

IGS ÜRÜNLERİNİN TANITIMI, IGS ÜRÜNLERİNE ERİŞİM VE BİR UYGULAMA

İsmail ŞANLIOĞLU
S.Ü. Müh. Mim. Fakültesi
Jeodezi ve Fotog. Müh. Böl./Konya
sanlioglu@selcuk.edu.tr

Cevat İNAL
S.Ü. Müh. Mim. Fakültesi
Jeodezi ve Fotog. Müh. Böl. /Konya
cevat@selcuk.edu.tr

Özet

Uluslararası GPS servisi IGS (International GPS Service for Geodynamics) bilimsel çalışma ve mühendislik uygulamalarında yeterli doğrulukta kullanılacak GPS ölçülerinin toplanması, arşivlenmesi ve dağıtımından sorumludur. IGS, jeodezik ve jeofizik araştırmalara destek vermek üzere 1 Ocak 1994 de işletilmeye başlanmıştır. Bu çalışmada IGS ürünlerinin tanıtımı ve IGS ürünlerine erişim açıklanmıştır. Ayrıca çoğunluğu İtalya, Avusturya ve Fransa arasındaki bölgede bulunan 19 sabit GPS istasyonundaki ölçüler, ticari bir yazılım olan, TGO 1.5(Trimble Geomatics Office 1.5) yazılımı ile değerlendirilmiş ve sonuçlar IGS değerleriyle karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Global Konum Belirleme Sistemi (GPS), Uluslararası GPS Servisi (IGS), Trimble Geomatics Office 1.5

PRESENTATION AND ACQUISITION OF IGS PRODUCTS AND AN APPLICATION

Abstract

International Global Positioning System (GPS) Service for Geodynamics (IGS) is responsible for collecting, archiving and distributing GPS observation data sets of sufficient accuracy to satisfy the objectives of a wide range of engineering applications and scientific studies. The IGS began formally on 1 January 1994 to support geodetic and geophysical research activities. In this study presentation and acquisition of IGS products were explained. In addition, GPS observations obtained from a network which is consisted of 19 permanent GPS stations, most of them are in Italy, and in the region between Italy-Austria-France, were processed by TGO 1.5(Trimble Geomatics Office 1.5) commercial GPS software and results were compared with IGS values.

Keywords: Global Positioning System (GPS), International GPS Service for Geodynamics (IGS), Trimble Geomatics Office 1.5

1. Giriş

1980'lerin sonlarından beri ABD'ye ait GPS uyduları Dünya'da bölgesel ve global araştırmalarda önemli bir rol oynamaktadır. GPS uygulamalarının çeşitliliği ve gelişmesi karşısında Dünya çapında bilim adamları GPS verilerinin elde edilmesi ve analizi için uluslararası standartları geliştirmeye, kapsamlı global izleme sistemini ortak olarak işletmeye ve belli bir plana göre yerleştirmeye büyük gayret sarf etmektedir.

Bu gayretin bir parçası olarak, Uluslararası GPS Servisi (International GPS Service for Geodynamics, IGS) resmen 1993'de IAG (International Association of Geodesy) tarafından tanımlandı ve jeodezik ve jeofizik araştırmalara destek üzere GPS yörüngeleri, izleme verileri ve diğer ürünleri sağlamak amacıyla 1 Ocak 1994'de işletilmeye başlandı [1].

IGS, uygulama ve denemeleri içeren büyük bir alan için gereksinim ve hedefleri karşılamak amacıyla yeterli doğrulukta GPS gözlemlerinden oluşan veri ve ürün gruplarını toplar, arşivler ve dağıtır. İlgili kullanıcılar bu veri ve ürün gruplarını internet aracılığıyla elde edebilir. Bu veri ve ürün grupları; GPS ve GLONASS (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM) uydu efemerisleri, Dünya dönme parametreleri, IGS izleme istasyonu koordinatları ve hızları, GPS uydu ve IGS izleme istasyonları saat bilgisi, başucu (zenit) doğrultusu gecikme tahminleri, global iyonosferik haritalardan oluşmaktadır. Özellikle IGS ürünlerinin doğrulukları, ITRF'yi (International Terrestrial Reference Frame) geliştirme ve yayma için, Dünya'nın katı yüzeyindeki deformasyonları ve Dünya'nın sıvı kısmındaki değişimleri (deniz seviyesi, buz tabakaları, vb), Dünya'nın dönüşünü izleme ve bilimsel uyduların yörüngelerini belirleme, iyonosferi izleme ve ayrışabilir su buharı ölçmelerini iyileştirmede yeterlidir [2].

2. IGS'nin Görevi

IGS'nin birinci görevi GPS veri ürünleri ile jeodezik ve jeofiziksel araştırma faaliyetlerine desteklemek için bir sağlayıcı olmaktır. İkinci görevi ise GPS uygulamalarında çok büyük gelişmelerden haberdar olarak hükümetlerin veya seçilmiş ticari organizasyonların sergilediği geniş bir yelpazeyi içeren işletimsel faaliyetlere destek sağlamaktır. Servis ayrıca gerekli standartları/şartnameleri geliştirmekte ve uluslararası bağlılığı bu kurallar ile teşvik etmektedir.

IGS bu görevlerini yerine getirmek için IGS ağına dahil sabit GPS istasyonlarından gözlem verilerini toplar. Bu veriler GPS ve GLONASS uydu efemerisleri, Dünya dönme parametreleri, IGS izleme istasyonu koordinatları ve hızları, GPS uydu ve IGS izleme istasyonları saat bilgisi, başucu(zenit) doğrultusu gecikme tahminleri, global iyonosferik haritalar gibi ürünleri oluşturmak için kullanılır [2]. Çizelge 1'de ise bu ürünlerin doğrulukları, gecikme, yenileme oranları, ölçü aralığı ile arşivleyen kurumların bir listesi görülmektedir.

Çizelge 1. IGS Ürünleri (son güncelleme 21 Haziran 2004)

IGS Ürün Tablosu (Karşılaştırma için GPS yayın efemerisi değerleri dahil edilmiştir.)						
		Doğruluk	Gecikme	Yenileme	Ölçü Aralığı	Arşivleyen Kurumlar
GPS Uydu Efemerisleri/Uydu & İstasyon Saatleri						
Yayın Efemerisi	Yörüngelerin	~200 cm	anlık	--	günlük	CDDIS SOPAC IGN
	Uydu Saatlerinin	~7 ns				
Ultra-Hızlı (kestirilen kısım)	Yörüngelerin	~10 cm	anlık	günde dört defa	15 dakika	CDDIS SOPAC IGN IGS CB
	Uydu Saatlerinin	~5 ns				
Ultra-Hızlı (gözlenilen kısım)	Yörüngelerin	<5 cm	3 saat sonra	günde dört defa	15 dakika	CDDIS SOPAC IGN IGS CB
	Uydu Saatlerinin	~0.2 ns				
Hızlı	Yörüngelerin	<5 cm	17 saat sonra	günlük	15 dakika	CDDIS SOPAC IGN IGS CB
	Uydu ve İstasyon saatlerinin	0.1 ns			5 dakika	
Son	Yörüngelerin	<5 cm	~13 gün sonra	haftalık	15 dakika	CDDIS SOPAC IGN IGS CB
	Uydu ve İstasyon saatlerinin	<0.1 ns			5 dakika	
(Not 1: Kestirilen yörüngeler hariç, IGS doğruluk limitleri bağımsız lazer mesafe ölçme sonuçlarıyla karşılaştırmaya bağlıdır. Hızlı ve Son yörüngelerin doğruluğu daha iyidir) (Not 2: Tüm saatlerin doğruluğu, IGS bir günlük bölümlerde GPS zamanına doğrusal olarak yaklaştırılan IGS zaman ölçeğine bağlıdır)						
GLONASS Uydu Efemerisleri						
Son		30 cm	~4 hafta sonra	haftalık	15 dakika	CDDIS
IGS İzleme İstasyonlarının Jeosentrik Koordinatları						
Son konumlar	Yatay	3 mm	12 gün sonra	haftalık	haftalık	CDDIS SOPAC IGN
	Düsey	6 mm				
Son hızlar	Yatay	2 mm/yılda	12 gün sonra	haftalık	haftalık	CDDIS SOPAC IGN
	Düsey	3 mm/yılda				
Dünya Dönme Parametreleri Kutup Hareketi (PM) Kutup Hareketi Oranları (PM rates) Gün Uzunluğu (LOD)						
Ultra-Hızlı (kestirilen kısım)	PM	0.3 mas	anlık	Günde dört defa	6 saat (00,06,12,18 UTC)	CDDIS SOPAC IGN IGS CB
	PM rate	0.5 mas/günde				
	LOD	0.06 ms				
Ultra-Hızlı (gözlenilen kısım)	PM	0.1 mas	3 saat sonra	günde dört defa	6 saat (00,06,12,18 UTC)	CDDIS SOPAC IGN IGS CB
	PM rate	0.3 mas/günde				
	LOD	0.03 ms				

IGS Ürün Tablosu (Karşılaştırma için GPS yayın efemerisi değerleri dahil edilmiştir.)						
		Doğruluk	Gecikme	Yenileme	Ölçü Aralığı	Arşivleyen Kurumlar
Hızlı	PM	<0.1 mas	17 saat sonra	günlük	Günlük (12 UTC)	CDDIS SOPAC IGN IGS CB
	PM rate	<0.2 mas/günde				
	LOD	0.03 ms				
Son	PM	0.05 mas	~13 gün sonra	haftalık	Günlük (12 UTC)	CDDIS SOPAC IGN IGS CB
	PM rate	<0.2 mas/günde				
	LOD	0.02 ms				
(Not: IGS, uzun terimli LOD (Length Of Day) hatalarını kalibre etmek için IERS Bülten A'dan VLBI sonuçlarını kullanır.)						
Atmosferik Parametreler						
Son troposferik başucu doğrultusu gecikmesi		4 mm	< 4 hafta sonra	haftalık	2 saat	CDDIS SOPAC IGN
Ultra-Hızlı troposferik başucu doğrultusu gecikmesi		6 mm	2-3 saat sonra	3 saatte bir	1 saat	CDDIS
İyonosferik TEC gridi		2-8 TECU	~11 gün sonra	haftalık	2 saat; 5 ⁰ (boylam) x 2.5 ⁰ (enlem)	CDDIS IGN
Hızlı iyonosfer ürünleri		(Gelişme aşamasında)				
CDDIS (US-MD);IGN (FR); IGS CB (US-CA); SOPAC (US-CA)						

IGS ürünleri; ITRF'yi geliştirme ve yayma, Dünya'nın katı yüzeyindeki deformasyonları ve Dünya'nın sıvı kısmındaki değişimleri (deniz seviyesi, buz tabakaları, vb) izleme, Dünya'nın dönmesi, bilimsel uyduların yörüngelerini belirleme, iyonosferi izleme gibi bilimsel aktivitelere destek sağlar.

IGS ürünlerinin bir diğer faydası da bölgesel seviyede ITRF'nin tanımlanmasıdır. Bu tanımlama Çözüm Bağımsız Değişim Formatı (Solution / Software Independent Exchange Format; SINEX) kullanarak bölgesel yerel ağlarının sık bir kombinasyonu vasıtasıyla yerine getirilir [2,3, 4].

IGS görevini başarmak için, pek çok sayıda bileşene sahiptir. Bunlar; uluslararası yönetim kurulu, merkezi bilgi sistemi bürosu (Central Bureau Information System, CBIS), 370'in üzerinde (haziran 2004 tarihi itibarıyla) sürekli işleyen çift frekanslı alıcılarla donatılmış GPS istasyonundan oluşan uluslararası bir ağ, bir düzineden fazla bölgesel ve işletimsel veri merkezi, üç global veri merkezi, yedi analiz merkezi ve çok sayıda yardımcı ve bölgesel analiz merkezleridir.

Uluslararası yönetim kurulu IGS'yi tüm yönleriyle idare eder. IGS 1996'dan beri Astronomik ve Jeofiziksel Veri Analiz Servisleri'nin (Federation of Astronomical and Geophysical Data Analysis Services; FAGS) bir üyesi olarak tanınır.

3. IGS Ürünleri Veri Formatı

Veri merkezinden indirilen IGS verilerini kullanabilmek için, kullanılan işletim sistemine göre veri formatı yapısı bilinmelidir. Çizelge 2’de bu yapıyı gösteren bir liste bulunmaktadır. Gözlem dosyaları, navigasyon ve meteorolojik dosyalar formatı RINEX formatındadır [5]. Gözlem dosyaları, fazla yer kaplamamaları için, Hatanaka formatında sıkıştırılmıştır [6]. Hassas efemeris dosyaları SP3 formatındadır [7, 8].

IGS istasyonlarının bazıları (<http://www.unavco.ucar.edu/software/teqc/teqc.html>) adresinde bulunan TEQC (Translate Edit Quality Check;) kalite kontrol yazılımı ile dosyada rapor edilen yazılımın çıktısını günlük olarak yayımlar ve bu dosyalara özet dosyaları denir.

Çizelge 2. IGS ürünlerine ait veri formatı (UNIX sistemler için)

Verinin İsmi	Formatı
RINEX Gözlem Dosyası	ssssdddf.yyD.Z
Navigasyon Mesaj Dosyası	ssssdddf.yyN.Z
Meteorolojik Dosya	ssssdddf.yyM.Z
Özet Dosya	ssssdddf.yyS.Z
Son Uydu ve Alıcı Saat Bilgileri Dosyası	IGSwwwd.CLK.Z
Son Dünya Dönme Parametre Dosyası	IGSwwwd.ERP.Z
Son Hassas Efemeris Dosyası	IGSwwwd.SP3.Z
Haftalık Analiz Çözüm Özet Dosyası	IGSyypww.SUM.Z
Haftalık Analiz Çözüm Dosyası (Kovaryans Matrisi Dahil)	IGSyypwww.SNX.Z
Haftalık Analiz Çözüm Dosyası (Kovaryans Matrisi Hariç)	IGSyypwww.SSC.Z

ssss : 4-karakter istasyon kodu (DOMES sayısı)
ddd : yılın günü
f : dosya sıra numarası (24 saatlik dosya için “0”)
yy : yılın son iki basamağı
ww : Yılbaşından itibaren hafta sayısı
www : GPS haftası
d : haftanın günü (Pazar “0”)

İstasyon kayıtları istasyonun tam bir geçmişi, örneğin; alıcı veya anten tipleri ve değişikliklerinin tamamının tarihleri, yaklaşık koordinatları, yönetici kurum ve sorumlu

kurum veya şahıslar hakkında iletişim bilgileri, istasyonların o anda geçerli en çok bilinen parametrelerini özetleyen bilgiler içerir. Bu istasyon kayıt dosyası (<ftp://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/station/log>) adresinden indirilerek istasyona ait güncel bilgiler kontrol edilmelidir. Aşağıda istasyon kayıt dosyası formatı verilmektedir.

ssssmmyy.log

ssss: 4-karakter istasyon kodu **mm** : kayıt dosyasının üretilme/yenileme ayı
yy : yılın son iki basamağı

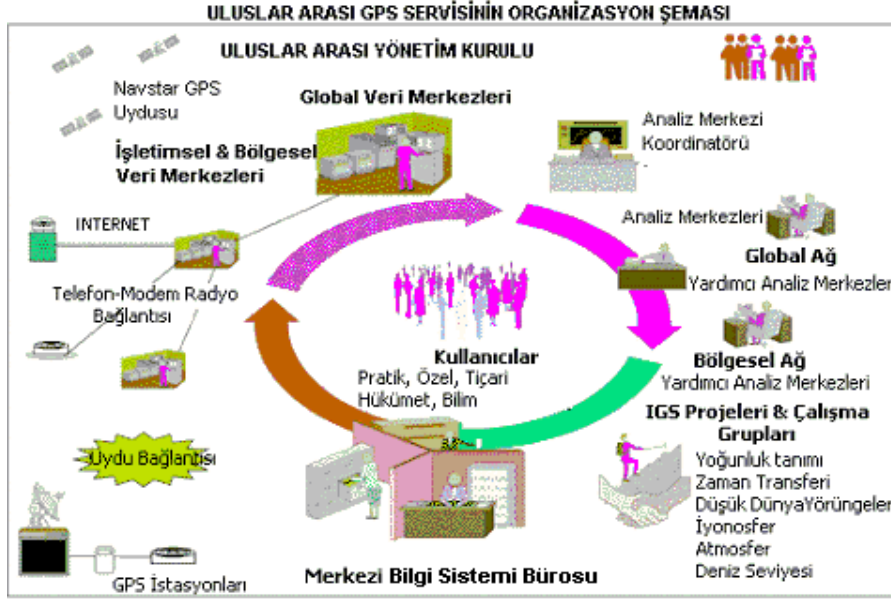
Alıcı Anten Bilgisi: IGS analiz merkezleri izleme istasyonlarında kullanılan GPS antenleri için faz merkezi bilgisini içeren standart bir dosya kullanır (**igs_01.pcv**). Bu dosya (ftp://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/station/general/igs_01.pcv) adresinden elde edilebilir.

İzleme istasyonlarının ITRF koordinatlarını elde etme: Referans sistemler (IERS/ITRF) için IERS'nin alt bürosu periyodik bir şekilde VLBI(Very Long Baseline Interferometry), SLR (Satellite Laser Ranging) ve IGS veri analizine dayalı olarak istasyon konumları ve hızlarının yeni global çözümlerini üretir. Bu çözümlere, ITRF-yy (Uluslararası Yersel Referans Sistemi, yy=çözüm yılı) denir. İstasyon noktalarının numaralandırılmasında DOMES numaralandırma sistemi uygulanır. İzleme istasyonlarının ITRF koordinatları(<http://lareq.ensg.ign.fr/ITRF>) adresinden elde edilebilir.

4. IGS Veri Organizasyonu

Gurtner'te [9] belirtildiği gibi Uluslararası GPS servisinin esas bileşenleri (Şekil 1);

- İzleme istasyonları
- İşletim merkezleri
- Veri merkezleri
- Analiz merkezleri ve ortak analiz merkezleri
- Merkezi bilgi sistemi bürosu



Şekil 1. IGS organizasyon şeması [2]

4.1 İzleme İstasyonları

IGS sadece IGS'nin yararı ve kullanımı amaçlı kurulum ve işletim bileşenlerinden oluşmaz, aynı zamanda mevcut istasyon ve merkezlerden mümkün olan en olası yardımı da alır. Katkıda bulunan istasyonların çoğu yerel ağların bir parçasıdır. (örneğin: ABD'de NGS yönetiminde CORS ağı **Continuously Operating Reference Stations**, Avustralya Sabit GPS Ağı gibi). Bu tür istasyonların verileri genellikle işleme merkezince toplanır, RINEX formatına yeniden dönüştürülür, yerel veri merkezi yardımıyla (yerel) kullanıcıya verilebilir. IGS istasyonları olarak deklare edilen bu istasyonların verileri daha sonra IGS veri merkezine gönderilir.

Bazı alanlarda tüm bölgeyi kapsayan sabit istasyonlar ağı bireysel istasyonların sayısına ek olarak yerel ağ istasyonlarının seçimiyle oluşacak şekilde organize edilir. Bireysel istasyonların verileri doğrudan kendi yerel veri merkezi vasıtasıyla diğer istasyonlara ait verilerin bulunduğu bölgesel veri merkezine gönderilir. Bölgesel ağı örnek tüm Avrupa kıtasını kapsayan EUREF (**EUropean REference Frame**) sabit GPS ağı EPN (**EUropean Permanent Network**)'dir (<http://www.epncb.oma.be/>). EUREF kendi analiz merkezine, bilgi sistemine ve ağ koordinatörüne sahiptir [10].

IGS, global ürünler ve hız açısından istasyonları global, bölgesel ve yerel istasyon olmak üzere üçe ayırır. Global istasyonlar; analiz merkezlerinden en az biri farklı kıtada olmak kaydıyla iki IGS analiz merkezinden daha fazla merkezden analiz edilen istasyonlardır. Bu global amaçlı istasyonların verileri global veri merkezinde mevcut olmalıdır. IGS global ve bölgesel amaçlı bütün istasyonların kayıtlarını tutar.

4.2 İşletim Merkezleri

İşletim merkezleri istasyonlara idari ve teknik destek konusunda güvence vererek, genellikle ham veriyi yeniden dönüştürmek suretiyle izleme istasyonlarının bulunduğu (yerel) ağı işletiminden sorumlu kurumlardır. Bireysel istasyonlar bu görevleri kendileri yaparlar (Çizelge 3).

Çizelge 3. Avrupa'daki IGS İşletim Veri Merkezleri

Veri Merkezinin Adı, Ülkesi	Kısaltması	Web Adresi
Centre National d'Etudes Spatiales, Fransa	CNES	http://www.cnes.fr/
Delft University of Technology, Hollanda	DUT	http://www.geo.tudelft.nl/
European Space Operations Center, ESA, Almanya	ESA	http://nng.esoc.esa.de/
GeoForschungsZentrum, Almanya	GFZ	http://www.gfz-potsdam.de/
Geographical Survey Institute, Japonya	GSI	http://www.gsi-mc.go.jp/
Italian Space Agency, İtalya	ASI	http://geodaf.mt.asi.it/
Norwegian Mapping Authority, Norveç	SK	http://www.statkart.no/
RDAAC-IRIS, SSCB	RDAAC-IRIS	http://gps.gsras.ru/

4.3 Veri Merkezleri

Veri merkezleri; kullanıcı ismi/şifre ile korunmuş veya anonim (herkese açık), ftp yolu ile kullanıcılara her bir istasyonun izleme verilerini elde edilebilme olanağı sağlar.

IGS global, bölgesel ve yerel veri merkezlerini birbirinden ayırır. IGS'nin içinde IGS rehberliğinde hareket eden bölgesel veri merkezlerin bir adetini ve global istasyonların verisini her birini toplayıp (en azından) yeniden kullanıma sunan üç adet global veri merkezi vardır (Çizelge 4 , Çizelge 5).

Çizelge 4. IGS global veri merkezleri

Veri Merkezinin Adı, Ülkesi	Kısaltması	Web Adresi
Crustal Dynamics Data Information System, NASA GSFC, ABD	CDDIS	http://cddisa.gsfc.nasa.gov/ ftp://cddisa.gsfc.nasa.gov/pub/gps/gpsdata
Institut Geographique National, Fransa	IGN	http://igs.ensg.ign.fr/ ftp://igs.ensg.ign.fr/pub/igs/data/
Scripps Institution of Oceanography, ABD	SIO	http://sopac.ucsd.edu/ ftp://lox.ucsd.edu/pub/rinex

Çizelge 5. IGS' nin Avrupa'daki veri merkezleri

Veri Merkezinin Adı, Ülkesi	Kısaltması	Web Adresi
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Almanya	BKG (IFAG)	http://www.ifag.de/ ftp://igs.ifag.de/IGS/obs/
RDAAC-IRIS, SSCB	RDAAC-IRIS	http://gps.gsras.ru/

4.4 Analiz ve Yardımcı Analiz Merkezleri

IGS analiz merkezleri en azından global istasyonların rutin analizini sergiler ve hassas yörünge bilgisi, Dünya dönme parametreleri, istasyon koordinatları ve hızları gibi arzu edilen bilgileri üretirler. Ürünlerin bireysel çözümleri resmi IGS ürünleri içinde birleştirilir ve IGS analiz merkezleri ve bilgi sistemi vasıtasıyla kullanıcılara sunulur. Yardımcı analiz merkezleri, ürünlerin kombinasyonlarını veya bölgesel referans sisteminin tanımlanmasını ve spesifik analizleri gerçekleştirir (Çizelge 6, Çizelge 7).

Çizelge 6. IGS' nin Avrupa'daki analiz merkezleri

Merkezin Adı, Ülkesi	Kısaltması	Web Adresi
Center for Orbit Determination in Europe, AIUB, İsviçre	CODE	http://www.cx.unibe.ch/aiub/igs.html
European Space Operations Center, ESA, Almanya	ESOC	http://nng.esoc.esa.de/gps/gps.html
GeoForschungsZentrum, Almanya	GFZ	http://www.gfz-potsdam.de/pb1/IGS/IGS.html

Çizelge 7. Global referans sistemi tanımlanmasında çalışan global ağ ile ilişkili analiz merkezleri (GNAACs)

Merkezin Adı, Ülkesi	Web Adresi
University of Newcastle-upon-Tyne, İngiltere	http://www.ncl.ac.uk/
Earth, Atmospheric and Planetary Sciences Massachusetts Institute of Technology, ABD	http://www-gpsg.mit.edu/~tah/

4.5 Merkezi Bilgi Sistemi Bürosu

Merkezi bilgi sistemi bürosu (CBIS), IGS izleme istasyonu olarak onaylanmış her bir istasyonun kayıtlarını (<ftp://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/station/log>) muhafaza eder ve IGS ürünlerine erişilmesini sağlar. CBIS, JPL (Jet Propulsion Laboratory)'de konuşlandırılmıştır.

Bu büro kullanıcının gereksinim duyduğu, IGS'nin sağladığı servislere ait tüm bilgiyi içeren bilgi sistemini çalıştırmaktadır. Sistem bir web sitesi (<http://igscb.jpl.nasa.gov/index.htm>) ve (<ftp://igscb.jpl.nasa.gov/igscb>) ftp sunucusundan oluşmaktadır. Ftp sunucu Avrupa'da bulunan IGN'deki global veri merkezi ile (<ftp://igs.ensg.ign.fr/pub/igscb>) bire bir aynıdır.

CBIS hassas yörünge bilgisi ve Dünya dönme parametreleri gibi bazı IGS ürünlerini elde edebilme olanağı da sağlar.

- CBIS veri merkezlerinin iletişim adresleri, veri ve kurs organizasyonu, erişim bilgisi (eğer halka açık ise) gibi siteler hakkında bilgiler içerir
- CBIS IGS'nin veri merkezleri günlük olarak elde edilen gerçek verilerin standart hale getirilmiş dosyalarını üretir ve yeniler
- CBIS ayrı zaman periyotlarında IGS veri merkezince toplanan, istasyonlara ait verileri gösteren aylık ve yıllık özet veri dosyalarını üretir.

5. Uygulama

Uygulamanın amacı; yarıçapı 250 km'lik bir alanda IGS sabit istasyonlarına ait verilerin, Türkiye'deki herhangi bir harita üretim projesinde baz sınırlaması olmadan, ticari yazılımla kullanılabilirliğini araştırmaktır. TUSAGA (Türkiye Sabit GPS Ağı) ağına ait istasyonların birbirinden uzaklığı ortalama 100-300 km arasında olduğu için [11] bu tür bir baz sınırı düşünülmüştür.

Uygulamada İtalya'daki sabit istasyonların büyük bir kısmı ile İtalya-Avusturya-Fransa arasındaki bölgede bulunan 19 sabit GPS istasyonu seçildi (Şekil 2). IGS, IFAG, ASI kurumlarınca sağlanan 27 Şubat 2002 tarihli (1155. GPS haftasında, yılın 58.günü) RINEX gözlem dosyaları, hassas efemeris olarak 26-27-28 Şubat 2002 tarihli IGS'nin son SP3 formatlı dosyaları, navigasyon dosyası olarak IGS'nin AUTO0580.02N dosyası, Dünya dönme parametreleri olarak 1155. GPS haftasına ait IGS02P1155.ERP [12] dosyası kullanıldı. İstasyon koordinat ve hızları ITRF-2000_GPS.SNX dosyası [13] ile Caporali ve diğerlerinden [14], anten faz merkezi bilgileri IGS 'in anten faz merkez bilgilerini içeren IGS01.PCV dosyasından alındı.

Veri işlemede Trimble Geomatics Office 1.5 yazılımı kullanılmıştır. Kullanılan veri işleme parametreleri [15]:

Yükseklik Engel Açısı	: 15 ⁰
Troposferik Model	:Hopfield ve 2 saatlik zenit gecikme modeli
İyonosferik Modelleme	:10 km'nin üzerindeki tüm bazlarda
Ölçü Arağı	:30 saniye
Gözlem Süresi	:24 saat
Başlangıç Faz Belirsizliği Çözümü:	S<50 km 'de iyonosferden bağımsız Sabit (Iono-Free Fixed) çözüm ve S≥ 50 km 'de iyonosferden bağımsız kesirli (Iono-Free Float) çözüm
Dünya Dönme Parametreleri	: 100 km'nin üzerindeki tüm bazlarda



Şekil 2. Uygulamada kullanılan sabit GPS istasyonları [16]

TGO 1.5 yazılımında hesaplanan kartezyen sistemdeki koordinatların karesel ortalama hataları (m_x, m_y, m_z), bazın karesel ortalama hatası m_s , koordinat farkları (DX, DY, DZ), baz farkları (S-So), yerel koordinat sisteminde yatay ve düşey bileşenlerin hataları Çizelge 8’de verilmektedir [16]. Çizelge 8’teki bazların farkları (S-So) ABD üç boyutlu GPS ölçü şartnamesinde [17] A ve B sınıfı ağlarda yapılabilecek maksimum baz hataları ile karşılaştırıldı (Şekil 3 ve Şekil 4). İlgili şartnameye göre; baz ölçümünün her bileşeni için doğruluk %95 güven aralığında tek-boyutlu ölçü için doğrusal (*linear*) doğruluk standardına eşit olduğu kabul edilmektedir. Her sınıf ağda GPS ile bağlı konum belirleme doğruluğu için standart sapma (S)

$$S = \sqrt{e^2 + (p * d)^2} \quad (1)$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır [17]. Burada;

S : mm biriminde en fazla yapılacak olası hata (%95 güven aralığında)

d : İki nokta arasındaki baz uzunluğu (km cinsinden)

p : ppm olarak en az bağlı geometrik doğruluk (%95 güven aralığında)

e : mm biriminde sabit hata miktarı

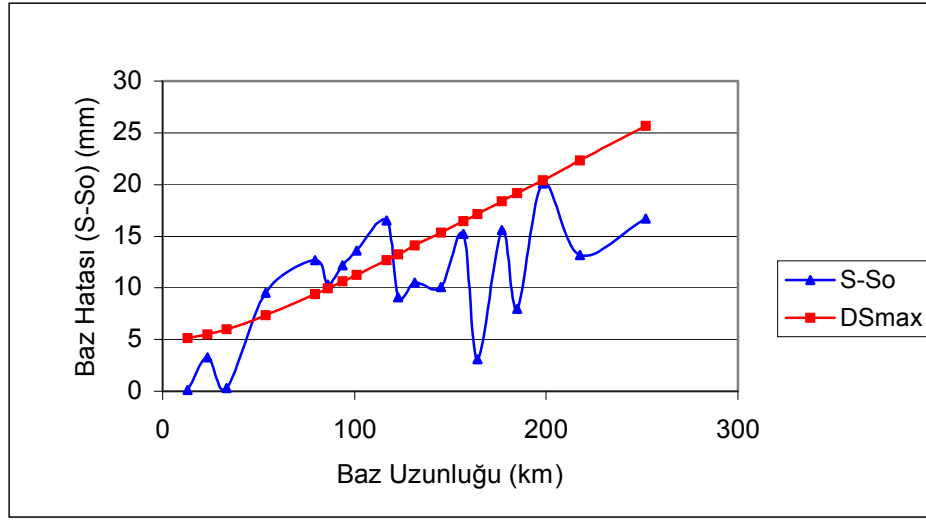
A sınıf ağlarda $e=5$ mm, $p=0.1$ ppm,

B sınıfı ağırlarda $e=8$ mm, $p=1$ ppm'dir.

Çizelge 8. TGO 1.5 yazılımı sonuçları

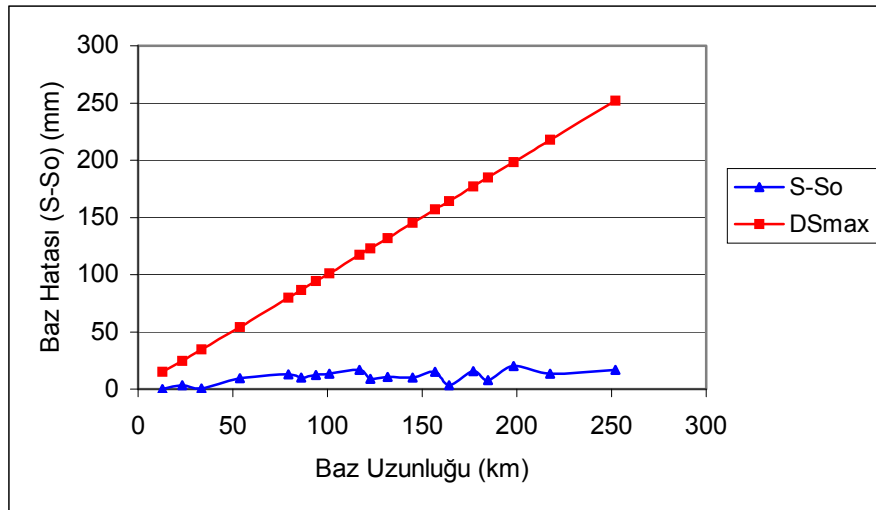
İSTASYON ADI		S_{ij}	DH_{ij}	Karesel Ortalama Hatalar (mm)				HATA (mm)					
i	J	(km)	(m)	m_x	m_y	m_z	m_s	DX	DY	DZ	(S-So)	düsey	yatay
HFLK	PATK	12,9	86	0.6	0.2	0.6	0.9	16,9	3,9	19,0	0,1	25,7	0,4
VEVE	SFEL	23,2	15	0.7	0.2	0.7	1.0	25,5	0,8	31,1	3,3	39,7	6,1
VEVE	VOLT	33,5	13	0.9	0.2	0.9	1.3	30,3	6,0	37,8	0,3	48,6	4,5
VOLT	CAVA	53,6	6	1.0	0.5	1.0	1.5	2,1	9,1	2,4	9,5	1,7	9,5
BZRG	PATK	79,4	1969	1.2	0.7	1.3	1.9	31,8	19,1	50,3	12,7	55,5	14,3
TORİ	NOVA	86,1	92	1.6	0.9	1.6	2.4	11,2	8,2	4,8	10,3	10,3	10,5
MEDI	SFEL	93,9	2	0.8	0.5	0.8	1.2	20,6	5,4	7,1	12,2	18,4	12,8
MEDI	PADO	101,0	15	1.0	0.6	1.0	1.5	10,7	7,9	8,1	13,6	0,4	15,5
GENO	NOVA	116,8	63	1.5	0.8	1.5	2.3	19,6	4,1	7,3	16,5	8	19,8
TORI	GENO	122,8	155	1.3	0.7	1.2	1.9	16	6,1	1,7	9,1	13,1	11,1
BZRG	VOLT	131,6	275	1.4	0.8	1.4	2.1	31,9	13,5	35,2	10,5	4,5	20,3
PRAT	ELBA	145,0	152	1.2	0.6	1.1	1.7	8,7	1	6,1	10,1	2	10,5
TORI	GRAS	156,9	1009	1.7	0.9	1.5	2.4	26,5	7,2	1,8	15,2	20,9	17,9
MATE	COSE	164,2	127	1.5	0.8	1.2	2.1	6,8	4,1	2	3,1	5,4	6,1
SFEL	PRAT	176,9	68	1.1	0.6	1.1	1.7	20,6	1,4	3,2	15,6	12,5	16,7
CAME	PRAT	184,9	379	1.5	0.8	1.4	2.2	3,4	8,3	2,1	8	2,7	8,8
VEVE	PRAT	198,2	53	1.2	0.6	1.2	1.8	6,5	3,9	37,6	20,1	31,2	22,3
PADO	PAVI	217,7	79	1.3	0.7	1.2	1.9	28,9	18,1	42,4	13,2	52,2	15,3
VEVE	PAVI	251,9	77	1.2	0.6	1.2	1.8	6,6	14,8	10,1	16,7	4,2	18,6

Şekil 3'te 50 km ile 120 km arasındaki bazların farkları (S-So) maksimum baz hatasının üzerinde olmasına rağmen hataların büyüklüğü 5 mm'nin altında olduğu görülmektedir. Veri işlemede bu bazlara ait sinyal yansımaları, faz sıçraması gibi etkiler dikkate alınarak yeni bir veri işlemede (manuel veri işleme) sonuçlar bir miktar iyileştirilebilir. Bu durumda TGO 1.5 ticari yazılımıyla IGS ürünleri kullanarak, A sınıfı ağırlarda projeler yapılabilir. Eger Federal Geodetic Control Committee [17] şartnamesine göre A sınıfı ağırların maksimum lup uzunluğu 2000 km olduğu dikkate alınır (bu durumda ortalama baz uzunluğu 650 km olacaktır) bu 250 km'lik bir sınırdaki baz çözümünün istenilen duyarlılığı verdiği söylenebilir. Türkiye'de 1. derece nirengi ağırlarının oluşturulması resmi kurumlar tarafından yapılsa da bir ticari yazılımla özel sektörün IGS ürünlerini kullanarak bu sonuca ulaşması önemli olacaktır.



Şekil 3. TGO 1.5 yazılımında hesaplanan baz hataları ile ABD GPS şartnamesine göre “A” sınıf ağlarda yapılabilecek maksimum baz hataları

Şekil 4’te ise tam olarak otomatik veri işlemede kullanıcının müdahalesine gerek kalmadan, sadece veri işleme parametreleri değiştirilerek elde edilen sonuç görülmektedir. Bu sonuca göre yine IGS ürünleri kullanarak B sınıfı ağlarda baz çözümü yapılabilir.



Şekil 4 TGO 1.5 yazılımında hesaplanan baz hataları ile ABD GPS şartnamesine göre “B” dereceli projelerde yapılabilecek maksimum baz hataları

6. Sonuç

IGS ürünlerinin bir kısmı anlık zamanda, bir kısmı da (hassas efemeriste olduğu gibi) 14 günlük gecikmeli de olsa tüm dünyada özel ve kamu kurumlarının kullanımına açılmıştır. Şekil 3 ve Şekil 4 incelendiğinde, ülke nirengi ağının birinci ve ikinci derece noktalarının üretilmesinde, 250 km yarıçap içinde bulunan, koordinatları ITRF gibi herhangi bir uluslararası referans ağında tanımlı, sabit GPS istasyonuna ait 24 saatlik gözlemlerin ve IGS ürünleri kullanılmasının ölçü sonuçlarını iyileştireceğini söyleyebiliriz. Bu nedenle IGS veri merkezlerinde tutulan günlük gözlem dosyaları projelerde fazladan bir alet gibi düşünülerek büyük projelerin maliyeti azaltılabilir.

KAYNAKLAR:

- [1] **Zumberge, J. F., Liu, R., Neilan R.E., 1995**, 1994 Annual Report., International GPS Service for Geodynamics, IGS Central Bureau, Jet Propulsion Lab., Pasadena, California, ABD.
- [2] **IGS, 2003**, Uluslararası GPS Servisi (IGS)'nin Web Sayfası, ABD.
<http://igsb.jpl.nasa.gov/>
- [3] **Ferland R., 2001**, Activities of the International GPS Service (IGS) Reference Frame Working Group. International Association of Geodesy Symposium, Budapest, September 2001.
- [4] **Blewitt, G., 2003**, IGS Densification Program, Department of Geomatics, University of Newcastle upon Tyne, UK, <http://igsb.jpl.nasa.gov/> içinde
- [5] **Gurtner, W. ve Mader, G., 1990**, Receiver Independent Exchange Format Version 2, GPS Bulletin, Vol.3, No.3, 1-8
- [5] **Hatanaka, Y., 1996**, A RINEX Compression Format and Tools, Proceedings of ION GPS-96, September 17-20, 1996, 177-183.
- [7] **Remondi, B. W., 1991**: NGS Second Generation ASCII and Binary Orbit Formats and Associated Interpolated Studies, Proceedings of the Twentieth General Assembly, International Union of Geodesy and Geophysics, Vienna, Austria, August 11-24, 1991, 28 pp.
- [8] **Spofford, P.R., Remondi, B.W., 2003**, The National Geodetic Survey Standart GPS Format SP3, NOAA, National Geodetic Survey, <http://www.ngs.noaa.gov/> içinde
- [9] **Gurtner, W., 2003**, Access to IGS Data, Astronomical Institute, University of Berne, IGS, , <http://igsb.jpl.nasa.gov/> içinde
- [10] **EPN, 2003**; Avrupa Sabit Ağı (EPN) 'nın Web Sayfası, Belçika

<http://www.epncd.oma.be/>

- [11] **Kılıçoğlu, A., Kurt, A.İ., Tepeköylü, S., Cingöz, A. Akça, E.**, 2003, Türkiye Ulusal Sabit GPS İstasyonları Ağı (TUSAGA), Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu (TUJK) 2003 Yılı Bilimsel Toplantısı, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 24-26 Eylül, Konya, sayfa 44-49
- [12] **IERS**, 2003, Dünya Dönme Servisi Organizasyonunun Web Sayfası, Fransa
<http://www.iers.org/>
- [13] **Lareg**, 2003, ITRF 'i Tanımlayan Merkezin Web Sayfası, Fransa
<http://lareg.ensg.ign.fr/ITRF/>
- [14] **Caporali, A., Maseroli, R., Pierozzi, M.**, 2003, ETRS89 Coordinates at Epoch 10.07.2002 for Seventeen Permanent GPS stations in Italy (and additional 22 reference EPN sites in Italy, France, Switzerland and Austria) April 2003, submitted to the Annual EUREF Symposium, Toledo (Spain) 4-6 June 2003.
- [15] **Trimble Navigation Limited**, 2001, Trimble Geomatics Office, Wave Baseline Processing Guide, Vers. 1.5 P/N.39685-10-ENG, Sunnyvale, U.S.A.
- [16] **Şanlıoğlu, İ.**, 2004, Global Konum Belirleme Sistemi (GPS) Yazılımlarının Veri İşleme Modüllerinin Uluslararası GPS Servisi (IGS) Ürünleri Kullanarak Test Edilmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 249 sayfa
- [17] **Federal Geodetic Control Committee**, 1989, Geometric Geodetic Accuracy Standards and Specifications for Using GPS Relative Positioning Techniques, Maryland, National Geodetic Survey, National Oceanic and Atmospheric Administration, Version 5.0 reprinted with corrections 48 p., August 1, 1989: Silver Spring