

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSKİ UKBS AĞI İSTASYONLARININ ZAMANSAL YER DEĞİŞİMLERİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hatice Şule POSTACI TEMİZ

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

OCAK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSKİ UKBS AĞI İSTASYONLARININ ZAMANSAL YER DEĞİŞİMLERİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hatice Şule POSTACI TEMİZ
(501101601)**

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK

OCAK 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501101601 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Hatice Şule POSTACI TEMİZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**İSKİ UKBS AĞI İSTASYONLARININ ZAMANSAL YER DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ** ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Mustafa Tevfik ÖZLÜDEMİR**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Şenol Hakan KUTOĞLU
Bülent Ecevit Üniversitesi

Teslim Tarihi : **12 Aralık 2014**
Savunma Tarihi : **23 Ocak 2015**

Sevgili kardeşim Sevinç Arzu POSTACI'ya,

ÖNSÖZ

İlerleyen teknolojiyle GPS gözlemleri ve yapılan gözlemlerin değerlendirilmesi sık kullanılan ve tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir. Günümüzde bu yöntemle elde edilen koordinat prezisyonu milimetre seviyesine inmiştir. Sürekli gözlem yapan sabit referans istasyonlarının deformasyonunun belirlenmesi; GPS in sağlıklı kullanımı ve koordinatların yüksek hasasiyetle üretilmesi açısından çok önemlidir.

Bu çalışmada; ulusal ölçekte sürekli gözlem yapan sabit referans ağlarından biri olan İSKİ UKBS ağının deformasyonu gözlemlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma süresince bilgi, birikim ve tecrübelerinden yararlandığım, her aşamada desteklerini esirgemeyen, saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2014

Hatice Şule POSTACI TEMİZ
(Geomatik Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiv
ÖZET	xv
SUMMARY.....	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı.....	1
2. UYDULARLA KONUM BELİRLEME SİSTEMLERİ (GNSS).....	3
2.1 Global Sistemler.....	4
2.1.1 GPS.....	4
2.1.2 GLONASS	4
2.1.3 GALILEO	5
2.1.4 BeiDou.....	5
2.2 Bölgesel Sistemler	5
2.3 Genişletici Sistemler	6
2.3.1 Uydu bazlı sistemler (SBAS).....	6
2.3.2 Yer bazlı sistemler (GBAS)	6
2.4 GNSS Hata Kaynakları.....	6
3. KONUM BELİRLEME YÖNTEMLERİ	9
3.1 Mutlak Konum belirleme.....	9
3.2 Rölatif Konum belirleme	10
3.2.1 Kod ölçüleri ile konum belirleme.....	10
3.2.2 Faz ölçüleri ile konum belirleme.....	11
4. GERÇEK ZAMANLI SÜREKLİ GÖZLEM YAPAN GNSS REFERANS İSTASYONLARI AĞI.....	15
4.1.Gerçek Zamanlı GNSS Ağ İşlevleri.....	15
4.2.Ulusal Gerçek Zamanlı Sürekli Gözlem Yapan GNSS Referans İstasyonları Ağı	17
4.2.1.TUSAGA AKTİF	17
4.2.2.İSKİ UKSB	18
5.İSKİ UYDULARDAN KONUM BELİRLEME SİSTEMİ GNSS AĞI (İSKİ-UKBS)	19
5.1. Kurulum Aşamaları	20
5.1.1. Sürekli gözlem yapan GNSS ağı tasarlanması.....	20
5.1.2.Donanım ve ağ yazılımı seçimi	22
5.1.3.Sabit referans istasyonlarının kurulması.....	25
5.1.4.Verilerin depolanması.....	29
5.1.5.Ağın servis sunması.....	29
5.1.6.Sistemin kullanılması sırasında karşılaşılan problemler	29

6.İSKİ UKBS AĞI İSTASYONLARININ ZAMANSAL HAREKETLERİ	31
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	65
KAYNAKLAR.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	67

KISALTMALAR

BeiDou	: Çin Bölgesel Navigasyon Sistemi
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CDMA	: Code Division Multiple Access
DGNSS	: Diferansiyel GNSS
DGPS	: Diferansiyel GPS
DORIS	: Doppler Orbitography and Radio Positioning Integrated by Satellite
EDGE	: Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EGNOS	: European Geostationary Navigation Overlay Service
FKP	: Flächen Korrektur Parameter
GAGAN	: GPS Aided Geo Augmented Navigation
GALILEO	: Avrupa Birliği Global Navigasyon Sistemi
GBAS	: Ground Based Augmentation System
GLONASS	: Rus Global Navigasyon Sistemi
GNSS	: Global Navigation Satellite System
GPRS	: General Packet Radio Services
GPS	: Global Positioning System
GSM	: Global System for Mobile Communications
HTTP	: Hypertext Transfer Protocol
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
IP	: Internet Protocol
IRNSS	: Hindistan Bölgesel Navigasyon Sistemi
İSKİ	: İstanbul Su ve Kanalizasyon İşleri
İSKİ UKBS	: İSKİ Uydularla Konum Belirleme Sistemi
ITRF 96	: International Terrestrial Reference Frame 1996
MAC	: Master Auxiliary Concept
MSAS	: Multi Functional Satellite System
NTRIP	: Network Transport of RTCM data over IP
RINEX	: Receiver Independent Exchange Format
RTCM	: Radio Technical Commission for Maritime Services
RTK	: Real Time Kinematic
SBAS	: Satellite Based Augmentation System
SV	: Satellite Vehicle
TAKBİS	: Tapu Kadastro Bilgi İşlem Servisi
TUSAGA	: Türkiye Ulusal Sabit GPS Ağı
UHF	: Ultra High Frequency
VHF	: Very High Frequency
VRS	: Virtual Reference Station
WAAS	: Wide Area Augmentation System

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 5.1 : Referans istasyonları yer seçim kontrol formu	21
Çizelge 5.2 : Seçilen donanım listesi	25
Çizelge 5.3 : İstasyonların tesis adları, nokta karakterleri, koordinatları ve fotoğrafları	28
Çizelge 6.1 : Ölçme epokları	32
Çizelge 6.2 : İsta noktasının 2005.0 epoğundaki koordinat ve hız değerleri	34
Çizelge 6.3 : İsta noktasının referans epoklarına getirilmiş koordinatları	34
Çizelge 6.4 : YALI noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları	35
Çizelge 6.5 : YALI noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları	35
Çizelge 6.6 : SLVR noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları	36
Çizelge 6.7 : SLVR noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları	36
Çizelge 6.8 : BEYK noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları	37
Çizelge 6.9 : BEYK noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları	37
Çizelge 6.10 : TUZL noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları	38
Çizelge 6.11 : TUZL noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları	38
Çizelge 6.12 : SILE noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları	39
Çizelge 6.13 : SILE noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları	39
Çizelge 6.14 : TERK noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları	40
Çizelge 6.15 : TERK noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları	40
Çizelge 6.16 : KCEK noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları	41
Çizelge 6.17 : KCEK noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları	41
Çizelge 6.18 : PALA noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları	42
Çizelge 6.19 : PALA noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları	42
Çizelge 6.20 : YALI noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat değerleri	44
Çizelge 6.21 : YALI noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat farkları	44
Çizelge 6.22 : SLVR noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat değerleri	45
Çizelge 6.23 : SLVR noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat farkları	45
Çizelge 6.24 : BEYK noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat değerleri	46
Çizelge 6.25 : BEYK noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat farkları	46

Çizelge 6.26 : TUZL noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat değerleri.....	47
Çizelge 6.27 : TUZL noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat farkları.....	47
Çizelge 6.28 : SILE noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat değerleri	48
Çizelge 6.29 : SILE noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat farkları.....	48
Çizelge 6.30 : TERK noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat değerleri	49
Çizelge 6.31 : TERK noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat farkları.....	49
Çizelge 6.32 : KCEK noktasının 2009/12 epoğundaki koordinat değerleri	50
Çizelge 6.33 : KCEK noktasının 2009/12 epoğundaki koordinat değerleri	50
Çizelge 6.34 : PALA noktasının 2009/12 epoğundaki koordinat değerleri.....	51
Çizelge 6.35 : PALA noktasının 2009/12 epoğundaki koordinat değerleri.....	51
Çizelge 6.36 : Son ölçme epoğu ile ilk ölçme epoğu arasındaki farklar	63
Çizelge 6.37 : 2009/12 epoğunda son periyot ile ilk periyot koordinat farkları	64

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Sputnik-1.....	3
Şekil 3.1 : GNSS konum belirleme yöntemleri	9
Şekil 4.1 : TUSAGA AKTİF istasyonları	17
Şekil 5.1 : Düzeltmelere ilişkin karesel ortalama hata (koh) değerleri.....	22
Şekil 5.2 : Referans istasyonları konumları.....	22
Şekil 5.3 : Topcon NET-G3 GNSS Alıcısı.....	23
Şekil 5.4 : Topcon GR-3 Gezici Alıcı.....	23
Şekil 5.5 : Topcon CR-G3 Choke Ring Anten	24
Şekil 5.6 : Donanım tesisatı.....	26
Şekil 6.1 : Baz çözüm geometrisi	33
Şekil 6.2 : YALI noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi	35
Şekil 6.3 : SLVR noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi	36
Şekil 6.4 : BEYK noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi.....	37
Şekil 6.5 : TUZL noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi	38
Şekil 6.6 : SILE noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi	39
Şekil 6.7 : TERK noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi	40
Şekil 6.8 : KCEK noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi.....	41
Şekil 6.9 : PALA noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi	42
Şekil 6.10 : YALI noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi.....	44
Şekil 6.11 : SLVR noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi	45
Şekil 6.12 : BEYK noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi	46
Şekil 6.13 : TUZL noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi	47
Şekil 6.14 : SILE noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi.....	48
Şekil 6.15 : TERK noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi.....	49
Şekil 6.16 : KCEK noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi	50
Şekil 6.17 : PALA noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi.....	51
Şekil 6.18 : Ölçme epoklarındaki yer değiştirmeler	52
Şekil 6.19 : 2009/12 epoklarındaki yer değiştirmeler.....	53
Şekil 6.20 : Ölçme epoklarında YALI noktası yer değiştirmesi.....	54
Şekil 6.21 : Ölçme epoklarında SLVR noktası yer değiştirmesi	54
Şekil 6.22 : Ölçme epoklarında BEYK noktası yer değiştirmesi	55
Şekil 6.23 : Ölçme epoklarında TUZL noktası yer değiştirmesi	55
Şekil 6.24 : Ölçme epoklarında SILE noktası yer değiştirmesi.....	55
Şekil 6.25 : Ölçme epoklarında TERK noktası yer değiştirmesi.....	56
Şekil 6.26 : Ölçme epoklarında KCEK noktası yer değiştirmesi	56
Şekil 6.27 : Ölçme epoklarında PALA noktası yer değiştirmesi.....	56
Şekil 6.28 : 2009/12 epoklarında YALI noktası yer değiştirmesi	57
Şekil 6.29 : 2009/12 epoklarında SLVR noktası yer değiştirmesi.....	58
Şekil 6.30 : 2009/12 epoklarında BEYK noktası yer değiştirmesi	58
Şekil 6.31 : 2009/12 epoklarında TUZL noktası yer değiştirmesi.....	59
Şekil 6.32 : 2009/12 epoklarında SILE noktası yer değiştirmesi	59
Şekil 6.33 : 2009/12 epoklarında TERK noktası yer değiştirmesi	60
Şekil 6.34 : 2009/12 epoklarında KCEK noktası yer değiştirmesi.....	60
Şekil 6.35 : 2009/12 epoklarında PALA noktası yer değiştirmesi	61

İSKİ UKBS AĞI İSTASYONLARININ ZAMANSAL YER DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

1980'lerden itibaren bölgesel veya yer yuvarının tamamının incelenmesi, izlenmesi ve mühendislik çalışmalarında uzay ve uydu teknolojileri etkin olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle birlikte yer bilimleri çalışmaları, jeodezik ölçmeler, uzaktan algılama, CBS uygulamaları için veri toplama/üretim gibi çeşitli alanlarda GPS/GNSS sistem ve uygulamaları verilerin belirli standartlarda toplanıp, değerlendirilmesi ve farklı yöntemler için kullanıcılara ulaştırılması sistemli bir hale getirilmiştir. Koordinatları hassas olarak önceden belirlenmiş referans istasyonlarında toplanan veriler ve bu verilerden hesaplanan düzeltmelerin herhangi bir iletişim ağı aracılığı ile diğer alıcılara iletilmesiyle, alıcıların koordinatları hassas olarak belirlenebilmektedir. Bu şekilde elde edilecek doğruluk sabit referans noktasından uzaklaştıkça atmosferik etkiler dolayısıyla değişmektedir. Doğruluğu artırmak amacıyla birden fazla sabit referans noktası tesis edilmesi sonucunda sabit referans GNSS ağları ortaya çıkmıştır. 7 gün 24 saat kesintisiz hizmet veren hızlı ve güvenilir ölçmeyi sağlayan ve bir çok alanda yararlanılan GNSS sistemleri ülkemizde TUSAGA-Aktif (CORS-TR) ve İSKİ-UKBS ağlarıyla yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada, İstanbul bölgesi için hizmet veren ve bir çok mühendislik ölçmesinde yararlanılan İSKİ-UKBS ağının güvenilirliği test edilmek istenmiştir. Bu amaçla İSKİ-UKBS ağının referans noktalarından belirli periyotlarla alınmış ölçüler process edilerek belirli bir zaman diliminde sabit kabul edilen noktaların hareketlerinin izlenmesi ve kıtasal hareketin elimine edildikten sonra sabit olmasını beklediğimiz noktaların analizinin yapılması amaçlanmıştır.

Bu bağlamda, birinci bölümde çalışmanın amacı ve stratejisi ortaya konulmuştur. İkinci bölümde uydularla konum belirleme sistemleri (GNSS) hakkında genel bilgiler verilmiş olup üçüncü bölümde konum belirleme yöntemlerine değinilmiştir. Dördüncü bölümde, bölgede ulusal ölçekte faaliyet gösteren gerçek zamanlı sabit GNSS ağlarından bahsedilerek beşinci bölümde, İSKİ uydulardan konum belirleme sistemi GNSS ağı (İSKİ-UKBS) kurulum aşamaları, sürekli gözlem yapan referans ağının tasarlanma süreçleri, donanım ve yazılım seçimleri, noktaların tesis edilmesi ve sistemin servis sunması aşamaları irdelenmiştir. Altıncı bölümde ise, ağı test etmek amacıyla yapılan uygulama yer almaktadır. Bu bölümde, ölçme zamanlarının nasıl belirlendiği, Leica Geo Office programında process işlemi yapılırken kullanılan parametreler ölçme zamanları koordinat ve koordinat farkları yer almaktadır. Ayrıca, ülkemizin kuzeybatıya doğru yıllık ortalama 2 -3 cm hareketi bilinmektedir. Bu olağan hareketi elimine ederek bunun dışında noktalarda olabilecek hareketi gözlemleyebilmek amacıyla ISTA noktasının 2005.0 koordinat ve hızları kullanılarak daha önce elde edilen koordinatların hepsi ilk ölçme günüm olan 2009/12 ye taşındı. Bu şekilde olağan kıtasal hareket elimine edilmiştir. 2009/12 ye taşınan

koordinatların farklarını görmek amacıyla grafikleri çizilmiştir. Buna ek olarak ölçme zamanlarındaki ve 2009/12 ye taşıdığım koordinatlar NetCad yazılımı kullanılarak hareketin yönü ve büyüklüğünün görselleştirilmesi sağlanmıştır. Son olarak, yapılan ölçme ve değerlendirilmeler çalışmanın yedinci bölümünü oluşturan sonuç ve öneriler kısmında tartışılmıştır. İSKİ-UKBS ağından 8 periyot ölçü Leice Geo Office programında değerlendirilmiş ve periyotlar arasındaki koordinat farkları irdelenmiştir. Referans noktalarının hareketlerinin bölgede beklenen hareketle uyumluluğu incelenmiştir.

RESEARCH OF TIMEWISE TRANSPOSITIONS OF THE İSKİ UKBS NETWORK STATIONS

SUMMARY

Since 1980s space and satellite technologies have been used effectively in zonal studies or examination and monitoring the whole earth and also engineering studies. Recently along with technological progress GIS/GNSS system and applications, in such areas earth sciences, geodetic surveying, remote sensing, data gathering for GIS applications etc., have been systematized in order to collect and evaluate data according to the specific standards and to be delivered to the users for various methods. Coordinates of the receivers can be specified precisely by transmitting the data collected from reference stations that their coordinates had been specified precisely before and adjustments calculated with this data to the other receivers via any communication networks. Accuracy to be achieved in this way changes because of the atmospheric actions as moving away from the fixed reference point. As a result of establishing more than one fixed reference points in order to increase the accuracy, fixed reference GNSS networks have been created. GNSS systems, which is providing uninterrupted service for 24/7, ensuring fast and reliable surveying and used in plenty of areas, are started to be used commonly through the TUSAGA-Aktif (CORS-TR) and İSKİ-UKBS networks in our country. İSKİ-UKBS was established with the aims of firstly ensuring GNSS technologies to be used in İSKİ works effectively and productively, secondly making it a sub-network for increasing the frequency of TUSAGA-Aktif via working with the TUSAGA-Aktif integratedly as well in order to provide a service for all those people, institutions and agencies to be able to use this data in İstanbul. İSKİ-UKBS network ensures surveying with only one itinerant receiver at every points within the boundaries of İstanbul and it is used very actively in İstanbul. İSKİ-UKBS is a perfect service without any alternatives for İstanbul city. Establishing this kind of networks in other cities of Turkey will make sense.

Deformation measurements have a crucial role for engineering surveying as well. Especially in recent years emphasis of this subject continues increasingly. Various types of methods are used to specify the movements of the earth crust and the variations that could occur in the course of time on the engineering structures. Surveyings made periodically in order to determine the horizontal and vertical position differences at geodetic methods should be evaluated. Monitoring possible geometric changes to be occurred on bridge, tunnel, dams and multistory constructions is very important.

In this study, it is wished to be able to test the reliability of İSKİ-UKBS network used for many engineering measurements and providing service for İstanbul region. For this purpose by processing the measures taken from the reference points of İSKİ-UKBS network at certain periods, movements of the points assumed fixed at a certain period of time are monitored and points expected to be fixed. After eliminating the continental move are analyzed. Firstly it was decided that data would

be examined in what range and in what dates data would be gained. Program was scheduled as three months difference would be between the first two periods. In this way it was decided that six months difference to be between the next periods according to the movement observed during this three-month process. Measurement days of the İSKİ-UKBS reference points had been scheduled. By obtaining the data belongs to the one day before and after of the determined measurement days In this time schedule, totally 3-day data was obtained for each point at each period. This 30-second GPS data was obtained from archive data in İSKİ system. Three-day GPS data in each period was examined as one evaluation. In this way bases of the İSKİ-UKBS reference points were evaluated in an intense data frequency via 72-hour data. In addition to the data of the İSKİ-UKBS network reference points, data at the 2005.0 epoch of the İSTA point was downloaded as well. İSTA point was preferred since it is a point remained within the İSKİ-UKBS network. The data obtained was evaluated at measurement epochs by using Leica Geo Office. Strategy to be followed in analyzing the bases that forming the İSKİ-UKBS network was specified and the same analytical geometry was applied at each measurement epoch. In this way, errors to be arised from analytical geometry of the bases during the balancing were eliminated. Firstly evaluation was made at measurement epochs and coordinates were obtained. And then by using the speeds and the İSTA point coordinates accepted motionless at the ITRF 2005 and 2005.0 epoch, coordinates at the measurement epochs of the reference points were dislocated to the 2009/12 epoch which was the first measurement day. Thus, by eliminating the usual continental move happened averagely 2-3cm in each year, other movements occurred -except this move- were determined. Gained coordinate differences were interpreted in conclusion part.

In this scope, purpose and strategy of the study is explained in the first chapter. In the second chapter, general information about global navigation satellite systems (GNSS) are included and global systems and error sources of the GNSS are mentioned. In the third chapter, positioning methods are mentioned. In the fourth chapter, real-time fixed GNSS networks and network principles are mentioned and real-time fixed GNSS networks activating at national scale in the region are included. In the fifth chapter, establishment steps of the global navigation satellite systems (GNSS) of İSKİ called İSKİ-UKBS, designing processes of the reference network making observation continually, hardware and software choices, establishing the points and steps of the system service are examined. In this chapter, detailed information about the historical progress of the İSKİ-UKBS since its establishment date is explained. In the sixth chapter, our implementation with the purpose of testing the network is explained. In this section, how the measure times are specified, parameters used in making process on Leica Geo Office program and information about base geometry analyzed are explained and measure times coordinates and coordinate differences are included as well. Also, it is known that our country is moving towards northwest averagely 2-3 cm every year. By eliminating this usual move, in order to monitoring the move to be occurred at other points, all coordinates obtained by using 2005.0 coordinate and speeds of the İSTA point before were brought to the first measure date 2009/12. Thus, usual continental move was eliminated. Graphics of the coordinates brought to 2009/12 are drawn by finding out their differences from the coordinates of the first period. Thus, measure differences and first measure differences at 2009/12 epochs are determined for all points at İSKİ-UKBS network. Additionally visualization of direction and magnitude of the move

are provided by uploading the coordinates at the measure times and the ones brought to 2009/12 to the NetCad.

Finally, measurements and evaluations are discussed in chapter seven including conclusion and recommendations. 8 period measures from İSKİ-UKBS network are evaluated on LeicaGeo Office program and coordinate differences are examined. Compatibility of the reference points with the expected moves at the region is examined. Examining the coordinate differences according to the seasons would make results more meaningful.

1. GİRİŞ

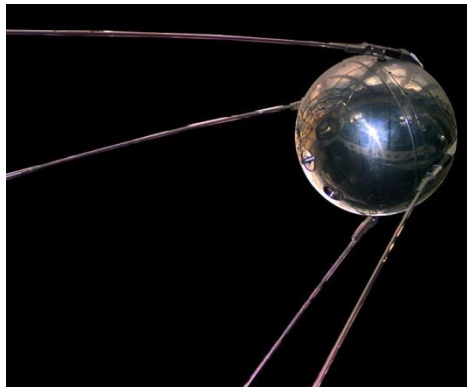
1980'lerden itibaren bölgesel veya yer yuvarının tamamının incelenmesi, izlenmesi ve mühendislik çalışmalarında uzay ve uydu teknolojileri etkin olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle birlikte yer bilimleri çalışmaları, jeodezik ölçmeler, uzaktan algılama, CBS uygulamaları için veri toplama gibi çeşitli alanlarda GPS/GNSS system ve uygulamaları verilerin belirli standartlarda toplanıp, değerlendirilmesi ve farklı yöntemler için kullanıcılara ulaştırılması sistemli bir hale getirilmiştir. Koordinatları hassas olarak önceden belirlenmiş referans istasyonlarında toplanan veriler ve bu verilerden hesaplanan düzeltmelerin herhangi bir iletişim ağı aracılığı ile diğer alıcılara iletilmesiyle, alıcıların koordinatları hassas olarak belirlenebilmektedir. Bu şekilde elde edilecek doğruluk sabit referans noktasından uzaklaştıkça atmosferik etkiler dolayısıyla değişmektedir. Doğruluğu artırmak amacıyla birden fazla sürekli gözlem yapan noktası tesis edilmesi sonucunda sabit referans GNSS ağları ortaya çıkmıştır. Bir çok alanda kolaylık sağlayan GNSS sistemleri ülkemizde TUSAGA-Aktif (CORS-TR) ve İSKİ-UKBS ağlarıyla yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmada, GNSS sistemleri ve İSKİ UKBS ağının kuruluşu hakkında temel bilgiler verilip İSKİ UKBS ağının referans noktalarından belirli periyotlarda alınmış ölçüler değerlendirilerek belirli bir zaman diliminde sabit kabul edilen noktaların hareketleri incelenmiştir.

2. UYDULARLA KONUM BELİRLEME SİSTEMLERİ (GNSS)

Geçmişten günümüze insanoğlu konum belirlemeye ihtiyaç duymuştur. Geçmişte rüzgar yönleri, yıldızlar, kaba zaman ölçümleri haritalara işlenmiş arazi işaretleri ve deniz fenerleri gibi yapay araçlar kullanılırken, günümüzde yapay uydularla konum belirleme yöntemleri kullanılmaktadır. Uydularla konum belirlemenin temeli Sovyetler Birliği'nin 1957 yılında uzaya gönderdiği ilk uydu olan Şekil 2.1'de gösterilen SPUTNIK-1 ile atılmıştır. 1980'li yıllarla beraber bilgisayar ve uydu teknolojilerindeki gelişmeler ile birlikte ABD'nin Global Konum Belirleme Sistemi (GPS) günlük yaşama dahil olmuştur. 1978 yılında ilk GPS uydusunun yörüngeye yerleşmesiyle birlikte, ilk defa 3 boyutlu gerçek zamanlı konum bilgisi ve yaklaşık 300 metre doğruluk elde edilmiştir. Zamanla bu alanda yapılan yoğun çalışmalar sonucunda yeni sinyaller ve farklı ülkelere ait yeni uydu sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. 1982'de Rus GLONASS uydu sistemi de dahil olmuştur. Henüz geliştirme aşamasında olan 2000 yılında geliştirilmeye başlanmış Çin Halk Cumhuriyetinin Bei Dou uydu sistemi ve 2002 yılında Avrupa Birliği Ülkeleri tarafından geliştirilmeye başlanmış GALILEO uydu sistemi de dahil olmuştur. Tüm bu uydu sistemleri Uydularla Konum Belirleme Sistemleri (GNSS) adı altında toplanmaktadır (Kahveci ve Yıldız, 2009).



Şekil 2.1:Sputnik-1 (URL-4)

2.1 Global Sistemler

Dünya üzerinde mevcut ve kullanılan iki adet GPS ve GLONASS, ve iki adet geliştirme aşamasında bulunan GALILEO ve Bei Dou sistemleri bulunmaktadır.

2.1.1 GPS

Global Konum Belirleme Sistemi (GPS), dünya üzerinde veya yakınında bir noktanın, her türlü hava koşulunda, en az dört veya daha fazla GPS uydusundan alınan verilerle konum ve zaman bilgilerini sağlayan uzay tabanlı uydu navigasyon sistemidir. Bu sistem Amerika Birleşik Devletleri tarafından sağlanmakta ve GPS alıcısı olan herkesin erişimine açık bir hizmettir. Başlangıçta 3 yörüngede 24 uydu (SV) olarak tasarlanan GPS, sonradan 6 yörüngeye çıkartıldı(URL-1). Günümüzde ise GPS 30'dan fazla uydu ile dünya ölçeğinde kullanılan güvenilir ve yüksek doğruluklu bir hizmettir. Son yıllarda teknolojiye ve maliyette büyük ilerlemeler kaydedilmiş ve GPS kullanıcı sayısı milyarlaraya ulaşmıştır (Bonhoure ve diğ. 2009).

Başlangıçta askeri bir proje olarak ortaya çıkan GPS günümüzde hem askeri alanda hem de sivil alanda kullanılmaktadır. Sivil uygulamaların birçoğunda GPS'in üç temel bileşeninden biri veya daha fazlası kullanılır. Bu bileşenler mutlak konum, bağıl hareket ve zaman transferidir. Sivil uygulamalara örnek olarak ölçme işlemleri, harita yapımı, navigasyon, GPS takip sistemleri, afet yönetimi, acil hizmetler, robotlar, tektonik hareketlerin incelenmesi vb. uygulamalar gösterilebilir. Askeri uygulamalara örnek olarak ise navigasyon, hedef takibi, füze ve mermi rehberliği, arama kurtarma çalışmaları, keşif gibi uygulamalar gösterilebilir (URL-1).

2.1.2 GLONASS

Rus Uzay Savunma Kuvvetleri tarafından Rus hükümeti için çalışan 1995'te tamamlanan bir radyo-tabanlı uydu navigasyon sistemidir. GLObal NAVigation Satellite System, GPS'i tamamlayıcı ve şu anda aktif anlamda global kapsama sahip ve aynı hassasiyette alternatif tek seyir sistemidir. 1988 yılında ABD ile yapılan ikili bir anlaşma sonucu, GPS ile GLONASS sistemini ortak kullanarak sivil havacılık uygulamalarını ve iki sistemdede çalışan alıcıları üretecek sektörün gelişmesini desteklemek amacıyla, uluslararası kullanıma açılmıştır. 2012 yılı Şubat ayı itibarıyla system tam global kapsama alanı sağlayan 24 uydula hizmet vermektedir (URL-1).

2.1.3 GALILEO

GALILEO Avrupa Birliği ve Avrupa Uzay Ajansı tarafından inşa edilen uydu navigasyon sistemidir. GALILEO'nun amaçlarından biri savaş veya çatışma zamanlarında devre dışı bırakılabilir Rusya'nın GLONASS, ABD'nin GPS ve Çin'in Bei Dou sistemlerinden tamamen bağımsız yüksek hassasiyetli konumlandırma sistemi sağlamaktır. 21 Ekim 2011'de dört adet kullanıma hazır uydulardan ilk ikisi uydu sistemini doğrulamak için uzaya gönderildi. Diğer ikisi de 2012'yi takiben gönderildi. 27 uydu aktif 3 uydu da aktif yedek olmak kaydıyla 30 uyduluk GALILEO sisteminin 2019 yılında tamamlanması hedefleniyor (URL-1).

2.1.4 BeiDou

BeiDou navigasyon sistemi, Aralık 2012'de Asya Pasifik bölgesindeki abonelere konum belirleme, navigasyon gibi hizmetler sağlamaya başlamıştı.

BeiDou navigasyon sistemi ve buna uyan ürünlerin, 2020 yılına kadar Çin'de milli ekonominin önemli alanlarında yelpaze şeklinde uygulanması bekleniyor. Sistemin yerli navigasyon piyasasındaki payının yüzde 60'ı, önemli alanlardaki payının ise yüzde 80'i bulacağı düşünülmektedir (URL-1).

2.2 Bölgesel Sistemler

Uydu ile konum belirleme sistemlerine ve kullanılmasına oldukça rağbet varken, ülkelerin kendi sistemlerini kurmalarında birtakım engeller bulunmaktadır. Bu durumu aşmak için Düşük Maliyetli Navigasyon Uydu Sistemleri (LCNSS) devreye girmiştir. LCNSS (Low Cost Navigation Satellite System), gözlem yapılacak bölgeyi kapsayacak minimum uydudan (5-10 uydu) ve bu bölgede sınırlı sayıda referans istasyonundan oluşan bir sistemdir. Bu sistemler ile ilgili bölgede maximum verimlilik sağlanması için uyduların sabit konumda kalmasını sağlayan uydu yörüngeleri kullanılmaktadır. LCNSS kendi başına kullanılacağı gibi diğer GNSS sistemleri ile kombine şekilde de kullanılabilir. LCNSS sistemlerine örnek olarak Japonya'nın QZSS, Hindistan'ın IRNSS, Çin'in Beidou-1 ve Fransa'nın DORIS sistemleri gösterilebilir (Lainez ve Romay, 2009).

2.3 Genişletici Sistemler

2.3.1 Uydu bazlı sistemler (SBAS)

Koordinatları hassas bir şekilde ölçölmüş ve üzerinde çift frekanslı alıcılar barındıran yer istasyonları ağı tarafından, GPS uydularından toplanan verilerin çevre faktörlerden arındırılarak, yapılan enterpolasyon yöntemi ile her bir GPS sinyali için bir düşey iyonosfer gecikmesi hesaplanması ile bu verilerin son kullanıcıya ulaşması için sistem uydularına gönderildiğı sistemlerdir (Zhang vd. 2009). SBAS sistemlerine örnek olarak, Amerika'nın WAAS ve WAGE, Avrupa'nın EGNOS, Japonya'nın MSAS, Hindistan'ın GAGAN, Rusya'nın SDCM, Çin'in SNAS ve Hollanda'nın StarFix ve OmniSTAR sistemleri gösterilebilir (Walter ve diğ. 2010).

2.3.2 Yer bazlı sistemler (GBAS)

Koordinatları hassas bir şekilde ölçölmüş bir veya daha fazla yer istasyonu tarafından GNSS ölçmeleri yapılan ve hesaplanan düzeltmelerin yersel radyo mesajlarının kullanımıyla doğrudan son kullanıcıya iletildiğı sistemlerdir. GBAS ağıları 20 km içerisindeki kullanıcılara UHF ve VHF bantlarında yayın yapması sebebiyle yerel ağılar olarak bilinirler. Amerika'nın LAAS sistemi bu sistemlere örnek olarak gösterilebilir (Walter ve diğ. 2010).

2.4 GNSS Hata Kaynakları

Her ne kadar günümüzde GNSS sistemleri çok yüksek doğruluklar elde etse de, sistemin arka planında bazı raslantısal ve sistematik sapmalar söz konusudur. Bu sapmalar yüksek doğruluk aranmayan alanlarda göz ardı edilirken, bilimsel amaçlı jeodezik çalışmalarda bu sapmaların büyüklükleri ve değişimleri modellenerek kontrol edilmelidir. GNSS ile konum belirlemede uydu ile alıcı arasındaki uzaklığın belirlenmesinde etkili olan hata kaynakları řu şekilde sıralanabilir,

Uydu Efemeris Hataları

GNSS navigasyon mesajı içerisinde, düşük doğrulukla veya kasıtlı olarak yanlış şekilde konum bilgilerinin yayınlanmasıyla orataya çıkan hatalardır. Efemeris hataları radyal, teğet ve çapraz yörünge hataları olmak üzere üç bileşene sahiptir. Uydu ile alıcı arasındaki mesafeyi en çok etkileyen radyal hatalardır. Efemeris

hatalarını minimize etmek için uydulara etki eden kuvvetlerin iyi ölçülmesi veya iyi modellendirilmesi gerekmektedir.

Uydu Saati Hataları

Zaman kavramı GNSS ile konum belirlemede çok önemli bir yer tuttuğundan, uydu saati hataları en büyük hata kaynaklarını oluşturmaktadır. GNSS uydularında kullanılan atomik saatler sebebiyle, alıcı ile uydu arasındaki uzaklık belirlenirken GNSS zamanı ile alıcı saatlerinin yeterli doğrulukta senkronize edilememesi hatalara sebep olmaktadır. Uydu ile alıcı arasındaki uzaklığın hesabındaki toplam hatayı minimize etmek amacıyla, uydu saati hataları control bölümü tarafından tespit edilerek, günlük olarak navigasyon mesajının bir bölümü olarak yüklenmektedir.

İyonosfer Etkisi

İyonosferde bulunan serbest elektronlar, elektromanyetik dalgaların yayılmasına doğrudan etki etmektedir. Serbest elektronların yoğunluğu doğrudan güneş ışımaya bağlı olduğu için, iyonosferin elektromanyetik dalgalar üzerindeki etkisi gündüzleri geceye oranla daha fazladır. İyonosferin kod ölçüleri üzerindeki etkisi, grup gecikme etkisi iken; faz ölçüleri üzerindeki etkisi, faz hızlanmasıdır. Yüksek doğruluk gerektiren uzun bazlarda çift frekanslı alıcıların kullanılarak L3 lineer kombinasyonu ile değerlendirilmesi daha uygunken, kısa bazlarda (<10 km) yine çift frekanslı alıcılar ile ancak L1 lineer kombinasyonu ile değerlendirilmesi, uygun iyonosferik modelin oluşmasında daha fazla etkilidir ve bu modelin iyonosferik etkinin giderilmesine katkısı ancak yaklaşık %50 civarındadır.

Troposfer Etkisi

İyonosfer tabakasının aksine elektron yüklü olmayan troposfer tabakası, 30 Ghz'in altındaki radyo frekanslarını dağıtmaz ve bu sebeple GNSS sinyallerinin yayılması frekansa bağlı değildir. Nötr atmosferin elektromanyetik dalgaların hızında ve yönünde yaptığı etki troposfer etkisidir. Ayrıca 15 derece altındaki açılar için GNSS sinyallerinin troposferdeki katettiği yola bağlı olarak troposferik gecikmeye sebep olmaktadır.

Sinyal Yansıma (Multipath) Etkisi

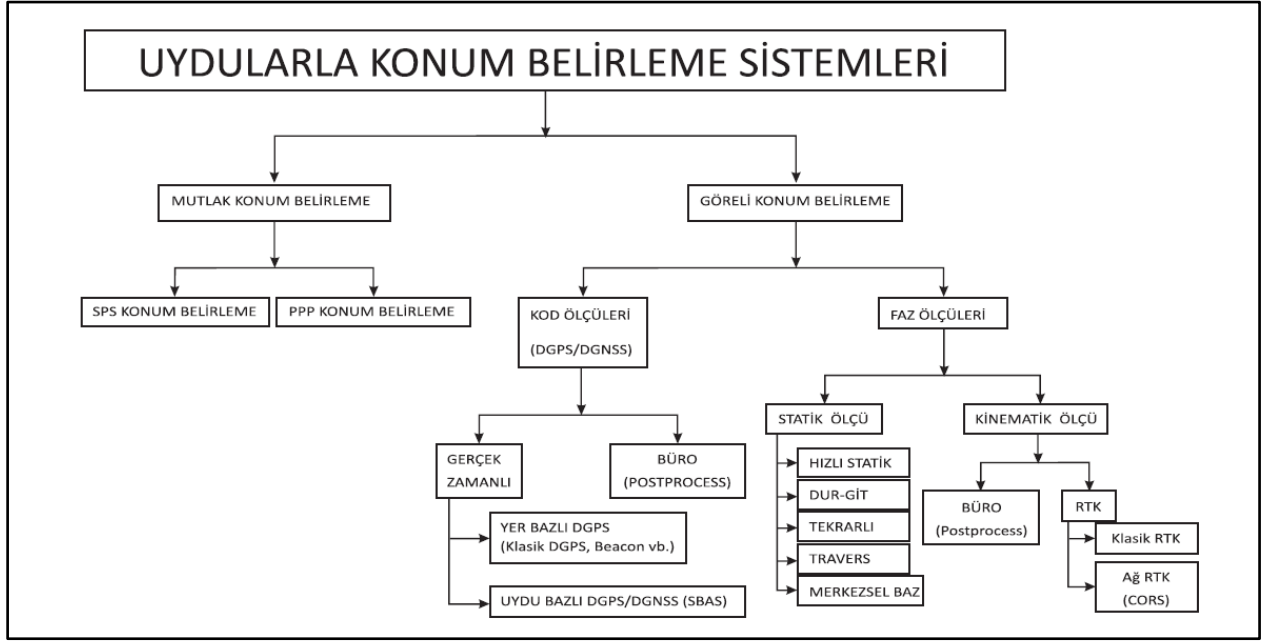
Tüm yönlerden gelen uydu sinyallerini eş zamanlı alabilen GNSS uydu alıcı antenlerinin, kurulduğu arazinin etkisiyle ve sinyal yükseklik açısına bağlı olarak,

etraftaki araçlar, su yüzeyleri ve diğer yansıtıcı yüzeylerden yansıyan sinyallerin, kaydedilen uydu sinyalleri ile karışması sonucu ortaya çıkan hata türüdür. Diğer bir deyişle uydudan çıkan sinyallerin antene gelene kadar birden fazla yol izleyerek ve asıl sinyale karışarak ulaşmasına sinyal etkisi denmektedir.

Seçimli Doğruluk Erişimi

25 Mart 1990 tarihi itibari ile Amerika tarafından yetkisiz kullanıcıların GPS ile yeterli doğruluk elde edilmesinin kısıtlanmasıdır. 1 Mayıs 2000 tarihinden itibaren bu kısıtlama kaldırılmıştır. (Kahveci ve Yıldız, 2009).

3. KONUM BELİRLEME YÖNTEMLERİ



Şekil 3.1:GNSS Konum Belirleme Yöntemleri (Kahveci ve Yıldız, 2009)

GPS ile konum belirleme uydular ile alıcı uzaklıklarının, uzayda geriden kestirme yöntemiyle hesaplanmasıdır. GPS alıcısının görevi bütün uydulardan gelen sinyalleri kaydetmek ve konumunu hesaplamak için bu sinyalleri kullanmaktır. Yeryüzündeki bir noktanın konumunun belirlenmesi için, uydular ile alıcı uzaklıklarının ve uyduların konumlarının bilinmesi gereklidir. GPS alıcısı uydu konum bilgilerini, uydu sinyali içinde yüklü olan almanak ya da efemeris bilgilerinden alır. Konum belirleme işleminde 3 boyutlu koordinat elde etmek için ve alıcı hatası çözümü için en az 4 uydu gereklidir. GPS ile konum belirleme, Mutlak Konum Belirleme ve Görelî Konum Belirleme olmak üzere 2 ana başlıkta incelenebilir (Kahveci ve Yıldız, 2009). Şekil 3.1’de detaylı gösterilmiştir.

3.1 Mutlak Konum belirleme

Mutlak konum belirleme, alıcının kurulu olduğu noktanın koordinatlarının, tek bir alıcı ile dört ya da daha fazla uydudan gözlem yapılarak belirlenmesidir. Yöntem,

sinyalin uydudan alıcıya ulaşana kadar geçen süre ve ışık hızı çarpılarak hesaplanan uydular ile alıcı arasındaki uzaklıkları ve uyduların koordinatları ile uzayda geriden kestirmeye dayanmaktadır. Alıcının koordinatları uydu geometrisine bağlı olarak anında ve mutlak olarak belirlenmektedir (Kahveci ve Yıldız, 2009).

3.2 Rölatif Konum belirleme

Rölatif konum belirleme noktalar arasındaki baz vektörünün belirlenmesi ile bilinen bir noktaya göre diğer noktaların koordinatlarının belirlenmesidir. Rölatif konum belirleme için aynı uydulara iki farklı noktada kurulmuş iki alıcı ile eşzamanlı kod ya da faz gözlemleri yapılır. Elde edilen doğruluk mutlak konum belirlemeye göre çok daha yüksektir (Kahveci ve Yıldız, 2009).

3.2.1 Kod ölçüleri ile konum belirleme

DGNSS

Yüksek doğruluklara ihtiyaç duyulan navigasyon uygulamalarında, anlık konum belirlemede sınırlamalara karşın DGNSS tekniği ile istenilen doğruluğa erişilebilmektedir.

DGNSS'te öncelikle referans noktasındaki gezici alıcılardan elde edilen uzunlukların düzeltmeleri (pseudorange correction) hesaplanır. Referans noktasının koordinatları ve uyduların konumları bilindiğine göre, bu düzeltmeler hesaplanan uzunluğun ölçülen uzunluktan olan farklarıdır. Bu düzeltmeler ölçme anında alıcının görüş alanına giren her GNSS uydusu için farklı değerlerdedir. Elde edilen bu düzeltmeler her bir referans noktasından radyo sinyalleri ile yayımlanır. DGPS alıcısı taşıyan

gemiler, otomobiller, uçaklar, vb. bu sinyalleri alarak referans noktasına ait DGNSS düzeltmelerini alırlar. Daha sonra taşıtlar üzerinde bulunan DGNSS alıcısının görüş alanına giren uydulara olan uzunluklara bu düzeltmeler getirilerek, DGNSS düzeltmesi getirilmiş uzunluklar belirlenir. Elde edilen bu uzunluklar ve uydulara ait yörünge verileri kullanılarak bu alıcıların ölçme anındaki konumu hesaplanır (Kahveci ve Yıldız, 2009).

3.2.2 Faz ölçüleri ile konum belirleme

Statik Ölçme Yöntemi

Statik ölçme yöntemi yüksek doğruluk istenilen uzun bazlar için kullanılan klasik yöntemdir.

Bu ölçme yönteminde iki ya da daha fazla alıcı kullanılır. Klasik GPS baz ölçmelerinde her noktada eş zamanlı en azından 1 saat gözlem yapılır. Yapılan gözlem baz uzunluğu ile doğru orantılıdır. Bu metod 20 km üzerindeki bazları ölçmelerde kullanılır. Bu yöntemle elde edilen en yüksek doğruluk $\pm 5\text{mm} + 1\text{ppm}$ dir.

Statik ölçme yöntemi, büyük alanlarda jeodezik kontrol ölçmelerinde, ulusal ve kıtasal ağların ölçümünde, tektonik hareketlerin izlenmesinde, yüksek doğruluk gerektiren özel ölçmelerde kullanılır (Çelik, 2010).

Hızlı Statik Ölçme Yöntemi

Bu yöntem de bir tür statik ölçme olup daha kısa sürelerde ölçme yapılmaktadır. Daha kısa sürede yapılan ölçme, işin kolaylaşmasını ve daha ekonomik olmasını sağlamaktadır. Ancak bu yöntem 20 km'ye kadar olan bazları ölçmede kullanılır. Bu yöntemle elde edilen en yüksek doğruluk $\pm 5\text{-}10\text{mm} + 1\text{ppm}$ dir.

Hızlı statik ölçme yöntemi, kontrol ölçmelerinde, kontrol ağlarının sıklaştırılmasında, lokal ağlarda kullanılır (Çelik, 2010).

Kinematik Ölçme Yöntemi

Kinematik ölçme yöntemi iki ana şekilde gerçekleştirilir. Anında kinematik ölçme yönteminde statik başlangıç (initilization) gerekmez. Gezici alıcı belirsizlikleri çözmek için, hareket halindeyken L1 ve L2 frekanslarında en az 5 uydu gözlemlenmelidir. Bir engel altında hareket etmek, uydulara erişimin kaybolmasına sebep olur. Bu teknik, en az uydu sayısına tekrar ulaşıldığı noktaya kadarki pozisyonların tespit edilmesini sağlar. Diğer yöntemler ise bir statik başlangıç (initilization) işlemi gerektirir. Bu yöntemler şu şekilde incelenebilir (Çelik, 2010).

Dur ve Git Ölçme Yöntemi (Stop & Go)

Dur ve git ölçme yönteminde, öncelikle bir alıcı herhangi bir noktada kurulu beklerken diğer alıcı ile konumu bilinen bir noktada birkaç dakika ölçüm yapılarak faz başlangıç belirsizliklerinin çözülmesi gerekir. Belirsizlikleri çözmeye yetecek kadar veri toplandığında, hareketli alıcı tüm ölçme boyunca en az dört uydudan sinyal alacak şekilde, birkaç epokluk ölçülerle diğer noktalara kurulur. dört uydudan az sinyal alınması durumunda sistem yeniden başlatılmalıdır. Bu ölçme yöntemi ölçü noktaları birbirine yakın olan bölgelerde iyi sonuçlar vermektedir. Elde edilen doğruluk $\pm 10\text{-}20\text{mm} + 1\text{ppm}$ dir (Kahveci ve Yıldız, 2009).

Sürekli Kinematik Ölçme Yöntemi

Sürekli kinematik ölçme yöntemi hemen hemen dur ve git ölçme yöntemiyle aynı olmakla beraber tek farkı gezici alıcı, verileri belirli bir zaman aralığında kaydeder. Örneğin her 2 saniyede bir kayıt yaparak ilerler. Bu yöntemde de elde edilen doğruluk $\pm 10\text{-}20\text{mm} + 1\text{ppm}$ dir (Çelik, 2010).

Gerçek Zamanlı Kinematik Ölçme Yöntemi (RTK)

Gerçek zamanlı konum belirlemede yaşanan gelişmeler ile hareket halindeki GNSS alıcılarının da yüksek doğruluklar elde etmesi sağlanmıştır. RTK sisteminde elde edilen doğruluk referans alıcı ile gezici alıcı uzaklığa bağlıdır. RTK sistemi artan gelişmelerle, Klasik RTK ve Ağ Yapısında RTK olmak üzere iki başlık altında incelenebilir.

Klasik RTK

RTK ile konum belirleme, gezici alıcının uydulardan kaydettiği faz gözlemleri ve referans istasyonundaki alıcının gerçek zamanlı olarak gezici alıcıya gönderdiği düzeltme bilgileri ile gerçekleştirilen konum belirleme tekniğidir. Bu teknikte belirsizlik çözümü ve konum hesapları gezici alıcıda yapılır. Referans noktası seçilirken yüksek doğrulukta konumu bilinen veya ölçülmüş olmasına dikkat edilmelidir. Gezici alıcı ise referans istasyonuna en fazla 15-20 km uzaklıkta olmalıdır. RTK tekniğinin doğruluğu bu mesafeye bağlıdır. Bu mesafenin artması yörünge hatası ve atmosferik hatalara sebep olmaktadır. Klasik RTK ölçme tekniğinde bir tane referans noktasındaki alıcı ve bir tane de gezici alıcı arasındaki bir baz hesabı olduğundan fazla ölçü ve kontrol bulunmamaktadır (Kahveci,2009).

Ağ Yapısında RTK

Klasik RTK tekniğinde bir referans istasyonu ile bir gezici alıcı arasında sadece bir ölçü bulunduğundan ve hesaplamada fazla ölçü olmaması sebebiyle herhangi bir kontrol de mümkün olmamaktadır. Ancak jeodezik işlemlerde ağ yapısında ölçme kullanılmakta ve birden fazla noktada, tekrarlı ölçme yapılmaktadır. Yapılan ölçmeler sonucunda, hataları giderilmiş ölçüler ile ağ dengelemesi yapılmaktadır. Böylelikle yüksek doğruluklu ve güvenilir koordinatlar elde edilmektedir. Klasik RTK tekniği geliştirilerek daha da güvenilir sonuçlar elde etmek için, tek referans

istasyonundan ziyade birden fazla referans istasyonu kurularak, gezici alıcının bütün bu istasyonlardan gelecek verilerle, yörünge hatası ve atmosferik etkiler gibi hataların modellenerek minimum indirgenmesi planlanmıştır. Nitekim bu çerçevede planlananlar bölgesel veya ülkesel boyutta yaygınlaştırılarak ağ yapısında RTK kavramını ortaya çıkartmıştır. Ağ RTK tekniğinde bütün referans istasyonlarında elde edilen veriler ile hesap merkezlerinde düzeltmeler hesaplanarak, kullanıcılara anlık olarak uygun iletişim teknikleri ile yayınlanır. Ayrıca Ağ RTK tekniğinde daha uzun bazlarda (50-100 km) cm doğruluğunda konum belirlenir.

Ağ RTK tekniğinin, Klasik RTK tekniğine göre bazı üstünlükleri şu şekilde sıralanabilir;

- Ölçmeler tek anlamlı ve homojen bir koordinat sisteminde gerçekleştirilmektedir.
- Daha uzun bazlarda çalışmak mümkün olmuştur.
- Daha yüksek doğruluk elde edilmektedir ve kullanıcılara sağlanan doğruluk sabittir.
- Referans istasyonları bir kere kurularak, sürekli ve gerçek zamanlı hizmet vermektedir.
- Veriler ülke uzay referans datumunda sağlanmaktadır.

Ağ RTK tekniğinde gerçekleşen işlem adımları şu şekildedir;

- Faz bilinmeyenleri çözümü referans istasyonlarında gerçekleştirilir.
- Atmosferik düzeltmeler hesaplanır.

- İyonosferik düzeltmeler zamana bağlı yüksek değişim gösterdiğinden, düşük zaman aralıklarında (5 sn) hesaplanarak gezici alıcıya gönderilmelidir.
- Troposferik etkiler ise zamana bağlı daha düşük değişim gösterdiğinden, yüksek zaman aralıklarında (60 sn) hesaplanarak gezici alıcıya gönderilmelidir.
- Düzeltmeler hesaplanırken gezici alıcıya en yakın referans istasyonlarının verileri kullanılmalıdır.
- Hesaplanan düzeltmeler uygun veri aktarma yöntemleri ile gönderilir.
- Bu düzeltmeler kullanılarak gezici alıcı konumları hassas bir şekilde belirlenir. (Kahveci,2009)

Ağ RTK tekniğinin günümüzde en yaygın kullanım hali sabit GNSS ağlarıdır. Bu ağlar Türkiye’de TUSAGA, TUSAGA-Aktif, İSKİ-UKBS ağlarıdır. İSKİ-UKBS ağı hakkında detaylı bilgi verilecektir.

4. GERÇEK ZAMANLI SÜREKLİ GÖZLEM YAPAN GNSS REFERANS İSTASYONLARI AĞI

GPS sivil kullanıma açıldığından beri birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Bu alanlardan biri de tektonik hareketlerin GPS ile belirlenmesi işlemiydi. Bu işlem için jeodinamik amaçlı noktalar seçilerek, tekrarlı ölçüler yapılmıştır. Bu sayede noktalar arası uzaklığın birkaç bin km'yi bulduğu baz uzunlukları hesabı gündeme gelmiştir. Günümüzde ise GNSS ile çok yüksek rölatif doğrulukların elde edilmesi standart hale gelmiştir. Bu baz uzunluklarını çözebilmek amacıyla, aynı noktalarda periyodik ölçmelere, ulusal ve uluslararası koordinat sistemlerinin yeniden tanımlanmasına ve aynı zamanda ulusal ve uluslararası temel GPS ağlarının ve sıklaştırma ağlarının kurulmasına olanak sağlayan sabit referans istasyonları kurulmaya başlanmıştır. Zamanla bağımsız referans noktalardan oluşan pasif jeodezik ağların yerini, aktif sabit GNSS ağları almaya başlamıştır. Gelişen RTK tekniği sonucunda ise aktif sabit GNSS ağları, yerini gerçek zamanlı sürekli gözlem yapan GNSS ağlarına bırakmıştır. Gerçek zamanlı sürekli gözlem yapan GNSS ağları her amaca hizmet verebilen ağlardır. Bu ağlar sayesinde yüksek doğruluklu ve gerçek zamanlı konum bilgisi elde edilebilmektedir. Ayrıca ülkelerin ulusal uzaysal referans sistemlerinin oluşturulmasında da büyük rol sahibidir (Kahveci, 2009).

4.1. Gerçek Zamanlı GNSS Ağ İşlevleri

Jeodezik doğruluk gerektiren GNSS ağlarında, biri koordinatları bilinen referans istasyonunda, diğeri ise koordinatı belirlenecek noktalarda ölçme yapan gezici alıcı olmak üzere 2 tane alıcı ile eş zamanlı ölçmeye ihtiyaç vardır. Gerçek zamanlı sürekli gözlem yapan GNSS ağlarının kurulmasıyla, kullanıcıya tüm alıcılarını gezici alıcı olarak kullanarak ölçme yapma imkanı sağlanmakta ve bu da hem zaman hem de maliyet açısından tasarruf sağlamaktadır.

Gerçek zamanlı sürekli gözlem yapan GNSS ağları, ağ tabanlı konum belirleme sistemi olup, amacı uzaklığa bağlı hataların (iyonosfer, troposfer vb.) giderilmesidir.

Bu ağılarda hesaplamaların kontrollü ve gerçek zamanlı yapılabilmesi için, referans istasyonlarının birbiri ile iletişimde olmaları gerekmektedir. Referans istasyonları bir alıcı, bir anten, iletişim vasıtası ve güç kaynağından oluşmaktadırlar. Bir de herhangi bir iletişim yoluyla bu ağa bağlanabilecek kullanıcılar vardır. Eğer hizmet gerçek zamanlı değilse çevrimdışı hizmet adı verilir. Bu ağılarda veriler genelde RINEX formatında olup, büro hesaplamalarında kullanılır. Gerçek zamanlı hizmet veren ağılarda ise RTCM formatı kullanılır.

Gerçek zamanlı sürekli gözlem yapan GNSS ağlarının kullanıcılar şü gibi olanaklar sağlamaktadır, (Kahveci, 2009)

- Ağ yapısında modelleme yapıldığı için, tek sabit referans istasyonu ile RTK yöntemine göre daha yüksek doğruluk sağlamaktadır.
- Tek sabit referans istasyonuna göre çok daha geniş kapsama alanına sahiptir.
- Tek bir gezici alıcı tüm ölçmeleri yapmak için yeterlidir.
- Yapılan ölçmeler sonucu elde edilen koordinatlar standart ve belirli bir datumda olacağı için doğruluğı artacaktır.
- Sistem kaba hataları arındırdığı ve hataları modellediğı için güvenilirliğı yüksektir.
- Her kurum veya kuruluşun kendi ağını oluşturmasından ziyade ortak bir ağ oluşturularak maliyet düşürölmektedir.

Gerçek zamanlı sürekli gözlem yapan GNSS ağları genel anlamda şü alanlarda kullanılabilir.

- Jeodezik çalışmalar ve mühendislik ölçmeleri
- Tektonik çalışmalar
- Araç takip, kadastro, navigasyon gibi ticari amaçlı kullanımlar
- Karayolu, demiryolu yapımı
- Madencilik
- İnşaat.

4.2. Ulusal Gerçek Zamanlı Sürekli Gözlem Yapan GNSS Referans İstasyonları Ağları

4.2.1. TUSAGA AKTİF

Harita Genel Komutanlığı tarafından kurulan TUSAGA çevrimdışı hizmet vermekte olup, ölçme sonrası hesaplamaya yönelik bir ağıdır. Şekil 4.1’de istasyonları gösterilmiştir. TUSAGA AKTİF ise gerçek zamanlı sürekli gözlem yapan GNSS ağı olup, temel amaçları şu şekilde sıralanabilir.

- Ülke savunması ve kalkınması için gerekli coğrafi bilginin üretilmesi için gerekli hassas koordinatların hızlı ve ekonomik bir şekilde üretilmesi.
- Her türlü işlem için hassas ve güvenilir koordinat bilgisinin kullanıcılara sağlanması.
- Mevcut analog kadastro paftalarının ITRF96 datumuna çevrilmesi ve TAKBİS’e aktarılması.
- Tektonik hareketlerin sürekli ve hassas olarak ölçülmesi
- Türkiye için atmosferik modelleme yapılmasıdır. (Kahveci, 2009)



Şekil 4.1:TUSAGA AKTİF İstasyonları (Kara, 2013)

4.2.2. İSKİ UKSB

İSKİ Uydularla Konum Belirleme Sistemi, öncelikle İSKİ çalışmalarında GNSS teknolojilerini etkin ve verimli kullanıma imkân vermek, ardından İstanbul'da bu veriyi kullanabilecek tüm kişi, kurum ve kuruluşların hizmetine sunulmak amacıyla, aynı zamanda TUSAGA AKTİF ile entegre çalışarak, TUSAGA AKTİF'i sıklaştıracak bir alt ağ olması da amaçlanarak kurulmuştur. Beşinci bölümde İSKİ UKBS ağı ayrıntılı bir şekilde incelenecektir. Konuyla ilgili bilgiler Kurum kaynaklarından elde edilmiştir.

5. İSKİ UYDULARDAN KONUM BELİRLEME SİSTEMİ GNSS AĞI (İSKİ-UKBS)

İstanbul Su ve Kanalizasyon İşleri (İSKİ), İstanbul Büyükşehir Belediye'sinden (İBB) bağımsız bir şekilde İstanbul il sınırlarının tamamına hizmet vermektedir. Emlak ve İstimlak Dairesi Başkanlığı'na bağlı Harita İşleri Şube Müdürlüğü'nün bu bölgelerdeki hizmet alanları şu şekilde sıralanabilir. İçme suyu, atık su ve yağmur suyu altyapı tesislerinin büyük ölçekli detaylı planlarının hazırlanması, rölelerinin ve kesit çalışmalarının yapılması, güncellenmesi işlemleri. İhale yolu ile yapılan içme suyu, atık su, yağmur suyu çalışmalarının ve derelere ait rölelerin arazi ve büro kontrolleri yapılarak onaylanması. Genel Müdürlüğün ihtiyacı olan haritaların, kadastral paftaların ve imar planlarının ilgili yerlerden temin edilerek arşiv yapılması ve istek halinde ilgili birimlere dağıtılması. Mevcut ve planlanan içme suyu havzalarının koruma kuşaklarının ve havza sınırlarının belirlenmesi. Yüzeysel su kaynaklarının koruma alanlarının haritalarının yapılması veya yaptırılması. İhtiyaç doğrultusunda batimetrik haritaların ve mevcut tesislerin deformasyon ölçmelerinin yapılması veya yaptırılması. Mevcut ve planlanan içme suyu havzalarının belirli aralıklarla uydu görüntülerinin temin edilmesi ve kaçak yapıların tespit çalışmaları. Tüm bu işlemler sonucunda elde edilen verilerin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile entegre şekilde kullanılması ve mevcut CBS verilerinin revizyonunun yapılması. (URL-2)

İSKİ tüm bu kapsamlarda yoğun bir şekilde hizmet vermekteyken, İBB'nin sorumlu olduğu alan İSKİ'ye göre oldukça küçük olduğundan, İBB'nin sınırlarının dışında kalan alanlarda ölçme yapmak istenildiğinde, poligon noktası bulunmakta sıkıntı çekiliyordu. Gerekli poligon noktalarının oluşturulması hem maliyet hem de zaman açısından olumsuz etkiliyordu. Bu olumsuzluklar neticesinde 2005 yılında gelişmeye başlayan teknolojilerle beraber, İSKİ hizmetlerinin, GPS teknolojisiyle sürdürülmesi amacıyla, İSKİ'nin kendi içinde aldığı kararla, İBB'den bağımsız İSKİ'ye ait ve isteyen herkesin faydalanabileceği bir sabit GNSS ağı kurma kararı alınmıştır.

İSKİ UKBS ağı, CBS amaçlı veri toplama, inşaat, aplikasyon, röleve alımları, içme suyu, atık su, yağmur suyu röleve ve kontrol ölçmeleri, dere en kesit boy kesit ölçmeleri gibi mekansal her türlü ölçme işlerinde, yeterli uydudan sinyal alındığı takdirde kullanılabilir. Kullanıcıya herhangi bir sınırlama söz konusu değildir. Ayrıca tüm veriler İstanbul Teknik Üniversitesi ve Yıldız Teknik Üniversitesi ile paylaşılmaktadır.

5.1. Kurulum Aşamaları

İSKİ Harita İşleri Şube Müdürlüğü tarafından, başta Ünal Kartal ve Hasan Pala olmak üzere, diğer İSKİ çalışanları ile birlikte gerekli prosedürlerin ardından, İSKİ UKBS ağının kurulum aşamaları başlamıştır. Kurulum aşamalarını iki bölümde incelemek gerekirse, ilk olarak sistemin tasarlanması ve sonrasında sistemin kurulması ve işleme alınması şeklindedir. Konuyla ilgili bilgiler Kurum kaynaklarından elde edilmiştir.

5.1.1. Sürekli gözlem yapan GNSS ağıın tasarlanması

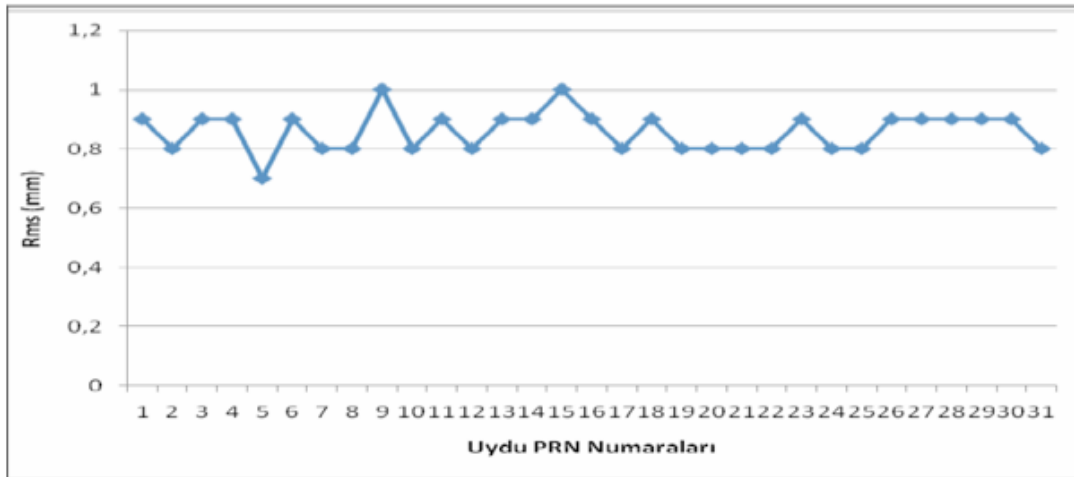
Yapılan incelemeler sonucunda tüm İstanbul'u kapsayacak şekilde 8 adet sürekli gözlem yapan referans istasyonu kurulmaya karar verilmiştir. Bu istasyonların yerlerine karar verilirken öncelikle homojen şekilde dağılmak kaydıyla, maliyeti düşük tutmak ve sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla İSKİ ile network bağlantısı bulunan İSKİ binalarının seçilmesine özen gösterilmiştir. Sonrasında ise bu binaların elektrik tesisatları ve internetlerinin durumu, güvenlik derecesi ve varsa UPS cihazlarının bulunmasına özen gösterilmiştir. Seçilen binaların uygun olup olmadıklarını içeren örnek yer seçim kontrol formu Çizelge 5.1'deki gibidir (Gülal, 2009).

Çizelge 5.1: Referans istasyonları yer seçim kontrol formu (Karagöz, 2008)

<i>NO</i>	<i>ÖZELLİKLER</i>	<i>AÇIKLAMALAR</i>
1	Referans istasyonu sağlam zemin üzerinde mi?	
2	Referans istasyonu yakınından bilinen bir fay hattı geçiyor mu?	
3	Referans istasyonu en az 20 yıl tahrip olmayacak bir yerde midir?	
4	Referans istasyonu fiziki güvenliği nasıl sağlanmaktadır?	
5	Referans istasyonunun bulunduğu yerde inşaat/yol vb. tesisler yapılması olanağı var mıdır?	
6	Referans istasyonuna ulaşım yılın her günü olanaklı mıdır?	
7	Referans istasyonu çevresi pilye ve kulübe tesisine uygun mudur?	
8	Alıcı ile anten arasında kaç metrelik kablo kullanılacak?	
9	Referans istasyonunun ufuk düzleminden itibaren 5 derecenin üzerinde engel oluşturacak bina, tesis, ağaç vb. var mı?	
10	Referans istasyonu yakınında GNSS sinyallerini etkileyecek yüksek gerilim hattı, telsiz, TV ve radar merkezi var mı?	
11	Referans istasyonuna ait farklı cephelerden fotoğraf çekildi mi?	
12	Referans istasyonuna ait engel krokisi hazırlandı mı?	
13	Referans istasyonuna ait ulaşım yolunu ve krokiyi içeren protokol hazırlandı mı?	
14	Referans istasyonu yakınında iletişim hattı (telefon, internet vb.) mevcut mu?	
15	Referans istasyonu bina bahçesinde, çatısında, terasında kurulacaksa binadan sorumlu yetkililer konuyla ilgili bilgilendirildi/koordinasyon yapıldı mı? Bu yetkililere İSKİ'den resmi yazı gitmesi sağlandı mı?	
16	Referans istasyonunun bulunduğu bölgede elektrik kesintisi sıklıkla oluyor mu?	
17	Referans istasyonunda kazı dolgu yapılması gerekiyor mu?	
18	Referans istasyonu binada kurulacaksa binanın paratoner sistemi var mı?	
19	Referans istasyonu binada kurulacaksa; binanın en az 4 yıllık mı? Bina kaç katlıdır (5 katlıdan fazla olmaması tercih nedenidir)?	

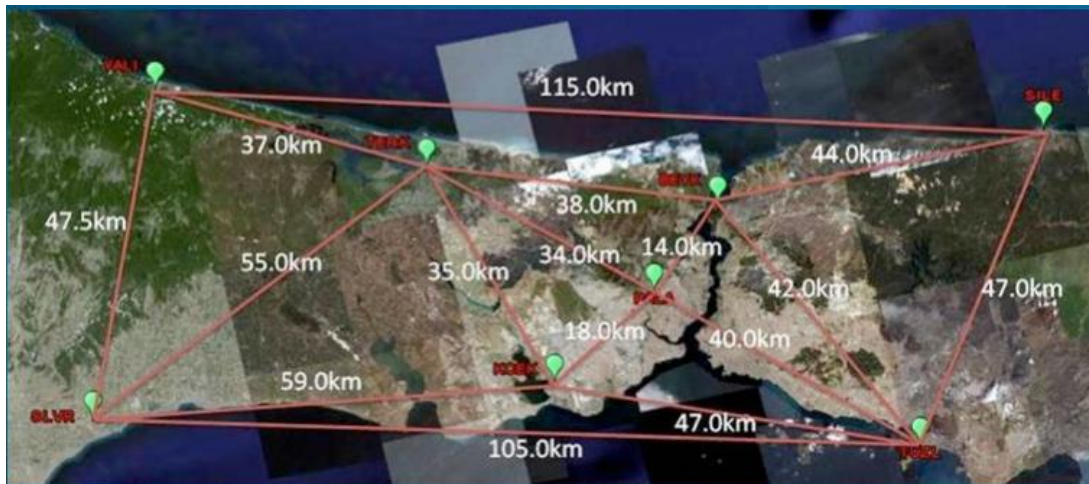
Sonrasında belirlenen bu noktalarda çevresel etkileri araştırmak amacıyla 0° yükseklik açısında ve 30 saniye aralıklı toplamda 48'er saatlik veriler toplanmıştır. İncelenen düzeltmelere ilişkin karesel ortalama hata (koh) değerleri Şekil 5.1'deki grafikte gösterilmiştir. Grafikler genel olarak incelendiğinde seçilen istasyon

yerlerindeki sinyal yansıma etkisi RTK düzeltmesi yayınlayacak referans istasyonu çalışmaları için yok denecek kadar azdır (Gülal, 2009).



Şekil 5.1: Düzeltmelere ilişkin karesel ortalama hata (koh) değerleri (Karagöz, 2008)

Tüm yapılan çalışmalar sonucunda kesin yerleri karar verilen sabit referans istasyonlarının son konumları ve aralarındaki yaklaşık mesafeler Şekil 5.2'deki gibidir.



Şekil 5.2: Referans istasyonları konumları (URL-2)

5.1.2. Donanım ve ağ yazılımı seçimi

Hassas koordinat gerektiren ve çevresel etkiler ile sinyal yansımalarını en aza indirecek teknolojiye sahip Topcon CR-G3 Choke Ring Anten (Şekil 5-5) ve Topcon NET-G3 GNSS (Şekil 5-3) alıcısı ve Topcon GR-3 (Şekil 5-4) gezici alıcısı seçilmiştir.

İSKİ-UKBS sabit GNSS istasyonlarının kontrol merkezi yazılımı İSKİ Bilgi İşlem Daire Başkanlığı bünyesinde iki adet sunucuya kurulmaya karar verilmiştir. Data işletme sunucusu olarak Geo++ GNSMART Pro yazılımı ve Web sunucusu olarak GNWEB yazılımı seçilmiştir (Gölal, 2009).



Şekil 5.3: Topcon NET-G3 GNSS Alıcısı (URL-3)



Şekil 5.4: Topcon GR-3 Gezici Alıcı (URL-3)



Şekil 5.5: Topcon CR-G3 Choke Ring Anten (URL-7)

Referans istasyonu kurulumu söz konusu olduğunda çevresel etkilerin minimum düzeye indirilmesi özelliğine ilave olarak kullanılan antenlerin her birisinin özel olarak kalibre edilmesi gerekir. Hassas olmayan çalışmalarda anten faz merkezi değerlerinin fabrika çıkış standartlarında kullanılmasında bir hassasiyet kaybı söz konusu değildir. Ancak sürekli gözlem yapan sabit istasyonlarından elde edilecek sonuçların en yüksek hassasiyet değerlerinde olabilmesi için 8 adet Choke Ring anten Almanya da Geo++ firmasında özel olarak kalibre edilmiştir. Her bir antene ait özel kalibrasyon değerleri kaydedilmiş ve daha sonra bu değerler İSKİ kontrol merkezine kurulacak olan kontrol merkezi yazılımına tanıtılacaktır (Gülal, 2009).

Kullanılan bu donanımlar ile birlikte seçilen diğer donanımlar da Çizelge 5.2’de sayıları ile birlikte belirtilmiştir.

Çizelge 5.2: Seçilen donanım listesi

<i>SEÇİLEN DONANIM LİSTESİ</i>	
Topcon Net-G3 Referans İstasyonu Alıcısı	8
S/N:401-01197 / 01745 / 01762 / 01763 / 01764 / 01633 / 01401 / 01749	
Topcon CR-G3 Choke Ring Referans İstasyonu Anteni ve Dome	8
S/N:383-0710 / 0711 / 0713 / 0721 / 0723 / 0731 / 0734 / 0701	
30m Anten kablosu	8
Referans istasyonu kabin	8
Referans istasyonu çatı pilyesi (Paslanmaz Galvaniz kaplı metal)	8
1000VA Kesintisiz Güç Kaynağı	8
Geo ++ GNSMART Pro kurulum CD si, USB Lisans kilidi	1
CR-G3 Anten Kalibrasyon CD si	1
Tesfiye üç ayağı Optik Şaküllü	4
Tesfiye üç ayak adaptörü	12
Referans İstasyonu Anten adaptörü	8
Top-Net CORS Kurulum CD si ve USB Lisans kilidi	1
Yıldırım Koruyucu Aparat	8

5.1.3. Sabit referans istasyonlarının kurulması

Sürekli gözlem yapan referans ağı tasarlanması ile birlikte öncelikle belirlenen noktalara gerekli donanımların tesis edilip hassas bir şekilde koordinatlarının ölçülmesi gerekmektedir. Noktaların tesis edilmesi sırasında, alıcının uyduları rahat görmesine, çevrede yansıtıcı yüzölçümüne olmamasına, sağlam zemine yerinden hareket etmeyecek şekilde tesis edilmesine dikkat edilmiştir. Tüm bunlar dikkate alınarak, alıcıların hizmet binalarının çatılarına tesis edilmesine karar verilmiştir. Tesis aşamalarını Şekil 5.6’da gösterilmiştir.



Şekil 5.6: Donanım tesisatı



Şekil 5.6: Donanım tesisatı (devamı)

Alıcıların tesis edildiği 8 referans istasyonunda, konumların hassas bir şekilde belirlenebilmesi için her bir istasyonda 72 saatlik ve sürekli ölçmeler yapılmıştır. Bu ölçülerin uygun yazılımlarda değerlendirilmesi ile referans istasyonlarının hassas koordinatları belirlenmiştir. İstasyonların tesis adları, nokta karakterleri, koordinatları Çizelge 5.3’te ayrıntılı bir şekilde verilmiştir (Gülal, 2009).

Çizelge 5.3: İstasyonların tesis adları, nokta karakterleri, koordinatları

<i>NOKTA NUMARASI</i>	<i>NOKTA KARAKTER ADI</i>	<i>TESİS ADI</i>	<i>ITRF05 (2005.0) KOORDİNATLARI</i>
UKBS-01	YALI	ISTRANCA DÜZDERE BARAJI (YALIKÖY) ŞEFLİK BİNASI	X:4214237.4812 Y:2268487.6335 Z:4202012.2460
UKBS-02	SLVR	YERALTI SULARI VE GÖLETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ - ÇANTA HİZMET BİNASI	X:4247961.9562 Y:2266619.1811 Z:4169233.1487
UKBS-03	BEYK	ANADOLU KAVAĞI TERFİ MERKEZİ	X:4201159.1593 Y:2337712.9745 Z:4177281.7709
UKBS-04	TUZL	TUZLA İLERİ BİYOLOJİK ARITMA TESİSİ	X:4215241.9880 Y:2364753.1323 Z:4147898.4904
UKBS-05	SILE	ŞİLE ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ	X:4179619.5611 Y:2375639.6046 Z:4177457.8097
UKBS-06	TERK	TERKOS HAVZA KORUMA ŞEFLİĞİ	X:4210029.1144 Y:2302400.8118 Z:4187798.3891
UKBS-07	KCEK	KÜÇÜKÇEKMECE ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ	X:4225042.4599 Y:2320792.6713 Z:4162734.0775
UKBS-08	PALA	İSKİ KAĞITHANE GENEL MÜDÜRLÜĞÜ	X:4212288.9451 Y:2331374.5062 Z:4169765.6989

Tüm kurulum ve hassas koordinat belirleme işlemlerinin ardından artık istasyonlar kesintisiz ölçme işlemine hazır hale gelmiştir.

5.1.4. Verilerin depolanması

7 gün 24 saat kesintisiz ölçme yapan GNSS alıcılarının kaydettiği statik veriler, RINEX formatında İSKİ GPS sunucularında saklanmaktadır. Alıcı ile sunucu arasındaki iletişim Türk Telekom tarafından sağlanan Lease Line veya Fiber internet sayesinde sağlanmaktadır. Kaydedilen statik veriler sunucularda veya harici belleklerde tutulur. Bunun düzenlenmesi şu şekilde yapılmaktadır. Son 2 aya ait veriler 1 sn aralıklarla sunucuda saklanır. Son 1 yıla ait veriler 10 sn aralıklarla sunucuda saklanır. Son 1-5 yıl arasındaki veriler 30sn aralıklarla sunucuda saklanır. 5 yıldan fazla olan veriler ise harici belleklerde 3 yıl saklanır.

5.1.5. Ağın servis sunması

GNSMART Pro, uydu yörünge hatası, iyonosfer, troposfer hatası ve yansıma hatası gibi bir çok hata ile bozulmuş olan GNSS sinyallerini uygun yöntemler kullanarak modelleyen, kullanıcılara gerçek zamanda yüksek doğrulukta, güvenilir konum belirleme imkanı sağlayan bir sistemdir. Referans istasyonlarından elde edilen veriler yine anlık olarak bu program yardımıyla modellenerek gerekli verilerin paylaşılmasına hazır hale gelmektedir (Gülal, 2009).

Sistemden yayınlanan düzeltmenin kullanılabilmesi için İSKİ Genel Müdürlüğü Harita İşleri Şube Müdürlüğü bünyesinde bulunan İSKİ-UKBS sistem yönetimine şekil 5-5'deki form doldurularak 0212 301 60 49 Numaralı telefona fakslanması gerekmektedir. Yakın zamanda online başvuru sistemine geçilmesi planlanmaktadır. Ardından uygun bulunan başvuru sahiplerine sistem için kullanıcı adı ve kullanım şifresi tahsis edilmekte ve formda belirtilmiş olunan iletişim adresine gönderilmektedir. Şuan için sistemin kullanımı ücretsiz olmakla birlikte yakın zamanda sistemin sürdürülebilirliğine katkı sağlamak amacıyla kullanıcılardan ücret talep edilecektir. Ancak üniversiteler gibi araştırma amaçlı kullanan kurum ve kuruluşlara ücretsiz hizmet devam edecektir.

5.1.6. Sistemin kullanılması sırasında karşılaşılan problemler

İSKİ UKBS ağının aktif ve kesintisiz çalışması sebebiyle çok nadirde olsa sistemden kaynaklı problemler ortaya çıkmaktadır. Bunlar network kaynaklı ve bilgi işlem

kaynaklı problemlerdir. Network kaynaklı problemler, lease line veya fiber internet hat kopuklukları sebebiyle meydana gelir. Böyle bir durumda Türk Telekom sorunu en kısa sürede giderecek biçimde hizmet vermektedir. Bilgi işlem kaynaklı problemler ise, habersiz bakım çalışmaları kaynaklıdır. Acil durumlar olmadığı sürece habersiz bakım çalışması genellikle olmamaktadır.

Diğer taraftan kullanıcı kaynaklı problemler de bulunmaktadır. Kullanıcının yeterli bilgiye sahip olmaması sebebiyle, genellikle bağlantı ayarları problemleri olmaktadır. Ayrıca ölçme yapılacak bölge de internet bağlantısında bulunmasına dikkat edilmelidir.

Herhangi bir sorunla karşılaşıldığında, İSKİ personeli bire bir destek vermekle birlikte, elden geldiği durumlarda manuel kontrol de sağlamaktadır.

6. İSKİ UKBS AĞI İSTASYONLARININ ZAMANSAL HAREKETLERİ

İSKİ UKBS ağındaki referans noktalarının zamana bağlı hareketlerini belirleyebilmek amacıyla öncelikle hangi tarihlerdeki ölçme verilerinin inceleneceğine karar verildi. İlk iki periyot arasında üç ay zaman farkı olacak şekilde veriler değerlendirildi. Böylece 3 aylık süreçte gözlemlenen harekete göre diğer periyotlar arasında altı ay zaman farkı olmasına karar verildi ve her periyotta birbirini izleyen üç günün verisi alınacak şekilde program yapıldı. Değerlendirme yapılan ölçme epokları Çizelge 6.1’de verilmiştir. Ayrıca İSKİ UKBS ağı referans noktalarının verilerine ek olarak ISTA noktasının 2005.0 epoğundaki verileri de 1993 yılında kurulan ve verilerin uluslararası standartta toplanması ve değerlendirilmesi için çalışmalar yapan IGS’den indirildi. İSKİ UKBS ağının içinde kalan bir nokta olduğu için ISTA noktası tercih edilmiştir. İSKİ UKBS referans noktalarının verileri karar verilen günlerin bir gün öncesi ve bir gün sonrası olmak üzere toplamda 3 günlük ve 30 sn’lik GPS verisi İSKİ sistemindeki arşiv verilerinden temin edildi. Her periyottaki 3 günlük GPS verisi tek bir değerlendirme gibi ele alındı. Böylece 72 saatlik veri ile İSKİ UKBS Ağı referans noktalarının bazıları çok yüksek veri sıklığında değerlendirildi.

İSKİ UKBS ağını oluşturan bazların çözümünde izlenecek strateji belirlendi ve her ölçme epoğunda aynı çözüm geometrisi uygulandı. Uygulanan çözüm geometrisi Şekil 6.1’de gösterilmiştir. Bu şekilde dengeleme sırasında bazların çözüm geometrisinden kaynaklanabilecek hatalar elimine edilmiş oldu.

İSKİ UKBS ağını oluşturan baz çözümleri ve ağ dengelemeleri Leica Geo Office programında yapıldı. Değerlendirme işlemi sırasında Leica Geo Office programında aşağıdaki parametreler kullanılmıştır:

max base length:300km

fix ambiguities up to:120km

Tropospheric Model: Hopfield

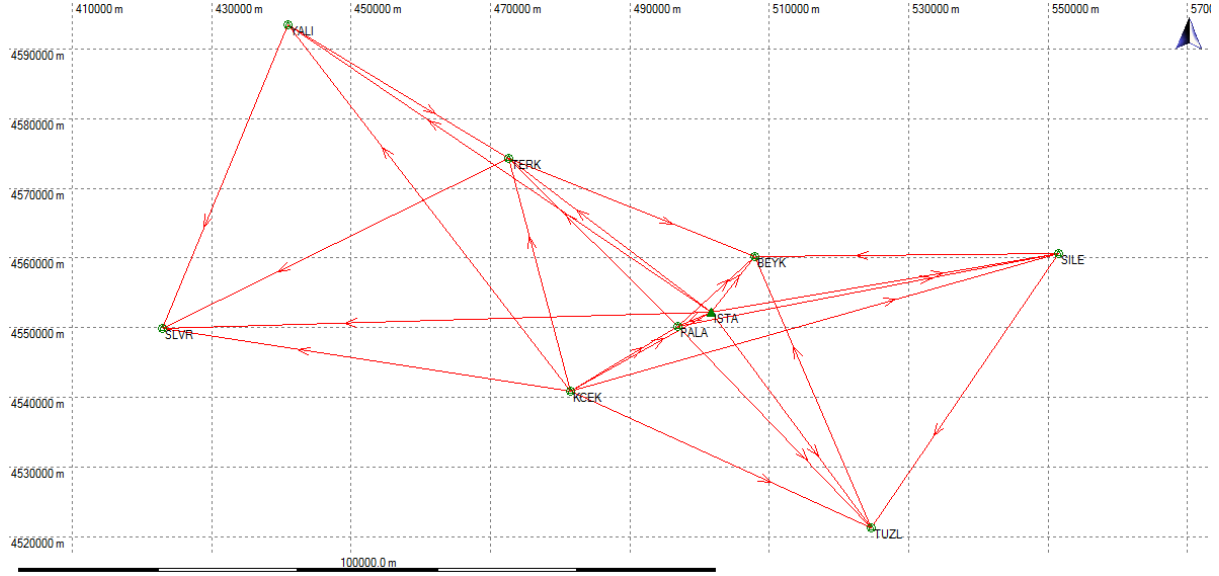
Ionospheric Model: Automatic

GNSS Type: GPS only

Cut of angle: 15

Çizelge 6.1: Ölçme epokları

<i>PERİYOT</i>	<i>GÜN</i>	<i>AY</i>	<i>YIL</i>	<i>GPS GÜNÜ</i>	<i>ÖLÇME SÜRESİ</i>
1	11	OCAK	2009	11	00:00-23:59
	12	OCAK	2009	12	00:00-23:59
	13	OCAK	2009	13	00:00-23:59
2	8	MART	2009	67	00:00-23:59
	9	MART	2009	68	00:00-23:59
	10	MART	2009	69	00:00-23:59
3	7	HAZİRAN	2009	158	00:00-23:59
	8	HAZİRAN	2009	159	00:00-23:59
	9	HAZİRAN	2009	160	00:00-23:59
4	6	ARALIK	2009	340	00:00-23:59
	7	ARALIK	2009	341	00:00-23:59
	8	ARALIK	2009	342	00:00-23:59
5	13	HAZİRAN	2010	164	00:00-23:59
	14	HAZİRAN	2010	165	00:00-23:59
	15	HAZİRAN	2010	166	00:00-23:59
6	28	KASIM	2010	332	00:00-23:59
	29	KASIM	2010	333	00:00-23:59
	30	KASIM	2010	334	00:00-23:59
7	12	HAZİRAN	2011	163	00:00-23:59
	13	HAZİRAN	2011	164	00:00-23:59
	14	HAZİRAN	2011	165	00:00-23:59
8	4	ARALIK	2011	338	00:00-23:59
	5	ARALIK	2011	339	00:00-23:59
	6	ARALIK	2011	340	00:00-23:59



Şekil 6.1: Baz Çözüm Geometrisi

Leica Geo Office programında değerlendirme işlemi yapıldıktan sonra ISTA noktasının ITRF 2005 datumu ve 2005.0 epogundaki koordinat ve hızları kullanılarak değerlendirme yapılan ölçme günlerindeki ISTA koordinatları hesaplanarak elde edildi. Çizelge 6.2 ve 6.3'te verilmiştir. Daha sonra ISTA noktasının ölçme epogundaki koordinatları Leica Geo Office programına girilip ISTA noktası kontrol noktası kabul edilerek dengeleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Böylece ölçme epoklarındaki noktaların son koordinatları elde edildi. İSKİ UKBS ağı referans noktaların ISTA noktasının ölçme epoklarındaki koordinatlarına bağlı olarak belirlenmiş koordinatları ve standart sapmaları Çizelge 6.4, 6.6, 6.8, 6.10, 6.12, 6.14, 6.16, 6.18'de gösterilmiştir.

İSKİ UKBS ağı referans noktalarının zaman içerisinde yaptığı hareketi yorumlamak için ölçme epoklarında ki koordinatlarının ilk ölçme günündeki koordinatlarından farkları Çizelge 6.5, 6.7, 6.9, 6.11, 6.13, 6.15, 6.17, 6.19'da gösterilmiştir. Bu farklardan çizilen grafikler Şekil 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 6.2: İsta noktasının 2005.0 epoğundaki koordinat ve hız değerleri

<i>NOKTA ADI</i>	<i>X' (m)</i>	<i>Y' (m)</i>	<i>Z' (m)</i>	<i>Ref. Epoğu</i>	<i>Vx (m/yıl)</i>	<i>Vy (m/yıl)</i>	<i>Vz (m/yıl)</i>
ISTA	4208830.3006	2334850.2905	4171267.2479	2005.0000	-0.0169	0.0190	0.0074

Çizelge 6.3: İsta noktasının referans epoklarına getirilmiş koordinatları

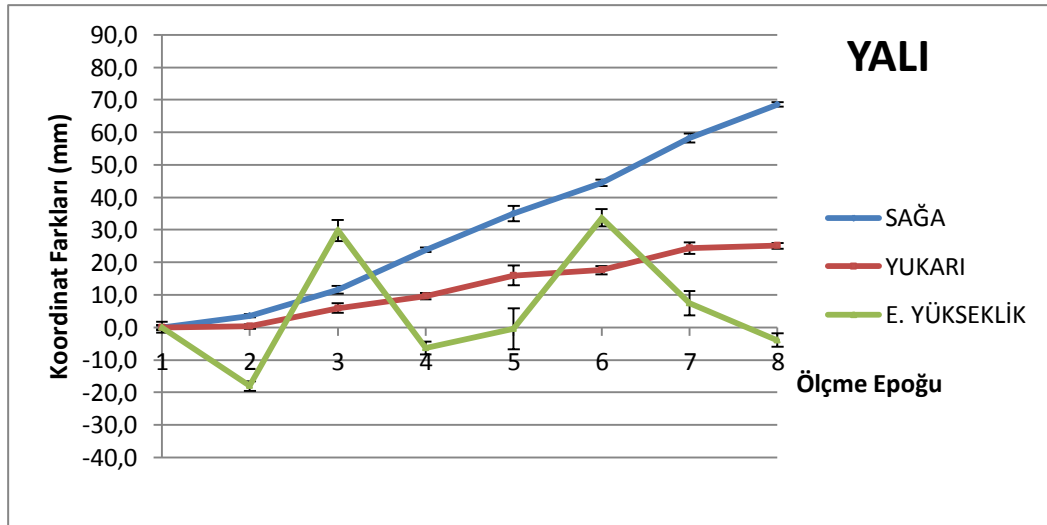
<i>NOKTA ADI</i>	<i>X' (m)</i>	<i>Y' (m)</i>	<i>Z' (m)</i>	<i>Yıl/Gün</i>	<i>Dx (m/yıl)</i>	<i>Dy (m/yıl)</i>	<i>Dz (m/yıl)</i>
ISTA	4208830.2325	2334850.3671	4171267.2777	2009/12	-0.0681	0.0766	0.0298
ISTA	4208830.2299	2334850.3700	4171267.2788	2009/68	-0.0707	0.0795	0.0309
ISTA	4208830.2257	2334850.3747	4171267.2807	2009/159	-0.0749	0.0842	0.0328
ISTA	4208830.2172	2334850.3843	4171267.2844	2009/341	-0.0834	0.0938	0.0365
ISTA	4208830.2085	2334850.3941	4171267.2882	2010/165	-0.0921	0.1036	0.0403
ISTA	4208830.2007	2334850.4028	4171267.2917	2010/333	-0.0999	0.1123	0.0438
ISTA	4208830.1916	2334850.4130	4171267.2956	2011/164	-0.109	0.1225	0.0477
ISTA	4208830.1835	2334850.4221	4171267.2992	2011/339	-0.1171	0.1316	0.0513

Çizelge 6.4: YALI noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
YALI-1	OCA 2009	440960.3316	4593383.7881	86.7243	0.6	0.8	1.7
YALI-2	MAR 2009	440960.3352	4593383.7884	86.7063	0.5	0.7	1.5
YALI-3	HAZ 2009	440960.3432	4593383.7940	86.7541	1.2	1.5	3.3
YALI-4	ARA 2009	440960.3554	4593383.7977	86.7180	0.7	0.9	2.0
YALI-5	HAZ 2010	440960.3666	4593383.8041	86.7239	2.3	3.0	6.3
YALI-6	KAS 2010	440960.3761	4593383.8057	86.7580	1.0	1.3	2.7
YALI-7	HAZ 2011	440960.3899	4593383.8125	86.7317	1.4	1.7	3.7
YALI-8	ARA 2011	440960.4001	4593383.8132	86.7204	0.7	0.9	2.0

Çizelge 6.5: YALI noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.8	1.7
2	3.6	0.3	-18.0	0.5	0.7	1.5
3	11.6	5.9	29.8	1.2	1.5	3.3
4	23.8	9.6	-6.3	0.7	0.9	2.0
5	35.0	16.0	-0.4	2.3	3.0	6.3
6	44.5	17.6	33.7	1.0	1.3	2.7
7	58.3	24.4	7.4	1.4	1.7	3.7
8	68.5	25.1	-3.9	0.7	0.9	2.0



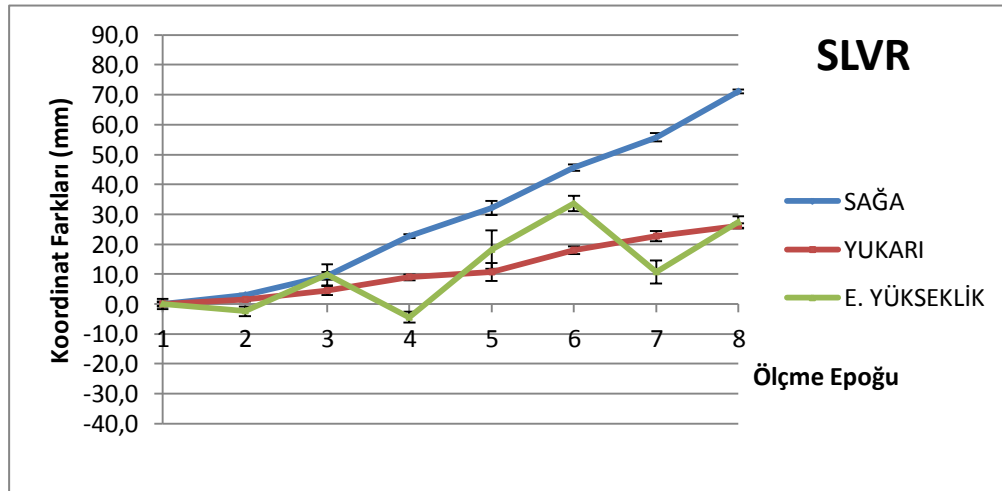
Şekil 6.2: YALI noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi

Çizelge 6.6: SLVR noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
SLVR-1	OCA 2009	422975.0069	4549886.5283	138.2608	0.6	0.8	1.7
SLVR-2	MAR 2009	422975.0098	4549886.5298	138.2584	0.6	0.7	1.6
SLVR-3	HAZ 2009	422975.0164	4549886.5328	138.2706	1.3	1.6	3.5
SLVR-4	ARA 2009	422975.0296	4549886.5372	138.2564	0.7	0.9	1.9
SLVR-5	HAZ 2010	422975.0390	4549886.5390	138.2790	2.3	3.0	6.4
SLVR-6	KAS 2010	422975.0525	4549886.5463	138.2944	1.0	1.2	2.6
SLVR-7	HAZ 2011	422975.0626	4549886.5510	138.2715	1.4	1.8	3.9
SLVR-8	ARA 2011	422975.0780	4549886.5544	138.2882	0.7	0.9	1.9

Çizelge 6.7: SLVR noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.8	1.7
2	2.9	1.5	-2.4	0.6	0.7	1.6
3	9.5	4.5	9.8	1.3	1.6	3.5
4	22.7	8.9	-4.4	0.7	0.9	1.9
5	32.1	10.7	18.2	2.3	3.0	6.4
6	45.6	18.0	33.6	1.0	1.2	2.6
7	55.7	22.7	10.7	1.4	1.8	3.9
8	71.1	26.1	27.4	0.7	0.9	1.9



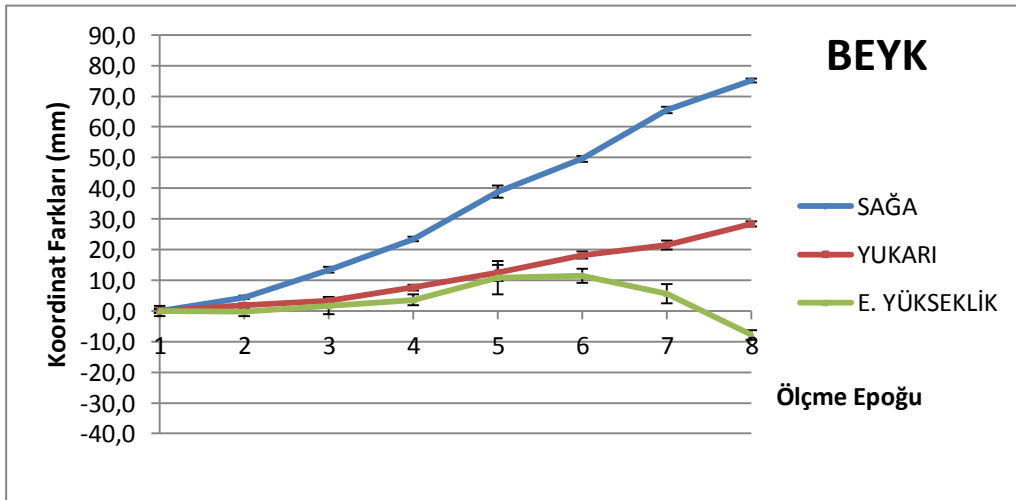
Şekil 6.3: SLVR noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi

Çizelge 6.8: BEYK noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
BEYK-1	OCA 2009	507847.4366	4560203.3424	101.2925	0.6	0.7	1.6
BEYK-2	MAR 2009	507847.4410	4560203.3443	101.2922	0.5	0.6	1.3
BEYK-3	HAZ 2009	507847.4500	4560203.3457	101.2941	1.0	1.3	2.7
BEYK-4	ARA 2009	507847.4600	4560203.3500	101.2961	0.7	0.9	1.8
BEYK-5	HAZ 2010	507847.4755	4560203.3548	101.3033	2.0	2.6	5.5
BEYK-6	KAS 2010	507847.4862	4560203.3606	101.3039	0.9	1.1	2.3
BEYK-7	HAZ 2011	507847.5021	4560203.3639	101.2981	1.1	1.4	3.1
BEYK-8	ARA 2011	507847.5118	4560203.3708	101.2847	0.6	0.8	1.6

Çizelge 6.9: BEYK noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.7	1.6
2	4.4	1.9	-0.3	0.5	0.6	1.3
3	13.4	3.3	1.6	1.0	1.3	2.7
4	23.4	7.6	3.6	0.7	0.9	1.8
5	38.9	12.4	10.8	2.0	2.6	5.5
6	49.6	18.2	11.4	0.9	1.1	2.3
7	65.5	21.5	5.6	1.1	1.4	3.1
8	75.2	28.4	-7.8	0.6	0.8	1.6



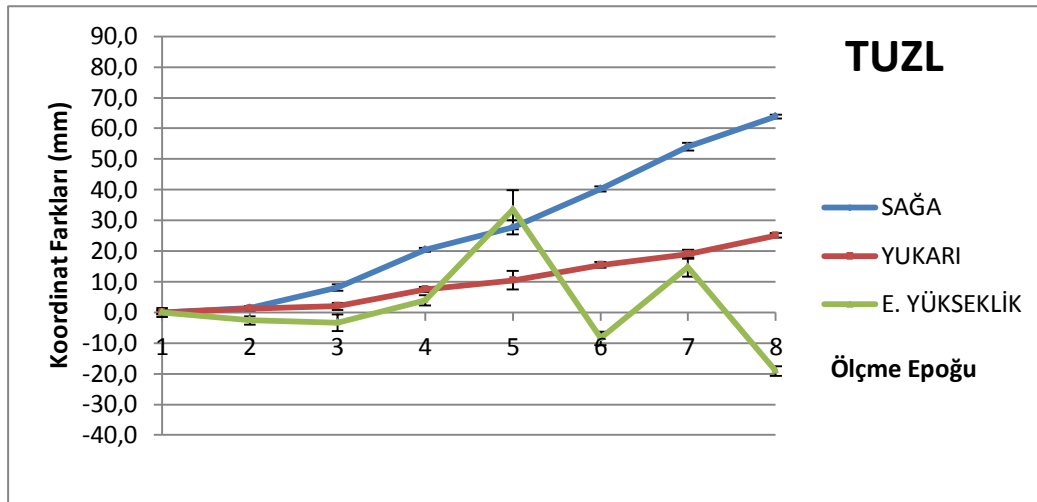
Şekil 6.4: BEYK noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi

Çizelge 6.10: TUZL noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
TUZL-1	OCA 2009	524669.8335	4521346.5104	55.2895	0.5	0.7	1.4
TUZL-2	MAR 2009	524669.8350	4521346.5116	55.2869	0.5	0.6	1.3
TUZL-3	HAZ 2009	524669.8416	4521346.5124	55.2861	1.0	1.2	2.7
TUZL-4	ARA 2009	524669.8540	4521346.5179	55.2934	0.6	0.8	1.7
TUZL-5	HAZ 2010	524669.8612	4521346.5209	55.3230	2.3	3.0	6.4
TUZL-6	KAS 2010	524669.8738	4521346.5259	55.2811	0.8	1.0	2.2
TUZL-7	HAZ 2011	524669.8875	4521346.5294	55.3043	1.2	1.4	3.1
TUZL-8	ARA 2011	524669.8973	4521346.5355	55.2704	0.6	0.7	1.5

Çizelge 6.11: TUZL noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
1	0.0	0.0	0.0	0.5	0.7	1.4
2	1.5	1.2	-2.6	0.5	0.6	1.3
3	8.1	2.0	-3.4	1.0	1.2	2.7
4	20.5	7.5	3.9	0.6	0.8	1.7
5	27.7	10.5	33.5	2.3	3.0	6.4
6	40.3	15.5	-8.4	0.8	1.0	2.2
7	54.0	19.0	14.8	1.2	1.4	3.1
8	63.8	25.1	-19.1	0.6	0.7	1.5



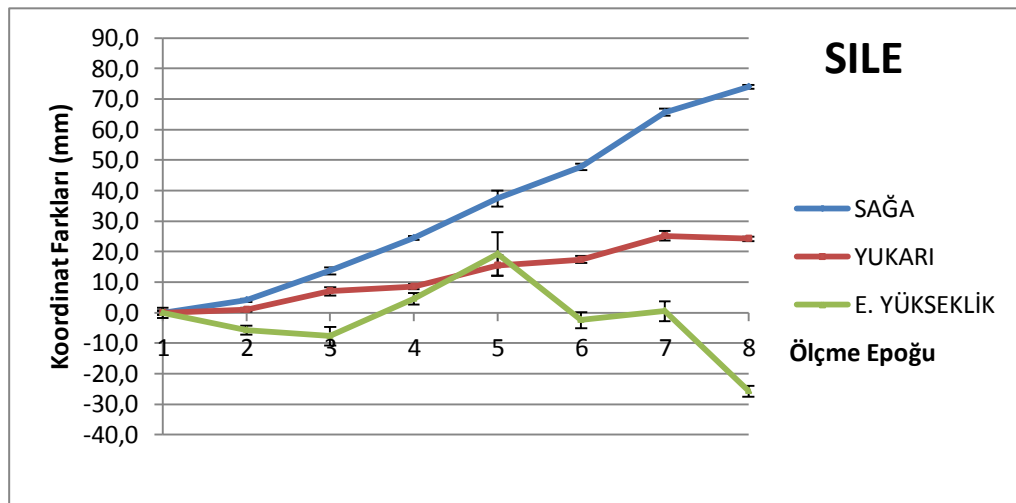
Şekil 6.5: TUZL noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi

Çizelge 6.12: SILE noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
SILE-1	OCA 2009	551462.0157	4560633.2848	79.6555	0.6	0.8	1.7
SILE-2	MAR 2009	551462.0198	4560633.2858	79.6498	0.5	0.7	1.5
SILE-3	HAZ 2009	551462.0294	4560633.2918	79.6478	1.1	1.4	3.0
SILE-4	ARA 2009	551462.0402	4560633.2933	79.6601	0.7	0.9	1.9
SILE-5	HAZ 2010	551462.0531	4560633.3003	79.6747	2.6	3.3	7.1
SILE-6	KAS 2010	551462.0635	4560633.3022	79.6531	1.0	1.2	2.6
SILE-7	HAZ 2011	551462.0814	4560633.3100	79.6560	1.2	1.5	3.2
SILE-8	ARA 2011	551462.0897	4560633.3090	79.6298	0.7	0.8	1.8

Çizelge 6.13: SILE noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.8	1.7
2	4.1	1.0	-5.7	0.5	0.7	1.5
3	13.7	7.0	-7.7	1.1	1.4	3.0
4	24.5	8.5	4.6	0.7	0.9	1.9
5	37.4	15.5	19.2	2.6	3.3	7.1
6	47.8	17.4	-2.4	1.0	1.2	2.6
7	65.7	25.2	0.5	1.2	1.5	3.2
8	74.0	24.2	-25.7	0.7	0.8	1.8



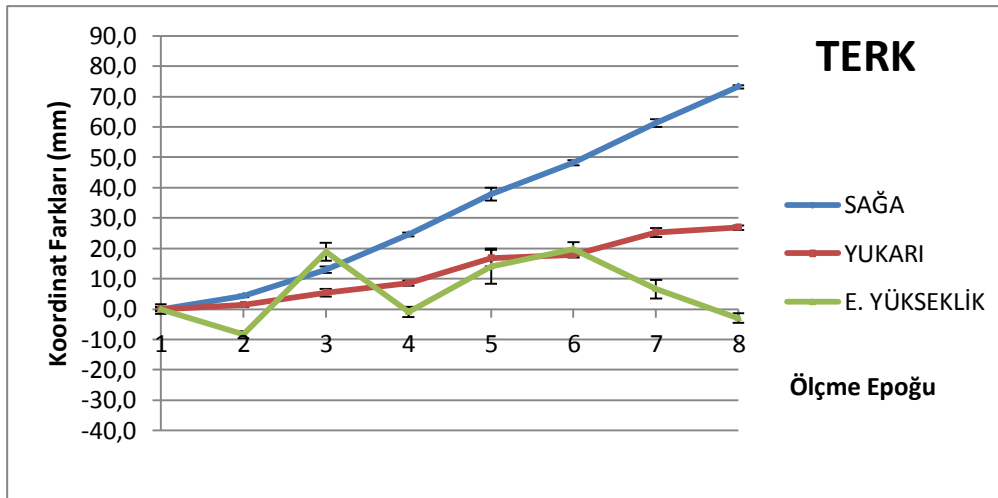
Şekil 6.6: SILE noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi

Çizelge 6.14: TERK noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
TERK-1	OCA 2009	472662.6444	4574282.7338	48.0303	0.5	0.7	1.5
TERK-2	MAR 2009	472662.6487	4574282.7351	48.0219	0.4	0.6	1.2
TERK-3	HAZ 2009	472662.6574	4574282.7392	48.0492	1.0	1.3	2.9
TERK-4	ARA 2009	472662.6690	4574282.7423	48.0293	0.6	0.8	1.7
TERK-5	HAZ 2010	472662.6822	4574282.7506	48.0444	2.1	2.7	5.8
TERK-6	KAS 2010	472662.6926	4574282.7517	48.0501	0.8	1.0	2.2
TERK-7	HAZ 2011	472662.7057	4574282.7590	48.0369	1.2	1.5	3.1
TERK-8	ARA 2011	472662.7176	4574282.7606	48.0273	0.6	0.7	1.6

Çizelge 6.15: TERK noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
1	0.0	0.0	0.0	0.5	0.7	1.5
2	4.3	1.3	-8.4	0.4	0.6	1.2
3	13.0	5.4	18.9	1.0	1.3	2.9
4	24.6	8.5	-1.0	0.6	0.8	1.7
5	37.8	16.8	14.1	2.1	2.7	5.8
6	48.2	17.9	19.8	0.8	1.0	2.2
7	61.3	25.2	6.6	1.2	1.5	3.1
8	73.2	26.8	-3.0	0.6	0.7	1.6



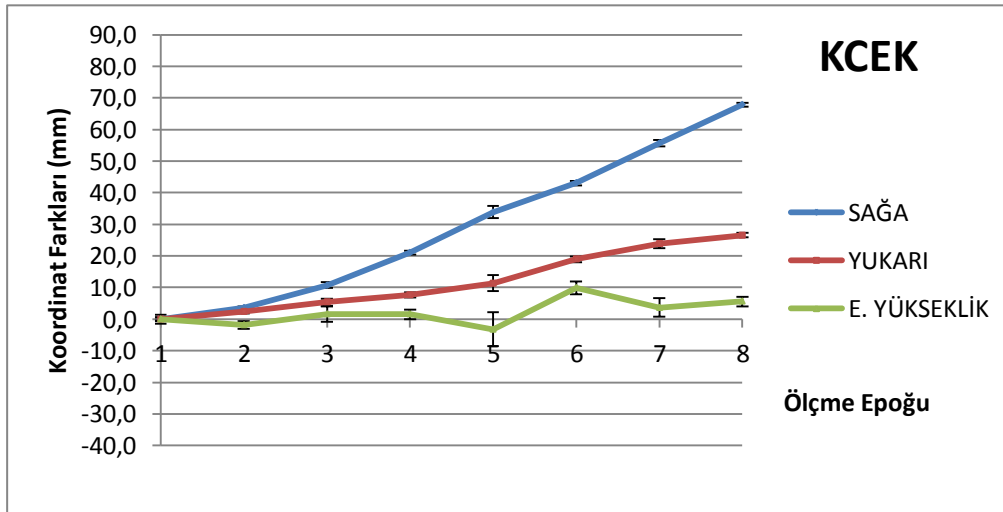
Şekil 6.7: TERK noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi

Çizelge 6.16: KCEK noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
KCEK-1	OCA 2009	481470.1791	4540901.7658	122.9365	0.5	0.6	1.4
KCEK-2	MAR 2009	481470.1828	4540901.7681	122.9346	0.4	0.6	1.2
KCEK-3	HAZ 2009	481470.1899	4540901.7712	122.9381	0.9	1.1	2.4
KCEK-4	ARA 2009	481470.2001	4540901.7734	122.9380	0.6	0.8	1.6
KCEK-5	HAZ 2010	481470.2130	4540901.7772	122.9333	1.9	2.5	5.3
KCEK-6	KAS 2010	481470.2222	4540901.7848	122.9464	0.7	0.9	2.0
KCEK-7	HAZ 2011	481470.2348	4540901.7896	122.9402	1.1	1.4	3.0
KCEK-8	ARA 2011	481470.2470	4540901.7924	122.9421	0.6	0.7	1.5

Çizelge 6.17: KCEK noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
1	0.0	0.0	0.0	0.5	0.6	1.4
2	3.7	2.3	-1.9	0.4	0.6	1.2
3	10.8	5.4	1.6	0.9	1.1	2.4
4	21.0	7.6	1.5	0.6	0.8	1.6
5	33.9	11.4	-3.2	1.9	2.5	5.3
6	43.1	19.0	9.9	0.7	0.9	2.0
7	55.7	23.8	3.7	1.1	1.4	3.0
8	67.9	26.6	5.6	0.6	0.7	1.5



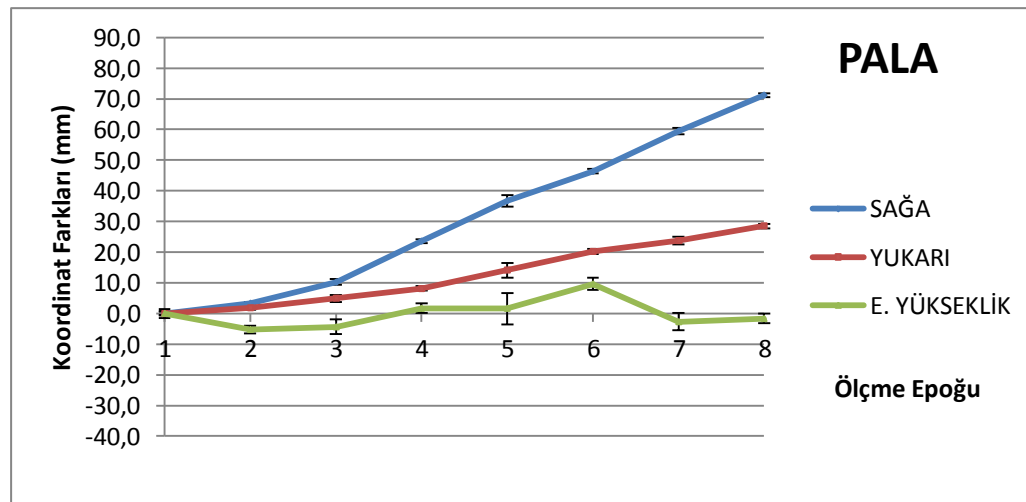
Şekil 6.8: KCEK noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi

Çizelge 6.18: PALA noktasının ölçme epoklarındaki koordinat değerleri ve standart sapmaları

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
PALA-1	OCA 2009	496908.0655	4550160.6461	170.5847	0.5	0.7	1.4
PALA-2	MAR 2009	496908.0689	4550160.6479	170.5794	0.4	0.6	1.2
PALA-3	HAZ 2009	496908.0758	4550160.6510	170.5803	0.9	1.1	2.4
PALA-4	ARA 2009	496908.0890	4550160.6543	170.5864	0.6	0.8	1.6
PALA-5	HAZ 2010	496908.1022	4550160.6602	170.5863	1.8	2.4	5.1
PALA-6	KAS 2010	496908.1119	4550160.6663	170.5943	0.8	0.9	2.0
PALA-7	HAZ 2011	496908.1250	4550160.6699	170.5820	1.1	1.3	2.8
PALA-8	ARA 2011	496908.1366	4550160.6746	170.5831	0.6	0.7	1.5

Çizelge 6.19: PALA noktasının ölçme epoklarındaki koordinat farkları ve standart sapmaları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)	$\sigma_{sağa}$ (mm)	$\sigma_{yukarı}$ (mm)	σ_h (mm)
1	0.0	0.0	0.0	0.5	0.7	1.4
2	3.4	1.8	-5.3	0.4	0.6	1.2
3	10.3	4.9	-4.4	0.9	1.1	2.4
4	23.5	8.2	1.7	0.6	0.8	1.6
5	36.7	14.1	1.6	1.8	2.4	5.1
6	46.4	20.2	9.6	0.8	0.9	2.0
7	59.5	23.8	-2.7	1.1	1.3	2.8
8	71.1	28.5	-1.6	0.6	0.7	1.5



Şekil 6.9: PALA noktasının Ölçme epoklarındaki hareketi

ITRF 2005 ve 2005.0 epoğundaki hareketsiz kabul edilen ista noktası koordinatları ve hızları kullanılarak referans noktalarının ölçme epoklarındaki koordinatları ilk ölçme günü olan 2009/12 epoğuna kaydırıldı. Bu şekilde her yıl olağan ortalama 2 – 3cm olan kıtasal hareket elimine ederek bu hareket dışında noktalarda meydana gelen hareketler tespit edildi. 2009/12 epoğuna taşınan koordinatlar Çizelge 6.20, 6.22, 6.24, 6.26, 6.28, 6.30, 6.32, 6.34’de gösterilmiştir.

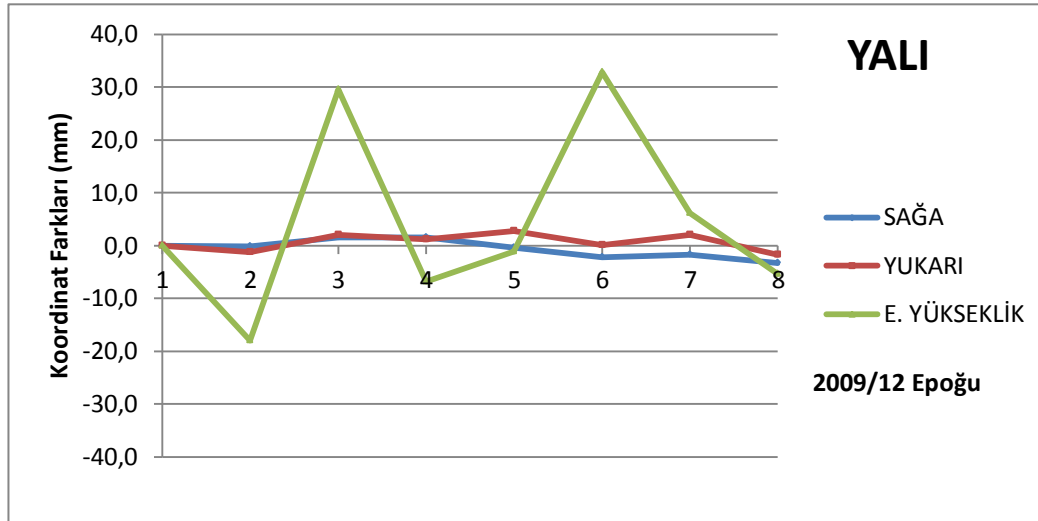
İSKİ UKBS ağı referans noktalarının olağan kıtasal hareket elimine edildikten sonra zaman içerisinde yaptığı hareketi yorumlamak için 2009/12 epoklarındaki koordinatlarının ilk ölçme günündeki koordinatlarından farkları çizelge 6.21, 6.23, 6.25, 6.27, 6.29, 6.31, 6.33, 6.35’de gösterilmiştir. Bu farklardan çizilen grafikler Şekil 6.10, 6.11, 6.12, 6.13, 6.14, 6.15, 6.16, 6.17’de gösterilmiştir.

Çizelge 6.20: YALI noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat değerleri

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)
YALI-1	OCA 2009	440960.3316	4593383.7882	86.7243
YALI-2	MAR 2009	440960.3314	4593383.7870	86.7063
YALI-3	HAZ 2009	440960.3332	4593383.7903	86.7539
YALI-4	ARA 2009	440960.3331	4593383.7894	86.7175
YALI-5	HAZ 2010	440960.3312	4593383.7910	86.7232
YALI-6	KAS 2010	440960.3294	4593383.7883	86.7571
YALI-7	HAZ 2011	440960.3299	4593383.7902	86.7305
YALI-8	ARA 2011	440960.3283	4593383.7865	86.7189

Çizelge 6.21: YALI noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat farkları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)
1	0.0	0.0	0.0
2	-0.2	-1.2	-18.0
3	1.6	2.1	29.6
4	1.5	1.2	-6.8
5	-0.4	2.8	-1.1
6	-2.2	0.1	32.8
7	-1.7	2.0	6.2
8	-3.3	-1.7	-5.4



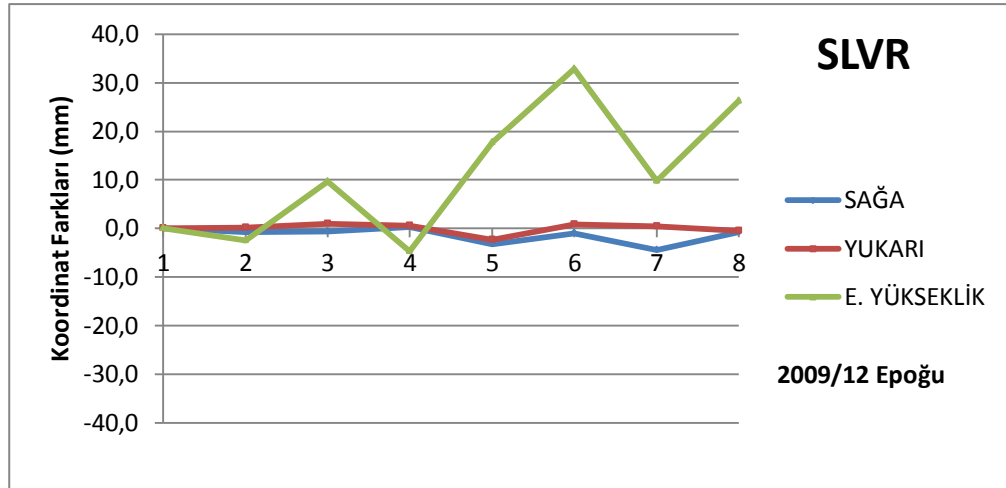
Şekil 6.10 : YALI noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi

Çizelge 6.22: SLVR noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat değerleri

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)
SLVR-1	OCA 2009	422975.0069	4549886.5282	138.2608
SLVR-2	MAR 2009	422975.0061	4549886.5284	138.2583
SLVR-3	HAZ 2009	422975.0063	4549886.5291	138.2704
SLVR-4	ARA 2009	422975.0072	4549886.5288	138.2561
SLVR-5	HAZ 2010	422975.0037	4549886.5258	138.2785
SLVR-6	KAS 2010	422975.0059	4549886.5290	138.2937
SLVR-7	HAZ 2011	422975.0025	4549886.5286	138.2706
SLVR-8	ARA 2011	422975.0061	4549886.5277	138.2871

Çizelge 6.23: SLVR noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat farkları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)
1	0.0	0.0	0.0
2	-0.8	0.2	-2.5
3	-0.6	0.9	9.6
4	0.3	0.6	-4.7
5	-3.2	-2.4	17.7
6	-1.0	0.8	32.9
7	-4.4	0.4	9.8
8	-0.8	-0.5	26.3



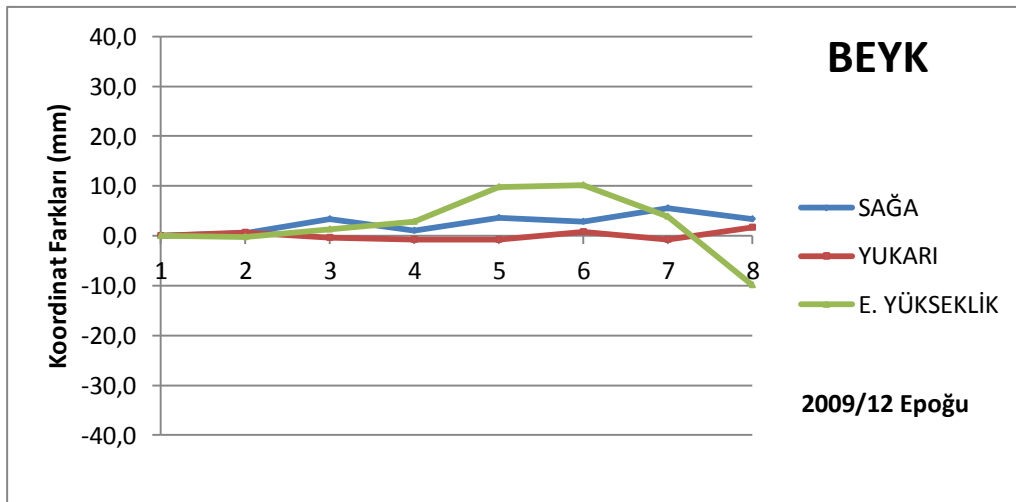
Şekil 6.11 : SLVR noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi

Çizelge 6.24: BEYK noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat değerleri

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)
BEYK-1	OCA 2009	507847.4367	4560203.3424	101.2925
BEYK-2	MAR 2009	507847.4372	4560203.3430	101.2922
BEYK-3	HAZ 2009	507847.4400	4560203.3420	101.2938
BEYK-4	ARA 2009	507847.4377	4560203.3417	101.2954
BEYK-5	HAZ 2010	507847.4403	4560203.3417	101.3023
BEYK-6	KAS 2010	507847.4396	4560203.3432	101.3026
BEYK-7	HAZ 2011	507847.4422	4560203.3417	101.2964
BEYK-8	ARA 2011	507847.4400	4560203.3441	101.2826

Çizelge 6.25: BEYK noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat farkları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)
1	0.0	0.0	0.0
2	0.5	0.6	-0.3
3	3.3	-0.4	1.3
4	1.0	-0.7	2.9
5	3.6	-0.7	9.8
6	2.9	0.8	10.1
7	5.5	-0.7	3.9
8	3.3	1.7	-9.9



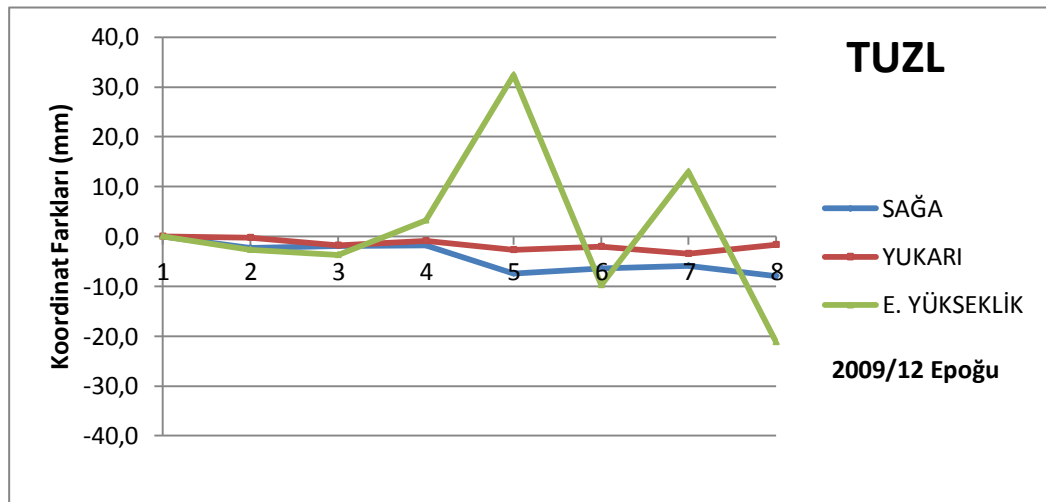
Şekil 6.12 : BEYK noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi

Çizelge 6.26: TUZL noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat değerleri

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)
TUZL-1	OCA 2009	524669.8335	4521346.5105	55.2895
TUZL-2	MAR 2009	524669.8312	4521346.5103	55.2868
TUZL-3	HAZ 2009	524669.8316	4521346.5087	55.2858
TUZL-4	ARA 2009	524669.8317	4521346.5096	55.2927
TUZL-5	HAZ 2010	524669.8260	4521346.5078	55.3219
TUZL-6	KAS 2010	524669.8271	4521346.5085	55.2798
TUZL-7	HAZ 2011	524669.8276	4521346.5070	55.3025
TUZL-8	ARA 2011	524669.8255	4521346.5088	55.2683

Çizelge 6.27: TUZL noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat farkları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)
1	0.0	0.0	0.0
2	-2.3	-0.2	-2.7
3	-1.9	-1.8	-3.7
4	-1.8	-0.9	3.2
5	-7.5	-2.7	32.4
6	-6.4	-2.0	-9.7
7	-5.9	-3.5	13.0
8	-8.0	-1.7	-21.2



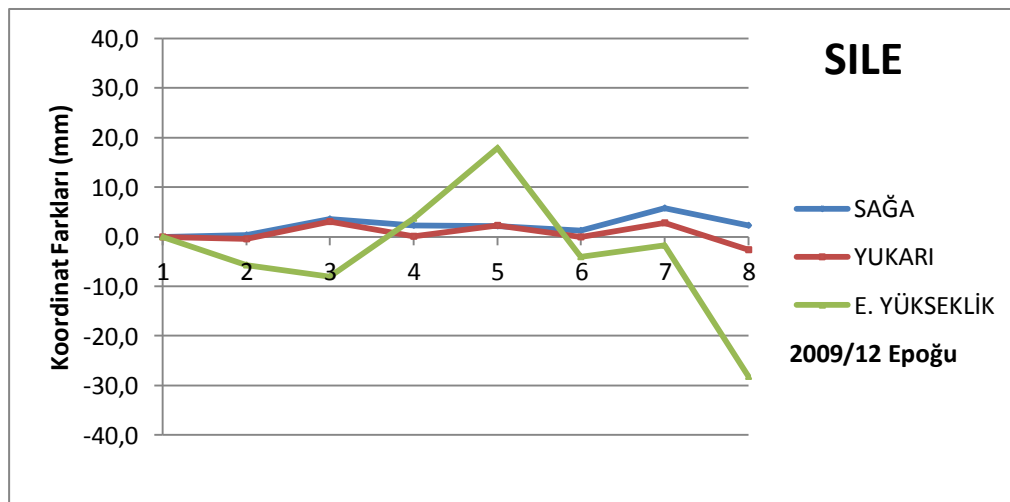
Şekil 6.13 : TUZL noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi

Çizelge 6.28: SILE noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat değerleri

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)
SILE-1	OCA 2009	551462.0157	4560633.2849	79.6555
SILE-2	MAR 2009	551462.0160	4560633.2845	79.6497
SILE-3	HAZ 2009	551462.0193	4560633.2880	79.6474
SILE-4	ARA 2009	551462.0179	4560633.2850	79.6592
SILE-5	HAZ 2010	551462.0178	4560633.2872	79.6734
SILE-6	KAS 2010	551462.0169	4560633.2848	79.6515
SILE-7	HAZ 2011	551462.0215	4560633.2877	79.6538
SILE-8	ARA 2011	551462.0180	4560633.2822	79.6273

Çizelge 6.29: SILE noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat farkları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)
1	0.0	0.0	0.0
2	0.3	-0.4	-5.8
3	3.6	3.1	-8.1
4	2.2	0.1	3.7
5	2.1	2.3	17.9
6	1.2	-0.1	-4.0
7	5.8	2.8	-1.7
8	2.3	-2.7	-28.2



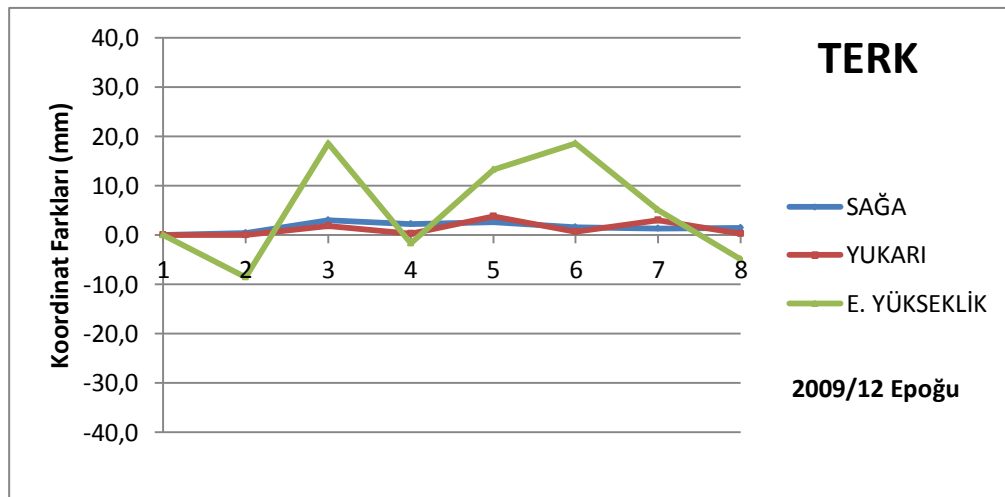
Şekil 6.14 : SILE noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi

Çizelge 6.30: TERK noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat değerleri

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)
TERK-1	OCA 2009	472662.6444	4574282.7337	48.0304
TERK-2	MAR 2009	472662.6448	4574282.7337	48.0218
TERK-3	HAZ 2009	472662.6474	4574282.7355	48.0490
TERK-4	ARA 2009	472662.6466	4574282.7340	48.0287
TERK-5	HAZ 2010	472662.6470	4574282.7375	48.0436
TERK-6	KAS 2010	472662.6460	4574282.7343	48.0490
TERK-7	HAZ 2011	472662.6457	4574282.7367	48.0354
TERK-8	ARA 2011	472662.6458	4574282.7339	48.0255

Çizelge 6.31: TERK noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat farkları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)
1	0.0	0.0	0.0
2	0.4	0.0	-8.6
3	3.0	1.8	18.6
4	2.2	0.3	-1.7
5	2.6	3.8	13.2
6	1.6	0.6	18.6
7	1.3	3.0	5.0
8	1.4	0.2	-4.9



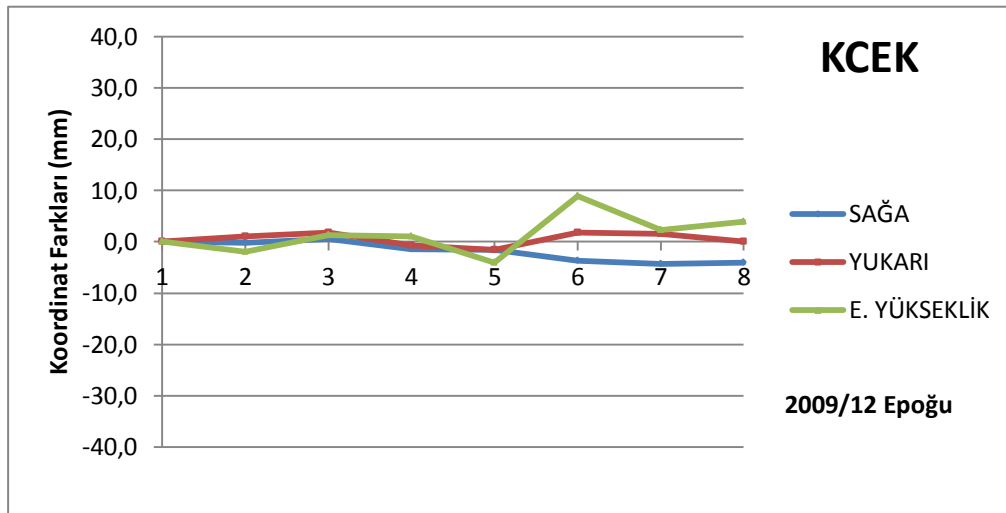
Şekil 6.15 : TERK noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi

Çizelge 6.32: KCEK noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat değerleri

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)
KCEK-1	OCA 2009	481470.1792	4540901.7657	122.9365
KCEK-2	MAR 2009	481470.1790	4540901.7668	122.9346
KCEK-3	HAZ 2009	481470.1798	4540901.7675	122.9378
KCEK-4	ARA 2009	481470.1778	4540901.7650	122.9375
KCEK-5	HAZ 2010	481470.1777	4540901.7641	122.9325
KCEK-6	KAS 2010	481470.1755	4540901.7675	122.9454
KCEK-7	HAZ 2011	481470.1749	4540901.7672	122.9388
KCEK-8	ARA 2011	481470.1751	4540901.7657	122.9404

Çizelge 6.33: KCEK noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat farkları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)
1	0.0	0.0	0.0
2	-0.2	1.1	-1.9
3	0.6	1.8	1.3
4	-1.4	-0.7	1.0
5	-1.5	-1.6	-4.0
6	-3.7	1.8	8.9
7	-4.3	1.5	2.3
8	-4.1	0.0	3.9



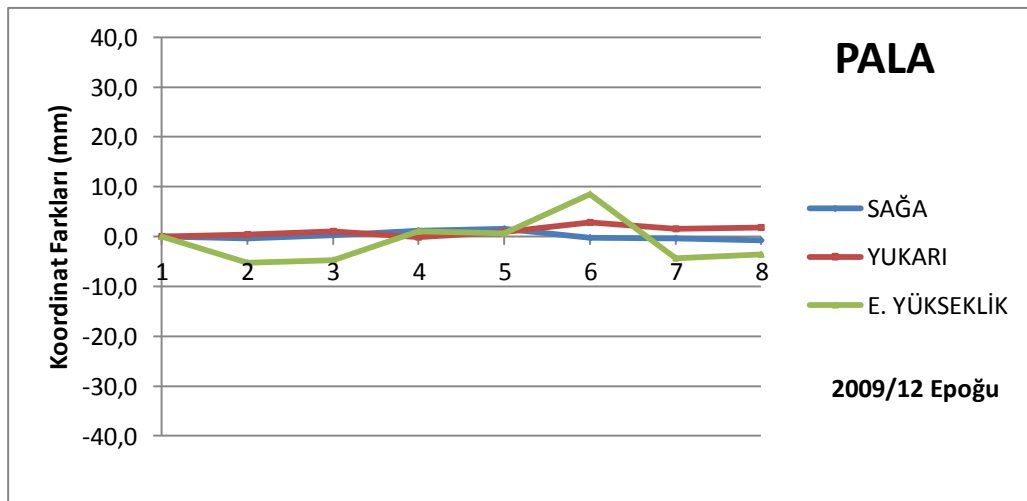
Şekil 6.16 : KCEK noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi

Çizelge 6.34: PALA noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat değerleri

NOKTA ADI- EPOK	ÖLÇME ZAMANLARI	SAĞA(m)	YUKARI(m)	h (m)
PALA-1	OCA 2009	496908.0655	4550160.6461	170.5847
PALA-2	MAR 2009	496908.0651	4550160.6465	170.5794
PALA-3	HAZ 2009	496908.0658	4550160.6472	170.5800
PALA-4	ARA 2009	496908.0667	4550160.6460	170.5857
PALA-5	HAZ 2010	496908.0670	4550160.6470	170.5854
PALA-6	KAS 2010	496908.0653	4550160.6489	170.5932
PALA-7	HAZ 2011	496908.0651	4550160.6476	170.5804
PALA-8	ARA 2011	496908.0648	4550160.6479	170.5811

Çizelge 6.35: PALA noktasının 2009/12 epoklarındaki koordinat farkları

PERİYOT	SAĞA(mm)	YUKARI(mm)	h (mm)
1	0.0	0.0	0.0
2	-0.4	0.4	-5.3
3	0.3	1.1	-4.7
4	1.2	-0.1	1.0
5	1.5	0.9	0.7
6	-0.2	2.8	8.5
7	-0.4	1.5	-4.3
8	-0.7	1.8	-3.6



Şekil 6.17 : PALA noktasının 2009/12 epoklarındaki hareketi

İSKİ UKBS ağı referans noktalarının ölçme epoklarında ki koordinatları netcad'e aktarılarak noktalarının hareketi gözlemlendi.
Şekil 6.18'de verilmiştir.



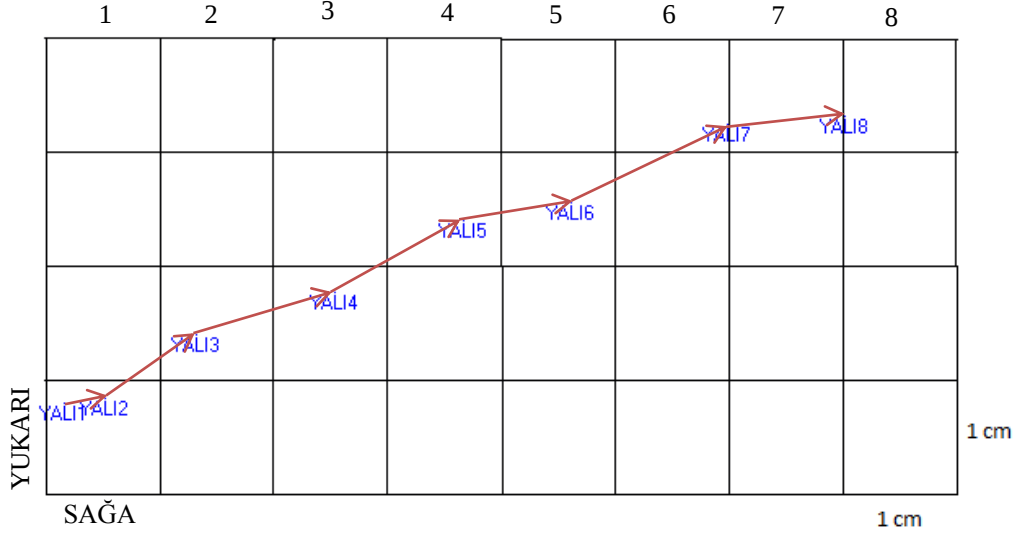
Şekil 6.18 :Ölçme epoklarındaki yer değişimleri

2009 epoğuna taşınan yani kıtasal hareketin elimine edildiği koordinatlar da netcad e atılarak hareketlerin yönü belirlendi. Şekil 6.19’da verilmiştir.

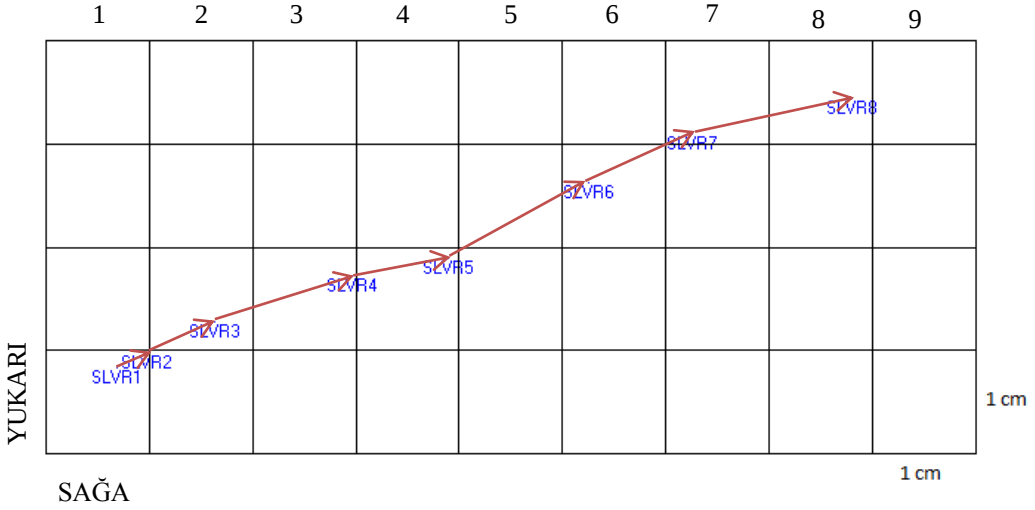


Şekil 6.19 : 2009/12 epoklarındaki yer değiştirmeler

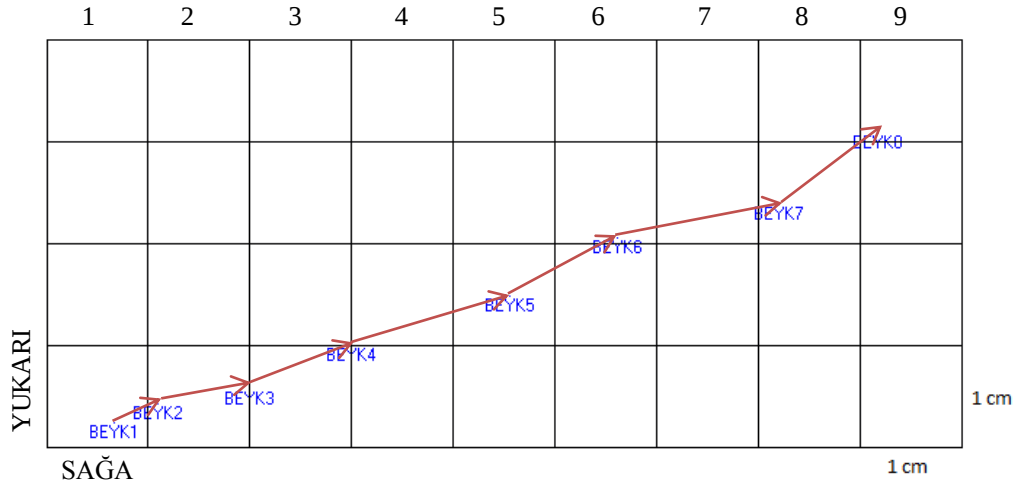
İSKİ UKBS ağı referans noktalarının ölçme epoklarında zaman içerisinde yaptığı hareketi yorumlamak için noktaların zamansal hareketini gösteren haritalar şekil 6.20, 6.22, ..., 6.27’da verilmiştir.



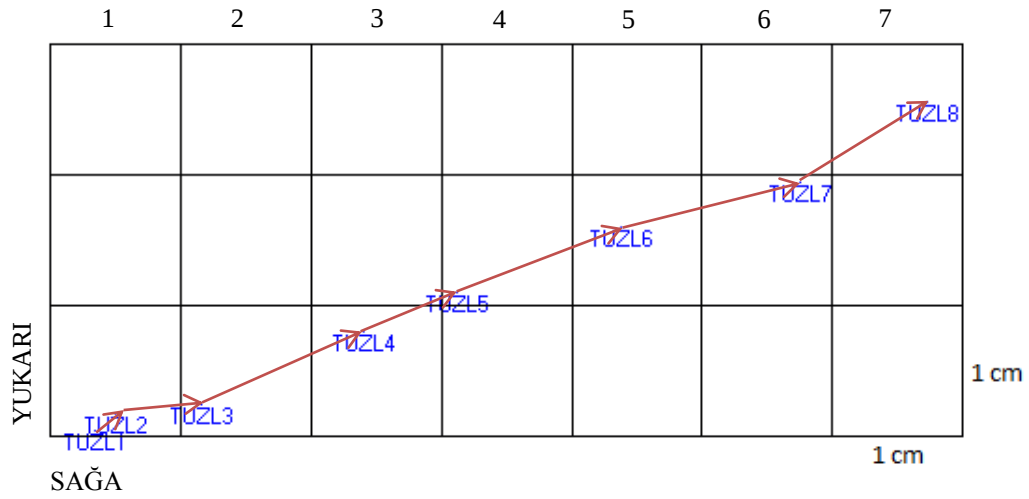
Şekil 6.20: Ölçme epoklarında YALI noktası yer değiştirmesi



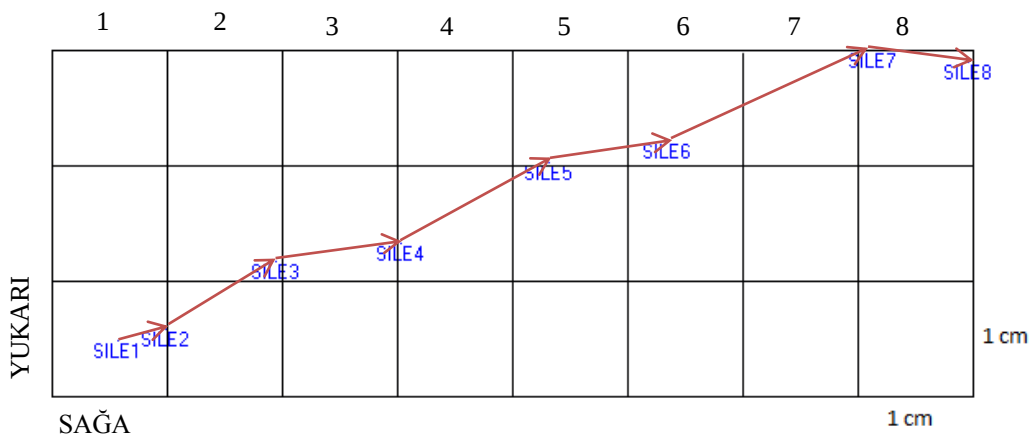
Şekil 6.21: Ölçme epoklarında SLVR noktası yer değiştirmesi



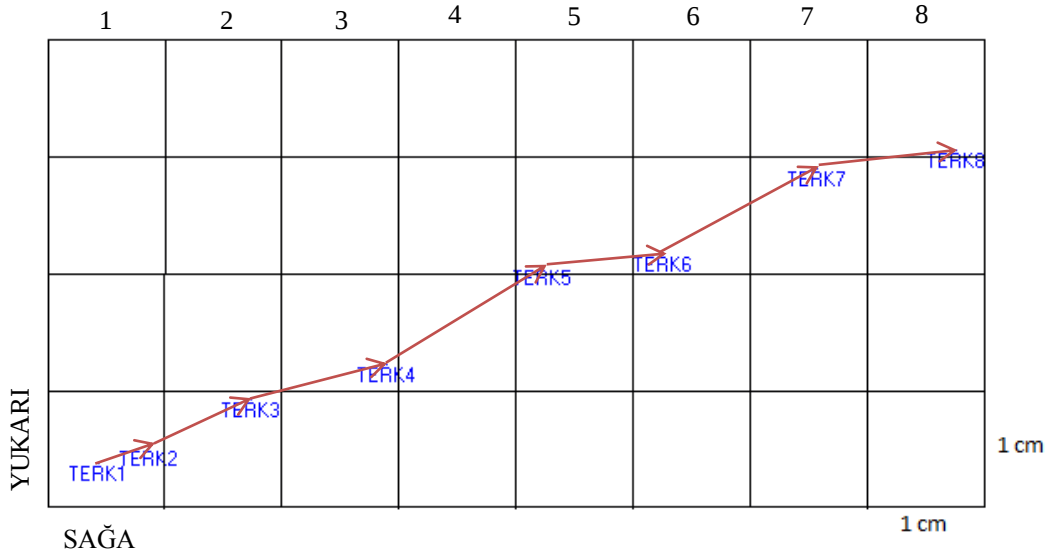
Şekil 6.22: Ölçme epoklarında BEYK noktası yer değiştirmesi



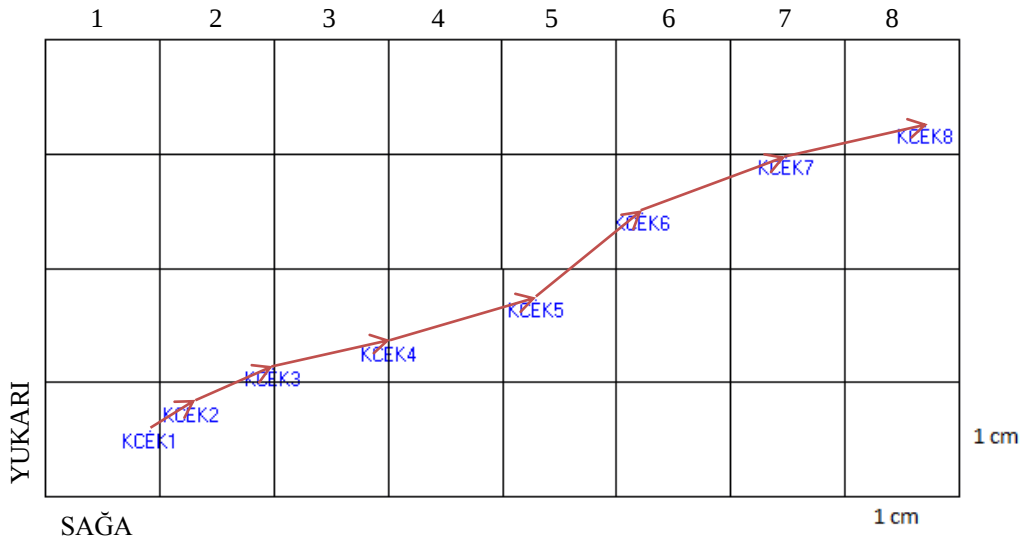
Şekil 6.23: Ölçme epoklarında TUZL noktası yer değiştirmesi



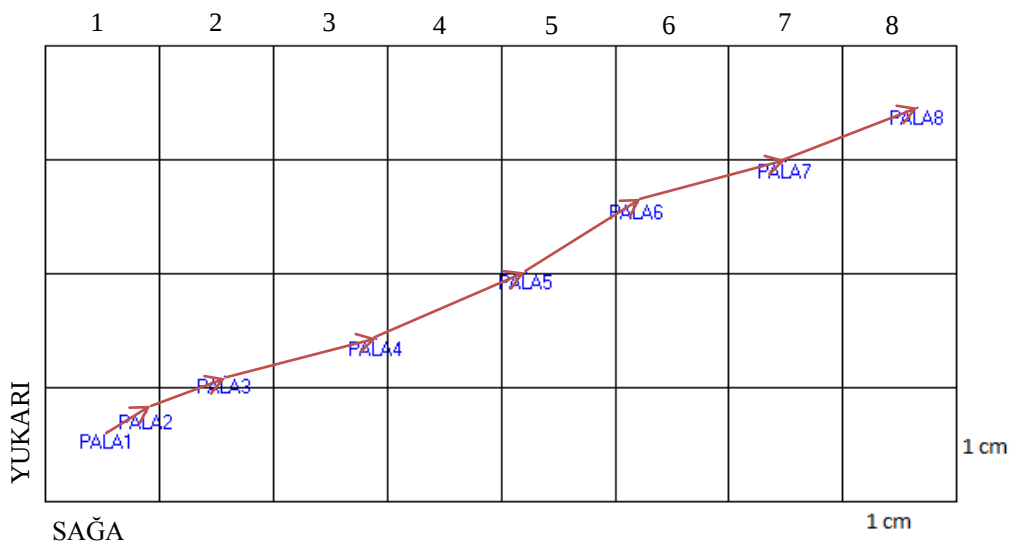
Şekil 6.24: Ölçme epoklarında SILE noktası yer değiştirmesi



Şekil 6.25: Ölçme epoklarında TERK noktası yer değiştirmesi

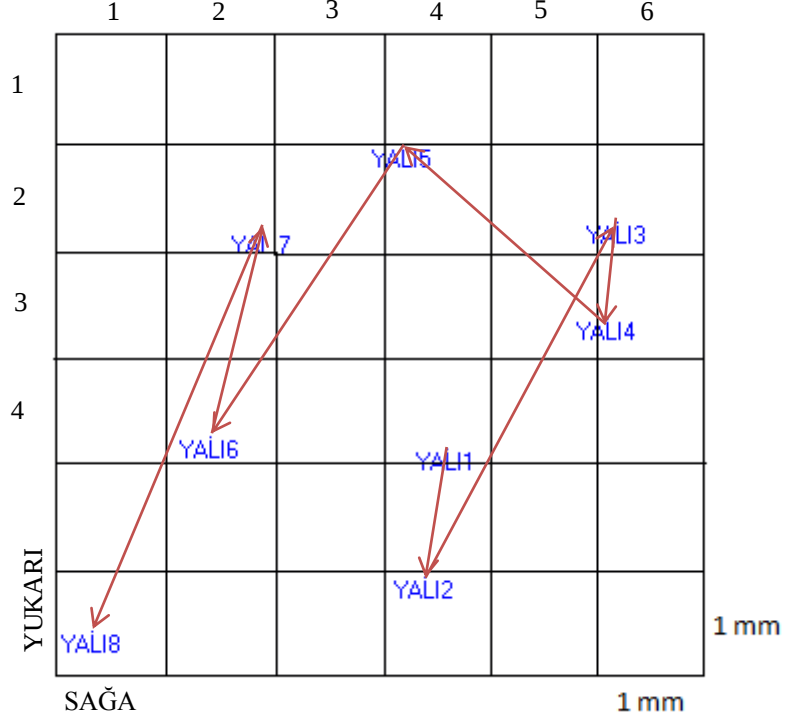


Şekil 6.26: Ölçme epoklarında KCEK noktası yer değiştirmesi

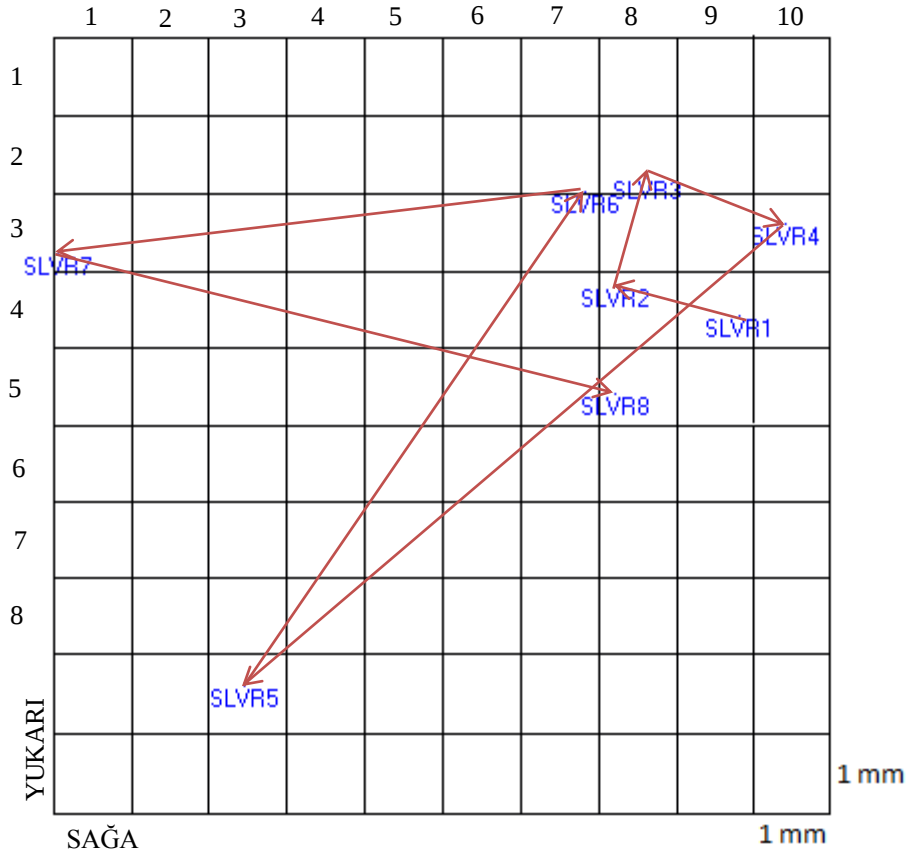


Şekil 6.27: Ölçme epoklarında PALA noktası yer değiştirmesi

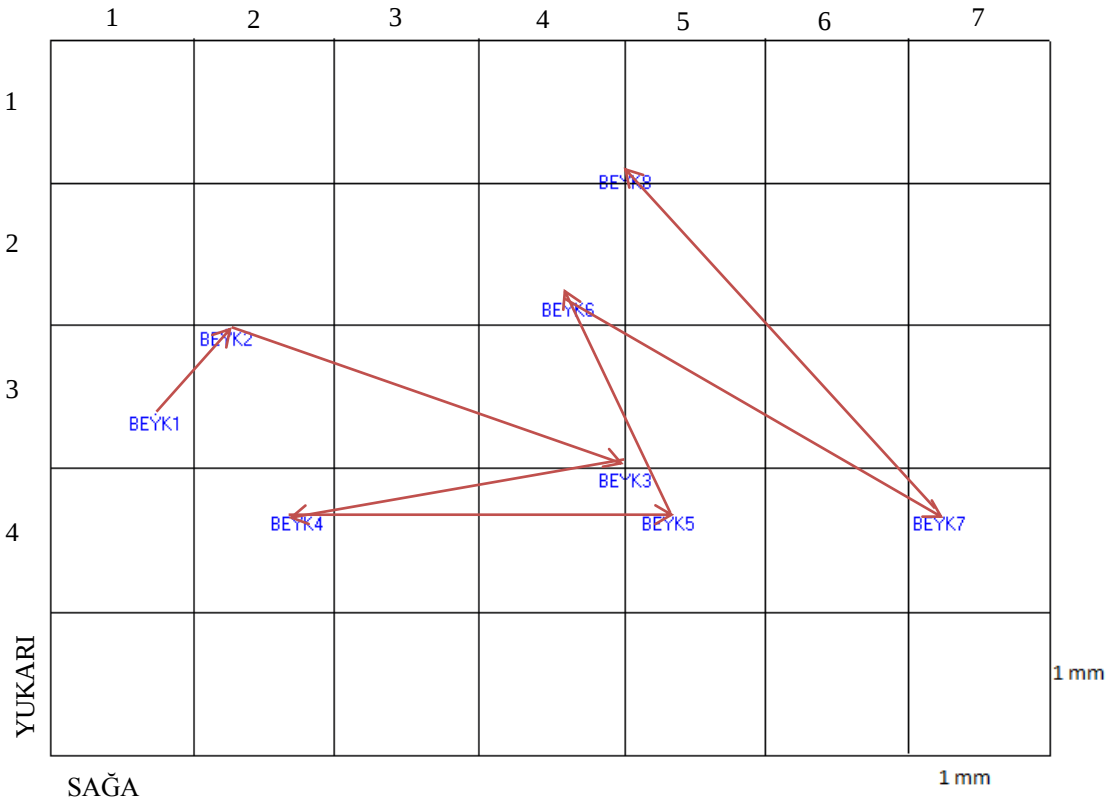
İSKİ UKBS ağı referans noktalarının 2009/12 epoklarında zaman içerisinde yaptığı hareketi yorumlamak için noktaların zamansal hareketini gösteren haritalar şekil 6.28, 6.29, ..., 6.35’de verilmiştir.



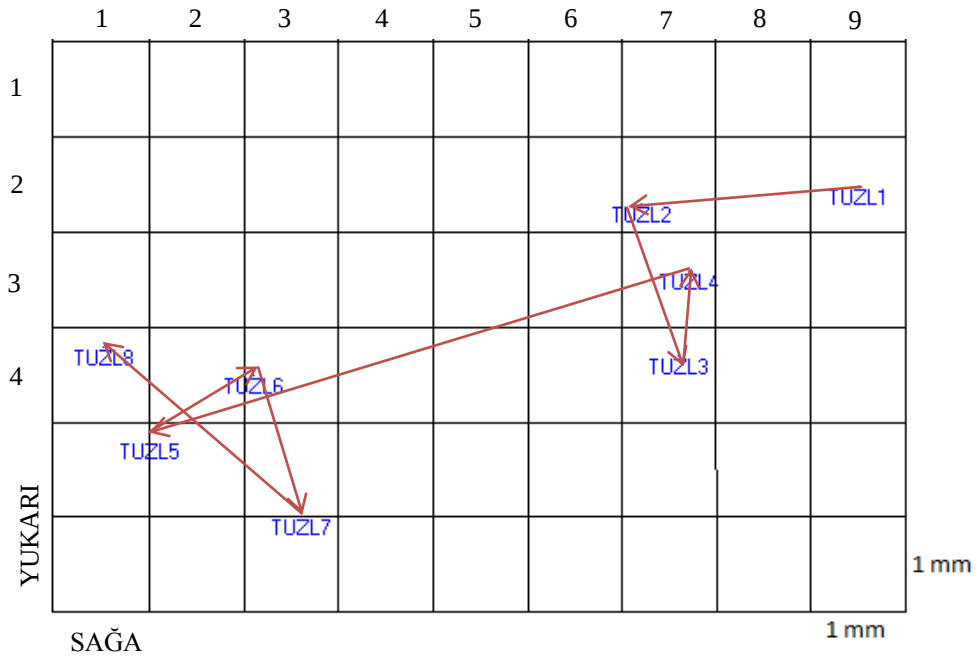
Şekil 6.28: 2009/12 epoklarında YALI noktası yer değiştirmesi



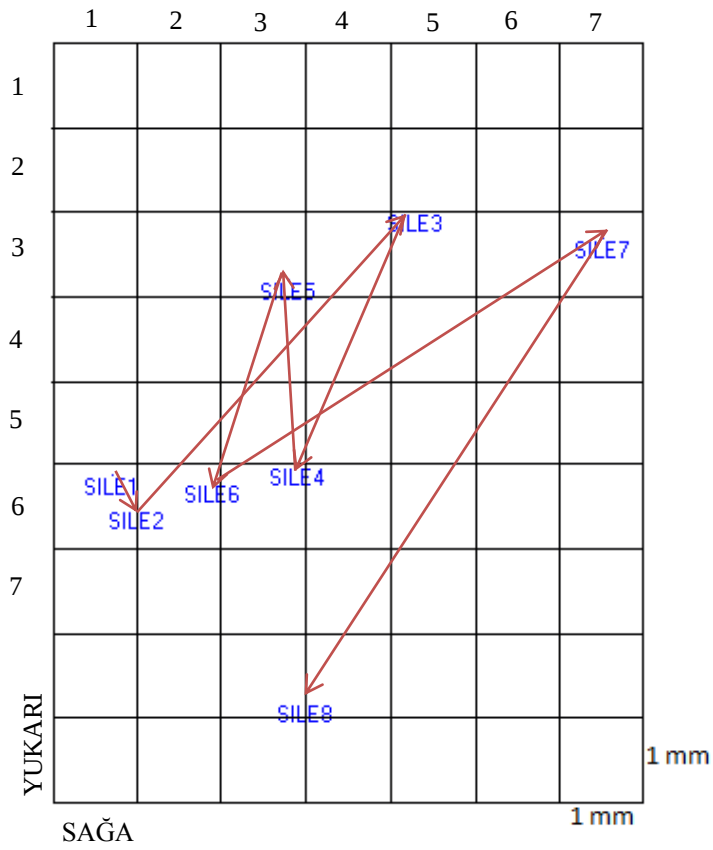
Şekil 6.29: 2009/12 epoklarında SLVR noktası yer değiştirmesi



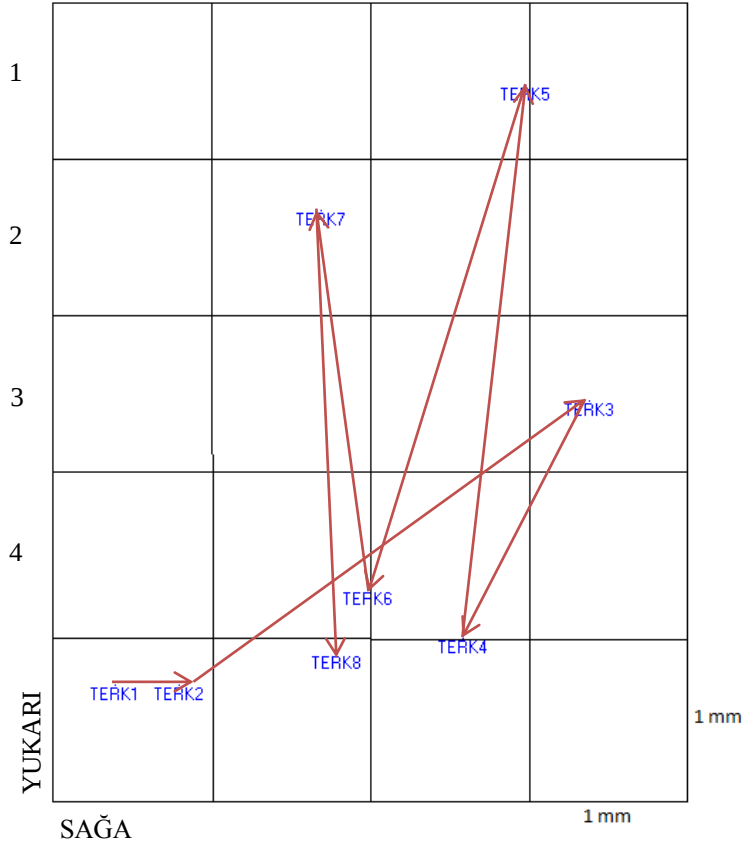
Şekil 6.30: 2009/12 epoklarında BEYK noktası yer değiştirmesi



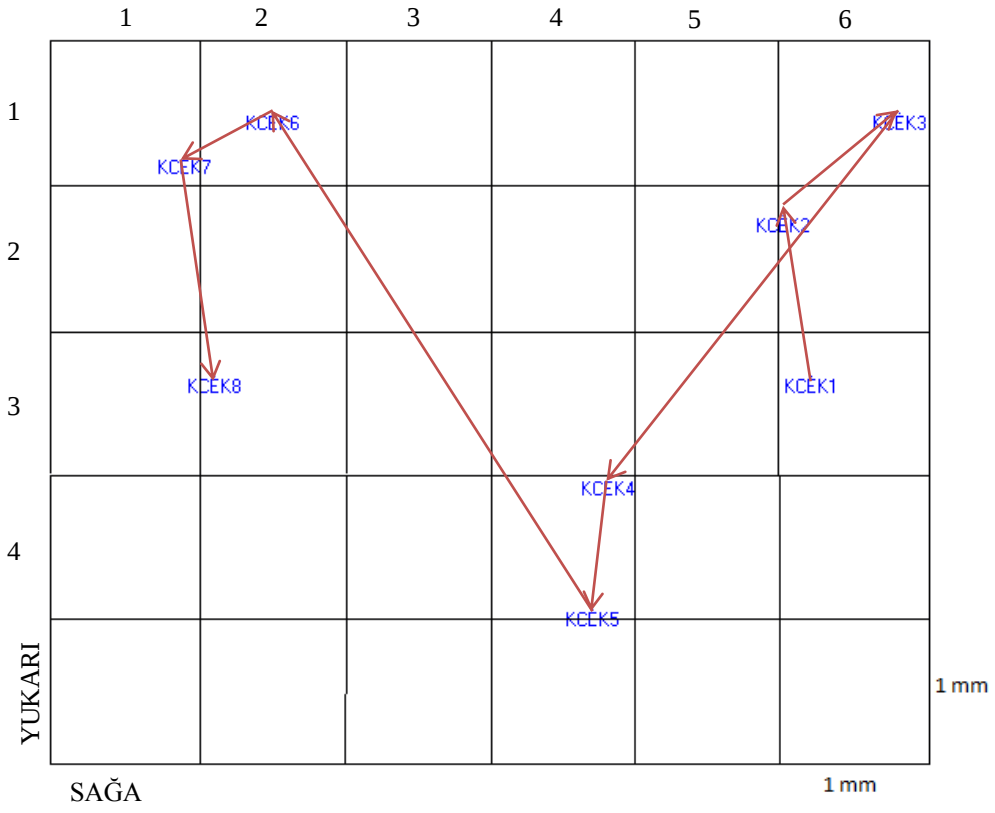
Şekil 6.31: 2009/12 epoklarında TUZL noktası yer değıştirmesi



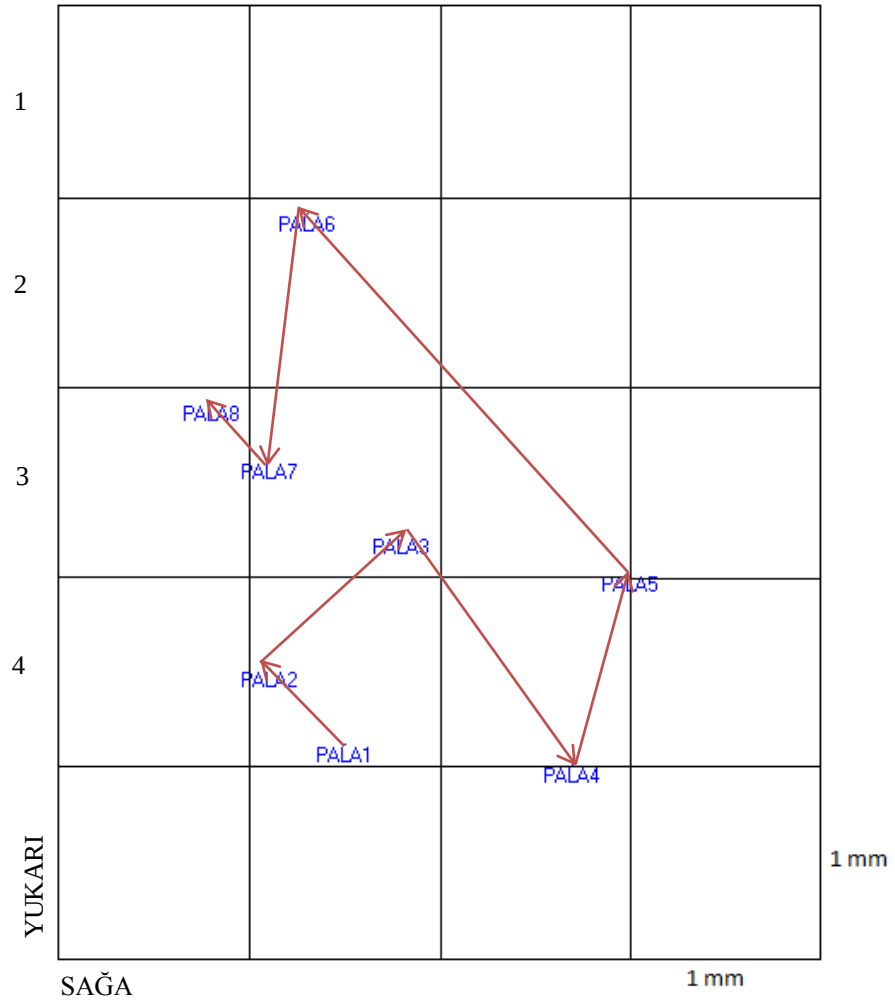
Şekil 6.32: 2009/12 epoklarında SİLE noktası yer değıştirmesi



Şekil 6.33: 2009/12 epoklarında TERK noktası yer değiştirmesi



Şekil 6.34: 2009/12 epoklarında KCEK noktası yer değiştirmesi



Şekil 6.35: 2009/12 epoklarında PALA noktası yer değıştirmesi

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

İSKİ UKBS Ağı referans noktaları 8 farklı zamanda elde edilen 24 saatlik verileri Leica Geo Office programında değerlendirilerek İSTA noktasına dayalı olarak dengelenmiştir. İlk olarak ölçme epoklarındaki koordinatlar elde edilmiş olup daha sonra İSTA noktasının ITRF 2005 datum ve 2005.0 epoğundaki hızları ve koordinatları kullanılarak ilk veri günü olan 2009/12 epoğuna taşınan koordinatlar elde edilmiştir. Bu şekilde İSKİ UKBS jeodezik ağının ölçme epoklarındaki hareketleri ve yıllık ortalama 2-3 cm olağan hareketleri dışında ki hareketleri tespit edilip irdelenmiştir. Çizelge 6.36'da son ölçme epoğu ile ilk ölçme epoğu farkları gösterilmiştir.

Çizelge 6.36: Son ölçme epoğu ile ilk ölçme epoğu arasındaki farklar

<i>SON ÖLÇME EPOĞU İLE İLK ÖLÇME EPOĞU KOORDİNAT FARKI</i>			
<i>NOKTA ADI-EPOK</i>	<i>SAĞA(mm)</i>	<i>YUKARI(mm)</i>	<i>h (mm)</i>
BEYK	75.2	28.4	-7.8
KCEK	67.9	26.6	5.6
PALA	71.1	28.5	-1.6
SILE	74.0	24.2	-25.7
SLVR	71.1	26.1	27.4
TERK	73.2	26.8	-3.0
TUZL	63.8	25.1	-19.1
YALI	68.5	25.1	-3.9

İncelenen yaklaşık 3 yıllık periyotta ölçme epoklarında ortalama kıtasal hareketin 6-9 cm arasında gerçekleşmesi beklenir. Noktaların sağa yukarı koordinat değerleri farkından olağan dışı bir hareket olmadığı gözlemlenmiştir. Fakat elipsoidal yüksekliklerde BEYK, PALA, SILE, TERK, TUZL ve YALI noktalarında batma olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak KCEK ve SLVR noktalarında ise çıkma gözlemlenmiştir. Noktalarda gözlemlenen ciddi batma çıkmaların mevsimlere göre incelenmesi sonuçların anlamlı yorumlanmasına katkı sağlayacaktır.

İSTA noktası kullanılarak 2009/12 epoğuna taşınan, yani kıtasal hareketten arındırılan İSKİ UKBS Ağı referans noktalarının son periyot ile ilk periyot arasındaki koordinat farkları tespit edilmiştir.

Çizelge 6.37: 2009/12 epoğunda son periyot ile ilk periyot koordinat farkları

<i>2009/12 EPOĞUNDA SON PERİYOT İLE İLK PERİYOT ARASINDA KOORDİNAT FARKI</i>			
<i>NOKTA ADI- EPOK</i>	<i>SAĞA(mm)</i>	<i>YUKARI(mm)</i>	<i>h (mm)</i>
BEYK	3.3	1.7	-9.9
KCEK	-4.1	0.0	3.9
PALA	-0.7	1.8	-3.6
SILE	2.3	-2.7	-28.2
SLVR	-0.8	-0.5	26.3
TERK	1.4	0.2	-4.9
TUZL	-8.0	-1.7	-21.2
YALI	-3.3	-1.7	-5.4

Çizelge 6.37’te gösterildiği üzere, TUZL noktası sağa değerinde 8mm’lik bir hareket gözlemlenmiştir. Buna ek olarak SILE, SLVR ve TUZL noktaları elipsoidal yüksekliklerinde ortalama 25mm’lik çıkma ve batmalar gözlemlenmiştir. Bu batma çıkma değerlerinin mevsimsel etkilere göre incelenip değerlendirilmesi daha sonuçları daha anlamlı hale getirecektir.

KAYNAKLAR

- Bonhoure, B., Boulonger, C., and Legenne, J.,** (2009). GPS-GIOVE Mixed PVT Experimentation, ION GNSS 2009, Galileo Signal Structure Gps-Galileo Interoperability and PPP and Network-Based RTK-2 Sessions, Savannah, Georgia, USA, September 22-25
- Çelik R. N.** (2010) İTÜ GPS Technique Lectures, , İstanbul
- Gülal E.** (2009). İski Uydu Konum Belirleme Sistemi (UKBS) Kurulması ve Deformasyon Ölçmeleri 1. Rapor, İstanbul.
- Kahveci M.** (2009). Kinematik GNSS ve RTK CORS Ağları, Ankara.
- Kahveci M. Yıldız F.** (2009). GPS/GNSS Uydularla Konum Belirleme Sistemleri, Ankara.
- Kara, T.** (2013). TUSAGA-Aktif Sempozyumu Haziran 2013, TUSAGA-Aktif Çalışma Esasları
- Karagöz H.** (2008). Gerçek Zamanlı İski Sabit GNSS ,Ağı Kurulumu Proje Raporu, İSGA-R03, İstanbul.
- Lainez, M. D., and Romay, M. M.** (2009). OD&TS Process Evolution Based on Interoperability Between Different Navigation Satellite Systems, ION GNSS 2009, Enhanced and Developing Systems Session, Savannah, Georgia, USA, September 22-25
- Zhang, Y., Lee, S., and Chen, C.** (2009). Achieving Sub 20 cm Autonomous Positioning Accuracy Using Nexteg PAD Dual-frequency Receivers, ION GNSS 2009, New Product Announcements Session, Savannah, Georgia, USA, September 22-25.
- Walter, T., Blanch, J., and Enge, P.,** (2010). Future Augmented-Improvement for Dual-Frequency SBAS. GPS World. Vol. 21, no. 3, pp. 28-35
- Url-1** <<http://www.wikipedia.org>> , alındığı tarih: 01.12.2014.
- Url-2** <<http://ukbs.iski.gov.tr>> , alındığı tarih: 02.12.2014.
- Url-3**<<http://www.topconpositioning.co.uk/network-gnss/gnss-network-infrastructure/net-g3a/>> , alındığı tarih: 05.12.2014
- Url-4**<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/be/Sputnik_asm.jpg> , alındığı tarih: 05.12.2014
- Url-7**<http://geoshack.com.c25.sitepreviewer.com/TC_Antennas_GPS.cfm> , alındığı tarih: 05.12.2014

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Hatice Şule POSTACI TEMİZ

Doğum Yeri ve Tarihi : Kayseri 11.12.1986

E-Posta : sulepostaci@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2010, İTÜ, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü
- **Yükseklisans** : 2015, İTÜ, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, Geomatik Mühendisliği Program

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- **09.2010-02.2011** : Çağdaş Harita Mühendislik Şirketi'nde Geomatik Mühendisi
- **03.2011-01.2012** : Yetkin Gayrimenkul Değerleme ve Danışmanlık A.Ş.'de Gayrimenkul Değerleme Uzman Yardımcısı
- **01.2012-11.2012** : Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Geomatik Mühendisliği Bölümü Jeodezi Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi
- **03.2013- Halen** : Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Kadastro Daire Başkanlığı Taşınmaz Değerleme Biriminde Tapu Kadastro Uzman Yrd. Olarak çalışmaya devam ediyorum.

