

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ SABİT GNSS İSTASYONU (YLDZ), VERİLERİNİN ANALİZİ VE SUNUMU

E. GÜLAL¹, B. AKPINAR¹, A.A.DİNDAR², N.O. AYKUT¹, İ. TİRYAKIOĞLU³, H. ERDOĞAN⁴

¹ Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü,
Ölçme Tekniği Anabilim Dalı, İstanbul,
egulal@yildiz.edu.tr, bakpinar@yildiz.edu.tr, oykut@yildiz.edu.tr

² İstanbul Kültür Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bakırköy, İstanbul,
adindar@iku.edu.tr

³ Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar,
itiryakioglu@aku.edu.tr

⁴ Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Aksaray,
hediye.erdogan@gmail.com

Özet

Global Navigasyon Uydu Sistemlerinin (GNSS) hayatımıza girmesiyle birlikte, günümüzde jeodezik amaçlı konum belirleme çalışmaları hızlı ve yüksek doğrulukla yapılabilmektedir. Gerek dünya genelinde ve gerekse ülkemizde sabit GNSS istasyonlarının faaliyete geçmesi ile birlikte tek bir alıcı ile bağlı konum belirleyebilmek ve yüksek doğrulukla sonuçlar elde edebilmek mümkün olmuştur. Dünya genelinde sabit GNSS istasyonlarının önemi gün geçtikçe artmaktadır. Yerkaşuğu hareketlerinin belirlenmesi, yeraltı su kaynaklarının hareketlerinin tespiti ve farkı mühendislik çalışmalarında referans olarak kullanılması gibi amaçlarla kurulumu ve işletmesi yapılan sabit GNSS istasyonları son yıllarda ülkemizde de gittikçe önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü bünyesinde, jeodezik çalışmalar için katkı sağlaması amacıyla kurulum çalışmaları tamamlanan sabit GNSS istasyonu (YLDZ) hakkında bilgiler verilmiştir. YLDZ istasyonunda GNSS verileri 24 saatlik paketler halinde toplanarak bir sunucuda depolanmakta, hazırlanan yazılım ile otomatik olarak yapılan kalite kontrol işleminin ardından web ortamında otomatik olarak sunulmaktadır. Kalite kontrol aşamasında geçen GNSS verileri yine otomatik olarak GAMIT ile değerlendirilmekte, analiz işleminin ardından da sonuçlar web ortamında kullanıcılara sunulmaktadır.

YLDZ istasyonunun, Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğinin 43 maddesi kapsamında kullanılabilir olduğu belgelenmiş durumdadır. Bununla birlikte YLDZ istasyonu ve çalışma kapsamında kurulan veri işleme merkezi EUREF ağına dahil olmuş durumdadır.

Anahtar kelimeler: Sabit GNSS İstasyonu, YLDZ, GNSS Verilerinin değerlendirilmesi ve analizi

YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY REFERENCE GNSS STATION (YLDZ), DATA ANALYSIS AND PRESENTATION

Abstract

Today, fast and precise geodetic point positioning is possible owing to Global Navigation and Satellite Systems (GNSS). Relative and high precision positioning is possible by means of reference GNSS stations. The importance of reference GNSS stations is increasing all over the world. These stations are used in many engineering applications such as, determining the crustal deformations, determining the movements of the underground water resources.

In this study, YLDZ reference GNSS station which was established in Yıldız Technical University, Department of Geomatic Engineering are explained. GNSS data of YLDZ station is stored and analyzed automatically and finally published on a web site without human intervention.

YLDZ reference station and data processing center is now one of the members of the EUREF network.

Keywords: Reference GNSS Station, YLDZ, Processing and analyzing the GNSS data.

1. YLDZ İstasyonu Kurulum Çalışmaları

YLDZ istasyonunun kurulum çalışmaları sırasında uygulanan yöntemler aşağıda sıralanmış ve açıklanmıştır.

- GNSS verilerinin günlük olarak sunucuda depolanması.
- Sabit GNSS istasyonu verilerinin değerlendirilmesi
- Sabit GNSS istasyonu verilerinin zaman serileri analizi
- Anlık RTK düzeltmelerinin yayınlanması
- GNSS verileri ile değerlendirme ve analiz sonuçlarının web üzerinden sunulması.

1.1. GNSS Verilerinin Sunucuda Depolanması

YLDZ istasyonunda Almanya'da bulunan Geo++ firması tarafından mutlak kalibrasyonu yapılan Aero Antenna AT1675 Chokering GNSS anteni ve Ashtech Proflex 800 GNSS alıcısı kullanılmaktadır. Şekil 1 de YTÜ İnşaat Fakültesi D Blok çatı katında bulunan, YLDZ istasyonuna ait resim verilmiştir.



Şekil 1. YLDZ GNSS İstasyonu

Sabit GNSS istasyonu tarafından toplanan verilerin depolanması ve değerlendirme işlemleri için YTÜ Harita Mühendisliği Bölümünde mevcut bulunan yüksek kapasiteli 1 adet sunucu bu çalışma için tahsis edilmiştir ve sürekli gözlem yapan GNSS alıcısından veriler bu bilgisayara 24 saatlik paketler halinde otomatik olarak kaydedilmektedir. Çalışma kapsamında geliştirilen PEGASUS yazılımı sayesinde istasyonda toplanan 24 saatlik veriler öncelikle otomatik olarak kalite kontrol aşamasından geçmekte, verilere ait istatistiksel bilgiler hesaplanarak kullanıcılara sunulmak üzere veritabanında depolanmaktadır.

1.2. Sabit GNSS İstasyonu Verilerinin Değerlendirilmesi

Kalite kontrol aşamasından geçen günlük GNSS verileri sunucuda kurulu olan GAMIT (Herring vd, 2010) yazılımı ile değerlendirilmektedir. Değerlendirme aşamasında 16 IGS istasyonu verileri değerlendirmeye dahil edilmektedir. Hassas yörünge bilgileri SOPAC veritabanından, yer dönme parametreleri (ERP) USNO Bull B den (United States Naval Observatory Bulletin B) elde edilmektedir (Gülal vd, 2013, Özener vd, 2009, Lyard et.all, 2006).

1.3. Sabit GNSS İstasyonu Verilerinin Zaman Serileri Analizi

Sabit istasyona ait zaman serisi, günlük olarak toplanan verilerin değerlendirilmesi sonucu elde edilen koordinatlar ile belirlenmektedir. İstasyona ait, lineer, periyodik ve düzensiz hareketler zaman serileri analizi ile belirlenmektedir (Gülal vd, 2013). Zaman serileri analizi de PEGASUS kapsamında hazırlanan

modüller ile kullanıcı müdahalesine gerek kalmadan otomatik olarak yapılmakta, elde edilen koordinatlar ve bunlara ait hız bilgileri, kullanıcılara sunulmak üzere otomatik olarak veritabanına kaydedilmektedir.

1.4. Anlık RTK Düzeltmelerinin Yayınlanması

Çalışma kapsamında kullanılan GNSS alıcısı aynı zamanda günümüzde GNSS ağlarında kullanılmakta olan formatlarda RTK düzeltme verisi yayını yapabilmektedir. Bu sayede tıpkı ülkemizde mevcut bulunan CORS-TR projesinde olduğu gibi sisteme giriş izni verilen kullanıcıların sistemden yararlanmaları, elde ettikleri RTK düzeltmeleri ile gerçek zamanlı cm doğruluğunda konum bilgisi elde etmeleri mümkün olmaktadır. Tek GNSS istasyonundan yayın yapan olan bu sistem de YTU Harita Mühendisliği Bölümü tarafından gerçekleştirilen eğitim-öğretim faaliyetleri ile akademik araştırma çalışmalarında aktif olarak kullanılabilir.

1.5. GNSS Verileri ile Değerlendirme ve Analiz Sonuçlarının Web Üzerinden Sunulması.

Çalışma kapsamında hazırlanan PEGASUS yazılımı ile GNSS verilerinin kalite kontrol işlemleri yapılmakta ve kalite kontrolden geçen GNSS verileri web ortamında sunulmak üzere ayrıştırılarak depolanmaktadır. Kalite kontrol aşamasında GNSS verileri ile ilgili bir takım istatistiksel bilgiler elde edilmekte ve bu bilgiler web ortamında sunulmak üzere anlık olarak veritabanına aktarılmaktadır.

Hazırlanan web portalında tarihe göre sorgulamak yapılarak, kalite kontrol aşamasından geçen verilere erişilebilmekte, bu veriler ile ilgili istatistiksel bilgiler görülerek verilerin indirilmesi mümkün olmaktadır. PEGASUS ile kalite kontrol işleminin otomatik yapılarak gerekli bilgi ve verilerin web ortamında sunulması için otomatik olarak depolanması ve veritabanına kaydedilmesi ile de web sitesi üzerinden günlük olarak GNSS verilerine ulaşılması mümkün olmaktadır. Bölüm 1.2 de açıklandığı gibi sunucu üzerinde kurulu olan GAMIT yazılımı ile kalite-kontrol aşamasında geçen GNSS verilerinin otomatik olarak değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Değerlendirme sonucu elde edilen koordinat bilgileri otomatik olarak analiz aşamasına iletilmekte ve bu aşamada yapılan analiz sonuçları da otomatik olarak veritabanına kaydedilmektedir. Bu sayede GNSS verilerinin elde edilmesinden analiz edilmesine kadar olarak aşamaların işletilmesinde bir otomasyon sağlanmış olmakta ve bu aşamalardan geçen verilerin web ortamında sunulması için otomatik olarak depolanması ve gerekli istatistiksel bilgiler ile birlikte istasyonlara ait koordinat bilgileri ve hızlarının da otomatik olarak veritabanına kaydedilmesi ile tam bir otomasyon sağlanmaktadır. Günlük olarak elde edilen GNSS verileri PEGASUS yazılımı tarafından işlenmekte ve günlük olarak kullanıcı müdahalesine gerek kalmadan web sitesinde yayınlanabilmektedir.

GNSS verilerinin ve istasyon koordinatlarının sunumu, Linux işletim sistemi üzerine kurulan apache web sunucusu ile yapılmaktadır. Verilerin saklanması ve sunulması amacıyla MySQL veritabanı ve PHP programlama dili kullanılmıştır.

GNSS verilerinin ve analiz sonuçlarının sunulması için hazırlanan web sitesine <http://www.gnss.yildiz.edu.tr/> ve <http://www.ggntr.com/> adreslerinden ulaşılabilir. Sistem üyelik esasına göre çalışmakta, sisteme ücretsiz olarak üye olan her kullanıcı günlük GNSS verilerine ve analiz sonucu elde edilen koordinat bilgilerine erişebilmektedir.

2. Sonuçlar

YLDZ sabit GNSS istasyonu iki yıldır faal olarak çalışmaktadır. YLDZ istasyonundan elde edilen veriler IGS standartlarındadır. GNSS istasyonunun verileri proje ekibi tarafından geliştirilen PEGASUS yazılımı ile yönetilip işlenmekte, sonuç ürün olarak GNSS verileri, istasyon koordinatları ve hız bilgileri hazırlanan web portal üzerinden kullanıcılara sunulmaktadır.

Bölüm 1 de açıklanan işlemlerin kullanıcı müdahalesine gerek kalmadan tamamen otomatik bir şekilde yapılması, ve sonuçların web ortamında kullanıcılara otomatik olarak sunulması ile referans istasyon verilerinin işlenmesi ve sunulması konusunda tam bir otomasyon sağlanmış durumdadır. Proje kapsamında yapılan çalışma ile Türkiye'de GNSS referans istasyonlarının verilerinin işlenmesi ve sunumu konusunda tam otomasyon ile çalışan ilk veri işleme merkezi prototipi kurulmuş olmaktadır.

YLDZ istasyonunun, Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğinin 43 maddesi kapsamında kullanılabilir olduğu belgelenmiş durumdadır. YLDZ istasyonuna ait verilere ve koordinat bilgileri ile hız bilgilerine <http://www.gnss.yildiz.edu.tr/> ve <http://www.ggntr.com/> adreslerinden erişilebilmektedir. Bununla birlikte YLDZ istasyonu ve çalışma kapsamında kurulan veri işleme merkezi EUREF ağına dahil olmuş durumdadır. İstasyona ait veriler EUREF ağının bölgesel veri merkezi olan BKG (Thorandt and Wojdziak, 2012) ve OLG (Noll, 2002) merkezlerine günlük olarak gönderilmekte ve EUREF üzerinden kullanıcılara sunulmaktadır.

Kaynaklar

Gülal, E. et al., (2013), Tectonic activity inferred from velocity field of GNSS measurements in southwest of Turkey. *Acta Geodaetica Geophys.* 48:109–121.

Gülal E.; Erdoğan H.; Tiryakioğlu I., (2013), Research on the stability analysis of GNSS reference stations Network by time series analysis, *Digital Signal Processing*, Volume 23, Issue 6, Pages 1945–1957.

Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu
7. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu
15-17 Ekim 2014, Hitit Üniversitesi - Çorum

Herring, T.A.; King, R.W.; McClusky, S.C., (2010), Introduction to GAMIT/GLOBK, Release 10.4, MIT, Cambridge, MA, 48 pp.

Lyard, F.; Lefevre, F.; Letellier, T.; Francis O., (2006), Modelling the global ocean tides: a modern insight from FES2004. *Ocean Dynamic*. 56:394–415.

Noll, C., (2002), IGS Data Center Overview, IGS Network, Data and Analysis Center Workshop, April 08-11, Ottawa, Ontario, Canada.

Özener, H; Dogru, A.; Unlutepe, A., (2009), An approach for rapid assessment of seismic hazards in Turkey by continuous GPS data. *Sensors*, Peterborough, NH, pp 602–615.

Thorandt, V., Wojdziak, R., (2012), BKG Data Center, IVS 2012, Annual Report.