

**T.C.  
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI  
TAPU VE KADASTRO GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
TEFTİŞ KURULU BAŞKANLIĞI**



**Tapu ve Kadastro**  
Genel Müdürlüğü

**Müfettiş Yardımcılığı Yetiştirme Programı Araştırma**  
**Çalışması**

**TUSAGA AKTİF Sistemi, Sistemin Harita Sektöründeki Yeri ve Önemi,  
Sistemin Sürdürülebilirliği Açısından Alınacak Tedbir ve Önlemler**

**Hazırlayan**  
**Hasan Hüseyin YOZGATLI**  
**Müfettiş Yardımcısı**

**Danışmanlar**  
**Başmüfettiş Zafer DEMİR**  
**Müfettiş Nevzat İhsan SARI**  
**Müfettiş Mehmet Fatih GÜRBÜZ**

**Ankara**  
**2016**

## **GİRİŞ**

Müfettiş Yardımcılığı yetiştirme programı kapsamında hazırlanan araştırma çalışmamızda Tusaga Aktif Sisteminin temeli olan uydu konum belirme yöntemleri araştırılmış, temel gerçek zamanlı konum belirleme yöntemlerinden ağ yapısındaki gerçek zamanlı konum belirleme yöntemlerinden bahsedilerek Tusaga Aktif sistemine giriş yapılmıştır. Tusaga Aktif Sisteminde ise sistemin genel özellikleri, sistem yapısı, donanım özellikleri, sistemin çalışma prensipleri açıklanmış, Türkiye’de ve Dünyadaki örneklerine araştırma çalışmamızda değinilmiştir. Harita Sektöründeki Yeri ve Önemi bölümümüzde ise Tusaga Aktif Sisteminin sağladığı faydalar göz önünde tutulmuş, sistemin ülkemizde kullanıldığı alanlar, sistemden yararlanılan projeler araştırılmış, ülkemiz açısından önemi vurgulanmıştır. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğünün işletmesinde olan Tusaga Aktif sisteminin daha harita sektöründeki yeri, kullanıcı portföyü, sistemin kullanıldığı zaman aralığı çeşitli parametreler incelenerek sistemin harita sektörü için ne kadar önemli olduğu görülmüştür. Araştırma çalışmamızın son bölümünde Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü tarafından işletilen bu sistemin eksikleri araştırılmış, sistemin sürdürülebilirliği açısından tespit edilen bu eksikliklerin giderilerek ve sistemin uzun yıllar daha ülkemize faydalı olacak şekilde kullanılması için öneriler getirilmiştir.

## İÇİNDEKİLER

GİRİŞ .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	v
TABLolar LİSTESİ .....	vi
KISALTMALAR .....	vii

## BİRİNCİ BÖLÜM

### UYDULARLA KONUM BELİRLEME

1.1. TEMEL GPS KAVRAMI .....	1
1.1.1. Uydular Sisteminin Tarihçesi ve Gelişim Süreçleri .....	2
1.1.2. GLONASS Uydular Sistemi .....	4
1.1.3. GPS Uydular Sistemi Yapısı .....	6
1.1.3.2. Kontrol Bölümü .....	8
1.1.3.3. Kullanıcı Bölümü .....	9

## İKİNCİ BÖLÜM

### UYDULARLA KONUM BELİRLEME YÖNTEMLERİ

2.1. Mutlak Konum Belirleme .....	10
2.1.1. SPS (Standard Positioning Service) Konum Belirleme .....	11
2.1.2. PPP (Precise Point Positioning) Konum Belirleme .....	11
2.2. BAĞIL (RÖLATİF/GÖRELİ) KONUM BELİRLEME .....	12
2.2.1. Kod Ölçüleri (DGPS/DGNSS) .....	12
2.2.2. Faz Ölçüleri .....	15
2.3. GNSS AĞLARINDA GERÇEK ZAMANLI KİNEMATİK ÖLÇÜM YÖNTEMİ (RTK) .....	17
2.3.1. Klasik (Standart) RTK .....	18
2.3.2. Ağ RTK Tekniği .....	20
2.3.3. Ağ RTK Verisi Aktarma Yöntemleri .....	22
2.3.4. Ağ RTK Verisi Aktarma Yöntemleri .....	22
2.4. GERÇEK ZAMANLI SABİT GNSS (CORS) AĞLARI .....	23

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM TUSAGA-AKTİF (CORS-TR)

3.1.TUSAGA-AKTİF SİSTEMİ .....	25
3.1.1. TUSAGA-Aktif Sistemi Yapısı .....	25
3.1.2.TUSAGA-Aktif Sistemi Çalışma Prensibi .....	25
3.2. TUSAGA-AKTİF SİSTEMİ SABİT GNSS İSTASYONLARI .....	26
3.3. TUSAGA-AKTİF KONTROL MERKEZİ .....	30
3.4. TUSAGA-AKTİF KAPSAMINDA MEVZUAT ÇALIŞMALARI.....	31
3.5. TÜRKİYE'DE CORS ÖRNEKLERİ .....	33
3.5.1. İSKİ-UKBS Sistemi .....	33
3.5.2. Konya Sabit GNSS Ağı ( KOSAGA) .....	35
3.6. DÜNYADA CORS ÖRNEKLERİ.....	39
3.6.1. Japonya Geonet Ağı .....	42
3.6.2. Almanya SAPOS Ağı .....	44
3.6.3. Amerika Birleşik Devletleri NGS Ağı .....	46
3.6.3.1. Amerika Birleşik Devletlerinde CORS İstasyonu Kuran Kuruluşlar ve Katkı Oranları.....	47
3.6.3.2. Amerika Birleşik Devletlerinde CORS' un Kullanıldığı Alanlar ...	48

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### CORS SİSTEMİNİN HARİTA SEKTÖRÜNDEKİ YERİ VE ÖNEMİ

4.1. ÜLKEMİZDE TUSAGA AKTİF UYGULAMALARI .....	51
4.1.1. Ulaşım Alanında Tusaga-Aktif Uygulamaları.....	52
4.1.2. Tarım Reformu Alanında Tusaga-Aktif Uygulamaları.....	54
4.1.3. Enerji Sektöründeki Tusaga-Aktif Uygulamaları.....	55
4.1.4. Harita Genel Komutanlığının Tusaga-Aktif Uygulamaları .....	55
4.1.4.1. Türkiye Yatay Hız Alanlarının Hesaplanması .....	56
4.1.4.2. Datum Dönüşüm Çalışmaları .....	60
4.1.4.3. Atmosferik Çalışmalar.....	60
4.1.4.4. Kinematik GNSS Destekli Fotogrametrik Nirengi Çalışmaları .....	60
4.1.5. Diğer Kurumlarda Tusaga-Aktif Uygulamaları.....	61
4.2. TAPU VE KADASTRO GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TUSAGA-AKTİF SİSTEMİ.....	62
4.2.1. TKGM Tarafından İşletilen Tusaga-Aktif Sistemine Genel Bakış .....	62
4.2.1.1. Kullanıcı Sektörel Analizi .....	63
4.2.1.2. Kullanıcıların Bölgesel Analizi .....	68

4.2.1.3. Kullanıcıların Zamansal Analizi.....	69
4.2.1.4. Kullanıcıların Aktif-Pasif Analizi.....	70
4.2.1.5. Yönetim Verimliliği.....	70
4.2.1.6. Aktif Kullanım.....	71
4.2.1.7. Teknolojik Gelişmeler.....	71
4.2.2. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Tusaga Aktif Uygulamaları .....	72

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### SİSTEMİN SÜRDÜRÜLEBİLİR OLMASI İÇİN ALINACAK TEDBİR VE ÖNLEMLER

5.1. TUSAGA-AKTİF CORS TR SİSTEM TIKANMASI .....	74
5.2. HARİTA DAİRESİ BAŞKANLIĞI JEODEZİ BİRİMİ PERSONEL YAPISI.....	76
5.3. TUSAGA AKTİF CORS TR SİSTEMİNE AİT STRATEJİK PLANLAMANIN OLMAYIŞI .....	77
5.4. CORS AĞLARININ FAKLI DATUMLARA GÖRE KOORDİNAT ÜRETMELERİ .....	79
5.5. CORS SİSTEMLERİNİN ORTAK MEVZUATININ OLMAYIŞI .....	79
5.6. TEK NOKTALI SABİT GPS AĞININ CORS AĞI GİBİ TANIMLANMASI.....	80
5.7. TUSAGA AKTİF CORS TR SİSTEMİNE İSTASYON EKLENMESİ ....	81
KAYNAKLAR .....	82
İNTERNEK KAYNAKLARI .....	86

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Uydu Konumlama Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi .....	4
Şekil 2. Üç Yörünge Düzleminde GLONASS Uydu Takımı .....	5
Şekil 3. GPS Bölümleri.....	7
Şekil 4.Uzayda Bulunan Uydu Görüntüsü.....	8
Şekil 5. GNSS ile konum belirleme yöntemleri. ....	10
Şekil 6.Mutlak konum belirleme yöntemi. ....	11
Şekil 7. Bağıl konum belirleme yöntemi. ....	12
Şekil 8. Kod ölçümü .....	13
Şekil 9. Klasik RTK tekniğinde mesafeye bağımlı hata .....	19
Şekil 10. Ağ RTK yönteminde düzeltmelerin enterpolasyonu .....	22
Şekil 11. TUSAGA-Aktif İstasyonları (146 İstasyon, 80-100 km mesafelerde).....	27
Şekil 12. Iğdır İstasyonu .....	28
Şekil 13. Diyarbakır İstasyonu.....	28
Şekil 14. Viranşehir İstasyonu .....	29
Şekil 15. İstasyon kabinetleri.....	29
Şekil 16. 4+4 Sunucu .....	31
Şekil 17. İSKİ-UKBS Sabit İstasyonları Uydu Görüntüsü.....	33
Şekil 18. Konya İl Sınırı ve sabit GNSS ağı (KOSAGA) noktaları .....	36
Şekil 19. Çatı Üzerine Anten Tesis Ve Anten Bağlantı Örnekleri .....	37
Şekil 20. Sabit GNSS İstasyonu Web Arayüzü .....	38
Şekil 21. Sabit GNSS Alıcısı Kabini .....	39
Şekil 22. Japonya GEONET Ağı .....	43
Şekil 23. Almanya SAPOS Ağı <sup>15</sup> .....	45
Şekil 24. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki CORS istasyonlarının dağılımı .....	47
Şekil 25. Amerika Birleşik Devletlerinde CORS İstasyonu Kuran Kuruluşlar ve Katkı Oranları .....	48
Şekil 26. Amerika Birleşik Devletlerinde CORS'un Kullanıldığı Alanlar.....	49
Şekil 27. TUSAGA-Aktif Nokta Hızları (ITRF) .....	58
Şekil 28. TUSAGA-Aktif Nokta Hızları (Avrasya Sabit) .....	58
Şekil 29. TUTGA, TUSAGA ve TUSAGA-Aktif Nokta Hızları, Birleşik (ITRF)...	59
Şekil 30. TUTGA, TUSAGA ve TUSAGA-Aktif Nokta Hızları, Birleşik (Avrasya Sabit).....	59
Şekil 31. 2014 Yılı Temmuz Ayı Tusaga Aktif Kullanıcı Yüzde Oranları .....	65
Şekil 32. 2016 Yılı Ocak Ayı Tusaga Aktif Kullanıcı Yüzde Oranları .....	66
Şekil 33. 2013 yılı TUSAGA-Aktif Sistemi Kullanıcı Yoğunluk Haritası .....	69
Şekil 34. TUSAGA-Aktif Sistemine Kaydolun Tüm Kullanıcıların Aylara Göre Değişimi.....	70
Şekil 35. Sistem Tıkanmaların Olduğu Ekran Görüntüsü .....	75

## TABLULAR LİSTESİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Tablo 1. İSKİ-UKBS Sabit İstasyon Yerleri .....	34
Tablo 2.Dünyada ki Bazı Ülkelere ait CORS Sistemleri.....	41
Tablo 3.Temmuz 2014 İtibarı İle Sektörlere Göre Kullanıcı Sayısı Dağılımı.....	62
Tablo 4. Yıllara Göre Tusaga Aktif Kullanıcı Sayıları.....	64
Tablo 5. 2014 Yılı Temmuz Ayı-2016 Yılı Ocak Ayı Tusaga Aktif Kullanıcı Sayıları Karşılaştırması .....	65
Tablo 6. 2014 Yılından 2016 Yılına Kadar Tusaga Aktif Sistemine Kayıtlı Kullanıcı Artış Miktarı .....	66
Tablo 7. 2014 Yılından 2016 Yılına Kadar Tusaga Aktif Sistemine Kayıtlı Kullanıcıların Yüzdesel Olarak Artış Miktarı .....	67
Tablo 8. En Çok Kullanıcıya Sahip On İl.....	68
Tablo 9. Sistem de Sorun Yaşanan Zaman Aralıkları .....	74

## KISALTMALAR

<b>ADSL</b>	: Asymmetric Digital Subscriber Line (Asimetrik Sayısal Abone Hattı)
<b>BFB</b>	: Başlangıç Faz Belirsizliği
<b>CAD</b>	: Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
<b>CBS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemi
<b>CMR</b>	: Compact Measurement Record (Yoğun Ölçüm Kaydı)
<b>CORS</b>	: Continuously Operating Reference Stations (Sürekli Ölçüm İstasyonu)
<b>CORS-TR</b>	: Continuously Operating Reference Stations-Turkey (TUSAGA-Aktif)
<b>DGNSS</b>	: Differential Global Navigation Satellite System (Diferansiyel Küresel Uydu Konumlandırma Sistemi)
<b>DGPS</b>	: Diferansiyel GPS
<b>ED50</b>	: European Datum 1950 (Avrupa Datumu 1950)
<b>EDGE</b>	: Enhanced Data Rates for GSM Evolution (GSM Evrimi için Geliştirilmiş Data Hızları)
<b>EGNOS</b>	: European Geostationary Overlay Service
<b>FKP</b>	: Flaechen Korrektur Parameter (Alan Düzeltme Parametresi)
<b>GALILEO</b>	: Global Navigation Satellite System (Avrupa Küresel Uydu Konumlandırma Servisi)
<b>GBAS</b>	: Ground Based Augmentation Systems
<b>GEONET</b>	: GPS Earth Observation Network System (GPS Yer Gözlem Ağı Sistemi)
<b>GLONASS</b>	: Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (Rus Küresel Uydu Konumlandırma Sistemi)
<b>GNSS</b>	: Global Navigation Satellite Systems (Küresel Uydu Konumlandırma Sistemi)
<b>GPRS</b>	: General Packet Radio Service (Genel Paket Radyo Servisi)
<b>GPS</b>	: Global Positioning System (Küresel Konumlandırma Sistemi)
<b>HGK</b>	: Harita Genel Komutanlığı
<b>IGS</b>	: International GPS Service for Geodynamics (Jeodinamik Uluslararası GPS Servisi)
<b>IRNSS</b>	: Indian Regional Navigational Satellite System (Hindistan Bölgesel Uydu Konumlandırma Sistemi)
<b>ITRF</b>	: IERS Terrestrial Reference Frame / International Terrestrial Reference Frame (Uluslararası Karasal Referans Ağı)
<b>İKÜ</b>	: İstanbul Kültür Üniversitesi
<b>İSKİ</b>	: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
<b>JAS</b>	: Japon Association of Surveyors (Japon Haritacılar Derneği)
<b>KKTC</b>	: Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti



<b>MAC</b>	: Master Auxiliary Corrections (Ana Yardımcı Düzeltmeler)
<b>NATO</b>	: North Atlantic Treaty Organization (Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü)
<b>NAVSTAR</b>	: Navigation Satellite Timing And Ranging (Zamanlama Kullanımı ve Menzilleme Navigasyon Sistemi)
<b>NGS</b>	: National Geodetic Survey (Amerika Ulusal Jeodezi Ölçüm Ağı)
<b>NNSS</b>	: Navy Navigational Satellite System (Donanma Seyrüsefer Uydu Sistemi)
<b>NTRIP</b>	: Networked Transport of RTCM via Internet Protocol
<b>PPP</b>	: Precise Point Positioning (Hassas Nokta Konumlandırma)
<b>PRN</b>	: Pseudorandom Noise (Sözde Rastgele Dizi Kodu)
<b>QZSS</b>	: Quasi-Zenith Satellite System (Zenit Benzeri Uydu Sistemi)
<b>RTCM</b>	: The Radio Technical Commission for Maritime Services
<b>RTK</b>	: Real Time Kinematic (Gerçek Zamanlı Kinematik)
<b>SAPOS</b>	: Satellite Positioning System (Almanya Uydu Konumlandırma Sistemi)
<b>SBAS</b>	: Satellite Based Augmentation Systems
<b>SPS</b>	: Standard Positioning Service (Standart Konumlandırma Servisi)
<b>TAKBİS</b>	: Tapu ve Kadastro Bilgi Sistemi
<b>TKGM</b>	: Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
<b>TUSAGA</b>	: Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı
<b>TUTGA</b>	: Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı
<b>TÜBİTAK</b>	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
<b>UDP</b>	: User Datagram Protocol (Kullanıcı Veri bloğu İletişim Kuralları)
<b>UHF</b>	: Ultra High Frequency (Ultra Yüksek Frekans)
<b>UKBS</b>	: Uydulardan Konum Belirleme Sistemi
<b>VHF</b>	: Very High Frequency (Çok Yüksek Frekans)
<b>VRS</b>	: Virtual Reference Station (Sanal Referans İstasyonu)
<b>WAAS</b>	: Wide Area Augmentation System (Geniş Alan Güçlendirme Sistemi)
<b>WGS84</b>	: World Geodetic System 1984 (Dünya Jeodezi Sistemi 1984)
<b>YTÜ</b>	: Yıldız Teknik Üniversitesi

# BİRİNCİ BÖLÜM

## UYDULARLA KONUM BELİRLEME

### 1.1. TEMEL GPS KAVRAMI

Bir GPS alıcısı Dünya etrafında hareket eden GPS uyduları tarafından gönderilen hassas zamanlama sinyalleri ile konumunu hesaplar. Her uydu sürekli GPS sinyali iletileri iletir. Bu iletilerin içerisinde zaman ve konum bilgisi bulunmaktadır.

Alıcı her mesajın geçiş süresini belirlemek için aldığı iletileri kullanır ve ışık hızını kullanarak her uyduya olan mesafeyi hesaplar. Bu mesafe ve uydunun konumu konumlama denklemleri ile kullanılarak alıcının konumunu hesaplamak için kullanılır. Bu konum daha sonra enlem, boylam ve jeoid yüksekliği olarak gösterilir.

Tek noktadan yapılan Temel GPS ölçümlerinden bir konuma ait hız ve hareket yönü bilgilerine ulaşılamamaktadır. Ancak, GPS cihazıyla iki veya daha fazla konumun ölçümleriyle konumun hızını ve hareket yönünü elde edilebilmektedir. GPS cihazıyla doğru hızını hesaplamak için sinyallerin doppler kayması ölçümlerini kullanılmıştır. Daha gelişmiş konumlandırma sistemlerinde GPS' i tamamlayacak bir pusula sistemi gibi ek algılayıcılarda kullanılmaktadır.

Temel bir GPS sinyal alımı işleminde, dört veya daha fazla uydu doğru bir sonuç elde etmek için görünür olmalıdır. Gezinme denklemlerin çözümü böylece daha doğru ve muhtemelen elverişsiz alıcı esaslı saat için ihtiyacı ortadan kaldırarak, alıcının yerleşik saat ve gerçek zaman günü tarafından tutulan saat arasındaki farkı ile birlikte alıcının konumu belirtir. Bu zaman aktarımı trafik sinyal zamanlaması, ve cep telefonu baz istasyonları senkronizasyonu gibi GPS uygulamaları için bu ucuz ve son derece hassas zamanlamadan yararlanabilir.

Dört uydu normal çalışması için gerekli olmakla birlikte, daha azıda özel durumlarda geçerli olabilir. Bir değişkeni zaten biliniyorsa, bir alıcı ile sadece üç uydu kullanılarak konum belirlenebilir. Örneğin, bir gemi veya uçak yüksekliği bilinenlerden olabilir.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> <https://tr.wikipedia.org/wiki/GPS>

### 1.1.1. Uydu Sistemlerinin Tarihçesi ve Gelişim Süreçleri

İlk yapay uydu SPUTNIK-I in 4 Ekim 1957 tarihinde uzaya fırlatılmasıyla uzay jeodezisi bilimi fiilen başlamıştır. Diğer taraftan, günümüzün modern konum belirleme teknolojisi Şekil 1' de görüldüğü üzere 1960'lı yıllara dayanmakta olup, TRANSIT (DOPPLER veya NAVY Navigational Satellite System; NSSS) olarak bilinmektedir. Bu sistem yeryüzünden yaklaşık 1100 km uzaklıkta olan 6 adet uydudan oluşan ve başlangıçta sadece Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D) Silahlı Kuvvetleri tarafından askeri araçların koordinatlarının belirlenmesi amacıyla geliştirilmiştir. 1967 yılından sonra sistem sivil kullanıcıların kullanımına açılmıştır.

Hesaplama tekniği, elektronik ve uzay çalışmalarındaki hızlı gelişmeler 1980'li yılların en önemli ürünlerinden biri olan Global Konum Belirleme Sistemi (GPS)'nin günlük yaşamımıza girmesine neden olmuştur. GPS, TRANSIT sisteminin bazı zayıf yanlarının ortadan kaldırmak üzere geliştirilmiştir. Örneğin, TRANSIT sisteminde bir uydunun aynı enlemden iki geçişi arasında yaklaşık 90 dakikalık zaman farkı vardı. Dolayısıyla ölçme işleminde uydunun iki geçişi arasındaki zaman hesabı için enterpolasyon yapılıyordu. Diğer sorun ise, TRANSIT sisteminden elde edilen konumlar birkaç günlük ölçüm neticesinde ancak desimetre doğruluğunda hassasiyete sahipti. TRANSIT sisteminden elde edilen deneyimler sonucunda, hava şartlarından etkilenmeyen, sürekli gözlem yapabilen, süratli ve doğru konum belirlemeye olanak veren bir sistem gereksinimi ortaya çıkmıştır.

GPS öncelikle sadece askeri amaçlı (hedef bulma, füze güdümü, arama-kurtarma vb.) görevlerde kullanılmak üzere TRANSIT sisteminin gelişmiş bir versiyonu olan "NAVSTAR/GPS" (Navigation Satellite Timing and Ranging/Global Positioning System) adı altında ABD Savunma Bakanlığı tarafından yönetilen Joint Program Office (JPO) kurumu tarafından geliştirilmiş olup Defence Program Office (DMA), North Atlantic Treaty Organization (NATO), Amerikan Hava ve Deniz Kuvvetleri, Department of Transportation (DOT), Department of Defence (DOD) gibi birçok kurumun ortak çalışmaları sonucu oluşturulmuştur. Daha sonraları sivil kullanıma açılmıştır. Sivilde kara, deniz, hava araçları navigasyonunda, jeodezik ve jeodinamik amaçlı ölçmelerde, deformasyon ölçmelerinde, araç takip sistemlerinde, turizm, tarım, ormancılık, güvenlik, hidrografik ölçmeler vb. birçok alanda GPS sistemi kullanılmaktadır. Günümüzde Dünya'nın pek çok ülkesinde kullanımı oldukça

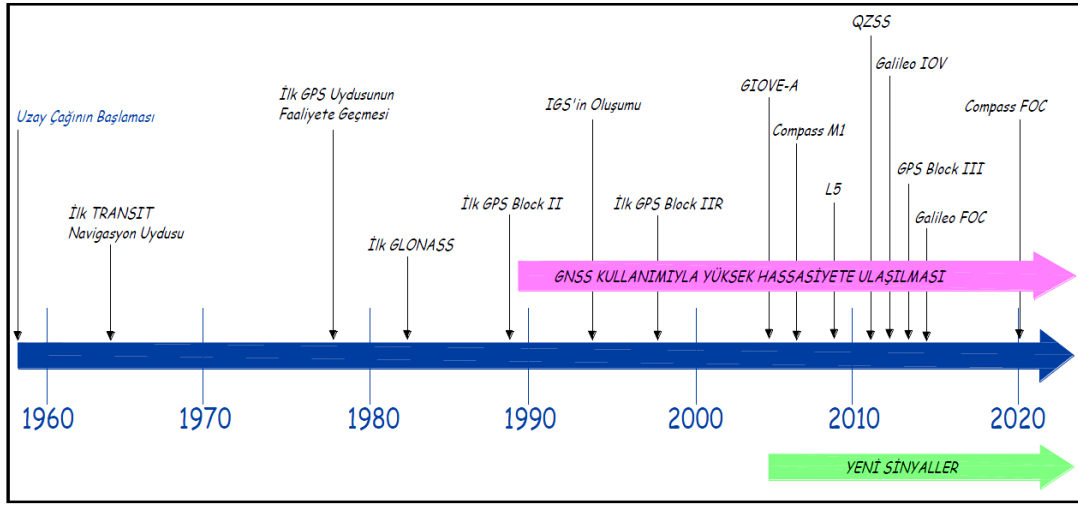
yaygınlaşan GPS, artık konum belirlemenin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Ancak GPS sistemi, Amerika Birleşik Devletleri güdümünde bir sistem olması dolayısıyla ABD'ye bağımlılığı ortadan kaldırmak için Rusya tarafından "GLONASS" ve Avrupa Birliği tarafından da "GALILEO" uydu sistemleri geliştirilmiştir.

Bu gelişmeler sonucunda, uydularla navigasyon özellikle 2000'li yılların başında hava ulaşımında, güvenlik ve etkinlik açısından gelecek vaat eden bir sistem olmuştur. Ancak GPS ve GLONASS'ın doğasında bulunan bazı kısıtlamalar (uydu saat hatası, atmosferik hatalar, alıcı kaynaklı hatalar vb.) bu sistemlerin başka sistemlerle desteklenmesini kaçınılmaz hale getirmiştir. Bu yüzden sivil havacılık kuruluşlarının önderliğinde; uydu navigasyon sistemlerinin bütünlüğünün, doğruluğunun ve sürekliliğinin sağlanması için kapsama alanını genişletme amacıyla "augmentation" adı verilen ilave sistemler geliştirmişlerdir. Bu sistemler ABD'de WAAS (Wide Area Augmentation System), Avrupa Birliği'nde EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service), Japonya'da MSAS (Multi-Functional Transport Satellite) ve QZSS (Quasi-Zenith Satellite System), Çin'de Beidou/COMPASS ve Hindistan'da da IRNSS/GAGAN (Indian Regional Navigational Satellite System/GPS Aided Geo Augmented Navigation System) adı altında kullanılmaktadır. Bu sistemler günümüzde üç ayrı grup halinde tanımlanmaktadır. Bunlar;

- a) Uydu Bazlı Sistemler (SBAS; Satellite Based Augmentation Systems)
- b) Yer Bazlı Sistemler (GBAS; Ground Based Augmentation Systems)
- c) Yer Bazlı Bölgesel Sistemler (GRAS; Ground Based Regional Augmentation Systems)

Sonuç olarak; WAAS, EGNOS, MSAS ve GAGAN gibi kapsama alanı genişletme (augmentation) ve gerçek zamanlı doğruluk artırma diferansiyel GNSS (DGNSS) sistemleri ayrı bir sınıflama ile uydu bazlı sistemler (SBAS) adını almaktadır. Böylece, uydularla konum belirleme sistemleri (GPS, GLONASS, Beidou/COMPASS, QZSS, IRNSS vd.) ve SBAS birlikte GNSS olarak adlandırılmaktadır.

GNSS ile konum belirleme uydu-alıcı uzaklıklarının hesabına dayanan bir üç boyutlu uzaydan geriden kestirme probleminin çözümüdür. GNSS' de ölçülen



**Şekil 1. Uydu Konumlama Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi**

noktaya, istenen duyarlılığa ve amaca göre farklı ölçme yöntemleri uygulanır. GNSS ile iki ana konum belirleme yöntemi kullanılmakta olup, bunlar mutlak konum belirleme ve bağıl (rölatif/görelî) konum belirleme yöntemleridir.<sup>2</sup>

### 1.1.2. GLONASS Uydu Sistemi

Rusya küresel uydu konumlandırma sistemi (GLONASS) sürekli olarak sinyalleri iki taşıyıcı frekansa ileten 24 uydudan oluşan uydu takımına sahiptir. Uydu sinyalleri yeryüzünde herhangi bir yerde kullanıcılar tarafından konum ve hıza karar verebilmek için kod ve taşıyıcı faz ölçümleri kullanarak alınabilir. İlk GLONASS uyduları 1982 yılında yörüngeye yerleştirilmiştir. Daha sonra GLONASS deneyleri tüm GLONASS sistemlerini test etmek için gerçekleştirildi. GLONASS'ın performansı giderek gelişti. İlk planlar 1991 yılında programlanmış olmasına rağmen 1996 yılına kadar 24 uydulu uydu takımı konuşlandırılmadı. GLONASS uydu takımı Şekil 2' de temsili olarak gösterildiği gibi, 24 uydu içeren uzay bölüm 3 yörünge üzerinde dağıtılmıştır. Her uydu kendi slot sayısına göre tespit edilebilir. 3 yörünge düzlemleri 120 derece ayrılabilir. Uydular aynı yörünge düzleminde 45 derece ile ayrılabilir. Uydu yörüngeleri yaklaşık 64.8 derece eğim, 25.440 km yarı eksenli ve 11s 15d 44s periyotlarla daireseldir.

<sup>2</sup> Yüksel, H. (2015) "Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği," Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.3-5



**Şekil 2. Üç Yörünge Düzleminde GLONASS Uydu Takımı**

GLONASS yer kontrol bölümü eski Sovyetler birliğinde yer almaktadır. GPS' e benzer olarak GLONASS kendi koordinat sistemine ve zaman referansına sahiptir. GLONASS koordinat sistemi PZ-90 olarak adlandırılır ve zaman ölçeği UTC (SU) temellidir. GPS' ten farklı olarak GLONASS zaman ölçeği sürekli değildir ve periyodik artık saniyeler için ayarlanmalıdır. Tüm uydular, ikili frekans ölçümleriyle iyonosferik gecikme hatasını iki frekans bant üzerinden anlık olarak kullanıcıya sinyal olarak yayar. GLONASS frekans bölmeli çoklu erişim (FDMA) tekniğini kullanır, her uydu partiküler frekansını her frekans bandı içerisinde tahsis eder ve bu da frekans kanal sayıları olarak karar verilir. Böylece kullanıcı alıcıları farklı tekniklere göre uyduları tanımlar. Buna karşın, tüm uydular farklı frekansa sahip değildirlir. Aynı yörüngede yer alan iki uydu antipodal bölgeler aynı frekansını tam olarak birkaç saniye beklemeyle tam olarak yayar.

GLONASS uydular taşıyıcı frekansa kendi navigasyon iletilerini modüle eder. İki modülasyon benimsenmiştir: ilki coarse edinim kodu 587.6 m çip uzunluğuyla ve diğeri 58.67 m çip uzunluğuyla kesin koddur. Aynı zamanda uydular efemerisleri, almanak ve doğru zaman parametreleri gibi bilgileri iletir. Yayın efemerisleri 24 saatlik periyotlarda tahmin edilir ve yer kontrol sistemi tarafından güncellenir. Her uydu her 30 dakikada yeni bir efemeris seti iletir. Almanak yaklaşık olarak günde bir

kez güncellenir (Cai, 2009). Aynı zamanda IGS ve diğer organizasyonlarda mevcut olan kusursuz (tam) efemerisler ileri işlenmiş efemerisler olarak da adlandırılır. Son IGS GLONASS tam yörünge iki haftalık gecikmelerle 15 cm doğruluğa sahiptir.<sup>3</sup>

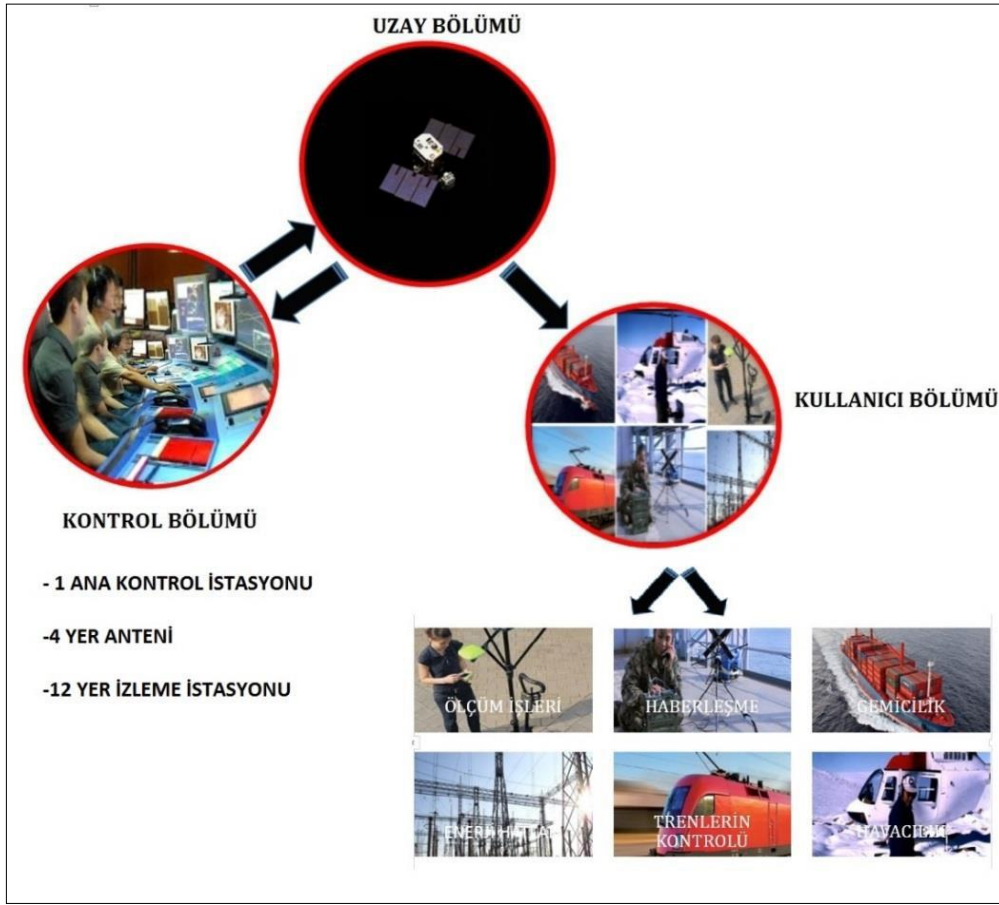
### 1.1.3. GPS Uydu Sistemi Yapısı

GPS Şekil 3'te görüldüğü üzere üç ana bölümden oluşur. Bunlar, uzay bölümü (SS - space segment), kontrol bölümü (CS - control segment) ve kullanıcı bölümüdür (US - user segment). ABD Hava Kuvvetleri, uzay ve kontrol bölümlerini çalıştırır, geliştirir ve korur. GPS uyduları uzayda gönderilen sinyallerin yayını gerçekleştirir ve her GPS alıcısı kendi üç boyutlu konumunu (enlem, boylam ve yükseklik) ve anlık zamanı hesaplamak için bu sinyalleri kullanır. Uzay bölümü orta Dünya yörüngesinde 24 ile 32 uydudan oluşan ve aynı zamanda yörüngeye bunları başlatmak için gerekli arttırıcı yükü ile adaptörleri içerir. Kontrol Bölümü, GPS uydularını sürekli izleyerek, doğru yörünge ve zaman bilgilerini sağlayan bölümdür. Dünya üzerinde 5 adet kontrol istasyonu bulunmaktadır (Hawaii, Kwajalein, Colorado Springs (ana merkez), Ascension adası ve Diego Garcia). Bunlardan dördü insansız, biri insanlı kontrol merkezleridir. İnsanlı olan kontrol merkezi Ana Kontrol merkezidir. İnsansız kontrol merkezleri, topladıkları bilgileri ana merkeze yollarlar. Ana merkezde bu bilgiler değerlendirilerek gerekli düzeltmeler ile uydulara bildirilir.<sup>4</sup> Kullanıcı kesimi ise Standart Konumlama Hizmeti sivil, ticari ve bilimsel kullanıcılar ABD'nin yüz binlerce güvenli GPS Hassas Konumlandırma Hizmetini alan müttefik askeri kullanıcıları ve sivil milyonlarca kullanıcılarından oluşur.

---

<sup>3</sup> Kızılarlan, M. (2014) "Gps-Ppp Ve Gps/Glonass-Ppp Yöntemlerinin Konum Belirleme Performansının Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri teknoloji Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, s.8, 9

<sup>4</sup> [https://tr.wikipedia.org/wiki/GPS#Kontrol\\_B.C3.B61.C3.BCm.C3.BC](https://tr.wikipedia.org/wiki/GPS#Kontrol_B.C3.B61.C3.BCm.C3.BC)



**Şekil 3. GPS Bölümleri**

### 1.1.3.1. Uzay Bölümü

Uzay bölümü, en az 24 uydudan (18 aktif 6 yedek) oluşur ve sistemin merkezidir. Uydular, "Yüksek Yörünge" adı verilen ve dünya yüzeyinin 20.000 km üzerindeki yörüngede bulunurlar. Bu kadar fazla yükseklikte bulunan uydular oldukça geniş bir görüş alanına sahiptirler ve dünya üzerindeki bir GPS alıcısının her zaman iki boyutlu belirleme için en az 3, üç boyutlu belirleme için en az 4 adet uyduyu görebileceği şekilde yerleştirilmişlerdir.

Uydular saatte 7.000 mil hızla hareket ederler ve 12 saatte, dünya çevresinde bir tur atarlar. Güneş enerjisi ile çalışırlar ve en az 10 yıl kullanılmak üzere tasarlanmışlardır. Ayrıca güneş enerjisi kesintilerine karşı (güneş tutulması vb.) yedek bataryaları ve yörünge düzeltmeleri için de küçük ateşleyici roketleri vardır.<sup>5</sup>

GPS uyduları başlangıçta iki L bandı frekansı: L1=1575.42 MHz ve L2=1227.60 MHz taşıyıcı sinyalleri iletmeleri için tasarlanmıştır. Pseudo-rastgele gürültü (PRN)

<sup>5</sup> <https://tr.wikipedia.org/wiki/GPS>



aralığı kodlarının 3 kategorisi tasarlanmıştır, bunların ilki (C/A) kodu, ikincisi (P) kod ve son olarak Y kodudur. L2 üzerinde ise (C/A) kodu ve (P) olmak üzere 2 adet kod mevcuttur. Sivil kullanıcılara sınırsız olan C/A kodu genellikle standart konumlanma servisinde kullanılır. C/A kodunun aksine P kodu kesin konumlama servisi için 10 m doğruluk konumlamasıyla sadece seçili müttefik askerleri ve ABD askeri hükümeti tarafından kullanılır. Değişen sinyallere ek olarak yörünge elementleri, saat düzeltmeleri, sistem zamanı, durum mesajı ve diğer parametreleri içeren her uydu navigasyon mesaj verilerini iletir.<sup>6</sup>



**Şekil 4.Uzayda Bulunan Uydu Görüntüsü**

### **1.1.3.2. Kontrol Bölümü**

Kontrol Bölümü; Ana kontrol istasyonu, yer antenleri ve izleme istasyonlarını içeren İşletim Kontrol Sistemi'nden meydana gelmektedir. Tüm GPS uyduları dünya

<sup>6</sup> Kızıllarlan, M. (2014) "Gps-Ppp Ve Gps/Glonass-Ppp Yöntemlerinin Konum Belirleme Performansının Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri teknoloji Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, s.6

üzerinde uygun dağılmış, çok hassas saatlerle donatılmış, konumu iyi bilinen 6 sabit izleme istasyonundan (Hawaii, Colorado Springs, Cape Canaveral, Ascension, Diego Garcia, Kwajalein) izlenmektedir (Kahveci ve Yıldız, 2001).

Bu istasyonların amaçları;

- a) Günlük olarak uyduların verimli ve doğru biçimde çalışmalarının sağlanması,
- b) Toplanan verilerin irdelenmesi ile uydu yörüngelerinin belirlenmesi,
- c) Uydu saati düzeltmelerinin hesaplanması,
- d) Yeni hesaplanan yörünge saat düzeltmesi gibi bilgilerin uydulara yüklenmesidir.

Ana Kontrol İstasyonu ise, tüm sistemin kontrolünden, her bir uydu için uydu efemeris bilgilerinin ve saat düzeltmelerinin hesabından sorumludur.<sup>7</sup>

### **1.1.3.3. Kullanıcı Bölümü**

Kullanıcı bölümü yerdeki alıcılardır. Çeşitli amaçlarla GPS kullanarak yerini belirlemek isteyen herhangi bir kişi, sistemin kullanıcı bölümüne dahil olur. Bu bölüm kullanıcılara sunulan uygulamaya ait donanım ve hesaplama tekniklerinin geniş bir aralığını tanımlar. Gerek askeri gerekse sivil kullanıcılar için teknolojinin gelişmesi ile beraber büyük bir ilerleme göstermiştir. Genel olarak her türlü amaç için farklı duyarlılıkları olan uygun donanımlı GPS alıcıları (receiver) bu bölümü oluşturur. Bir GPS alıcısı; algılayıcı (sensor), kontrol ünitesi, alıcı anteni ve güç kaynağından oluşur. Ölçü sırasında;

- a) Anlık faz farkı ölçüleri (data, ham ölçüleri)
- b) Yayın efemerisi bilgileri (uydu yörünge bilgileri)
- c) Atmosferik bilgiler (iyonosfer ve troposfer bilgileri)
- d) Mesaj bilgileri(anten yüksekliği ve nokta bilgileri) elde edilir. <sup>8</sup>

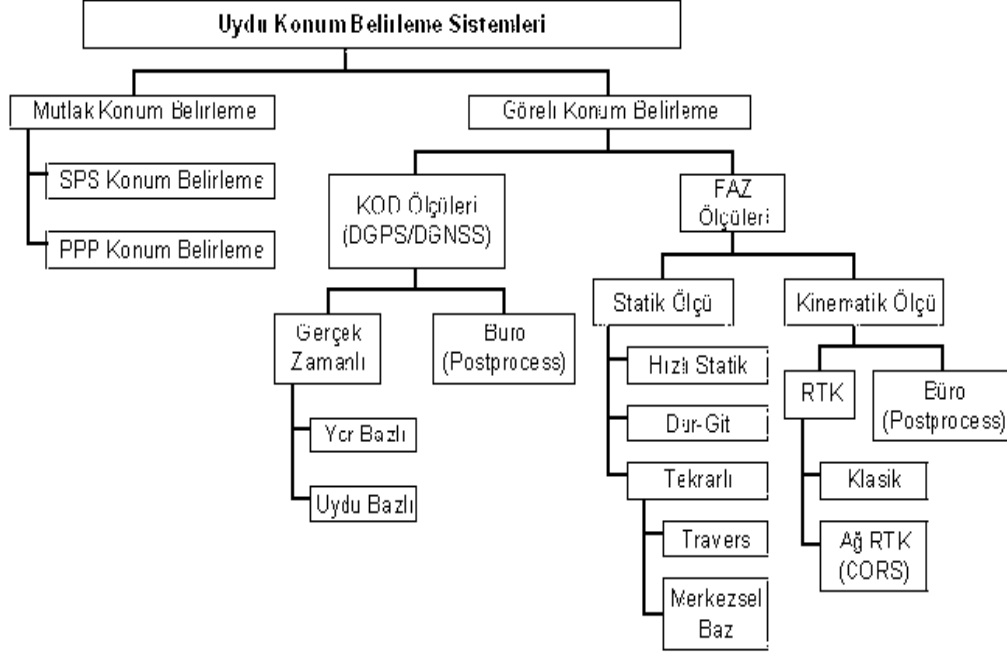
---

<sup>7</sup> Pektaş, F. (2010) “Tusaga Aktif – İSKİ UKBS Ağlarının Yerel Ölçekte Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.5

<sup>8</sup> <https://tr.wikipedia.org/wiki/GPS>

## İKİNCİ BÖLÜM

### UYDU KONUM BELİRLEME YÖNTEMLERİ



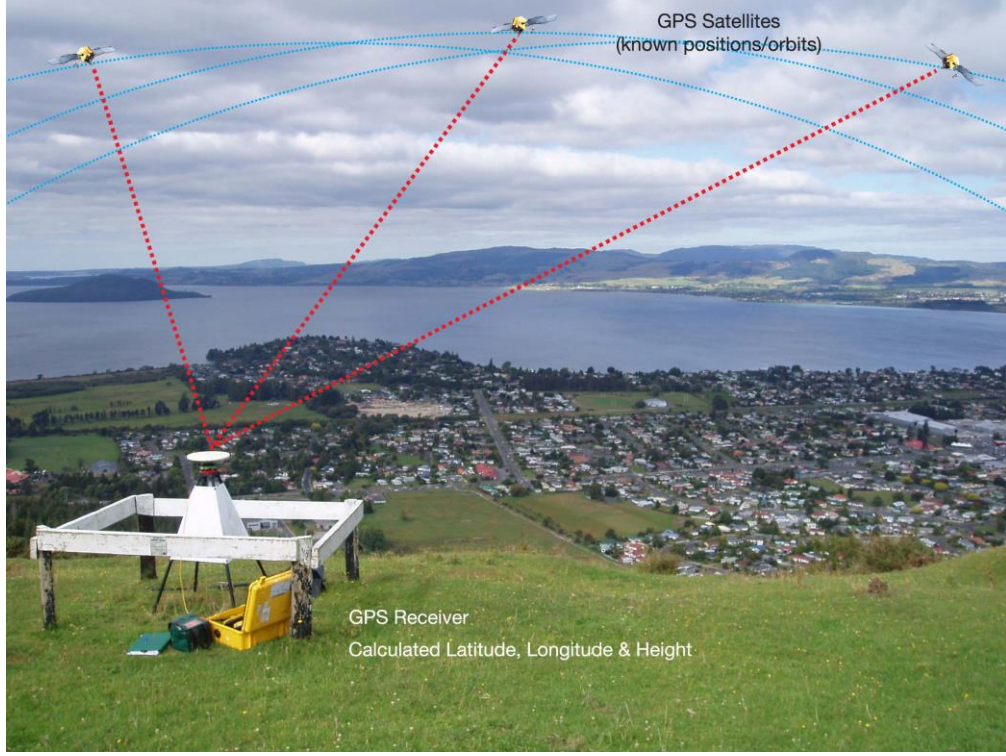
Şekil 5. GNSS ile konum belirleme yöntemleri. <sup>9</sup>

Uydu konum belirleme yöntemleri Şekil 5’te görüldüğü üzere iki ana başlık ve bunların alt başlıkları olarak incelenmiştir.

#### 2.1. Mutlak Konum Belirleme

Mutlak konum belirlemede, tek bir alıcı ile en az 4 adet uyduya eş zamanlı gözlem yapmak suretiyle, alıcının kurulduğu noktanın koordinatları belirlenir. Alıcılar uydu koordinatlarını navigasyon mesajının içeriğinden sağlarlar. Ayrıca uydu ile olan mesafelerini C/A kod ya da P kod gözlemleri ile belirlerler. Mutlak konum belirleme yönteminde doğruluk; modellenmeyen hataların etkisinden dolayı sınırlanmaktadır. Bu yüzden yüksek duyarlık beklenmeyen konum belirlemelerde genellikle kullanılmaktadır. Mutlak konum belirleme iki farklı kullanıcı seviyesinde hizmete sunulmaktadır.

<sup>9</sup> Yüksel, H. (2015) “Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.5



**Şekil 6. Mutlak konum belirleme yöntemi.**<sup>10</sup>

### **2.1.1 SPS (Standard Positioning Service) Konum Belirleme**

SPS konum belirleme, tek bir alıcıda toplanan C/A kod kullanılarak navigasyon amaçlı çözüm elde edilir. Yatay düzlemde yaklaşık 100 m ve düşey düzlemde yaklaşık 156 m civarında doğruluklar sağlanmaktadır. SPS' nin düşük doğruluk sağlamasının en önemli nedeni SA (Selective Availability) yani seçimli doğruluk erişiminin kullanılmasından kaynaklanmaktaydı. Seçimli doğruluk erişiminin kaldırılmasından sonra SPS ile yaklaşık on kat daha hassas çalışma imkânı doğmuştur.<sup>11</sup>

### **2.1.2. PPP (Precise Point Positioning) Konum Belirleme**

Bu yöntem yardımıyla fark alınmamış kod ve/veya taşıyıcı faz ölçüleri de kullanılarak tek bir alıcı ile cm mertebesine varan oldukça yüksek doğruluklarda nokta konumları belirlenebilmektedir. Yöntemden elde edilebilecek doğruluk değerleri, kullanılan veriye (kod/faz, tek frekans/çift frekans) ve ölçme süresine bağlı olarak santimetre ile metre arasında değişmektedir. Tek frekanslı alıcılarla toplanan

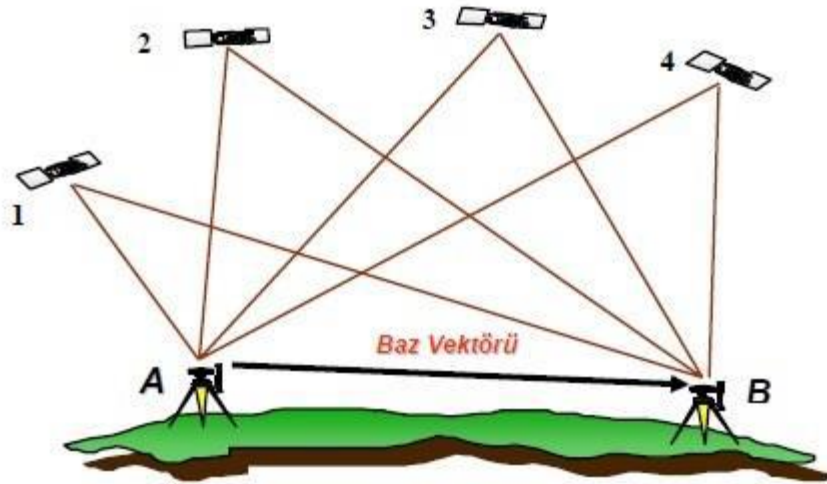
<sup>10</sup> <http://www.icsm.gov.au/mapping/surveying4.html>

<sup>11</sup> Yüksel, H. (2015) "Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.6

verilerin değerlendirilmesiyle metreler seviyesinde konum doğruluğuna ulaşılabılırken, çift frekanslı alıcılarda santimetre ile desimetre mertebesinde doğruluklar elde edilmektedir.<sup>12</sup>

## 2.2. BAĞIL (RÖLATİF/GÖRELİ) KONUM BELİRLEME

Bağlı konum belirleme yönteminde, iki veya daha fazla GPS alıcısı eş zamanlı olarak aynı uydulara gözlemler yaparak konumlarını belirler. İki alıcıdan bir tanesi referans olarak seçilir ve sabit duran bu alıcının bulunduğu noktanın koordinatlarının hassas olarak bilinmesi gerekmektedir. Gezici olarak bilinen diğer alıcının koordinatları bilinmemektedir. Gezici alıcının koordinatları, eş zamanlı olarak ölçüm yapan alıcıların kayıtlarının çözümlenmesi ile belirlenir. Gezici alıcının sabit olarak beklemeye zorunluluğu yoktur, uygulanmakta olan GPS konumlama yöntemine göre değişkenlik gösterir.<sup>13</sup>



Şekil 7. Bağlı konum belirleme yöntemi.

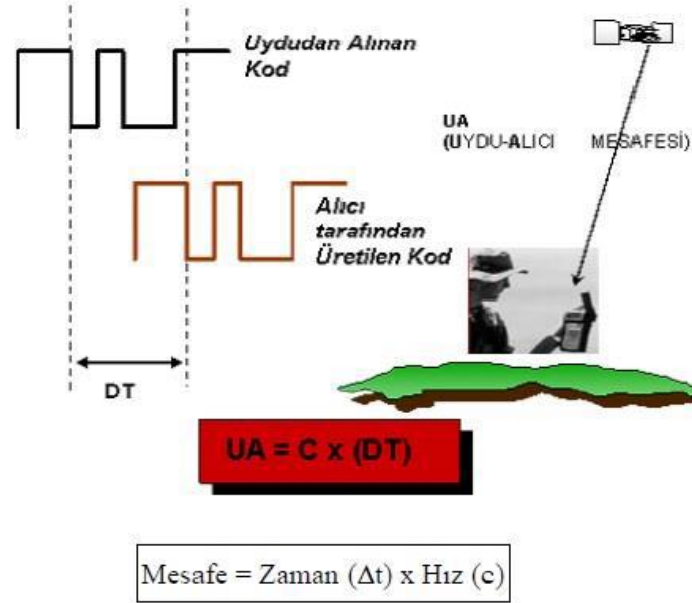
### 2.2.1. Kod Ölçüleri (DGPS/DGNSS)

Uydudan yayınlanan sinyalin alıcıya ulaşması ile arada geçen zamanın ışık hızı (c) ile çarpılmasıyla elde edilen uydu-alıcı arası uzaklıktır. Uydudan yayınlanan sinyal alıcıya ulaştığında, alıcı aynı şekilde bir PRN kod (Pseudo Random Noise – Yalancı Düzensiz Gürültü) üretir. Her iki PRN kodu maksimum korelasyon

<sup>12</sup> Yüksel, H. (2015) “Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.7

<sup>13</sup> Yüksel, H. (2015) “Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.7

sağlanıncaya kadar kaydırılır ve karşılaştırılır. Bu işlem sonucunda arada geçen zaman bulunmuş olur.<sup>14</sup>



**Şekil 8. Kod ölçümü**

### 2.2.1.1. Gerçek Zamanlı Konum Belirleme

Differential Global Positioning System (DGPS) tekniği, GPS tekniği ile elde edilen konum verisinin doğruluğunu artırmak, GPS'in hata kaynaklarının bir kısmını gidermek ve bir kısmının etkisini azaltmak için uygulanan bir yöntemdir. Uydu hataları iyonosferik ve troposferik gecikmeler, multipath, alıcı saat hatası, yörünge hataları, uydu sinyal doğruluğunun ABD Savunma Bakanlığı'nca azaltılması olarak bilinen ve 1 Mayıs 2000 tarihinde uygulamadan kaldırılan Selective Availability (SA), hata kaynaklarından bazılarıdır. DGPS tekniğinde referans ve gezen alıcı arasındaki korelasyonlu hataların giderilmesi ya da en aza indirilmesi söz konusudur. DGPS' in temelinde, belli bir alan içerisindeki nokta konum hatalarının birbirine benzer olduğu düşüncesi yatar. Yüksek performanslı alıcılara, koordinatları bilinen noktalarda yapılan GPS ölçüleri kullanılarak hatalar belirlenir ve konumu aranan noktalara düzeltme olarak getirilir.<sup>15</sup>

#### 2.2.1.1.1. Yer Bazlı DGPS

Bu sistemde çok küçük bir alanda (örneğin genelde havaalanı çevresinde) birkaç

<sup>14</sup> Yüksel, H. (2015) "Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.8

<sup>15</sup> Yüksel, H. (2015) "Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.8

referans istasyonu kurulur. Bu istasyonlarda kaydedilen uydu sinyalleri yardımıyla hesaplanan ham uydu-alıcı uzaklıkları kontrol ve hesap merkezine gönderilir. Kontrol ve hesap merkezinde çok sayıdaki ham uydu-alıcı arasındaki uzaklıklar kullanılarak her bir uyduya olan düzeltmeler hesaplanır. Bu merkezde ayrıca sistem güvenilirliği izlenir ve her bir uyduya ilişkin parametrelerde hesaplanır. Hesaplanan bu parametrelerle sinyal sürekliliği belirli bir uydu geometrisi ve doğruluk seviyesinde kullanıcının isteğine göre belirlenebilmektedir.<sup>16</sup>

#### **2.2.1.1.2. Uydu Bazlı DGPS**

Bu sistemde çok sayıda referans istasyonu geniş bir coğrafi alana dağılmış durumdadır. Bu referans istasyonları herhangi bir haberleşme kanalıyla (internet, uydu, vb.) kontrol merkezine bağlanmaktadır. Burada, her bir referans istasyonu görebildiği tüm uydulara ilişkin verileri toplar, sinyal kalite kontrol işlemlerini yapmayı takiben bu verileri koordinatları yüksek doğrulukla bilinen kontrol merkezine gönderir. Kontrol merkezinde tüm referans istasyonlarından gelen veriler kullanılarak geniş coğrafi bölgede gözlenen her bir uyduya ait kod ölçüleri düzeltmeleri ve kapsama alanındaki belirli grid aralıklarındaki iyonosferik gecikme miktarları hesaplanır. Daha sonra kullanıcıya gönderilen bu düzeltme değerleri yardımıyla, ölçü anındaki uydu geometrisi ve kullanıcı koordinatlarından yararlanılarak her bir uydu-alıcı mesafesine olan iyonosferik düzeltme kullanıcı tarafından hesaplanır.<sup>17</sup>

#### **2.2.1.2. Büro (Post-Process)**

Bazı DGPS uygulamaları, hassas konuma anında gereksinim duymayabilir. Sabit alıcılar tarafından her bir uydu için hesaplanan düzeltme değerleri ve gezici alıcılar tarafından hesaplanan kendi konumları veya doğrudan GPS ölçü değerleri kayıt edilir. Bu veriler, sonradan, referans istasyonda, gezici istasyonun ölçüm yaptığı süre içerisinde kayıt edilen düzeltme verileri ile birleştirilerek, düzeltilmiş veriye ulaşılır. Post-Process DGPS' in en büyük özelliği gözlem sonrası kullanılacak bir yazılıma

---

<sup>16</sup> Yüksel, H. (2015) “Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.9

<sup>17</sup> Yüksel, H. (2015) “Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.9

gereksinim duyulmasıdır.<sup>18</sup>

### **2.2.2. Faz Ölçüleri**

Kod gözlemleri ile anında konum belirleme amacı için yeterli miktarda doğruluk sağlanabilmektedir. Bu durum pratik anlamda büyük önem taşımaktadır. Ancak, mühendislik hizmetleri için çok daha duyarlıklı sonuçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yüzden bu tür çalışmalarda faz ölçümleri kullanılmaktadır. Faz gözlemleri kullanılarak yapılan bağıl konum belirlemede genel olarak beş farklı yöntem mevcuttur. Bu yöntemler aşağıdaki başlıklar halinde açıklanmıştır.<sup>19</sup>

#### **2.2.2.1. Statik Ölçü Yöntemi**

Statik ölçü yöntemi çok yüksek doğruluk istenen ve uzun baz mesafeleri söz konusu olan durumlarda kullanılan klasik bir ölçme tekniğidir. Mevcut uydu geometrisinin başka bir ölçüm tekniğine olanak vermediği durumlarda tercih edilir. Ölçüme etki eden sistematik hataların (örn; iyonosfer ve troposfer etkisi vb.) dikkate alınması durumunda en etkin ölçme yöntemidir. İki ya da daha fazla sayıda alıcı ile en az bir saat eş zamanlı statik ölçüm yapılmalıdır.

Yerkabuğu hareketlerinin belirlenmesi gibi bilimsel amaçlı çalışmalarda ve çok uzun bazların söz konusu olduğu (plaka hareketlerinin belirlenmesi) yüksek doğruluk gereken durumlarda; ölçü süreleri en az birkaç saat olmak üzere 24 saate kadar belirlenebilmektedir. Statik yöntemle toplanmış ölçüler büroda uygun veri değerlendirme yazılımları (post-process) ile hesaplanabilmektedir. 3 adet statik ölçüm yöntemi vardır. Bunlar;

- a) Hızlı Statik Ölçüm Yöntemi
- b) Dur-Git Statik Ölçüm Yöntemi
- c) Tekrarlı Statik Ölçüm Yöntemidir.

Bu ölçüm yöntemlerinden en yaygın olarak kullanan hızlı statik ölçüm yöntemi aşağıdaki şekilde irdelenmiştir.

Hızlı statik ölçü yöntemi, bir çeşit statik ölçme yöntemi olmakla beraber, baz uzunluğuna bağlı olarak kısa süreli gözlemlerle yüksek duyarlıklı sonuçların elde edilmesine olanak verdiği için, ekonomik bakımdan büyük önem taşımaktadır. Hızlı

---

<sup>18</sup> Yüksel, H. (2015) “Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.9

<sup>19</sup> Yüksel, H. (2015) “Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.10



statik ölçüm yönteminde uygun ölçü geometrisi ve sinyaldeki çok yolluluk (multipath) gibi etkilerin minimum olması gerekmektedir.

Hızlı statik ölçüm yönteminde, hızlı Başlangıç Faz Belirsizliği (BFB) çözüm tekniği kullanılır. Bu teknik ise her iki frekans üzerinde kod ve faz gözlemlerinin kombinasyonlarını kullanır. Sonuç olarak iki frekanslı alıcılar ve uygun bir uydu geometrisi gerekmektedir. Bu teknik 20 km ile sınırlandırılmaktadır ve doğruluk cm mertebesindedir.<sup>20</sup>

#### **2.2.2.2. Kinematik Ölçü Yöntemi**

Kinematik ölçü yönteminde bağıl konumlama esasına göre, bir alıcı referans noktasında sürekli sabit kalırken, diğer alıcı hareketli olarak veya rastgele seçilmiş epoklarda konum belirlemesi yapmaktadır. Burada en önemli unsur tamsayı bilinmeyeninin çözülmesidir. Bu bakımdan başlangıçta bir müddet statik ölçü yapılmalıdır. Hareketli alıcıda uydu sayısı 4'ün altına düştüğü takdirde tamsayı bilinmeyeni yeniden belirlenmelidir.

Bu yöntem genellikle kısa bazlı poligon kenar ölçümleri, nokta uygulaması, güzergâh belirlenmesi, hidrografik ölçmeler ve hâlihazır detay ölçümlerinde kullanılmaktadır. Kod ve faz ölçülerinin her ikisinin de kullanılabilirdiği bir yöntem olup, faz ölçülerinin kullanılması durumunda hassas kinematik ölçüm yöntemi, kod ölçülerinin kullanılması durumunda ise diferansiyel GPS ölçüm yöntemi (DGPS) olarak adlandırılır. Kinematik ölçüm yöntemi iki farklı şekilde kullanılabilir. Bunlar gerçek zamanlı kinematik ölçüm yöntemi ve post processing kinematik ölçüm yöntemidir.<sup>21</sup>

##### **2.2.2.2.1 Gerçek Zamanlı Kinematik ( Real Time Kinematic - RTK) Ölçü Yöntemi**

Gerçek zamanlı kinematik (RTK) ölçüm yöntemi Diferansiyel GPS ölçüm yöntemi ile prensip olarak aynıdır. Ancak bu yöntemde taşıyıcı dalga faz gözlemleri kullanılır. Bu yüzden Gerçek zamanlı kinematik (RTK) ölçüm, diferansiyel GPS' e göre daha hassas sonuçlar verir. RTK sistemi, konumu bilinen bir noktada bulunan referans istasyonu ile yeni noktaların konumunu belirleyecek olan gezici alıcılardan

---

<sup>20</sup> Yüksel, H. (2015) “Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.10

<sup>21</sup> Yüksel, H. (2015) “Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.12

oluşur. Gezici alıcılar faz gözlemleri gerçekleştirilmesi ve referans istasyonlarından gelen düzeltme verilerini alması sonucu, gezici alıcının konumunu anlık olarak belirler. Bu yöntemin dezavantajı referans istasyonu ile gezici alıcı arasındaki mesafeye bağımlılık (yaklaşık 10-15 km) ve hassas sonuç alınabilmesi için en az 5 uydudan sinyal alınması zorunluluğu mevcuttur.

Gerçek zamanlı kinematik (RTK) ölçü yöntemi Klasik (Standart) RTK ve Ağ-RTK olarak iki farklı yöntemde kullanılmaktadır. Bölüm 2.4' te bu yöntemlerden detaylı olarak bahsedilecektir.<sup>22</sup>

#### **2.2.2.2.2. Post-Processing Kinematik Ölçü Yöntemi**

Kinematik yöntemde bir güzergâh tespit edilmekte ve bu güzergâh üzerinde belirli zaman aralıkları ile nokta konumları belirlenmektedir. Burada tamsayı faz belirsizliğinin çözülmesi esastır. Bu nedenle diğer alıcı gezdirilmeye başlanmadan önce faz belirsizliği bilinmeyenlerinin çözümü için yine alıcılardan biri konumu bilinen bir noktaya, diğer alıcı ise herhangi bir noktaya kurulur. Gezici alıcıdaki veriler anlık olarak değerlendirildiğinde ortaya çıkan durum RTK GNSS, verilerin daha sonra büroda GNSS yazılımları ile kinematik durumda değerlendirilmesi ise post processing kinematik olarak adlandırılır.<sup>23</sup>

### **2.3. GNSS AĞLARINDA GERÇEK ZAMANLI KİNEMATİK ÖLÇÜM YÖNTEMİ (RTK)**

Geçtiğimiz son on yılda gerçek zamanlı olarak yüksek doğruluklu konum belirlemeye yönelik önemli gelişmeler olmuştur. Burada gerçek zamanlı konumlama tanımlamasından ölçülerin yapıp referans alıcıdan verilerin arazideki (gezici) alıcıya gönderilmesi (VHF veya UHF radyo frekansları, GSM telefonları veya uydu iletişim bağlantıları aracılığıyla) ve arazide doğruluklu konumların elde edilmesi anlaşılmaktadır. Gerçek zamanlı konumlama GPS alıcısı hareketliken de mümkün olabilmektedir. Bu tür sistemlere gerçek zamanlı kinematik ya da kısaca GZK sistemleri (Real Time Kinematic - RTK) denilmektedir. Mühendislik ölçmeleri gibi zaman ve doğruluğun önemli olduğu uygulamalarda kullanımı yaygınlaşmaktadır. Diferansiyel GPS (DGPS) yöntemi ile de anlık konumlama olanağı olmasına rağmen

---

<sup>22</sup> Yüksel, H. (2015) "Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.12

<sup>23</sup> Yüksel, H. (2015) "Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.12

kod ölçülerinin kullanılması sebebiyle doğruluğu  $\pm 1-5$  m civarındaydı ve bu yüzden genellikle navigasyon amaçlı çalışmalarda kullanılmaktadır. Bu yüzden hassas konumlama isteyen mühendislik çalışmalarında tercih edilmemektedir.

Gerçek zamanlı konumlamaya yeni bir anlayış getiren RTK, taşıyıcı dalga faz gözlemlerini kullanarak santimetreler mertebesinde doğrulukla konum bilgisi elde edilebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu sayede geniş kullanım alanı bulmuş olan RTK; hâlihazır harita yapımında, imar uygulamalarında, kanal ve boru hattı projelerinde, nesne davranış belirlemede, araç takibinde, yol projelerinde, kent bilgi sistemi projelerinde, aplikasyon işlerinde v.b. hızlı ve doğru sonuçlar elde edilmesi nedeniyle sıklıkla kullanılabilir. <sup>24</sup>

Gerçek zamanlı kinematik konumlamada Klasik (Standart) RTK ve Ağ yapısında RTK olmak üzere iki farklı yöntemle sonuca ulaşılabilmektedir. Gezici alıcı tek bir referans istasyonundan gelen bilgileri kullanıyorsa Klasik (Standart) RTK ile konumlama; birden çok referans istasyonundan elde edilen bilgiler kullanılıyor ise Ağ-RTK ile konum belirleme olarak adlandırılmaktadır. <sup>24</sup>

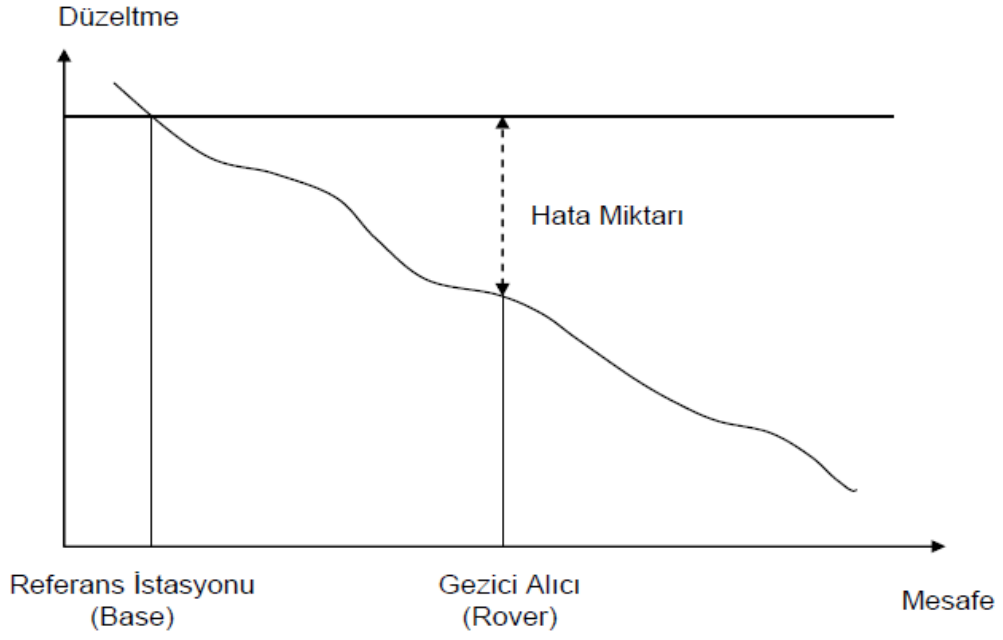
### **2.3.1. Klasik (Standart) RTK**

Klasik (standart) RTK ile konum belirleme, gezici alıcılar tarafından uydulardan kaydedilen faz gözlemlerine ve aynı anda referans istasyondan gerçek zamanlı olarak gezici alıcıya gönderilen; ham ölçü ya da düzeltme bilgilerine dayalı olarak gerçekleştirilen, hesaplamaların ise genelde gezen alıcıda yapıldığı bir konum belirleme tekniğidir. Konumu yüksek doğrulukta bilinen referans istasyonu ile bu istasyona en fazla 10-15 km uzaklıkta bulunan bir ya da daha fazla sayıda gezen alıcının olması gerekmektedir.

Tek referans istasyonu kullanılan bu yöntemde performansı ve konum doğruluğunu etkileyen en önemli etken referans istasyonu ile gezici alıcı arasındaki uzaklıktır. Referans istasyonundan uzaklaştıkça düzeltme verilerinin iletimi azalmakta dolayısıyla yörünge hatası ve atmosferik hatalar gibi konum doğruluğunu etkileyen önemli hata kaynaklarının etkisi artmaktadır. Klasik RTK tekniğinde mesafeye bağımlı hatanın grafiksel gösterimi Şekil 9'da görülmektedir.

---

<sup>24</sup> Yüksel, H. (2015) "Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.13, 14



**Şekil 9. Klasik RTK tekniğinde mesafeye bağımlı hata**

Referans istasyonu arazideki gezen alıcılara düzeltme bilgilerini herhangi bir iletişim vasıtasıyla (UHF-VHF telsizler, cep telefonu, uydu haberleşmesi vb. yöntemle) gönderir. Veri aktarma amacıyla kullanılacak telsizlerin birbirini görmesi ya da arada bir aktarıcı bulunması sistemin performansını etkileyen önemli bir gerekliliktir. Gezen alıcıda ise belirsizlik (ambiguity) çözümü ve alıcı konumunun hesabı gerçekleştirilir. Klasik RTK tekniğinde, tek referans-tek gezen alıcı arasındaki tek bazın hesabı söz konusu olduğundan fazla ölçü ve dolayısıyla kontrol bulunmamaktadır.

RTK tekniği, DGNSS tekniği gibi anlık konumlama olanağı sağlayan bir görelî konum belirleme tekniğidir. Bu iki yöntem arasında genel farkları özetleyecek olursak;

a) RTK tekniğinde faz başlangıç belirsizliği (ambiguity) çözümü yapılmadan, ölçüme başlanmaz. Ancak DGNSS' te kod ölçüleri kullanıldığı için böyle bir zorunluluk yoktur.

b) Başlangıç ölçüsü (initialization) için RTK tekniğinde en az 5 uydu gerekmektedir. Ölçüye başlandıktan sonra 4 uydu ile devam edilebilir. DGNSS tekniğinde ise iki boyutta konum (enlem, boylam) belirlenecek ise ve/veya metre üstü doğruluk isteniyorsa en az 3 uydu, üç boyutta konum belirlenecekse ve/veya metre altı doğruluk isteniyorsa en az 4 uydu gerekmektedir.

c) RTK uygulamalarında çift frekanslı alıcılar kullanılmalıdır. DGNSS uygulamalarında ise tek frekanslı alıcılar yeterli olmaktadır.

d) RTK ile cm mertebesinde doğruluk elde edilirken DGNSS tekniğinde metre ya da desimetre mertebesinde doğruluk elde edilir.

e) RTK tekniğinde en fazla 10 km yarıçapında bir bölgede referans alıcısı olmalıdır. DGNSS' de ise bölgesel ya da global yayın yapan servisler (radio beacon, uydular vb.) mevcuttur. Başka bir ifadeyle, gerek DGNSS gerekse RTK tekniğinde elde edilecek doğruluk, referans istasyonu ile gezen alıcı(lar) arasındaki uzaklığa bağlı olarak (atmosferik etkiler ve yörünge doğruluğu nedeniyle) değişmektedir. DGNSS sisteminde bu uzaklığın birkaç yüz km' yi, RTK' da ise 10-15 km' yi geçmemesi hedeflenir.

Klasik (standart) RTK ölçümü anlık konumlamada etkin bir yöntem olmasına rağmen tek bir referans istasyonundan sınırlı uzaklıkta ölçüm yapılabilmesi, referans istasyonuna alıcı kurulumunda oluşabilecek potansiyel hatalar (atmosferik hatalar vb.), iletişim, güç kaynağı gibi nedenlerden dolayı sınırlamalar bulunmaktadır. Bu nedenle Ağ RTK tekniği araştırılmış ve geliştirilmiştir.<sup>25</sup>

### **2.3.2. Ağ RTK Tekniği**

Klasik RTK tekniğinde tek referans istasyonu ile çalışılmasından dolayı bazı kısıtlamalar mevcuttur. Klasik RTK' daki bu kısıtlamaları ortadan kaldırmak ve bu tekniğin daha güvenilir ve doğru sonuçlar vermesini sağlamak için çok sayıda referans istasyonu kurulması düşüncesi ortaya çıkmıştır. Ağ yapısındaki ölçülerde çok sayıda noktada tekrarlı gözlemler yapılmakta ve hatalardan arındırılmış ölçüler ile ağ dengelemesi yapılmaktadır. İstatistik analizlerle kaba hatalı ölçüler ayıklanır ve sistematik etkiler daha iyi modellenir. Bu sayede yüksek doğruluklu ve güvenilir koordinatlar elde edilmektedir.

Ağ RTK sisteminde hesaplanan düzeltmeler, jeodezik ağ yapısına sahip, sürekli gözlem yapan sabit GNSS ağlarına dayalı olarak hesaplanmaktadır. Böylece gezici alıcının olduğu bölgeyi kapsayan ağ noktalarından yararlanılarak, atmosferik etkilerin neden olduğu hatalar ve yörünge hatası gibi hata kaynakları modellenerek elimine edilmekte ve 100 km baz mesafesine varan uzunluklarda cm mertebesinde

---

<sup>25</sup> Yüksel, H. (2015) “Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.14-16

konum doğruluğuna ulaşmak mümkün olmaktadır.

Ağ-RTK tekniğinin standart RTK tekniğine göre bir üstünlüğü de saniyeler mertebesinde bir süre içerisinde gerçekleşen faz belirsizliği (ambiguity) çözümü örnek verilebilir. Hata kaynakları çok sayıdaki referans istasyonu verilerinden yararlanarak yüksek doğrulukta modellendiği için geriye kalan tek bilinmeyen olan faz belirsizliği, yüksek güvenilirlikte ve kısa sürede çözülebilmektedir. Çözümde daha fazla uydu kullanılırsa, bulunan belirsizlik oranı doğruluğu daha yüksek ve çözüm daha hızlı olur.

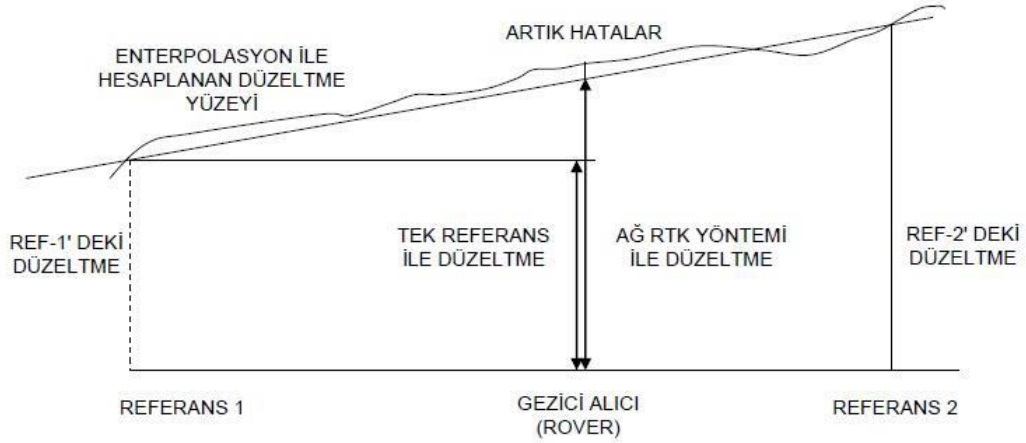
Ağ-RTK tekniğinin klasik RTK' ya göre üstünlüklerini özetleyecek olursak;

- a) Tek anlamlı ve homojen bir koordinat sisteminde ölçü yapılmaktadır,
- b) Uzaklığa bağlı ölçeklendirme sorunu ortadan kalkmıştır,
- c) Tüm ağ için oluşturulan atmosferik (iyonosfer ve troposfer) modelden yararlanılarak, her bir ölçü noktası için gerekli düzeltmeler enterpole ile hesaplanabilmektedir,
- d) Yüksek kalitede sonuçlar elde edilmektedir,
- e) Etkin ve performansı yüksektir,
- f) Veriler ülke uzay referans datumunda (örn; ITRF, WGS84 vb.), sürekli, gerçek zamanlı ve arşivlenerek sağlanmaktadır,
- g) Hizmet sunumu söz konusudur,
- h) Referans istasyonları bir kere kurulmaktadır,
- i) Modellenen ağda kullanıcılara sağlanan doğruluk seviyesi sabittir.

Şekil 10' da, Ağ RTK tekniğine temsilen verilen grafikte görüldüğü gibi 2 referans istasyonunda hesaplanan düzeltmelerin, alıcının bulunduğu konuma göre enterpolasyonu yapıldığında, sonucun klasik RTK tekniğine göre daha doğru sonuçlar verdiği görülmektedir. Ağ RTK tekniğinde referans istasyonlarına ait gözlemler kullanılarak ağ düzeltmeleri hesap merkezinde hesaplanmakta ve kullanıcılara (gezici alıcılara) çeşitli iletişim teknikleriyle gönderilmektedir.<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup> Yüksel, H. (2015) "Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.16-17



**Şekil 10. Ağ RTK yönteminde düzeltmelerin interpolasyonu**

### 2.3.3. Ağ RTK Verisi Aktarma Yöntemleri

Veri protokolleri, kullanıcıya verilerin hangi düzende ve formatta iletileceğini belirleyen standarttır. Uygulama sırasında yapılan çalışmaya uygun olmayan protokol seçilmesi eksik veri elde edilmesine neden olabilir. Bu yüzden veri protokolleri büyük önem arz etmektedir. Sabit GNSS ağlarının kurulmasıyla beraber; elde edilen veriler telsiz (radyo modem), uydu kanalıyla, internetle diğer kullanıcılara servis edilmesi GNSS tabanlı standart veri formatı oluşturulmasını sağlamıştır. Gerçek zamanlı bir veri aktarma protokolü olmamasına rağmen RINEX formatı, en sık kullanılan standart veri formatına örnek olarak verilebilir.

Günümüzde GNSS alıcısı üreten firmalar genelde kendi özel formatlarını (binary) kullanmaktadır (Örn; TOPCON TPS, JAVAD JVS, TRIMBLE CMR vb.). Bununla birlikte tüm kullanıcılara açık olan firma protokolleri ile uluslararası protokoller de mevcuttur. Veri aktarma protokollerini üç ana başlık altında inceleyebiliriz. Bunlar;

- a) Üretici firma tanımlı protokoller,
- b) İnternet protokolleri,
- c) Uluslararası standart protokoller.

### 2.3.4. Ağ RTK Verisi Aktarma Yöntemleri

Ağ RTK tekniğinde; tüm bölgeyi ağ yapısı ile kapsayan, koordinatları hassas olarak bilinen sürekli gözlem yapan sabit referans istasyonları sayesinde tüm hata kaynakları (uydu saat hataları, uydu yörünge hatası, atmosferik gecikmeler, yansıma kaynaklı hatalar ve anten faz merkezi hatası gibi) ağ genelinde ele alınmakta ve

modellenmektedir. Sabit istasyonların kontrol merkezinde hesaplanan düzeltme verileri, gezici alıcılara gerçek zamanlı ve sorunsuz olarak aktarılmaktadır. Ağ RTK uygulamalarında kullanıcılara düzeltme gönderilmesinde kullanılan yöntemler gözlem uzayının modellenmesini sağlamaktadır. RTK ağ düzeltmelerinin gözlem uzayında modellenmesi, referans istasyonlarında hesaplanan düzeltmelerin gezen alıcılar tarafından kullanılması ile gerçekleştirilir.<sup>27</sup>

#### **2.4. GERÇEK ZAMANLI SABİT GNSS (CORS) AĞLARI**

GNSS sistemindeki gelişmeler gerçek zamanlı sabit referans istasyonlarının kurulmasını ve kullanıcılara kesintisiz hizmet sağlanmasını olanaklı kılmıştır. Böylece, kullanıcının tüm alıcılarını gezen alıcı olarak kullanabilmesinin yolu açılmış, bu da zaman ve maliyet açısından önemli ölçüde tasarruf sağlamıştır. Ağ tabanlı bir konum belirleme sistemi olan Gerçek Zamanlı Sabit GNSS (RTK CORS) ağlarının kurulmasındaki esas amaç uzaklığa bağlı olarak değişim gösteren hataların (iyonosfer, troposfer, yörünge, vb.) giderilmesidir.

Klasik RTK' da tek bir referans istasyonuna bağımlılık sorunu ağ yapısındaki CORS RTK sayesinde ortadan kalkmış olup, çok sayıda referans istasyonu verilerinden yararlanması sayesinde bölgeye ilişkin atmosferik modelleme yapılabilmektedir. Bu modelleme sayesinde GNSS ölçülerini etkileyen en önemli hata kaynağı olan iyonosferik ve troposferik hatalar minimum seviye indirgenmiş olmaktadır. Klasik RTK' da referans istasyonundan düzeltme verileri alıcılara radyo modem vasıtasıyla aktarılmakta iken, CORS RTK' da ise sürekli gözlem yapan sabit istasyonlardan düzeltme verileri GSM/GPRS iletişim yöntemleri ile internet yoluyla alıcılara anlık olarak RTCM formatında aktarılmaktadır. CORS istasyonları aynı zamanda kontrol merkezinde data kaydı da yapmaktadır. Statik ölçülerde kullanılmak üzere sabit istasyon noktalarına ait RINEX veriler kontrol merkezinde yayında olan bir web sayfası üzerinden kullanıcılara sunulmaktadır.

CORS ağlarının GNSS kullanıcılarına sağladığı faydaları özetleyecek olursak;

a) Ağ yapısında modelleme (atmosfer, yörünge vb. hata kaynakları) yapıldığı için tek noktada mutlak konum belirleme (SPP) ve tek sabitten RTK ölçülerine göre çok daha yüksek doğruluk sağlamaktadır.

---

<sup>27</sup> Yüksel, H. (2015) “Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.18



b) Tek bir referans istasyonu yöntemine göre çok daha geniş bir kapsama alanı kullanıcıların hizmetine sunulduğundan sistem sürekliliği sağlanmaktadır.

c) Tek bir gezen alıcı ile etkin çalışmalar yapılabilir. Gerektiğinde referans istasyonlarından bile gezen alıcı gibi yararlanılabilir.

d) Yapılan ölçüler sonucu elde edilen koordinatlar belirli bir datumda ve kurumsal standartlar dahilinde olacağından sonuç ürünler mutlak doğrulukta olacaktır.

e) Ölçüler kaba hatalardan ayıklandığı, hata kaynakları en iyi şekilde modellendiği ve hesaplamalarda en uygun geometrisi seçildiği için sistem güvenilirliği yüksektir.

f) Her gereksinim duyan kurum ve kuruluş tarafından ayrı bir kurulmasını önlediği ve tüm kullanıcıların tek bir yatırımla oluşturulmuş ağdan yararlanmalarını sağladığı için maliyet düşürücü bir sistemdir.

Günümüzde, özellikle uzay teknikleri, sayısal teknikler ve bilgisayardaki baş döndürücü gelişmeler coğrafi bilgi ve belge üretimine de yansımış, kalkınma amaçlı olarak bugüne kadar kullanılan coğrafi bilgi ve belgelerin üretim yöntemleri ile bunlardan beklenen doğruluklar da değişmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin temelini oluşturan geometrik ve öznitelik bilgilerinin söz konusu modern teknikler kullanılarak yüksek duyarlılıkta güvenilir olarak belirlenmesi ve bu bilgilerin Ülke Temel Jeodezik Ağlarına dayalı olarak elde edilmesi gerekmektedir. Bunun için ülke yüzeyini yeterli sıklıkta kaplayan üç boyutlu koordinatları istenen doğrulukta belirlenmiş noktalardan oluşan ve uydu tekniklerine dayalı bir temel jeodezik ağı gereksinim bulunmaktadır. Bu amaçların gerçekleştirilmesi doğrultusunda Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA) projesi tasarlanmıştır. Ancak TUTGA'nın pasif bir ağ olması ve gerçek zamanlı uygulamalarda fayda sağlayamayacağı ya da gerçek zamanlı aktif sabit bir GNSS ağının tüm talepleri karşılayabileceği düşüncesiyle TUSAGA-AKTİF (CORS-TR) projesi gündeme gelmiştir.<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> Yüksel, H. (2015) “Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.34, 35

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### TUSAGA-AKTİF (CORS-TR)

#### 3.1.TUSAGA-AKTİF SİSTEMİ

“Sürekli Gözlem Yapan GNNS 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. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü ile Harita Genel Komutanlığı’nca müşterek olarak işletilen sistem, 15 Haziran 2011 tarihine kadar test amacıyla ücretsiz olarak işletilen sistem, bu tarihten itibaren Bakanlıklar Arası Harita İşlerini Koordinasyon ve Planlama Kurulunca belirlenen Birim Fiyatlar üzerinden ücretli olarak işletilmektedir.

##### 3.1.1. TUSAGA-Aktif Sistemi Yapısı

TUSAGA-Aktif Sistemi; TKGM ve HGK’ da bulunan 2 adet kontrol merkezi ile 4 adet sabit GNSS istasyonu Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyetinde olmak üzere 146 adet Sabit GNSS istasyonlarından oluşmaktadır.

##### 3.1.2.TUSAGA-Aktif Sistemi Çalışma Prensipleri

Sürekli Gözlem Yapan Referans İstasyonları’nın İngilizce kısaltması olan CORS (Continuously Operating Reference Stations) kelimesi birçok ülke tarafından yaygın olarak kullanılmakta olup uluslararası literatürde yerini almıştır. CORS sisteminde, tüm ülkeyi kaplayan koordinatları bilinen referans istasyonlarına yerleştirilen GNSS alıcılarının gözlemleri, bir kontrol merkezine ADSL 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

TUSAGA-Aktif sisteminin işletilmesi ve düzeltme parametrelerinin hesaplanması da TKGM ve HGK’ da kurulan kontrol 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 (Internet Protokolü Üzerinden RTCM Verisinin Ağ Dağıtımı) vasıtalarından biri veya birkaçı yardımıyla gezici alıcılara yani TUSAGA-Aktif kullanıcılarına gönderilmektedir.

TUSAGA-Aktif istasyonlarının yerlerinin seçiminde zemin yapısı, elektrik, telefon, internet 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 GNSS istasyonları ile kontrol merkezleri arasındaki iletişim öncelikli olarak ADSL üzerinden sağlanmaktadır. Ayrıca, ADSL hattında meydana gelebilecek veri kesikliklerinde yedek olarak; mevcut bir Router ile GPRS modem devreye girer 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 NTRIP formatında, GPRS üzerinden aktarılmaktadır. Bu şekilde tek frekanslı bir GPS alıcısı DGPS verisini kullanarak metre altı hassasiyette, çift frekanslı bir GNSS alıcısı ise RTK verisini kullanarak santimetre hassasiyetinde konum belirlemektedir.

### **3.2. TUSAGA-AKTİF SİSTEMİ SABİT GNSS İSTASYONLARI**

Türkiye koşullarında sabit istasyon noktalarının yer seçimi ve kurulması için, en uygun mesafenin 100 km’nin altında olması ve lojistik desteğin sağlanabileceği yerler olmasına dikkat edilmiştir. Bu kriterlere göre Türkiye’de ve KKTC’de toplam 146 adet TUSAGA-Aktif istasyonu yeri belirlenmiştir. Belirlenen istasyon yerleri Şekil 11’de gösterilmiştir.

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

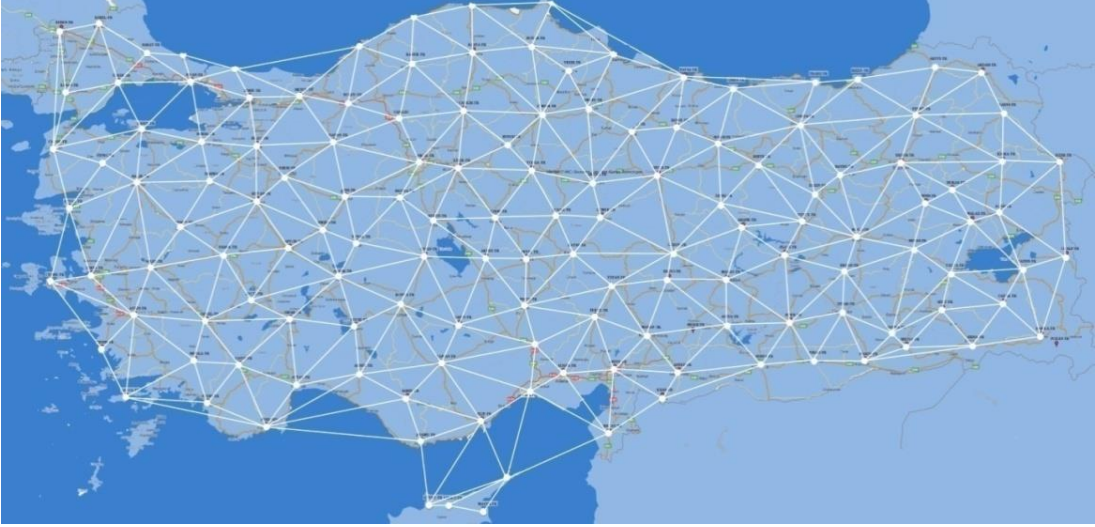
Toprak zeminde beton yer pilyesi,

Çatı ve teraslarda büyük çaplı, galvaniz kaplı çelik pilyeler.

Ülke genelinde inşa edilen 146 adet pilyenin boyutlarına göre dağılımları şöyledir:

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

2 m uzunluğundaki beton pilye örneği Şekil 12’de; 3 m uzunluğundaki galvaniz kaplı çelik boru pilye örneği Şekil 13’de ve 3 m uzunluğundaki galvaniz kaplı çelik boru pilye örneği de Şekil 14’de verilmiştir. İstasyonlara ait kabinet içeriği Şekil 15’de verilmiştir.



**Şekil 11. TUSAGA-Aktif İstasyonları (146 İstasyon, 80-100 km mesafelerde)**



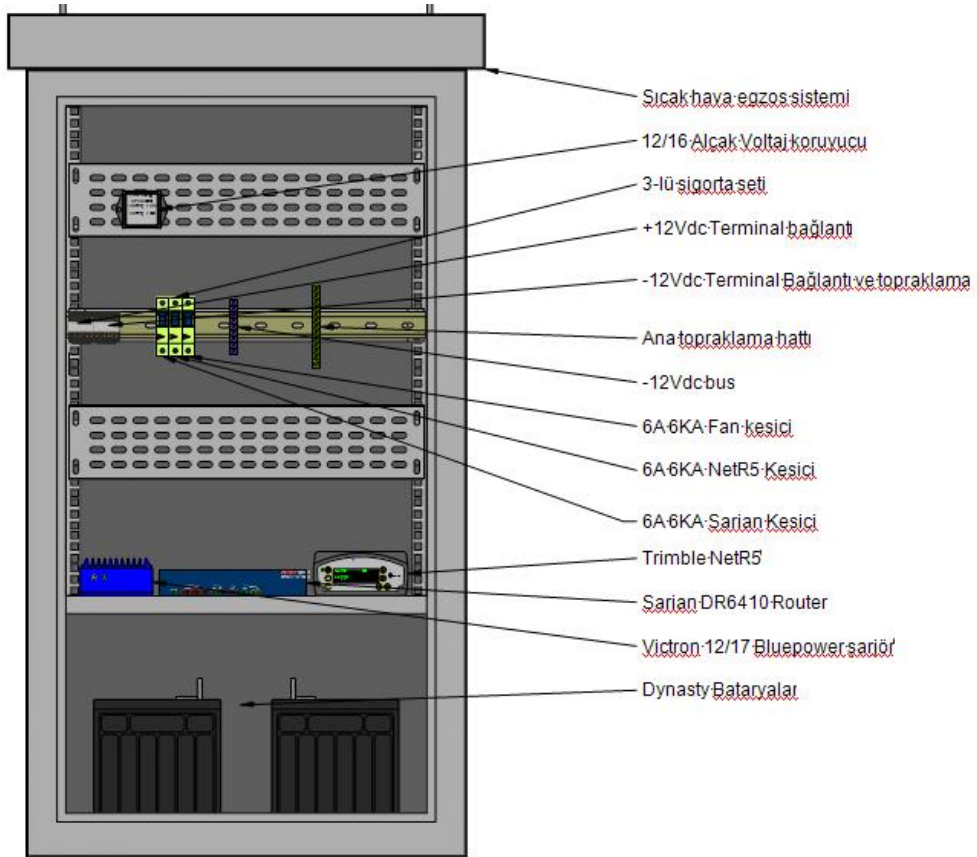
**Şekil 12. Iğdır İstasyonu**



**Şekil 13. Diyarbakır İstasyonu**



Şekil 14. Viranşehir İstasyonu



Şekil 15. İstasyon kabinetleri

### 3.3. TUSAGA-AKTİF KONTROL MERKEZİ

TUSAGA-Aktif Projesi kapsamında Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Harita Dairesi Başkanlığında ve Harita Genel Komutanlığında bulunan 2 adet kontrol merkezi kurulmuştur. Tüm TUSAGA-Aktif sabit istasyon verileri, otomatik olarak bu merkeze iletilmekte ve burada yapılan CORS ağ hesapları ve düzeltmeler buradan kullanıcılara ulaştırılmaktadır.

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

- a) Tüm NetR5 referans istasyonlarına bağlantı ve gözlemlerin transferi,
- b) CORS noktalarının koordinatlarının hesaplanması,
- c) Hataların modellenmesi, düzeltmelerin hesaplanması ve gezicilere yayınlanması,
- d) RTK hizmetleri,
- e) Web hizmetleri,
- f) Gezicilerin izlenmesi,
- g) Verilerin depolanması ve diğerleri

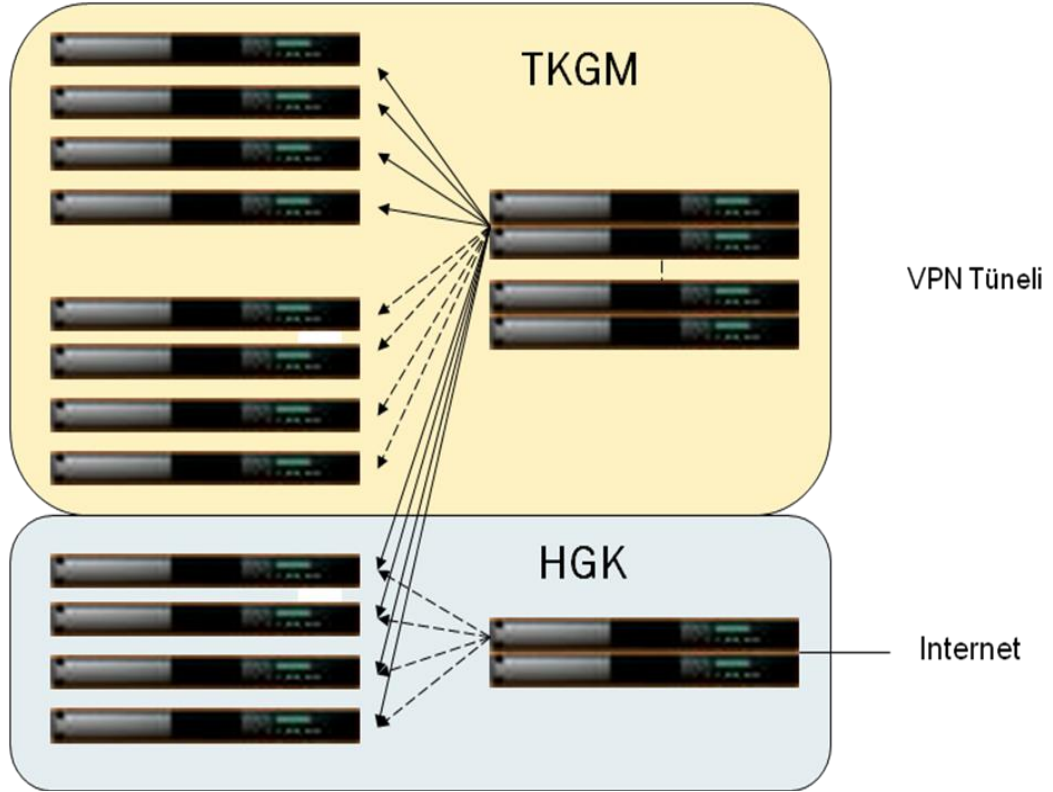
Kontrol merkezi yazılımı 'Trimble VRS SW' tarafından sağlanmıştır. Bu yazılım 250 NetR5 referans istasyonu için tasarlanmış olup GPSNet, RTKNet, Webserver, Rover Integrity, Coordinate Monitor ve Data Storage modüllerinden oluşmaktadır. Bu yazılım, iyonosfer, troposfer, yansıma (multipath) ve yörünge düzeltmelerini hesaplayabilmekte, RTK konum belirleme amaçlı olarak FKP, VRS, MAC teknikleriyle düzeltme ve/veya koordinatları yayınlatabilmektedir.

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 Şekil 16' daki gibi 4+4 adet GPSnet sunucusu üzerinde 4+4 bölgeye bölünmüş Türkiye'deki istasyonlar çalışmaktadır. Her sunucuya ait bir yedek sunucu otomatik olarak devreye girecek şekildedir. Bu istasyonlardan 1 saniyelik saatlik ve 30 saniyelik 24 saatlik Rinex verisi toplanmakta ve kullanıcılara

sunulmaktadır. Ayrıca otomatik olarak precise efemeris verileri de sistem tarafından yüklenmektedir. Statik veri kullanımı için bir webserver yazılımı webrouter sunucusu üzerinde çalışmakta olup, kullanıcılar mevcut istasyonlar veya VRS istasyonlar için istenilen zaman 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.



Şekil 16. 4+4 Sunucu

### 3.4. TUSAGA-AKTİF KAPSAMINDA MEVZUAT ÇALIŞMALARI

TUSAGA-Aktif sistemi uygulamalarının hukuki dayanaklarının oluşturulması amacıyla mevzuat çalışmalarına da hız verilmiştir. Bu bağlamda Bakanlıklar arası Harita İşlerini Koordinasyon ve Planlama Kurulu Yönetmelikler Komisyonu tarafından TUSAGA-Aktif ile ilgili konuların Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği'ne eklenmesi konusunda çalışmalar tamamlanmış ve Yönetmelik taslağına eklenmiştir.

TUSAGA-Aktif Sistemine ait konuların da eklenerek güncellemesi yapılan, Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğinin Bakanlar Kurulu



tarafından onaylanması ve Resmi Gazete’de yayınlanması gibi hukuki süreçlerin tamamlanmasına kadar geçen sürede herhangi bir hukuki boşluk olmaması amacıyla “2010/11 sayılı Kadastral Harita Üretimi ve Kontrolü Genelge”sine TUSAGA-Aktif kullanımına ilişkin konular eklenmiştir.

Genelgenin 13’ ncü maddesinde Poligon noktalarının TUSAGA-Aktif RTK yöntemiyle nasıl üretileceği, 75’ nci maddesinde TUSAGA-Aktif RTK yöntemiyle detay noktalarının nasıl ölçüleceği ve 15’ nci maddesinde de TUSAGA-Aktif sisteminin statik verilerinin nasıl kullanılacağı açıklanmıştır.

Buna göre;

Poligon noktalarının koordinatlarının TUSAGA-Aktif sistemi dahilinde Ağ RTK yöntemiyle belirlenmesi durumunda; aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde ve farklı zamanlarda en az iki kez GNSS oturumu ile yapılır. İki oturumdan elde edilen izdüşüm koordinatları ve elipsoit yükseklikleri arasındaki farklar 7 cm' den fazla olamaz.

Düzeltilme Verileri Alınırken Kullanılabilecek Teknik: VRS, FKP ve MAC.

Belirsizlik Çözümü (Ambiguity Solution) : Sabitlenmiş (Fixed)

Uydu sayısı: En az beş adet,

Uydu Yükseklik Açısı: En az 10 derece,

Veri toplama Aralığı: 1 (Bir) saniye,

Gözlem Süresi: Her noktada en az 5 epok,

Oturumlar arası zaman: En az bir saat alınır.

Detay noktalarının TUSAGA-Aktif sistemi dahilinde Ağ RTK yöntemiyle ölçülmesi durumunda, aşağıdaki kurallara uyulur.

Düzeltilme Verileri Alınırken Kullanılabilecek Teknik: VRS, FKP ve MAC.

Belirsizlik Çözümü (Ambiguity Solution) : Sabitlenmiş (Fixed)

Uydu Sayısı: En az beş adet,

Veri Toplama Aralığı: 1 (Bir) saniye,

Uydu Yükseklik Açısı: En az 10 derece,

Gözlem Süresi: En az üç epok olmalıdır.

TUSAGA-Aktif sistemi statik verisi kullanılarak, TUTGA, C1, C2, C3, C4 derece nokta hiyerarşisine bağlı kalmaksızın ve mesafeden bağımsız olarak her dereceden C derece Yer Kontrol Noktası aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde

üretir. TUSAGA-Aktif sistemi ile yapılan hesaplamalarda hassas yörünge bilgileri kullanılır.

Uydu Sayısı: En az dört adet,

Kayıt Süresi: En az iki saat,

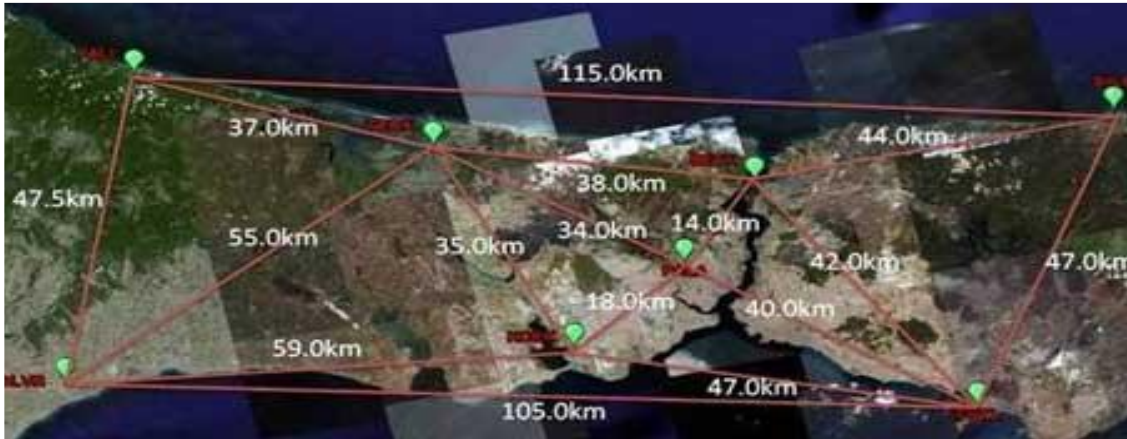
Kayıt Aralığı: 30 saniye veya daha az,

Uydu yüksekliği: En az 10 derece alınır.<sup>29</sup>

### 3.5. TÜRKİYE’DE CORS ÖRNEKLERİ

#### 3.5.1. İSKİ-UKBS Sistemi

İstanbul Büyükşehir Belediyesi kuruluşlarından olan İstanbul Su ve Kanalizasyon idaresi (İSKİ), kurum ihtiyaçlarını göz önüne alarak ve dünyadaki teknolojik kullanım imkânlarını değerlendirerek tüm İstanbul’u kapsayacak bir sistemi, öncelikle İSKİ çalışmalarında GNSS teknolojilerinin etkin ve verimli kullanıma imkân vermek ardından İstanbul’da bu veriyi kullanabilecek tüm kişi, kurum ve kuruluşların hizmetine sunulabilmek amacıyla Kasım 2008 tarihi itibari ile çalışır hale getirmiştir. İSKİ UKBS sabit istasyonları Tablo 1’ deki 8 sabit noktadan oluşmakta ve Şekil 17’ deki gibi tüm İstanbul için kapsama alanı sağlamaktadır. Sistem Amerikan GPS uyduları ve Rus GLONASS uydularını kullanarak, maksimum verimliliği arazide ölçme çalışmalarını gerçekleştirecek GNSS alıcılarına sunmaktadır.



Şekil 17. İSKİ-UKBS Sabit İstasyonları Uydu Görüntüsü

<sup>29</sup> SALGIN, Ömer, TKGM Aday Memur Eğitim Ders Notları, s. 1-7, 16-18

Nokta Numarası	Nokta 4 Karakter Adı	Tesis Adı
UKBS-01	YALI	ISTRANCA DÜZDERE BARAJI (YALIKÖY) ŞEFLİK BİNASI
UKBS-02	SLVR	YERALTI SULARI ve GÖLETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ - ÇANTA HİZMET BİNASI
UKBS-03	BEYK	ANADOLU KAVAĞI TERFİ MERKEZİ
UKBS-04	TUZZ	TUZLA İLERİ BİYOLOJİK ARITMA TESİSİ
UKBS-05	SILE	ŞİLE ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ
UKBS-06	TERK	TERKOS HAVZA KORUMA ŞEFLİĞİ
UKBS-07	KCEK	KÜÇÜK ÇEKMECE ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ
UKBS-08	PALA	İSKİ KAĞITHANE GENEL MÜDÜRLÜK

**Tablo 1. İSKİ-UKBS Sabit İstasyon Yerleri**

İSKİ sisteminde bulunan sabit istasyon noktaları uluslararası IGS noktalarına dayalı olarak hassas şekilde dengelenmiş ve kontrol merkezinde bulunan Referans istasyonu yazılımına girilmiştir. Sabit istasyon nokta koordinatları ITRF2005 datumunda olup 2005.0 epoğundadır.

#### **3.5.1.1. Kontrol Merkezi, Yazılım Özellikleri ve Yayınlanan Düzeltmeler**

İSKİ-UKBS sabit GNSS istasyonlarının kontrol merkezi yazılımı İSKİ Bilgi İşlem Daire Başkanlığı bünyesinde bulunan 2 adet Server (Sunucu)ya kurulmuştur. GNSMART Pro yazılımı kurulan birinci sunucu Data İşleme Sunucusu ve GNWEB yazılımı kurulan ikinci Sunucu Web Sunucusu olarak tasarlanmış ve çalışır hale getirilmiştir. Kontrol merkezi yazılımından ağ düzeltmeleri NTRIP protokolü ile yayınlanmaktadır. UKBS ağından NTRIP protokolü ile dünya standartlarında FKP, VRS ve MAC düzeltmeleri yayınlanmaktadır. İSKİ UKBS istasyonlarından yararlanmak isteyen kullanıcılar İSKİ Harita İşleri Müdürlüğüne başvurmak sureti ile RTK yayını kullanabilecekleri kullanıcı adı ve şifre alabileceklerdir. Düzeltmelerin kullanımı şu an için herhangi bir ücrete tabi olmaksızın İSKİ tarafından sunulmaktadır.

#### **3.5.1.2. Kullanılan Donanım**

Referans istasyonu alıcısı olarak TOPCON NET-G3 GNSS sabit istasyon alıcısı ve anten olarak üst koruyucusu Topcon tarafından özel olarak sadece hassas koordinat gerektiren ölçmeler için geliştirilen ve çevresel etkiler ile sinyal yansımalarını en aza indirecek teknolojiye sahip TOPCON CR-G3 Choke Ring

Anten kullanılmıştır. Hassas olmayan çalışmalarda anten faz merkezi değerlerinin fabrika çıkış standartlarında kullanılmasında bir hassasiyet kaybı söz konusu değildir. Ancak sürekli gözlem yapan sabit istasyonlarından elde edilecek sonuçların en yüksek hassasiyet değerlerinde olabilmesi için 8 adet Choke Ring anten Almanya da Geo++ firmasında özel olarak kalibre edilmiştir. Her bir antene ait özel kalibrasyon değerleri kaydedilmiş ve bu değerler İSKİ kontrol merkezinde çalışmakta olan kontrol merkezi yazılımına tanıtılmıştır.<sup>30</sup>

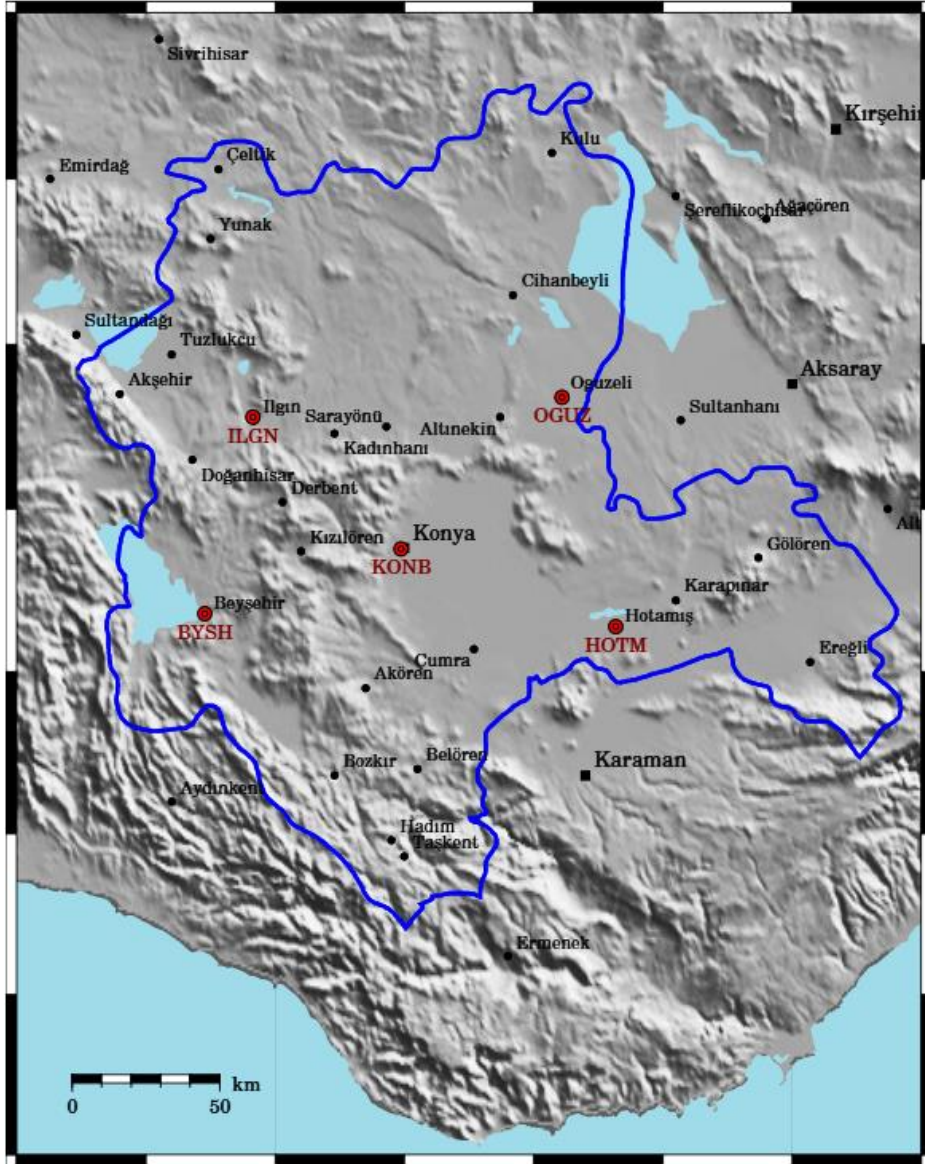
### **3.5.2. Konya Sabit GNSS Ağı ( KOSAGA)**

5216 sayılı yasa kapsamında 2 000 km<sup>2</sup>'lik yüzey alanını çevreleyen Konya Büyükşehir Belediye sınırları, 6360 sayılı yasa ile il sınırlarına genişlemiş ve yzlm yaklaşık 40000 km<sup>2</sup>'ye yükselmiştir. Konya Büyükşehir Belediye Binası üzerinde bulunan sabit GNSS istasyonu (KONB), bugüne kadar Belediye sınırları içerisindeki haritacılık ve altyapı çalışmalarında gerçek zamanlı kinematik (RTK) konum bilgisi üretmek üzere referans istasyonu olarak başarıyla kullanılmıştır. Genişleyen yeni sınırlar nedeniyle, KONB istasyonunu başlangıç (referans) alan gezici GNSS kullanıcılarından uzaklaşması durumu ortaya çıkmakta, artan uzaklığın sonucu olarak harita ve konum bilgisi üretiminde aksaklıklarla karşılaşılmaktadır. Sorunun zm için evre ilçeleri de kapsayacak ve istenen hizmeti verecek biçimde yeni sabit GNSS istasyonlarının tesis edilmesi, böylelikle Ağ RTK görevi ile çalışacak Konya Sabit GNSS Ağı (KOSAGA)'nn kurulması gündeme gelmiştir.

KONB istasyonuna ek olarak, Konya Büyükşehir Belediye Başkanlığınca Ilgın, Beyşehir, Oğuzeli ve Hotamış ilçelerine 4 yeni sabit GNSS istasyonunun kurulması ve 5 noktalı yeni ağı yönetecek kontrol merkezi sunucu bilgisayarını alımı işi ihale edilmiştir. İhaleyi alan firma şartname gereğince, şekil 18'de görülen ağı tesis etmiş ve ağı yönetecek kontrol merkezi sunucusunu çalışır duruma getirmiştir.

---

<sup>30</sup> Pektaş, F. (2010) "Tusaga Aktif – İSKİ UKBS Ağlarının Yerel lekte Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik niversitesi, s.35-38



**Şekil 18. Konya İl Sınırı ve sabit GNSS ağı (KOSAGA) noktaları**

Konya Sabit GNSS Ağı ve kontrol merkezi sunucusu Graftek (Grafik Bilgisayar Teknolojisi Mühendislik Hizmetleri) A.Ş. tarafından Ilgın, Beyşehir, Oğuzeli ve Hotamış ilçe merkezlerine Trimble Net R9-Ti-1 GNSS sistemini kurulmuştur.

### 3.5.2.1. Referans İstasyon Tesisi

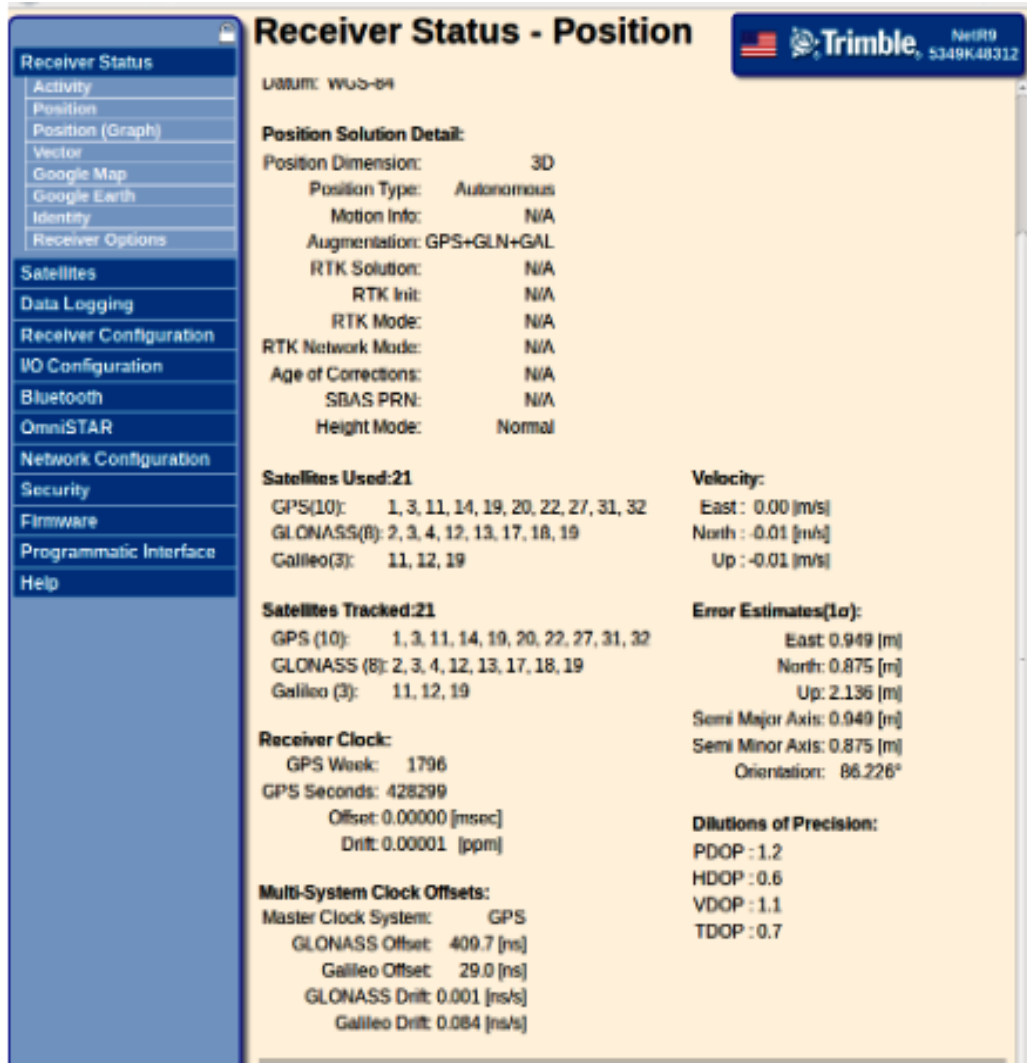
Tüm tesisler ilçe merkezlerindeki kamu hizmet binalarına yapılmış, antenler çatı üzerine yaklaşık 70-80 cm dışarıda kalacak şekilde inşa edilmiştir. Şekil 19' da BYSH, ILGN ve HO'TM istasyonlarının anten tesis durumları görülmektedir.



**Şekil 19. Çatı Üzerine Anten Tesis Ve Anten Bağlantı Örnekleri**

### **3.5.2.2. Ağ RTK Yöntemi ve Kontrol Sunucu Sistemi**

Sabit GNSS ağı istasyonlarının tamamı uzaktan erişim olanağına sahiptir. Her istasyon için ayrı tanımlı IP adresleri sayesinde Şekil 20’ de ki web arayüzü üzerinden istasyon yönetimi, konfigürasyonu ve veri transferi yapılabilmektedir. Ayrıca Şekil 20’deki web arayüzünden anlaşılacağı üzere ölçümde yararlanılan uydu sayısı, konum çözümlene detayları, PDOP, GDOP değerleri bilgilerine ulaşılabilir. Elektrik kesintisine karşı erişimin devamını olanaklı kılacak harici güç enerjisi (kuru batarya) ve bunları şarj edecek adaptör sistemi alıcı ile birlikte kilitli bir kabin içinde tutulmaktadır. Kabin, iç donanımı ve bağlantı örneği Şekil 21’de gösterilmiştir.



Şekil 20. Sabit GNSS İstasyonu Web Arayüzü

2014 yılı Haziran ayında yayınlanan Tesis Kontrol Raporuna göre Konya Sabit GNSS ağı nokta sayısı 5'e çıkmıştır. Bu ağ yapısı altında Konya merkez olmak üzere yaklaşık 150 km yarıçaplı bir alanda ağ RTK sistemi kesintisiz erişilebilir düzeydedir. Çalışır duruma getirilen GNSS ağının bir kontrol sunucusu üzerinden yönetimini sağlamak üzere, sunucu özellikleri ağın toplam işlem yükü ve veri hacmini taşıyabilecek kapasitededir.



**Şekil 21. Sabit GNSS Alıcısı Kabini**

Konya Büyükşehir Belediye Başkanlığı tarafından “Sürekli Yayın Yapan GNSS İstasyonları ve Sunucu Alımı Teknik Şartnamesi” uyarınca ihale edilen “Konya Sabit GNSS Ağı” projesi, 2014 yılında yüklenici firmanın işi teslim etmesiyle kontrol ve kabul süreci başlamış olup aynı yıl itibariyle hizmet vermeye başlamıştır.<sup>31</sup>

### **3.6. DÜNYADA CORS ÖRNEKLERİ**

Dünya’da 35’ten fazla ülkede örneği bulunan CORS sistemi Tablo 2’den de anlaşılacağı üzere bazı ülkelerde tüm ülkeyi kapsayacak şekilde veya lokal olarak kurulduğu, bazı ülkelerde devlet desteğiyle veya özel sektör desteğiyle yürütüldüğü görülmektedir. Batı dünyasında şimdiye kadar yapılan CORS uygulamalarında referans istasyonları arasındaki mesafeler 20 km’den (Japonya) 100 – 150 km’ye (Fransa, İsveç) kadar değişmektedir. İstasyonlar arası uzaklık ne kadar küçük olursa o denli hızlı ve duyarlı konum belirlemek mümkün olmaktadır. CORS sistemi; Real Time Kinematic (R.T.K.) – Gerçek Zamanlı Kinematik, Differential Global Positioning System (D.G.P.S.) – Diferansiyel Global Pozisyonlama Sistemi, Post Processing (PP) – Ölçü Sonrası değerlendirme gibi hizmetler vermektedir. Ülkeler ihtiyaçlarına göre bu hizmetlerin hepsini ya da bir kısmını kullanacak şekilde CORS

<sup>31</sup> ÜSTÜN, A. (2014) “Konya Büyükşehir Belediyesi Sürekli Yayın Yapan Sabit GNSS Ağı”, s.1-3, 6-10



Sistemi tasarlamışlardır<sup>32</sup>. Tablo 2 de dünyadaki bazı CORS kullanan ülkeler ve bu ülkelere ait CORS istasyon adetleri verilmektedir.

---

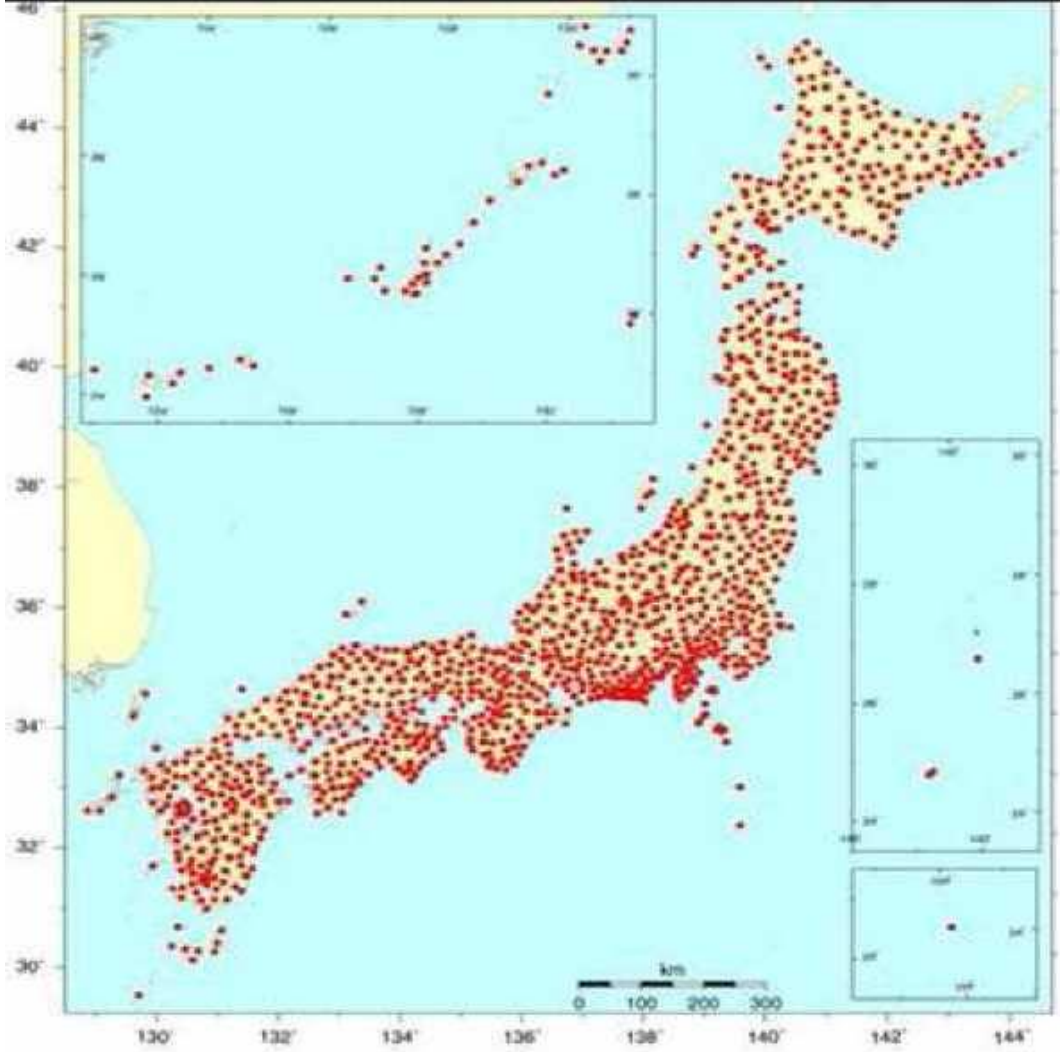
<sup>32</sup> Kulaksız, E. (2012) “Mekansal Veri Üretiminde İşletme Modelleri”, Tapu ve Kadastro Uzmanlık Tezi, s.20-22

No	Ülke	Kapsama Alanı	İşleten Kuruluşlar	İstasyon Adedi	Verilen Hizmet	Yüzölçüm (km <sup>2</sup> )	Km <sup>2</sup> /adet
1	A.B.D.	Tüm Ülke	Devlet, Özel	1800 +	RTK, DGPS, PP	9,629,09	5349,49
2	Çin	Tüm Ülke	Devlet	132	PP	9,598,09	29994,04
3	Kolombiya	Tüm Ülke	Devlet	16	PP	911,69	56981,13
4	Türkiye	Tüm Ülke	Devlet	146	RTK, DGPS, PP	780,57	5346,41
5	Şili	Tüm Ülke	Devlet	15	PP	756,94	50463
6	İspanya	Tüm Ülke	Özel	70	RTK, DGPS, PP	504,03	4893,49
7	Japonya	Tüm Ülke	Devlet	1240	RTK, DGPS, PP	377,83	304,70
8	Almanya	Tüm Ülke	Devlet	250	RTK, DGPS, PP	357,02	1428,08
9	İtalya	Tüm Ülke	Özel	185	RTK, DGPS, PP	301,30	1079,92
10	Yeni Zelanda	Tüm Ülke	Devlet	37	PP	270,53	7311,73
11	Güney Kore	Tüm Ülke	Devlet	44	RTK, DGPS, PP	98,48	2238,18
12	Çek C.	Tüm Ülke	Özel	14	RTK, PP	78,86	5633,14
13	Hollanda	Tüm Ülke	Devlet	33	RTK, DGPS, PP	42,43	
14	Hollanda	Tüm Ülke	Özel	27	RTK, DGPS, PP	42,43	
15	Tayvan	Tüm Ülke	Devlet	12	RTK, PP	35,80	2983,41
16	Hong Kong	Tüm Ülke	Devlet	12	RTK, DGPS, PP	1,09	91,00
17	Singapur	Tüm Ülke	Devlet	5	RTK, DGPS, PP	622	124,00
18	İspanya	Madrid	Devlet	9	RTK, PP		
19	İspanya	Belli Bölge	Özel	24	RTK, DGPS, PP		
20	Polonya	Belli Bölgeler	Özel	5	RTK, DGPS, PP		
21	Norveç	Belli Bölgeler	Özel	10	RTK		
22	Litvanya	Belli Bölgeler	Özel	3	RTK, DGPS, PP		
23	İtalya	Belli Bölgeler	Devlet	79	RTK, DGPS, PP		
24	İtalya	Belli Bölgeler	Özel	15	RTK, DGPS, PP		
25	Çin	Belli Bölgeler	Özel	188	RTK, GPS, PP		
26	Kanada	Belli Bölgeler	Özel	19	RTK, PP		
27	Avusturya	Belli Bölgeler	Özel	25	RTK, DGPS, PP		
28	Avustralya	Belli Bölgeler	Özel	44	RTK, DGPS, PP		

**Tablo 2.Dünyada ki Bazı Ülkelere ait CORS Sistemleri**

### **3.6.1. Japonya Geonet Ağı**

Japonya'da ulusal haritacılık müessesesi olan GSI tarafından kurulmuş olan ve 110 adet istasyondan müteşekkil sabit GPS istasyonları (COSMOS-G2) 1993 yılında faaliyete girmiştir. Daha sonra 1994 yılında ise 100 adet istasyondan müteşekkil olan GRAPES ağı kurulmuştur. 1995 yılında ise COSMOS-G2 ve GRAPES sistemleri birleştirilmiştir. Bu birleşmeyle birlikte yeni oluşan ağa 400 adet istasyon daha ilave edilmiştir ve ülke geneline yayılan bu ağa GEONET adı verilmiştir. Şekil 22'de görülen bu ağ, 1240 civarında referans istasyonundan müteşekkil ve ortalama olarak 25 km sıklıktadır. İstasyonlar 5 metre uzunluğunda paslanmaz çelikten imal zemin tesisi olup bütün istasyonlarda çift frekanslı jeodezik alıcılar mevcuttur. Anten modelleriyse radome takılı olan choke ring antenlerdir. Alıcıların güç kaynağıysa diğer çevre birimleriyle beraber yapının altında bulunan kilitli bölme içerisinde yer almaktadır. 2003 yılında gerçek zamanlı veri transferi yapabilme kabiliyetine kavuşturulan GEONET ağı 1 Hz sıklıkta 7 gün 24 saat gerçek zamanlı veri transferi yapabilmektedir.



**Şekil 22. Japonya GEONET Ağı**

GEONET Ağı, depremler başta olmak üzere yer kabuğu hareketlerinin takip edilmesi gayesiyle kurulmuştur. Fakat GRAPES projesinin devreye girmesiyle beraber volkanlardaki patlamaların da takip edilebileceği ve deprem anındaki yer değiştirmelerinde ortaya çıkarılabileceği anlaşılmıştır. Günümüzde GEONET ağından; kadastro, mühendislik ölçmeleri, jeodezik ölçmeler, meteorolojik çalışmalar vb. geniş bir alanda faydalanılmaktadır.

GEONET Ağı referans istasyonlarına ait 1 Hz (0,20 saniye) sıklıkta toplanan veriler GSI merkezindeki hesap kontrol merkezine gönderilmektedir. Referans istasyonlarının veri aktarımı IP-VPN veri aktarım hatları yoluyla yapılmaktadır. Aynı

zamanda bu veriler gerçek zamanlı (RTK) olarak kinematik amaçlı kullanıcılara da ticari olarak ücreti mukabilinde yayınlanmaktadır.

GSI merkezinde toplanan 1 Hz yoğunluktaki veriler 30 saniye sıklıkta ve 3 saatlik RINEX dosyalar haline JAS (Japon Haritacılar Birliği)'nin web sayfasından kullanıcıların hizmetine verilmektedir. Daha sonraki kullanımlar için saklanan bu verilerden 1 Hz (0,20 saniye) sıklıkta olanlar ise depremler, heyelanlar, volkanik hareketler, tsunami, hortum, kasırga vb. olağan üstü meteorolojik hadiselerde en fazla birkaç hafta muhafaza edilmektedir.

### **3.6.2. Almanya SAPOS Ağı**

Almanya'nın 16 eyaletinin kadastro, ölçme, jeodezi, bilgi teknolojileri çalışmalarından sorumlu olan ulusal ve yerel resmi kurum temsilcilerinden müteşekkil olan AdV. Komisyonu kararıyla SAPOS ağı teşekkül ettirilmiştir.

SAPOS ağı klasik ölçme yöntemlerinin yerine yüksek doğruluk sağlayan ve gerçek zamanlı uydularla konum tespit metodunun kullanılmasıdır. SAPOS ağı sayesinde DGNS ve RTK tekniklerinin bütün eyaletlerde faal olarak kullanılması sağlanmıştır.

Bu ağı ileri aşamalarda Ulusal Afet Bilgi Veri tabanına entegrasyonu hedeflenmektedir. Şekil 23'de görülen SAPOS Ağı, 40-70 km aralıklı toplam 250 adet istasyondan müteşekkilidir. Referans istasyonlarında çift frekanslı GNSS alıcıları kullanılmaktadır. Anten cinsleriye "radome" monte edilmiş "choke ring" antenlerdir.

Bu ağda DGNS düzeltme verileri GSM, İnternet, AM, FM yahut VHF üstünden yapılmaktadır. Kullanıcılara aşağıda belirtilen dört farklı hassasiyette hizmet verilmektedir:

GPPS (Geodetic Precise Positioning Service): Çok yüksek hassasiyet gerektiren çalışmalara yönelik hizmet vermekte olup yatay ve düşey koordinatlarda 1 cm ve altında doğruluk sağlamaktadır. 1 saniye aralıklarla toplanan veriler 30 gün süreyle muhafaza edilirken 15 saniye aralıklı toplanan veriler ise devamlı olarak muhafaza edilmektedir. Veriler kullanıcılara RINEX formatta verilmektedir. Ulusal jeodezik ölçmeler, depremleri izleme amaçlı çalışmalar, datum belirleme gibi yüksek hassasiyet gerektiren çalışmalarda kullanılmaktadır.

GHPS (Geodetic High Precision Positioning Service): GPPS servisiyle aynı özellik ve hassasiyetlerde hizmet vermektedir.



Şekil 23. Almanya SAPOS Ağı<sup>15</sup>

<sup>33</sup> <http://www.50northspatial.org/zakordonnyj-dosvid-stvorenniya-merezhi-referentsnyh-stantsij/>

EPS (Real Time Positioning Service): Denizcilik, CBS, güvenlik, araç takip vb. alanlarda hizmet vermektedir. VHF yahut GSM üzerinden 0,5 m hassasiyetlerinde kod düzeltme verileri yayınlanmaktadır.

HEPS (High Precision Real Time Positioning Service): Yüksek hassasiyetli mühendislik ölçmeleri, kadastro ölçmeleri, CBS vb. alanlarda kullanılmakta olup yatayda 1-2 cm, düşeyde ise 2-6 cm hassasiyetinde doğruluk sağlayan ve faz düzeltmelerini 1 saniye aralıklarla ve gerçek zamanlı olarak GSM hatları vasıtasıyla yayınlayan servistir.<sup>34</sup>

### **3.6.3. Amerika Birleşik Devletleri NGS Ağı**

ABD Savunma Bakanlığı tarafından askeri amaçlı (yön bulmakta, askeri çıkartmalarda, roket atışlarında vb.) kullanılmak üzere ilki 1978 yılında uzaya gönderilen yörüngede sürekli olarak dönen toplamda 24 uydudan oluşan NAVSTAR Global Positioning System (GPS), haritacılık ve navigasyon alanlarında yeni bir çığır açmıştır. Bu uydular çok düşük güçlü radyo sinyalleri yayarlar. Yeryüzündeki GPS alıcısı, bu sinyalleri alır. Böylece konum belirlenmesi mümkün olur. 1980' lerde GPS sistemi sivil kullanıma da açılmıştır. Günümüzde Amerika Birleşik Devletleri GNSS istasyon sayısı bakımından lider konumdadır. CORS sisteminin işletmesi sadece devlet ya da özel sektörde değil farklı kuruluşlara dağılmış durumdadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde 1994 yılında başlanan CORS ağı tüm bu kuruluşların katkısıyla 2011 itibariyle 1800'den fazla bir sayıya ulaşmıştır ve her geçen gün sayıları artmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki CORS istasyonlarının dağılımının son durumu aşağıdaki şekilde gözükmektedir. (Şekil 24)

---

<sup>34</sup> Bütün, Ö. (2010) "Tusaga Aktif İstasyonlarından Elde Edilen Nokta Koordinat Doğruluğunun İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, s.65-67



**Şekil 24. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki CORS istasyonlarının dağılımı**

### **3.6.3.1. Amerika Birleşik Devletlerinde CORS İstasyonu Kuran Kuruluşlar ve Katkı Oranları**

- a) Üniversiteler %14,
- b) Eyalet Yönetimleri %24,
- c) NASA (National Aeronautics and Space Administration) %3,
- d) Yerel Yönetimler %6,
- e) NOAA Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi %11,
- f) Özel Sektör %6,
- g) FAA Federal Havacılık Kurumu %6,
- h) NOAA Jeodezi Kurumu %5,
- i) USN Deniz Kuvvetleri %1,
- j) USDOT & USACE Federal Karayolları İdaresi %20,
- k) Akademik %4 şeklinde pay sahibidirler. (Ersoy, Yavuz, T.Y.) (Şekil 25)



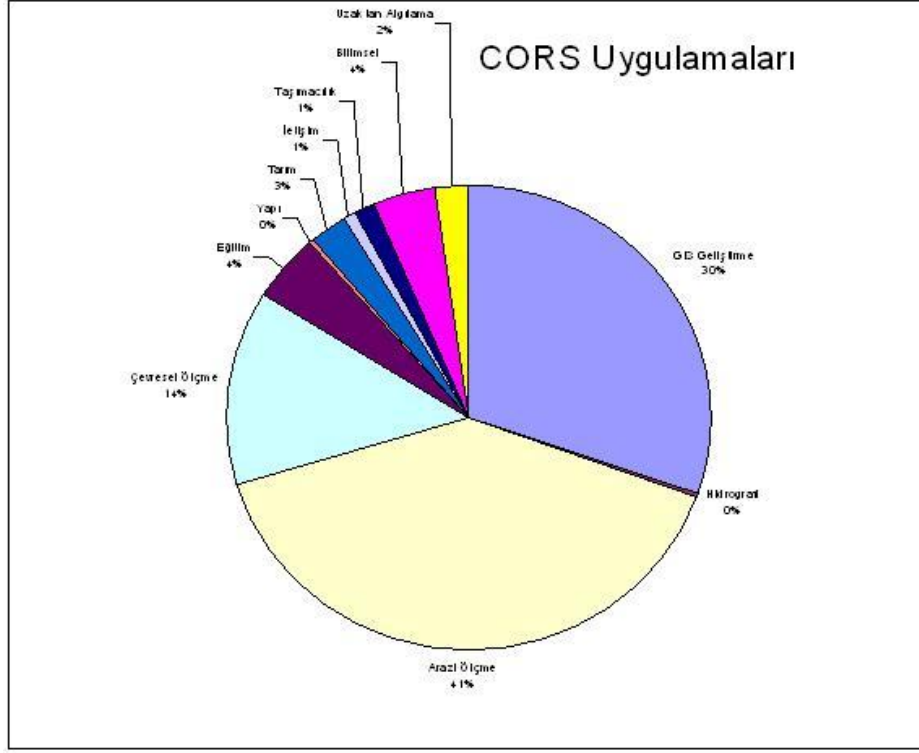


**Şekil 25. Amerika Birleşik Devletlerinde CORS İstasyonu Kuran Kuruluşlar ve Katkı Oranları**

### 3.6.3.2. Amerika Birleşik Devletlerinde CORS' un Kullanıldığı Alanlar

- Uzaktan Algılama %2,
- Bilimsel %4,
- Taşımacılık %1,
- İletişim %1,
- Yapı %0,3,
- Eğitim %4,
- Çevresel Ölçme %14,
- Arazi Ölçme %41,
- Hidrograf %0,7,
- GD Geliştirme %30 (Ersoy, Yavuz, T.Y.) (Şekil 26)<sup>35</sup>

<sup>35</sup> Kulaksız, Erkan (2012) " Mekansal Veri Üretiminde İşletme Modelleri", Tapu ve Kadastro Uzmanlık Tezi, s. 23-25



**Şekil 26. Amerika Birleşik Devletlerinde CORS'un Kullanıldığı Alanlar**

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### CORS SİSTEMİNİN HARİTA SEKTÖRÜNDEKİ YERİ VE ÖNEMİ

Aktif CORS hem mevcut GPS alıcılarını hem de yeni GNSS alıcılarını daha verimli kullanmaya; gayet hızlı, ekonomik ve sağlıklı koordinatlar üretmeye olanak verecek bir sistem olarak değerlendirilebilir. Daha önce de belirtildiği gibi CORS-TR Ağ yaklaşımı sayesinde statik ve RTK konum belirlemeler, bir-iki dakikaya hatta saniyelere inmektedir. RTK ölçüleri halinde bile referans istasyonundan 50 km uzaklığa kadar çözüm sağlanabilmektedir. Böylesine kolay ve ekonomik belirlenen noktalar ise pahalı tesisler yerine gayet pratik ve ucuz malzemelerle arazide işaretlenebilmektedir. (EREN, UZEL et al, 2008)

Aktif CORS yaklaşımı son derece önemlidir. Çünkü aşağıda özet olarak belirtilen avantajları sağlamaktadır:

- a) 40 - 50 km baz uzunluklarına kadar gezici alıcılarda çözüm,
- b) Ulusal koordinat sisteminde (ITRFyy) otomatik çözüm,
- c) Sistemik hataların giderilmesi;
  - Klasik yaklaşımda 1 metreye kadar çıkan hatalar
  - CORS yaklaşımında  $< 1 \text{ cm} + 1 \text{ ppm}$
- d) Arazi ölçü sürelerinin önemli ölçüde azalması,
- e) Daha uzun mesafelerde RTK ölçülerinin mümkün olması;
  - Standart RTK  $< 5 - 10 \text{ km}$
  - CORS ile  $< \sim 40 - 50 \text{ km}$
- f) RTK ölçülerinin daha güvenli olması.

Buradaki uygulamadan TKGM ve HGK başta olmak üzere kamu kurumları, tüm belediyeler, binlerce harita firması, altyapı ve mühendislik firmaları vd. yararlanmaktadır. Sistemin diğer kullanıcılarından bazıları şunlardır. :

Büyük yada küçük tüm Belediyeler, Üniversiteler, Milli Savunma Bakanlığı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Tarım, Orman ve Çevre Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, Kültür ve Turizm Bakanlığı, Ulaştırma Bakanlığı, Enerji Bakanlığı, İller Bankası, Afet İşleri Genel Müdürlüğü (deformasyon / deplasman belirlemesi), Deniz Müsteşarlığı, TCK, TCDD, DSİ, TEAŞ / TEDAŞ, GAP İdaresi, Askeri Kuruluşlar, BOTAŞ, vd.

CORS-TR, ülkemizde yepyeni uygulamalara öncülük edecek ve sağladığı gerçek konum değerleriyle altlık oluşturacaktır. Bunlardan bazıları;

- a) Geoidin daha hassas belirlenmesi,
- b) İyonosfer araştırmaları,
- c) Küresel afet bilgilerine gerçek veri sağlama,
- d) Bölgesel afetlerin belirlenmesi ve afet yönetim sistemleri oluşturma;
- e) Kıyı kenar çizgilerinin belirlenmesi,
- f) Deniz ulaşımı, yönlendirme ve takip sistemleri,
- g) Kara ulaşımı, yönlendirme ve takip sistemleri,
- h) Hava ulaşımı, yönlendirme ve takip sistemleri,
- i) Deniz yapıları (marine structures) proje ve uygulamaları,
- j) Gemi yaklaşımı için deniz tabanı taraması (İskandil),
- k) Deniz, göl, nehir kirliliğinin belirlenmesi ve temizlemesinde hassas konumlama,
- l) Hassas tarım,
- m) İnsansız tarım,
- n) Uzaktan algılama için hassas konum belirleme,
- o) Fotogrametri için hassas konum belirleme,
- p) Arkeoloji için hassas konum belirleme,
- r) Mühendislik projeleri ölçüm ve uygulamalarıdır. (EREN, UZEL et al, 2008)
- s) Depremlerin önceden bilinmesi ve erken uyarı araştırma ve uygulama çalışmaları,
- t) Deformasyon ve plaka hareketlerinin izlenmesi,
- u) Meteorolojik çalışmalar (Troposfer ve iyonosfer modellenmesi, meteorolojik tahminler, vd.

#### **4.1. ÜLKEMİZDE TUSAGA AKTİF UYGULAMALARI**

Ülkemiz mekansal veri altyapısının oluşturulmasına imkan sağlayan birçok yeni projeler yürütülmekte olup, böylece Avrupa Birliği INSPIRE direktifleri de yerine getirilmektedir. Yürütülen bu projelerin çoğu mekâna dayalı olup, hassas konum bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda; gelişmiş ülkelerin büyük öncelik verdiği CORS (Continious Operating Reference Stations) sisteminin Türkiye’de gerçekleştirilmesi TUSAGA-Aktif (CORS-TR) sistemi ile sağlanmıştır. TUSAGA-

Aktif ile proje alanında, her hangi bir yer ve zamanda, birkaç saniye içinde, santimetre doğruluğunda harita ve coğrafi konum bilgisi elde edilebilmektedir.

Kamu kurum ve kuruluşlarının sorumlusu oldukları coğrafi bilgileri, içerik standartları belirlenmiş şekilde ortak altyapı ile web portalı üzerinden kullanıcılara sunduğu TUCBS (Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi) projesinde 34 adet ana verinin sunulması planlanmaktadır. Kamu kurum ve kuruluşları, sisteme sunmakla yükümlü oldukları bilgiler için hassas konum bilgisine ihtiyaç duymaktadırlar. Bu ihtiyaç TUSAGA-Aktif sistemi ve GNSS alıcıları ile sağlanacaktır.

Yine ülkemizde eğitim alanında da gelişmeler olmakta ve yeni açılan birçok üniversite başta olmak üzere bütün üniversiteler; öğrencilerinin teknolojiyi yakından takip edebilmelerinin sağlanması amacıyla güncel yazılım ve donanım yönünden ihtiyaçlarını gidermeye çalışmaktadırlar. Üniversitelerimizin özellikle harita mühendisliği bölümleri başta olmak üzere birçok bölümleri GNSS alıcıları ile TUSAGA-Aktif sisteminden faydalanmaktadır.

Ülkemizde altyapı projeleri başta olmak üzere, birçok alanda projeler yürütülmektedir. TUSAGA-Aktif sisteminin etkin ve verimli olarak kullanılacağı bu projeleri şöyle sıralayabiliriz.<sup>36</sup>

#### **4.1.1. Ulaşım Alanında Tusaga-Aktif Uygulamaları**

Ulaşım alanında duble yol, metro ve hızlı tren çalışmaları yürütülmektedir. 2003 yılında başlatılan duble yol çalışmaları ile toplam 17.565 kilometre duble yol yapılmıştır. Yüksek hızlı tren çalışmaları kapsamında; Ankara-Eskişehir, Ankara-Konya ve Ankara-İstanbul arası hatlar tamamlanmış olup, Ankara-Bursa ve Ankara-Yozgat hatlarının tamamlanması için çalışmalar devam etmektedir.<sup>37</sup>

Duble Yol ve Hızlı Tren projelerinin bu kadar hızlı ilerlemesinde önemli bir faktöründe Tusaga Aktif sisteminin olduğu yadsınamaz. Sistemin ulaşım sektörüne getirdiği kolaylıklar aşağıda değerlendirilmiştir.

- a) CORS-TR sistemi jeodezik kontrol noktalarında yer tesisi yapma ve ağ kurma zorunluluğunu önemli bir oranda azaltmıştır.
- b) Sürekli insan gücüne dayalı emek ve zaman israfına sebep olan ve güzergah üzerinde sürekli kaybolan ve/veya geriden kestirme yapma zorunluluğu olan

---

<sup>36</sup> SALGIN, Ö (2015)TKGM Aday Memur Eğitim Ders Notları, s. 18,19

<sup>37</sup> SALGIN, Ö (2015)TKGM Aday Memur Eğitim Ders Notları, s. 13,14

kendi referans istasyonuna gereksinim olmaksızın gözlem yapabilmesine olanağına kavuşulmuş ve nokta aplikasyonuna dayalı tüm teknik çalışmalarda inanılmaz bir hız kazanılarak yaşanan zaman kaybının önüne geçilmiştir.

c) Bu kapsamda sık sık istem dışı yapılan kaba ve/veya sistematik mühendislik hatalarından kaynaklanan zaman/insan gücü ve malzeme zayıflarının tamamen önüne geçilmiştir.

d) Yapılan ölçmeler ile GPS veya GNSS alıcıları ile kontrol merkezine bağlanarak RTK Yöntemiyle saniyeler içinde “cm” mertebesinde koordinatlar belirlenmiş aplikasyon çalışmaları ile kazı ve dolgu çalışmaları yüksek hassasiyette ve çok hızlı tamamlanmış ve İstanbul halkına hizmetlerin en hızlı şekilde kazandırılması sağlanmıştır.

e) Koordinatı bilinen noktalara ihtiyaç duyulmadığı için yol ve kavşak güzergahlarındaki kamulaştırma işlemlerindeki tesis kadastrusunda, kadastro yenilemesinde, parselyasyonda (ifraz, tevhid, kamulaştırma, yola terk, imar uygulaması vd.) kadastral çalışmalarda kadastro ölçüleri gerçek zamanda yapılabilmiş ve bu çalışmalarda büyük hız ve ekonomik tasarruf sağlanarak projenin zamanında ve hatasız yetiştirilebilmesi noktasında büyük mesafe alınmıştır. Topografik şartlardan kaynaklanan gecikmelerin önüne geçilerek çalışmaların çok daha hızlanması sağlanmıştır.

f) Yine güzergah üzerinde devam eden kazı- dolgu, altyapı (atıksı, yağmursuyu, menfez geçişleri, vb.) ve drenaj çalışmaları, üstyapı betonarme imalatları, elektromekanik sistemlerin yapımı, ray döşenmesi gibi vs. çalışmaların yanında halihazır ve plankote harita yapımında, imar planlarının zemine aplikasyonu ve uygulanmasında, diğer tüm aplikasyon çalışmaları ile altyapı ve diğer vb. mühendislik çalışmaları gibi birçok uygulamada sistem etkin olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmalardaki aplikasyon işlemlerinde (jeodezik çalışmalarda) yerel sabit referans noktalarında gözlem gereksiz ve buralardan çalışma sahasına koordinat taşınmadan ayrıca sayfalar dolusu arazi ve zemin çalışması yapılmadan poligon hesap ve dengeleme hesaplarına gereksinim olmaksızın çok hızlı, ekonomik ve duyarlı olarak çalışmalar tamamlanarak; projelerde son derece önemli zaman ve büyük miktarlarda mali

kaynak tasarrufu sağlanmıştır ve halen de devam eden karayolu, kavşak ve tünel çalışmalarında halen sağlanmaktadır.

Ayrıca diğer ulaşım sektörlerine getirdiği kolaylıklarda aşağıda sıralanmıştır;

a) Şehir toplu taşıma araçlarının organizasyonunda ve çift yönlü bilgilendirmelerinde,

b) Ulaşım hizmeti veren araçların takibi ve koordinasyonunda,

c) Ulaşım hizmeti projelerinin tümünün hazırlanması ve araziye aplikasyonunda,

d) Boğaz güvenliği ve geçişlerinin kontrol ve denetiminde,

e) Boğazda zaman zaman oluşan sise rağmen boğaz seferlerinin kesintisiz yapılmasında,

f) Gereksiz yere müşteri bulabilmek için trafiği yoğunlaştıran taksilerin organizasyonunda,

g) Şehir ve bölge güvenliğinden sorumlu polis ve jandarma vb. ekiplerin organizasyon ve güvenliğinde,

h) Kurtarma ve sağlık ekiplerinin olay yerine en çabuk biçimde ulaşmasının sağlanmasında,

i) Otomatik uçak indirip kaldırma ve uçak navigasyonunda,

j) Nakliye, kargo, kurye vs. araçlarının organizasyonunda,

k) Kişisel araçların navigasyonunda,

l) Yoğun trafik olan noktaların belirlenmesi ve trafik akışının düzenlenmesinde ve daha sayısız birçok uygulamada kullanılabilecek nitelik ve meziyettir.<sup>38</sup>

#### **4.1.2. Tarım Reformu Alanında Tusaga-Aktif Uygulamaları**

Tarım Reformu Genel Müdürlüğü'nce yürütülen Topplulaştırma ve Toprak ve Su kaynaklarının geliştirilmesi amacıyla hazırlanan tarımsal altyapı projelerinde amaç; çeşitli nedenlerle ekonomik olarak tarımsal faaliyetleri yapmaya imkan vermeyecek biçimde parçalanmış, dağılmış, bozuk şekilli parsellerin modern tarım işletmeciliği esaslarına göre ve sulama hizmetlerinin geliştirilmesi için en uygun biçimde birleştirilmesi, şekillendirilmesi ve yeniden düzenlenmesi, tarımsal üretim değerinin artırılması ve sonuçta tarımda çalışanların refahını en üst düzeye çıkarılmasıdır.

---

<sup>38</sup> Bülbül, A. (2011) "CORS-TR Sisteminin Ulaşım Sistemlerinde Kullanımı", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, s. 75

Uydu verileri kullanılarak yapılan çalışmaya göre ülkemizde toplulaştırması yapılabilecek arazi miktarı 14 milyon ha olarak hesaplanmıştır. Bunun 8.5 milyon hektarı sulu ve 5.5 milyon hektarı da kuru alanlar oluşturmaktadır. GAP Eylem Planı (2008-2012) kapsamında GAP illerinde DSİ Sulama projelerine paralel olarak 1104 köyde yaklaşık 2 milyon hektar alanda Arazi Toplulaştırması yapılması görevi Tarım Reformu Genel Müdürlüğüne verilmiştir. Bu kapsamda, 2009 yılında Diyarbakır, Batman, Mardin ve Şanlıurfa illerinde 53 proje ile 581 köyde 1.187.000 hektar alanın Toplulaştırma projeleri ihale edilerek çalışmalara başlanmış olup, 3 yıl içinde tamamlanması hedeflenmektedir. Geriye kalan 23 proje ile 480 köyde yaklaşık 873.802 hektar alana ait toplulaştırma çalışmalar devam etmektedir.<sup>39</sup>

Toplulaştırma ile ülke topraklarının etkin ve verimli kullanıldığı bu dönemde Tusaga Aktif sisteminin toplulaştırma projelerindeki önemi açıktır. Tusaga Aktif sistemi ile sınır köşe taşları tarihe karışmıştır. Toplulaştırma ile oluşturulan yeni arazilerin Tusaga Aktif sistemi ile applike edilmesi hızlanmış olup insan emeği ve zaman tasarrufu elde edilerek büyük maddi kayıpların önüne geçilmiştir.

#### **4.1.3. Enerji Sektöründeki Tusaga-Aktif Uygulamaları**

Ülkemizde elektrik tüketiminde yıllık 4 bin megavatlık ek üretime ve 2020'ye kadar da 130 milyar dolarlık enerji yatırımına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda son yıllarda en çok yatırım yapılan projelerden biride, yenilenebilir enerji kaynakları hidroelektrik ve rüzgâr enerjisi projeleridir. Ülkemizde birçok yerde hidroelektrik santralleri (HES) ve rüzgar enerjisi santralleri (RES) tesis edilmiş ve bu konuda birçok yeni proje onay için sırada beklemektedir<sup>40</sup>.

Yapılan bu enerji projelerinin zemine applikesinde Tusaga Aktif yine en önemli araç olmuştur. Özellikle baraj projelerinde devasa baraj bölgesinin sismik hareketlenmelerinden dolayı kayıp kaymadığını anlık olarak takip edebilme olanağını bölgeye yerleştiren GPS cihazları ile Tusaga Aktif sistemi sağlamaktadır.

#### **4.1.4. Harita Genel Komutanlığının Tusaga-Aktif Uygulamaları**

Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif), 70-90 km istasyonlar arası uzaklıkla homojen dağılımlı 146 istasyon ile benzeri bulunmayan bir zamansal ve mekânsal çözünürlük sağlamaktadır. Harita Genel Komutanlığınca,

<sup>39</sup> SALGIN, Ö. (2015) "TKGM Aday Memur Eğitim Ders Notları", s. 18,19

<sup>40</sup> SALGIN, Ö. (2015) "TKGM Aday Memur Eğitim Ders Notları", s. 18,19



TUSAGA-Aktif verilerinin analizi yoluyla Türkiye için belirlenmiş hız alanına katkı sağlanmaktadır.

WGS-84 ile Avrupa Datumu-1950 arasındaki yüksek duyarlıklı hücresel dönüşüm parametrelerinin belirlenmesi çalışmaları kapsamında, kamu kurum ve kuruluşları tarafından farklı projeler dahilinde ölçülen ve her iki datumda koordinatları bilinen noktalar derlenmiş, TUSAGA-Aktif sisteminin faal hale gelmesini müteakip, ihtiyaç duyulan bölgelerde yatay kontrol ağı noktaları Gerçek Zamanlı Kinematik (GZK) yöntemi ile ölçülmüştür. Proje kapsamında elde edilen söz konusu ortak noktalar yardımı ile dönüşüm parametreleri hesaplanmıştır.

Dönüşüm parametreleri ile yerel Jeoit modelinin TUSAGA-Aktif Sistemi üzerinden eş zamanlı olarak sunulması da planlanmaktadır. Ayrıca, atmosferik çalışmalar kapsamında; iyonosfer ve troposfer tabakalarından geçen GPS sinyallerine olan etkiler ve bu etkilerin neden olduğu koordinat değişimleri ileri analiz teknikleri ile irdelenmek suretiyle iyonosferik gecikme miktarları, iyonosferdeki Toplam Elektron İçeriği (TEİ) ve troposfer tabakasındaki Yağışa Dönüşebilir Su Buharı (YDS) miktarı elde edilebilmektedir. Elde edilen veriler ihtiyaç duyan kamu kurum ve kuruluşları ile yasal mevzuat çerçevesinde paylaşılmaktadır.<sup>41</sup>

#### **4.1.4.1. Türkiye Yatay Hız Alanlarının Hesaplanması**

TUSAGA Aktif sistemi sabit istasyonlar sayesinde elde edilen anlık konum bilgileri sayesinde Türkiye Yatay Hız Alanları HGK tarafından kullanılan bir program ile belirlenebilmektedir. Yatay Hız Alanları belirlenirken aşağıdaki hususlar göz önüne alınmaktadır.

- a) Farklı gün ve oturumlara ait gözlemlerin birleştirilerek nokta koordinatlarının tahmini,
- b) Farklı yıllara ait gözlemlerin birleştirilerek nokta konum ve hızlarının tahmini,
- c) Koordinat zaman serilerinin oluşturulması ve müteakiben detaylı analiz için, söz konusu zaman serilerinin elde edilmesinde farklı model ve stratejilerin uygulanması (Herring v.d., 2010).

---

<sup>41</sup> CİNGÖZ, A., ERKAN, Y., KURT, İ., PEKER, S.(2013) “TUSAGA-AKTİF”, HKMO, 14. Harita ve Bilimsel Teknik Kurultayı, s.1

Sabit istasyonlarda toplanan verilerin analizi ve ITRF referans sisteminde koordinat ve hızlarının hesaplanmasından önce, alıcı ve anten sistemlerinin topladıkları uydu verilerinin kalite kontrolü yapılmaktadır (Verilerin tamlığı, multipath, faz merkezi kontrolü gibi.)

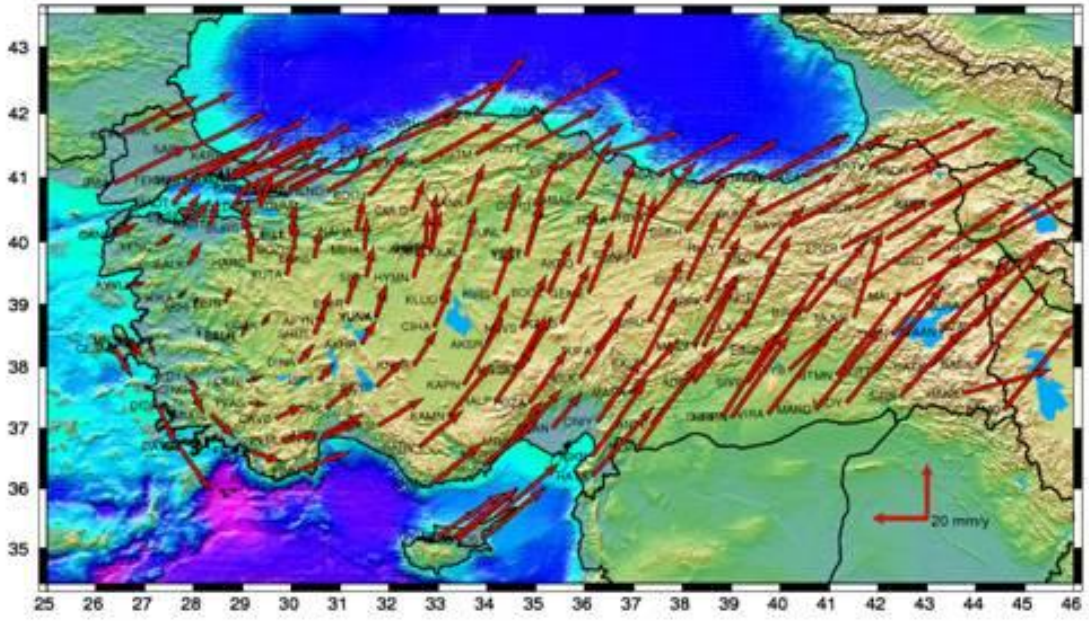
Dünyadaki tüm IGS istasyonlarını içeren global nokta koordinatları, yörünge parametreleri ve varyans-kovaryans matrislerini içeren günlük çözüm dosyaları, analizi yapılan lokal/bölgesel (TUSAGA-Aktif gibi) sonuç dosyaları ile günlük bazda doğrudan birleştirilerek topluca değerlendirilmektedir. Böylece elde edilen günlük koordinat zaman serileri kaba hatalardan ayıklanmakta ve hız belirlemek amacıyla aylık olarak birleştirilmektedir (Şekil 28 ve 29). Son olarak, aylık birleştirilmiş çözümlerden yararlanarak TUSAGA-Aktif istasyonlarına ait ITRF sisteminde koordinat ve hızlar hesaplanmaktadır.

Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA)' na ait Türkiye ve çevresinde 1992-2012 yılları arasında toplam 87 adet GPS ölçü kampanyası mevcuttur. Söz konusu kampanya çözümlerine TUSAGA ve TUSAGA-Aktif noktalarına ait aylık birleştirilmiş gevşek çözümler de dahil edilerek tüm noktaların ITRF2008 referans sisteminde konum ve hızları belirlenmiştir.

Bir jeodezik referans noktasının hızının doğru belirlenebilmesi için söz konusu noktada en az birkaç yıllık sürede ve belirli periyotlarda ölçümlerin yapılması gerekmektedir. Hâlihazırda, TUTGA noktalarında oldukça yeterli bir veri kümesi mevcuttur (1992-2012). TUSAGA-Aktif sisteminde de 2008 yılı sonlarından bu yana toplanan verilerle her geçen yıl, daha tutarlı ve doğru bir hız bilgisi elde edilmeye başlanmıştır. Bu kapsamda, hızları tekrarlılık ve tektonik açıdan uyumlu bulunan 720 TUTGA ve Jeodinamik Nokta, 23 TUSAGA ve 146 TUSAGA-Aktif olmak üzere yaklaşık 900 noktadan yararlanılarak Türkiye yatay hız alanı hesaplanmıştır. (Şekil 27-30)<sup>42</sup>

---

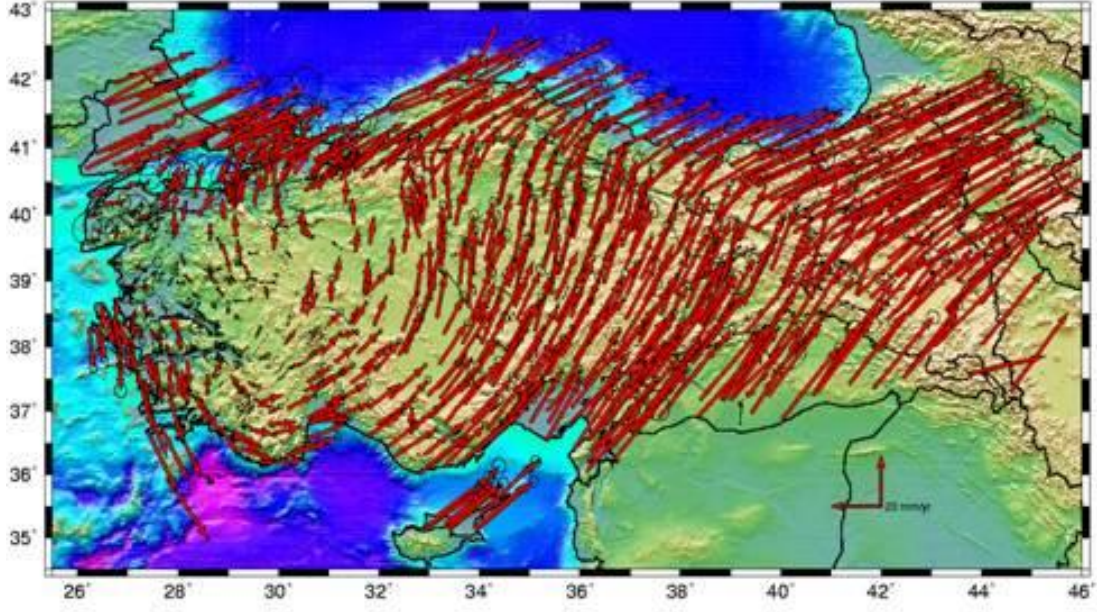
<sup>42</sup> CİNGÖZ, A., ERKAN, Y., KURT, İ., PEKER, S.(2013) "TUSAGA-AKTİF", HKMO, 14. Harita ve Bilimsel Teknik Kurultayı, s.1-4



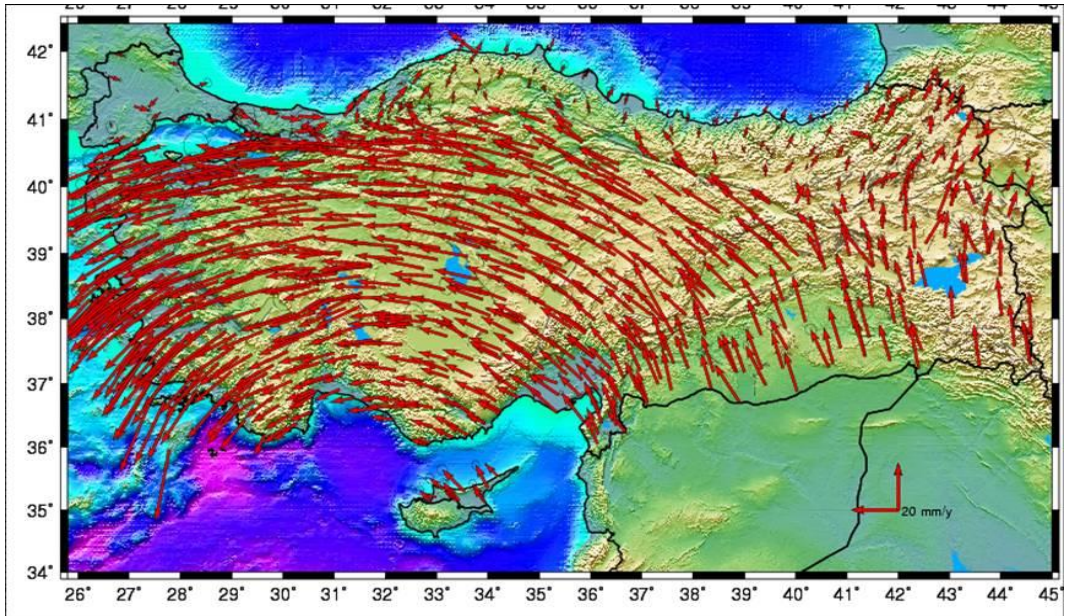
Şekil 27. TUSAGA-Aktif Nokta Hızları (ITRF)



Şekil 28. TUSAGA-Aktif Nokta Hızları (Avrasya Sabit)



Şekil 29. TUTGA, TUSAGA ve TUSAGA-Aktif Nokta Hızları, Birleşik (ITRF)



Şekil 30. TUTGA, TUSAGA ve TUSAGA-Aktif Nokta Hızları, Birleşik (Avrasya Sabit)

#### **4.1.4.2. Datum Dönüşüm Çalışmaları**

Hücrel dönüştürme parametrelerinin belirlenmesi amacıyla öncelikle Harita Genel Komutanlığı, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, İller Bankası, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından ölçülen ve her iki sistemde koordinatları bilinen ortak noktalar derlenmiştir. Daha sonra TUSAGA-Aktif sisteminin faal hale gelmesiyle birlikte yürütücü kuruluş tarafından mevcut noktaların coğrafi dağılımları göz önünde bulundurularak ihtiyaç duyulan diğer yerlerdeki yatay kontrol ağı noktaları ayrıca Gerçek Zamanlı Kinematik (GZK) yöntem ile ölçülmüş ve kaba hataların ayıklanarak toplam 4024 adet ortak nokta dönüşüm için hazırlanmıştır. Sonuç olarak, Yatay Kontrol Ağı ile ITRF arasındaki üç boyutlu dönüşüm parametreleri, değiştirilmiş Helmert modeli ile hesaplanmıştır.<sup>43</sup>

#### **4.1.4.3. Atmosferik Çalışmalar**

Tusaga Aktif istasyonlarınca yapılan devamlı ölçümler sayesinde atmosferdeki hareketlenmeler gözlemlenmektedir. Örneğin İyonsfer ve Troposfer tabakalarında bir değişiklik olduğunda L1 ve L2 bandında sinyal alıp vermede gecikmeler meydana gelmektedir. Bu gecikmeler kullanılarak atmosfer de HGK' nca aşağıdaki çalışmalar yapılmaktadır

- a) Yağışa Dönüşebilir Su Buharının (YDS) Ölçülmesi
- b) GPS Tabanlı Yerel İyonsfer Haritasının Yapılması

#### **4.1.4.4. Kinematik GNSS Destekli Fotogrametrik Nirengi Çalışmaları**

Harita Genel Komutanlığınca yapılan Kinematik GNSS Destekli Fotogrametrik Nirengi çalışmalarında TUSAGA-Aktif istasyonlarına ait 1 sn.lik veriler yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu kapsamda, iş bölgesini çevreleyen istasyonlarla bir ağ oluşturmak suretiyle, istenilen yerde sabit nokta hizmeti sağlanmaktadır. Bu şekilde, hava fotoğrafı çeken uçakta bulunan GNSS alıcısı tarafından toplanan verilere düzeltme getirilmektedir. Sonuç olarak, TUSAGA-Aktif sistemi sayesinde fotogrametrik nirengi çalışmalarında personel ve zaman tasarrufu sağlanmıştır.

---

<sup>43</sup> CİNGÖZ, A., ERKAN, Y., KURT, İ., PEKER, S.(2013) "TUSAGA-AKTİF", HKMO, 14. Harita ve Bilimsel Teknik Kurultayı, s.5

Bu kapsamda, gerek hassas konum belirleme uygulamalarında kullanılmaları gerekse atmosferik çalışmalar gibi farklı disiplinlere olan katkıları nedeniyle söz konusu ağların yaşatılması ve güncelliğinin korunması önem arz etmektedir.<sup>44</sup>

#### **4.1.5. Diğer Kurumlarda Tusaga-Akif Uygulamaları**

##### Belediyeler

- a) Halihazır haritalar
- b) Altyapı ve diğer coğrafi çalışmalar
- c) E-belediye

##### Bakanlıklar

- a) Milli Savunma Bakanlığı ve Harita Genel Komutanlığı
- b) Orman – Çevre Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı ve diğer Bakanlıklar
- c) E-devlet ve Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri

##### Diğer Kuruluşlar

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

##### Özel Kuruluşlar Ve Vatandaşlar

- a) LIHKAB, Harita şirketleri ve büroları
- b) Diğer Şirketler
- c) Vatandaşlar

##### Bilimsel Kuruluşlar - Üniversiteler

- a) Yer bilimleri ve coğrafi bilgi sistemleri araştırmaları
- b) Deprem Mühendisliği, jeofizik ve sismoloji alanları
- c) Depremlerin önceden bilinmesi ve erken uyarı çalışmaları
- d) Meteorolojik çalışmalar
- e) Uzay ve yer bilimlerindeki diğer çalışmalar<sup>45</sup>

##### TKGM

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğünün 2008 yılından beri işletmesinde bulunan Tusaga-Aktif sistemi birçok uygulamaya konu olmuştur. Bu uygulamalar Bölüm 4.2’ de detaylı bir şekilde irdelenecektir.

---

<sup>44</sup> CİNGÖZ, A., ERKAN, Y., KURT, İ., PEKER, S.(2013) “TUSAGA-AKTİF”, HKMO, 14. Harita ve Bilimsel Teknik Kurultayı, s.5-6

<sup>45</sup> SALGIN, Ö. (2015) “TKGM Aday Memur Eğitim Ders Notları”, s.18,19

## 4.2. TAPU VE KADASTRO GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TUSAGA-AKTİF SİSTEMİ

### 4.2.1. TKGM Tarafından İşletilen Tusaga-Aktif Sistemine Genel Bakış

TUSAGA-Aktif Sistemi'ne kayıtlı bulunan 5.000 ( beş bin) in üzerindeki kullanıcılar Türkiye ve K.K.T.C.' nin tüm şehirlerinden, sisteme üye olmuştur. Türkiye' de harita, kadastro, inşaat, altyapı, enerji, tarım, maden, ulaşım, orman, sulama vb alanlarda faaliyet gösteren tüm özel sektör firmaları ve yine aynı alanlarda hizmet veren TKGM, HGK, DSİ, OGM, KGM, TEİAŞ, İLBANK A.Ş başta olmak üzere birçok kamu kurumu sistemde kayıtlıdır ve her geçen gün yeni kullanıcılar sisteme dâhil olmaktadır. Ayrıca il ve ilçe belediyelerinden çok sayıda kullanıcı sistemde kayıtlı bulunmaktadır. TUSAGA-Aktif sisteminde bu alanlara verilen hizmetlerin dışında, akademik alanlarda da bilimsel çalışmalara katkı sağlamaktadır. Bu sebeple sistemimizde Jeodezi, Deprem Araştırmaları, Arkeoloji çalışmaları vb alanlarda faaliyet gösteren üniversiteler de kayıtlı bulunmaktadır (Tablo 3).

Sektör		Kullanıcı	GNSS
K01	T.K.G.M.	486	486
K02	H.G.K.	11	11
K03	LİHKAB	264	320
K04	Üniversite	52	57
K05	Kamu Kurumu	300	622
K06	Belediye	352	427
K07*	Özel Sektör	2569	3523
Toplam		4034	5446

Tablo 3. Temmuz 2014 İtibarı İle Sektörlere Göre Kullanıcı Sayısı Dağılımı

TUSAGA-Aktif sisteminde kayıtlı kullanıcılara daha iyi hizmet verebilmek, kullanıcıların sistem ile ilgili yaşadıkları sorunları en aza indirebilmek, aktif olarak daha fazla ihtiyaç duyulan hizmetleri tespit ederek hedefe yönelik daha verimli geliştirme çalışmaları yapabilmek için kullanıcı profilleri oluşturulmaktadır. Sistemle ilgili yapılan gelecek planlarında da elde edilen bu profil analizlerinden faydalanılmaktadır.

Profil analizleri oluşturulurken; sektörel, bölgesel, zamansal ve aktif-pasif kriterler esas alınmıştır. Bu analizlerin birbirleri ile olan ilişkileri de incelenmiştir.

#### **4.2.1.1. Kullanıcı Sektörel Analizi**

TUSAGA-Aktif sisteminde 7 farklı sektörde sınıflandırılan kullanıcı profilleri ile ilgili çalışmalar bu analiz kapsamında değerlendirilmektedir. Bu kapsamda her sektörün kullanıcı dağılımı tespit edilip aralarındaki değişimler düzenli olarak gözlemlenmektedir.

31 Temmuz 2014 tarihi itibarı ile kullanıcıların sektörel bazda dağılımları şu şekilde oluşmuştur;

- a) Özel sektör: 3523 kullanıcı
- b) Kamu kurumu: 622 kullanıcı
- c) Belediyeler: 427 kullanıcı
- d) LİHKAB: 320 kullanıcı
- e) Üniversite: 58 kullanıcı
- f) TKGM: 486 kullanıcı
- g) HGK: 11 kullanıcı

Olmak üzere toplam 5446 adet kullanıcı Temmuz ayı 20014 yılında sisteme kayıtlıdır.

1 Ocak 2016 tarihi itibarı ile kullanıcıların sektörel bazda dağılımları şu şekilde olmuştur.

- a) Özel sektör: 4337 kullanıcı
- b) Kamu kurumu: 864 kullanıcı
- c) Belediyeler: 741 kullanıcı
- d) LİHKAB: 369 kullanıcı
- e) Üniversite: 86 kullanıcı
- f) TKGM: 564 kullanıcı



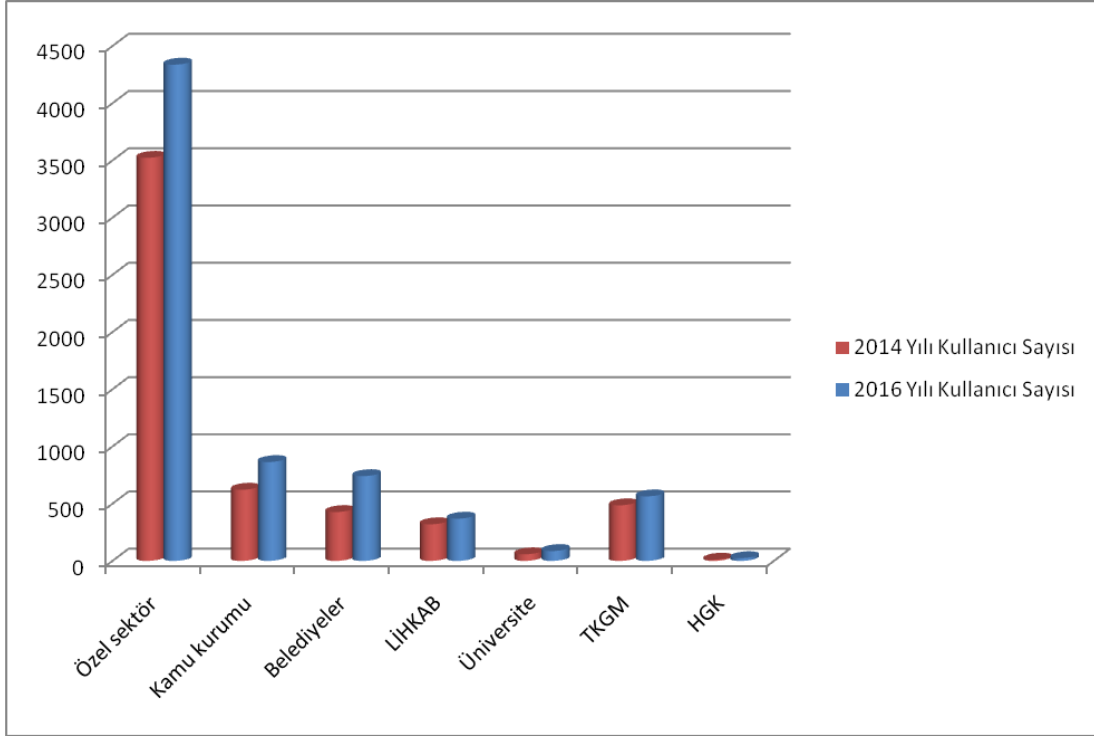
g) HGK: 24 kullanıcı

Olmak üzere toplam 6985 adet kullanıcı Ocak ayı 20016 yılında sisteme kayıtlıdır.

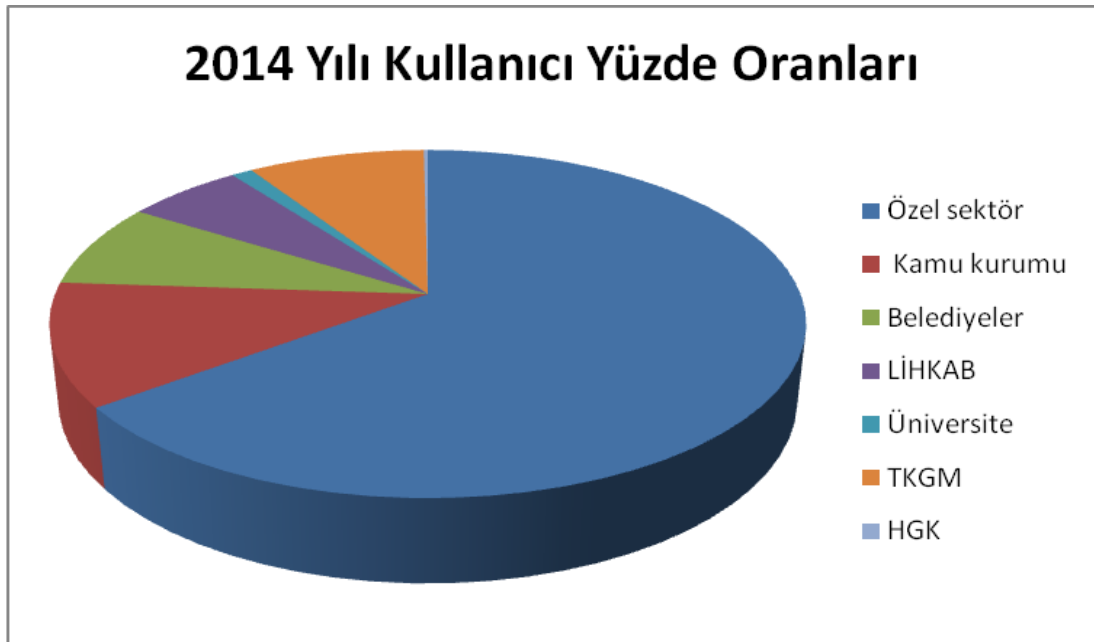
Elde edilen rakamlar ile yüzdesel dağılım da incelenmektedir. Bunun sonucunda ortaya çıkan sonuçlar Tablo 4 ila 8 'de gösterilmiştir.

	2014 Yılı Temmuz Ayı Kullanıcı Sayısı	2014 Yılı Kullanıcı Yüzdeleri	2016 Yılı Ocak Ayı Kullanıcı Sayısı	2016 Yılı Kullanıcı Yüzdeleri	Artış Miktarı	Yüzdesel Olarak artış Miktarı
Özel sektör	3523	64,68	4337	62,09	814	18,77
Kamu kurumu	622	11,42	864	12,37	242	28,01
Belediyeler	427	7,84	741	10,61	314	42,38
LİHKAB	320	5,87	369	5,28	49	13,28
Üniversite	58	1,06	86	1,23	28	32,56
TKGM	486	8,92	564	8,07	78	13,83
HGK	11	0,20	24	0,34	13	54,17
Toplam	5447		6985		1538	

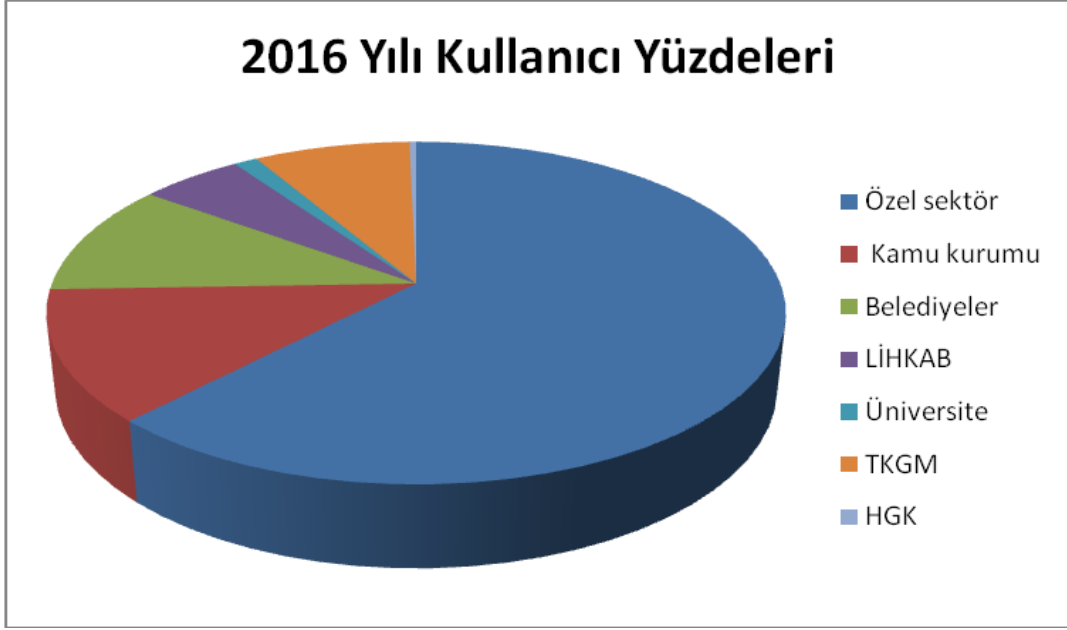
**Tablo 4. Yıllara Göre Tusaga Aktif Kullanıcı Sayıları**



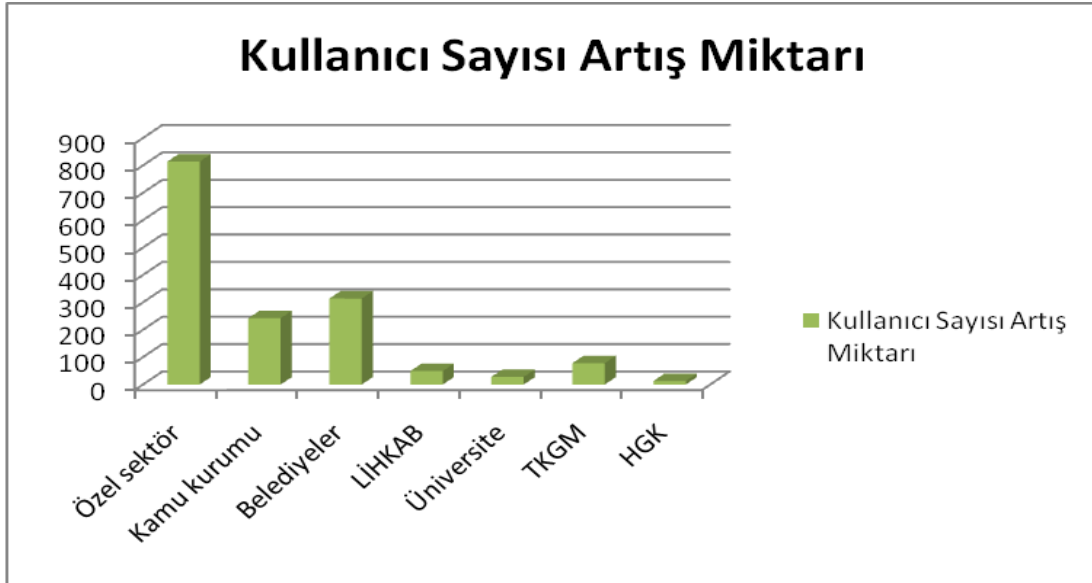
**Tablo 5. 2014 Yılı Temmuz Ayı-2016 Yılı Ocak Ayı Tusaga Aktif Kullanıcı Sayıları Karşılaştırması**



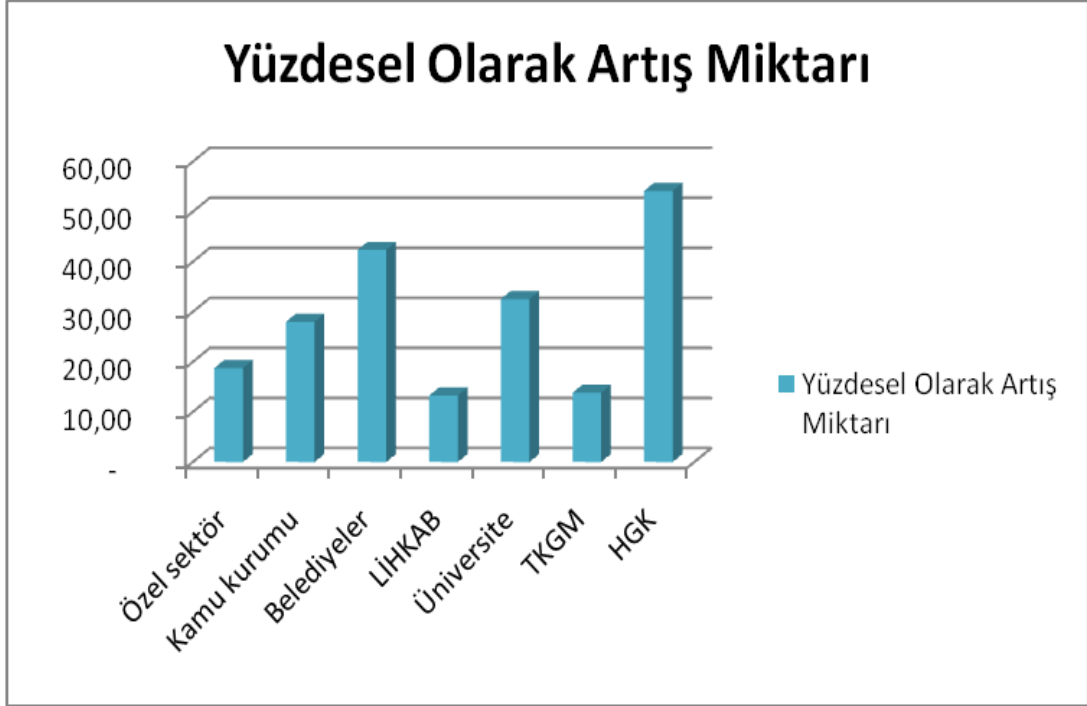
**Şekil 31. 2014 Yılı Temmuz Ayı Tusaga Aktif Kullanıcı Yüzde Oranları**



Şekil 32. 2016 Yılı Ocak Ayı Tusaga Aktif Kullanıcı Yüzde Oranları



Tablo 6. 2014 Yılından 2016 Yılına Kadar Tusaga Aktif Sistemine Kayıtlı Kullanıcı Artış Miktarı



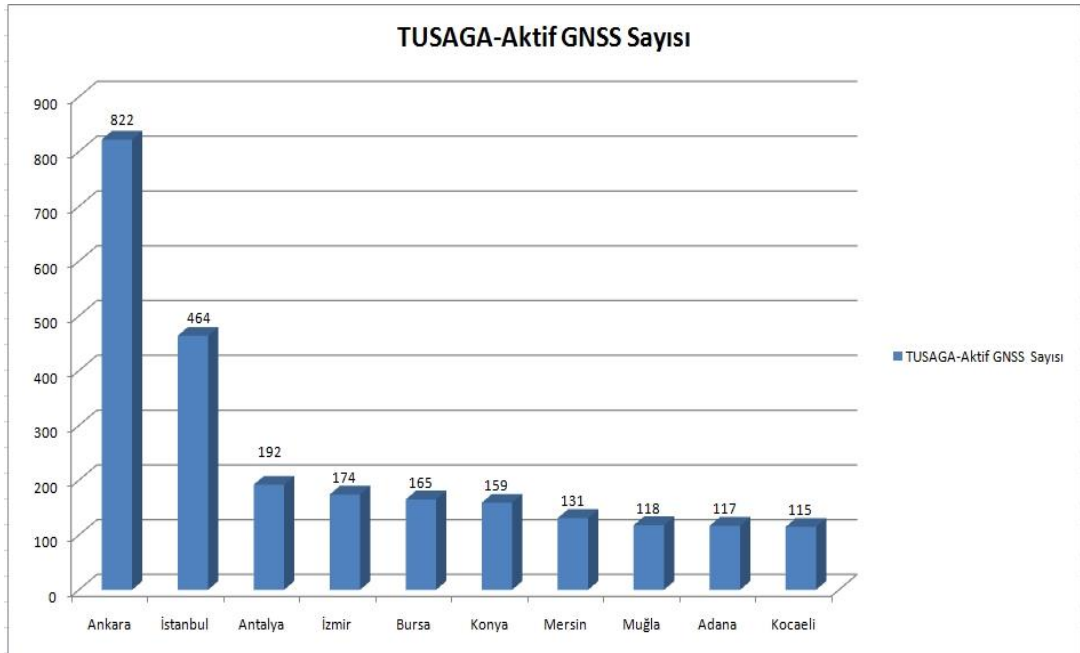
**Tablo 7. 2014 Yılından 2016 Yılına Kadar Tusaga Aktif Sistemine Kayıtlı Kullanıcıların Yüzdesel Olarak Artış Miktarı**

Tablo 5’den anlaşılacağı üzere 2014, 2016 yıllarında Tusaga Aktif sistemine kayıtlı en fazla kullanıcı sayısı Özel sektöre ait gözükürken en az kullanıcı sayısı Harita Genel Komutanlığına ait olduğu görülmektedir. Yine aynı şekilde 2014 ve 2016 yıllarına ait Tusaga Aktif sistemine kayıtlı kullanıcıların Şekil 28 ve 29’daki pasta grafiklerinden de anlaşılacağı üzere en büyük payın özel sektörün olduğu, en küçük payın Harita Genel Komutanlığı olduğu görülmektedir. Yıllar arası artışa bakıldığında Tablo 6’ dan anlaşılacağı üzere Tusaga Aktif sistemine kayıtlı kullanıcı sayısındaki en fazla artış özel sektörde gözükmekteyken oransal olarak en fazla artış Harita Genel Komutanlığında olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo ve şekilleri genel olarak yorumlamak gerekirse yaklaşık 17 aylık zaman aralığında Tusaga Aktif sistemine kayıtlı kullanıcı sayısının 1538 kullanıcı olarak arttığı gözükmekte olup Tusaga Aktif Sisteminin hala etkin kullanılan bir sistem olduğu anlaşılmaktadır. Güncel kullanıcı sayısına Tablo 4 den bakıldığında 6985 tane kayıtlı kullanıcı olduğu görülmüştür. 6985 adet kullanıcının % 85’e yakının kesintisiz ücret ödediği düşünüldüğünde ülkemize ciddi bir gelir kaynağı olduğu anlaşılmaktadır.

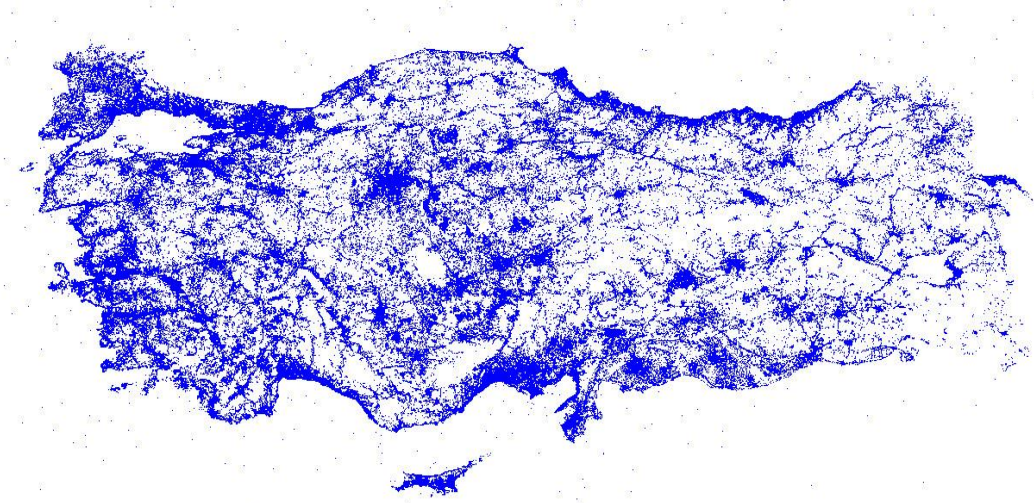
#### 4.2.1.2. Kullanıcıların Bölgesel Analizi

TUSAGA-Aktif sisteminde 81 il ve K.K.T.C ' deki kayıtlı kullanıcı profilleri ile ilgili çalışmalar bu analiz kapsamında değerlendirilmektedir. Bu kapsamda her ilde kayıtlı kullanıcılar ayrı ayrı tespit edilip iller ve bölgeler arası değişimler incelenmektedir. Bu şekilde elde edilen verilerden yararlanarak illere göre bölgesel yoğunluk, ihtiyaçlar, dağılım gibi analizler yapılabilmektedir. İl bazında yapılan analize ait veriler sonucunda en çok kullanıcıya sahip ilk on il ile ilgili elde edilen değerler Tablo 8'de gösterilmektedir.



**Tablo 8. En Çok Kullanıcıya Sahip On İl.**

Kullanıcıların yıl içerisinde sisteme bağlanarak ölçü yaparken buldukları koordinatlardan faydalanarak oluşturulan yoğunluk haritası Şekil 33'de gösterilmiştir. Bu harita log kayıtlarından elde edilen koordinatların doğrudan bir CAD programına aktarılması sonucu sadece noktaların görüntülenmesi ile elde edilmiştir ve herhangi bir altlık kullanılmamıştır. Bu sonuçla sistemin ne kadar yoğun olarak kullanıldığı daha net anlaşılmaktadır.

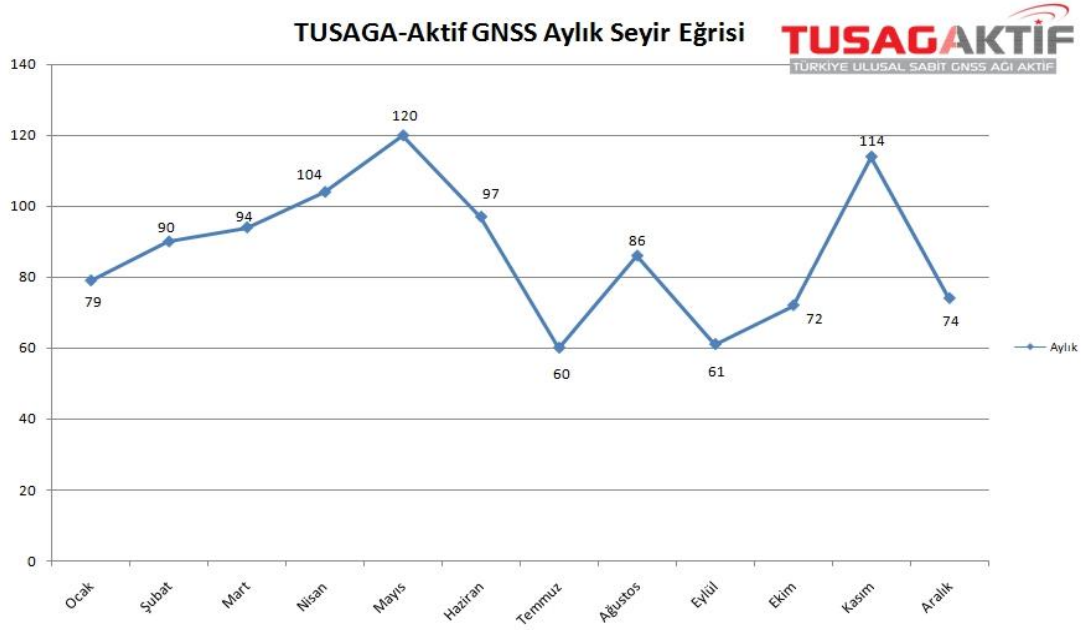


**Şekil 33. 2013 yılı TUSAGA-Aktif Sistemi Kullanıcı Yoğunluk Haritası**

#### **4.2.1.3. Kullanıcıların Zamansal Analizi**

TUSAGA-Aktif sistemine yeni kayıt olan ve sistemde kayıtlı bulunup süre uzatma işlemi yapan kullanıcıların sayısının zamana göre değişimleri bu analiz kapsamında değerlendirilmektedir. Bu kapsamda aylık olarak sistemdeki değişimler izlenmekte ve bu değişimlerin sektörel ve bölgesel etkiler de dikkate alınarak analizler yapılmaktadır.

Her yıl tüm sektörler ve bölgeler ile ilgili aylık kullanıcı sayısı değişim analizleri yapılmakta elde edilen verilerden birçok sonuç veri elde edilmektedir. Örnek olarak, 2013 yılı içerisinde TUSAGA-Aktif sistemine kayıt olan tüm kullanıcıların aylık değişimlerini gösterir grafik Şekil 34'de gösterilmiştir.



**Şekil 34. TUSAGA-Aktif Sistemine Kaydolan Tüm Kullanıcıların Aylara Göre Değişimi**

#### 4.2.1.4. Kullanıcıların Aktif-Pasif Analizi

Yıllık ya da aylık kullanım hakkı olarak sistemden faydalanan kullanıcıların kullanım sürelerinin bitiminde kullanım hakları tekrar ücret ödeyip sistemi aktif edene kadar pasif konumda tutulmaktadır. Düzenli olarak pasifte kalan kullanıcılar izlenmekte, aylık olarak da sistemi en az 3 aydır kullanmayan kullanıcıların içinden seçilen en az 10 kullanıcı ile sistemi neden kullanmadıklarına dair anket yapılmaktadır. Anket sonuçları diğer yapılan analizler dikkate alınarak yorumlanmaktadır. Yapılan anket ve analizlerle pasif durumdaki kullanıcı sayısını en az düzeyde tutarak sistemin daha verimli kullanılması amaçlanmaktadır.

Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen veriler TUSAGA-Aktif sisteminin geliştirilmesi için kullanılmaktadır. Bu veriler ve kullanıcılardan gelen geri beslemeler ışığında sistemle ilgili yeni hedefler belirlenmekte ve sisteme uygulanması için çalışmalar yapılmaktadır.

#### 4.2.1.5. Yönetim Verimliliği

Kullanıcılar hakkında elde edilen bilgiler, oluşturulan istatistikler, analizler ve benzeri çalışmalar ile sistem yönetiminden sorumlu olan TUSAGA-Aktif Yürütme Kurulu'na sistemle ilgili vereceği kararlar için altlık oluşturmaktadır. GNSS cihazı fazla olan firmalar, kendi kullanıcılarını log kayıtlarından izlemek ve bu alanda daha

etkin bir yönetim sergilemek istemektedirler. Bu sayede sistem daha verimli bir şekilde yönetilmekte, sistemin ihtiyaçlarına yönelik daha isabetli kararlar alınabilmektedir.

#### **4.2.1.6. Aktif Kullanım**

Sistemi aktif olarak kullanan kullanıcı sayılarının arttırılması için yapılan anket çalışmalarının yanında daha fazla kullanıcıya ulaşmak için seminer, eğitim vb etkinlikler planlanmaktadır. Anket sonuçlarında ortaya çıkan ihtiyaçların karşılanması için çalışmaların yapılması hedeflenmektedir.

#### **4.2.1.7. Teknolojik Gelişmeler**

Kullanıcılara daha iyi hizmet verebilmek için çağın gerektirdiği teknolojik ekipman, yazılım, uygulama vb konulardaki yenilikler takip edilmektedir. Bu gelişmelerden TUSAGA-Aktif sistemine uygun olanların sisteme entegrasyonu için çalışmalar yapılmaktadır. Hâlihazırda E-Devlet kapsamında hizmet vermekte olan TUSAGA-Aktif sisteminde mobil ödeme yapılabilmesi için GSM operatörleriyle görüşmeler sürdürülmektedir. Kullanıcıların sistemden daha esnek ve her an faydalanabilmesi için cep telefonlarında kullanılmak üzere Android ve İOS uygulamaları yapılması planlanmaktadır. Kullanıcıların sisteme daha hızlı ulaşabilmeleri için tüm iletişim araçlarının aktif olarak kullanılması amaçlanmakta, bu kapsamda 444 46 77 nolu müşteri hizmetleri hattı, sosyal medya araçları, web sayfası, SMS sisteminin sürekli güncel tutulmasına dikkat edilmektedir.

Kullanıcı ihtiyaçları ve gelişen teknoloji göz önüne alınarak sistemin donanım ve yazılım olarak son teknolojiye ulaşması için çalışmalar yapılmakta olup, bu doğrultuda yeni donanım alımı yapılmış ve yeni yazılım alımı içinde çalışmalar devam etmektedir.

Kullanıcıların sistemden daha hızlı ve etkin faydalanabilmeleri için daha önce sistem üzerinden ücretli olarak sipariş verip, sistem yöneticileri tarafından onaylanarak gönderilen 30 sn. RINEX verileri, sisteme özel açılan internet sayfası üzerinden kullanıcılara ücretsiz olarak sunulmuştur. Kullanıcılar bu sayfadan



kendileri için belirlenen kullanıcı adı ve şifreleri ile giriş yaparak sistemde kayıtlı olan 30 sn. RINEX verilerini temin edebilmektedir.<sup>46</sup>

#### **4.2.2. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Tusaga Aktif Uygulamaları**

Kurumumuzca yürütülen projeler kapsamında TUSAGA-Aktif Sistemi etkin olarak kullanılmakta ve hem maliyet hem de süre konusunda işlerin Jeodezik çalışmalarda büyük kazançlar sağlanmaktadır. Son yıllarda yoğun bir şekilde yürütülen; Tapu ve Kadastro Modernizasyon Projesi kapsamındaki çalışmalar ile Kadastro haritalarının sayısal kadastro ve tapu bilgilerini destekleyecek şekilde yenilenmesi ve güncellenmesi, Sayısal tapu ve kadastro bilgilerinin kamu ve özel sektör kuruluşlarının hizmetine sunulması ve Türkiye’de gayrimenkul değerlemesi için en iyi uluslararası uygulamaların benimsenmesine yönelik politikaların ve kapasitenin geliştirilmesi yoluyla tapu ve kadastro hizmetlerinin etkililiğinin ve verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir. Proje sonucunda; 4 milyon parselin yenilenmesi, 40 bin km<sup>2</sup> alanda Temel Harita üretimi, Dış kullanıcıların online verilere erişebilmesi ve Gayrimenkul değerlendirme konusunda politika ve kapasite geliştirilmesinin sağlanacak olup, bu proje kapsamındaki Jeodezik çalışmalar TUSAGA-Aktif sistemine dayalı olarak yürütülmektedir.

Yine Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü’nce yürütülen Orman Sınırları Dışına Çıkarılan (2/B) Sahaların Kadastrounun Yapılmasına Yönelik Çalışmalar kapsamında da TUSAGA-Aktif sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü’nce ortofoto harita üretim çalışmaları devam etmekte olup, üretilen ortofoto haritalar web ortamında sunulmakta ve TKMP projesi ile Kadastro Müdürlüğü uygulamalarında karar mekanizmasına altlık oluşturmaktadır. Ortofoto Harita Üretiminde GPS/IMU verileri kullanılarak her bir resmin Resim Orta Noktası Koordinat değerleri hesaplanmaktadır. GPS/IMU verilerinin değerlendirilmesinde TUSAGA-Aktif Sistemi Sabit GNSS istasyon noktalarına ait 1 saniyelik RINEX veriler kullanılmakta olup, böylece havadan görüntü alma işlemi sırasında araziye sabit GNSS noktası kurularak ölçü yapılmasına gerek duyulmamaktadır.

---

<sup>46</sup> TKGM, Tusaga Aktif Sistemi Kullanıcı Profil Analizi, HKMO Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 7. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu 15-17 Ekim 2014, Hitit Üniversitesi-Çorum, s. 8-14

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nce yürütülen tüm bu çalışmalarda, Kadastro Müdürlüklerinin etkin ve verimli olarak hizmet edebilmesi amacıyla 2015 yılı Kasım ayı itibariyle 565 adet TUSAGA-Aktif uyumlu GNSS alıcıları alınmış ve Kadastro Müdürlüklerine teslim edilmiştir.

LIHKAB' ın (Lisanslı Harita Kadastro Mühendisleri ve Büroları) yürürlüğe girmesi ile birlikte, günümüze kadar Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğümüzde yürütülen talebe bağlı hizmetler, artık bu lisanslı ölçme büroları tarafından yürütülmektedir. 2015 yılı Kasım ayı itibariyle 370 adet olan Lisanslı ölçme büroları; yürüttüğü çalışmalarda TUSAGA-Aktif sisteminden faydalanmaktadır.

TUSAGA-Aktif sistemi Aralık 2008'den günümüze kadar artan bir sayıda kurum ve kullanıcıya hizmet etmektedir. 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.

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.<sup>47</sup>

---

<sup>47</sup> SALGIN, Ö. (2015) "TKGM Aday Memur Eğitim Ders Notları", s. 11-16

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### SİSTEMİN SÜRDÜRÜLEBİLİR OLMASI İÇİN ALINACAK TEDBİR VE ÖNLEMLER

Tusaga-Aktif CORS TR sisteminin sürdürülebilirliğini sağlamak için ilk etapta sistemin eksikliklerini ve problemlerini belirlemek, daha sonra eksiklikleri tamamlamak ve problemleri çözmek gerekmektedir. Araştırma çalışmamızın bu son bölümünde sisteme ait eksiklikler ve problemler belirlenmiş, bu eksikliklere ve problemlere çözüm önerileri getirilmiştir.

#### 5.1. TUSAGA-AKTİF CORS TR SİSTEM TIKANMASI

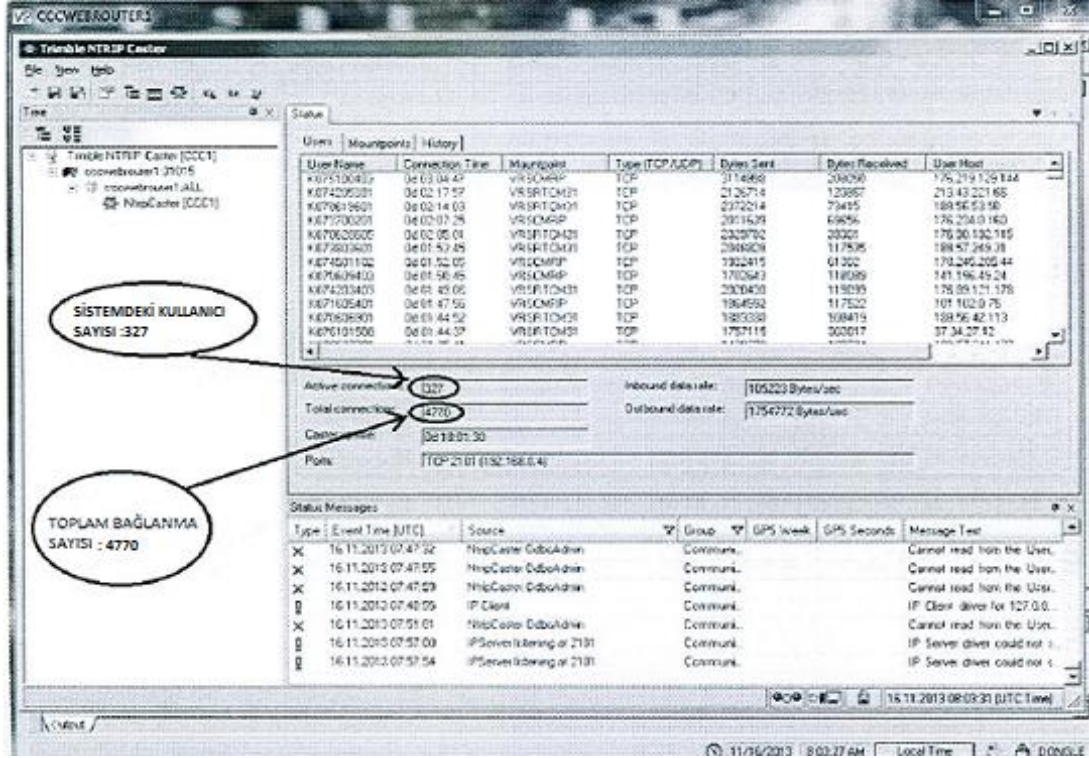
Bir sistemin sürdürülebilir olabilmesi için karşılaştığı problemlere hızlı bir şekilde cevap verebilme özelliğinin olması gerekir. Tusaga-Aktif sistemi karşılaşılan problemler açısından ilk ciddi sınavını Tablo 9’ daki sistem tıkanmalarında vermiştir.

TUSAGA-AKTİF SİSTEMİNDE SORUN YAŞANAN VE KULLANICILARA MESAJ İLE BİLDİRİLDİĞİ ZAMAN ARALIKLARI	
TARİH	BAŞLANGIÇ VE BİTİŞ SAATLERİ
06.11.2013	11:43-13:05
08.11.2013	10:10-11:51
08.11.2013	15:35-16:46
11.11.2013	10:29-11:55
12.11.2013	11:53-12:56
12.11.2013	15:42-16:45
13.11.2013	10:58-15:38
14.11.2013	11:32-12:48
14.11.2013	15:44-16:47
15.11.2013	10:23-11:41
19.11.2013	14:58-15:56

**Tablo 9. Sistem de Sorun Yaşanan Zaman Aralıkları**

Tablo 9’ da görüldüğü üzere 2013 yılının Kasım ayında sistem tıkanmaları meydana gelmiş bu tıkanmalar 1 ila 2 saat arasında olmuştur. Tusaga-Aktif sistem yöneticileri ilk etapta bu saldırıların siber saldırı olduğunu düşündülse de daha sonra yazılımı yapan firma ile görüşmeler sonucunda Şekil 35’ de olduğu gibi bazı Tusaga-Aktif kullanıcıların sisteme hızlı girmek amacıyla saniyede birden fazla istek gönderdiği, sistemdeki aktif kullanıcı sayısı 327 adet iken toplam bağlanma sayısının

4770 adet olduğu, bu gönderilen birden fazla isteklerin sistemi kilitlediği ortaya çıkmıştır. Bu sorunun çözümü için Almanya da bulunan yazılım firma yetkilileriyle görüşülerek, saniyede birden fazla gönderilen isteklerin sadece bir tanesinin sistem içinde işleme alınmasını sağlayacak bir batch file (yama program) yazdırılarak sistem tıkanma problemleri çözülmüştür.



**Şekil 35. Sistem Tıkanmaların Olduğu Ekran Görüntüsü**

Görüldüğü üzere Trimble VRS SW yazılımının üreticisi Almanya ile iletişime geçilerek çözüm üretilebilmiştir. Oysaki Tusaga Aktif CORS TR sistemi gibi bir devlet projesinin en ufak bir problemde bile özellikle yazılım hususunda dışa bağımlı olarak kendi içinde çözüme kavuşturamamıştır. Böyle bir devlet projesinin dışa bağımlılığının en aza indirilmesi için Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nün, ülkemizin önde gelen bilim kuruluşları ile örneğin TÜBİTAK veya önde gelen üniversiteler ile protokol imzalayarak bir araştırma geliştirme programı dahilinde sistemin kontrolünün tamamen yerli bir yazılımla kontrol edilmesi ülkemiz ve Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü açısından; stratejik öneme ait koordinat bilgilerinin üretiminin hem kötü amaçlı gerçek ve tüzel kişilerinin eline geçmemesi hem de bu son derece önemli olan bu bilgilerin üretilmesinin sektöre uğratılmaması yönüyle gereklidir.

## **5.2. HARİTA DAİRESİ BAŞKANLIĞI JEODEZİ BİRİMİ PERSONEL YAPISI**

Tusaga Aktif CORS\_TR sistemine 11.02.2014 tarihinde UDP saldırı düzenlendiği ve 06.11.2013 tarihinde sistem tıkanması meydana geldiği görülmüştür.

Harita Dairesi Başkanlığı Jeodezi Birimi personeli 2013 yılındaki meydana gelen sistem tıkanmasına Bölüm 5.1.'de anlatıldığı gibi yazılım firması yetkilileri tarafından müdahale ettirilerek çözülmüş olup, 2014 yılında sisteme yapılan saldırıya ise Türk Telekom firması tarafından DDOS (ARBOR) cihazı sisteme entegre edilerek bu saldırıyı DDOS cihazı sayesinde istenmeyen ağ trafiğini filtrelemek üzere ağ içindeki kilit noktalara güvenlik duvarları kurularak engellemiştir.

Sistem de çalışan kişilerin bu tip sistem tıkanmalarına ve saldırılara anlık müdahale edemedikleri görülmüştür. Herhangi bir sistem tıkanmasında veya sisteme yapılan güvenlik ihlallerinde ya Türk Telekom'dan ya da Harita Dairesi Başkanlığında bulunan farklı birimlerinden uzman personel talep edilmektedir. Tusaga-Aktif sistemi kontrol merkezinde görevli personel yapısına bakıldığında 1 adet Şube Müdürü, 1 adet Tapu Kadastro Uzmanı, 3 adet Yüksek Mühendis ve 1 adet mühendis toplam 6 adet Harita Mühendisliği kökenli personelden oluşmaktadır. Oysaki böyle karmaşık bir işletim sisteminin sürekliliğini sağlayabilmek için konusunda uzman Bilgisayar Mühendisi, Elektrik Elektronik Mühendisi, Sistem Mühendisi, Network Uzmanı gibi dallardan mezun kişilerin sistem kontrol mekanizmasında yer almaları daha etkili olacaktır. Böyle bir personel yapılanmanın getireceği faydalar şu şekilde sıralanmıştır.

- a) İhtiyaç analizi yapıp kullanılacak doğru teknolojileri belirler.
- b) Kurumun sistem ve network alt yapısının planlamasını ve kurulumunu yapar.
- c) Sistem ve network analizi, tasarımı, test ve bakım işleriyle ilgilenir.
- d) Kullanıcıların sistemde ve networkte karşılaştıkları problemleri giderecek çözümler üretir, eğitimlerini verir.
- e) Teknolojiyi çok yakından takip ederek yeni gelişmeleri kuruma uygular.
- f) Networke yapılabilecek olası saldırılara (hacking) karşı güvenlik politikaları geliştirir.
- g) Güvenlik politikalarının takibini yapar.

- h) Kaynakların verimli ve güvenli kullanımını sağlar.
- i) İşletim sistemi prosedürlerini belirler ve yayınlar.
- j) Sistemde sürekli tekrarlayan işlere çözüm getirir.
- k) Sistem dataları için kriz sonrası kurtarma planı hazırlar.

### **5.3. TUSAGA AKTİF CORS TR SİSTEMİNE AİT STRATEJİK PLANLAMANIN OLMAYIŞI**

Kamu idarelerine olan bakış açısı, genellikle vizyon ve misyon belirlemeden uzak, somut hedefleri olmayan, vatandaş odaklı yönetim anlayışını benimsememiş, yoğun kurallara sahip, finansal açıdan yetersiz, kalifiye elemana ihtiyacı olan, örgütsel yapısında eksiklikler bulunan idareler olmalarıdır. Bununla beraber, çalışanların kamu kesiminde çalışıyor olmanın verdiği rahatlıkla genellikle hizmet üretmekten uzak olmaları, kurallara uymaya çalışmanın kendilerini daha iyi memur yapacaklarına inanmaları, motivasyon eksikliği yaşamaları, performans değerlendirmesinin yapılmaması, ücret rejiminin başarıyı teşvik edecek şekilde düzenlenmemiş olması, vatandaşın yönetime uzak olması, vatandaşla yönetim arasında iletişimsizlik bulunması da kamu çalışanlarına olan bakış açısı olarak ifade edilebilir.<sup>48</sup>

Türkiye’de kamu idarelerine ve çalışanlarına olan bakış açısının değişmesi; kamu idarelerinin içinde buldukları mali ve yönetsel sorunlar göz önünde bulundurulduğunda, kamu kuruluşlarının önümüzdeki dönemde planlı hizmet üretmelerinin, belirlenen politikaları somut iş programlarına ve bütçelere dayandırmalarının ve uygulamayı etkili bir şekilde denetlemelerinin önemi artmaktadır. Katılımcı ve esnek bir planlama yaklaşımı olarak, kuruluşların mevcut durumu, misyon ve temel ilkelerinden hareketle geleceğe dair bir vizyon oluşturmaları, bu vizyona uygun amaç ve hedefler belirlemeleri ve ölçülebilir göstergeler tespit ederek başarıyı değerlendirmeleri gerekmektedir. Kamu kuruluşları bu gerekliliği stratejik planlamayla sağlayacaktır.<sup>49</sup>

Dolayısıyla, kamu hizmetlerinin yerine getirilmesinde kaynakların verimli ve etkin kullanılmasını, daha kaliteli hizmet sunulmasını ve vatandaşlarının

---

<sup>48</sup> Erdem, A. (2006) “Stratejik Yönetim ve Kamu Örgütlerine Uygulanabilirliği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.103

<sup>49</sup> Kutluhan(2003), “Kamu Kuruluşları İçin Stratejik Planlama Uygulaması”, Temmuz-Aralık, Sayı 50-51, s.77.

ihtiyaçlarının ve beklentilerinin karşılanmasını sağlamada stratejik planlama önem kazanmaktadır.

Stratejik planlama; bir yandan kamu mali yönetimine etkinlik kazandırırken, diğer yandan kurumsal kültür ve kimliğin gelişimine ve güçlendirilmesine destek olacaktır. Ulusal düzeydeki kalkınma planı ve stratejiler çerçevesinde kamu idarelerince hazırlanacak olan stratejik planlar; programlar, sektörel ana planlar, bölgesel planlar ve il gelişim planları ile birlikte genel olarak planlama ve uygulama sürecinin etkinliğini artıracak ve kaynakların rasyonel kullanımına katkıda bulunacaktır.<sup>50</sup>

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğüne Harita Dairesi Başkanlığının kontrolünde bulunan Tusaga-Aktif sisteminin 2008 yılında faaliyete geçtiği, 2014 yılında sistem donanımın revize edildiği görülmüştür. Tusaga-Aktif gibi bir devlet projesinin faaliyete geçtikten 6 yıl sonra sistem donanımın günümüz teknolojisine uygun hale getirilmesinde gecikilmesi bir stratejik planının olmayışından kaynaklanmaktadır. Oysa ki bir stratejik plana sahip olunsaydı, yazılım güncellemelerinin, donanımlarının yenilenmesinin bir plan program dahilinde gerçekleştirilmesi sağlanacak, sistem vizyon olarak nerede olabileceğini gösterecektir.

Kurumun Tusaga Aktif işletim sistemine ilişkin stratejik planlama yapamaması şu riskleri ortaya çıkarır:

- a) Kurumun karşı karşıya kalacağı tehlikelerin belirlenememesi, etkilerinin ölçülememesi ve riskin yönetilememesi
- b) Her riskin etkisinin sadece bir güvenlik olayı gibi algılanması nedeniyle Tusaga Aktif varlıklarının bütünlük veya güvenilirliğine zarar gelmesi
- c) Kaynakların riskleri karşılamak için etkin kullanılamaması
- d) Risklerin azaltılmasına yönelik kontrollerin amaçlandığı gibi işlememesi
- e) st yönetimin, kurumun Tusaga Aktif sistemine ilişkin alınacak önemli kararlarda etkin bir rol alamaması
- f) Tusaga Aktif sistemine ilişkin faaliyetlerde koordinasyon sorunlarının ortaya çıkması
- g) Tusaga Aktif sistemi bütçesi üzerinde zayıf kontrol

---

<sup>50</sup> DPT (2006), Kamu Kuruluşları İçin Stratejik Planlama Kılavuzu, Ankara, s.2

#### **5.4. CORS AĞLARININ FAKLI DATUMLARA GÖRE KOORDİNAT ÜRETMELERİ**

Tusaga-Aktif Ağında ve İSKİ-UKBS ağlarına dayalı yapılan ölçümler sonucu elde edilen koordinatlarda 3-5 cm farklılıkların olduğu görülmektedir. Bunun nedeninin İSKİ-UKBS Ağ-RTK koordinatlarının ITRF-2005 koordinat datumu 2005.00 epogunda olması buna karşılık TUSAGA-Aktif Ağ-RTK koordinatlarının ITRF-96 datumu 2005.00 epogunda olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Son kullanıcılar açısından pek bilinmeyen sabit nokta koordinatlarının farklı datumlarda olması, yürütücü idarelerce ortak karar alınarak çözülmesi gereken bir konudur.

Görüldüğü üzere ülkemiz genelinde Tusaga-Aktif, İSKİ-UKBS gibi birden fazla CORS ağları vardır. Bu ağların farklı koordinat düzeltme teknikleri uygulaması, farklı datumlardan koordinat üretmeleri kullanıcılar açısından sıkıntılar oluşturmaktadır. Örneğin İstanbul'da hizmet veren bir serbest harita mühendislik bürosu Tusaga-Aktif'e bağlanarak ürettiği koordinat değerleri ile İSKİ-UKBS'ye bağlanarak ürettiği koordinat değerleri farklılık göstermekte bu değerleri kullanarak iş yapmaktadır. Bu gibi farklılıkların ortadan kalkması için elde edilen ölçüm değerlerinin hukuki bir değeri olması açısından bu tip sistem hizmeti veren idareler ortak karar alarak aynı datumlarda, aynı epoklarda koordinat üretilmelidir. Böylelikle ülkemizin sahip olduğu bu tip sistemler daha etkin kullanılacaktır

#### **5.5. CORS SİSTEMLERİNİN ORTAK MEVZUATININ OLMAYIŞI**

Günümüz itibariyle ülkemizde ulusal ve yerel düzeyde faaliyet gösteren TUSAGA-Aktif ve İSKİ-UKBS ağlarıyla ilgili her türlü haritacılık hizmeti, sistemin işletiminden sorumlu TKGM ve İSKİ' nin ihaleli işlerinde kullanılmak üzere hazırlanmış olduğu, her iki kurumun kendi iç mevzuatlarıyla sağlanmaktadır. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, 20.08.2009 tarihli "TUSAGA-Aktif Sistemi İle Koordinat Belirleme, Ölçüm, Hesap ve Kontrol Yönergesi" ni oluşturmuş, ardından 01.06.2010 tarih ve 2010/11 1704 sayılı "Kadastral Harita Üretimi ve Kontrolü" Genelgesi ile ilgili Yönergeyi yürürlükten kaldırmıştır. Ancak 2010/11 sayılı yürürlükteki Genelge'nin "TUSAGA-Aktif sistemi ile statik koordinat belirleme yöntemi" başlıklı 14. maddesi şuan itibariyle BÖHKBÜY kapsamındaki C dereceli (C1,C2,C3,C4) yer kontrol noktalarının üretimi konusunda TUSAGA-Aktif istasyonlarının statik verilerinin kullanımını olanaklı kılmaktadır. Özellikle ölçü



sonrası değerlendirme çalışmaları için oldukça önemli olan bu değişiklik, uygulayıcılar için olumlu katkılar sağlamaktadır. Ancak istasyonlara ilişkin ilgili datumda koordinat ve hız bilgilerine erişimin kısıtlı olması, uygulamada çeşitli sıkıntılar yaşanmasına neden olmaktadır. İBB-İSKİ Genel Müdürlüğü ve ilgili birimleri de kurum bünyesindeki haritacılık faaliyetleri için İSKİ-UKBS' nin kullanımına yönelik "Harita Yapımı Teknik Şartnamesi" oluşturmuş ve uygulamaya koymuştur. Her kurumun kendine ait mevzuatı olması kullanıcılar açısından belirsizliklere neden olmaktadır. Örneğin İstanbul'da serbest harita mühendislik bürosunun hazırladığı yola terk, ifraz gibi kontrollük dosyasını kontrollük aşamasında kadastro müdürlüğü personeli İSKİ CORS ağı iç mevzuatına göre mi üretilen koordinat değerlerini kontrol edecek yoksa Kadastral Harita Üretimi ve Kontrolü Genelgesine göre mi kontrol edecektir. Gelişmekte olan ülkemizde teknoloji hızla ilerlemektedir. Dolayısıyla bugün İstanbul, Konya gibi büyükşehirlerimize ait olan bölgesel CORS ağları gelecekte çoğu belediyelerde olacağı gözükmemektedir. İleride daha fazla sıkıntılarla karşılaşmamak için CORS sistemlerinin ürettiği değerler, üretim yöntemleri yeni bir yasal zemin oluşturularak bütün bu CORS ağlarının kontrolleri hukuki olarak tek mevzuatta değerlendirilmelidir. Böylelikle uygulamalarda birlik sağlanacaktır.

#### **5.6. TEK NOKTALI SABİT GPS AĞININ CORS AĞI GİBİ TANIMLANMASI**

Ağlarla ilgili başka bir husus ise Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Kadastro Müdürlüklerinin kontrollük işlerinde karşılına çıkan CORS ağı tanımlaması hatasıdır. Burada bazı kurumların CORS ağı olarak nitelendirdikleri ağların aslında tek noktalı GPS ağı olmasıdır. Ayırt edilmesi gereken en önemli fark bir gps sabit noktasının 7 gün 24 saat çalışıyor diye CORS ağı olmadığı bu tip sistemlerin sadece tek noktadan atmosferik düzeltmeyi hesaplayarak ve kullanıcılarına bu tek noktadan hesapladığı düzeltmeyi göndererek işlem yaptığıdır. BÖHKBÜY gereğince tek noktadan düzeltme ile ölçü yapmak sadece 5 km. ile sınırlıdır yani bir noktadan elde edeceğimiz atmosferik düzeltme miktarı o sabitten 5 km. içindeki yapılan ölçülerde sağlıklıdır.

Bu yüzden CORS ağlarında yapılan ölçümler tek noktadan değil Ağdan düzeltme değerlerini hesapladığı için Ağ-RTK Düzeltme Verisi diye adlandırılmıştır.

TKGM Kadastro Müdürlükleri kendilerine gelen kontrollük işlerinde ölçüm yönteminin belirlenmesi, belirlenen ölçümün CORS ağı ile yapıp yapılmadığı kontrol edilmeli, CORS ağı değilse BÖHHBÜY' nin 46. Maddesinin 5. fıkrasına göre referans noktaya olan uzaklık 5 km'yi geçemeyeceğinden dolayı ölçüm tekrar ettirilmelidir.

### **5.7. TUSAGA AKTİF CORS TR SİSTEMİNE İSTASYON EKLENMESİ**

Tusaga-Aktif CORS TR sisteminin Türkiye geneline dağılmış 146 adet istasyonu bulunmaktadır. Fakat gerek Türkiye'nin coğrafi durumunun engebeli, kıyılarının girintili çıkıntılı olması, gerekse kullanıcı sayısının çok fazla olması gibi faktörler dikkate alındığında bazı bölgelerde özellikle kıyı kesimlerde sistemin ilave istasyonlara ihtiyacı olduğu görülmektedir. Tusaga-Aktif CORS TR sisteminin diğer ülkelerde bulunan CORS Sistemlerinin istasyon sayıları ve km<sup>2</sup> ye düşen istasyon sayıları karşılaştırıldığında gelişmiş ülkelere göre geride olduğu anlaşılmıştır.

Örneğin Tablo 2 den anlaşılacağı üzere Türkiye'de 5346 km<sup>2</sup>'ye 1 adet istasyon denk gelirken, Japonya'da 304,71 km<sup>2</sup>'ye Hollanda'da 707,28 km<sup>2</sup>'ye, Almanya'da 1428,08 km<sup>2</sup>'ye 1 adet istasyon denk gelmektedir.

Tusaga Aktif Sistemine istasyon eklenmesi sınır bölgelerinde oluşabilecek ekstrapolasyonun önüne geçilebilecek ve bu bölgelerde sistem performansını arttıracaktır.

## KAYNAKLAR

- Yüksel, H. (2015) “Gerçek Zamanlı Sabit GNSS Referans Ağlarının (CORS) Baz Uzunluğuna Bağlı Doğruluk Analizi: Tusaga-Aktif Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.3-5, 6-18
- Kızıllarslan, M. (2014) “Gps-Ppp Ve Gps/Glonass-Ppp Yöntemlerinin Konum Belirleme Performansının Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri teknoloji Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, s.6, 8, 9
- Pektaş, F. (2010) “Tusaga Aktif – İSKİ UKBS Ağlarının Yerel Ölçekte Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.5
- Salgın, Ö. (2015) “TKGM Aday Memur Eğitim Ders Notları”, s. 1-7, 13, 14, 16-19
- Pektaş, F. (2010) “Tusaga Aktif – İSKİ UKBS Ağlarının Yerel Ölçekte Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.35-38
- Üstün, A. (2014) “Konya Büyükşehir Belediyesi Sürekli Yayın Yapan Sabit GNSS Ağı”, s.1-3, 6-10
- Bütün, Ö. (2010) “Tusaga Aktif İstasyonlarından Elde Edilen Nokta Koordinat Doğruluğunun İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, s.65-67
- Kulaksız, E. (2012) “Mekansal Veri Üretiminde İşletme Modelleri”, Tapu ve Kadastro Uzmanlık Tezi, s. 23-25
- Bülbül, A. (2011) “CORS-TR Sisteminin Ulaşım Hizmetlerinde Kullanımı”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s.25-28
- Cingöz, A., Erkan, Y., Kurt, İ., Peker, S. (2013) “TUSAGA-AKTİF, HKMO, 14. Harita ve Bilimsel Teknik Kurultayı”, s.1-6
- TKGM, Tusaga Aktif Sistemi Kullanıcı Profil Analizi, HKMO Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 7. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu 15-17 Ekim 2014, Hitit Üniversitesi- Çorum, s. 8-14
- Erdem, A. (2006) “Stratejik Yönetim ve Kamu Örgütlerine Uygulanabilirliği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, s.103
- Kutluhan (2003), “Kamu Kuruluşları İçin Stratejik Planlama Uygulaması”, Temmuz-Aralık, Sayı 50-51., s. 77
- DPT (2006), Kamu Kuruluşları İçin Stratejik Planlama Kılavuzu, Ankara, s.2
- Kahveci, M. ve Yıldız, F. (2012). GPS/GNSS Uydularla Konum Belirleme Sistemleri Teori ve Uygulama, 5. Baskı, Nobel Yayın, Ankara.
- Leick, A., (2004). GPS Satellite Surveying, Third Edition, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Seeber, G., (2003). Satellite Geodesy: Foundations, Methods and Applications, Second Edition, Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin.
- Rao, G.S., (2010). Global Navigation Satellite Systems with Essentials of Satellite Communications, Tata McGraw Hill Education Private Ltd., New Delhi.
- Xu, G., (2007). GPS: Theory, Algorithms and Applications, Second Edition, Springer Science & Business Media, New York.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H. ve Clins, J., (2001). Global Positioning System: Theory and Practise, Fiftyth Revised Edition, Springer Science & Business Media, New York.
- Teunissen, P.J.G ve Kleusberg, A., (2000). GPS for Geodesy, Second Edition, Springer Verlag, Berlin.

- Hofmann, B., Lichtenegger, H., ve Wasle, E., (2008). GNSS – Global Navigation Satellite Systems GPS, Galileo and More, Springer Science & Business Media, Austria.
- Parkinson, B. ve W., Spilker, J.J., (2000). “Global Positioning System Theory and Applications, Foliage Attenuation for Land Mobile Users, Geodesy”, Stanford University and Telecom, 15: 569-583.
- El-Rabbany, A., (2002). Introduction to GPS: The Global Positioning System, Artech House, First Title, Second Series, Boston.
- Bozan, A.V., (2012). Coğrafi Bilgi Sistemlerine Altlık Oluşturan GPS Verilerinin Farklı Yerlerde ve Zamanlarda Yapılan Ölçülerinin Hassasiyetinin ve Doğruluğunun İrdelenmesi, Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yollarının Saptanması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Alkan, R.M. ve Arslan, E. (2002). “GPS Standard Positioning Service Performance After Selective Availability Turned Off”, International Symposium on GIS, 23-26 September 2002, İstanbul.
- Alkan, R.M. ve Kalkan, Y. (2011). “Precise Point Positioning – PPP (Hassas Nokta Konumlama) Tekniğinin Hidrografik Ölçümlerde Kullanılabilirliği”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara.
- Witchayangkoon, B., (2000). Elements of GPS Precise Point Positioning, PhD Thesis, Department of Spatial Information Science and Engineering, University of Maine, Maine.
- Öcalan, T. ve Soycan, M., (2012). “RTCM/SSR Mesajları ile Gerçek Zamanlı Hassas Nokta Konumlama (PPP-RTK) Tekniği”, Harita Teknolojileri Dergisi, 4: 30-41.
- Cai, C. ve Gao, Y., (2007). “Precise Point Positioning Using Combined GPS and GLONASS Observations”, Journal of Global Positioning Systems, 1: 13-22.
- Soycan, M. ve Soycan, A. (2002). “Poligon Noktalarının GPS ile Ölçülmesi Üzerine Bir İnceleme”, Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, 16-18 Ekim 2002, Konya.
- Kahveci, M., Karagöz, H., ve Selbesoğlu, M.O., (2011). “Statik ve RTK GNSS Ölçüm ve Hesaplamalarının Karşılaştırılması”, Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 104: 3-13.
- Güney, C., Avcı, Ö., Doğru, A.Ö., Kılıç, C., ve Çelik, R. N., (2002). “Filo Yönetim Sistemi Tasarımı”, S.Ü. Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yol Sempozyumu, 16-18 Ekim 2002, Konya.
- Kahveci, M., (2009). Kinematik GNSS ve RTK CORS Ağları, 1. Baskı, Zerpa Yayın, Ankara.
- Beutler, G., Schaer, S., ve Rothacher, M., (1999). “Wide Area Differential GPS”, AIUB Swiss Federal Office of Topography, Bern.
- Güngör, O., (2000). Gerçek Zamanlı Kinematik (GZK) GPS’in Jeodezik Çalışmalarda Kullanılabilirliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tiryakioğlu, İ., Güllü, M., Baybura, T., ve Erdoğan, S., (2005). “GPS Sinyal Yansımalarının (Multipath) Nokta Konumlarına Etkisinin Araştırılması”, 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 23-25 Kasım 2005, İTÜ, İstanbul.

- Yaprak, S. ve Yaprak, H., (2005). "Comparison of GPS Stop and Go Method and Electronic Tacheometry Technique In Map Production", G.Ü Fen Bilimleri Dergisi, 18(4): 627-637.
- İnal, C., Gündüz, A.M. ve Bülbül, S., (2014). "Klasik RTK ve Ağ-RTK Yöntemlerinin Karşılaştırılması", Selçuk Üniversitesi Müh. Bilim ve Teknik Dergisi, 2(2): 19-29.
- Sezer, S., (2008). Sabit GPS İstasyonlarına Ait Verilerin Bilgisayar Ortamında Düzenlenmesi, İnternet Ortamında Sunulması Amacıyla Veri Tabanı ve Web Sayfası Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Lachapelle, G., Ryan, S., ve Rizos, C., (2002). "Servicing The GPS User", chapter 14 in Manuel of Geospatial Science and Tecnology, J. Bossler, J. Jenson, R. McMaster & C Rizos (eds.), Taylor & Francis Inc., 201-215.
- Mekik, Ç. ve Arslanoğlu, M., (2003). "Gerçek Zamanlı Kinematik GPS Konumlarının Doğruluk Analizi ve Bir Örnek Uygulama", 9. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 31 Mart – 04 Nisan 2003, Ankara, 549-558.
- Kahveci, M., (2009). "Gerçek Zamanlı Ulusal Sabit GNSS (CORS) Ağları ve Düşündürdükleri", Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 100: 13-20.
- Wübbena, G., Bagge, A. ve Schmitz, M., (2001). "Network-Based Techniques for RTK Applications", GPS JIN 2001, GPS Society Japan Institute of Navigation, 14-16 November 2001, Tokyo.
- Rizos, C., (2002). "Network RTK Research and Implementation – A Geodetic Perspective", Journal of Global Positioning Systems, 1(2): 144-150.
- El-Mowafy, A., (2000). Performance Analysis of The RTK Technique in an Urban Environment", The Australian Surveyor, 45: 47-54.
- Öcalan, T. ve Soycan, M., (2011). "GNSS Verisinin Gerçek Zamanlı İletişim İçin Uluslararası Standartlar ve Gelişmeler", TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara.
- Mekik C., (2010), "Global Uydu Navigasyon Sistemleri ve Uydu Bazlı Alan Büyütme Sistemleri", CEBİT-Eoroasia Coğrafi Bilgi Teknolojileri Çalıştayı, 1-10. İstanbul, Türkiye, 6-8 Ekim.
- Kahveci, M. ve Yıldız, F., (2001), GPS Global Konum Belirleme Sistemi Teori-Uygulama, Nobel Yayın Dağıtım, 184, Ankara.
- Yavuz, E., Ersoy, N., Amerika Birleşik Devletlerindeki CORS Programı, Y.Y., T.Y.
- Aktuğ, B. (2008). ITRF-2005 ve önceki referans koordinat sistemleri ile olan ilişkisi, Harita Dergisi, 140.
- Aktuğ, B. (2009). Inverse and Compound Datum/Frame Transformations, Journal of Surveying Engineering, 135 (2), 46-55 (2009).
- Altamimi Z, Collilieux X, M'etivier L (2011) ITRF2008: An improved solution of the international terrestrial reference frame, Journal of Geodesy, 85 (8) (457-473), DOI:10.1007/s00190-011-0444-4, DOI: 10.1007/s00190-011-0444-4.
- Altamimi Z, Collilieux X, M'etivier L, (2012), Analysis and results of ITRF2008, IERS Tech. Note No. 37.
- Ayhan, M.E., C. Demir ,O. Lenk, A. Kılıçoğlu, B.Aktuğ , M.Açıkgöz, O.Fırat, Y.S.Şengün, A.Cingöz, M.A. Gürdal, A.İ.Kurt, M.Ocak, A.Türkezer, H. Yıldız, N. Bayazıt, M. Ata, Y. Çağlar, A.Özerkan (2002). Türkiye Ulusal

- Temel GPS Ağı-1999A (TUTGA-99A), Harita Dergisi Özel Sayı, No.16, Ankara
- Boehm, J., and H. Schuh , (2006). Global Pressure and Temperature (GPT): A spherical harmonic expansion of annual pressure and temperature variations for geodetic applications, J.Geodesy.
- Dach, R., G. Beutler, H. Bock, P. Fridez, A. G• ade, U. Hugentobler, A. J• aggi, M. Meindl, L. Mervart, L. Prange, S. Schaer, T. Springer, C. Urschl, and P. Walser (2007), Bernese GPS Software Version 5.0, Astronomical Institute, University of Bern, Bern, Switzerland, jan 2007, User manual.
- Erkan, Y., Aktug, B., Lenk, O., Parmaksız, E., Mert, İ.M., Bacanlı, H., 2010, TUSAGA-Aktif Sistemi ve Atmosferik Çalışmalara Ait Ön Sonuçlar, Uluslararası Katılımlı 1.Meteoroloji Sempozyumu, 28 Mayıs 2010, Ankara.
- Fırat, O., Lenk, O. (2002). Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA99A) ile Avrupa Datumu 1950-(ED-50) Arasındaki Dönüşüm, TUJK 2002 Yılı Çalıştayı: Tektonik ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 10 – 12 Ekim 2002, İznik.
- Herring, T. A., R.W. King and S.C. McClusky (2010a), GAMIT Reference Manual: GPS analysis at MIT, Release 10.4, Mass. Inst. Of Technol., Cambridge.
- Herring, T. A., R.W. King and S.C. McClusky (2010b), GLOBK Global Kalman Filter VLBI and GPS Analysis Program, Release 10.4, Mass. Inst. of Technol., Cambridge.
- İKÜ (2010). Ulusal CORS Sisteminin Kurulması ve Datum Dönüşümü Projesi, CORS-TR Datum Dönüşüm Raporu, İstanbul.
- Reilinger.R., McClusky S., Vernant, P., Lawrence S., Ergintav, S., Cakmak, R., Ozener, H., Kadirov, F., Guliev, I. (2006) GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interaction, Journal of Geophysical Research, 111, 05411, doi:10.1029/2005JB004051, 2006.
- Rothacher M., Mervart L. (1996) Bernese GPS Software Version 4.0. AIUB, Berne.
- Saastamoinen, J., (1973), Contributions to the Theory of Atmospheric Refraction, Part II, Bulletin Geodesique, Vol. 107, pp. 13-34.

## **İNTERNEK KAYNAKLARI**

<a href="http://www.icsm.gov.au/mapping/surveying4.html">http://www.icsm.gov.au/mapping/surveying4.html</a>	15.08.2015
<a href="http://www.50northspatial.org/zakordonnyj-dosvid-stvorenniya-merezhi-referentsnyh-stantsij/">http://www.50northspatial.org/zakordonnyj-dosvid-stvorenniya-merezhi-referentsnyh-stantsij/</a>	24.09.2015
<a href="http://en.wikipedia.org/wiki/UDP_flood">http://en.wikipedia.org/wiki/UDP_flood</a>	12.10.2015
<a href="http://www.iski.gov.tr/Web/statik.aspx?KID=1002150">http://www.iski.gov.tr/Web/statik.aspx?KID=1002150</a>	07.01.2016
<a href="http://geodesy.noaa.gov/CORS/">http://geodesy.noaa.gov/CORS/</a>	21.02.2016
<a href="https://tr.wikipedia.org/wiki/GPS">https://tr.wikipedia.org/wiki/GPS</a>	27.02.2016
<a href="https://tr.wikipedia.org/wiki/GPS#Kontrol_B.C3.B6l.C3.BCm.C3.BC">https://tr.wikipedia.org/wiki/GPS#Kontrol_B.C3.B6l.C3.BCm.C3.BC</a>	30.03.2016