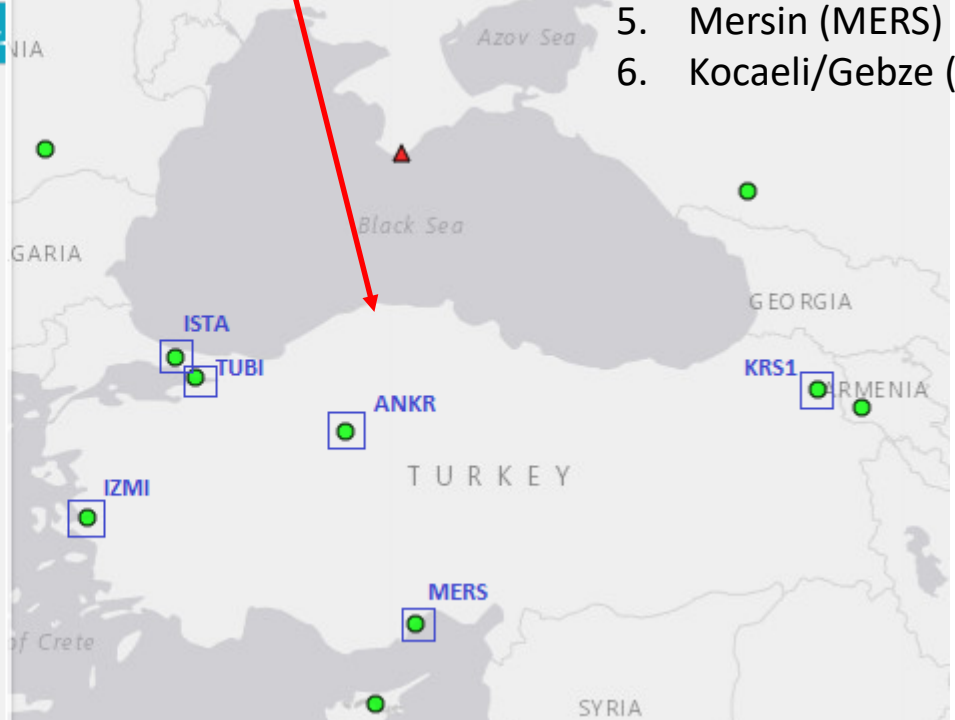


IGS



1. Ankara (ANKR)
2. İstanbul (ISTA)
3. İzmir (IZMI)
4. Kars (KRS1)
5. Mersin (MERS)
6. Kocaeli/Gebze (TUBI)

Site	Country	Latitude	Longitude
CMUM00THA	Thailand	18.761	98.9
CPNM00THA	Thailand	10.725	99.3
CUSV00THA	Thailand	13.736	100.
CUUT00THA	Thailand	13.736	100.
TONG00TON	Tonga	-21.145	-175
ANKR00TUR	Turkey	39.888	32.7
ISTA00TUR	Turkey	41.104	29.0
IZMI00TUR	Turkey	38.395	27.0
KRS100TUR	Turkey	40.588	43.0
MERS00TUR	Turkey	36.566	34.2
TUBI00TUR	Turkey	40.787	29.4



IGS'nin misyonu

- IGS, yersel referans ağı, yer dönmesi, yer gözlem ve araştırmaları, konum belirleme, navigasyon, zaman ayarlama ve toplumun yararına olan diğer uygulamaların desteklenmesinde yüksek kalitede GNSS veri ve ürünlerini temin eder.

IGS'nin hedef ve amaçları

- Önde gelen bir kaynak olarak, GNSS ile ilgili yüksek kalitedeki standartları ve uygulama kuralları ile sağlanan veri ve ürünleri tüm kullanıcı topluluklarının hizmetine sunmak.
- Mesleki işbirliği ve yaratıcı kültür kapsamında zorlu, yenilikçi hedefleri gerçekleştirmek için öncülük etmek.
- Yeni sistem, teknoloji, uygulamalar ile değişen kullanıcı gereksinimlerini IGS ürün ve hizmetlerine entegre etmek.
- GGOS (The Global Geodetic Observing System-Global Jeodezik Gözlem Sistemi) ve daha geniş tabanlı yer gözlem ve global navigasyon sistem ve hizmetleriyle entegrasyonu kolaylaştırmak.
- Üyelerinin katkılarıyla ve etkin liderlik, işletme ve yönetim anlayışıyla uluslararası işbirliğiyle yaratılan kurumsallığın sürekliliğini sağlamak.
- Topluma, daha geniş bilim topluluklarına ve özellikle de politikacılar ve finansal katkı sağlayan kuruluşlara IGS'nin yaratacağı değer ve sağlayacağı yararları tanıtmak.

IGS bileşenleri

- Ağlar ve izleme istasyonları
- Veri Merkezleri (DC)
- Analiz Merkezleri (AC, AAC)
- Analiz Merkezi Koordinatörü (ACC)
- Çalışma grupları (WG), pilot projeler (PP) ve komiteler
- Özel ürün ya da bileşenler (Referans ağı vb.) için koordinatörler
- Merkezi Büro (CB)
- Yönetim Kurulu (GB) ve İcra Kurulu
- Kurumsal Üyeler



IGS çalışma grupları

IGS Working Groups

Active Working Groups

Antenna	Est. 2008
Bias and Calibration	Est. 2008
Clock Products	Est. 2003
Data Center	Est. 2002
GNSS Monitoring (IGMA)	Est. 2017
Ionosphere	Est. 1998
Multi-GNSS	Est. 2003
Precise Point Positioning with Ambiguity Resolution	Est. 2018
Real-time	Est. 2001
Reference Frame	Est. 1999
RINEX	Est. 2011
Space Vehicle Orbit Dynamics	Est. 2011
Tide Gauge (TIGA)	Est. 2001
Troposphere	Est. 1998

IGS ürünleri

- Yüksek doğruluklu GNSS uydu yörüngeleri ve ilgili bilgiler

- Yer dönme parametreleri

- IGS izleme istasyonlarının koordinatlar ve hızları

- GNSS uydu ve izleme istasyonları saat bilgisi

- İyonosferik bilgi

- Troposferik bilgi

IGS ürünleri, en az 7 farklı IGS analiz merkezinden (AC) elde edilen bağımsız kestirimlerin birleştirilmesiyle belirlenmektedir. Global Ağ Birleştirme Analiz Merkezi (GNAAC), AC'lerin haftalık çözümlerinden bağımsız kombinasyonlarını sağlar. Böylece elde edilen çözümün kalite kontrolü yapılmış olur. Her AC, haftalık çözümlerini **SINEX** formatında (Software INdependent EXchange) depolar.

Analiz merkezleri (AC):

IGS Analysis Center

Analysis Center Coordinator (ACC)

INSTITUTION	ABBREVIATION	COUNTRY
Geoscience Australia & Massachusetts Institute of Technology	GA/MIT	Australia/USA

IGS Analysis Centers (ACs)

INSTITUTION	ABBREVIATION	COUNTRY
Natural Resources Canada	EMR	Canada
Wuhan University	WHU	China
Geodetic Observatory Pecny	GOP-RIGTC	Czech Republic
Space geodesy team of the CNES	GRG	France
European Space Agency/ESOC	ESA/ESOC	Germany
GeoForschungsZentrum	GFZ	Germany
Center for Orbit Determination in Europe	CODE	Switzerland
Jet Propulsion Laboratory	JPL	USA
Massachusetts Institute of Technology	MIT	USA
NOAA/National Geodetic Survey	NGS	USA
Scripps Institution of Oceanography	SIO	USA
U.S. Naval Observatory	USNO	USA

Associate Analysis Centers (ACs)

Global Network Associate Analysis Centers (GNAACs)

INSTITUTION	ABBREVIATION	COUNTRY
Chinese Academy of Sciences, Institute of Geology and Geophysics	-	China
University of Newcastle-upon-Tyne	-	UK
Earth, Atmospheric and Planetary Sciences Massachusetts Institute of Technology	-	USA

GPS Uydu Yörünge (Efemeris) Bilgileri / Uydu & İstasyon Saat Bilgileri

TYPE		ACCURACY	LATENCY	UPDATES	SAMPLE INTERVAL
Broadcast Yayın	orbits	~100 cm	real time	—	daily
	Sat. clocks	~5 ns RMS ~2.5 ns SDev			
Ultra-Rapid (predicted half) Kestirilen kısım	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) Gözlenen kısım	orbits	~3 cm	3 – 9 hours	at 03, 09, 15, 21 UTC	15 min
	Sat. clocks	~150 ps RMS ~50 ps SDev			
Rapid Hızlı	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 Nihai	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

GLONASS Satellite Ephemerides

GLONASS Uydu Yörünge (Efemeris) Bilgileri

TYPE	ACCURACY	LATENCY	UPDATES	SAMPLE INTERVAL
Final	~3 cm	12 – 18 days	every Thursday	15 min

IGS İzleme İstasyonlarının Jeosentrik Koordinatları

TYPE		ACCURACY	LATENCY	UPDATES	SAMPLE INTERVAL
Final positions	horizontal	3 mm	11 – 17 days	every Wednesday	weekly
	vertical	6 mm			
Final velocities	horizontal	2 mm/yr	11 – 17 days	every Wednesday	weekly
	vertical	3 mm/yr			

Earth Rotation

Polar Motion (PM) Polar Motion Rates (PM rate) Length-of-day (LOD)

Yer Dönme Parametreleri Bilgileri

Note 1: 100 μ s = 3.1 mm of equatorial rotation; 10 μ s = 4.6 mm of equatorial rotation.**Note 2:** The IGS uses VLBI results from IERS Bulletin A to partially calibrate for LOD biases over 21-day sliding window, but residual time-correlated LOD errors remain.

TYPE		ACCURACY	LATENCY	UPDATES	SAMPLE INTERVAL
Ultra-Rapid (predicted half)	PM	~200 μ as	real time	at 03, 09, 15, 21 UTC	daily integrations at 00, 06 12, 18 UTC
	PM rate	~300 μ as/day			
	LOD	~50 μ s			
Ultra-Rapid (observed half)	PM	~50 μ as	3 – 9 hours	at 03, 09, 15, 21 UTC	daily integrations at 00, 06, 12, 18 UTC
	PM rate	~250 μ as/day			
	LOD	~10 μ s			
Rapid	PM	~40 μ as	17 – 41 hours	at 17 UTC daily	daily integrations at 12 UTC
	PM rate	~200 μ as/day			
	LOD	~10 μ s			
Final	PM	~30 μ as	11 – 17 days	every Wednesday	daily integrations at 12 UTC
	PM rate	~150 μ as/day			
	LOD	~10 μ s			

TYPE	ACCURACY	LATENCY	UPDATES	SAMPLE INTERVAL
Final tropospheric zenith path delay with N, E gradients	4 mm (ZPD)	< 4 weeks	daily	5 minutes
Final ionospheric TEC grid	2-8 TECU	~11 days	weekly	2 hours; 5 deg (lon) x 2.5 deg (lat)
Rapid ionospheric TEC grid	2-9 TECU	<24 hours	daily	2 hours; 5 deg (lon) x 2.5 deg (lat)

IGS Final products (IGS)

IGS Rapid products (IGR)

IGS Ultra-rapid products (IGU)

IGS Data

Daily

Hourly

High Rate

Ephemerides

MGEX

Real Time

Products

Precise Orbits

Clock Products

Reference Frames

Ionosphere

Tropospheric

Differential Code Bias

Real Time

Real Time Data

CENTER	DESCRIPTION
BKG	GPS RT orbits and clocks using IGU orbits GPS + GLONASS RT orbits and clocks using IGV orbits
CNES	GPS RT orbits and clocks based on IGU orbits GPS+GLONASS orbits and clocks
DLR	GPS RT orbits and clocks based on IGU orbits GPS+GLONASS orbits and clocks
ESA/ESOC	GPS RT orbits and clocks using NRT batch orbits from ESOC s/w running every 2 hours GPS RT orbits and clocks using IGU orbits
GFZ	GPS RT orbits and clocks and IGU orbits
GMV	GPS RT orbits and clocks based on NRT orbit solution GPS+GLONASS orbits and clocks
Geo++	Not contributing at present. Working on RTCM SSR Standard.
NRCan	GPS RT orbits and clocks using NRT batch orbits every hour
TUW	Not contributing at present
WUHAN	GPS RT clocks based on IGU orbits

IGS ürünlerinin kullanıldığı başlıca bilimsel çalışmalar

- Uluslararası yersel referans ağının (ITRF) geliştirilmesi ve bu ağa ilişkin bilgilere global olarak erişimin gerçekleştirilmesi.
- Yerkabuğu deformasyonlarının izlenmesi.
- Yer dönmesinin izlenmesi.
- Hidrosferdeki (deniz seviyesi, buz tabakası vb.) değişimlerin izlenmesi.
- Bilimsel uydu yörünge belirlemesi.
- İyonosferin izlenmesi.
- İklimbilim araştırmaları, meteorolojik kestirim modelleri.
- Zaman ve frekans transferi.

Devam eden kritik IGS projeleri



GNSS Constellations

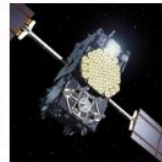
The Multi-GNSS Experiment and Pilot Project (MGEX)



GPS



GLONASS



Galileo



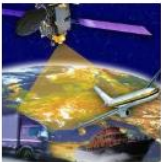
BeiDou



QZSS



NAVIC



SBAS



IGS'nin artan rolü

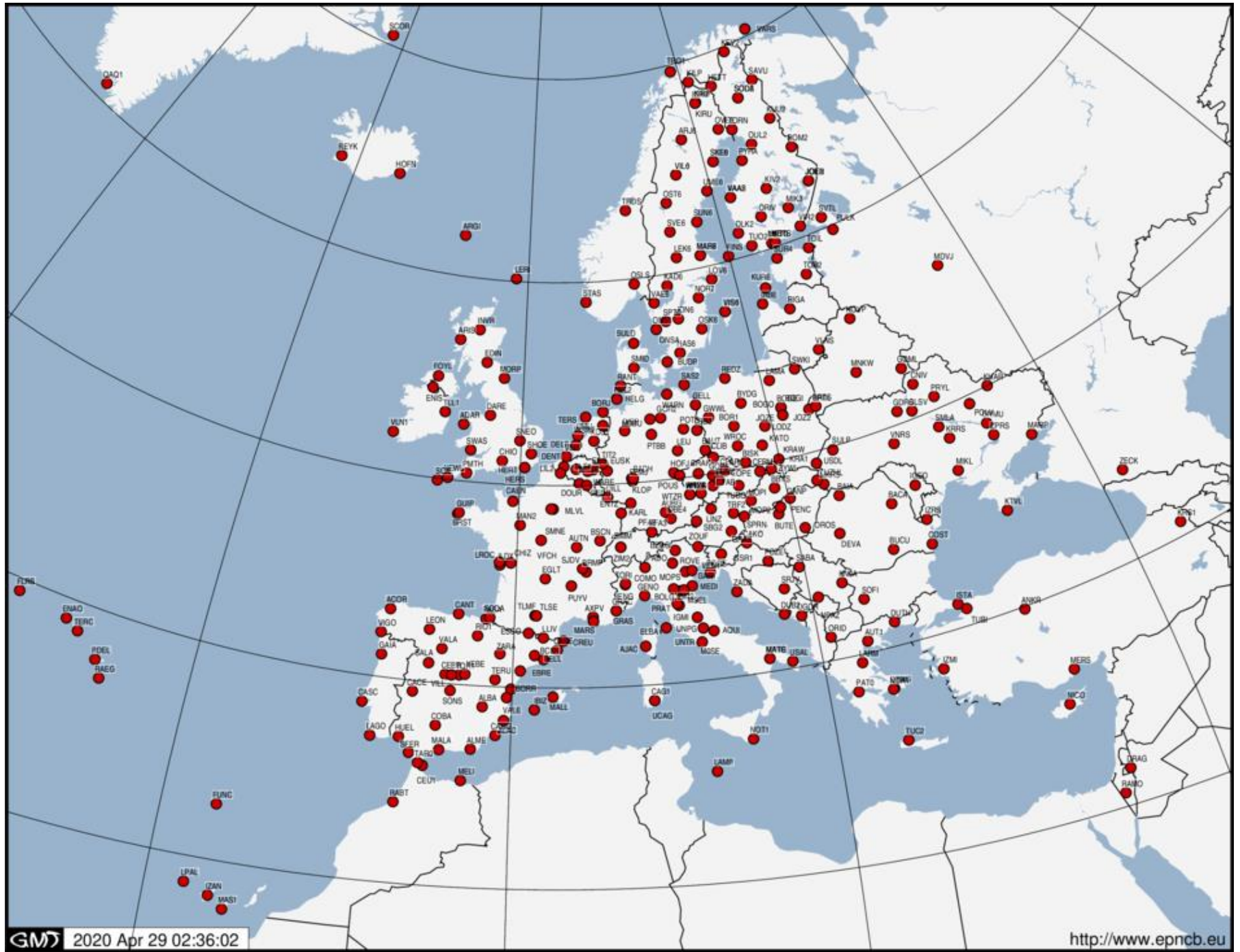
- GNSS alanında, GPS modernizasyonu, GLONASS'ın tam kapasiteye ulaşmak üzere olması, global navigasyon sistemleri olan Galileo ve BeiDou'ın aktif olarak tam kapasite devreye girecek olması ve ayrıca diğer bölgesel sistemlerin gelişimi (QZSS ve NAVIC), bu sistemlerin birlikte çalışabilirliğini (Multi-GNSS) temel gündem başlıklarından biri konumuna getirmektedir. IGS, bu süreçte öncü kurum olma özelliğini koruyacaktır.
- Deniz seviyesi değişimleri, küresel iklim değişikliği vb. çevresel konuların yanı sıra deprem başta olmak üzere doğal afetlere ilişkin IGS'nin çalışmaları sonucunda elde edilen birikim gelecekte giderek daha fazla rol oynayacaktır.
- Global Jeodezik Gözlem Sistemi GGOS, GEOSS (Global Earth Observing System-Global Yer Gözlem Sistemi) kapsamındaki çalışmalara jeodezi alanından katkı sağlamaktadır. IGS, doğruluğu ve güvenilirliği giderek artan ürünleriyle GGOS'a artan önemde katkı sağlamaya devam edecek, GEOSS'un oluşturulmasına yardımcı olacaktır.
- IGS, yeryüzünün farklı bölgelerinde yürütülen sıklaştırma çalışmalarına dayanak oluşturmakta, verilerin etkin paylaşımı konusunda da örnek bir çalışma pratiği sergilemektedir.

Bölgesel GNSS Ağları





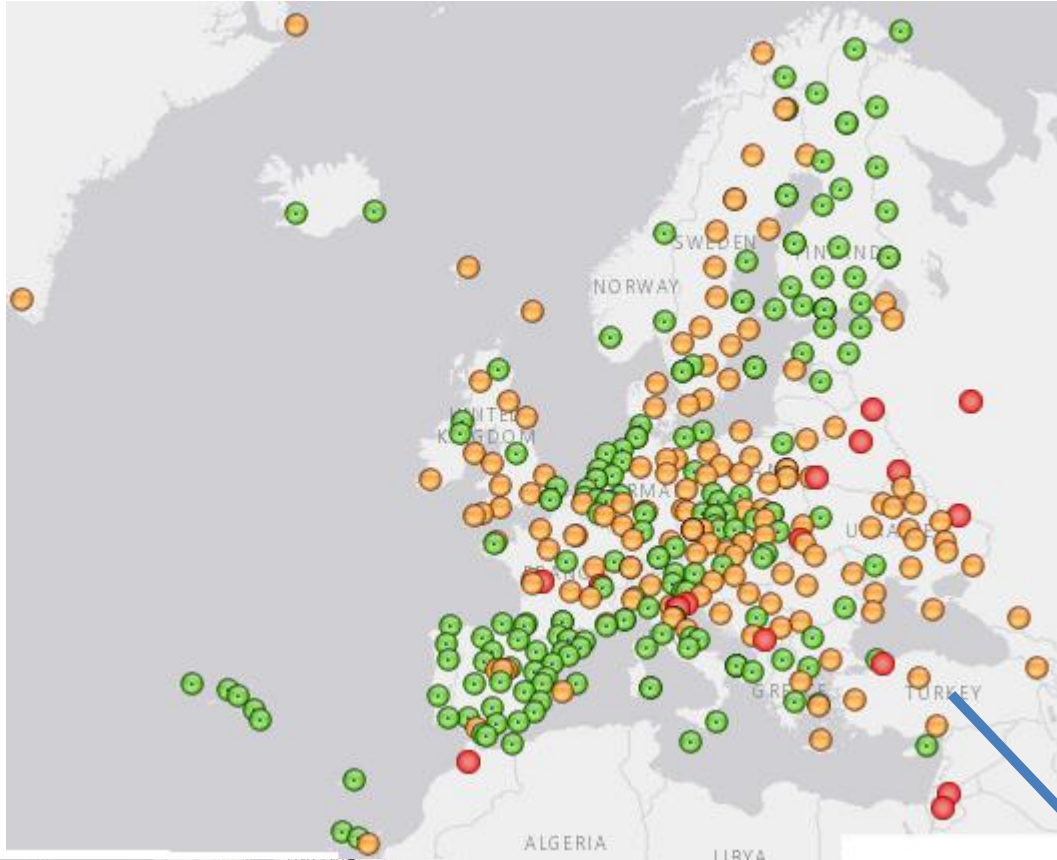
Bölgesel nitelikteki en kapsamlı GNSS Ağı
EPN: EUREF Permanent GNSS Network



EPN: EUREF Permanent GNSS Network



Avrupa Sabit GNSS Referans Ağı (European Reference Frame Network-EPN), hassas koordinatları **ETRS89 datumunda** bilinen, Avrupa kıtasını kapsayan sürekli çalışan sabit GNSS referans istasyonlarından oluşan bilimsel amaçlı çalışmalara ışık tutan bir ağıdır.



Türkiye'den önerilen yeni 2 istasyon:

- YLDZ (YTÜ-İstanbul)
- ANK2



Mevcut istasyonlar:

- ANKR
- ISTA
- İZMI
- KRS1
- MERS
- TUBI



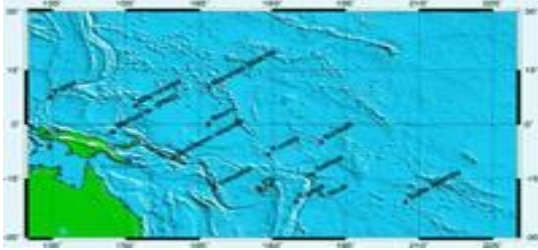
EUREF Permanent GNSS Network

- EPN'ye sağlanan bütün katkılar gönüllülük esasına dayanmaktadır.
- Günümüzde Avrupa'da yerleşik 100'den fazla kurum, kuruluş, niversite ve enstitü, yapılan çalışmalara katkı sağlamaktadır.
- EPN rnleri, haftalık aę çözümleri, istasyon konum ve hızları, zaman serisi analizleri ve istasyonların zenit gecikme modelleridir.

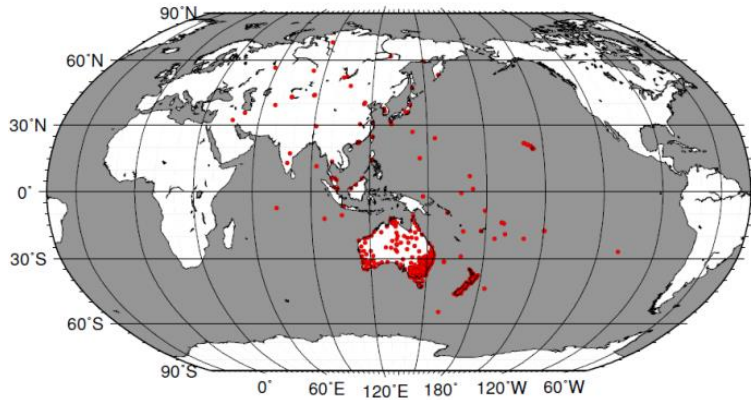




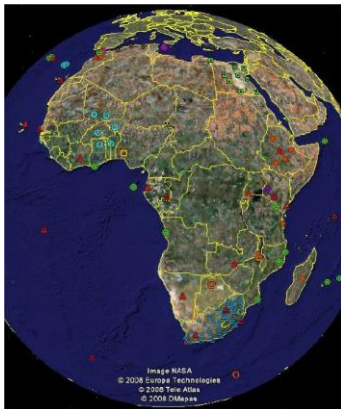
Diğer Bölgesel Ağlar



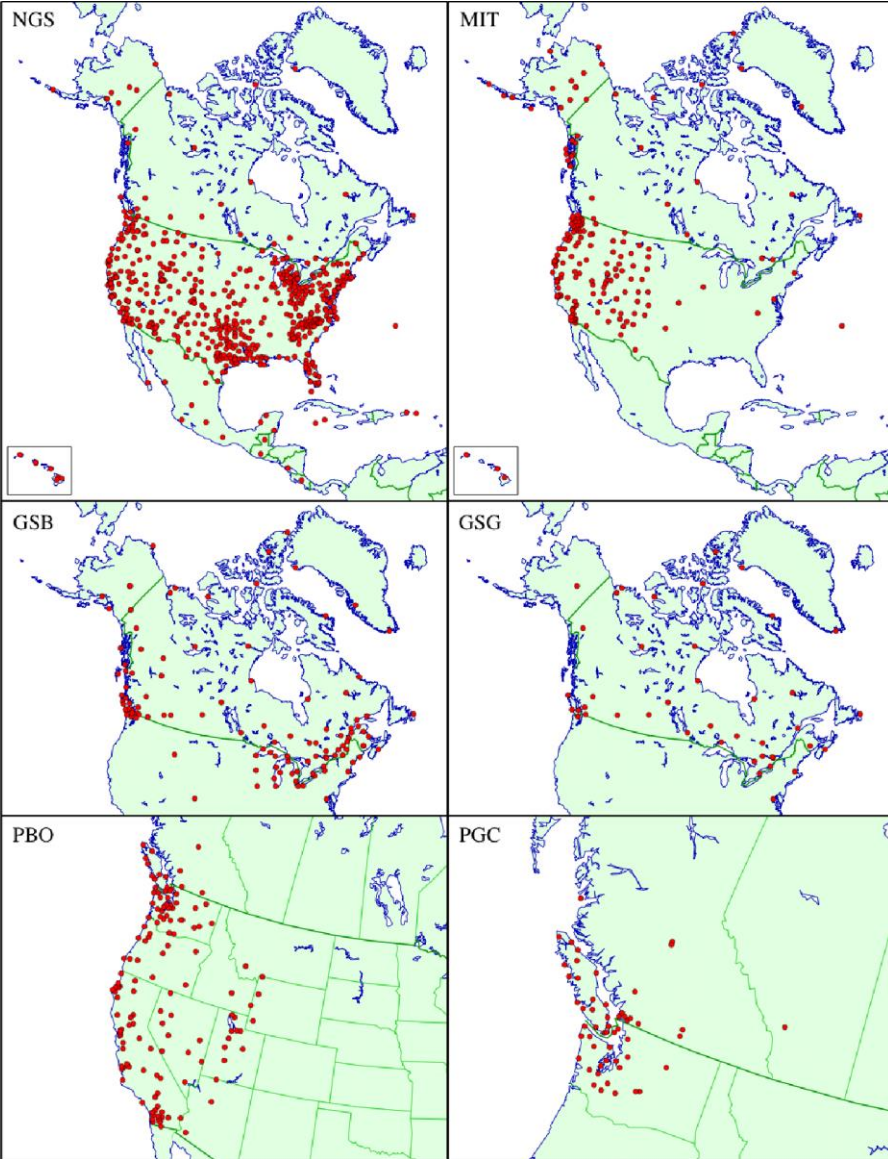
Güney Pasifik Bölgesel GNSS Ağı
(SPRGS-South Pacific Regional GNSS Network)



Asya-Pasifik Referans Ağı
(APREF-The Asia-Pacific Reference Frame)
(APREF GNSS CORS Network)

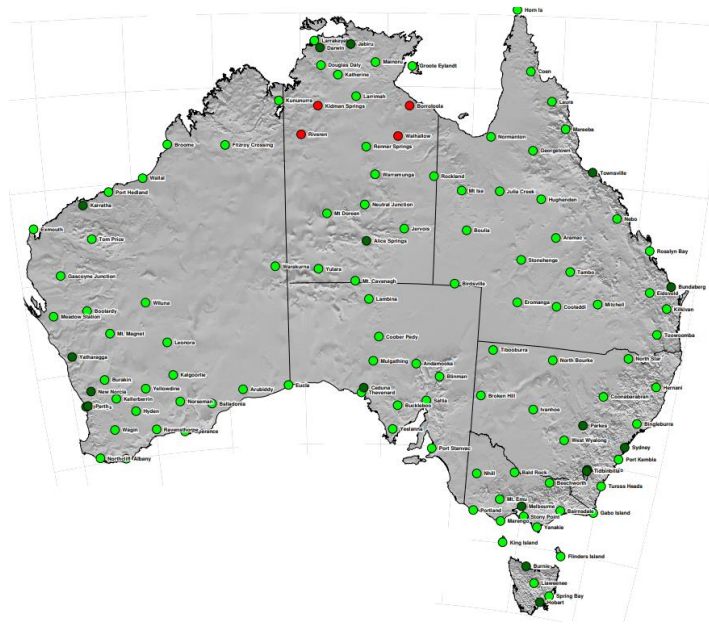


Afrika Referans Ağı
(AFREF-The African Reference Frame)



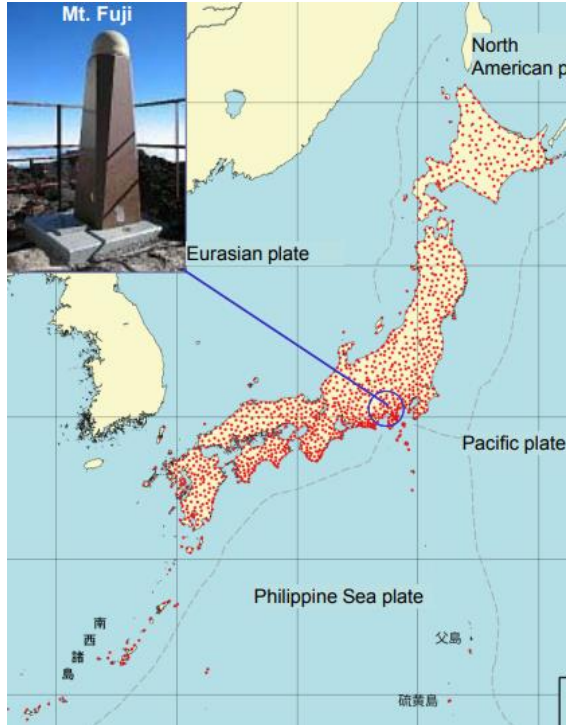
Kuzey Amerika Referans Ağı (NAREF-North American Reference Frame)

NAREF kapsamında, farklı kurumların sağladıkları GNSS verileriyle IGS ağının sıklaştırılması hedeflenmektedir.



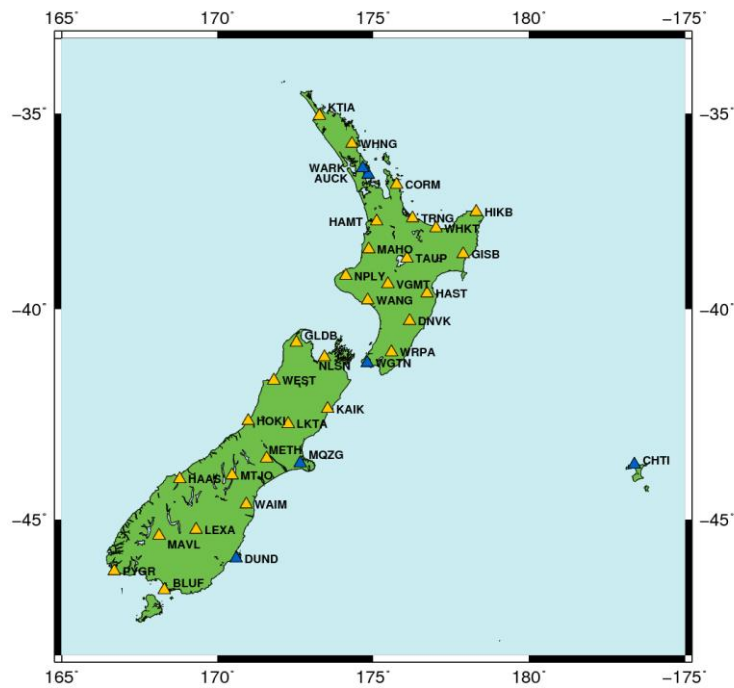
Avustralya Bölgesel GNSS Ağı (ARGN-Australian Regional GNSS Network)

Avustralya AuScope Ağı (The AuScope GNSS Network)



Japonya GEONET Ağı (GPS Earth Observation Network)

Ortalama 20 km sıklıkla ülke geneline yayılmış anlık veri sağlayan 1200'ün üzerinde istasyondan oluşmaktadır. Bu ağdan deformasyonların izlenmesi amacıyla da yararlanılmaktadır.



Yeni Zelanda GNSS CORS Ağı
(PozitionZ)



Karayip Adaları GNSS Ağı
**The Continuously Operating Caribbean GPS
Observational Network (COCONet)**



Bölgesel ağların geleceği

- IGS ağı istasyonları sayısının artmasına karşın, ağı bölgesel düzeyde sıklaştırılması birçok açıdan önemini korumaktadır.
- Jeodinamik çalışmalar başta olmak üzere pek çok bilimsel çalışmada oluşturulan bölgesel ağlardan elde edilen bilgiler kullanılmaktadır. Bilimsel çalışmaların yanı sıra mekansal bilgi sistemlerine altlık oluşturacak nitelikli ve güvenilir jeodezik altyapıların kurulması açısından da sıklaştırma çalışmaları önemli ve gereklidir.
- Aktif sabit GNSS istasyonu yapısında olan CORS sistemlerinin devreye girmesi ve yaygınlaşmaları, özellikle pratik çalışmalarda önemli bir katkı sağlamış, bilimsel çalışmalar açısından da veri sağlamıştır. Genel olarak üretilen verilerin nasıl paylaşılacağı ve yönetileceği uluslararası bilimsel kamuoyunun üzerinde durduğu temel konulardan biridir.
- Bölgesel ağlar, bölge ölçeğinde referans sistemlerinin geliştirilmesi vb. bölgesel çalışmalar açısından da önemli birer veri kaynağı konumundadır.



Türkiye bu sürecin neresinde?



Ülkemizde uluslararası nitelikte IGS ve bölgesel nitelikte EPN/EUREF noktaları bulunmaktadır ve bilim çevrelerinde IGS/EUREF ürünleri yaygın olarak kullanılmaktadır.



TÜRKİYE ULUSAL JEODEZİ PROGRAMI

TÜRKİYE ULUSAL JEODEZİ KOMİSYONU

HARİTA GENEL KOMUTANLIĞI
ANKARA
2016



Türkiye için
gerçekleştirilen
çalışmalar ve
hedefler

TÜRKİYE' deki Ulusal ve Yerel GNSS Ağları

ULUSAL GNSS AĞLARI

- Türkiye Ulusal Temel GPS/GNSS Ağı (TUTGA)
- Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı (TUSAGA)
- Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif)

Türkiye genelinde MSB Harita Genel Müdürlüğü'nce (eski adı Harita Genel Komutanlığı) kurulan ve işletilen ulusal jeodezik GNSS ağları.



YEREL GNSS AĞLARI

- Marmara Sürekli GPS Gözlem Ağı (MAGNET)
- İSKİ-UKBS (İstanbul)
- ANSAGA (Ankara)
- MASAGA (Manisa)
- KOSAGA (Konya)
- BUSAGA (Bursa)
- MASAGA (Malatya)
- TİGEM (Şanlıurfa)
- Aydın, Gaziantep, Sakarya, Adana, Hatay
Osmaniye, İskenderun yerel ağları vd.

...



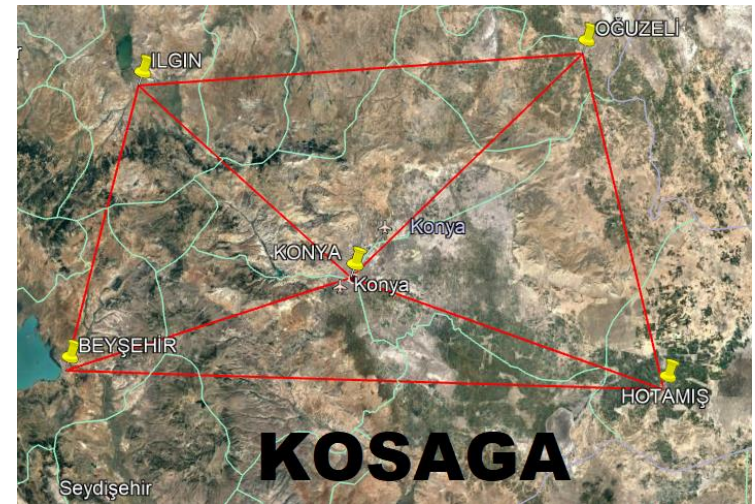
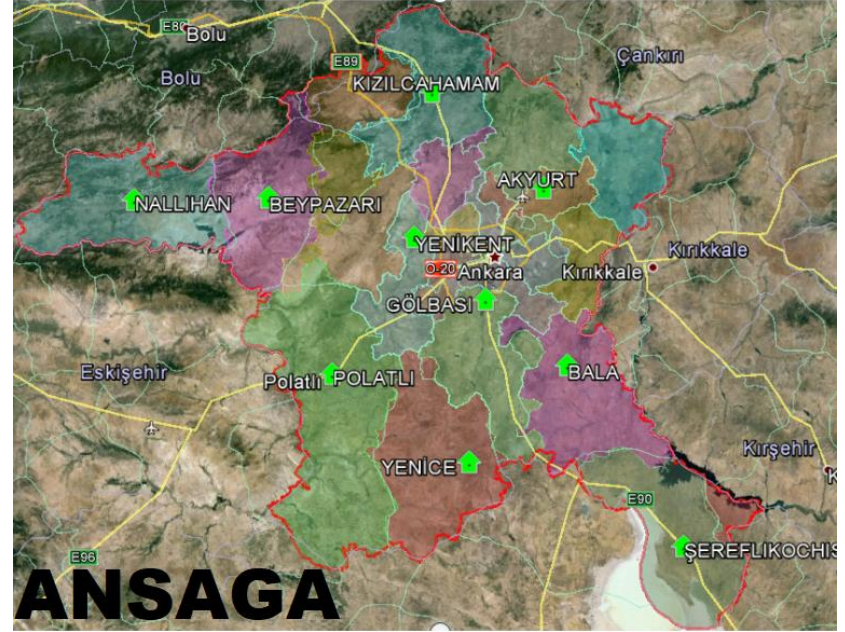
Türkiye'nin yurt dışındaki resmi ilk sabit GNSS istasyonunu Antartika'da

TÜRKİYE'DEKİ YEREL GNSS AĞLARI

GNSS/CORS Ağı Kısa Adı	Türü	İstasyon Sayısı	Bölge	İşletmeci
TUSAGA-Aktif	Ulusal	157	Türkiye + KKTC	TKGM+HGM
İSKİ-UKBS	Yerel	10	İstanbul	İSKİ
ANSAGA	Yerel	10	Ankara	Ankara Büyükşehir Bld.
KOSAGA	Yerel	5	Konya	Konya Büyükşehir Bld.
BUSAGA	Yerel	6	Bursa	BUSKİ
-	Yerel	11	Adana-Hatay-Osmaniye-İskenderun-Gaziantep	İlgili Büyükşehir ve İl Belediyeleri
-	Yerel	4	Gaziantep	Gaziantep Büyükşehir Bld.
MASAGA	Yerel	5	Malatya	Malatya Büyükşehir Bld.
MASAGA	Yerel	5	Manisa	Manisa Büyükşehir Bld.
-	Yerel	5	Bodrum	Özel Bürolar-SHKMMB
-	Yerel	5	Aydın	Aydın Büyükşehir Bld.
-	Yerel	3	Gebze-İzmit-Adapazarı	İSU
-	Yerel	6	Sakarya	SASKİ
-	Yerel	5	ŞanlıUrfa	TİGEM
-	Yerel	12	Samsun, Ordu, Çorum, Amasya, Sinop	Yeşilırmak Enerji-YEDAŞ
-	Yerel	9	Bursa Bölgesi	CLK Enerji-UEDAŞ
-	Yerel	9	Antalya Bölgesi	CLK Enerji-AEDAŞ
-	Yerel	9	Sivas Bölgesi	CLK Enerji-ÇEDAŞ

*Yukarıdaki listede Türkiye'de kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektör tarafından işletilen Ağ-RTK (Network-RTK) ilkesine göre hizmet veren GNSS/CORS ağları bulunmaktadır.

TÜRKİYE'DEKİ YEREL GNSS AĞLARI



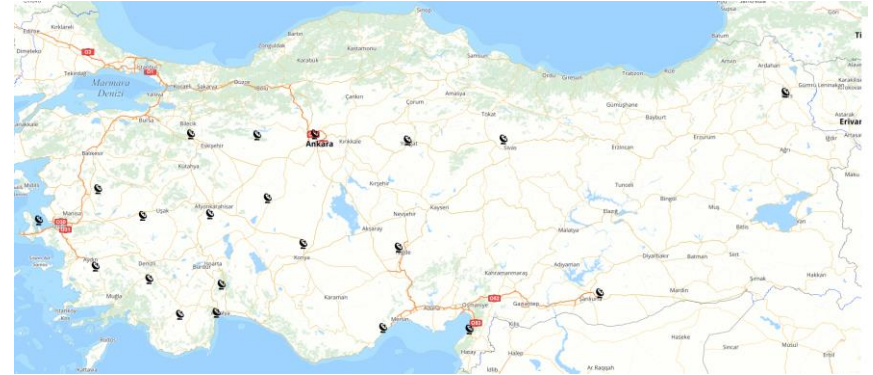
TÜRKİYE'DEKİ ULUSAL GNSS AĞLARI

- Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı (TUTGA)



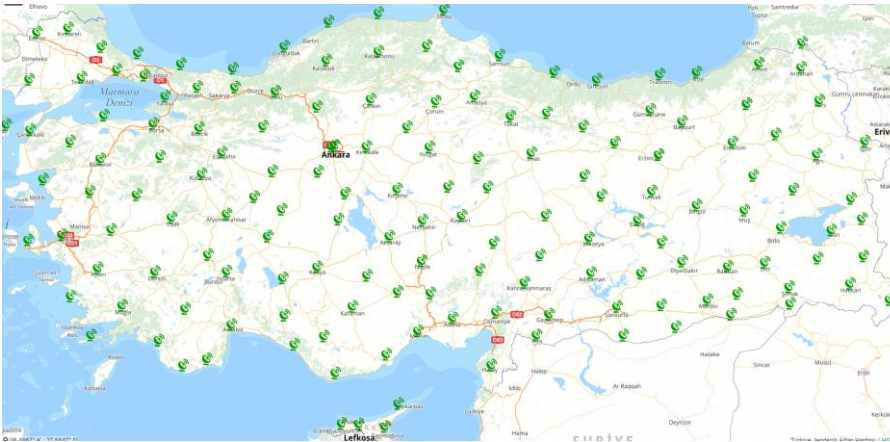
1

Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı (TUSAGA)



2

- Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif)



3

Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı (TUTGA)

Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı (TUTGA), ülkemizdeki tektonik plaka hareketleri ve depremler sonucu oluşan konum değişikliği nedenleriyle güncel jeodezik gereksinimleri büyük ölçüde karşılayamayan Türkiye Ulusal Yatay Kontrol Ağı yerine kullanılmak amacıyla, uydu teknikleri kullanılarak 1997-1999 yılları arasında toplam 594 nokta ile Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA) adıyla kurulmuştur. Sıklaştırma çalışmaları ile günümüzde bu sayı 655'e ulaşmıştır.



Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı 2019

TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GPS AĞI-1999A (TUTGA-99A)



** 1999'daki büyük Marmara depremi sonrasında oluşan kabuk deformasyonları nedeniyle ölçü kampanyaları yenilenen ağı.*

Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı (TUTGA)

Türkiye’de 1997-1999 yılları arasında HGK ve TKGM tarafından birlikte yürütülen çalışmalar kapsamında tesis edilmiştir.

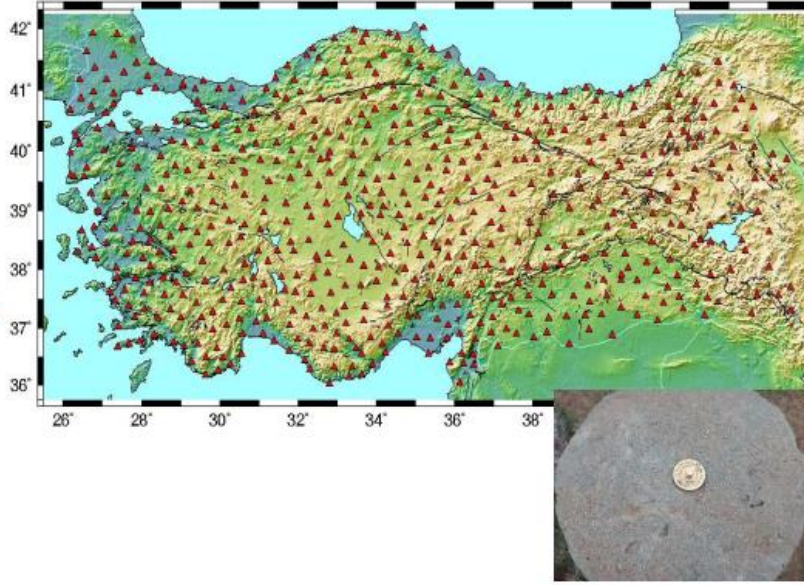
- Üç boyutlu jeosentrik koordinat sisteminde (ITRF96 datumunda),
- Belirli bir zamanda (referans epok) (1998.0, 2000.45 ve son olarak 2005.0),
- Her noktasında 3B koordinatı (X,Y,Z) ve hızları V_x, V_y, V_z ile ortometrik yükseklik (H) ve jeoit yüksekliği (N) bilinen,
- Ülke yüzeyine 15-70 km aralıklarla homojen dağılmış, ulaşımı kolay, pilye yada kayada bronz şeklinde tesis edilmiş,
- ED-50 datumu ile arasındaki dönüşümü sağlanan,
- Jeodezik nokta konumlama ve jeodinamik amaçlarla kullanıma uygun,
- 2020 yılı itibariyle 655 noktadan oluşan jeodezik ağıdır.



TUTGA Nokta İşaretleri

Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı (TUTGA)

1997-1999 yılları arasında uydu teknikleri ile kurulan ilk temel ağı. (X,Y,Z,t)
Kurulduğunda 594 nokta. Her 100.000'lik paftaya iki nokta gelecek şekilde. Tek epok ölçü olan noktalarda hızlar enterpolasyonla.



Jeodinamik noktalar, GNSS Ölçümü yapılan eski nirengi noktaları, mareograf GNSS noktaları. Hız alanı amacıyla.

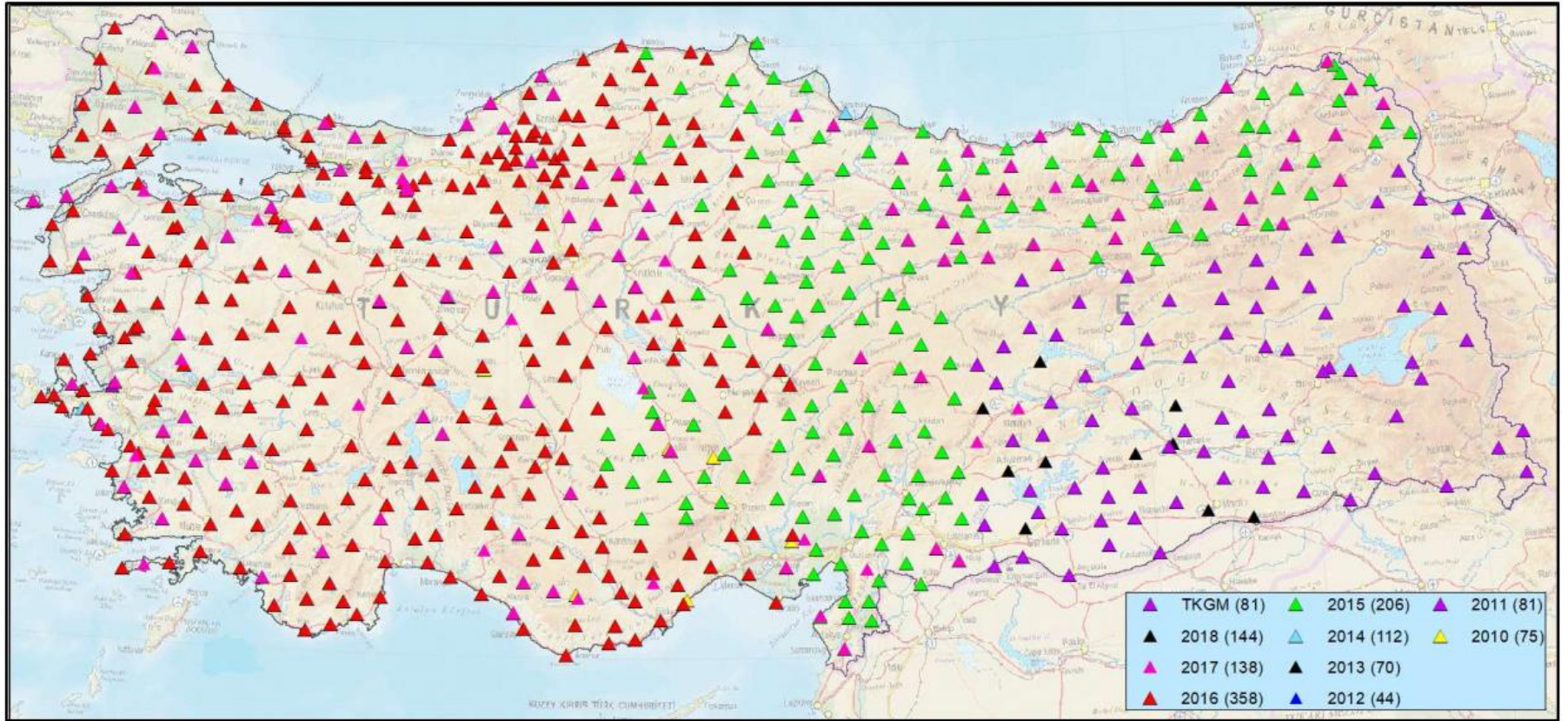
Güncelleme çalışmaları: Yıllık + Büyük depremlerden (6.0) sonra.

Yıllık ölçümler: 1-2 epok gözlemi olan, 5-10 senedir ölçülmemiş ve zaman serilerinde problem olan istasyonlar.

3B koordinatlar: GG ile Güncel ITRF datumunda (ITRF2014) daha sonra ITRF-96 epok 2005'e dönüştürülmektedir.

Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı (TUTGA)

SON YILLARDA GERÇEKLEŞTİRİLEN KAMPANYALAR



Doğu ve Güneydoğu bölgesinde ölçülemeyen noktalar için TKGM ile işbirliği (2018-2019)

Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı (TUTGA)

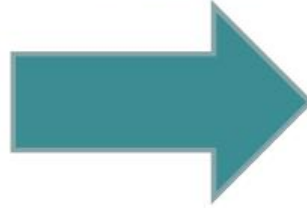
TUTGA 5 ana elemandan oluşmaktadır:

- TUREF (ITRF96 datumu, 2005.00 referans epoklu) koordinatları (X,Y,Z) bilinen GNSS jeodezik ağı
- TUTGA hız alanı (V_x, V_y, V_z)
- TUTGA ile ED-50 arasındaki datum dönüşüm parametreleri
- Her noktada bilinen Helmert ortometrik yükseklik (H)
- Türkiye Jeoidi (TG)



Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı (TUTGA)

Zincirli Jalon Sehpa ile Ölçüm



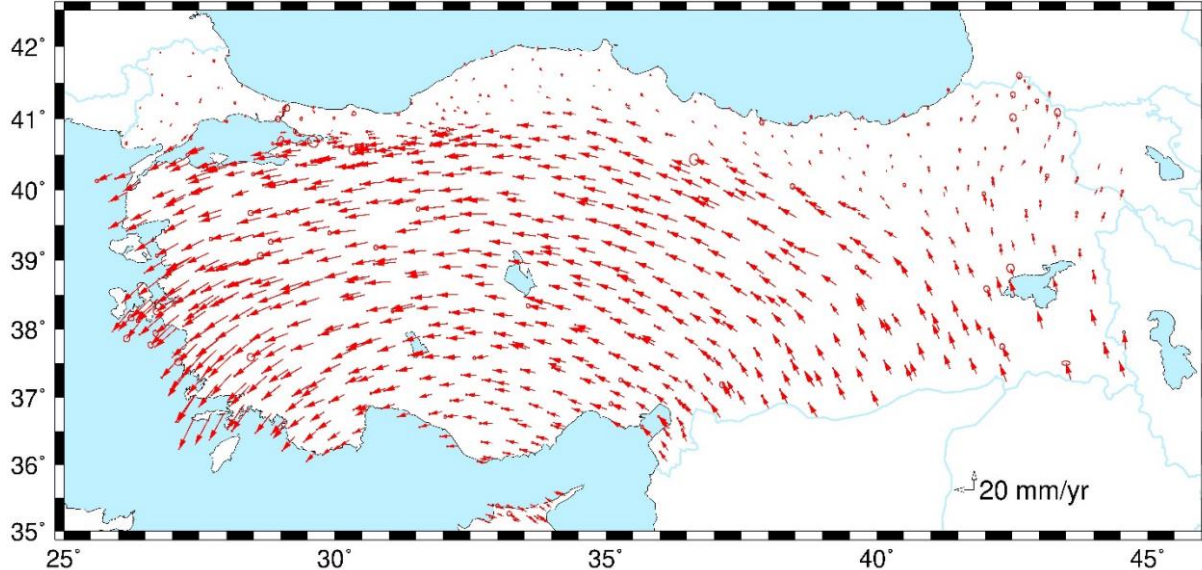
Pilye → Yer Noktası

Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı (TUTGA)

TUTGA ölçümleri her ne kadar 1997-1999 yılları arasında gerçekleştirilmiş olsa da ülkemizde GPS ölçümleri 1990'ların başında başlamıştır. 1992 yılından günümüze kadar toplanan kampanya tipi ve sabit GNSS verilerinin güncel model ve analiz stratejileri kullanılarak yeniden analizi ile yatay ve düşey hız alanlarının iyileştirilmesi çalışmaları sürekli bir faaliyet olarak devam etmektedir.

Bu kapsamda 1992-2019 yılları arasındaki sabit GNSS istasyonlarının aylık çözümleri de dâhil olmak üzere toplam 470 kampanya birleştirilerek sonuç çözümler TUREF (ITRF-96 Epok 2005.0) datumunda elde edilmiştir

AVRASYA SABİT DATUMUNDA HIZ ALANI



Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi- TUREF

Koordinatları ITRF96 ile 2005.0 referans epoğunda çakışık ve koordinatlarının zamana göre doğrusal değişimi (hızları) ITRF96'nın Sıfır-Net-Dönüklüğüne (No-Net-Rotation) göre tanımlı dört boyutlu ulusal datumdur.

- TUTGA-99A, ITRF96'ya dayalı olarak üretilmiş, koordinat ve hız alanı da ITRF96'ya göre tanımlanmıştır. Bu durum, TUTGA-99A'nın, barındırdığı istasyon (ITRF96 koordinat ve hızları bilinen) sayısı ve bunların coğrafi dağılımları oranında ITRF96 ile 1998/2000.45 epoğunda çakışık olduğu şeklinde ifade edilebilir. ITRF96 ile daha sonraki (ve önceki) yıllarda oluşturulan ITRF sürümleri arasındaki öteleme, dönüklük ve ölçek ilişkileri sabit olmayıp, zamana bağlı parametreler şeklindedir. Bu anlamda TUTGA-99A, ITRF96'ya dayalı olarak tanımlanmış olsa bile diğer ITRF sürümleriyle ilişkisi global olarak belirli değildir. Örneğin, TUTGA-99A ile ITRF2000 arasındaki ilişki 4 boyutlu olarak mevcut değildir. ITRF96 sonrası yayınlanan ITRF-97, ITRF-2000, ITRF-2005, ITRF-2008 veya ileride daha güncel bir ITRF sürümü ile yapılacak çözümlerin aynı referans sisteminde ifade edilmesi için ITRF sürümleriyle ilişkisi global olarak belirli 4 boyutlu bir referans sistemi tanımlamak ihtiyacı duyulmuştur.
- TUTGA-99A ile uyumlu en uygun referans sisteminin, deprem etkilerinden uzak 2005.000 epoğunda ITRF96 ile çakışık bir referans sistemi olması gerektiği değerlendirilmiş ve herhangi bir ITRF çözümü ile elde edilen sonuçlar ITRF96 ile 2005.000 epoğunda çakışık olarak tanımlanan Türkiye Ulusal Referans Sistemi (TURES) isimli bir referans sistemine dönüştürülmüştür. Bu sisteme dayalı olarak Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi- TUREF oluşturulmuştur

Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi- TUREF



GRS-80 Elipsoidi

ITRF96 Datumu

2005.00 Referans Epoğu

REFERANS EPOĞU KAVRAMI

Koordinat Yayın Referans Epoğu:

(TUTGA koordinatlarının yayınlandığı herhangi bir epok);

1997-1999 arasında tesisi tamamlanan TUTGA'nın koordinatları **ITRF96** datumunda ve **1998.0** epoğunda tanımlanmıştır.

1999 Gölcük ve Düzce depremleri sonrasında deprem bölgesi için **2000.45** epoğu tanımlanmıştır.

Revizyon ölçüleri sonrasında ise **2005.0** epoğu tanımlanmıştır.

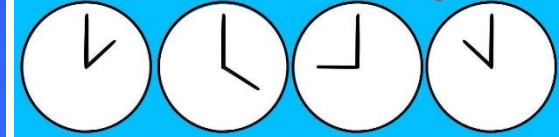
1998.0 = 1 Ocak 1998

2000.45 = 2000 + 0.45 * 366 = 13 Haziran 2000

2005.0 = 1 Ocak 2005



EPOCH



Epoch

Ölçü Epoğu :

Ölçülerin yapıldığı epok olup, hesaplamalarda kullanılacak tüm koordinatlar bu epoğa getirilmelidir.

25 Mart 2009 tarihli bir ölçme epoğu yıl biriminde;

$$2009 + (31 + 28 + 25)/365 = 2009.230$$

TUSAGA ve TUSAGA-Aktif ağlarından önce

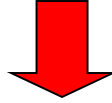
Sabit GNSS Referans İstasyonları

Continuously Operating Reference Station – CORS

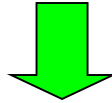
- GNSS'nin birçok farklı alan ve disipline yönelik uygulamaları, bununla birlikte sağladığı getiriler, dünya ve ülkemizde bu tekniğin etkin kullanımını arttırmak amacıyla sabit GNSS referans istasyonlarının oluşumunu sağlamıştır.
 - deformasyonların belirlenebilmesi,
 - temel jeodezik ağların yaşatılması ve güncelleştirilmesi
 - deprem ve jeodinamik olayların modellendirilmesi ve yorumlanması,
 - gerçekleştirilecek tüm GPS çalışmalarında referans koordinat sistemi belirsizliğinin giderilmesi,
 - uygun donanımlarla teçhiz edildiğinde, anlık veya yakın gerçek zamanlı DGPS düzeltme verileri üreterek duyarlı konumlama ve navigasyon imkanı ortaya koyma,
 - RTK GNSS uygulamaları için düzeltme verileri sağlama,
 - mühendislik amaçlı çalışmalarda sabit nokta hizmeti verme VD.

Sabit GNSS Referans İstasyonları

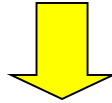
Yüksek iç duyarlıklı **global ağ** noktalarının (verilerinin) öncelikle eş zamanlı olarak **bölgesel ağlarda**;



Bölgesel ağın **analizi** sonrası (uygun geometriye sahip bölgesel noktaların)



yerel GNSS ağının tüm noktalarındaki ölçmelerde sürekli gözlem yapan “**master**” noktalar olarak ağa dahil edilmesi

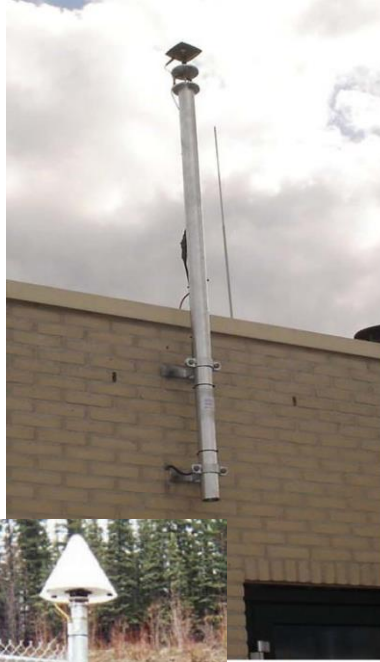


“**sabit GNSS istasyonlar**”
olgusunu geliştirmiştir

Sabit GNSS Referans İstasyonları

Continuously Operating Reference Station – CORS

GNSS' nin uygulama alanlarındaki çeşitlilik, global, bölgesel ve yerel ölçekteki kontrol (referans) ağ yapılarının sabit GNSS referans istasyonları kullanılarak sürekli, güncel ve dinamik bir sistem içerisinde kullanımını sağlamaktadır.



Sabit GNSS Referans İstasyonları

Continuously Operating Reference Station – CORS



Sabit GNSS Referans İstasyonları

Continuously Operating Reference Station – CORS

- KAMU KURUM VE KURULUŞLARI
- AKADEMİK KURUMLAR
- TİCARİ FİRMALAR

wireless internet, mobil IP ağları yoluyla Wless kullanma, GSM, GPRS, EDGE, UMTS vb. iletişim teknolojileri



- PASİF YAPI
- AKTİF YAPI

Sabit GNSS Referans İstasyonları

365 gün x 24 saat sürekli uydu verisi sağlayan sabit GNSS istasyonları, çalışma şekilleri ve sağladıkları hizmetler açısından;

- Pasif kontrol ağları
- Aktif kontrol ağları

şeklinde iki yapı içerisinde değerlendirilir.

Pasif Kontrol Ağlarında; Sabit istasyon verilerinin ve/veya ürünlerinin kullanımı saatlik verilerin sunumu hariç yakın gerçek zamanlı veya gözlem sonrası 12-24-48 saat-7 gün içerisinde gerçekleşmektedir. (Örnek: IGS, EPN, TUSAGA vb.)

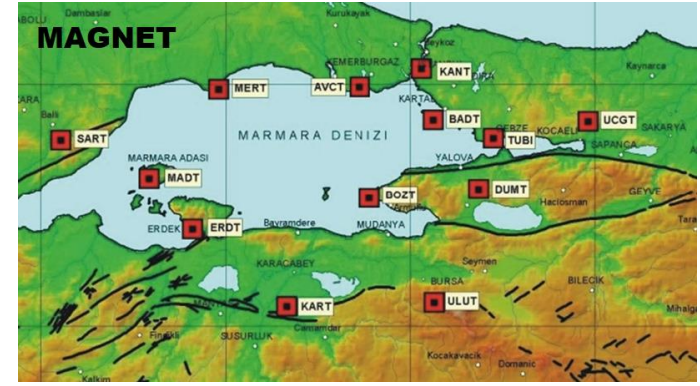
Aktif kontrol ağlarında; Veri aktarım-iletişim donanımlarının tamamıyla gerçek zamanda-anlık veya tanımlı küçük gecikme dilimlerinde konumlama uzayında tüm kullanıcılara hizmet verecek şekilde gözlem zamanı uygulamaları (Geniş alan-Wide Area Diferansiyel GPS-WADGPS; Yerel Alan DGPS-LADGPS, Gerçek Zamanlı Kinematik-RTK anlamında yerel alan düzeltme parametreleri uygulaması-FKP, sanal referans istasyonu-VRS vb) sunulmaktadır. (Örnek: TUSAGA-Aktif, SAPOS, vb.)

Sabit GNSS Referans İstasyonları

Continuously Operating Reference Station – CORS

Pasif İstasyon Yapısı

- Bu istasyonlardan sağlanan veri ve ürünler ölçü sonrası değerlendirme (post-processing) çalışmalarında kullanılmaktadır.
- Ülkemizde bu bağlamdaki ilk çalışma Harita Genel Komutanlığı (HGK) tarafından Türkiye Ulusal Sabit GPS Ağı-Pasif (TUSAGA- Pasif) ile gerçekleştirilmiştir.
- Bunun yanında deprem ve yer kabuğu hareketlerinin belirlenmesi çalışmaları için TÜBİTAK-MAM tarafından Marmara Bölgesi'nde kurulan ve işletilen MAGNET isimli bir ağ bulunmaktadır.



Aktif İstasyon Yapısı

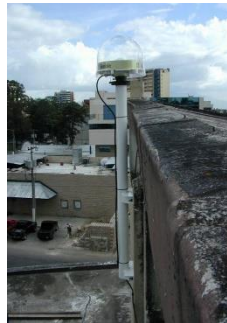
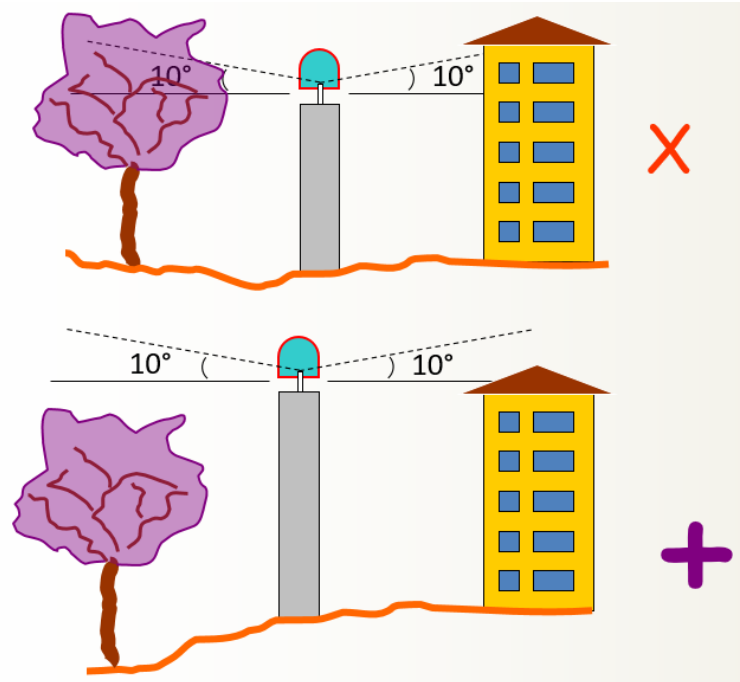
- Veri aktarım ve iletişim donanımlarının tümüyle gerçek zamanda, anlık ya da tanımlı küçük gecikme zaman dilimlerinde tüm kullanıcılara hizmet verecek şekilde düzeltme verilerini yayınladığı sistemlerdir.
- Özellikle DGPS ve RTK uygulamaları başta olmak üzere, coğrafi bilgi sistemleri uygulamaları içinde etkin olarak kullanılan bu ağlar, ağ-RTK (network RTK) yapısındaki ağlar ya da GNSS/CORS ağları olarak da adlandırılmaktadır.

Sabit GNSS Referans İstasyonları

Pilye Yapılarında Dikkat Edilecek Hususlar

Gökyüzüne Açık (Sinyal Yansıması), Tesis Edilecek Yapı, Zemin Özellikleri, Pilye Malzemesi, İletişim Olanakları

- Referans istasyonlarındaki alıcı antenleri, genellikle uyduları kendi yatayından 10° lik açı yüksekliğine kadar izleyebilecek şekilde yerleştirilirler. Bazı uygulamalar için uyduları yataya (0° ye) kadar izlemek gerekebilir.
- Engeller uydu sinyallerinin kaybına neden olabilir ve yansıma nedeniyle (multipath) yaratabilir. Her ikisi de verilerin kalitesini ve duyarlılığını olumsuz etkiler.
- Bu nedenlerle sabit istasyon yerleri, antenin yatayından 10° nin üzerinde herhangi bir engel olmayacak şekilde seçilmelidir. Bu, yüksek duyarlıklı jeodezik ağın bir parçasını şekillendirecek referans istasyonları için özellikle önemlidir.



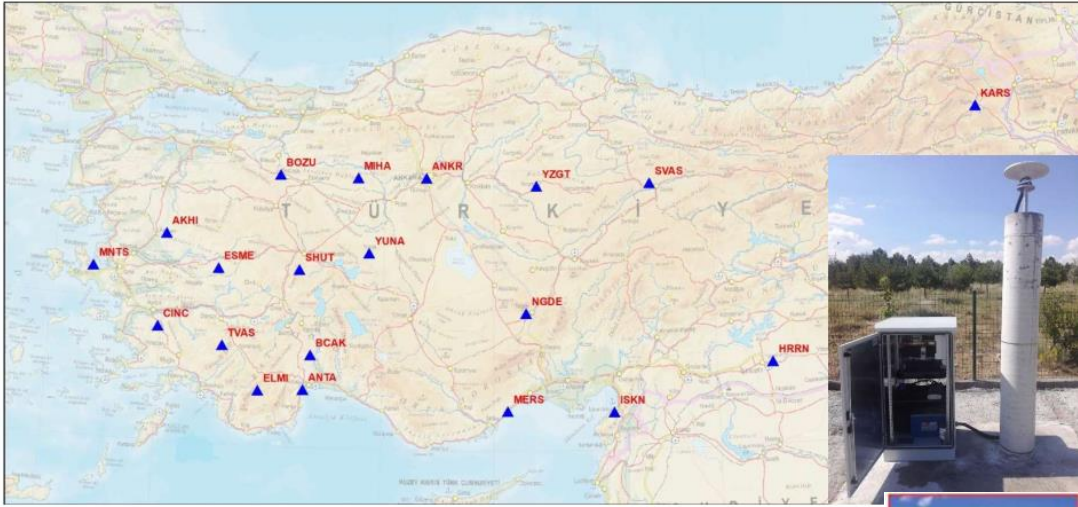
Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı (TUSAGA)

** Pasif yapıdaki 21 GNSS istasyonundan oluşmaktadır.*

TUSAGA (21 istasyon)

Tüm istasyonlar çoklu GNSS gözlemi yapabilen yeni nesil alıcılarla değiştirildi.

Amaç: Henüz analiz edilemese de mevcut tüm sinyallerin gözlenmesi



HARİTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Ulusal Haritacılık Kurumu



BOZÜYÜK



MENTEŞ



ELMALI



AKHISAR



MİHALIÇÇIK



BÜCAK



EŞME



YUNAK



TAVAS



KONYA



ŞUHUT



ÇİNE

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü ile Harita Genel Müdürlüğü'nce imzalanan "TUSAGA-Aktif Sisteminin Ortak İşletilmesine İlişkin İşbirliği Protokolü" kapsamında işletilen TUSAGA-Aktif Sistemi; TÜBİTAK kaynaklı bir KAMU AR-GE projesi olarak İstanbul Kültür Üniversitesi yürütücülüğünde ve Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü ile Harita Genel Müdürlüğü müşteri kurumları ortak çalışması ile kurulmuştur.

TUSAGA-Aktif Sistemi kapsamında ülkemiz ve KKTC genelinde 158 adet Sabit GNSS İstasyonu ile TKGM ve HGM'de olmak üzere 2 adet Kontrol Merkezi bulunmaktadır.

TUSAGA-Aktif Sistemi Web Portalı www.tusaga-aktif.gov.tr

TUSAGA-Aktif Sistemi üzerinden çalışmalar gerçek zamanlı (RTK/DGNSS) ve istasyonlara ait 1 saniye ve 30 saniye zaman aralıklı RINEX verileri kullanarak büro hesaplamaları (post-processing) şeklinde yapılabilmektedir.

Bütçe: TÜBİTAK

Müşteri Kuruluşlar : TKGM & HGM

Yürütücü Kuruluş: İKÜ

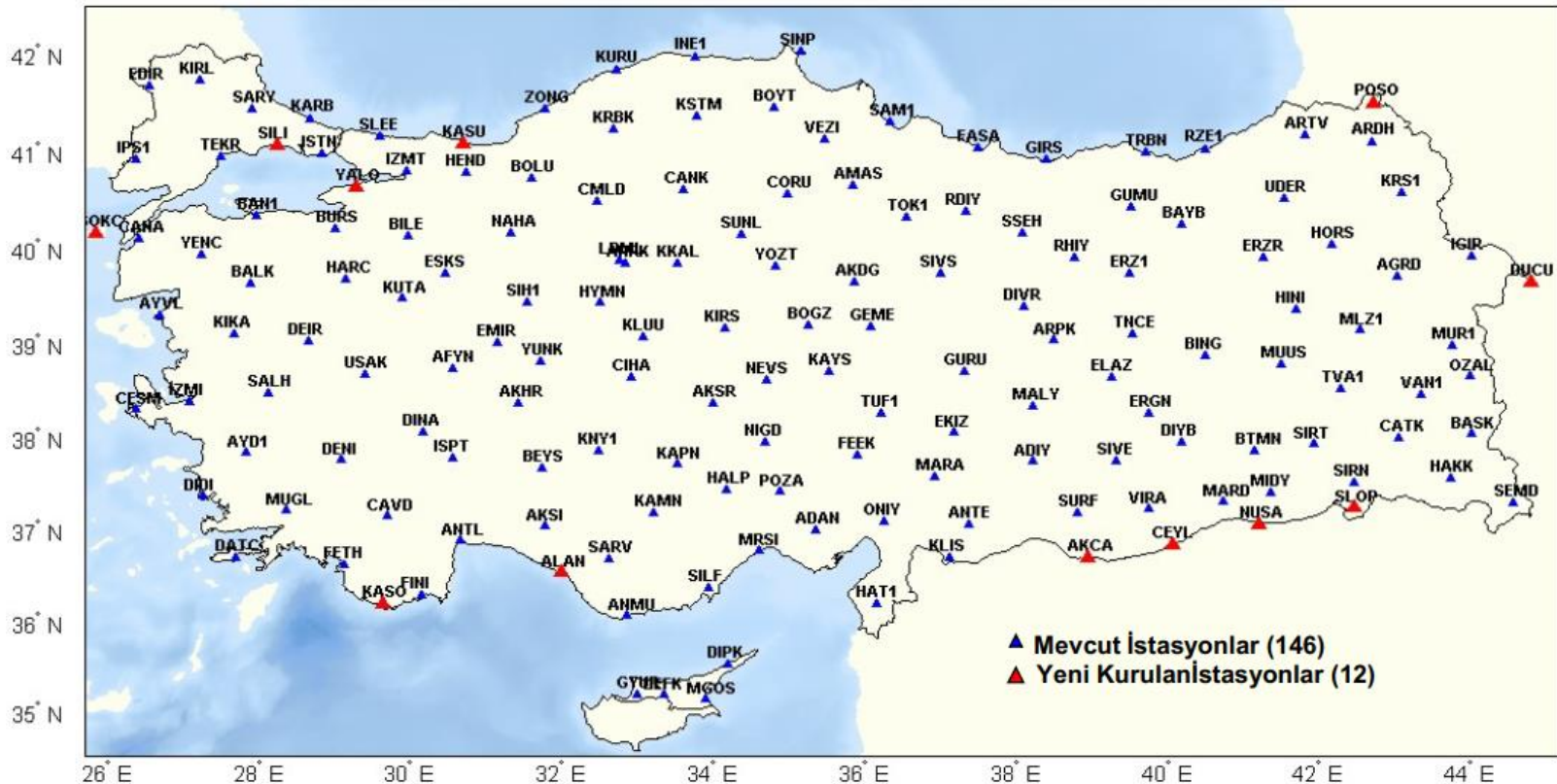
Başlama-Bitiş:2006-2009

Ulusal CORS

(Sürekli Gözlem Yapan GPS İstasyonu) Sisteminin Kurulması ve
Ulusal DATUM Dönüşümü Projesi

Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif) & (CORS-TR)

** Aktif yapıdaki 146 + 12 (yeni), toplam 158 sabit GNSS istasyonundan oluşmaktadır.*



TUSAGA-Aktif Sisteminin sınır bölgelerinde ve kıyılarda etkinliğini artırmak için mevcut 146 istasyona ilave olarak 12 yeni istasyonun kurulumu 2019 yılı başında tamamlanmıştır.

Projenin Amacı ve Gelişimi

- ✦ Türkiye genelinde,
- ✦ “Gerçek Zamanlı Kinematik” (Real Time Kinematic-RTK) GNSS yöntemiyle,
- ✦ herhangi bir yer ve zamanda,
- ✦ 365 gün, 24 saat esasında,
- ✦ cm doğruluğunda koordinat verileri elde edebilmek.

TUSAGA-Aktif Sistemi kapsamında; kullanıcılara Gerçek zamanlı Ağ-RTK düzeltme verisi (Real Time Kinematic (RTK) ve Diferential GPS (DGPS)) ile TUSAGA-Aktif Sistemi Sabit GNSS İstasyonlarına ilişkin 1 saniye ve 30 saniye aralıklı RINEX veriler sunulmaktadır.

PROJENİN AMACI

- Ülke genelinde GPS kullanıcıları, statik veya RTK/DGPS (gerçek zamanlı) tekniklerinden yararlanarak, önce kendi baz istasyonlarını oluşturmakta sonra da gezici alıcılarla koordinatlarını hesaplamaktadırlar.
- Statik ölçülerde geziciler, baz uzunluğu ve uyguladıkları yönteme bağlı olarak, 15 dakikadan saatlere varan ölçü zamanına gereksinim duymaktadırlar.
- Klasik RTK kullanımı durumunda baz istasyonundan ancak 5-10 km uzaklığa kadar çözüm sağlayabilmektedirler.
- Bu kadar zahmetli ve pahalı bir yaklaşım sonucu belirlenen noktalar ise arazide, değişik boyutlarda beton tesislerle (beton blok, pilye vb.) işaretlenmektedir.

CORSTR Ağ yaklaşımı sayesinde statik ve RTK konum belirleme çok daha kısa sürelerde gerçekleştirilmektedir. RTK kullanımı durumunda baz istasyonundan 50-75 km uzaklığa kadar çözüm sağlanabilmektedir.

24 saat hizmet veren CORSTR sistemi ile

- Ülke savunması ve kalkınması amaçlı konum verilerini elde edilebilmek,
- Her türlü navigasyon için sağlıklı konum belirlenmesini sağlamak,
- Hücresel dönüşüm parametrelerinin belirlenmesi konusunda TKGM ve HGK başta olmak üzere tüm kurumların temel sorununu çözmek

Proje kapsamında uygulanan ana çalışmalar 4 ana başlıkta ifade edilebilir:

- CORS-TR Tasarımı (İstasyon Yeri, Yazılım, Donanım)
- CORS-TR Sisteminin Kurulması, İşletilmesi
- Datum Dönüşüm Modellerinin Geliştirilmesi
- Araştırma ve Geliştirme Faaliyetleri

Bu sistemde noktaların yerlerinin seçimi, sürekli gözlem yapan istasyonların, her ilde en az bir adet, yoğun yapılaşmaya sahip şehirlerde ve bölgelerde ise ihtiyaca bağlı olarak iki veya daha fazla sayıda kurulması düşüncesiyle gerçekleştirilmiştir. Böylece istasyonlar arası mesafe 80-100 km civarında olacak şekilde noktalar tesis edilmiştir.

Tüm ülkeyi kapsayan TUSAGA-Aktif ağı sayesinde; jeodezik ve mühendislik amaçlı uygulamalarda nirengi, poligon tesisi gereksinimi kalmadığı gibi, gerçek zamanlı kinematik konumlama uygulamalarında da referans istasyonuna gerek kalmamakta ve binlerce alıcı eş zamanlı olarak bu ağın noktalarına bağlı olarak düzeltme bilgilerini alabilmektedirler.

TUSAGA-Aktif ağının en önemli katkılarından biri de, üretilen koordinat bilgilerinin tek anlamlı ve ulusal bir formatta olmasıdır.

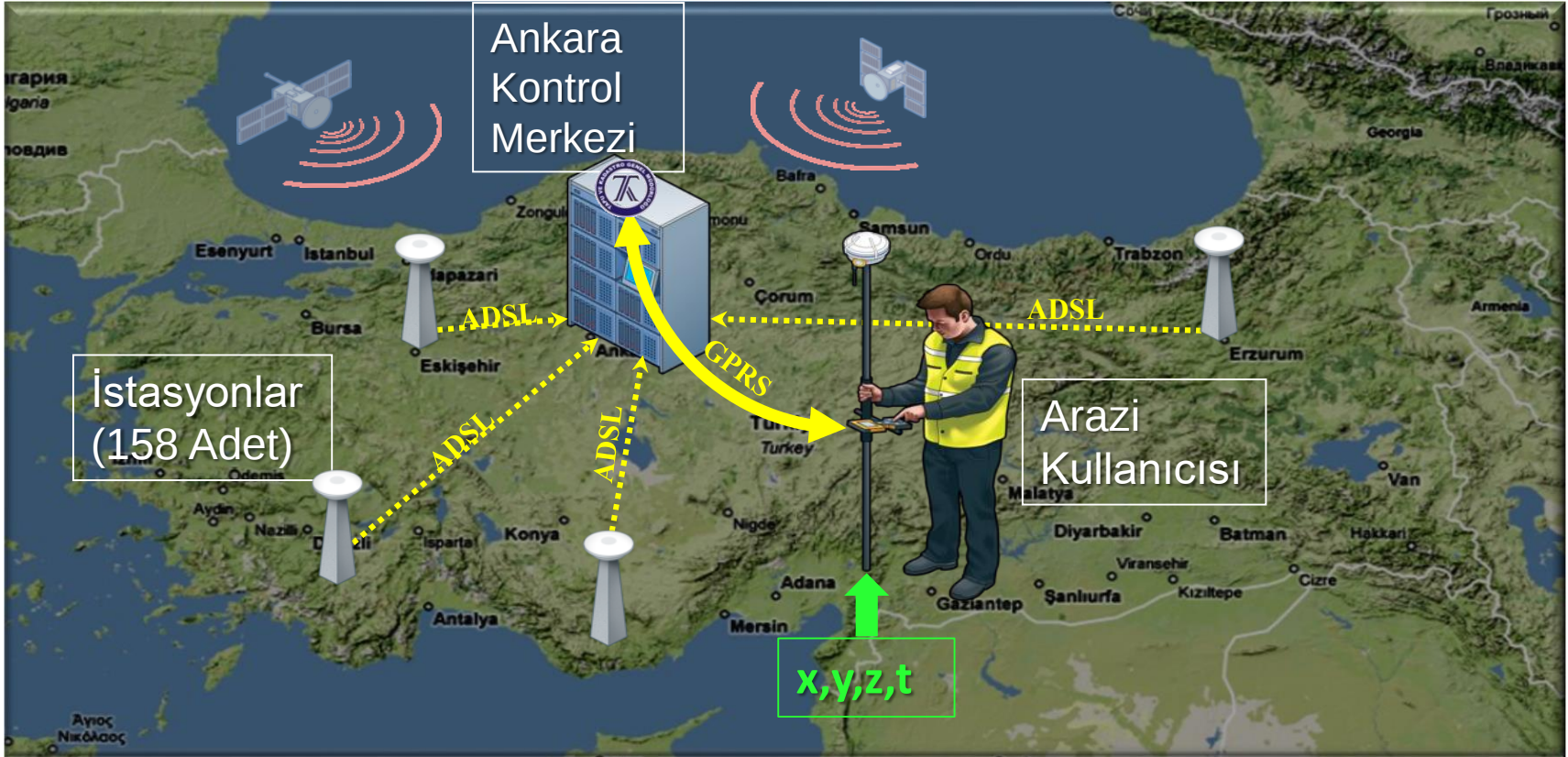
TUTGA ağı ile entegre edilen bu ağın noktaları, ITRF koordinat sisteminde, 2005 epoğunda ve 1996 datumunda hesaplanmıştır

(TUSAGA-Aktif) Tesis Örnekleri



(TUSAGA-Aktif) & (CORS-TR)

Çalışma Prensibi



Arazide gerçek zamanda **cm** duyarlılığında konum ölçümü gerçekleştirilmektedir.

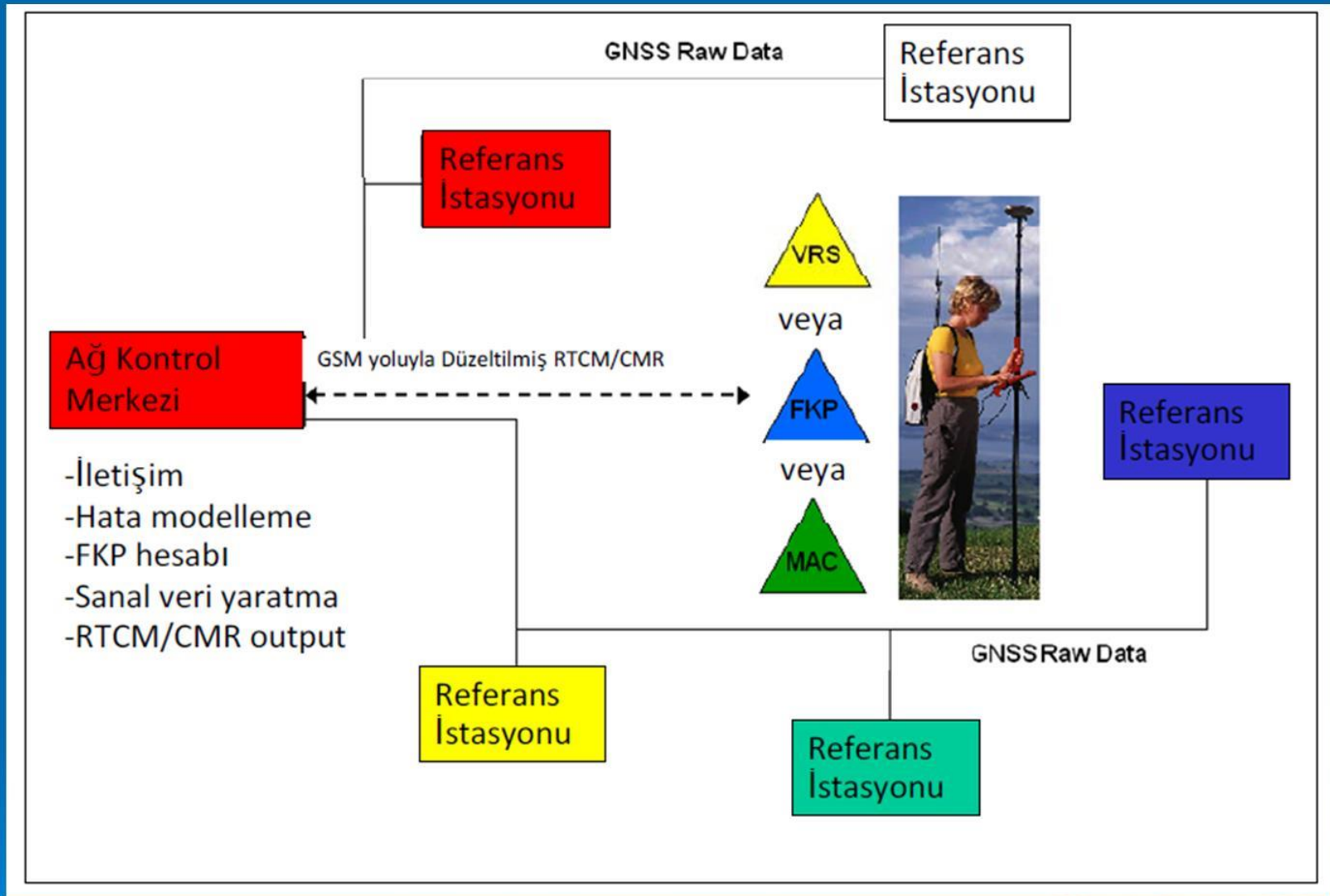
TUSAGA-Aktif Sistemi Ağ-RTK Düzeltme Modelleri ve Veri Formatları

Ağ-RTK Düzeltme Modelleri:

- **VRS** (Virtual Reference Station) -----VRSRTCM3.1, VRSCMRP
- **FKP** (Flachen Korrektur Parameter) ----- FKP_ RTCM31
- **MAC** (Master Auxiliary)----- RTCM3Net
- **DGPS**----- DGPSNet

TUSAGA-Aktif Sabit GNSS İstasyonlarından gelen her bir saniyelik veriler, Kontrol Merkezinde değerlendirilerek hesaplanan gerçek zamanlı Ağ-RTK Düzeltme Verileri; kullanıcılara VRSRTCM3.1, VRSCMRP, RTCM3Net, FKP_ RTCM31 ve DGPSNet olmak üzere uluslararası standartlarda yayınlanmaktadır.

Ağ-RTK Düzeltme Modeli Verilerinin tamamı, **RTCM** (The Radio Technical Commission for Maritime Services) Komitesi tarafından standartları belirlenen; **NTRIP** (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) protokolü gereğince yayınlanmaktadır.



CORS sisteminin genel çalışma şeması

İLETİŞİM

Protokoller

Bir protokol iki veya daha fazla iletişim kuran bağımsız ünitenin arasındaki mesajların formatı ve düzeni yanı sıra mesajın gönderilme ve/veya alınması esnasında yapılacak işlemleri açıklar.

Ortak protokol kullanımı demek, uyumluluk ve dahili çalışma demektir.

GPS verisinin değişimi için birçok protokol olmasına rağmen bunlardan iki tanesi standartlaşmıştır. NMEA0813 ve RTCM

İLETİŞİM

NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol)

Internet protokolü üzerinden RTCM verisinin ağ dağıtımındır.

Bu bir uygulama tabakası protokolü olup, GNSS verisinin Internet üzerinden dağıtılması için kullanılır.

Bu protokolü Alman Federal Kartografya ve Jeodezi Dairesi geliştirmiştir.

Ntrip diferansiyel düzeltme veya diğer tür GNSS verisinin sabit veya gezici kullanıcılara internet üzerinden yayınlanması için geliştirilmiştir.

Ntrip, GSM,GPRS, EDGE veya UMTS gibi Mobil IP ağları üzerinden internete kablosuz ulaşımı destekler.

TUSAGA-Aktif Sistemi Ağ-RTK Düzeltme Modelleri ve Veri Formatları

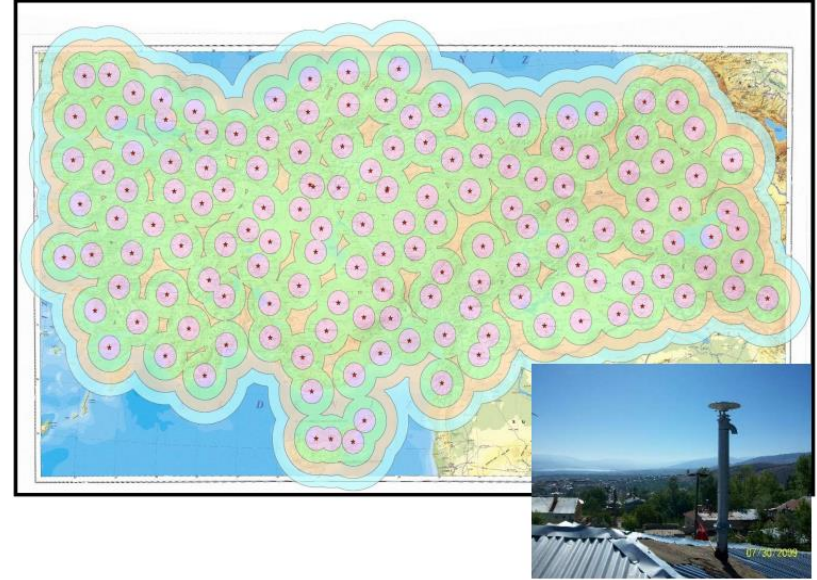
TUSAGA-Aktif Sisteminde;

- VRS düzeltme bilgileri RTCM 3.1 ve CMRP
- FKP (SAPOS) düzeltme bilgileri RTCM 3.1
- MAC düzeltme bilgileri RTCM 3NET
- DGPS düzeltme bilgileri RTCM 2.1

veri standardında yayınlamakta ve hesaplamalarda GPS ve GLONASS uydu sistemleri verileri kullanılmaktadır.

DGPS Yönteminin esası kod ölçülerine dayanmaktadır. GPS uygulamalarında çok duyarlı konum belirlenmesine ihtiyaç duyulmaması halinde, kod ölçülerinden yararlanılarak koordinatı bilinen sabit noktaya göre gezici alıcının koordinatları belirlenmektedir. Toplanan eşzamanlı kod ölçülerinin değerlendirilmesiyle ancak bir kaç m-dm konum doğruluğu elde edilebilmektedir.

Gezici alıcıların koordinatları; TUSAGA-Aktif Sistemi Ağ-RTK düzeltme verileri (VRS,FKP,MAC) kullanılarak yapılacak ölçüler ile santimetre hassasiyetinde belirlenebilirken, TUSAGA-Aktif Sistemi DGPS düzeltme verileri kullanılarak yapılacak ölçüler ile metre altı hassasiyetinde belirlenebilmektedir.



VRS (Virtual Reference Stations) Sanal Referans İstasyonları Tekniği

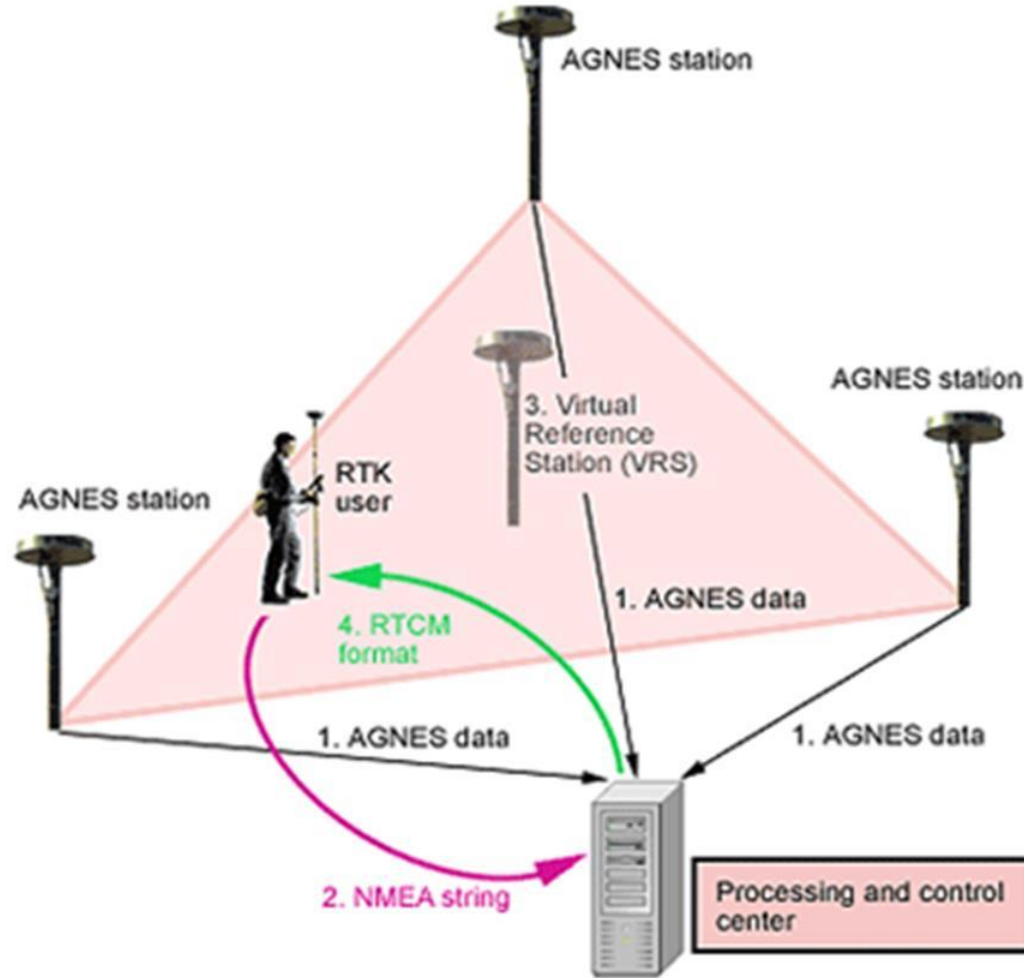
Gezici alıcının çok yakınında bir sanal istasyon oluşturarak gezici alıcının konumunun oluşturulan sanal istasyon yardımı ile belirlenmesine dayanır.

Böylelikle mesafeye bağımlı hatalar elimine edilmiş olur.

Gezicinin koordinatları, gezici ve sanal referans istasyonu arasında oluşturulan baz hattının koordinat farkı bileşenlerinin sanal referans istasyonunun üç boyutlu koordinatlarına eklenmesi ile elde edilir.

Gezici alıcıya oluşturulan sanal referans istasyonuna göre düzeltme bilgisi RTCM formatında gönderilir.

VRS tekniği ile tüm ağdan hesaplanmış ve hatalardan ayıklanmış, her bir kullanıcıya özel, kullanıcı ile birlikte hareket eden sanal bir referans istasyonu üzerinden düzeltme verisi yayınlanır.



FKP (Flachen Korrektur Parameter) Alan Düzelme Tekniği

Bu yöntemde ile düzelme parametrelerinin hesabında yüzeyler referans olarak kullanılır.

En basit yüzey, üç nokta arasında gerilmiş olan bir düzlemdir.

Coğrafi koordinatları bilinen bu üç nokta arasındaki düzelme parametreleri, Kuzey-Güney ve Doğu-Batı yönündeki eğim değerleri ile tanımlanır.

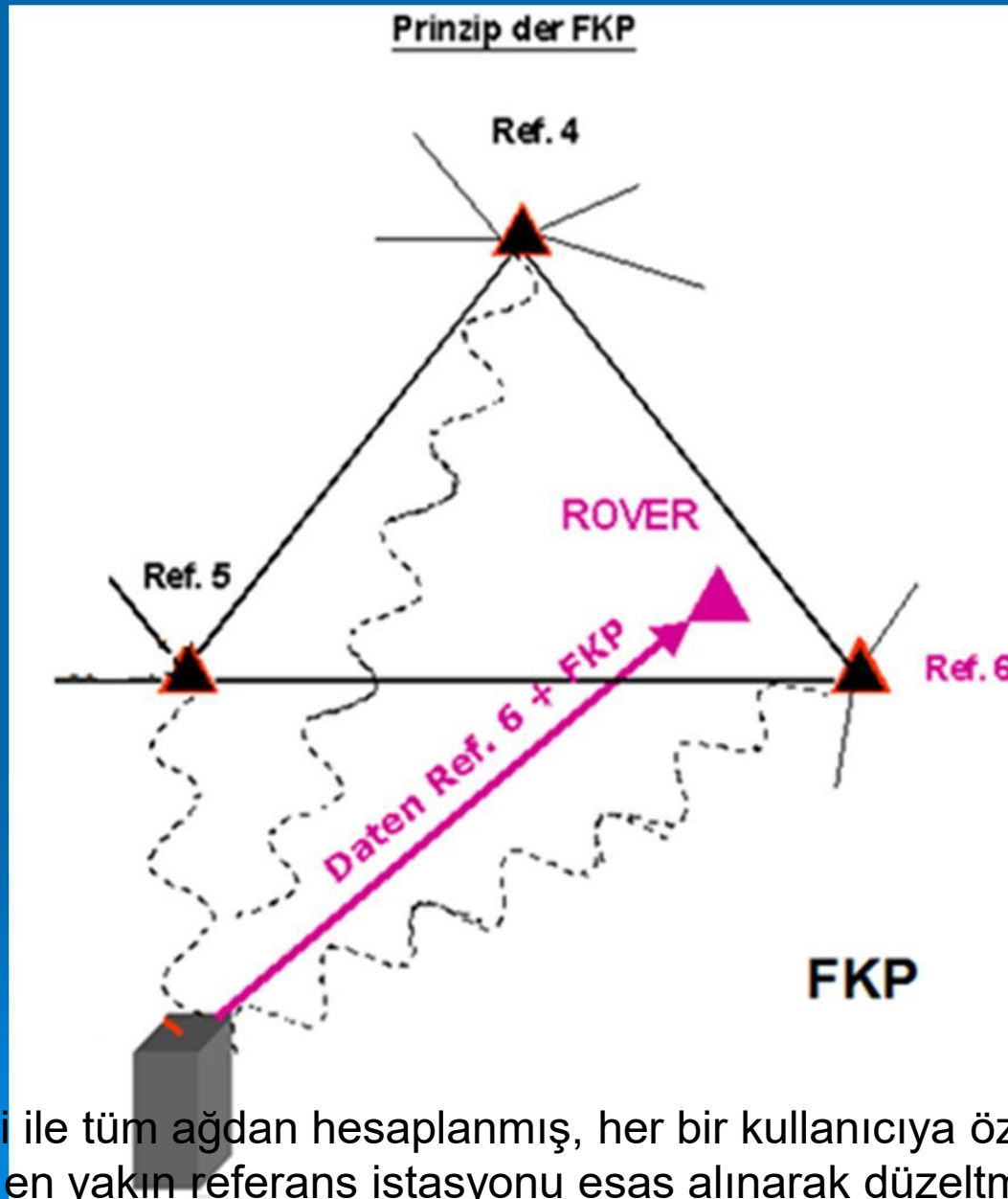
Bu yüzeyi tanımlayan parametreler alan düzelme parametreleri olarak adlandırılır.

Gezen alıcı kontrol merkezinden «alan» düzeltme parametreleri alır. Diğer koordinat belirlemeye yönelik işlemler alıcı tarafından gerçekleştirilir.

Düzeltilme parametresi iyonosferik ve geometrik bileşen olarak iki bileşenden oluşur. Geometrik bileşen troposferik zaman gecikmesi ve yörünge hatalarını içermektedir.

FKP yönteminde konum belirlemesi, tüm ağ ile ilgili hesaplardan bağımsız olarak gerçekleştirilebilmektedir.

Gezici, ağ düzeltmesini sabit istasyonların birinden alır. Çift yönlü haberleşmede bu istasyonu merkez olarak belirler. Tek yönlü haberleşmede kullanıcı, kendisine yakın olan bir istasyonu kendi seçmek durumundadır.



FKP tekniği ile tüm ağdan hesaplanmış, her bir kullanıcıya özel, kullanıcı konumuna en yakın referans istasyonu esas alınarak düzeltme verisi yayınlanır ve referanstan uzaklaştıkça konum hassasiyeti azalabilir.

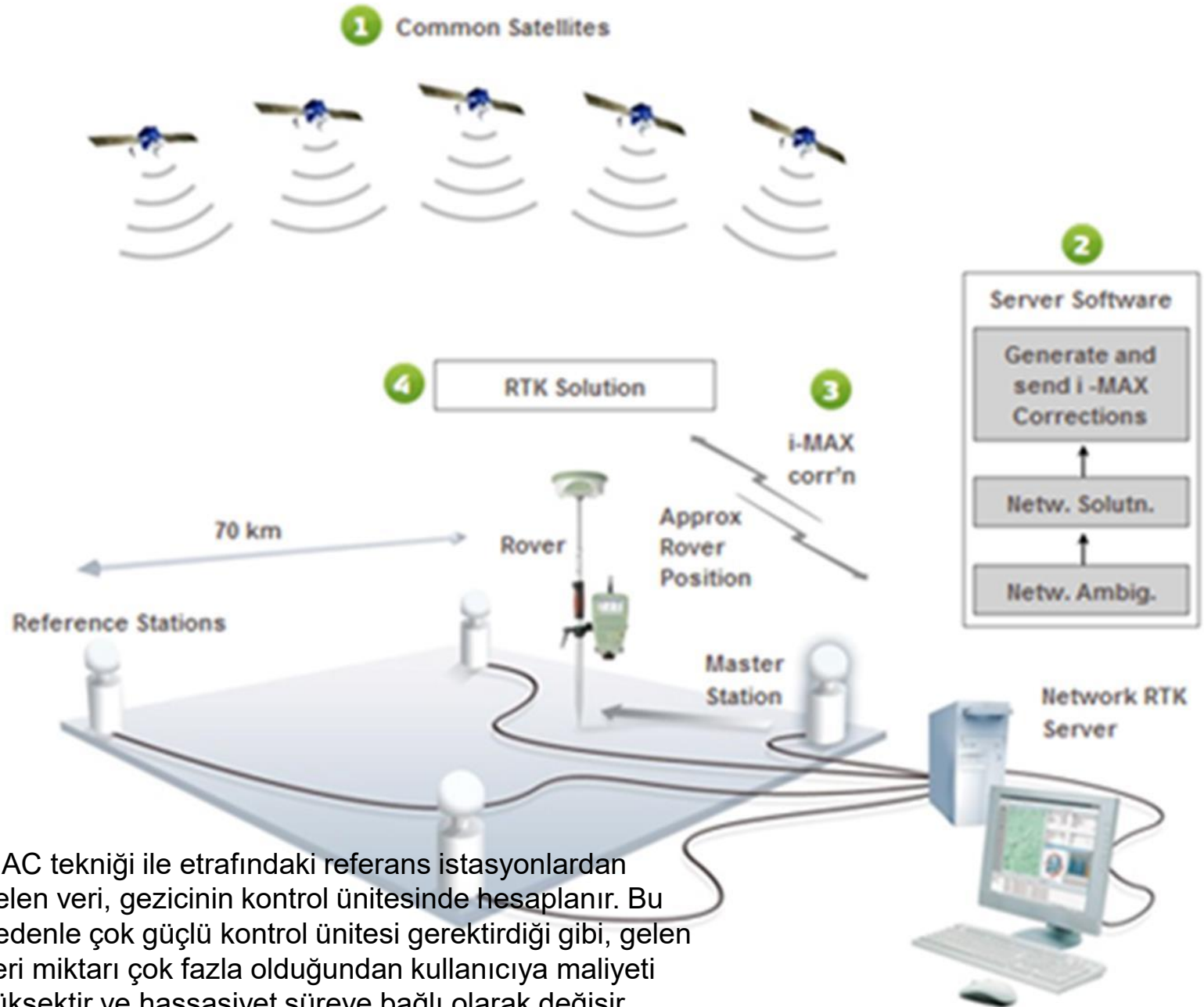
MAC (Master Auxiliary Concept) Ana Yardımcı İstasyon Düzeltme Tekniği

Bir adet ana istasyon (master) ve birden çok yardımcı istasyondan (auxiliary) oluşan ağ içerisinde gezici alıcının konumunun belirlenmesine dayanır.

Bu yöntemde hesaplamaların büyük bir kısmı gezici alıcıda yapılır. Gezicinin yaklaşık koordinatlarını kontrol merkezine göndermesiyle kontrol merkezi gezici için tüm referans istasyonları içinden bir ana istasyon ve birden çok (en fazla 14 adet) yardımcı istasyon belirlemektedir.

Ana istasyonun alıcıya en yakın istasyon olması gerekmez. Önemli olan alıcı ile aynı uydulara gözlem yapmış olmasıdır.

Ana istasyonun işlevi düzeltme bilgilerini yayınlamaktır. Ana istasyonun herhangi bir nedenle işlevini yerine getirememesi durumunda bu görevi yardımcı istasyonlardan biri üstlenmektedir.



MAC tekniği ile etrafındaki referans istasyonlardan gelen veri, gezicinin kontrol ünitesinde hesaplanır. Bu nedenle çok güçlü kontrol ünitesi gerektirdiği gibi, gelen veri miktarı çok fazla olduğundan kullanıcıya maliyeti yüksektir ve hassasiyet süreye bağlı olarak değişir.

Sabit GNSS Referans Ağlarının Yaşatılması



“...mesleğimize ait bilgi ve becerilerle ürettiğimiz tüm konuma bağlı bilgi sistemlerinin, içerikleri sürekli değişim içinde olduklarından canlı birer varlık gibi algılanmaları ve yaşatılmaları (zaman içinde kesikli aralıklarla yenilenmeleri değil) gerekir...”

Prof. Dr. Onur Gürkan

(10.Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı Açılış Konuşmasından, 28 Mart 2005)