

TUSAGA-AKTİF (CORS-TR) SİSTEMİNİN TAPU VE KADASTRO GENEL MÜDÜRLÜĞÜNE KATKILARI

Ömer Yıldırım¹, Sedat Bakıcı², Çetin Mekik³

1 TKGM, Harita Dairesi Başkanlığı, Ankara, omeryildirim2002@gmail.com
2 TKGM, Genel Müdür Yrd., Ankara, sbakici@tkgm.gov.tr
3 Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak, cmekik@yahoo.com

ÖZET

Sürekli Gözlem Yapan GPS İstasyonları Ağı (TUSAGA-Aktif / CORS-TR) Projesi İstanbul Kültür Üniversitesi (İKÜ) yürütücülüğünde ve Harita Genel Komutanlığı (HGK) ile Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) müşterek müşterisi olduğu tüm Türkiye ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'ni kapsayan bir projedir. Projenin öncelikli hedefleri, tüm Türkiye'de 146 (KKTC'de 4 adet dahil) sabit GPS istasyonu kurularak Gerçek Zamanlı Kinematik (GZK) düzeltme verileri üretmek, bu verilerle gerçek zamanlı ve cm mertebesinde hassas konumlama yapmaya olanak sağlamak ve farklı koordinat sistemleri arasındaki (ITRF-ED50) dönüşüm parametrelerini hassas olarak belirleyerek kadastral, haritacılık ve jeodezik çalışmalar başta olmak üzere savunma ve kalkınma amaçlarına yönelik konum bilgisi sağlamaktır. TUSAGA-Aktif projesinin temel amaçları; Tüm Türkiye genelinde 7/24 saat ilkesine göre coğrafi konumları hem gerçek zamanda (RTK) hem de postprocessing ile hızlı, ekonomik ve duyarlı olarak belirlemek, Türkiye'nin yer aldığı bölgedeki atmosferi (iyonosfer ve troposfer) modellemek ve daha hassas meteorolojik tahminler ile sinyal ve iletişim konularına katkı sağlamak, haritacılık sektörünün lokomotifi olan TKGM çalışmaları bünyesinde duyarlı, ekonomik ve hızlı veriler elde etmek yoluyla bilgi sistemlerine sağlıklı entegrasyonun sağlanmasıdır. Türkiye'deki tektonik(plaka) hareketlerinin duyarlı ve sürekli olarak izlenmesi, deformasyon miktarlarının mm seviyesinde belirlenmesi ve böylece depremlerin önceden belirlenmesi ve erken uyarı çalışmalarına katkıda bulunmak, eski ED50 Datumu ile ITRFxx Datumu arasındaki dönüşüm parametrelerini belirlemektir.

Anahtar Sözcükler: CORS, Datum, GPS/GNSS, ITRF, TUSAGA

1. GİRİŞ

Gerçek Zamanlı Kinematik (RTK) CORS ağlarının kurulması tüm dünyada yeni bir devir açmıştır (Bock et al.). Sürekli gözlem yapan referans istasyonları-Türkiye (CORS-TR) projesi, yeni bir RTK-CORS ağı olarak Türkiye'de kurulmuştur. CORS-TR projesi İstanbul Kültür Üniversitesi (IKU), Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) ve Harita Genel Komutanlığı (HGK) işbirliği ile kurulmuştur. Bu proje TÜBİTAK sponsorluğunda resmen Mayıs 2006 tarihinde başlamış ve Mayıs 2009 tarihinde tamamlanmıştır.

CORS-TR projesinin temel amaçları; Tüm Türkiye genelinde 7/24 saat ilkesine göre coğrafi konumları hem gerçek zamanda (RTK) hem de postprocessing ile hızlı, ekonomik ve duyarlı olarak belirlemek, Türkiye'nin yer aldığı bölgedeki atmosferi (iyonosfer ve troposfer) modellemek ve daha hassas meteorolojik tahminler ile sinyal ve iletişim konularına katkı sağlamak, Türkiye'deki tektonik(plaka) hareketlerinin duyarlı ve sürekli olarak izlenmesi, deformasyon miktarlarının mm seviyesinde belirlenmesi ve böylece depremlerin önceden belirlenmesi ve erken uyarı çalışmalarına katkıda bulunmak, eski ED50 Datumu ile ITRFxx Datumu arasındaki dönüşüm parametrelerini belirlemektir.

2. TUSAGA-AKTİF SİSTEMİ

“Sürekli Gözlem Yapan GNSS İstasyonları Ağı ve Ulusal Datum Dönüşümü Projesi (TUSAGA-Aktif / CORS-TR)” İstanbul Kültür Üniversitesi (İKÜ) yürütücülüğünde, Harita Genel Komutanlığı (HGK) ve Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) müşterek müşteri olmak üzere, 08 Mayıs 2006 tarihinde başlamış olup, Aralık 2008 itibariyle tamamlanmasıyla faaliyete geçmiştir. TUSAGA-Aktif sisteminin işletilmesi ve düzeltme parametrelerinin hesaplanması kontrol ve analiz merkezlerinde yapılmaktadır. Tüm istasyonlardan toplanan veriler ADSL ve GPRS/EDGE (ADSL çalışmadığı zamanlarda devreye girecek) yolu ile veri merkezlerine aktarılmakta ve burada düzeltme parametreleri hesaplanarak tüm kullanıcılara sunulmaktadır. Gerçek Zamanlı Kinematik (RTK) düzeltme verileri RTCM (Radio Technical Commission for Aeronautics) iletişim formatında olup ve GSM, GPRS, NTRIP (İnternet Protokolü Üzerinden RTCM Verisinin Ağ Dağıtımı) vasıtalarından biri veya birkaçı yardımıyla gezici alıcılara gönderilmektedir .

TUSAGA-Aktif istasyonlarının yerlerinin seçiminde zemin yapısı, elektrik, telefon, İnternet ve güvenlik hususları dikkate alınmış ve tüm Türkiye'de gerçekleştirilen arazi keşifleri neticesinde Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Meteoroloji İstasyonları, Üniversiteler, Belediyeler ile Kamu Kurum ve Kuruluşlarına ait bina ve araziler seçilmiştir.

Proje kapsamında kurulan istasyonlarda birer adet GNSS (GPS+GLONASS) alıcısı ve alıcıya bağlı bir jeodezik GNSS anteni bulunmaktadır. Sistemde, sabit GPS istasyonları ile kontrol merkezleri arasındaki iletişim ADSL üzerinden sağlanmaktadır. Ayrıca, ADSL hattında meydana gelebilecek veri kesikliklerinde mevcut bir Router ile GPRS modem devreye giren ve veri iletimi GPRS/EDGE ile yapılmaktadır.

Kontrol merkezlerinde bulunan sunucular (server) tüm istasyonlardan gelen anlık verilerden yararlanarak atmosferik modelleme yapmakta ve DGPS/RTK düzeltme verileri hesaplamaktadır. Söz konusu düzeltme verileri ise arazide bulunan gezici alıcılara GPRS üzerinden aktarılmaktadır. Bu şekilde tek frekanslı bir GPS alıcısı DGPS verisini kullanarak metre altı doğrulukta, çift frekanslı bir GPS alıcısı ise RTK verisini kullanarak 1-10 santimetre doğrulukta konum belirlemektedir. Veri aktarım formatı olarak NTRIP kullanılacaktır.

3. TUSAGA-AKTİF İSTASYONLARI

Türkiye koşullarında istasyon noktaları için a)optimum mesafenin <100km olması, b)kullanıcıların yoğun olduğu il merkezlerinde kurulması, c)sağlam zeminlerde olması, d)lojistik destek sağlanabilmesi, e)enerji ve haberleşme olanaklarının uygun olması, f)plaka hareketlerinin izlenmesine olanak sağlaması koşulları göz önünde bulundurulmuştur(Eren vd., 2009). Bu kriterlere göre Türkiye’de toplam 146 adet TUSAGA-Aktif istasyonu yeri belirlenmiştir. Belirlenen istasyon yerleri ve kapsayacağı alanlar Şekil.1’de gösterilmiştir.

Zemin tesisleri ülke ve bölge koşullarına uygun olarak planlanmıştır. Sonuç olarak iki türlü zemin tesisi yapımına karar verilmiştir:

- Toprak zeminde beton yer pilyesi,
- Çatı ve teraslarda büyük çaplı, galvaniz kaplı çelik pilyeler.

Ülke genelinde inşa edilen 146 pilyenin boyutlarına göre dağılımları a) 85 adet 2 m pilye (zeminler dahil), b) 58 adet 3 m pilye, c) 3 adet 4 m pilyedir. 2 m uzunluğundaki beton pilye örneği Şekil 2’te; 3 m uzunluğundaki galvaniz kaplı çelik boru pilye örneği Şekil 3’te ve 3 m uzunluğundaki galvaniz kaplı çelik boru pilye örneği de Şekil 4’da verilmektedir.



Şekil 1: CORS-TR İstasyonları (146 İstasyon, 80-100 km mesafelerde)

Tüm istasyonlara ait Statik IP bulunmaktadır. Tüm istasyonlar ile CISCO routerlar üzerinden VPN tünel (iç IP) haberleşmesi yapmaktadırlar, ancak statik IP sistemi sayesinde herhangi bir router problemi olması halinde standart basit bir router üzerinden sistem Statik IP’ler ile çalışabilecek şekilde planlanmıştır.



Şekil 2: IGDİR TUSAGA-Aktif İstasyonu



Şekil 3: DIYARBAKIR TUSAGA-Aktif İstasyonu



Şekil 4: VIRANŞEHİR TUSAGA-Aktif İstasyonu

4. TUSAGA-AKTİF (CORS-TR) KONTROL MERKEZİ

TUSAGA-Aktif Projesi kapsamında 2 adet kontrol merkezi kurulmuştur. Tüm TUSAGA-Aktif istasyon verileri, otomatik olarak bu merkeze iletilmekte ve burada yapılan CORS ağ hesapları ve düzeltmeler buradan kullanıcılara ulaştırılmaktadır.

Kontrol Merkezi, server'ların yanısıra güçlü bir kontrol merkezi yazılımına sahiptir. Bu yazılımın başlıca fonksiyonları aşağıda verilmektedir:

Tüm NetR5 referans istasyonlarına bağlantı ve gözlemlerin transferi, CORS noktalarının koordinatlarının hesaplanması, Hataların modellenmesi, düzeltmelerin hesaplanması ve gezicilere yayınlanması, RTK hizmetleri, Web hizmetleri, Gezicilerin izlenmesi, Verilerin depolanması vd.

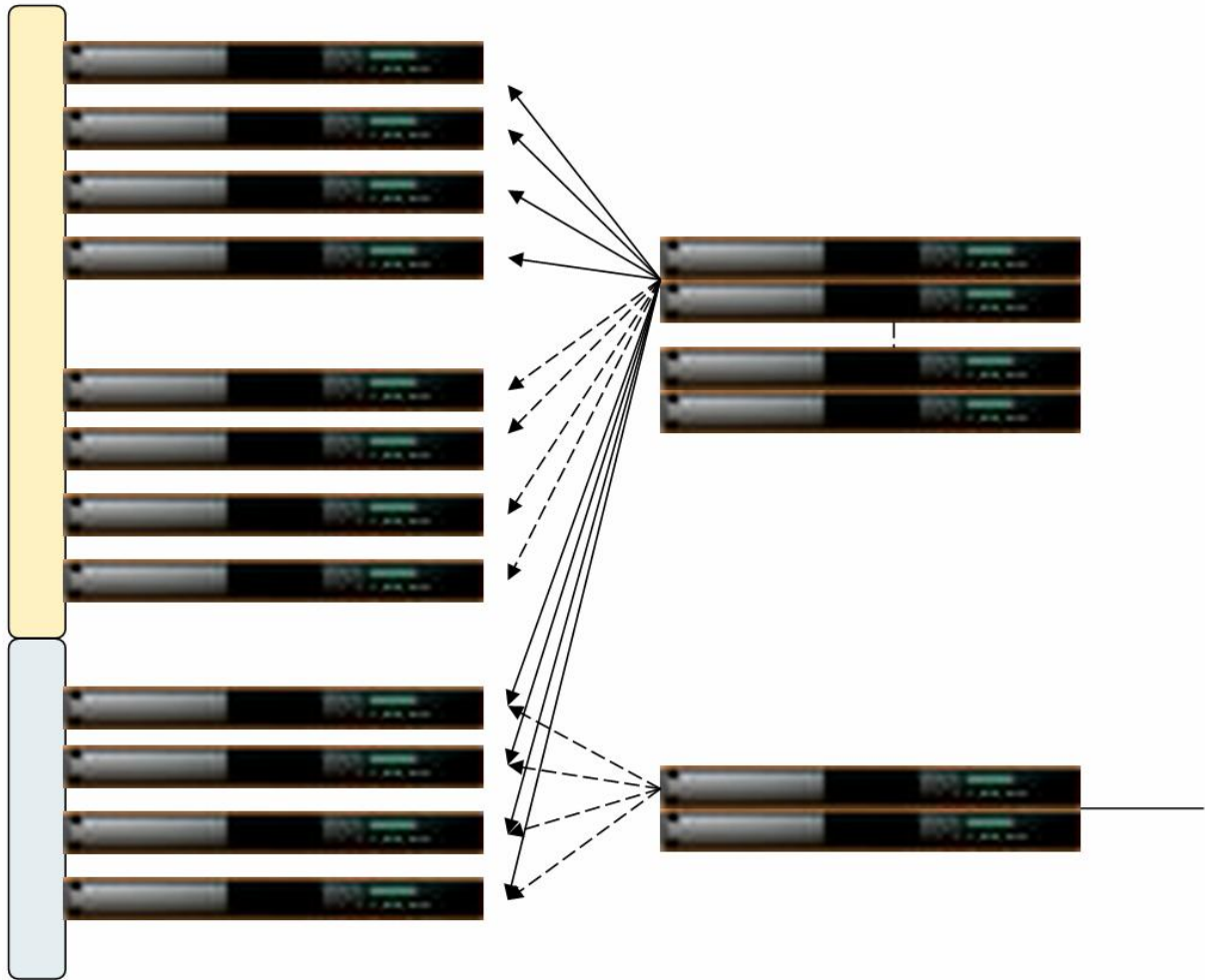
Kontrol merkezi yazılımı 'Trimble VRS SW' tarafından sağlanmıştır. Bu yazılım 250 NetR5 referans istasyonu için tasarlanmış olup GPSNet, RTKNet, Webserver, Rover Integrity, Coordinate Monitor ve Data Storage modüllerinden oluşmaktadır.

Bu yazılım, iyonosfer, troposfer, yansıma (multipath) ve yörünge düzeltmelerini hesaplayabilmekte, RTK konum belirleme amaçlı olarak FKP, VRS, MAC teknikleriyle düzeltme ve/veya koordinatları yayınlamaktadır.

Kontrol merkezi ile geziciler arasındaki iletişim için RTCM 3.0 ve daha sonraki protokoller kullanılmakta ve böylece radyo dahil, GSM, GPRS / EDGE üzerinden NTRIP (Network Transport of RTCM via Internet Protokol) protokolü ile iletişimleri sağlanabilmektedir.

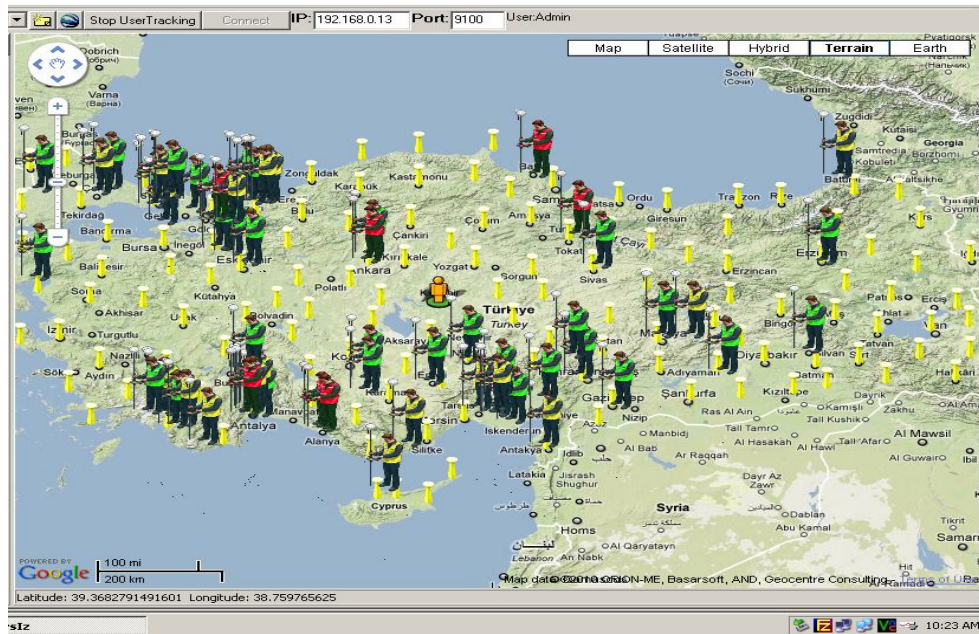
NetR5 referans istasyonlarıyla kontrol merkezlerinden oluşan CORS-TR sayesinde ülkenin tamamında 24 saat RTK hizmetleri verilmektedir.

Ana kontrol merkezinde 4+4 adet GPSnet sunucusu üzerinde 4+4 bölgeye bölünmüş Türkiye'deki istasyonlar çalışmaktadır(Şekil 5). Her sunucuya ait bir yedek sunucu otomatik olarak devreye girecek şekildedir. Bu istasyonlardan 1 saniyelik saatlik ve 30 saniyelik 24 saatlik Rinex verisi toplanmaktadır. Ayrıca otomatik olarak precise efemeris verileri de sistem tarafından yüklenmektedir.



Şekil 5: 4+4 Sunucu

Ana kontrol ve yedek kontrol merkezinden VRS CMR+, VRS RTCM3.1, SAPOS FKP 2.3, RTCM3Net, (MAC) ve DGPS düzeltme yayınları yapılmaktadır. Ayrıca gerçek zamanlı kullanıcılar izlenebilmektedir (Şekil.6)



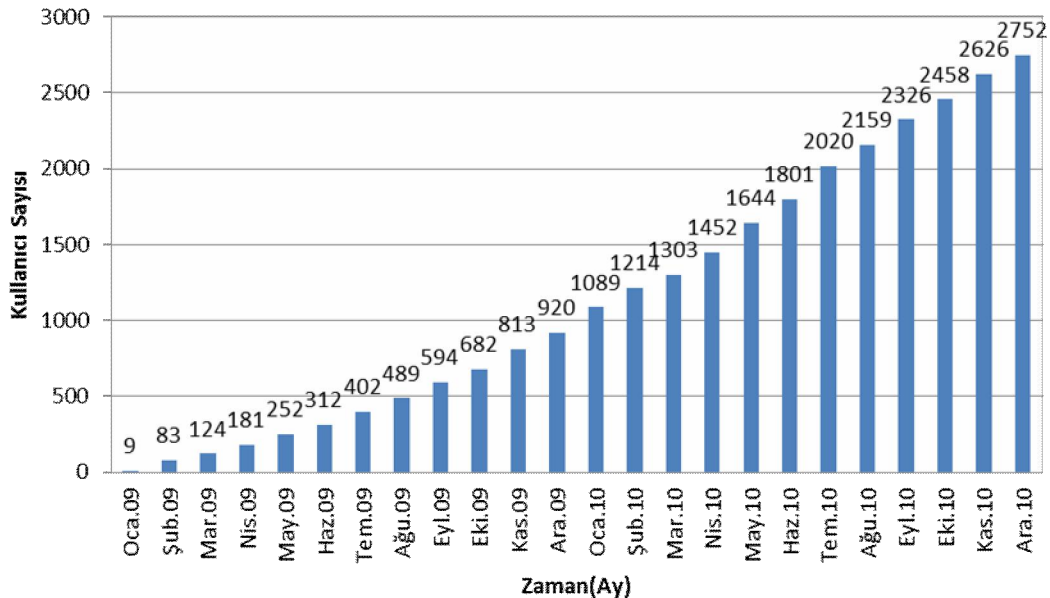
Şekil 6: Kullanıcıların Gerçek Zaman İzlenmesi

Statik veri kullanımı için bir webserver yazılımı webrouter sunucusu üzerinde kosmakta olup, kullanıcılar mevcut istasyonlar veya VRS istasyonlar için istenilen zaman aralığında, ve veri toplama aralığında Rinex veri indirebilmektedirler. Bir NAS(Network Attached Storage) server üzerinde 2TB hotswap RAID oluşturulmuş olup, rinex veriler (Hatanaka), raporlar, log dosyaları ve tüm sunucuların otomatik alınan saatlik Registry backup'ları depolanmaktadır.

5. TUSAGA-AKTİF KULLANICILARI

TUSAGA-Aktif Sistemi aktif kayıt ile kullanılabilir. Sistem tarafından yayınlanan düzeltme parametreleri alıcıdan bağımsız olarak yayınlanmaktadır. CORS yayınlarına uygun olan her türlü alıcı TUSAGA-Aktif sisteminin yayınlarını alabilmektedir ve gerçek zamanda konum bilgilerini elde edebilmektedir. Bu amaçla sistemden faydalanmak isteyen alıcılar GSM modemi ile 212.156.70.42 numaralı IP'den düzeltme parametrelerini alabilmektedir. 15 Temmuz 2010 itibarı ile TUSAGA-Aktif Sistemini aktif olarak 3200 den fazla kayıtlı alıcı kullanmaktadır. TUSAGA-Aktif sisteminin kullanıcılar daha verimli hizmet vermesini sağlamak amacıyla TKGM tarafından 3000 kullanıcı kapasiteli APN tüneli oluşturulmuş ve hizmete sokulmuştur. Tablo 1'de başlangıçtan Aralık 2010'a kadar kullanıcı grafiği verilmiştir. TUSAGA-Aktif Sistemi kullanıcılarına daha aktif hizmet verebilmek kullanım koşulları, abonelik ve diğer konularda 24 saat yardım sağlamak amacıyla www.tkgm.gov.tr/tusaga adresinde bir web sayfası hizmete sunulmuştur.

Tablo 1: TUSAGA-Aktif Kullanıcı_Zaman Grafiği (01.01.2009-01.12.2010)

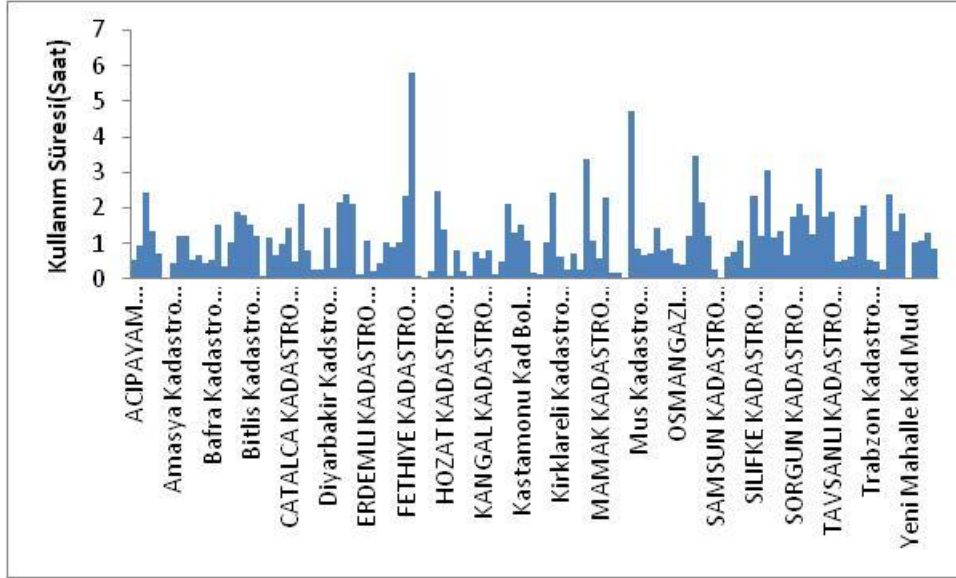


6. TUSAGA-AKTİF (CORS-TR) SİSTEMİNİN TAPU VE KADASTRO GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TARAFINDAN KULLANIMI

Bilindiği üzere Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü 2005 yılından sonra özel sektörden hizmet alımı yolu ile Sayısal Kadastro işlerinin yapımına hız kazandırmıştır. 2009 yılına kadar GNSS Sistemlerinden alışıla gelmiş yöntemler ile yararlanmıştır. Ancak Tusaga-Aktif Sisteminin aktif olmasından sonra iletişim sorunları yaşanmayan bölgelerde tüm kullanıcıları daha ekonomik olan TUSAGA-Aktif Sisteminin kullanılmasına yönlendirilmiştir. Böylece daha fazla maliyet ve iş gücü gerektiren Statik çalışmalar yerine gerçek zamanda konum belirlenmiştir. Bu kapsamda;

- Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü taşra teşkilatına 294 adet TUSAGA-Aktif uyumlu GNSS alıcıları temin edilmiş ve kullanım yaygın bir şekilde sağlanmıştır.. Tablo 2’de Taşra teşkilatının kullanım grafiği verilmiştir.

Tablo 2: 22-23.06.2010 dönemi Kullanım süreleri



- Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü uçuş işlerinde VRS yöntemi kullanılarak uçulan bölgede GNSS alıcısı kurulma zorunluluğu ortadan kaldırılmış ve maksimum verime ulaşılmıştır.

7. TUSAGA-AKTİF (CORS-TR) SİSTEMİNDEN FAYDALANACAK DİĞER KURUMLAR VE KURULUŞLAR

HGK

- Farklı koordinat sistemleri (ED-50/WGS-84) arasındaki dönüşüm parametrelerinin belirlenmesinde,
- Jeodezik uygulamaların (koordinat alımı, nokta hızlarının, aktif tektonik hareketlerin belirlenmesi vb.) gerçekleştirilmesinde,
- Tüm GPS çalışmalarında referans koordinat sistemi belirsizliğini giderecek sabit nokta hizmeti olarak,

BELEDİYELER

- Halihazır haritalar
- Altyapı ve diğer coğrafi çalışmalar
- e-belediye

BAKANLIKLAR

- Millî Savunma Bakanlığı ve Harita Genel Komutanlığı
- Orman – Çevre Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı ve diğer Bakanlıklar
- e-devlet ve Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri

DİĞER KURULUŞLAR

- Haritacılık, coğrafi bilgi ve altyapı ile uğraşan tüm diğer kurum ve kuruluşlar

ÖZEL KURULUŞLAR VE VATANDAŞLAR

- Harita şirketleri ve büroları
- Diğer Şirketler
- Vatandaşlar

BİLİMSEL KURULUŞLAR – ÜNİVERSİTELER

- Yer bilimleri ve coğrafi bilgi sistemleri araştırmaları
- Deprem Mühendisliği, jeofizik ve sismoloji alanları
- Depremlerin önceden bilinmesi ve erken uyarı çalışmaları
- Meteorolojik çalışmalar
- Uzay ve yer bilimlerindeki diğer çalışmalar

7. SONUÇ

TUSAGA-Aktif sistemi Aralık 2008'den günümüze kadar artan bir sayıda kullanıcıya hizmet etmektedir. 3 Mart 2011 tarihinde aktif kullanıcı sayısı 3468'e ulaşmıştır. Bu kapsamda Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü tüm taşra birimlerini TUSAGA-Aktif Sisteminden faydalandırmak için toplam 294 adet TUSAGA-Aktif uyumlu GNSS alıcıları ile donatmış ve maksimum oranda kullanmasını sağlamış, böylece gerek emek gerek zaman ve maliyet yönünden ülke ekonomisine katkıda bulunmuştur. Ülke çapında kullanılan 4000 civarında GNSS alıcısı performanslarını %50 oranında artırmıştır ve tüm coğrafi bilgi teknolojilerine altlık oluşturacaktır. TUSAGA-Aktif Sistemi sayesinde, Türkiye çapında kadastral ve jeodezik çalışmalar yerel referans noktası gereksinimi olmadan hızlı ve ekonomik bir şekilde yürütülecek, topoğrafik çalışmalar gerçek zamanda yapılacaktır. Ayrıca, deprem ülkesi olan Türkiye'de jeodezik noktaların hareketlerinin hızları ve tektonik plaka hareketlerinin belirlenmesi amaçları gerçekleştirilecektir.

Türkiye kapsamında 220 milyon USD'lik kadastro yenileme çalışmaları başlatılmıştır. Bu çalışmaların %20 si jeodezik çalışmalar olup 35 milyon USD'lik bir tasarruf yapılacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca, Devlet Planlama Teşkilatı, Vatandaş Odaklı Hizmet Dönüşümü ve Kamu Yönetiminde Modernizasyon programları kapsamında Kadastro Kayıtları için 158 Milyon TL ve CBS Altyapısı Kurulumu için de 232 Milyon TL ayırmıştır. TUSAGA-Aktif Sistemi kullanılarak bu çalışmalarda yaklaşık %20 lik bir tasarruf edilmesi tahmin edilmektedir.

KAYNAKLAR

Eren K, Uzel T, Güral E, Yıldırım O, Cingöz A., Results from a Comprehensive GNSS Test in the CORS-TR Network: Case Study , Journal of Surveying Engineering, February 2009

Eren K., Uzel T., Gulal E. (2007), "CORS-TR Benchmark Test Results", Istanbul Kultur University, Turkey.

RTCM, (2005) "Supplement Number 1 To RTCM Recommended Standards For Differential GNSS (Global Navigation Satellite Systems) Service Version 3.0", Document Number RTCM Paper 079-2005-SC104-383, Radio Technical Commission For Maritime Services, 5 May 2005.

URL.1, www.trimble.com

URL 2, <http://igs.bkg.bund.de/ntrip/about>

IKU, TUSAGA AKTIF (CORS-TR) Projesi, Sonuç Raporu, TÜBİTAK Proje No: 105G017, Temmuz 2010.

Yıldırım Ö., vd , TUSAGA-Aktif(CORS-TR), 4. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, Trabzon, 2009