



**T.C.**  
**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**CORS İSTASYONLARININ SAYI VE YÖNSEL FAKTÖRLERİNİN STATİK  
AĞ DENGELEMESİNDE KONUM DOĞRULUĞUNA ETKİSİ**

**TAHA KAĞAN AYDIN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Aralık-2016**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Taha Kağan AYDIN tarafından hazırlanan “CORS İSTASYONLARININ SAYI VE YÖNSEL FAKTÖRLERİNİN STATİK AĞ DENGELEMESİNDE KONUM DOĞRULUĞUNA ETKİSİ” adlı tez çalışması ...../...../..... Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan/Danışman

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI

.....

#### Üye

Yrd. Doç. Dr. Salih ALÇAY

.....

#### Üye

Yrd.Doç. Dr. Kutalmış GÜMÜŞ

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ahmet COŞKUN

F.B.E. Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work

Taha Kağan AYDIN

Tarih:

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

# CORS İSTASYONLARININ SAYI VE YÖNSEL FAKTÖRLERİNİN STATİK AĞ DENGELEMESİNDE KONUM DOĞRULUĞUNA ETKİSİ

**Taha Kağan AYDIN**

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. İbrahim KALAYCI**

**2016, vi + 52 Sayfa**

**Jüri**

**Başkan: Prof. Dr. İbrahim KALAYCI**

**Üye: Yrd. Doç. Dr. Salih ALÇAY**

**Üye: Yrd.Doç. Dr. Kutalmış GÜMÜŞ**

Bu çalışmada TUSAGA-AKTİF CORS ağı içerisinde tek noktaya dayalı statik oturum doğruluğu birkaç faktör göz önüne alınarak analiz edilmiştir. Çalışmada TUSAGA-AKTİF CORS ağı içerisinde Doğu, İç Anadolu ve Ege bölgeleri seçilmiştir. Bu bölgelerde rover (hareketli) alıcısını temsil eden 3 adet CORS istasyonu ve bu istasyonların çevresinde dengelemede koordinatları sabit kabul edilecek toplam 13 adet kontrol istasyonunun 2015 yılı Haziran ayının 152. gününden 161. gününe kadar seçilmiş 24 saatlik ve ard arda gelen 10 günlük RINEX verileri Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü resmi internet sitesinden indirilmiştir. GIPSY OASİS akademik yazılımı kullanılarak bu istasyonların doğru kabul edilecek koordinatları ITRF 2008 ölçü epoğunda (10 günün ortalaması alınacak şekilde) belirlenmiştir. İndirilmiş olan RINEX verileri LEICA Geo Office ticari yazılımı ile her güne ait 24 saatlik rinexler 2'şer 4'er ve 6'şar saatlik birbirini örtmeyecek şekilde (2 saat için: 00-02, 02-04, 4 saat için:00-04, 04-08; 6 saat için:00-06, 06-12 vb) zaman dilimlerine bölerek bütün bazlar için ayrı ayrı process'ler yapılmıştır. Processler her bölgede aynı tek noktaya dayalı zorlamasız dengeleme şeklinde yapılmıştır. Dengeleme sonucu elde edilen Kartezyen Koordinatlar ile GIPSY yazılımı ile elde edilen gerçek koordinatlar arasındaki farklar toposentrik koordinatlara (kuzey, doğu, yukarı) çevrilmiş ve karesel ortalama hata (rms) ve varyans değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca kontrol nokta sayısının doğruluğa etkisini incelemek amacıyla İç Anadolu Bölgesinde birden fazla kontrol istasyonu seçerek ek bir çalışma ile sonuçlar incelenmiştir. Bütün bu çalışmalardan elde edilen sonuçlardan; bazların zaman dilimlerine, baz uzunluklarına, yükseklik farklılıklarına, kontrol istasyon sayısına ve yönüne, uyumsuz ölçü sayılarına göre doğruluklarının analizi yapılmıştır. Sonuç itibariyle 60 ile 110 km arasındaki baz uzunluğunun doğruluğa herhangi bir etkisi olmadığı, İç Anadolu bölgesi için Dayalı Dengeleme ile yapılan dengeleme neticesinde kontrol istasyon sayısı arttıkça doğruluğun arttığı ve kontrol istasyonlarının konumlarının dengeleme sonucu rover'in konumuna etkisinin istatistiksel olarak etkisinin olmadığı ortaya çıkmıştır.

**Anahtar kelimeler:** CORS, Dengeleme, Gipsy-Oasis-6.4, GPS, Leica-GeoOffice-8.4, Tusaga-Aktif.

**ABSTRACT**

**MS THESIS**

**ACCURACY INVESTIGATION OF CORS STATIONS' NUMBER AND  
POSITION ON THE NETWORK ADJUSTMENT**

**Taha Kağan AYDIN**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL SCIENCE OF NECMETTİN  
ERBAKAN UNIVERSITY**

**THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN SURVEY ENGINEERING**

**Advisor: Prof. İbrahim KALAYCI**

**2016, vi + 52 Pages**

**Jury**

**Başkan: Prof. Dr. İbrahim KALAYCI**

**Üye: Yrd. Doç. Dr. Salih ALÇAY**

**Üye: Yrd.Doç. Dr. Kutalmış GÜMÜŞ**

In this study, the accuracy of single baseline static accuracy in the TUSAGA-ACTIVE CORS network was analyzed considering several factors. Eastern, Central Anatolia and Aegean regions were selected in the TUSAGA-ACTIVE CORS network. In these regions, 3 CORS stations representing the rover (receiver) and a total of 13 control stations in which the coordinates in the vicinity of these stations are regarded as stationary will be selected. From the 152th day of June 2015 until the 161st day of the year 2015, 24 hours and 10 consecutive days of RINEX data And the General Directorate of Cadaster has been downloaded from the official website. By using the GIPSY OASIS academic software, the assumed true coordinates of these stations have been determined in the ITRF 2008 in survey epoch (10 days averaging). Downloaded RINEX data with LEICA Geo Office commercial software 24 hours of rinex of every day for 2 hours in 4 hours and 6 hours in a non-overlapping sessions (for 2 hours: 00-02, 02-04, for 4 hours: 00-04 , 04-08; for 6 hours: 00-06, 06-12, etc.). Processes are conducted with minimally constrained adjustment in each region. The differences between the Cartesian Coordinates obtained by the commercial software and the assumed true coordinates obtained by the GIPSY software are transformed into the tropospheric coordinates (north, east, vertical) and the root mean square error (rms) and variance values are calculated. Furthermore, in order to investigate the effect of the number of control points on the accuracy, an additional study was carried out by selecting more than one control stations in Central Anatolia Region. From the results obtained from all these studies; Investigations are performed w.r.t. the baseline lengths, elevation differences, number of control stations and directions, and the outliers. As a result, there is no effect on the accuracy of base length between 60 and 110 km, it is found that as the number of control stations increases the accuracy increases with constrained adjustment for Central Anatolia region and also the position of the control stations doesn't statistically effect the accuracy of the rover.

**Keywords:** Adjustment, CORS, Gipsy-Oasis-6.4, GPS, Leica-GeoOffice-8.4,TUSAGA-AKTİF.

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının hazırlanma sürecinde bana yol gösteren, bilgisi ve tecrübesini paylaşan tez danışmanım, Sayın PROF. Dr. İbrahim KALAYCI hocama en içten teşekkürlerimi sunar ve bana desteklerini esirgemeyen Araş. Gör. Salih Sermet ÖĞÜTCÜ'ye teşekkür ederim.

Bunun yanında bütün eğitim hayatım boyunca beni destekleyen ve yüreklendiren aileme sonsuz minnetlerimi sunarım.



# İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
1.GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	6
3.1. Kullanılan Yazılımlar .....	6
3.1.1. GİPSY OASİS 6.4 Yazılımı ile Nokta Koordinatı Belirleme .....	6
3.1.2. LEICA GEO OFFICE 8.4 Yazılımı ile Nokta Koordinatı Belirleme .....	7
4. GNSS ÖLÇME YÖNTEMLERİ .....	9
4.1. Statik Yöntem.....	9
4.2. Kinematik Yöntem.....	9
4.3. Ağ Bazlı RTK .....	9
4.4. TUSAGA-AKTİF CORS-TR Ağı.....	10
4.5. Statik Ölçümlerde Baz Değerlendirmesi.....	12
4.5.1. Tekli Farklar ( Single Differences) .....	14
4.5.2. İkili Farklar (Double Differences) .....	14
4.5.3. Üçlü Farklar (Triple Differences).....	14
4.6. Post-Process Yazılımlar .....	14
4.6.1. Leica Geo Office (LGO) Ticari Yazılımı.....	15
4.6.2. GIPSY OASIS Bilimsel Yazılımı .....	15
4.6.3. Ticari ve Bilimsel Yazılımların Genel Özelliklerinin Karşılaştırılması .....	16
5. AĞ DENGELEMESİ .....	18
5.1. Serbest Ağ Dengelemesi.....	18
5.2. Dayalı Ağ Dengelemesi .....	19
6. UYGULAMA VE VERİ ANALİZİ .....	20
6.1. Varyans Analizi f Anlamlılık Testi .....	21
6.2. Uyuşumsuz Ölçü Testi .....	34
7. SONUÇLAR .....	48
KAYNAKLAR .....	50
ÖZGEÇMİŞ.....	52

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Kısaltmalar

BÖHYH	: Büyük Ölçekli Halihazır Yapım Yönetmeliği
CORS	: Continuously Operating Reference Stations
GIPSY-OASIS	: GNSS-Inferred Positioning System and Orbit Analysis Simulation Software
GLONASS	: Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema
GNSS	: Global Navigation Satellite Systems
GPS	: Global Positioning System
HGK	: Harita Genel Komutanlığı
İKÜ	: İstanbul Kültür Üniversitesi
LGO	: Leica Geo Office
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
TUSAGA-AKTİF	: Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağları
TKGM	: Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Ağ Bazlı RTK Konsepti.....	10
Şekil 6.1. Çalışma kapsamında belirlenen TUSAGA-AKTİF noktaları.....	20
Şekil 6.2. YENC_154. gün için DOP değerleri ve uydu görünürlük sayıları.....	39
Şekil 6.3. NEVS_154. gün için DOP değerleri ve uydu görünürlük sayıları .....	39
Şekil 6.4. MLZ_154. gün için DOP değerleri ve uydu görünürlük sayıları .....	40
Şekil 6.5. Ölçümlerin doğu bölgesi 2 saat için hata dağılımı.....	40
Şekil 6.6. Ölçümlerin doğu bölgesi 4 saat için hata dağılımı.....	41
Şekil 6.7. Ölçümlerin doğu bölgesi 6 saat için hata dağılımı.....	41
Şekil 6.8. Ölçümlerin kuzey bölgesi 2 saat için hata dağılımı.....	42
Şekil 6.9. Ölçümlerin kuzey bölgesi 4 saat için hata dağılımı.....	42
Şekil 6.10. Ölçümlerin kuzey bölgesi 6 saat için hata dağılımı.....	43
Şekil 6.11. Ölçümlerin yukarı yönde 2 saat için hata dağılımı.....	43
Şekil 6.12. Ölçümlerin yukarı yönde 4 saat için hata dağılımı.....	44
Şekil 6.13. Ölçümlerin yukarı yönde 6 saat için hata dağılımı .....	44
Şekil 6.14. Ölçümlerin 2 boyutta 2 saat için RMS grafiği .....	45
Şekil 6.15. Ölçümlerin 2 boyutta 4 saat için RMS grafiği .....	45
Şekil 6.16. Ölçümlerin 2 boyutta 6 saat için RMS grafiği .....	46
Şekil 6.17. Ölçümlerin yukarı yönde 2 saat için RMS grafiği.....	46
Şekil 6.18. Ölçümlerin yukarı yönde 4 saat için RMS grafiği.....	47
Şekil 6.19. Ölçümlerin yukarı yönde 6 saat için RMS grafiği.....	47

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 3.1.</b> Toplam process sayıları.....	7
<b>Çizelge 6.1.</b> 64 km ile 73 km arası baz uzunlukları için f anlamlılık testi(2h).....	22
<b>Çizelge 6.2.</b> 74 km ile 84 km arası baz uzunlukları için f anlamlılık testi(2h).....	23
<b>Çizelge 6.3.</b> 104 km ve 107 km baz uzunlukları için f anlamlılık testi(2h).....	23
<b>Çizelge 6.4.</b> 64 km ile 73 km arası baz uzunlukları için f anlamlılık testi(4h).....	24
<b>Çizelge 6.5.</b> 74 km ile 84 km arası baz uzunlukları için f anlamlılık testi(4h) .....	25
<b>Çizelge 6.6.</b> 104 km ve 107 km baz uzunlukları için f anlamlılık testi(4h).....	25
<b>Çizelge 6.7.</b> 64 km ile 73 km arası baz uzunlukları için f anlamlılık testi(6h).....	26
<b>Çizelge 6.8.</b> 74 km ile 84 km arası baz uzunlukları için f anlamlılık testi(6h) .....	27
<b>Çizelge 6.9.</b> 104 km ve 107 km baz uzunlukları için f anlamlılık testi(6h).....	27
<b>Çizelge 6.10.</b> İkili bazlarda f anlamlılık testi(2h).....	28
<b>Çizelge 6.11.</b> İkili bazlarda f anlamlılık testi(2h).....	28
<b>Çizelge 6.12.</b> İkili bazlarda f anlamlılık testi(2h).....	29
<b>Çizelge 6.13.</b> İkili bazlarda f anlamlılık testi(4h).....	29
<b>Çizelge 6.14.</b> İkili bazlarda f anlamlılık testi(4h).....	30
<b>Çizelge 6.15.</b> İkili bazlarda f anlamlılık testi(4h).....	30
<b>Çizelge 6.16.</b> İkili bazlarda f anlamlılık testi(6h).....	31
<b>Çizelge 6.17.</b> İkili bazlarda f anlamlılık testi(6h).....	31
<b>Çizelge 6.18.</b> İkili bazlarda f anlamlılık testi(6h).....	32
<b>Çizelge 6.19.</b> 64 km ile 73 km arası 2 saatten 6 saate f anlamlılık testi.....	32
<b>Çizelge 6.20.</b> 74 km ile 84 km arası 2 saatten 6 saate f anlamlılık testi.....	33
<b>Çizelge 6.21.</b> 104 km ve 107 km 2 saatten 6 saate f anlamlılık testi.....	34
<b>Çizelge 6.22.</b> Uyuşumsuz ölçü sayılarının tekli bazlar için saat dilimlerindeki yoğunluğu.....	35
<b>Çizelge 6.23.</b> Uyuşumsuz ölçü sayılarının ikili bazlar için saat dilimlerindeki yoğunluğu.....	36
<b>Çizelge 6.24.</b> Uyuşumsuz ölçü sayılarının tekli bazlar için process günleri arasındaki dağılımı.....	36
<b>Çizelge 6.25.</b> Uyuşumsuz ölçü sayılarının ikili bazlar için process günleri arasındaki dağılımı.....	37
<b>Çizelge 6.26.</b> Uyuşumsuz ölçü sayılarının tekli bazlar arasındaki dağılımı.....	38
<b>Çizelge 6.27.</b> Uyuşumsuz ölçü sayılarının ikili bazlar arasındaki dağılımı.....	38

## 1.GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile klasik yöntemlerle konum belirleme tekniklerinin yerini uydu bazlı GNSS/GPS sistemi almıştır. İlk başlarda askeri amaçlar için kullanılan bu sistem zamanla sivil kullanımda açılmış ve GNSS sistemleri bütün dünyada kullanılmaya başlanmıştır. Ülkemizde bu sistemden yararlanmak adına ülke ve bölge bazında nirengi noktaları tesis edilerek GNSS/GPS nirengi ağları kurulmuştur. Türkiye genelinde konumlanmış olan 146 adet istasyon aracılığıyla yapılan ölçümler sonucunda elde edilen ham datalar birtakım bilgisayar yazılımları yardımıyla değerlendirilerek nokta koordinatları hesaplanmaktadır. Söz konusu yazılımlar Akademik ve Ticari olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ticari yazılımlar genellikle çok yüksek doğruluk gerektirmeyen ölçümlerde kullanılmaktadır. Akademik yazılımlar ise üniversitelerin geliştirmiş olduğu çok yüksek doğruluk gerektiren ölçümlerde ve deformasyon ölçümlerinde kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, ülke genelini kapsayacak şekilde Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Ege Bölgesinde belirlenmiş 3 Adet CORS istasyonu (MLZ1, NEVS, YENC), koordinatları hesaplanacak istasyon (rover) olarak kabul edilmiştir. Koordinatları hesaplanacak bu istasyonlar ve bu istasyonların etrafını çevreleyecek şekilde belirlenmiş olan istasyonların 2015 yılı Haziran ayının 152. gününden 161. gününe kadar 24 saatlik ve ard arda gelen 10 günlük RINEX verileri TUSAGA-AKTİF resmi internet sitesinden alınarak veri yeterliliği % 90'ın üzerinde olan günler seçilmiştir. Ayrıca GPS TOOLKIT yazılımı ile L1 ve L2 frekanslarındaki faz sıçramaları giderilerek CORS istasyonları arasında eşit şartların sağlanması hedeflenmiştir. GIPSY OASIS-6.4 akademik yazılımı ile koordinatlarını belirleyeceğimiz 3 Adet CORS istasyonunun ve diğer istasyonların 10 günlük 24 saat process sonucu nokta koordinatlarının ortalaması alınarak yüksek doğrulukta gerçek koordinat değerleri elde edilmiştir.

LEICA GEO OFFICE-8.4 (LGO) ticari yazılımı ile TUSAGA-AKTİF resmi internet sitesinden indirmiş olduğumuz RINEX verileri için 24 saati birbiri ile örtüşmeyecek şekilde 2'şer (00-02, 02-04, vb) 4'er (00-04, 04-08, vb) ve 6 'şar saatlik (00-06, 06-12, vb) zaman dilimlerine bölerek bütün bazlar için tek noktaya dayalı zorlamasız dengeleme yapılmıştır. Dengeleme sonucu elde edilen Kartezyen Koordinatlar ile GIPSY yazılımı ile elde edilen gerçek koordinatlar arasındaki farklar toposentrik koordinatlara (kuzey, doğu, yukarı) çevrilmiş ve karesel ortalama hata (rms)

ve varyans değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca sabit kabul edilen istasyon sayısının doğruluğa etkisini araştırmak amacıyla İç Anadolu Bölgesinde birden fazla istasyon koordinatları değişmez kabul edilerek (kontrol istasyon sayısını arttırarak) ek bir çalışmada yapılmıştır. Bütün bu aşamaları maddeler halinde sıralayacak olursak;

- Dengelemede koordinatları sabit kabul edilen CORS istasyonlarının konumlarının rover'in konum doğruluğuna etkisi,
- Seçilen noktalarla oluşturulan baz uzunluklarının (64-107km) doğruluğa herhangi bir etkisinin olup olmadığı,
- Seçilen CORS istasyonları arasındaki yseklik farklarının doğruluğa etkisinin olup olmadığı,
- Zaman dilimlerinde 2 saatlik oturumdan 6 saatlik oturuma çıktıkça f anlamlılık testine göre bazlar arasındaki farkların anlamlı/anlamsız olup olmadığının analizi,
- Uyuşumsuz l testine göre, 2 saatlik oturumdan 6 saatlik oturuma çıktıkça uyuşumsuz ölçü sayısının değişiminin analizi incelenmiştir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

GPS/GNSS sisteminin klasik yöntemlere göre daha hassas sonuçlar vermesi bu ağ sisteminin Askeri ve Sivil kullanıcılar arasındaki kullanımını arttırmıştır. Uydulardan elde edilen ham datalar bilgisayar yazılımları kullanılarak daha hassas koordinatlar elde etmemizi sağlamaktadır.

Bu tür yazılımlar Akademik ve Ticari olmak üzere ikiye ayrılır. Ticari yazılımlar genellikle orta ölçekli baz mesafelerinde ve çok yüksek doğruluk gerektirmeyen ölçümlerde kullanılmaktadır. Akademik yazılımlar ise üniversitelerin geliştirmiş olduğu çok yüksek doğruluk gerektiren ölçümlerde ve deformasyon ölçümlerinde kullanılmaktadır. Literatürde nokta doğruluğunun bazların uzunluklarına, yükseklik farklılıklarına, kontrol istasyonlarının sayısına ve yönüne göre değişebileceği ile alakalı çalışmalar yapılmıştır. Aşağıda bu tür çalışmalara örnek olarak verilebilecek birtakım çalışmalar hakkında kısa bilgiler verilmiştir.

ABD’de CORS (Continuously Operating Reference Stations) ağında, CORS’u tanıtmak amacıyla yapılan hassas konum belirleme ile ilgili olarak bir dizi test yapılmıştır. Bu testlerin birinde çift frekanslı taşıyıcı faz verileri incelenmiştir. Test ağında 26 km’den 300 km’ye kadar 11 adet baz olup, testte hassas efemeris kullanılmıştır. Oturumlarda gözlem süreleri 1, 2, 4, 6, 8, 12, 24 saat olarak değişmektedir. 24 saatlik gözlemlerde bazların kuzey ve doğu bileşenlerine ait karesel ortalama hatalar  $\pm 0.5$  cm’nin altında, düşey bileşeninde ise  $\pm 1.5$  cm’nin altındadır. 12 saatlik gözlemlerde yatay konum doğruluğu  $\pm 6$  mm, düşey konum doğruluğu  $\pm 21$  mm’dir. Dört oturumda aynı baz 4 bileşenlerine ait karesel ortalama hatalar iki kat azalmaktadır. Sonuç olarak, baz uzunluğunun GPS/GNSS ölçmelerinin duyarlığında çok az bir etkisi olduğu ve sürekli olarak taşıyıcı faz ölçülerinin işlenmesinde hassas efemerisin kullanılması gerektiği bildirilmektedir (Snay ve Miller, 2001).

Bir başka çalışmada ise Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalında Beytullah YALÇIN tarafından 2007 yılında kabul edilen Yüksek Lisans Tezi ile, ölçü sürelerinin nokta konum doğruluğuna etkisi araştırılmıştır. Konya Mücavir alan sınırlarında baz uzunlukları 2.5 km ile 20 km arasında değişen 8 adet noktada eş zamanlı olarak 253 dakika ölçüm yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde ölçü süresi arttıkça Nokta konum doğruluğunun da arttığı görülmüştür. Çalışma bölgesinde Statik Yöntemle yapılan gözlemlerde 60 dakikalık bir

gözlem süresinin istenen konum doğruluğu için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır (Yalçın, 2007).

Çetin ENGİN ve D. Uğur ŞANLI 2007 yılında yaptıkları çalışmada GPS konum belirleme doğruluğunun baz uzunluğundan çok ölçüm süresine bağlı olduğunu ve bunun için IGS hassas yörünge bilgilerinin kullanılması, atmosferik etkilerin belirlenmesi ve Başlangıç Faz Bilinmeyeninin kesin çözümünün yapılması gerektiğini iddia etmişlerdir. Bu nedenle 300 km ile 3000 km arasında çok uzun bazlar seçilmiş ve ölçüler GIPSY-OASIS yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu derece uzun bazlarda bile GPS konum doğruluğunun mesafeden çok ölçüm süresine göre değiştiği sonucuna varılmıştır (Engin ve Şanlı, 2007).

Kemal Ö. HASTAOĞLU ve D. Uğur. ŞANLI tarafından 2005 yılında yapılmış olan bir çalışmada ise GPS Nivelman duyarlılığı üzerinde durulmuş ve duyarlılığın baz uzunluğu, yükseklik farkı ve oturum süresi ile ilişkisi incelenmiştir. Sonuç olarak, noktalar arası yükseklik farkının bulunduğu engebeli alanlarda; GPS Nivelman duyarlılığının noktalar arası baz uzunluğuna ve yükseklik farkına bağlı olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca 10 dakikalık verilerin engebeli arazilerde yeterli duyarlılığı vermediği gözlemlenmiştir 30 dakikalık verilerin ise  $< 7$  km baz uzunluğu ve  $< 500$  m yükseklik farkı bulunan arazilerde daha duyarlı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Daha uzun bazlar ve daha büyük yükseklik farkları için de düşey bileşen üzerinde en çok etkin olan atmosferik koşullar, ölçüm süresi ve ticari yazılımların başlangıç faz bilinmeyenini çözmedeki yeteneği göz önüne alınarak uygun stratejiler belirlemek mümkün olabilecektir (Hastaoğlu ve Şanlı, 2005).

David. L. Rosalen tarafından 2014 yılında yapılmış olan bir çalışmada ise 30 km'nin altında bulunan baz uzunluklarında Kontrol noktalarının sayısının ve geometrisinin jeodezik ağların kalitesi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki; Kontrol istasyonlarının sayısının artışı bazların kalitesini artırmış, oluşturulan çeşitli ağ geometrileri kaliteyi etkilememiştir (Rosalen, 2014).

Bir başka çalışmada ise Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü Ölçme Tekniği Anabilim dalında Fatih Kürşad KURUMAHMUT tarafından 2008 yılında kabul edilen Yüksek Lisans Tezi ile, istasyonlar arası yükseklik farkının Konum belirleme üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışma kapsamında artan yükseklik farkının özellikle GPS düşey bileşenini etkilediği gözlemlenmiştir. Ancak burada hemen belirtmelidir ki yükseklik farkının etkisi ancak

gözlem süresi kısa tutulduğunda ortaya çıkmaktadır. Pratik kural olarak yükseklik belirleme duyarlığına önem verilen çalışmalarda, düz alanlarda minimum 3 saat, engebeli alanlarda ise minimum 12 saat gözlem yapılması önerilmektedir. Sürekli GPS verileri üzerinde artan yükseklik farkı etkisi yoktur. Artan yükseklik farklarından kuzey ve doğu bileşenleri de etkilenmekte ancak bu etki 1600m'de 1cm'nin altında kalmaktadır. Engebeli yapısı nedeniyle düşey konum duyarlığı düşük bölgeler için bu çalışmadan elde edilen bilgiler sayesinde GPS nivelman ve jeoid belirleme uygulamaları, heyelânların izlenmesi, plâka hareketlerinin tespit çalışmaları daha duyarlı olarak yapılabilecektir (Kurumahmut, 2008).

Bir başka çalışmada ise koordinatları değişmez kabul edilen istasyonların konumlarının koordinatları hesaplanacak istasyon doğruluğuna istatistiksel olarak bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Ancak koordinatları değişmez kabul edilen istasyon sayısı arttıkça doğruluğun arttığı ayrıca gözlemlenmiştir (Firuzabadi., King, 2012).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında koordinatları belirlenecek istasyonlar için daha önce yapılmış araştırmalardan yola çıkarak kontrol noktalarının konumunun, yüksekliklerinin ve oturma süresinin nokta konum doğruluğuna etkisi araştırılmıştır. Ülke genelinde seçtiğimiz 3 adet CORS istasyonunun (MLZ1,NEVS,YENC) koordinatlarını ve bu istasyonların etrafında baz oluşturmak amacıyla belirlemiş olduğumuz kontrol noktalarının (yükseklikleri max=280m, min=20m) koordinatlarını akademik yazılım ve ticari yazılımla hesaplamak için TUSAGA-AKTİF resmi internet sitesinden (.15d uzantılı) RINEX verileri indirilmiştir. Bu veriler içerisinde hem GPS uydusunun hem de GLONASS uydusunun verileri bulunmaktadır. CORS istasyonları arasında eşit şartları sağlamak amacıyla, GPS TOOLKIT yazılımı ile GPS uydularındaki L1 ve L2 frekanslarındaki faz sıçramaları giderilmiştir. GPS TOOLKIT yazılımı sadece GPS uydularındaki faz sıçramalarını giderdiği için bütün processler de sadece GPS uyduları kullanılmıştır. Necmettin Erbakan Üniversitesi harita mühendisliği bölümü tarafından oluşturulan bir yazılımla söz konusu RINEX verilerinin epok sayıları kontrol edilmiş ve epok sayısı %90'nın üzerinde olan günler seçilmiştir.

#### 3.1. Kullanılan Yazılımlar

Bu tez çalışmasında, Akademik yazılım olarak GIPSY-OASIS 6.4 ve Ticari yazılım olarak ise LEICA GEO OFFICE 8.4 kullanılmıştır. Ticari yazılımlar genellikle orta ölçekli baz mesafelerinin ölçümlerinde ve çok yüksek doğruluğa ihtiyaç duyulmayan işlerde kullanılmaktadır. Üniversiteler tarafından geliştirilmiş olan akademik yazılımlar ise çok yüksek doğrulukta koordinat değerleri bulmak amacıyla ileri derece mühendislik uygulamalarına yönelik olarak kullanılmaktadır.

##### 3.1.1. GİPSY OASİS 6.4 Yazılımı ile Nokta Koordinatı Belirleme

TUSAGA-AKTİF ağı içerisinde belirlenmiş olan 3 adet bölgedeki bütün CORS istasyonlarının gerçek kabul edilen koordinatları GIPSY/OASIS bilimsel yazılımı kullanılarak belirlenmiştir. Bütün process'ler için aşağıdaki strateji izlenmiştir.

- Veri: Her bir istasyon için 24 saatlik 10 günlük rinex verileri.
- Veri örnekleme aralığı: 30 saniye.
- Uydu yükseklik açısı: 7 derece.
- Veri kombinasyonu: L1 ve L2 frekansı ile (kod ve faz) lineer kombinasyonu.



- Yörünge: JPL duyarlı yörünge koordinatları (Feng ve Zheng, 2005).
- Kıtalar arası gelgit modeli: Process'e dahil edildi.
- Okyanus yükleme etkisi: Process'e dahil edilmedi.
- Troposfer modeli: Global Pressure and Temperature Climatological Model GPT2 (Chen vd, 2014; Lagler vd, 2013).
- Troposfer kestirimi: Islak gecikme ve gradyentler kestirildi.
- İkinci dereceden İyonosfer etki: Process'e dahil edildi.
- Faz başlangıç belirsizliği: 1 iterasyon sonucu çözümleme yapıldı.
- Anten kalibrasyonu: IGS mutlak faz merkezi kalibrasyon dosyası (igs08.atx).

### 3.1.2. LEICA GEO OFFICE 8.4 Yazılımı ile Nokta Koordinatı Belirleme

TUSAGA-AKTİF resmi internet sitesinden indirilmiş 24 saatlik 10 günü kapsayan RINEX dataları ile Leica Geo Office programında 2 saatlik, 4 saatlik ve 6 saatlik zaman dilimlerinde process'ler yapıldı.

2 saat için 24 saatte 12 process, peş peşe 10 günlük sürede ise 120 process, 4 saat için 24 saatte 6 process, peş peşe 10 günlük sürede ise 60 process, 6 saat için 24 saatte 4 process peş peşe 10 günlük sürede 40 process olmak üzere bir baz için 220 process elde edilmiş oldu.

Ülke genelinde seçilen noktalarımızla oluşturulan 13 baz için yapılmış olan process sayısı  $13 \times 220 = 2860$ 'tır. Tüm process'ler için aşağıdaki strateji izlenmiştir.

Yapılmış olan bütün bu processler neticesinde seçilen 3 adet bölgedeki rover'ı temsil eden istasyonlar için Kartezyen koordinatlar elde edilmiştir. Çizelge 3.1.'de bu çalışmada yapılan process sayıları verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Toplam process sayısı

	<b>FİX</b>	<b>FLOAT</b>	<b>TOPLAM</b>
<b>2 saat</b>	1399	89	1488
<b>4 saat</b>	729	15	744
<b>6 saat</b>	486	10	496
<b>TOPLAM</b>	2614	114	<b>2728</b>

Bütün process'ler için aşağıdaki strateji izlenmiştir.

- Veri: Her bir istasyon için 2-4-6 saatlik bölünmüş rinex verileri.
- Veri örnekleme aralığı: 30 saniye.
- Uydu yükseklik açısı: 15 derece.
- Veri kombinasyonu: L1 ve L2 frekansı ile (kod ve faz) lineer kombinasyonu.
- Yörünge: IGS duyarlı yörünge koordinatları (Dow vd, 2005).
- Troposfer modeli: Hopfield (Satirapod ve Chalermwattanachai, 2005; Janes vd, 1991).
- Faz başlangıç belirsizliği: 1 iterasyon sonucu çözümlene yapıldı.
- Anten kalibrasyonu: IGS mutlak faz merkezi kalibrasyon dosyası, igs08.atx (Schmid ve Rothacher, 2003)

## 4. GNSS ÖLÇME YÖNTEMLERİ

GNSS ölçme yöntemleri, mutlak ve bağıl olmak üzere ikiye ayrılır. Mutlak yöntemde tek alıcıyla noktaların üç boyutlu koordinatları bulunur. Bağıl yöntemlerde ise en az iki alıcı kullanılarak noktalar arasında koordinat farkları elde edilir. Alıcılardan birinin sabit olması halinde statik; her ikisinin de hareketli olması halinde kinematik yöntemler söz konusudur (Kahveci ve Yıldız, 2001).

### 4.1. Statik Yöntem

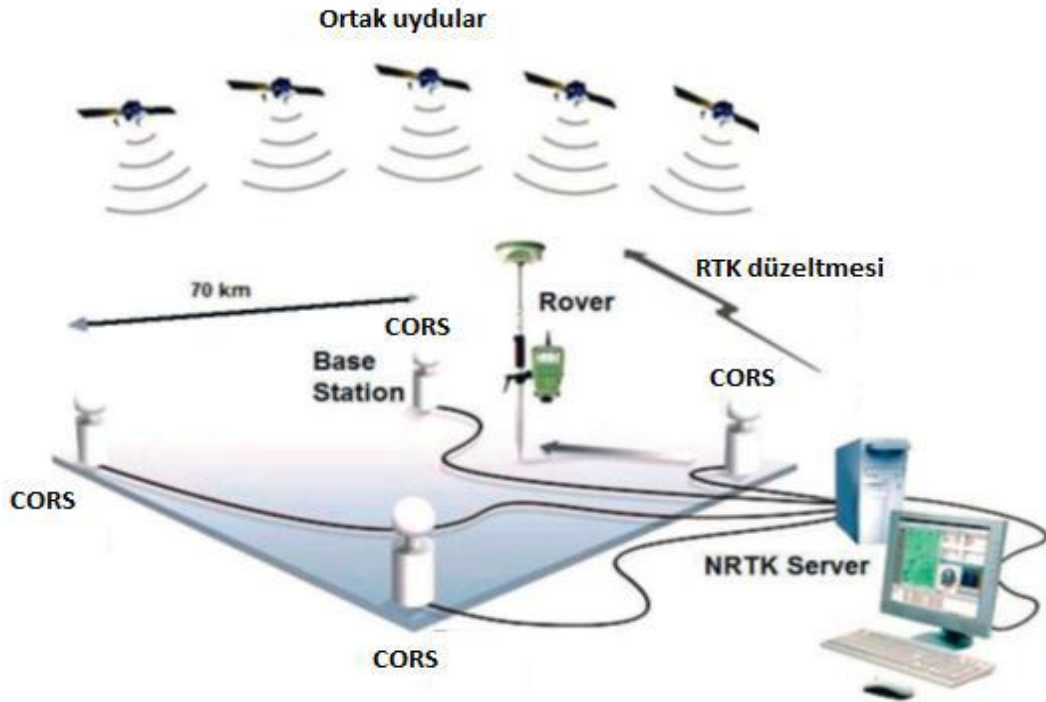
Alicılardan biri seçilen başlangıç noktasına (referans noktası) diğeri yeni noktaya kurulur en az 4 ayrı uydu eş zamanlı gözlenerek faz ölçümleri yapılır ve alıcı saat bilinmeyenlerle birlikte iki nokta arasındaki koordinat farkları veya baz belirlenir. Statik yöntemle toplanmış olan ölçüler büroda uygun GPS yazılımları (post-process) ile değerlendirilir. Başlangıçtaki tam dalga sayısını bulmak için 0,5-2 saat süreli gözlem yapmak gerekir. Gözlem süresi bazın büyüklüğüne, gözlenebilen uydu sayısına ve uydu geometrisine bağlıdır.

### 4.2. Kinematik Yöntem

Kinematik yöntemin statik yöntemden farkı gözlem süresinin çok kısa (10-20 saniye) olmasıdır. Küçük alanda çok nokta belirlenmesinde kullanılır. Bilinen kısa bir bazda statik yöntemle göre tam dalga sayısının belirlenmesinden sonra alıcılardan biri referans noktasında sabit kalırken diğeri alıcıyla yeni noktalarda çok kısa gözlem yapılır ve harekete devam edilir. Bu arada alıcı kapatılmaz. Bu yöntem hızlı ve ekonomik bir ölçme tekniği olup özellikle hareket halinde ve hidrografik amaçlı ölçmelerde uygundur (Uluişik vd., 2005).

### 4.3. Ağ Bazlı RTK

Tek bir referans istasyonuna olan bağımlılık ortadan kalkmasıyla çok sayıda referans istasyonundan yararlanarak belirli bir bölgeye ait atmosferik modelleme yapılmasında olanak sağlamıştır. Ağ RTK ile noktaların koordinatları yüksek doğrulukta elde edilmekte ve atmosferik modelden yararlanılarak ölçü noktası için gerekli düzeltmeler enterpolasyon ile hesaplanabilmektedir.



Şekil 4.1. Ağ bazlı RTK konsepti

#### 4.4. TUSAGA-AKTİF CORS-TR Ağı

Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Ağı-Aktif (TUSAGA-AKTİF), İstanbul Kültür Üniversitesi (İKÜ) öncülüğünde, Harita Genel Komutanlığı (HGK) ve Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) işbirliğiyle 2006 yılı Mayıs ayında başlayıp 2008 yılı Aralık ayında tamamlanan ve 1 Mayıs 2009 yılı itibariyle faaliyete başlayan bir sistemdir. Bu sistem, GPS, GLONASS gibi GNSS sistemlerinden ADSL ve GPRS/EDGE mobil-data hatları yardımıyla topladığı verileri düzeltme parametreleri yardımıyla düzelterip tekrar gezici alıcılara ileterek daha hassas ölçümler yapılmasını sağlar (Aktuğ vd., 2011).

Tusaga-Aktif yada bilinen diğer adıyla CORS-TR ülke çapında toplam 146 adet sabit istasyon ve biri Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü diğeri ise Harita Genel komutanlığında olmak üzere iki adet Kontrol Merkezinden oluşmaktadır (Özdemir, 2016). Sabit istasyonlar GPS, GLONASS ve diğer uydu sistemleri ile sürekli bağlantı halinde olduklarından gezici alıcılar bu istasyonlar yardımıyla cm doğruluğunda hassas ölçümler gerçekleştirmektedirler. (Aktuğ vd., 2011).

### TUSAGA AKTİF'in Amaçları:

- Öncelikle ülke savunması ve kalkınması amacına yönelik olmak üzere coğrafi bilgilerin üretilmesi ve değerlendirilmesi için gerekli olan hassas konum verilerini CORS-TR yöntemleriyle daha hızlı, ekonomik ve duyarlıklı elde etmek,
- Her türlü navigasyon, araç izleme ve ulaşım için sağlıklı konum belirlenmesini sağlamak,
- Hücresel dönüşüm parametrelerinin belirlenmesi konusunda TKGM ve HGK başta olmak üzere tüm harita ve harita bilgisi üreten kurumların bu konu ile ilgili temel sorununu çözmek ve böylece klasik yöntemlerle üretilen, mevcut analog formdaki kadastro ölçülerinin ve paftalarının, halen kullanılmakta olan datuma ve TAKBİS'e aktarımını sağlamak,
- Ülkemizin deprem bölgesi olması sebebiyle tektonik (plaka) hareketlerin son derecede duyarlı ve sürekli olarak izlenmesini sağlamak; deformasyon hız ve miktarlarını belirlemek,
- Türkiye'nin yer aldığı bölgedeki troposferi ve iyonosferi modellemek ve daha sağlıklı meteorolojik tahminler ile sinyal ve iletişim konuları başta olmak üzere birçok bilimsel çalışmaya katkı sağlamak, gibi amaçlar sıralanabilir.
- TKGM ve HGK başta olmak üzere büyük ölçekli harita ve harita bilgisi üreten kurumların;
  - ✓ Jeodezik nokta tesisi (nirenge, poligon vd), ölçüm ve hesabı,
  - ✓ Yersel harita ve kadastro ölçmeleri,
  - ✓ TAKBİS veri dönüşümü ve yeni verilerin derlenmesi,
  - ✓ CBS/ KBS amaçlı diğer yersel ölçmeler olarak özetlenebilen gereksinimlerine hızlı, ekonomik ve sağlıklı olarak cevap vermektir.

### TUSAGA-Aktif Sisteminin Genel Özellikleri:

Proje kapsamında kurulan istasyonlarda birer adet GNSS (GPS+GLONASS ve GALILEO sistemine hazır) alıcısı, ADSL/GPRS bütünleşik modem, akü, akü şarj aleti, yıldırım koruma adaptörü, telefon hat koruması, termostatlı 4 adet fan, sigorta ve standart donanım kabini ile dışarıda (çatı, teras, kule veya yerde) alıcıya bağlı bir

jeodezik GNSS anteni bulunmaktadır. Sistemde, sabit GPS istasyonları ile kontrol merkezi arasındaki iletişim, ADSL/GPRS üzerinden sağlanmaktadır. Ayrıca, ADSL hattında meydana gelebilecek veri kesikliklerinde mevcut bir modem devreye girmekte ve veri iletimi, GPRS ile kesintiye uğramadan devam etmektedir. Kontrol merkezlerinde bulunan sunucular, tüm istasyonlardan bir saniye aralıklı gelen ham gözlem verilerden yararlanarak atmosferik modelleme yapmakta ve hassas düzeltme verileri hesaplamaktadır. Söz konusu düzeltme verileri arazide, TUSAGA Aktif sistemi ile uyumlu kullanıcılara ait gezici alıcılara internet üzerinden aktarılmaktadır. Kullanıcı kendi alıcısında, “koordinat belirleme” işlemini başlattığı andan itibaren, bu gezici alıcı için kontrol merkezinden üretilen düzeltme bilgisi GPRS iletişimi ile her bir saniye de bir olmak üzere gelir ve istenilen noktada hassas koordinatlar belirlenmiş olur. Bu şekilde tek frekanslı bir GNSS alıcısı metre altı doğrulukta, çift frekanslı bir GNSS alıcısı 110 santimetre doğrulukta konum belirleyebilmektedir. Sistemin testi ve kullanıcı profilinin tam olarak tespit edilebilmesi maksadıyla, TUSAGA Aktif sistemi Mayıs 2009 tarihinden itibaren ücretsiz olarak hizmet vermektedir. Kontrol merkezlerinde bulunan sunucular, tüm istasyonlardan gelen anlık verilerden yararlanarak atmosferik gecikme parametrelerini (iyonosfer ve troposfer) ve hassas düzeltme verilerini hesaplamaktadır. Söz konusu düzeltme verileri, sisteme abone olan arazideki gezici alıcılara internet üzerinden aktarılmaktadır. Bu şekilde tek frekanslı bir GPS alıcısı metre altı doğrulukta, çift frekanslı bir GNSS alıcısı 110 santimetre doğrulukta konum belirleyebilmektedir (Aktuğ vd., 2011).

#### **4.5. Statik Ölçümlerde Baz Değerlendirmesi**

GPS ile iki temel büyüklük gözlenmekte olup bunlar, Kod Pseudorange ve Taşıyıcı Dalga Fazı (Carrier Beat Phase) olarak isimlendirilmektedir. Yüksek doğruluk isteyen uygulamalarda ve bilimsel amaçlı çalışmalarda faz ölçüleri, navigasyon amaçlı anlık (real-time) uygulamalarda ise kod (pseudorange) ölçüleri kullanılmaktadır. Özellikle jeodezik amaçlı GPS ölçmelerinde doğrudan faz ölçülerini kullanmak yerine bunlardan yararlanarak elde edilen lineer kombinasyonlar ve fark gözlemleri kullanılmaktadır.

Pseudorange konum belirlemede uydulardan alıcılara iletilen sinyalin varış süresi hassas bir şekilde ölçülerek, uydu ile alıcı arasındaki mesafe belirlenir. Bu işlemde uydudan gelen sinyalin alıcı tarafından kayıt edilinceye kadar yol boyuca PRN

(pseudorandomnoise) kodda meydana gelen değişiklikler belirlenir. Sinyallerin yol boyunca geçen süre ve hızları ile mesafeler hesaplanır. Mesafelerden yararlanarak yer istasyonlarının konumları belirlenir. Bu yöntem aynı zamanda kod ölçme tekniği olarak adlandırılır. Bir başka ifadeyle uydudan yayınlanan sinyalin uydudan çıkış anı ile alıcıya ulaştığı ana kadar arada geçen zamanın ışık hızı ile ölçeklendirilmesiyle elde edilen uydu-alıcı uzaklığıdır.

Taşıyıcı faz ölçme yönteminde uydulardan alıcılara kadar taşıyıcı dalga üzerinde meydana gelen faz değişiklikleri gözlenir. Prensipte, elektronik uzunluk ölçme aletlerinin kullandığı faz farkı yöntemine benzer. Faz farkı ölçmelerinin doğru olarak yapılabilmesi, uydu ve alıcı saatlerinin tam olarak uyumu ile mümkündür. Fakat bu tam olarak gerçekleştirilemez. Bu zamanlama problemi ve sistematik hataları elimine etmek için fark yöntemleri kullanılır. Bir başka ifadeyle Taşıyıcı Dalga Fazı, faz gözlemleri taşıyıcı dalganın, P ve C/A kodları yerine, modüle edilmemiş (L1 ve L2) haline yapılmaktadır. Bu gözlemler kod bilgisi kullanılmadığı için Seçimli Doğruluk Erişimi (S/A)'nden etkilenmemektedir. Taşıyıcı dalga fazı da pseudorange gözlemlerinde olduğu gibi aynı şekilde elde edilmektedir. Yani, uydudan yayınlanan fazın benzeri alıcı içerisinde de üretilmekte ve bunlar arasında korelasyon sağlamaktadır. Yukarıda bahsetmiş olduğumuz kod ve faz gözlemlerine Sıfır Farklar (Zero Differences) adı da verilmektedir. Ancak, özellikle GPS gözlemlerinin değerlendirilmesi aşamasında bu temel gözlemlerin lineer kombinasyonlarının oluşturulması birçok fayda sağlamaktadır.

Kod ve Faz gözlemlerinden yararlanarak oluşturulan farklar yardımıyla alıcı saati hataları, uydu saati hataları ve faz başlangıç belirsizliği gibi birçok ortak hata kaynağı giderilmektedir. Gözlem fark kombinasyonları farklı şekillerde oluşturulabilmektedir. Bunlar genel olarak,

- ✓ Alıcılar arasında,
- ✓ Uydular arasında,
- ✓ Ölçü epokları arasında ya da
- ✓ L1 ve L2 frekansları arasında yapılmaktadır.

Bu konuda yalnızca jeodezik amaçlı olarak kullanılan faz gözlemleri arasındaki fark kombinasyonları açıklanmaktadır (Kalayci vd., 2016).

#### 4.5.1. Tekli Farklar ( Single Differences)

Tekli farklar denilince, iki farklı alıcı noktasında aynı uyduya eş zamanlı olarak yapılan faz gözlemleri arasındaki farklar anlaşılmaktadır. Bu yöntemde temel olarak uydular arasındaki hatalar giderilmektedir. Tekli fark, uydular arasında aynı bir alıcı için oluşturulursa bu durumda alıcı saati hataları giderilmiş olur.

#### 4.5.2. İkili Farklar (Double Differences)

İkili farklar kısaca, iki tekli farkın farkı olarak tanımlanabilir. Başka bir deyişle, aynı epokta iki farklı uydü için oluşturulan tekli farklar arasındaki farktır. Bu yöntemle uydü ile alıcı saati hatalarının her ikisi birden giderilmektedir. Genellikle, GPS ölçülerini değerlendirme yazılımlarında temel gözlem eşitliği olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde ayrıca kısa baz uzunluklarında troposferik ve iyonosferik etkilerde giderilmektedir.

#### 4.5.3. Üçlü Farklar (Triple Differences)

Üçlü fark, iki farklı epokta oluşturulan iki ikili fark arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Üçlü fark gözlemlerinin oluşturulmasındaki temel amaç taşıyıcı dalga faz başlangıcı belirsizliğinin (Ambiguity) giderilmesidir.

#### 4.6. Post-Process Yazılımlar

Mühendislik amaçlı uygulamalarda cm veya mm düzeyinde yüksek doğruluklar ile konum bilgisi elde edebilmek için faz ölçüleri kullanılmakta, bu da faz belirsizliklerinin doğru ve güvenilir olarak çözülmesini gerektirir. Faz belirsizliklerinin, atmosferik etkilerin modellenmesi ve düzeltmelerin hesaplanması ticari yada bilimsel amaçlı ‘post- process’ yazılımlar kullanılarak yüksek doğrulukta nokta koordinatları ve baz bileşenleri elde edilir.

Günümüzde GNSS verilerinin değerlendirilmesinde ticari yazılımlar ve bilimsel yazılımlar olarak iki gruba ayrılan birçok yazılım kullanılmaktadır. Ticari yazılımlar kısa bazlarda yapılan jeodezik GNSS ölçülerini değerlendirilmesinde kullanılmakta fakat yüksek hassasiyet isteyen jeodezik GNSS ölçümlerinin değerlendirilmesinde Üniversiteler ya da Teknoloji Enstitülerince geliştirilmiş bilimsel yazılımlar kullanılmaktadır. Tektonik hareketlerden, deformasyon ölçümlerine kadar yüksek hassasiyet isteyen birçok jeodezik ölçmelerde kullanılan bilimsel yazılımlara örnek olarak, BERNESE, GAMIT/GLOBK, GIPSY/OASIS gibi yazılımlar verilebilir



(Uzel vd.,2011). Ticari yazılımlar için ise Ülkemizde yaygın kullanıma sahip olan Spectra Precision Survey Office (SPSO) ve Leica Geo Office (LGO) örnek olarak verilebilir. Tez çalışmamızda kullanılan iki yazılım hakkında bilgi verecek olursak;

#### **4.6.1. Leica Geo Office (LGO) Ticari Yazılımı**

Leica firmasının GPS ile yapılan her tür jeodezik ölçmelerini değerlendirebilen, son güncel ticari yazılımıdır. Yazılımda kullanıcıya sunulan program pencereleri File, Import, View, Tools, Export ve Help menüleridir. LGO yazılımı; Leica firması GPS alıcılarının ham dataları ile ortak data formatı olan RINEX dataları okumaktadır. Yazılım GLONASS ölçüleri ile total station, digital nivo ölçülerini de işleyebilmekte ve kullanıcılara internetten IGS ürünlerini download imkanı da sağlamaktadır. Yazılım ile projeye import edilen datalar process edilmektedir. Yazılımın işlem parametreleri menüsünde hem yayın efemerisi hem de hassas efemeris kullanılabilir. Yazılımdaki iyonosfer modellemeleri; Automatic, Computed, Klobuchar, Standart, Global/Regional ile No Model seçenekleridir. Troposfer modellemeleri ise; Hopfield, Simplified Hopfield, Saastamenion, Essen and Froome, No Troposphere ve Computed modelleridir. Yine yazılımın işlem parametreleri bölümünde 37 Stokastik model kullanma seçeneği ile iyonosferik yoğunluğun düşük, normal ve yüksek derece olarak seçilebilme imkânları vardır. LGO yazılımında bazların değerlendirilmesi ile oluşan üçgenlerin üçgen kapanma değerleri hem manuel hem de otomatik olarak alınabilmektedir. LGO yazılımı ile hem serbest dengeleme hem de dayalı dengeleme yapılabilmektedir. Dengeleme parametreleri seçeneği ile iterasyon sayısı, güven aralığı, öncül hatalar gibi dengeleme parametreleri kullanıcı tarafından girilebilmektedir. Dengeleme sonrasında ise sonuç raporlarında dengeleme ile ilgili bilgiler kullanıcı isteğine göre raporlanabilmektedir. Proje sonuç koordinatları, hem WGS84 sisteminde hem de kullanıcının belirleyebildiği projeksiyon sisteminde alınabilmektedir (Salgın, 2007).

#### **4.6.2. GIPSY OASIS Bilimsel Yazılımı**

California eyaletinin Pasadena kentinde, Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) bünyesinde yer alan Jet Propulsion Laboratory (JPL) tarafından geliştirilen GIPSY-OASIS yazılımı, doğru veriler yardımıyla otomatik, hızlı ve ultra yüksek hassasiyetli GPS/GNSS veri işleme yazılımıdır. Dünya üzerinde yaygın kullanım ağına sahip programlar arasında yer alan GIPSY-OASIS yazılımı, PPP (Precise Point

Positioning) yöntemi ile sabit istasyona ve eş zamanlı oturumlara gerek duymaksızın tek alıcı ile yapılan birbirinden bağımsız ölçüm verilerini yüksek doğrulukta değerlendirme imkânı sunan ender yazılımlardandır. Bunun yanında diğer bazı yazılımlar (Bernese vb.) gibi Rölatif (Bağıl) Konum Belirleme çözümleri de sunmaktadır (Öğütçü, 2015).

PPP yöntemi Mutlak Konum Belirleme yöntemleri arasında yer alır. 1970’li yıllarda ortaya atılan bu yöntemin amacı, tek bir alıcı ile oldukça yüksek konum doğruluğuna ulaşmaktır. Yöntem sıfır-fark yönteminin özel bir durumu olup, DGPS ve RTK gibi sabit istasyona ihtiyaç duymaz. PPP yöntemi IGS, CODE, JPL vb. merkezlerden yayınlanan uydu yörünge ve saat düzeltmelerini (hassas efemeris) kullanarak tek bir GPS/GNSS alıcısının konumunun yüksek hassasiyetle belirlenmesi temeline dayanır (Alçay, Yiğit, Ceylan, 2013).

#### 4.6.3. Ticari ve Bilimsel Yazılımların Genel Özelliklerinin Karşılaştırılması

- Ticari yazılımlar çok kullanışlı, kolay ve albenisi olan ara yüzlere sahip olup, kullanıcı memnuniyetini amaçlar. Bilimsel yazılımların birçoğunda kullanım kolaylığı sağlayabilecek bir ara yüz bile yoktur. Bu nedenle kullanımı zordur ve uzmanlık gerektirir.
- Ticari yazılımlarda iyonosferik ve troposferik modellemeler genellikle kullanıcı müdahalesi olmaksızın otomatik olarak yapılmaktadır. Bilimsel yazılımlarda ise üstün esneklik söz konusu olup kullanıcının bilgisi ölçeğinde farklı seçimler ve kombinasyonlar uygulama imkânı vardır.
- Ticari yazılımlar adı üstünde ticari kaygılar ışığında geliştirilmiş müşteri odaklı yazılımlardır. Bu nedenle süreklilik gösteremeyip bir müddet sonra eskiyebilmektedirler. Bilimsel yazılımlar ise, genellikle devlet kurumları, üniversiteler, enstitüler, bilimsel araştırma merkezleri gibi stratejik kuruluşlar tarafından geliştirildiğinden sürekliliği olan ve güncel yazılımlardır.
- Ticari yazılımlar basit mühendislik ölçmeleri için ideal olup, uzun bazlı ve noktalar arası yükseklik farklarının büyük olduğu ağlarda yeterli doğrulukta sonuçlar vermeyebilir. Bilimsel yazılımlar ise ülke ve bölgesel tüm ağlar için üretilmiştir. Bunun yanında küçük ağ çözümleri için de kullanılabilir.
- Ticari yazılımlar uzun baz mesafelerinin yanında, noktalar arası yükseklik farklarının fazla olduğu bazlarda da bilimsel yazılımlar kadar iyi troposferik modelleme yapamayıp daha kaba sonuçlar verebilmektedirler.

- Bilimsel yazılımlarda ticari kullanım lisans ücretleri ticari yazılımlara nispeten daha yüksektir.
- Bilimsel yazılımların Windows, Unix/Linux, Mac vb. işletim sistemlerinde çalışan versiyonları varken, ticari yazılımlar genellikle Windows işletim sistemini tercih etmektedir (Yüksel, 2016).



## 5. AĞ DENGELMESİ

GPS ağları 3 boyutlu konum ağlarıdır. Bu ağların koordinat sistemi yer merkezlidir (Jeosantrik). Bu ağlarda ölçüler GPS alıcıları ile yapılır. Bir GPS ağında bir noktanın X, Y, Z Kartezyen koordinatlarını bilmek o ağdaki diğer tüm noktalara koordinat taşımak için yeterlidir. GPS ağlarında yüksek doğruluk elde etmek için bağıl konum belirlenir (bazlar belirlenir). Bir bazı belirlemek demek o bazdaki  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$  ve koordinat farklarını belirlemek demektir. Dengelemede ölçü olarak koordinat farkları kullanılır. Ölçüler dengelenir. Noktaların X, Y, Z koordinatları hesaplanır.

GPS ağlarının dengelenmesinden önce ağın iç güvenilirliğini artırmak ve hataları elimine etmek için bazı analizler yapılır. Bunlar;

- Sabit noktalar arasındaki baz ölçümlerinin analizi,
- Tekrarlı baz ölçümlerinin analizi,
- Lup kapanmalarının analizi şeklindedir.

Bu analizler sonucunda oluşturulan Matematiksel model ile çözüm yapılır.

### 5.1. Serbest Ağ Dengelemesi

Bilindiği gibi dolaylı (endirekt) ölçülerle Nivelman, Nirengi ve Üç boyutlu jeodezik Ağlarda dış parametrelerin tamamı belirlenememektedir. Bu dış parametreler; Nivelman ağlarında 1 (yükseklik), Nirengi ağlarında 4 (2 öteleme, 1 ölçek, 1 dönüklük), Üç boyutlu jeodezik ağlarda 7 (3 öteleme, 3 dönüklük, 1 ölçek) tanedirler. Bu dış parametreler, nivelman ağlarında en az bir noktanın yüksekliği değişmez (sabit) olarak alınır, yalnız doğrultuların gözlendiği nirengi ağlarında iki nokta koordinatlarıyla değişmez olarak alınır, doğrultuların yanında en az bir kenar ve bir semtin ölçüldüğü nirengi ağlarında bir nokta koordinatlarıyla değişmez olarak alınır, yalnızca eğik kenarların ölçüldüğü üç boyutlu jeodezik ağlarda iki nokta koordinatlarıyla değişmez olarak alınır kendiliğinden belirlenir. Bu dış parametrelerin önceden belirlendiği durumlarda dayalı dengeleme söz konusu olmaktadır. Bu parametrelerin önceden belirlenmesi için hatasız oldukları varsayılan koordinat ve ölçü değerleri, gerçekte bir takım hatalarla yüklü olduklarından dengeleme sonuçlarının da bu hatalarla yüklü olacakları açıktır, işte dayalı dengelemenin bu sakıncalı yönü ağın dış parametrelerinin de dengeleme hesabı içinde belirlendiği serbest ağ dengelemesi ile giderilmektedir.

Serbest ağ dengelemesi sonucu bulunan d¼zeltmeler dayalı dengelemedekilerle aynıdır. Fakat hiç bir zorlama olmaksızın yalnızca ölçü değerlerinden elde edilen bilinmeyenler ve duyarlık değerleri dayalı dengeleme sonuçlarından farklı olup gerçek değerlere daha yakındırlar (Anonim, 2015).

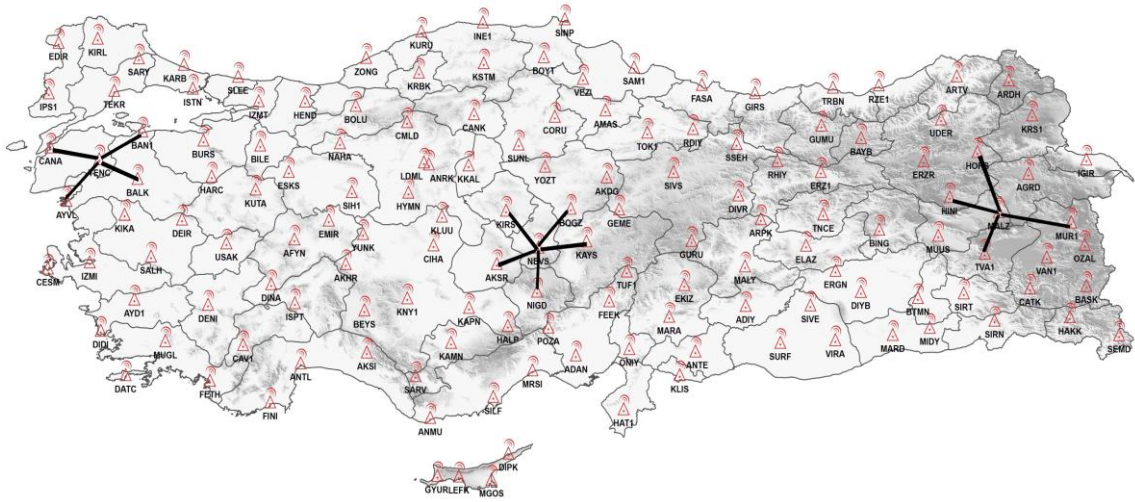
## **5.2. Dayalı Ağ Dengelemesi**

Ağın dış parametrelerinin tanımlanabilmesi için daha önceden koordinatı bilinen üst derece noktaların koordinatları değişmez olarak alınır. Bu dengeleme türünde ölçü sayısı bilinmeyen sayısından daha fazladır. Dolayısıyla koordinatları hesaplanacak olan istasyonun koordinatları en küçük kareler dengelemesine göre çözülr. Dayalı Ağ Dengelemesinde koordinatları sabit kabul edilen istasyonun koordinatlarındaki hatalar koordinatları hesaplanacak noktaya yansır. Dolayısıyla kontrol istasyonlarının koordinatlarının doğruluğu önce serbest ağ dengelemesiyle kontrol edilip daha sonra dayalı ağ dengelemesine geçilmesi gerekir.

## 6. UYGULAMA VE VERİ ANALİZİ

24 saatlik zaman diliminde ve 10 günlük süre içinde ülke genelini kapsayacak şekilde Doğu Anadolu da 1 adet, İç Anadolu da 1 adet ve Ege Bölgesinde 1 adet olmak üzere belirlenmiş 3 adet CORS-TR istasyonu için ilk etapta koordinatı bilinen istasyonlar seçilerek tüm bazlar için Tek Noktaya Dayalı Zorlamasız Dengeleme çözümü yapılmıştır. Ayrıca bazların zaman dilimlerine, baz uzunluklarına, yükseklik farklılıklarına, kontrol istasyonlarının yönüne, uyuşumsuz ölçü sayılarına göre doğruluklarının analizleri yapılmıştır.

TUSAGA-AKTİF'in resmi internet sitesinden 24 saatlik zaman diliminde indirmiş olduğumuz RINEX verilerini 10 gün için 2-4-6 saatlik birbiri ile örtüşmeyen zaman dilimlerine ayırarak istatistiksel olarak veri sayısını arttırmak ve en küçük karesel ortalama hataların daha sağlıklı sonuçlar vermesi hedeflenmiştir. Zaman dilimlerini 6 saat ile sınırlandırmamızdaki amaç ise genellikle 6 saatte kadar olan statik oturumların c1-c2-c3 noktalarının belirlenmesinde kullanılmasıdır (BÖHY'ne göre c1 noktaları için minimum 2 saat). Çalışmamız kapsamında belirlenmiş olan istasyonlar ve oluşturulan baz'lar Şekil 6.1.'de sunulmuştur.



Şekil 6.1. Çalışma kapsamında belirlenen TUSAGA-AKTİF noktaları

Koordinatları bilinmez kabul edilen (MLZ1, NEVS, YENC) istasyonlar ile bu istasyonların etrafında baz oluşturmak maksadıyla belirlemiş olduğumuz Kontrol

Noktaları arasında Tek Noktaya Dayalı Zorlamasız Dengeleme çözümü yapılarak, koordinatı bilinmez kabul edilen noktaların Kartezyen Koordinatları elde edilmiştir

Dengeleme sonucu elde edilen bu kartezyen koordinatlar ile istasyonların gerçek kabul edilen koordinatları arasındaki farklar toposentrik koordinatlara çevrilmiştir (kuzey, doğu, yukarı). Her bir koordinat bileşeni için karesel ortalama hata (rms) ve varyans değeri hesaplanmıştır.

### 6.1. Varyans Analizi f Anlamlılık Testi

Varyans analizi iki ya da daha fazla gruba ait ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı ile ilgili hipotezleri test etmek için kullanılmaktadır. İşte bu yüzden bazlar arasındaki varyans değerleri istatistiksel olarak birbirine eşit mi değil mi analiz edebilmek adına f anlamlılık testi yapılmıştır.

Literatüre göre baz uzunluklarının genellikle 15 km'den sonra troposfer ve ionosfer'in korelasyonu düşer yani 15 km'ye kadar olan baz uzunlukları için troposfer ve ionosferin bazlara etkisini aynı kabul edilebilir. Ancak 15 km'yi geçen bazlarda bu şartlar eşit kabul edilemez. O yüzden eşit şartlarda ölçüm değerleri elde etmek adına baz uzunlukları kendi içinde gruplandırılmıştır.

- 1.Grup : 64 km ile 73 km arası.
- 2.Grup : 74 km ile 84 km arası.
- 3.Grup : 104 km ile 107 km arası.

Bu gruplandırmalar neticesinde f anlamlılık testi yapılarak bazlar arasındaki varyans değerlerinin istatistiksel olarak eşitliği değerlendirilmiştir. f anlamlılık testi yaparken baz uzunlukları içinde 2 boyutlu varyans değerleri ve düşey varyans değerleri arasında en düşük değere sahip olan varyans referans alınarak küçükten büyüğe doğru artarak ilerleyen varyans değerine sırasıyla bölünerek bulunan sonuç ( $f_{hesap}$ ), Matlap programından yararlanılarak elde edilen ( $f_{tablo}$ ) değerinden büyükse istatistiksel olarak sonuç anlamlı, küçükse anlamsız olarak değerlendirilmiştir.

Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Ege bölgesi olmak üzere 2 Saatlik zaman dilimlerinde; Çizelge 6.1.'de 64 km ile 73 km arası baz uzunlukları için, Çizelge 6.2.'de 74 km ile 84 km arası baz uzunlukları için ve Çizelge 6.3.'da 104 km ile 107 km arası baz uzunlukları için yapılmış olan f Anlamlılık testleri sunulmuştur.

Çizelge 6.1. 64 km ile 73 km arası baz uzunlukları için f anlamlılık testi (2h)

		64 km ile 73 km arası baz uzunlukları için						
2 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyuşumsuz ölçü sayısı	Düşey uyuşumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi	
2B için	nevs_aksr	67 km	9	5	0,62	1,38	Anlamsız X	
	nevs_kays	<b>72 km</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0,54</b>	<b>0,99</b>		
	nevs_nigd	73 km	2	0	0,66	2,04	Anlamlı	
	nevs_kays	<b>72 km</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0,54</b>	<b>0,99</b>		
	mlz_tva1	71 km	5	1	0,72	2,55	Anlamlı	
	nevs_kays	<b>72 km</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0,54</b>	<b>0,99</b>		
	yenc_balk	65 km	2	2	0,75	2,86	Anlamlı	
	nevs_kays	<b>72 km</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0,54</b>	<b>0,99</b>		
	yenc_cana	73 km	6	1	0,86	5,1	Anlamlı	
	nevs_kays	<b>72 km</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0,54</b>	<b>0,99</b>		
Düşey için	nevs_aksr	67 km	9	5	0,62	1,38	Anlamlı	
	nevs_kays	<b>72 km</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0,54</b>	<b>0,99</b>		
	nevs_nigd	73 km	2	0	0,66	2,04	Anlamlı	
	nevs_kays	<b>72 km</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0,54</b>	<b>0,99</b>		
	mlz_tva1	71 km	5	1	0,72	2,55	Anlamlı	
	nevs_kays	<b>72 km</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0,54</b>	<b>0,99</b>		
	yenc_balk	65 km	2	2	0,75	2,86	Anlamlı	
	nevs_kays	<b>72 km</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0,54</b>	<b>0,99</b>		
	yenc_cana	73 km	6	1	0,86	5,1	Anlamlı	
nevs_kays	<b>72 km</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0,54</b>	<b>0,99</b>			



Çizelge 6.2. 74 km ile 84 km arası baz uzunlukları için f anlamlılık testi(2h)

		74 km ile 84 km arası baz uzunlukları için						
2 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyuşumsuz ölçü sayısı	Düşey uyuşumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi	
2B için	mlz_hini	76 km	4	2	0,78	2,3	Anlamlı	
	nevs_kirs	77 km	6	0	0,61	2,14		
	yenc_ayvl	84 km	2	0	0,79	5,7	Anlamlı	
	nevs_kirs	77 km	6	0	0,61	2,14		
	yenc_ban1	77 km	2	3	0,81	2,91	Anlamlı	
	nevs_kirs	77 km	6	0	0,61	2,14		
	nevs_bogz	79 km	1	0	0,83	2,25	Anlamlı	
nevs_kirs	77 km	6	0	0,61	2,14			
Düşey için	nevs_bogz	79 km	1	0	0,83	2,25	Anlamsız X	
	nevs_kirs	77 km	6	0	0,61	2,14		
	mlz_hini	76 km	4	2	0,78	2,3	Anlamsız X	
	nevs_kirs	77 km	6	0	0,61	2,14		
	yenc_ban1	77 km	2	3	0,81	2,91	Anlamlı	
	nevs_kirs	77 km	6	0	0,61	2,14		
	yenc_ayvl	84 km	2	0	0,79	5,7	Anlamlı	
nevs_kirs	77 km	6	0	0,61	2,14			

Çizelge 6.3. 104 km ve 107 km baz uzunlukları için f anlamlılık testi(2h)

		104 km ile 107 km arası baz uzunlukları için						
2 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyuşumsuz ölçü sayısı	Düşey uyuşumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi	
2B için	mlz_hors	104 km	5	2	0,9	4,64	Anlamsız X	
	mlz_mur1	107 km	6	1	0,86	3,67		
Düşey için	mlz_hors	104 km	5	2	0,9	4,64	Anlamlı	
	mlz_mur1	107 km	6	1	0,86	3,67		

4 Saatlik zaman dilimlerinde; Çizelge 6.4.'de 64 km ile 73 km arası baz uzunlukları için, Çizelge 6.5.'de 74 km ile 84 km arası baz uzunlukları için ve Çizelge

6.6.'da 104 km ile 107 km arası baz uzunlukları için yapılmış olan f Anlamlılık testleri sunulmuştur.

**Çizelge 6.4.** 64 km ile 73 km arası baz uzunlukları için f anlamlılık testi(4h)

		64 km ile 73 km arası baz uzunlukları için					
4 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyuşumsuz ölçü sayısı	Düşey uyuşumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi
2B için	mlz_tva1	71 km	2	1	0,57	2,18	Anlamsız X
	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	
	nevs_nigd	73 km	1	0	0,61	1,99	Anlamsız X
	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	
	nevs_aksr	67 km	0	0	0,65	1,49	Anlamlı
	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	
	yenc_balk	64 km	0	1	0,68	2,73	Anlamlı
	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	
	yenc_cana	73 km	0	0	0,82	5,08	Anlamlı
	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	
Düşey için	nevs_aksr	67 km	0	0	0,65	1,49	Anlamlı
	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	
	nevs_nigd	73 km	1	0	0,61	1,99	Anlamlı
	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	
	mlz_tva1	71 km	2	1	0,57	2,18	Anlamlı
	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	
	yenc_balk	64 km	0	1	0,68	2,73	Anlamlı
	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	
	yenc_cana	73 km	0	0	0,82	5,08	Anlamlı
	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	

Çizelge 6.5. 74 km ile 83 km arası baz uzunlukları için f Anlamlılık testi(4h)

		74 km ile 84 km arası baz uzunlukları için					
4 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyuşumsuz ölçü sayısı	Düşey uyuşumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi
2B için	nev_bogz	79 km	0	0	0,6	2,01	Anlamsız X
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64	
	mlz_hini	76 km	3	1	0,67	1,82	Anlamsız X
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64	
	yenc_ban1	77 km	1	0	0,73	2,97	Anlamlı
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64	
	yenc_ayvl	84 km	0	0	0,75	5,44	Anlamlı
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64	
Düşey için	mlz_hini	76 km	3	1	0,67	1,82	Anlamsız X
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64	
	nev_bogz	79 km	0	0	0,6	2,01	Anlamsız X
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64	
	yenc_ban1	77 km	1	0	0,73	2,97	Anlamlı
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64	
	yenc_ayvl	84 km	0	0	0,75	5,44	Anlamlı
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64	

Çizelge 6.6. 104 km ve 107 km baz uzunlukları için f anlamlılık testi(4h)

		104 km ile 107 km arası baz uzunlukları için					
4 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyuşumsuz ölçü sayısı	Düşey uyuşumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi
2B için	mlz_hors	104 km	3	1	0,79	4,22	Anlamsız X
	mlz_mur1	107 km	3	0	0,73	3,49	
Düşey için	mlz_hors	104 km	3	1	0,79	4,22	Anlamsız X
	mlz_mur1	107 km	3	0	0,73	3,49	

6 Saatlik zaman dilimlerinde; Çizelge 6.7.'de 64 km ile 73 km arası baz uzunlukları için, Çizelge 6.8.'de 74 km ile 84 km arası baz uzunlukları için ve Çizelge 6.9.'da 104 km ile 107 km arası baz uzunlukları için yapılmış olan f anlamlılık testleri sunulmuştur.

Çizelge 6.7. 64 km ile 73 km arası baz uzunlukları için f anlamlılık testi(6h)

6 saat	Baz Adı	64 km ile 73 km arası baz uzunlukları için					'F' Anlamlılık Testi
		Baz Uzunlk	2B için uyumsuz ölçü sayısı	Düşey uyumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	
2B için	nevs_nigd	73 km	0	0	0,6	1,76	Anlamsız X
	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	
	nevs_aksr	67 km	0	1	0,63	0,91	Anlamsız X
	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	
	yenc_balk	64 km	0	1	0,64	2,42	Anlamsız X
	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	
	mlz_tva1	71 km	0	0	0,65	2,26	Anlamsız X
	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	
	yenc_cana	73 km	0	0	0,73	4,99	Anlamlı
	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	
Düşey için	nevs_aksr	67 km	0	1	0,63	0,91	Anlamlı
	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	
	yenc_cana	73 km	0	0	0,73	4,99	Anlamlı
	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	
	nevs_nigd	73 km	0	0	0,6	1,76	Anlamlı
	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	
	mlz_tva1	71 km	0	0	0,65	2,26	Anlamlı
	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	
	yenc_balk	64 km	0	1	0,64	2,42	Anlamlı
	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	

Çizelge 6.8. 74 km ile 84 km arası baz uzunlukları için f Anlamlılık testi(6h)

		74 km ile 84 km arası baz uzunlukları için						
6 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyuşumsuz ölçü sayısı	Düşey uyuşumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi	
2B için	mlz_hini	76 km	0	1	0,65	1,61	Anlamsız X	
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44		
	yenc_ban1	77 km	0	0	0,67	2,56	Anlamsız X	
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44		
	yenc_ayvl	84 km	0	0	0,7	5,35	Anlamsız X	
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44		
	nevs_bogz	79 km	0	0	0,71	1,9	Anlamsız X	
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44		
Düşey için	mlz_hini	76 km	0	1	0,65	1,61	Anlamsız X	
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44		
	nevs_bogz	79 km	0	0	0,71	1,9	Anlamlı	
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44		
	yenc_ban1	77 km	0	0	0,67	2,56	Anlamlı	
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44		
	yenc_ayvl	84 km	0	0	0,7	5,35	Anlamlı	
	nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44		

Çizelge 6.9. 104 km ve 107 km baz uzunlukları için f Anlamlılık testi(6h)

		104 km ile 107 km arası baz uzunlukları için						
6 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyuşumsuz ölçü sayısı	Düşey uyuşumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi	
2B için	mlz_hors	104 km	1	1	0,84	3,81	Anlamsız X	
	mlz_mur1	107 km	0	0	0,71	3,2		
Düşey için	mlz_hors	104 km	1	1	0,84	3,81	Anlamsız X	
	mlz_mur1	107 km	0	0	0,71	3,2		

Yukardaki çizelgelerden de anlaşılacağı gibi bazlardaki kontrol sayısı bir adet olarak belirlenmiştir. Ek bir çalışma ile İç Anadolu Bölgesinde iki kontrol noktası

belirlenerek yapılan ikili istasyonlar için f anlamlılık testi sonuçları da 2 saat için Çizelge 6.10, Çizelge 6.11 ve Çizelge 6.12’de, 4 saat için Çizelge 6.13, Çizelge 6.14 ve Çizelge 6.15’de, 6 saat için Çizelge 6.16 Çizelge 6.17 ve Çizelge 6.18’de verilmiştir.

Çizelge 6.10. İkili bazlarda f anlamlılık testi (2h)

		İkili İstasyonlar için					
2 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyuşumsuz ölçü sayısı	Düşey uyuşumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi
2B için	kays_nevs	72 km	2	1	0,54	0,99	Anlamlı
	akrs_kays_nevs	-	7	2	0,26	1,02	
	akrs_nevs	67 km	9	5	0,62	1,38	Anlamlı
	akrs_kays_nevs	-	7	2	0,26	1,02	
Düşey için	akrs_nevs	67 km	9	5	0,62	1,38	Anlamlı
	akrs_kays_nevs	-	7	2	0,26	1,02	Anlamsız X
	akrs_kays_nevs	-	7	2	0,26	1,02	
	kays_nevs	72 km	2	1	0,54	0,99	

Çizelge 6.11. İkili bazlarda f anlamlılık testi(2h)

		İkili İstasyonlar için					
2 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyuşumsuz ölçü sayısı	Düşey uyuşumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi
2B için	nigd_nevs	73 km	2	0	0,66	2,04	Anlamlı
	nigd_bogz_nevs	-	1	1	0,48	1,08	
	bogz_nevs	79 km	1	0	0,83	2,25	Anlamlı
	nigd_bogz_nevs	-	1	1	0,48	1,08	
Düşey için	nigd_nevs	73 km	2	0	0,66	2,04	Anlamlı
	nigd_bogz_nevs	-	1	1	0,48	1,08	Anlamlı
	bogz_nevs	79 km	1	0	0,83	2,25	
	nigd_bogz_nevs	-	1	1	0,48	1,08	

Çizelge 6.12. İkili bazlarda f anlamlılık testi(2h)

		İkili İstasyonlar için					
2 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyuşumsuz ölçü sayısı	Düşey uyuşumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi
2B için	kirs_nevs	77 km	6	0	0,61	2,14	Anlamlı
	<b>nigd_kirs_nevs</b>	-	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0,38</b>	<b>1,54</b>	
	nigd_nevs	73 km	2	0	0,66	2,04	Anlamlı
	<b>nigd_kirs_nevs</b>	-	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0,38</b>	<b>1,54</b>	
Düşey için	nigd_nevs	73 km	2	0	0,66	2,04	Anlamlı
	<b>nigd_kirs_nevs</b>	-	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0,38</b>	<b>1,54</b>	
	kirs_nevs	77 km	6	0	0,61	2,14	Anlamlı
	<b>nigd_kirs_nevs</b>	-	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0,38</b>	<b>1,54</b>	

Çizelge 6.13. İkili bazlarda f anlamlılık testi(4h)

		İkili İstasyonlar için					
4 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyuşumsuz ölçü sayısı	Düşey uyuşumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi
2B için	kays_nevs	72 km	0	0	0,49	0,99	Anlamlı
	<b>akrs_kays_nevs</b>	-	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,7</b>	
	akrs_nevs	67 km	0	0	0,65	1,49	Anlamlı
	<b>akrs_kays_nevs</b>	-	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,7</b>	
Düşey için	kays_nevs	72 km	0	0	0,49	0,99	Anlamlı
	<b>akrs_kays_nevs</b>	-	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,7</b>	
	akrs_nevs	67 km	0	0	0,65	1,49	Anlamlı
	<b>akrs_kays_nevs</b>	-	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,7</b>	

Çizelge 6.14. İkili bazlarda f anlamlılık testi(4h)

		İkili İstasyonlar için					
4 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyuşumsuz ölçü sayısı	Düşey uyuşumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi
2B için	bogz_nevs	79 km	0	0	0,6	2,01	Anlamlı
	nigd_bogz_nevs	-	0	0	0,36	0,86	
	nigd_nevs	73 km	1	0	0,61	1,99	Anlamlı
	nigd_bogz_nevs	-	0	0	0,36	0,86	
Düşey için	nigd_nevs	73 km	1	0	0,61	1,99	Anlamlı
	nigd_bogz_nevs	-	0	0	0,36	0,86	
	bogz_nevs	79 km	0	0	0,6	2,01	Anlamlı
	nigd_bogz_nevs	-	0	0	0,36	0,86	

Çizelge 6.15. İkili bazlarda f anlamlılık testi(4h)

		İkili İstasyonlar için					
4 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyuşumsuz ölçü sayısı	Düşey uyuşumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi
2B için	kirs_nevs	77 km	0	0	0,55	1,64	Anlamlı
	nigd_kirs_nevs	-	0	2	0,33	1,02	
	nigd_nevs	73 km	1	0	0,61	1,99	Anlamlı
	nigd_kirs_nevs	-	0	2	0,33	1,02	
Düşey için	kirs_nevs	77 km	0	0	0,55	1,64	Anlamlı
	nigd_kirs_nevs	-	0	2	0,33	1,02	
	nigd_nevs	73 km	1	0	0,61	1,99	Anlamlı
	nigd_kirs_nevs	-	0	2	0,33	1,02	



Çizelge 6.16. İkili bazlarda f anlamlılık testi(6h)

		İkili İstasyonlar için					
6 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyumsuz ölçü sayısı	Düşey uyumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi
2B için	kays_nevs	72 km	1	2	0,51	0,46	Anlamlı
	aksr_kays_nevs	-	1	0	0,21	0,67	
	aksr_nevs	67 km	0	1	0,63	0,91	Anlamlı
	aksr_kays_nevs	-	1	0	0,21	0,67	
Düşey için	aksr_nevs	67 km	0	1	0,63	0,91	Anlamlı
	aksr_kays_nevs	-	1	0	0,21	0,67	
	aksr_kays_nevs	-	1	0	0,21	0,67	Anlamlı
	kays_nevs	72 km	1	2	0,51	0,46	

Çizelge 6.17. İkili bazlarda f anlamlılık testi(6h)

		İkili İstasyonlar için					
6 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyumsuz ölçü sayısı	Düşey uyumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi
2B için	nigd_nevs	73 km	0	0	0,6	1,76	Anlamlı
	nigd_bogz_nevs	-	0	0	0,34	0,72	
	bogz_nevs	79 km	0	0	0,71	1,9	Anlamlı
	nigd_bogz_nevs	-	0	0	0,34	0,72	
Düşey için	nigd_nevs	73 km	0	0	0,6	1,76	Anlamlı
	nigd_bogz_nevs	-	0	0	0,34	0,72	
	bogz_nevs	79 km	0	0	0,71	1,9	Anlamlı
	nigd_bogz_nevs	-	0	0	0,34	0,72	

Çizelge 6.18. İkili bazlarda f anlamlılık testi(6h)

		İkili İstasyonlar için						
6 saat	Baz Adı	Baz Uzunlk	2B için uyumsuz ölçü sayısı	Düşey uyumsuz ölçü sayısı	2B RMS	Düşey RMS	'F' Anlamlılık Testi	
2B için	kirs_nevs	77 km	0	0	0,57	1,44	Anlamlı	
	nigd_kirs_nevs	-	0	0	0,31	1,03		
	nigd_nevs	73 km	0	0	0,6	1,76	Anlamlı	
	nigd_kirs_nevs	-	0	0	0,31	1,03		
Düşey için	kirs_nevs	77 km	0	0	0,57	1,44	Anlamlı	
	nigd_kirs_nevs	-	0	0	0,31	1,03		
	nigd_nevs	73 km	0	0	0,6	1,76	Anlamlı	
	nigd_kirs_nevs	-	0	0	0,31	1,03		

f anlamlılık testinde km'ler arası zaman dilimleri arasındaki değişimler Çizelge 6.19, 6.20, ve 6.21'de sunulmuştur.

Çizelge 6.19. 64 km ile 73 km arası 2 saatten 6 saate f anlamlılık testi değişimi

		2 Saat					4 Saat					6 Saat											
		k	m	2B ve Up uyumsuz ölçü	2 B	U P			4 Saat	k	m	2B ve Up uyumsuz ölçü	2 B	U P			6 Saat	k	m	2B ve Up uyumsuz ölçü	2 B	U P	
64 km ile 73 km arası bazlar	2 boyut	nevs_aksr	67 km	9	5	0,62	1,38	Anla msız X	nevs_aksr	67 km	0	0	0,65	1,49	Anla mlı	nevs_aksr	67 km	0	1	0,63	0,91	Anla msız X	
		nevs_kays	72 km	2	1	0,54	0,99	Anla msız X	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	Anla mlı	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	Anla msız X	
		nevs_nigd	73 km	2	0	0,66	2,04	Anla mlı	nevs_nigd	73 km	1	0	0,61	1,99	Anla msız X	nevs_nigd	73 km	0	0	0,6	1,76	Anla msız X	
		nevs_kays	72 km	2	1	0,54	0,99	Anla mlı	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	Anla msız X	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	Anla msız X	
		mlz_tval	71 km	5	1	0,72	2,55	Anla mlı	mlz_tval	71 km	2	1	0,57	2,18	Anla msız X	mlz_tval	71 km	0	0	0,65	2,26	Anla msız X	
		nevs_kays	72 km	2	1	0,54	0,99	Anla mlı	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	Anla msız X	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	Anla msız X	
	Düşey	nevs_aksr	67 km	9	5	0,62	1,38	Anla mlı	nevs_aksr	67 km	0	0	0,65	1,49	Anla mlı	nevs_aksr	67 km	0	1	0,63	0,91	Anla mlı	
		nevs_kays	72 km	2	1	0,54	0,99	Anla mlı	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	Anla mlı	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	Anla mlı	
		nevs_nigd	73 km	2	0	0,66	2,04	Anla mlı	nevs_nigd	73 km	1	0	0,61	1,99	Anla mlı	nevs_nigd	73 km	0	0	0,6	1,76	Anla mlı	
		nevs_kays	72 km	2	1	0,54	0,99	Anla mlı	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	Anla mlı	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	Anla mlı	
		mlz_tval	71 km	5	1	0,72	2,55	Anla mlı	mlz_tval	71 km	2	1	0,57	2,18	Anla mlı	mlz_tval	71 km	0	0	0,65	2,26	Anla mlı	
		nevs_kays	72 km	2	1	0,54	0,99	Anla mlı	nevs_kays	72 km	0	0	0,49	0,99	Anla mlı	nevs_kays	72 km	1	2	0,51	0,46	Anla mlı	

Çizelge 6.20. 74 km ile 84 km arası 2 saatten 6 saate f anlamlılık testi değişimi

		2 Saat	k m	2B ve Up uyuşmsuz ölçü		2 B	U P		4 Saat	k m	2B ve Up uyuşmsuz ölçü		2 B	U P		6 Saat	km	2B ve Up uyuşmsuz ölçü		2 B	U P		
74 km ile 84 km arası bazılar	2 boyut	mlz_hini	76 km	4	2	0,78	2,3	Anla mlı	mlz_hini	76 km	3	1	0,67	1,82	Anla msız X	mlz_hini	76 km	0	1	0,65	1,61	Anla msız X	
		nevs_kirs	77 km	6	0	0,61	2,14		nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64		nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44		
		yenc_ayvl	84 km	2	0	0,79	5,7	Anla mlı	yenc_ayvl	84 km	0	0	0,75	5,44	Anla mlı	yenc_ayvl	84 km	0	0	0,7	5,35	Anla msız X	
		nevs_kirs	77 km	6	0	0,61	2,14		nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64		nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44		
		yenc_banl	77 km	2	3	0,81	2,91	Anla mlı	yenc_banl	77 km	1	0	0,73	2,97	Anla mlı	yenc_banl	77 km	0	0	0,67	2,56	Anla msız X	
		nevs_kirs	77 km	6	0	0,61	2,14		nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64		nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44		
	nevs_bogz	79 km	1	0	0,83	2,25	Anla mlı	nevs_bogz	79 km	0	0	0,6	2,01	Anla msız X	nevs_bogz	79 km	0	0	0,71	1,9	Anla msız X		
	nevs_kirs	77 km	6	0	0,61	2,14		nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64		nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44			
	Düşey	2 boyut	nevs_bogz	79 km	1	0	0,83	2,25	Anla msız X	nevs_bogz	79 km	0	0	0,6	2,01	Anla msız X	nevs_bogz	79 km	0	0	0,71	1,9	Anla mlı
			nevs_kirs	77 km	6	0	0,61	2,14		nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64		nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44	
			mlz_hini	76 km	4	2	0,78	2,3	Anla msız X	mlz_hini	76 km	3	1	0,67	1,82	Anla msız X	mlz_hini	76 km	0	1	0,65	1,61	Anla msız X
			nevs_kirs	77 km	6	0	0,61	2,14		nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64		nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44	
yenc_banl			77 km	2	3	0,81	2,91	Anla mlı	yenc_banl	77 km	1	0	0,73	2,97	Anla mlı	yenc_banl	77 km	0	0	0,67	2,56	Anla mlı	
nevs_kirs			77 km	6	0	0,61	2,14		nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64		nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44		
yenc_ayvl	84 km	2	0	0,79	5,7	Anla mlı	yenc_ayvl	84 km	0	0	0,75	5,44	Anla mlı	yenc_ayvl	84 km	0	0	0,7	5,35	Anla mlı			
nevs_kirs	77 km	6	0	0,61	2,14		nevs_kirs	77 km	0	0	0,55	1,64		nevs_kirs	77 km	0	0	0,57	1,44				

Çizelge 6.21. 104 km ve 107 km arası 2 saatten 6 saate f anlamlılık testi değişimi

		2 Saat	km	2B ve Up uyumsuz ölçü		2 B	U P			4 Saat	km	2B ve Up uyumsuz ölçü		2 B	U P			6 Saat	km	2B ve Up uyumsuz ölçü		2 B	U P		
104-107 km bazılar	2 B	mlz_hors	104 km	5	2	0,9	4,64	Anlamsız X	}	mlz_hors	104 km	3	1	0,79	4,22	Anlamsız X	}	mlz_hors	104 km	1	1	0,84	3,81	Anlamsız X	
		mlz_mur1	107 km	6	1	0,86	3,67			mlz_mur1	107 km	3	0	0,73	3,49			mlz_mur1	107 km	0	0	0,71	3,2		
	UP	mlz_hors	104 km	5	2	0,9	4,64	Anlamlı	}	mlz_hors	104 km	3	1	0,79	4,22	Anlamsız X	}	mlz_hors	104 km	1	1	0,84	3,81	Anlamsız X	
		mlz_mur1	107 km	6	1	0,86	3,67			mlz_mur1	107 km	3	0	0,73	3,49			mlz_mur1	107 km	0	0	0,71	3,2		

## 6.2. Uyuşumsuz Ölçü Testi

Mühendislik çalışmalarında ölçülerin ve ölçülerden elde edilen sonuçların doğruluğunu artırmak ve güvenilirliğini sağlamak için gerekli ölçüden fazla sayıda ölçü yapmak temel ilkedir. Gereğinden fazla yapılan ölçülerden tek anlamlı sonuç elde etmek için bu ölçüler bir amaç fonksiyonuna göre değerlendirilerek dengeleme hesabı yapılır.

Yapılan ölçülerde çeşitli hatalar sonucunda kaba veya uyuşumsuz ölçüler oluşabilir. Uyuşumsuz ölçüleri, çeşitli amaçlarla yapılan ölçüler arasında ölçü kümesinin dağılımına uymayan ölçüler olarak tanımlayabiliriz (Şişman, 2009).

Jeodezik çalışmalarda uyuşumsuz ölçülerin belirlenmesi ve yorumlanması için kullanılan, Baarda Testi, Pope Testi, EKKY'ne dayalı uyuşumsuz ölçü testi, Robust kestirim yöntemi, 3 sigma kuralı vb. yöntemler bulunmaktadır.

Bu tez çalışmasında uyuşumsuz ölçülerin ayıklanması 3 sigma kuralı yöntemine göre yapılmıştır. 3 sigma uyuşumsuz ölçü testi şu şekildedir;

```

İf
north_rms * 3 < north_i
east_rms * 3 < east_i
up_rms * 3 < up_i
north_i = uyuşumsuz ölçü
east_i = uyuşumsuz ölçü
end

```

north\_i, east\_i, up\_i, north east up'taki i. farklar. Çizelge 6.22'de uyuşumsuz ölçülerin hangi saat diliminde yığılma gösterdiği sunulmuştur.

**Çizelge 6.22.** Uyuşumsuz ölçü sayılarının tekli bazlar için saat dilimlerindeki yoğunluğu

2 SAAT	north	east	up
0002			++
0204			+
0406			+
0608	+	+	
0810	+++	+++	+
1012	+++++ +++++ +++++ +	+++++ +++++ +++++ +++++ +++	+++++ +
1214	+	+++	
1416	+++	++	+
1618		+	
1820	++	++	+
2022	+	+	+
2224		+	++++

Yukardaki çizelgede görüldüğü üzere tüm tekli bazlarda yapılan analiz neticesinde uyuşumsuz ölçü sayıları toplamları şu şekildedir. Kuzey Yön Farkı(North)'nda 27 adet, Doğu Yön Farkı(East)'nda 37 adet, Yükseklik Yön Farkı(Up)'nda 18 adet Uyuşumsuz ölçü sayısı vardır. Yukarıdaki çizelgede görüldüğü gibi uyuşumsuz ölçü sayılarının 10:00 ila 12:00 saat aralığında yoğunlaştığı görülmüştür.

Doğu Yön Farkı(East)'nda 37 adet uyuşumsuz ölçü sayısının 23 tanesi 1012 saat aralığında yığılma göstermiştir. Çizelge 6.23'de ise ikili bazlar için uyuşumsuz ölçü dağılımı gösterilmiştir.

**Çizelge 6.23.** Uyuşumsuz ölçü sayılarının ikili bazlar için saat dilimlerindeki yoğunluğu

2 SAAT	north	east	up
0002			+
0204			
0406			
0608			
0810	+		
1012	++	+++++	+
1214		+++	
1416			
1618			
1820			
2022			
2224			+

İç Anadolu Bölgesi için ikili bazlarda yapılan analiz neticesinde uyuşumsuz ölçü sayıları toplamları şu şekildedir. Kuzey Yön Farkı(North)'nda 3 adet, Doğu Yön Farkı(East)'nda 12 adet, Yükseklik Yön Farkı(Up)'nda 3 adet Uyuşumsuz ölçü sayısı vardır. Yukarıdaki çizelgede görüldüğü gibi uyuşumsuz ölçü sayılarının 10:00 ila 12:00 saat aralığında yoğunlaştığı görülmüştür. Doğu Yön Farkı(East)'nda 12 adet uyuşumsuz ölçü sayısının 9 tanesi 1012 saat aralığında yığılma göstermiştir.

Daha önce bahsedildiği gibi process'lerimizi 152. gün ila 161. günler arası 10 günlük sürede yapılmıştır. Uyuşumsuz ölçülerimizin bu günler içerisinde hangi günlerde yığılma gösterdiğini de Çizelge 6.24'te sunulmuştur.

**Çizelge 6.24.** Uyuşumsuz ölçü sayılarının tekli bazlar için process günleri arasındaki dağılımı

2 SAAT	north	east	up
152	+++	+++	+++
153	+++	++	+++
154	+++	+++++	+++++
155	+	++	+
156	++++	++++	++
157	++	++	+
158	++++	++	
159	++	+++++	++
160	++	++++	
161	+++	+++	+

Tüm tekli bazlarda yapılan analiz neticesinde uyşumsuz ölçü sayıları toplamlarının Kuzey Yön Farkı(North)'nda 27 adet, Doğu Yön Farkı(East)'nda 37 adet, Yükseklik Yön Farkı(Up)'nda 18 adet olduğunu yukarıda ifade edilmişti. Görüleceği üzere Doğu Yön Farkı(East) için 154. günde Uyuşumsuz ölçü sayılarının 37 tanesinden 9 tanesi Doğu Yön Farkı(East)'nda yığılma göstermiştir.,

Çizelge 6.25.'de görüldüğü gibi İç Anadolu Bölgesi için ikili bazlarda yapılan analiz neticesinde uyşumsuz ölçü sayılarının Doğu Yön Farkı(East) için herhangi bir güne yığılma göstermemiş olup hemen hemen tüm günlere yayıldığını söyleyebiliriz.

**Çizelge 6.25.** Uyuşumsuz ölçü sayılarının ikili bazlar için process günleri arasındaki dağılımı

2 SAAT	north	east	up
152	+	+++	+
153		+	++
154	+	+	
155		+	
156	+	++	
157		++	
158		+	
159			
160		+	
161			

Çalışmamızda 3 adet koordinatı belirlenecek istasyon ve bu istasyonları çevreleyen toplam 13 kontrol noktası ve baz olduğunu daha önce ifade edilmişti. Uyuşumsuz Ölçülerin söz konusu tekli ve ikili bazlara göre dağılımını ve bölgelerdeki toplam sayılarını gösteren çizelge 6.26. ve 6.27.'de sunulmuştur.

Çizelge 6.26. Uyuşumsuz ölçü sayılarının tekli bazlar arasındaki dağılımı

2 SAAT	north	east	up		TOPLAM		
					north	east	up
mlz_hini	1	3	2	Doğu Bölgesi	7	16	6
mlz_hors	1	5	2				
mlz_mur1	2	5	1				
mlz_tva1	3	3	1				
nevs_aksr	8	8	5	İç Anadolu Bölgesi	10	17	6
nevs_bogz	0	1	0				
nevs_kays	2	0	1				
nevs_kirs	0	6	0				
nevs_nigd	0	2	0				
yenc_ayvl	2	1	0	Batı(Ege) Bölgesi	10	4	6
yenc_balk	2	0	2				
yenc_ban1	1	2	3				
yenc_cana	5	1	1				

Çizelge 6.27. Uyuşumsuz ölçü sayılarının ikili bazlar arasındaki dağılımı

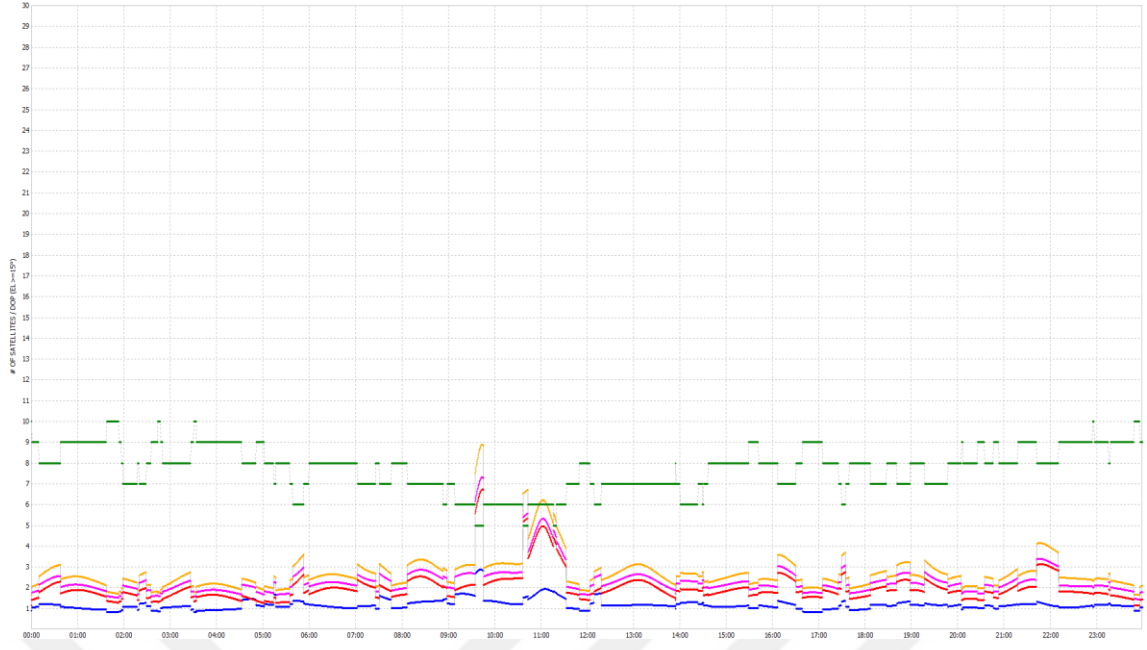
2 SAAT	north	east	up	north	east	up
nevs_aksr_kays	3	6	2	3	12	3
nevs_nigd_bogz	0	1	1			
nevs_kirs_nigd	0	5	0			

Uyuşumsuz ölçü sayılarının 10-12 saat aralığında yığılma sebebini araştırmak adına mlz\_hors\_154\_1012 saat dilimini (hatalar east=13 cm, up= 16 cm) örnek alarak aşağıdaki işlem adımları sırasıyla yapıp sonuçlara etkisi araştırılmıştır.

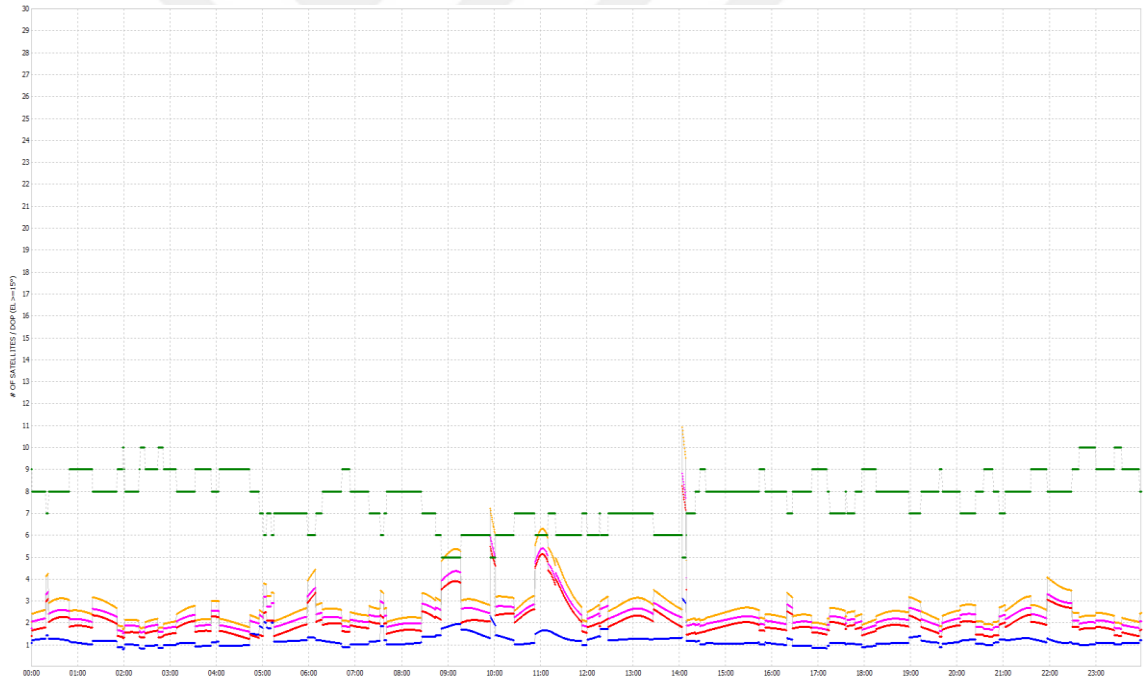
- Uydu gürültüsünü azaltmak için uydu yükseklik acısı 15°'den 20 °'ye alınıp process yapılmıştır.
- mlz1 ve hors istasyonlarının 10-12 saat aralığının RINEX dosyalarının içindeki kod ölçümleri, faz ölçümleri yardımıyla yumuşatılmıştır yumuşatılmış kod ölçümleriyle tekrar process yapılmıştır.
- GPS + GLONASS uyduları beraber kullanılarak process yapılmıştır.

Ayrı ayrı yapılan yukarıda ki işlemler sonucunda processlerin uyuşumsuz ölçü sonuçlarına olan etkisi ortaya çıkmamıştır.

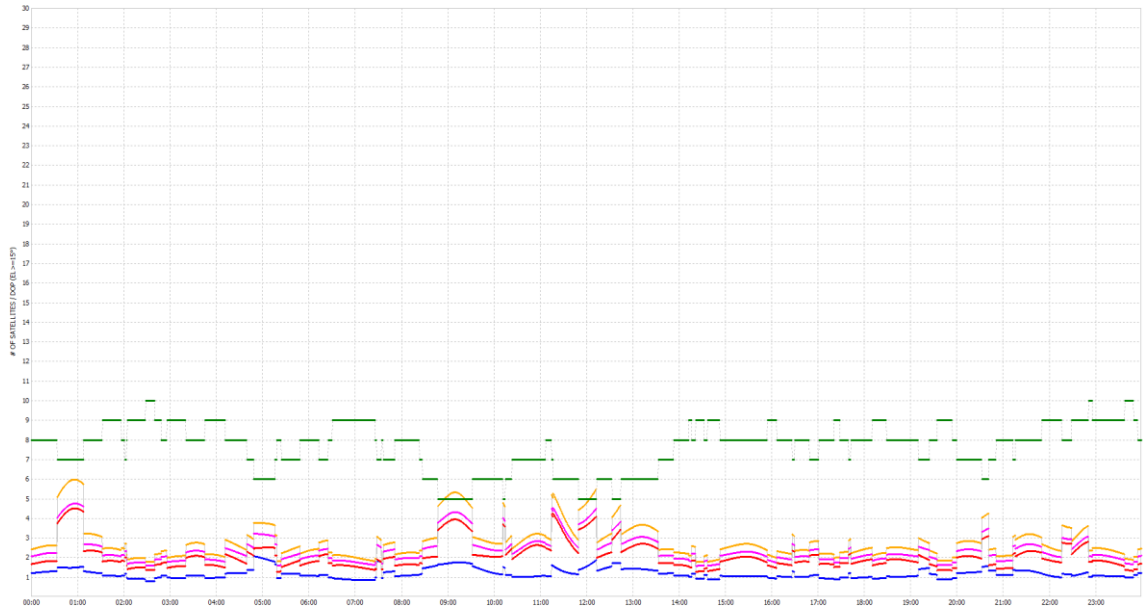




Şekil 6.2. YENC\_154. gün için DOP değerleri ve uydu görünürlük sayıları

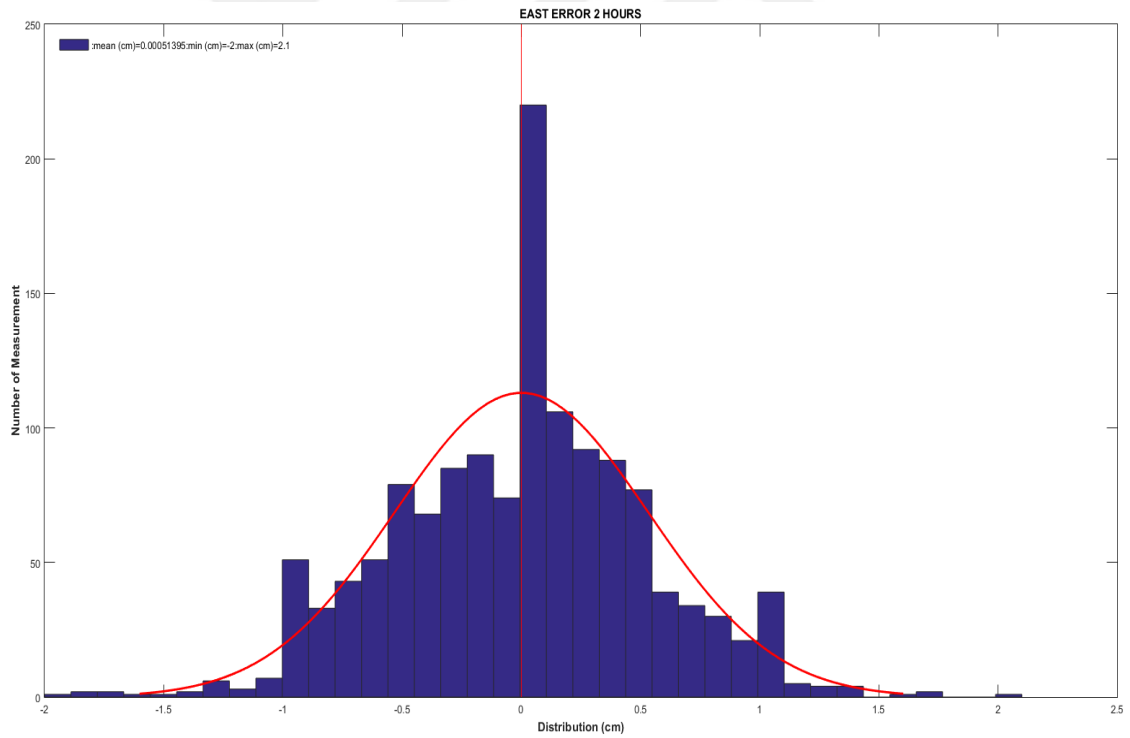


Şekil 6.3. NEVS\_154. gün için DOP değerleri ve uydu görünürlük sayıları

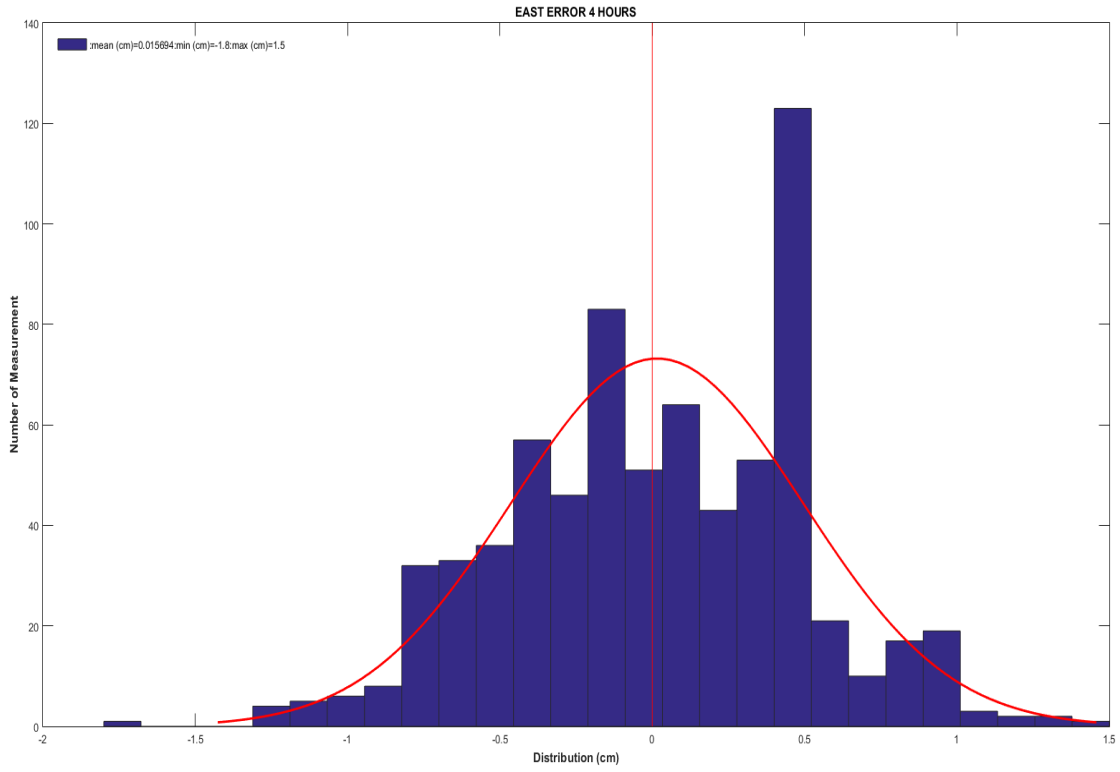


Şekil 6.4. MLZ\_154. gün için DOP değerleri ve uydu görünürlük sayıları

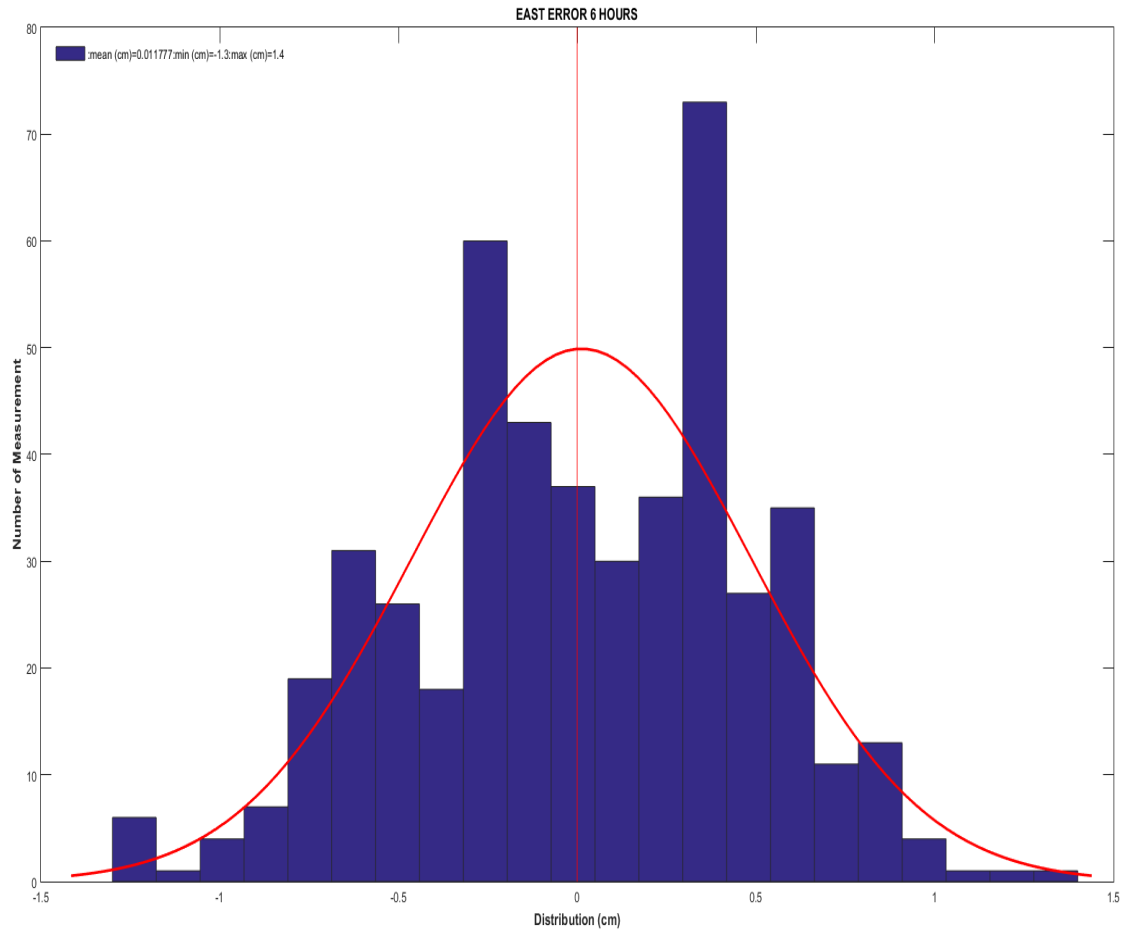
Doğu, kuzey ve yukarı koordinat bileşenlerinin hata dağılımları aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



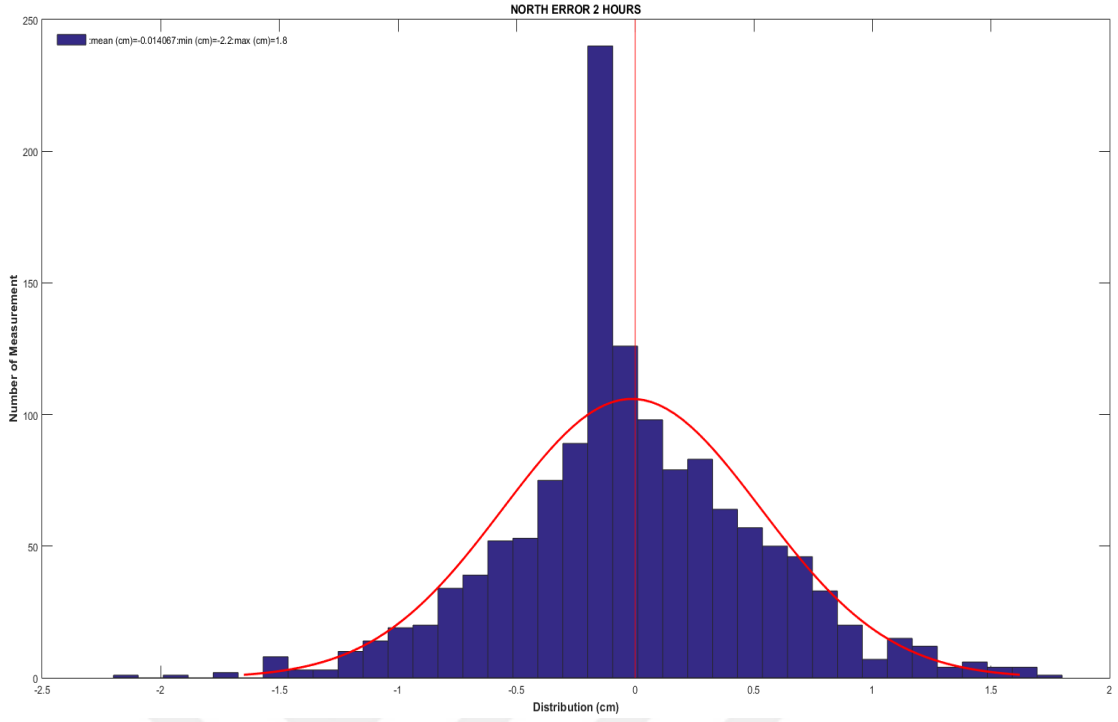
Şekil 6.5. Ölçümlerin doğu bölgesi 2 saat için hata dağılımı



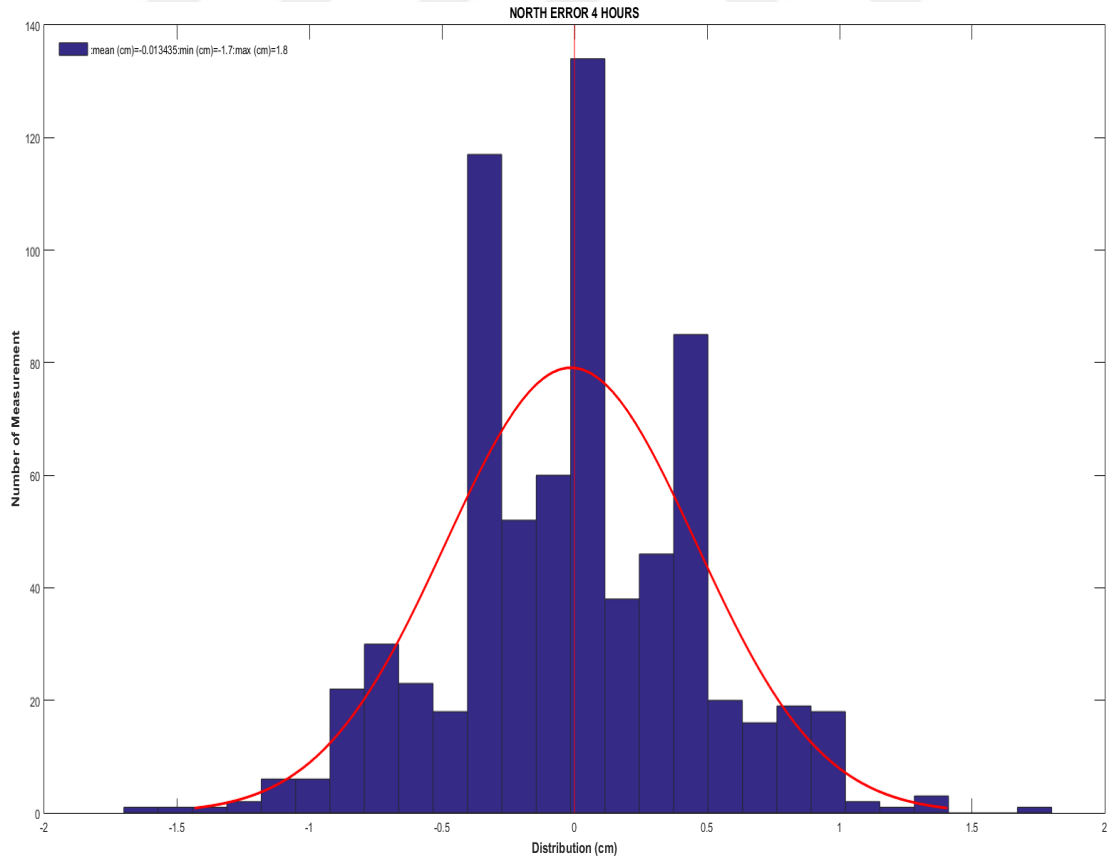
Şekil 6.6. Ölçümlerin doğu bölgesi 4 saat için hata dağılımı



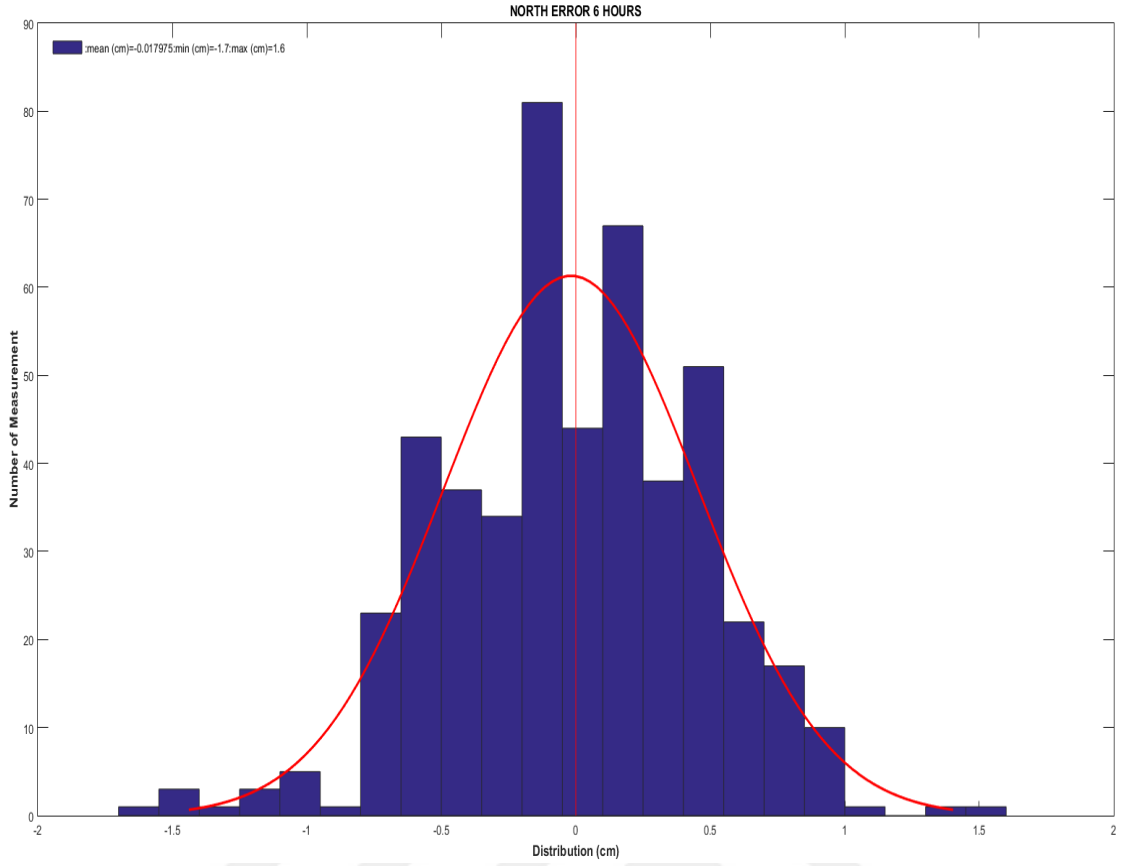
Şekil 6.7. Ölçümlerin doğu bölgesi 6 saat için hata dağılımı



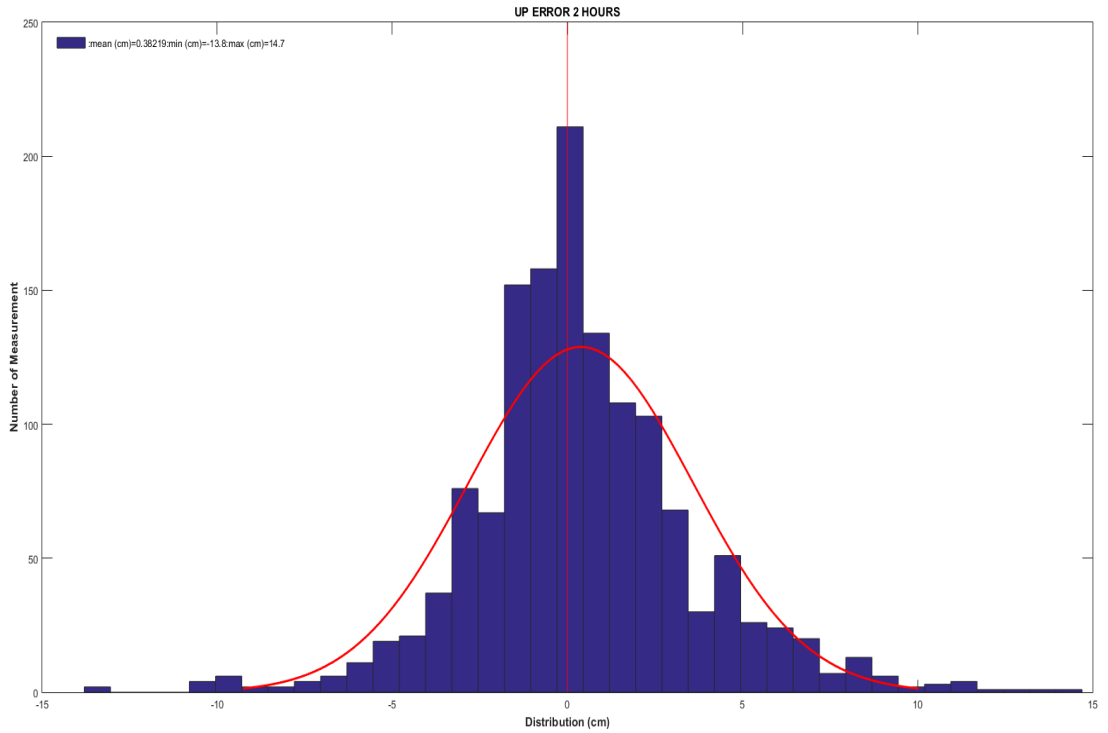
**Şekil 6.8.** Ölçümlerin kuzey bölgesi 2 saat için hata dağılımı



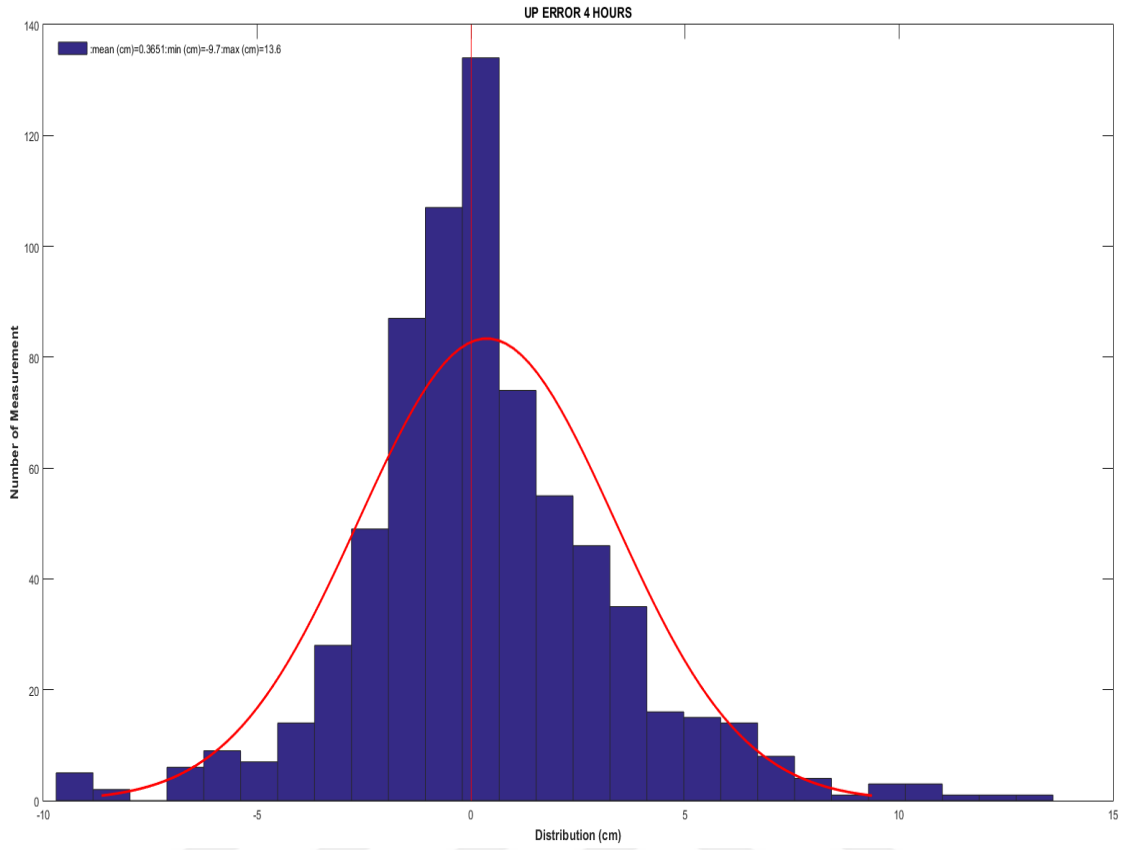
**Şekil 6.9.** Ölçümlerin kuzey bölgesi 4 saat için hata dağılımı



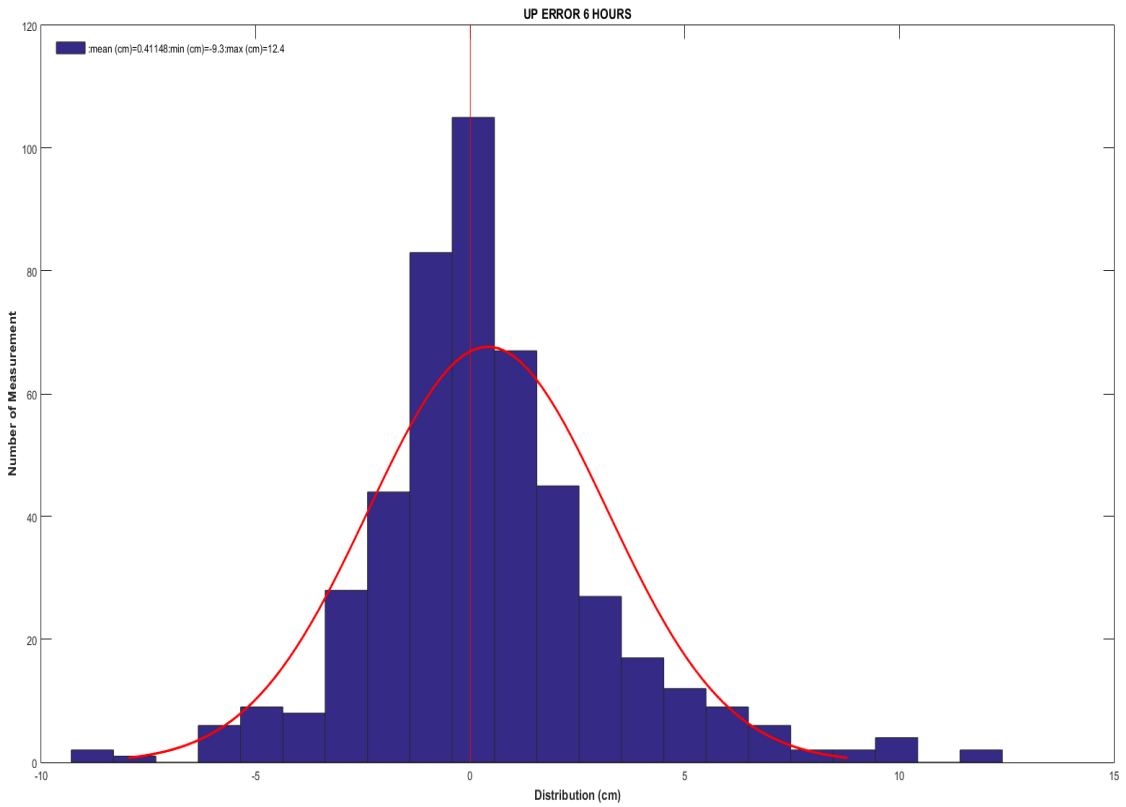
**Şekil 6.10.** Ölçümlerin kuzey bölgesi 6 saat için hata dağılımı



**Şekil 6.11.** Ölçümlerin yukarı yönde 2 saat için hata dağılımı

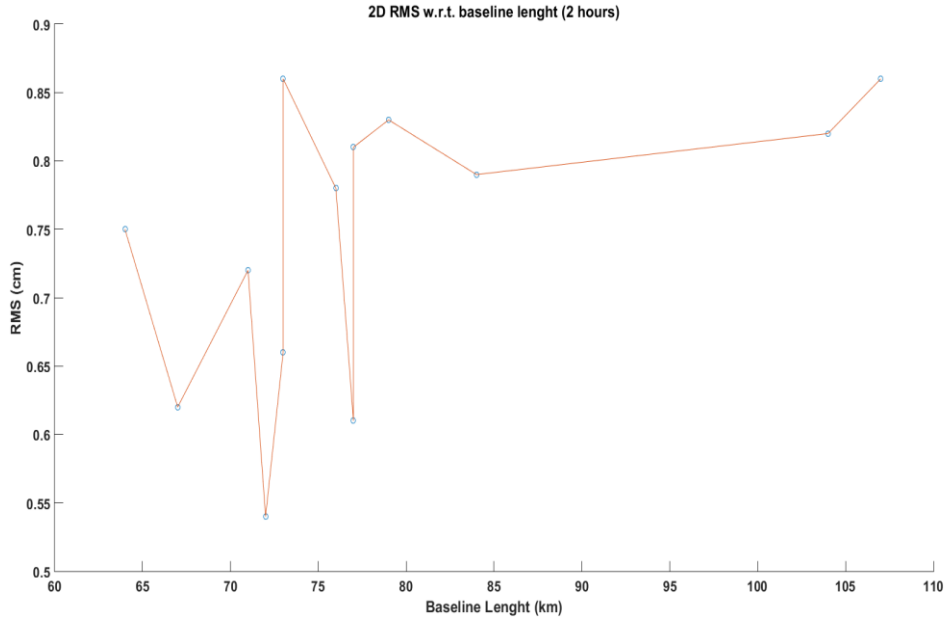


Şekil 6.12. Ölçümlerin yukarı yönde 4 saat için hata dağılımı

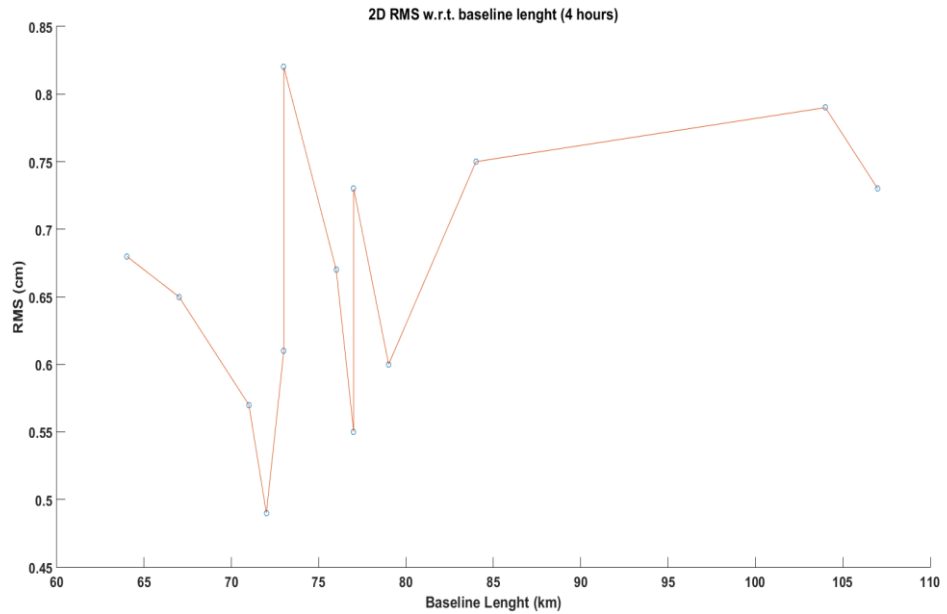


Şekil 6.13. Ölçümlerin yukarı yönde 6 saat için hata dağılımı

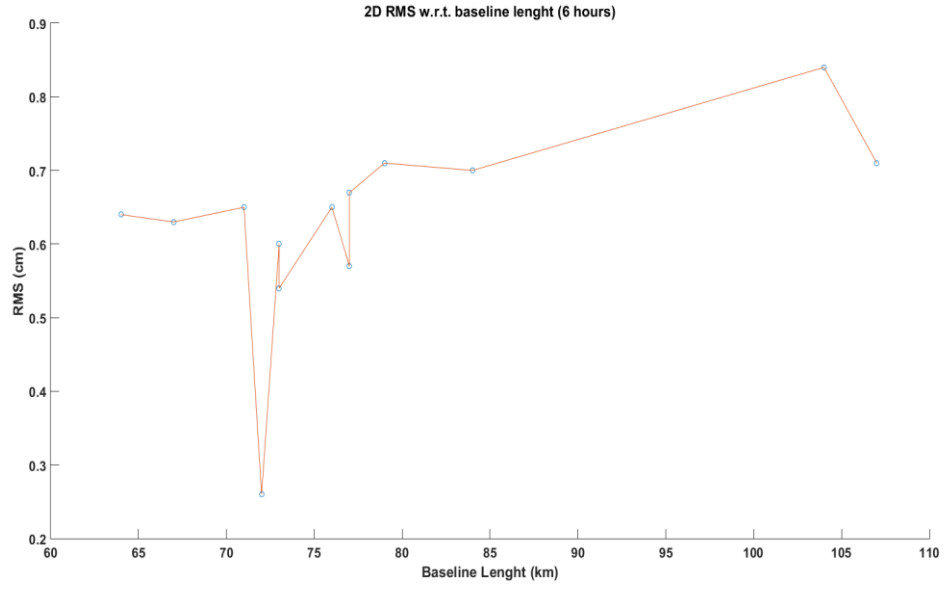
Bütün bazlar için 2 boyutta ve düşeyde ayrı ayrı karesel ortalama hataları(RMS) hesaplanmıştı. Hesaplanmış olan bu RMS değerlerinin 60 ila 110 km arasındaki gruplandırılan baz uzunluklarına göre grafikleri aşağıda verilmiştir.



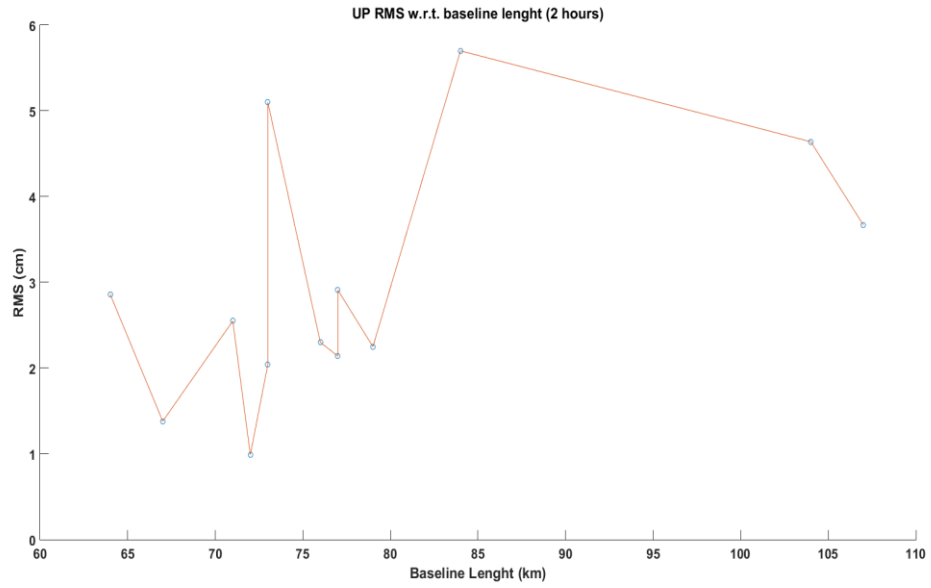
Şekil 6.14. Ölçümlerin 2 boyutta 2 saat için RMS grafiği



Şekil 6.15. Ölçümlerin 2 boyutta 4 saat için RMS grafiği

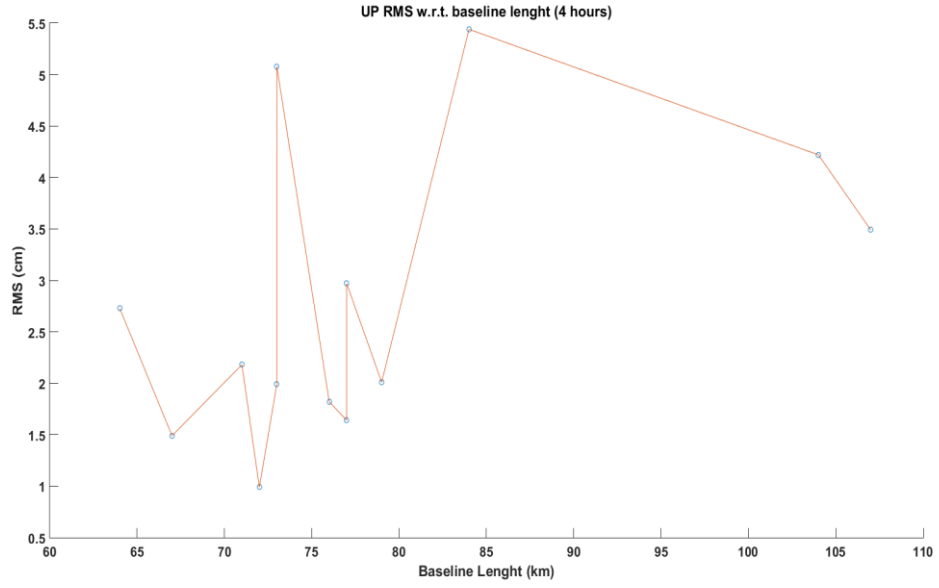


Şekil 6.16. Ölçümlerin 2 boyutta 6 saat için RMS grafiği

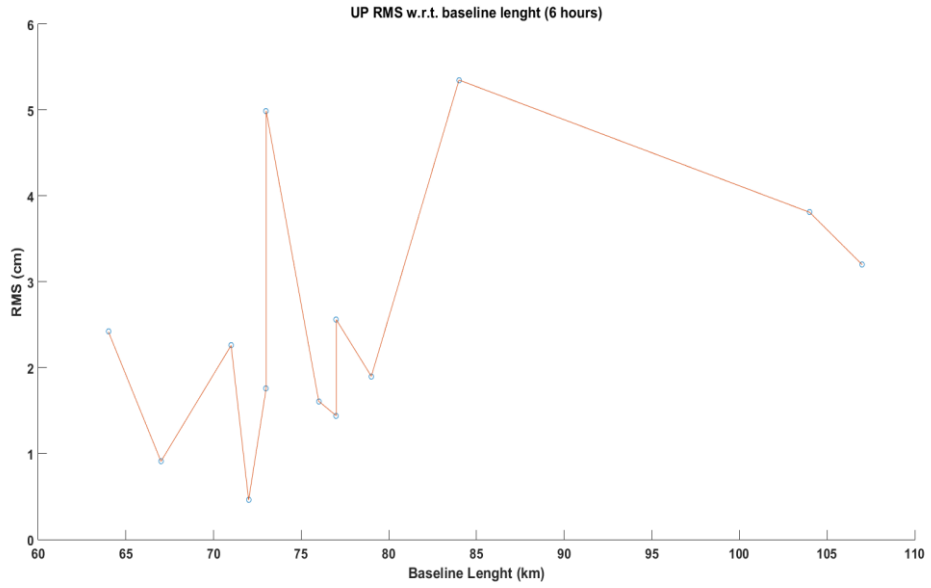


Şekil 6.17. Ölçümlerin yukarı yönde 2 saat için RMS grafiği





Şekil 6.18. Ölçümlerin yukarı yönde 4 saat için RMS grafiği



Şekil 6.19. Ölçümlerin yukarı yönde 6 saat için RMS grafiği

## 7. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında Akademik yazılım olarak GIPSY OASIS-6.4 ve Ticari yazılım olarak ise LEICA GEO OFFICE-8.4 kullanılmıştır. 24 saatlik zaman diliminde ve peş peşe 10 günlük süreyi kapsayacak şekilde ülke genelinde Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Ege Bölgesinde belirlenmiş 3 adet rover (hareketli) CORS-TR istasyonu ve bu istasyonları çevreleyen koordinatları sabit kabul edilen 13 adet kontrol istasyonu için indirilmiş RINEX verileri LEICA Geo Office ticari yazılımı ile bütün bazlar için ayrı ayrı process'ler yapılmıştır. Tek noktaya dayalı zorlamasız dengeleme sonucu elde edilen Kartezyen Koordinatlar ile GIPSY yazılımı ile elde edilen gerçek koordinatlar arasındaki farklar toposentrik koordinatlara çevrilmiş ve karesel ortalama hata (rms) ve varyans değerleri hesaplanmıştır.

Yapılan bütün değerlendirmeler ve hesaplamalar neticesinde elde edilen veriler ışığında aşağıda maddeler halinde belirtilmiş olan sonuçlar elde edilmiştir:

- Yapılan dengelemeler neticesinde 2 saatlik ölçümlerde 2 boyutta mm mertebesinde, düşeyde de cm mertebesinde doğruluk elde edilmiştir.
- Bütün bazlar için 2 boyutta ve düşeyde ayrı ayrı karesel ortalama hataları(RMS) hesaplandı. Hesaplanmış olan bu RMS değerlerinin 60 ila 110 km arasındaki gruplandırılan baz uzunluklarına göre grafiğini çizdirdiğimiz zaman doğruluk ve baz uzunluklarına göre herhangi bir trend bulunamadı. Yani 60 ile 110 km arasındaki baz uzunluğunun doğruluğa herhangi bir etkisi-bağılılığı yoktur sonucuna ulaşılmıştır.
- İç Anadolu bölgesindeki baz uzunluklarında yaptığımız çalışma neticesinde; Kontrol noktası sayısının birden fazla olarak yapılan dengelemede yani Dayalı Dengeleme ile dengeleme yaptığımızda, kontrol istasyon sayısı arttıkça doğruluğun arttığı gözlemlenmiştir. Ancak söz konusu kontrol istasyonlarının koordinatlarını akademik yazılımla çok yüksek doğrulukta belirlediğimizi unutulmamalıdır. Eğer bu kontrol noktalarından herhangi bir tanesi için koordinat değeri hatalı olursa bu hipotez bozulmaktadır.
- Oluşturmuş olduğumuz bazlar arasında oluşan yükseklik farklılıklarının (özellikle Doğu Anadolu Bölgesinde) doğruluğa etkisinin olmadığı görülmüştür.

- Koordinatı hesaplanan (YNC, NEVS, MLZ istasyonlarını) istasyonlarını çevreleyecek şekilde belirlemiş olduğumuz istasyonlara göre yapılan yön analizinde' de koordinatları değişmez kabul edilen istasyonlarının konumlarının doğruluğa bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.
- Zaman dilimlerinde (2-4-6 saat) 2 saatlik oturumdan 6 saatlik oturuma çıktıkça yani oturum süresi uzadıkça anlamlılık testine göre bazlar arasındaki farklar anlamsız hale geldiği gözlemlenmiştir.
- Uyuşumsuz ölçü testine göre; oturum süresi 2 saatlik oturumdan 6 saatlik oturuma çıktıkça uyuşumsuz ölçü sayısının düştüğü gözlemlenmiştir. Özellikle 104 km ile 107 km olan bazların 6 saatlik oturumlarında uyuşumsuz ölçü sayılarında ciddi oranda düşme görülmüştür. Ayrıca uyuşumsuz ölçülerin 10-12 saat aralığında neden yığıldığını göstermek adına doğu bölgesindeki mlz1 ve hors istasyonları ele alınmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde yükseklik açısının 20 °'ye alınıp process yapılması, mlz1 ve hors istasyonlarının 10-12 saat aralığının RINEX dosyalarının içindeki kod ölçümlerinin faz ölçümleri yardımıyla yumuşatılması, GPS + GLONASS uyduları beraber kullanılarak process yapılması uyuşumsuz ölçü üzerinde bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Ancak, DOP değerleri kontrol edildiği zaman 10-12 saat arasındaki DOP değerlerinin diğer saat dilimlerine göre yüksek, uydu görünürlük sayısının düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bunun uyuşumsuz ölçülerin 10-12 saat arasında yığılma nedenini açıkladığı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Aktuğ, B., Kurt, M., Parmaksız, E., Lenk, O., Erkan Y., Aysezen, Ş.,2011, Türkiye’de Sabit GNSS İstasyonlarının Tarihi ve Türkiye Ulusal Sabit GPS İstasyonlar Ağı Aktif (TUSAGA-AKTİF), *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara*,sf:6.
- Alçay, S., Yiğit, C.Ö., Ceylan A., 2013, CSRS-PPP,MagicGNSS ve APPS Web Tabanlı Yazılımların Statik PPP Modüllerinin Karşılaştırılması, *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi 2013*, sf:1-2.
- Anonim,2010,Serbest,Ağ,Dengelemesi,Bektaş,S,[http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/23K4\\_e4e53aa080247bc\\_ek.pdf](http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/23K4_e4e53aa080247bc_ek.pdf), [ Ziyaret Tarihi :10 Aralık 2015]
- Chen, W., Gao, C., Pan, S., 2014, Assessment of GPT2 Empirical Troposphere Model and Application Analysis in Precise Point Positioning, *China Satellite Navigation Conference (CSNC) 2014 Proceedings: Volume II Volume 304 of the Series Lecture Notes in Electrical Engineering*, 451-463.
- Dow, J.M., Neilan, R.E., Gendt, G., 2005, The International GPS Service: Celebrating the 10th Anniversary and Looking to the Next Decade, *Advances in Space Research*, 36 (3), 320-326.
- Engin, Ç., Şanlı, D.U., 2007, IGS Ağı Ölçeğinde GPS Konum Belirleme Doğruluğu, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara, sf:1-4.
- Feng, Y., Zheng, Y., 2005, Efficient Interpolations to GPS Orbits for Precise Wide Area Applications, *GPS Solutions*, 9(4), 273-282
- Firuzabadi, D., King R. W., 2012, GPS precision as a function of session duration and reference frame using multi-point software, *GPS Solution*, 16:191-196.
- Hastaoğlu, K.Ö.,Şanlı, D.U.,2005, GPS Düşey Konum Duyarlılığını Etkileyen Faktörler: GPS Nivelman ve Yerel GPS Jeoidi Çalışmalarına Yönelik Çıkarımlar, *Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu 23-25 Kasım 2005, İTÜ – İstanbul*.sf:475.
- Janes, H.W., Langley, R.B., Newby, S.P., 1991, Analysis of Tropospheric Delay Prediction Models: Comparisons with ray-tracing and Implications for GPS Relative Positioning, *Bulletin Géodésique*, 65 (3), 151-161.
- Lagler, K., Schindelegger, M., Böhm, J., Krásná, H., Nilsson, T., 2013, GPT2: Empirical Slant Delay Model for Radio Space Geodetic Techniques, *Geophysical Research Letters*, 40 (6),1069–1073.
- Kahveci, M., Yıldız, F., 2001, Global konum Belirleme Sistemi (Teori-Uygulama), *Nobel Yayın Dağıtım, Ankara*.
- Kalayci, İ., Yüksel, B., Ögütçü,S.,2016, Impact of Baseline Distance and Interstation Height Difference On The Accuracy Of GPSDerived Station Coordinates, *World*

*Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS 2016), IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 44,sf:1-6.*

- Kurumahmut, F. K., 2008, İstasyonlar Arası Yükseklik Farkının GPS Konum Belirleme Duyarlılığı Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.sf:103.
- Öğütücü, S., Kalaycı, İ., 2015, ‘’ Second-Order Ionosphere’’ Effect İn precise Point Positioning During The Solar Minimum and The Solar Maximum Periods İn Turkey, *Procedia Earth and Planetary Science,15*, sf: 669 – 674.
- Özdemir, S.,2016, TUSAGA ve TUSAGA-AKTİF İstasyonlarının Hassas Koordinat ve Hızlarının Hesaplanması Üzerine, *Harita Dergisi,2016*, (155) sf:53-55.
- Rosalen, D. L.,2014, Influence of Distance Geometry and Number of Control Stations on Quality of Local Geodetic Networks For The Purpose of Georeferencing of Rural Properties, *Eng. Agric., Jaboticabal, v.34,n.2*, sf:311-321 mar./abr.
- Salgın, Ö.,2007, Farklı Uzunluktaki Bazlarda Ticari GPS Yazılımlarının BERNESSE Yazılımı ile Karşılaştırılması, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*,sf:36-37.
- Satirapod, C., Chalermwattanachai, P., 2005, Impact of Different Tropospheric Models on GPS Baseline Accuracy: Case Study in Thailand, *Journal of Global Positioning Systems*, 4 (1-2), 36-40.
- Schmid, R., Rothacher, M., 2003, ‘’Estimation of Elevation-Dependent Satellite Antenna Phase Center Variations of GPS Satellites, *Journal of Geodesy*, 77 (7), 440-446.
- Snay, R., Miller, M., 2001, Using Cors Workshop, *In cooperation with the Land Surveyors’ Association of Washington, National Geodetic Survey and Central Washington Univ., Washington.*
- Şişman,Y., Bektaş,S., Yıldırım, Ö., Uyuşumsuz Ölçü Analizinde Robust Kestirim ve L1-Norm Yöntemleri, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 11-15 Mayıs 2009, Ankara*, sf:1.
- Uluşık P., Erkaya H., Hoşbaş R.G., Soycan M., Akpınar B., Aykut N.O., Poyraz F., 2005, Yüksek Binaların Hareketlerinin GPS ile İzlenmesi, 2. *Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu.*
- Uzel, T., 2011,TUSAGA AKTİF (CORS-TR) Verileri ile Tektonik Plaka Hareketlerinin İzlenmesi, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara*,sf:6.
- Yalçın, B., 2007, Yerel Bir Ağda GPS Ölçü Süresinin Nokta Konum Doğruluğuna Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya*, sf:125-126.
- Yüksel, B.,2016, Farklı Uzunluk ve Yönlerdeki Bazlarda Bilimsel ve Ticari GNSS Değerlendirme Yazılımlarının Karşılaştırılması, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*,sf:39.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Taha Kağan AYDIN  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Konya 20/07/1983  
**Telefon** : 0530 561 92 79  
**Faks** :  
**E-mail** : tahaydin@hotmail.com.

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Konya Gazi Lisesi	2002
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi/Konya	2008
Tezsiz Yük. Lisans	: Ank Üniversitesi -Taşınmaz Geliştirme ABD.	2013
Doktora	:	

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2008-2009	Konya Gaznet A.Ş. (Enerya A.Ş)	Etüt Proje Bölge Sorumlusu
2010- .....	Konya Selçuklu Belediyesi	Kontrol Mühendisi

### YABANCI DİLLER

İngilizce