

Yeni Nesil Ölçme Sistemi ve Evrik GNSS

Ali Kazım TELLİ¹, Atınç PIRTİ², R. Gürsel HOŞBAŞ²

Özet

Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri (GNSS); GPS (ABD), Glonass (Rusya), Galileo (Avrupa), Küresel Uydu Konumlama Sistemleri (GNSS); Amerika (GPS), Rusya (Glonass), Avrupa (Galileo), Çin (BeiDou) ve Hindistan (IRNSS) olarak bilinmektedir. Ancak bu sistemlerden günümüzde kararlı olarak çalışan sadece bir tanesi vardır, o da NavStar GPS'tir. Dünya çevresinde dönen uydulardan gelen bilgilerin yeryüzünde veya yere yakın alıcılarda değerlendirilmesiyle GNSS sistemi amacına ulaşır. Her üründe olduğu gibi burada da birçok gelişmeler olmuş bu çerçevede DGPS, RTK-GPS, SBAS gibi yeni teknolojiler geliştirilmiştir. Gelişmelerin yanında katma değer türünden diğer teknoloji ve sistemlerle bütünleşmesiyle IGS, CORS gibi ağlar meydana gelmiştir. Burada konum belirlemenin yeni yöntemi Evrik GNSS tanıtılacak ve türediği Ağ GNSS'e göre farkları verilmeye çalışılacaktır.

Anahtar Sözcükler

Evrik GNSS, GPS-CORS, RTK GPS

Abstract:

A New Generation Surveying System: Inverted GNSS

Global Navigational Satellite Systems include GPS (USA), Glonass (Russia), Galileo (EU), BeiDou (China) and IRNSS (India). However, just one of these systems now is operationally stable that is NavStar GPS. GNSS aims to assess the data received from the satellites orbiting around earth. As is the case for almost every product, new technologies have been developed such as DGPS, RTK-GPS, and SBAS. Furthermore, the integration of new technologies and systems has given rise to new concepts like IGS and CORS (Continually Operating Reference Stations) networks. This paper focuses on Inverted RTK GPS and its differences from CORS which it has derived.

Key Words:

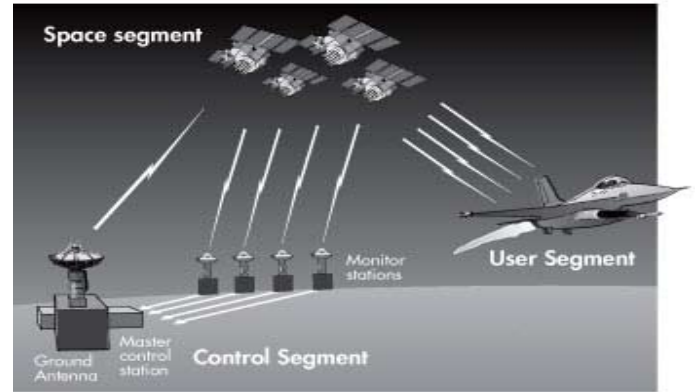
Inverted GNSS, GPS-CORS, RTK GPS

1. Giriş

Uydu teknolojileri, küresel çapta kuruluş ve kullanıcılara hizmet veren ve hatta internet gibi sınırı olmayan bir dünyanın vazgeçilmez donanımıdır. Bu teknolojilerin bir ürünü olarak, küresel konumlama fikri Amerikan askeri birliklerini deniz aşırı sahalarda koordine edebilmek için ortaya atılmış ve 1990'lardan bu yana araştırmacıların ve sivillerin kullanımına açılmıştır. Araştırmacılar çok boyutlu bu sistemi kıta hareketlerinin belirlenmesinden, ülke jeodezik ağlarının modernizasyonuna kadar farklı alanlarda değerlendirmişlerdir. Sivil çalışmalarda özellikle harita ve ölçme faaliyetleri ile bunların yanında taşıt takip sistemleri gibi yeni kullanım alanları oluşmuştur.

Küresel anlamda amacına ulaşmış bulunan tek GNSS

olan GPS, bilindiği gibi uzay, denetim ve kullanıcı bölümlerinden meydana gelir (Şekil 1). Sistemi bu üç bölümden ibaret görürsek, çıktı olarak sadece uydu yayınları ve IGS (International GNSS service for geodynamics) ürünlerini ele almalıyız. Üstelik IGS'den elde edilenlerin de sistemin çekirdek bölümleriyle doğrudan ilişkisi yoktur.



Şekil 1: GPS'in Bölümleri

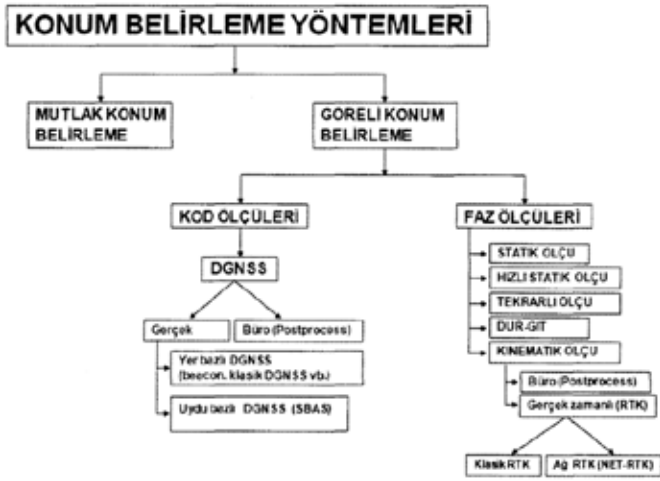
Bilindiği üzere GPS birçok hata kaynağının etkisi altındadır. Atmosferik şartlar, alıcı ve uydu anten faz merkez kayıklıkları ve platform dönüklükleri, uydu yörüngesindeki düzensizlikler (Xu, 2007), sinyalin aldığı yoldaki etkiler (Zhdanov et al., 2002), saat hataları (Xu, 2002) gibi sayılabilecek problemler önceleri, ölçülerin sonradan gelişmiş yazılım ve dış verilerle birleştirilmesi sayesinde çözülmüştür (Hugentobler et al., 2001).

Uydu yayınlarından faz ve kod ölçümü olarak iki türlü bilgiden konum bilgisi üretilebilir (Şekil 2). Kod ölçümleri hızlı ve basit olmasına karşın faz ölçümleri gibi hassas sonuçlar vermez. Ancak kod ölçümleri bir SBAS (Satellite Based Augmentation System) ile 3 metreye yakın doğrulukta konum bilgisi verir. Faz ölçümlerinde ise durum farklıdır, karmaşık hesap teknikleri ve yöntemler sayesinde, bu yöntemlerle cm'nin altında doğruluk düzeyine ulaşılabilir.

GPS ölçme aletlerinin yeryüzüne dizilişi teodolitlerin kurulmasına benzemektedir. Fakat görel konumlama zaman bağımlı olması ve geriye dönük ölçü tamamlama imkanı vermemesi en büyük zayıflığıdır. Bununla beraber hassas sonuçlar elde etmek için alıcıları eş zamanlı kayıt yapması gerekir yani görel konumlama yapılır. Aynı uydulardan veri alan eş zamanlı GPS alıcılarında toplanan veriler faz farklarının ve tam sayı belirsizliklerinin bulunmasıyla baz ve uydu-alıcı mesafelerinin hesaplanmasına yardımcı olurlar. Bu sayede veri işleme, dengeleme ve dönüşüm ile istenilen datum bilgisinde yeni noktaların koordinatlarına ulaşılır.

¹ Arş. Grv., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, alikazimtelli@gmail.com

² Yrd. Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Ölçme Tekniği Anabilim Dalı, Davutpaşa/İST



Şekil 2: Konum belirleme yöntemleri (Kahveci, 2009)

GPS'de jeodezik ölçme işi statik ve kinematik olmak üzere iki temel tekniğe göre yapılmaktadır. Statik ölçme; alıcı anteni sabit tutulan, tek nokta konumlama ve görelî konumlama yöntemlerine bağlı olarak koordinat elde eden bir yöntemdir. Kinematik ölçme ise alıcı antenin hareket halinde olduğu diğer yöntemdir. Kinematik ölçümde başlangıç faz belirsizliğinin çözümü kesin değildir. Bu nedenle, bu yöntem yüksek doğruluklu sonuçlar üretmez. Ancak kinematik ölçme yönteminin türevi sayılan uydu tekniklerindeki gelişmeler sayesinde kısa bazlı (10-15 km) ölçümlerde anlık kinematik (RTK) tekniklerle cm'nin altında doğrulukla koordinat belirlenebilmektedir. Daha uzak mesafeler için kullanılan diferansiyel yöntemlerde (DGPS) ise doğruluk azalmaktadır. Bahsedilen RTK ile DGPS yöntemleri arasında doğruluk açısından büyük farklılıklar vardır. Zaten DGPS genellikle hareketli vasıtalara özeldir. Bunların yanında, kısa bazlarda sahte uydu (pseudolite) yayını da uydu penceresinin kısıtlı olduğu yerlerde (kapalı alan, kanyon) kullanılabilir pahalı tekniklerden biridir.

2. Ağ RTK

Jeodezik GPS ağlarına bakıldığında, dünya genelinde 373 ü aktif 414 nokta ile oluşturulan IGS sabit GPS ağı (URL1), birçok bölgesel ağa örnek teşkil etmiştir. Bunların en çok tartışılanı şüphesiz Japon GeoNet ağıdır, TSUGAWA et al. (2006)'da belirtildiği gibi 2006 Eylül ayında tarihinde 1200 adet sürekli çalışan alıcıyla hizmet vermektedir. Bu tür ağlar sürekli veri toplayıp ellerindeki denetim merkezlerine iletmektedirler. Genellikle kabuk hareketleri ve sistemin özünü dönük geliştirmeler sağlanmaktadır. Ağ verilerinin günlük veya anlık işlenmesi imkan dahilindedir, bu sayede sismik aktivitenin sonucu kabuk hareketleri gözlenebilmektedir. Dünya çapında dağılmış istasyonların asıl faydası hassas uydu efemeris bilgisinin ve dünya dönme ve kutup hareketlerinin ölçü sonrasında çeşitli doğruluk seviyelerinde kullanıcılarla paylaşılmasıdır.

Sabit GPS ağı ile RTK-GPS tekniğinin beraberce kullanılması, karasal iletişim imkanlarının sınırlı ve donanımın pahalı olması nedenleriyle ilk zamanlar mümkün olmamıştır. Büyük çaplı izleme sistemleriyle bütünleştirme durumunda, doğru bir biçimde hareketli kullanıcının konumunu belirlemek için birçok pahalı RTK alıcısı ve aynı sayıda iletişim birimine gerek vardır. Üstelik uzaktan denetim birimi de,

her bir gezici için bir bilgisayarın bağlanmasını gerektirir (Kanzaki, 2006).

Günümüzün geçerli sistemi CORS (Continuously Operating Reference Stations – sürekli gözlem referans istasyonu) gelişmiş bir RTK uygulamasıdır. Referans istasyonları internet veya hücresel haberleşme altyapısını kullanarak, veri merkezine uydu verilerini gönderirler. Sistemin birden fazla referans istasyonu ile ürettiği düzeltmeler radyo modemlere gerek kalmadan kullanıcıyla buluşur. Aralığı 100 km nin altındaki istasyonlardan aynı anda birçok kullanıcı istifade eder, bu sayede klasik RTK'ya oranla sabit alıcı sayısında azalma sağlanır. Ancak kullanıcı sayısındaki azlık nedeniyle, klasik jeodezik ağlarda olduğu gibi kurulum harcamaları devlet kurumları tarafından karşılanır. Bunun yanında, yerinde giderilmesi gereken sistemdeki arızaların çözümü geçici veri kayıplarına yol açar. Sistemin lisanslı/kayıtlı kullanımı sonucu kullanıcının kaba konum bilgileri kimliğiyle beraber denetim merkezinde görünür.

CORS'un Türkiye'deki uygulaması bir AR-GE projesi olarak gerçekleştirilmektedir. TKGM (Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü) ve HGK (Harita Genel Komutanlığı)'nın müşteri olduğu İKÜ (İstanbul Kültür Üniversitesi)'ni, yürüttüğü TÜBİTAK destekli bir projedir (Uzel ve Eren, 2007).



Şekil 3: CORS-TR istasyonları (URL2)

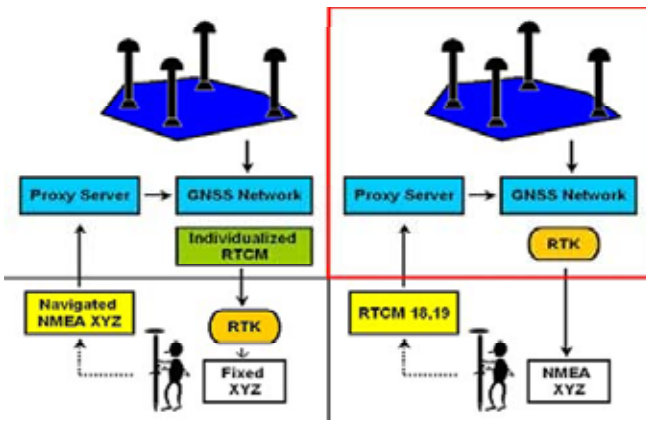
145 istasyondan meydana gelen CORS-TR ya da TUSAGA-Aktif isimleriyle anılan projede, istasyonlar ile kontrol merkezleri arasındaki veri akışı ADSL (zorunlu durumlarda GSM) yoluyla yapılacaktır (Şekil 3). Services, 02.07.2009 RTK amaçlı kullanıcılar ile istasyonlar arasındaki veri akışı ise, GPRS, GSM, radyo modem vb. yöntemlerden birisi ile 365 gün 24 saat esasına göre gerçekleştirilecektir (URL2). CORS-TR projesinin temel amaçlarından birisi de dönüşüm parametrelerini belirlemektir. Türkiye'de halen büyük ölçekli haritalar için birçok yerel koordinat sistemi, depremler ve diğer sebeplerle uyumsuz ED50 nokta koordinatları, ITRF sistemine dayalı TUTGA koordinatları ve hızları söz konusudur. Bütün bunların yanında geçmişe dönük hızların bilinmemesinden kaynaklanan sorunların da yaşanacağı görülmektedir.

3. Evrik GNSS

Rizos (2007)'de istemci-sunucu modeli olarak tanımlanan ve kaynaklarda "reverse RTK, inverse RTK, remote RTK veya inverted RTK" (Wübbena, 2008) isimleriyle geçen evrik GNSS, klasik RTK'dan farklı bir sistem anlayışını önermektedir. Şekil 4'de sol tarafta CORS (ağ RTK), sağda evrik RTK (istemci-sunucu) modeli verilmiştir. Standart ağ RTK

modelinde kullanıcı kaba konum bilgilerini referans istasyonunun bağlı olduğu merkeze göndermekte, burada gezici alıcıya özel bir düzeltme paketi hazırlanarak alıcıya iletilmektedir. Bu iletimdeki düzeltmelerle ve uydu ham verileri ile gezici ünitesinde koordinatlar hesaplanır. Evrik GNSS de durum bundan farklıdır. Kullanıcının alıcısına gelen ham veriler ağ merkezine gönderilen ham veriler RTK mantığıyla işlenir ve koordinatlar gezici üniteye gönderilir.

Aslında burada bir kavram kargaşası yaşanmaktadır. Klasik CORS yaklaşımında sabit istasyonlar ve veri merkezi kullanıcıya düzeltme verisi gönderdiği için sabit RTK (base RTK), yeni nesil yaklaşımda kullanıcı kendi uydu verilerini denetim merkeziyle paylaşmasıyla evrik RTK (inverted RTK) isimleriyle anılabilir. Ayrıca iletişim cihazları bir sınırlama getirmediği için (zaten çift yönlü çalışırlar) sabit RTK aşamasından evrik RTK aşamasına yazılım düzenlemesiyle geçilebilir.



Şekil 4: Solda standart ağ RTK, sağda evrik RTK veriliyor (Rizos, 2007)

RTK tekniği neredeyse her zaman RTCM (Radio Technical Commission for Maritime Services) mesajlarıyla çalışır (URL3). İletişim yönteminin radyo bandını veya hücresel haberleşmeyi veya hatta uydu haberleşmesini tercih etmesi mesaj yapısıyla ilgili değildir. RTCM mesajları belirli kodlarla ifade edilen cümlelerden oluşur. Kodlar mesajın bir şablonudur; gelen veya giden cümlenin içeriğini, kelimelerin sıralamasını ve tiplerini verir. CORS denetim merkezinden anlık veri alabilen alt merkezler olması durumunda, arazideki kullanıcı için özel çözümler üretilebilir. Rizos (2007)'de 5 farklı CORS işletme modeli verilmiştir.

Bunlar;

1. Model: kurumsal CORS altyapısı, ticari hizmet yok,
2. Model: devlet CORS altyapısı, ticari hizmetlerin işletmesinde,
3. Model: devlet CORS altyapısı, verileri özel sektör lisanslar,
4. Model: özel mülk kooperatif CORS altyapısı, ticari hizmetler,
5. Model: özel mülk CORS altyapısı, ticari hizmetler, modelleridir.

CORS-TR'nin hangisini benimseyeceği şimdiden belli değildir. Ancak sistemin kurulumu tamamen devlet desteğiyle gerçekleştiği için ilk üç model arasında bir seçim yapılacağı muhakkaktır. Eğer özel sektörün katkısı sağlanacaksa ki beklenti bu yöndedir, bu durumda Alt Denetim Merkezleri ortaya çıkacaktır ve mobil iletişim şirketlerine benzer bir yapılanma gerçekleşecektir. İşte burada evrik RTK prensibi,

hizmet sağlayıcı şirketler arasında kullanıcılar için bir tercih meselesi olacaktır.

4. Sonuç

Bu makalede GPS, güncel gelişmeler açısından ele alınmıştır. Son zamanlardaki gelişmeler çerçevesinde küresel konumlama sistemine haritacıların vereceği anlamda bir farklılaşma yaşanacağı aşikardır. Bunun yanında arazide çalışma yapan farklı disiplinleri görmek mümkün olmaktadır.

CORS sürekli çalışan istasyonlardan oluşan bir GPS ağıdır, bu ağ RTK tekniğini içinde barındırır. Sabit RTK prensibine göre çalışan bir ağ için çeşitli çözümler, örneğin VRS, FKP, GEO++ vb. yayınlarla verilmektedir. Ancak bu yöntemler koordinatları gezici alıcıda toplar, merkezi çalışma anlayışından uzaktır. Evrik RTK'nın CORS'la bütünleştirilmesi sayesinde evrik GNSS kavramı ortaya çıkmıştır. Bu yöntemle ham verilerin geçmişe dönük işlenmesi sağlanabileceği gibi, ölçme noktaları merkezden denetlenebilir. Hatta arazideki tüm ölçümler alt şirket merkezlerinde toplanabilir, bu sayede topografik haritaların üretiminde yeni bir anlayış geliştirilebilir.

Günümüzde haritacılık radikal gelişmelerle dünya göre büyük değişikliklere uğramıştır ve Artık, çok ileri farklı özelliklere ulaşmıştır. Mobil iletişim şirketlerinin kablolu kullanıcılarda ortaya koyduğu değişim, haritacılıkta da yaşanacaktır. Yeni hizmet sektörleri, ölçme ve değerlendirme sistemleri ortaya çıkacaktır.

Kaynaklar

- HUGENTOBLER U., SCHAER S., FRIDEZ P.: **Bernese GPS Software Version 4.2**, Astronomical Institute University of Berne, Switzerland, 2001
- KANZAKI M.: **Inverted RTK system and its applications in Japan**, International Business Planning Office, Nippon GPS Solutions Corporation, 2006
- KAHVECI M.: **Kinematik GNSS ve RTK CORS Ağları**, Zerpa yayıncılık, Ankara, 2009
- RIZOS C.: **Alternatives to current GPS-RTK services and some implications for CORS infrastructure and operations**, GPS Solut 11:151-158, 2007
- TSUGAWA T., KOTAKE N., OTSUKA Y., SAITO A.: **Medium-scale traveling ionospheric disturbances observed by GPS receiver network in Japan: a short review**, GPS Solut 11:139-144, 2007
- UZEL T., EREN K.: **Sonuç Bildirgesi**, CORS TR © Ulusal CORS Sisteminin Kurulması ve Datum Dönüşümü Projesi İkinci Çalıştayı, İstanbul Kültür Üniversitesi, 18 Mayıs 2007
- WÜBBENA G.: **GNSS Network-RTK Today and in the Future**, International Symposium on GNSS, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications, Berlin, Germany, 11.-14 November 2008
- XU G.: **GPS data processing with equivalent observation equations**, GPS Solutions 6:28-33, 2002
- XU G.: **GPS Theory, Algorithms and Applications**, Second Edition, Springer, Berlin, 2002
- ZHDANOV A., ZHODZISHSKY M., VEITSEL V., ASHJAE J.: **Evolution of Multipath Error Reduction with Signal Processing**, GPS Solutions, Vol. 5, No. 3, pp. 19-28, 2002
- URL1: <http://igsceb.jpl.nasa.gov/network/list.html>, IGS, 29.12.2008
- URL2: <http://www.bayindirlik.gov.tr/turkce/dosya/faaliyet/Tapu/proje.htm>, Bayındırlık Bakanlığı, 30.12.2008
- URL3: <http://rtcm.org>, Radio Technical Commission for Maritime