

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

**TÜRKİYE'DE Kİ SABİT İSTASYON AĞI OLAN TUSAGA-AKTİF'İN
DÜNYA ÜZERİNDE DİĞER BİR SABİT İSTASYON AĞI İLE
KIYASLANMASI VE ÖLÇÜLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Okan YILDIZ

UZMANLIK TEZİ

NİSAN 2017



İL BANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

**TÜRKİYE'DE Kİ SABİT İSTASYON AĞI OLAN TUSAGA-AKTİF'İN
DÜNYA ÜZERİNDE DİĞER BİR SABİT İSTASYON AĞI İLE
KIYASLANMASI VE ÖLÇÜLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Okan YILDIZ

UZMANLIK TEZİ

**Tez Danışmanı (Kurum)
Asude ERÇİN**

**Tez Danışmanı (Üniversite)
Doç. Dr. Alper BÜYÜKKARAGÖZ**

ETİK BEYAN

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ Uzmanlık Tezi Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Okan YILDIZ

03 Nisan 2017

Türkiye’de ki Sabit İstasyon Ağı Olan Tusaga-Aktif’in Dünya Üzerindeki Diğer Bir
Sabit İstasyon Ağı İle Kıyaslanması Ve Ölçülerin Değerlendirilmesi

(Uzmanlık Tezi)

Okan YILDIZ

İLBANK A.Ş.

Nisan 2017

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye’deki sabit istasyon ağı olan Tusaga-Aktif’in, Polonya’nın sabit istasyon ağı olan Asg-Eupos ile kıyaslanmasını kapsamaktadır. Her iki sistemde yapılan ölçülerin farklı yöntemlere göre elde edilen ölçüler ile ne kadar uyumlu oldukları irdelenmiştir. Aynı zamanda her iki sistemin avantajları, dezavantajları ve birbirlerine olan üstünlükleri incelenmiştir. Her iki sistem incelendiği zaman Asg-Eupos sistemi teknik olarak daha iyi olmasına rağmen arazide Tusaga-Aktif sisteminde yapılan ölçümlerin daha hassas olduğu görülmektedir. Sonuç olarak bu çalışmanın, İller Bankası’nın halihazır harita işlerinin sözleşmelerinde ki özel teknik şartnamelerinde bulunan Cors ölçme sisteminin hem banka hem de özel sektöre sağlayacağı faydaları ve bu işlerde dikkat edilmesi gereken hususları içeren bir çalışma olması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Gns, CORS-TR, Asg-Eupos, Vrs, Rtk, Statik
Sayfa Adedi : 63
Tez Danışmanı : Asude ERÇİN (Kurum)
Doç. Dr. Alper BÜYÜKKARAGOZ (Universite)

Comparison Of Turkish Permanent Station Network Between Any Other
Permanent Station In The World And Evaluating The Measurements

(Expertise Thesis)

Okan YILDIZ

İLBANK A.Ş.

April 2017

ABSTRACT

This study comprises a comparison between Turkish Permanent Station calls Tusaga-Aktif to Polish Permanent Station calls Asg-Eupos. It has been examined how compatible the measurements made in both systems with the measurements obtained from different methods. Also advantages and disadvantages of the both systems and superiority to each other is examined. When both systems are examined, it is seen that the measurements made with the Tusaga-Active system are more accurate, even though the Asg-Eupos system is technically better. As a result, Cors Sytem which has been placed in special specifications in Ilbank's geodesic work contract and this will have the benefits for the Ilbank and the private sector about its ease and issues to be considered.

Key Words : Gnss, CORS-TR, Asg-Eupos, Vrs, Rtk, Static
Page Number : 63
Supervisor : Asude ERÇİN (Corporate)
Assoc. Prof. Alper BUYUKKARAGOZ (University)

TEŞEKKÜR

Tez alıŐmalarım esnasında sağladıkları katkılardan ötürü tez danışmanlarım Asude ERÇİN'e (İlbank A.Ő.) ve Doç. Dr. Alper BÜYÜKKARAGÖZ'e (Gazi Üniversitesi), her zaman yanımda olan aileme ve tez yazım aşamasında destek ve moral kaynağım olan eşim Uzman Nuran Özlem YILDIZ'a (Mersin Üniversitesi) teşekkür ederim.

4.2. ASG-EUPOS Sistem Bileşenleri	33
4.2.1. Alıcı segmenti	34
4.2.2. Yönetim segmenti.....	37
4.3. Kullanıcılar ve Hizmetler	37
4.3.1. Post proses hizmeti.....	39
4.3.2. Gerçek zamanlı kinematik hizmetler.....	40
5. TUSAGA AKTİF SİSTEMİ	42
5.1. RTK Ağları Yönetimi.....	43
5.2. Tusaga-Aktif (CORS-TR) Ağ Planlaması ve Kurulması	44
5.3. Kontrol Merkezleri	45
5.4. Referans İstasyonları	46
5.5. CORS-TR Kullanıcıları.....	49
5.6. CORS-TR Bilimsel Kullanıcıları.....	50
6. ARAZİ ÇALIŞMALARI.....	53
6.1. Olsztyn’da(Polonya) ASG-EUPOS Sistemiyle Yapılan Arazi Çalışması.....	53
6.2. Türkiye’de Tusaga-Aktif Sistemiyle Yapılan Arazi Çalışması	55
SONUÇ VE ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	63

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Referans elipsoidleri ve parametreleri	6
Çizelge 3.1. GPS GLONASS COMPASS GALILEO sisteminin karşılaştırılması	25
Çizelge 4.1. ASG-EUPOS hizmetleri ve bunların açıklaması	38
Çizelge 6.1. Statik ölçülerin sonuçları.....	54
Çizelge 6.2. RTK ölçülerinin sonuçları.....	54
Çizelge 6.3. RTK ve statik ölçülerin kıyaslanması.	54
Çizelge 6.4. Projedeki nirengilerin statik yöntemle ölçülen ve onaylanan koordinatları.	55
Çizelge 6.5. Kontrol amacıyla çeşitli yöntemler ile yapılan ölçümler ve farkları.....	56

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Yeryüzü Şekli.....	5
Şekil 2.2. Yeryüzünün üst yüzeyi	8
Şekil 2.3. Dünya üzerindeki datumlar.....	9
Şekil 2.4. Kutupsal ve dik koordinatlar.....	11
Şekil 2.5.Paralel ve meridyenler.....	12
Şekil 2.6. Yeryüzünde bir P noktasının Coğrafi koordinatın gösterimi.	12
Şekil 2.7. Kartezyen koordinat sisteminin gösterimi	13
Şekil 2.8. Dünya üzerinde iki noktanın projeksiyon koordinat sisteminde gösterimi.....	13
Şekil 3.1. GNSS Sınıflandırması.....	17
Şekil 3.2. GPS uydularının yörünge kümelenmeleri.....	19
Şekil 3.3. Dünya üzerindeki GPS kontrol istasyonları.....	20
Şekil 4.1. ASG-EUPOS sisteminin segmentleri.....	34

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Dünya üzerindeki uydu bazlı güçlendirme sistemleri	27
Resim 4.1. GPS / GLONASS referans istasyonu LOMZ kabin (a), ve anteni (b)	35
Resim 4.2. ASG-EUPOS Referans istasyonları	36
Resim 5.1. TUSAGA-Aktif referans istasyonları yerleri	45
Resim 5.2. Referans istasyon kabini	47
Resim 5.3. Beton tesis (2 m)	48
Resim 5.4. Galvanizli çelik tesis (Çatı tabanından 4 m)	49
Resim 5.5. 1939 yılından bu yana Kuzey Anadolu Fay Hattı boyunca olan depremler	51
Resim 6.1. Olsztyn’da arazide seçilen 3 adet sabit nokta.	53

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
°	Derece
cm	Santimetre
dk	Dakika
GHz	Gigahertz
km	Kilometre
m	Metre
MHz	Megahertz
Ns	Nanosaniye
s	Saniye
Kısaltmalar	Açıklamalar
A.Ş.	Anonim Şirketi
BÖHHBÜY	Büyük ölçekli harita ve harita bilgileri üretim yönetmeliği
CBS	Coğrafi bilgi sistemleri
CDMA	Kod bölme çoklu erişim
CORS	Sürekli gözlem yapan gps istasyonu
COSPAS-SARSAT	Uydu bazlı arama ve kurtarma sistemi
DGPS	Diferansiyel gps
DOD	Savunma bakanlığı
DOP	Duyarlılık kaybı
EC	Avrupa komisyonu
ECAC	Avrupa sivil havacılık konferansı
ED-50	Avrupa datumu 1950
EDGE	Gsm evrimi için gelişmiş veri hızı
EFEMERİS	Uydu konum bilgileri
EGNOS	Avrupa sabit navigasyon yer paylaşım hizmeti
ESA	Avrupa uzay ajansı
EUPOS	Avrupa pozisyon belirleme sistemi
EUREF	Avrupa referans yüzeyi

FKP	Flachen koorectur parametreleri
GDOP	Uydu geometrisinin koordinatlarına etkisi
GEO	Yerküre uyumlu dünya yörüngesi
GLONASS	Küresel uydu konumlandırma sistemi
GNSS	Küresel uydu seyrüsefer sistemi
GPRS	Genel paket radyo servisi
GPS	Küresel konumlama sistemi
GRS80	Jeodezik referans sistemi 1980
GSJ	Japonya jeolojik araştırma kurumu
HATANAKA	Sıkıştırılmış gnss datası
HDOP	Uydu geometrisinin hesaplanan yatay koordinatlara etkisi
HSDPA	Yüksek hızlı indirme paket erişimi
IGS	Uluslararası gnss servisi
IRNSS	Hint bölgesel uydu navigasyon sistemi
ITRF96	Uluslararası karasal referans sistemi
IUGG	Uluslararası jeodezi ve jeofizik birliği
IGNA	İstanbul gps nirengi ağı
IP	İnternet protokol adresi
İSKİ	İstanbul su ve kanalizasyon idaresi
JCAB	Japon sivil havacılık bürosu
KAF	Kuzey anadolu fay hattı
MAC	Ortam erişim yönetimi
MCS	Ana kontrol istasyonu
MEO	Orta dünya yörüngesi
MSAS	Multi-fonksiyonel uydu büyütme sistemi
MTA	Maden tetkik ve arama
MTSAT	Japon çok fonksiyonlu uydu taşıma
NMEA	Ulusal deniz elektroniği derneği
NTRİP	İnternet protokolü üzerinden rtpm verisinin ağ dağıtımı
OCS	Operasyonel kontrol istasyonu
PDOP	Uydu geometrisinin yatay ve düşey koordinatlara etkisi
PPS	Hassas konum belirleme
PRN	Psudo rastgele parazit

QZSS	Quasi-zenit uydu sistemi
RF	Radyo frekans
RINEX	Alıcı bağımsız değişim formatı
RTCM	Denizcilik hizmetleri radyo teknik komisyonu
RTK	Gerçek zamanlı kinematik
SAPOS	Uydu pozisyonlama servisi
SAR	Arama ve kurtarma
SPS	Standart konumlama servisi
TDOP	Uydu geometrisinin zaman bilgisine etkisi
TUBİTAK	Türkiye bilimsel ve teknolojik araştırma kurumu
TUD-54	Türkiye ulusal datumu 1954
TUTGA	Türkiye ulusal temel gps ağı
TÜRKSAT	Türk uydusu
UKBS	Uydulardan konum belirleme sistemi
UMTS	Uluslararası mobil iletişim sistemi
VDOP	Uydu geometrisinin nokta yüksekliğine etkisi
VRS	Sanal referans istasyonu
WAAS	Geniş alan güçlendirme sistemi
WGS84	Dünya jeodezik sistemi

GİRİŞ

Günümüz yaşamının birçok alanında doğru zamanda doğru yerde olmak çok önemlidir. Gerekli nesnelere yerli yerinde bulmak için anahtar ise doğru haritalara sahip olmaktan geçer. Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri (Global Navigation Satellite System) (GNSS) ile birkaç saniye içinde dünyanın neresinde olursa olsun konum belirlenebilmektedir. Ölçümlerde atmosferik etkiler yüzünden birkaç metre doğruluk elde edilebilmektedir.

GNSS teknolojileri günden güne gelişmektedir. Bu gelişmeler doğrultusunda haritacılık sektöründe de ölçme teknikleri gelişmektedir. Geleneksel, yavaş, pahalı ve zahmetli ölçüm yöntemlerinin yerini daha hızlı, ekonomik ve kolay yöntemler almıştır. Eski yöntemlere göre, herhangi bir yerde ölçüm yapılmak isteniyor ise öncelikle koordinatları bilinen sabit bir nokta üzerine alıcı referans istasyonu kurulması ve diğer bir gezici alet ile arazide ölçüm yapılması gerekmektedir. Bu şekilde ölçüm yapmak için hem zamana hem de referans ve gezici aletler için birer personele ihtiyaç vardı. Cors sistemi ise günden güne gelişen teknolojisi ile kullanıcılara büyük avantaj sağlamaktadır. Cors, sürekli gözlem yapan referans istasyonu anlamına gelmektedir. Bu sistemde koordinatı bilinen sabit noktalar ülke genelinde homojen bir şekilde dağılmıştır ve bunların üzerinde Cors referans istasyonları bulunmaktadır. Bu sayede ölçüm yapacak olan gezici alet, referans olarak Cors referans noktalarına bağlanabilmektedir. Sonuç olarak arazide yapılacak olan ölçümler hem daha hızlı olacaktır hem de fazladan bir GNSS alıcısı ve personele olan ihtiyaç ortadan kalkacaktır.

İller Bankası A.Ş.'nin halihazır harita işlerinde Cors sisteminin kullanımının ne gibi faydaları olabileceği, bu sistemi kullanırken hangi hususlara dikkat edilmesi gerektiği amaçlanarak yapılan bu çalışmada öncelikle Türkiye'de kullandığımız Cors sistemin dünyada üzerindeki diğer bir Cors sistemi ile kıyaslanarak ne gibi üstünlükleri, zayıflıkları olduğu araştırılmıştır. Ülkemizde kuruluşu 2009 yılında tamamlanan Cors sistemine yakın tarihlerde (2009) kurulan Polonya Cors sistemi olan ASG-EUPOS sistemi incelenmiştir.

Bir sonraki bölümde jeodezi ile ilgili temel bilgiler açıklanmıştır ve koordinat sistemlerine yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde özel olarak GNSS sistemleri hakkında bilgilere yer verilmiştir. Global olarak tüm dünyada kullanılan sistemler hakkında bilgilendirme yapılmıştır ve sonra yerel olan sistemlere değinilmiştir. Daha sonra ise bu sistemlere büyük faydası olan güçlendirme sistemleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Dördüncü bölüm, Polonya'nın sabit referans istasyon ağı olan ASG-EUPOS' u açıklayarak başlar. Bu projenin adımları, segmentlerin tanımı ve bu sistem tarafından sağlanan mevcut tüm hizmetleri içerir.

Beşinci bölümde ise TUSAGA-AKTİF olarak adlandırılan Türkiye sabit referans istasyon ağ anlatılmıştır. Projenin planlanması, kontrol merkezleri, kullanıcıları gibi bilgilere yer verilmiştir.

Bu çalışmanın altıncı bölümünde ise, ASG-EUPOS ve TUSAGA-AKTİF sistemleri ile arazide yapılan çalışmalar ve bunların sonuçları bulunmaktadır. Her iki sistemde yapılan ölçüler incelenerek sistemlerin karşılaştırılması ve sonuçları gösterilmiştir. Ölçüm ve hesaplamalarda nelere dikkat edilmelidir ve bu sistemin İller Bankası A.Ş.' ye ne gibi katkıları olabileceği ise son bölümde bulunmaktadır.

1. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Mieczyslaw BAKULA, Rafal KAZMIERCZAK, Gregorz GRUNWALD' ın Çalışması

Bu çalışma seçilen bir alanda 2011 yılında ASG-EUPOS sisteminin gerçek zamanlı RTK ölçümleri ile büroda post proses işlemi kullanılarak yapılan klasik GPS statik ölçülerin koordinat hassasiyetlerini kontrol etmek amacı ile yapılmıştır. Ölçüm yapılacak olan alan Elblag-Chrusciel yolu üzerinde önceden belirlenmiş olan 35 noktadır. Ölçümlerin birinci kısmında Topcon Hiper Pro alıcılar ile statik ölçümler yapılmıştır. Ölçümler sırasında tüm uydular ölçüm yapmaya uygun konumdadır. Arazi şartları genel olarak ölçüm yapmaya elverişlidir. Sadece birkaç noktada yükseklikleri 10 metreyi bulan ağaç toplulukları vardır. Pozgeo D servisinde referanslar fix konumunda 30-40 dk gözlemler yapılmış ve statik ölçümler Pozgeo servisinde proses edilmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında aynı noktalar üzerinde Topcon Hiper Pro alıcılar kullanılarak ASG-EUPOS sisteminde RTK ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümler hem sanal referans istasyonu kullanılarak hem de tek baza sahip olan klasik RTK yöntemine göre yapılmıştır.

Çalışmanın ilk kısmında ağaçların olmasından dolayı bir noktanın x koordinatında 2,728 m, y koordinatında 1,192 m, z koordinatında 3,728 m diğer bir noktada ise orta gerilim hattından dolayı koordinatlarında 1 m civarında farklılıklar ortaya çıkmıştır. İki hesaplamalardan yapılan karşılaştırmada bu iki nokta hariç tutulduğunda ise x koordinatında en fazla 12 cm, y koordinatında 22 cm z koordinatında ise 12 cm farklılıklar ortaya çıkmaktadır.

Çalışmanın ikinci kısmında ise yapılan RTK ölçümler neticesinde ise x koordinatında en fazla 3,4 cm y koordinatında en fazla 3,1 cm, z koordinatında ise en fazla 9.6 cm farklılıklar ortaya çıkmıştır.

Cevat İNAL, Ahmet Mete GÜNDÜZ, Sercan BÜLBÜL' ün Çalışması

2014 yılında yayımlanan bu çalışmada Konya Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampüsü çevresinde 10 farklı bölgeden seçilen 30 farklı nokta üzerinde Klasik RTK ve TUSAGA-AKTİF sisteminde ölçümler yapılmıştır. RTK ölçümleri sırasında TUTGA SLCK noktası sabit nokta olarak kabul edilmiş ve belirlenen noktalarda GPS ve GLONASS uydularından faydalanılarak hem Ağ RTK hem de klasik RTK ölçümleri

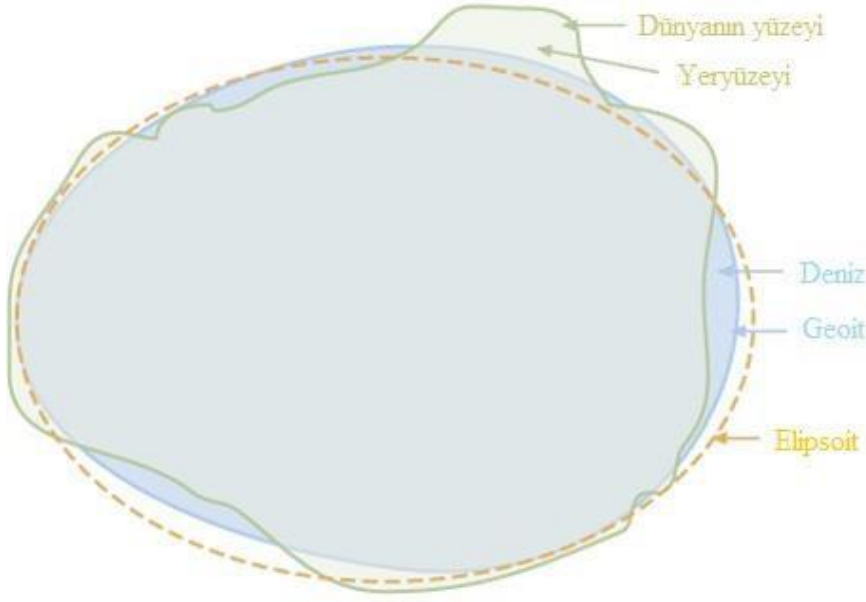
yapılmıştır. Her iki ölçüm de 1 saniyelik kayıt aralığında, 10 derecelik yükseklik açısında ve 5 epok olacak şekilde yapılmıştır.

Test sonucu yapılan ölçümler kıyaslandığı zaman Ağ RTK ve Klasik RTK sistemlerinden ölçülen koordinatların farkları x ve y yönünde 0,2 cm ile 9 cm, ortalama hatalar $\pm 1,28$ cm ile $\pm 4,39$ cm, z yönündeki farklar ise 0,1 cm ile 15,7 cm, ortalama hatalar ise $\pm 2,21$ cm ile $\pm 7,81$ cm arasında olmaktadır.

2. TEMEL JEODEZİ BİLGİLERİ

2.1. Geoit

Dünya, geometrik olarak iyi kurulmuş mükemmel şekle sahip değildir ve geoit terimi yeryüzünün eşsiz ve düzensiz şeklini tanımlamak için kullanılır. Ancak, sadece son zamanlarda yüzeyde, küresel ortalama deniz seviyesi tarafından oluşturulan daha önemli düzensizlikler gözlenmiştir. Bu düzensizlikler uzmanların tahmin ettiğinden daha fazla önemlidirler. Yeryüzünün yerçekimi potansiyeli tarafından kontrol edilmesi, bu düzensizlikleri büyük tepelere ve vadilere dönüştürmüştür. Bu şaşırtıcı bulgu Amerika Birleşik Devletleri Deniz Kuvvetleri ve Hava Kuvvetleri için ABD Savunma Bakanlığı tarafından tasarlanmış teknoloji olan Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System) (GPS)' in kullanımını olası kıldı [1].



Şekil 2.1. Yeryüzü Şekli [2]

Gеоit ortalama deniz seviyesine yakın bir modeldir. Elipsoit şekli ise varsayımsal olarak eşpotansiyel yerçekimi yüzeyine dayanarak hesaplanmıştır. Bu matematiksel model ve objenin gerçek yeri arasında büyük bir fark vardır. Hatta Şekil 2.1'de olduğu gibi matematiksel olarak iyi oluşturulmuş bir geoit modeli yeryüzünün gerçek şeklini yaklaşık olarak belirleyebilir.

2.2. Elipsoit

İlk yaklaşım olarak, dünya dönen bir küre olarak tanımlandı. İkinci yaklaşım olarak, bu değişikliğin eş potansiyeli elipsoit olarak kabul edilebilir. Eşpotansiyel elipsoidinin teorisi ilk olarak 1894 yılında P. Pizzetti tarafından verildi. Bu tanıma göre matematikte elips, bütün noktaların odak noktası diye adlandırılan iki noktaya uzaklıklarının toplamı eşit olan kapalı eğriye denir. Jeodezik Referans Sistemi 1967 (Geodetic Reference System 1967) (GRS 67), Jeodezik Referans Sistemi 1980 (GRS 80), ve Dünya Jeodezik Sistemi 1984 (World Geodetic System 1984) (WGS 84) hepsi "normal yeryüzü" olarak tanımlanır. Dünya tam bir elips olmamasına rağmen, eşpotansiyel elipsoit jeofiziğin yanı sıra jeodezinin tüm amaçları için basit, tutarlı ve düzgün bir referans vermektedir [3].

Elipsoidin yerçekimi alanı temelde pratik öneme sahiptir, çünkü matematiksel kullanımı kolaydır ve gerçek gravite alanının sapmaları "teorik" ya da "normal" elipsoidal alandan küçüktür. Dünya'nın yerçekimi alanının "normal" ve kalan küçük kısmının "karışık ya da anormal" alana ayrılması birçok problemi basitleştirir. Bir elipsoit birçok geometrik ve fiziksel parametrelere sahip olmasına rağmen, tam olarak dört bağımsız parametre ile tanımlanabilir. Diğer bütün parametreler, tanımlanmış dört parametreden türetilir.

Çizelge 2.1. Referans elipsoitleri ve parametreleri [4]

Elipsoit	Büyük-yarı eksen (m)	Basıklık
Clarke 1866	6378206,4	294,9786982
International	6378388,0	297,0
GRS 80	6378137,0	289,257222101
WGS 84	6378137,0	298,257223563

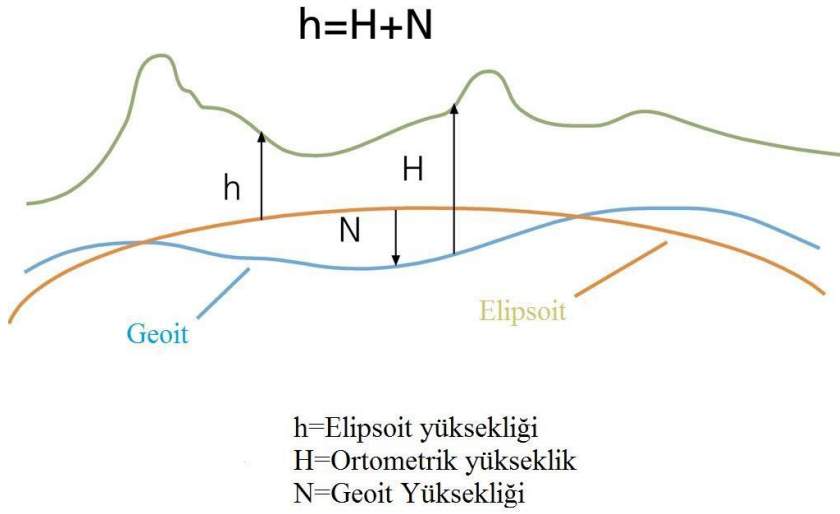
Çizelge 2.1 birkaç referans elipsoidinin iki geometrik parametrelerini göstermektedir. Parametrelerin elipsoidin seçimine bağlı olarak, nasıl farklılaştığına dikkat etmek gerekir. Dünya jeodezi sisteminin temel amaçlarından biri, dünyanın özel bir bölgesinin navigasyon gerekliliklerine göre ve doğru bir şekilde haritalanmasının geliştirilmesidir. Referans elipsoidi yerel datumları tanımlamaya yardım etmek için kullanılır. Şu anda GPS'in yaygın kullanımından dolayı, birçok yerel datumlar GRS 80 veya WGS 84 elipsoidini kullanılmaktadır.

2.3. Ortalama Deniz Seviyesi

Yıllardır, topoğrafik ve batımetrik yükseklikleri ifade etmenin tek yolu, deniz seviyesi ile ilişkilendirmek oldu. Araştırmacılar önceleri, denizin dünyanın yerçekimi ile dengede olduğuna ve mükemmel düzenli şekiller oluşturduğuna inanıyorlardı. Ortalama deniz seviyesi genellikle belirli bir 19 yıllık döngü içinde gözlenen saatlik su yüksekliklerinin aritmetik ortalaması olan bir gelgit veri olarak tarif edilir. Bu tanım ay ve güneşten yerçekimi kuvvetleri etkilerinin neden olduğu değişimleri gelgit yükselmeleri ve alçalmalarını ortalama dışında tutar [1].

Ortalama deniz seviyesi bir yerel alan için sıfır yükseklik olarak tanımlanır. Yükseklik tarafından referans alınan sıfır yüzeye düşey datum denir. Ne yazık ki haritacılar için, deniz seviyesi basit bir yüzey değildir. Deniz yüzeyi yerçekimi alanına uyumlu olduğundan, Ortalama deniz seviyesi de arazi yüzeyine benzer ancak çok daha yumuşak olan hafif tepeleri ve vadileri vardır. Ancak, Türkiye tarafından tanımlanan yerel sıfır yükseklik Kanada tarafından belirlenen yerel sıfır yükseklikle aynı değildir. Tanımlanan düşey datumlar birbirinden farklıdır.

Ortalama deniz seviyesi yüzeyi yerçekimi dengesi ile belirtilir. Kıtaların altında uzandığı kabul edilir ve geoidin yakın bir yaklaşımı olduğu varsayılır. Tanım olarak, geoid yüzünün düzensiz şeklini açıklar ve yüksekliği ölçmek için gerçek sıfır yüzey olarak kabul edilir. Geoid yüzeyi doğrudan gözlemlenemediğinden, geoid yüzeyinin altındaki veya üstündeki yükseklikler doğrudan ölçülemez ancak; yapılan yerçekimi ölçümleriyle ve matematiksel yüzey modelleme ile hesaplanır. Daha önceleri, geoidi hassas bir şekilde ölçmek için hiçbir yol yoktu bu yüzden kabaca ortalama deniz seviyesi ile tahmin edilirdi. Pratik uygulamalarda ise, kıyı şeridinde geoid ve ortalama deniz yüzeyleri aynı olduğu varsayılırdı, fakat bazı noktalarda aslında geoid ortalama deniz seviyesinden birkaç metre farklıdır.



Şekil 2.2. Yeryüzünün üst yüzeyi [1]

GPS yükseklik ölçümlerinin doğruluğu birçok faktöre bağlıdır ama en önemlilerinden biri dünyanın şeklinin düzensizliğidir. Şekil 2.2 farklı modeller arasındaki ilişkileri göstermektedir. Yükseklik iki yolla ölçülebilir. GPS yeryüzünün yüzeyini tahmin eden referans elipsoit üzerindeki yüksekliği (h) kullanır. Ortometrik yükseklik (H) ise, dünyanın yerçekimi tarafından belirlenir ve ortalama deniz seviyesi tarafından tahmin edilen geoit olarak adlandırılan hayali bir yüzey üzerindeki yüksekliktir. İki yükseklik arasındaki belirlenmiş farklılık yani elipsoit ve geoit arasındaki farklılık geoit yüksekliği (N) olarak adlandırılır.

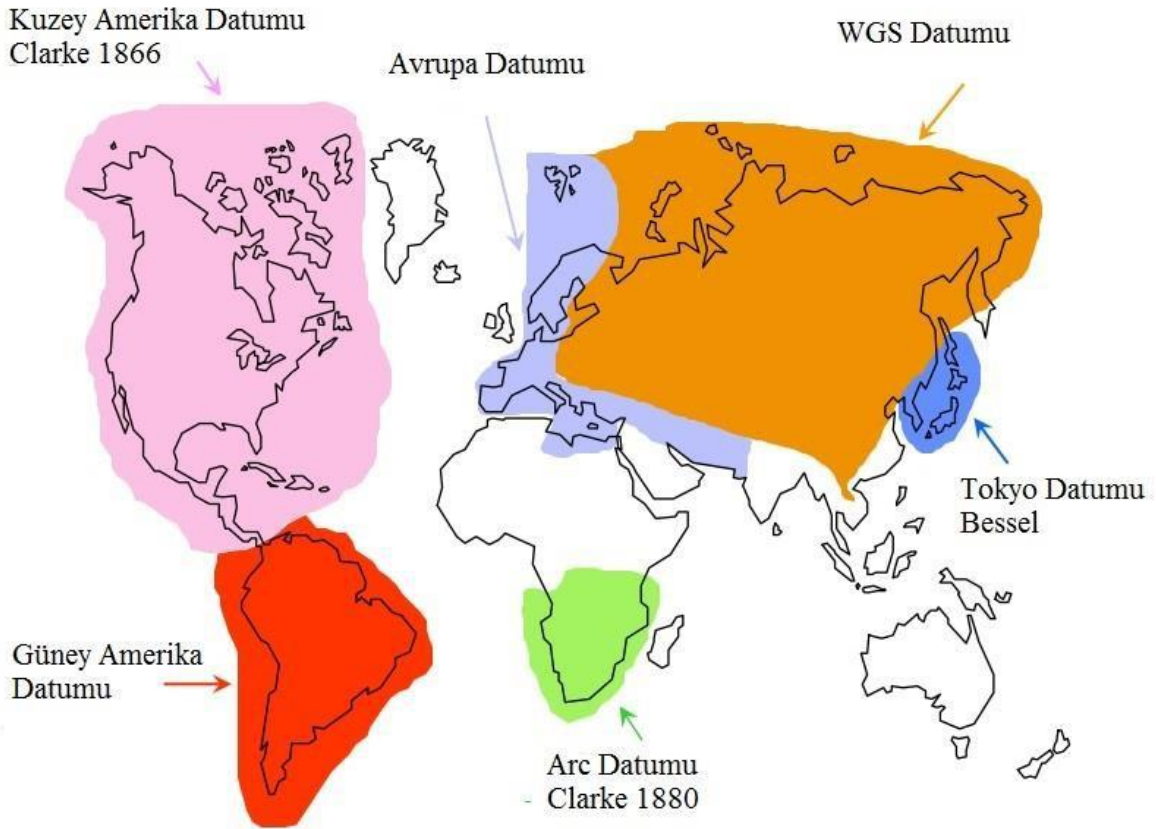
2.4. Datum

Datum, herhangi bir noktanın yatay ve düşey konumunu tanımlamak için başlangıç alınan referans yüzeyidir. Datum, Yer'in şeklini ve boyutunu tanımlayan bir referans sistemidir [4]. Koordinatlar için referans alınan başlangıç yüzeyine yatay datum, yükseklikler için referans alınan başlangıç yüzeyine ise düşey datum denilmektedir. Bir datum; elipsoidi, enlem-boylam uyumu ve fiziksel bir orijin ile tanımlanır. Çizelge 2.2'de datumlar ve elipsoidleri gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Datum ve Elipsoitleri [4]

Datum	Alan	Başlangıç Noktası	Başlangıç Noktası Koordinatı	Elipsoidi
NAD 27	Kuzey Amerika	Kansas, Meades Ranch	39 13 26.686N	Clarke 1866
			98 32 30.506W	
ED 50	Avrupa, Orta Doğu, Kuzey Afrika	Postdam, Helmert Tower	52 22 51.4456N	International
			13 03 58.9283E	
WGS 84	Global	Yerin Kütle Merkezi		WGS 84
ITRF	Global	Yerin Kütle Merkezi		GRS 80

Dünya üzerinde çeşitli datumlar kullanılmıştır ve kullanılmaktadır. Şekil 2.3'de dünya üzerinde kullanılan datumları göstermektedir.



Şekil 2.3. Dünya üzerindeki datumlar [5]

2.4.1. Türkiye’de kullanılan datuamlar

Türkiye’de Avrupa datumu (European Datum 1950) (ED50) Avrupa’nın kullandığı datumdur ve Harita Genel Komutanlığı tarafından sivil ve askeri amaçlar için 2001 yılına kadar üretilen 1/25.000, 1/50.000 ve 1/100.000 ölçekli topoğrafik haritalarda ED50 koordinat sistemi sistemi kullanılmıştır.

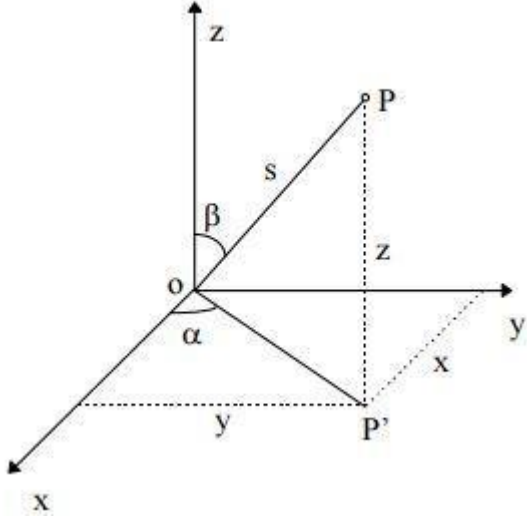
Fakat GPS teknolojisinde yaşanan gelişmelere bağlı olarak haritaların WGS-84 sisteminde üretimi dünyada yaygınlaşmış ve Türkiye’nin 1/25.000, 1/50.000 ve 1/100.000 ölçekli topoğrafik haritalarının 2002 yılından itibaren kullanılan datumu WGS84 olarak değişmiştir.

WGS84, 1984 yılından itibaren uygulamaya konulan GPS alıcılarının kullandığı temel hesap yüzeyidir. Ayrıca, Google Earth yazılımı da WGS84 datumunu kullanmaktadır. Ülkemizde 1/25.000, 1/50.000 ve 1/100.000 ölçekli Türkiye haritalarında yatay koordinatlar ED50’ye, yükseklikler ise başlangıç olarak alınan ortalama deniz seviyesine göre tanımlanmıştır. Ancak GPS aletleri ile noktaların yatay koordinatları ile yükseklikleri WGS84 datumuna göre belirlenmekte olup noktanın GPS ile belirlenen yüksekliği (elipsoit yüksekliği) ile ortalama deniz seviyesinden olan yüksekliği arasında bir farklılık söz konusu olmaktadır. Datum farklılığı nedeniyle, ED50 datumunda üretilen herhangi bir Türkiye haritasındaki bir noktanın koordinatları ile aynı noktanın GPS aleti ile WGS84 datumunda belirlenen koordinatları birbirinden farklılık gösterir. Bu nedenle, noktanın WGS84 datumunda belirlenen yatay koordinatlarını kullanarak, bu noktayı doğrudan ED50 datumunda üretilmiş olan bir paftada işaretlemek yanlış olur. Bir noktanın ED50 datumu ile WGS84 datumunda belirlenen koordinatları arasındaki uyumu sağlamak için, noktanın ED50 ile WGS84 datumundaki koordinatları arasında hesaplanan dönüşüm değerlerinin bilinmesi gereklidir [6].

Uluslararası Karasal Referans Sistemi (International Terrestrial Reference Frame) (ITRF) de GRS 80 elipsoidi referans kabul edilir. Yeni ITRF çözümleri birkaç yılda üretilen, en son matematiksel ve ölçme teknikleri kullanarak mümkün olduğunca kesin modelleme gerçekleştirme girişiminde bulunmaktadır. Ayrıca, en son WGS84 ve en son ITRF arasındaki fark sadece birkaç santimetredir.

2.5. Koordinat Sistemleri

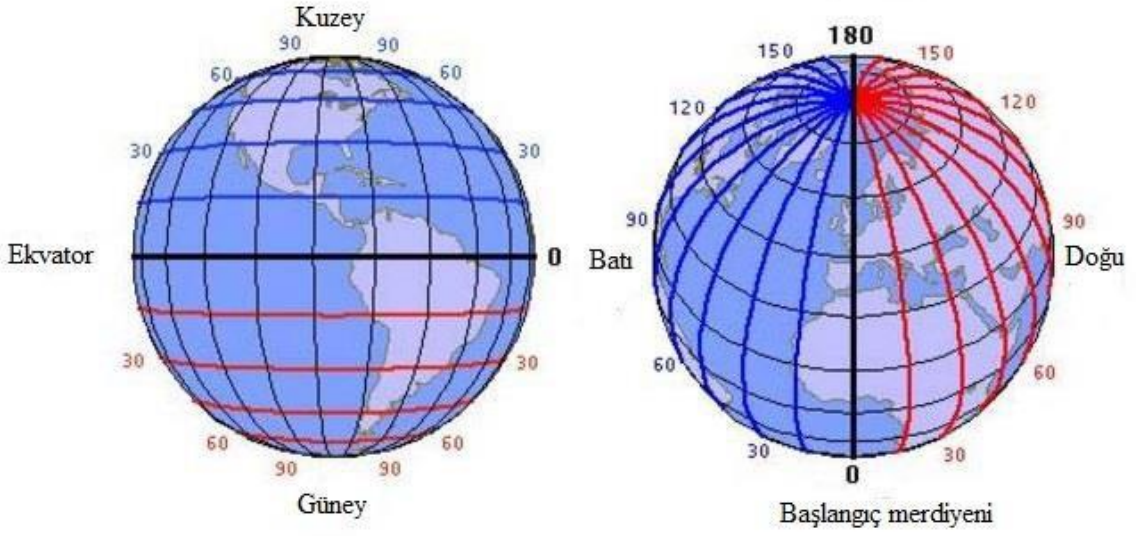
Koordinat, bir noktanın, bir referans sistemindeki yerini tanımlayan doğrusal ve açısal büyüklüklere denir. Bir koordinat sistemini tanımlamak için: Şekil 2.4'teki gibi, başlangıç noktasını, dönüklüğünü, birimini, tanımlamak gerekir.



Şekil 2.4. Kutupsal ve dik koordinatlar [7]

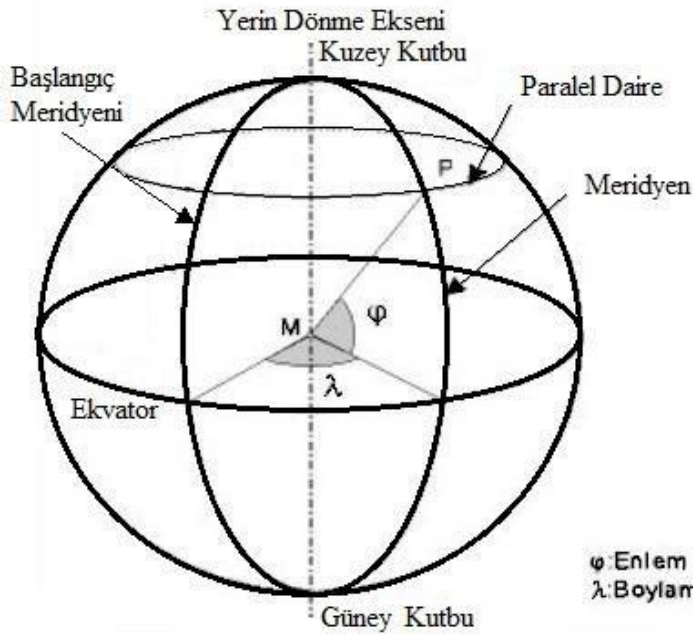
2.5.1. Coğrafi koordinat sistemi:

Yeryüzündeki herhangi bir noktanın konumunun enlem ve boylam değerleri ile referans elipsoidine göre tanımlandığı sisteme coğrafi koordinat sistemi denir. Şekil 2.5'te gösterildiği üzere Dünya üzerinde 180 adet paralel ve 360 adet meridyen dairesi olduğu varsayılır. Londra Greenwich Gözlemevi'nden geçtiği varsayılan 0° başlangıç meridyeninin doğusundakiler kalan çizgiler doğu meridyenleri, batısındakiler ise batı meridyenleridir. Ekvatorun kuzeyindeki çizgiler kuzey paralelleri, güneyindekiler ise güney paralelleri olarak adlandırılır. Enlem ile paralel, boylam ile meridyen aynı kavramlar değildir. Enlem, dünya üzerinde bir noktanın ekvatora olan açısal mesafesidir. Derece dakika ve saniye biriminden ifade edilir. Paralel ise aynı enlem üzerindeki noktaların birleşmesinden oluşan varsayımsal çembere verilen addır. Boylam ise dünya üzerinde bir noktanın Greenwich Gözlemevi'ne olan uzaklığının açı cinsinden değeridir. Meridyen ise aynı boylam üzerindeki noktaların birleşiminden oluşan daire biçimindeki yaylara verilen addır. Şekil 2.6'da yeryüzünde bir P noktasının coğrafi koordinatlarının gösterimi verilmiştir.



Şekil 2.5.Paralel ve meridyenler [8]

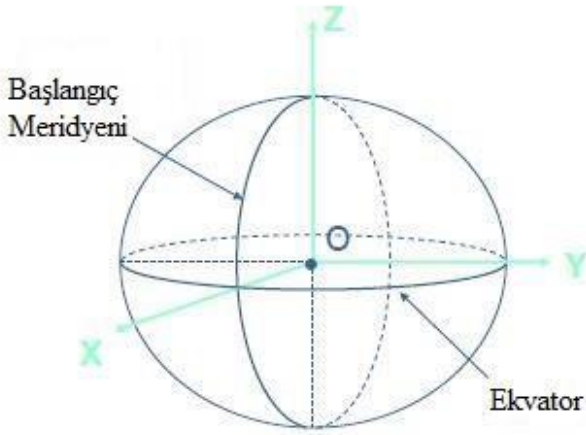
Boylamlar, başlangıç meridyeninden başlayarak doğu ve batı yönünde artarlar. Bu sebeple 180° Doğu ve 180° Batı boylamına sahip olan meridyenler aynı meridyendirler. Bu meridyen tarih değişim meridyeni olarak kullanılır. Yani 180° meridyeninde saat gece yarısı 0:00'da hemen batısında 4 Temmuz günü başlarken hemen doğusunda 3 Temmuz günü başlamış olur.



Şekil 2.6. Yeryüzünde bir P noktasının Coğrafi koordinatın gösterimi [9]

2.5.2. Kartezyen koordinat sistemi

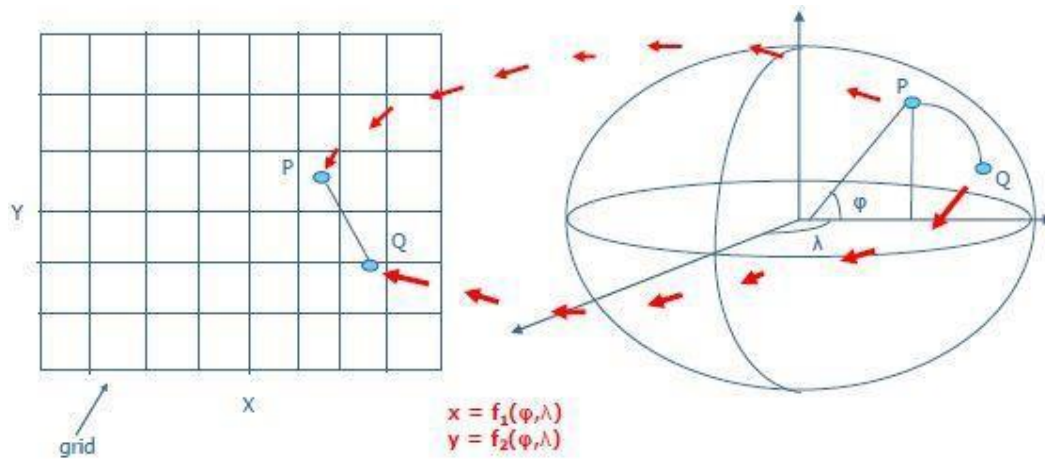
Kartezyen koordinat sistemi Şekil 2.7'deki gibi koordinatların birbirine dik üç eksen boyunca orijinden uzaklıkların belirlendiği sistemdir.



Şekil 2.7. Kartezyen koordinat sisteminin gösterimi [4]

2.5.3. Projeksiyon koordinat sistemi

Projeksiyon 3 boyutlu bir şeklin istenilen geometrik bir yüzey üzerine iz düşürülmesidir. Yeryüzünde bir bölgenin bir kısmı veya tamamı bir yüzey üzerine aktarılırken projeksiyon sistemi kullanılır. Belli parametreleri kullanılarak yapılan bir dönüşüm sonucu projeksiyon koordinat sistemi oluşmuştur.



Şekil 2.8. Dünya üzerinde iki noktanın projeksiyon koordinat sisteminde gösterimi [4]

3 boyutlu bir cisim 2 boyutlu bir yüzeye iz düşümünde metod ne olursa olsun Şekil 2.8'de olduğu gibi orijinal görüntüde daima bir bozulma oluşur. Bu deformasyon projeksiyonun yüzeyine, projeksiyonun şekline, projeksiyon merkezinin yerine göre değişir. Projeksiyon, açılabilen bir yüzey üzerine yapılır. Açılabilen yüzey olarak düzlem silindir ve koni ele alınır.

Projeksiyon ise yapılmak istenen çizimin ölçeğine, haritası yapılacak olan alanın yerine ve haritası yapılacak olan alanın büyüklüğüne göre değişir.

Universal transvers mercator projeksiyonu (UTM)

Ülkemizde Gauss-Kruger Projeksiyonu ile UTM (Universal Transversal Mercator) Projeksiyonu aynı anlamda kullanılmaktadır. Gauss-Kruger Projeksiyonu açı koruyan, transversal, silindirik projeksiyon olması yanında silindir, elipsoide orta meridyen boyunca teğet alınmaktadır. UTM Projeksiyonunda m_0 küçültme çarpanıyla çarpılmak suretiyle silindir elipsoidi kesen bir projeksiyon konumuna getirilmektedir. Deformasyonlar bakımından doğal olarak farklı sonuçlar verecektir.

2.6. Ölçme Yöntemleri

Statik ölçmeler

20 km'den uzun bazların çözümü için güvenilirlik aralığı yüksek olan ve duyarlık istenen çalışmalarda kullanılır. Ölçü süresi uzundur ve bazın uzunluğuna göre değişir. 10 saniyelik kayıt aralığı vardır.

Hızlı statik ölçmeler

20 km'ye kadar olan bazlar için uygundur olan ölçüm yöntemidir. Gözlem süresi daha kısadır. Bu yöntemde bir alıcı, konumu bilinen nokta üzerindedir, gezici koordinatı bilinmeyen noktalar üzerinde 5-15 dakika bekletilerek ölçüm yapılır. Güvenilirliği arttırmak için 2 sabit alıcıdan iki vektör ile ya da 1 alıcıdan iki farklı zamanda 2 vektör ile noktaya ulaşılmalıdır. Kayıt aralığı 5-10 saniyedir.

Kinematik ölçmeler

Dur-git ölçme

Gezici alıcı koordinatı bilinen bir noktada 5 dk. Gözlem yaparak tamsayı bilinmeyi çözümler. Alıcı devamlı açık ve en az 4 uydudan ölçü aldığı ve kayıt aralığı 1-5 saniye olan ölçümlerdir.

Sürekli kinematik (RTK) ölçme

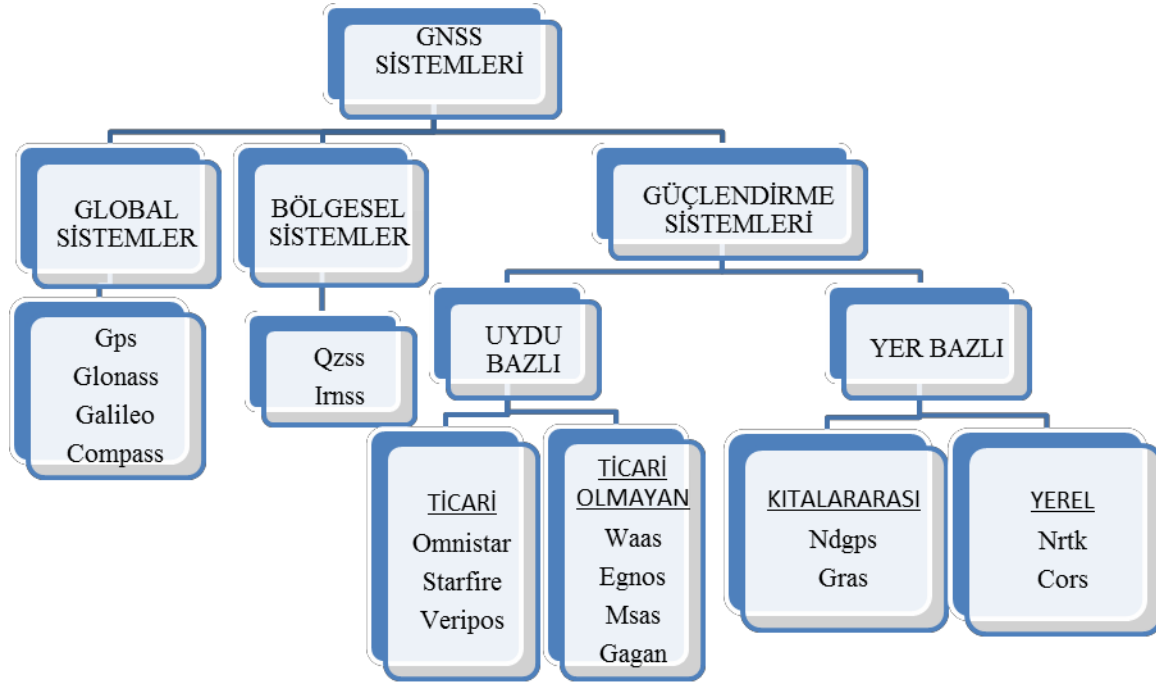
Gezicinin belirli zaman aralıklarında ölçü aldığı ve kayıt aralığı 0,1 saniye olan ölçümlerdir.

Kinematik on-the-fly ölçme

Statik kurulum gerekmez. Hareket halindeyken en az 5 uydudan sürekli veri alır. Kayıt aralığı 0,1 saniye ve daha az olan ölçümlerdir.

3. KÜRESEL NAVİGASYON UYDU SİSTEMLERİ (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM) (GNSS)

Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri (Global Navigation Satellite System) (GNSS) her geçen gün hızla gelişmektedir ve modern bir toplumda yaşamın önemli bir parçası haline gelmektedir. GPS ve Geniş Alan Güçlendirme Sistemi (Wide Area Augmentation System) (WAAS) gibi daha fazla uydu navigasyon sistemleri uygulamaları vardır ve bunlar günlük yaşamda önemli bir rol oynamaktadır. Bu uygulamalar; gemi ve uçak rehberliği, tarımda otomatik makine kontrolü, inşaatlarda hassas konumlandırma ve kalabalık kentsel binalarda insanları bulmayı bile içermektedir.



Şekil 3.1. GNSS Sınıflandırması [10]

GNSS uydu navigasyon sistemleri ve güçlendirme sistemlerine verilen genel addır. GNSS'in ilk nesli, Savunma Bakanlığı (Department of Defence) (DoD) kapsamında geliştirilen ve 1995 yılında tam olarak faaliyete geçirilen GPS 'dir. GPS geliştirilmeye başlandığında, Sovyetler Birliği GLONASS adı verilen benzer bir sistem geliştirmeye başladı. 2007 yılı itibariyle Rusya GLONASS için sorumluluğunu korumaya devam eder, ancak GLONASS tam olarak faaliyete geçmemiştir ve birçok yeni uyduların yerleştirilmesi gerekmektedir. Avrupa uydu navigasyon sistemi Galileo olarak adlandırılır. Avrupa Birliği (AB) Galileo'nun geliştirilmesini 2002'de onayladı. GLONASS'ın aksine,

Galileo GPS ile tam uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır. ABD GPS'in sinyal gücünü ve hassasiyetini sınırlama, ya da sadece ABD ve müttefikleri için silahlı kuvvetler bünyesinde çatışma zamanı kullanmayı mümkün kılacak şekilde GPS erişimini kamudan tamamen engelleme hakkını saklı tutar. Galileo projesi ile Avrupa Birliği küresel konumlamada ABD' ye bağımlılığını ortadan kaldırmaktadır. GPS, GLONASS ve Galileo askeri sinyalleri yanı sıra sivil kullanımlara da sinyal temin eder [11].

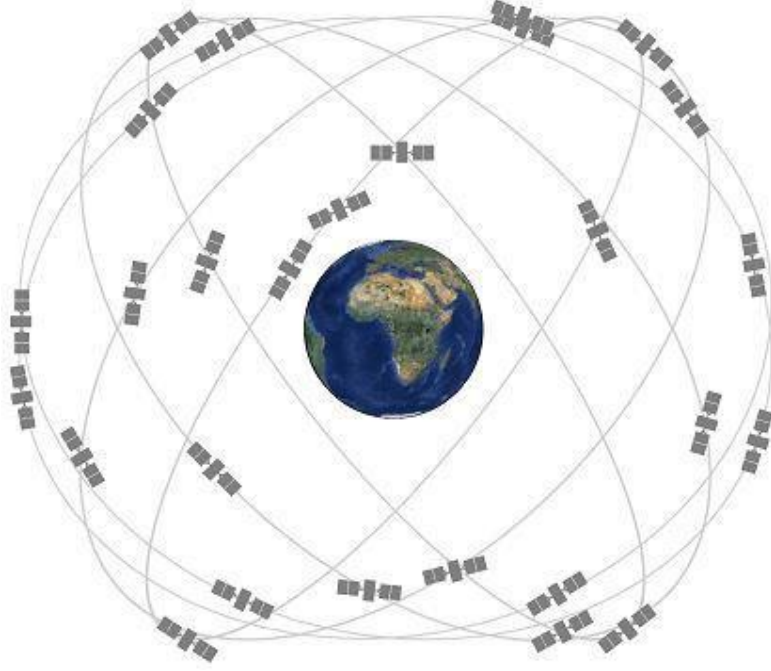
2007 yılı itibariyle, ABD'de tam olarak faaliyetli düşey rehberlik destekleyen güçlendirme sistemi olan Geniş Alan Güçlendirme Sistemi (WAAS) 'dir. WAAS'ın asıl amacı Kuzey Amerika'da sivil uçuşun çeşitli aşamalarına hizmet etmektir. Avrupa'da WAAS ile benzer bir sistem olarak Avrupa Sabit Navigasyon Yerleşimi Servisi (European Geostationary Navigation Overlay Service) (EGNOS) vardır. EGNOS sistemi, geliştirildi ve Avrupa Uzay Ajansı (European Space Agency) (ESA) altında dağıtıldı. 2007 yılı itibariyle, EGNOS ilk işletme aşamasına geçti. Japonya'da WAAS'a benzer başka bir sistem Japonya Sivil Havacılık Bürosu (JCAB) tarafından geliştirilen Multi-fonksiyonel Uydu Büyütme Sistemi (MSAS) 'dir. MSAS, WAAS ve EGNOS ile tam uyumludur. Daha yakın zamanlarda, Hindistan GPS destekli güçlendirme sistemi (GPS Aided Geo Augmented Navigation) (GAGAN) olarak bilinen Hint uzay tabanlı güçlendirme sistemi 15 Nisan 2010 yılında kuruldu. Japonya özellikle Japonya yanı sıra Doğu Asya ve Okyanusya bölgesindeki kullanıcılara değişen sinyalleri ve diferansiyel düzeltme sinyallerinin iletimi için Quasi-Zenith Uydu Sistemi (QZSS) olarak bilinen bir başka bölgesel sistemi denemektedir. İlk uydu 11 Eylül 2010 yılında fırlatılmış ve sistemin tamamlanması 2017 yılı sonlarına doğru planlanmıştır [12].

3.1. Global Sistemler

3.1.1. Küresel konumlama sistemi (Global positioning system) (GPS)

GPS, dünya üzerinde bir konumun 4 yada daha fazla uydu sinyalleri ile yer ve zaman bilgileri sağlayan sisteme verilen addır. GPS üç bölümden oluşmaktadır: Uzay bölümü, kontrol bölümü ve kullanıcı bölümü. Uzay bölümü ekvator düzlemine göre 55 derece eğimli, altı yörüngesel düzlemde dağıtılan dünyanın çevresini 12 saatte bir turlayan 21 asıl ve 3 yedek toplam 24 adet uydudan bir taban içerir. Bu kümelenme Şekil 3.2'de

gösterildiği gibi, bir kullanıcının Dünya üzerinde herhangi bir yerde ve zamanda en az dört uydü görebileceği şekilde tasarlanmıştır [13].



Şekil 3.2. GPS uydularının yörünge kümelenmeleri [14]

Kontrol bölümü ise, monitör istasyonları, zemin antenleri ve ana kontrol istasyonunu içermektedir. Monitör istasyonları dünya üzerinde yaygındır ve uydü sinyallerini takip eder. Monitör istasyonlarında toplanan bilgiler efemeris ve uydü saat parametrelerinin hesaplandığı Ana Kontrol İstasyonuna aktarılır. Ayrıca, Ana Kontrol İstasyonu, uydü sağlığını belirler, GPS saatini sürdürür ve uydü navigasyon iletilerini oluşturur. Navigasyon mesajı telsiz bağlantısıyla zemin antenlerinden GPS uydularına gönderilir. Uzay Bölümü ve Kontrol Bölümü Savunma Bakanlığı tarafından korunur. Şekil 3.3'te Dünya üzerindeki Kontrol Bölümü elemanlarının yerleri gösterilmektedir. Buna göre Colorado Springs'de Ana kontrol istasyonu olmak üzere dünyanın farklı bölgelerine dağılmış bir biçimde kontrol istasyonları bulunmaktadır.

Gps Kontrol İstasyonları



Şekil 3.3. Dünya üzerindeki GPS kontrol istasyonları [15]

Kullanıcı segmenti askeri ve sivil ekipman içerir. Kullanıcı segmentinin özellikle sivil kullanımı artık uydu navigasyon sistemlerinde pasif bir oyuncudur. Uydu navigasyon sistemleri ile ilgili ticaret hızlıca büyümektedir ve siviller için ve hayat GPS veya GNSS'e daha da ağır bağlanmaktadır. Sonuç olarak, GPS' in geleceği Kullanıcı Bölümünün ihtiyaçları dikkate alınmadan tespit edilemez.

Şu anda, GPS uyduları L- Band L1 ve L2 iki radyo frekanslarını kullanarak sinyal iletir. L1 ve L2 merkezi frekansları sırasıyla 1575,42 MHz ve 1227,60 MHz' dir. L1 için sinyal sivil kullanıcılar tarafından kullanılabilir, ancak L2 için sinyal başlangıçta Savunma Bakanlığı yetkili kullanıcılar için tasarlanmıştır. Her sinyalin üç bileşeni vardır: Taşıyıcı, değişen kod ve navigasyon verisi. Taşıyıcı L1 veya L2' nin frekansına sahip bir radyo frekans sinüzoidal sinyaldir. Navigasyon verisi, uydu sağlık durumu, efemeris ve uydu saat parametrelerini ve almanağı taşıyan ikili kodlanmış mesajdır. GPS değişen kodları bir psödo-rastgele parazit (PRN) dizilere dayanmaktadır. PRN kodlarının özelliği, her bir GPS uydusunun diğer GPS uydularından aynı frekansta müdahale olmadan gelen kodları ile kendine özgü kod iletebileceği olmasıdır. L1 frekansında PRN kodları C/A kodları olarak adlandırılır ve bunların dalga boyu 293 metre ve çözünürlüğü ise yaklaşık 3 metredir. Hem L1 hem L2 frekansına modüle edilen PRN kodları hassas kodlar P kodu olarak adlandırılır

ve bunların dalga boyu 29,3 metre ve çözünürlüğü 30 cm civarındadır. P kodlarının dalga boyları C/A kodlarından 10 kat daha küçüktür, bu aynı zamanda hassasiyet oranının çok daha fazla olduğu anlamına gelir. P kodları yalnızca askeri amaçlar için kullanılabilir. Bir GPS alıcısı, sinyali yakalar ve her yakalanan uydu sinyali için sinyal geçiş süresini ölçer. Aynı zamanda uydu pozisyonu ve saat parametrelerini belirlemek için navigasyon mesajını çözer. Yukarıdaki bilgileri kullanarak, kullanıcının konumu, hızı ve zamanını hesaplamak mümkündür. Kullanıcı konumu, hızı ve zaman tahmin performansı da ölçüm hatalarına bağlıdır. GPS ölçüm hataları ve bunların hata boyutu aşağıda listelenmiştir:

- Uydu saat modelleme hatası: 2 m (rms)
- Uydu efemeris tahmini: 2 m (rms) görüş vektörü hattı boyunca
- İyonosfer gecikme hatası: 2-10 m zenit yönünde
- Troposferik gecikme hatası: 2,3-2,5 m zenit yönde
- Yansıma: 0,5 - 1 m kod ölçümü ve 0,5 - 1 cm temiz bir ortamda faz ölçümünde
- Alıcı parazit: 0,25 – 0,5 m (rms) kod ölçümünde ve 1-2 mm faz ölçümünde

Kod ve faz ölçümleri uydu saat modelleme hatası, uydu efemeris tahmin hatası ve troposferik gecikme hataları ile aynı oranlardadır. İyonosfer gecikme hataların en büyüğüdür, ama koddaki ve fazdaki ölçümlerinde etkisi eşit ve zıttır, dolayısıyla hatanın tahminini sağlar [12].

3.1.2. Küresel uydu seyrüsefer sistemi (Global orbiting navigation satellite system) (GLONASS)

GLONASS, Rusya'nın kullanmış olduğu Küresel Uydu Seyir Sistemidir. GLONASS'ın gelişimi 1976 yılında başladı. 12 Ekim 1982'de başlayarak, 1995 yılında kümelenme tamamlanana kadar çok sayıda roketatar sisteme uydu ekledi. GLONASS başlangıçta seyrüsefer ve balistik füze hedeflemede Sovyet ordusu tarafından kullanılmak üzere gerçek zamanlı konum ve hız tayini sağlamak için geliştirilmiştir. Sovyetlerin dağılması ile ekonomik daralmaya giren Rusya'da GLONASS projesinin yavaşlamasına sebep olmuştur. 2001 yılında başlayarak, Rusya, Hint Hükümetinin ortaklığı ile projeye hız vermiştir. Bu plana göre 2011 yılına kadar yörüngede 24 operasyonel ve üç yörünge düzlemleri konuşlanmış 3 yedek yörüngede toplam 29 uydu yerleştirilmiştir [16].

GLONASS sistemi GPS sistemine benzer birimlerden oluşmaktadır. Sistemde 8 adet Kontrol İstasyonu bulunmaktadır. Yer Kontrol Biriminde sistemin Ana Kontrol Merkezi Bulunmaktadır. Bu merkez GPS'in Ana Kontrol Merkezi'ne benzerdir. Kontrol Merkezi tüm sistemi koordine eder ve yönetir. Yer İzleme İstasyonları ise tüm uyduların yörüngesel hareketlerini ölçer ve bunlara ilişkin bilgileri uydudaki bilgisayara gönderir. Uyduların mesafeleri, radarlar yardımıyla 2-5 m arasında bir hassasiyetle ölçülür. Radarlar yardımıyla bulunan bu mesafe, lazer izleme istasyonlarında bulunan uzunluk ölçme aletleriyle ölçülen değerler kullanılarak düzenli aralıklar ile kalibre edilir.

Faz Kontrol Sisteminde ise uydudan gönderilen sinyalleri yönetir ve aldığı sinyalleri, bağıl hatası yaklaşık 10"13 s olan yüksek stabiliteli frekans standardından alınan birreferans sinyali ile karşılaştırılır. Elde edilen değerden, uydudan yer istasyonu arasındaki uzaklık kabaca hesaplanabilir.

Rusya'da, yirmi kadar lazer uydudan izleme veya kuantum optik izleme istasyonu vardır. Bunlar, dünya koordinat sistemini ve gravitasyonel alan modellerini belirlemek ve uyduların uzaklıklarını ölçmek için kullanılmaktadır. Maksimum uzunluk ölçme hatası, 1,5-1,8 cm arasındadır [17].

Uzay Birimi Sistem, 18840-19940 km yükseklikte, yaklaşık 65° eğimli 3 dairesel yörüngede dönen 24 uydudan oluşmaktadır. Uydularda sezyum zaman saati, bilgisayar ve optik geri yansıtıcılar vardır. Uydularda kullanılan sistemin enerjisi, güneş panellerinin yardımıyla sağlanmaktadır.

GLONASS uyduları, L-bandında iki taşıyıcı sinyal kullanır. Eş fazlı olan bu sinyaller, GPS'in aksine, her uydudan farklıdır. L1 bandı, 0,5625 MHz'lik adımlarla büyüyerek 1602,5625 MHz'den 1615,5 MHz arasında değişir. L2 bandı ise 0,4375 MHz'lik adımlarla artarak 1246,4375 MHz'den 1256,5 MHz aralığında uzanır.

GLONASS'ın kullanıcı bölümü, GPS'in kullanıcı bölümüne çok benzer. Fakat GLONASS'ta tüm bilgiler açıktır. Fakat GLONASS alıcıları GPS alıcıları gibi yaygın değildir. İlk GLONASS kullanıcıları 1996 yılında sisteme girmiştir. Günümüzdeki firmaların çoğu bu alıcıların geliştirilmesi için uğraşmaktadır. Şu anda piyasada bulunan GLONASS kullanıcılarının birçoğu, GLONASS+GPS olarak çalışan uyumlu alıcılardır.

Bu kullanıcıların büyük bir kısmı sadece C/A kodunu alabilmektedir. Geri kalan kısmı ise her iki frekansı ve P kodunu kullanabilmektedir.

GPS ile GLONASS'ın Birlikte Kullanılması ile üç konuda belirli avantajlar sağlayacaktır: Daha fazla sayıda uydu görülebildiği için işlem süresi kısalır. Tüm enlemlerde daha fazla uydu kapsanacağı için daha iyi konum hassasiyeti sağlanır. Sistemde çok sayıda uydu görüleceğinden, dağlık ve ağaçlık arazilerde, yerleşimi yoğun olan bölgelerde, uydulardan daha çok sinyal alınacağı için zor koşullarda bile ölçüm yapma olanağına kavuşulur [18].

3.1.3. Galileo

Galileo sivil denetim altında son derece hassas, garantili küresel konumlandırma hizmeti veren, Avrupa'nın kendi küresel navigasyon uydu sistemidir. Galileo, GPS ve GLONASS sistemleri ile birlikte çalışabilmektedir. Bir kullanıcının herhangi bir kombinasyonda uyduların herhangi birinden aynı alıcısı ile bir pozisyon alması mümkün olacaktır. Standart olarak çift frekans sunar, ancak Galileo metre aralığında gerçek zamanlı konumlandırma hassasiyeti temin etmektedir. Bu en sıra dışı durumlar altında hizmetin kullanılabilirliğini garanti edecek ve herhangi bir uydunun bir hatasını saniye içinde kullanıcılara bilgilendirecektir. Bu sistem, trenlere, arabalara rehberlik ve uçak inişi gibi güvenliğin önemli olduğu uygulamaları uygun hale getirecektir.

Galileo sistemi 30 uydu, 27'si operasyonel ve yörüngede 3 aktif uydulardan oluşmuştur. Galileo uyduları Dünya üzerinde 23222 km yükseklikte üç dairesel Orta Dünya Orbital düzlemlerde yerleştirilmiştir. Bu Galileo uydularının GPS ve GLONASS uydularının üstünde olduğu anlamına gelmektedir. Yörünge devrim dönemi 14 saat ve 7 dakikadır. Yörünge düzleminin eğimi ekvator düzlemine göre 56 derece olacaktır [19].

Galileo üç farklı frekanslarda sinyalleri iletir. Bunlar f1, f2 ve f5 tir. Bazı sinyaller navigasyon mesajlarını içeren uydu saatlerin okunması, yörünge parametreleri vb. gibi bilgileri iletme için modüle edilir.

GPS ve GLONASS ile karşılaştırıldığında ilginç bir yeni özellik olarak, Galileo operasyonel COSPAS-SARSAT sistemine dayalı küresel bir Arama ve Kurtarma (SAR)

işlevi sağlayacaktır. Her Galileo uydusu kurtarma operasyonu başlatacak ve kurtarma koordinasyon merkezine kullanıcı vericilerinden gelen sıkıntı sinyallerini aktarmak için güçlü bir transponder ile donatılmış olacaktır. Aynı zamanda, sistem kullanıcıya onun durum tespit ettiğine ve bu yardımın sürmekte olduğunu bildiren, bir sinyal verecektir.

3.1.4. Compass beidou

COMPASS sistemi (ayrıca Beidou-2 olarak da bilinir), bağımsız bir uydu navigasyon sistemi geliştirmek için Çin tarafından geliştirilen bir projedir. Mevcut Beidou-1 sistemi (4 uydudan oluşan) deneyseldir ve kapsama ve uygulama alanları sınırlıdır. Ancak, COMPASS sistemi ile, Çin 35 uydudan oluşan gerçek bir global uydu navigasyon sistemi geliştirmeyi planlamaktadır.

Yeni sistem dünyaya tam kapsama sunacak 5 sabit yörünge uyduları ve 30 orta Dünya yörünge uyduları dahil 35 uydulu bir kümelenme olacaktır. COMPASS 10 adet hizmet sunacaktır. Bunların Beşi ücretsiz açık servisler ve beşi sınırlı yetkili servislerdir. Ücretsiz servis 10 metre konum izleme doğruluğu olacak, 50 ns hassasiyetle saatleri senkronize olacak ve ölçüm hızı 0,2 m / s içinde olacaktır. Yetkili (ya da lisanslı) hizmeti ücretsiz hizmetten daha doğru olacak, iletişim için kullanılabilir ve kullanıcılara sistem durumu hakkında bilgi sağlayacaktır.

Compass yörünge neredeyse dairesel ve 21150 km yükseklikte ve 55,5 derecelik bir eğime sahiptir. GPS ve Galileo gibi Glonass, Compass GNSS sinyalleri CDMA prensibine dayanır. Sinyaller son derece karmaşıktır. Compass için frekanslar dört bantta tahsis edilir: E1, E2, E5B ve E6 ve Galileo ile örtüşür [20].

Çizelge 3.1. GPS GLONASS COMPASS GALILEO sisteminin karşılaştırılması [11]

Sistem	GPS	GLONASS	COMPASS	GALILEO
Yöneticisi	ABD	RUSYA	ÇİN	AVRUPA BİRLİĞİ
Kodlaması	CDMA	FDMA	CDMA	CDMA
Yörüngedeki Yüksekliği	20,180 km	19,130 km	21,150 km	23,222 km
Yörünge Dönüşü	11 saat 58 dk.	11 saat 16 dk.	12 saat 38 dk.	14 saat 5 dk.
Uydu Sayısı	32 (en az 24)	28 (en az 24) 24 işletimde 2 kontrol aşamasında 2 test aşamasında	5 geosenkron yörüngede, 30 orta dünya yörüngesinde	4 onaylanmış + 8 yörüngede tam çalışma yeteneğine sahip uydular 22 işletimde
Frekansları	1.57542 GHz (L1 sinyal) 1.2276 GHz (L2 sinyal)	1.602 GHz 1.246 GHz	1.561098 GHz (B1) 1.589742 GHz (B1-2) 1.20714 GHz (B2) 1.26852 GHz (B3)	1.164–1.215 GHz (E5a ve E5b) 1.260–1.300 GHz (E6) 1.559–1.592 GHz (E2-L1-E11)

3.2. Yerel Sistemler

3.2.1. Quazi- Zenit Uydu Sistemi (Quasi-zenith satellite system) (QZSS)

Quazi-Zenit Uydu Sistemi (Quasi-Zenith Satellite System) (QZSS), Japonya çevresini kapsayacak şekilde geliştirilmiş olan uydu tabanlı konumlandırma sistemidir. İlk uydu 11 Eylül 2010'da fırlatılmıştır. QZSS sisteminin GPS uydularıyla entegre bir şekilde çalışarak daha kesin sonuçlara ulaşma ve daha hassas ölçümler yapma gibi bir özelliği bulunmaktadır. Bu sistem sayesinde kesintisiz bir şekilde şehir merkezinde ve dağlık alanlarda bile konumlama ve navigasyon hizmeti vermektedir. Bu sistemde uydular dünya

üzerinde üç eliptik yörüngede dolanmaktadır. Uydular, yörüngedeki bu dolanımı yer ile senkronize bir halde olmaktadır [21].

Quasi-Zenith sistemi GPS, GLONASS VE Galileo sistemi uygulamalarından biraz farklıdır. Çünkü Japonya'nın sisteminin gereksinimleri servis, servis alanı ve en önemlisi ulusal uzay politikaları olarak daha farklıdır. QZSS'in amacı, modern yaşamın tüm yönleriyle birçok uygulama için ülke çapında kullanılmak üzere geliştirilmiş ve güvenli seyir referanslarına bir araç sağlamaktır. Bu yönde bir yasa 2007'de çıkarılmıştır [22].

3.2.2. Hindistan bölgesel uydu konumlandırma sistemi (Indian Regional Navigation Satellite System) (IRNSS) (NAVIC)

Hint Bölgesel Uydu Konumlandırma Sistemi (Indian Regional Navigation Satellite System) (IRNSS) , Hindistan'a ait Uzay Araştırmaları Örgütü tarafından geliştirilen bağımsız ve bölgesel uydu konumlandırma sistemidir. Hindistan hükümeti bu sistemin kontrolünü elinde tutmaktadır. Bu sistem Hindistan ve çevresindeki 1500 kilometrelik alana kadar hassas konum hizmeti sunmak için tasarlanmıştır. IRNSS askeri kullanıcılar için şifreli standart konumlandırma hizmeti vermektedir ayrıca ve sivil kullanıma açık kısıtlı hizmeti sağlayacaktır [23].

Sistemde 7 uydu bulunmaktadır. 2016 yılında yörüngeye fırlatılan son uydu ile sistemin adı değiştirilmiştir. Sistemin adı Hindistan Başbakanı Narendra Modi tarafından, Hindistan Navigasyon Kümelenmesi (Navigation India Constellation) (NAVIC) olarak değiştirilmiştir [24]. Bu sistemin asıl amacı ise acil durumlarda karada havada ve denizde navigasyon hizmeti sunmak ve seyahat edenlere ve dağcılara yardımcı olmaktır.

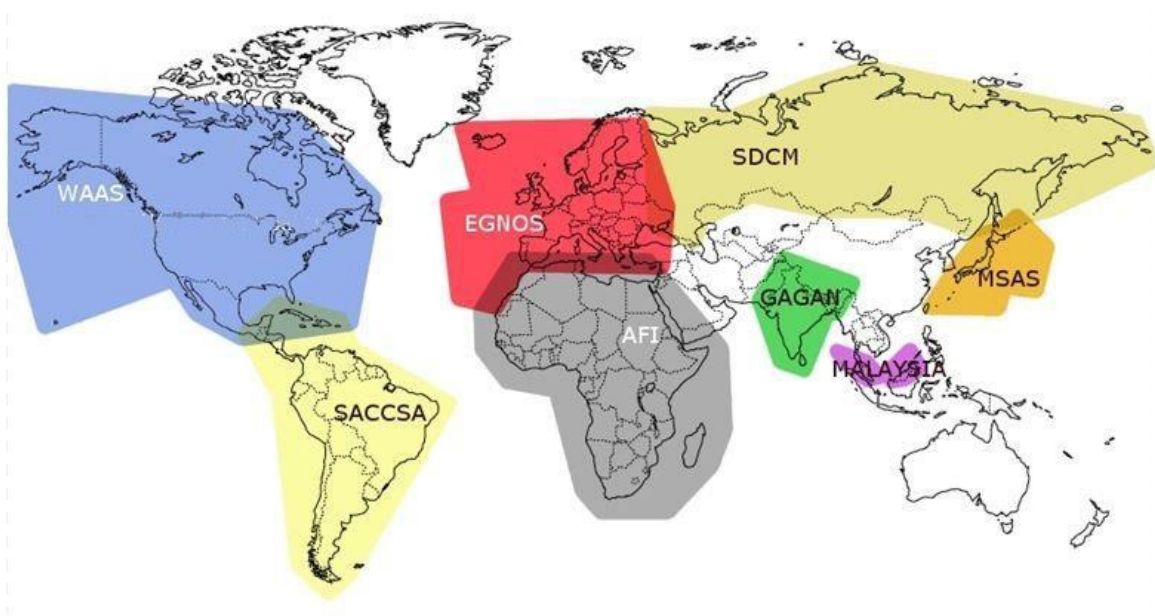
3.3. Güçlendirme Sistemleri

Güçlendirme sistemleri GNSS in doğruluğunu, güvenilirliğini ve uygunluğunu bazı metodlarla geliştiren ve hesaplama yöntemleri ile uygun bir hale getiren sistemlere verilen addır. Bu hesaplamalar zaman kayması, efemeris veya iyonosfer etkilerini göz önünde bulunduran bir takım işlemler içerir. Güçlendirme sistemleri Uydu bazlı ve yer bazlı olmak üzere ikiye ayrılır.

3.3.1. Uydü bazlı güçlendirme sistemleri

Uydü bazlı güçlendirme sistemleri geniş bir alanı kapsayacak şekilde uyduların mesajları ile bir güçlendirme sağlamaktadır. Bu sistemler bölgesel sistemlerdir ve GNSS ile bir uyum içerisinde çalışmaktadır. Uydulardan alınan güçlendirme bilgileri, düzeltmeleri, uydü pozisyon hatalarının doğruluğunu, uydü saat hatalarını ve iyonosferden kaynaklanan sinyal gecikmesinin hesaplamasını kapsamaktadır. Ayrıca troposferden kaynaklanan tahmini gecikme kullanıcı tarafından bir troposferik gecikme modeli uygulanarak giderilir.

Dünya üzerinde kullanılan uydü bazlı güçlendirme sistemleri Resim 3.1’de belirtilmiştir. Amerika’nın kuzeyinde ve Kanada’da WAAS, Amerika kıtasının güneyinde SACCSA, Avrupa’da EGNOS, Rusya Federasyonunda SDCM, Japonya’da MSAS, Hindistan bölgesinde GAGAN, Afrika Kıtasında AFI, Malezya’da MALAYSIA sistemleri kullanılmaktadır.



Resim 3.1. Dünya üzerindeki uydü bazlı güçlendirme sistemleri [25]

3.3.1.1. Geniş alan güçlendirme sistemi (Wide Area Augmentation system) (WAAS)

Geniş Alan Güçlendirme Sistemi, (Wide Area Augmentation System) (WAAS), GPS’in doğruluğu, bütünlüğü ve kullanılabilirliğini arttırmak amacı ile Federal Havacılık

İdaresi (Federal Aviation Administration) (FAA) tarafından geliştirilen bir hava seyrüsefer yardımcısıdır. WAAS sistemi 2003'ten beri ABD de uçakların güvenliğini sağlamak amacı ile havalimanına hassas yaklaşımlarda kullanılmaktadır. Bu sistem GPS in Havai'deki yer tabanlı referans istasyonunu kullanmaktadır.

3.3.1.2. Egnos (European Geostationary Navigation Overlay Service)

Egnos sistemi Avrupa Uzay ajansının üyesi olan Tripartite Grup tarafından güvenlik ve hava trafiği amacıyla kurulmuştur. Ayrıca Türkiye'nin bir kısmı Egnos'un kapsama alanına girdiği için ülkemizde de METİS projesi başlatılmıştır.

METIS Projesi, Akdeniz Bölgesinin EGNOS (programları dahiline girebilmesi için GJU (Galileo uydusu birleşik çalışmaları) ile ilgili yol haritası belirlenmesi programıdır. Projenin amacı Akdeniz bölgesinde GNSS sinyali sağlanması, uygulaması ve bunun etkinliğinin ölçülmesidir. METIS Projesi Akdeniz sahasında demoları içeren çalışmalarla potansiyel GNSS hizmetleri ve uygulamalarını içermektedir. Bu proje kapsamında, havacılığın yanı sıra kara, deniz ve raylı sistem ulaşımını içeren denemeler yapılacaktır. METIS Projesinde havacılık kapsamında yapılacak Dikey Referanslı Yaklaşma (Approach with Vertical Guidance) denemelerini icra edecek olan üç ülkeden biri Türkiye'dir. Projenin Türkiye ayağında; Çanakkale Havalimanında, EGNOS uydu sinyalleri ile hassas olmayan seyrüsefer cihazları kullanılmaksızın uçuşların yaklaşma kabiliyetinin ölçüldüğü denemeler yapılmasıdır. Denemelerin temel amacı, orijinal ECAC hizmet alanının dışında EGNOS performansının doğrulanması için yapılan performans denemeleri ve yerel hava seyrüsefer hizmet sağlayıcılarının Uydu Bazlı Güçlendirme Sisteminden edinebileceği faydaların gösterilebilmesidir. Söz konusu denemeler 5-6 Kasım 2009 tarihlerinde yapılmış olup Çanakkale Havalimanı EGNOS kapsama diyagramlarına göre tam sınırdaki olduğu için ilk gün yeterli fayda sağlanamamıştır. İkinci gün ise denemeler çok verimli şekilde gerçekleştirilmiş ve EGNOS uyduları kullanılarak ILS CAT 1 seviyesinde yaklaşımlar yapılarak veriler elde edilmiştir. Denemelerin sonuçları ise TÜRKİSAT ile birlikte İstanbul'da düzenlenen bir toplantı ile tüm dünyayla paylaşılmıştır [26].

3.3.2. Yer Bazlı güçlendirme sistemi (Ground Based Augmentation System) (GBAS)

Yer Bazlı Güçlendirme Sistemi (Ground Based Augmentation System)(GBAS), GNSS uydularından gelen sinyaller GBAS donanımlı referans alıcıları tarafından alınarak diferansiyel düzeltmeler veren ve hassas konumlandırma yapan sisteme verilen adıdır. Uydu referans alıcıları ve GBAS zemin tesisi uydudan sağlanan pozisyonda hataları ölçmek için birlikte çalışır. GBAS zemin tesisi de bütünlük parametreleri ve yaklaşım yolu bilgileri gibi içeren güncel ve uyduların hesapladığı pozisyon arasındaki fark esas alınarak bir GBAS düzeltme mesajı üretir [27]. Referans istasyonlarının olduğu yer tabanlı

güçlendirme sistemi dünya üzerinde kıtalararası ve lokal sistemler olarak yayılmış bulunmaktadır.

Amerika'da küresel çapta arttırılmış güçlendirme sistemi olarak NDGPS, Avusturalya kıtasında Grass sistemi kullanılırken, lokal olarak ülkelerde ise Cors sistemleri bulunmaktadır. Bunlardan örnek verecek olursak; Almanya'da Sapos, Amerika'da Ngs Cors, Japonya'da Geonet Deprem Cors, Suudi Arabistan'da Ksa Cors, İsviçre'de Agnes, Avusturya'da Apos, Hollanda'da Netpos, Polonya'da Asg-Eupos ve ülkemizde ise Tusaga-Aktif kullanılmaktadır.

Referans istasyonları sayılarına bakıldığı zaman ise Japonya'da 1240 adet, Amerika'da 1800 den fazla, Almanya'da 300 adet, Polonya'da 126 adet ve ülkemizde ise 146 adet referans istasyonu bulunmaktadır.

4. ASG-EUPOS SİSTEMİ

ASG-EUPOS Polonya topraklarında bulunan 102 referans istasyona ve komşu ülkelerde bulunan 24 yabancı istasyona dayanan sabit referans istasyon ağıdır. Öncelikle Polonya'nın batı sınır bölgesinde bulunan küçük bir kasaba Mieszkowice'de MIES istasyonu kurulmuştur ve GPS sistemi ile çalışmaktadır. İkincisi, Bilim ve Teknoloji AGH Üniversitesi tarafından inşa edilen KRA1 (Kraków) olarak adlandırılan, çift sistem içeren GPS ve GLONASS'a entegre bir referanstır. 2016 yılı itibari ile 3000 e yakın kayıtlı ASG-EUPOS kullanıcısı bulunmaktadır. Bunların birçoğu Ağ Rtk kullanıcısıdır. Belirtilen rakamlar Polonya'da GNSS pazarının nasıl popüler olduğuna ve büyüdüğüne değinir. Gerçek zamanlı hizmetler arasında en popüler olanı hala yüksek hassasiyetli gerçek zamanlı ölçümleri için bir RTK hizmeti ile faaliyet veren NAWGEO kabul edilir. Kara ve demir yollarının inşaatında büyük belediyelerde de yer alan ASG-EUPOS sistemi son yıllarda çoğunlukla kullanılmaktadır.

Ayrıca Jeodezi ve Haritacılık Başkanlığı koordinat sistemi ile birçok ölçme sorunlarının sabit referans istasyon ağı tarafından çözülebileceğini fark etmiştir. Üniversiteler ve diğer bilimsel kuruluşlar sayesinde Polonya referans istasyon ağının ilk projesi yazılmıştır. Aynı zamanda Orta ve Doğu Avrupa'dan 16 ülkeden bir bölge çapında bir girişim kurulmuştur. EUPOS (Avrupa Pozisyon Belirleme Sistemi) projesi 2003 yılında Alman referans istasyon sistemi SAPOS ile başlamıştır [28].

ASG-EUPOS sistemi, 2 voyvoda bölgesini kapsar, 11 istasyondan veri toplar ve tüm navigasyon ve konumlandırma uygulamaları için DGNSS / RTK düzeltmeleri hesaplar. Bu iki sistemden tecrübeler ve EUPOS gereksinimleri ülke çapında referans istasyon ağı teklifi için şartname hazırlanmasının temeli oldu. Ulusal GNSS istasyon projesi ASG-EUPOS Avrupa Bölgesel Kalkınma Fonu kaynaklarını kullanarak gerçekleştirilmiştir. Projeyi sözleşmesi 2 Ağustos 2005' de imzalandı. Jeodezi ve Haritacılık Başkanı bir sonraki yılın ortalarında piyasaya sürülmesi için belgeleri hazırlamaya ve ihale şartnameleri hazırlamaya başlamıştır. Projeyi desteklemek için, Polonya Genel Ölçme Proje Yürütme Komitesi ve iki danışmanlık organı kurdu [29].

4.1. Projenin Adımları

Projenin gerçekleşmesi için projenin takvimi hazırlandı ve tüm görevler bir araya getirildi.

Bölüm 1- Aşama 1

Referans istasyonlar için donatım ve yazılım ile 30 takım GPS alıcıları teslimi, yönetim merkezleri için sunucuların, bilgisayar ve telekomünikasyon ekipmanları, sistem ve uygulama yazılımlarının teslimi,

Bölüm 1 Aşama 2

Referans istasyonu için ekipman ve yazılım ile 40 takım GPS alıcıları ve 8 GPS / GLONASS alıcıları teslimi, 75 noktada referans istasyonların kurulumu, ek ekipmanların teslimatı ve kurulumu, sunucuların kurulumu, Bilgi teknolojileri ekipmanları, yönetim merkezlerinde yazılım uygulamaları ve sistemleri, tüm sistem unsurlarının bağlanması ve konumlandırma hizmetleri ve istasyonları yöneten personellerin eğitimi.

Bölüm 1 Aşama 3

Gerçek zamanlı ve otomatik proses hizmetlerinin başlatılması, hizmet belgeleri hazırlamak, referans istasyon kurulum belgeleri hazırlamak, ayrıca personelin eğitimi.

Bölüm 1 Aşama 4

Yabancı sınır istasyonlarının Ulusal Yönetim Merkezi'ne bağlanması, tüm ASG-EUPOS sisteminin test edilmesi ve yetkilendirilmesi.

Bölüm 1 Aşama 5

Yüklenici tarafından sistemin idaresi.

Bölüm 1 Aşama 6

Yüklenici tarafından sistem için teknik destek.

Bölüm 2 Aşama 1

RTK / DGPS saha ölçümleri için ekipman ve yazılım ile 15 çift frekanslı GPS gezici teslimi.

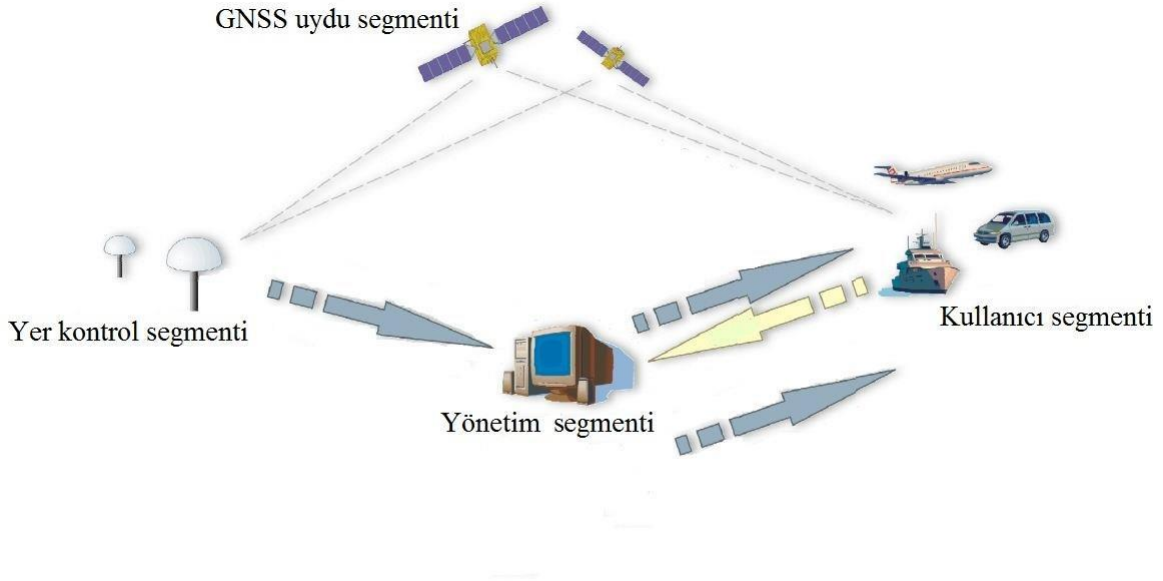
Bölüm 2 Aşama 2

RTK / DGPS saha ölçümleri için ekipman ve yazılım ile 50 çift frekanslı GPS gezici teslimi, işletme personelinin eğitimi gerçekleştirilmiştir.

Bazı gecikmeler ile bir buçuk yıl boyunca tüm aşamaları tamamlanmıştır. ASG-EUPOS kurulmasında iki büyük sorun vardı. İlk sorun referans istasyonlarının kurulacağı yerlerin sahipleri ile anlaşma imzalanması ve onaylanması. İkinci sorun referans istasyonları ve Yönetim Merkezi arasında telekomünikasyon bağlantıları oluşturmak oldu. O gün tam işlevsel olduğu için, son olarak 2 Haziran 2008’ de ASG-EUPOS sistemi tüm kullanıcılara açıldı. İlk 2 ay içinde 1600 üzerinde kullanıcı sisteme kayıt oldu böylece bu birçok uzmanın bu tür bir sistemi beklediği anlamına gelmektedir [29].

4.2. ASG-EUPOS Sistem Bileşenleri

ASG-EUPOS sistemi Şekil 4.1’deki gibi yapısı dört temel segmente ayrılabilir: uydu, alıcı, yönetim ve kullanıcı segmenti. Tüm bölümler düzgün gerçek zamanlı olarak veya işleme sonrası modunda çalışırken yüksek hassasiyetle konum hesaplayabilir. ASG-EUPOS sistemi GPS sisteminden gelen sinyallere dayanmaktadır. Ayrıca bazı referans istasyonlarında GLONASS sistemlerinden gelen sinyaller izlenir. Galileo tamamen işlevsel ve kullanışlı hale geldiğinde, bu ASG-EUPOS sistemine kendi işlevleri eklemek veya GPS ve GLONASS’ ın Galileo ile yer değiştirmesi planlanmaktadır [30].



Şekil 4.1. ASG-EUPOS sisteminin segmentleri [31]

4.2.1. Alıcı segmenti

Alıcı segmenti (yer kontrol segmenti) Polonya topraklarının tümünde eşit bulunan GNSS referans istasyonları ağından oluşur. Yer kontrol istasyonları EUPOS standartlarına göre ve ASG-EUPOS sistem projesinin komşu referans istasyonları arasındaki mesafeleri yaklaşık 70 km olması planlanmıştır. İstasyonlar genelde Resim 4.1'deki gibi kamu kurumlarının binaların çatılarına yerleştirilmiştir.



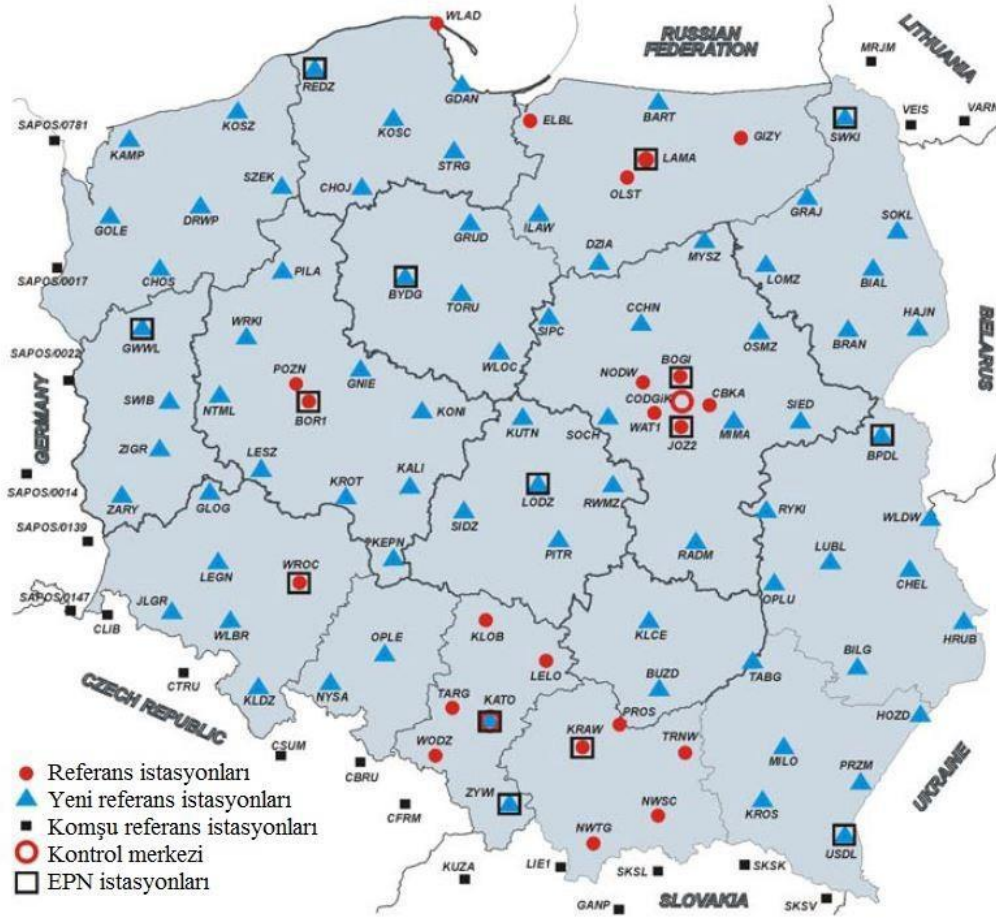
(a)



(b)

Resim 4.1. GPS / GLONASS referans istasyonu LOMZ kabin (a), ve anteni (b) [32]

22 mevcut istasyon ağın daha iyi kapsama alanı elde etmesi için ağa dahil edildi. Bu istasyonlar yerel otoriteler veya bilimsel kurumlar tarafından yönetilmektedir. EUPOS gereksinimlerini takiben tüm EPN ve IGS referans istasyonları yönetim merkezine veri gönderir ve ađ hesaplamalarına dahil edilir.



Resim 4.2. ASG-EUPOS Referans istasyonları [32]

Başından bu yana EUPOS sistemi, örgütün kurallarına göre yabancı ülkelerle işbirliği amacıyla planlanmıştır. Projenin son aşamalarından birinde, sınır ötesi veri alışverişi ayrıntıları her ülkede referans istasyon ağları yönetim otoriteleri ile kabul edildi. Resim 4.2’te gösterildiği gibi Litvanya (LITPOS) 3 referans istasyon, Almanya (Sapos) 4 istasyon, Çek Cumhuriyeti (CZEPOS) 5 istasyon ve Slovakya (SKPOS) 6 istasyon eklemiştir. Tüm yeni istasyonlar IP VPN teknolojisine dayalı çok istikrarlı ve güvenilir bağlantıları ile yönetim merkezi ile bağlanır. Her yeni istasyonda haberleşme teçhizatı çok güvenli ve aynı olduğundan, bir intranet ağındaki tüm istasyonlara bağlamak mümkün olmuştur. Jeodezi ve Kartografya Genel Müdürlüğü tarafından sahip olunan bazı mevcut istasyonları da IP VPN bağlantısını ve kamu internet ağı ile bağlı olan mevcut istasyonların geri kalanı ile aynı şekilde yapıldı.

4.2.2. Yönetim segmenti

Yönetim segmenti sistemde tüm ayarların yönetiminden, sistem üzerinde sürekli kontrolü ve kullanıcılara kesintisiz hizmet sağlanmasından sorumludur. Güvenlik nedenleriyle ve tam yedekli olması için Şekil 4.2’de görülmekte olan yönetim merkezi Varşova’da ve Katowice’ de iki konumda kurulmuştur. Her iki merkez sürekli çalışır ve gerekli tüm verileri hesaplar, böylece aktif merkezin arızası durumunda ikincisine tüm hizmetleri geçirmek mümkündür.

Kullanıcılar aslında hangi merkezin aktif olduğunu bilmiyorlar ve servisler değişse bile, her iki durumda da gezici ayarları aynı olduğundan onlar değişikliği fark etmezler. Yönetim merkezinde Trimble Altyapı Yazılımı yüklüdür ve işlevleri sistemin mümkün olan en iyi performansa sahip farklı sunucular içine ayrılır. Farklı bilgisayarlar referans istasyonlarından, gerçek zamanlı ağ düzeltmeleri, veri depolama ve işleme sonrası hesaplamaları ile iletişimden sorumludur. Sunucular birbirlerini kontrol eder ve sunucular arasındaki veri kaybı durumunda tetikler alarmlar verirler. Her istasyonun yüksek doğruluk pozisyonlarını elde etmek için post proses modunda uzun vadeli gözlemlerle hesaplama yapabilen Bernese GPS yazılımı v. 5.0 kullanılmaktadır. Her iki merkeze her bir referans istasyondan IP VPN ile gelen GNSS gözlemlerle bağlantılı veri bağlanır ve kullanıcıların alıcıdan doğrudan veri indirmesi için hiçbir olasılık yoktur. Yönetim merkezinde yazılım sürekli istasyonlardan gelen akışları analiz eder ve sadece doğruysa ileri sunucular hesaplamalar için kullanırlar. Eğer yanlışsa alarm modülleri başarısızlık ile ilgili bilgiyi yöneticilerine mesaj olarak gönderir [29].

4.3. Kullanıcılar ve Hizmetler

ASG-EUPOS kullanıcı segmenti kamu ve özel sektörde deneyimli insanları toplar ve ihtiyaçlarını giderir. ASG-EUPOS ile çalışmak navigasyon veya konumlandırmanın kullanıldığı tüm alanlarda yararlı olabilir. Her kullanıcı kendi amaçları ve ekipmanı için yeterli hizmet bulabilir. Çizelge 4.1’de gösterilmiş olan ASG-EUPOS hizmetleri iki gruba ayrılabilir: Gerçek zamanlı hizmet ve post proses hizmetleri: Gerçek zamanlı hizmetler dikkate alındığında doğruluğuna bağlı üç hizmet vardır: NAWGEO kullanıcı çift frekans RTK GPS alıcısı kullanmak zorunda oldukları ve yatay pozisyonda 3 cm doğruluğa ulaşmanın mümkün olduğu en doğru hizmettir, KODGIS tek frekanslı DGPS alıcısının

yatay konumda 25 cm ulaşabildiği DGPS uygulamaları orta doğrulukta servistir. NAWGIS doğruluğu 3m ye kadar olan kod alıcıları için servistir. İşleme sonrası grupta 2 hizmet arasından seçim yapabilirsiniz: POZGEO statik GPS gözlemlerinden otomatik koordinat hesaplama, POZGEO D istenen referans istasyon ve zaman periyodunda gözlem dosyalarını indirebilir [32].

ASG-EUPOS sistemi tarafından üretilen tüm veriler GNSS teknolojisi standartlarına uygundur. Gerçek zamanlı olarak hizmet düzeltmeleri sadece (RTCM s.c. 104) Radyo Teknik Komisyonu tarafından onaylanmış formatta elde edilir ve post proses hizmetlerinde yalnızca RINEX biçimi kabul edilebilir. Gerçek zamanlı servisler kullanıcı internete doğrudan bağlandığında veya GPRS / HSDPA aracılığıyla Polonya topraklarının tümünde mevcuttur. Tüm hizmetler RTCM Örgütü tarafından onaylanan NTRIP protokolünde kimlik doğrulaması gerektirir. Web sayfası aracılığıyla kayıt olduktan sonra kullanıcı adı ve şifre alınmaktadır. ASG-EUPOS'dan gelen düzeltmeler veri almadan önce kullanıcı adı ve şifre göndermek için önceden belirtilen TCP/IP adresinde ve portta mevcuttur. Sistem kullanıcıyı tanıdığı anda, istenen düzeltmeleri sağlayacaktır. NAWGIS' de NTRIP protokolünde kullanıcı adı ve şifre göndermek için yalnızca modem gereklidir. En değerli CBS amaçlı hizmetlerde kullanıcının ucuz tek frekanslı GNSS alıcıları kullanabildiği NAWGIS ve KODGIS servisleridir.

Çizelge 4.1. ASG-EUPOS hizmetleri ve bunların açıklaması [33]

Tipi	Adı	Ölçüm Metodu	Data İletimi	Tahmin Edilen Hassasiyet	Donanım Gereksinimi
Gerçek Zamanlı Hizmetler	NAWGEO	Kinematik (RTK/RTN)	İnternet, GSM (GPRS)	0,03 m (yatay) 0,03 m (düşey)	L1/L2 RTK alıcı, iletim modülü
	KODGIS	Kinematik (DGPS)		0,025 m ye kadar	L1 DGPS alıcı, iletim modülü
	NAWGIS			3m ye kadar	
Post proses Hizmetler	POZGEO	Statik, Hızlı Statik	İnternet	Ölçme koşullarına göre (0,01-0,10 m)	L1 GPS alıcı
	POZGEO D	Statik, Kinematik			

ASG-EUPOS sisteminin çok fonksiyonluluğu, kullanıcıların ihtiyaçlarına göre ayarlanabilir olan açık yapısı ve yeteneği gösterilmiştir. Hizmetlerin çeşitliliği ve bunların hassaslığı çeşitli kullanıcı gruplarının taleplerini karşılamaktadır. ASG-EUPOS tarafından sağlanan uygulamalar şunlardır:

Navigasyon, cbs, jeodezi, hidrografi ve jeodinamik, inşaat mühendisliği, taşıma, enerji bilimi, telekomünikasyon, kentsel altyapı yönetimi, kamu güvenliği, tehdit yönetimi, sağlık hizmeti, tarım ve ormancılık, çevresel koruma.

4.3.1. Post proses hizmeti

Post proses hizmeti statik ölçümlerle çalışır. Yüksek hassasiyet bu ölçümlerin ortam seçimi, kaliteli ekipman ve zaman GNSS ölçümleri ölçümü ile tanımlanması ile karakterize edilir. Post proses hizmetinin iki servisi vardır. Bunlar POZGEO ve POZGEO D dir.

4.3.1.1. Pozgeo

Servis statik yöntemle yürütülen GPS gözlemleri işlem-sonrası modunda hesaplamalar için tasarlanmıştır. Hesaplamalar tek ve çift frekanslı alıcılar ile faz gözlemler için kullanılan, gözlemsel veriler için sabit bir biçimine dönüştürülür. Servise erişim, web sitesi sistemi tarafından yürütülmektedir. Giriş yaptıktan sonra, hazırlanan formu kullanarak gözlemsel veri gönderebilirsiniz. Gözlem yüklendikten sonra, doğru biçimde kontrol ve Trimble Uygulaması Otomatik Yazılımı tarafından yürütülen otomatik post proses uygulaması geçirilir. Yazılım çift fark faz gözlemlerine dayanarak hesaplamalar yapar. Yazılımın bir diğer özelliği, bir GPS anteni için mutlak kalibrasyon kullanmaktır.

4.3.1.2. Pozgeo D

Pozgeo D servisin amacı ASG-EUPOS referans istasyonlarının gözlemlerini dosya olarak paylaşan ve kullanıcı tarafından seçilen parametrelere dayalı bir sanal referans istasyonu yaratmaktır. Referans istasyonlarının seçiminde kullanıcı tarafından girilen parametreler, gözlem tarihini belirlemek için oturumları ve kayıt aralığının uzunluğu gözlemleyerek, sanal vericileri durumunda da elde edilecek koordinatları belirtmelidir. Gözlemlenerek hazırlanan sistem dosyaları indirmek için bir web sunucusunda tutulur veya kullanıcı tarafından tanımlanan, e-mail' e gönderilir. Mevcut gözlemsel veri olarak yapılan biçimler RINEX 2.1x ve Kompakt RINEX (Hatanaka) ile sıkıştırılmıştır. Bir sanal referans istasyonu oluşturmak için kullanıcı iki yaklaşıma dayalı gözlemsel veriler

geliştirebilir. İlki ASG-EUPOS referans istasyonları tarafından belirlenmiş bir ağın bağlandığı vektörleri sağlayan post proses için klasik bir örneğidir. Bu yöntemle erişilen doğruluk ekipman ölçümünün sınıfına ve çevresel gözlem ölçümünün uzunluğuna bağlıdır.

İkinci yaklaşım sanal referans istasyonunu kullanarak, kısa gözlem oturumları için vektörlerin hesaplanmasına dayanır. Doğruluk, uzunluk ve gözlem süresine bağlı olarak belirlenen vektördür, yani en uzun vektörde, daha uzun gözlem oturumu tavsiye edilir. Sanal referans istasyonlarında yüksek doğruluk için gözlemler yakın referans istasyonu esas alınarak hazırlanması gerektiği bilinmelidir.

4.3.2. Gerçek zamanlı kinematik hizmetler

Gerçek zamanlı hizmet ölçümleri referans istasyonlara dayanarak yapılan diferansiyel ölçümlere (DGPS, RTK) dayanmaktadır. Arazide ölçümleri yapan alıcılar, ölçümlerinde düzeltmelere ulaşmak için GPRS aracılığıyla referans istasyona bağlanırlar.

4.3.2.1. Nawgeo

NAWGEO Gerçek zamanlı RTK ölçümlerinde yenilik sağlayan ASG-EUPOS'un temel hizmetidir. Bu hem kinematik ölçümler hem de statik nokta konumunu belirlerken, en yüksek doğruluğun elde edilmesini sağlar. Birçok mevcut biçimleri ile NAWGEO servisi kullanıcı pazarında geniş bir alanda ölçüm yapan cihazların kullanılmasına avantaj sağlar. Yüksek hassasiyetli ölçümler elde etmek mümkün olduğundan, NAWGEO servisi öncelikle jeodezik ölçümlerde kullanılır.

Gerçek zamanlı uydu ölçümlerinde yüksek doğruluk NAWGEO Ağ RTK kullanılarak elde edilebilir. Bunun avantajı, tek bir referans istasyonundan uydular üzerinde atomik saatlerin çalışması ve atmosferdeki sinyal gecikmesi gibi sistematik hataların daha iyi bir modellemesinden dolayıdır. Sonuç olarak, Ağ RTK düzeltmelerinin kullanımını ne olursa olsun, alıcı referans istasyondan fiziksel mesafesine bakılmaksızın, koordinatların tekrarlanabilir olarak belirlenmelerini sağlar. Fakat referans istasyonundan uzaklaştıkça hataların arttığı unutulmamalıdır. Bu yüzden mümkün olduğu her yerde RTK ağı için düzeltmelerin kullanılması tavsiye edilir.

4.3.2.2. Kodgis

RTK ölçümlerinde yüksek doğruluğa az ihtiyaç olduğu geniş bir kullanıcı grubu vardır ve bu kullanıcılar için pozisyon doğruluğu çok düşüktür. ASG-EUPOS diferansiyel modda DGNSS alıcıları yarı frekans birimi kullanarak doğruluğu azaltabilir. KODGIS ve NAWGIS servisleri, çalışma prensibi olarak benzerdirler ve daha az doğruluk hedeflemiştirler. KODGIS sitesinde kullanılan RTCM standart formatı DGPS fonksiyonu ile tanımlanır. Öncelikle mekansal bilgi sistemlerinin inşası veya onarımını ölçmek için tasarlanmış olan KODGIS sitesi tüm alıcılar tarafından kabul edilmektedir. Bu tür koordinat tayin sistemleri için onlarca santimetrenin doğruluğu yeterlidir. KODGIS servisi acil hizmetleri, arkeoloji, tarım, ormancılık, enerji, telekomünikasyon, turizm ve rekreasyon, navigasyon gibi alanlarda yardımcı olmak için kullanılabilir. Kullanıcılar koordinatların doğruluğunu arttırmak için ucuz yarı frekans kodu kullanabilir ve KODGIS iyileştirme servisini kullanabilir.

4.3.2.3. Nawgis

RTK yönteminde Yüksek doğruluğa ihtiyacı olmayan bir kullanıcı grubu daha vardır. NAWGIS servisi Kullanıcıların 3 metre konumlandırma hassasiyeti gerektiren işlerde kullandığı servistir. Servis alıcıları daha basit kod ile donatılmış NAWGIS kullanıcılarını kullanabilir, böylece alıcının yaklaşık pozisyonunu göndermek gerekli olmamaktadır. Değişiklikler DGNSS merkez noktası için kuzey ya da güney alt referans istasyonu ile ihtiyaçlarına bağlı olarak belirlenir ve Internet Protokolü NTRIP üzerinden RTCM formatında gönderilir. NAWGIS servisi - sadece diğer ASG-EUPOS servisleri gibi sadece kayıtlı kullanıcılara değil, tüm ilgililere yönelik mevcut ücretsiz bir hizmettir.

5. TUSAGA AKTİF SİSTEMİ

Haritacılar, coğrafi bilgi sistemi (CBS) tasarımcıları ve kullanıcıları, mühendisler yeryüzü bilim adamları özetle GPS verilerini kullanan tüm kamu son yirmi yıl boyunca gelişmiş ve bazı gelişmekte olan ülkelerde sürekli çalışan referans istasyon ağlarını (CORS) kullanmaya başladılar. Bu CORS Ağları yalnızca haritacılar için değil, aynı zamanda meteorologlar, jeofizik ve jeoloji mühendisleri, inşaat mühendisleri ve kısa zaman içinde yüksek doğruluğa ihtiyaç duyulan işler için üç boyutlu konumlandırmayı destekleyen projelere katkıda bulunması için uygulamaya konulmuştur [34].

Ağ tabanlı ölçümler, referans veri stabilitesi ve jeodezi yöntemlerine farklı bir boyut kazandırdığı için CORS dünya genelinde popüler bir sistem olmuştur. CORS ağları mühendislik-tipi araştırmalar için ilk zamanlarda o kadar popüler değildi. 2000 yılı başında, mühendislik ve bilimsel topluluğu kendi CORS ağları için gerçek zamanlı kinematik konumlandırma yeteneğini eklemeyi başardı ve bu kavram konumlandırma verimliliğinde dünya çapında bir atılım yaptı. Bu tür CORS Ağları RTK CORS, CORS-Aktif olarak adlandırılır ve eski tip pasif CORS Ağlarından ayırmak için kullanılır. CORS Ağı sabit istasyonlardan ve GNSS uydu kümelenmelerinden gelen konumsal verileri düzelterek GPS gezici alıcılarına veri sağlamak için tasarlanmıştır. Düzeltme faktörlerinin internet yoluyla merkezi bilgisayar bileşenine iletimi ile gezici performansını daha yüksek düzeyde doğrulukla gerçekleştirmesine olanak sağlar. RTK hiçbir atmosferik sapma ve hiçbir uydu yörünge sapması olmadan mükemmel bir ortamda gerçekleştirilebilir olsaydı, bir baz istasyonu ve gezici arasındaki aralığı sınırlamaya gerek olmayacaktı.

Ne yazık ki Dünya'nın çevresi GPS için mükemmel bir ortam değildir. Bu ortam, bir gezicinin bir RTK konum düzeltmesini hesaplayabildiği aralığı sınırlayan mesafeye bağımlı hatalara yol açar. Atmosferik gecikmeler orta menzilli göreceli konumlandırma için ana hata kaynağıdır, bu yüzden kullanıcılar için atmosferik gecikmelerin hesaplanması sistemin temel görevidir. Yöntemler arasındaki en büyük fark geziciler için düzeltmeler yaparken kullandıkları farklı yaklaşımlar olmasıdır. Her CORS ağı gerçek zamanlı hesaplamalar ve kontrol sağlamak amacıyla güvenli bir iletişim ile birbirine bağlı birkaç GNSS istasyonundan oluşmaktadır. Her istasyon bir alıcı, bir anten, iletişim ve güç kaynağına ihtiyaç duyar. Birçok durumda, bir bilgisayar veri iletimi ve kontrolü için eklenir. İdeal durumda, ek bir yapılandırma güvenilirliği ya da destek nedenleri için

kullanılır. Ayrıca bir kullanıcı ara yüzü ağı yapılandırmak ve korumak için gereklidir. Örneğin radyo iletişimi veya cep telefonları tarafından veya internet bağlantısı üzerinden gerçekleştirilebilir. Bir çevrimdışı ağ post proses için kullanıcıya bilgi sağlar. Saklanan veri dosyaları 'RINEX' biçimindedir [35].

TUSAGA-Aktif olarak adlandırılan Türk RTK CORS Ağı altyapısı Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü ve Harita Genel Komutanlığı ile birlikte İstanbul Kültür Üniversitesi tarafından kurulan ve Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen bir projedir. Ağ İki kontrol istasyonları ile kontrol edilen 146 Ağ Sürekli Çalışan Referans İstasyonlarından oluşur. Ana Kontrol İstasyonu, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğünde Harita Biriminde, yardımcı kontrol istasyonu ise Harita Genel Komutanlığında, Türkiye'nin başkenti Ankara'da bulunmaktadır [36].

5.1. RTK Ağları Yönetimi

RTK ağ sunucusu, RTK Network uydusunda gözlemleri toplar, hesaplamaları yapar ve geziciye RTK düzeltmelerini gönderir. Sanal Referans İstasyonu yöntemi, FKP metodu ve MAC yöntemi Sanal Referans İstasyonu (VRS) düzeltmeleri RTK oturumunun başında gezicinin pozisyonu için optimize edilmiştir. Mevcut bir kaç RTK düzeltme tekniği vardır. Gezici sonra (kesme ve tekrar bağlanmaya gerek kalmadan yani) aynı oturum içinde önemli bir mesafe hareket ederse, düzeltmeler yeni gezici konumu için uygun olmayabilir. Sanal Referans İstasyonu yöntemi ile gezici bir gerçek referans istasyon ile ilgili herhangi bir gözlem almaz; bunun yerine gezicinin konumu ile ilgili tüm düzeltmeler sanal referans istasyonundan gelir [37].

Flächen-Korrektur parametresi veya alan düzeltme parametreleri (FKP) yöntemi tek bir referans istasyonu çevresinde sınırlı bir alan için geçerli olan basit bir düzlemi temsil eder. FKP yöntemi yayın yöntemidir ve ağ merkezi sunucuya bugünkü konumunu göndermek için RTK gezicisi gerektirmez. Bunun yerine, sunucu mesafe bağımlı hataları biçimlendirir ve RTK verilerini bir referans istasyonunda ağ içinde geziciye gönderir. Bu yöntemde sunucu mesafeye bağlı hataları azaltmak için ağ çözümünü hesaplar. Ağ çözümü gezicinin pozisyon için optimize edilmemiştir ve RTK çözümü sınırlayıcı olabilir. Bu yöntemde sunucuda hesaplanan düzeltme parametreleri mesafe bağımlı hataların referans istasyonları arasındaki doğrusallığı değiştirdiği kabul edilir. Ancak, gerçek hatalar doğrusal

değilse, enterpolasyon hataları gezicide meydana gelecektir. Bu kötü pozisyon kalitesi veya belirsizlik çözümünde sorunlara neden olabilir. Bu sorunu çözmek için, kullanıcı bağlantısını kesip ve yeni bir referans istasyonu oluşturmak için yeni bir oturum başlatabilir veya sunucu otomatik olarak yeni bir referans istasyonu oluşturabilir. Ancak, yeni referans istasyonları üretilmesi pozisyonda ve doğrulukta atlamalara neden olabilir. Bu nedenle, kullanıcı ölçüm boyunca tutarsız pozisyon ve doğruluklar ile karşılaşabilir. RTK ağ sunucusu tek bir referans istasyonu için ölçümlerin ham datalarını ve koordinat bilgilerini ana kontrol istasyonuna gönderir ve en iyi olası RTK çözümünü hesaplamak için tüm uydu verilerinin kullanımını en üst düzeye çıkarır [38].

Gezici RTK çözümünü izleyebilir ve RTK çözümünü anında optimize ederek hesaplamasını değiştirebilir. Gezici uygun sayıda referans istasyonlarının kullanarak atmosferik koşullara daha hakim olabilir.

5.2. Tusaga-Aktif (CORS-TR) Ağ Planlaması ve Kurulması

Tusaga-Aktif'in kapsamlı bir deneme testi, ağ tasarımı optimize etmek, farklı RTK tekniklerini ve GNSS alıcıları ve kontrol merkezi yazılım paketlerini test etmek amacıyla Marmara bölgesinde (yaklaşık 300 x 150 km) gerçekleştirilmiştir. Prototip testi yapılmasından sonra, Türkiye'nin coğrafi koşullar için yapılan hesaplarda, referans istasyonları şu şekilde kurulmaya karar verildi:

- Yoğun kullanıcı taleplerini karşılamak amacıyla kent merkezlerinde kurulacak
- Sert zeminde olacak
- Lojistik amaçlı kolayca erişilebilir olacak
- Enerji ve iletişim tesislerine yakın olacak
- Levha tektoniği izlemek için uygun olan bir şekilde yer seçilecek
- 100 km den ayrı az olacak

Bu kriterlere göre, Resim 5.1'deki gibi 147 referans istasyonunun yerleri belirlendi. Tüm TUSAGA-Aktif referans istasyonları sadece dört karakter olan IGS yönetmeliklerine uygun olarak adlandırılır. Listede Kuzey Kıbrıs'ta dört olmak üzere tüm istasyon adları yer almaktadır [39].



Resim 5.1. TUSAGA-Aktif referans istasyonları yerleri [39]

5.3. Kontrol Merkezleri

İki kontrol istasyonu (ana ve yardımcı) başkent Ankara'da kurulmuştur. Yardımcı Kontrol İstasyonu Türkiye'de Harita Genel Komutanlığı karargahında, ana kontrol istasyonu Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Harita İdaresi'nde yer almaktadır. TUSAGA-Aktif referans istasyonlarından tüm veriler otomatik olarak ağ hesapları ve konumlandırma düzeltmeleri yürütülen ve alanındaki kullanıcılara göndermek üzere bu kontrol merkezlerine internet üzerinden gönderilir. Kontrol merkezlerinde sağlam bir merkezi yazılımın yanı sıra sunucular vardır [36].

Bu yazılım aşağıdaki işlevleri yürütmektedir:

- Tüm referans istasyonları birbirine bağlama ve gözlemlerini aktarma
- Referans istasyon koordinatlarını hesaplama
- Modelleme hataları, bilgisayar düzeltmeleri ve gezici istasyonlara (kullanıcılara) yayınlanması
- RTK hizmetleri
- Web hizmetleri

- Gezicileri izleme
- Tüm verileri saklamak

Kontrol istasyonları için yazılım Trimble VRS SW tarafından sağlanır ve 250 NetR5 referans istasyonları için tasarlanmış ve GPSNet, RTKNet, webserver, gezici bütünlüğü, koordinat monitörü, veri depolama modüllerinden oluşur. Bu FKP, VRS ve MAC teknikleri kullanılarak hesaplanan pozisyon düzeltmelerin yayını yapabilmektedir. Ayrıca iyonosfer, troposfer, çok yollu ve yörünge için düzeltmeleri hesaplama yeteneğine sahiptir. Kontrol merkezi ve gezici arasında iletişim için RTCM 3.0 ve daha yüksek protokoller kullanılır ve bu nedenle GSM (cep telefonları), GPRS / EDGE ve radyo bağlantıları üzerinden NTRIP kullanılmaktadır. NTRIP açık patentsiz protokol olarak tasarlanmıştır ve GNSS veri taşımaya yararlı bir araç olarak dünya çapında kabul görmüştür. Kablosuz internet hizmetleri ve mobil iletişim (GSM), genel paket radyo servisi (GPRS), küresel evrim (EDGE) ya da evrensel mobil telefon sistemi (UMTS) için gelişmiş veri hızı için küresel sistem gibi Mobil IP Ağları tüm NTRIP akışlarını taşımada oldukça yeteneklidir. NetR5 referans istasyonları ve kontrol merkezleri ile donatılmış TUSAGA-Aktif (CORS-TR) ağları 24 saat tüm Türkiye ve Kuzey Kıbrıs üzerinde RTK GPS konumlandırma sağlar [40].

Tüm referans istasyonları coğrafi dört bölgeye ayrılmıştır ve 'ana kontrol merkezi'nde bu yüzden dört GPSnet sunucusu vardır. Her sunucu otomatik olarak ana sunucuda herhangi bir arıza durumunda işi devralan bir yardımcı sunucu ile desteklenmektedir. Kontrol merkezleri bir saat ve 24 saat süreyle 30 s aralıklarla 1 s aralığında alıcı referans istasyonlarından bağımsız değişim (RINEX) formatında veri toplar ve hassas efemeris verileri otomatik olarak sistem tarafından yüklenir.

5.4. Referans İstasyonları

Prototip testinden ortaya çıkan sonuçla toplamda 147 TUSAGA Aktif referans istasyonu 70-100 km mesafe ile alanda kurulmuştur. Her referans istasyonu için bir GPS kabini TUSAGA Aktif projesi için özel olarak tasarlanmıştır. İç mekanda veya dışında çelik kapı kullanılırken bu kabinlerde cam kapı bulunmaktadır. Resim 5.2'de Referans istasyonu kabini gösterilmektedir. Elektrik sorunları olmaması için 12 V DC bataryalarla beslenen şebeke, bağımsız çalışmak üzere tasarlanmıştır. Bu yüzden, ana elektrik şebekesi

herhangi bir elektrik şarj ihtiyacı olmadan 48 saat boyunca çalışmaya devam edebilen bu pilleri şarj etmek içindir. Ayrıca kullanılan farklı batarya amperleri, referans istasyonlarının bulunduğu bölgenin genel sıcaklık değerlerine bağlı olarak ayarlanması gerekmektedir.



Resim 5.2. Referans istasyon kabini [39]

Her dolap şunları içerir:

- 1 Victron Bluepower şarj / güç ünitesi
- 1 Trimble NetR5 GNSS alıcısı
- 1 Sarian DR6410 Yönlendirici / şalter (ADSL / EDGE)
- 1 LVD gerilim koruması dedektörü
- Telefon ve anten hatları için paratoner
- Sigortalar ve elektronik kablolama düzeneği

Tüm referans istasyonlarında kullanılan antenler Trimble Zephyr Jeodezi IITM dir. Tüm antenler son derece hassas ve standart anten yüksekliği verimli, sabit yüksekliğe sahip özel sehpa tarafından tesviye sütunlar üzerine yerleştirilir. Tüm istasyonlar CISCO yönlendirici üzerinden statik IP ve VPN tüneli (dahili IP) ile haberleşmeye sahiptir. Ancak,

herhangi bir yönlendirici problemi durumunda, sistem aynı zamanda bir standart yönlendirici vasıtasıyla statik IP ile çalışmak için planlanmıştır.



Resim 5.3. Beton tesis (2 m) [41]

147 referans istasyonunun tesis türleri, zemin ve bölgesel koşullara bağlı olarak karar verilir. Galvanizli çelik sütunlar çatı üstleri ve çatı teraslar için inşa edilirken, Şekil 5.3'te gösterilen beton tesisler sert zemin istasyonları için tercih edilmektedir. Bunlardan 86 tanesi 2 metre uzunlukta beton tesislerdir. 58 tanesi yüksekliği 3 metre olan çatı tesisleridir ve bunlardan sadece 3 tanesi Resim 5.4'te gösterildiği gibi çatı üstünde 4 m galvanizli çelik sütunlardır.



Resim 5.4. Galvanizli çelik tesis (Çatı tabanından 4 m) [41]

5.5. CORS-TR Kullanıcıları

CORS-TR Projesinin, sivil uygulama alanlarında çok önemli katkıları olacaktır. Bu katkıların bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- Jeodezi ölçümleri
- Harita ölçümleri ve CBS
- Planlama ve çevre çalışmaları
- Mühendislik yapılarının izlenmesi
- Barajların izlenmesi
- Navigasyon ve araç takibi
- İnşaat ölçümleri ve proje uygulamaları
- E-devlet, e-belediye, e-ticaret uygulamaları

Projenin ayrıca, coğrafi-bilgi teknolojilerine verdiği hizmetlerin katkıları büyük olacaktır. Bu katkıların bazıları aşağıda sıralanmıştır:

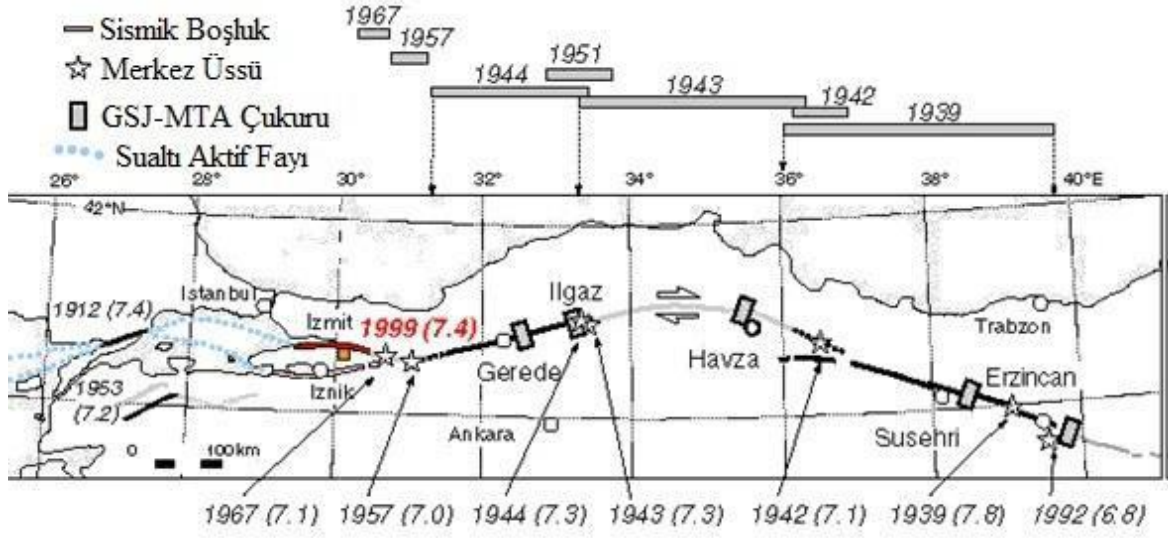
- Tüm coğrafi bilgi teknolojileri için ülke çapında bir temel teşkil edecektir; harita üretimi, kadastro, mühendislik ölçümleri, altyapı ölçümlerinde, planlama, çevre, ulaşım, e-devlet, e-belediye, e-ticaret vb. alanlarında kullanılır.
- Yüzlerce kullanıcının, ülke çapında muazzam iş verimliliğini artıracak şekilde yerel referans kontrol noktaları arama gerekliliği olmadan çalışacaktır. Bazı gelişmiş ülkelerde, bir sabit baz istasyonu kendi ulusal ağları içinde, onlarca hatta yüzlerce gezici istasyonları tarafından kullanılır.
- DGPS ve Araç Takip gibi birçok yüksek teknoloji faaliyetleri bundan yararlanacaktır.
- CORS-TR sistemi planlama, altyapı, belediye araç izleme, tarım, ormancılık, kadastro, CBS/ABS vb. projelerinde kullanılacaktır. Bu sistem fotogrametrik harita üretimi, ortofoto üretimi vb. işlemler için gerekli yerin kontrol noktalarını ölçmek için son derece yararlı olacaktır [42].

5.6. CORS-TR Bilimsel Kullanıcıları

CORS-TR Projesi bilimsel uygulamalar alanlarında da oldukça önemli katkı sağlayacaktır. Bu katkıların bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- Deprem mühendisliği
- Sismoloji
- İyonosfer ve troposferdeki bozuklukların analizi ve izlenmesi
- Meteoroloji ve akıllı ulaşım sistemleri

Türkiye' nin deprem eğilimli bir ülke olduğu iyi bilinmektedir. Kuzey yönde Arap levhasının, Avrasya plakasına göre batı yönünde Anadolu plakasının yüzyıllık hareketi Kuzey Anadolu Fayını (KAF) oluşturmuştur. 1939 yılından bu yana, sadece Türkiye'de KAF boyunca kayıtlı 9'dan fazla büyük deprem olmuştur.



Resim 5.5. 1939 yılından bu yana Kuzey Anadolu Fay Hattı boyunca olan depremler [42]

Şimdiye kadar, bu tektonik hareketler ağırlıklı olarak periyodik yerel jeodezik ağlarla ölçüldü. CORS-TR ile şimdi sürekli tüm Türkiye genelinde plaka hareketlerini izlemek ve bunları deprem tahmini çalışmalarında kullanmak mümkün olacaktır. CORS-TR verileri tüm ülkeyi kapsayan troposfer ve iyonosfer modellemeleri için de kullanılacaktır. Bu veriler, özellikle hava tahminleri için, meteorolojik çalışmalar için çok yararlı olacaktır [42].

6. ARAZİ ÇALIŞMALARI

Bu bölümde birbirlerine yakın zamanlarda kurulan ve kullanılmaya başlanılan Polonya sabit referans istasyon ağı olan Asg-Eupos ile Türkiye sabit referans istasyon ağı olan Tusaga-Aktif sistemleri kullanılarak arazide koordinat ve kot ölçümler yapılmış ve geleneksel ölçümler ile bu değerler kıyaslanmıştır.

6.1. Olsztyn’da(Polonya) ASG-EUPOS Sistemiyle Yapılan Arazi Çalışması

Arazi çalışmasının ilk etabı Polonya’nın Olsztyn şehrinde bulunan Warmia ve Mazury Üniversitesi kampüsünde 06.06.2012 yılında 13.00 – 15.00 saatleri arasında yapılmıştır. Haritada gösterilen rektörlük binasının ön bahçesinde sabit kabul edeceğimiz 3 adet noktada önce statik ölçümler yapılmış ve Pozgeo D servisinde post proses edilmiştir.



Resim 6.1. Olsztyn’da arazide seçilen 3 adet sabit nokta

Çizelge 6.1. Statik ölçülerin sonuçları

Statik ölçülerin sonuçları			
N.No	X (m)	Y (m)	H (m)
N.1	5958938.466	7464383.669	117.046
N.2	5958918.99	7464418.390	117.15
N.3	5958957.686	7464417.024	116.452

Daha sonra ise aynı 3 nokta üzerinde Asg-Eupos sisteminde RTK ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde bölgenin ağaçlık, havanın ise kapalı olmasından ötürü sinyallerin zayıf geldiğinden iki noktada 2 şer kez okuma yapılmıştır ve bu noktaların ortalamaları alınmıştır. Çizelge 6.1’de statik ölçülerinin sonuçları, çizelge 6.2’de RTK ölçülerinin sonuçları ve çizelge 6.3’te ise statik ve RTK ölçülerinin arasındaki farklar gösterilmiştir.

Çizelge 6.2. RTK ölçülerinin sonuçları

RTK ölçülerin sonuçları			
N.No	X (m)	Y (m)	h (m)
N.1	5958938.447	7464383.693	116.938
N.2	5958918.964	7464418.454	116.98
N.3	5958957.727	7464417.072	116.3035

Statik ve RTK ölçüler kıyaslandığı zaman ise farklar x ve y koordinatında genel olarak sınır değerlerinin içinde kaldığı ve sadece 1 noktanın y koordinatında 6 cm fark çıktığı fakat yükseklikte tüm ölçülerin sınır değerlerinin dışında çıktığı gözlemlenmiştir. Bunun sebebi ise, daha önceden de bahsedildiği gibi bölgenin ağaçlık, havanın kapalı olması gibi doğal hataların yanında ölçümlerdeki kişisel hatalar veya aletsel hatalar gösterilebilir.

Çizelge 6.3. RTK ve statik ölçülerin kıyaslanması.

N.No	RTK			Statik			Farklar (cm)		
	X (m)	Y (m)	h (m)	X (m)	Y (m)	h (m)	dX	dY	dh
N.1	5958938.447	7464383.693	116.938	5958938.466	7464383.669	117.046	2	2	11
N.2	5958918.964	7464418.454	116.98	5958918.99	7464418.390	117.15	3	6	17
N.3	5958957.727	7464417.072	116.3035	5958957.686	7464417.024	116.452	4	5	15

6.2. Türkiye’de Tusaga-Aktif Sistemiyle Yapılan Arazi Çalışması

İller Bankası Fotogrametrik Halihazır Harita projelerinden olan Amasya (Merkez) işinde arazi çalışması yapılmıştır. Daha önceden proje için arazide mevcut bulunan 1 adet tudka 1 adet c1 ve 2 adet c2 noktalarından proje sınırına homojen dağılımlı olarak 86 adet c3 derece nirengi noktaları tesis edilmiş ve eskiden kullanılan klasik yöntemlerle ölçülmüştür. Büyük Ölçekli Harita Ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği’ne göre bir adet c3 derece nirengi noktası tatbik etmek için kendisinden üst dereceli en az 2 noktadan en az 2 saat statik ölçü yapılması gerekmektedir.

Çizelge 6.4. Projedeki nirengilerin statik yöntemle ölçülen ve onaylanan koordinatları

PROJE			
NOKTA NO	Y(m)	X(m)	H(m)
G3530706	484779,528	4501035,231	638,027
G3530702	485850,018	4501739,818	441,736
G3530679	487719,006	4504506,885	430,152
G3530673	486471,279	4503886,328	428,632
G35-G002	485600,869	4505213,659	470,438
G3530720	483434,589	4491531,239	452,294
G3530715	482914,153	4491972,097	531,694
G3530694	496418,406	4505483,814	586,589
G3530692	495641,088	4505890,438	576,837
G3530661	479716,267	4510382,813	454,447
G3530660	481167,231	4511021,434	476,711
G3520001	480491,16	4495982,818	831,312
G3530706	484779,528	4501035,231	638,027
G3530729	483531,686	4500147,531	440,42
G3530713	482117,176	4494001,099	442,174
G3530680	473887,756	4491759,211	446,303
G3530722	480940,627	4492746,123	439,296
G3530727	483235,109	4497761,751	440,871
G3530698	496404,121	4506686,469	466,188

İşin yapım aşamasında statik olarak ölçülen ve kontrolleri bittikten sonra onaylanan nirengiler ve koordinatları Çizelge 6.4’te gösterilmektedir. İşin kabul aşamasında ise statik olarak ölçülen bu noktaları kontrol etmek amacı ile statik, RTK ve aynı zamanda ise Cors

yöntemi ile hem statik hem de RTK ölçüler yapılmıştır. Çeşitli ölçüm tekniklerine göre yapılan ölçümlerdeki koordinat farklılıkları Çizelge 6.5'te gösterilmiştir ve şu şekildedir:

9 noktada Yapılan RTK ölçülerin 8'inde sınır değerlerinin içinde olmak üzere sadece 1 noktanın z koordinatında 8 cm farklılık görülmektedir. 4 noktada Cors RTK kullanılarak yapılan ölçülerin hepsinin sınır değerlerinin içinde kaldığı görülmektedir. Yapılan 4 adet statik ölçülerin sadece 1'inin koordinatında x yönünde 6 cm, z yönünde 11 cm fark çıkmıştır. Yapılan 8 adet Cors statik ölçülerin ise özellikle y koordinatlarının hepsi sınır değerlerinin dışında kalmıştır.

Çizelge 6.5. Kontrol amacıyla çeşitli yöntemler ile yapılan ölçümler ve farkları

NOKTA NO	KONTROL			FARK (cm)			ÖLÇÜM YÖNTEMİ
	Y (m)	X (m)	H (m)	DY (cm)	DX (cm)	DZ (cm)	
KG3530706	484779,524	4501035,220	638,037	0	-1	1	CORS RTK
KG3530702	485850,027	4501739,833	441,758	1	1	2	CORS RTK
KG3530679	487719,011	4504506,907	430,183	0	2	3	CORS RTK
KG3530673	486471,305	4503886,335	428,643	3	1	1	CORS RTK
G35G002	485600,9198	4505213,689	470,394	5	3	-4	CORS STATİK
G3530720	483434,631	4491531,251	452,321	4	1	3	CORS STATİK
G3530715	482914,1884	4491972,091	531,697	4	-1	0	CORS STATİK
G3530694	496418,4597	4505483,821	586,587	5	1	0	CORS STATİK
G3530692	495641,144	4505890,49	576,821	6	5	-2	CORS STATİK
G3530661	479716,3387	4510382,816	454,337	7	0	-11	CORS STATİK
G3530660	481167,3042	4511021,413	476,619	7	-2	-9	CORS STATİK
G3520001	480491,2231	4495982,848	831,237	6	3	-8	CORS STATİK
G3530706	484779,5918	4501035,25	637,921	6	2	-11	STATİK
G3530702	485850,037	4501739,838	441,755	2	2	2	STATİK
G3530679	487719,018	4504506,914	430,158	1	3	1	STATİK
G3530673	486471,312	4503886,351	428,606	3	2	-3	STATİK
KG3630660	481167,196	4511021,428	476,671	-3	-1	-4	RTK
KG3530729	483531,686	4500147,565	440,460	0	3	4	RTK
KG3530720	483434,603	4491531,246	452,286	1	1	-1	RTK
G3530713	482117,1925	4494001,072	442,194	2	-3	2	RTK
G3530680	473887,731	4491759,212	446,309	-3	0	1	RTK
KG3530661	479716,2762	4510382,823	454,432	1	1	-1	RTK
KG3530722	480940,5977	4492746,114	439,290	-3	-1	-1	RTK
G3530727	483235,1093	4497761,759	440,863	0	1	-1	RTK
G3530698	496404,111	4506686,451	466,103	-1	-2	-8	RTK

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ülkemizde ve dünyada çok popüler olan Sabit Referans İstasyonunun kullanımı ile ilgili konulara yer verilmiştir. Ülkemizdeki Cors sistemine eşdeğer olarak görülen bir başka ülkenin Cors sisteminde daha önceden ölçülmüş olan koordinatların çeşitli yöntemlere göre kıyaslanması ile bu sistemlerin artıları ve eksileri irdelenmiştir. Her iki sistem birbiri ile kıyaslandığı zaman projelerin başlangıç ve bitiş tarihleri birbirlerine yakındır. Referans istasyonu sayısı olarak Türkiye’de 146 adet, Polonya’da ise 126 adet sabit referans istasyonu bulunmaktadır fakat istasyon sıklığına bakıldığı zaman Polonya’da 70 km sıklıkta referans istasyonları varken Türkiye’de 70-100 km mesafeleri arasında referans istasyonu sıklığı vardır. Bakıldığı zaman ülkemiz deprem kuşağında yer almakta ve yükseklik farkları daha sık değişmektedir. Ayrıca Polonya çevresindeki ülkeler ile ortak referans istasyonlarına sahiptir bu yüzden daha düzgün bir geometride ölçüm yapma imkanına sahip olunmaktadır. Ülkemizde ise komşumuz olarak sadece KKTC’de 4 adet referans istasyonumuz vardır. Bu sebeple Artvin veya Tekirdağ’da yapılacak bir ölçüm için düzgün bir geometride referans istasyonuna sahip olunamayacağı anlamına gelmektedir.

Polonya’da yapılan ölçülerin zaman, cihaz kısıtlılığı hava ve ortam şartlarından dolayı istenilen sonuçlara ulaşılamamaktadır. Sonuçlar doğruya yakındır fakat sınır değerleri dışında kalmaktadır. Amasya’da yapılan ölçülerde ise hem alet sıkıntısı çekilmemiştir hem de zaman olarak daha geniş bir vakitte çalışılmıştır. Bu yüzden yapılan 4 adet Cors RTK ölçülerin %100 lük kısmında sınır değerleri içinde kaldığı gözlemlenmiştir. Cors RTK ölçülerinin sonuçlarının uyumlu çıkması AMS1 istasyonunun yakınlığı ve yapılan ölçülerin sağlıklı olmalarının bir sonucu olduğu düşünülebilir. Fakat yapılan Cors Statik ölçülerinin 8 ininde sınır değerlerine yakın olmasına rağmen dışında kaldığı görülmektedir. Bunun sebebi olarak ise çevredeki diğer Cors istasyonlarının uzak olması gösterilebilir. Eski yöntemlere göre ise 9 noktada yapılan RTK ölçülerinin %89’u sınır değerleri içinde kaldığı 4 noktada yapılan statik ölçülerin ise %75 i sınır değerlerinin içinde kaldığı gözlemlenmektedir.

İller Bankası A.Ş.’de halihazır harita işlerinin kontrolü yapılırken nirengi ağları oluşturulmaktadır. Oluşturulan bu nirengi ağları BÖHKBÜY’e uygun bir şekilde hazırlanmaktadır. Bölgedeki mevcut nirengi noktaları gözetilerek bunlar projede

kullanılmaktadır yada mevzuata uygun şekilde bu noktalar baz alınarak yeni noktalar üretilmektedir. Harita sahasına uzak bir mesafede bulunan bir pilye veya nirengi noktası işleri zorlaştırmaktadır. Mesafe uzadığı için noktaların güvenilirliği de azalmaktadır. Bu sebeple arazi çalışmalarının fazla zaman alacağı engebeli ve zorlu yerlerde idarenin uygun görüşü alınarak Cors sistemi ile yeni noktalar üretilebilir ve proje, bu noktalar baz alınarak devam edebilmelidir. Ayrıca bu planlamada Cors sistemi kullanıldığı zaman sabit bir noktaya referans kurulma ihtiyacı olmadığı için daha az alet ve personel ile işlerin daha hızlı yürütmesi sağlanabilmektedir. Fakat eski yöntemler halen yüksek doğruluğunu korumaktadır ve Cors ölçme sistemiyle alakalı gerekli iyileştirmelerin yapılması gerektiği görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. İnternet: Yeryüzünün şekli. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.esri.com%2Fnews%2Farcuser%2F0703%2Fgeoid1of3.html&date=2016-11-01>, Son Erişim Tarihi: 01.11.2016
2. Li, X., Götze, HJ. (2001). Ellipsoid, geoid, gravity, geodesy, and geophysics. *GEOPHYSICS*, 1661.
3. İnternet: Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü. Jeodezi Datum Koordinat Sistemleri Harita Projeksiyonları. URL: http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.tkgm.gov.tr%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Ficerik%2Fekleri%2Fjeodezi_projeksiyon.pdf&date=2016-11-01, Son Erişim Tarihi: 01.11.2016.
4. İnternet: Dünyanın şekli ve datum, projeksiyon, elipsoid. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.derinpinar.net%2Fblog%2F%3Fp%3D35&date=2016-11-02>, Son Erişim Tarihi: 02.11.2016.
5. İnternet: Türkiye’de kullanılan datumlar. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.hgk.msb.gov.tr%2Fimages%2Fegitim%2Ff567c9cf15fed7.pdf&date=2016-11-03>, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
6. Üstün, A. (1996). *Datum Dönüşümleri*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
7. İnternet: Paralel ve Meridyenler. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.cografyalar.com%2Fy-186-Paralel-ve-Meridyenler.html&date=2016-11-03>, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
8. İnternet: Koordinat nedir bulma ve dönüştürme. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.blograf.com%2Fkoordinat-nedir-bulma-ve-donusturme%2F&date=2016-11-03>, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
9. International Committee on Global Navigation Satellite Systems Provider’s Forum. (2010). *Current and Planned Global and Regional Navigation Satellite Systems and Satellite-based Augmentations Systems*. New York: United Nations, 1-59
10. İnternet: GNSS. URL: http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2Fwiki%2FSatellite_navigation&date=2016-11-03, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016

11. İnternet: Use of the Wide Area Augmentation System (WAAS) as a Reference for Flight Inspection . URL: http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.faa.gov%2Fair_traffic%2Fflight_info%2Favn%2Fflightinspection%2Fonlineinformation%2Fpdf%2FWAAS_Stanford_Final_Report.pdf&date=2016-11-03, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
12. İnternet: Understanding the Global Positioning System (GPS). URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.montana.edu%2Fgps%2Funderstd.html&date=2016-11-03>, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
13. İnternet: Gps Constellation. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.gps.gov%2Fmultimedia%2Fimages%2Fconstellation.jpg&date=2016-11-03>, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
14. İnternet: GPS Control Stations. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.gps.gov%2Fsystems%2Fgps%2Fcontrol%2F&date=2016-11-03>, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
15. İnternet: Global Navigation Satellite System (GNSS). URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.princeton.edu%2F%7Ealaink%2FOrf467F07%2FGNSS.pdf&date=2016-11-03>, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016.
16. Bazarov, Y. (1996). Introduction to global navigation satellite system. Kanada *AGARD Lecture Series* NATO yayını 207, 2/1-21.
17. İnternet: Gps Glonass 2'li sistem. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.hkmo.org.tr%2Fresimler%2Fekler%2FDCAT_d89fef7ffdd490d_ek.pdf&date=2016-11-03, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
18. İnternet: What is Galileo? URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.esa.int%2FOur_Activities%2FNavigation%2FGalileo%2FWhat_is_Galileo&date=2016-11-03, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
19. İnternet: Compass Overview. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.positim.com%2Fcompass_overview.html&date=2016-11-03, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
20. Kogure, S., Yasuda, A. (2009). *Status and future plans for QZSS*. ENC-GNSS, Napoli İtalya.
21. İnternet: QZSS. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fdirectory.eoportal.org%2Feb%2Feoportal%2Fsatellite-missions%2Fq%2Fqzss&date=2016-11-03>, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016

22. İnternet: IRNSS. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.isro.gov.in%2Firnss-programme&date=2016-11-03>, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
23. İnternet: Navic. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.navipedia.net%2Findex.php%2FNAVIC%23cite_note-1&date=2016-11-03, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
24. İnternet: SBAS in the World. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.navipedia.net%2Findex.php%2FFile%3ASBAS_in_the_world.png&date=2016-11-03, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
25. İnternet: Dhmi Metis Projesi. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.ssd.dhmi.gov.tr%2Fsayfa.aspx%3Fmn%3D135&date=2016-11-03>, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
26. İnternet: Satellite Navigation - Ground Based Augmentation System (GBAS). URL:
http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.faa.gov%2Fabout%2Foffice_org%2Fheadquarters_offices%2Fato%2Fservice_units%2Ftechops%2Fnavservices%2Fgnss%2Fflaas%2F&date=2016-11-03, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
27. Dawidowicz, K. (2012). GNSS satellite levelling using the ASG-EUPOS system services. *Technical Sciences*, 15(1), 35-48.
28. Wajda, S., Oruba, A., Leończyk, M. (2008). Technical details of establishing reference station network ASG-EUPOS. In M. Gajos and M. Styblińska (Eds.). *Geoinformation Challenges*. University of Silesia, Croatian Information Technology Association – GIS Forum, SILGIS Association, Sosnowiec, pp. 315324
29. Bosy, J., Graszka, W., Leończyk, M. (2007). The implementation of the precise satellite positioning system ASG-EUPOS. *European Journal of Navigation* 5(4), 2-6.
30. Oruba, A. (2007, 17-19 October). *The precise satellite positioning system ASG-EUPOS and its potential applications in transport*. Paper presented at the VII. Transport Systems Telematics Conference. Katowice-Ustroń, Poland.
31. İnternet: The implementation of the precise satellite positioning system ASG-EUPOS . URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.asgeupos.pl%2Fwebpg%2Fgraph%2Fpubl%2F00006_tss08_AO_full%2520paper.pdf&date=2016-11-03, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
32. İnternet: Asg Eupos Service. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.asgeupos.pl%2Findex.php%3Fwpg_type%3Dserv%26sub%3Dgen&date=2016-11-03, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016

33. İnternet: Cors. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.ngs.noaa.gov%2FCORS%2F&date=2016-11-03>, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
34. Wübbena, G., Willgalis, S. (2001, 5-8 June). *State space approach for precise real time positioning in GPS reference networks*. Paper presented at the International Symposium on Kinematic Systems in Geodesy, Geomatics and Navigation, KIS-01, Banff, Canada.
35. İnternet: Tusaga Aktif. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.tkgm.gov.tr%2Ftr%2Ficerik%2Ftusaga-aktif-0&date=2016-11-03>, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
36. Wanninger, L., (1999, September). *The performance of virtual reference stations in active geodetic GPS-networks under solar maximum conditions*. Paper presented at the National Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation. ION GPS/1999 Nashville, USA.
37. Wübbena, G., Willgalis, S. (2001, 5-8 June). *State space approach for precise real time positioning in GPS reference networks*. Paper presented at the International Symposium on Kinematic Systems in Geodesy, Geomatics and Navigation, KIS-01, Banff, Canada.
38. Mekik, Ç., Yıldırım, Ö., ve Bakıcı, S. (2011). The Turkish real time kinematic GPS network (TUSAGA-Aktif) infrastructure. *Scientific Research and Essays*. 6(19), 3986-3999.
39. Mekik, Ç., Yıldırım, Ö., ve Bakıcı, S. (2011, 15-17 November). *An overview of RTK Network of the Turkish republic (TUSAGA-AKTİF)*. Paper presented at the International Global Navigation Satellite System Society Symposium, Sydney, NSW, Australia.
40. Yıldırım, Ö., Salgın, Ö., ve Bakıcı, S. (2011, 18-22 May). *An Overview of RTK network of the Turkish Republic (TUSAGA-Aktif)*. Paper presented at the FIG Working Week 2011 Bridging the Gap between Cultures. Marrakech, Morocco.
41. İnternet: Corstr Projesi. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fcorstr.iku.edu.tr%2FEN_corstr_projesi_ozet.htm&date=2016-11-03, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016
42. İnternet: Cors Tr Precise Gns Positioning in Turkey. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.yumpu.com%2Fen%2Fdocument%2Fview%2F48896670%2FCORS-TR-for-precise-gns-positioning-in-turkey-national-gis-%2F5&date=2016-11-03>, Son Erişim Tarihi: 03.11.2016

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : YILDIZ, Okan
Doğum Tarihi ve Yeri : 23.02.1989 Osmangazi
Medeni Hali : Evli
Telefon : 0 (312) 303 36 45
Faks : 0 (312) 303 35 99
e-mail : okanyildizzz@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Ankara Üniversitesi / Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi	2017-Halen
Yüksek lisans	Türk Hava Kurumu Üniversitesi / İşletme	2014-Halen
Lisans	Yıldız Teknik Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Harita Mühendisliği	2011
Lise	Bodrum Anadolu Lisesi	2007

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013-Halen	İller Bankası Genel Müdürlüğü	Teknik Uzman Yardımcısı
2012-2013	Mira Harita	Harita Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Turistik geziler, spor



İL BANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ