# TUSAGA-AKTİF (CORS-TR) SİSTEMİ İŞLETİLMESİ VE GÜNCELLEŞTİRİLMESİ

**İbrahim CANKURT, Ömer SALGIN, Ziya Serhan KARAN ve Ali İLBEY ,**

**Anahtar kelimeler:** CORS-TR, TUSAGA-Aktif, GNSS, Fayda/Maliyet Analizi

## ÖZET

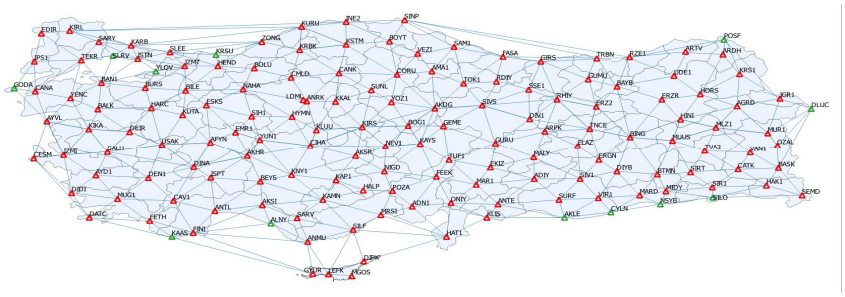
TUSAGA-Aktif Sistemi ile; Türkiye ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde, yeterli sayıda GNSS uydusu görülebildiği ve iletişim imkanlarının mümkün olduğu yerlerde, nirengi ve poligon noktalarına gerek olmadan birkaç saniye içinde, santimetre doğruluğunda konum bilgisi elde edilebilmektedir. TUSAGA-Aktif Sistemi kapsamında toplam 158 adet sabit GNSS İstasyonu bulunmaktadır. İstasyon verileri TTVPN ve 3G üzerinden ana kontrol merkezinin bulunduğu Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Harita Dairesi Başkanlığına anlık olarak aktarılmaktadır. TUSAGA-Aktif Sistemi 2008 yılında kurulmuş, sistemin geliştirilmesi ve kullanıcılara daha iyi hizmet vermesi amacıyla teknik ve idari yönden günümüze kadar yazılım, donanım, iletişim ve fiyatlandırma alanlarında güncellemeler yapılmıştır. Böylece TUSAGAAktif Sisteminden elde edilen katma değer arttırılmış, ülke kaynaklarının daha verimli kullanılmasına katkı sağlanmıştır. Bu bildiride, TUSAGA-Aktif Sistemi işletilmesi, arazi ölçüm işlerinde kullanılması için yapılan çalışmalar, sistemin işletilmesinde karşılaşılan problemlerin çözümü için yapılan çalışmalar, sistemin fayda/maliyet analizleri ve web bazlı uygulamaların nasıl yönetildiği perspektifinden edinilen tecrübelerin paylaşılması amacı ile TUSAGA-Aktif Sisteminin işletme modeli detaylı bir şekilde anlatılmaktadır.

## 1. TUSAGA-AKTİF SİSTEMİ

"Sürekli Gözlem Yapan GNNS İstasyonları Ağı ve Ulusal Datum Dönüşümü Projesi (TUSAGA-Aktif / CORS-TR)" İstanbul Kültür Üniversitesi (İKÜ) yürütücülüğünde, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) ve Harita Genel Müdürlüğü (HGM) müşterek müşteri olmak üzere, 08 Mayıs 2006 tarihinde başlamış olup, Aralık 2008 itibariyle tamamlanmasıyla faaliyete geçmiştir. TKGM ile HGM'ce müşterek olarak işletilen sistem, 15 Haziran 2011 tarihine kadar test amacıyla ücretsiz olarak işletilmiş olup, bu tarihten itibaren Bakanlıklar Arası Harita İşlerini Koordinasyon ve Planlama Kurulunca belirlenen Birim Fiyatlar üzerinden ücretli olarak işletilmeye başlanmıştır.

### 1.1. TUSAGA-Aktif Sistemi Yapısı

TUSAGA-Aktif Sistemi; TKGM ve HGM'de bulunan 2 adet kontrol merkezi ile 4 adet sabit GNSS istasyonu Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyetinde (K.K.T.C.) olmak üzere toplam 158 adet Sabit GNSS istasyonundan oluşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. TUSAGA-Aktif İstasyonları

#### 1.1.1. Kontrol Merkezi

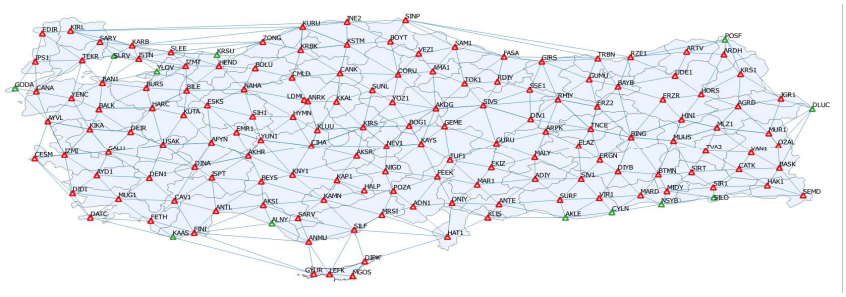
TUSAGA-Aktif Projesi kapsamında ana kontrol merkezi TKGM ve yedek kontrol merkezi HGK da olacak şekilde 2 adet kontrol merkezi kurulmuştur. Tüm TUSAGA-Aktif sabit istasyon verileri, otomatik olarak kontrol merkezine iletilmekte ve hesaplanan Ağ-RTK düzeltme verileri kullanıcılara ulaştırılmaktadır (Şekil 2).




Şekil 2. TKGM TUSAGA-Aktif Kontol Merkezi

### 1.1.2. Sabit İstasyonlar

TUSAGA-Aktif sistemi Türkiye'de 142 ve KKTC'de 4 tane olmak üzere toplam 146 adet sabit GNSS istasyonundan oluşmaktadır. TUSAGA-Aktif sistemi istasyon yerleri güvenlik, elektrik ve internet altyapıları olacak şekilde nokta yerleri belirlenmiştir. TUSAGA-Aktif sistemi istasyonları Şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 3. TUSAGA-Aktif İstasyonları (146 İstasyon, 80-100 km mesafelerde)

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 adet pilyeninin boyutlarına göre dağılımları şöyledir;

- 85 adet 2 m pilye (zeminler dahil),
- 58 adet 3 m pilye,
- 3 adet 4 m pilye.

## 1.2. TUSAGA-Aktif Sistemi Çalışma Prensibi

### 1.2.1. Çalışma Prensibi

TUSAGA-Aktif sisteminde, tüm ülkeyi kaplayan koordinatları bilinen referans istasyonlarına yerleştirilen GNSS alıcılarının gözlemleri, bir kontrol merkezine VPN veya GPRS/EDGE üzerinden iletilmekte; kontrol merkezinde atmosfer ve diğer hatalar modellenerek RTK/DGPS

düzeltmeleri gerçek zamanda hesaplanıp, RTCM formatında GPRS/EDGE üzerinden konumlama için gezici GNSS alıcılarına gönderilmektedir. (Gezer ve Karan…, 2014)

Gerçek Zamanlı Kinematik (RTK) düzeltme verileri RTCM (Radio Technical Commission for Aeronautics) iletişim formatında olup GPRS/EDGE üzerinden TUSAGA-Aktif sistemi kullanıcılarına NTRIP (Internet Protokolü Üzerinden RTCM Verisinin Ağ Dağıtımı) ile gönderilmektedir.

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 NTRIP formatında, GPRS/EDGE üzerinden aktarılmaktadır. Bu şekilde GNSS alıcıları DGPS verisini kullanarak metre altı hassasiyette, RTK verisini kullanarak da santimetre hassasiyetinde konum belirlemektedir.

## 1.3. TUSAGA-Aktif Sistemi Kullanıcıları

### 1.3.1. Faydalanan Kurumlar

TAPU VE KADASTRO GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

- Tapu ve Kadastro Modernizasyon Projesi (TKMP) kapsamı 22-a Kadastro Yenileme çalışmalarında,
- Orman kadastrosu ve 2-B uygulamalarında,
- Kadastro Paftalarının ITRFyy sistemine dönüştürülmesi,
- RTK uygulamaları,
- Kadastro Müdürlüğü Uygulamaları,

HARİTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

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

BELEDİYELER

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

BAKANLIKLAR

- Milli Savunma Bakanlığı,
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı,
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı,
- İçişleri Bakanlığı ve diğer Bakanlıklar,
- e-devlet ve Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri,

DİĞER KURULUŞLAR

- Haritacılık, coğrafi bilgi ve altyapı ile uğraşan meslek disiplinleri başta olmak üzere anlık konum bilgisine ihtiyaç duyan tüm kurum ve kuruluşlar,

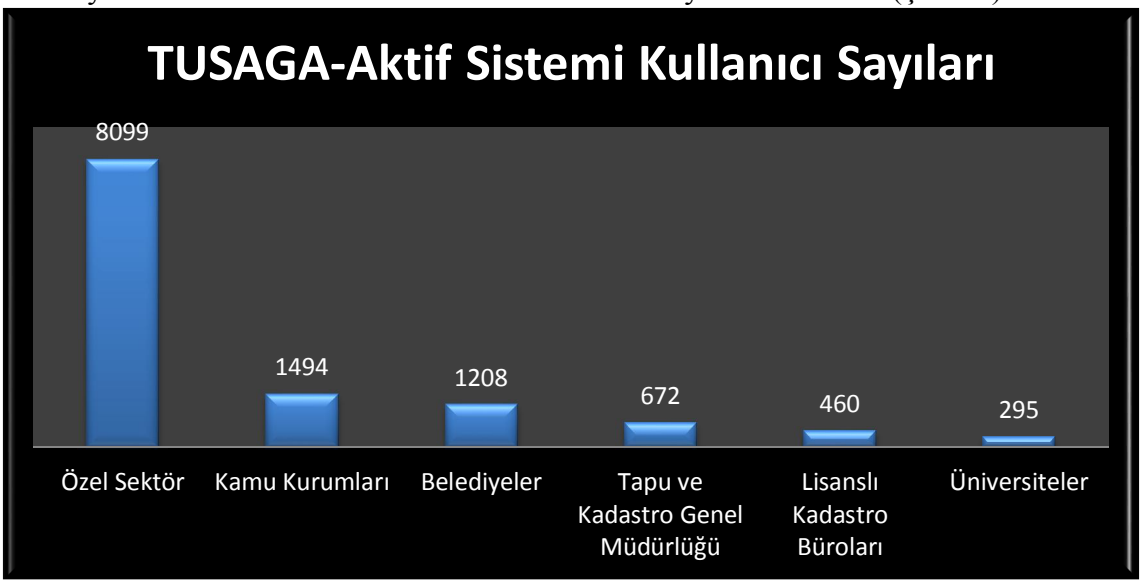
BİLİMSEL KURULUŞLAR - ÜNİVERSİTELER

- 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.

### 1.3.2. Kullanıcı Bilgileri

TUSAGA-Aktif Sistemi tarafından yayınlanan düzeltme parametreleri alıcıdan bağımsız olarak yayınlanmaktadır. NTRIP Protokolünü destekleyen ve GPRS/EDGE modeme sahip olan her türlü GNSS alıcısı marka ve model 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. 10 Şubat 2017 tarihi itibari ile sistemde 8475 adet kullanıcı kaydı bulunmaktadır ve sistemden aktif olarak faydalanmaktadır (Şekil 4).




Şekil 4. TUSAGA-Aktif Sistemi Kullanıcı Bilgileri

## 2. TUSAGA-AKTİF SİSTEMİ İŞLETME YAPISI

### 2.1. TUSAGA-Aktif Sistemi İdari Yapısı

TUSAGA-Aktif Projesi; 31 ay sonunda 8 Aralık 2008 tarihinde başarıyla tamamlanmasına müteakip 2009 yılı itibariyle TÜBİTAK onayı ile birlikte TKGM ve HGM'ye devredilmiştir.

TUSAGA-Aktif Sistemi TKGM ve HGM tarafından protokol çerçevesinde müştereken işletilmektedir.

#### 2.1.1. TUSAGA-Aktif Sistemi'nin Ortak İşletilmesine İlişkin İşbirliği Protokolü

TUSAGA-Aktif Sistemi'nin yürütülmesi hakkında kararların yer aldığı 31 maddeden oluşan protokol 31 Temmuz 2010 tarihinde TKGM ve HGM tarafından imzalanarak yürürlüğe girmiştir.

Protokol kapsamında TUSAGA-Aktif Sistemi'nin işletilmesi görevi TKGM'ye verilmiştir. Sistemin işletilmesi kapsamında teknik ve idari kararlar alınması için protokol gereğince TUSAGA-Aktif Yürütme Kurulu oluşturulmuştur.

#### 2.1.2. TUSAGA-Aktif Yürütme Kurulu

TKGM ve HGK arasında TUSAGA-Aktif Sistemi'nin Ortak İşletilmesine İlişkin İşbirliği Protokolü kapsamında TUSAGA-Aktif Yürütme Kurulu; TKGM ve HGM'den en az 3'er

(üçer) personelin katılımıyla oluşturulur. Kurul, olağan toplantılarının yanı sıra ihtiyaç halinde kurumlardan birinin çağrısı ile her zaman toplantı yapılıp karar alınabilmektedir. Üyelerin dışında; görüş almak veya danışmanlık amacıyla ilgili kurumların dışından uzman kişiler kurula davet edilebilir. Kurul, kararlarını oy birliği ile alır ve alınan kararlar ivedi olarak uygulanır. Protokol kapsamında Yürütme Kurulu aşağıdaki yetki ve sorumluluklara sahiptir;

- TUSAGA-Aktif ile elde edilen her türlü statik ve gerçek zamanlı verilerin satış bedellerini en az işletme giderlerini karşılayacak şekilde belirlemek,
- Eğitim kurumlarının TUSAGA-Aktif verilerini temin ve kullanması ile ilgili esasları tespit etmek,
- TUSAGA-Aktif Sistemi'nin bakım, satış, idame ve pazarlama konusundaki esasları belirlemek,
- TUSAGA-Aktif Sistemi'nin yapısına yönelik geliştirme, yatırım ve AR-GE çalışmaları konusundaki planları oluşturmak.

### 2.1.3. TUSAGA-Aktif Sistemi İşletimi

TUSAGA-Aktif Sistemi'nin işletilmesinde askeri amaçlı ve ulusal güvenliği ilgilendiren alanlardaki tüm hizmetler HGM tarafından verilirken, coğrafi konuma ihtiyaç duyan diğer tüm meslek disiplinlerine ve sivil kullanıcılara TKGM'ce hizmet verilmektedir.

TUSAGA-Aktif Sistemi'nden faydalanmak isteyen kullanıcılar, üyelik için TUSAGA-Aktif Yürütme Kurulu'nca yayınlanan ve 34 maddeden oluşan TUSAGA-Aktif Sistemi Son Kullanıcı Sözleşmesi'ni imzalayarak TUSAGA-Aktif Sistemi Resmi internet sayfası üzerinde hesap oluşturmaktadır.

TUSAGA-Aktif Sistemi ile tüm Türkiye ve K.K.T.C.'de faaliyet gösteren kullanıcılara; RTK ( Aylık ve Yıllık ), DGPS ( Aylık ve Yıllık ), 30 Sn. RINEX, 1 Sn. RINEX ile Koordinat ve Hız Bilgileri olmak üzere 5 (beş) farklı ürün hizmeti verilmektedir.

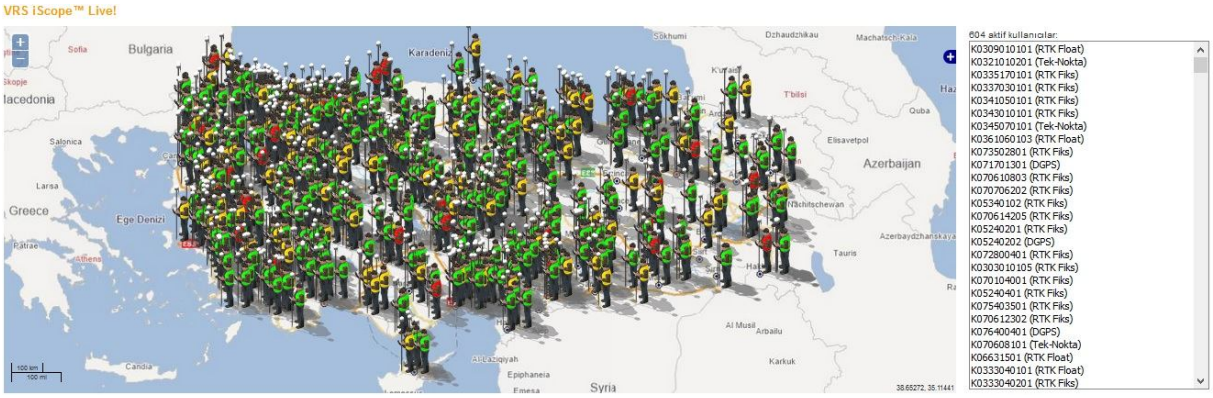
Tüm bu hizmetler TUSAGA-Aktif Kullanıcılarına web üzerinden sağlanmaktadır. Kullanıcılara ihtiyaç duydukları anda destek vermek için Destek Birimi oluşturulmuştur. Bu birim ile kullanıcılara bilgilendirme ve acil durumlarda sorun çözme amacıyla;

- TUSAGA-Aktif Sistemi'ne özel olarak tahsis edilmiş 444 46 77 numaralı hat üzerinden telefon hizmeti,
- Elektronik posta üzerinden e-posta hizmeti,
- Mobil telefonlardan kullanıcılara anında erişim için SMS hizmeti,
- Sisteme kayıt anında ve sonrasında web sayfası hizmeti,
- Sosyal ağlar üzerinden sosyal medya hizmeti verilmektedir.

## 2.2. TUSAGA-Aktif Sistemi Teknik Altyapısı

### 2.2.1. Yayınlanan Düzeltme Teknikleri

Kontrol merkezinden VRS CMR+, VRS RTCM3.1, SAPOS FKP 2.3, RTCM3Net (MAC) ve DGPS olmak üzere 5 adet düzeltme yayınları yapılmaktadır. Düzeltme parametreleri TUSAGA-Aktif uyumlu GNSS alıcıları tarafından kullanılmakta ve sistem tarafından gerçek zamanlı olarak kullanıcılar izlenebilmektedir (Şekil 5).




Şekil 5. Kullanıcıların Gerçek Zaman İzlenmesi

FKP Alan Düzeltme Tekniği

Literatürde FKP (Flachen Korrectur Parameter) olarak bilinen alan düzeltme yaklaşımında tüm TUSAGA-Aktif sistemi ağı kullanılarak her bir sabit istasyonda atmosferik düzeltmeler ve/veya taşıyıcı faz düzeltmeleri hesaplanmaktadır. Böylece;

- Düzeltmeler gezici tarafından kullanılabilmektedir (birçok değişik enterpolasyon modelleri ile).
- Çift / tek yönlü iletişim yeterli olmaktadır.
- Kullanıcı sayısında bir sınırlama söz konusu olmamaktadır.

FKP yaklaşık konumu bilinen referans istasyonu ile gezici arasındaki uzaklığa bağlı hata terimlerinin hesabına olanak vermektedir. Burada sadece gezicinin koordinatları ve uydu bilgilerine gereksinim bulunduğundan 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 durumunda olduğundan, tek yönlü haberleşme hemen hemen kullanılmamaktadır. Yayın formatı RTCM 2.3 dür. (Eren ve Uzel, 2008)

VRS Tekniği

VRS (Virtual Reference Stations) sanal referans istasyonu uygulamasında ön koşul, TUSAGA-Aktif sistemi ağındaki kontrol merkezi ile gezici arasındaki iki yönlü iletişimdir. Gezici, yaklaşık koordinatlarını kontrol merkezine göndermekte ve merkez de tüm ağ bilgilerini kullanarak söz konusu gezici konumu için VRS referans verilerini oluşturmaktadır. Merkezde oluşturulan VRS düzeltmeleri, genellikle RTCM ile geziciye gönderilmektedir. VRS yönteminde tüm ağdan oluşturulan düzeltmeler, gezicinin hemen yakınında oluşan sanal bir referans İstasyonu üzerinden yayınlanmaktadır. Oluşturulan bu sanal istasyon diferansiyel GPS ( DGPS) teknolojisi ile oluşturulmaktadır. Oluşturulan bu sanal istasyondan da double-differenced (çiftli farklar) alınarak düzeltmeler hesaplanabilmektedir. Yayın Formatları CMR+, RTCM 2.3, RTCM 3.0. dür. (Eren ve Uzel, 2008)

MAC Düzeltme Tekniği

MAC (Master Auxiliary Concept- Ana Yardımcı İstasyon Yöntemi) RTCM 3.x ağ formatının temelini oluşturan düşünce, bir alt ağ ölçü verilerinin sıkıştırılmış olarak geziciye gönderilmesi ve gezicinin farklı hata kaynakları için kendi ağ hesaplarını yapmasını sağlamaktır. Ancak bunun bir dezavantajı, genellikle ağın sadece bir alt bölümüne ait verilerin gönderiliyor olmasıdır. RTCM 3.0 ağ önerisinin diğer bir dezavantajı ise, sadece belirli bir zamana ait iyonosferik ve geometrik hataların gönderilmesidir. Gezici doğrudan sunucu veri dizisini almaya başladığında, sistematik etkilere ait hemen bir bilgi sahibi olamamaktadır. İyonosferik ve özellikle troposferik modellerde, parametrelerin saptanması için zaman gerekmektedir. İyi bir model duyarlığına ulaşmak için 15 dakika veya daha uzun bir zaman

gereklidir. Ancak bu süre içerisinde sistematik hatalar gereken güvenli düzeyde modellenebilmektedir. (Eren ve Uzel, 2008)

RTCM 3.x ağ yöntemi, ağ sunucusunda oluşturulan komple filtre durumunu kullandırmamaktadır. Sadece sunucuda elde edilen belirsizlikleri (ambiguity) kullanmakta ve bunları taşıyıcı faz ölçmelerinden çıkarmaktadır (Carrier Phase). Diğer bir deyişle, MAC tasarımı, ana istasyondaki kod ve taşıyıcı faz verileri ile dış istasyonların taşıyıcı faz verilerini, belirsizlikler önceden ayıklanmak suretiyle gönderecek şekildedir. Bu veriyi alan gezici;

- Geometrik ve iyonosferik etkilerin basit enterpolasyonu,
- Ağ sunucusunun ağ bilgilerini RTCM 3.0 ağ önerisi formatına çevirmeden önceki tüm hata kaynaklarını içeren kompleks modele benzer bir model oluşturulmasını gerçekleştirir.

### 2.2.2. Periyodik Ölçülerle Kontrol

TUSAGA-Aktif Sisteminden santimetre duyarlılığında konum elde edilebilirliğinin kontrolü ortalama 700 adet yer kontrol noktasından 6 aylık periyotlarla yılda 2 defa olmak üzere, düzenli olarak periyodik kontrol ölçüleri yapılmaktadır (Şekil 6). Periyodik kontrol ölçüleri, homojen dağılımlı ve konum doğrulukları daha önce onaylanmış yer kontrol noktalarının TUSAGA-Aktif sistemine dayalı olarak ölçülmesi ile elde edilen konum bilgilerinin mevcut onaylı konum bilgileriyle oluşan fark sonuçlarının değerlendirilmesi sonucu kontrol edilir.



Şekil 6. TUSAGA-Aktif Sistemine bağlı ölçülen 700 adet Yer Kontrol Noktası'nın dağılımı

TUSAGA-Aktif Sisteminin doğruluğu, konum bilgisi onaylı yer kontrol noktalarının 3 ayrı vektördeki konum bilgilerinin, TUSAGA-Aktif sisteminden ölçülmüş konum bilgileri arasındaki farkların Karesel Ortalama Hata (KOH) hesabıyla her vektörün ayrı ayrı hesaplanması sonucu elde edilmektedir. Yıllara göre sonuç fark tablosu Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Periyodik Kontrol Ölçüleri yıllara göre sonuç fark tablosu.

| DÖNEM | Nokta Sayısı | Konum Hassasiyeti (m.) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Doğu | Kuzey | Yükseklik |
| 2009 | 808 | 0,039 | 0,042 | 0,090 |
| 2014 | 723 | 0,045 | 0,039 | 0,078 |
| 2015-1 | 743 | 0,033 | 0,035 | 0,047 |
| 2015-2 | 701 | 0,029 | 0,027 | 0,058 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2016-1 | 725 | 0,032 | 0.031 | 0.051 |
| 2016-2 | 697 | 0,029 | 0,028 | 0,046 |
| 2017 | 706 | 0,030 | 0,029 | 0,047 |
| 2018 | 623 | 0,029 | 0,028 | 0,047 |

## 2.3. TUSAGA-Aktif Sistemi Mali Yapısı

### 2.3.1. TUSAGA-Aktif Sistemi'nin Kurulum Maliyeti

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından; kamu kurumlarının Ar-Ge ile giderilebilecek ihtiyaçlarının karşılanması ya da sorunlarının çözümü amacıyla 10 Mart 2005 tarihinde yapılan "Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK)" toplantısında alınan karar doğrultusunda Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini Destekleme Programı (1007 Programı) başlatılmıştır. Bu proje kapsamında İstanbul Kültür Üniversitesi, TKGM ve HGK birlikte TUSAGA-Aktif Projesi ile başvurmuş ve proje 2008 yılında 6.6 milyon USD'lik maliyet ile gerçekleştirilmiştir.

### 2.3.2. TUSAGA-Aktif Sistemi'nin İşletim Giderleri

TUSAGA-Aktif Sisteminin işletme giderleri; donanım, yazılım, bakım/onarım, iletişim ve tanıtım giderleri olmak üzere 5 (beş) ana başlık altında toplanmıştır.

**Donanım Giderleri;** TUSAGA-Aktif Sistemi'ne ait tüm istasyonlar ve bunların yedek parçaları ile Kontrol merkezlerinde kullanılan elektronik ve mekanik tüm cihaz ve yedek parçaları donanım olarak sınıflandırılmıştır. Donanımların zaman ve teknolojinin ilerlemesi ile sistemin devamlılığı için gerekli verimi sağlayamadığı durumlarda güncellenme ve yenilenme gereksinimi duyulmaktadır. Donanımla ilgili tüm ihtiyaçlarda Yürütme Kurulu kararı ile alım yapılmaktadır.

**Yazılım Giderleri;** TUSAGA-Aktif Sistemi'nin kullanıcılara kesintisiz ve sağlıklı hizmet verilebilmesi için tüm ekipmanlara ait yazılımların güncel tutulması gerekmektedir.

**Bakım/Onarım Giderleri;** TUSAGA-Aktif Sistemi'ne ait tüm istasyonlar ve bunların yedek parçaları ile Kontrol merkezlerinde kullanılan elektronik ve mekanik tüm cihaz ve yedek parçalarının bakım ve onarımı ile istasyon yer değiştirmeleri bu kapsamda değerlendirilmektedir. Bakım/onarımla ilgili tüm ihtiyaçlarda Yürütme Kurulu kararı ile yapılan bakım onarım sözleşmesi kapsamında alım yapılmaktadır.

**İletişim Giderleri;** TUSAGA-Aktif Sistemi'nin istasyonlar ile kontrol merkezleri arasındaki, kontrol merkezleri ile kullanıcılar arasındaki iletişimde kullanılan tüm ağlar ile sistem işleyişi dışında kullanıcılara destek hizmeti veren ağların giderleri Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Döner Sermaye İşletme Müdürlüğü'nce ödenir.

**Tanıtım Giderleri;** TUSAGA-Aktif Sistemi'nin tüm mevcut ve potansiyel kullanıcılara tanıtılması, sistem hakkında bilgi verilmesi ve kullanım hakkında eğitimler verilmesi için yapılan tüm seminer, sempozyum, eğitim, vb. organizasyonları kapsar. Yapılacak eğitimler ile ilgili tüm ihtiyaçlarda Yürütme Kurulu kararı aranır.

### 2.3.3. TUSAGA-Aktif Sistemi'nin İşletim Gelirleri

TUSAGA-Aktif Sistemi 15 Haziran 2011 tarihine kadar ücretsiz olarak devam etmiş bu tarihten itibaren 2.3.2.'de belirtilen giderlerin karşılanması ve sistemin kullanıcılara sunduğu hizmetin etkin ve verimli olarak sağlanması ücretlendirilmiştir. TUSAGA-Aktif Sistemi

kullanıcılara sağladığı hizmetleri; kar amacı gütmeksizin Yürütme Kurulu kararıyla belirlenen ve Bakanlıklar arası Harita İşlerini Koordinasyon ve Planlama Kurulu tarafından onaylanan birim fiyatlar üzerinden sunar.

30 Sn. RINEX hizmeti ile Koordinat ve Hız bilgileri kullanıcılara ücretsiz olarak sunulmaktadır. 1 Sn. RINEX verileri üniversiteler ile kamu kurum ve kuruluşlarına %75 indirimli sağlanmaktadır. Diğer hizmetler için uygulanan ücretler 2011 yılında belirlendikten sonra 2012 yılında indirime gidilmiştir. 2012-2016 yılları arasında elde edilen gelirler giderleri karşıladığı için ücret artışına gidilmemiştir. 2012 yılından itibaren günümüze kadar uygulanan ücretler Tablo 2'de, 2011-2016 yılları arasında elde edilen yıllık gelir miktarları Tablo 3'de gösterilmiştir.

| HİZMET TÜRÜ | VERİ TÜRÜ | ÜCRETLER | AÇIKLAMA |
|---|---|---|---|
| KAYIT ÜCRETİ | | 150.00 TL | Bir defaya mahsus |
| GZK ÜCRETİ | Ağ-RTK | 100.00 TL | AYLIK |
| | | 750.00 TL | YILLIK |
| | Ağ-DGPS | 50.00 TL | AYLIK |
| | | 375.00 TL | YILLIK |
| STATİK VERİ | RINEX 1 Sn. | 0.50 TL | İstasyon / Saat |
| | RINEX 30 Sn. | Ücretsiz | İstasyon / Gün |

Tablo 2: TUSAGA-Aktif Sistemi Kullanım Bedelleri.

Tablo 3: TUSAGA-Aktif Sistemi Yillik Gelir Tablosu.

## 3. TUSAGA-AKTİF SİSTEMİ İŞLETİMİNDE EDİNİLEN KAZANIMLAR

### 3.1. Maliyet Analizi

#### 3.1.1. Kurulum ve İşletim Giderleri

TUSAGA-Aktif Sistemi'nin kullanıcılara kesintisiz, etkin ve doğru bilgiler verebilmesi için sistem işleyişi sürekli olarak takip edilmektedir. Donanım ve yazılımların güncel olması ve sorunsuz çalışması için bakım/onarımının zamanında ve hızlı yapılması sağlanmaktadır. İletişim hizmetleri kesintisiz ve teknolojik gelişmeler takip edilerek sağlanmaktadır. Siber saldırılara karşı güvenlik önlemleri alınmaktadır. Bunun için güvenlik alanında yatırımlar yapılmaktadır.

TUSAGA-Aktif Sistemi'nin 2010 – 2016 yılları arasında bahsedilen hususlar çerçevesinde gerçekleştirilen giderlere ait açıklama Tablo 4'de verilmiştir.

| TUSAGA-Aktif Sistemi Giderleri | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| YIL | Donanım | Yazılım | Bakım/Onarım | Tanıtım | İletişim | Toplam |
| 2010 | 34.000,00 TL | 0,00 TL | 22.000,00 TL | 0,00 TL | 89.000,00 TL | 145.000,00 TL |
| 2011 | 11.000,00 TL | 0,00 TL | 0,00 TL | 0,00 TL | 193.000,00 TL | 204.000,00 TL |
| 2012 | 776.000,00 TL | 0,00 TL | 47.000,00 TL | 0,00 TL | 211.000,00 TL | 1.034.000,00 TL |
| 2013 | 11.000,00 TL | 0,00 TL | 0,00 TL | 62.000,00 TL | 564.000,00 TL | 637.000,00 TL |
| 2014 | 993.000,00 TL | 382.000,00 TL | 0,00 TL | 0,00 TL | 624.000,00 TL | 1.999.000,00 TL |
| 2015 | 0,00 TL | 0,00 TL | 0,00 TL | 0,00 TL | 717.000,00 TL | 717.000,00 TL |
| 2016 | 172.000,00 TL | 0,00 TL | 0,00 TL | 0,00 TL | 620.000,00 TL | 792.000,00 TL |
| Genel Toplam | 1.997.000,00 TL | 382.000,00 TL | 69.000,00 TL | 62.000,00 TL | 3.018.000,00 TL | 5.528.000,00 TL |

Tablo 4: TUSAGA-Aktif Sistemi 2010 – 2016 yılları arasında yapılan harcamalar

### 3.2. İletişim Modeli Analizi

TUSAGA-AKTİF Sistemi projesi kuruluşunda, kontrol merkezleri ile sabit istasyonlar arasındaki veri iletişimi ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line) network ağından, ADSL ağında herhangi bir problem oluşması durumunda da yedek olarak 3G mobil network ağı üzerinden sağlanmıştır.

Bu iletişim modelinde yaşanan veri kesintilerinden dolayı farklı bir iletişim modeli planlanmıştır. Türk Telekom A.Ş. ile yapılan protokol ile noktadan noktaya VPN Ağı kuruldu ve sabit GNSS istasyonları ile kontrol merkezleri arasında kesintisiz iletişim sağlanmıştır.

2015 yılı içerisinde istasyonların veri iletişim yedekliği olarak kullanılan mobil ağ iletişimi de mobil VPN sistemine dahil edilerek Sistem genelinde iletişimin kesintisiz hızlı ve güvenli olması sağlanmıştır.

### 3.3. Güvenlik Analizi

TUSAGA-Aktif sistemi kuruluşunda, sistem güvenliği sistem güvenlik yazılımı ile sağlanmıştır. Sistemin işletilmesi esnasında DDoS (Distributed Denial of Service Attack) saldırılarına maruz kalınmış, bu saldırılar sebebiyle sistemden kullanıcılara verilen hizmetlerde aksaklıklar yaşanmıştır. DDoS saldırılarının engellenmesi amacıyla UTM cihazları kurularak sistemin kesintisiz hizmet vermesi sağlanmıştır.

Ayrıca sistemin güvenliği; firewall cihazı, antivirus cihazları desteklenmiştir. Sistemde kullanılan programların yama açıklarını kapatılmasını sağlayan ve serverlarda yapılan işlerin takibini sağlayan programların temini için çalışmalara başlanılmıştır.

### 3.4. Teknik Analiz

TUSAGA-Aktif Sistemi kullanıcıları Ağ-RTK yöntemi sayesinde saniyeler içinde ± 4 cm doğruluğa sahip olabilmekte ve bunun için ikinci bir sabit GNSS alıcısına veya ikinci bir kişiye ihtiyaç duymamaktadır.

Ülke çapında kullanılan 7000 civarında GNSS alıcısı, performanslarını %50 oranında artırmış ve tüm coğrafi bilgi teknolojilerine altlık oluşturacak çalışmalarda kullanılmaktadır. TUSAGA-Aktif Sistemi sayesinde, Türkiye çapında kadastral ve jeodezik çalışmalar yerel sabit bir referans noktası gereksinimi olmadan hızlı ve ekonomik bir şekilde yürütülmekte, topoğrafik çalışmalar gerçek zamanda yapılmaktadır.

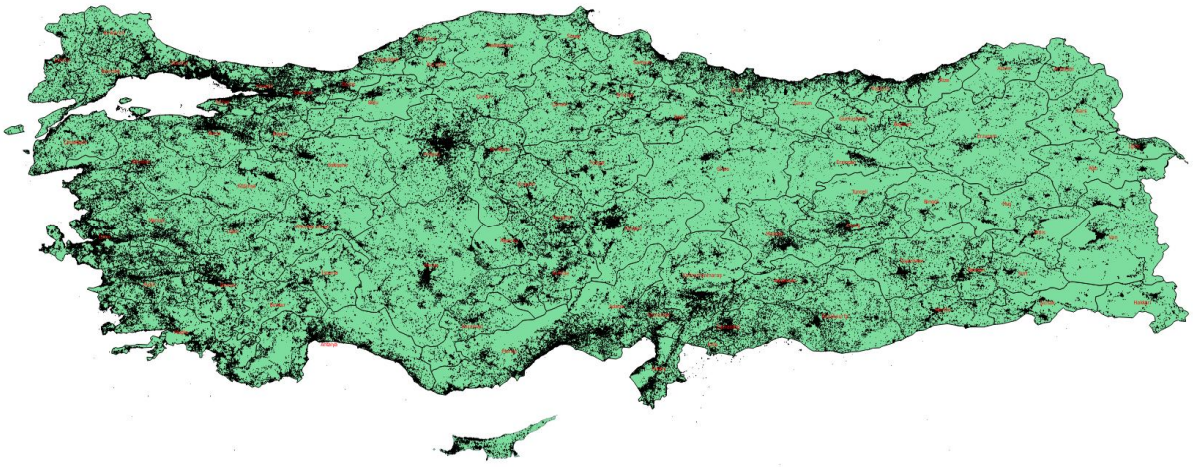
Ayrıca, deprem ülkesi olan Türkiye'de jeodezik noktaların hareketlerinin hızları ve tektonik plaka hareketlerinin belirlenmesi amaçları gerçekleştirilmektedir.

Mevcut durumda ülkemizde jeodezik altyapı standartları için Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği (BÖHHBÜY) kullanılmaktadır. Statik GNSS oturumları ile C dereceli bir Yer Kontrol Noktası tesisi ve üretimi bu yönetmeliğin ilgili maddelerinde açıklanmıştır. TKGM tarafından yayınlanan 2010/11 sayılı "Kadastral Harita Üretimi ve Kontrolü" Genelgesi hükümlerine göre nokta hiyerarşisine ve mesafeye bağlı kalmaksızın, TUSAGA-Aktif Sistemi kullanılarak C Dereceli Yer Kontrol Noktası üretmek mümkün hale gelmiştir. Bu durumda öncelikle arazi çalışmaları öncesinde, koordinatları bilinen nokta keşfi ortadan kalkmış, bu da zaman, personel ve para kaybını önleyerek tasarrufa katkı sağlamıştır (Şekil 7).



Şekil 7. C Dereceli Yer Kontrol Noktası Statik GNSS Ölçüsü

Detay noktaları açısından ise TUSAGA-Aktif Sistemi ile yılda ölçülen yaklaşık 15 milyon nokta bu katkıların çarpıcı bir sonucudur (Şekil 8).



Şekil 8. 2018 Yılı TUSAGA-Aktif Sistemi Kullanım Haritası

Harita ve kadastro işlerinin zaman ve maliyet olarak %30' unu oluşturan nirengi ve poligon tesis ve ölçümüne ihtiyaç olmamakta, yılda yaklaşık 220 Milyon USD'lik kaynak ayrılan harita işlerinde yıllık yaklaşık 35 Milyon USD'lik tasarruf sağlanmaktadır.

# 4. TUSAGA-AKTİF SİSTEMİ GÜNCELLEME ÇALIMALARI

## 4.1. Yazılım Hedefleri

TUSAGA-Aktif sistemi ilk kuruluşunda güne en uygun yazılımlar tercih edilerek ve sisteme yüklenerek sistem aktif hale getirilmiştir. Sistem kurulduğu günden bugüne kadar sistem programları sürekli kontrol altında tutularak oluşan problemler en kısa sürede giderilmiş, oluşabilecek problemler için de gerekli tedbirler alınmıştır.

Teknolojinin gelişmesine bağlı olarak sistemde kullanılan bütün programlar (İşletim sistemi, iletişim, process programları, vb) sürekli gelişmekte yeni güncellemeler yayınlamaktadırlar. Yayınlanan bu yazılım güncellemeleri sürekli takip edilerek sistemin mevcut çalışmasını etkilememesi ve sağlıklı çalışmasını sağlamak için öncelikle güncellemeler değerlendirilmekte uygunluğu kontrol edildikten sonra güncellemeler yapılmaktadır. 2014 yılında da sistemin genelinde 32 bit yazılımların yerine 64 bit yazılımlara geçiş süreci tamamlanmıştır. Önümüzdeki dönemde teknolojide olacak değişiklikler takip edilerek sistemin adaptasyonu sağlanacaktır.

## 4.2. Donanım Hedefleri

TUSAGA-Aktif sistemi kontrol merkezleri kurulduğunda sistemin verimli çalışmasını sağlayacak şekilde serverlardaki işlemci, RAM ve harddiskler seçilerek sistemin çalışmasına en uygun konfigurasyon oluşturulmuştur.

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak 2014 yılında sistemin çalıştığı serverlar ve iç konfigurasyonları güncellenmiştir.

Bu güncelleme ile sistemin kullanıcılara kesintisiz ve verimli şekilde hizmet vermesi sağlanmıştır.

## 4.3. İletişim Hedefleri

TUSAGA-Aktif Sistemi Türkiye'deki 154 istasyon ile kontrol merkezleri arasındaki iletişimTürk Telekom ile yapılan çalışmalarle ADSL hattından VPN ağ iletişim yapısı geçirilmiş G-DAT TTVPN iletişi ile hem hızlı hemde kesintisiz hale getirilmiştir. Sistemin genel iletişimi sürekli takip edilmekte ve oluşan problemler anında tespit edilerek en kısa sürede müdahale edilerek giderilmekte, oluşabilecek sorunlar içinse genel iletişimin güncelliği kontrol altında tutulmaktadır.

TUSAGA-Aktif sisteminde şu anda kullanılan mevcut iletişim çözümlerinin yanı sıra teknolojideki gelişmeler takip edilerek, sisteme uygunluk ve fayda/maliyet analizleri göz önünde bulundurularak uygun görülen çözümlerin testleri yapılmaktadır. TUSAGA-Aktif Sistemi KKTC'deki 4 istasyonun iletişimini daha hızlı ve kesintisiz olarak temin edilmesi amacıyla multichannel VPN router ile channel bonding sistemleri ile ilgili test çalışmaları yapılmıştır. Test çalışmaları sonucunda KKTC'de bulunan 4 adet istasyonda iletişim bu teknoloji ile sağlanmaktadır.

## 4.4. Güvenlik Hedefleri

Sistemin veri iletişim trafiğinin izlenmesi ve güvenliğinin sağlanması amacıyla Türk Telekom ile birlikte yapılan çalışmalarla sistemi kilitleyecek birçok talep engellenerek sistemin tam verimli çalışması sağlanmıştır.
Bu tip saldırılar hacking amaçlı değildir. DDoS (Distributed Denial of Service) adından da anlaşılacağı aşırı talep yapılarak servisi cevap veremez (iş göremez) hale getirmektir.

Saniyede 1000 bağlantıyı kaldırabilen bir web sitesine 5.000 bağlantı yapılması da bu tip saldırılarda kullanılan yöntemlerdir. Yapılan çalışmalar neticesinde saldırılar karşısında sistemin güvenliği sağlanmıştır.

### 4.5. TUSAGA-Aktif Bakım onarım Çalışmaları

TUSAGA-Aktif Yürütme Kurulu'nca, açık ihale yöntemi ile Bakım Onarım Hizmeti satın alınması karara bağlanmıştır. Yapılan ihale çalışmaları tamamlanarak Bakım onarım ihalesi 28.09.2018 tarihinde ihale gerçekleştirilmiştir. Yüklenici Graftek A.Ş. ile 15.10.2018 tarihinde sözleşme imzalanmış ve söz konusu hizmet alımı işine başlanmıştır. Yüklenici tarafından yapılan bakım onarım hizmet alımı işi sonucunda Telekom kaynaklı iletişim problemleri hariç TUSAGA-Aktif Sabit GNSS İstasyonlarının kesintisiz olarak çalışması sağlanmıştır.

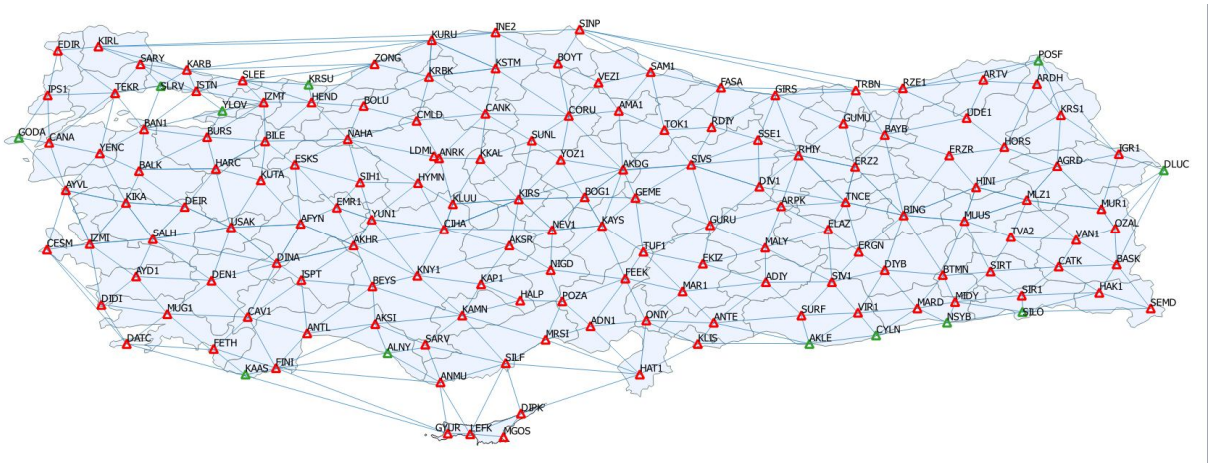



Şekil 9. TUSAGA-Aktif Tekirdağ (TEKR) İstasyonu Bakım öncesi ve Bakım Sonrası görüntüleri

Bakım onarım Çalışmaları kapsamında mevcut 146 istasyonun tamamının istasyon içi kontrolleri, temizlikleri ve bakımları yapılmış, gerekli görülen fanlar ve arızalı donanımların değiştirilmesi gerçekleştirilmiştir.

### 4.6. TUSAGA-Aktif Sistemi İlave Sabit İstasyon Çalışmaları

TUSAGA-Aktif Sistemi ilk kurulduğunda istasyonlar en uygun konumlara yerleştirildiğinden sistem için nokta sıklaştırmasına ihtiyaç bulunmamaktadır. Türkiye sınırlarında ekstrapolasyon hesap gerektiren bölgelerin bulunduğu tespit edilmiş ve bu bölgeler için ilave istasyon tesis edilmesi için gerekli ön çalımalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar TUSAGA-Aktfi Yürütme Kuruluna sunulmuş ve kurul tarafından değerlendirilmiş ilave istasyon tesis edimesinin uygun olacağı kararı verilmiştir. Yapılan çalışmalar ve TUSAGA-Aktif Yürütme Kurulu tarafından alınan karar doğrultusunda sınır bölgelerinde (Şanlıurfa, Çanakkale, Artvin, Gökçeada vb. ) 2018 yılı sonunda Bakım Onarım Hizmet Alımı İşi kapsamında 12 adet ilave nokta tesisi tamamlanmıştır.




### 4.7. TUSAGA-Aktif Web Portalı Çalışması

TUSAGA-Aktif Sistemi Kullanıcılarına hizmet verdiği günden itibaren kullanıma sunulan web sayfasında kullanıların aldığı hizmet kalitesini arttırmak ve otomasyona geçerek hızlı ve verimli çalışmasını sağlamak amacıyla TUSAGA-AKTİF web sayfasının güncellenmesi çalışmalarına başlanılmıştır. Yapılan çalışmalar ve alınan hizmetler neticesinde www.tusaga-aktif.gov.tr adresinden 01.01.2019 tarihinden itibaren web sayfası güncellenmiş olarak kullanıcıların hizmetine sunulmuştur.




Şekil 10. TUSAGA-Aktif Web sayfası

TUSAGA-Aktif Sistemi yeni web sayfası ile mevcut ve abone olan kullanıcılar *e-posta adresi ve* şifresi veya e-devlet üzerinden sisteme giriş yapabilmektedir.

Sisteme abone olmak isteyenler ''Üye ol'' linkine tıklayarak sisteme online abone olabilmektedir.
TUSAGA-Aktif Sistemi web sayfası ile kullanıcılar;

- Abonelik İşlemleri,
- Veri Talepleri,
- Kredi Kartı İle Ödeme Ekranı,
- Kullanım Durumlarının İzlenmesi,
- İstatistik ve Raporlamalar,

İşlemlerini 7 gün 24 saat gerçekleştirebilmektedir.

## 5. SONUÇ

Konum bilgisini santimetre doğruluğunda ve gerçek zamanda (RTK) belirlemek amacıyla kurulmuş olan, Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif) Sistemi, Ülkemiz ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti geneline tesis edilmiş 158 adet sabit GNSS istasyonu ile Kontrol ve Analiz Merkezlerinden oluşmaktadır.

TUSAGA-Aktif Sistemi 2009 yılından günümüze kadar artan sayıda kurum ve kullanıcıya hizmet etmektedir. 10 Ekim 2019 tarihi itibariyle Özel Sektör 8099, TKGM 672, Kamu Kurumları 1494, Belediyeler 1208, Üniversiteler 295 ve olmak üzere 12228 adet kullanıcıya hizmet vermektedir. NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) protokolünü ve RTCM (TheRadio Technical CommissionforMaritime Services) veri seti yapısını destekleyen her marka ve model GNSS alıcıları TUSAGA-Aktif Sisteminden faydalanabilmektedir.

TUSAGA-Aktif sisteminde hizmet kalitesinin ölçülmesi ve iyileştirilmesi kapsamında; Sistem yılda iki kez periyodik olarak test edilmekte ve bu kapsamda yılda koordinatı bilinen yaklaşık 700 adet noktada test ölçüleri yapılmaktadır.

2006 yılında kurulmaya başlayan ve 2009 yılından itibaren günümüze kadar kullanıcılara hizmet veren TUSAGA-Aktif Sisteminin işletilmesi esnasında önemli tecrübeler elde edilmiştir. Edinilen bu tecrübeler kapsamında;

- TUSAGA-Aktif Sistemi 6.6 milyon USD'lik maliyet ile kurulmuş, Sistemin güncellemeleri, Bakım, Onarım ve İdame işleri ile iletişim ve güvenlik hizmetleri kapsamında Sistemin işletim gider maliyetleri karşılanmaktadır. TUSAGA-Aktif Sistemi ile ülke çapında kullanılan 7000 civarında GNSS alıcısı performansları %50 oranında artmış, konum bilgisine ihtiyaç duyan tüm projelerin jeodezik çalışmalarının zaman ve maliyet bakımından %30 oranında tasarruf sağlanmıştır. Türkiye kapsamında 220 milyon USD'lik bütçe ile kadastro yenileme çalışmaları devam etmekte ve bu çalışmaların da %30 'unu jeodezik çalışmaların oluşturduğu hesaplanmıştır. Yapılan jeodezik çalışmalarda Yer Kontrol Noktası tesis etmeden ölçülerin TUSAGA-Aktif sisteminden yapılması ile yaklaşık 35 milyon USD'lik bir tasarruf sağlandığı görülmektedir.

- TUSAGA-Aktif Sistemi jeodezi projesi olduğu kadar aynı zamanda bir iletişim projesidir. Sistem kapsamında Sabit GNSS İstasyonlar ile Kontrol Merkezi arasında en fazla 0.6 saniye gecikmeli kesintisiz veri akışı sağlanmalıdır. Sistemin kurulum aşamasında iletişim modeli ADSL ile sağlanmış, veri akışında yaşanan kesiklikler ve gecikmelerin önüne geçilmesi amacıyla Türk Telekomünikasyon A.Ş. ile yapılan protokol gereğince veri akışı noktadan noktaya VPN modeli üzerinden kesintisiz olarak sağlanmıştır. VPN modeli ayrıca veri iletişim modelinin yedeklenmesi amacıyla GPRS/EDGE modeli ile desteklenmektedir.

- TUSAGA-Aktif Sisteminde Sabit GNSS İstasyonları ve Kontrol Merkezi ile kullanıcılar ve Kontrol Merkezi arasındaki iletişim modelinin güvenliği sistemin işletilmesi bakımından önemli bir husustur. Sistemin özellikle DDOS saldırılarının engellenmesi amacıyla UTM cihazı kullanılmakta, ayrıca Firewall ve antivirus güvenlik yazılımları ve yamaları ile de sistem güvenliği sağlanmaktadır.

- Yaşanan teknoljik gelişmeler ve hızlı değişimler, bir çok meslek disiplini çalışmalarında kolaylıklar getirmiş ve böylece zaman ve maliyet bakımından önemli tasarruflar sağlanmıştır. Yazılım, donanım, iletişim ve güvenlik konuları başta olmak üzere TUSAGA-Aktif Sistemi kapsamında yaşanan teknolojik gelişmeler yakından takip edilmekte ve gerekli güncellemeler yapılamaktadır.

4721 sayılı Medeni Kanunun 719 ncu maddesi ile "Taşınmazın sınırları, tapu plânları ve arz üzerindeki sınır işaretleriyle belirlenir. Tapu plânları ile arz üzerindeki işaretler birbirini tutmazsa, asıl olan plândaki sınırdır." Plan üzerindeki sınır esas kabul edilmiştir. Bu bağlamda; oluşturulan planların sağlam altlıklara dayanılarak oluşturulması esastır. TUSAGA-Aktif Sistemi ile ülke yatay kontrol ağı sağlam bir temele oturtulmuş ve TKGM başta olmak üzere diğer kurum ve kuruluşlar bu altyapı ile planlarını yapmaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri en önemli veri bileşeni olan konum bilgisinin Türkiye ve KKTC genelinde elde edilmesinde büyük rol oynayan TUSAGA-Aktif Sistemi 2011 yılından bu güne dek kesintisiz hizmet vermiştir ve yapılan güncellemeler ve bakımlar ile kesintisiz ve kaliteli hizmet vermeye devam edecektir.

## KAYNAKLAR

19512 Sayılı ve 09 Temmuz 1987 Tarihli Resmi Gazetede yayımlanmış 3402 Kanun Numaralı Kadastro Kanunu.

Ç.MEKİK, Ö.SALGIN, İ.CANKURT, S.ERGÜNER, H.B.ATEŞ ve T.KARA, GPS/IMU Verilerinin TUSAGA-Aktif Sisteminin Sabit İstasyon Verileri İle Process Edilerek Resim Orta Noktası Koordinat Değerlerinin Belirlenmesi, TUFUAB VI. Teknik Sempozyumu, 2011

E. AYYİLDİZ, M. V. GEZER, Z. S. KARAN, E. KULAKSIZ, B. ERKEK ve S. BAKICI (2014) TUSAGA-Aktif Sistemi ve Kullanıcı Profili Analizi, 7.Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 2014

K. EREN ve T. UZEL, Ulusal Cors Sisteminin Kurulması ve Datum Dönüşümü Projesi, TUSAGA-Aktif (CORS-TR): 3. Çalıştay, 2008

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü – Harita Dairesi Başkanlığı Eğitim Notları, http://www.tkgm.gov.tr/tr/harita

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü – TKGM 2014 Yılı Kurumsal Mali Durum ve Beklentiler Raporu, http://www.tkgm.gov.tr/tr/icerik/tkgm-2014-yili-kurumsal-mali-durum-ve-beklentiler-raporu

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü – Kadastro İşlemleri Rehberi 2011, http://www.tkgm.gov.tr/tr/sayfa/yayinlarimiz-0

## İLETİŞİM

Harita Dairesi Başkanlığı
Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
Turan Güneş Bulvarı 648.Cadde No:53/E Oran Kampüsü
Ankara
TÜRKİYE
Tel: 0 312 551 2458
Fax: 0 312 463 1050
E-mail: osalgin@gmail.com
Web site: http://www.tkgm.gov.tr/tr/harita